www.mecatronicafacil.com.br

Ano 7 - nº55 - R$ 6,50

MECATRÔNICA FÁCIL



Cálculo de Engrenagens

Aprenda sobre esse componente funtamental de vários sistemas mecânicos

Experiências com o Multímetro

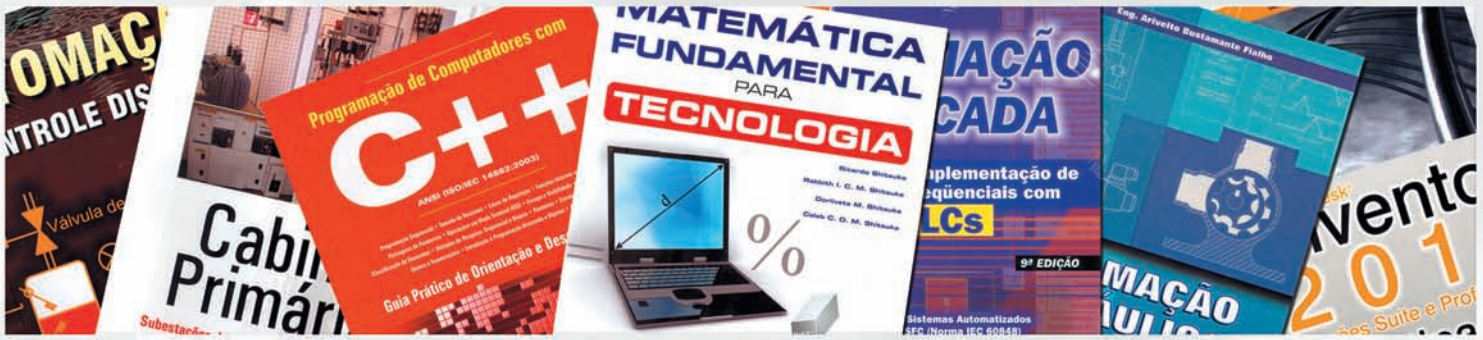
Cinco projetos para alunos e professores



E mais:

- » Radiação
- » Geradores Eólicos
- » Fonte de Alta Tensão
- » Nervo-teste

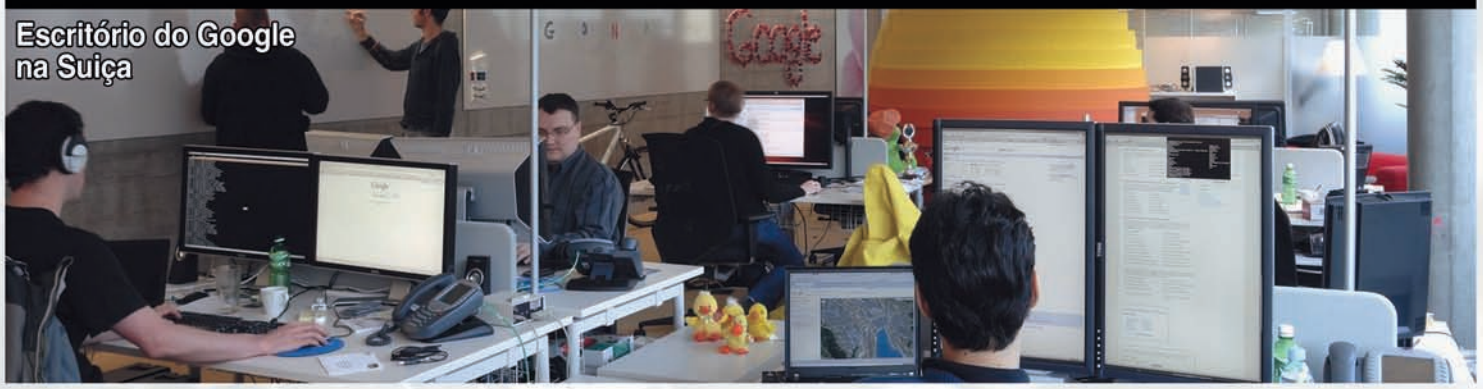
ISSN 1676-0980



*"Investir em **conhecimentos** rende sempre os melhores juros"*
Benjamin Franklin



Não limite seu **futuro**



A **Nova Saber** é uma empresa que procura oferecer os mais variados títulos e equipamentos para leva-lo a um novo patamar em sua carreira.

