www.mecatronicafacil.com.br

Ano 6 - nº44 - R$ 6,50

MECATRÔNICA FÁCIL



Supercondutores

Veja o que esperar destes dispositivos no futuro

A História dos Rolamentos

Analise os motivos que levaram à criação dos rolamentos

Controle remoto por Laser Pointer

Veja o receptor para controle remoto por feixe de luz

Monta-treko

Confira os projetos: balança de Ampère, zumbidor, eletroímãs e muito mais

Uso de Relés

Funcionamento, utilidades e montagem de um relé experimental

ISSN 1676-0980

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

MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

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

Auxiliar de Redação
Erika M. Yamashita

Produção
Diego M. Gomes

Design Gráfico
Carlos C. Tartaglioni
Edimáldia Ferreira

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

Colaboradores
Jeff Eckert, Newton C. Braga, Renato Paiotti

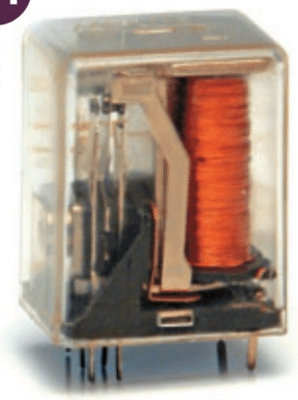
Capa
Arquivo Editora Saber

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

Associado da:

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

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





Robonews 2

Notícias 4

Monta-treko 10
Experimentos práticos para completar seus trabalhos acadêmicos

Sintonia dos servos 18
Como sintonizar um servo e qual a sua utilidade

Controle remoto por Laser Pointer 22
Confira as utilidades deste dispositivo para montagens eletrônicas

Uso de Relés 24
Monte um relé experimental e ainda aumente a sensibilidade dos relés

Supercondutores 30
Veja o que suas tecnologias poderão nos oferecer no futuro

A história dos rolamentos 34
Quais os motivos que levaram sua criação e como criar um rolamento axial

Robonews USA

Jeef Eckert



Asimo ganha versão comemorativa



Réplica do ASIMO para Rose Parade 2009
Cortesia da Honda

Ano passado a Honda teve uma queda prevista de 78,8% nas vendas em relação a 2007. Consequentemente o famoso ASIMO e suas outras invenções tecnológicas sofreram com o corte de custos, mas recentemente foi decidido que uma réplica de 15 metros estará disponível para a Rose Parade da California. O objetivo é celebrar os 50 anos da Honda em operação na América.

Esta versão faz uma homenagem as pessoas ecologicamente conscientes, sendo construída inteiramente com materiais naturais. Estes materiais incluem sementes de alface, arroz e flores podendo ser considerada uma salada agradável para depois da parada. Também está na mostra uma moto Honda Super Cub e um carro FCX Clarity movido a hidrogênio.

Inspeção automática de lâminas



Robô inspeciona as lâminas e pás do rotor de conversores de energia eólica

De volta a época em que o galão de gasolina foi vendido a 4 dólares e os bancos americanos ainda pareciam ter dinheiro, T. Boone Pickens anuncia o projeto de uma fazenda de vento de 10 bilhões de dólares. A inovação trabalha com cerca de 2.700 turbinas eólicas para gerar 4.000 MW de energia e é o primeiro robô projetado especificamente para inspecionar equipamento de geração de energia eólica.

Criado por engenheiros do Fraunhofer Institute for Factory Operation and Automation, o novo robô autônomo RIWEA inspeciona as lâminas dos rotores centímetro por centímetro, detectando rachaduras e delaminações causadas por forças inerciais, erosão colisão com pássaros, aeronaves ultra-leves etc. Na operação básica, o robô irradia calor na superfície da lâmina e utiliza uma câmera térmica de alta resolução para registrar padrões de temperatura afim de detectar anormalidades.

Ele também carrega um sistema ultrassônico para detectar objetos que o equipamento térmico não consegue, tornando-o mais preciso que o olho humano. De acordo com a Fraunhofer, o RIWEA pode cumprir sua tarefa em qualquer tipo de gerador, independente do tamanho ou localização. Para maiores informações acesse: **www.iff.fraunhofer.de**.

Trabalhadores são substituídos por máquinas escaladoras

Os ganhadores do prêmio realizado pela Feira Internacional de Projetos Capstone foram os robôs escaladores de postes. O HyDRAS (Hyper-redundant Dsicrete Robotic Articulated Serpentine) Ascent I e Ascent II, juntamente com o CURCA (Climbing Inspection Robot with Compressed Air), levaram o prêmio de 1 milhão de won Coreanos (aproximadamente 2.000 reais) pela honraria.

Os escaladores autônomos, desenvolvidos pelo Laboratorio de Robôtica e Mecanismo do Virginia Tech, foram projetados para escalar postes e construções enrolando-se e movimentando-se para cima via uma junção oscilante móvel.

Usando sensores e câmeras os robôs podem inspecionar as estruturas ou realizar outras tarefas perigosas. “A finalidade geral é deixar os trabalhadores das construções civis em segurança e livrando-os de quedas já que as quedas foram responsáveis por 809 mortes em 2006” e o que afirma o U.S. Bureu of Labor Statistics.



Robô em forma de serpentina capaz de escalar postes
Cortesia do Virginia Tech

Robonews

Maior feira de eletrônicos do mundo apresenta novas tendências

Consumer Electronics Show 2009 aposta em novidades para celulares e televisores

Las Vegas foi palco do CES - Consumer Electronics Show, evento mundial de eletrônicos, que aconteceu entre os dias 8 e 11 de janeiro. A feira apresentou novas tendências para o mercado tecnológico.

A abertura oficial contou com o discurso do diretor-executivo da Microsoft, Steve Ballmer. Ele, que ocupou pela primeira vez o lugar de Bill Gates na abertura do evento, noticiou que a versão de testes do Windows 7 foi oferecida ao público a partir do dia 9 de janeiro. Ele ainda completou que o sistema é mais simples, rápido e confiável.

Mas as apostas para este ano estavam em tecnologias móveis e em televisores. A LG, por exemplo, lançou o telefone de pulso LG-GD910. Ele realiza videochamadas com conexão 3G, reconhecimento de voz, além de todos os serviços comuns como mensagens instantâneas e MP3. De acordo com o presidente da LG, Woo Paik, a novidade estará disponível ainda em janeiro deste ano. É so aguardar!

A Motorola também anunciou seu modelo Moto Renew W233. O telefone, na cor verde, é fabricado a partir de garrafas recicladas. O telefone promete utilizar menos energia, garantindo ao usuário nove horas de conversação. Sua embalagem é feita de material reciclado e sua tinta composta à base de soja. Aos interessados, ele também estará à venda no primeiro trimestre deste ano.

Já os televisores chamaram a atenção em seus stands devido-a tecnologia 3D. A exibição mais impressionante foi feita pela Panasonic com o "3D Full HD Plasma Theater System". Ela chegou a montar um cinema com tela de 103 polegadas. Com capacidade de 20 pessoas a empresa exibiu desenhos, games e jogos de futebol americano. O diferencial, no entanto, foram as imagens tridimensionais da abertura das Olimpíadas de Pequim.

A Panasonic também optou por investir em monitores finos para HDTVs de Plasma (PDPs) e LCD, obtendo maiores avanços em qualidade de imagem e desempenho ambiental. A NeoPDP, tecnologia recém desenvolvida pela empresa, está integrada a um monitor LCD de consumo de energia de 90 kWh ao ano, altamente eficiente, que alcança boa resolução de imagem em movimento de 1000 linhas, próxima a de um PDP. Ela possui o mais baixo consumo de energia entre todas as LCD HDTVs do mundo, baixando a necessidade de energia a quase a metade quando comparada ao seu modelo anterior.

Durante a feira, também tiveram destaque as TVs com integração à internet. As marcas Samsung e LG, por exemplo, mostraram a adoção de serviços do Yahoo. Esses aparelhos permitem que informações on-line cheguem ao telespectador. Com o controle remoto em mãos, o usuário se tornará um internauta e acessará em sua tela as notícias minuto-a-minuto do Yahoo News.

Outros serviços como os vídeos do Youtube, MySpace, eBay e Flickr também estarão a sua disposição. Outra aposta alta da LG foi a locação de filmes através da Netflix, onde os compradores poderão baixar o conteúdo digital diretamente no televisor.

Neste ano os especialistas acreditaram que o foco estava voltado aos produtos menores, ecologicamente corretos e mais conectados, que pudessem ajudar os consumidores a economizar.





Jovem Cientista está com inscrições abertas até o dia 31 de julho

Participantes de nível médio, superior e orientadores concorrerão às premiações

O Prêmio Jovem Cientista já está em sua XXIV edição e para este ano propõe o tema "Energia e Meio Ambiente – soluções para o futuro". O objetivo do concurso organizado pelo CNPq é buscar soluções para os problemas ligados a população. Aos interessados, a inscrição pode ser feita até o dia 31 de julho através do site **www.jovemcientista.cnpq.br.**

Nesta edição, o foco é o estudo, desenvolvimento e uso de energias alternativas para estimular a produção e consumo de fontes de energia de maneira sustentável, ou seja, atender às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade das futuras gerações atenderem também às suas próprias.

A premiação é dividida em cinco categorias: Graduado, Estudante de Ensino Superior, Estudante de Ensino Médio, Orientador e Mérito Institucional. Há ainda uma **Menção Honrosa** para um pesquisador com título de doutor que se destaque por sua trajetória na área relacionada ao tema do prêmio. Ele é indicado pelas sociedades científicas selecionadas previamente pelo CNPq.

Os estudantes de ensino médio poderão escolher os temas: Energia: geração e uso; Impactos ambientais; Impactos sociais e Soluções: sustentabilidade e energia. Os três primeiros classificados desta categoria receberão um computador e uma impressora, e essa mesma premiação será dada aos orientadores e às escolas dos três alunos.

Já os alunos de ensino superior e os graduados poderão optar pelos seguintes tópicos para seus trabalhos: Fontes Alternativas de energias não poluentes; Exploração Racional de recursos energéticos; Impacto socioambiental da geração de energia hidrelétrica e da produção de biocombustíveis; Controle da emissão de poluentes e efeito estufa no setor energético; Edificações inteligentes ; Eficiência das diferentes fontes de energia; Uso de sistemas isolados para geração de energia elétrica; Ampliação e eficiência do uso de fontes renováveis de energia; Produção sustentável de biodiesel; Tecnologias energéticas apropriadas a pequenos produtores rurais e Impactos da geração de energia sobre os recursos biológicos e a biodiversidade.

A premiação dos participantes graduados será de R$ 20 mil para o vencedor; R$ 15 mil para o segundo colocado e R$ 10 mil para o terceiro. Já para Estudantes de Ensino Superior os valores serão de R$ 10 mil para o primeiro lugar, R$ 8.500 para o segundo e R$7 mil para o terceiro.

Os orientadores dos graduados e estudantes de ensino superior agraciados também ganharão computadores e impressoras. No Mérito Institucional, serão pagos R$ 30 mil para cada uma das duas instituições – uma de Ensino Médio e uma de Ensino Superior - que tiverem o maior número de trabalhos com mérito científico inscritos.

O pesquisador que for indicado para Menção Honrosa ganhará R$ 15 mil e uma placa alusiva. Além da premiação relacionada, os três primeiros colocados de cada uma das categorias ainda ganharão bolsa de estudo do CNPq.





Siemens desenvolve Kits para formação de “pequenos cientistas”

Empresa pretende ampliar entrega de “Discovery Box” para demais escolas públicas do país

A Siemens entregou 150 kits ‘Discovery Box’ para escolas públicas de Jundiaí em 2008. A ação, que beneficiará cerca de quatro mil crianças, faz parte do programa Generation21 que visa contribuir para o desenvolvimento de estudantes. A cerimônia de entrega aconteceu no Parque da Uva, em Jundiaí, com a presença do prefeito Ary Fossem e do presidente da Siemens do Brasil, Adilson Primo.

O presidente da empresa fez o discurso de abertura do evento e destacou o compromisso da Siemens com o desenvolvimento sustentável. Esta foi a primeira iniciativa no país e os planos da empresa são de estendê-los agora em 2009. “A escassez de recursos naturais e a busca por fontes alternativas de energia são exemplos resultantes de tendências já enfrentadas mundialmente e que necessitam de soluções urgentes. Por isso, esse kit ajudará as crianças a vivenciarem sua realidade na prática e colaborará para ativar o hábito do consumo consciente, além de estimular a curiosidade desses alunos”, comentou Primo.

Cada kit é composto por duas caixas com 22 experimentos científicos. A primeira caixa tem experimentos nas áreas de Meio Ambiente e Saúde e a outra, Energia e Eletricidade. Eles ainda podem ser reaproveitados de um ano para outro bastando apenas repor os componentes de baixo custo, assim como velas, carvão, anilina e etc. Os componentes de maior valor poderão ser reutilizados como o dínamo, soquetes, tubos e termômetros.

O kit é voltado para crianças de 6 anos, que estão na idade pré-escolar, e foi criado para utilização em sala de aula. Dentro de cada pacote o professor encontrará o seguinte material de apoio: um DVD, um livro com o conteúdo do DVD, pôsteres, além de fichas que descrevem cada experimento, jogos e outras atividades educativas.

Na caixa de Meio Ambiente e Saúde, o estudante aprenderá desde um método simples de purificar a água até a identificar partes do corpo humano e reconhecer quais alimentos são mais saudáveis. Já a caixa Energia e Eletricidade estimulará atividades que despertam o interesse das crianças por temas como circuitos elétricos, condutores e isolantes, calor, energias alternativas etc. Primo completou que a Siemens tem como objetivo promover a formação dos estudantes nas áreas da ciência e da tecnologia, assim como estimular o desenvolvimento de talentos e ampliar as oportunidades educacionais.

Pesquisadores anunciam a menor célula combustível do mundo

Inovação armaneza maior energia em um mesmo espaço para substituir baterias de celulares

Com três milímetros de comprimento e um de espessura, a nova tecnologia criada por pesquisadores dos Estados Unidos poderá ser utilizada no desenvolvimento de minúsculos geradores de eletricidade a partir do hidrogênio, que substituirá as atuais baterias de aparelhos portáteis.

A célula combustível do grupo Saeed Moghaddam, na Universidade de Illinois em Urbana-Champaign, é um pequeno dispositivo que gera energia sem consumi-la. E, embora as baterias já façam este serviço, a célula combustível é capaz de armazenar mais energia no mesmo espaço.

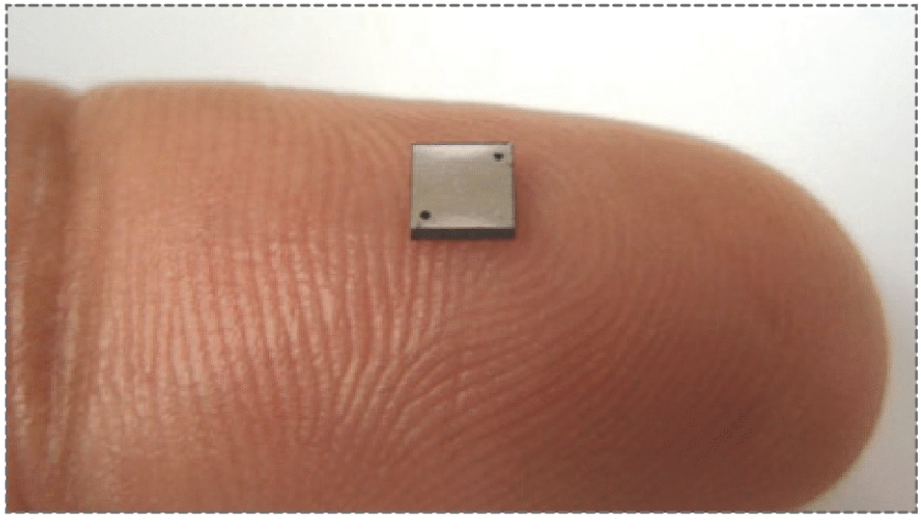
Ela é composta por apenas quatro componentes. Uma fina membrana separa um reservatório de água de uma compartimento localizado abaixo, que contém um metal hídrido. Ainda mais abaixo estão montados os eletrodos.

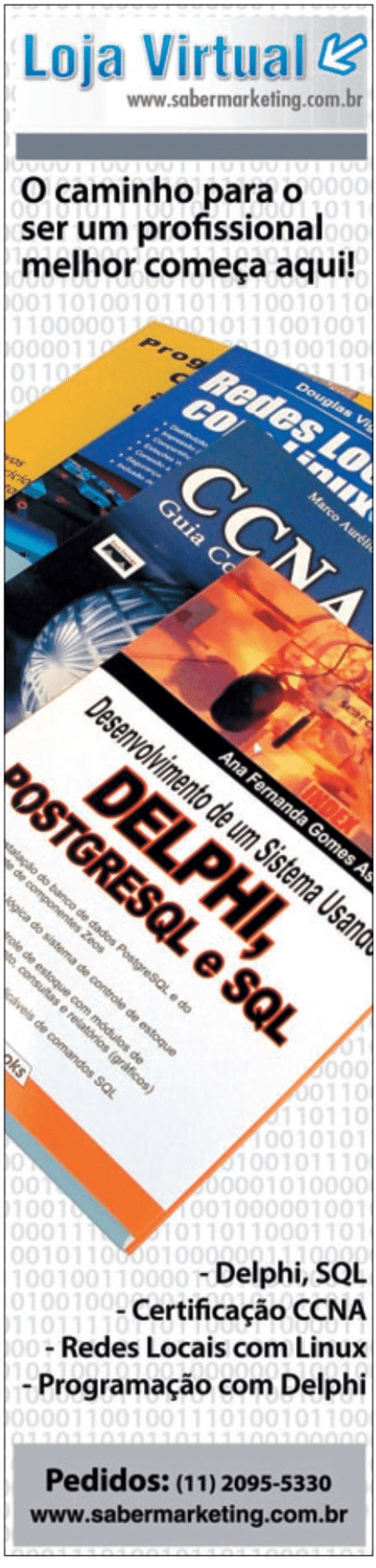
Minúsculos furos na membrana fazem com que as moléculas de água atinjam o compartimento adjacente na forma de vapor. Uma vez lá, o vapor reage com o metal hídrido para formar hidrogênio. O gás preenche o compartimento e empurra a membrana para cima, bloqueando a água.

O hidrogênio é gradualmente esgotado à medida que reage com os eletrodos para criar um fluxo de eletricidade. Quando a pressão do hidrogênio cai, mais água pode entrar para manter o processo. Como o tamanho do dispositivo é pequeno, a tensão superficial controla o fluxo de água pelo sistema. Isso significa que a célula funciona mesmo quando movida ou girada, o que é perfeito para aplicações em celulares.

O dispositivo empregado no estudo foi capaz de gerar 0,7 volts em uma corrente de 0,1 miliampères durante 30 horas até que o combustível utilizado acabasse. Mas o grupo conta que uma nova versão da tecnologia obteve uma corrente de 1 miliampère na mesma voltagem.

Até o momento não foi possível fazê-la funcionar em um tocador de MP3, mas, segundo o pesquisador, é o suficiente para alimentar microrrobôs.





Estudo prova que força Casimir pode manifestar-se de maneira repulsiva

Descoberta podera ser empregada em inúmeras aplicações nanotecnológicas

Pela primeira vez um trio de pesquisadores liderado pelo professor da Escola de Engenharia e Ciência Aplicada na Universidade Harvard, Federico Capasso, descobriram uma forma de obter a Levitação Quântica. Este efeito quântico, também conhecido como força de Casimir, poderá trazer importantes aplicações para a física mundial.

Já em 1948, pesquisas foram realizadas pelo físico holandês Hendrik Casimir que previu que duas placas condutoras perfeitas não carregadas eletricamente atrairiam uma à outra no vácuo, por conta das flutuações quânticas no campo eletromagnético no vácuo entre as placas. Desde então, a previsão foi verificada diversas vezes, mas sempre de forma atrativa.

Capasso e seus colegas substituíram uma das superfícies metálicas imersas em um fluido por uma de sílica e verificaram que a força entre elas mudou de atração para repulsão.

Para medir esta repulsão, os pesquisadores colocaram uma microesfera coberta de ouro em um cantiléver mecânico imerso em um líquido chamado bromobenzeno e mediram seu desvio conforme variavam a distância até a placa de sílica.

"Forças de Casimir repulsivas são de grande interesse, uma vez que podem ser usadas em sensores de força ou de torque ultrassensíveis para levitar um objeto imerso em um fluido em distâncias nanométricas da superfície. Dessa forma, esses objetos se tornam livres para realizar movimentos de rotação ou de translação em relação a outros com o mínimo de fricção estática", disse Capasso.

