www.mecatronicafacil.com.br

Ano I - nº 1 - R$ 6,50

MECATRÔNICA FÁCIL

Trabalhando com Polias

Aplique a Física a seu favor sem fazer força!



Mecatrônica na ficção

Transformers

Mais ação no novo filme dos robôs de Cybertron!

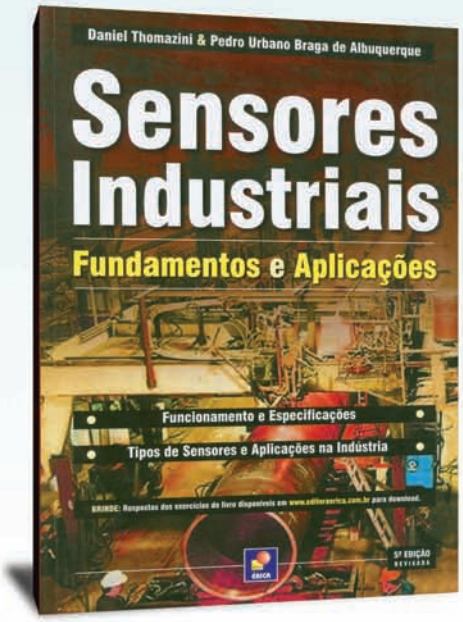
Tipos de Movimentos de Robôs

Veja quais movimentos os robôs podem ter dependendo da aplicação

Robô para Trabalhos Escolares

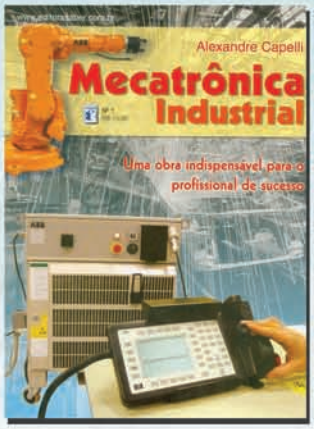
Um projeto para fazer sucesso na feira de Ciências de sua escola

ISSN 1679-6950



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.

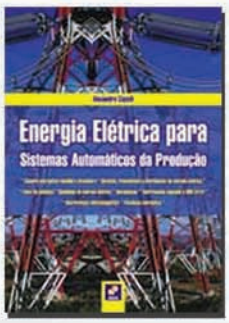


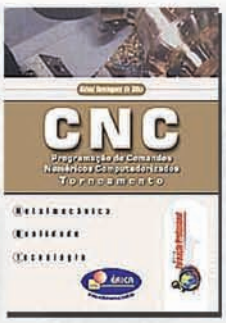
A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



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
Jeff Eckert,
Newton C. Braga,
Renato Paiotti

Capa
Industrial Light and Magic

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:

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

editorial

Chegamos ao meio do ano de 2009. Para a revista Mecatrônica Fácil, esta data tem um signifi cado especial: a partir desse número, o leitor pode perceber que a revista está um pouco diferente do habitual e, aos poucos, voltando às suas origens: ser educativa, sem esquecer do lado lúdico do aprendizado.

Nesta edição, temos mais sete projetos úteis e divertidos para aprimorar seus conhecimentos no Monta Treko, um projeto de robô para fazer sucesso na feira de ciências da sua escola, e as novidades do mundo dos autômatos e afi ns direto dos EUA com nosso correspondente Jeff Eckert; uma matéria sobre o segundo fi lme dos robôs Transformers, que entra em cartaz esse mês; um artigo que ensina como se empregar corretamente as polias e muito mais para você!

Boa Leitura!

Carlos Eduardo Bazela



índice

Robonews 02

Robonews USA 04

Entenda os CLPs 06
Versatilidade em automação industrial

Transformers 11
Mais ação no novo fi lme dos robôs de Cybertron!

Aerobarco 16
Monte o seu e divirta-se na água!

Trabalhando com Polias ou Roldanas 18
Aplique a Física a seu favor sem fazer força!

Tipos de Movimentos de Robôs 22
Veja quais tipos de movimentos os robôs podem ter dependendo da aplicação

Robô para Trabalhos Escolares 27
Um projeto para fazer sucesso na feira de Ciências de sua escola

MontaTreko 30
Sete projetos para aprender brincando

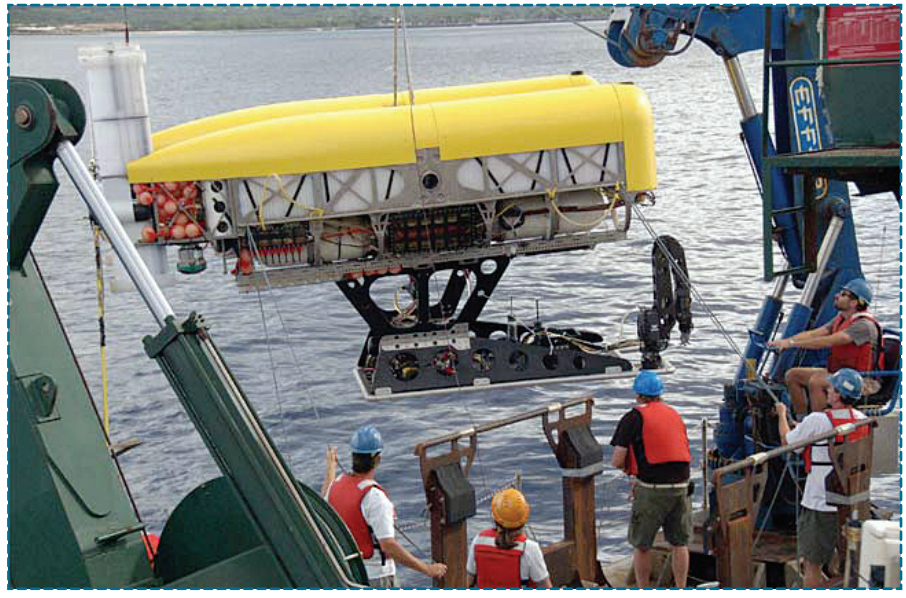
Robonews

Robô Submarino conquista o Challenger Deep

O Nereus, robô-submarino desenvolvido nos Estados Unidos atingiu, no último dia 31 de maio, a profundidade de 10.902 metros dos 11 mil que compõem a Fossa das Marianas, considerada o ponto mais profundo do planeta Terra. A título de comparação, o Monte Everest mede 9.000 metros de altura.

A fossa abissal, que se situa próxima à ilha de Guam, no Oceano Pacífico, é conhecida como *Challenger Deep* / Desafio das Profundezas, e já foi visitada antes pelo robô japonês Kaiko, o primeiro autômato, em 1995, e recebeu uma expedição tripulada em 1960, com Jacques Piccard e Don West a bordo do batiscafo Trieste, que chegaram a 10.916 metros.

O robô é controlado por meio de cabos de fibra ótica a partir de um navio, mas também pode seguir uma programação estabelecida em software que elimina a necessidade de alguém no comando.



Segundo Andy Bowen, do Instituto Oceanógrafo Woods Hole (WHOI, na sigla em inglês), as fossas abissais são praticamente inexploradas, uma vez que os aparelhos submarinos normalmente utilizados chegam a 6.500 metros em média, o que corresponde a 95% do oceano.

Os robôs vão para a cozinha

Depois de aparecer em, praticamente, todas as áreas da ciência, os robôs chegam também à culinária. Masanori Hirano, do laboratório de robótica Squse, em Tóquio, desenvolveu um androide com dedos similares aos dos humanos para servir *sushis*. Para ele, o robô poderia ser usado para diminuir o estresse dos *sushimans* que trabalham em restaurantes finos, onde não é permitido nem um pequeno deslize no preparo das refeições.

Embora pareça, o robô desenvolvido por Hirano não é uma novidade para os japoneses. Atualmente, no país existem robôs capazes de fazer panquecas e cortar vegetais.

Inclusive, o presidente da Sugiura Kikai Sekkei, empresa que fabrica este último tipo de robô, Tomio Sugiura, compara a evolução dos autômatos ao automóvel e afirma que "em um futuro próximo, toda família terá um robô humanoide que poderá ajudar em várias tarefas dentro de casa".

Nova Iorque poderia ser iluminada por “pipas”

O uso do vento para gerar energia não é uma novidade. As turbinas eólicas instaladas na costa de Dubai e, ainda mais perto as que estão em Fortaleza são prova disso.

Mas um estudo publicado no *site* da revista americana Wired (**www.wired.com**), levanta a hipótese de que o vento que sopra por cima da cidade de Nova Iorque, numa altura em torno de 1.600 a 40.000 pés, para ser mais preciso, poderia ser suficiente para iluminá-la se possuísse um fluxo intermitente.

A ideia é utilizar equipamentos parecidos com pipas para captar as rajadas de vento de altitudes elevadas e transformá-las em fontes de energia.

Entretanto, os estudos realizados geram controvérsias. Cristina Archer, da Universidade Cal State, acredita que a fonte de energia é “realmente muito próspera, mas não será a bala de prata que resolverá nossos problemas com energia, uma vez que o vento lá em cima não é tão estável quanto esperávamos.”

De acordo com os estudos efetuados, a “pipa” é uma solução inteligente, mas precisará de uma infraestrutura competente para se tornar totalmente funcional, algo que, por enquanto, não existe.



Robô da USP recupera livros raros

A Universidade de São Paulo conta desde janeiro com um robô para digitalizar livros raros e antigos.

O APT *BookScanner* 2400RA da Kirtas Tech, chamado de Maria Bonita pelos membros da equipe, é capaz de folhear e escanear os livros ao mesmo tempo, e está contribuindo para o desenvolvimento do Projeto Brasiliana Digital da USP, que consiste em disponibilizar o maior acervo de documentos e livros sobre a História do Brasil para consulta pela internet.

Segundo o coordenador do Projeto, Pedro Putoni, a máquina trabalha a uma velocidade de 2,4 mil páginas por hora, o que corresponde a um total de 40 livros por dia, mas, se o documento a ser digitalizado for muito antigo, o ritmo é reduzido para evitar que o material seja perdido.

Até o momento, foram gastos US$ 980 mil no projeto – o que inclui a compra do robô – e ele está longe de ser concluído. Atualmente, Maria Bonita está trabalhando na digitalização do acervo da Biblioteca Guita e José Mindlin, doada à USP em 2006.

Para conferir o fruto do trabalho do robô, acesse o site **www.brasiliana.usp.br**.



Robonews USA

Jeef Eckert





Crédito: Jason Dorfman

Tomates Computadorizados

O Laboratório de Ciências da Computação e Inteligência Artificial do MIT (*Massachussets Institute of Technology* / Instituto de Tecnologia de Massachussets) está obtendo resultados em adaptar robótica e biologia, trabalhando em projetos como redes de robôs submarinos e cercas virtuais para rebanhos de vacas. Em março, foi anunciado que esse pessoal estava desenvolvendo um conceito chamado "agricultura de precisão", que parte da premissa de que no futuro as estufas serão totalmente automatizadas.

Nessas instalações, as plantas possuirão sensores que permitirão aos computadores monitorar seu estado físico geral, bem como a umidade e nutrientes necessários. O computador enviará robôs para cuidar das necessidades das plantas e, até mesmo polinizá-las e colher os frutos maduros.

De acordo com a Profª Daniela Rus, este método oferece duas vantagens em relação às práticas habituais: primeiro, economiza recursos como água e fertilizante, pois eles são usados exatamente na medida das necessidades da planta e segundo, elimina o árduo trabalho braçal das lavouras.

Tudo isso soa bem, mas você precisa ver que, acima de tudo, eles são estudantes universitários. Eles estariam realmente interessados em cultivar uma supersafra como bons rapazes? Ou eles teriam algum outro tipo de safra em mente? A agricultura de precisão pode oferecer uma terceira vantagem: ser um considerável avanço, caso os federais tropecem na sua pequena fazenda.

Escalador para Resgates

Uma das máquinas mais comuns do tipo, o robô escalador com esteiras (fabricação desconhecida) foi adotado recentemente pelo Departamento de Bombeiros de Yokohama, no Japão. Ele foi projetado para procurar (utilizando sensores infravermelhos) e resgatar indivíduos que tenham sido feridos em terremotos, monitorar seus sinais vitais e retirá-los das crateras usando suas 4 esteiras. A área de carga é apertada, dura e se você pesa mais de 110 kg precisará aguardar a chegada de uma ambulância. E, como bônus, caso algo aconteça antes dele retirá-lo da zona de perigo, você corre o risco de ser enterrado em um caixão bem exótico.





Crédito: Lockheed Martin

Seja um Robô

Se você sempre cobiçou a habilidade dos robôs de levantar grandes quantidades de peso e trabalhar constantemente sem sentir cansaço, a Lockheed Martin (**www.lockheedmartin.com**) resolve o seu problema.

Dentro do recente Simpósio de Inverno do Exército, a companhia apresentou o HULC (*Human Universal Load Carrier* / Carregador Humano Universal). O nome, que lembra muito o Golias Verde da *Marvel Comics*, se refere a um exoesqueleto desenhado para aumentar a força e as condições de sobrevivência dos soldados envolvidos em operações no solo.

Normalmente, os soldados carregam suprimentos que são pesados o suficiente para cansar e, até mesmo causar danos ao corpo. Mas, com o HULC, todo o peso das cargas pesadas é transferido para as pernas de titânio alimentadas por bateria que compõem o exoesqueleto fixado na parte inferior do corpo.

O dispositivo hidráulico permite que o usuário se agache, rasteje e levante pesos acima de 90 kg sem muito esforço. O HULC, por si só, pesa 28 kg, incluindo duas baterias de polímero de lítio e consome 250 W. O sistema hidráulico opera normalmente com uma pressão 3000 psi, podendo chegar aos 5000 psi, garantindo que o usuário possa se locomover a uma velocidade de 11 km/h por longos períodos ou a 16 km/h por menos tempo. A maior desvantagem é que você precisa se alistar no Exército Americano para ganhar um.

UAV desenvolvido para transporte militar

Em fevereiro, o Escritório de Pesquisa Naval solicitou o projeto de uma aeronave não tripulada capaz de transportar 726 kg a 400 km/h. O pedido caiu nas mãos da *Baldwin Technology*, que em parceria com o Exército Americano, já está trabalhando em um conceito chamado **Mono Tiltrotor** (MTR) – algo semelhante a um pequeno helicóptero – que pode ser adaptado para fazer o serviço.

O MTR foi concebido originalmente como uma aeronave com rotor capaz de carregar uma carga de 20 toneladas sem precisar reabastecer e a Baldwin desenhou um projeto em menor escala de um UAV (*Unmanned Air Vehicle* / Veículo Aéreo Não Tripulado) sustentado por hélice, que possui 426 kg de peso seco, uma capacidade de carga de 1361 kg e 370 km/h de velocidade de cruzeiro, apenas precisando de alguns ajustes para tornar o balanço entre peso e velocidade razoável.

A chave da aerodinâmica do projeto é a combinação dos seguintes elementos: uma asa móvel, um eixo alto que suspende e um rotor basculante instalado de maneira coaxial. Você pode ver o vídeo em **www.vimeo.com/baldwin**.



Crédito: Baldwin Technology

Entenda os CLPs



Newton C. Braga

A cada dia que passa, mais intensa torna-se a automação em todos os processos de produção. A padronização dos procedimentos nesse sentido, leva a um grupo de dispositivos que hoje é encontrado praticamente em todas as aplicações industriais: o controle lógico programável ou CLP. Como funciona esse dispositivo é o que explicaremos de uma forma bem didática neste artigo.

Quando se fala no controle de processos industriais, o primeiro requisito que nos vem à mente é a eficiência e simplicidade de uso. O emprego de computadores no controle de processos é fundamental, no entanto, existem os casos em que as máquinas devem tomar, por si só, todas as decisões. Para esta finalidade elas precisam ser dotadas de "inteligência própria" e esta inteligência está nos dispositivos denominados CLPs.

Os CLPs (Controles Lógicos Programáveis) ou usando o termo inglês PLC (*Programmable Logic Controls*), como o próprio nome sugere, podem ser programados de forma lógica para realizar o controle de um processo.

Origem

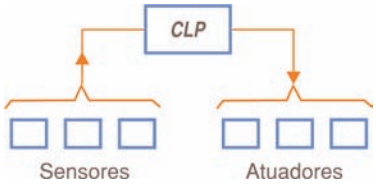
No início, a industrialização de qualquer produto usava mão-de-obra humana e era realizada por etapas (ou estágios) nas quais as pessoas realizavam sempre as mesmas tarefas. Da mesma forma, as máquinas utilizadas eram projetadas para ter uma única função.

Numa segunda fase, valorizando a mão-de-obra, passou-se a aproveitar melhor as máquinas. Além de deixar para a as máquinas o trabalho mais pesado, a função do homem passou apenas a controlá-lo, utilizando sensores. Estes informavam os circuitos sobre as operações a serem realizadas e eles atuavam sobre atuadores, principalmente do tipo eletromecânico como relés e contatores.

A terceira fase veio com a automação por programa, quando apareceu o CLP. O surgimento dos microprocessadores e microcontroladores tornou possível a elaboração de sistemas capazes de controlar atuadores a partir de sinais de sensores, contendo programas relativamente complexos.

Os primeiros CLPs foram usados na General Motors em 1968 tendo sido criados pelo engenheiro Richard Morley, responsável por especifica-

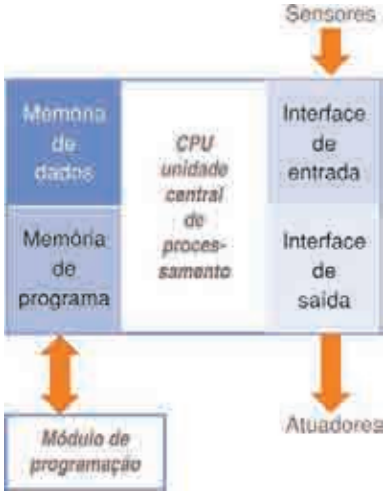
1 CLP como elemento "inteligente"



2 Operação de um CLP



3 Diagrama de blocos de um CLP



4 Exemplo de um CLP



ção para um equipamento que foi se aperfeiçoando até nossos dias.

Por dentro do CLP

Podemos analisar uma máquina como um conjunto de atuadores que devem ser ativados a partir de informações enviadas por sensores, segundo um padrão inteligente determinado por um programa. O CLP é o elemento "inteligente" que faz isso, como sugere a **figura 1**.

Os sinais analógicos ou digitais recebidos pelos CLPs são enviados a uma CPU (Unidade Central de Controle – UCP se adotarmos a sigla em português). A operação de um CLP é feita em ciclos, conforme mostra a **figura 2**.

Podemos dividir um CLP em duas partes:

- Hardware - parte física do dispositivo formada pelos seus circuitos eletrônicos, interfaces, fonte de alimentação, etc.
- O software - programa de controle gravado na memória.

Hardware

Na **figura 3** temos um diagrama de blocos de um CLP. A montagem é feita normalmente em caixas padronizadas, como a exibida na **figura 4**.

Os blocos que fazem parte de um CLP são os seguintes:

Fonte de alimentação

As tensões de alimentação dos CLPs são padronizadas. Na maioria dos casos a tensão é de 24 V contínuos, obtidos de uma fonte chaveada.

Para as CPUs, que normalmente exigem tensões mais baixas, são usados reguladores internos que baixam os 24 V para as tensões que os cernes das CPUs exigem, normalmente na faixa de 2,7 a 5 V.