Nós apostamos no **e-commerce** e não paramos de investir no desenvolvimento desta importante ferramenta. Agora com uma loja totalmente reformulada, mais fácil de navegar, encontrar os produtos desejados e finalizar as compras.

novasaber
www.novasaber.com.br

Editora Saber Ltda.
Diretor
Hélio Fittipaldi
MECATRÔNICA FÁCIL
www.mecatronicafacil.com.br

Editor e Diretor Responsável
Hélio Fittipaldi

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

Editora Técnica
Natália F. Cheapetta

Redação
Natália F. Cheapetta,
Thayna Santos

Revisão Técnica
Eutíquio Lopez

Design Gráfico
Carlos C. Tartaglioni
Diego M. Gomes

Colaboradores
Newton C. Braga
Renato Paiotti

Capa
Arquivo

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

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

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

Associado da:

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

editorial

Você sabe como as reconhecer ameaças de diversos tipos de radiação? Colocando em risco nosso meio ambiente de forma que não podemos prever, seus efeitos só são reconhecidos quando tornam-se irreversíveis. Pensando neste assunto preparamos para esta edição, a matéria “Detectando e Medindo a Radiação” que traz uma explicação objetiva de qual é a melhor maneira de detectar e eliminar perigosas fontes de radiação oculta.

Com artigos sobre Projetos Didáticos e Experiências com o Multímetro, a Mecatrônica Fácil apresenta, também, as novidades da 28ª Feira da Mecânica, além de um artigo especial sobre Cálculo de Engrenagens, componente fundamental para qualquer sistema mecatrônico.

Por fim, nós, da Editora Saber, temos o prazer de informar que as novidades que recebemos no dia-a-dia também podem ser encontradas no nosso Twitter **@editorasaber**. Ficamos contentes em recebê-los como nossos seguidores.

Boa leitura!

Natália F. Cheapetta



índice

Robonews 04
Projetos Didáticos 06
Detectando e medindo a Radiação 09
Calculando engrenagens 14
Materiais piroelétricos e piezoelétricos 19
Luz Rítmica 22
Construindo Geradores Eólicos 26
Fonte de Alta Tensão sem transformador 30
Teste de Firmeza (nervo-teste) 32
Experiência de ciências com o Multímetro 34
Ícones da Mecatrônica 38

Robonews

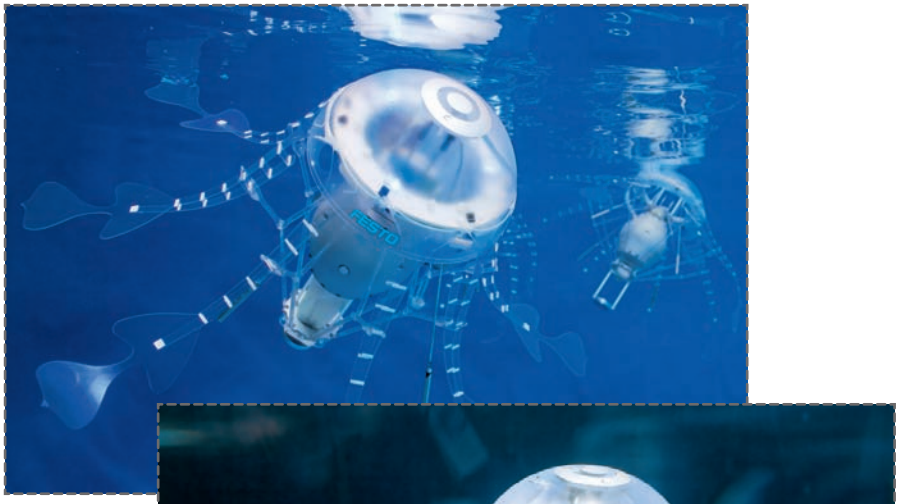
Plataforma robótica pode ser utilizada em diferentes áreas da engenharia