O diferencial é que as Forças de Casimir atrativas limitam a miniaturização de dispositivos conhecidos como Mems (Micro Electromechanical Systems), utilizados nas mais diversas aplicações, como no acionamento de airbags em automóveis. O motivo é que a atração faz com que as partes de um mecanismo se grudem umas às outras, tornando-as inoperantes. Já com a repulsão, o mesmo não ocorre.

Os autores do estudo apontam o desenvolvimento de peças nanométricas para situações em que é necessária a fricção estática ultrabaixa entre peças mecânicas micro ou nanométricas. Especificamente, os pesquisadores destacam a fabricação de bússolas, acelerômetros e giroscópios.

Siemens elege os vencedores do Prêmio Werner von Siemens

Premiação aconteceu em dezembro de 2008 no Museu da Língua Portugesa

A Siemens premia pela terceira vez os melhores colocados nas categorias Estudantil - Novas Idéias e Ciência & Tecnologia com o Prêmio Werner von Siemens. A cerimônia de entrega aconteceu em dezembro de 2008 e o Museu da Língua Portuguesa, em São Paulo, foi o local escolhido.

Para o presidente da Siemens no Brasil, Adilson Primo, fomentar a inovação e a busca pelo conhecimento são os principais objetivos da iniciativa. "O Prêmio Werner von Siemens é uma contribuição da empresa ao desenvolvimento de inovações no Brasil. Recursos naturais são finitos e, ao mesmo tempo, estão sujeitos aos ciclos econômicos. O conhecimento, não", disse Primo.

Em 2008, os vencedores ganharam R$ 10 mil para as modalidades Indústria, Energia e Saúde da categoria Estudantil - Novas Idéias, além de telefones Gigaset Siemens e certificados da premiação. Seus orientadores também foram honrados com os mesmos prêmios. E para Ciência & Tecnologia foram R$ 15 mil, além do certificado.

De um total de 238 projetos inscritos, apenas 20 foram selecionados e concorreram ao primeiro lugar das três categorias. "A Siemens observou o potencial de benefícios que os projetos inscritos poderiam gerar para a sociedade brasileira. Essa avaliação traduz a iniciativa da companhia em investir cada vez mais no crescimento da pesquisa e da inovação tecnológica no País", afirmou Primo.

Entre os vencedores da área estudantil em Energia estava o trabalho "Nanotubos de carbono: Re-

duzindo as perdas em sistemas de transmissão de energia" do aluno de engenharia elétrica do Centro Universitário da Fundação Educacional Inaciana - FEI, Eric Costa. Seu trabalho consiste de um cabo elétrico formado por nanocamadas de carbono depositadas sobre fios de alumínio que oferece maior condutividade que as tecnologias convencionais.

Na modalidade Indústria quem obteve destaque foi o estudante de engenharia elétrica Rafael Guedes Abreu, da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC/RS), com o "Sistema de monitoramento remoto de desmatamento em tempo real". A idéia do projetista foi transmitir as informações via satélite para um setor central em prol de obter ações imediatas contra o crime.

Para Saúde, ainda na categoria Estudantil, o primeiro lugar ficou para "Idéia e desenvolvimento de um dosímetro indicador de acúmulo de radiação à base de semicondutores orgânicos para uso em fototerapia neonatal", da futura física da Universidade Federal de Ouro Preto, Cláudia Karina Barbosa de Vasconcelos. Ela desenvolveu um dosímetro capaz de reduzir a quantidade de exames de sangue realizados em recém-nascidos. Uma de suas funções é diminuir o lixo hospitalar.

Ja em Ciência & Tecnologia, na modalidade Energia, o prêmio principal foi para o trabalho "Redução do atrito em dispositivos eletromecânicos: melhoria da eficiência no uso e geração da energia elétrica", de Ane Cheila Rovani, Carlos Alejandro Figueira e Felipe Cemin, do Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade de Caxias do Sul (RS). Este projeto objetiva aumentar a eficiência de consumo energético em dispositivos eletromecânicos.

Em Indústria, o primeiro lugar foi para o projeto da mestranda em Tecnologia Nuclear do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (Ipen), Thais de Oliveira, intitulado "Recuperação e reciclagem dos ácidos nítrico e sulfúrico e do molibdênio do rejeito líquido das indústrias de lâmpadas". Segundo a pesquisadora, todos esses elementos, depois de recuperados, apresentam condições satisfatórias de reutilização.

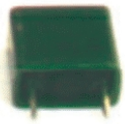
Por fim, a "Avaliação ultrassonométrica da consolidação e da densidade óssea cortical" contemplada em Saúde. Este trabalho foi desenvolvido pelo doutorando em Ortopedia da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP), Giuliano Barbieri. O equipamento ainda encontra-se em fase experimental e até o momento demonstra potencial de aplicação clínica. Seu diferencial está na portabilidade de fácil operação.



Monta-treko





Nesta série você encontra diversas sugestões de experimentos práticos para completar seus cursos e trabalhos de Ciências. Fenômeno da indução, balança de Ampère, montagem de um zumbidor e eletroímã são apenas alguns exemplos que você confere a seguir.

Projetos e experimentos com fios esmaltados

Os fios de cobre esmaltados encontrados em motores, transformadores e muitos outros dispositivos elétricos e eletrônicos podem ser utilizados em uma boa quantidade de experimentos didáticos e trabalhos escolares.

Muitos dispositivos tais como transformadores, bobinas, campainhas, motores, solenóides e relés fazem uso de um tipo de fio de cobre que é recoberto por uma fina capa de esmalte que serve de isolante. Com estes fios são enroladas bobinas que, ao serem percorridas por uma corrente elétrica, criam um campo magnético. Este campo magnético é o responsável pelos efeitos que fazem o dispositivo funcionar.

Os fios esmaltados podem ter espessuras que variam desde os mais finos que um fio de cabelo até os mais grossos, que podem ter alguns milímetros de diâmetro. Tecnicamente pode-se indicar o fio por sua espessura em milímetros ou ainda através de um número “AWG”, e este número será mais alto quanto mais fino for o fio.

Nas experiências que descrevemos e na maioria dos dispositivos que encontramos em eletrodomésticos e aparelhos eletrônicos os fios têm números tipicamente entre 18 e 34.

Para saber o número do fio utilizado devemos observar a tabela que demonstra o diâmetro correspondente. No entanto, nos mais finos fica difícil medir este diâmetro diretamente. Assim, o que se faz é enrolar 10 ou 20 voltas em um lápis, conforme mostra a **figura 1,** e depois dividir o valor medido por este número de voltas.

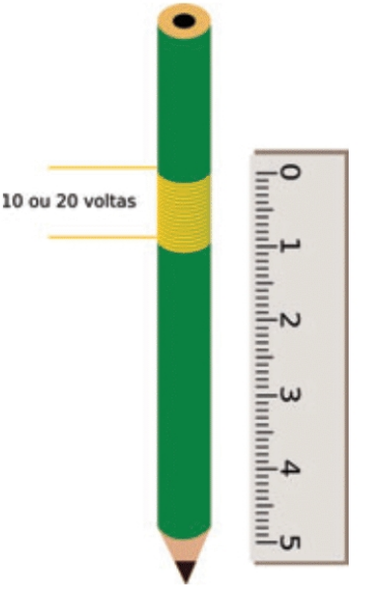
Por exemplo, se enrolarmos 20 voltas de fio e medirmos 3 mm saberemos que cada volta corresponde a aproximadamente 0,15 mm e que portanto esta é a espessura do fio. Basta consultar o valor mais próximo da tabela para o correspondente AWG.

Apesar de não parecer, os fios esmaltados são isolados, isto é, recobertos por uma fina camada de esmalte isolante.

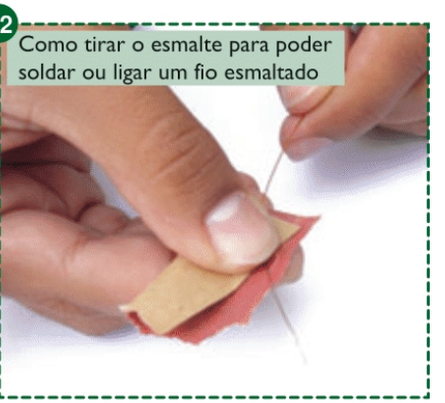
Isso significa que, se quisermos soldar ou ligar um desses fios a qualquer outro componente ou a uma placa de circuito impresso, ou ponte precisaremos remover a camada de esmalte isolante. Isto pode ser feito raspando-se com uma lâmina para o caso dos mais grossos e mesmo mais finos (com muito cuidado), ou ainda com uma lixa, veja a **figura 2**.

Se tentarmos soldar um fio esmaltado ou ligá-lo a uma pilha, por exemplo, sem raspar o local de contato, a corrente elétrica não poderá passar caso não seja removido o esmalte.

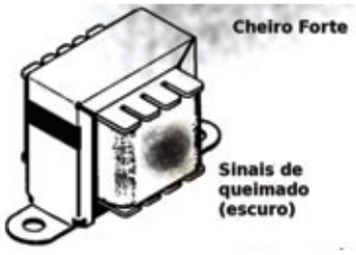
1 Medição da espessura de um fio esmaltado



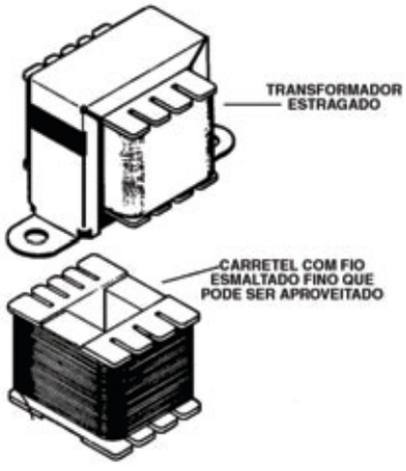
2 Como tirar o esmalte para poder soldar ou ligar um fio esmaltado



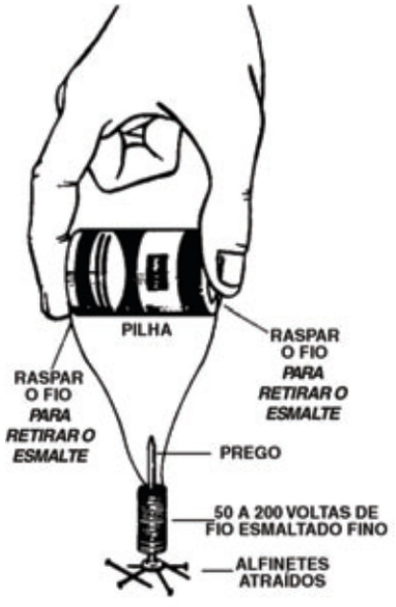
3 Identificação de um fio esmaltado bom



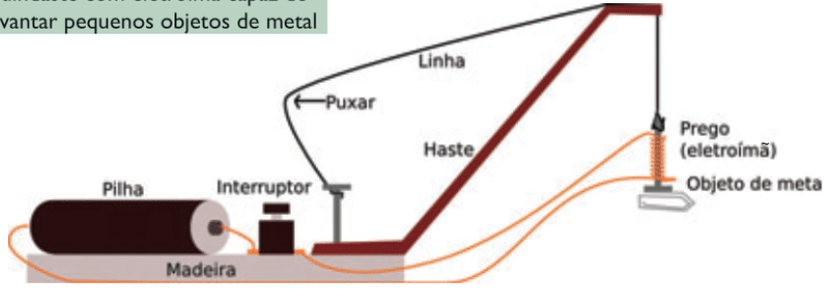
4 Dispositivos de onde podem ser retirados fios esmaltados



5 Um eletroímã construído com um prego e fio esmaltado.



6 Guindaste com eletroímã capaz de levantar pequenos objetos de metal



Quando aproveitamos os fios esmaltados de algum aparelho é preciso ter cuidado em verificar se ele ainda está em bom estado. O que ocorre é que muitas vezes o dispositivo é abandonado porque queima, ou seja, sua temperatura eleva-se antes dele sofrer um dano que o impeça de funcionar. Quando isso acontece, o fio tem sua capa de esmalte enegrecida e danificada, passando a "descascar" em diversos pontos.

Um bom fio, conforme indica a **figura 3**, deve ser marrom claro e não apresentar sinais de queima. O aparelho de onde ele for retirado não deve "cheirar a queimado".

Diversos são os dispositivos de onde o leitor poderá retirar os fios esmaltados. Na **figura 4** você pode ver alguns deles.

Os transformadores, por exemplo, podem possuir dois enrolamentos com fios de espessuras diferentes. Desmontando suas lâminas com cuidado você terá acesso ao carretel de onde pode-se tirar muito fio esmaltado para nossas experiências e montagens.

Campainhas de casa, relés e até mesmo motores de eletrodomésticos (abandonados por emperramento ou quebra de partes, por exemplo) fornecem este tipo de fio.

Projeto 1: Eletroímã

Trata-se de um simples eletroímã que pode ser construído com um pedaço de fio esmaltado e um preguinho.

Enrole de 50 a 200 voltas de fio esmaltado no prego e raspe as pontas do fio no local que deve fazer contato com a pilha, confira na **figura 5.**

Segurando os fios em contato com a pilha, a corrente que circula pela bobina de fio esmaltado cria um forte campo magnético que se concentra no prego. O prego passa então a atrair pequenos objetos de metal como alfinetes, clipes, pregos, lâminas de barbear etc.

Exemplo de explicação

Explique como uma corrente elétrica cria campos magnéticos e eles podem ser concentrados por materiais ferrosos. Mostre na experiência que tipos de materiais podem ser atraídos. Use diferentes materiais como: clipes, pregos, objetos de plástico, madeira e papel, alumínio etc, separando os que podem e não podem ser atraídos pelo eletroímã. Peça aos alunos que expliquem porque.

Não mantenha o eletroímã por muito tempo ligado, mas apenas alguns segundos (até 10) de cada vez. A corrente intensa tende a esgotar a pilha rapidamente e a aquecer a bobina de fio esmaltado.

Experimentos adicionais

- Monte um pequeno guindaste controlado por um interruptor para atrair pequenos pedaços de metal, conforme mostra a **figura 6**.
- Tente aproximar o eletroímã de pequenos ímãs permanentes e verifique em qual caso obtém-se atração e repulsão. Explique o que ocorre com base no sentido de circulação da corrente pela bobina do eletroímã.

Lista de Materiais: Projeto 1

2 metros de fio esmaltado entre 28 e 32
1 prego pequeno (2 a 3 cm)
1 pilha média ou grande

Questionário: Projeto 1

1) O que é o efeito magnético da corrente elétrica?
2) Como funciona o eletroímã?
3) Cite aplicações práticas para os eletroímãs.

Competição

Uma maneira de se tornar um projeto atraente é propor um desafio ou competição para os alunos. Neste caso, pode-se:

- Montar uma varinha de pescar com o eletroímã e propor uma competição em que quem ganha é o que consegue "pescar" mais peixinhos magnéticos de uma bacia. Os peixinhos são de papelão com clipes presos e a bacia contém areia.
- Ver quem consegue levantar mais peso. Utilize pesos progressivos de materiais metálicos ou ainda uma cestinha com um clipe, colocando gradativamente mais areia.

Projeto 2: Galvanômetro experimental

Confira um galvanômetro simples que pode ser montado com base no efeito magnético da corrente elétrica. O galvanômetro é um instrumento que indica a passagem de corrente elétrica por um circuito.

Na **figura 7** indicamos como o galvanômetro pode ser montado com seu circuito.

Exemplo de explicação

O fio esmaltado é enrolado de modo a formar uma bobina em uma forma de papelão ou cartolina. Quando a corrente elétrica (que deve ser detectada) circula pela bobina, um campo magnético é criado. Este campo atua sobre o clipe pendurado na linha, mudando sua posição.

Pelo movimento do clipe podemos avaliar a intensidade da corrente circulante: uma forte corrente causa uma movimentação maior do clipe.

Experiência

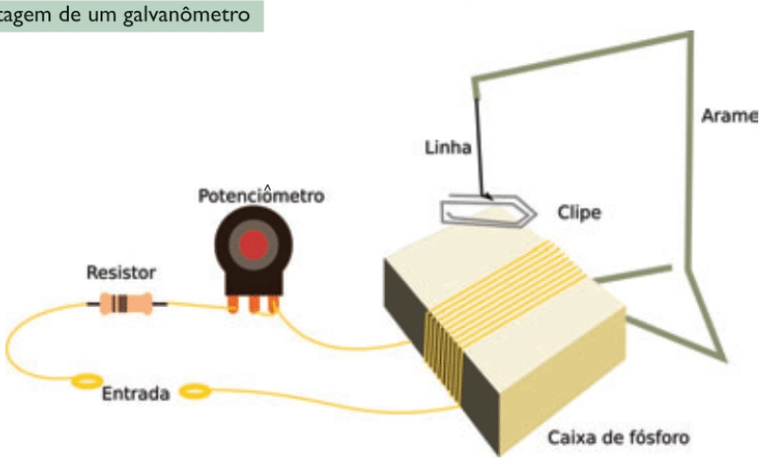
No circuito da **figura 8** usamos um potenciômetro para ajustar a intensidade da corrente e assim determinar a sensibilidade do galvanômetro.

Inicialmente colocamos o potenciômetro na posição de mínima resistência (todo para a esquerda ou no sentido anti-horário). Com isso a corrente no galvanômetro é maior.

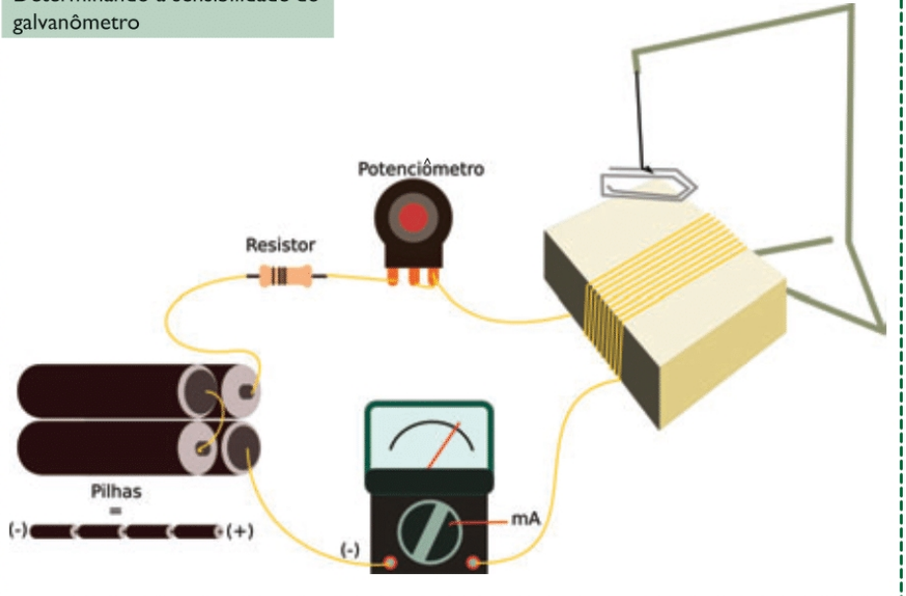
Tocando-se com os fios os terminais da pilha, a movimentação do clipe deve ser maior. Depois, aumente um pouco a resistência do potenciômetro, girando um pouco o cursor dele. A corrente diminui e a movimentação do clipe, ao se tocar com os fios na pilha, é menor. Aumente a resistência gradualmente até o ponto em que, ao tocar com os fios na pilha, o clipe não se movimente mais. Podemos então determinar a sensibilidade do galvanômetro, ou seja a menor corrente que ele pode detectar, de duas formas:

Primeiro, pelo ângulo do giro do eixo em relação ao máximo. Por exemplo, se a detecção terminar com 50% do giro, isso significa 22 500 ohms (47 k ohms = 47 000 ohms). Isso nos dá uma corrente que é calculada dividindo a tensão da pilha (1,5 V) pelos 22500 ohms, ou seja, 0,0000666 A. Convertendo para milionésimos de ampère (microampères) temos: 66,6 μA.