Observamos que os 24 V são justificados pelo fato de que, operando com tensões mais elevadas, temos uma imunidade maior a problemas de ruído e interferências que tendem a ser muito mais intensos num ambiente de fábrica. Outro motivo está na compatibilidade com os padrões de interfaceamento como o RS-232.

CPU

Na CPU de um CLP podemos encontrar um microcontrolador ou um microprocessador. A diferença está no modo como os sinais são processados.Os microcontroladores já possuem uma região de memória interna com uma interface de comunicação. Por isso, os microcontroladores são mais indicados para as aplicações mais simples.

Os CLPs com microprocessadores são empregados nas aplicações mais complexas. A maioria dos CLPs atuais trabalha com microprocessadores da série IBM-PC.

Na verdade, um CLP tem a mesma CPU de um computador, com a diferença de que o microprocessador é montado de uma forma a atender a uma nova função. Em lugar de entradas e saídas para teclados ou monitores, temos entradas e saídas dos sensores e programação.

Interfaces de Entrada e Saída (I/O)

A comunicação de um CLP com o mundo exterior deve ser feita prevendo-se a possibilidade dele trabalhar com sinais analógicos e digitais. As entradas analógicas são ligadas a um conversor analógico para digital (ADC) existente no interior do CLP, conforme mostra a **figura 5**.

Um CLP comum, muito usado em máquinas industriais de nosso país, tem 8 entradas analógicas para sensores. Para as aplicações críticas em que se exige uma precisão grande de controle de um processo a partir dos

sensores ligados a essas entradas, a resolução deve ser de pelo menos 12 bits. No entanto, para as aplicações mais simples, onde se exige uma resolução menor, ela pode ser de 8 bits.

As faixas de tensões de entrada para os conversores dos CLPs também são padronizadas. As principais faixas que encontramos nos CLPs comerciais são de 0 a 10 V, -5 a 15 V, -10 a 10 V. Também podemos fazer com que essas entradas operem no modo "corrente" com as faixas padronizadas de 0 a 20 mA e 4 a 20 mA.

Entradas Digitais

Existem sensores que já possuem saídas para sinais digitais, como os *encoders*, enquanto que outros, mesmo sendo analógicos possuem integrados os conversores para os sinais na forma digital. Esses sensores podem ser ligados nas entradas digitais dos CLPs.

Os níveis altos dos CLPs correspondem a tensões de 24 V em lugar dos 5 V TTL ou níveis na faixa de 5 a 15 V para os circuitos CMOS. Nos CLPs tipo P (positivo), o nível 1 ou alto corresponde a uma tensão de 24 V, e o nível 0 ou baixo, corresponde a uma tensão de 0 V. Nos CLPs tipo N (negativo), o nível 1 ou alto corresponde a uma tensão de 0 V, e o nível 0 ou baixo a uma tensão de -24 V.

Para maior segurança as entradas dos CLPs são isoladas, geralmente por um acoplador óptico conforme ilustra a **figura 6**.

Saídas Analógicas

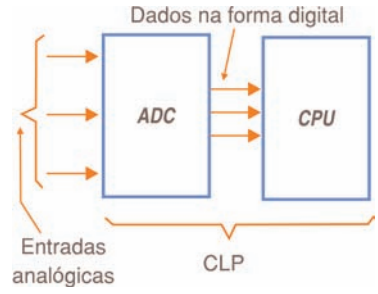
Na **figura 7** temos um circuito típico de uma saída analógica de um CLP. O valor digital da grandeza que deve ser aplicada a um atuador passa por um DAC (Conversor Digital - Analógico). A tensão analógica correspondente ao valor de saída é levada a um amplificador operacional.

Além de atuadores, outro dispositivo que pode ser comandado pelas saídas analógicas é a interface homem-máquina ou IHM. Essas interfaces fornecem informações através de diversos tipos de indicadores a um operador que deve monitorar o funcionamento de uma máquina.

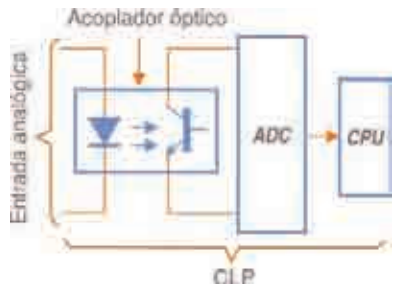
Saídas Digitais

As saídas digitais dos CLPs trabalham com os mesmos níveis de sinais das entradas digitais, ou seja, 0 e 24 V. Relés e outros dispositivos de dois estados podem ser controlados, além de fazer o interfaceamento entre uma saída digital de um CLP e um sistema de atuadores. Um deles é o apresentado na **figura 8** e que permite um isolamento total entre o CLP e o atuador.

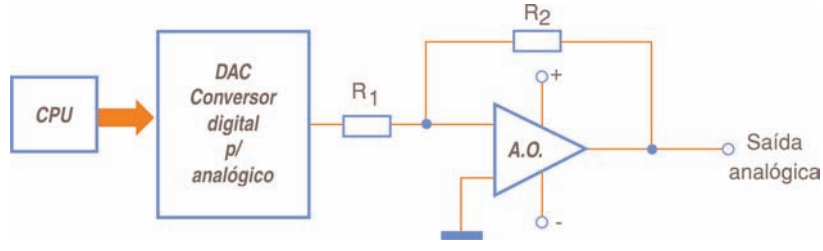
5 Conversor analógico para digital (ADC)



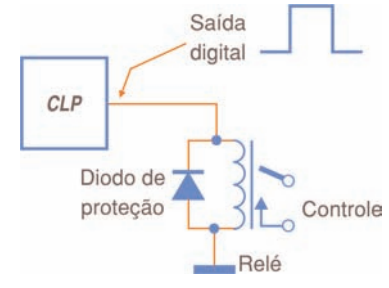
6 Acoplador óptico



7 Circuito típico de uma saída



8 Saída Digital



Calculando a Resolução de um conversor A/D de um CLP

Um trabalho importante do profissional de CLPs é determinar a resolução de um conversor A/D ou ADC em uma aplicação.

Vamos supor que na entrada analógica de um CLP seja aplicado um sinal de –10 a +10 V e o conversor utilizado seja de 8 bits. Nesse caso, os 8 bits significam $2^8 = 256$ níveis de saída ou valores digitais.

A "escada" de conversão desse CLP terá 256 degraus, observe a **figura 9**.

Veja que as tensões de entrada limitadas pela altura de um mesmo degrau fornecem uma saída única. Essa faixa de valores dá a resolução do dispositivo.

Para calcular esta faixa, dividimos a faixa de tensões de entrada pelo número de degraus da escada de conversão (2 elevado ao número de bits do conversor). Para o ADC tomado como exemplo temos:

R (resolução) = (10 – (-10))/256
R = 20/256
R = 0,078 V
R = 78 mV

Veja que variação mínima da tensão de entrada que este conversor

pode detectar na faixa de –10 a +10 V é de 78 mV.

Software

Os programas utilizados nos CLPs têm uma estrutura que utiliza 5 tipos de blocos:

Organização: Este bloco organiza a sequência de operações que devem ser realizadas no processo de automação. É um bloco é do tipo executável, ou seja, ".EXE".

Programa: Neste bloco fica o programa que vai ser instalado na memória do CLP.

Funções: Nesse bloco estão os valores das variáveis externas que devem ser usadas pelo programa.

Dados: Estes blocos guardam informações adicionais que devem ser empregadas pelo programa durante sua execução.

Passos: Neste bloco são colocados os sinais gráficos como as formas de sinalização externa do processo que está sendo controlado.

Linguagens

Os CLPs utilizam as seguintes linguagens de programação que são estabelecidas pela norma IEC 1131.

- Linguagem de contatos ou LADDER;
- Linguagem de blocos lógicos ou DIL;
- Linguagem de blocos lógicos ou LIS.

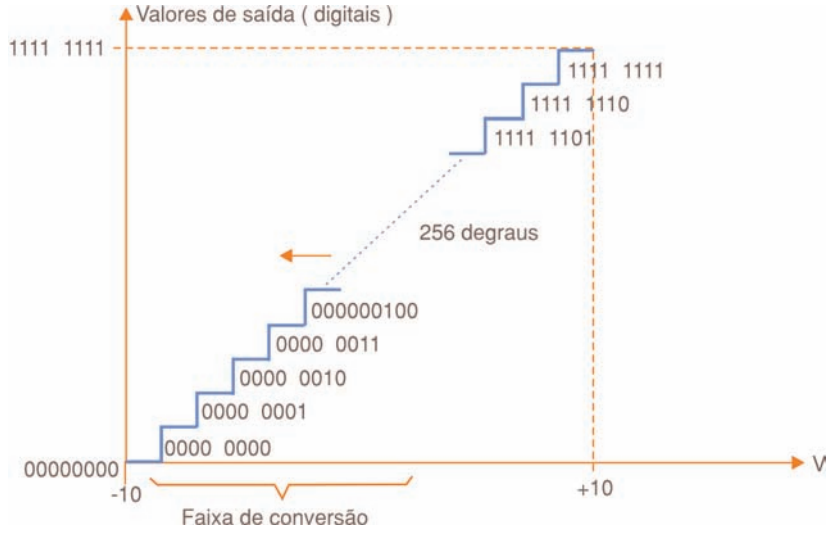
Operação do CLP

Em operação, o CLP tem duas condições: Run e Stop. Na condição RUN (rodando), o programa está sendo executado e o equipamento controlado está em funcionamento normal. Na condição STOP, o CLP está fora de funcionamento.

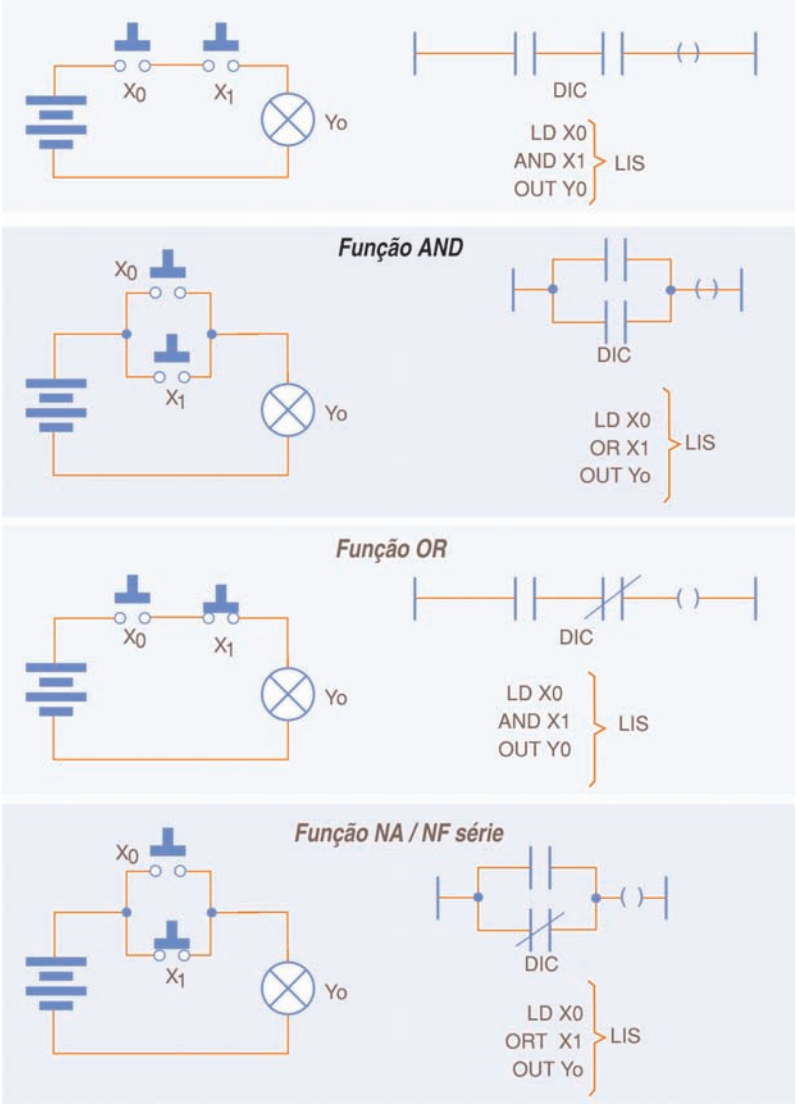
A condição STOP pode ocorrer por uma parada momentânea (espera ou *stand-by*) devido a uma falha de funcionamento da máquina, ou ainda para que seja feita a manutenção.

A própria simbologia usada no desenvolvimento de uma aplicação com CLP é diferente da utilizada em eletrônica tradicional. Na **figura 10** temos uma relação das funções lógicas básicas empregadas nos CLPs e a sua representação LIS e DIC.

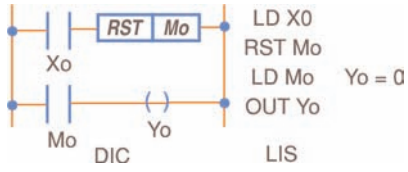
9 "Escala" de conversão do CLP



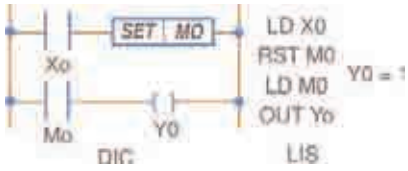
10 Relação das funções lógicas básicas utilizadas nos CLPs e a sua representação LIS e DIC



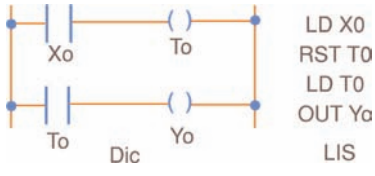
11 Reset (RST)



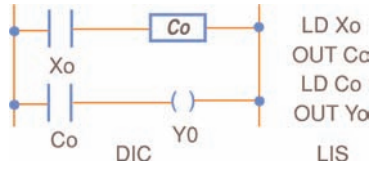
12 Set (SET)



13 Timer (T)



14 Contador (C)



Além desses blocos, temos outros que formam o "set" de instruções do CLP:

Reset (RST): Esta instrução desativa uma saída, independentemente do estado de sua entrada. Na **figura 11** temos a representação desse bloco na simbologia DIC e LIS, além da expressão lógica.

Set (SET): Esta instrução leva uma saída ao nível 1 ou ativa sua saída, independentemente do estado da entrada. Na **figura 12** vemos a sua representação.

Timer (T): Esta instrução é usada no manuseio dos tempos dos processos. Ela ativa uma saída depois de um determinado retardo e por um intervalo de tempo. A representação desse bloco é mostrada na **figura 13**.

Contador (C): O contador ou *counter* ativa uma saída depois de um número de eventos previamente programados. Na **figura 14** observamos a sua representação.

Comparador (CMP): Sua função é comparar os valores de dois registros ou temporizadores, fornecendo um resultado que pode ser utilizado como variável para outras etapas do processo.

Mover (MOV): Esta instrução movimenta dados entre diversos outros blocos. Por exemplo, é possível mover dados para contadores ou temporizadores onde eles possam ser usados.

Filtro (REFF): Sua finalidade é eliminar ruídos digitais. Através dela é possível evitar que ruídos provoquem a ativação inadequada de uma saída.

Alternar (ALT): Esta função consiste num *flip-flop* tipo JK disparado pelo flanco de subida de um sinal de entrada. Aplicando um sinal retangular de entrada, obtido de uma outra função de um CLP ele vai dividir sua frequência por 2, ou seja, fornecer um pulso de saída a cada dois pulsos de entrada.

Refresh (REF): Restabelece o estado das entradas e saídas no bloco de memória antes do programa terminar.

Fim (END): Esta instrução é para sinalizar o término da execução do programa. Sem ela, o programa continuará varrendo a memória em busca de novas instruções, o que tornará o processamento lento.

Entradas e Saídas

A numeração dos terminais de entrada e saída pode ser feita de diversas formas. Para as entradas, por exemplo, podemos usar as letras I ou E. As saídas podem ser representadas pela letra S ou Q também seguidas de um número, conforme mostra a **figura 15**.

Na figura temos uma lâmpada ligada à saída Q 0.0 ou S180. A numeração depende do fabricante do CLP, sendo que, no exemplo, tomamos um CLP Siemens S7200.

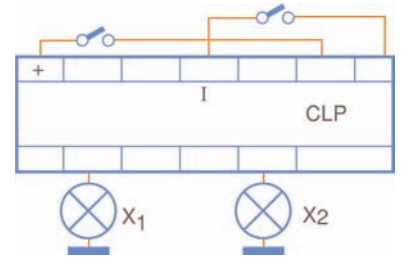
Exemplo de Aplicação

Na **figura 16** temos um circuito simples em que ligamos sensores de contato a um CLP para controlar a bomba que enche um reservatório. Quando o nível do reservatório cai a ponto de acionar o sensor de nível baixo, a bomba é acionada. Um sensor de nível alto desliga a bomba quando o reservatório está cheio.

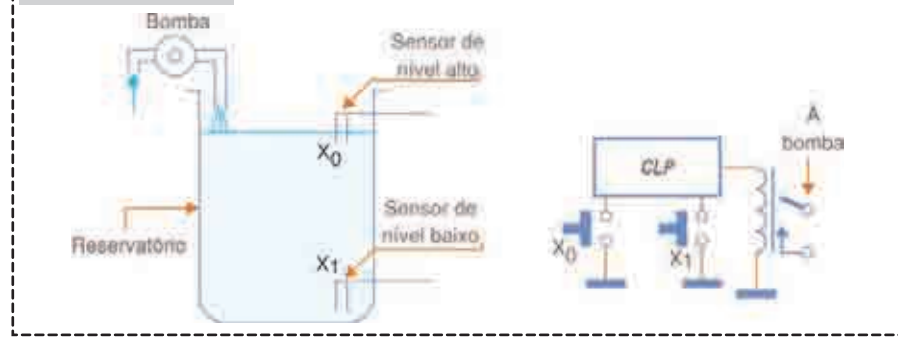
Conclusão

Com este artigo, esperamos que o leitor tenha maior familiaridade com os CLPs, equipamentos que, sem dúvida, estão entre os mais utilizados na automação industrial. Em artigos futuros continuaremos abordando outros equipamentos importantes. f

15 Entradas e saídas



16 Exemplo de aplicação





Os Robôs Alienígenas estão de volta aos Cinemas

Carlos E. Bazela

Nova aventura dos Transformers inclui novos personagens e mais ação

A Vingança dos Derrotados é o segundo filme da franquia Transformers, que leva para as telas mais uma vez os carros que se transformam em robôs que ficaram famosos no Brasil durante a década de 80 graças à linha de brinquedos e aos desenhos animados que passavam por aqui na época. Mesmo que o leitor não se lembre deles, quem se interessa por robôs e, principalmente, os que gostaram do primeiro filme devem conferir esse novo capítulo da saga dos *Autobots* e *Decepticons*.

A História

No primeiro longa a os roteiristas Roberto Orci e Alex Kurtzman criaram uma trama onde o vilão Megatron desejava exterminar a vida orgânica da Terra e criar um novo planeta *Cybertron* (o mundo de origem dos Transformers) com o auxílio de um cubo cósmico chamado por eles de *All Spark*, nesta nova aventura a dupla, com o apoio de Ehren Kruger, criou uma trama mais focada na ação e com um tom mais sombrio.

