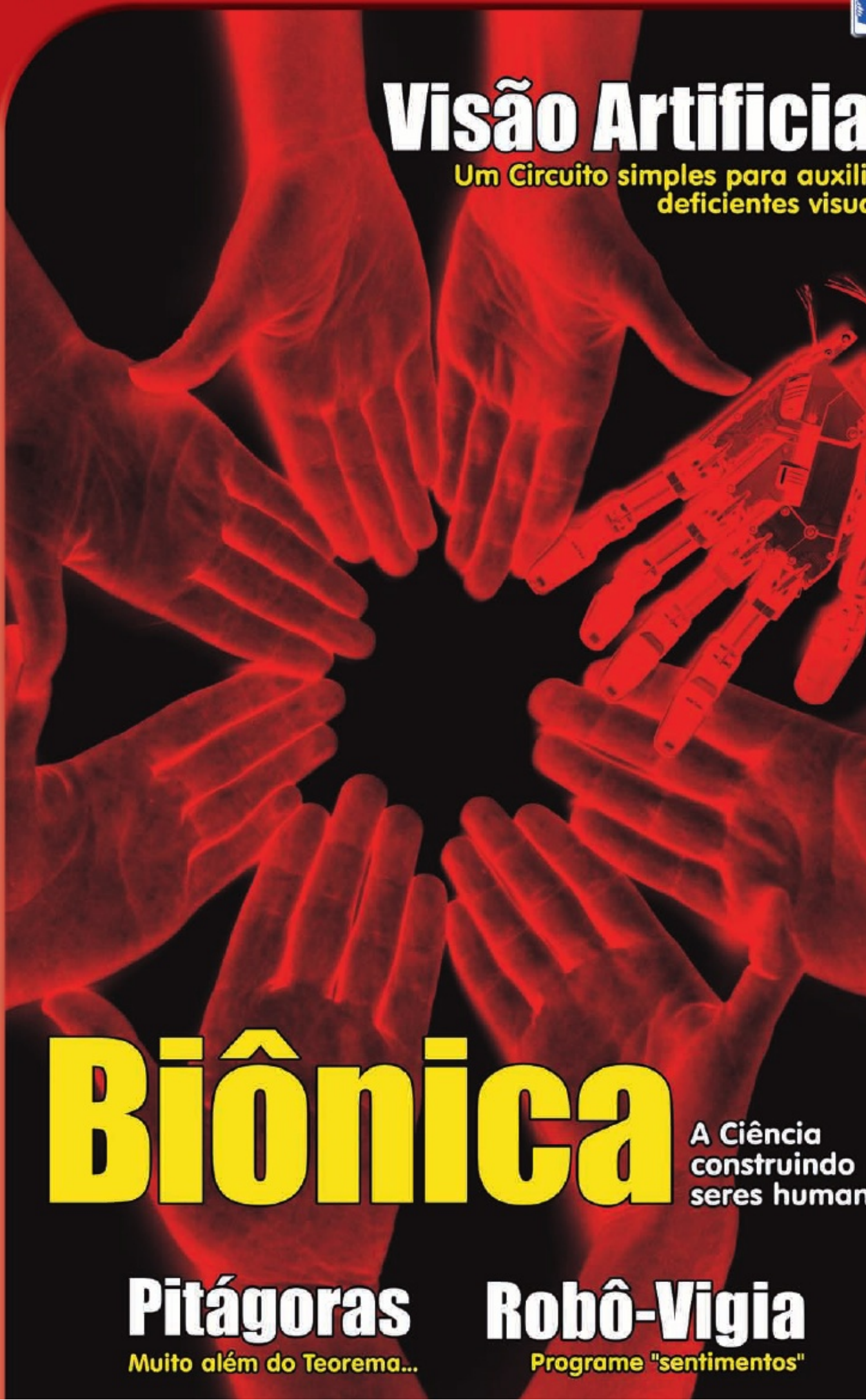
www.mecatronicafacil.com.br

Ano 7 - nº52 - R$ 6,50

MECATRÔNICA FÁCIL



Visão Artificia

Um Circuito simples para auxili
deficientes visu

Biônica

A Ciência
construindo
seres human

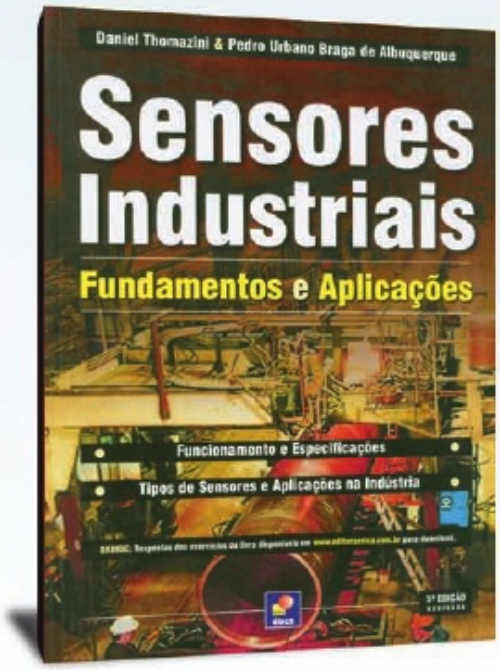
Pitágoras

Muito além do Teorema...

Robô-Vigia

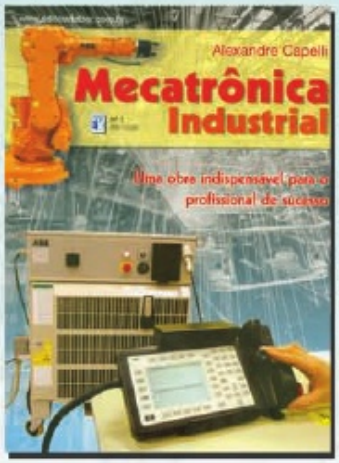
Programe "sentimentos"

ISSN 1678-0080



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.

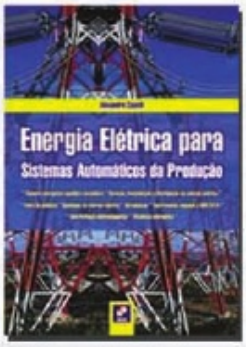


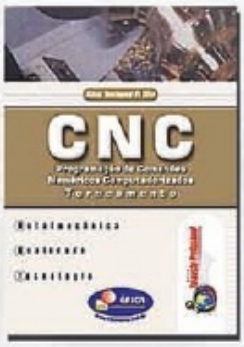
A tecnologia de automação integrou-se definitivamente aos processos de produção industrial. Hoje, a necessidade de alta produtividade em conjunto com a "excelência" da qualidade somente pode ser atendida com equipamentos rápidos, precisos e confiáveis.



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.
Diretor
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

Revisão Técnica
Eutíquio Lopez

Design Gráfico
Carlos C. Tartaglioni

Colaboradores
Diego Araújo Alves
Mauro Fecreira de Lima
Monique Souza
Newton C. Braga
Renato Paiotti

Capa
Arquivo

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

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

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

Associado da:
anatec
www.anatec.org.br

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

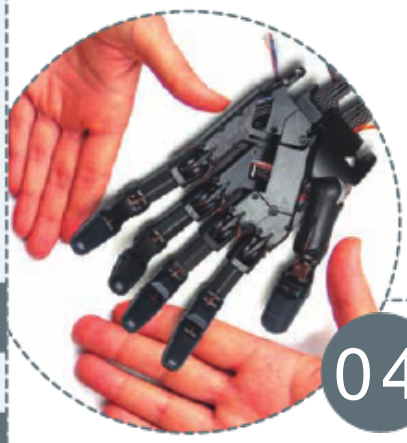
editorial

Alguns dos leitores já devem ter ouvido falar do "Homem de Seis Milhões de Dólares" e da Mulher Biônica, dois seriados que fizeram bastante sucesso na década de 60 cujo mote era o aprimoramento de seres humanos por equipamentos mecânicos implantados em seus corpos.

Naquela época, os conceitos de biônica pareciam mais delírios futuristas do que uma realidade possível como vemos hoje, com a quantidade de próteses e até mesmo órgãos artificiais que estão em desenvolvimento, sendo que alguns já estão no mercado, devolvendo a chance de uma vida normal à muitas pessoas.

Por isso, dedicamos a maior parte deste número da Mecatrônica Fácil ao assunto biônica e fomos em busca de conceitos e projetos que mostrassem ao nosso leitor o que a Ciência está fazendo para melhorar o que já se considera uma máquina perfeita: o corpo humano.

Carlos Eduardo Bazela



índice

Robonews 02

Parte Homem, Parte Máquina 04
Mas em qual proporção? Descubra aqui.

Pitágoras 10
Saiba mais sobre este gênio da Matemática.

Trigonometria na Robótica 12
A importância desta disciplina na programação dos robôs.

Visão Artificial 16
Monte um circuito para auxiliar deficientes visuais.

Robô-Vigia 18
Emule sentimentos em um robô construído com Modelix.

Modelix 22
Desta vez construiremos um elevador microcontrolado com o kit.

Equipamentos Valvulados 30
Antes do transístor, a válvula já movia o mundo.

Sirene para Uso Geral 34
Um dispositivo útil para diversas aplicações.

Timer de Bancada
Monte este simples projeto para sua feira de ciências.

Robonews

Saindo da Real

Pesquisadores do *Virtual Reality Research Center* / Centro de Pesquisa de Realidade Virtual da Universidade de Washington, nos Estados Unidos, estão aplicando a Realidade Virtual para diminuir a dor causada por alguns tipos de tratamento médico.

Para Hunter Hoffman, é natural ter vontade de sair de uma sala ou de um determinado ambiente quando estamos sentido dor e a Realidade Virtual oferece um lugar para onde a mente possa "fugir" e não precise se concentrar na dor que o corpo está sentindo.

É o caso de Jordan Robinson, que um dia resolveu atirar flechas em chamas contra sacos cheios de gasolina em seu quintal e acabou sofrendo queimaduras graves nas duas pernas e, consequentemente passou a sentir fortes dores durante as sessões de fisioterapia. Agora, todavia, não sofre tanto porque enquanto se recupera das queimaduras, Robinson está atirando bolas de neve em pinguins e homens de neve em um outro mundo gerado por computador, chamado apropriadamente de "*SnowWorld*". Em entrevista para a Reuters TV, ele se mostrou surpreso ao comentar o quanto a tecnologia ajudou a tornar menos torturantes suas sessões.

Honda apresenta sistema de mobilidade pessoal

Não são apenas os robôs que imitam os movimentos dos seres humanos. Este mês, a Honda apresentou o U3-X, um sistema de mobilidade individual com apenas uma roda, capaz de se mover em todas as direções e que foi inspirado no sistema de locomoção mais rudimentar do mundo: os nossos pés.

Com forma semelhante à de um banquinho com apoio para os pés, o equipamento foi projetado para ficar entre as pernas do usuário e, por meio de uma interface de comando simples, se mover para todas as direções incluindo diagonais, e concebido utilizando as tecnologias de equilíbrio e movimentação que foram desenvolvidas no ASIMO, robô humanóide fabricado pela marca. Além de permitir que o usuário controle a velocidade na qual se movimenta, o U3-X apresenta tamanho compacto para que não haja diferença significativa de altura entre uma pessoa em pé e outra que esteja usando o dispositivo.

Todo o projeto, que será o grande destaque do *stand* da Honda na edição deste ano da Tokyo Motorshow, realizada na cidade de Chiba, ainda é totalmente conceitual e não há sequer uma previsão de quando o U3-X, ou algum produto derivado dele, estará disponível no mercado para o consumidor final.



Robô Saltador:
mais uma dos militares americanos

Depois de criar aviões-bombardeiros não tripulados e robôs terrestres armados com metralhadoras, o Exército Americano apresentou mais um autômato para aplicações militares. O *Precision Urban Hopper*, que em português pode ser traduzido como Saltador Urbano de Precisão, se assemelha a um pequeno carro de controle remoto e um detalhe: é capaz de pular – literalmente – uma cerca ou um muro de até 7,5 m de altura com um único impulso e ainda chegar intacto ao outro lado.

O Hopper é guiado por GPS e utiliza para saltar um sistema composto por uma perna que, por sua vez, é acionada por um pistão instalado no centro de sua estrutura e carrega combustível suficiente para executar até 30 saltos.

Criado pela Boston Dynamics, a mesma que desenvolveu o robô militar para transporte de cargas chamado Big Dog (que conhecemos melhor na MF Nº 50), o projeto foi financiado pelo DARPA - *Defense Advanced Research Projects Agency* / Agência de Pesquisa Avançada de Projetos Militares e possui aplicações de vigilância que vão desde os campos de batalha até busca e salvamento em áreas urbanas.



Pedala, Robô!

Falamos sempre sobre as inúmeras aplicações dos robôs em nosso cotidiano, indo das mais úteis até as mais inusitadas. Esta com certeza se encaixa no segundo grupo. Um americano chamado Carl desenvolveu um robô para uma única tarefa: acompanhá-lo em seus passeios de bicicleta. Joules, como foi chamado pelo seu criador, fazendo claramente uma alusão à unidade de medida que determina a quantidade de energia utilizada para se realizar um trabalho, é movido por um motor PMG e, quando devidamente acomodado em um dos assentos daquelas bicicletas para duas pessoas, é capaz de fornecer um apoio considerável para o ciclista, e seus mecanismos imitam com perfeição as articulações de uma perna humana ao pedalar.

Uma vez que um robô não se cansa ou sofre de câimbras, Joules pode acompanhar Carl em passeios de longa distância, o que se mostra uma boa alternativa para condução automatizada de meios de transporte de pequeno porte. Já imaginou o Joules entregando jornais de bicicleta na sua rua, por exemplo?



Parte Homem Parte Máquina

Tema recorrente em
vários livros e filmes de

Ficção Científica, se pro-
curarmos uma definição
de Biónica no dicionário,
encontraremos algo
parecido com: "implan-
tação de movimentos
encontrados nos seres
vivos em equipamen-
tos industriais ou que
simulem o papel de par-
tes orgânicas".

Mas linhas a seguir, ire-
mos conhecer alguns
dos diversos campos nos
quais a Biónica se aplica
e ver o quanto a tecno-
logia pode evoluir "imi-
tando" a natureza.

Carlos E. Bazela

Parte Homem Parte Máquina



Tema recorrente em ***vários livros e filmes de Ficção Científica, se procurarmos uma definição de Biônica no dicionário, encontraremos algo parecido com: "implantação de movimentos encontrados nos seres vivos em equipamentos industriais ou que simulem o papel de partes orgânicas".***

Nas linhas a seguir iremos conhecer alguns dos diversos campos nos quais a Biônica se aplica *e ver o quanto a tecnologia pode evoluir* ***"imitando" a natureza.***

Carlos E. Bazela

Ao contrário do que se pensa, o termo Biônica não se aplica apenas à criação de estruturas mecânicas artificiais feitas para substituir membros perdidos por humanos ou animais. Uma das aplicações mais antigas deste conceito pode ser encontrada nas nossas roupas há séculos: o velcro.

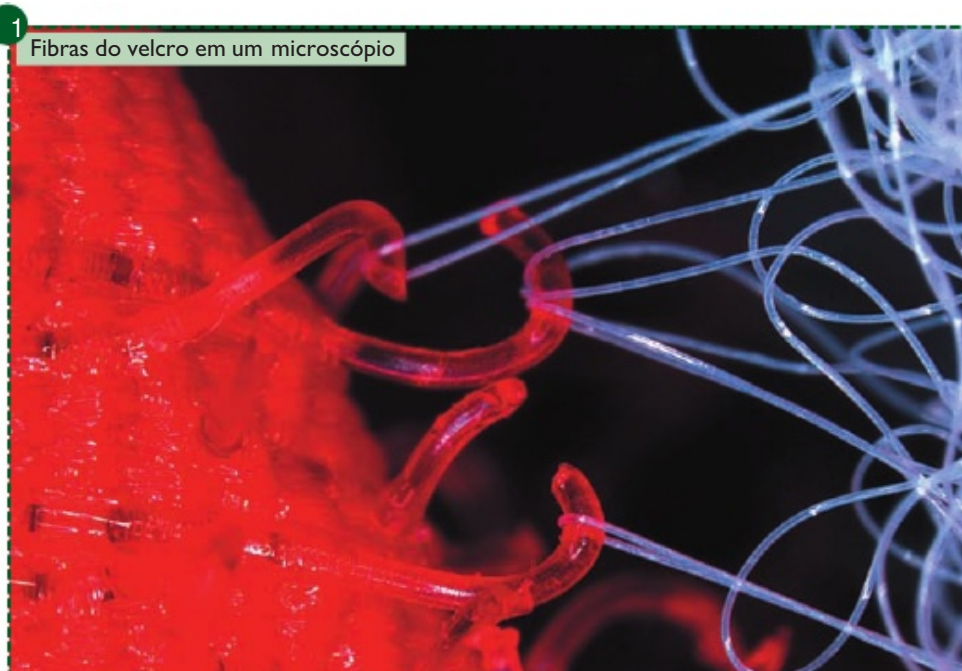
Criado pelo engenheiro suíço Georges de Mestral em 1941, o velcro nada mais é do que uma imitação sintética da planta Arctium, popularmente conhecida como carrapicho. Mestral percebeu como as sementes de carrapicho aderiam às suas roupas e aos pelos do seu cachorro após colocá-las sob a lente de um microscópio. Ele viu que as sementes eram compostas de diversos filamentos entrelaçados com pontas salientes que se dobravam, lembrando pequenos ganchos.

Foi daí que surgiu a idéia de reproduzir o processo de "agarrar" da planta com a junção de pequenos ganchos de plástico a filamentos enrolados, feitos na mesma proporção de tamanho e também feitos em plástico.

O processo, além de reversível, é uma maneira prática e eficaz de se unir duas extremidades, principalmente em peças de vestuário, tais como camisas, casacos e chegando até mesmo aos tênis e luvas.

Hoje, o nome velcro, originado pela junção das palavras em francês veludo (*velours*) e gancho (*crouchet*) é um termo comum que designa qualquer peça que seja composta pelo material citado acima (pequenos ganchos unidos com filamentos de plástico) (**figura 1**).

1 Fibras do velcro em um microscópio



2 Sistema de sonar dos morcegos



Box 1:

O termo Ciborgue (*Cyborg*, em inglês) é uma junção das palavras Organismo Cibernético (*Cybernetic Organism*) foi criado em 1960 pelos cientistas Manfred E. Clynes e Nathan S. Kline ao fazerem um estudo sobre um ser humano melhorado artificialmente para poder sobreviver em condições extremas como, por exemplo, no espaço sideral.

Este estudo foi publicado em 1965 no livro *Cyborg: evolution of the superman*, época na qual todos os assuntos ligados à exploração do espaço estavam em evidência devido à Corrida Espacial promovida pela União Soviética e pelos Estados Unidos que culminou com a chegada do primeiro homem à Lua em 1969.

Mesmo com o velcro datado dos anos 40 e alguns registros que relatam estudos na área durante a II Guerra Mundial, a Biônica apenas passou a ser considerada uma disciplina, recebendo atenção, na década de 60 com investimento das universidades e criação de laboratórios específicos para esse fim.

Qual o objetivo?

Antes de mais nada, a necessidade da criação de uma disciplina que estudasse os processos da natureza se impôs porquê muitos problemas do nosso cotidiano já foram, muitas vezes, resolvidos por ela própria.

Os morcegos, por exemplo, são animais que não possuem uma visão desenvolvida por estarem acostumados a viver em cavernas e ambientes com pouca luz. No entanto, para compensar sua deficiência visual, esses animais desenvolveram um poderoso sentido de sonar que lhes permite voar e caçar no escuro e se mover com destreza dentro das cavernas sem se chocarem com as paredes ou terem problemas para localizar suas presas.

3 Antena de radar



4 Prótese de dedão egípcio



5 Pino de ligação para prótese de bacia



Para se orientarem, os morcegos emitem um som em uma frequência ultrassônica que ecoa pelo ambiente, "bate" em qualquer superfície que esteja à sua frente e é novamente captado pelas suas orelhas, o que permite ao animal calcular, pela intensidade e tempo que o som demora para ser captado, a distância que ele está daquele determinado objeto, ou mesmo da sua presa, guiando assim o seu vôo. (**figura 2**)

O radar, equipamento utilizado para localizar os aviões no céu nada mais é do que uma aplicação do sentido dos morcegos, pois consiste na projeção em uma tela de algo encontrado no ar por um sinal que é emitido e depois captado pela mesma antena.

Podemos dizer que sem o radar seria impossível termos um tráfego aéreo como existe hoje, pois a probabilidade de acidentes o tornaria inviável. (**figura 3**)

Cibernética

Quando tocamos no assunto Biônica hoje, de pronto relacionamos a palavra a um ser humano composto por partes humanas e mecânicas.

Na verdade, esses conceitos fazem parte de um outro campo, a Cibernética, termo este que, também contrariando o que a maioria acredita, não é uma palavra especificamente relacionada à tecnologia, porque seu significado remete a um sistema que funcione de maneira autônoma, seja ele orgânico, mecânico ou mesmo econômico.

Toda essa confusão se dá por uma questão de palavras parecidas, uma vez que este ser humano híbrido mencionado acima recebe o nome de Ciborgue. (**Box 1**)

Na época, Clynes era diretor científico do Laboratório de Simulação Dinâmica de Rockland State Hospital, em Nova Iorque, e levantou uma série de questões éticas com seu estudo que são debatidas até hoje, como onde termina o homem e a máquina começa e vice-versa, indagando até que ponto a implantação de órgãos e membros mecânicos pode interferir no livre arbítrio, nas emoções humanas e quantos pontos um ser que fosse constituído de, digamos, 70% ou mais de matérial mecânico, conseguiria no Fator Silva (**Box 2**) para ser classificado como homem ou robô.

Embora os livros e filmes de ficção científica nos deixem maravilhados (e às vezes até assustados) com a ideia de seres humanos melhorados por implantes cibernéticos, isso já existe e está mais próximo de nós do que imaginamos.

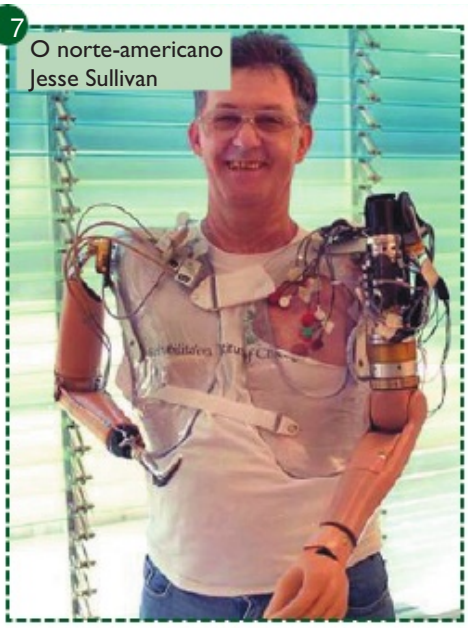
As Próteses

Um dos campos mais beneficiados pela Biônica é a medicina. Mais precisamente a área da ortopedia, pois observando e estudando os tipos de movimentos dos seres humanos,

6 A Power Knee



7 O norte-americano Jesse Sullivan



podemos desenvolver próteses e tratamentos mais eficazes para pessoas que tenham sofrido alguma espécie de trauma físico.