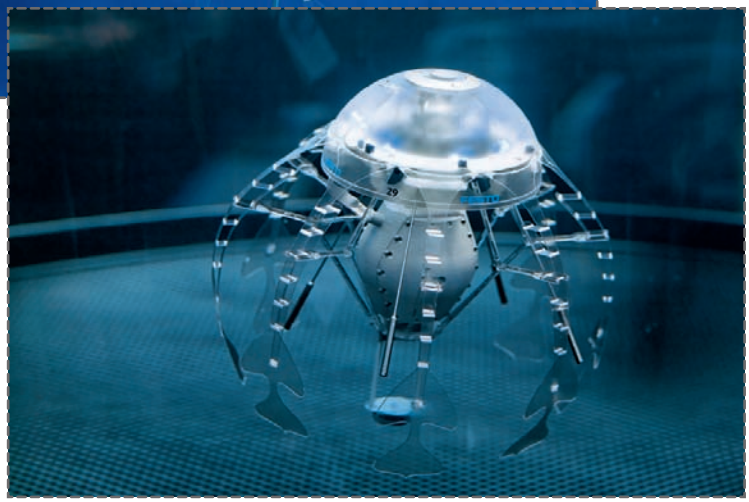
Desenvolvida pela PUC – Campinas, esta ferramenta permite avaliar áreas de acessibilidade para cadeirantes, incluindo o monitoramento de áreas de segurança. Essa é a proposta do projeto do Laboratório de Pesquisa em Sistemas Rádio, do Centro do Centro de Ciências Exatas, Ambiental e de Tecnologias (CEATEC) da Universidade. A Plataforma Robótica Multifuncional tem como objetivo atuar como uma rede de sensores, que funciona por meio de um robô com a capacidade de atender diferentes áreas da engenharia. O robô, por exemplo, poderia descobrir a temperatura e o grau de umidade de uma área agrícola. Segundo o professor da Faculdade de Engenharia Elétrica e um dos responsáveis pela plataforma, Omar Branquinho de Carvalho, o projeto além de ter diferentes funções, permite um aprendizado multifuncional das diferentes áreas da engenharia. “A robótica, talvez seja a área que permite a interdisciplinaridade. O projeto tem a necessidade de alunos das engenharias elétrica, civil, ambiental, computação e outras áreas específicas como arquitetura”, explicou o professor. Atualmente, o trabalho é desenvolvido pelos alunos: Luís Henrique Pereira (Engenharia Elétrica), Milton Giraldelli Camargo Júnior (Engenharia Elétrica) e Allan Nicolau de Campos Romanato (Engenharia de Computação). Segundo o professor Branquinho, a integração dos diferentes cursos permite um melhor resultado do projeto. “Trabalhando juntos há uma sofisticação do trabalho para atender sempre novas necessidades. Desta forma temos um forte engajamento dos alunos e um altíssimo grau de aprendizagem, em razão das mais diversas estratégias que devem ser desenvolvidas”, conclui o professor. O projeto da plataforma robótica começou há 4 anos, quando dois alunos da Faculdade de Engenharia Elétrica fizeram como Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) a construção de um robô para medidas de intensidade de sinais de redes WiFi. Este trabalho resultou em uma dissertação de mestrado profissional em Telecomunicações da PUC-Campinas do aluno Fernando Lino. O professor Branquinho ainda explicou que com o projeto é possível realizar a inspeção de regiões contaminadas, inspeção de dutos na área de empresas de petróleo, água e ar condicionado.