Aqui, vemos o garoto Sam (personagem de Shia Lebauf) indo para a faculdade e tenta conciliar seu namoro com Mikaela (vivida por Megan Fox) e precisando convencer *Bumblebee*, o robô que atua como seu guarda costas (e se disfarça como um Chevrolet Camaro Amarelo) de que ele não poderá acompanhá-lo, devendo permanecer escondido na garagem da casa dos seus pais.

No entanto, um estranho fragmento de metal encontrado pelo rapaz lhe transfere estranhos conhecimentos

1 O vilão Fallen



2 Técnico movimenta boneco animatrônico no estúdio



sobre a cultura dos robôs extraterrestres e acaba deflagrando mais uma guerra entre *Autobots* e *Decepticons* que acaba tomando proporçoes maiores do que se imaginava com a entrada do novo vilão *Fallen* (daí a razão do título original do filme: *Transformers Revenge of The Fallen*), cujas intençoes ainda são um mistério, mas especula-se de que ele seria o primeiro Decepticon a existir e esteja na Terra desde a construção das pirâmides do Egito, que, por sinal, é onde acontece o clímax do filme.

A Produção

Com certeza, a maior parte do orçamento de 200 milhões de dólares irá para os efeitos especiais uma vez que o tempo de tela das cenas com os mesmos chega a mais ou menos 50 minutos. A responsável por essa parte do filme é a ILM Effects (empresa que pertence a George Lucas, o responsável pela saga Star Wars) que, além da computação gráfica, utilizou vários bonecos animatrônicos para dar veracidade às cenas, mesmo as que não foram feitas em estúdio, e uma réplica em tamanho natural de Bumblebee, com 5 metros de altura.

A computação gráfica é outro ponto a ser observado em relação ao filme anterior. Durante a pré-produção do primeiro longa, os técnicos chegaram a amarrar caixas de papelão e chapas de metal em lutadores de artes marciais para observar, por meio do processo de captura de movimentos, como seria o comportamento de robôs superágeis em movimento. Hoje, ao observarmos as fotos, *trailers* e comerciais de TV divulgadas pela Paramount, notamos que esse

3 Réplica em tamanho natural do Autobot Bumblebee




4 A versão "desengonçada" do primeiro filme


5 O novo Ratchet: mais agilidade

processo foi totalmente refinado e os robôs que eram mais "desengonçados" como, por exemplo, Ratchet (que se transforma em um jipe Hummer adaptado para resgates) e Iron Hide (a picape Top Kick da GM), assim como um modelo de carro que é renovado no ano seguinte, ganharam um *design* esguio, mais condizente com as proezas físicas que eles realizam. Agora outros, estão de volta totalmente reformulados, como acontece com o vilão Megatron, que deixou de ser uma aeronave para se transformar em um tanque.

Mesmo com o novo design dos velhos conhecidos, todas as atenções da equipe técnica parecem ter sido voltadas para os novos Transformers. Neste novo longa, veremos 18 novos robôs mais uma vez divididos entre os dois times, mas com a mesma desvantagem numérica para os Autobots. Somados com alguns dos personagens do último filme, serão 46 robôs ao todo. Agora, eles se transformam em máquinas diversas, não mais restritas a carros e veículos militares como no filme anterior e, principalmente, dos mais variados tamanhos, sendo que os robôs maiores como o Devastator são compostos por dezenas de milhões de polígonos.

Outra curiosidade interessante é que o diretor e os produtores optaram por fazer algumas tomadas do filme, mesmo aquelas nos quais todos os elementos são gerados por CG, com as câmeras IMAX, seguindo a tendência criada em 2008 pelo diretor Cristopher Nolan no filme "Batman: O Cavaleiro das Trevas". O IMAX é uma tecnologia de filmagem que permite uma definição extremamente nítida em uma tela de projeção que pode chegar aos 30 metros de altura. As salas IMAX são bastante populares nos EUA e outros países e a primeira sala desse estilo inaugurada no Brasil está no Bourbon Shopping Pompéia.

Entretanto, as cenas em IMAX foram um desafio à parte para o pessoal da ILM, pois cada *frame* (ou quadro) filmado com a nova tecnologia leva 72 horas para "renderizar", em programas especiais de computador, seis vezes o tempo de um frame que pertença a um filme normal. Aliás, se o leitor fosse renderizar o filme no seu computador de casa, por mais moderno que ele seja, deveria ter começado o trabalho 16.000 anos atrás para que ele estivesse pronto para ser lançado esta semana.

Mas, todo esse trabalho promete gerar um forte impacto visual aos telespectadores, uma vez que, segundo os produtores, o líder dos Autobots Optimus Prime poderá ser visto em tamanho natural nas telas IMAX durante as cenas de luta na floresta.

Até hoje, o conceito dos Transformers é imitado por muitas fabricantes de brinquedos, e, ainda que os modelos se pareçam bem pouco com os originais, é uma oportunidade para as novas gerações terem contato com os brinquedos que marcaram a infância de seus pais e irmãos mais velhos e, podemos afirmar, que foram os primeiros conceitos de robôs que eles viram na vida, em tempos onde ainda não existiam o Asimo (robô humanóide fabricado pela Honda), e os braços mecânicos da indústria automobilística estavam dando seus primeiros passos.

Transformers: A Vingança dos Derrotados chega às telas mundialmente em 24 de junho, mas o público brasileiro verá o filme antes. A película estreia aqui em 23 de junho.


6 Novo visual de Megatron


7 O assustador Long Haul


8 Devastator

Quem é quem em A Vingança dos Derrotados

Autobots

Optimus Prime: O nobre líder dos Autobots continua sendo um caminhão Mack, mesmo sob os protestos dos fãs (se transforma em uma Scania no original).

Bumblebee: O Camaro amarelo que é "guarda costas" de Sam.

Arcee: Robô de forma feminina – a única do filme – se transforma em uma moto Buell Firebolt XB12 R cor de rosa.

Ironhide: O peso-pesado dos Autobots na forma da picape Top Kick da GM está de volta. (figura 20)

Sideswipe: Um dos novos Autobots que se transforma no Corvette Concept prateado. (figura 21)

Skids e Mudflap: Os gêmeos simpáticos que se transformam nos carros Beat e Trax, respectivamente.

Ratchet: O oficial médico dos Autobots retorna ainda na forma de um Hammer de resgate verde-limão.

Jolt: Mais um novo soldado que toma a forma do carro híbrido Volt.

Jetfire: Um velho Decepticon (velho mesmo! Com bengala e tudo!) que muda de lado para ajudar os Autobots. Vive tranquilo dentro de um museu de aviação na forma de um SR -71 Blackbird.

Decepticons

Megatron: O líder dos impiedosos Decepticons aparentemente morreu no primeiro filme e teve seus pedaços jogados no mar, assim como todos os outros. Mas, agora na forma de um tanque, está de volta para infernizar novamente a vida de Sam e Mikaela.

Soundwave: Originalmente um rádiogravador gigante (!?) este Decepticon é um velho conhecido dos fãs dos desenhos e gibis dos robozões. Se transforma em uma espécie de nave com design semelhante ao de Megatron no primeiro Transformers.

Devastator: A combinação dos sete Decepticons Constructicons: Scavenger (escavadeira vermelha O&K/ Terex RH400); Hightower (guindaste Kobelco CK2500 amarelo); Long Haul (caminhão Caterpillar 773B verde); Mixmaster (caminhão betoneira da Mack - mesma fabricante da forma alternativa de Optimus Prime), Overload (caçamba articulada Komatsu HD465-7); Rampage (escavadeira frontal Caterpillar 992G amarela) e Scrapper (trator Caterpillar D9L amarelo). Além do tamanho e da força física, possui uma turbina dentro da boca capaz de sugar tudo ao seu redor.

Wheellie: Com a forma de um carrinho de brinquedo.

Scorponok: Mais um sobrevivente do primeiro filme.

Ravage: O bestial Ravage, tem um design que lembra um felino. Assim como Scorponok ele não se transforma, mas segundo Roberto Orci, terá outras funções ainda desconhecidas.

Starscream: Depois da sequência de créditos finais do primeiro filme, vemos a cena do robô que se disfarça de um F–22 Raptor fugindo para a órbita da Terra. Acontece que ele está de volta e tem seus próprios planos para os conhecimentos de Sam.

Demolisher: O Transformer que se equilibra em apenas uma roda e quase atropela Optimus Prime no final do trailer. Se transforma em uma Escavadeira Terex RH400.

Sideways: Aparece logo no começo do trailer fugindo dos militares na forma de um Audi R8.

Referências:

www.transformersmovie.com
www.omelete.com.br
www.michaelbay.com

9 Optimus Prime em iMAX



10 Bumblebee em batalha



11 Demolisher detonando Xangai



No Mundo Real

Se existe algum tipo de vida em outros planetas e, principalmente, se eles são avançados organismos cibernéticos, nós ainda não sabemos. Mas, após assistir a um filme como *Transformers*, é inevitável nos perguntarmos quando poderemos ver os robôs se movimentando com aquela agilidade sem precisarmos ir ao cinema.

Para termos uma idéia do ponto no qual se encontra nossa tecnologia e o quanto teremos que caminhar para chegar próximo ao que vemos nas telas, conversamos com Rogério Rodrigues, que é *Marketing Engineer* da National Instruments do Brasil e colaborador da revista Mecatrônica Atual.

Mecatrônica Fácil: Como é trabalhar em uma empresa de tecnologia e ver a maneira que ela é retratada nos filmes? Já aconteceu de você ver alguma coisa na tela que faz parte do seu dia-a-dia?

Rogério Rodrigues: *Eu gosto muito de filmes de ficção, mas devido ao fato de ser engenheiro e ainda trabalhar em uma empresa de tecnologia, acabo me tornando um pouco cético, é impossível ver uma teoria ou tecnologia futurística e não analisar sua viabilidade, como ela funcionaria, ou mesmo se eu seria capaz de construir alguma solução parecida com os conhecimentos e tecnologias que estão disponíveis. Aqui, na National Instruments, nós oferecemos hardware e software para os clientes desenvolverem as suas aplicações nos mais variados segmentos industriais, portanto é, muito comum ver o quão distante estamos das tecnologias superavançadas e quais são facilmente implementadas nos dias de hoje.*

MF: Na sua opinião, por que os robôs de Transformers exercem um fascínio tão grande nas pessoas?

RR: *Existem muitos fatores: além de ser um desenho dos anos 80 de enorme sucesso, os robôs são o sonho de consumo de todas as pessoas ligadas à tecnologia.*

MF: No decorrer dos anos a área teve muitos avanços. Tem algum, ou alguns que você listaria como mais importantes?

RR: *Penso que alavancar os avanços das tecnologias baseadas em PC como, por exemplo, os processadores multicore, que permitem processamento de supercomputadores com um consumo de energia relativamente baixo e espaço físico reduzido, são uma maneira de potencializar a capacidade de processamentos dos robôs.*

MF: Qual será o próximo passo da robótica para você?

RR: *Os estudos sobre Inteligência Artificial, não aquela que vemos nos filmes, mas a utilização de redes neurais, algoritmos genéticos, hardware evolucionário e como esses conceitos podem ser aplicados em pesquisa e desenvolvimento, dispositivos médicos, análise de sinais e automação industrial.*

MF: Para qual tipo de serviço você gostaria que fosse desenvolvido um robô?

RR: *Para todo tipo de trabalho repetitivo ou mesmo perigoso, além de robôs para procedimentos cirúrgicos devido a sua elevada precisão.*

MF: A National tem algum produto específico nessa área que você acredita que um dia poderá revolucionar o futuro de alguma forma? Alguma aposta sua para mudar radicalmente a forma como vemos os robôs?

RR: *A National Instruments através dos conceitos de Projeto Gráfico de Sistemas oferece uma plataforma para o desenvolvimento de aplicações, como por exemplo, robôs e sistemas de controle de movimento, onde o desenvolvedor é capaz de partir de uma ideia ou conceito, testá-lo, validá-lo e construir a implementação final, o que acelera o desenvolvimento de projetos complexos como é o caso de um robô. Outro exemplo é a plataforma Lego Mindstorms NXT™ que é uma plataforma para prototipagem e construção de robôs que utiliza uma linguagem de programação gráfica baseada no LabVIEW e voltada para estudantes, além de oferecer o próprio LabVIEW como linguagem de programação para essa plataforma que é amplamente utilizada no ensino e pesquisa de robótica.*

MF: Quase tudo do que é visto no filme acontece em computação gráfica por não termos a tecnologia para aquilo ainda. Para você, o quanto longe nós estamos dos robôs se moverem com aquela destreza?

RR: *Como na maioria dos filmes, a tecnologia apresentada ainda está distante daquela que está disponível comercialmente, mas se pegarmos o exemplo do filme Minority Report, poucos anos depois já é possível aplicar zoom em imagens do mesmo modo que no filme, utilizando telas sensíveis ao toque com tecnologia multi-touch. Mas é claro que ainda não somos capazes de criar uma máquina que previne crimes que ainda não aconteceram. Acredito que muitos dos próximos avanços na área de robótica terão sua tecnologia associada ao filme, seja por questões de marketing, ou porque é muito comum escritores e diretores de cinema pesquisarem tecnologias que estão na iminência de serem lançadas ou ainda estão em fase de pesquisa para apoiar as demais teorias futurísticas inerentes aos filmes de ficção.*

MF: Se o seu carro em um dia qualquer se levantasse e conversasse com você, qual seria sua reação?

RR: *Ficaria muito feliz em ter uma máquina para me guiar pelo trânsito caótico das grandes metrópoles, ou pelas inseguras estradas brasileiras.*

Aerobarco

Para a aplicação dos fundamentos de Educação Tecnológica no ensino fundamental, os professores normalmente procuram por projetos atraentes, simples e baratos. O uso de motores de corrente contínua (motorzinhos de pilha) oferece soluções bastante atraentes para projetos que, todavia, sempre encontram dificuldades de implantação pelos recursos mecânicos que exigem.
O projeto que descrevemos aqui, no entanto, por não exigir tais recursos, é ideal para os professores que desejam soluções descomplicadas para suas aulas.

Newton C. Braga

Os motorzinhos de pilhas, que podem até ser retirados de brinquedos quebrados ou de baixo custo, oferecem possibilidades ilimitadas de projetos para implementação num curso de nível fundamental.

Associando a tecnologia desses motores, que são encontrados em equipamentos modernos, ao estudo de seu princípio de funcionamento, dado pela Física de dois séculos passados, fazemos a "ponte ideal" entre ciência e tecnologia, um requisito importante do sistema de ensino moderno.

Pois bem, o que vamos fazer é o projeto simples de um aerobarco, ou seja, um barco que é propulsionado por hélice que, diferentemente dos barcos comuns em que ela fica submersa, joga o ar para trás para movimentá-lo, conforme mostra a **figura 1**.

Esta hélice pode ser feita de papelão, plástico ou outro material maleável que permita dobrá-la de modo a obter-se os efeitos desejados no deslocamento do ar.

A alimentação do circuito é realizada com duas pilhas comuns e como na água a resistência é mínima, o movimento será obtido com facilidade mesmo com hélices menos eficientes e barcos mais pesados.

É claro que, uma idéia para incentivar os alunos a desenvolverem suas habilidades na observação dos fenômenos que envolvem o movimento e na obtenção do máximo rendimento, seria programar uma corrida de barcos.

Eles poderiam ser alinhados em raias, conforme ilustra a **figura 2**, de modo a seguirem sempre na mesma direção independentemente de seus desequilíbrios, sendo que o vencedor seria o mais rápido no percurso.

Uma piscina de lona serve como "arena" para a competição, se a escola não tiver um local mais apropriado.

Vale salientar que o importante deste projeto, é que todo o material pode ser aproveitado de brinquedos e outros aparelhos usados, sem muito custo para os que forem desenvolvê-lo.

Como Funciona

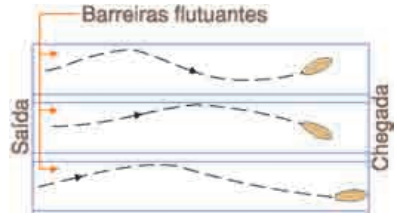
A idéia básica é simplesmente alimentarmos um motorzinho de corrente contínua diretamente com duas pilhas. Para isso, basta soldar os fios do suporte de pilha nos terminais do motor.

Os professores que desejarem, podem fazer esta operação para os alunos (se eles não tiverem idade para manusear um soldador), preparan-

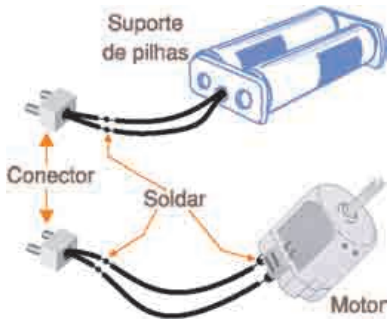
1 Exemplo de barco comum com hélice submersa.



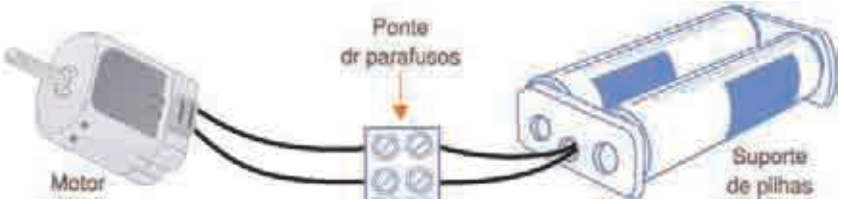
2 Raias para a corrida



3 Conectores soldados ao motor e conjunto de pilhas



4 Conector com parafusos



do previamente o conjunto e soldando conectores no motor e no suporte de pilhas, veja a **figura 3**.

Outra possibilidade consiste no uso de um conector de parafusos, conforme exibe a **figura 4**, o que exigirá, por parte dos alunos o manuseio de uma chave de fendas.

Neste caso, o professor deverá preparar com antecedência os motores, ligando aos seus terminais os fios necessários.

É interessante observar que o sentido de rotação do motor dependerá da polaridade da ligação das pilhas, ou seja, do sentido de circulação da corrente.

Assim, se depois de colocar a hélice o barco tender a "andar para trás", bastará inverter as ligações do motor em relação ao suporte das pilhas.

Também é importante observar que a força do motor dependerá de seu tamanho e tipo.

Alguns motores maiores podem até funcionar melhor com 4 pilhas em lugar de apenas 2, mas 4 pilhas pesam mais do que 2 e o barco pode não andar tão rápido quanto se espera.

Montagem

Os barcos podem ser feitos de papelão, plástico ou mesmo uma peça única de madeira leve ou madeira balsa, observe a **figura 5**.

É claro que é fundamental que eles sejam bem fechados por todos os lados para que a água não entre e eles não afundem.

As dimensões do barco não são críticas, mas é conveniente que não sejam muito pequenas, pois ele pode afundar com o peso do motor e das pilhas.

O motor pode ser sustentado por uma caixinha de papelão, plástico ou mesmo um tarugo de madeira, desde que não seja muito pesado.

Para fixar o motor pode ser usada uma cola forte ou mesmo fita adesiva. Para o caso da fita adesiva, deve-se tomar cuidado para que a água não a solte.

Na **figura 6** apresentamos uma sugestão de construção da hélice.