Em 2007, a revista Scientific American publicou a foto de uma réplica de um dedão do pé feita em madeira e couro (**figura 4**), encontrada pelos pesquisadores da Universidade de Manchester que, acredita-se, ser a primeira prótese da história.

O dedão foi encontrado em uma múmia egípcia de 2400 anos e chama a atenção por estar em ótimo estado de conservação depois de tanto tempo e ser bem trabalhado, o que demonstra que, mesmo na antiguidade, a estética era tão importante quanto a funcionalidade da prótese.

Atualmente, com a evolução dos processos industriais e o emprego de novos materiais (**Box 3**), as próteses conciliam a questão estética com a funcionalidade e utilizam os conceitos de Biônica para emular o movimento dos seres humanos e deixá-los mais fluidos e naturais.

Um bom exemplo disso é o sistema de articulação que há em próteses colocadas na bacia (**figura 5**), onde pinos de ponta esférica reproduzem de maneira quase perfeita o encaixe do osso e sua movimentação.

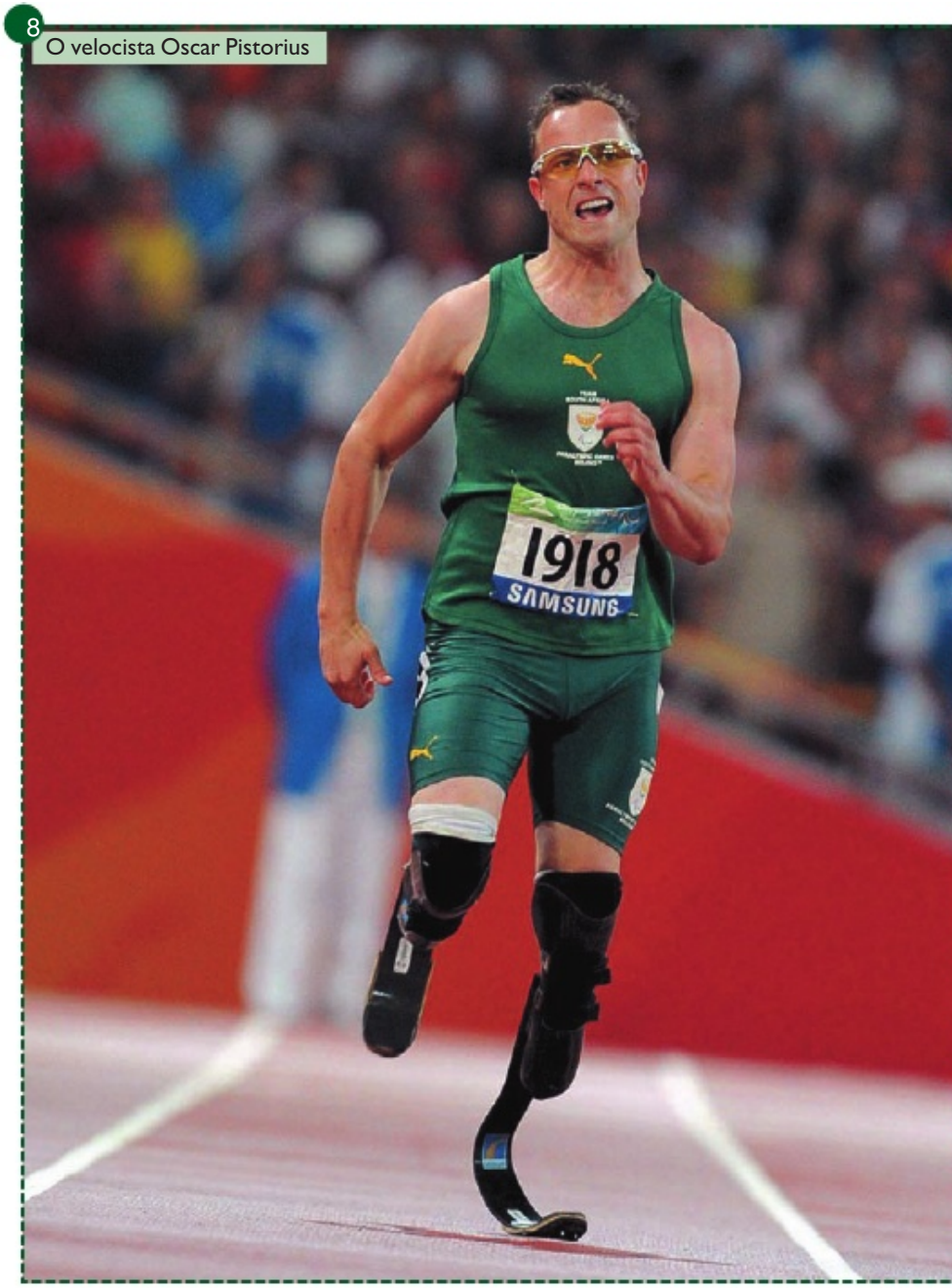
A cibernética tem ajudado a melhorar consideravelmente a qualidade das próteses que vêm sendo produzidas em caráter experimental há algum tempo e já estão chegando ao alcance do público, como é o caso da Power Knee, vista na **figura 6**, uma prótese femural (para amputações que aconteceram do joelho para baixo) fabricada pela canadense Victhom.

Este equipamento conta com um sistema composto por um motor elétrico, sensores e amortecedores comandados por uma inteligência artificial que se adapta ao perfil do usuário, lhe permitindo executar movimentos como correr, subir e descer escadas - o que com outras próteses seriam considerados difíceis – naturalmente, sem que os movimentos pareçam muito mecânicos, ainda que não estejam no nível de perfeição dos membros originais.

O norte-americano Jesse Sullivan foi o primeiro a receber um exemplar dessa nova geração de próteses. Um não, dois. Após um acidente que amputou seus dois braços, Sullivan ganhou um par de braços biônicos desenvolvidos pelo Instituto de Reabilitação de Chicago, cujo controle é feito diretamente por seu cérebro por meio dos nervos que moviam os membros originais e agora comandam as interfaces cibernéticas.(**figura 7**)

Entretanto, as próteses biônicas não se limitam a membros perdidos. Pessoas que sofrem de surdez tota

8 O velocista Oscar Pistorius



Box 2:

Com a crescente evolução da robótica, o cientista brasileiro Carlos Ferreira da Silva criou um cálculo que ficou conhecido com Fator Silva (FS) que, segundo ele, é capaz de medir o Índice de Humanidade (IH) de uma máquina (ou mesmo em um ser humano, por que não?) em uma escala onde 0 equivale a total ausência de humanidade e 1 seria o mesmo que uma Madre Teresa de Calcutá.

Para que o leitor possa ter uma base, Andrew, o personagem do ator Robin Williams em "O Homem Bicentenário" possui um FS de 0,7239, enquanto seres humanos normais atingem, em média, uma pontuação que varia entre 0,84 e 0,94 na escala.

São considerados os quesitos: intelectual, físico, espiritual e sentimental que, somados, revelam o IH de quem – ou do quê - está sendo analisado.

Para quem quiser fazer as contas e descobrir o Fator Silva das pessoas e objetos ao redor, acesse a planilha completa disponível para download em: **www.mecatronicaatual.com.br/files/file/ed_28/fs_silf.xls**

9 Cheetah Flex Foot



Box 3:

Para se definir o material a ser empregado em uma prótese deve-se considerar sua resistência ao atrito e a choques em relação à região do corpo onde ela será colocada. Uma única prótese pode ser composta por mais de um material que, em geral, consistem de:

- **Metais:** normalmente representados pelo aço-inox, cromo-cobalto e ligas a base de titânio que são leves e resistentes.
- **Cerâmicos:** as próteses utilizam materiais cerâmicos como o zircônio e existem alguns materiais biológicos que também se enquadram nesta classificação, como a hidroxiapatita, presente em nossos ossos e, até mesmo, o coral, que é uma cerâmica natural porosa.
- **Polímeros:** próteses no joelho e quadril, por exemplo, utilizam polietileno, enquanto polímeros como o silicone são usados para o acabamento e fins estéticos.

ou parcial estão sendo beneficiadas por um equipamento eletrônico que substitui totalmente o ouvido humano por meio de eletrodos implantados na cóclea, que captam a vibração sonora e mandam os impulsos diretamente ao cérebro pelos nervos auditivos. No mundo todo, mais de 150.000 pessoas já utilizam o ouvido biônico, sendo que 2.000 delas estão no Brasil.

O caso Pistorius

Oscar Pistorius é um velocista sul-africano de 22 anos que perdeu as pernas na altura do joelho ainda bebê devido a um problema de má formação dos ossos, e participa de corridas graças ao seu par de próteses especiais fabricadas na Islândia (Box 4).

Embora seja considerado um grande talento das para-olimpíadas, algo que lhe valeu o apelido de Blade Runner, Pistorius foi proibido de competir nas Olimpíadas de Pequim (as convencionais) por ser considerado acima do nível dos outros atletas.

De acordo com a Associação Internacional de Federações de Atletismo (IAAF), as próteses usadas pelo corredor são capazes de poupar 30% de energia para impulsionar o corpo comparando-se com uma pessoa normal, o que lhe concederia vantagem considerável sobre os outros competidores. Em maio do ano passado, Pistorius recorreu da decisão e foi autorizado a competir, mas acabou não conseguindo se classificar para o evento. (**figura 8**)

Conclusão

Como vimos, os conceitos de Biônica são muito mais do que a substituição de membros perdidos do corpo por partes mecânicas de alta tecnologia, sendo um estudo profundo de como nós podemos resolver situações complexas utilizando soluções simples que apenas imitam o que a natureza faz com perfeição.

Box 4:

Com a forma de duas lâminas curvadas, o equipamento feito em fibra de carbono pouco se assemelha a um par de pernas e foi desenvolvido especificamente para garantir alta performance em pistas de corrida para os deficientes físicos.
O conjunto todo, batizado de *Cheetah Flex Foots* (Pés de Guepardo Flexíveis, em português), é composto basicamente das lâminas e tiras de fixação e, como o próprio nome deixa claro, foi desenvolvido com base no sistema de locomoção desse felino, considerado o mais rápido dos animais terrestres.



A soma dos quadrados dos catetos é igual ao...

Monique Souza

*Quem gosta (ou não) de matemática, com certeza já ouviu esse nome: Pitágoras. **O filósofo e matemático grego** nasceu em Samos a cerca do ano 570 a.C. e morreu em Metaponto a cerca do ano 496 a. C..*

Não é fácil afirmar muita coisa sobre a biografia de Pitágoras, uma vez que sua vida está envolta em lendas. Ele foi objeto de uma série de relatos tardios e fantasiosos, como os referentes às viagens e aos contatos com as culturas orientais. Entretanto, parece certo que ele fundou uma escola mística e filosófica em Crotona (colônia grega na Península Itálica), cujos princípios foram determinantes para a evolução geral da matemática e da filosofia ocidental, onde os principais enfoques eram: harmonia matemática, doutrina dos números e dualismo cósmico essencial. Acredita-se que ele tenha sido casado com a física e matemática grega Theano, que foi sua aluna. Supõe-se que ela e as duas filhas tenham assumido a escola pitagórica após a morte do marido.

Os pitagóricos interessavam-se pelo estudo das propriedades dos números - para eles o número era sinônimo de harmonia e considerado como essência das coisas - constituíndo-se então da soma de pares e ímpares, noções opostas (limitado e ilimitado): respectivamente números pares e ímpares expressando as relações que se encontram em permanente processo de mutação, criando a teoria da harmonia das esferas (o cosmos é regido por relações matemáticas).

Alguns pitagóricos chegaram até a falar da rotação da Terra sobre o eixo, mas a maior descoberta de Pitágoras ou dos seus discípulos (uma vez que há obscuridades que cercam o pitagorismo devido ao caráter esotérico e secreto da escola) deu-se no domínio da geometria e se refere às relações entre os lados do triângulo retângulo. A descoberta foi enunciada no teorema de Pitágoras.

O símbolo utilizado pela escola era o pentagrama, que, como descobriu Pitágoras, possui algumas propriedades interessantes. Um pentagrama é obtido traçando-se as diagonais de um pentágono regular; pelas intersecções dos segmentos destas diagonais, é obtido um novo pentágono regular, que é proporcional ao original exatamente pela razão áurea.

Pitágoras descobriu em quais proporções uma corda deve ser dividida para a obtenção das notas musicais no início, sem altura definida, sendo uma tomada como fundamental (pensemos numa longa corda presa a duas extremidades que, quando tangida, nos dará o som mais grave) e a partir dela, gerar-se-á a quinta e terça através da reverberação harmônica. Os sons harmônicos. Prendendo-se a metade da corda, depois a terça parte e depois a quinta parte conseguiremos os intervalos de quinta e terça em relação à fundamental. A chamada Série Harmônica. À medida que subdividimos a corda, obtemos sons mais altos e os intervalos serão diferentes. E assim sucessivamente. Ele também descobriu que frações simples das notas, tocadas juntamente com a nota original, produzem sons agradáveis. Já as frações mais complicadas, tocadas com a nota original produzem sons desagradáveis.

O nome está ligado principalmente ao importante teorema que afirma "Em todo triângulo retângulo, a soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa".

Números figurados

Os pitagóricos estudaram e demonstraram várias propriedades dos números figurados. Entre estes o mais importante era o número triangular 10, chamado pelos pitagóricos de *tetraktys*, tétrada em português. Este número era visto como um número místico uma vez que continha os quatro elementos fogo, água, ar e terra: 10 = 1 + 2 + 3 + 4, e servia de representação para a completude do todo.

Números perfeitos

A soma dos divisores de determinado número com exceção dele mesmo, é o próprio número. Exemplos:

1. Os divisores de 6 são: 1,2,3 e 6. Então, 1 + 2 + 3 = 6.
2. Os divisores de 28 são: 1, 2, 4, 7, 14 e 28. Então, 1 + 2 + 4 + 7 + 14 = 28.

Teorema de Pitágoras

Um problema não solucionado na época de Pitágoras era determinar as relações entre os lados de um triângulo retângulo. Pitágoras provou que a soma dos quadrados dos catetos é igual ao quadrado da hipotenusa.



Uso da trigonometria na robótica

Projetar robôs sem usar cálculos é igual a ir a um lugar onde você nunca foi sem usar mapas ou perguntar a alguém como chegar, ou seja, se acertar na primeira será por acaso.

Renato Paiott

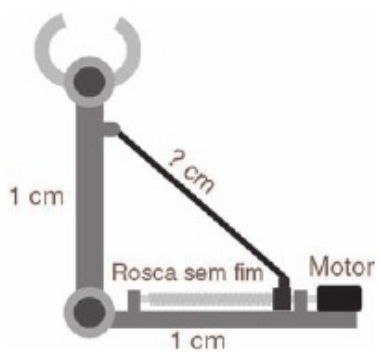
Pode parecer massante aprender trigonometria, principalmente quando nos ensinam diversas fórmulas para que apenas possamos memorizá-las para um dia aplicarmos na prova do vestibular. Dependendo do que escolhemos como profissão isso pode até ser útil, mas para quem deseja ingressar na área tecnológica, os cálculos são o alicerce de qualquer projeto, mesmo para uma simples regra de três, os cálculos são necessários.

Veremos nas linhas seguintes algumas aplicações e como chegar a aquela conclusão, não só aplicando os teoremas mas entendendo-os.

Caso 1: Movendo um braço robótico com aplicação do teorema de Pitágoras.

Imagine o seguinte: Você tem um braço robótico, mas o seu acionamento é feito com eixo de rosca sem fim, conforme mostra o desenho da **figura 1**. Note que a dobra do braço mecânico, a haste que puxa o braço, e o eixo da rosca sem fim formam um triângulo, e quando totalmente puxado trata-se de um triângulo retângulo (um dos ângulos tem 90°).

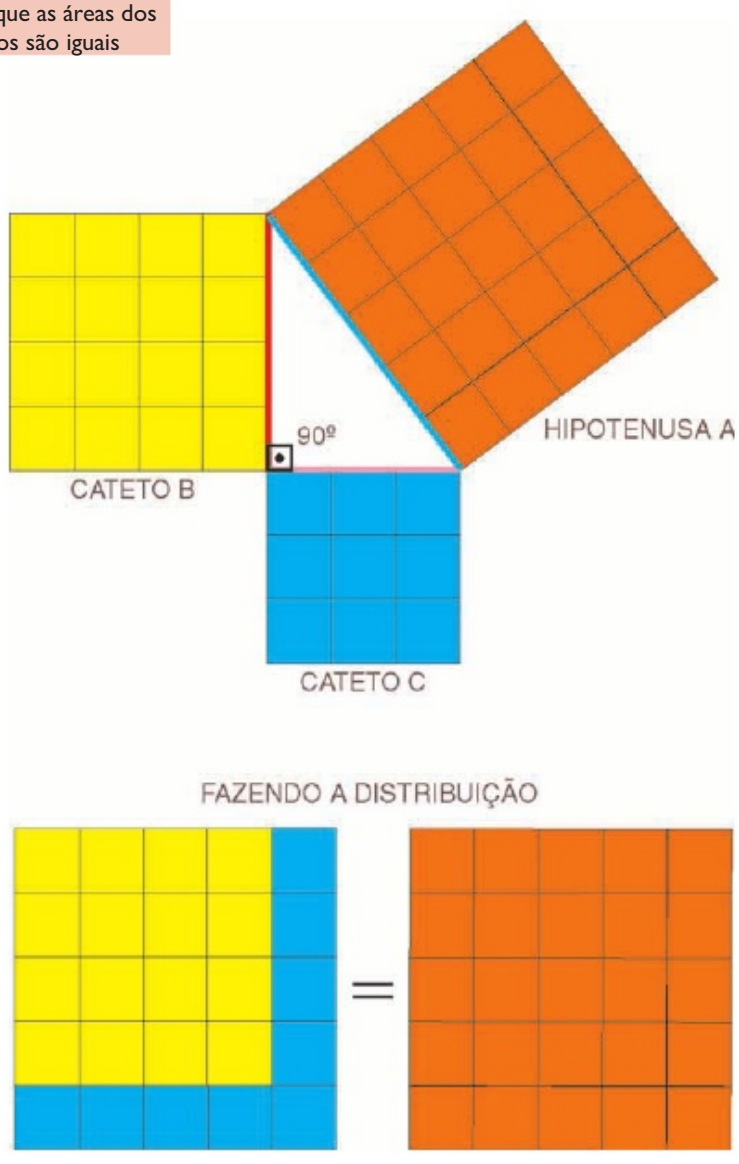
1 O braço robótico



Sabemos que da dobra do braço até o parafuso temos 1 cm, e o eixo da rosca sem fim tem 1 cm no seu limite final. Porém uma dúvida fica no ar, qual será o tamanho da haste que irá puxar o braço mecânico?

Segundo Pitágoras, a soma dos catetos elevados ao quadradro é igual à hipotenusa elevada também ao quadrado. Até aqui são fórmulas aplicadas, mas como ele chegou a esta conclusão?

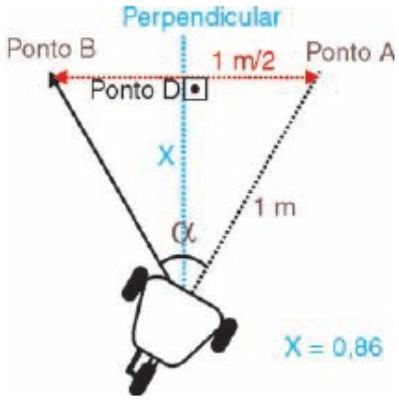
2 Notem que as áreas dos quadrados são iguais



3 Plano de trajetória do robô



4 Traçando uma reta perpendicular



Para sabermos como ele pode ter descoberto esta fórmula vamos fazer o seguinte: seguindo a ideia da **figura 2**, temos um triângulo retângulo, onde supostamente Pitágoras, por algum motivo, precisou descobrir a medida de um dos lados de um triângulo, então nada melhor de que trabalharmos em um triângulo de exemplo.

Ele chegou à conclusão que se multiplicasse um dos lados do triângulo por ele mesmo teria uma área quadrada (por isso elevar ao quadrado). Depois ele fez isso com os outros dois lados, foi aí que ele somou os dois lados que ficam unidos pelo ângulo de 90 graus e notou que o resultado obtido era igual ao lado oposto ao ângulo de 90 graus. Para simplificar ainda mais as coisas, ele resolveu chamar as retas que se uniam ao ângulo de 90 graus de catetos, e o lado oposto de hipotenusa. Colocando o seu raciocínio em uma fórmula, Pitagoras descreveu: a = hipotenusa, b = cateto e c = cateto, logo $a^2 = b^2 + c^2$.

Esta lógica pode ser notada na **figura 2**, onde temos a distribuição feita em quadrados, as laterais do triângulo são elevadas ao quadrado e depois comparadas, os catetos com a hipotenusa.

Agora fica fácil resolver o nosso problema do braço robótico, vemos que a dobra do braço cria um ângulo de 90 graus quando totalmente puxado, se ele tem a distância de 1 cm da dobra até o parafuso de fixação e de 1 cm da dobra até o término da rosca sem fim, vamos descobrir a haste (hipotenusa), aplicando a fórmula:

$$Haste^2 = braço^2 + rosca\ sem\ fim^2$$

Trocando pelos números temos:

$$Haste^2 = 1^2 + 1^2$$
$$Haste^2 = 1 + 1$$
$$Haste = \sqrt{2}$$

E agora Pitágoras? Haste multiplicado pela Haste não é igual a 2?

Os gregos na época de Pitágoras não conheciam a Raiz Quadrada, então eles diziam que a Haste precisaria ter um valor onde um número multiplicado por ele mesmo deveria ser igual a 2. Nós da sociedade moderna conhecemos a raiz quadrada, mas na época de Pitágoras os cálculos eram feitos passo a passo, o que explicaremos em outra oportunidade. Por enquanto vamos utilizar a calculadora, onde temos o resultado de Haste ≅ 1,41.

Caso 2: Calculando a trajetória do robô usando Seno, Cosseno e Tangente

Imagine um robô que tenha em sua central de processamento um programa que controla os motores e servomotores, conforme o mapa



configurado em sua memória ele faz a sua trajetória, porém um obstáculo ou uma mudança de planos faz com que ele mude o destino final. Quantos graus o robô terá que mudar a sua trajetória para alcançar o destino B ao invés do A, sendo que o ponto B está à mesma distância que o ponto A?

Na **figura 3** temos uma ilustração que mostra bem essa cena, note que o robô estava indo para o ponto A quando, por algum motivo ele teve que refazer a rota para o ponto B. Para isso temos que mandar o servo rotacionar tantos graus para que o robô tome a direção correta até o ponto B, mas quantos graus?

Para fazer este cálculo precisamos coletar os dados necessários para resolvermos a questão. O primeiro é saber a distância entre o ponto onde está o robô e o ponto A, a segunda informação seria a distância entre o ponto A e o ponto B, ou do ponto onde o robô se encontra até o ponto B. Vamos partir do princípio que temos a distância entre o ponto A e o ponto B. Então temos os seguintes dados:

- Distância entre o PA (ponto atual) e o ponto A = 1 m.
- Distância entre o ponto A até o ponto B = 1 m.