7 Montagem de um galvanômetro



8 Determinando a sensibilidade do galvanômetro



Lista de Materiais: Projeto 2

2 a 4 metros de fio esmaltado fino (28 ou mais fino)
1 pilha média ou grande
1 potenciômetro de 47 k ohms
1 resistor de 100 ohms
1 clipe de prender papel
1 pedaço de fio rígido 18 a 22
1 pedaço de linha comum
1 pedal de papelão ou cartolina
Multímetro (opcional)

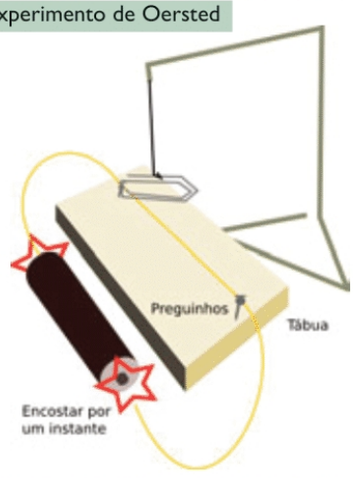
Questionário: Projeto 2

1) Explique o funcionamento do galvanômetro.
2) De que modo o sentido de circulação da corrente influi no movimento do clipe?
3) É possível aumentar a sensibilidade do aparelho usando uma agulha imantada em lugar do clipe?

9 Utilização do multímetro para determinar a sensibilidade do galvanômetro



10 Experimento de Oersted



A segunda forma se dá medindo a resistência com o multímetro, conforme ilustra a **figura 9**.

Basta também dividir a tensão da pilha (1,5 V) pela resistência encontrada.

Sugestões

- Veja qual dos alunos consegue montar o galvanômetro mais sensível.
- Procure mostrar de que modo o número de voltas da bobina influi na sensibilidade.

Competição

Faça uma competição para ver quem consegue montar o galvanômetro mais sensível.

Projeto 3: Experiência de Oersted

Veja o efeito magnético da corrente elétrica que Hans Christian Oersted, professor secundário na Dinamarca, descobriu numa experiência simples.

Na **figura 10** mostramos o experimento pronto para ser utilizado.

Explicação

Quando uma corrente elétrica circula por um meio condutor, por exemplo um fio, um campo magnético é criado. Este campo possui linhas de força tais que tendem a envolver o fio. Isso significa que uma agulha imantada (ou um material ferroso em forma de agulha) colocado nas proximidades do fio tende a se orientar segundo as linhas de força do campo produzido. Esta orientação faz com que o clipe ou agulha imantada fique perpendicular ao fio.

Experiência

Basta encostar os fios nos terminais da pilha para que a corrente circule por um momento (a pilha não deve ficar permanentemente ligada ao fio pois sendo a corrente intensa, ela se esgotaria rapidamente). Com a circulação da corrente, o campo magnético criado atua sobre a agulha ou clipe movimentando-o. A agulha tende a ficar perpendicular ao fio por onde passa a corrente.

Sugestões

Pode utilizar uma bússola em lugar da agulha imantada ou clipe. A utilização de uma bobina como no experimento (2) aumenta a intensidade do campo e o sistema pode ser usado para detectar correntes, ou seja, como galvanômetro.

Competição

Desafie seus alunos para ver quem mede com mais precisão uma intensidade conhecida de corrente, utilizando a balança de Ampère.

Lista de Materiais: Projeto 3

- 1 pilha grande
- 1 pedaço de fio esmaltado
- 1 clipe ou agulha imantada
- 1 pedaço de fio rígido 18 a 22
- 1 pedaço de linha
- 2 pregos
- 1 tábua pequena

Questionário: Projeto 3

1) De que modo o sentido da corrente influi no campo magnético criado?
2) Qual a diferença entre o campo criado pela corrente e o campo criado por um ímã permanente?

Projeto 4: Construção de um solenóide

Um solenóide é uma bobina cilíndrica sem núcleo no seu interior. Quando uma corrente elétrica circula por um solenóide cria-se um campo magnético, que é mais intenso no seu interior.

É possível construir facilmente um solenóide e mostrar que objetos de metais ferrosos colocados nas suas extremidades são atraídos para seu interior quando a corrente é estabelecida.

Na **figura 11,** o solenóide é construído e utilizado num pequeno canhão.

Exemplo de explicação

Mostre através de desenhos como é o campo magnético criado por um solenóide. Parta da experiência de Oersted para explicar porque o campo se concentra no seu interior.

Experiência

Coloque pregos, alfinetes ou outros pequenos objetos nas extremidades do solenóide e, depois, encoste os fios do solenóide por um momento nos terminais das pilhas.

O campo criado vai “puxar” para dentro do solenóide os pequenos objetos de metal. Mostre que somente objetos de metais ferrosos são atraídos para o seu interior.

Não mantenha o solenóide ligado por mais do que alguns segundos de cada vez. A corrente intensa tende a aquecê-lo e a esgotar rapidamente as pilhas.

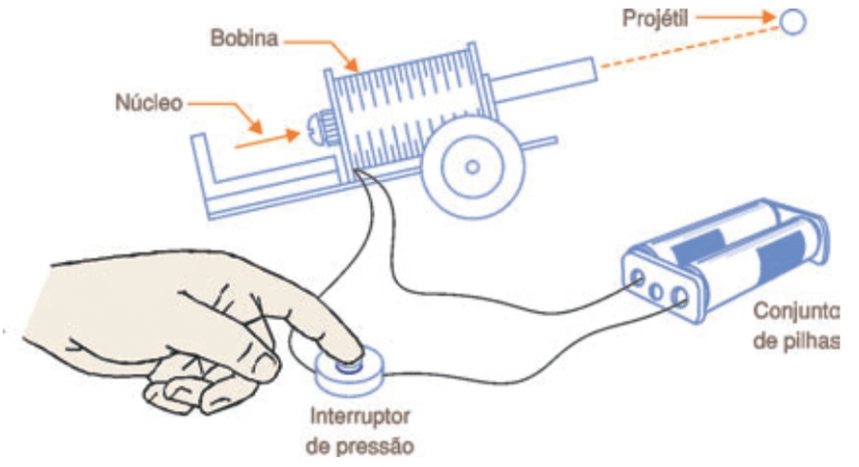
Lista de Materiais: Projeto 4

4 pilhas pequenas, médias ou grandes
1 tubinho de papelão de 1 cm de diâmetro e de 5 a 6 cm de comprimento.
20 ou mais metros de fio esmaltado fino (28 ou mais fino)
Pequenos objetos de metal como clipes, preguinhos, alfinetes, etc.

Questionário: Projeto 4

1) As linhas de força do campo de um solenóide são abertas ou fechadas?
2) Do que depende a intensidade do campo magnético criado?
3) Por que os objetos de metal ferroso são puxados para o interior do solenóide?

11 Construção do canhão com solenóide



Sugestões

- Monte o canhão eletromagnético conforme a **figura 11**.
- Um toque nos terminais do suporte de pilhas vai fazer com que o êmbolo seja puxado fortemente para o interior do solenóide atirando longe a "bala", que nada mais é do que um grão de feijão ou uma pelotinha de papel. Faça uma competição entre seus alunos para ver quem monta o canhão que atira mais longe.
- Mostre que o campo criado é da mesma natureza que o de ìmãs permanentes, podendo atrair ou repelir conforme o pólo do ímã próximo.

Competição

- Veja quem monta o solenóide com mais força.
- Monte o canhão e faça uma competição para ver quem atira o projétil mais longe.

Projeto 5: Transformador experimental

Os transformadores são dispositivos que podem converter energia elétrica mudando-se a tensão e a corrente. Está é uma versão experimetal para você verificar como este tipo de dispositivo funciona.

Como funciona

Um transformador tem duas bobinas enroladas com fios esmaltados em um núcleo comum. Quando aplicamos uma tensão em uma das bobinas (denominada enrolamento primário) um campo magnético é produzido, criando linhas de força que se expandem. Ao expandir-se, estas linhas cortam as espiras da segunda bobina (denominada enrolamento secundário). O resultado será a indução no segundo enrolamento de uma tensão.

Quando a corrente se estabiliza na primeira bobina, as linhas não mais cortam a segunda e com isso a indução para.

Se a corrente na primeira bobina for interrompida, as linhas de força do campo magnético se contraem e cortam novamente as espiras da segunda bobina. O resultado disso é a indução de uma tensão mas agora com polaridade invertida. Veja então que se uma corrente for estabelecida e desligada rapidamente no enrolamento primário, haverá a presença de picos ou pulsos de tensão no secundário com polaridade que se inverte constantemente, conforme ilustra a **figura 12**.

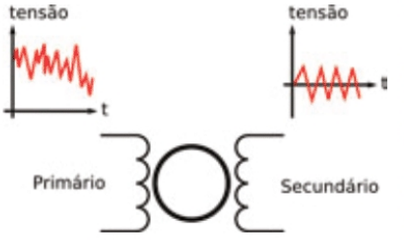
Este fato da corrente precisar variar constantemente num dos enrolamentos para haver indução no outro, faz com que o transformador seja um dispositivo que funciona somente em circuitos de corrente alternada ou ainda corrente que varie de outra forma.

Experiência

Na **figura 13** temos o modo de se enrolar o transformador experimental.

Os enrolamentos são formados por aproximadamente 50 a 100 voltas de fio fino na argola. Assim o campo magnético criado por uma bobina tem suas linhas percorrendo a argola, que as concentra na segunda bobina.

12 Indução de tensão no enrolamento secundário de um transformador



13 Enrolando o transformador experimental



Lista de Materiais: Projeto 5

1 pilha pequena ou média
1 argola de metal ferroso ou ferrite
40 metros de fio esmaltado fino (30 a 34)
1 multímetro
1 lima

Questionário: Projeto 5

1) Explique o funcionamento do transformador.
2) Por que não há indução com corrente contínua pura aplicada ao enrolamento primário?
3) Dê exemplos de uso prático de transformadores.
4) Qual a diferença entre corrente contínua e alternada?

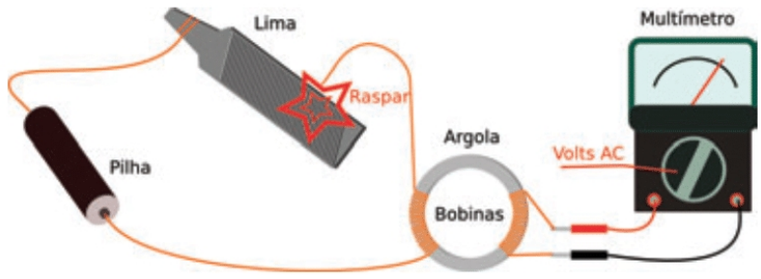
O circuito completo para a experiência é visto na **figura 14**.

O que fazemos é esfregar a ponta do fio ligado à pilha na lima de modo que a corrente que circula pela bobina sofra variações bruscas, fato fundamental para que ocorra a indução conforme vimos. O resultado disso é que ao fazer esta operação, a tensão induzida será acusada pela agulha do multímetro (ou por um galvanômetro, como o que montamos em experimento anterior, veja sugestões). Observe que o multímetro deve ser colocado numa escala de tensões alternadas.

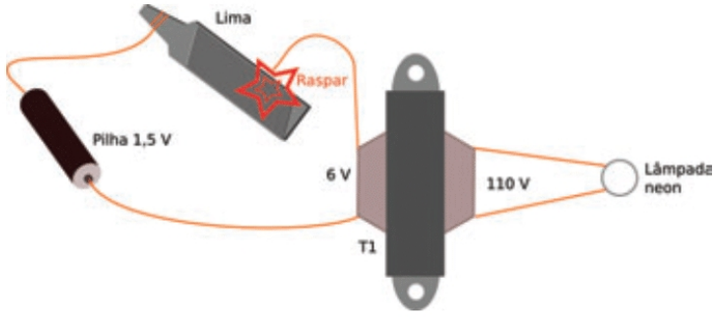
Mostre que se deixarmos o fio encostado na lima sem esfregá-lo, de modo que a corrente se estabilize na bobina, não haverá indução. Para que o transformador funcione é preciso ter variações da corrente.

Nesta última fase da experiência não deixe o fio encostado por muito tempo, pois a corrente intensa pode esgotar rapidamente a pilha além de aquecer a bobina.

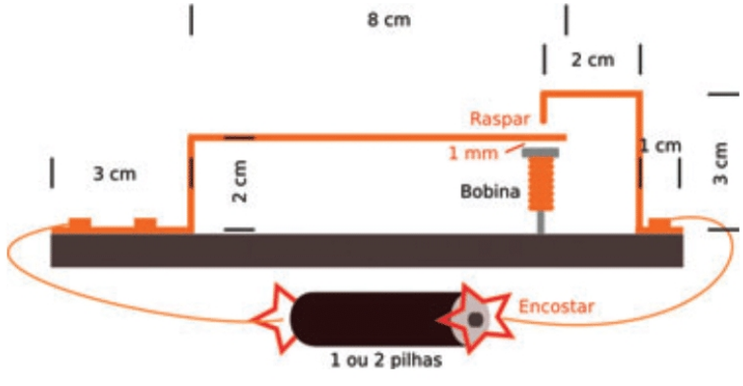
14 Circuito completo para a experiência



15 Utilização de um transformador comum no mesmo experimento



16 Montagem do zumbidor



Sugestões

- Um LED em série com um resistor de 470 ohms pode ser usado para acusar a corrente induzida no secundário.
- Um galvanômetro também pode ser usado para esta finalidade, desde que em série tenhamos colocado um diodo como o 1N4148.
- A mesma experiência pode ser realizada com um transformador comum, conforme indicamos na **figura 15**.

Competição

Utilize um LED em série com um resistor de 1 kΩ para ver quem consegue fazer um transformador que o acende com mais força. Pode ser utilizado o multímetro para medir o pico de corrente gerado.

Projeto 6: Zumbidor

Importante aplicação dos eletroímãs que pode ser realizada com base num simples pedaço de fio esmaltado. O mesmo princípio é encontrado nas buzinas de carro e em outros dispositivos. Para construir um simples zumbidor você precisará do seguinte material:(Veja na LM)

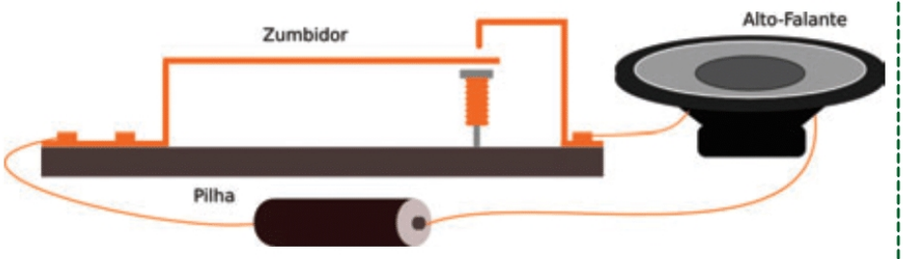
A montagem do zumbidor e de seu circuito pode ser vista na **figura 16**.

Observe o ponto em que as latinhas encostam uma na outra. É muito importante raspar a tinta das latinhas neste ponto para que o contacto elétrico seja perfeito.

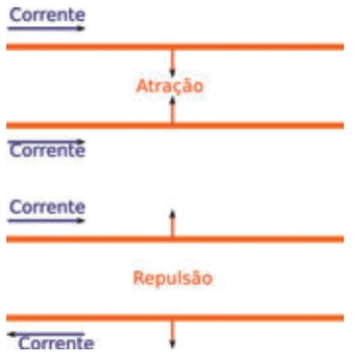
Explicação

Quando as latinhas se mantêm em contato a corrente pode circular pela bobina enrolada no prego, produzindo assim um forte campo magnético que atrai uma das latinhas. Ao atrair esta latinha a corrente é interrompida. Com isso, cessa a força de atração e a latinha tende a voltar à sua posição normal encostando na outra. O resultado é o restabelecimento da corrente e uma nova atração. A corrente fica então sendo estabelecida e interrompida rapidamente, levando a latinha a uma vibração. A consequência dessa vibração é a produção de um som semelhante ao de um zumbido. As campainhas e buzinas de carro funcionam desta forma. A rigidez e o tamanho das latinhas determinam o som produzido.

17 Uso de um alto-falante para obter som amplificado



18 Princípio da Balança de Ampère



Experiência

Na montagem ajuste as latinhas para que encostem uma na outra. Ligue a pilha ao circuito (raspe as pontas do fio esmaltado para haver contacto). Deve haver a vibração da latinha maior, produzindo som. Tente usar duas ou mais pilhas, se o som produzido for muito fraco. Não deixe o zumbidor muito tempo ligado, pois a corrente intensa tende a aquecer a sua bobina.

Sugestões

- Ligue um alto-falante comum em série com o circuito para obter a reprodução do som amplificado, conforme exibe a **figura 17**.
- Ligando um manipulador em série com a pilha podemos ter um telégrafo experimental para demonstrações.

Competição

Faça uma competição para ver qual zumbidor toca mais alto.

Lista de Materiais: Projeto 6

5 a 10 metros de fio esmaltado fino 30 a 34.
1 prego ou parafuso de 3 a 4 cm de comprimento
1 base de madeira de 1,5 x 5 x 12 cm
2 pedaços de lata cortados conforme mostra a **figura 16**
4 pregos pequenos
1 pilha comum pequena, média ou grande

Questionário: Projeto 6

1) Por que ligando a pilha diretamente à bobina não são produzidas vibrações?
2) Como funciona uma campainha de corrente alternada?

Projeto 7: Balança de Ampère

Os campos magnéticos produzidos pela corrente que circula por dois condutores elétricos paralelos são responsáveis por forças de repulsão que tende a afastá-los, se tiverem o mesmo sentido, veja a **figura 18**. Usando esta força pode-se fazer uma "balança" que, pela intensidade da força exercida entre condutores, possibilita a medição da intensidade de uma corrente elétrica.

Esta balança, denominada "balança de ampère" pode ser construída facilmente utilizando-se fio esmaltado comum e mais alguns componentes de fácil obtenção. O seguinte material será necessário para a construção dessa balança: (veja na LM)

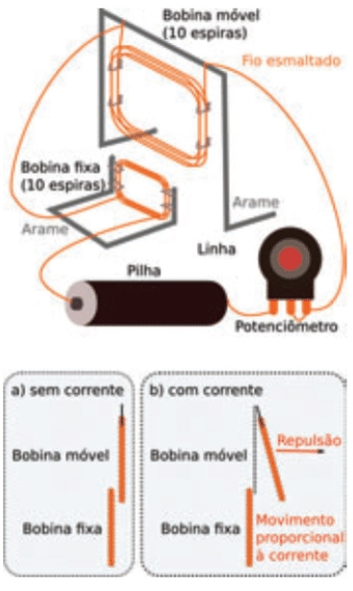
Na **figura 19** observamos a montagem dessa balança.

Na montagem, duas bobinas, de umas 10 espiras de fio cada, são colocadas na posição indicada. O ponto em que os fios esmaltados são emendados deve ser descascado (raspado) para que haja bom contato elétrico. Para maior confiabilidade será interessante soldar todas as ligações ou usar terminais de parafusos.

Exemplo de explicação

São enroladas duas bobinas que ficam lado a lado. Quando uma corrente elétrica circula pelas duas bobinas, são criados campos magnéticos com tal orientação que entre as bobinas surge uma força de repulsão. O resultado é que, sendo uma das bobinas móvel, ela tende a se afastar da bobina fixa.

19 Montagem da Balança de Ampère



O ângulo de afastamento será tão maior quanto a intensidade do campo magnético e, portanto a intensidade da corrente circulante. Pode-se então avaliar a intensidade da corrente pelo afastamento das bobinas. No experimento é possível variar a intensidade da corrente através do potenciômetro, mostrando os diversos ângulos obtidos.

Experiência

Encoste os fios no terminal da pilha inicialmente com o potenciômetro na posição de menor resistência. A bobina móvel deve afastar-se de um certo ângulo (se a bobina tender a aproximar-se basta inverter sua

Lista de Materiais: Projeto 7

20 metros de fio esmaltado de espessura 22 a 28.
1 base de madeira
2 metros de fio rígido 16 ou 18
1 pedaço de linha
1 pilha comum
1 potenciômetro de 100 ohms

Questionário: Projeto 7

1) Explique porque as bobinas se repelem. Por que ocorre atração se uma das bobinas tiver sua ligação invertida?

ligação). Depois abra o potenciômetro gradualmente, repetindo a experiência. A corrente vai sendo reduzida, e o afastamento da bobina vai ocorrer com ângulos cada vez menores.

Não mantenha a pilha ligada ao circuito por muito tempo, pois a corrente é intensa podendo descarregá-la.

Sugestões

- Ligue um amperímetro em série com o circuito para medir a corrente nas diversas fases da experiência.
- Faça um gráfico associando os ângulos de abertura das bobinas com a intensidade da corrente.
- Premiar a balança mais sensível ou a que proporcionar a indicação mais precisa de uma corrente conhecida.