Na Feira da Mecânica

Bastante movimentado o primeiro dia da 28ª Feira da Mecânica, reuniu desde estudantes do Senai ou outras escolas técnicas até empresários do setor em busca de soluções para as suas empresas. As empresas para não passarem despercebidas, trouxeram o que têm de mais recente em seu portfólio. Como a Festo Automação que apresentou pela primeira vez no Brasil o AquaJelly, um robô que tem aparência e comportamento de uma água-viva. Já a Abimaq lançou na feira o seu catálogo, que reúne informações sobre o setor de máquinas e equipamentos, praticamente um guia das empresas associadas. Para profissionais que necessitam de precisão geométrica, a Instrutherm apresentou o microscópio MDV-200 com visor LCD de 8" e resolução de 800 x 600 pixels. A empresa Wika, trouxe o seu mais novo transmissor da família C-2 para medição de pressão em compressores tipo parafuso, pistão e turbo. A Yaskawa pensou nas aplicações que necessitam do controle de apenas um eixo de servomotor, ou ainda o controle individual e modular, então desenvolveu o mais novo controlador de máquinas, o MP2600iec com funções ponto-a-ponto, controle de velocidade, entre outros.





Programação RobotC chega à versão 2.0

A Universidade Carnegie Mellon, nos Estados Unidos, disponibilizou a nova versão 2.0 da linguagem de programação RobotC, voltada especificamente para o desenvolvimento de aplicativos para o controle de robôs.

A linguagem que foi desenvolvida para dar suporte ao uso educativo da robótica, representa uma grande mudança em relação à RobotC original. Entre as diferenças está um conjunto de ferramentas de treinamento que favorece o uso por estudantes iniciantes, e um debugger interativo adequado para um uso mais experiente. Este *debugger* opera com conexões tradicionais ou sem fios, como Bluetooth e Wi-Fi, garantindo acompanhamento em tempo real das instruções dadas ao robô no qual o programa está ligado.

A linguagem RobotC oferece, também, um suporte para plataformas robóticas utilizadas em competições, como a FIRST, além de ser a única que funciona para os sistemas LEGO Mindstorms RCX e NXT.

Outro diferencial é que agora a linguagem também conta com um ambiente integrado de programação, que a aproxima de outras programações visuais disponíveis no mercado.



Projetos Didáticos

Professores do ensino fundamental e médio, de cursos técnicos e mesmo de cursos livres estão sempre em busca de projetos que possam ser usados em suas aulas. Esses trabalhos devem estar relacionados com a matéria diretamente lecionada e servirem como temas transversais das matérias do currículo do nível fundamental e médio. É a utilização da tecnologia no ensino, conforme recomendam os PCNs.
Visando ajudar professores, educadores ou mesmo estudantes que precisam de ideias para tais projetos, neste nosso site vamos fornecer periodicamente novos projetos que podem ser montados com facilidade, mesmo pelos leitores menos experientes, com material de fácil obtenção e baixo custo e que se caracterizam principalmente pela sua aplicação didática.
Trata-se, portanto, de um "Banco de Projetos Educacionais" que deve ser consultado por todos os que desejam ter ideias práticas para sua aula usando tecnologia, principalmente a eletrônica e a mecatrônica.
Muitos desses projetos já estão sendo aplicados em escolas com a supervisão do autor que, em alguns casos, é também o professor que acompanha sua montagem.
Sugerimos que os educadores e professores acompanhem esta seção no sentido de obterem ideias para a montagem de seus currículos de prática de tecnologia, quer seja como matéria eletiva ou aulas de laboratório dos cursos regulares de ciências, física ou mesmo de outras disciplinas onde a atividade prática se encaixe.

Newton C. Braga*

Muitos professores do ensino fundamental e médio que gostariam de trabalhar com eletricidade, montando algum tipo de dispositivo que pudessem usar em suas aulas ainda têm um certo medo de lidar com coisas elétricas, principalmente as que são ligadas à rede de energia. Experiências anteriores com choques, curtos e mesmo fogo são alguns dos elementos que contribuem para este comportamento.