Para auxiliar no cálculo, traçamos uma reta perpendicular à distância do ponto A e o B, de forma que tenhamos dois triângulos retângulos (com

T1

Ângulo	Seno	Cosseno	Tangente	Ângulo	Seno	Cosseno	Tangente
1	0,017452	0,999848	0,017455	45	0,707107	0,707107	1
2	0,034899	0,999391	0,034921	46	0,71934	0,694658	1,03553
3	0,052336	0,99863	0,052408	47	0,731354	0,681998	1,072369
4	0,069756	0,997564	0,069927	48	0,743145	0,669131	1,110613
5	0,087156	0,996195	0,087489	49	0,75471	0,656059	1,150368
6	0,104528	0,994522	0,105104	50	0,766044	0,642788	1,191754
7	0,121869	0,992546	0,122785	51	0,777146	0,62932	1,234897
8	0,139173	0,990268	0,140541	52	0,788011	0,615661	1,279942
9	0,156434	0,987688	0,158384	53	0,798636	0,601815	1,327045
10	0,173648	0,984808	0,176327	54	0,809017	0,587785	1,376382
11	0,190809	0,981627	0,19438	55	0,819152	0,573576	1,428148
12	0,207912	0,978148	0,212557	56	0,829038	0,559193	1,482561
13	0,224951	0,97437	0,230868	57	0,838671	0,544639	1,539865
14	0,241922	0,970296	0,249328	58	0,848048	0,529919	1,600335
15	0,258819	0,965926	0,267949	59	0,857167	0,515038	1,664279
16	0,275637	0,961262	0,286745	60	0,866025	0,5	1,732051
17	0,292372	0,956305	0,305731	61	0,87462	0,48481	1,804048
18	0,309017	0,951057	0,32492	62	0,882948	0,469472	1,880726
19	0,325568	0,945519	0,344328	63	0,891007	0,45399	1,962611
20	0,34202	0,939693	0,36397	64	0,898794	0,438371	2,050304
21	0,358368	0,93358	0,383864	65	0,906308	0,422618	2,144507
22	0,374607	0,927184	0,404026	66	0,913545	0,406737	2,246037
23	0,390731	0,920505	0,424475	67	0,920505	0,390731	2,355852
24	0,406737	0,913545	0,445229	68	0,927184	0,374607	2,475087
25	0,422618	0,906308	0,466308	69	0,93358	0,358368	2,605089
26	0,438371	0,898794	0,487733	70	0,939693	0,34202	2,747477
27	0,45399	0,891007	0,509525	71	0,945519	0,325568	2,904211
28	0,469472	0,882948	0,531709	72	0,951057	0,309017	3,077684
29	0,48481	0,87462	0,554309	73	0,956305	0,292372	3,270853
30	0,5	0,866025	0,57735	74	0,961262	0,275637	3,487414
31	0,515038	0,857167	0,600861	75	0,965926	0,258819	3,732051
32	0,529919	0,848048	0,624869	76	0,970296	0,241922	4,010781
33	0,544639	0,838671	0,649408	77	0,97437	0,224951	4,331476
34	0,559193	0,829038	0,674509	78	0,978148	0,207912	4,70463
35	0,573576	0,819152	0,700208	79	0,981627	0,190809	5,144554
36	0,587785	0,809017	0,726543	80	0,984808	0,173648	5,671282
37	0,601815	0,798636	0,753554	81	0,987688	0,156434	6,313752
38	0,615661	0,788011	0,781286	82	0,990268	0,139173	7,11537
39	0,62932	0,777146	0,809784	83	0,992546	0,121869	8,144346
40	0,642788	0,766044	0,8391	84	0,994522	0,104528	9,514364
41	0,656059	0,75471	0,869287	85	0,996195	0,087156	11,43005
42	0,669131	0,743145	0,900404	86	0,997564	0,069756	14,30067
43	0,681998	0,731354	0,932515	87	0,99863	0,052336	19,08114
44	0,694658	0,71934	0,965689	88	0,999391	0,034899	28,63625
45	0,707107	0,707107	1	89	0,999848	0,017452	57,28996

um dos ângulos de 90 graus). Vamos dar atenção à reta até o ponto A, pois sabemos a distância: como a reta perpendicular passou no meio da distância entre o ponto A e B, que sabemos ter 1 m de distância, temos 50 cm na reta oposta ao ângulo que estamos querendo descobrir.

Só pelo fato de sabermos duas das medidas do triângulo podemos aplicar a teoria de Pitágoras, onde a distância do ponto atual ao ponto A é a hipotenusa; a distância do ponto A ao ponto D é o cateto, que está no oposto do ângulo que precisamos descobrir; a reta perpendicular, do ponto atual ao ponto D é o cateto adjacente ao ângulo.

Logo:

$$Hipotenusa^2 = 0,5^2 + Cateto\ Adjacente^2$$
$$1 = 0,25 + Cateto\ Adjacente^2$$
$$1 - 0,25 = Cateto\ Adjacente^2$$
$$0,75 = Cateto\ Adjacente^2$$
$$Cateto\ Adjacente = \sqrt{0,75}$$
$$Cateto\ Adjacente = 0,86$$

Descobrimos aqui a distância entre o ponto atual e o ponto D, mas pra que serve isso? Fica mais fácil de acharmos o ângulo baseado num triangulo retângulo (**figura 4**).

Com todas as medidas em mãos, poderemos achar os graus correspondentes aplicando de forma correta os cálculos do seno, cosseno e tangente.

Para se achar o seno de um determinado ângulo só precisamos dividir o cateto oposto pela hipotenusa, o cosseno é só dividir o cateto adjacente pela hipotenusa, e finalmente, achar a tangente de um determinado ângulo é só dividir o cateto oposto pelo cateto adjacente.

Tomando o nosso exemplo vamos achar o seno de $\alpha/2$, onde o cateto oposto (0,5) precisa ser dividido pela hipotenusa (1), logo temos 0,5. Se calcularmos a tangente deste mesmo ângulo, temos que dividir o cateto oposto (0,5) pelo cateto adjacente (0,86), logo temos um valor aproximado de 0,58, que teremos o mesmo resultado na tabela 1.

Seria importante para aprimorar os seus conhecimentos, aplicar estes mesmos cálculos aos demais ângulos, mesmo que você saiba o resultado.

$$\text{sen do ângulo} = \frac{\text{Cateto oposto}}{\text{Hipotenusa}}$$

$$\text{cos do ângulo} = \frac{\text{Cateto Adjacente}}{\text{Hipotenusa}}$$

$$\text{tg do ângulo} = \frac{\text{Cateto Oposto}}{\text{Cateto Adjacente}}$$

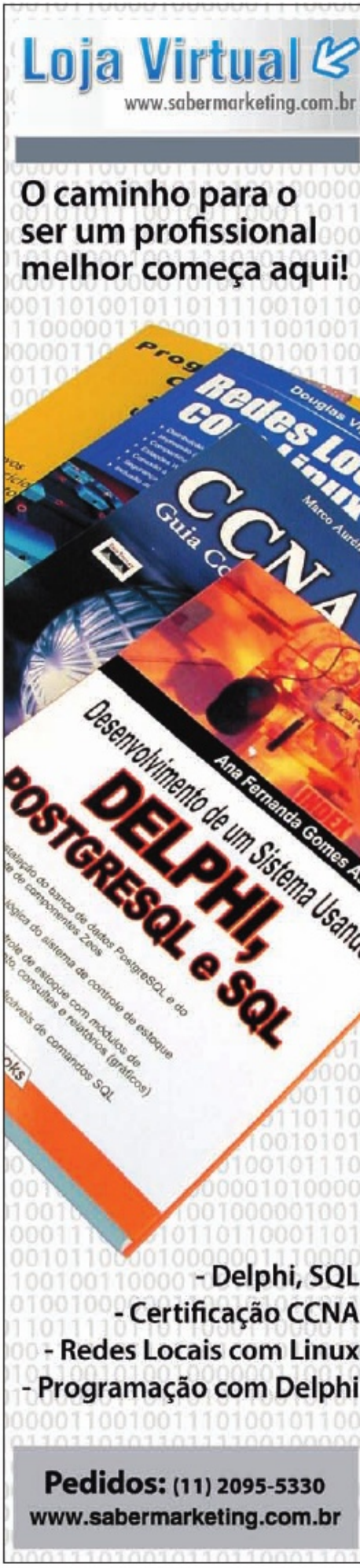
Independentemente do formato do triângulo, a soma dos ângulos internos não pode ser diferente de 180 graus. Para acharmos quantos graus temos neste triângulo precisamos consultar a tabela 1, onde temos todos os cálculos de seno, cosseno e tangente, baseados nas suas medidas. Existem fórmulas para encontrarmos estes valores, mas por enquanto é necessário entendermos como achamos os graus correspondentes.

Para o nosso caso, temos o seno do ângulo $\alpha/2$ que é de 0,5 e o cosseno que é de 0,86, aí é só procurar na tabela 1 os valores corretos e verificarmos que o ângulo $\alpha/2$ tem 30 graus. Logo temos um ângulo de 30 graus, outro de 60 graus e o ângulo reto de 90 graus, se somarmos todos eles temos 180 graus.

Agora que temos o valor em graus de um dos triângulos, pois tivemos que dividir o mesmo para obtermos um triângulo retângulo, é só multiplicar por dois e teremos os graus necessários para rotacionar o servo, que é de α= 60 graus.

Conclusão

Certamente o leitor encontrará situações bem mais difíceis do que esta apresentada no artigo, onde utilizamos medidas de 1 cm para facilitar os cálculos, mas ele poderá alterar os valores e ver se realmente acertou no seu cálculo, de preferência utilizando uma régua e traçando rotas sobre a mesa e vendo se conferem as medidas feitas com os resultados dos cálculos. Com dedicação e prática você poderá até resolver situações como estas só vendo os dados sem fazer os cálculos, isso significa que você estará desenvolvendo em sua mente a memória virtual, muito útil para o técnico de automação e mecatrônica.



Visão biônica para Deficientes Visuais

Utilizando os conceitos de Biônica, aprenda a construir o projeto de um sensor que pode ajudar ***muito no cotidiano dos deficientes visuais, além*** *de ser um ótimo trabalho para ser apresentado em feiras de ciências e tecnologia.*

Newton C. Braga*

Lentes de Contato Biônicas

Nos anos 60, a série "O Homem de Seis Milhões de Dólares", cujo personagem era vivido pelo ator Lee Majors fazia sucesso ao contar as aventuras de um piloto que possuía partes do corpo biônicas. No entanto, o que naquela época era ficção, agora começa a se tornar realidade, como mostram os pesquisadores da Universidade de Washington que desenvolveram uma lente de contato biônica. Essa lente especial possui um circuito eletrônico que projeta imagens de forma sobreposta ao que estamos vendo. Em outras palavras, você verá duas imagens simultâneas, sem a necessidade de qualquer acessório adicional.

Desta forma, ao andar na rua, você estará vendo o ambiente em que caminha ao mesmo tempo em que navega na Internet e lê seus *e-mails*, por exemplo, projetados no seu campo de visão. É possível também entrar em um mundo totalmente virtual, como um *videogame*, sem precisar de qualquer outro elemento, ou mesmo monitorar o que se passa na rua em frente a sua casa pela imagem obtida de uma câmera colocada em local estratégico.

Tudo isso poderá ser feito, inclusive, com o usuário de olhos fechados, uma vez que, como qualquer lente de contato convencional, ela estará sobre o globo ocular e abaixo da pálpebra.

A lente é fabricada com materiais e circuitos feitos em escalas nanométricas e ainda está em fase de testes, mas não vai demorar muito até que ela se torne disponível. Está no fim o tempo em que uma lente de contato era usada para corrigir defeitos da visão ou para mudar a cor dos olhos... Coisas da tecnologia.

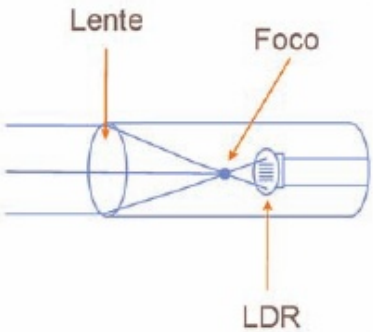
Circuito de Ajuda Visual

O projeto descrito a seguir faz uso desses conceitos e, embora seja bastante simples, pode ajudar um deficiente visual a se integrar com o meio em que vive.

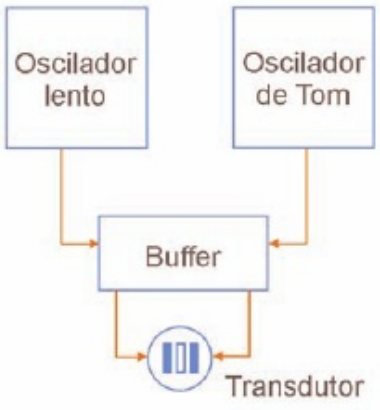
Trata-se de um conversor imagem-som que, aproveitando a audição do deficiente, converte padrões de imagens em tons de pulsos que podem ser interpretados pela pessoa. Apontando o sensor para diversos locais, ou simplesmente deixando-o em repouso, o aparelho produz pulsos que dependem da luz que incide em um sensor.

Esta luz altera a frequência dos pulsos, o que permite ao deficiente interpretar o sinal podendo saber se alguém entrou no local, se uma porta é aberta, se uma luz é acesa, se já é noite ou dia lá fora, se ocorreu um relâmpago, etc. O circuito pode ser melhorado para produzir padrões complexos de sons, possibilitando assim interpretações de imagens muito melhores.

1 Incidência de luz no tubo com sensor



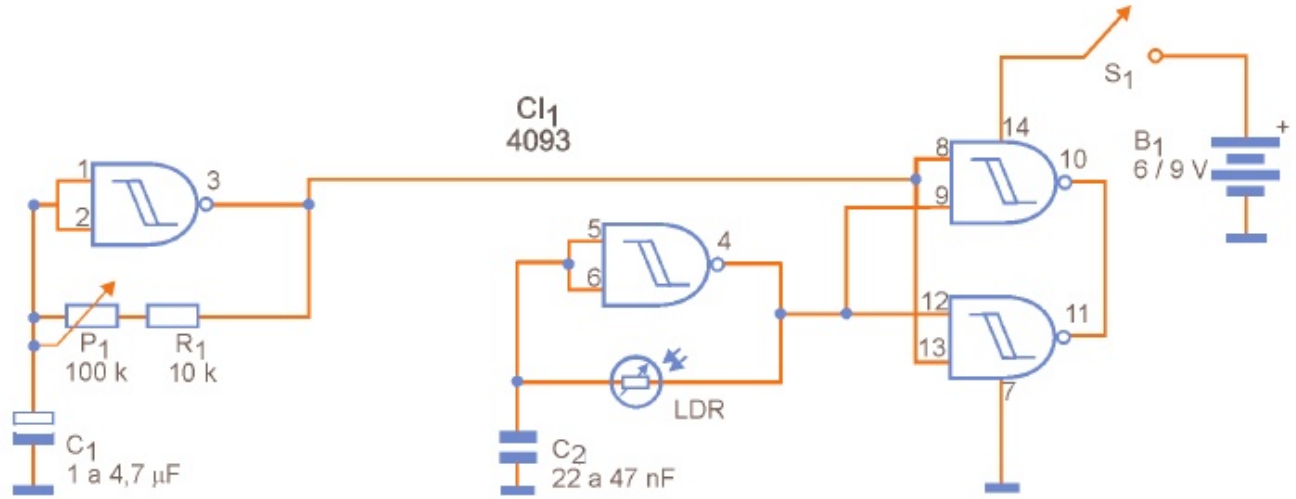
2 Diagrama de blocos



Acesse:

www.newtoncbraga.com.br

3 Diagramam esquemático do aparelho



Como Funciona

Conforme mostra a **figura 1**, a ideia básica consiste em se ter um oscilador controlado pela luz captada por um sensor direcional. Esse sensor consiste em um LDR montado dentro de um pequeno tubo com uma lente convergente.

Ele controla um oscilador acoplado a um gerador de pulsos de modo a produzir *bips* intervalados. A taxa de produção, assim como o volume destes bips, pode ser ajustada para que o som se torne agradável e não seja irritante. O diagrama de blocos do aparelho é ilustrado na **figura 2**.

Os dois osciladores, de tom e de intermitência, são construídos em torno de duas portas disparadoras NAND de um circuito integrado 4093. C_1, P_1 e R_1 controlam a intermitência, enquanto que o sensor LDR e C_2 controlam a tonalidade dos pulsos. Tanto C_1 como C_2 podem ser alterados para que o funcionamento seja feito com os tons mais agradáveis.

Os sinais destas duas portas são combinados pelas outras duas portas resultando no tom final, que é aplicado a um pequeno transdutor piezoelétrico. O circuito poderá ser alimentado por 4 pilhas pequenas ou uma bateria de 9 V. Como seu consumo é muito pequeno, as pilhas ou bateria durarão muito tempo, ainda que se mantenha o aparelho ligado constantemente.

Outras alterações permitidas referem-se à possibilidade de se trabalhar com dois sensores, ficando o outro em lugar de P_1, caso em que também teremos um padrão de intermitência variável.

Montagem

O diagrama completo do aparelho é dado na **figura 3,** e a montagem pode ser facilmente implementada numa matriz de contato para testes e melhorias no circuito (como a troca de valores de componentes) até se obter o funcionamento ideal.

É claro que uma versão em placa de circuito impresso poderá ser feita depois, ocupando assim menos espaço e instalada numa caixa plástica. Sugerimos uma caixa Patola (www.**patola.com.br**) que pode ser encontrada com facilidade e se adapta perfeitamente a este projeto.

Na montagem, observe cuidadosamente a posição do circuito integrado e a polaridade das pilhas/bateria. Uma inversão acidental destes componentes pode danificar o circuito integrado. Os valores dos componentes, inclusive, devem ser observados. O transdutor pode ficar do lado interno da caixa, desde que sejam feitos furos para a saída do som. Este transdutor deve ser piezoelétrico, de alta impedância e sem o oscilador.

Teste e Uso

Para testar, aponte o sensor para uma parede com pouca iluminação e ajuste P_1 para ter bips intervalados numa taxa agradável (1 a cada 1 ou 2 segundos). Depois, movimentando o aparelho de modo que o sensor aponte para regiões claras e escuras, observe as variações de tom dos bips.

Para usar, explique ao deficiente que o tom mais agudo corresponde a regiões claras, os tons graves a regiões escuras e variações de tom indicam movimento de pessoas ou variação de luz.

Lista de materiais:

CI_1 – 4093 – circuito integrado CMOS
BZ – Transdutor piezoelétrico
LDR – Fotorresistor comum redondo pequeno
B_1 – 6 ou 9 V – 4 pilhas ou bateria
P – 100 k Ω – trimpot
R_1 – 10 k Ω – resistor – marrom, preto, laranja
C_1 – 1 a 4,7 µF – capacitor eletrolítico
C_2 – 22 nF a 47 nF – capacitor cerâmico ou poliéster
S_1 – Interruptor simples

Diversos:
Suporte de pilhas ou conector de bateria, matriz de contatos ou placa de circuito impresso, lente convergente de 1 a 3 cm de diâmetro (vidro ou plástico), tubinho de acordo com a lente, caixa de plástico, botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.

Programando sentimentos no robô-vigia

Apresento aqui uma montagem didática utilizando o kit RS55 da Modelix, que tem como central de controle o Modelixino.

Renato Paiott

A montagem que descrevo neste artigo mostra de uma forma simples, como adicionar uma lógica que se parece com sentimentos humanos, aplicados em sistemas robóticos. Conforme visto no artigo desta mesma edição - "Parte Homem, parte Máquina" - temos o fator Silva em que se calcula o grau que uma máquina está entre a total falta de sentimentos humanos e a total semelhança que ela tem com o ser humano.

Para criarmos um robô que se assemelhe aos sentimentos humanos, precisamos de uma lógica de programação, um poder de processamento e uma quantidade de sensores muito grande, mas independentemente da quantidade de recursos, cada sentimento que será implementado numa máquina deverá ser criado e testado separadamente. Por este motivo passo neste artigo a inserção de um único sentimento, ou seja, de um único sensor, e as atualizações e "up grade" ficam a cargo do projetista.

A ideia é tampar os olhos do robô e ele ficar "nervoso", acendendo um LED RGB no tom vermelho, e caso os olhos do robô fiquem destampados, ele mudará para o azul. É possível imaginar a quantidade de respostas sensitivas que podemos aplicar utilizando um LED RGB.

O que faz o reconhecimento dos olhos do robô serem tampados é um LDR (sensor de luz), aplicado entre os dois olhos falsos no robô (rodinhas). Veja a **figura 1**.

A parte mecânica

Utilizei neste projeto um motor que vem no *kit*, de onde retirei a rodinha, pois este motor é mais forte.

Este motor gira um conjunto de engrenagens que servem para redução ou aumento de torque. Além de usar o recurso de engrenagens para aumentar o torque, utilizei o recurso PWM no controle de alimentação do motor.

A montagem das engrenagens está disposta numa estrutura quadrada para que tenha a aparência de uma pequena coruja, que possa ser colocada sobre a mesa ou computador. Caso o leitor prefira, poderá colocar sobre rodas, como foi apresentado no projeto do Robô-Garra. Observe a **figura 2**.

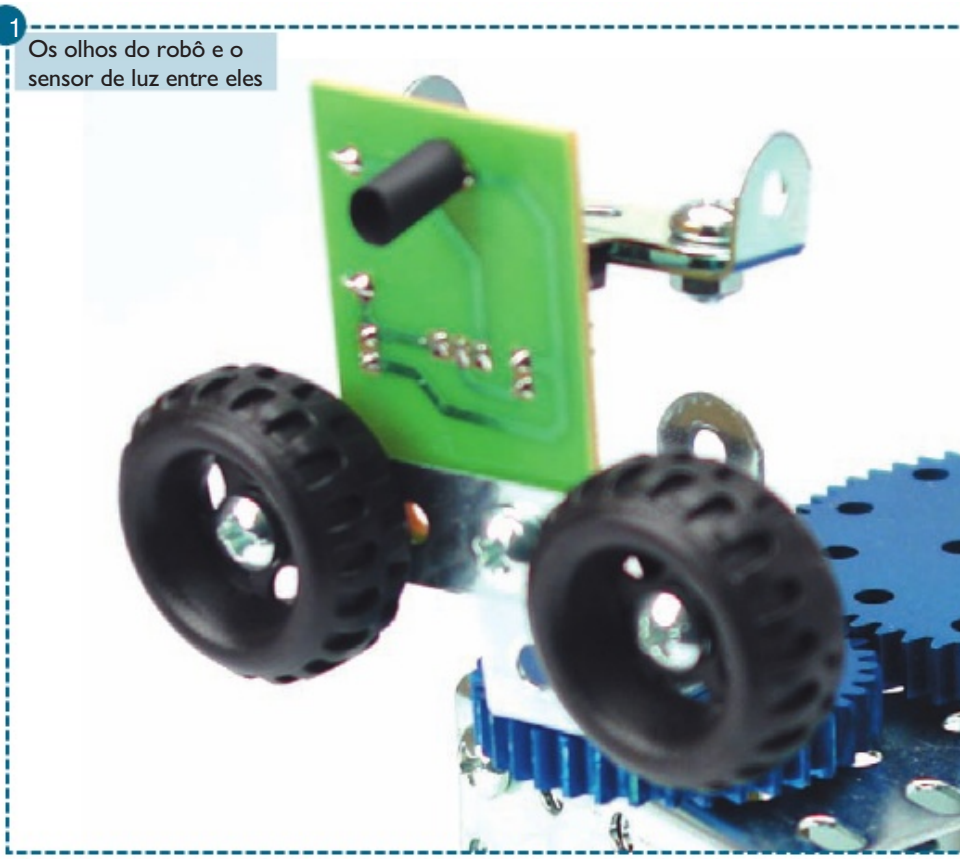
Notem que os olhos estão presos na última engrenagem, eles ficam girando de um lado para o outro como se estivessem vigiando o local, porém eles giram somente quando o robô tem "vontade" de fazê-lo.