Projeto 8 - Indução

Linhas de força de um campo magnético cortando as espiras de uma bobina induzem uma tensão nesta bobina. Se esta bobina for ligada a um circuito externo ocorre a circulação de uma corrente. A indução é um fenômeno dinâmico que pode ser demonstrado através da experiência descrita a seguir. Para ela precisaremos do seguinte material: (veja na LM)

Na **figura 20** vemos o modo como deve-se fazer a ligação dos diversos elementos para esta experiência e detalhes da construção.

A bobina enrolada no tubinho de papelão tem de 30 a 100 voltas de fio. A agulha é pendurada junto à segunda bobina de modo a ficar sujeita a seu campo. Esta bobina tem de 10 a 20 espiras do mesmo fio.

Exemplo de explicação

Quando movimentamos rapidamente o imã de modo que ele entre e saia do tubinho com a bobina, uma tensão é induzida nesta bobina e com isso uma corrente que circula pela segunda bobina. O resultado é que a corrente na segunda bobina atua sobre a agulha imantada que se movimenta. Veja que se o ímã permanecer parado as linhas de força não cortam as espiras de forma dinâmica e não há indução. A indução só acontece quando o ímã se movimenta.

A bobina com o tubinho deve ficar bem afastada da bobina que atua sobre a agulha para que a influência na movimentação da agulha seja apenas do campo desta segunda bobina.

Experiência

Prenda o ímã num pedaço de pau ou num lápis de modo a haver maior facilidade de movimentação. Rapidamente introduza e retire o ímã do tubinho. A agulha indicadora deve movimentar-se mostrando que corrente elétrica foi produzida. Mostre que se o ímã ficar parado no interior do tubinho ou fora, não haverá indução de corrente.

Sugestões

- Use um multímetro para mostrar a corrente induzida em lugar da segunda bobina.
- Mostre que se a bobina se movimentar em relação ao ímã haverá também a indução de corrente.

Competição

Premie quem acender um LED com maior brilho ou gerar maior pulso de tensão indicada por um multímetro.

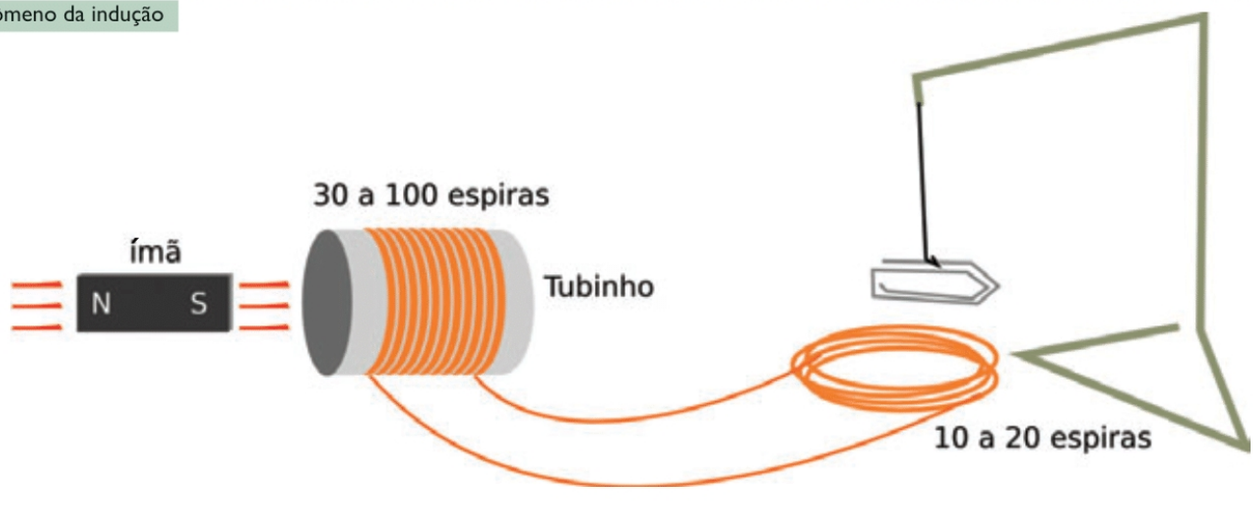
Lista de Materiais: Projeto 8

20 metros de fio esmaltado fino 28 a 32
1 pequeno ímã permanente
1 agulha imantada ou clipe para papel
1 pedaço de madeira ou cartão de 15 x 15 cm
1 tubinho de papelão de 1 cm de diâmetro ou pouco mais (que caiba o ímã no seu interior) e de 3 a 5 cm de comprimento
1 pedaço de linha comum
30 cm de fio rígido 16 a 20

Questionário: Projeto 8

1) Explique o fenômeno da indução eletromagnética.
2) Como energia elétrica pode ser produzida por dínamos e alternadores?
3) Por que o fenômeno da indução é dinâmico?

20 Fenômeno da indução



Sintonia de Servos

Neste artigo mostramos o que é sintonizar um servo, porque isso é necessário e como é feito este procedimento para que esse dispositivo siga o mais próximo possível o sinal de comando externo.

Newton C. Braga

Todos os sistemas de servomotores que funcionam em laço fechado (com realimentação), quer sejam analógicos ou digitais, precisam passar por um processo de sintonia. A finalidade deste processo é fazer com que o servo siga da maneira mais próxima quanto seja possível, o sinal de comando externo.

Necessidade de Sintonia

As características de funcionamento dos servos fazem com que seu movimento seja gerado por uma tensão de erro. Somente quando existe uma diferença entre a tensão aplicada na entrada e a tensão de referência dada pela posição do servo é que ele se movimenta para reduzir este "erro".

O ganho do sistema determina quanto rápido ou duro é o sistema para tentar reduzir este erro.

Um sistema que tenha um ganho elevado pode gerar um torque elevado para corrigir a posição do servo, mesmo quando a tensão de erro é muito pequena. Um sistema deste tipo é fundamental para corrigir rapidamente as posições do servo quando se exige isso.

Entretanto, os servos e suas cargas movimentadas possuem uma certa inércia que exige que o servo acelere e desacelere de modo a acompanhar as variações dos sinais de entrada. A existência desta inércia tende a fazer com que o sistema tenha uma característica de autocorreção que o faz oscilar em torno da posição eu deve ser atingida, conforme ilustra a **figura 1**.

Isso acontece se não houver amortecimento, o que leva o sistema a atingir o equilíbrio depois de diversas oscilações em torno deste ponto.

Se o sistema for dotado de um amortecimento, conforme mostra a mesma curva, não teremos esta oscilação, mas isso pode levá-lo a uma resposta mais lenta.

Na prática, sintonizar um servo consiste em ajustar o potenciômetro de ganho de modo que possa ter um comportamento que evite as oscilações em torno do ponto de equilíbrio nas mudanças de posição e que leve à posição desejada o mais rápido possível.

Se bem que existam cálculos complexos que levem a sintonia correta de um servo, na prática pode ser necessário um procedimento mais simples (ou mais empírico), pois o velho chavão que bem se aplica à eletrônica e a mecatrônica também é válido: "Na prática, a teoria é outra."

Examinando o Funcionamento de um Servo

Um servomotor é um sistema que opera em um circuito fechado de realimentação negativa. Se a realimentação fosse positiva, teríamos um oscilador, observe a **figura 2**.

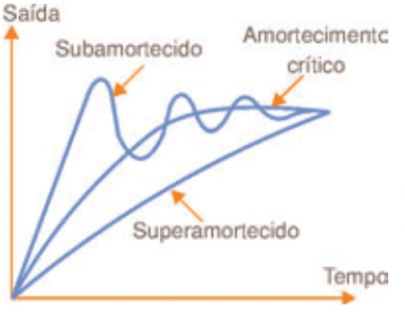
Por realimentação negativa entendemos o fato de que o sinal obtido na saída é aplicado à entrada de realimentação com a fase invertida. Em outras palavras, o sinal de saída e o sinal de realimentação estão em antifase ou defasados de 180 graus.

Isso é conseguido com facilidade bastando que o sinal de saída seja aplicado à entrada inversora do circuito usado para esta finalidade, que normalmente a possui.

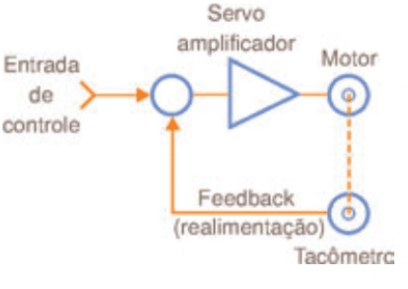
Na prática, entretanto, temos de considerar que o comportamento de um circuito deste tipo varia com a frequência. Assim, se podemos garantir que o sinal na entrada de realimentação e na saída estão sempre defasados de 180 graus nas frequências mais baixas, isso não acontece quando a frequência aumenta.

Pode até acontecer que, em frequências mais elevadas, o sinal tenha polaridade tal que represente uma realimentação positiva, e com isso o circuito entraria em oscilação ou apresentaria outras anomalias de funcionamento.

1 Características de resposta de um sistema de servos



2 Circuito fechado de um servo



Assim, é muito importante, ao se projetar um sistema de servo, saber qual é a margem de frequências que pode ser usada nos sinais de comando de modo a se manter a estabilidade.

Isso envolve não só um cuidadoso projeto e sintonia dos elementos do circuito, mas também do próprio sistema mecânico que ele o servo deve acionar.

Uma das maiores dificuldades que encontramos na análise de um sistema com realimentação (closed loop) é que todos os elementos são interativos.

A entrada é aplicada à saída, que então é cancelada, e assim não sobra nada para ser medido!

Para se estudar um circuito deste tipo o que se faz é interromper a realimentação, abrindo-a, e então analisar o que ocorre com o circuito.

Com a análise do circuito nas condições sem realimentação (ganho máximo), podemos saber o que acontece com seu ganho e com sua fase em função da frequência do sinal de entrada. Na **figura 3** temos as características típicas de um circuito usado no controle de servos.

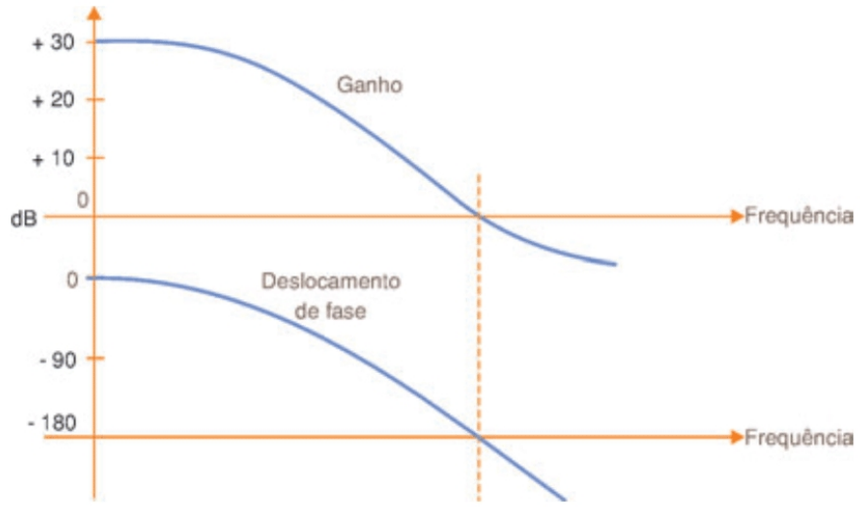
Observe que a escala de ganhos é logarítmica (dB) e que uma redução de ganho de apenas 6 dB significa uma redução no ganho de tensão de 50%.

O ponto de 0 dB é o ponto em que temos o ganho unitário de tensão, ou seja, aquele em que a tensão de saída tem o mesmo valor que a tensão de entrada. Podemos dizer que neste ponto temos a máxima frequência em que teoricamente o dispositivo pode ser usado como amplificador.

No gráfico de fase, a escala é em graus e mostra como a diferença de fase entre o sinal de entrada e o sinal de saída se alteram com o aumento da frequência.

Veja que, se chegarmos ao ponto em que a realimentação se atrasa em 180 graus, com o desvio adicional de 180 graus que obtemos aplicamos este sinal na entrada negativa, voltamos a ter a mesma fase do sinal original (360 graus). Isso significa que a realimentação introduzida no circuito se torna positiva e não negativa, com a produção de oscilações, instabilidades e outros problemas.

3 Ganho e deslocamento de fase com frequência de um servo comum



Em nenhum ponto da operação do servo deve ocorrer este problema, devido a alteração de fase introduzida pelo circuito.

Na maioria dos casos, entretanto, é possível prever tanto o ganho como as variações de fase que ocorrem quando se usa um sistema de servos, o que permite eliminar problemas deste tipo.

Na prática, só é necessário fazer um exame apurado destas características caso aconteça problemas que nos levem a desconfiar que sua origem resida na variação de ganho, ou na mudança de fase do sinal de realimentação introduzida no circuito.

Neste caso, uma solução a ser adotada é manter o ganho inferior a um quando o deslocamento de fase é de 180 graus. Veja na **figura 4** o que ocorre.

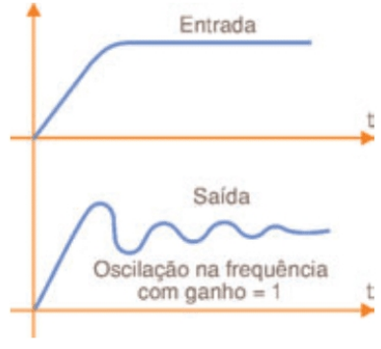
Um Servo na Prática

Levando em conta as características que analisamos, a resposta de um servo na prática, é bem diferente daquela que a teoria poderia indicar como linear. Na **figura 5** é possível observar estas características, para o caso de um servo não carregado.

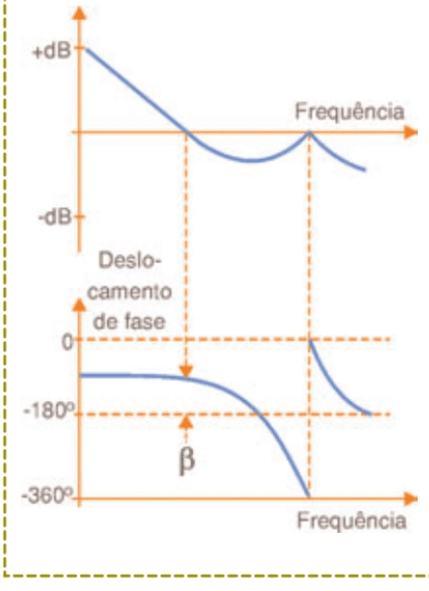
Analisando estes gráficos, é possível notar algumas diferenças entre o que é um servo na teoria e o que esperar na prática.

O primeiro ponto que salta à vista é o ganho elevado do circuito nu-

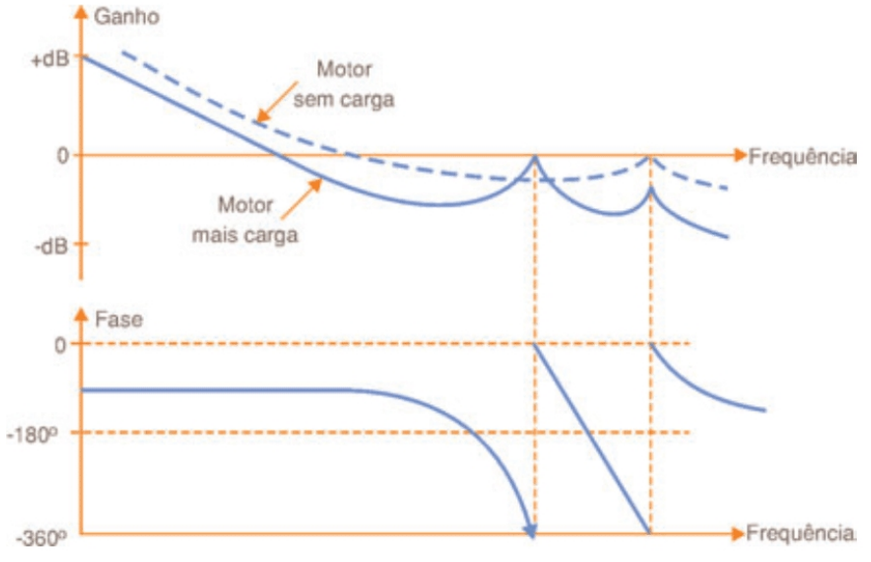
4 Resposta com ganho baixo



5 Características reais de um servo não carregado



6 Sistema de servo com carga inercial



ma frequência de aproximadamente 2 kHz, para este exemplo.

Nesta frequência temos a ressonância do eixo acoplado ao sensor, causando uma oscilação por torção.

Observe que, nesta mesma freqüência, o deslocamento de fase dos sinais de controle e de entrada muda abruptamente, chegando aos 360 graus que vão causar a alteração de realimentação negativa para positiva.

Num projeto que use este sistema, na freqüência de ressonância do eixo, o ganho deve ser menor do que 1 para que não tenhamos oscilações.

O controle da constante de tempo do circuito determina em que ponto o ganho começa a se deslocar. Pode-se fazer uma analogia deste controle com o controle de agudos de um amplificador de áudio, o qual atua sobre o ganho das altas frequências.

Devemos ajustar este controle para manter o ganho do circuito em menos do que 1 quando a frequência se aproxima de 2 kHz.

Um outro ponto de interesse nestes gráficos é o de cruzamento ou "crossover". Trata-se do ponto da curva de frequência que passa pelo ganho de 0 dB ou ganho unitário de tensão.

Para os servos comuns, usados em aplicações industriais, a frequência em que isso acontece está tipicamente entre 40 e 300 Hz.

No gráfico de fase, observe que o ponto beta (β) é denominado "margem de fase na freqüência de cruzamento".

Se este beta for muito pequeno, o sistema tende a oscilar e sobredisparar na frequência de cruzamento. Isso significa que beta pode ser usado para representar o amortecimento.

Um sistema que tenha um beta elevado tem um fator de amortecimento alto. O controle de amortecimento (damping) atua sobre a margem de fase possibilitando seu aumento na freqüência de cruzamento (crossover).

Este controle atua sobre o circuito de realimentação produzindo o que é denominado "aceleração da realimentação".

Uma rede de compensação cria uma derivação para o sinal de realimentação na freqüência de crossover, aumentando assim a margem de fase.

Considerando a Inércia da Carga

No momento em que o servo tem de atuar sobre algum sistema mecânico, que possui certa inércia, seu comportamento pode mudar mais ainda. Tanto as características de fase como de ganho são alteradas quando o servo é carregado.

Devemos considerar neste caso não apenas a redução de ganho devido à inércia da carga, como também o aparecimento de um pico adicional devido à oscilação do eixo acoplado à carga. Na **figura 6** mostramos os gráficos que levam em conta a adição de uma carga a um servo.

Observe que o ganho pode até ser maior do que o que ocorre na freqüência natural de ressonância de 2 kHz. Em um caso como este o motor pode começar a vibrar ou "apitar" com frequências de controle ainda mais baixas, quando a constante de tempo é ajustada.

A amplitude deste pico adicional de ganho depende da forma como o servomotor é acoplado à carga.

Um acoplamento por mola, por exemplo, aumenta em muito este pico, exigindo a atuação sobre o controle de ganho para que não haja instabilidades de funcionamento. É claro que um ganho menor vai ter efeitos sobre a resposta do sistema, além de outros fatores que devem ser considerados.

Conclusão

Neste artigo demos uma idéia dos fatores que devem ser levados em conta ao se ajustar ou "sintonizar" um servo. Como um circuito eletrônico sensível, o servo deve estar corretamente sintonizado com as características do sistema mecânico que ele deve acionar.