Assim, justifica-se que após a montagem de qualquer coisa que deva ser ligada a rede de energia, o montador poderá não ter a devida "coragem" de experimentá-lo, *plugando-o* a uma tomada de energia.

Com a finalidade de proteger os inseguros, e mesmo sevir para ligar qualquer dispositivo montado por um aluno sem o perigo de que ela "estoure os fusíveis do laboratório", trazemos uma montagem muito interessante que pode ser a sua primeira, a qual fará parte do Laboratório de Tecnologia de sua escola.

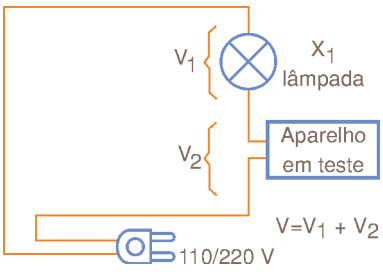
Protetor de Inseguros

Após montar algum aparelho que deva ser alimentado pela rede de energia, os leitores menos experientes podem sentir algum receio de curto ou "explosão" ao ligar, pois naturalmente algo pode ter saído errado... Evidentemente isso é natural, uma vez que as pessoas que estão montando também estão aprendendo e sempre existe o risco de alguém ter feito algo errado que não possa ser percebido por uma inspeção visual.

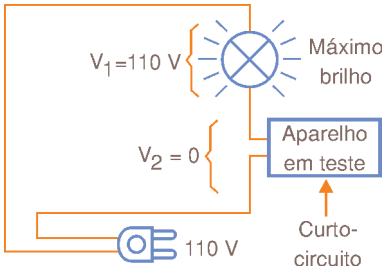
É claro que isso representa um perigo, pois antes que os fusíveis da entrada de energia de sua casa abram ou os disjuntores desarmem, poderá haver a queima de componentes e até um bom susto pelo "estouro" que poderá ocorrer nestes casos.

Para os inseguros, e mesmo para o laboratório de tecnologia onde projetos experimentais vão ser testados, existe uma montagem muito interessante que deve estar presente na bancada: "o protetor dos inseguros".

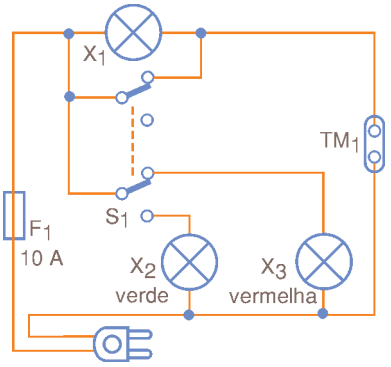
1 Lâmpada em série com o aparelho em teste.



2 Caso em que o aparelho testado está em curto.



3 Diagrama do protetor de inseguros.



Ligando o aparelho montado ou suspeito nela, simplesmente temos o acendimento de uma lâmpada se alguma coisa errada existir, e nada de mais grave acontecerá.

O aparelho possui três lâmpadas comuns, que funcionam da seguinte maneira:

A primeira, X_1, que fica em série com a alimentação do aparelho alimentado, limita a corrente em caso de problemas. Ela funciona como uma espécie de "freio de emergência" para a corrente, evitando que esta aumente demais causando o curto, caso exista algum problema.

Se, ao ligar o aparelho, esta lâmpada acender com brilho máximo é sinal de perigo, pois existe curto. Nesta situação, não devemos acionar S_1 para conexão direta à rede. Devemos, antes, re-examinar a montagem em busca de algum problema mais grave.

A lâmpada X_2 avisa que o aparelho está na condição de prova. Nesta condição, se houver algum problema, a lâmpada em série acenderá avisando.

A lâmpada X_3 tem por finalidade avisar que a ligação está direta, ou seja, sem X_1 em série, e que não devemos usar o aparelho com uma



montagem que tenhamos dúvidas, sem antes atuar sobre S_1 para acender a luz verde.