A parte eletrônica

O kit possui o Modelixino, que é composto por uma matriz de contatos unida com um Arduíno (veja nas edições anteriores mais detalhes sobre este equipamento).

Conforme é possível ver na **figura 3**, temos o circuito eletrônico do nosso robô. Note que o circuito é composto de três etapas. A primeira é o sistema que movimenta os olhos do robô, onde um relé comuta a direção de giro através dos sinais recebidos do pino

1 Os olhos do robô e o sensor de luz entre eles



2 Motor e caixa de redução, todos juntos em uma única estrutura quadrada



13 do Arduíno. O pino 6, que é ligado ao TIP122 (*Darlingthon* de potência) que amplifica os sinais PWM vindos do Arduíno, mantém a alimentação constante.

A segunda parte é o sensor LDR que fica entre os olhos do robô. Como este sensor já vem montado em uma placa do próprio kit, o utilizamos ligado diretamente ao pino 3 do Arduíno.

A terceira parte deste circuito é a alimentação do LED RGB, e alimentar este dispositivo merece um detalhe importante, pois este componente possui 4 terminais, sendo um o catodo e 3 anodos. Cada um dos anodos corresponde a uma cor (RED, GREEN, BLUE);

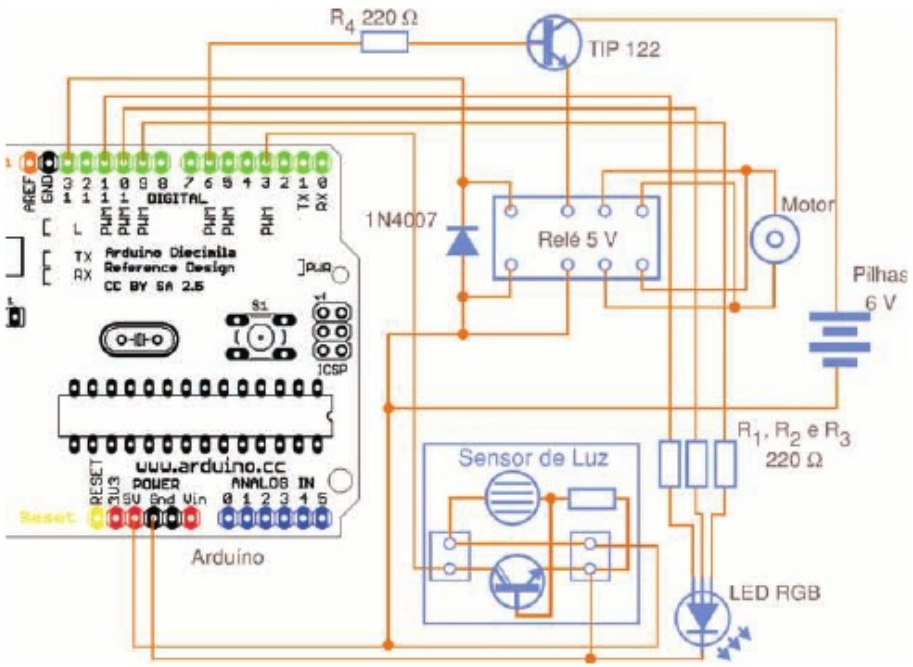
Para acendermos o vermelho no LED, aplicamos uma tensão variável no pino que corresponde o vermelho, o mesmo acontece para as demais cores. Podemos efetuar uma mistura de cores e, assim, obter uma gama maior de cores, onde podemos mesclar o vermelho com o azul e criar um roxo, e assim por diante. Vale a pena o leitor perder um tempo testando somente as cores que o LED RGB pode produzir.

Seria interessante o leitor acessar o artigo http://www.sabereletronica.com.br/secoes/leitura/1429 para conhecer mais detalhes de funcionamento deste componente.

O motor é alimentado por um conjunto de 6 V, quatro pilhas de 1,5 V tamanho AA. Os demais componentes são alimentados diretamente dos pinos do Arduíno.

Aconselho o leitor a montar os módulos, um por um, para entender o funcionamento do sistema, e também modificar as linhas do programa para

3 Esquema elétrico do robô



ver o que acontece quando mudamos os valores de algumas variáveis ou da lógica em si. No sensor LDR, é possível ainda adicionar um potenciômetro para regular a sensibilidade do mesmo, pois dependendo do ambiente poderá ser necessário diminuir a sensibilidade, ou de aumentá-la ligando-se um transistor na saída.

O programa

O programa completo é fornecido no box 1. Nele, é possível observar logo nas primeiras linhas as variáveis que adotamos para monitorar e fazer funcionar todas as saídas que utilizaremos no projeto, onde temos o pino 13 como sinal de saída para dar direção ao motor, ele faz isso armando ou desarmando o relé. Temos também a variável out PWM para o pino 6, uma saída PWM para ativarmos o funcionamento do motor, não importando o lado para o qual ele gire.

Criamos uma variável chamada "direcao", que tem como finalidade *setar* no programa a atual direção que o motor está girando.

Para alimentar o LED RGB criamos 3 variáveis: o greenPIN, o bluePin e o redPin, cada um deles conectado à sua porta ligada aos terminais do LED. Criamos uma variável inPin que *setamos* como pino de entrada para a

plaquinha do LDR. E, finalmente, criamos uma variável tipo "Long" chamada rand Number, que tem por finalidade armazenar valores gerados randomicamente pela função random(), onde colocamos o número 20 para que o sistema gere números aleatórios de 0 a 20. Este número pode mudar, dependendo do projeto.

O motivo de criar números randômicos é pelo fato de termos uma variável em constante mudança. Para que o sistema fique monitorando esta variável até que ela tenha um valor determinado, neste caso na condição *if* (*randNumber <3*), de modo a colocar o motor para funcionar. Quanto maior a diferença entre os números gerados, menores serão as possibilidades da cláusula *if* (se) acontecer. Este recurso é aplicado para que os olhos girem quando ele gerar números inferiores a 3, o que faz parecer que o robô somente gira os olhos quando ele quer, uma vez que não sabemos quais os números randômicos gerados no momento.

Na segunda parte do programa temos a função setup(), onde configuramos todas as saídas e entradas utilizando a função pinMode().

Conforme o programa entra em execução, ele fica chamando a função "loop()", porém sendo chamada dentro dela. A função "leLDR()" faz uma checagem do pino 3, onde está conectado o LDR, notem que se o pino 3 estiver no estado "High" ele chama a função "ativaRgb()" que acende o LED conforme as variáveis aplicadas nas saídas dos pinos correspondentes, se estiver em LOW acende o vermelho. O estado LOW ocorre quando tampamos a luz que incide no LDR.

Reparem que dentro da condição if, quando o motor começa a girar, temos uma outra chamada da função "leLDR()", isso porque quando o motor está sendo acionado, o programa que é habilitado (linha a linha), sofre um atraso, e se o LDR for obstruído e levar o pino 3 a LOW, o motor teria que executar o seu movimento, ou seja, os 20 pulsos necessários para virar para depois, acionar a leitura do LDR. Isto seria suficiente para alterar o estado do LDR e o LED não mudar de cor. Por isso, a cada pulso que o motor recebe é feita uma leitura no LDR.

Box 1:

```
int outPin = 13;
int outPWM = 6;
int direcao = 0;
int greenPin = 9;                    // Conectado ao led verde no pino 09
int bluePin = 10;                    // Conectado ao led azul no pino 10
int redPin = 11;                     // Conectado ao led vermelho no pino 11
int inPin = 2;
long randNumber;
void setup()

{
pinMode(outPin, OUTPUT);
pinMode(outPWM, OUTPUT);
pinMode(redPin, OUTPUT);
pinMode(greenPin, OUTPUT);
pinMode(bluePin, OUTPUT);
pinMode(inPin, INPUT);
}
void loop()
{
randNumber = random(20);             // Gera um número randomicamente

if (randNumber < 3){
if (direcao == 1) {
digitalWrite(outPin, HIGH);          // Arma o relé
direcao = 0;
}
else
{
digitalWrite(outPin, LOW);           // Desarma o relé
direcao = 1;
}
for (int i=0; i<=20; i++)
{
digitalWrite(outPWM, HIGH);
delay(50);
digitalWrite(outPWM, LOW);
delay(50);
leLDR();
}

}
leLDR();                             // o estado do sensor LDR
delay(500);                          // Pausa no programa.
}
void ativaRgb(int redVal,int greenVal, int blueVal)
{
analogWrite(redPin, redVal);         // Escreve o valor do PWM do led vermelho
analogWrite(greenPin, greenVal);     // Escreve o valor do PWM do led verde
analogWrite(bluePin, blueVal);       // Escreve o valor do PWM do led azul
}
void leLDR() {
if(digitalRead(inPin) == LOW)
{
ativaRgb(0,255,0) ;                  // Chama a função que acende o led
}
else
{
ativaRgb(255,0,0) ;                  // Chama a função que acende o led
}

}
```

Só na questão de manter a leitura do LDR sempre constante num sistema de leitura do programa, linha a linha, o leitor irá notar a necessidade de processamento destas máquinas robóticas. Em muitos casos, multiprocessadores se fazem necessários como também circuitos dedicados para determinado tipos de sensores, onde estes circuitos passam a informação pronta para o sistema de processamento formular uma ação.

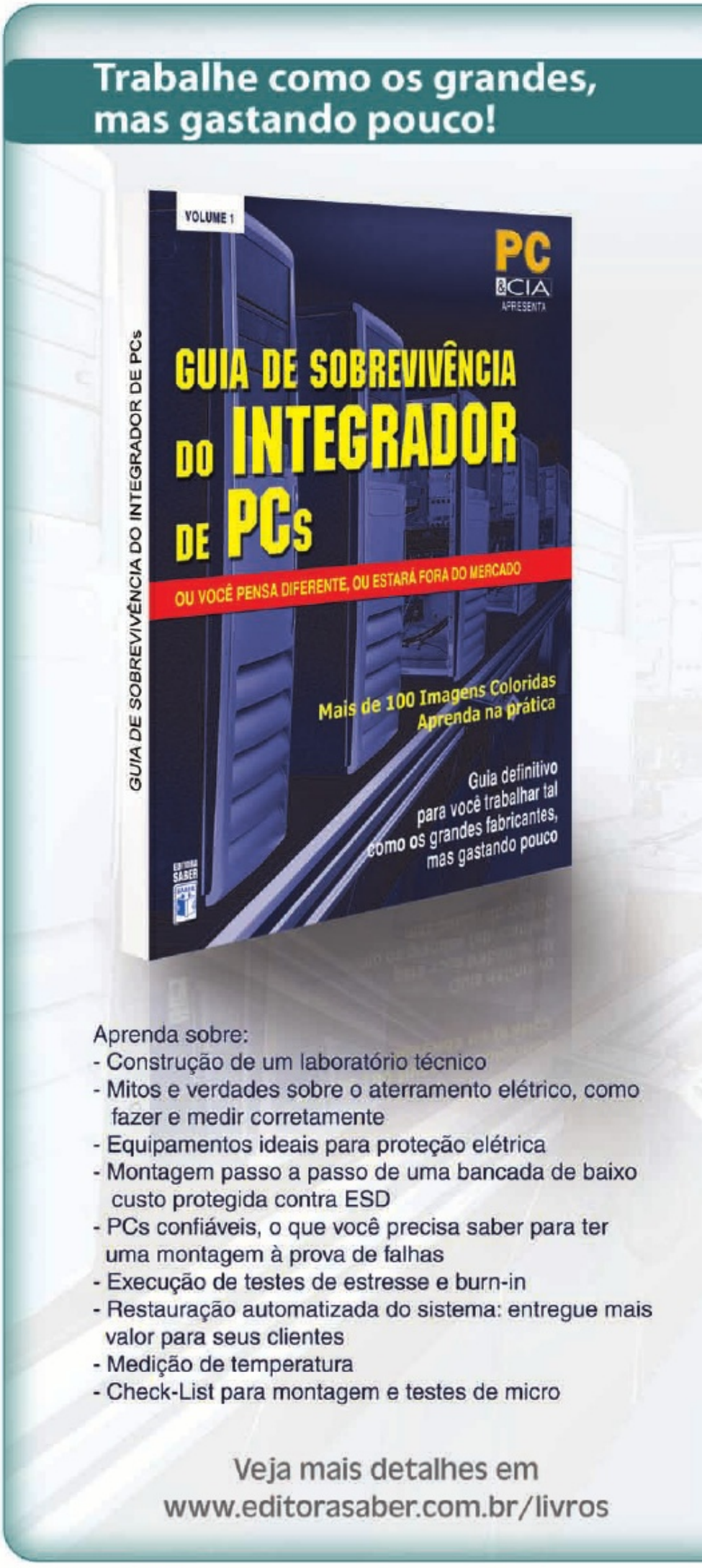
Outro fator é a capacidade de armazenamento de um programa, dependendo do microcontrolador aplicado o máximo pode chegar a pouco mais de 7000 bytes. Para o nosso exemplo há espaço de sobra, pois utilizamos algo em torno de 1200 bytes, mas quando aumentamos os números de variáveis e de condições e controles que o microcontrolador deverá armazenar e controlar, esse espaço é pouco.

A variável “direcao” é uma variável que não liga ou lê porta nenhuma, ela é uma variável interna que controla o estado de direção do motor. Esta variável começa com o valor 0; e quando a condição if for verdadeira ela aciona outra condição if, só que desta vez analisa a condição da própria variável “direcao”, que neste caso é 0, corta a corrente do relé e muda o seu próprio valor para 1, para que, depois, na próxima volta a condição if leia o seu valor, armará o relé e voltará com o seu valor para 0.

Conclusão

A possibilidade de programar sentimentos em uma máquina, ou pelo menos simular algo parecido a sentimentos pode ser feito, porém há a necessidade de recursos tais como processamento, velocidade deste processamento que está vinculado ao “clock” do sistema, e também de memória ou espaço de armazenamento dos programas e dados.

Programar algo complexo com recursos limitados é uma arte, e somente montando e programando um exemplo como este, o leitor notará as dificuldades de manipulação destes itens que compõem a lógica de funcionamento, e com isso ficará admirado quando se deparar com projetos robóticos avançados como o Asimo (e outros) que muito se parecem ao ser humano.



Elevador Microcontrolado com Modelix

Apresentamos aqui um elevador com caixa de redução e cinco andares, similar aos elevadores de carga que vimos em nosso cotidiano. Este projeto emprega uma quantidade maior de peças do que os outros que vínhamos desenvolvendo, justamente para mostrar que é possível criar projetos maiores e mais complexos com os kits Modelix.

Diego A. Alves

Mauro F. de Lima

Montando o Circuito no Protoboard

A primeira etapa do nosso projeto é a montagem e teste dos componentes na *protoboard* que acompanha o *kit*.

Neste projeto houve a necessidade de utilizarmos dois protoboards para podermos distribuir os fios de maneira mais segura e para facilitar a visualização pelo leitor, lembrando que a disposição dos componentes não é uma regra e pode ficar a critério do próprio esquema de montagem do leitor. Para facilitar ainda mais esta etapa, dividiremos o protoboard em duas sequências: primeiro as conexões do CI e depois a sequência dos componentes externos (interruptores e sensores).

Para começar, descrevemos o conceito e montagem do Circuito Integrado L293D de uma ponte H, um pequeno circuito eletrônico que permite que um motor de corrente contínua (DC) gire tanto para um sentido quanto para o outro, ou seja, o usaremos para movimentar nosso elevador para cima e para baixo sem a utilização de relés, seguindo os comandos enviados pelo controlador do Modelixino. O nome ponte H é dado pela forma que assume o circuito quando montado.

A ponte é construída com quatro "chaves" (S1-S4) que são acionadas de forma alternada (S1 e S4 ou S2 e S3). Para cada configuração das chaves o motor gira em um sentido. As chaves S1 e S2 assim como as chaves S3 e S4 não podem ser ligadas ao mesmo tempo, pois irão gerar um curto-circuito.

Para construção da ponte H pode ser empregado qualquer tipo de componente que simule uma chave liga-desliga, em todo caso usaremos interruptores de pressão.

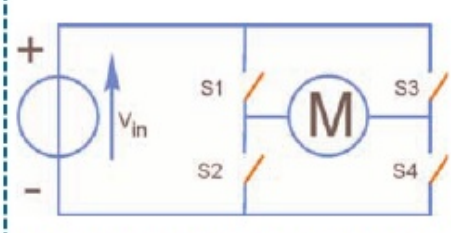
A fim de eliminar curto-circuito, é recomendada a utilização de portas lógicas como, por exemplo, os componentes 7408 e/ou 7406. Outro melhoramento que pode ser feito à ponte H é a colocação de diodos entre as "chaves", pois quando a corrente não tem para onde circular no caso de o motor parar, ela volta para a fonte de alimentação, o que evita desperdício de energia de uma bateria.

Diagrama elétrico básico de funcionamento da ponte H

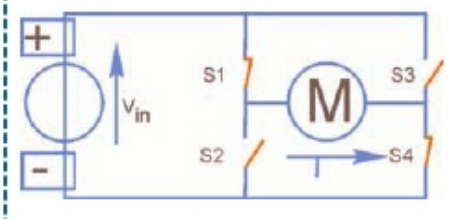
Na **figura 1**, podemos observar que o motor efetuará seu sentido de rotação de acordo com a sua polarização proveniente da fonte.

Figura 2: Os terminais do motor em um primeiro momento são ali-

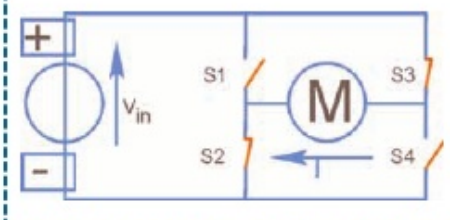
1 Esquema do sistema de rotação do motor



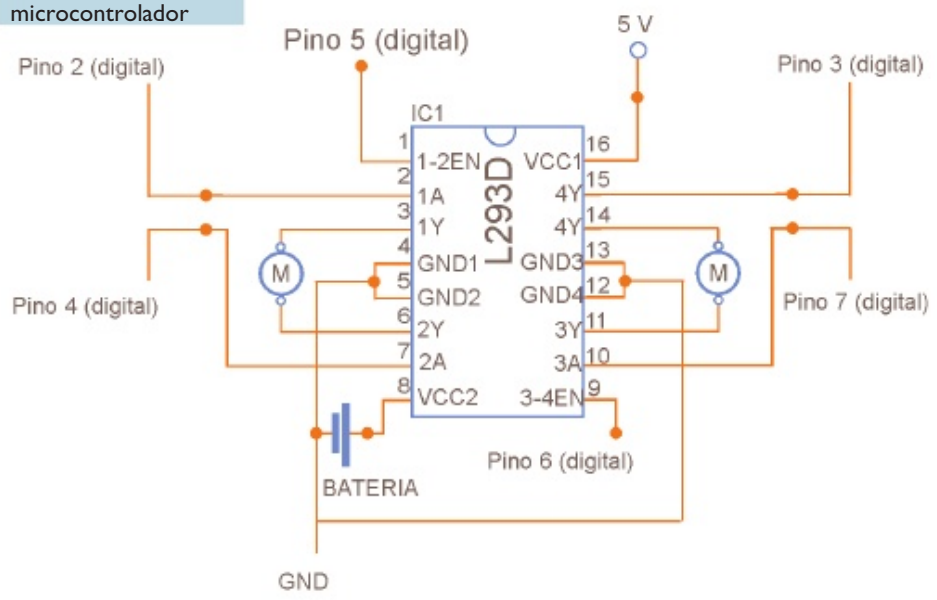
2 Polarização do motor



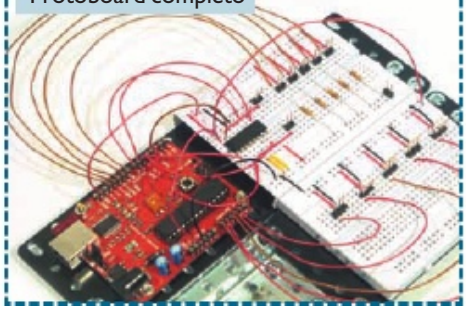
3 Inversão da polarização do motor



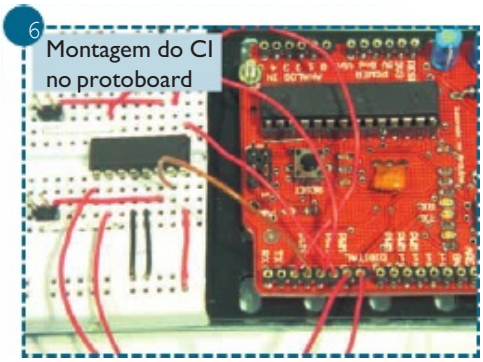
4 Circuito integrador do microcontrolador



5 Protoboard completo



6 Montagem do CI no protoboard



mentados pelos polos positivo e negativo, assim efetuando um sentido de giro;

Figura 3: Neste segundo estágio ocorre uma inversão na polarização executada pela ponte H, sendo alimentado pelos polos negativo e positivo, ou seja, revertendo o sentido de giro do motor.

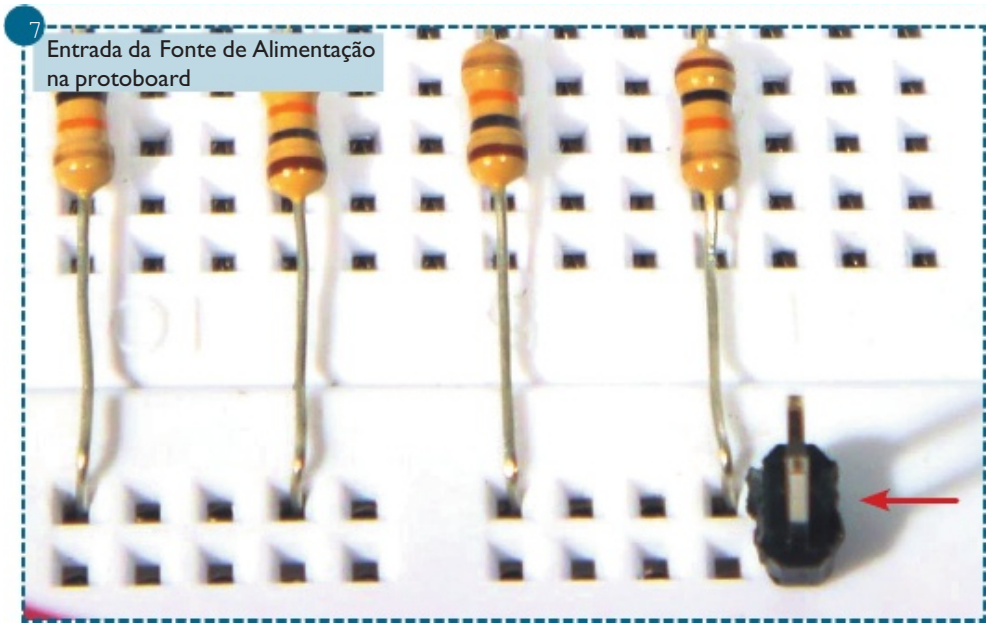
Nosso elevador é composto por cinco andares e cada um deve conter um conjunto de componentes externos que compreende um interruptor de pressão e um sensor analógico LDR.