Esta hélice será colada numa rodinha de carrinho de brinquedo que tenha um furo que se encaixe de forma firme no eixo do motor. Desta forma, fica simples fazer o acoplamento da hélice ao motor.

O suporte de pilha não precisa ser fixado no barco. Assim, quando o conector for encaixado, o motor já entra em funcionamento.

Prova e Uso

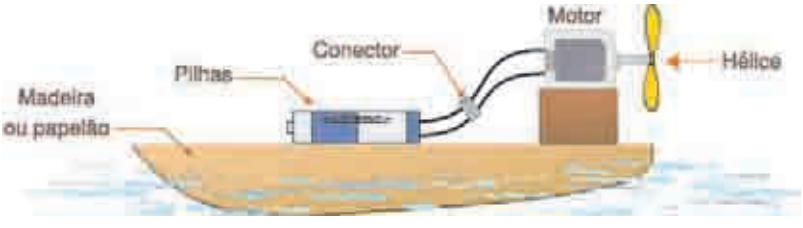
Basta alimentar o motor e verificar o movimento da hélice.

Se ela tender a girar ao contrário, isto é, fazendo com que o ar seja jogado para frente e não para trás, bastará inverter os fios de ligação do motor ou do suporte de pilhas.

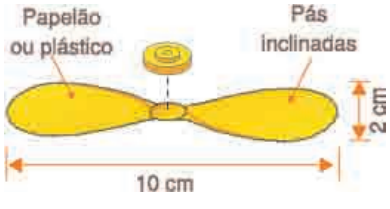
Comprovado o funcionamento do barco, faça um teste de navegação verificando se existem vazamentos de água os quais devem ser eliminados.

Depois, é só brincar ou organizar uma corrida.

5 Elementos do aerobarco



6 Características da hélice



Trabalhando com Polias ou Roldanas



Polias ou roldanas se enquadram na categoria das "máquinas simples". Associando-as, podemos elaborar diversas configurações que proporcionam vantagens mecânicas e, por isso, são de grande utilidade em aplicações práticas. Com elas podemos multiplicar a força de dispositivos como motores, solenóides, acionadores de diversos tipos e até nossa força muscular, conforme veremos neste artigo. Nele, mostraremos como calcular as diversas combinações possíveis de polias e roldanas que nos levam à "talha exponencial" ou "moitão", e à "talha diferencial", todas de grande utilidade em projetos que envolvem o levantamento ou a movimentação de pesos. O projeto prático simples, usando material de fácil obtenção que damos no final de artigo, poderá ser de grande utilidade para professores de Ciências e Física e para estudantes em busca de um bom trabalho para uma feira.

Newton C. Braga



Uma polia ou roldana nada mais é do que um disco dotado de um eixo em torno do qual pode girar, e que possui um sulco denominado "gola" por onde pode passar uma linha, corda ou mesmo corrente, conforme mostra a **figura 1.**

As polias podem ser fixas ou móveis, conforme o modo segundo o qual sejam usadas. Assim, de acordo com a **figura 2**, na polia fixa prendemos o eixo a um suporte de modo que o objeto a ser levantado fica numa extremidade da corda e a força é aplicada à outra extremidade.

Na polia móvel, uma das pontas da corda é fixada a um suporte e na outra ponta aplicamos a força para levantar o objeto. O objeto é preso ao eixo da polia.

Veja que a vantagem mecânica, ou "o quanto ganhamos de força" ao usar uma polia depende do modo como a usamos. Na polia fixa a vantagem mecânica é 1, pois a força que precisamos fazer para levantar o objeto é a mesma que corresponde ao seu peso. Por outro lado, na polia móvel, a vantagem mecânica é 2, pois necessitamos fazer apenas metade da força que corresponde ao peso do objeto para poder levantá-lo.

É claro que, se ganhamos na força, perdemos em alguma outra coisa. No caso, precisamos puxar a corda por um percurso duas vezes maior do que o percurso através do qual o objeto se move, observe a **figura 3**.

As polias não são usadas apenas para levantar objetos, mas também para arrastá-los ou em outras finalidades, veja a **figura 4**.

Associando Polias

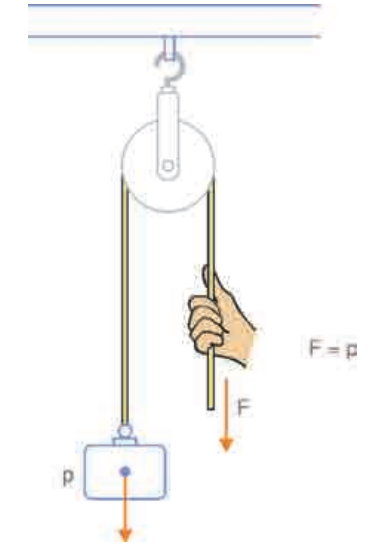
Na prática, é comum fazermos a associação de polias de modo a combinar seus efeitos e também obter maior comodidade no acionamento, conforme a aplicação. Assim sendo, uma primeira associação simples de polias é a mostrada na **figura 5** onde temos uma polia fixa e uma polia móvel.

Essa configuração resulta numa vantagem mecânica igual a 2, com a vantagem de precisarmos fazer força para baixo para levantar o objeto. Na realidade, isso significa que podemos usar o peso de nosso corpo para levantar o objeto.

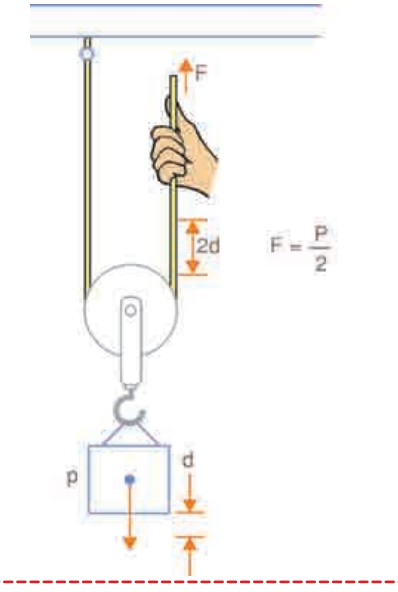
1 Polia ou roldana



2 Polia fixa



3 Polia móvel. O que se "ganha" em força, "perde-se" em distância



Se usarmos mais polias associadas poderemos ir sucessivamente multiplicando a vantagem mecânica por 2. Dessa forma, conforme mostra a **figura 6**, se colocarmos duas polias móveis e uma fixa, teremos uma vantagem mecânica de 2 x 2 = 4 (ou $2^2 = 4$).

Para 3 polias móveis e uma fixa teremos uma vantagem mecânica igual a VM = 2 x 2 x 2 = 8 ou 2^3. Precisaremos fazer uma força 8 vezes menor do que o peso do corpo para levantá-lo, conforme ilustra a **figura 7**.

É fácil perceber que, para n polias móveis, a vantagem mecânica obtida será:

$$VM = 2^n$$

A vantagem mecânica será, então, 2 elevado a um expoente que corresponde ao número de polias móveis usadas, daí a configuração ser denominada "talha exponencial".

O Cadernal

Uma configuração interessante que faz uso de diversas polias associadas é a denominada "cadernal", a qual é exibida na **figura 8**.

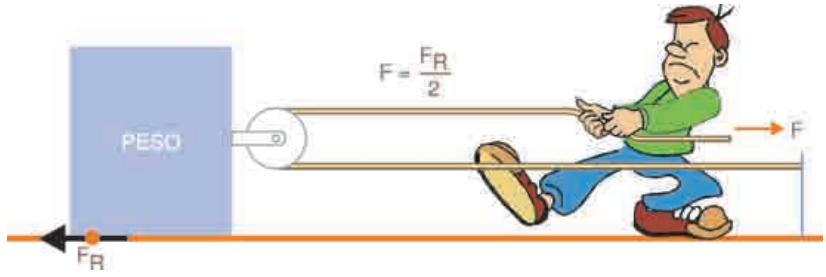
Nela, encontramos diversas polias associadas, presas a um eixo comum. O conjunto superior é de polias fixas e o conjunto inferior é de polias móveis. Assim, se tivermos 6 polias no conjunto, 3 fixas e 3 móveis, a vantagem mecânica (VM) será dada por: VM = 3 x 2 = 6. Veja que estas configurações não são tão vantajosas como se poderia esperar.

Na **figura 9** mostramos que essas talhas também podem ser associadas de modo a se multiplicar a vantagem mecânica, quando uma força muito grande se fizer necessária.

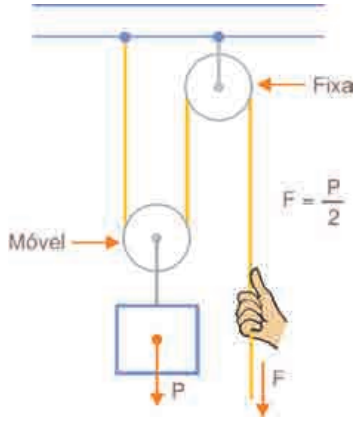
A Talha Diferencial

Na **figura 10** temos uma outra combinação resultante da associação de polias móveis e fixa com importantes resultados práticos. Trata-se da talha diferencial, que usa uma polia fixa e duas móveis interligadas por uma corda sem fim, ou seja, com suas extremidades unidas num percurso fechado.

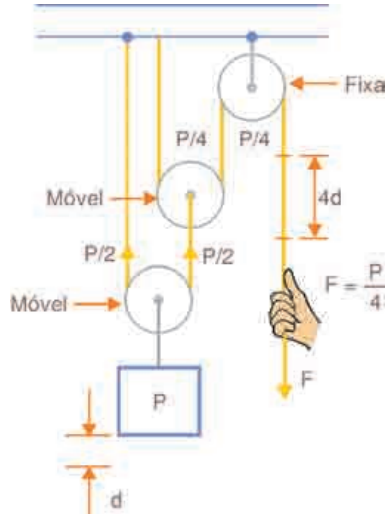
4 Arrastando objetos



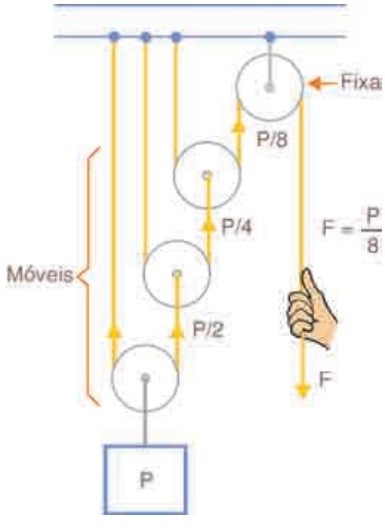
5 Associação simples



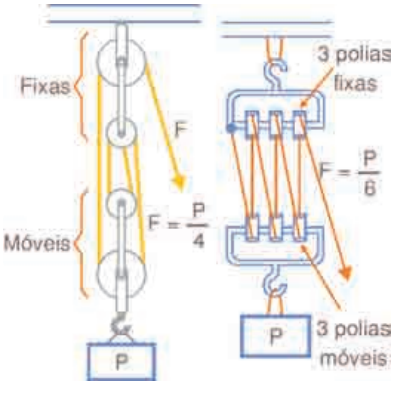
6 Associação com vantagem mecânica de 4



7 Associação com vantagem mecânica de 8



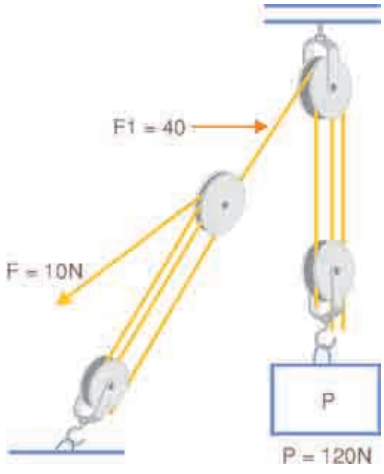
8 O cadernal



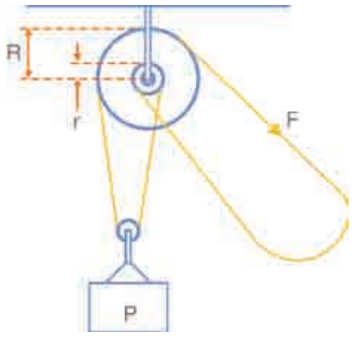
O uso de polias fixas com diâmetros diferentes aumenta a vantagem mecânica de uma forma que ficará clara ao explicarmos como ela funciona.

Supondo F a força exercida na corda, essa força ficará multiplicada por um fator R/r ao aparecer na polia móvel.

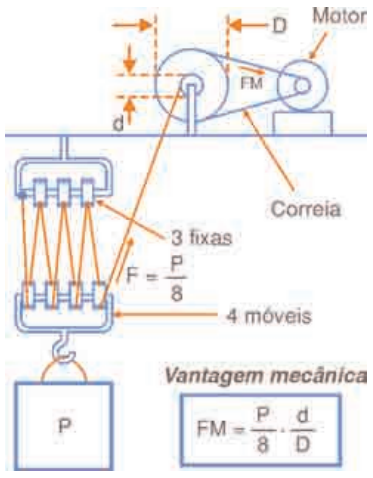
9 Talhas associadas



10 A talha diferencial



11 Elevador



$$F_1 = \frac{R}{r} \cdot F$$

Ora, como a polia móvel é acionada ao mesmo tempo por duas forças: F_1 e F_2, podemos dizer que, em relação ao peso P, a força necessária para levantá-lo pode ser dada por:

$$F = \frac{P(R-r)}{2R}$$

Onde:
F é força necessária ao levantamento do peso P;
P é o peso;
R é o raio da polia fixa maior;
r é o raio da polia fixa menor.

Aplicações

Para projetos mecatrônicos, há diversas possibilidades de aplicações práticas para as talhas e mesmo para as associações de polias. Na **figura 11** apresentamos um elevador que pode ser montado com a ajuda de um motor de corrente contínua e uma redução simples.

A primeira redução é feita pelo sistema por correia, que já proporciona uma boa força de levantamento. Essa força será então multiplicada com o uso de uma talha, conforme mostra a mesma figura.

Uma idéia prática para os leitores que desejam um projeto experimental usando uma talha é dada na **figura 12**.

Montamos uma talha exponencial simples com peças que podem ser conseguidas com extrema facilidade. No caso, a talha foi construída com "ioiôs" encontrados em supermercados (na seção de artigos para festas). Os ioiôs de plástico foram desmontados e colados, conforme mostra a **figura 13,** de modo a formar as polias.

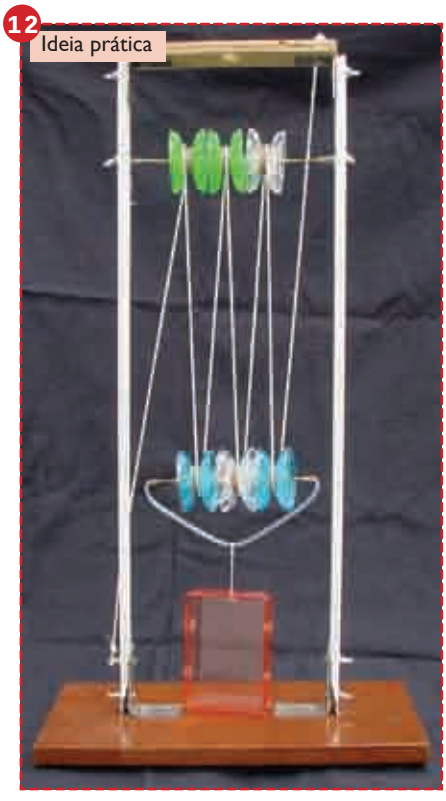
Para mantê-los juntos usamos uma presilha feita de arame ou fio rígido, que também serve para sustentar o sistema e para prender o objeto a ser montado. Essa talha pode ser utilizada num elevador experimental, em experiências de Física ou mesmo em conjunto com um pequeno motor de corrente contínua.

Será interessante usar a montagem de talhas e mesmo de associações de polias como temas transversais práticos para o estudo de Ciências (Física) em Cursos de níveis fundamentais e médio, com a verificação, na prática, das vantagens mecânicas obtidas.

Notas:

Os que desejarem se aprofundar mais no assunto têm várias possiilidades:
a) Uma delas consiste em verificar como se comportam as polias associadas no caso das cordas não estarem todas paralelas, situação em que teremos um "cos α" aparecendo nos cálculos.
b) Recomendamos uma visita ao site **www.feiradeciencias.com.br** do Prof. Léo (Luiz Ferraz Neto), que contém um rico material sobre o assunto.

12 Ideia prática



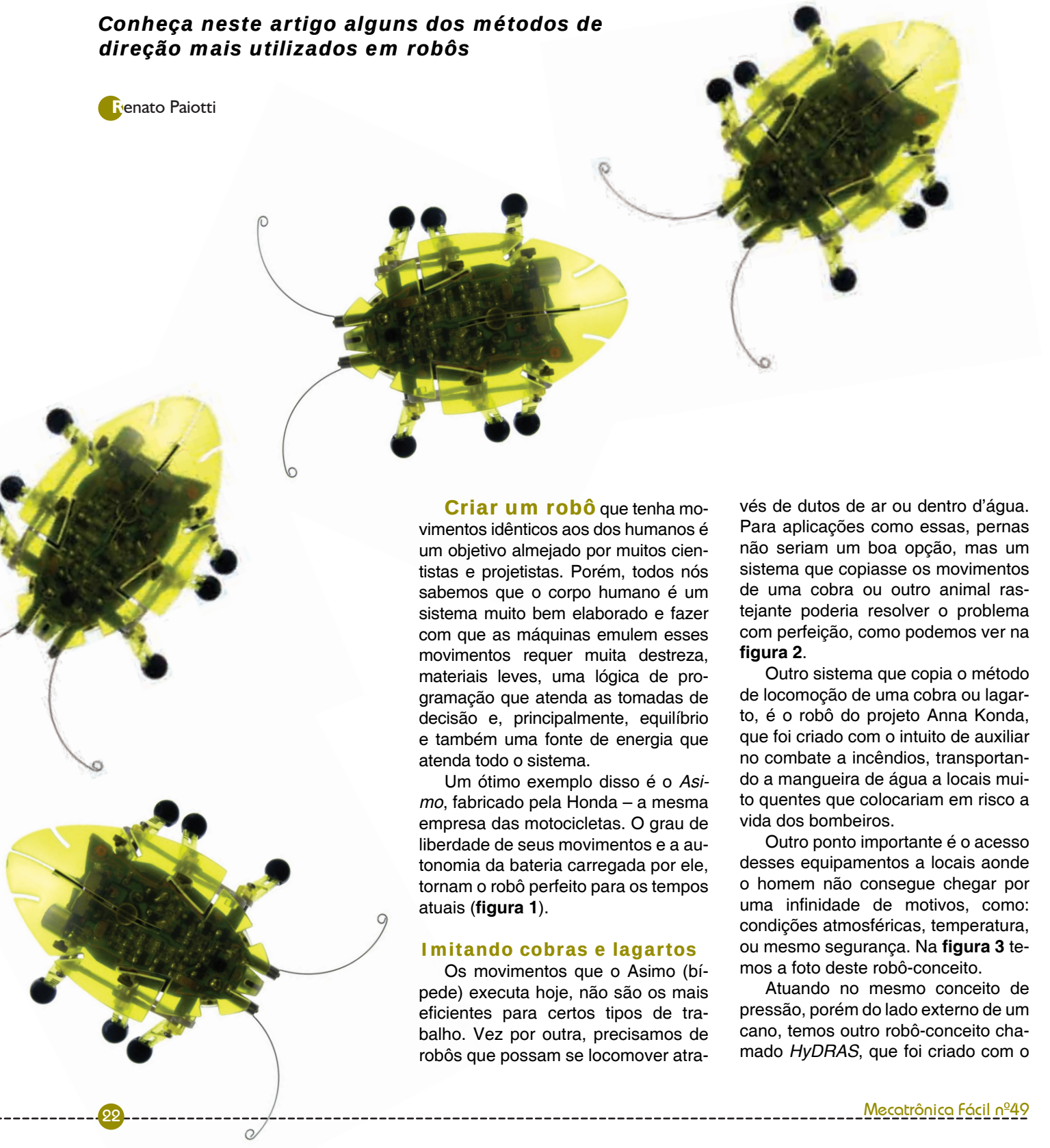
13 Construindo uma polia com um ioiô



Tipos de movimentos para robôs terrestres

Conheça neste artigo alguns dos métodos de direção mais utilizados em robôs

Renato Paiotti



Criar um robô que tenha movimentos idênticos aos dos humanos é um objetivo almejado por muitos cientistas e projetistas. Porém, todos nós sabemos que o corpo humano é um sistema muito bem elaborado e fazer com que as máquinas emulem esses movimentos requer muita destreza, materiais leves, uma lógica de programação que atenda as tomadas de decisão e, principalmente, equilíbrio e também uma fonte de energia que atenda todo o sistema.