Entendendo como isso acontece o profissional, além de melhor instalar e ajustar servos em equipamentos industriais, também estará apto a localizar falhas de funcionamento de um equipamento que, em muitos casos, não são provocadas por defeitos de componentes, mas sim por um ajuste mal feito.

novasaber

LIVROS TÉCNICOS

Introdução à Modelagem e Simulação de Sistemas com Aplicações Arena



Autor: Paulo José de Freitas Filho
Páginas: 372

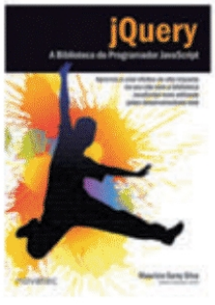
Cabeamento Estruturado
Desvendando cada passo: do projeto à instalação

Paulo Sérgio Marin



Ideal para profissionais e estudiosos de redes, gerentes de TI, projetistas, técnicos e instaladores de sistemas de cabeamento e infra-estrutura para tecnologia da informação, esta publicação amplamente ilustrada apresenta, de forma objetiva e com propriedade, temas relacionados ao projeto, instalação, testes e gerenciamento de sistemas de cabeamento estruturado em cabos de cobre e fibras ópticas em diversas aplicações e ambientes, conforme as principais normas ABNT, ISO/IEC, TIA/EIA, entre outras.
Detalha os subsistemas de cabeamento, espaços de telecomunicações, a Categoria 6A, práticas de instalação, blindagem e aterramento, gerenciamento, cabeamento residencial e automação predial, além de um estudo de caso completo

jQuery - A Biblioteca do Programador JavaScript



Autor: Maurício Samy Silva
Páginas: 432

Primeiro Curso de Programação em C



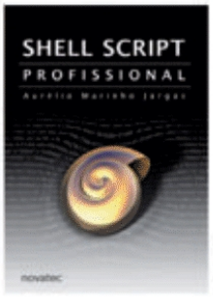
Autor: Edson Luiz Senne
Páginas: 308

Microsoft CRM Passo a Passo



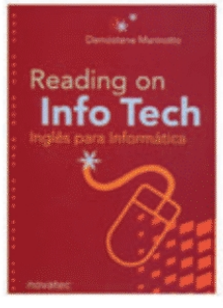
Autor: Moacir Quadros
Páginas: 330

Shell Script Profissional



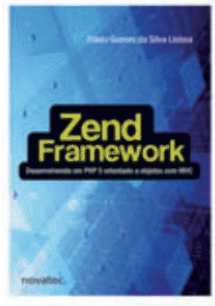
Autor: Aurélio Marinho Jargas
Páginas: 480

Reading on Info Tech



Autor: Demóstene Marinotto
Páginas: 176

Zend Framework



Autor: Flávio Gomes da Silva Lisboa
Páginas: 184



OpenLDAP
Uma Abordagem Integrada

Autor: Clodonil Honório Trigo
Páginas: 240

Esta obra demonstra a utilização do serviço de diretório como base central de autenticação a várias aplicações de rede, tais como servidor de e-mail, FTP, Proxy, entre outras. Neste livro, o leitor encontrará uma abordagem prática e conceitual das principais características do protocolo LDAP implementadas com o software OpenLDAP em Linux – no entanto, as informações aqui apresentadas podem ser convertidas ao Unix e ao Windows. Todos os esforços didáticos foram feitos para que os leitores que estão tendo o primeiro contato com o protocolo LDAP construam uma sólida base de conhecimento ao seguir seqüencialmente os capítulos do livro. Já os leitores que conhecem o protocolo têm a opção de ir direto ao ponto, estudando apenas os capítulos que dizem respeito às suas necessidades.

Controle remoto por Laser Pointer

Laser Pointers são comuns e baratos, hoje em dia. Além da utilidade de servir de ponteiro para ajudar em palestras e aulas, este pequeno dispositivo pode ter um uso adicional para os leitores que dominam as técnicas de montagens eletrônicas: é possível utilizá-lo como um transmissor para um sistema simples de controle remoto por feixe de luz. É justamente o receptor para este controle remoto que descrevemos neste artigo.

Newton C. Braga

A grande vantagem dos Laser Pointers, quando usados como transmissores para um sistema de controle remoto simples, é que eles podem concentrar muita luz numa pequena área, o que significa que tanto o receptor não precisa ser muito sensível como o alcance será muito grande.

De fato, com um bom ajuste de sensibilidade o alcance pode facilmente superar os 50 metros, existindo apenas uma dificuldade para o operador: ter pontaria suficiente para acertar o receptor a esta distância.

O circuito que descrevemos é um receptor biestável que aciona um relé com um pulso de luz do laser pointer, e o desliga no pulso seguinte.

A carga controlada depende apenas do relé utilizado e o sensor é muito sensível, podendo também operar com outras fontes de luz tais como uma pequena lanterna, ou mesmo o farol de um carro.

Dentre as aplicações possíveis, podemos citar:

- Acionamento de sistema de emergência em indústrias
- Abertura de portões a distância
- Acionamento de eletrodomésticos e eletrônicos
- Disparo de alarmes a distância
- Disparo de armadilhas

O circuito é alimentado com uma tensão de 12 V e na condição de espera (com o relé desenergizado) a corrente drenada é muito baixa, da ordem de 1 mA.

Como funciona

Um circuito integrado 555 funciona como monoestável gerando um pulso de duração constante determinado por R_2 e C_1, quando o seu pino de disparo vai ao nível baixo por um instante.

No pino de disparo (2) ligamos um LDR como sensor e em série um circuito de ajuste que permite compensar a luz ambiente, levando o receptor ao ponto de maior sensibilidade.

Quando o sensor (LDR) recebe um pulso de luz, sua resistência diminui e o pino 2 do CI 555 é aterrado ocorrendo,então, o seu disparo.

A saída do 555 (pino 3) é ligada à entrada de um *flip-flop tipo D* que consta do circuito integrado 4013.

Na saída do flip-flop temos um transistor que alimenta um relé. Quando a saída do flip-flop vai ao nível alto, o transistor se satura e o relé é energizado fechando seus contatos.

A cada pulso do 555 o flip-flop muda de estado, energizando e desenergizando o relé e com isso controlando a carga externa.

Para alimentar o circuito podemos usar a fonte de alimentação de 12 V mostrada na **figura 1**.

Com o uso de relés sensíveis de 6 V, o circuito também pode ser alimentado por pilhas comuns.

A rede formada pelo resistor de 100 k ohms e o capacitor de 100 nF no pino 10 do 4013 tem por finalidade proporcionar o *reset* do flip-flop ao ser ligado, garantindo, dessa forma, que ele sempre inicie o funcionamento com o relé desenergizado.

Montagem

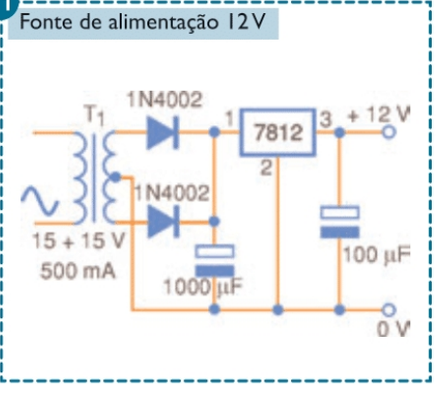
Na **figura 2** vemos o circuito completo do controle remoto com um laser pointer, exceto a fonte de alimentação.

Todos os componentes podem ser montados numa placa de circuito impresso com a disposição apresentada na **figura 3**.

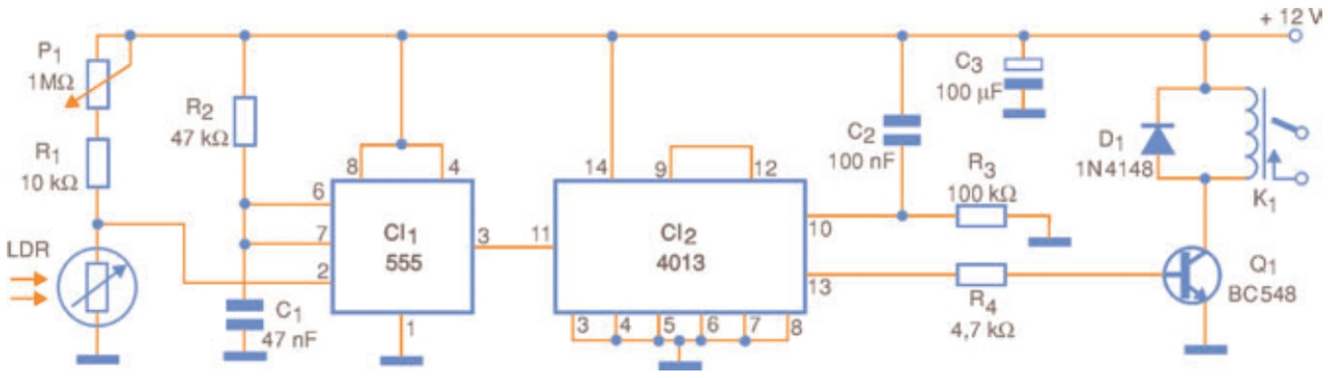
O *layout* da placa pode eventualmente ser alterado em função das dimensões e da pinagem do relé usado. Qualquer relé sensível (até 50 mA) para 12 V pode ser empregado neste circuito.

O LDR pode ser de qualquer tipo e será montado num tubinho opaco de modo a receber luz apenas de uma direção, evitando assim ao máximo a interferência da luz ambiente que pode incidir lateralmente.

1



2 Circuito completo do receptor



Este componente também pode ser instalado longe do receptor, caso a aplicação exija. Até mesmo uma lente convergente na parte frontal do tubinho pode ser prevista para aumentar a sua diretividade e sensibilidade.

Prova e uso

Para provar o aparelho basta ligar na sua saída uma carga qualquer como, por exemplo, um abajur ou outro eletrodoméstico.

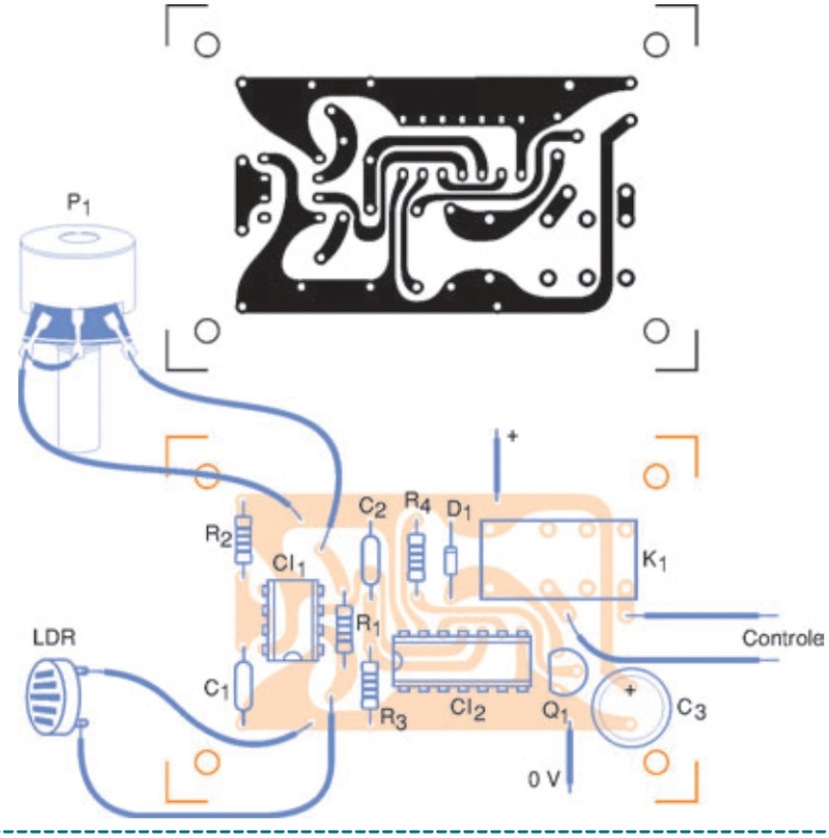
Ligue o aparelho e ajuste P_1 para obter o limiar do disparo. Volte um pouco o controle de sensibilidade e, com um laser pointer, teste a ação do relé.

Se o relé tender a repicar (fechando e abrindo mais de uma vez com os pulsos de luz emitidos) aumente o valor de C_2. Este capacitor, dependendo da aplicação, pode assumir valores de até 2,2 µF.

Comprovado o funcionamento é só fazer a instalação definitiva.

Se houver a tendência ao disparo com relâmpagos (no caso de uso externo), um capacitor de 100 nF a 1 µF pode ser ligado em paralelo com o LDR para aumentar a inércia. Escolha um valor que não afete também a sua sensibilidade ao laser pointer.

3 Placa do receptor do controle remoto usando Laser Pointer



Importante:

Muito cuidado deve ser tomado com o uso do Laser Pointer em lugares com muitas pessoas. O feixe de laser nunca deve ser apontado para as vistas das pessoas, já que sua radiação é perigosa. Posicione o sensor de tal forma, que ao ser usado, nunca haja o perigo de pessoas cortarem o feixe de luz de modo acidental.

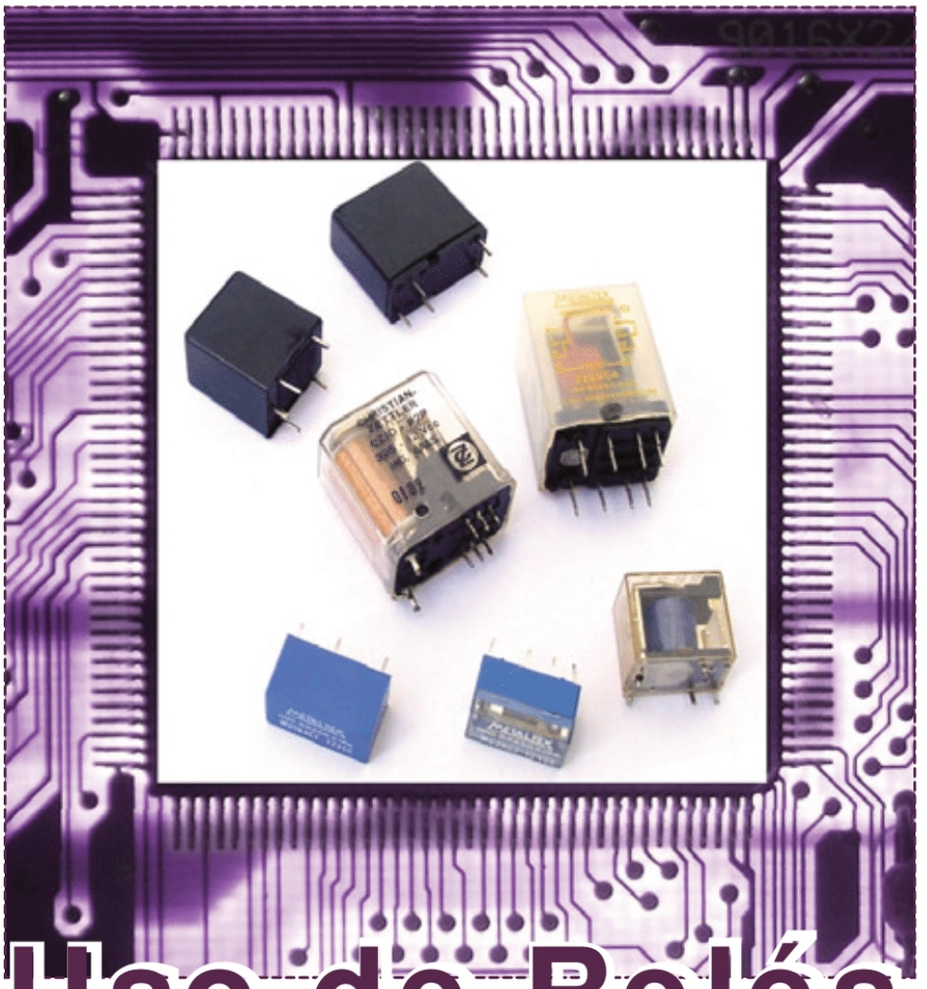
Lista de materiais:

Semicondutores:
CI_1 - 555 - circuito integrado - *timer*
CI_2 - 4013 - Duplo Flip-flop tipo D CMOS
Q_1 - BC548 - transistor NPN de uso geral
D1 - 1N4148 ou equivalente - diodo de silício de uso geral

Resistores: (1/8 W, 5%)
R_1 - 10 k ohms
R_2 - 47 k ohms
R_3 - 100 k ohms
R_4 - 4k7 ohms
P_1 - 1 M ohms - *trimpot* ou potenciômetro

Capacitores
C_1 - 47 nF - poliéster ou cerâmico
C_2 - 100 nF - poliéster ou cerâmico
C_3 - 100 µF x 16 V - eletrolítico

Diversos
LDR - LDR redondo comum de qualquer tamanho
K_1 - 12 V x 50 mA - relé sensível
Placa de circuito impresso, laser pointer, material para fonte de alimentação, caixa para montagem, fios, solda etc.



Uso de Relés

O relé é um componente de grande utilidade e aparece em boa parte nos projetos de eletrônica, mecatrônica, robótica, automação e controle e eletrônica automotiva. Veremos neste artigo seu funcionamento, utilidades e como aumentar a sensibilidade deste dispositivo.
O leitor poderá montar um relé experimental para demonstrações didáticas e pequenos projetos. Evidentemente, das milhares aplicações possíveis veremos algumas, mas daremos elementos para que o leitor desenvolva tantas outras quanto sua imaginação permitir

Newton C. Braga

Com frequência nos circuitos aparecem relés, que em alguns casos por falta de conhecimento dos leitores, ou mesmo por alguma dificuldade de obtenção, consistem em um impedimento para sua realização prática.

Conhecendo melhor os relés, o leitor verá que são componentes indispensáveis em muitas aplicações e é conveniente ter sempre alguns disponíveis no seu estoque de material.

A finalidade do artigo é fornecer elementos para facilitar o uso e a escolha de relés para eletrônica, principalmente os que envolvem as aplicações comuns.

Analisaremos as características de um relé e como fabricá-lo ou improvisá-lo a partir de outros recursos.

O Relé

Um relé consiste em uma chave ou comutador eletromagnético, cuja estrutura básica é mostrada na **figura 1**.

Nas proximidades de uma bobina (eletroímã) existe uma armadura de metal ferroso, que pode movimentar um contato elétrico.

Quando não circula corrente pela bobina, não há campo magnético e, portanto, a armadura se mantém fixa em sua posição, com os contatos 3 e 4 separados.

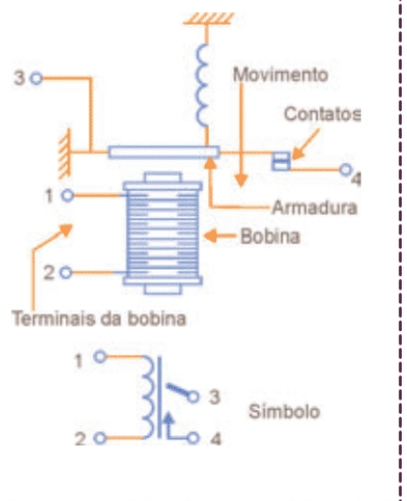
Ao circular uma corrente pela bobina, é criado um campo magnético que atrai a armadura e, com isso, faz com que os contatos 3 e 4 encostem um no outro.

Em outras palavras, sem corrente na bobina, os contatos 3 e 4 estão abertos e não pode fluir corrente pelo circuito que controla. Com a circulação de corrente pela bobina, os contatos 3 e 4 fecham, e uma corrente pode passar pelo circuito que controla.

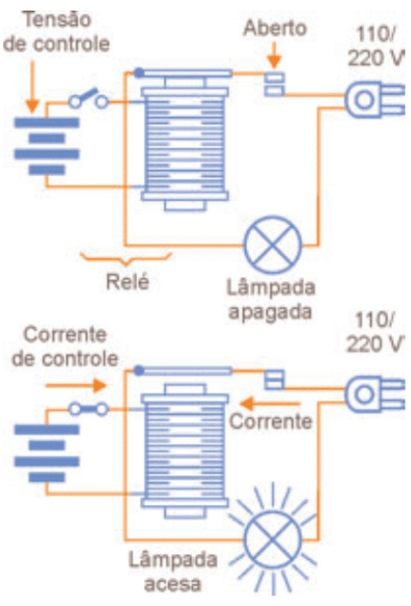
Ligando um circuito externo, como ilustra a **figura 2**, ele pode ser totalmente controlado apenas pela corrente que circula pela bobina do relé. Com a bobina sem corrente (desenergizada), a lâmpada permanece apagada.

Com a bobina energizada a lâmpada acenderá.

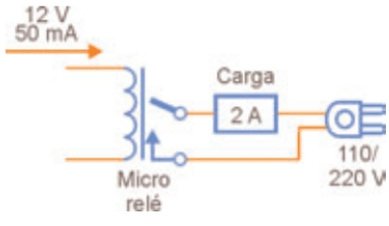
1 Estrutura de um Relé



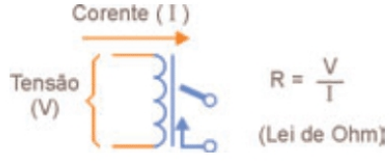
2 Circuito externo controlado através de um relé



3 Carga de 2 A controlada com apenas 0,05 A



4 Aplicação de tensão na bobina



5 A dissipação é fundamental no acionamento de um relé



Uma característica importante do relé é que o circuito controlado pode ter características totalmente distintas do circuito que controla a bobina. Assim, se a bobina for feita com muitas espiras de fio muito fino, como ocorre com microrrelés, uma corrente fraca, como a que obtemos de um transistor, ou mesmo diretamente de um sensor, pode fechar os contatos do relé, e com isso controlar aparelhos que exigem correntes maiores como, por exemplo, lâmpadas, motores, etc.