No esquema da **figura 4** temos a montagem do circuito integrador, com o microcontrolador

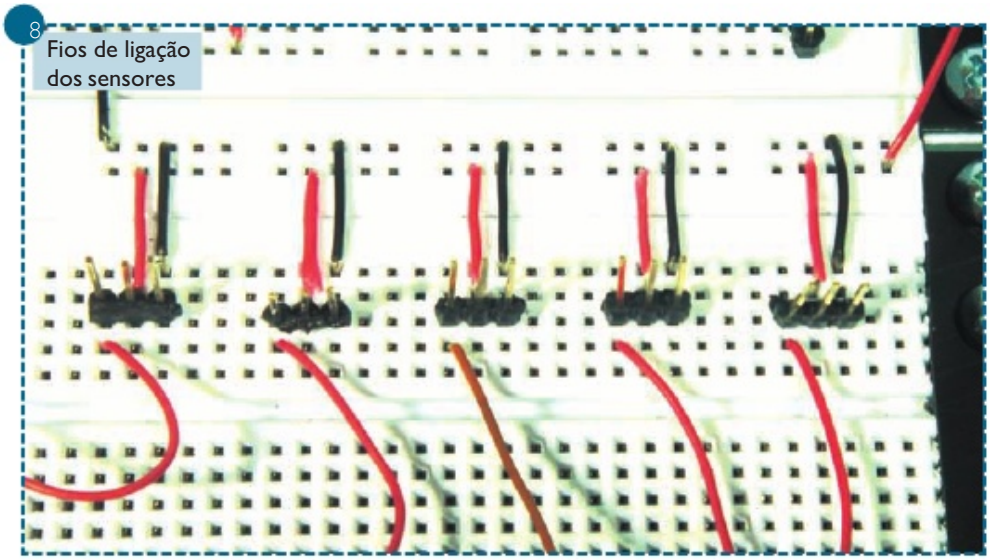
Na **figura 5**, observamos o protoboard completo com todas as conexões instaladas: isto é somente um dos diversos exemplos que podemos montar, como mencionamos anteriormente. Não é necessário se prender a este esquema, apenas siga-o como exemplo.

Observando a **figura 6**, temos um *zoom* sobre o CI, representando suas conexões instaladas. Seguindo o *layout* do esboço acima, podemos efetuar estas conexões, a ponte H nos possibilita alimentarmos dois motores DC, mas como nosso projeto é composto por um motor DC, as duas saídas serão ligadas diretamente neste motor com auxílio de um componente

7 Entrada da Fonte de Alimentação na protoboard



8 Fios de ligação dos sensores



externo chamado HUB. Veremos logo à frente este detalhe.

Com o CI já previamente conectado, passamos para outra sequência de montagem no protoboard, que será a das conexões dos componentes externos:

Para realizar as conexões dos interruptores são necessárias cinco portas digitais do microcontrolador e cinco resistores de 10 kΩ. As portas digitais a serem utilizadas serão, de acordo com o programa, (8, 9, 10, 11 e 12) para os respectivos interruptores (bot0, bot1, bot2, bot3, e bot4), mas podem ser substituídas de acordo com seu critério de montagem, lembrando que neste caso o diagrama também será alterado. Na **figura 7** a entrada da Fonte de alimentação do motor (externa 6 V) na protoboard. Note que a polarização deve ser respeitada para que não ocorram falhas..

Enquanto os fios marrons são os responsáveis pelo sinal do microcontrolador, uma ponta do resistor encontra-se conectada ao sinal do interruptor e sua outra extremidade no ponto do negativo do protoboard. Para a energização utilizamos os fios cor de rosa, com carga transferida do microcontrolador de 5 V.

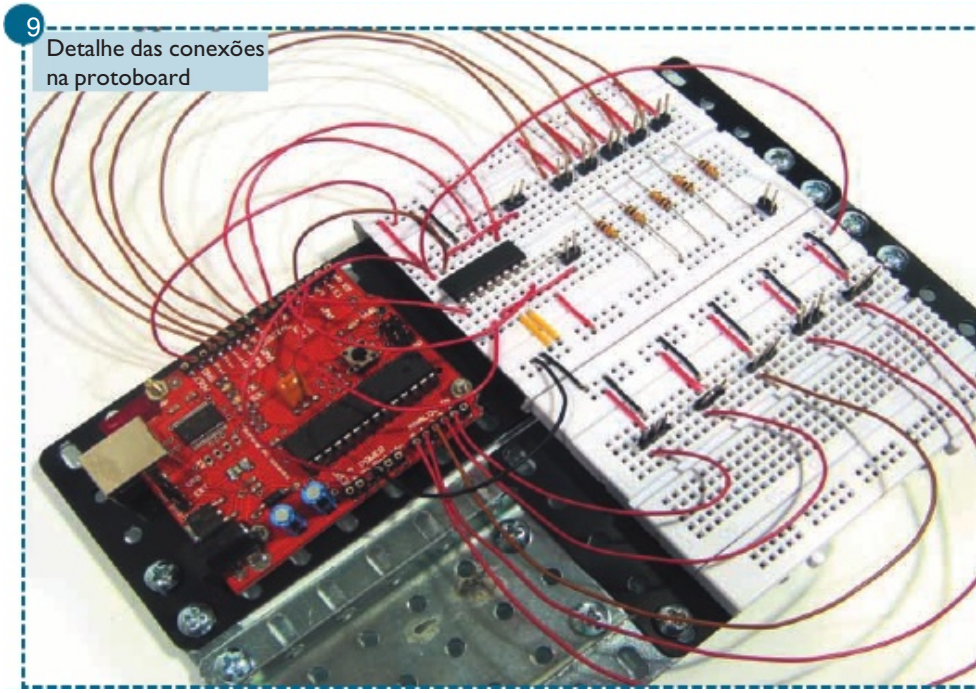
Para os sensores separamos em um outro protoboard com uma melhor visibilidade das conexões e identificamos os fios pretos como negativos e os rosas como positivos,como ilustra a **figura 8**. Neste caso, pelo fato dos componentes serem analógicos, utilizaremos cinco entradas analógicas, mas, da mesma forma que os interruptores, as portas usadas serão de acordo com o programa sendo (0, 1, 2, 3, 4) para os respectivos sensores (ldr0, ldr1, ldr2, ldr3, e ldr4), podendo haver mudanças conforme sua montagem.

Como os sensores possuem resistência própria em sua placa, não há a necessidade de complementar no protoboard. Contudo, a alimentação dos sensores é feita do micro controlador e não da fonte externa.

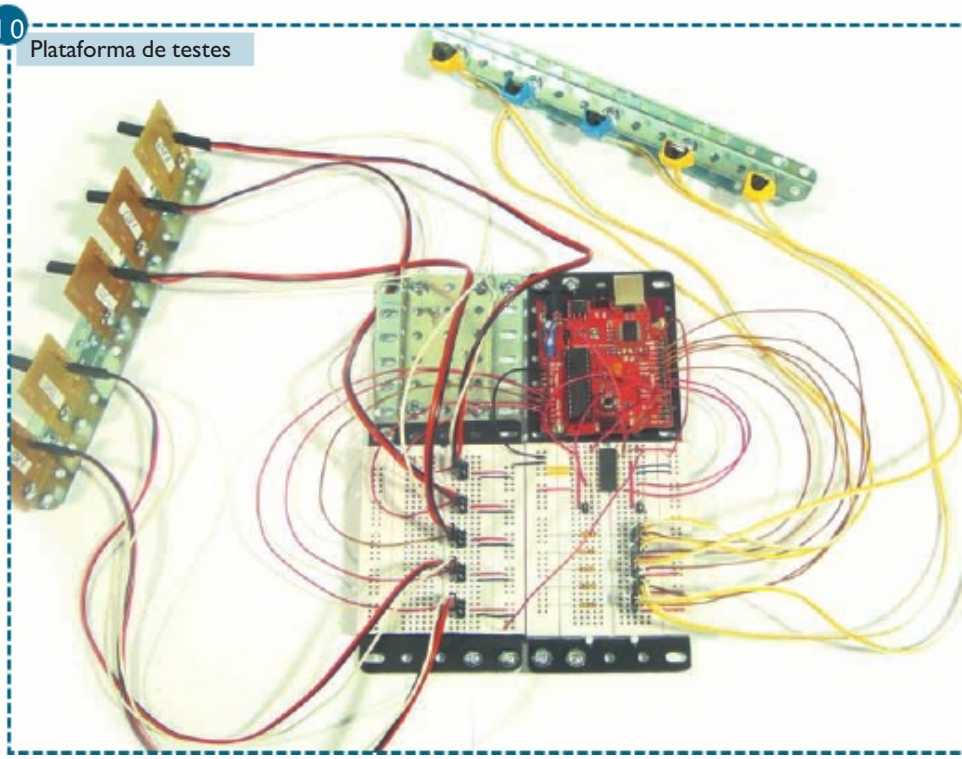
Na **figura 9** encontram-se o as conexões completas.

Antes de começarmos a construir a parte física do elevador e programar o Arduino, precisamos testar sensores e interruptores para substituí-los, se necessário, o quanto antes e eliminar problemas futuros.

9 Detalhe das conexões na protoboard



10 Plataforma de testes



Para isso, apresentamos na **figura 10** uma plataforma de testes (com os detalhes de montagem na protoboard exibidos nas **figuras 11 a 14**) que consiste em fazer dois outros programas sem ligação com o elevador para testar os componentes. Vamos ao programa de teste:

Primeiro testaremos os sensores, a lógica do programa será o acionamento do LED que se encontra na própria placa pela porta digital 13. Como os sensores são analógicos, ou seja, baseiam-se em alguma variação, utilizaremos a iluminação ambiente para o acionamento do LED e, com a interrupção da iluminação ambiente, o mesmo piscará.

Com este procedimento teremos certeza se todos os sensores estão funcionando. Cabe lembrar que a taxa que utilizaremos dependerá de cada ambiente e não será exata. Contudo inicie seus testes com a mesma variação, conforme mostra a **figura 15**.

Após efetuar os testes com os sensores chegamos ao teste dos interruptores. Vejamos o programa de teste:

Com o mesmo propósito do teste anterior, este sketch, exibido na **fi**

gura 16 terá as mesmas finalidades, somente com a mudança no valor que irá atuar no LED, pois os interruptores obtêm um sinal digital (nível alto e nível baixo), diferente dos sensores que avaliam a intensidade da iluminação do ambiente (sinal analógico).

Depois de analisar estes parâmetros, vamos ao desenvolvimento do programa original que utilizaremos para o elevador.

Ainda na plataforma de testes, acoplamos o motor em uma base para sustentá-lo juntamente com uma hélice fixada em seu eixo de movimento, tudo alimentado por uma fonte externa de 6 Volts. Observe a **figura** 17 para a realização dos teste antes de acrescentar os componentes no elevador e as **figuras 18 a 19** para visualizar os detalhes da montagem.

Programação do Arduino

Compile para a placa e comece a efetuar os testes de cada andar, e obtendo sucesso nos testes o processo de criação da lógica estará concluído. Mas se houver algumas divergências neste procedimento, fica a dica no sentido de rever tudo o que foi apresentado até a chegada deste estágio, pois alguma passagem mal entendida poderá comprometer todo o projeto. Seja criterioso com estes processos.

A Estrutura do Elevador

Para fecharmos o ciclo de montagem, faremos uma prévia sobre o desenvolvimento da estrutura do elevador. Entretanto vale lembrar que não apresentaremos uma montagem passo a passo, pois o intuito deste artigo é fornecer um exemplo de aplicação prática do Modelix e estimular a criatividade de quem está montando, para que a pessoa não fique presa a um determinado padrão.

A estrutura é responsável pela sustentação da cabine e está interligada com o contrapeso, por meio de um barbante.

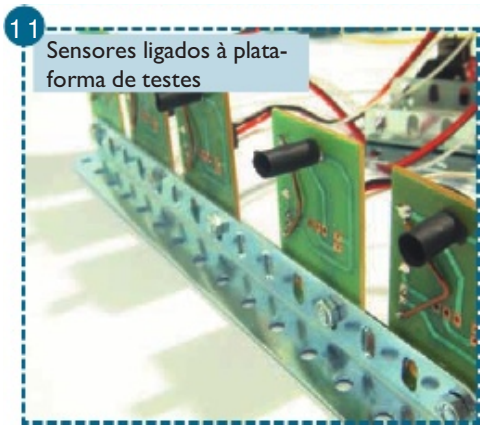
Seu deslocamento é responsável por duas polias acopladas à caixa de redução, instaladas na extremidade superior do elevador que, por sua vez, têm a função de uma distribuir velocidade e força.

Criamos uma relação de transferência significativa com a diversidade de polias existentes para determinar a velocidade e a força adequadas ao movimento de descida e subida, tornando o projeto ainda mais completo. Lembrando, a propósito, que essa relação também não é padrão e depende do tamanho da estrutura do elevador escolhida por quem está montando o projeto.

Vejamos os principais pontos para a montagem:

Quando montar a plataforma exibida na **figura 20**, a regra é não esquecer de quantos andares o nosso elevador é composto, pois assim haverá a possibilidade de criar uma simetria no tamanho de cada andar e também para se estabelecer a base que está na **figura 21**. Isso pode ser

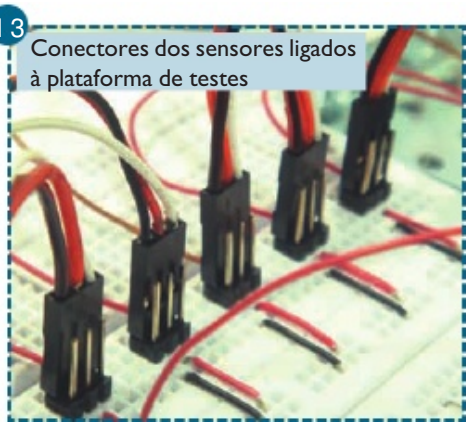
11 Sensores ligados à plataforma de testes



12 Interruptores ligados à plataforma de testes



13 Conectores dos sensores ligados à plataforma de testes



14 Conectores dos interruptores ligados à plataforma de testes



15 Programa de teste dos sensores

```
/* O programa descrito abaixo tem como objetivo testar os sensores que é composto o elevador
   Como o projeto é composto por cinco sensores, não será necessário fazer um programa para cada sensor,
basta substituí-los, colocando a porta que estão se encontram.
   Vejamos o programa:                                                                          */

int sensorLdr=9;   // escolha a porta analógica para o sensor(quando obter resultados com o sensor escolhido, substitua-o)
int releiPin=13;   // selecione o pino para o relé
int val=0;         // variável para armazenar o valor proveniente do sensor

void setup() {
  pinMode(releiPin, OUTPUT);  // declarar o releiPin como uma saída
}

void loop() {
  val = analogRead(sensorLdr);          // analisa com base no sensor descrito para capturar a variação da iluminação do ambiente

  if (val>=900 ||                       // (val>=900), significa que entre o sensor há iluminação ambiente.
  digitalWrite(releiPin, HIGH);
  }

else if (val<699){                      // (val<699), significa que a iluminação do ambiente foi interrompida por algum objeto.
  digitalWrite(releiPin, LOW);
  delay(500);
  digitalWrite(releiPin, HIGH);
  delay(100);
  }
}
```

16 Programa de teste dos interruptores

```
/* Não sendo diferente do programa de sensores, este objetivo testar os interruptores que é composto o elevador
   Como o projeto é composto por cinco andares, não será necessário fazer um programa para cada botão,
basta substituí-los, colocando a porta que estão se encontram.
   Vejamos o programa:                                                                          */

int Botao=0;   // escolha a porta digital para o interruptor(quando obter resultados com o botão escolhido, substitua-o para (9,10,11,12).
int releiPin=13;  // selecione o pino para o relé
int val=0;        // variável para armazenar o valor proveniente do botão

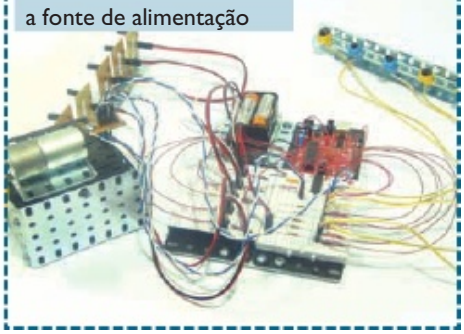
void setup() {
  pinMode(releiPin, OUTPUT);  // declarar o releiPin como uma saída
}

void loop() {
  val = digitalRead(Botao);           // analisa com base no botão descrito, para sinal (alto ou baixo)

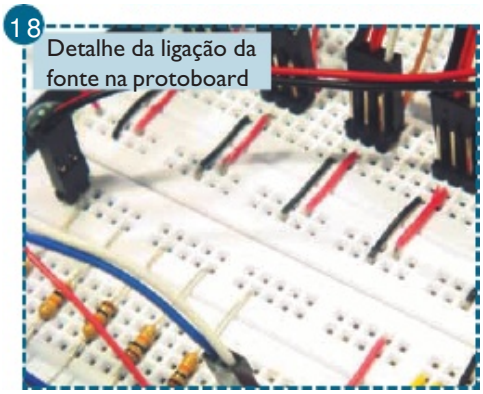
  if (val==LOW ){                     // (val==LOW), significa que o botão se encontra em nível baixo.
  digitalWrite(releiPin, HIGH);
  }

else if (val==HIGH){                  // (val==HIGH), significa que o botão se encontra em nível alto.
  digitalWrite(releiPin, LOW);
  delay(500);
  digitalWrite(releiPin, HIGH);
  delay(100);
  }
}
```

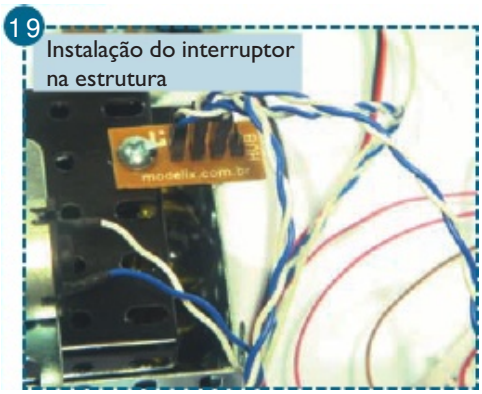
17 Protoboard montada com a fonte de alimentação



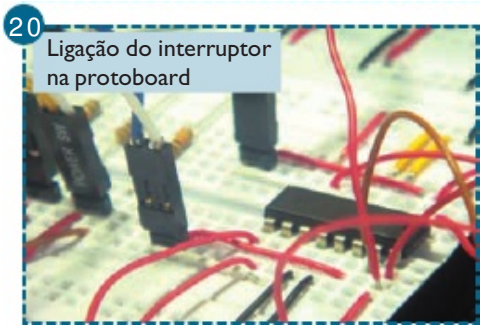
18 Detalhe da ligação da fonte na protoboard



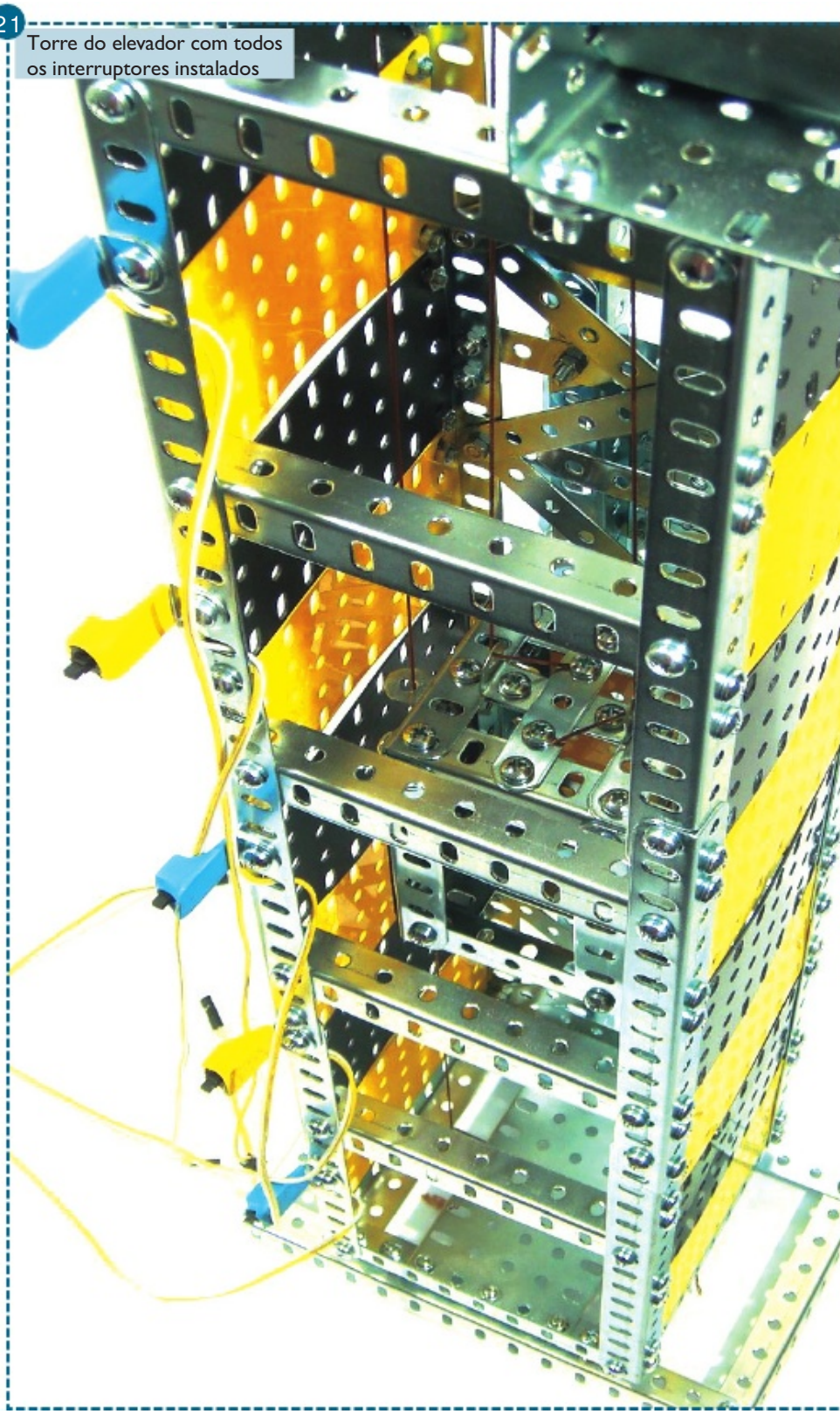
19 Instalação do interruptor na estrutura



20 Ligação do interruptor na protoboard



21 Torre do elevador com todos os interruptores instalados



feito baseando-se por furos contidos na peças que servem como viga. No nosso exemplo, deixamos uma distância entre eles de exatos sete furos, como mostra a **figura 22**.

Para a construção da cabine, exemplificada na **figura 23**, sugerimos uma distância relativa às paredes que a cercam, pois além do barbante para deslocamento, haverá mais dois barbantes para guiá-la, evitando que a mesma bata nas paredes do "fosso" do elevador. Nas **figuras 24 a 27** vemos com detalhes o que é descrito.