Um ótimo exemplo disso é o *Asimo*, fabricado pela Honda – a mesma empresa das motocicletas. O grau de liberdade de seus movimentos e a autonomia da bateria carregada por ele, tornam o robô perfeito para os tempos atuais (**figura 1**).

Imitando cobras e lagartos

Os movimentos que o Asimo (bípede) executa hoje, não são os mais eficientes para certos tipos de trabalho. Vez por outra, precisamos de robôs que possam se locomover através de dutos de ar ou dentro d'água. Para aplicações como essas, pernas não seriam um boa opção, mas um sistema que copiasse os movimentos de uma cobra ou outro animal rastejante poderia resolver o problema com perfeição, como podemos ver na **figura 2**.

Outro sistema que copia o método de locomoção de uma cobra ou lagarto, é o robô do projeto Anna Konda, que foi criado com o intuito de auxiliar no combate a incêndios, transportando a mangueira de água a locais muito quentes que colocariam em risco a vida dos bombeiros.

Outro ponto importante é o acesso desses equipamentos a locais aonde o homem não consegue chegar por uma infinidade de motivos, como: condições atmosféricas, temperatura, ou mesmo segurança. Na **figura 3** temos a foto deste robô-conceito.

Atuando no mesmo conceito de pressão, porém do lado externo de um cano, temos outro robô-conceito chamado *HyDRAS*, que foi criado com o

objetivo de salvar a vida de operários de obras. A sua forma de se locomover se baseia na pressão que os seus anéis exercem para prender-se a um cano, como faria uma jibóia ao sufocar sua presa. Para se movimentar, este robô libera anel após anel, projetando-se para a frente a cada anel solto, enquanto os outros o prendem ao cano e os que se soltaram prendem-se mais adiante para dar suporte aos outros anéis que serão soltos e impulsionados para o mesmo caminho em um movimento contínuo. Na **figura 4** vemos uma foto deste protótipo.

Deslizando por esteiras

O movimento com uso de esteiras já é muito empregado por tanques de guerra e muito útil em terrenos acidentados. Nesse sistema, a idéia é ter uma sequência de peças de metal por debaixo da roda num processo contínuo.

Um exemplo de robô que emprega esteira é o *EOD-Robots*, construído com o intuito de poupar a vida de soldados no campo de batalha. Estes robôs-soldados são equipados com esteiras iguais aos tanques de guerra, que possibilitam levar uma quantidade grande de peso sobre diversos tipos de terrenos, por mais acidentados que sejam. A **figura 5** nos traz um exemplo deste tipo de robô.

Para que esse robô faça uma curva para a direita, por exemplo, é preciso parar, reduzir ou girar no sentido contrário o motor que rotaciona a esteira direita. O mesmo processo funciona para o outro lado.

Ainda para aplicações militares, mas voltado também para as áreas mais urbanas, temos o EOD - *Bomb Disposal Robot* que possui a finalidade de desarmar bombas. Ele também funciona com esteiras, mas quatro esteiras independentes e móveis, que atuam como pseudopatas. Dessa forma, as esteiras podem ser movidas para cima ou para baixo, exercendo uma força extra em locais de difícil acesso. A **figura 6** mostra um pouco mais deste sistema de esteiras.

Utilizando pernas

Nos movimentos que utilizam pernas temos os tipos bípede (duas pernas) como o Asimo e quadrúpede (quatro pernas), como o BigDog. Os de

1 A parte cinza é a bateria, que está sendo carregada pela base conectada ao chão



2 Sistema do Pipe Robot, que imita o sistema de rastejar de uma cobra



3 Foto do robô-conceito Anna Konda



4 Usando a pressão dos módulos para fixar ao cano



5 O EOD-Robots carrega, além da garra, um grande arsenal de armas



seis e oito pernas que imitam o andar de insetos, como formigas e aranhas, e os robôs que parecem uma centopéia de tantas pernas que possuem.

Nos robôs bípedes, o ponto mais importante que um projetista deve ter em mente é o equilíbrio. A utilização de sensores e de giroscópios é necessária para manter o senso de equilíbrio, mas não é só isso que ajuda um robô bípede a ficar de pé. Existe toda uma programação de locomoção de massa e um centro de gravidade que necessitam ser colocados em seu sistema.

Os robôs quadrúpedes também precisam receber uma atenção especial quanto ao equilíbrio, porém não tão complexa quanto um bípede. Sua locomoção acontece da seguinte forma: uma perna dianteira permanece no chão como apoio, enquanto a outra segue para a frente, o mesmo processo acontece nas pernas traseiras, mas de lados trocados, ou seja, enquanto a perna dianteira esquerda se encontra no chão a traseira direita é que fica no chão, como base, formando um X, conforme ilustra a **figura 7**.

O robô quadrúpede que fez um certo sucesso na internet e serve como referência para o nosso assunto é o *BigDog*, alguns vídeos no Youtube mostram como o processo de equilíbrio e locomoção deste robô é fantástico. Na **figura 8** temos a foto dele que, segundo a Boston Dynamics, foi criado para ajudar os soldados a carregarem suprimentos **(figura 9)**.

Para os robôs de seis pernas, o ponto de equilíbrio não é um ponto crítico do projeto, porém uma atenção especial ao sincronismo das pernas deve ser dada. Seu funcionamento pode ser visto na **figura 10**, onde as pernas 1 e 3 do lado esquerdo e a perna 2 do lado direito estão se movimentando para a frente, a perna 2 da esquerda deve servir de base juntamente com as pernas 1 e 3 da direita, depois a perna 1 e 3 do lado esquerdo e a perna 2 do lado direito alcançam o destino final e se apoiam ao chão, a perna 2 do lado esquerdo e 1 e 3 do lado direito se levantam e avançam para frente e assim sucessivamente. Fazer uma curva é algo um pouco complexo, pois dependendo do lado que for feita a curva, as pernas deste mesmo lado deverão ter uma trajetória menor que a do outro lado. Ou, se houver a necessidade de se fazer uma curva mais fechada, as pernas que estão levantadas deverão fazer uma trajetória oposta às outras, rodando em um eixo.

Para aumentar o poder de locomoção de um robô de 6 pernas, a Boston Dinamics colocou em lugar de pernas retas no *RHex*, pernas em formato de meia lua, possibilitando ao robô superar obstáculos de qualquer tamanho que estejam à sua altura.

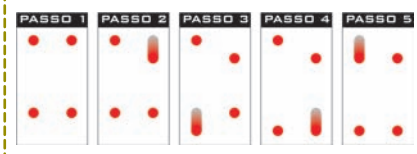
Caso o RHex tivesse pernas retas, seria preciso calcular a altura que deveria se ultrapassada e levantar a perna o suficiente para tal. Outro item interessante nesse robô é que suas pernas estão localizadas no centro da altura, ou seja, se ele, por ventura, vier a ficar de ponta-cabeça, a sua locomoção não será prejudicada. (**figura 11**)

Nesta mesma linha de robôs com seis pernas temos o *RiSe*, porém este incrível robô possui ventosas em suas

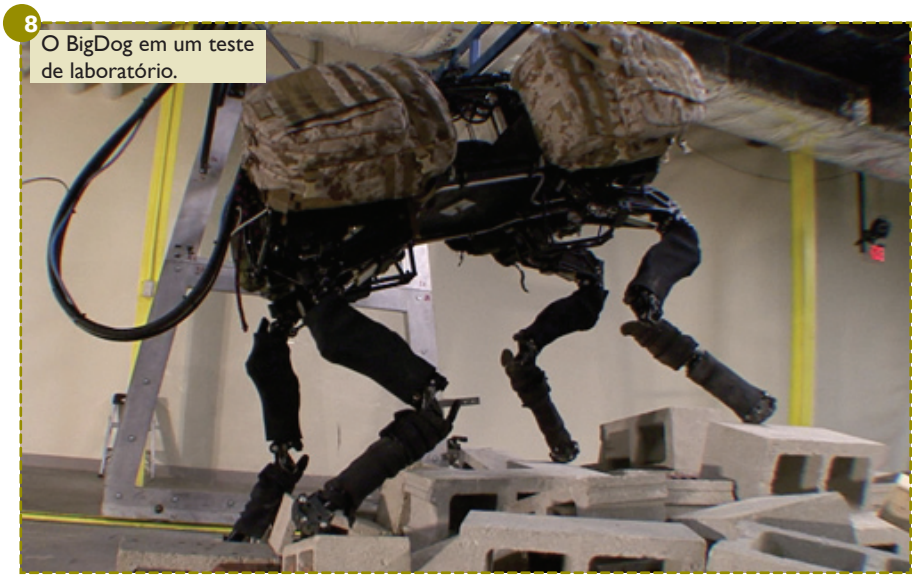
6 Note que cada esteira possui um atuador



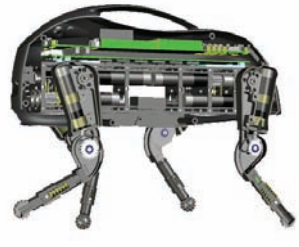
7 Esquema de passo de um robô quadrúpede



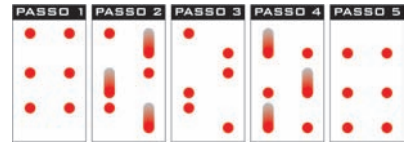
8 O BigDog em um teste de laboratório.



9 A estrutura do LittleDog, o irmão menor do BigDog



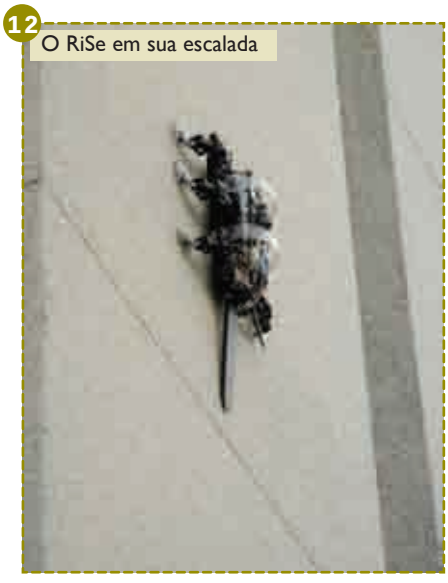
10 Esquema da trajetória do robô de seis pernas



11 O Rhex



12 O RiSe em sua escalada



pernas que o fazem capaz de escalar paredes. O processo de locomoção é o mesmo de qualquer robô de seis pernas, porém, quando a perna está servindo de apoio as ventosas são presas à parede (**figura 12**).

Movimentos com rodas

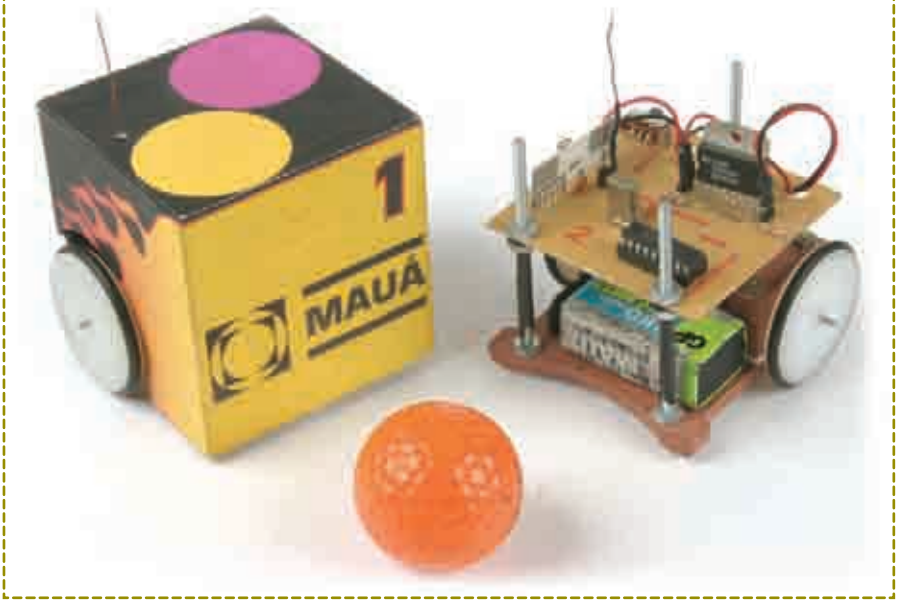
A roda é um dos mecanismos mais antigos que conhecemos e os robôs fazem bom proveito delas. Sejam elas simples para planos lisos, ou típicas *off-roads* para planos mais acidentados.

Os robôs que baseiam seus movimentos nas rodas podem ter duas, três ou quatro rodas. Para máquinas acima de quatro rodas, somente duas controlam a direção do robô. O sistema de direção (não de controle) nos robôs de duas rodas é bem simples: consiste em um motor para cada roda, para ir para frente ou para trás e ambos rodam numa única direção. Para fazer uma curva girando sobre o próprio eixo, é só um motor girar o inverso do outro até completar o grau desejado da curva. Esses robôs, além das duas rodas, possuem um terceiro apoio pequeno e de ponta arredondada para ter pouco atrito.

Na **figura 13** temos a foto de um robô de duas rodas, como os que são utilizados nos campeonatos de futebol de robôs.

Nos robôs que possuem três rodas, existem duas formas de controle de direção. Na primeira, duas rodas são fixas e somente uma direciona o robô, que pode ser controlado por um servo ou motor de passo. Na segunda, as três rodas são fixas mas cada uma numa posição perpendicular a outra. Quando uma direção é escolhida, uma roda para e as outras aumentam a rotação. Para uma melhor rotação, as rodinhas possuem pequenas esferas em torno de sua circunferência para diminuir o atrito na roda que permanecerá parada.

13 Robô de duas rodas



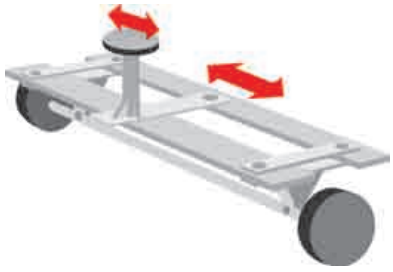
Nos robôs de quatro rodas, o tipo mais comum, duas rodas controlam a direção e duas permanecem fixas (**Figura 14**). Somente em casos especiais é que encontramos robôs com os controles de direção nas quatro rodas.

Acima de 4 rodas o robô começa a ficar cada vez mais especial, podendo neste ponto o projetista colocar o controle de direção em cada roda ou em apenas uma roda, deixando para as demais somente e tarefa de carregar o peso da carga.

Movimentos com sistemas híbridos

Talvez este seja o maior desafio para o projetista mecatrônico mostrar toda a sua criatividade em sistemas robóticos. Valer-se de diversos meios para criar um sistema que atenda as necessidades de um robô sobre o terreno que ele irá atuar é uma arte. Podemos citar como exemplo o *Soujorner*, o veículo robótico que a Nasa criou para explorar o planeta Marte, construído com pernas e rodas com cravos para enfrentar as pedras e o terreno desconhecido do planeta vermelho (**figura 15**).

14 Controle de direção feito em um veículo mecatrônico de 4 rodas



15 Soujorner, robô enviado para explorar Marte

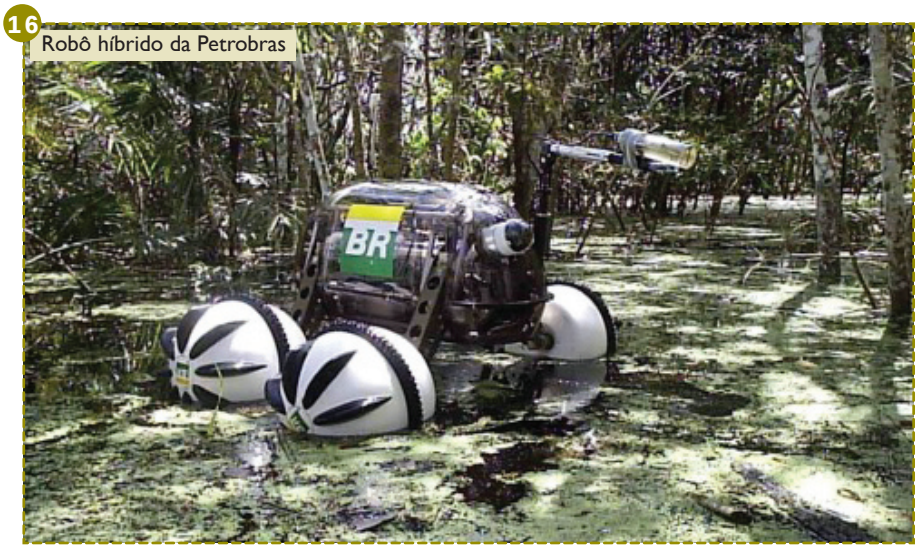


Para enfrentar terrenos irregulares e ainda andar por rios e pântanos, a Petrobras possui um robô cujo método de locomoção usa as rodas. Porém, estas rodas são ôcas e possuem aletas que servem de remos para impulsão na água. Notem, na **figura 16,** que o sistema de direção se dá pelo movimento independente de cada roda.

Claro que existem casos em que certamente ficaríamos com uma dúvida em mente: Será que quatro rodas não seriam suficientes? Como disse antes, projetar robôs é uma arte. Portanto, isso fica a critério de quem vê e dentro das necessidade de quem cria. Este é o caso do *Robô-barata*, onde temos oito pernas com uma roda espetada em cada ponta. (**figura 17**)

Há, ainda, os robôs que se movimentam através de pequenos pulos, outros por meio de uma bola e que, literalmente, saem rolando por aí; outros que flutuam ou por força do vento, alguns por força magnética; os que se contorcem como minhocas com câimbras e tantos outros que somente as mentes mais criativas podem inventar.