Num microrrelé típico precisamos de uma corrente de apenas 0,05 ampères para fechar os contatos, e com isso controlar uma corrente externa de até 2 ampères, ou seja, 40 vezes maior!

O relé pode então ser utilizado como sensível dispositivo de controle com características adicionais importantes, que são:

- Existe um isolamento completo entre o circuito que controla a sua bobina e o circuito ligado aos contatos.
- O circuito de controle pode ter características completamente diferentes daquele que é controlado.
- Um relé pode ter muitos contatos, e com isso controlar diversos circuitos simultaneamente.
- Tipos especiais de relés podem ter ações temporizadas ou travas, eliminando a necessidade de circuitos para esta finalidade.

Características

Para usar um relé numa determinada aplicação, precisa-se interpretar suas características.

Assim, em primeiro lugar é preciso conhecer as características de sua bobina, que determinarão que tipo de circuito de disparo ou acionamento pode-se empregar.

Para os relés sensíveis, estas bobinas são formadas por milhares de espiras de fios finos. Para o acionamento da bobina, existem três grandezas elétricas que entram em jogo.

Para obter a **corrente** necessária ao disparo, precisamos aplicar uma certa **tensão** na bobina, e esta tensão é função da **resistência** que o fio do enrolamento apresenta. (**Figura 4**)

Os relés podem então ser especificados por duas destas três grandezas, pois o conhecimento de duas delas nos permite calcular facilmente a terceira. Pode-se especificar um relé pela tensão de acionamento (3, 6, 12, 24, 48 ou mesmo 110 volts) e pela corrente (100 mA, 50 mA, etc).

Se dividir a tensão de acionamento pela corrente correspondente, facilmente encontrará a resistência da bobina. Por exemplo, um relé de 6 volts para 100 mA tem uma resistência de bobina de 6/0,1 = 60 ohms (0,1 ampére é o mesmo que 100 mA).

Pode-se, por outro lado, indicar a tensão de acionamento e a resistência da bobina. Para calcular a corrente, basta dividir a tensão pela resistência. Um relé de 6 volts com 60 ohms de bobina é acionado com uma corrente de 6/60 = 0,1 A ou 100 mA).

É preciso observar, entretanto, que os valores de tensão indicam qual a maneira ideal de usar o relé num circuito.

Na prática o relé pode funcionar com uma tensão ligeiramente menor e também com tensões até 50% maiores. As tensões maiores até assegurarão uma atração maior da armadura que proporciona eficiência e rapidez de contato.

A tensão apenas não pode ser muito maior que estes 50% porque a bobina tende então a esquentar e causar a queima do relé. Neste caso é a dissipação máxima que deve ser levada em conta, observe a **figura 5**.

Existem tipos de relés cujas bobinas são projetadas para acionamento com corrente contínua e tipos de relés que podem operar com corrente alternada. Em geral, os tipos para corrente alternada são aqueles cujas bobinas são indicadas para tensões elevadas como as encontradas na rede de alimentação de 110 V ou 220 V.

Na **tabela 1** dada a seguir vemos as características dos relés comumente encontrados em aplicações comuns, para servir de orientação para o leitor. A pinagem destes relés será vista posteriormente.

T1 Tabela 1

Tensão (v)	Corrente (mA)	Resistência (ohms)
5	111	45
6	92	65
12	43	280
24	22	1070
48	12	4000

Outro tipo de especificação importante para um relé é a que se refere às características dos contatos.

No relé tomado como exemplo tínhamos dois contatos que permaneciam desencostados quando a bobina estava desenergizada e encostavam quando fluía corrente pela bobina.

Confira na **figura 6** que, temos um contato fixo, denominado (comum), e um contato que na condição de desenergização está aberto, ou seja, é o contato normalmente aberto ou abreviado por NA. Quando energizamos a bobina este contato fecha.

Existem relés que podem ter os contatos dispostos de outra forma e também em um número maior. Uma possibilidade interessante é mostrada na **figura 7**.

Neste tipo de disposição, eles estão fechados ou ligados quando a bobina está desenergizada. Dizemos que trata-se de um relé com um contato normalmente fechado ou abreviadamente NF. Quando energiza-se o relé, os contatos abrem, desligando um circuito externo. Veja então que um relé com contatos NF pode ser usado para desligar alguma coisa com a energização de sua bobina, e não somente para ligar, conforme sugere a **figura 8**.

E, é claro, pode-se combinar os dois tipos de contatos num único relé. Observe a **figura 9**. Trata-se de um relé com contatos reversíveis NA e NF, como os tipos comuns encontrados no mercado especializado para as versões denominadas microrreles com invólucros para soldagem direta em placas de circuito impresso.

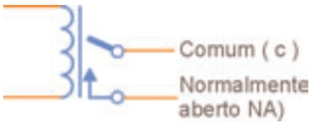
Estes pequenos relés possuem dois contatos reversíveis, o que quer dizer que é possível controlar independentemente dois circuitos tanto utilizando as funções NA como NF.

Na **figura 10** temos a identificação destes contatos para os microrreles comuns usados nos projetos.

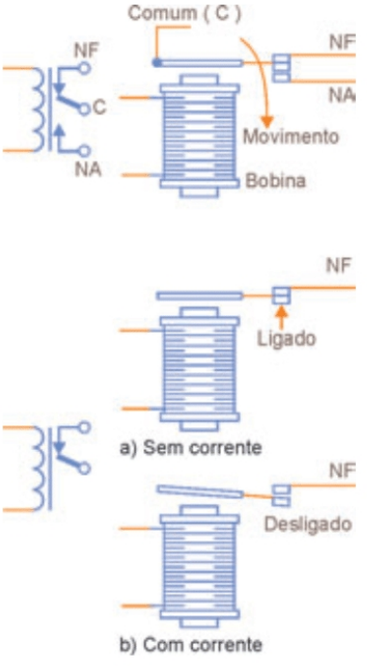
Os contatos de um relé são estruturas mecânicas bastante delicadas. Quando eles abrem ou fecham, controlando correntes intensas, ocorrem faiscamentos que, com o tempo, vão gastando e queimando os contatos.

Assim uma especificação importante é a corrente máxima que os contatos do relé podem controlar. Para os microrreles esta corrente é da ordem de 2 ampères.

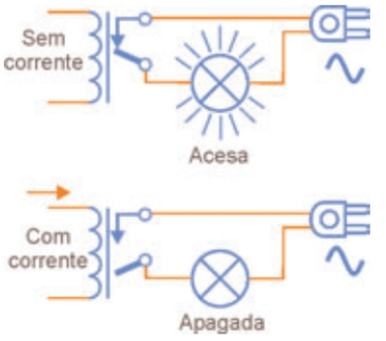
6 Contato de um relé



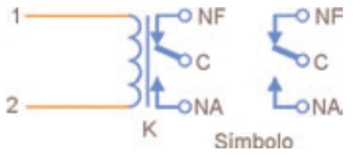
7 Relé com contato NF



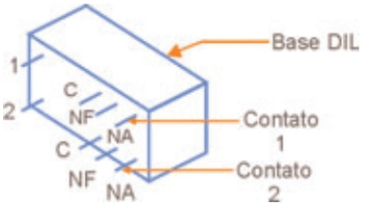
8 Desligando uma carga com o acionamento do relé



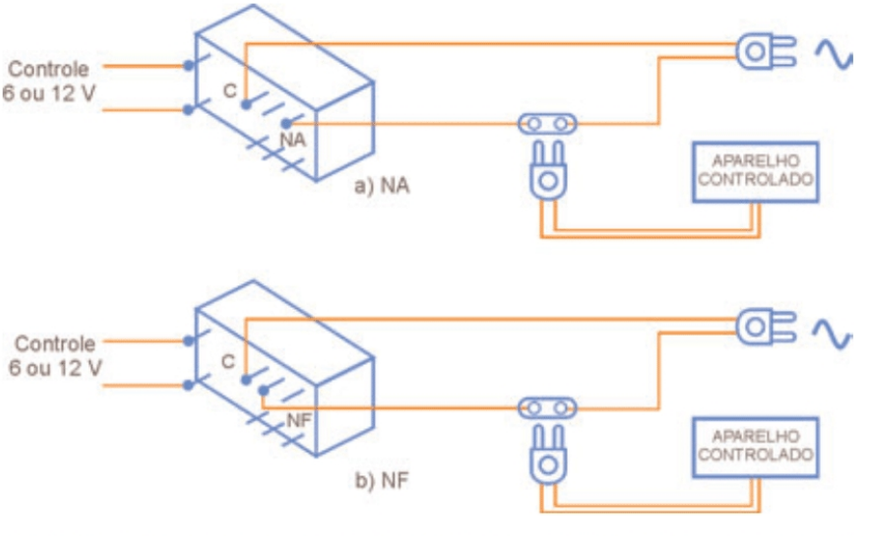
9 Relé com contatos NA e NF



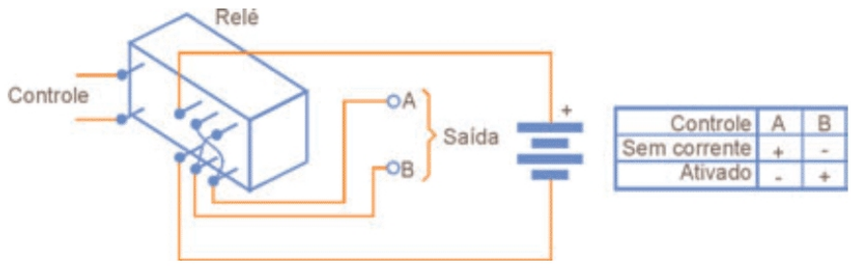
10 Identificação dos contatos NA e NF para microrelés comuns



11 Utilização de um relé

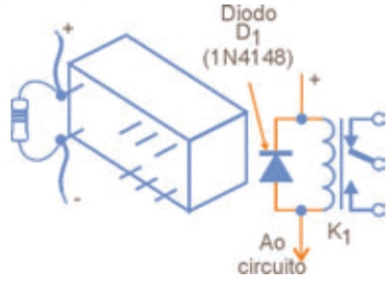


12 Inversão de polaridade com um relé de contatos reversíveis



Controle	A	B
Sem corrente	+	-
Ativado	-	+

13 Utilização de um diodo em paralelo com um relé



Usando Relés

Para utilizar um relé, é importante saber qual o tipo de acionamento que ele pode ter, e que tipo de carga controlar. De posse de um circuito de acionamento de um relé, conforme indica **figura 11**, podemos usar tanto seus contatos NA como NF para controlar uma carga ou circuito externo.

Assim, em (**a**) temos a alimentação de um circuito externo, uma lâmpada ou uma cigarra, por exemplo, quando o relé fecha seus contatos, ou seja, quando sua bobina é percorrida por uma corrente.

Já, em (**b**) temos a utilização dos contatos NF, quando então o circuito externo é desligado quando a bobina é percorrida por uma corrente.

Veja, porém, que nesta segunda aplicação, estando o circuito externo desligado, o relé estará sendo percorrido por uma corrente, o que significa um consumo de energia por seu circuito de disparo.

Uma aplicação interessante para um relé de dois contatos reversíveis é exibida na **figura 12**. Esta consiste na inversão de polaridade de uma fonte de corrente contínua.

Pode-se inverter a rotação de um motor simplesmente energizando o relé. Este tipo de circuito encontra uma grande quantidade de aplicações em robótica e mecatrônica além de automação industrial, substituindo as denominadas pontes H.

Os leitores já devem ter notado que nos projetos que fazem uso de transistores disparando um relé, sempre é empregado um diodo em paralelo com a bobina. Este diodo é do tipo de silício de uso geral como o 1N4148 ou mesmo 1N4002. (**Figura 13**)

Quando um relé é energizado, o campo magnético de sua bobina está totalmente expandido com as linhas de força se espalhando por todo o espaço que envolve o componente. No momento em que o relé é desativado, ou seja, a corrente de sua bobina é cortada, ocorre um fenômeno: as linhas de força do campo magnético se contraem rapidamente e cortam as espiras da bobina induzindo uma alta tensão.

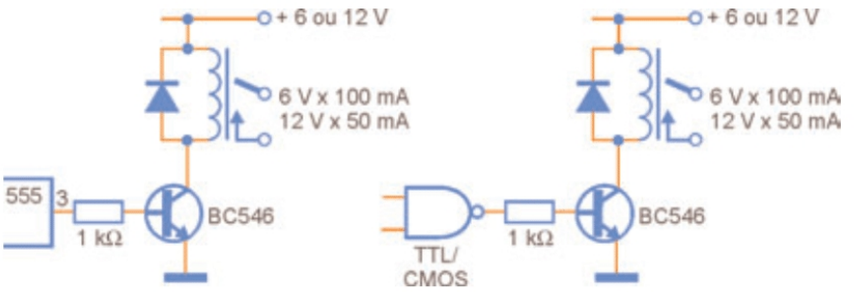
Esta tensão tem polaridade inversa daquela que disparou o relé e, aplicada a um transistor, poderia facilmente causar sua queima. Num simples relé de 6 ou 12 V com corrente de bobina de 50 a 100 mA, esta tensão pode ser superior a 100 volts enquanto um transistor como o BC548 suporta no máximo, entre o coletor e o emissor, uma tensão de 30 volts.

Colocando um diodo em paralelo com a bobina, mas polarizado de modo inverso em relação à tensão de acionamento, ele oferece um percurso de baixa resistência para a circulação da corrente gerada pela tensão induzida na abertura que, então, não pode causar dano ao transistor.

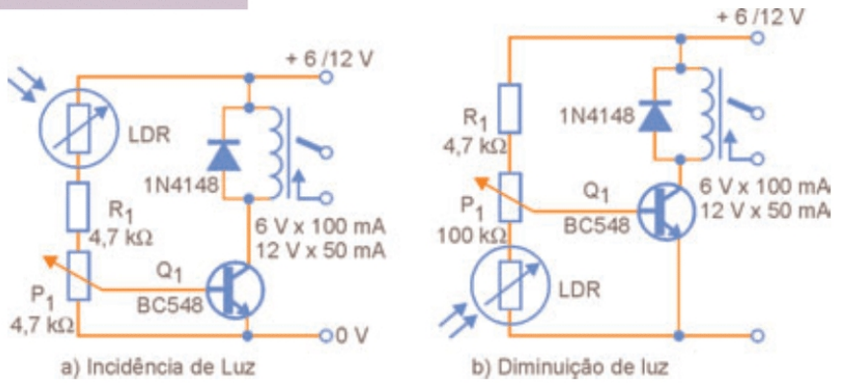
Se preferir aumentar a sensibilidade de um relé, disparando-o com correntes muito menores que as exigidas pelas suas bobinas é possível fazer uso de circuitos excitadores ou *drivers* com transistores.



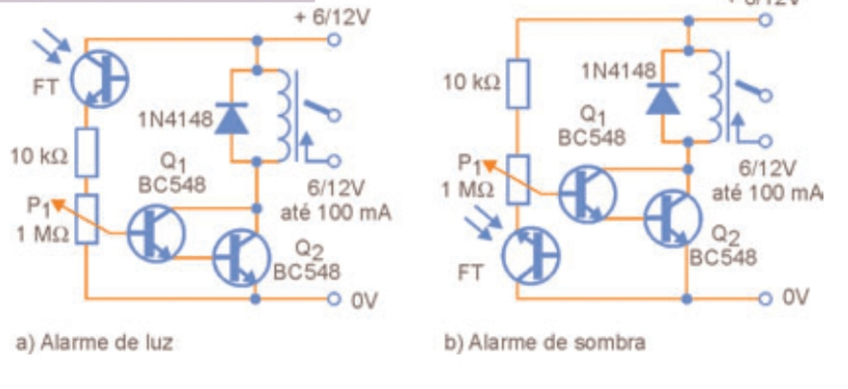
14 Excitação de um relé a partir do 555 ou de integrados TTL



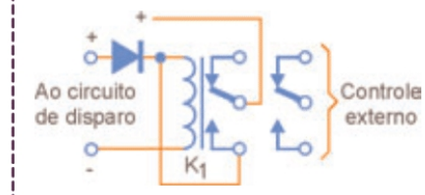
15 Disparo de relés a partir de LDRs.



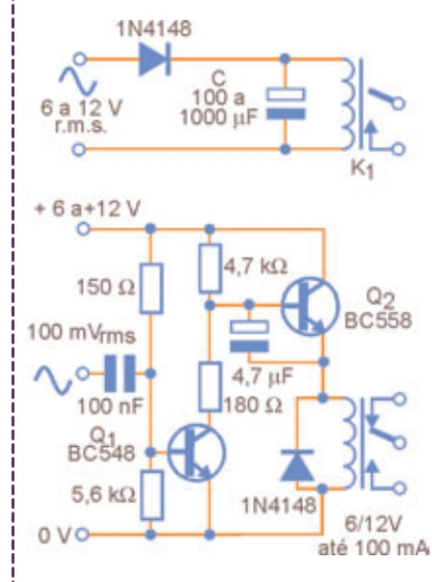
16 Circuitos utilizados para acionar relés a partir de fototransistores



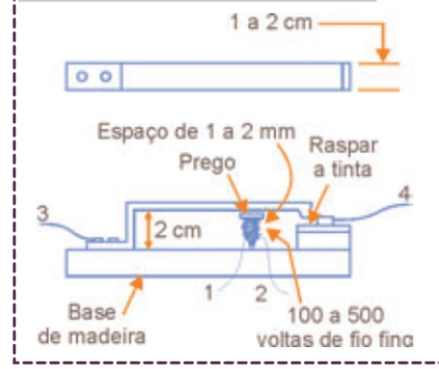
17 Utilizando os contatos adicionais de um relé como trava



18 Disparo de um relé com tensões alternadas



19 Montagem de um relé experimental



Para excitar um relé a partir de um 555 ou de um integrado TTL, a configuração ideal é a mostrada na **figura 14**.

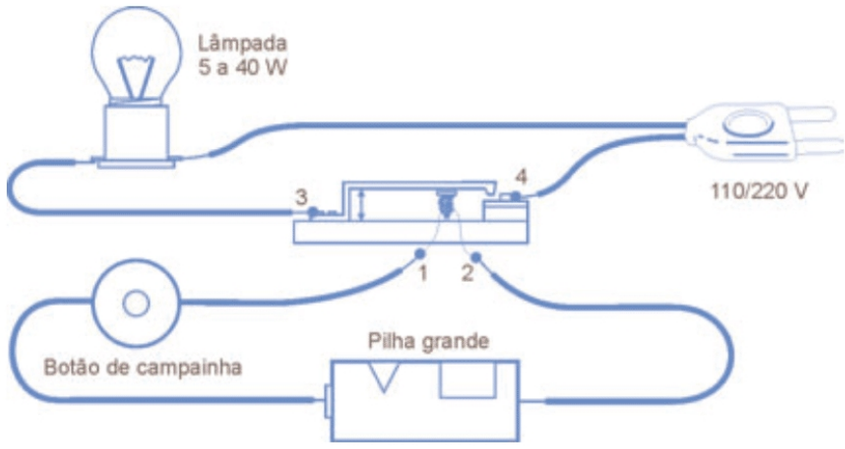
O resistor ligado na base do transistor tem valores típicos entre 1k e 4k7, mas se houver bom ganho até mesmo um resistor de 10 k / ohms pode ser usado.

O disparo a partir de foto-sensores como LDRs pode ser feito conforme ilustra a **figura 15**.

No circuito da figura (**a**) temos o acionamento do relé pela incidência de luz no LDR. Trata-se de um alarme de luz. O potenciômetro faz o ajuste da sensibilidade. Já o circuito (**b**) faz o acionamento do relé pela diminuição da luz no LDR, ou seja, temos um alarme de sombra.

Como os fototransistores tem menos sensibilidade precisamos de uma amplificação maior e podemos fazer uso dos circuitos apresentados na **figura 16**. Um é o alarme de luz, e o outro de sombra, e os potenciômetros fazem o ajuste da sensibilidade.

20 Circuito de acionamento do relé experimental.



Os contatos extras de relés que possuam dois reversíveis de 6 e 12 V com correntes de acionamento de 50 a 100 mA podem ser utilizados numa função importante que é a trava. Quando o relé fecha seus contatos, mesmo que ativado por uma corrente de curta duração, os contatos extras podem ser utilizados para manter indefinidamente o relé energizado.