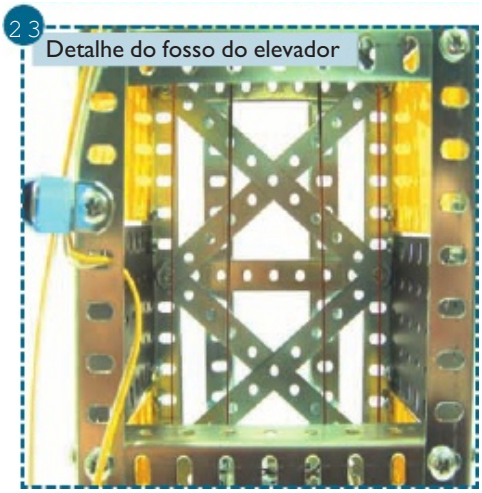
Como os barbantes nas laterais servem para guiar a cabine, selecione os furos que trabalham em paralelo entre as duas extremidades.

A **figura 28** mostra como criar uma caixa de redução, equipamento que já utilizamos em outros projetos com Modelix, mas desta vez usando outros materiais como, por exemplo elásticos, polias e eixos. Como o mo tor empregado contém uma redução própria, ou seja, um torque elevado desenvolveu-se uma relação, para que o peso da cabine e o contrapeso não desgastem o eixo do motor e o forcem. Logo, com isso nos obtive

22 Base da torre do elevador



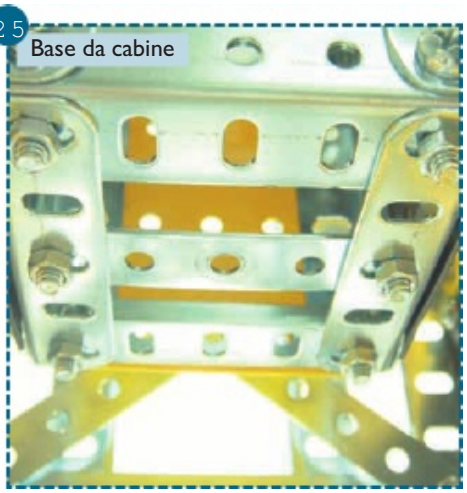
23 Detalhe do fosso do elevador



24 Sistema de sustentação da cabine



25 Base da cabine



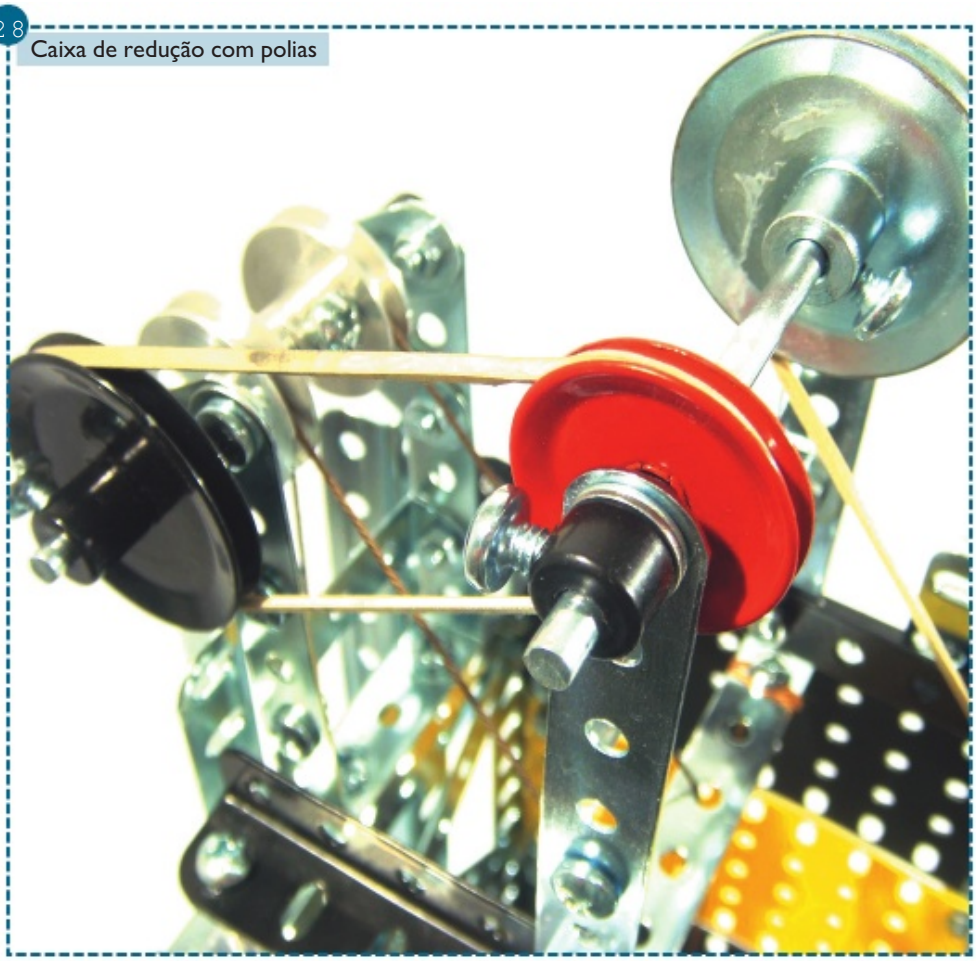
26 Cabos de sustentação da cabine



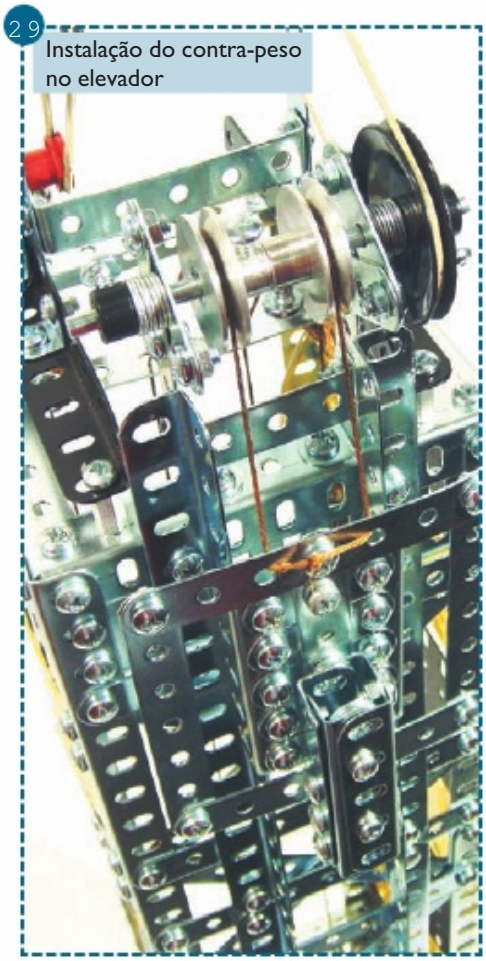
27 Assoalho da cabine

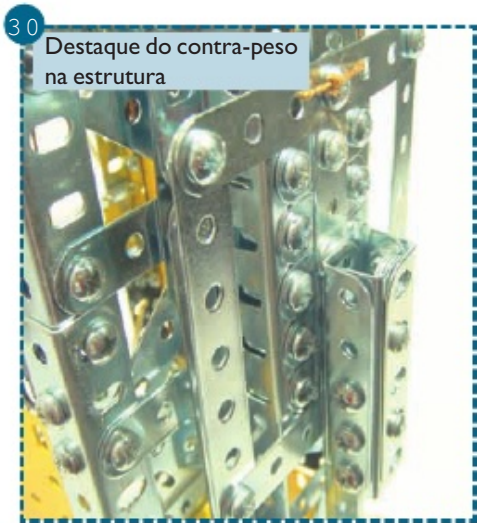


28 Caixa de redução com polias



29 Instalação do contra-peso no elevador

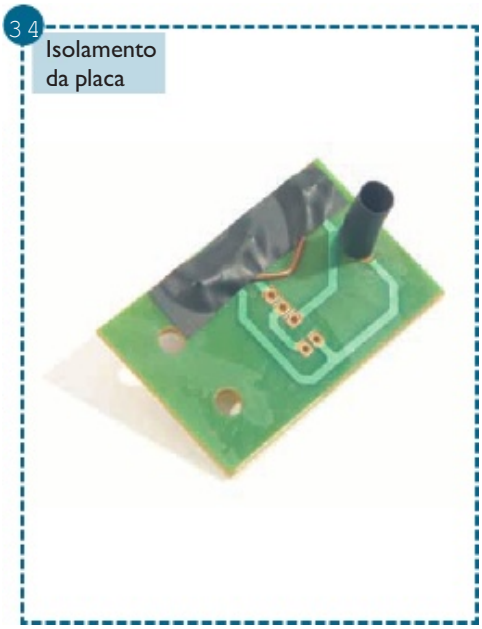


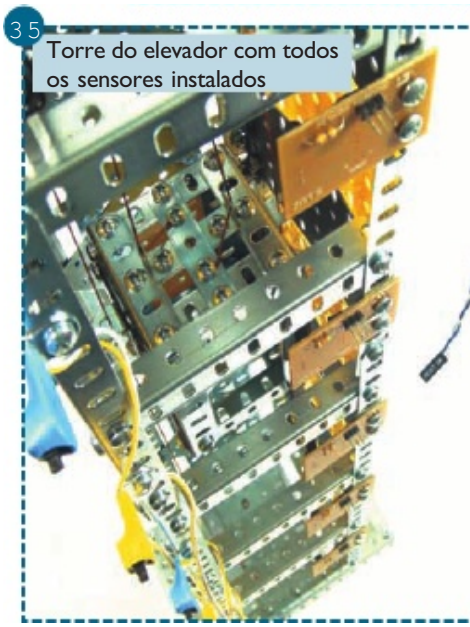

30 Destaque do contra-peso na estrutura

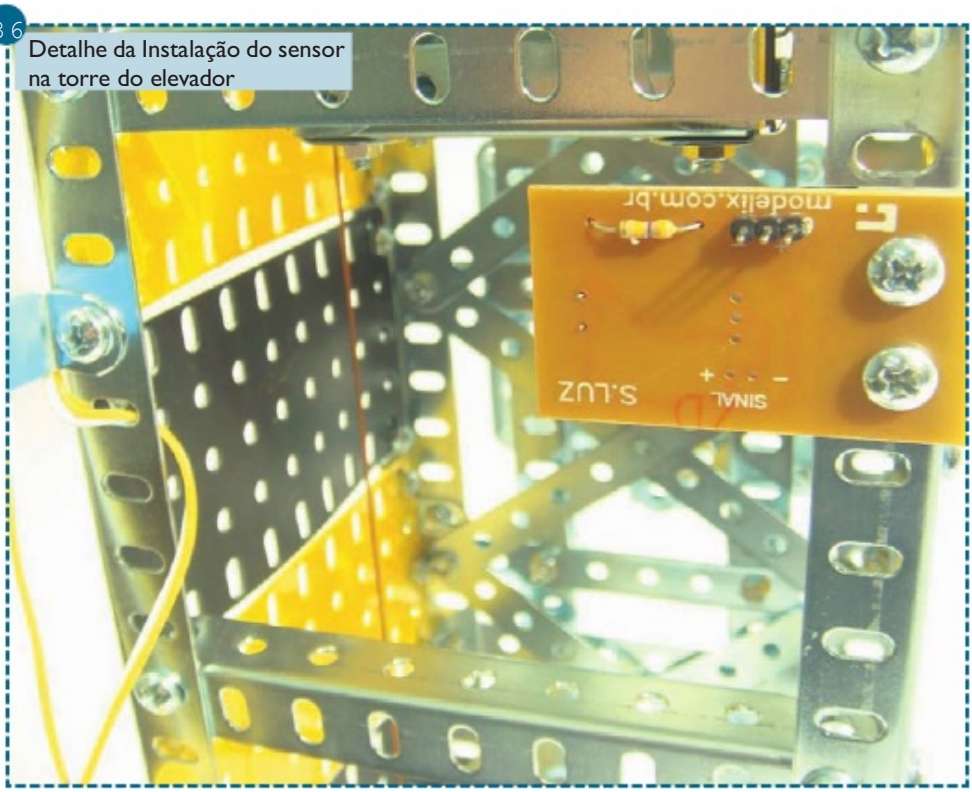

31 Instalação do cabo no contra-peso


32 Movimentação do contra-peso


33 Material para isolamento da placa


34 Isolamento da placa


35 Torre do elevador com todos os sensores instalados



36 Detalhe da Instalação do sensor na torre do elevador

mos menos velocidade, mas aumen
to no torque.

Com a relação estabelecida, é preci
so determinar o contrapeso (o que des
tacamos nas **figuras 29, 30 e 31**) que
irá fornecer sustentação à cabine. Faça
um contrapeso de acordo com a cabine
montada para evitar erros de proporção
e comprometer sua movimentação, de
talhada na **figura 32.**

Desenvolvemos um trilho para servi
como guia do contrapeso e garantir que
ele cumpra sua função sem atrapalhar

Nossa montagem está perto de
ser concluída. Falta complementa
com a colocação dos sensores, que
servem para que a cabine pare em
cada andar. Contudo, encontramos
alguns problemas que podem compli
car um pouco nossa montagem, como
acontece com os terminais de todos
os sensores, que devem ser isolados

com fita adesiva para que não entrem
em contato com outros materiais con

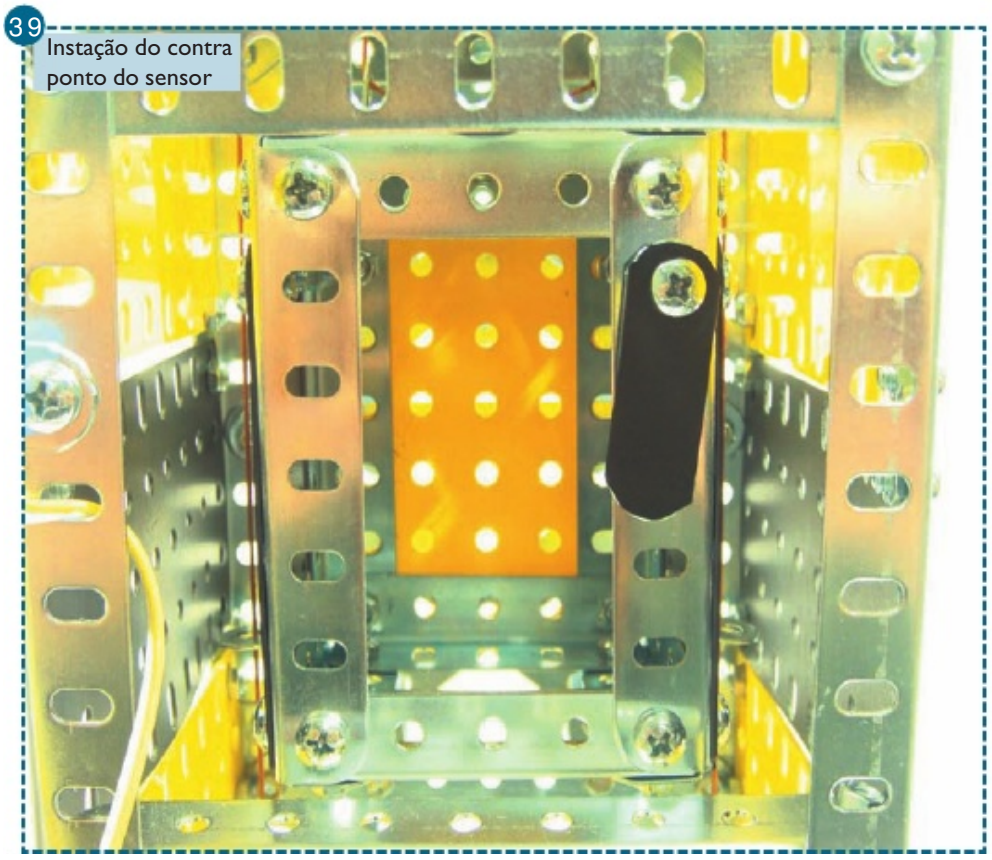
37 Material para isolamento do contra ponto do sensor



38 Isolamento do contra ponto do sensor



39 Instação do contra ponto do sensor



dutores e causem curtos-circuitos que danifiquem as placas, veja as **figuras 33 e 34**.

Com os sensores isolados, prenda-os na estrutura do elevador como mostram as **figuras 35 e 36**.

Sugerimos que sejam fixados na parte frontal, pois sua regulagem será mais prática, Lembrando que sua sensibilidade deverá ser regulada de acordo com o ambiente.

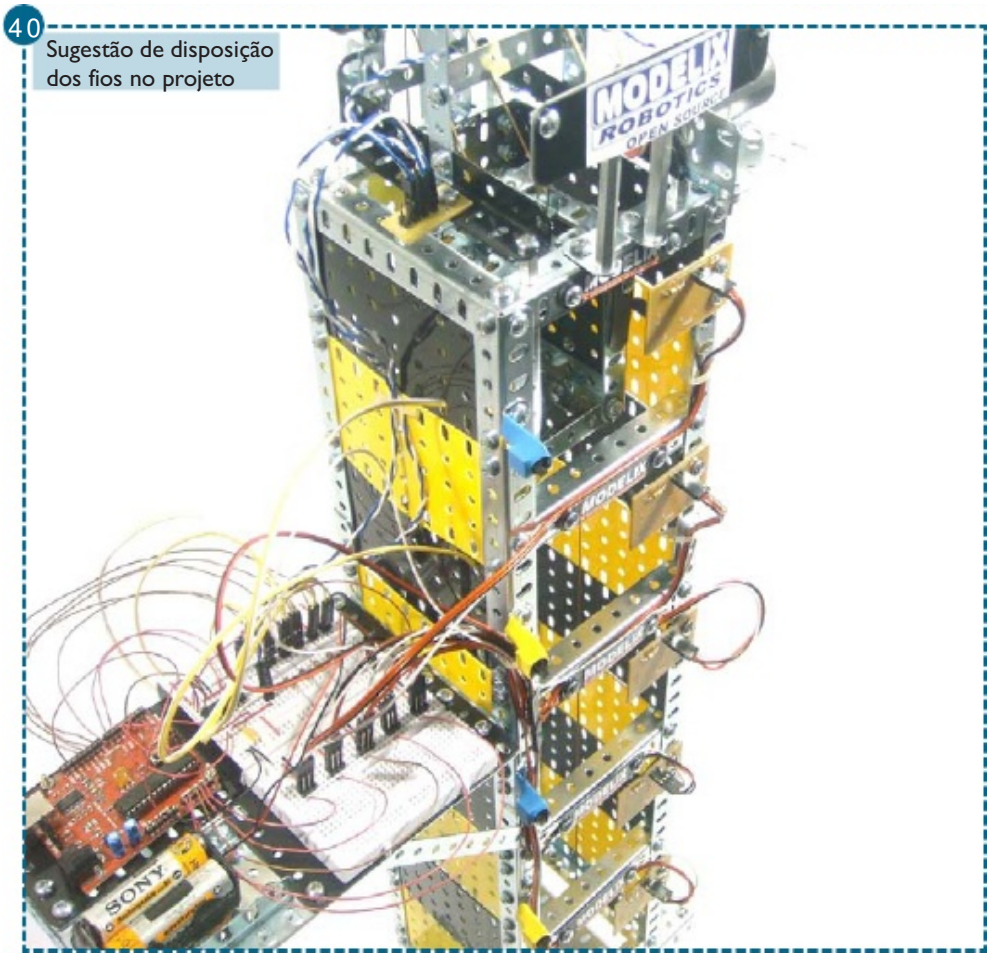
Para efetuar a parada da cabine no respectivo andar, será preciso instalar uma peça isolada da cabine, pois com sua região escura fechará o contato nos sensores e interrompendo, assim, o seu deslocamento.

Pegue quatro peças de três furos e novamente a fita isolante (**figura 37**), isole somente uma peça (**figura 38**), a qual ficará na parte frontal à cabine e prenda-as na viga da cabine que corresponde ao lado dos sensores (**figuras 39**).

Após a fixação da peça na cabine, regule os sensores de modo que sua região de contato seja na mesma direção que a peça se encontra.

Depois de instalar e regular os sensores sugerimos que se desenvolva uma maneira para que os fios não atrapalhem o desempenho do projeto, algo semelhante ao que é visto nas **figuras 40**, mas que como mencionamos anteriormente, não precisa ser seguido à risca.

40 Sugestão de disposição dos fios no projeto



Desta forma, encerramos a montagem do nosso elevador microcontrolado com Modelixino. Esperamos ter contribuído com conceitos interessantes e boas idéias para seus futuros projetos de Mecatrônica.

Trabalhando com equipamentos valvulados

Newton C. Braga*

Estamos na época dos circuitos integrados que reúnem numa pequena pastilha de silício milhões de transistores. No entanto, muitos adeptos da eletrônica estão redescobrindo o componente que deu origem a tudo isso e que se julgava "enterrado" há muitos anos: a válvula. Equipamentos a válvula, principalmente de som, estão sendo fabricados e vendidos com custos elevados, colecionadores estão pagando fortunas por ***amplificadores e outros*** *equipamentos valvulados dos anos 30 aos 50, ou mesmo reprojetados, e muitos leitores procuram avidamente válvulas de reposição para equipamentos antigos. O que está acontecendo é o que veremos neste artigo.*

Acesse:

www.newtoncbraga.com.br

A velha válvula termiônica, ou simplesmente válvula, está sendo redescoberta por muitos adeptos da eletrônica. Este componente, volumoso, consumidor de muita energia, frágil e até mesmo caro tem, entretanto, atrativos que agora estão sendo observados com muito mais respeito pelos especialistas em eletrônica.

Se você tem um velho rádio valvulado, relíquia de muito tempo, que anda sendo chutado em um canto úmido da oficina, e até mesmo com a caixa quebrada, é hora de olhá-lo com mais atenção: ele pode ter muito mais valor do que você pensa!

Mas, não é só a recuperaração de aparelhos valvulados que pode ser um bom negócio para o leitor dos velhos tempos ou que tenha habilidade para tanto. Equipamentos valvulados voltam a ser procurados em algumas partes do mundo pelas características que apresentam.

Os amplificadores valvulados

Nos anos 50 apareciam os amplificadores ultralineares valvulados. Eles consistiam no que havia de mais avançado em matéria de som de alta fidelidade. Com um circuito de saída com válvulas em *push-pull* e pesados transformadores com núcleos de materiais especiais, eles forneciam o som mais puro que era possível obter naquela época.

Na **figura 1** mostramos o aspecto físico de um desses amplificadores com destaque para os pesados transformadores drives de saída que, conforme a potência, chegavam a pesar mais de 5 kg cada um!

A configuração básica era a ilustrada na **figura 2** em que se utilizavam duas válvulas - pentodo em contrafase de modo que cada uma amplificava metade do ciclo do sinal de áudio.