16 Robô híbrido da Petrobras



Conclusão

Escolher qual é o melhor sistema de direção para um robô não envolve somente o tipo de terreno em que ele deverá se locomover, é importante ver qual sistema gasta menos energia, qual suporta a carga desejada, qual possui mais precisão e fazer as contas para se ter um sistema ideal para aquele determinado robô.

Se comparado com um robô de pernas, um robô com rodas é muito mais rápido, é mais simples de construir e programar e gasta menos energia, ao passo que uma perna tem alguns servomotores a acionar, porém um robô de rodas dificilmente subirá uma escada ou terreno totalmente irregular. Mas, se analisarmos melhor, talvez um robô com esteira atenda o necessidade de subir uma escada, no entanto, encontrará dificuldades caso seja preciso andar de lado... Ufa!

Como repetido algumas vezes neste artigo, a solução terá que ser a melhor forma ou mesmo a mais adequada, ainda que não seja a ideal, que atenda as especificações: terreno, material, consumo e objetivo para o melhor sistema de direção do robô.

Espero que este artigo tenha trazido opções interessantes ao apresentar um resumo dos meios de direção normalmente utilizados em robôs para que o leitor possa decidir corretamente qual lhe atende melhor, ou ainda tenha lhe dado as bases necessárias para que ele possa criar um novo sistema de direção quando for projetar o seu robô.

17 Robô-barata



Referências Bibliográficas:

http://world.honda.com
http://www.engineersedge.com
http://www.sintef.no/
http://www.sciencedaily.com
http://www.armedforces-int.com
http://www.bostondynamics.com
http://mars.jpl.nasa.go
http://www.labjor.unicamp.br
http://rayandlaura.com

Robô para Trabalhos Escolares

Muitas escolas estão incluindo em seus currículos trabalhos que envolvem tecnologias modernas como a eletrônica, a mecatrônica e mesmo a informática. A educação tecnológica, quando faz uso de trabalhos manuais, tem a vantagem de melhorar a coordenação motora fina dos alunos que não usam as mãos com ferramentas de uso.
Os trabalhos manuais para feiras de Ciências, como parte do currículo ou para exposições que envolvam habilidades dos alunos podem ser melhorados com a utilização de recursos eletrônicos. E, ao contrário do que os leitores possam pensar, um circuito simples como o descrito neste artigo pode significar muitos pontos adicionais para seu trabalho e não é difícil de ser montado.

Newton C. Braga

Descrevemos neste artigo um pisca-pisca que aciona dois LEDs (que podem ser os olhos do robô) os quais são acionados quando escurece.

Um sensor de luz se encarrega de acionar o circuito de pisca-pisca.

Uma primeira idéia para os que realizam um trabalho prático com este circuito é demonstrar como funcionam os sensores fotoelétricos e, depois, usá-lo como decoração no seu próprio quarto.

Os leitores ainda podem utilizar este robô colocando-o na janela de seu quarto como uma forma de sinalização secreta para seus amigos de modo a indicar-lhes que você se encontra em casa.

Finalmente, o circuito pode ser instalado em outros locais como, por exemplo, colocado numa bicicleta para servir de sinalização noturna.

O circuito exige uma alimentação de 6 volts que pode ser obtida de 4 pilhas comuns.

O consumo é pequeno, o que permite que ele fique ligado por longos intervalos de tempo.

Como Funciona

Podemos separar este circuito em dois blocos, de modo a facilitar sua análise.

O primeiro bloco corresponde ao pisca-pisca propriamente dito, que nada mais é do que um multivibrador astável.

Temos então dois transistores (Q_1 e Q_2) que conduzem alternadamente a corrente, ora acendendo um LED (LED_1) ora o outro (LED_2).

Os LEDs piscarão numa velocidade que dependerá dos valores dos capacitores C_1 e C_2.

Para piscadas mais rápidas o leitor poder usar valores menores para estes componentes como, por exemplo, 4,7 µF ou 10 µF.

Para piscadas mais lentas valores maiores como 47 µF ou 100 µF podem ser experimentados.

Este multivibrador é controlado por um terceiro transistor que forma o sistema sensor.

Na base deste transistor temos ligado um LDR ou *Light Dependent Resistor* (fotorresistor), que é um dispositivo cuja resistência varia com a quantidade de luz que incide na sua parte sensível, feita de um material chamado sulfeto de cádmio (CdS).

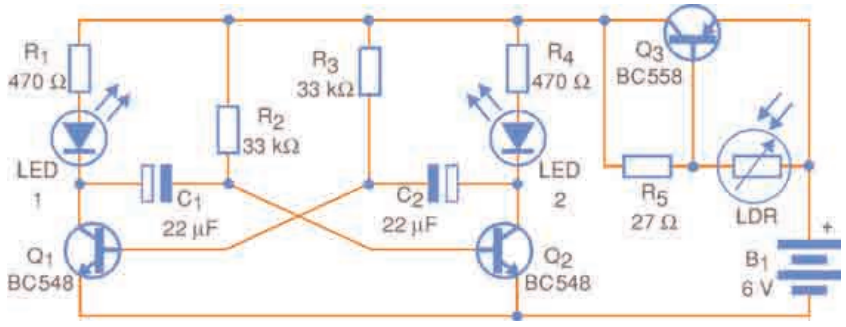
Conforme mostra o gráfico da **figura 1**, a resistência deste dispositivo cai de muitos milhões de ohms (no escuro) para algumas centenas ou mesmo dezenas de ohms no claro.

Ligado entre a base e o emissor de um transistor, ele "corta" a corrente no claro mas deixa-a passar no escuro.

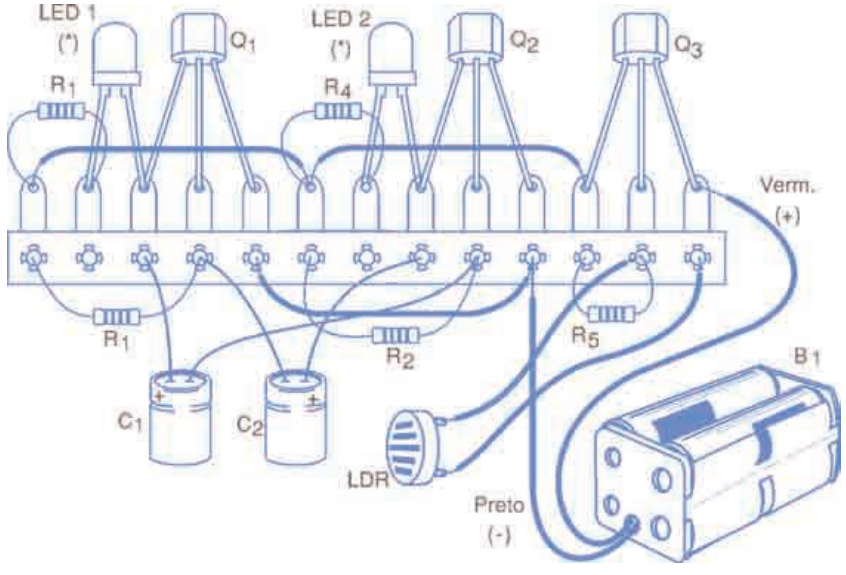
1 Grafico de resistência, iluminação



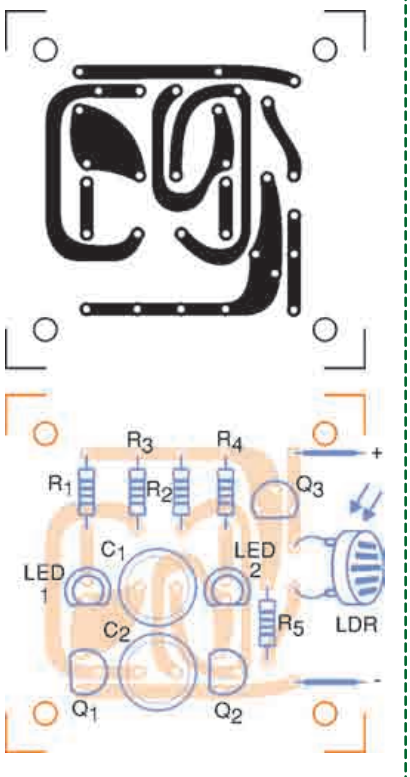
2 Diagrama da parte eletrônica do projeto



3 Montagem em ponte de terminais isolados



4 Placa de circuito impresso montada



Veja que é o transistor que faz este controle de corrente comandado pelo LDR. Com isso, ao receber luz o multivibrador não funciona e os LEDs permanecem apagados. No entanto, no escuro o circuito entra em funcionamento e os LEDs piscam.

O resistor R_5 determina o nível de iluminação em que ocorre o disparo do circuito, ou seja, em que o multivibrador entra em ação.

Se o leitor quiser, poderá ligar em série com R_5 um potenciômetro ou *trimpot* de 100 k ohms para poder controlar a sensibilidade do circuito.

Montagem

Na **figura 2** temos o diagrama completo da parte eletrônica do projeto.

Como se trata de um projeto muito simples podemos fazer sua montagem sobre uma ponte de terminais isolados, conforme ilustra a **figura 3**.

Os leitores que desejarem, poderão fazer a montagem numa matriz de contatos ou ainda numa placa de circuito impresso, conforme o desenho dado na **figura 4**.

Os transistores Q_1 e Q_2 são NPN de uso geral admitindo-se possíveis equivalentes, enquanto que Q_3 é um PNP que também admite equivalentes.

Observe com cuidado a posição destes componentes na montagem.

O LDR pode ser de qualquer tipo recomendado-se o redondo comum ou miniatura.

Os LEDs podem ser ambos vermelhos, ou ainda um vermelho e outro verde.

Para o caso de LEDs verdes, o resistor ligado em série poderá ser alterado para se manter a mesma intensidade de luz. Um resistor de 330 ohms pode ser usado.

Os capacitores podem ter valores numa ampla faixa e até sugerimos que os leitores façam experiências no sentido de obter as piscadas no rítmo desejado.

Prova e uso

Coloque as pilhas no suporte e faça sombra sobre o LDR. Imediatamente os LEDs devem piscar. Se nada acontecer ou se apenas um LED acender, verifique a montagem.

Na **figura 5** temos uma sugestão de montagem na forma de robô para uma feira de Ciências, como trabalho escolar ou com finalidade decorativa.

Se quiser economizar mais as pilhas, desligando o aparelho à noite, um interruptor deverá ser acrescentado.

A instalação no modelo pode ser feita de diversas formas, sempre lembrando que o LDR deve receber luz externa para o acionamento.

No claro, o circuito permanece inativo, entrando em ação quando fazemos sombra no LDR ou quando o ambiente é escurecido.

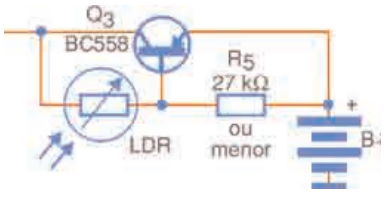
Podemos trocar o LDR de posição no circuito, conforme exibe a **figura 6,** para que o acionamento ocorra com a luz.

Nessa versão, em uma demonstração efetiva o LDR pode ser instalado num tubinho e o acionamento do circuito será feito com uma lanterna. F

5 Robô finalizado



6 Esquema de troca de posição do LDR



Lista de materiais:

Semicondutores:
Q_1, Q_2 - BC548 ou equivalente - transistores NPN de uso geral
Q_3 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral
LED_1, LED_2 - LEDs vermelhos ou de outra cor - ver texto

Resistores: (1/8W, 5%)
R_1, R_4 - 470 Ω - amarelo, violeta, marrom
R_2, R_3 - 33 k Ω - laranja, laranja, laranja
R_5 - 27 k Ω - vermelho, violeta, laranja

Capacitores:
C_1, C_2 - 22 µF/6 V - eletrolíticos

Diversos:
B_1 - 6 volts - 4 pilhas pequenas
LDR – LDR comum de qualquer tipo ou tamanho.

Ponte de terminais, matriz de contatos ou placa de circuito impresso, caixa para montagem (em forma de robô), fios, solda, etc.



Montatreko

O estudo da Mecatrônica, assim como qualquer outra disciplina, tende a ser um pouco entediante quando ficamos apenas na teoria. Por isso trazemos mais sete projetos no nosso Montatreko para que você, estudante, possa apresentar em uma feira de ciências da sua escola, ou mesmo se divertir com seus amigos ou seus pais, aplicando todos os conceitos que vimos até hoje.
Confira os projetos desta edição: Fonte de 0-9 V; Carga e descarga de um capacitor; Fonte múltipla de sucata; Detector de umidade; e muito mais.

Newton C. Braga

Projeto 1: Fonte de 0-9 V

A fonte que você encontra na **figura 1** possui uma vasta gama de aplicações, pois pode ser utlizada para alimentar pequenos aparelhos, cujo consumo não supere uns 50 mA, e que necessitem de tensões entre 0 e 9 V para funcionar.

O circuito não tem regulagem e a tensão de saída é ajustada com a ajuda de um simples potenciômetro e de um multímetro. Outra possibilidade de controle da tensão de saída é utilizar um indicador de baixo custo do tipo ferro-móvel que, no entanto, é difícil de se conseguir, mas pode ser aproveitado de algum aparelho fora de uso.

Na verdade, os multímetros de baixo custo podem até ser utilizados de forma definitiva para controlar a tensão dessa fonte. Para usá-la, ligue o aparelho alimentado em sua saída e então, partindo do zero, ajuste a tensão desejada. Não podemos ajustar antes pois o circuito não é regulado. Ao ligar o aparelho, a tensão tende a cair. Por esse motivo, circuitos sensíveis que não tenham uma boa faixa de tolerância para as tensões de alimentação nunca devem ser alimentados por esta fonte.

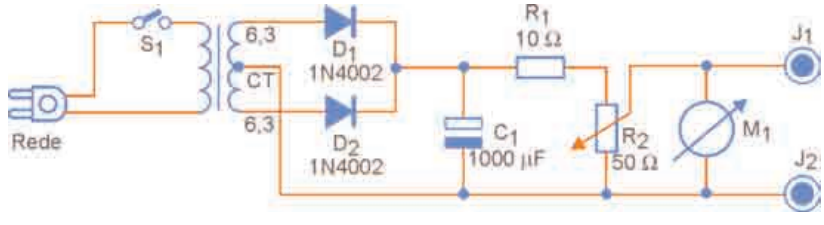
Entre outras aplicações para ela, podemos citar pequenas lâmpadas, motores, solenóides, além de experimentos de eletroquímica.

Lista de materiais 1:

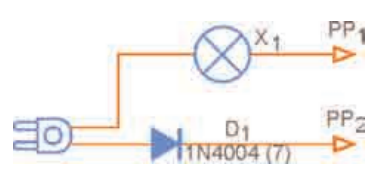
D_1, D_2 – 1N4002 – diodos de silício
T_1 – Transformador com primário de acordo com a rede local e secundário de 6 + 6 V x 300 mA
C_1 – 1 000 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
R_1 – 10 Ω x 2 W – resistor
P_1 – 50 Ω – potenciômetro de fio
M_1 – Indicador de 0-12 V ou 0-9 V – opcional
S_1 – Interruptor simples
J_1, J_2 – Jaques de saída, vermelho e preto

Diversos
Ponte de terminais, caixa para montagem, cabo de força, botão para o potenciômetro, fios, solda etc.

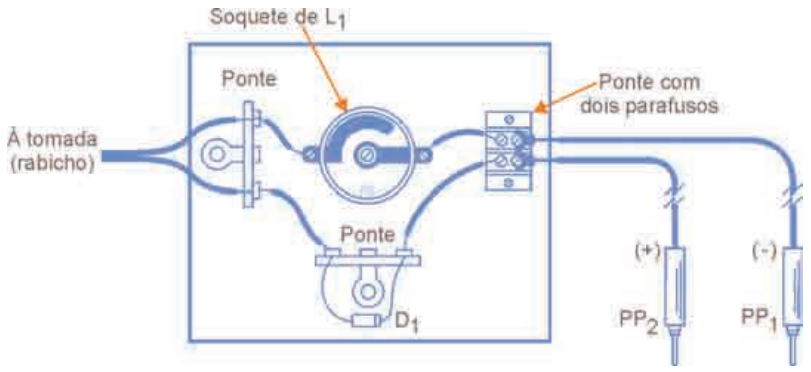
1 Diagrama da fonte de alimentação simples



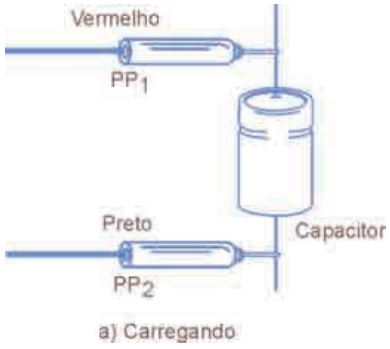
2 Circuito de carga de um capacitor



3 Montagem do circuito de carga



4 Carga de capacitores eletrolíticos



Projeto 2: Carga e descarga de um capacitor

A finalidade deste experimento é mostrar como os capacitores podem armazenar cargas elétricas. Para isso iremos submeter um capacitor a uma tensão em torno de 150 V, se a rede local for de 110 V, ou a 300 V se a rede for de 220 V para carregá-lo. Como a tensão da rede de energia é alternada, para a realização do experimento precisaremos de uma fonte retificadora, algo simples de ser feito. A fonte é bastante simples, pois usa apenas dois componentes básicos: uma lâmpada comum e um diodo retificador.

Na **figura 2** temos, então, o diagrama completo da fonte retificadora que utiliza uma lâmpada comum e um diodo, ambos montados numa base de material isolante (madeira ou plástico); os detalhes da montagem estão na **figura 3**.

Usamos um soquete de lâmpada incandescente comum de uso doméstico e, para as pontas de prova, uma ponte de terminais.

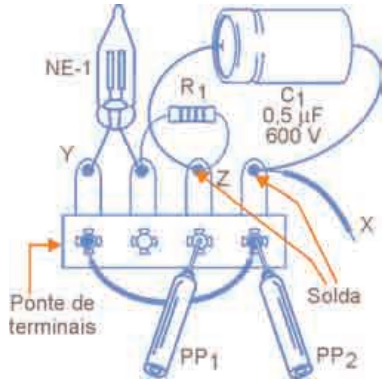
O diodo pode ser 1N4004 se a rede for de 110 V, ou 1N4007 se a rede for de 220 V. Para os dois casos, utilizamos uma lâmpada incandescente de 15 a 40 W.

Atenção: Observe que esse circuito é ligado diretamente à rede de energia e que existem partes expostas que podem causar choques. Mesmo as pontas de prova podem ser perigosas, se tocadas acidentalmente. Por isso, é importante a supervisão de um adulto neste experimento. De preferência alguém que tenha experiência em lidar com alta tensão.

5 Descarregando o capacitor



6 Descarga do capacitor numa lâmpada néon



Esta experiência pode ser feita de duas maneiras. Uma delas consiste em se carregar um capacitor comum, de 400 nF a 10 µF, encostando as pontas de prova nos seus terminais, mas se utilizarmos capacitores eletrolíticos, a polaridade das pontas de prova deverá ser observada. Como é feito na **figura 4**.

Os capacitores usados devem ter uma tensão de trabalho de, pelo menos, 200 V se a rede local for de 110 V, ou 350 V caso seja de 220 V.

Obs.: Nunca toque nos terminais do capacitor, pois você pode tomar um choque.