Confira a **figura 17**. Estes contatos extras são usados para "realimentar" sua bobina, mantendo-o travado. Para desligar o relé, é preciso interromper por um momento a sua alimentação. Esta aplicação é interessante quando os relés forem usados em circuitos de alarmes.

O disparo com tensões alternadas pode ser conseguido com a utilização de um circuito retificador, conforme mostra a **figura 18**.

O diodo retifica a corrente e C_1, cujo valor estará entre 100 µF e 1 000 µF, faz a filtragem, evitando a vibração dos contatos como no caso de um relé de corrente contínua.

Relé Experimental

Para demonstrar o princípio de funcionamento de um relé, damos uma montagem experimental bastante simples e interessante. Trata-se de um relé improvisado com material de fácil obtenção, e que a partir de uma simples pilha, controla uma lâmpada de alta potência.

Pode-se acender ou apagar uma lâmpada de 25 a 60 watts usando uma simples pilha. Na **figura 19** temos a montagem do relé.

O fio esmaltado fino (28 a 32) pode ser obtido de transformadores velhos, campainhas ou mesmo outros relés que estejam fora de uso. O fio esmaltado aproveitado deve ser de cor marrom brilhante, pois se possuir cor escura é sinal que foi "queimado" e não danificado por interrupção ou curto, e o fio perdeu seu isolamento.

A parte metálica dos contatos é feita com pedaços de lata em conserva que deve ser cortada e raspada para que a tinta, isolante, não impeça a passagem da corrente.

O circuito de acionamento é ilustrado na **figura 20**.

Quando o interruptor de pressão é apertado o relé deve fechar seus contatos (o prego deve atrair a armadura móvel), e o circuito da lâmpada será fechado com seu acendimento.

Este mesmo circuito pode servir de sugestão para o acionamento remoto de uma campainha usando pilha em um circuito seguro de baixa tensão que, de modo algum, apresenta perigo de choque.





Supercondutores

O "milagre" da ausência da resistência elétrica existe e chama-se supercondutividade. Materiais que perdem a resistência elétrica já existem e novos tipos estão sendo pesquisados, podendo revolucionar a ciência eletrônica nos próximos anos. Neste artigo tratamos dos supercondutores e do que eles podem nos fornecer no futuro.

Newton C. Braga

Todo material, por melhor condutor que seja, apresenta uma certa resistência à passagem da corrente elétrica, ou seja, uma oposição à movimentação dos portadores de cargas.

É justamente para vencer esta oposição que energia tem de ser dispendida no estabelecimento de uma corrente, e esta energia se converte em calor.

O material será tanto melhor condutor quanto menos oposição ele oferecer à passagem da corrente e esta característica é inerente a este material, não dependendo do seu formato ou das suas dimensões.

Esta característica é dada pelo que denominamos "condutividade elétrica" e varia de material para material. Assim, o ouro, a prata e o cobre são excelentes condutores por apresentarem uma elevada condutividade elétrica ou baixa resistividade, enquanto que materiais como o ferro, ou o mercúrio são maus condutores por terem baixa condutividade ou elevada resistividade (a resistividade é o inverso da condutividade).

Isso significa que dois condutores de mesma espessura e comprimento feitos de materiais de condutividades diferentes terão resistências elétricas diferentes, conforme sugere a **figura 1**.

Dois fatores influem nos problemas que ocorrem quando correntes elétricas devem ser transmitidas por meios que apresentam uma certa resistência elétrica.

Além do fato de que a circulação de uma corrente por um meio que tenha uma certa resistência provoca a geração de calor, deve-se ainda considerar que a resistividade e, portanto, a dificuldade de passagem desta corrente varia com a própria temperatura.

Quanto mais o material se aquece, maior se torna sua resistência elétrica, conforme mostra a curva característica de uma lâmpada comum incandescente vista na **figura 2**, que é dada pelo comportamento de seu filamento de tungstênio.

No entanto, observando em um gráfico que, abaixando gradativamente a temperatura dos materiais, elas convergem no gráfico para um ponto em que sua resistividade se torna nula.

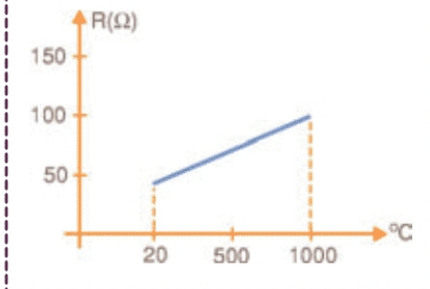
Isso significa que neste ponto, um condutor fabricado com estes materiais não terá resistência elétrica alguma, ou seja, se tornará um supercondutor, observe a **figura 3**.

O que acontece na prática é que em determinada temperatura ocorre

1 Condutores de materiais diferentes apresentam resistências diiferentes



2 Resistência muda com a temperatura



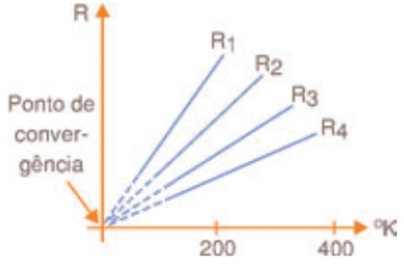
uma transição rápida da resistência, e não seu desaparecimento de forma gradual.

Em temperaturas da ordem de 1 a 7 graus kelvin (entre -272 e -266 graus centígrados), a resistência desaparece completamente e o material se torna um supercondutor.

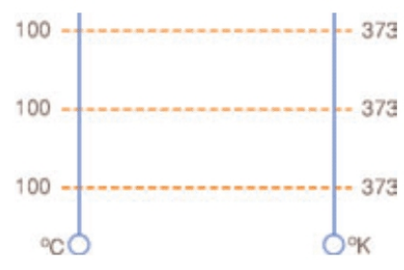
Zero absoluto

A temperatura de um corpo é a medida do grau de agitação de suas partículas, ou seja, de seus átomos. Esta agitação, na verdade, traduz a quantidade de energia que os átomos possuem e pode ser expressa por um valor numérico, ou seja, por uma temperatura.

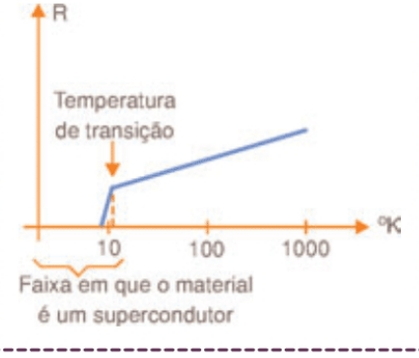
3 Resistência converge a zero no zero absoluto



4 Conversão de graus celsius em Kelvin



5 Na temperatura de transição a resistência desaparece



Diversas escalas podem ser usadas para expressar este valor e no nosso país a mais utilizada é a de graus centígrados ou Celsius. Esta escala tem por ponto de referência, onde marcamos o 0, o ponto em que ocorre a fusão do gelo. O segundo ponto de referência é o ponto de ebulição da água em condições normais de pressão, onde marcamos 100.

Temperaturas de objetos mais frios que o ponto de fusão do gelo serão expressas por valores negativos de temperatura.

Veja, entretanto, que se a temperatura é uma medida do grau de agitação das partículas, valores negativos não têm muito significado.

Se formos esfriando cada vez mais um corpo, seus átomos vão diminuindo a intensidade de sua vibração até um instante em que, teoricamente, eles devem parar completamente de vibrar.

Como um movimento mais lento que o parado não existe, este ponto seria muito melhor para se marcar o zero de uma escala do que o ponto de fusão do gelo. Este seria o mínimo absoluto de esfriamento de qualquer objeto, pois não seria possível obter temperatura mais baixa: não existe movimento mais lento que o parado.

Experiências e cálculos mostram que a temperatura em que isso acontece é de aproximadamente -273 graus centígrados ou seja, 273 graus centígrados abaixo do zero da escala Celsius. Nesta temperatura temos o ponto de "Zero Absoluto".

Podemos, então, estabelecer uma escala muito melhor para designar temperaturas se usarmos este ponto como zero.

Esta escala existe e é denominada escala absoluta de temperaturas ou escala Kelvin.

Temos então os graus Kelvin, que são do mesmo tamanho que os centígrados de modo que o 0 grau centígrado passa a corresponder a 273 kelvin, e o 0 grau Kelvin a – 273 centígrado, conforme exibem os dois termômetros da **figura 4**.

Assim sendo, quando falamos nas menores temperaturas que podem existir nos referimos às temperaturas perto do "zero absoluto" em que quase toda agitação térmica dos átomos desaparece e fenômenos como o da supercondutividade podem se manifestar.

Supercondutividade

Este fenômeno foi descoberto pelo físico holandês Kamerlingh Onnes em 1911, e recebeu justamente o nome de supercondutividade.

Na **figura 5** temos um gráfico em que a transição de um material para o estado de supercondutor com o desaparecimento da resistividade é mostrada.

Não são todos os elementos que podem chegar a este estado.

Assim, nas pesquisas iniciais foi observado o fenômeno em diversos metais puros como o telúrio, cádmio, estanho, mercúrio, chumbo, bismuto etc.

O grande problema é que, quando tratamos de materiais puros como os metais indicados acima, o fenômeno só se manifesta em temperaturas próximas do zero absoluto, o que dificulta bastante sua utilização prática.

Manter o material na temperatura em que o fenômeno ocorre implica na utilização de vasos de Dewar (garrafas térmicas) e em banhos de hélio ou nitrogênio líquido, o que significa um grande gasto e a necessidade de equipamento especial, veja a **figura 6**.

No entanto, observa-se que diversos metais podem ser usados na forma de ligas que, dependendo de sua composição, podem manifestar o efeito da supercondutividade em temperaturas mais altas.

A busca dos cientistas é certamente por um material que seja supercondutor na temperatura ambiente, mas isso ainda está longe de ser conseguido.

Dessa forma, para os compostos de nióbio com carbono se consegue uma temperatura de transição da ordem de 15 graus Kelvin enquanto que para o nióbio com estanho essa temperatura vai aos 18 graus Kelvin.

Novas ligas com temperaturas mais altas como a liga de chumbo com arsênio e bismuto alcançam pontos de transição para a supercondutividade que chegam aos 90 graus Kelvin!

Outras propriedades

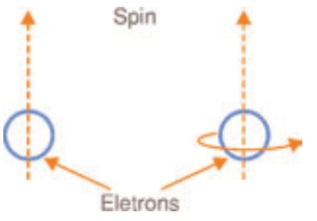
Mas, não é apenas a resistividade que cai a zero quando um material é resfriado abaixo do ponto de transição. Diversas outras popriedades interessantes se manifestam.

Uma das propriedades que se modifica de forma acentuada é a capacidade térmica. A taxa de absorção de

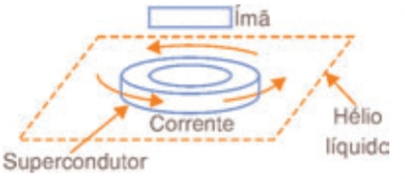
6 Utilização de vasos Dewar



7 O spin é associado a uma "rotação dos elétrons"



8 Levitação magnética



calor de um material depende de sua natureza e é um número que pouco varia com a temperatura ou varia de forma linear. Porém, quando o material passa para o estado de supercondutor a sua capacidade térmica passa a apresentar uma característica de descontinuidade com pontos de variação por saltos.

Outra característica que muda no estado de supercondutividade é a magnética. Os supercondutores são materiais diamagnéticos ideais, onde a indução magnética interna é nula.

Este fenômeno é explicado pelo fato de existirem correntes numa finíssima camada externa do material supercondutor, que compensam a ação de qualquer campo magnético externo. Este fato faz com que os supercondutores possam ser "destruídos" por campos magnéticos intensos.

A explicação científica

O que realmente sucede com o material para ele perder a resistência quando sua temperatura baixa até o ponto de transição para o estado de supercondutor?

As especulações teóricas sobre o que levaria um corpo a se tornar um supercondutor vêm de longe, mas, foi somente a partir de 1956 que o físico americano Cooper demonstrou que o ponto fundamental para a obtenção do estado de supercondutividade de um corpo é a formação de pares de elétrons com momentos de spin situados paralelamente, conforme mostra a **figura 7**.

Em 1957 uma explicação adicional foi proposta: a de que os pares de elétrons com spin opostos seriam sincronizados pela vibração térmica do material, criando assim uma espécie de barreira energética na sua superfície.

No interior do material seria formada uma espécie de nuvem de elétrons com grande mobilidade, e que poderia conduzir com extrema facilidade a corrente elétrica. Com isso os elétrons do interior do material entram em um estado de "superfluidez", podendo se movimentar livremente sem encontrar resistência alguma.

Como obter

Para se obter um material supercondutor basta ter a liga ou metal apropriado e esfriá-lo até a temperatura em que o fenômeno se manifesta.

Experiências muito interessantes podem ser realizadas em laboratórios usando supercondutores esfriados em hélio ou nitrogênio líquido, dependendo da temperatura necessária à manifestação do estado de supercondutividade.

Uma delas é a ilustrada na **figura 8**, tradicional em todas as demonstrações envolvendo este material, onde um pequeno ímã "flutua" sobre um pedaço de supercondutor.

O que ocorre, conforme vimos, é que as linhas de força do campo magnético do ímã não podem penetrar no material semicondutor que, então, "cria" uma corrente em sentido tal que tenda a se opor ao campo externo. Desfa forma, o supercondutor passa a repelir o ímã que assim "flutua" sobre o material.

O grande desafio para os cientistas é obter materiais supercondutores em temperaturas ambientes e não somente naquelas próximas do zero absoluto. Isso permitiria a construção de diversos dispositivos com aplicações práticas importantes.

O conhecido trem experimental que "flutua" sobre imãs seria algo que aproveitaria este fenômeno.

O trilho deste trem seria formado por muitos supercondutores alinhados criando fortes campos magnéticos, conforme exibe a **figura 9**.

Na parte inferior do trem haveria um supercondutor que então repeliria os supercondutores fixos de modo a manter o veículo flutuando, ou seja, sem contato com os trilhos. O sistema de propulsão seria dado pelo próprio ângulo de propulsão, que poderia ser alterado à vontade por um sistema mecânico.

A grande vantagem do sistema seria a ausência completa de atritos e portanto de vibrações. O trem se movimentaria de modo totalmente silencioso e macio.

Outra aplicação é na obtenção de sistemas de acoplamento de mecanismos sem atrito, uma vez que isso pode ser feito pelo campo magnético criado pelo material.

No espaço fala-se numa nave de propulsão iônica com supercondutores. Anéis supercondutores acelerariam feixes de elétrons a velocidades da ordem de 80000 quilômetros por segundo, conforme sugere a **figura 10**.

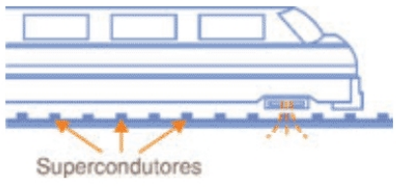
Uma nave com este tipo de motor alcançaria velocidades que qualquer outra tecnologia conhecida atualmente não conseguiria.

Aplicações na eletrônica

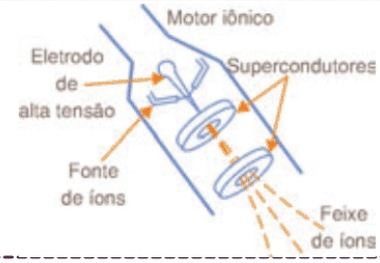
A possibilidade de se obter materiais com propriedades supercondutoras em temperaturas ambientes abre portas para aplicações fantásticas.

Uma aplicação extremamente importante seria na transmissão de energia elétrica, visto que os fios poderiam ser consideravelmente mais finos e não teriam nenhuma perda, mesmo quando transportando correntes muito intensas.

9 Trem levitando sobre supercondutores



10 Motor iônico baseado em supercondutores



Não haveria a necessidade de uma elevação tão grande da tensão, que também é uma causa de perdas consideráveis provocadas pelas fugas de cargas para o ar.

O chiado que ouvimos nos dias úmidos perto das linhas de transmissão de alta tensão é um indicativo, justamente, dessas perdas de energia. São cargas que escoam para o ar.

Quando escrevíamos este artigo, anunciava-se em New York o plano para a construção da primeira linha de transmissão de energia para uso comercial.

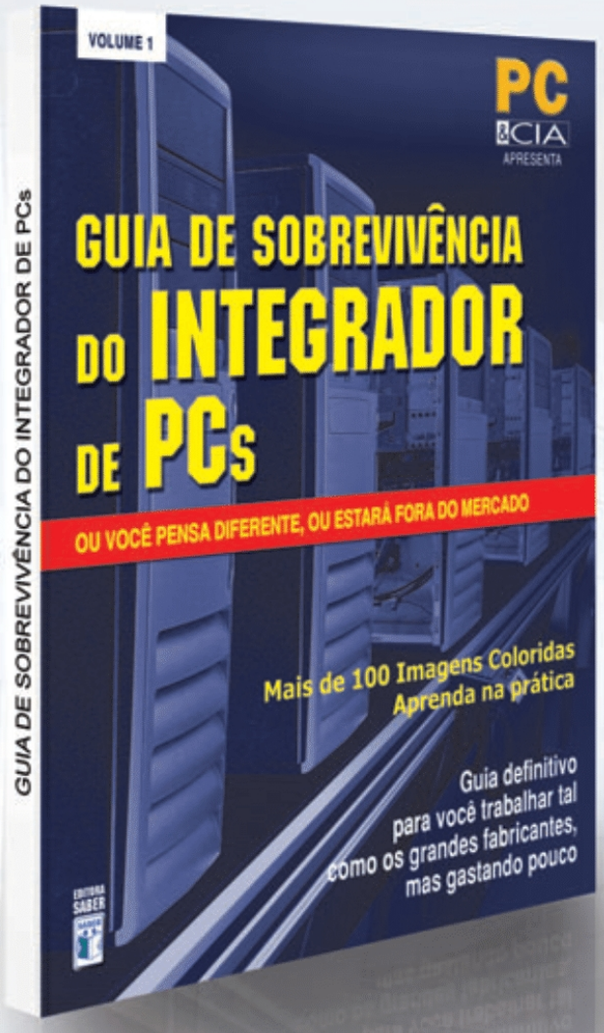
O cabo supercondutor de 600 metros custará 30 milhões de dólares e operando com uma tensão de 138 mil volts, transmitirá uma potência de 600 megawatts.

Em qualquer tipo de equipamento elétrico (máquinas industriais, por exemplo) a resistência é responsável por perdas que poderiam ser eliminadas completamente.

Na eletrônica, quando for possível obter dispositivos supercondutores operando na temperatura ambiente, uma nova revolução tecnológica deverá ocorrer.

Equipamentos com velocidades e capacidades até então inimagináveis passarão a ser construídos e estarão ao nosso alcance.

Trabalhe como os grandes, mas gastando pouco!