O aparelho é indicado para o teste de equipamentos com potências de até uns 100 watts. Nesta categoria incluimos a maioria dos aparelhos comuns que são alimentados pela rede de energia.

Com aparelhos de maior potência, mesmo bons, a lâmpada X_1 irá acender com brilho menor do que o normal.

Se, ligando um aparelho em teste no protetor na condição de prova, a lâmpada X_1 acender com brilho muito fraco ou bem abaixo do normal, isso é sinal de que aparentemente tudo está em ordem, não existindo curto-circuito. Dependendo do aparelho, se ele estiver bom, ele já poderá ter seu funcionamento observado.

Se a lâmpada não der sinal algum de vida (não acender) e o aparelho em teste não funcionar, há algum problema (circuito aberto, por exemplo) que deve ser verificado. Pelo menos, o aparelho não estará numa condição perigosa.

Princípio de Funcionamento

No circuito, a lâmpada X_1 é ligada em série com o aparelho testado, conforme mostra a **figura 1**.

Nestas condições, lâmpada e aparelho formam um divisor de tensão. Se o aparelho testado estiver bom, a tensão da rede é dividida entre os dois, mas normalmente como a potência do aparelho testado é menor, aparece sobre ele uma tensão maior que já pode permitir que ele funcione.

No entanto, se o aparelho testado estiver em curto, a tensão da rede aparece praticamente sobre a lâmpada que então acende com seu máximo brilho, conforme ilustra a **figura 2**.

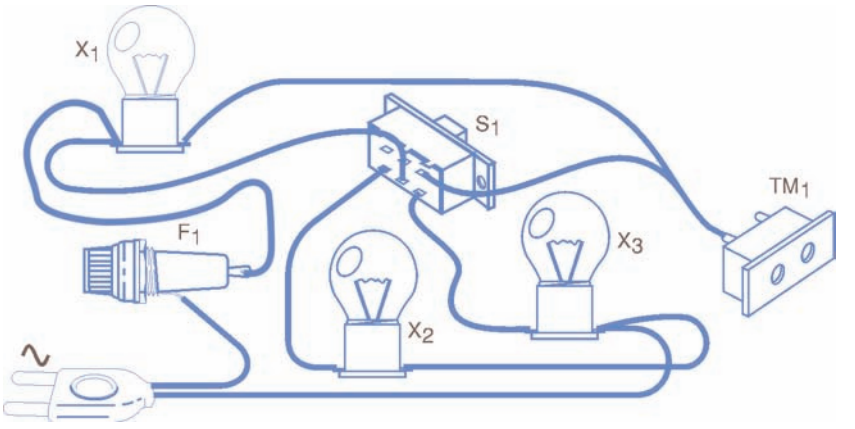
Sem a lâmpada não haveria limitação da corrente, que teria sua intensidade aumentada a ponto de causar danos irreversíveis ao aparelho e a queima do fusível de proteção (ou abertura do disjuntor), não sem antes causar um belo "estouro".

Montagem

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

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

4 Ligação dos componentes do protetor.



Como se trata de aparelho ligado à rede de energia, todas as precauções para não manter expostos fios ou pontos de conexão devem ser tomadas. Também não recomendamos o uso de caixa metálica.

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

O fusível deve ser instalado em suporte apropriado e a tomada para conectar o aparelho em prova é comum.

Para a chave S_1 podemos usar tipos de 2 polos x 2 posições (HH ou reversível).

Para usar o aparelho proceda do seguinte modo: ligue-o na tomada e coloque S_1 na posição em que a luz verde acende. Conecte então na saída o aparelho suspeito ou que você quer experimentar, e ligue-o.

Se a lâmpada X_1 acender com brilho máximo, é sinal que existe curto-circuito no aparelho em teste.