Em seguida, ao encostar um fio nos terminais do capacitor, você ouvirá um forte estalo acompanhado por uma faísca, o que indica a descarga do capacitor. Conforme ilustra a **figura 5**.

A outra possibilidade pode ser observada na **figura 6**. Trata-se de um

Lista de materiais 2:

a) Carregador

X_1 – Lâmpada incandescente de 25 W a 40 W, conforme a rede local
D_1 – 1N4004 (110 V) ou 1N4007 (220 V) – diodo de silício – retificador
PP_1, PP_2 – Pontas de prova
C_1 – Capacitor de 470 nF ou 1 µF de poliéster para 400 V ou mais

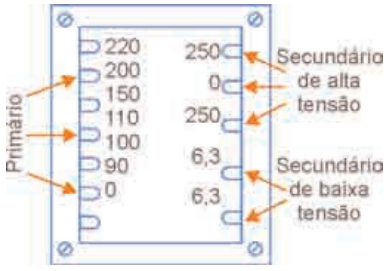
Diversos
Soquete para lâmpada, cabo de força, base de montagem, ponte de terminais, fios, solda etc.

b) Circuito com lâmpada néon

NE_1 - Lâmpada néon comum
R_1 – 1 MΩ x 1/8 W – resistor – marrom, preto, verde
C_1 – 470 nF x 450 V – capacitor de poliéster

Diversos
Ponte de terminais, fios, solda etc.

7 Utilizando um transformador de aparelho valvulado



circuito de descarga visual através de uma lâmpada néon.

Encostamos, então, as pontas desse circuito X e Y nas pontas de prova para que o capacitor se carregue, o que ocorre instantaneamente, acendendo a lâmpada néon. Depois, quando afastarmos as pontas de prova, observaremos que a lâmpada néon permanecerá acesa por um certo tempo. O tempo que a lâmpada permanece acesa depende justamente do valor do capacitor.

Projeto 3: Fonte múltipla de sucata

Aparelhos valvulados antigos como rádios, amplificadores e até mesmo televisores, usam um transformador de força que pode ser bastante útil se estiver em bom estado, podendo ser aproveitado em uma interessante fonte múltipla para bancada com saídas de baixa e de alta tensão.

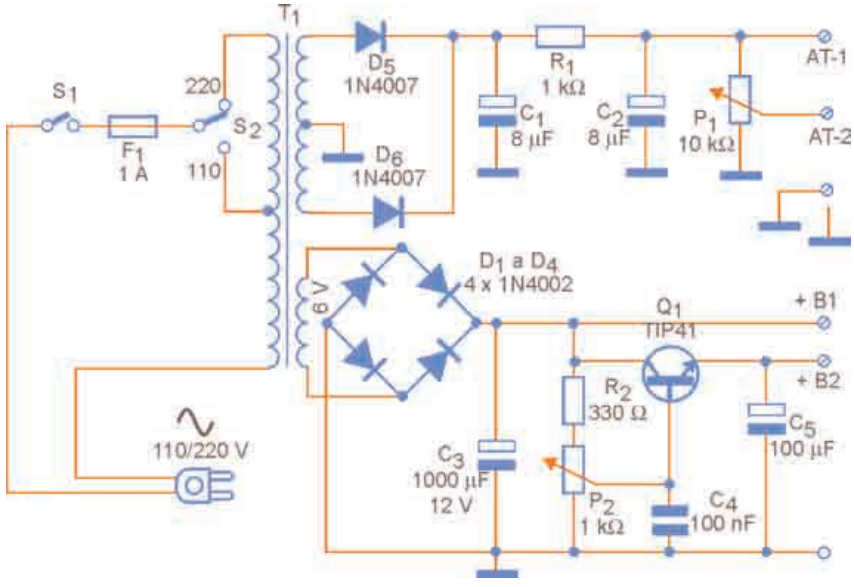
A saída de alta tensão depende do transformador, podendo chegar a mais de 300 V enquanto a de baixa tensão pode ser de 6 ou 12 V, sendo função do transformador utilizado.

Os transformadores de força de aparelhos valvulados possuem pelo menos dois enrolamentos secundários: um de alta tensão que varia entre 125 e 350 V com correntes de 10 mA a 300 mA, e um enrolamento de baixa tensão com 6 V ou 12 V - para os filamentos da válvulas.

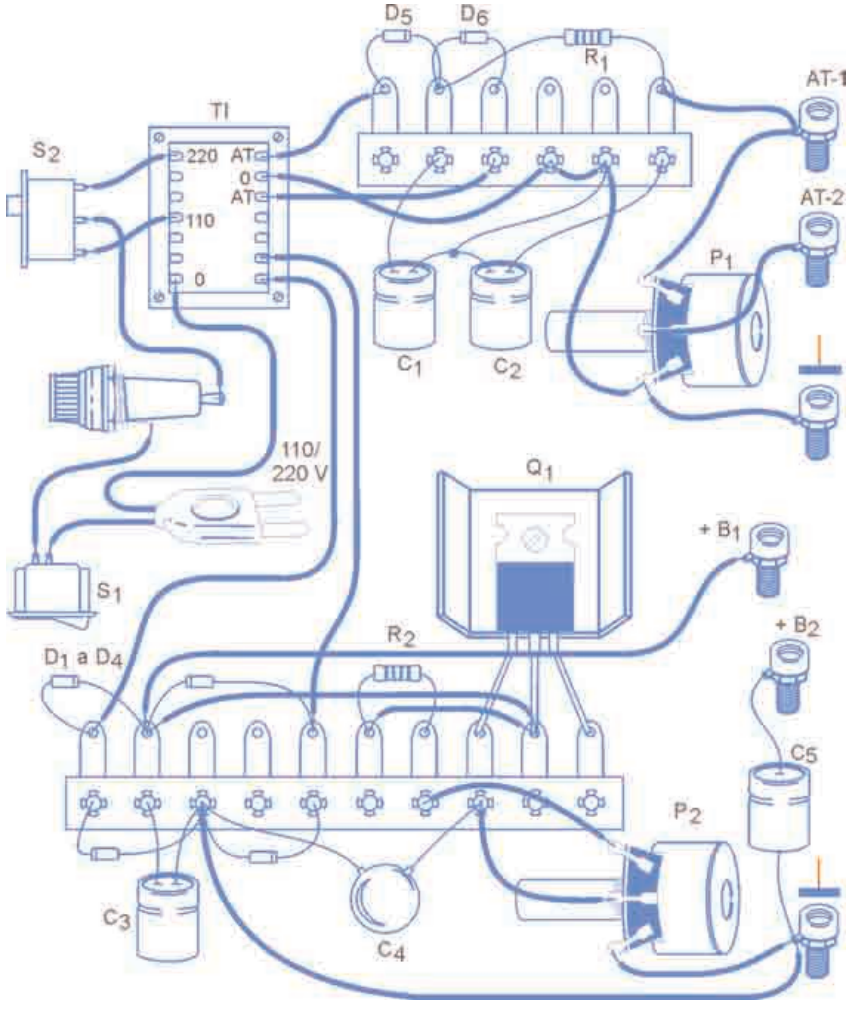
A fonte tem as seguintes características:

- Saída de alta tensão fixa entre 100 V e 400 V, dependendo do transformador e com corrente de acordo com esse componente.

8 Diagrama completo da fonte



9 Montagem do aparelho com base em ponte de terminais



- Saída de alta tensão ajustável entre 0 e 400 V.
- Saída de baixa tensão fixa até 8 ou 15 V aproximadamente, dependendo do transformador.
- Saída de baixa tensão ajustável entre 0 e 15 V.

Observe também que, além do transformador, outros componentes do velho aparelho desmontado podem ser aproveitados como o cabo de força etc.

O circuito

O que fazemos é simplesmente aproveitar a tensão alternada dos enrolamentos secundários de um transformador, como o da **figura 7**, regulando-a por meio de retificação e filtragem.

A alta tensão é retificada através de dois diodos que devem suportar pelo menos o dobro da tensão especificada no enrolamento do transformador, entre 125 e 350 V tipicamente. Em caso de dúvida, use um multímetro para medir a tensão. A filtragem é feita através de capacitor eletrolítico, que também pode ser aproveitado do velho aparelho - depois de testado, claro - pois esses componentes costumam estragar-se com o tempo.

O capacitor se carregará com a tensão de pico retificada, algo em torno de 41% maior do que a tensão do transformador. Assim, um transformador de 350 V poderá carregar o capacitor com até 490 V.

Temos, depois, um resistor de fio e mais um eletrolítico para a filtragem. Nesse ponto temos a primeira saída de tensão fixa AT-1, que corresponde a um máximo de 1,4 vezes a tensão do transformador.

Para a saída variável de alta tensão, usamos um potenciômetro de fio de 10 k ohms que deve ser linear. Podem ser utilizados, também, potenciômetros de valores maiores como 22 k ohms ou mesmo 47 k ohms, desde que sejam de fio.

O secundário de baixa tensão, que normalmente é do tipo de enrolamento unido, tem a retificação feita por uma ponte de 4 diodos.

Após a retificação, temos a filtragem realizada por um eletrolítico de 1000 µF, no mínimo. A primeira saída B_1, é tomada logo depois da filtragem, e a tensão máxima depende do transformador assim como a corrente. A saída de tensão variável é obtida através de um transistor, que atua como um reostato com a polarização controlada pelo potenciômetro P_1. Com esse potenciômetro podemos ajustar a tensão de saída entre 0 e o máximo dado pelo transformador. No enrolamento primário temos a alimentação, com uma chave que possibilita a seleção de rede, caso o transformador possua esse recurso.

Na **figura 8** vemos o diagrama do aparelho.

Sua montagem deve ser feita em uma caixa, onde fixaremos uma ponte de terminais com a disposição de componentes exibidos na **figura 9**.

O transformador, que é pesado, deve ser fixado com parafusos, e o transistor de potência deve ser dotado de radiador de calor. Para os demais componentes siga as especificações da lista de material. Para a saída, recomendamos o uso de bornes isolados ou ainda uma ponte de terminais de parafusos.

Prova e uso

Basta ligar a alimentação da unidade e, com a ajuda de um multímetro, verificar as tensões de saída fixas e para as variáveis, atuar sobre os potenciômetros correspondentes. Na utilização deve-se observar sempre as limitações de corrente, e lembrar que as saídas são todas de tensões contínuas e não têm proteção contra curto-circuitos. Assim, não tente ligar as saídas de alta tensão em aparelhos projetados para funcionar na rede de energia, pois isso causará a sobrecarga da fonte.

Projeto 4: Detector de cabos de energia

Em torno dos cabos de energia embutidos nas paredes e por onde circulam correntes elétricas intensas é criado um campo magnético, que pode ser detectado por aparelhos sensíveis. Pela presença do campo magnético podemos facilmente localizar fios embutidos em canalizações plásticas ou outras passagens ocultas. O detector descrito tem por base um circuito integrado CMOS extremamente sensível que, ao detectar os sinais, produz um som de aviso num transdutor. O circuito é simples pois, além do circuito integrado e da bateria, temos apenas três componentes passivos adicionais de baixo custo.

A sensibilidade do circuito se deve à elevadíssima impedância de entrada do circuito integrado CMOS. Na **figura 10** ilustramos o diagrama completo do detector e na **figura 11** a placa de circuito impresso.

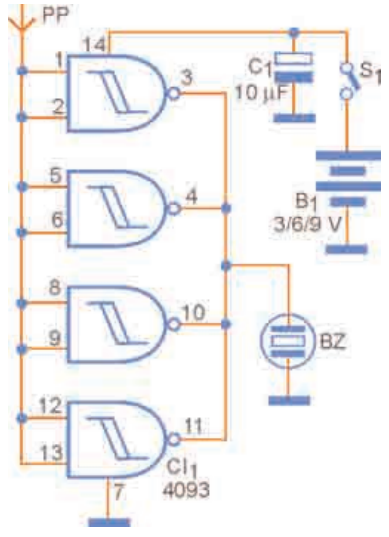
Juntamente com a fonte de alimentação, que consiste em pilhas ou bateria de 9 V, o circuito cabe facil-

Lista de materiais 3:

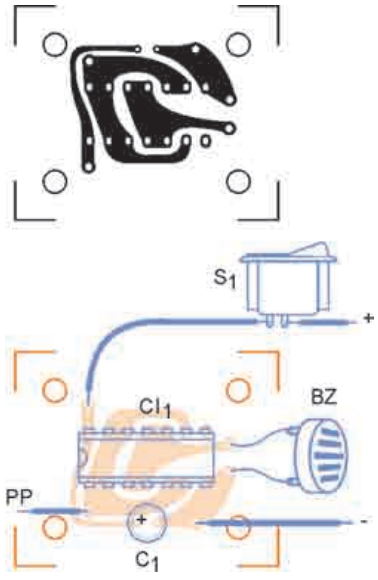
Q_1 – TIP41 – Transistor NPN de potência
D_1 a **D_4** – 1N4004 – diodos de silício
D_5 e **D_6** – 1N4007 – diodos de silício
T_1 – Transformador de força - ver texto
F_1 – 1 A – fusível
S_1 – Interruptor simples
S_2 – Chave 110 / 220 V
C_1, **C_2** – 8 µF ou mais – capacitores eletrolíticos de alta tensão – ver texto
C_3 – 1 000 µF x 25 V ou mais – capacitor eletrolítico
C_4 – 100 nF – capacitor cerâmico
P_1 – 10 k Ω – potenciômetro de fio
P_2 – 1 k Ω – potenciômetro comum
C_5 – 1 00 µF x 12 V – capacitor eletrolítico
R_1 - 1 k Ω x 10 W – resistor de fio
R_2 – 330 Ω x ½ W – resistor – laranja, laranja, marrom

Diversos
Ponte de terminais, caixa para montagem, suporte de fusível, cabo de força, bornes de saída, botão para o potenciômetro, fios, solda etc.

10 Diagrama completo do detector



11 Placa de circuito impresso para a montagem



mente numa caixa plástica de pequenas dimensões. O sensor consiste numa chapinha de metal fixada na parte inferior da caixa. O transdutor piezoelétrico pode ser de qualquer tipo, até mesmo uma cápsula de microfone ou *tweeter* piezoelétrico comum (sem o transformador interno). Também pode ser usada, como indicado na figura, uma ponta de prova como sensor, operando como uma espécie de antena que deve ser aproximada do local em que se deseja verificar se existe ou não um campo elétrico.

Para usar o aparelho é só passar o sensor junto à parede, evitando o contato direto, e observar quando há emissão de som pelo transdutor BZ.

Ao movimentarmos com cuidado o sensor pela parede, poderemos levantar a trajetória dos cabos embutidos de acordo com o padrão de emissão dos sons.

Para que a experiência seja realizada com êxito, o capacitor C_1 deve ter uma tensão de trabalho de 6 V ou mais. S_1 é opcional, uma vez que quando o aparelho estiver fora de uso basta retirar as pilhas ou bateria.

Pode-se fazer uma competição onde vence quem descobre primeiro um cabo oculto em algum lugar da sala ou do pátio.

Projeto 5: Chave de toque

Este simples circuito faz uma lâmpada acender quando alguém encosta no sensor, que pode ser uma placa de metal, um objeto ou simplesmente a ponta de um fio desencapado.

O circuito funciona ligado à rede de energia, mas é totalmente seguro não havendo perigo de choques.

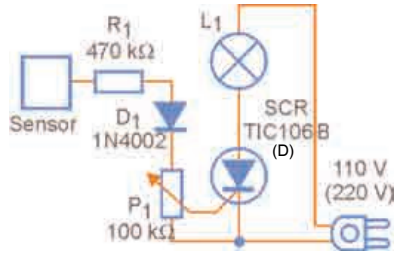
Qualquer circuito ligado à rede de energia representa um perigo em potencial. Este circuito é seguro se for montado e usado exatamente conforme as nossas recomendações. Assim, a montagem e manuseio deste projeto só deverá ser feita com supervisão do professor, que deverá verificar se a montagem está devidamente protegida e dentro das especificações.

O leitor pode usar este circuito em feiras de ciências, montando, por exemplo, um alarme disparado pelo toque (que pode ser usado para proteger algum objeto valioso). Como a corrente que circula pelo corpo de quem atua é fraquíssima, você pode acionar uma potente lâmpada incandescente ligada na rede de energia sem perigo. O SCR usado suporta cargas de até 300 watts na rede de 110 V, mas não recomendamos que o leitor use lâmpadas de mais de 60 watts para maior segurança e economia de energia.

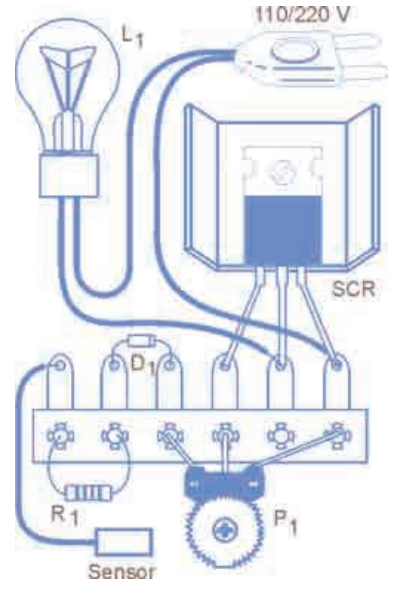
Este aparelho possui um controle de sensibilidade que permite ajustar o ponto de funcionamento ao tipo de sensor empregado, evitando assim o disparo errático.

Obs.: Embora o disparo seja seguro pela corrente muito fraca que circula pelo sensor, isso não significa que o aparelho deva ser montado sem cuidados especiais. Trata-se de montagem ligada à rede de energia e os perigos sempre existem!

12 Diagrama completo da chave de toque



13 Montagem com base numa ponte de terminais



Como funciona:

O elemento básico do circuito é um SCR (Diodo Controlado de Silício), que consiste em um semicondutor que liga quando uma fraca corrente é aplicada à sua comporta. Uma corrente de milionésimos de ampère é capaz de dispará-lo, e pode acender uma lâmpada ou fazer soar uma forte campainha.

No caso do TIC106, podemos controlar correntes intensas com uma corrente tão fraca que pode circular

Lista de materiais 4:

Semicondutores
CI_1 - 4093B - circuito integrado CMOS

Capacitor
C_1 - 10 µF/6V - eletrolítico

Diversos
PP - sensor - ver texto
BZ - transdutor piezoelétrico - ver texto
S_1 - Interruptor simples
B_1 - 3, 6 ou 9V - pilhas ou bateria

Placa de circuito impresso, suporte de pilhas ou conector de bateria, caixa para montagem, fios, solda etc.

pelo nosso corpo sem ser percebida ou causar qualquer tipo de choque. É o que fazemos neste caso. Ligando um sensor à comporta, podemos disparar o SCR pelo simples toque dos dedos, pois a corrente que circula pelo nosso corpo é suficiente para isso. A finalidade do resistor é bloquear qualquer excesso de corrente, tornando assim a operação do aparelho totalmente segura.

Montagem

Na **figura 12** temos o diagrama completo da Chave de Toque. Sua montagem numa ponte de terminais é fornecida na **figura 13**.