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

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

A História dos Rolamentos



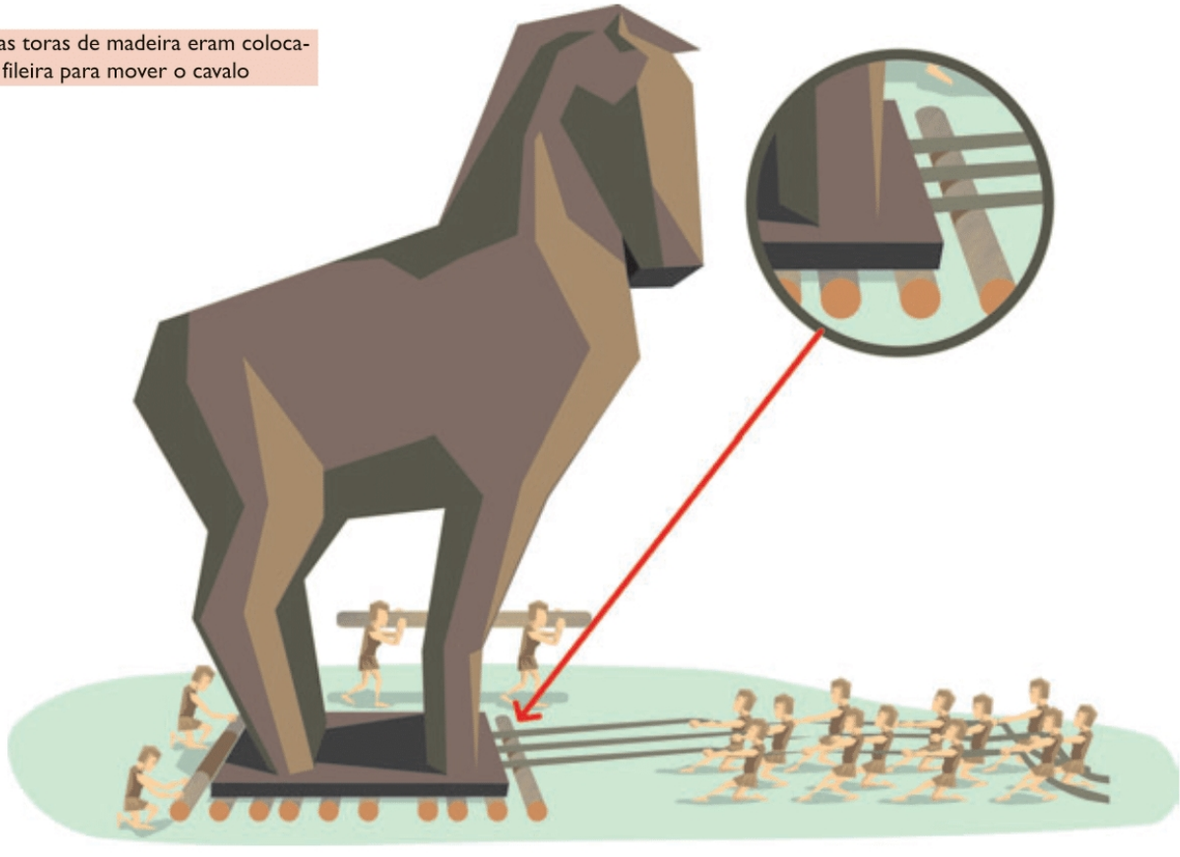
Confira neste artigo a história dos rolamentos, os motivos que levaram à sua criação e também como montar um rolamento axial com materiais alternativos.

Renato Paiotti

Ninguém sabe ao certo quem criou o rolamento, mas podemos afirmar que ele foi inventado e aperfeiçoado, visto que ao longo dos anos as máquinas tiveram de reduzir o atrito provocado pelos contatos que dois materiais causavam quando eram locomovidos. Imagine-se no antigo Egito, tendo-se que movimentar uma pedra por vários metros, ou levando-se um barco construido nas docas para o mar. A solução para este problema é fácil, coloque sobre uma carroça de madeira e pronto, é só empurrar.

Mas imagine uma grande carroça com 2 eixos, duas rodas na frente e duas atrás. O peso da pedra estaria apoiado em apenas 4 pontos, e com certeza o eixo iria se partir. A solução mais simples, porém mais trabalhosa, é ilustrada na **figura 1**, onde inúmeras toras de madeira eram colocadas em fileira, e a pedra era empurrada sobre elas. Neste caso, quando a última madeira perdia contato com a pedra, ela era removida e colocada na frente da pedra para continuar rolando até o local final.

1 Inúmeras toras de madeira eram colocadas em fileira para mover o cavalo



Por mais estranho que possa parecer, este sistema é utilizado até hoje, lógico que as toras foram substituídas por roletes de aço, mas para movimentar máquinas pesadas de um ponto *A* para um ponto *B* é uma solução.

Outro exemplo de aplicação são as esteiras de roletes, porém elas já estão postas entre o ponto A e o ponto B, onde somente o objeto (a pedra) desliza sobre eles, conforme mostra a **figura 2**. Os roletes são fixos, girando sobre o próprio eixo.

Nos antigos moinhos

Os antigos moinhos, que geralmente eram movidos pelas forças das águas, ventos, tração animal ou humana, tinham seus eixos em contato direto com madeiras, pedras ou ferros, e a única forma de diminuir o atrito e aumentar a velocidade era passar banha animal ou graxa nas partes críticas dos equipamentos (**Figura 3**).



2 Esteira com roletes livres, o objeto desliza sobre os roletes, que giram sobre o próprio eixo - **www.tektroll.com.br**

Um dos maiores inventores da Renascença, Leonardo DaVinci, tentando reduzir o máximo possível o atrito, esboçou em seus rascunhos alguns protótipos que serviriam de base para os diversos rolamentos que usamos hoje. Na **figura 4** temos estes desenhos. Notem que Leonar-



3 Roda d´agua - O ponto de apoio do eixo sofria forte atrito **water-wheel.blogspot.com**

do, prevendo que o atritos entre as esferas criaria um contato de uma contra a outra, ele os desenhou de uma forma que elas não se tocassem.

Era industrial

Foi no começo da era industrial que o rolamento começou a se aperfeiçoar pela necessidade de produzir e conduzir objetos com maior rapidez, que os engenheiros da época começaram a projetar rolamentos específicos.

As máquinas, devido aos processos de produção, giravam cada vez mais rápidas, e os eixos, antes presos por mancais, superaqueciam, por mais graxa e óleo com que elas fossem banhadas.

Porém, foi nas bicicletas que elas se mostraram tão eficientes, que James Moore ganhou a primeira corrida de bicicletas, Paris-Rouen - 1869. Um dos motivos que o levou à vitória foi o fato de sua bicicleta contar com rolamentos, aproveitando a inércia da força aplicada nos pedais que era reduzida pelo atrito. Já imaginou uma bicicleta onde o cubo dos pedais e das rodas não fossem rolamentos? Era só parar de pedalar, que a bicicleta perdia velocidade em questões de centímetros.

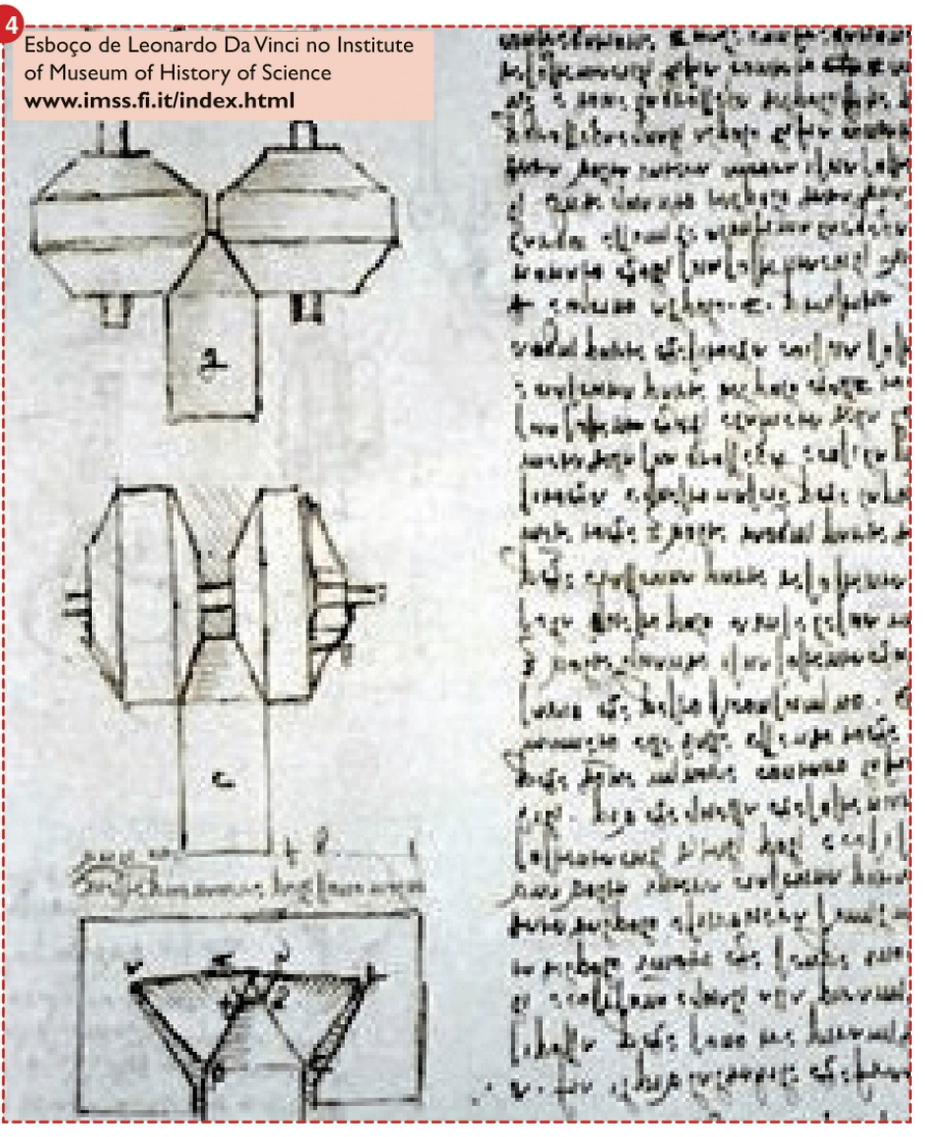
Categorias

Os rolamentos podem ser divididos em duas categorias, os radiais e o axiais.

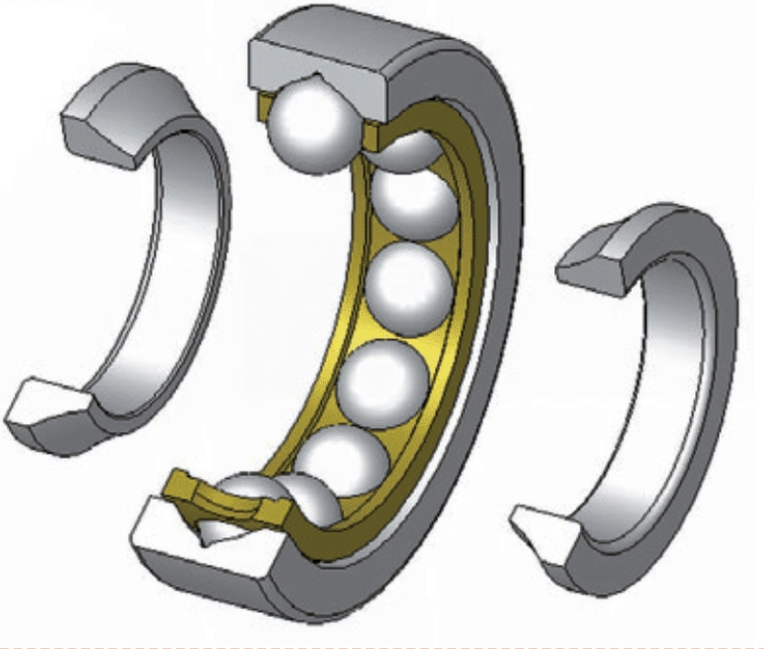
Os rolamentos radiais têm o lado exterior da circunferência da roda em torno da circunferência menor e os rolamentos axiais possuem o lado esquerdo girando em paralelo com o lado direito. A diferença é que os rolamentos radiais são presos a um eixo e a parte móvel se acopla na outra parte, já os axiais são presos a plataformas, como um sanduíche, tendo mais área de apoio.

Conforme as necessidades das máquinas em aperfeiçoarem-se, mais elas precisam de um determinado tipo de rolamento, isso porque cada máquina ora precisa de mais velocidade, ora sofrerá mais pressão ou deverá ter mais precisão. Outro fator mais apurado de escolha é referente aos tipos de folgas que o rolamento irá operar. Por isso, encontramos diversos tipos de rolamentos, nem tanto pela parte externa, mas na parte interna deles. Para entender melhor como é forma-

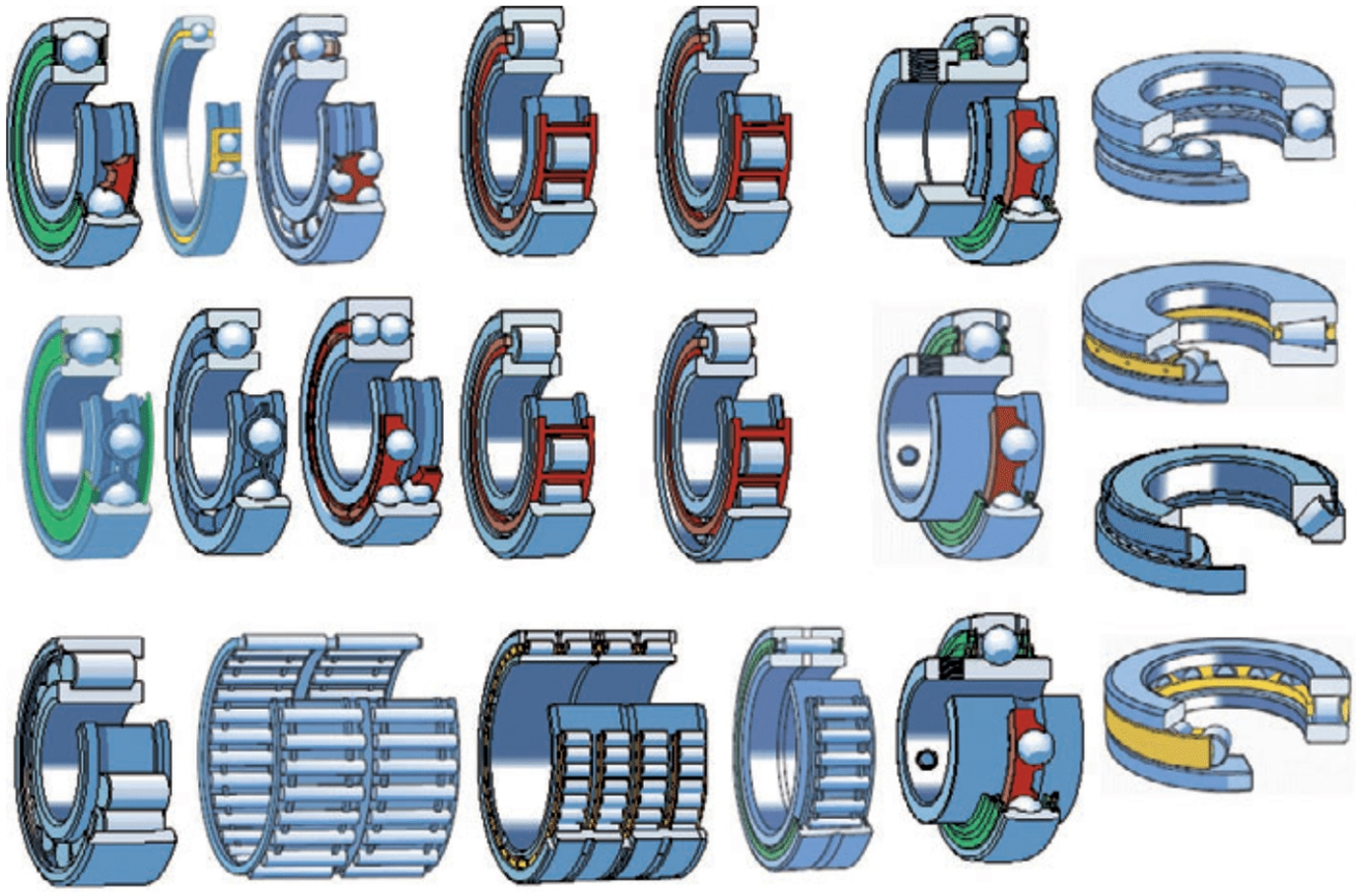
4 Esboço de Leonardo Da Vinci no Institute of Museum of History of Science **www.imss.fi.it/index.html**



5 Rolamento aberto . **it.wikipedia.org/wiki/Cuscinetto_(meccanica)**



6 Diversos tipos de rolamentos.
www.skf.com



do um rolamento básico, temos na **figura 5** um esquema de um rolamento de esferas aberto.

Existe ainda o rolamento no qual as esferas são substituídas por roletes. Estes tipos de rolamentos suportam uma carga maior que os rolamentos de esferas, porém podem oscilar mais, tornando os rolamentos de esferas precisos e silenciosos. Temos também os rolamentos Y, rolamentos de esferas com o canto angular, os autocompensadores, os de agulhas e os toroidais. Veja diversos na **figura 6**.

Há rolamentos mais específicos ainda, mas como foi dito anteriormente, tudo depende da necessidade do projeto.

Cuidados para o rolamento

O rolamento é uma peça mecânica que sofre desgastes, tanto pela ação do ambiente, quanto pela corrosão e ferrugem, e inclusive pelo atrito e peso da carga que recebe, por isso, mantê-lo sempre bem lubrificado é importante para sua vida útil. Qualquer fissura na carcaça, nas esferas ou nos anéis de vedação, já é um motivo para fazer o rolamento oscilar e causar ruídos, não só no rolamento em si, mas em toda a máquina em que ele está instalado. Sujeiras que eventualmente caiam na parte interna do rolamento consiste em um fator agravante para causar danos no rolamento.

Há sensores específicos para localizar rolamentos com problemas de vibração e emperramento, e através de uma manutenção preditiva é possível estender a vida útil dos rolamentos.

Saiba mais

Para encontrar maiores informações recomenda-se acessar o *site* da SKF no endereço: **www.skf.com**. Tanto na parte de produtos como na parte de biblioteca, você encontrará um vasto material a ser estudado, além do internauta poder acessar o site em português.

Montagem de um rolamento axial para estudo

Neste passo-a-passo você encontra um simples rolamento axial (com base fixa e suporte superior móvel), para sentirmos o atrito causado pela contato das duas bases com a ajuda das esferas.

O material utilizado é um tubo de porta-CDs, bolinhas de gude e um suporte de fita crepe. Depois de montado, tire as bolinhas de gude e tente rodar a base superior; depois coloque as bolinhas de gude a faça o mesmo teste. Note como as esferas ajudam na redução do atrito! f





Monte um rolamento axial com material alternativo

Esta montagem é simples. Veja o material necessário para montá-la:

Um pino vazio de porta-CDs, um sabugo (parte de papelão) de fita adesiva, dez bolinhas de gude, cola tipo super-bonder, uma régua, uma lixa e um estilete ou tesoura.

Primeiramente, apoie o sabugo da fita sobre a tampa do pino do porta-CDs. Coloque em volta as bolinhas de gude, fixe a régua sobre o sabugo e confira se as bolinhas de gude estão mais altas que o sabugo. Caso o sabugo estiver mais alto que as bolinhas de gude, será necessário lixá-lo até que fique com pelo menos 1 mm abaixo das bolinhas de gude. Este procedimento é de extrema importância para que não haja atrito entre o sabugo e a base.

Agora com a parte interna do porta-CDs, cole o sabugo de forma centralizada, deixando o eixo do pino pra cima.

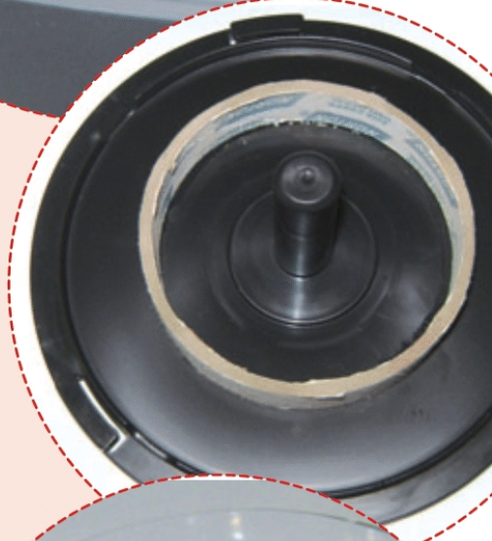
Em seguida corte o centro da tampa do porta-CDs, onde o eixo do pino deve passar, sem deixar atrito entre ambas as partes.

Depois que a cola secar, distribua as bolinhas de gude na base do pino do porta-CDs do lado de fora do sabugo.

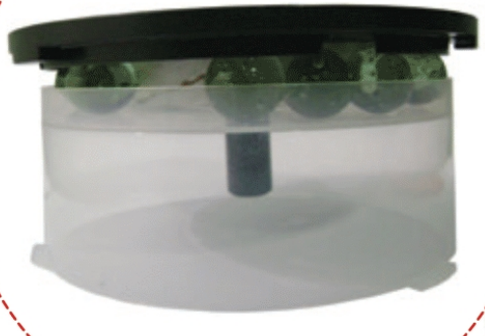
Pegue a tampa do pino do porta-CD, vire-o de cabeça para baixo e insira o eixo da base no buraco feito na tampa.

Segurando todo o conjunto como um sanduíche, vire-o de cabeça para baixo, gire a base do pino para ver o quanto gira. Tente fazer o mesmo sem as bolinhas de gude e note a diferença.

Por fim, é só apoiar qualquer objeto sobre a base e girar sem ter o problema do atrito. Você poderá aproveitar o eixo da base para acoplar um motor. Lembre-se que este rolamento é feito com material alternativo e não suporta muito peso.











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