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

Se a lâmpada X_1 não acender, o circuito alimentado pode estar aberto ou mesmo ser de consumo muito baixo. Se o aparelho estiver bom (X_1 não acender com brilho máximo), passe S_1 para a posição em que acende a luz vermelha para que ele receba a alimentação normal.

Temas Transversais

Embora este seja um equipamento de laboratório, para ser usado no teste de outros equipamentos sua montagem poderá ser associada a alguns temas dos cursos médio, fundamental e técnico. Podemos aproveitar sua montagem para ensinar conceitos relacionados com:

- O que é o curto-circuito
- Ligações série/paralelo
- Divisão de potência e divisor de tensão
- O fusível e o disjuntor – como funcionam
- Consumo de energia
- Como funciona a lâmpada incandescente

Lista de materiais:

X_1 - Lâmpada comum de 40 a 75 watts, conforme a rede local
X_2, X_3 - Lâmpadas de 5 watts conforme a rede local - vermelha e verde
S_1 - Chave de 2 polos x 2 posições
TM_1 - Tomada
F_1 - 10 A - fusível comum

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

Detectando e medindo a Radiação

Radiações de diversos tipos invadem nosso meio ambiente nos ameaçando de forma que não podemos perceber sua presença, a não ser quando seus efeitos já se tornaram irreversíveis. A eletrônica, entretanto, oferece diversos meios para detectar e medir as radiações ionizantes.
Tais meios consistem na melhor maneira que possuímos para detectar fontes perigosas e eliminá-las ou isolá-las, quando necessário.
Neste artigo veremos como funcionam os detectores de radiação. O leitor também terá uma noção do que tais detectores podem e não podem detectar

Newton C. Braga

A radiação perigosa é justamente a que possui energia suficiente para romper ligações atômicas, ou mesmo destruir os núcleos atômicos.

Além das radiações ionizantes, as partículas alfa e beta também podem ter algum efeito sobre os seres vivos quando o atigem com grande intensidade.

A detecção da radiação ionizante ou mesmo de partículas que sejam emitidas por núcleos atômicos rompidos, é feita por diversos dispositivos eletrônicos.

Válvulas Geiger-Müller

Este dispositivo se baseia justamente no fato de que se uma partícula de alta energia atravessar um gás rarefeito, ela provocará sua ionização e assim o tornará, momentaneamente, condutor em sua trajetória.

Então, o que temos é um tubo de metal com uma abertura que é uma janela de mica, conforme mostra a **figura 1**.

A mica é usada por ser mais transparente a radiações de menor poder de penetração como as partículas lfa e beta, o que não ocorre com o vidro e outros materiais.

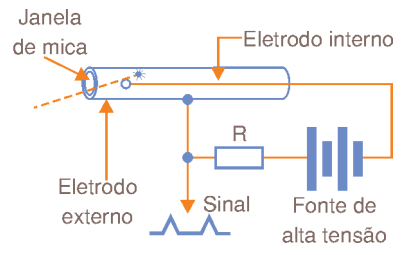
No meio do tubo é colocado um segundo eltrodo e entre eles é estabelecida uma diferença de potencial bsatante alta, normalmente entre 300 e 800V. O tubo contém um gás inerte sob baixa pressão de tal forma que, em condições normais, ele é isolante.

No entando, quando uma partícula ionizante penetra no tubo, o gás em sua trajetória se torna condutor e, com isso, é possível circular um pulso de corrente entre os eletrodos, veja a **figura 2**.

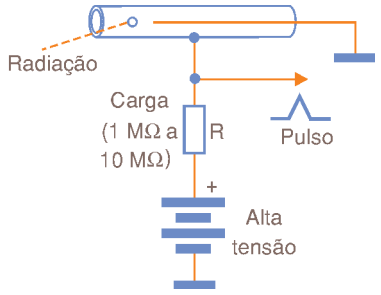
Em um circuito como este, o pulso aparece sobre o resistor de carga R e é transferido via C a um amplificador e, depois, a um fone de ouvido. O resultado da passagem da partícula ionizante pelo gás é, então, a produção de um "clique" audível no fone.