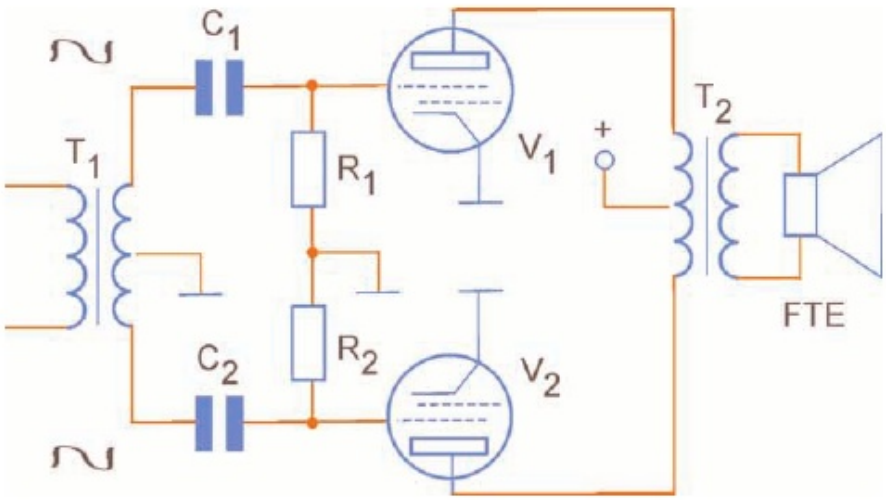
O que chama a atenção nestes circuitos é que as válvulas possuem uma característica linear de amplificação, diferentemente dos transistores comuns que têm um trecho não linear no ponto em que começam a conduzir, conforme indica a **figura 3**.

O resultado dessa linearidade maior da válvula é a reprodução de um som mais puro, livre praticamente da chamada distorção harmônica que ocorre nos circuitos transistorizados. Por mais elaborados que sejam os circuitos transistorizados, nunca se conseguiu eliminar completamente o problema da distorção causada por esta não linearidade dos transistores e é em vista disso que surgiram os descontentes.

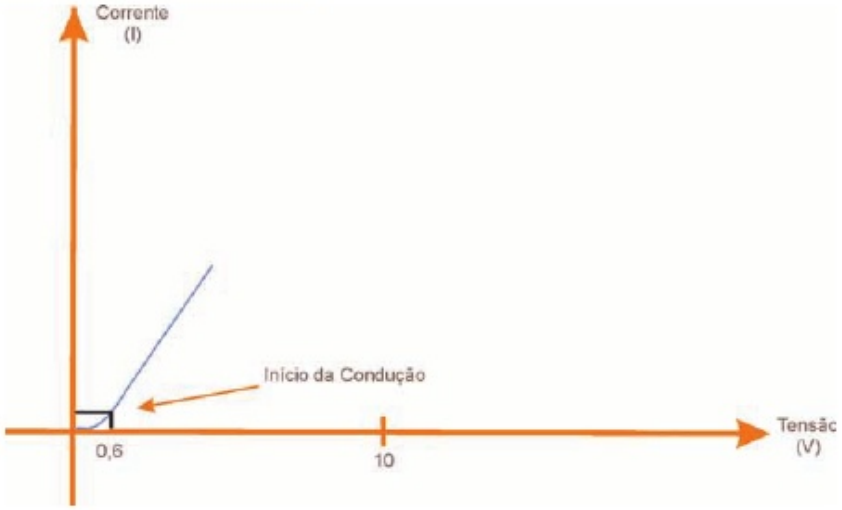
1 Amplificador valvulado de alta qualidade (e altíssimo preço também)



2 Circuito típico de saída em push-pull de um amplificador valvulado



3 Curva característica de condução de um transistor bipolar



4 O amplificador da LAMM Industries custa a bagatela de 30 000 dólares

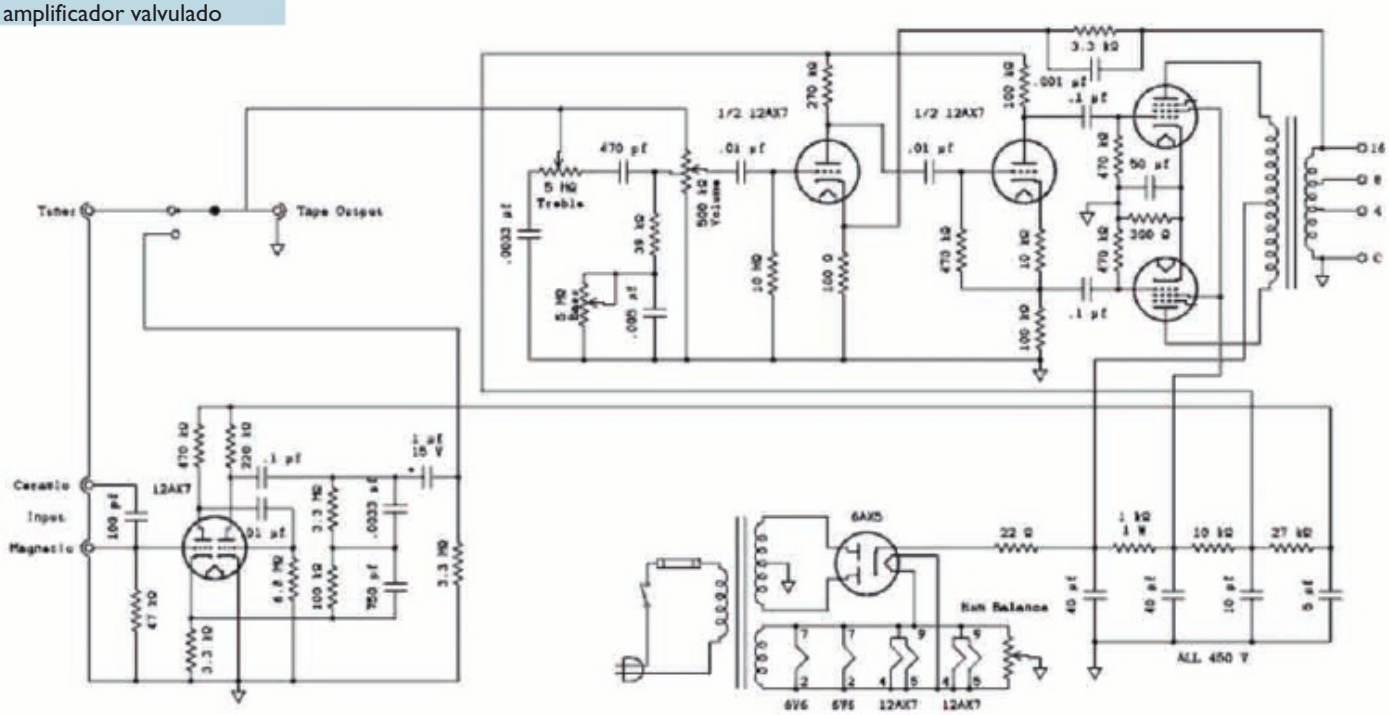


De fato, até hoje existem pessoas que "não aceitam" o som transistorizado, afirmando que o som mais puro é o produzido por amplificadores valvulados. Para atender esses adeptos do som ultralinear valvulado, que já desapareceu na maioria dos países, ficaram alguns fabricantes hiper-sofisticados que investiram na melhoria da velha válvula para aplicá-la em amplificadores que, segundo os próprios fabricantes e usuários, são infinitamente melhores que os modernos transistorizados. Na **figura 4** temos um destes amplificadores lineares, cujo custo deixa qualquer um abismado!

Além de usarem pesadíssimos transformadores ultralineares que, sem dúvida alguma, impedem o uso portátil deste equipamento, as próprias válvulas utilizam uma tecnologia fantástica que nada lembra dos velhos rádios e amplificadores (vitrolas) dos anos 50 e 60. As válvulas, para redução do nível de ruído e melhora de suas características elétricas, possuem eletrodos internos folheados a ouro!

Não é preciso dizer que se trata da velha tecnologia trazida para nossos tempos. Os adeptos deste som valvulado dizem que sua pureza nunca poderá ser conseguida por qualquer equipamento transistorizado, por mais caro ou sofisticado que seja. Os circuitos, em muitos casos, chegam a ser híbridos com etapas de excitação transistorizadas ou mesmo integradas, onde a influência da não linearidade do transistor pode ser evi-

5 Diagrama completo de um amplificador valvulado



tada, e somente as etapas de saída são valvuladas. Na **figura 5** vemos um desses circuitos.

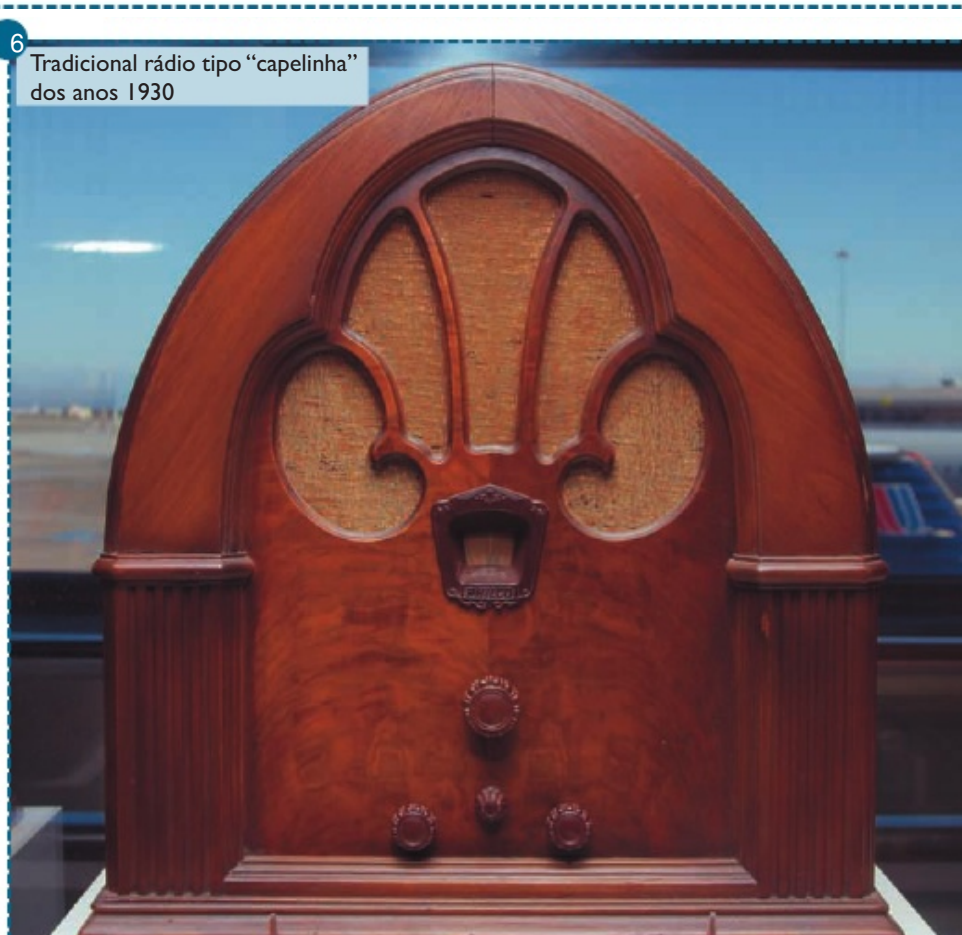
É claro que a montagem de um circuito deste tipo, hoje em dia, esbarra em algumas dificuldades como: onde conseguir os transformadores (deve haver alguém que saiba enrolá-los), ou ainda como fazer o chassi de metal para a montagem. Para as válvulas não há muito problema, pois muitas delas ainda existem para reposição em televisores que as utilizam, e mesmo em alguns fornecedores **(www.reidosom.com.br)**.

Recuperação de rádios

Um outro campo interessante de atividades que começa a ser descoberto por técnicos e amadores da eletrônica é a recuperação de equipamentos antigos, principalmente rádios. Casas de fazenda, de campo e mesmo residências em estilo antigo mantêm mobiliário da mesma época, recuperado com cuidado e não raro adquirido a preço elevado. Da mesma forma que o mobiliário, a presença de um rádio antigo, quer seja do tipo "capelinha" ou mais moderno, é fundamental para acompanhar a decoração.

Rádios dos anos 30, 40 ou mesmo 50 usando válvulas podem ser encontrados abandonados em muitos locais e a colocação de um equipamento desses em funcionamento pode significar muito dinheiro para quem conseguir isso. Na **figura 6** mostramos um desses rádios.

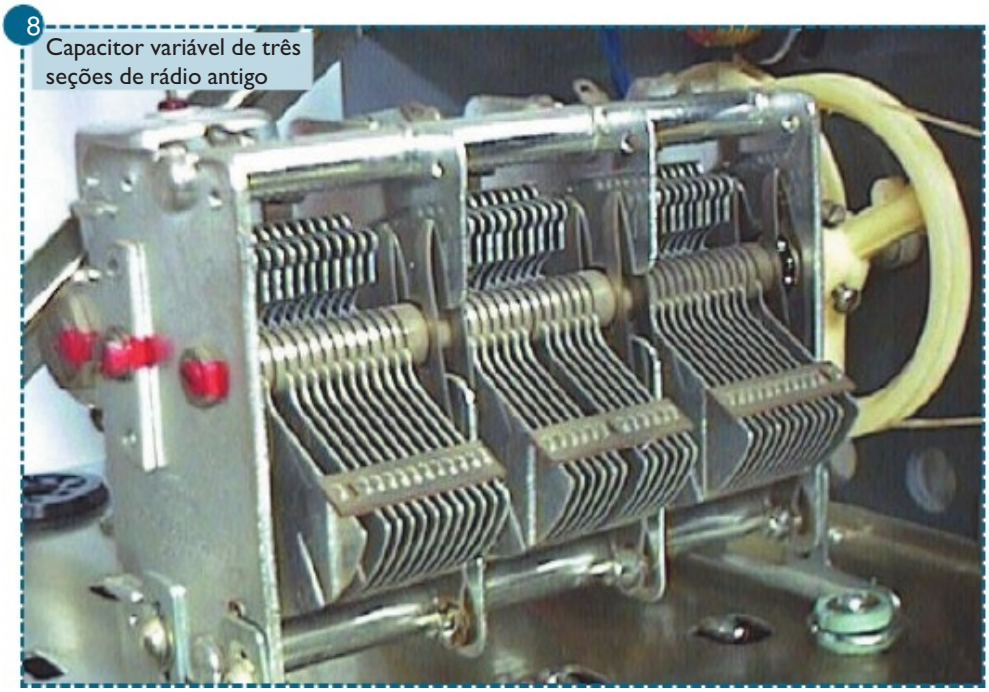
6 Tradicional rádio tipo "capelinha" dos anos 1930



Um rádio antigo funcionando, vendido como objeto de decoração, antiguidade ou mesmo pintado com cores exóticas para uma decoração diferente pode render muito dinheiro ao téc



7 Capacitor a óleo de um amplificador antigo


8 Capacitor variável de três seções de rádio antigo

nico caprichoso. De fato, o preço do rádio não será o preço de sucata, mas sim o preço de raridade e isso pode significar muito mais do que o de um rádio equivalente moderno.

A sensibilidade do técnico ou do amador em descobrir um rádio destes, fora de uso, e saber a quem oferecer é importante para ter êxito no negócio. Nos grandes centros, como São Paulo e Rio de Janeiro existem casas de antiguidades que certamente se interessariam por equipamentos deste tipo funcionando. O curioso desses rádios é que a recuperação às vezes pode ser simples, como a mera troca de uma válvula. Os circuitos são fáceis, e os componentes diferentes das válvulas, especificamente os resistores e capacitores admitem equivalentes modernos. Por exemplo, qualquer capacitor de óleo ou papel de um rádio antigo pode ser substituído por um de poliéster metalizado de mesma tensão de trabalho. Na **figura 7** exibimos o aspecto destes capacitores.

Na recuperação, o técnico deve apenas prestar atenção para a possibilidade de existirem peças danificadas mais difíceis de obter ou reparar como, por exemplo, as placas amassadas de um capacitor variável de sintonia. Capacitores duplos e até triplos, como o exemplificado na **figura 8,** podem ser encontrados nestes rádios.

Batidas fortes ou mesmo quedas podem entortar as placas de metal de forma que as placas do conjunto móvel passam a encostar nas placas do conjunto fixo, quando o eixo de sintonia é girado. Isso não pode ocorrer. Em alguns casos, um simples ajuste do parafuso do eixo pode levar o conjunto a um funcionamento perfeito girando sem encostar mas se as placas estiverem tortas o problema é mais grave. Com sorte o técnico muito habilidoso pode desentortar uma ou outra dessas placas, mas para o conjunto todo é mais fácil tentar encontrar um variável em bom estado num outro rádio antigo abandonado.

Para a ferrugem do chassi uma boa lixada e depois o envernizamento podem ajudar à dar uma aparência nova. Quanto a caixa de madeira, o tratamento com verniz poderá dar um aspecto de novo a um aparelho abandonado há muito tempo. A calibração do circuito é feita da mesma forma que para os receptores transistorizados convencionais, uma vez que o circuito é equivalente. A única diferença na maioria dos tipos está no fato de que em cada etapa temos uma válvula em lugar do transistor e que o transformador de FI e bobinas são de maior porte.

É possível também encontrarmos frequências de F_I diferentes de 455 kHz, como é comum nos rádios AM modernos. Valores como 815 kHz e 560 kHz não são raros. Voltaremos oportunamente a dar dicas de recuperação de aparelhos valvulados nas páginas desta revista, inclusive como fazer a calibração que exige mais cuidado.

Como obter peças

Muitas casas de material eletrônico ou mesmo oficinas possuem em seus estoques de peças de reposição componentes de rádios antigos, incluindo as válvulas. Destacamos, neste caso, a Eletrônica Rei do Som de São Paulo, que também vende pelo correio (**www.reidosom.com.br**).

Assim, a obtenção de componentes nem sempre é tão difícil e até tem uma vantagem em relação aos equipamentos modernos. Se, hoje, quebrar um rádio de determinada marca que o leitor tenha por causa um circuito integrado, ele certamente terá dificuldades, pois o circuito integrado usado pode ser de um tipo específico, que só serve para aquele modelo de rádio daquela marca. A probabilidade de encontrar tal componente em qualquer loja é muito pequena.

Por outro lado, se queimar uma válvula num rádio antigo, por exemplo, uma 6AQ5 ou 6C4, a possibilidade de encontrá-la, mesmo hoje, é grande, pois esta válvula, além de ser empregada em uma grande quantidade de tipos e marcas de rádios antigos, também é encontrada em televisores e amplificadores de toca-discos dos anos 50, 60 e até alguns modelos dos anos 70. Enfim, nos tempos antigos poucos tipos de válvulas eram utilizadas para muitos tipos de equipamentos. Hoje em dia temos tantos componentes diferentes quantos são os equipamentos. f

Sirene de Uso Geral

Newton C. Braga*

Alarmes, sistemas de aviso e muitas outras aplicações exigem o emprego de uma sirene. O circuito que descrevemos aqui utiliza poucos componentes de baixo custo, mas oferece uma excelente potência a um alto falante comum, com a produção de um som semelhante ao de uma sirene de polícia. O circuito opera com tensões na faixa de 6 a 15 V e com as tensões mais altas o volume obtido também será maior. A montagem é bastante compacta, o que permite sua implantação tanto em sistemas de alarmes domésticos quanto em viaturas.

Um oscilador que produza o som modulado em frequência com altas e baixas, mudando rapidamente porém com suavidade pode ser usado de diversas maneiras.

Dentre as aplicações possíveis sugerimos a instalação em viaturas (respeitando-se as limitações legais para uso), em alarmes ou mesmo shows e conjuntos musicais com a produção de efeitos sonoros.

O circuito que descrevemos se ajusta perfeitamente a estas aplicações com a vantagem de já possuir uma etapa de amplificação própria com boa potência de saída.É claro que nada impede que o sinal de áudio seja aplicado a um amplificador externo mais potente, em função da aplicação visada.

Como Funciona

A base do circuito está em dois osciladores feitos em torno de 4 das portas existentes no circuito integrado CMOS 4093B. Este circuito integrado possui portas disparadoras que podem ser usadas de modo independente tanto nas funções lógicas originais quanto em inversores e amplificadores digitais, conforme ilustra a **figura 1**.

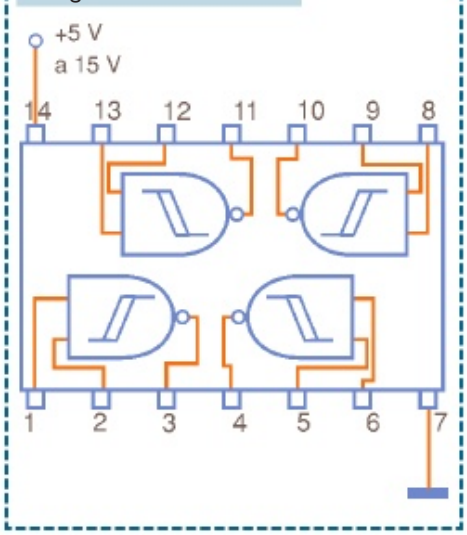
A tensão de alimentação do circuito integrado pode variar entre 5 e 15 V e como oscilador ele pode gerar sinais na faixa de frequências que vai de fração de hertz até 4 MHz, aproximadamente. Usamos então duas portas para fazer um oscilador lento, com uma frequência em torno de 1 Hz e que vai ser responsável pela modulação, ou seja, as variações de tom do oscilador principal. O oscilador principal é elaborado em torno das duas outras portas e opera com uma frequência próxima de 1 kHz, uma vez que esta frequência variará comandada pelo oscilador lento.O modo como o oscilador lento influi no oscilador de áudio é determinado pelo potenciômetro P_1, que consiste então no controle de modulação.

A frequência do oscilador lento depende de R_1 e C_2, componentes que podem ser alterados conforme a vontade do leitor. Sugerimos até que, se o leitor quiser gerar efeitos sonoros que troque R_1 por um potenciômetro de 4,7 M Ω em série com um resistor de 470 k Ω.

Com isso, será possível variar a frequência do oscilador numa faixa de valores de 1:10.