Se sua rede de energia for de 110 V, você precisará de um SCR com sufixo B ou para 200 V ou mais. Se for de 220 V, o sufixo do SCR será o D para 400 V ou mais. Se a lâmpada ou carga controlada for de 40 watts ou maior, será conveniente dotar o SCR de um radiador de calor, uma chapinha de metal parafusada no componente. O diodo D_1 pode ser de qualquer tipo de uso geral e o resistor R_1, na verdade, pode ter valores entre 470 k ohms e 1 M ohms. Em lugar do *trimpot* também pode ser usado um potenciômetro comum, caso o aparelho seja fechado numa caixa plástica.

Prova e uso

Para provar, basta ligar a unidade à rede de energia e tocar no sensor, ajustando-se ao mesmo tempo o trimpot. O fio ligado ao sensor não deve ter mais de dois metros de comprimento. Vá ajustando P_1 até que a lâmpada acenda com o toque. O sensor pode ser uma chapinha de metal de 4 x 4 cm fixada numa base de plástico ou madeira.

Lista de materiais 5:

SCR - TIC106-B (110 V) ou TIC106-D (220 V) - diodo controlado de silício
P_1 - 100 kΩ - trimpot
R_1 - 470 kΩ - resistor - amarelo, violeta, amarelo
D_1 - 1N4002 ou equivalente - diodo de silício
L_1 - 5 a 60 watts - lâmpada comum conforme a rede de energia

Diversos
Ponte de terminais isolados ou placa de circuito impresso, cabo de força, soquete para a lâmpada, sensor, fios, solda.

Se a lâmpada não acender inverta a posição da tomada, ou seja, gire-a 180°.

Isso é necessário para se obter a fase certa da rede para polarizar o diodo D_1 no sentido de haver condução da corrente no sentido do disparo.

Observamos que objetos grandes de metal não podem ser ligados ao sensor, como por exemplo portas, carros ou motos, pois seu tamanho faz com que haja uma corrente de fuga suficiente para disparar o circuito antes do toque de alguém. Também observamos que os objetos que funcionam como sensores devem estar isolados da terra. Caso ocorra um pequeno choque ao se tocar no sensor, aumente o valor de R_1.

Explicação

O corpo humano é condutor de eletricidade e estamos em contato com a terra. Assim, ao tocarmos no sensor circula uma corrente entre o nosso corpo e aquele, o que é suficiente para disparar o sensível circuito. Dessa forma, explique então como funciona o circuito e que ele é utilizado em muitos tipos de alarmes ou mesmo aparelhos domésticos.

Trabalhos adicionais

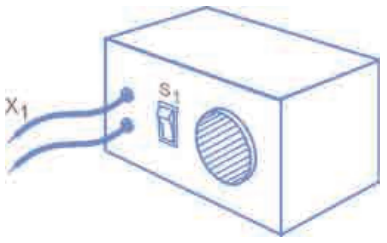
Substituindo a lâmpada por uma cigarra ou campainha, o circuito pode ser usado como um alarme protegendo objetos. Se a sua porta de entrada for de madeira e a fechadura de metal, você poderá usar a fechadura como sensor. Sempre que alguém mexer na fechadura, a campainha irá tocar.

Podemos criar uma competição, ligando o alarme em um de diversos objetos colocados numa mesa. Cada aluno, em sua vez, deve escolher e retirar um objeto. Aquele que retirar o objeto que fizer o alarme tocar sai do grupo, e assim por diante até que sobre apenas o vencedor.

Projeto 6:
Detector de umidade

Dispositivo que possibilita a detecção de pontos de umidade em paredes e pisos, muito útil para se descobrir vazamentos e infiltrações. Para trabalhos em feiras de ciências este aparelho pode detectar o momento em que começa a pingar água em algum experimento, ou ainda quando a umidade alcança um determinado valor. Ele também pode servir para mostrar que o corpo humano conduz a eletricidade e que o grau de condução depende da umidade da pele.

14 Montagem do detector de umidade



O indicador é sonoro e pela intensidade do som podemos ter uma idéia do grau de umidade no local, descobrindo da gravidade do vazamento. O sensor consiste de duas pequenas almofadas condutoras que, em contato com a parede, conduzem a corrente para o acionamento do circuito em caso de vazamentos, infiltrações ou simples presença de umidade do próprio ambiente (condensação).

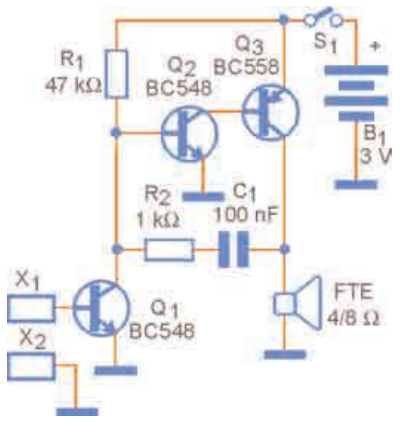
O aparelho funciona com pilhas comuns e possui indicação em alto-falante com grande sensibilidade. Nenhum ajuste é necessário e a operação do aparelho é muito simples: basta encostar o sensor no ponto em que se suspeita haver umidade. A montagem poderá ser feita em uma caixinha plástica conforme sugere a **figura 14**, o que facilita bastante sua utilização.

Como funciona

O que temos é um oscilador de áudio, que só entra em funcionamento quando houver polarização na base do transistor Q_2. A polarização vem justamente do transistor Q_1, que conduz a corrente no caso de haver circulação de corrente pelo sensor.

O sensor só conduz em presença de umidade e ele consiste de duas pequenas almofadas condutoras do tipo usado para proteger os circuitos integrados CMOS contra descargas estáticas, como as usadas nos computadores. Essas duas pequenas almofadas são coladas numa placa de circuito impresso em que soldamos os fios para ligação ao restante do circuito.

15 Diagrama completo do detector



Se houver umidade na parede ou local testado, a resistência cai e o contato com as almofadas condutoras permite a circulação de uma corrente que polariza Q_1 no sentido de haver condução. A frequência do oscilador é determinada tanto por R_1 como C_1 e a própria resistência apresentada entre o coletor e o emissor de Q_1.

Como esta resistência depende da umidade, temos diversas possibilidades: um som bem grave que representa uma resistência muito alta e pouca umidade ou, no outro extremo, um som mais agudo que representa uma resistência baixa e, portanto, muita umidade, como ocorre no caso de vazamento.

A alimentação do circuito é feita com pilhas comuns e a chave S1 é opcional, pois na condição de fora de uso, com a almofada dos sensores seca, o consumo de corrente é praticamente nulo.

Lista de materiais 6:

Semicondutores
Q1, Q2 - BC548 ou equivalentes - transistores NPN de uso geral
Q3 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral

Resistores (1/8 W. 5%)
R_1 - 47 kΩ - amarelo, violeta, laranja
R_2 - 1 kΩ - marrom, preto, vermelho

Capacitores
C_1 - 100 nF (104 ou 0,1) - cerâmico ou poliéster

Diversos
FTE - 4 ou 8 Ω x 5 cm - alto-falante pequeno
S_1 - Interruptor simples
B_1 - 3 V - duplas pilhas pequenas
X_1, X_2 - sensores - ver texto
Ponte de terminais ou placa de circuito impresso, caixa para montagem, suporte para duas pilhas, fios, solda etc.

Montagem

Confira o diagrama completo do aparelho na **figura 15** e a disposição dos componentes numa ponte de terminais na **figura 16**.

Os resistores podem ser de 1/8 W ou maiores, e o capacitor pode ser tanto de poliéster quanto cerâmico. O alto-falante é pequeno, aproveitado de um velho rádio, gravador ou aparelho de som portátil fora de uso, que possa caber em uma pequena caixa de plástico. Para as pilhas, usamos um suporte pequeno, e o sensor é fixado na própria caixa para maior facilidade de manuseio, ou ligado por meio de dois fios se a aplicação for diferente da original.

Prova e uso

Coloque as pilhas no suporte e acione S_1. Depois, é só encostar o sensor em qualquer local em que haja umidade (parede, mesa molhada, papel úmido etc). Deve haver a emissão imediata de som, conforme explicado anteriormente: agudo para grande umidade e mais grave para umidade mais leve.

Explicação

Esclareça que a água pura é isolante, mas em nosso meio ambiente existem muitas impurezas que, dissolvidas, a tornam condutora. Assim, os locais úmidos têm uma resistência elétrica menor e portanto fazem com que a corrente circule, o que leva o aparelho a "apitar".

Encostando os dedos no sensor o aparelho também acusa a condução, pois a pele é levemente condutora. A pele molhada produz um tom mais agudo do que a seca porque ela conduz melhor a corrente, o que demonstra porquê é perigoso tomar choques quando estamos molhados.

E não se esqueça de explicar também que o som mais grave corresponde a altas resistências resultantes de pouca umidade, e que alta frequência ou sons mais agudos corresponde a alta umidade.

Sugestão

Trocando o sensor por duas chapinhas de metal você pode transformar este aparelho num polígrafo. As pequenas variações de tom que ocorrem durante um interrogatório indicam que a resistência da pele da pessoa varia, o que denota um estado emocional que pode estar associado a uma mentira.

Na falta das almofadas condutoras, o sensor pode ser "fabricado" com duas chapinhas de metal coladas ou parafusadas em uma chapinha de plástico. Ligando um LDR em lugar dos sensores, o aparelho torna-se um sensível detector de luz que apita quando o sensor for iluminado. Diversas experiências interessantes podem ser feitas com esta alteração.

Projeto 7: Quem é o mais rápido?

Eis uma montagem simples que pode ser elaborada com facilidade pelos iniciantes. Trata-se de um jogo eletromecânico para ver quem tem reações mais rápidas. Este jogo possui uma roleta feita de metal ferroso (que pode ser atraído por ímãs), que deve ser girada rapidamente. Ao redor da roleta existem quatro pequenos eletroímãs que devem ser acionados quando o "juiz" gritar "já!", ou quando uma lâmpada for acesa para os competidores. A roleta será atraída pelos eletroímãs, mas dependendo de sua posição no giro, irá parar apontada para apenas um deles.

Um fator interessante a ser observado é que a roleta pode parar de tal forma a indicar como vencedor justamente o jogador que está na posição oposta ao que apertou em primeiro lugar. Esta imprevisibilidade permite juntar à rapidez de reação, um fator aleatório ao resultado do jogo.

O circuito é alimentado por pilhas comuns que terão uma boa durabilidade devido ao fato de que os jogadores não devem manter os botões apertados por mais do que alguns segundos de cada vez. A montagem exige mais habilidade mecânica do que eletrônica. A **figura 17** apresenta

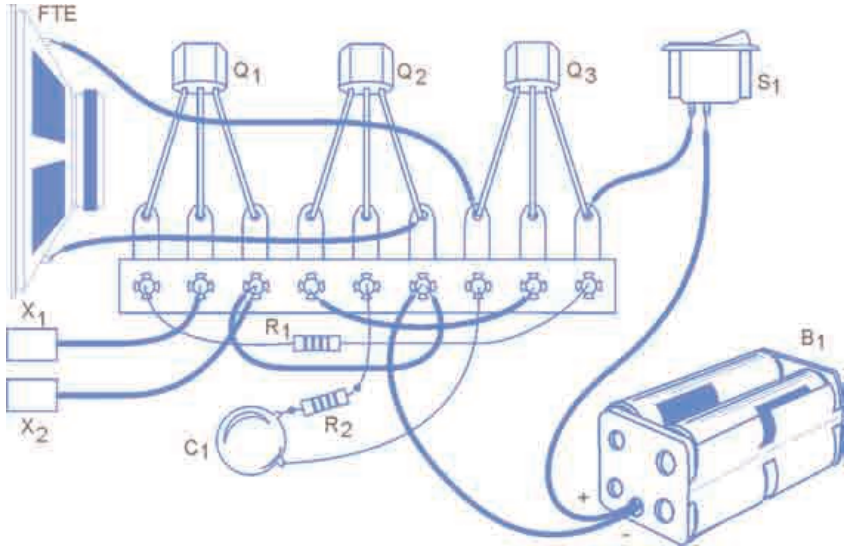
o diagrama do aparelho e a **figura 18** exibe o aspecto do tabuleiro em que é feita a montagem.

A roleta é feita com um pedaço de lata que deve ser dobrado e no ponto de encaixe deve ser feito um pequeno rebaixamento com um prego, isso de modo a encaixar o prego ou alfinete que serve de apoio. Esta roleta deve ser muito bem equilibrada para poder girar rapidamente com um impulso dado pelos dedos do operador.

Cada um dos pequenos eletroímãs é feito enrolando-se de 100 a 300 voltas de fio esmaltado bem fino (32 a 36) num prego comum. Para ligar os fios esmaltados nas pilhas (suporte) e nos interruptores de pressão (S_1 a S_4), é preciso raspar bem as pontas, pois sem isso a solda não "pega".

Os fios que são ligados aos interruptores devem ser longos para facilitar o manejo pelos jogadores.

16 Disposição dos componentes numa ponte de terminais

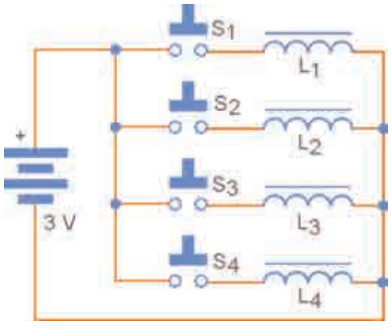


Como jogar:

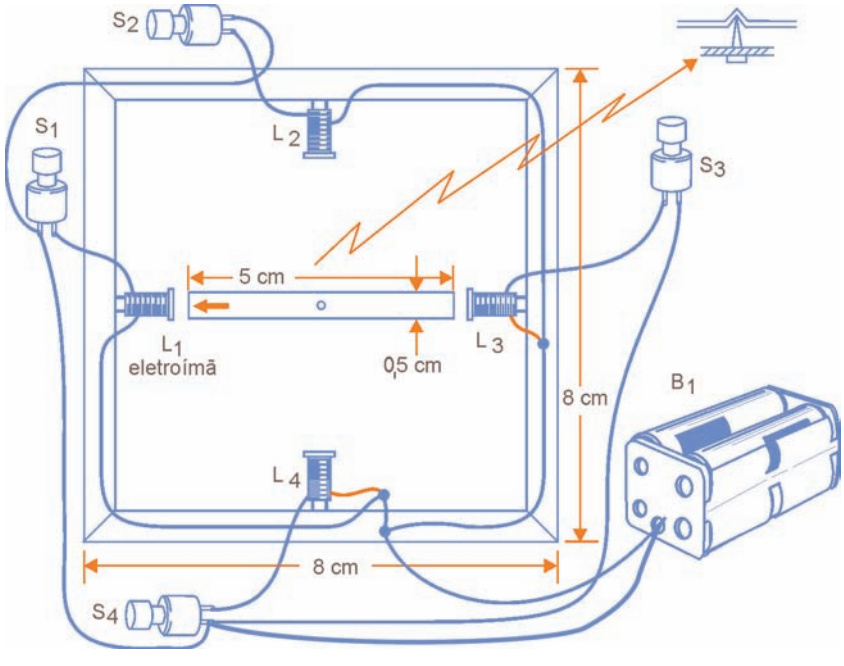
Gire com os dedos, rapidamente, a seta ou roleta. Cada competidor de 1 a 4 deve empunhar seu interruptor sem apertar, e prestar atenção ao juiz. Quando o juiz disser "já!" todos devem procurar apertar os botões o mais rápido que puderem. A roleta deve parar abruptamente, ficando apontada para o eletroímã correspondente ao vencedor. Antes de jogar, experimente o aparelho verificando se todos os eletroímãs conseguem atrair a seta para sua posição quando o interruptor correspondente é apertado.

As possibilidades de jogo utilizando-se a roleta são praticamente infinitas, como por exemplo em um "game show" de perguntas e respostas. f

17 Diagrama completo do aparelho



18 Aspecto do tabuleiro para a montagem

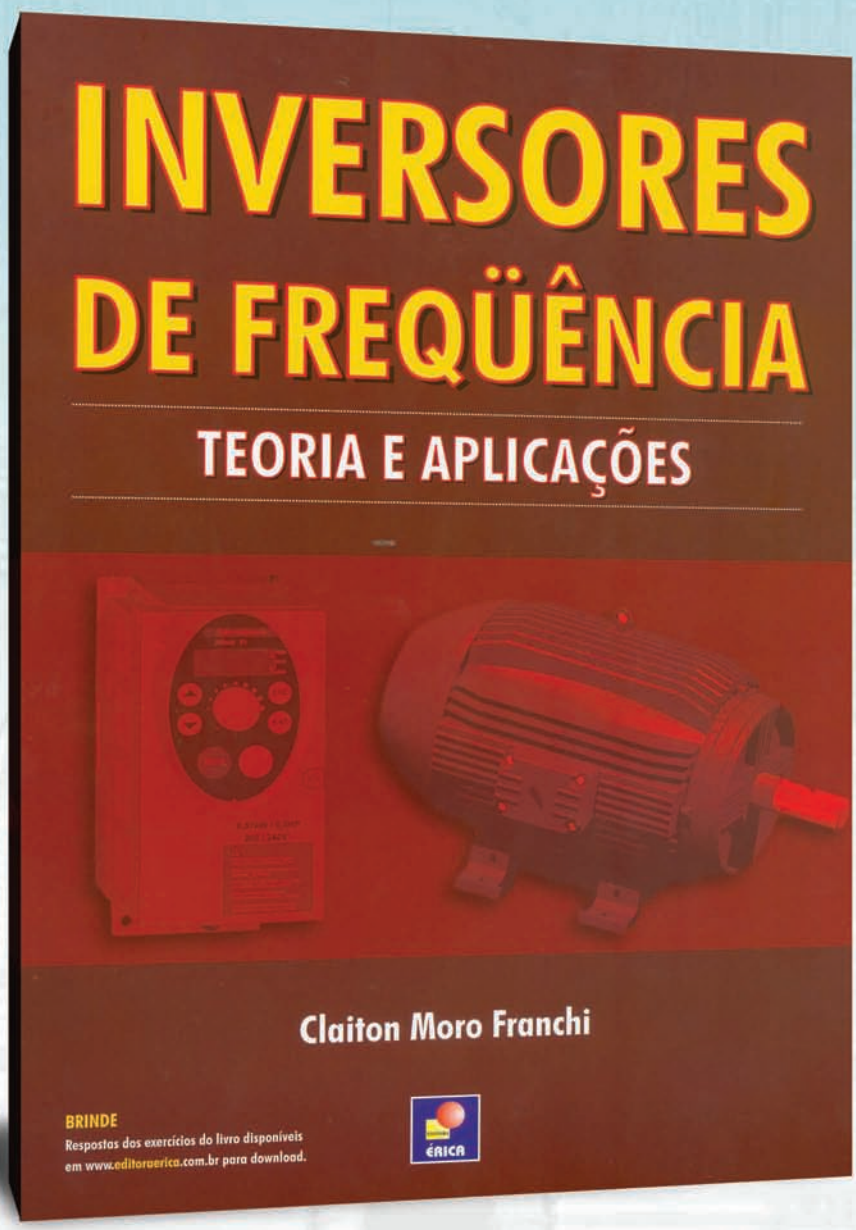


Lista de materiais 7:

B_1 - quatro pilhas pequenas ou médias
S_1 a **S_4** - Interruptores de pressão NA - botões de campainha
L_1 a **L_4** - eletroímãs - ver texto

Diversos
Tabuleiro, seta de lata, suporte de pilhas, fios, solda etc.

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