A frequência do oscilador de áudio é dada por R_3 e C_3, componentes que também podem ser alterados. A troca de R_3 por um potenciômetro de 470 k Ω em série com um resistor de

1 Pinagem do CMOS 4093B



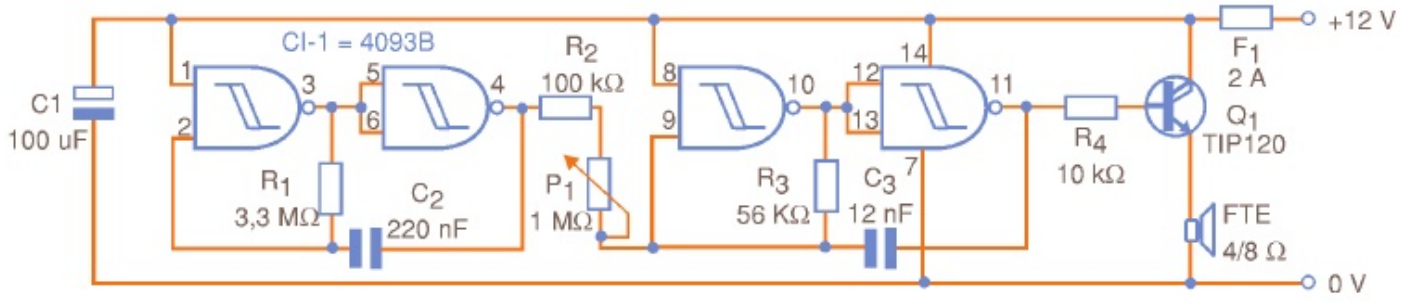
2 Sinal retangular de FM



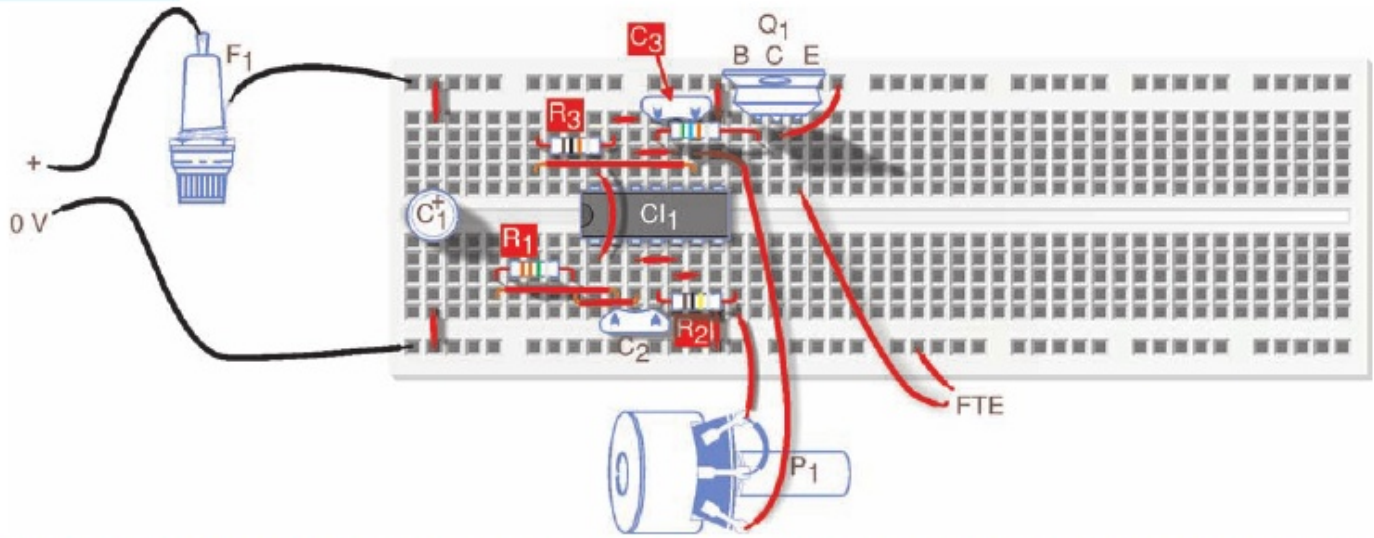
Acesse:

www.newtoncbraga.com.br

3 Diagrama esquemático da Sirene



4 Matriz de contatos



10 k Ω possibilita a alteração da frequência numa gama bastante ampla de valores.

O sinal modulado de áudio é retirado do pino 11 do circuito integrado e aplicado, via R_4, à base de um transistor Darlington de potência, que tem como carga um alto-falante de 4 ou 8 ohms de bom rendimento. Este alto-falante deve ficar num recinto acústico, como por exemplo uma pequena caixa.

O fusível F_1 protege o circuito em caso de curtos, observando-se que o pico de corrente do circuito pode superar 1 A, o que mostra a sua potência de saída.

O sinal produzido é retangular modulado em frequência com a forma de onda vista na **figura 2**.

Montagem

Começamos por mostrar na **figura 3** o diagrama completo da sirene.

A disposição dos componentes numa matriz de contatos universal é dada na **figura 4**.

O transistor deve ser dotado de um radiador de calor e para o circuito integrado, sugerimos a utilização de um soquete DIL de 14 pinos. Os resistores podem ser de 1/8 ou ¼ W de dissipação com qualquer tolerância. Para acionamento pode ser empregado um interruptor de pressão. Para retirar o sinal para um amplificador mais potente, basta eliminar R_4 e Q_1 e recolher o sinal do pino 11 para a entrada do amplificador, através de um capacitor de 100 nF.

Prova e Uso

Para provar, ligue a unidade a uma fonte de alimentação de 12 V com capacidade de corrente de pelo menos 1 A e acione o circuito. Ajuste P_1 para obter o som desejado. O circuito também pode ser testado (ou alimentado) com 4 pilhas grandes ou mesmo baterias, mas o volume obtido para o som será menor.

Comprovado o funcionamento, basta fazer a instalação definitiva da sirene em sua caixa e usá-la. f

Lista de materiais:

Semicondutores:
CI_1 – 4093 B – circuito integrado CMOS
Q_1 – TIP120 ou equivalente – transistor Darlington de potência

Resistores: (1/8 W, 20%)
R_1 – 3,3 M Ω – laranja, laranja, verde
R_2 – 100 k Ω – marrom, preto, amarelo
R_3 – 56 k Ω – verde, azul, laranja
R_4 – 10 k Ω – marrom, preto, laranja
P_1 – 1 M Ω – trimpot

Capacitores:
C_1 – 100 µF x 16 V – eletrolítico
C_2 – 220 nF (224) – cerâmico ou poliéster
C_3 – 12 nF (123) – cerâmico ou poliéster

Diversos:
FTE – 4 ou 8 Ω – alto-falante de 10 cm ou maior
F_1 – 2 A – fusível

Placa de circuito impresso, suporte de fusível, radiador de calor para o transistor, caixa para montagem, fios, solda, etc.

Timer de Bancada

Existem aplicações em que se deseja que um circuito seja desligado depois de um certo tempo. Isso pode ser obtido com a ajuda de um timer. Se o leitor não quiser comprar um timer pronto mas montar o seu próprio temporizador, descrevemos um circuito que é simples, usa componentes fáceis de obter e oferece retardos ou temporizações que chegam perto de meia hora.

Newton C. Braga*

Acesse:
www.newtoncbraga.com.br

Os timers ou temporizadores são aparelhos de grande utilidade na bancada do projetista ou mesmo para outras aplicações, como o controle de eletrodomésticos e eletrônicos no lar.

Descrevemos aqui um circuito bastante versátil que se autodesliga no final da temporização, podendo controlar cargas até 2 A ou mais, conforme a capacidade dos contatos do relé utilizado.

A temporização máxima obtida nessa configuração é da ordem de meia hora mas o potenciômetro e o capacitor de temporização C_2 podem ser aumentados até um máximo que permita temporização até uma hora. Valores maiores tornam o circuito instável, não sendo portanto recomendados.

Como Funciona

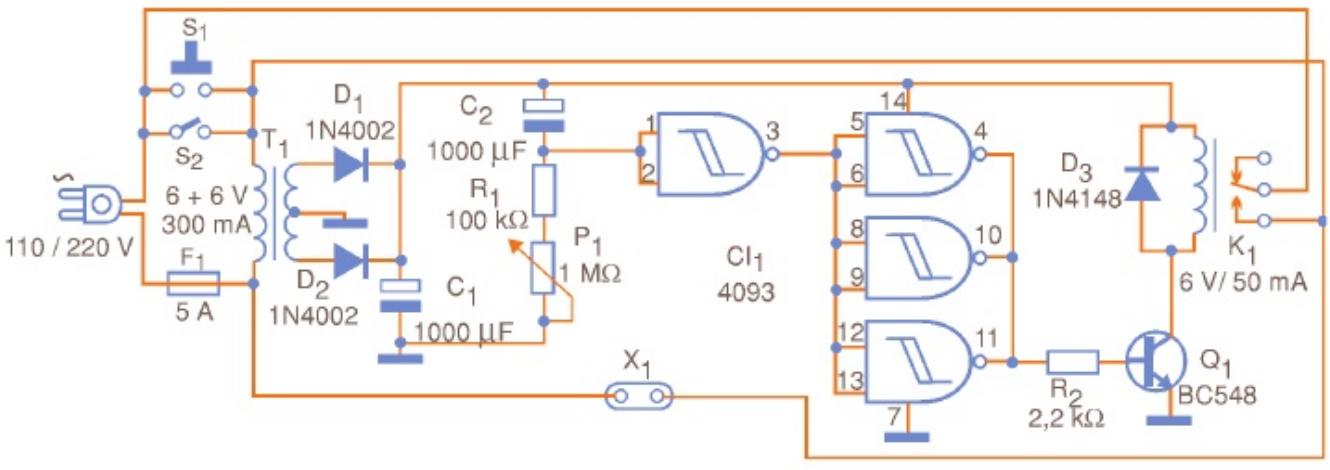
A base do projeto é o circuito integrado 4093, que tem uma de suas portas funcionando como um circuito de tempo. Nesse circuito, quando a chave S_1 é pressionada por um momento e o circuito energizado, o relé atraca e o capacitor C_1 começa a se carregar vagarosamente através de R_1 e P_1. A velocidade de carga vai depender justamente do ajuste de P_1. Maior resistência significará maior tempo.

No início da temporização os pinos 1 e 2 do C_1 estão nível alto, o que indica que a saída (pino 3) estará no nível baixo. O sinal dessa saída é aplicado às outras portas ligadas como inversores, deixando assim suas saídas no nível alto no início. O sinal dessas três portas excita o transistor Q_1 que mantém o relé atracado. A carga, nessas condições, se mantém alimentada.

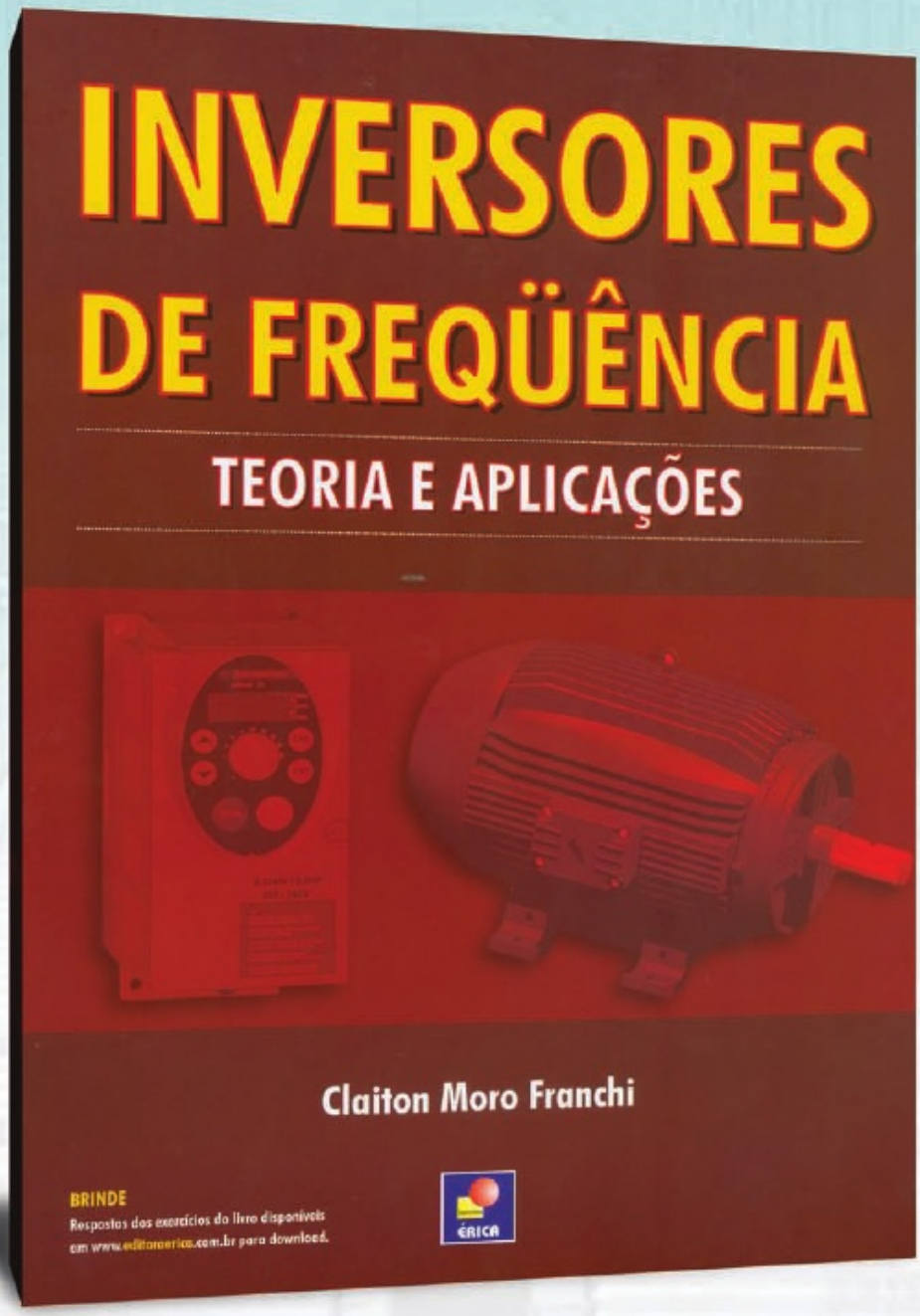
No início da carga, a tensão nos pinos 1 e 2 do C_1 é praticamente a tensão de alimentação. Essa tensão vai, então, caindo vagarosamente à medida que o capacitor se carrega (de modo a aumentar a tensão entre as armaduras) até o ponto em que o CI deixa de reconhecer essa tensão como nível alto, e então comuta.

Nesse momento, sua saída vai ao nível alto e a saída das três portas seguintes passa ao nível baixo, deixando de excitar o transistor. Com isso, o relé desliga a carga externa e a sua própria alimentação. O circuito é então desarmado.

1 Diagrama equemático do temporizador



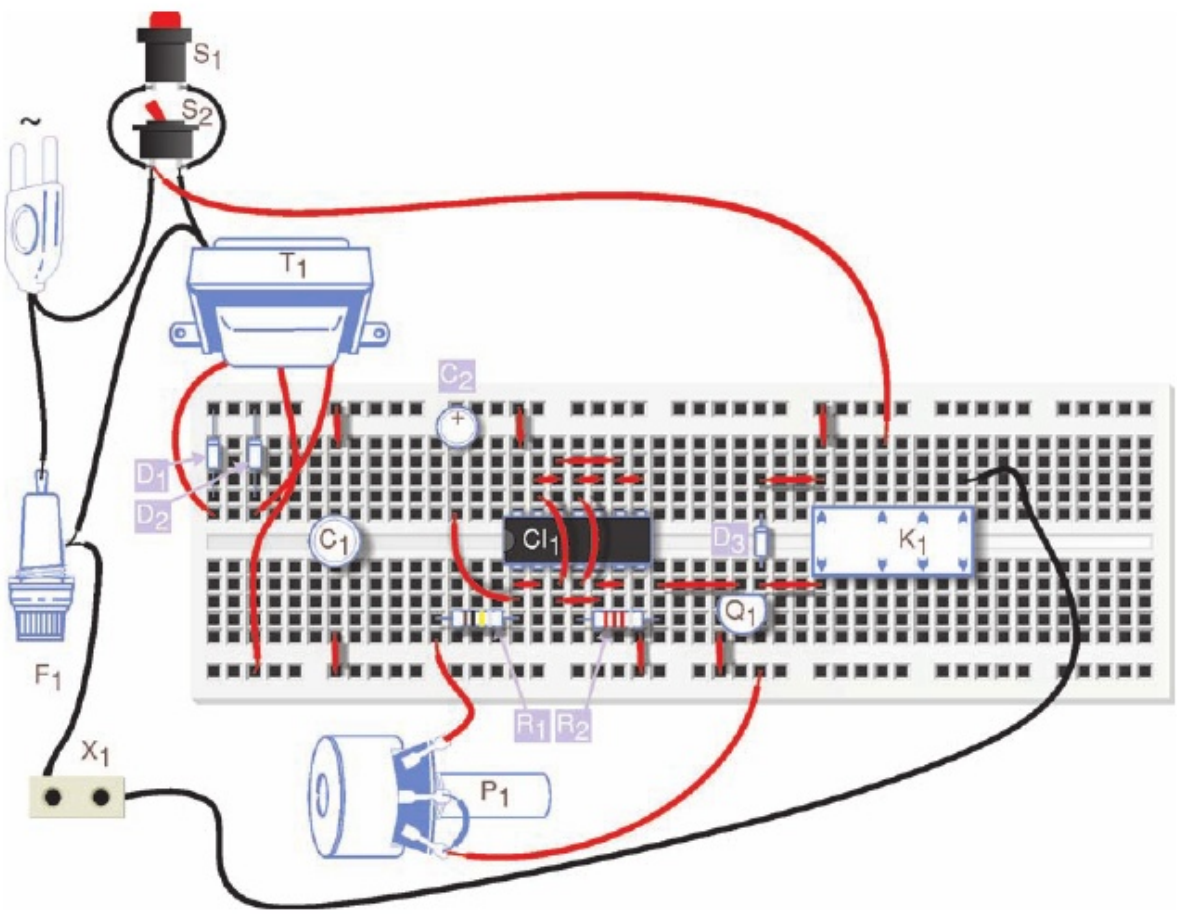
O Mais Vendido de 2008



Com uma linguagem clara e objetiva aborda os conceitos básicos dos inversores de frequência, seus princípios de funcionamento, controle 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

2 Montagem do circuito numa matriz de contatos



Para nova temporização, aguarde um pouco para que C_2 descarregue e depois pressione novamente S_1. S_2 é usado quando a alimentação do aparelho externo deva ser direta, sem temporização.

Montagem

Na **figura 1** temos o diagrama completo do temporizador. A montagem pode ser feita com base numa placa de circuito impresso universal com padrão de matriz de contatos, conforme mostra a **figura 2**.É claro que o leitor também pode criar seu próprio padrão de circuito impresso para uma montagem mais compacta. O transformador deve ter enrolamento primário de acordo com a rede de energia e secundário de 6 V com corrente de 300 a 500 mA. O circuito ainda poderá operar com relés de 12 V e um transformador de 12 V de secundário, mas será preciso intercalar um regulador de tensão entre os diodos da fonte e o setor alimentado, observe a **figura 3**.

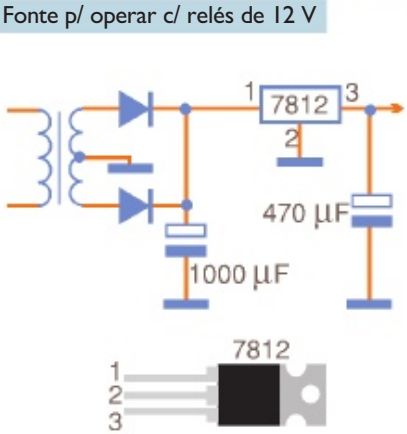
Os capacitores eletrolíticos podem ter tensão de trabalho de 16 V ou 25 V. O capacitor de tempo pode ser maior, até um máximo de 2 200 µF mas deve ser de boa qualidade, pois a existência de fugas irá instabilizar o circuito.

O relé é de qualquer tipo que tenha uma bobina de 50 ou 100 mA e tensão de acionamento de 5 a 6 V. Os contatos dependem da carga alimentada. No protótipo foi usado um relé DIL de 2 A de corrente de contato, admitindo assim até 200 W na rede de 110 V ou 400 W na rede de 220 V.

Os demais componentes não são críticos, admitindo na maioria dos casos o uso de equivalentes ou valores próximos aos indicados. O potenciômetro pode ser linear ou log. Se for linear será mais fácil adaptar uma escala com base num cronômetro ou relógio comum.

Para a saída é usada uma tomada comum onde o eletroeletrônico contro

3 Fonte p/ operar c/ relés de 12 V



lado possa ser ligado. Na conexão dos fios da rede para essa tomada devem ser previstas espessuras de acordo com a intensidade da corrente.

Prova e Uso

Ligue uma carga qualquer na saída do circuito, por exemplo, um abajur ou lâmpada. Pressionando S_1 por um instante, a carga deve ser acionada. Deixe inicialmente P_1 na posição de mínima resistência, para menor temporização.

Passado algum tempo, que depende do ajuste, a carga deverá desligar automaticamente e também a alimentação do circuito. Para nova temporização aguarde alguns minutos e depois pressione S_1.

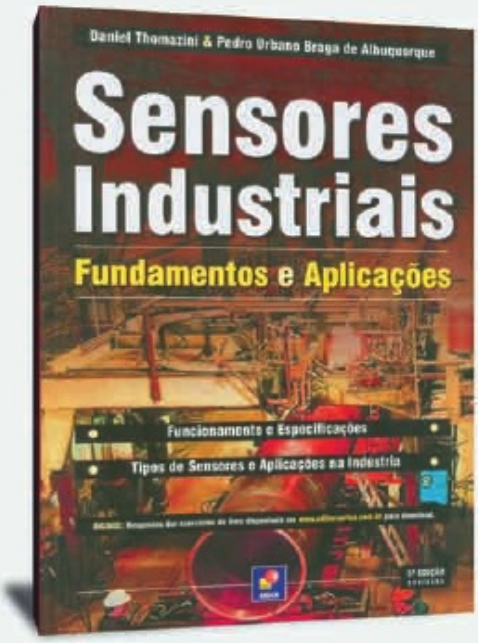
Pode ser agregado em paralelo com C_2 um interruptor de pressão para fazer a descarga desse componente. Pressionando-se esse interruptor, uma nova temporização precisa pode ser imediata. Uma escala de tempos pode ser agregada ao potenciômetro. Essa escala pode ser obtida com base nas temporizações comparadas com um relógio ou cronômetro comum.

Lista de materiais:

CI_1 – 4093 – Circuito integrado CMOS
Q_1 – BC548 ou equivalente – transistor NPN de uso geral
D_1, D_2 – 1N4002 – diodos retificadores de silício
D_3 – 1N4148 – diodo de silício de uso geral
T_1 – Transformador com primário de acordo com a rede de energia e secundário de 6 + 6 V x 300 mA ou mais
K_1 – Relé sensível de 6 V
R_1 – 100 k Ω x 1/8 W – resistor – marrom, preto, amarelo
R_2 – 2,2 k Ω x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, vermelho
P_1 – 1 M Ω ou 2,2 M Ω – potenciômetro lin ou log
F_1 – 5 A – fusível
C_1 – 1 000 µF x 12V - capacitor eletrolítico
C_2 – 1 000 µF a 1 500 µF x 12 V – capacitor eletrolítico – ver texto
S_1 – Interruptor de pressão NA
S_2 – Interruptor simples
X_1 – Tomada comum

Diversos:
Placa de circuito impresso universal ou comum, caixa para montagem, cabo de força, suporte para fusível, botão e escala para o potenciômetro, fios, solda, etc.

Sensores Industriais
Fundamentos e Aplicações

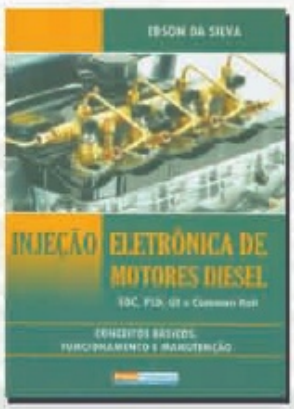


Essa obra é destinada a alunos de graduação em engenharia ou tecnologia, técnicos e engenheiros que atuam em processos de automação de sistemas. Apresenta os tipos de sensores utilizados na indústria e alguns de uso doméstico. Aborda tanto o fundamento físico aplicado a eles quanto algumas de suas aplicações em campo.



Mecatrônica Industrial

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.



Injeção eletrônica de motores diesel

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.

novasaber
www.novasaber.com.b

VENHA FAZER PARTE
DA REVOLUÇÃO DA ELETRÔNICA NO BRASIL!



TENHA ACESSO AO MELHOR
CONTEÚDO DA ÁREA DE ELETRÔNICA
PAGANDO R$ 48,00 / ano
(Apenas R$ 4,00 / mês)

www.sabereletronica.com.br