A quantidade de cliques indica a quantidade de partículas que está penetrando no tubo e provocando

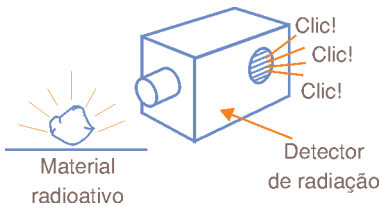
1 Tubo de metal com janela de mica.



2 Pulso de corrente entre os eletrodos.



3 Detector geiger próximo ao material radioativo.



ionização. Isso significa que, quando aproximamos um detector Geiger de um material radioativo, conforme ilustra a **figura 3**, os cliques vão aumentar sua frequência.

É claro que, em lugar do fone de ouvido, poderemos ter outras formas de fazer a invidcação do nível de radiação. Uma delas consiste na utilização de um pequeno alto-falante. Outra, consiste em se agregar um circuito integrador que "soma" os pulsos e aciona um indicador de ponteiro, observe a **figura 4**.

Circuito Prático

Evidentemente, um circuito prático de um medidor de radiação Gieger envolve a solução de alguns problemas importantes como, por exemplo, a obtenção de uma alta tensão entre 300 e 800 V.

Outro problema é de natureza mecânica, já que os tubos geiger são extremamente delicados e qualquer pancada mais forte pode danificá-los.

Na **figura 5** temos um circuito típico de um detector que serve de exemplo de funcionamento deste tipo de equipamento.

Sua costrução prática esbarra na obtenção da Válvula Geiger, que não é muito simples de ser encontrada no nosso mercado especializado.

Neste circuito, a alta tensão que alimenta a válvula vem de um simples inversor transistorizado. Este utiliza um trasistor de média potência, que está conectado na configuração Hartley. A frequência deve ficar entre 200 e 2000 Hz e pode ser empregado um transformador comum de alimentação para se obter uma alta tensão alternada.

Como a forma de onda desta tensão não é perfeitamente senoidal, mas tem picor agudos, após a retificação e filtragem, mesmo com um transformador de primário de 200 V, é possível obter mais de 300 V de saída. Para se obter uma tensão maior temos um dobrador com diodos e capacitores, o que permite alimentasr a válvula com tensões entre 400 e 600 V.

Veja que o consumo da válvula é extremamente baixo, uma vez que ela conduz apenas pelos breves intervalos em que é atravessada por uma partícula, o que significa que a fonte praticamente não é carregada.

O próprio resistor de carga desta válvula, onde aparece o sinal, tem um valor que indica a magnitude da corrente máxima que obtemos com os sinais detectados.

O sinal que aparece sobre o resistor de carga da válvula detectora é levado a um amplificador de áudio integrado de uso bastante comum. Este amplificador deve ser alimentado com um jogo de pilhas separado, preferivelmente, de modo que o zumbido do inversor não venha aparecer no alto-falante.

Para os leitores interessados na montagem deste circuito, damos uma sugestão de placa de circuito impresso na **figura 6**.

Nesta montagem, as maiores precauções são com a válvula Geiger que deve ser conectada ao circuito através de cabo bem isolado e protegida por um cabo de borracha ou outro material macio, conforme ilustra a **figura 7**.

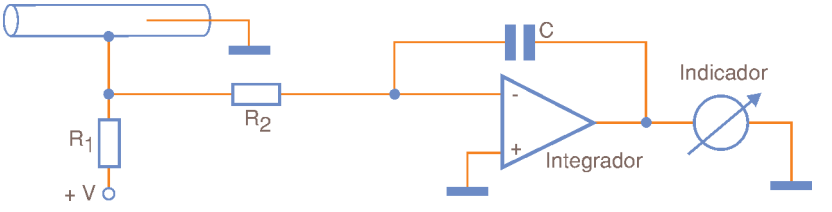
O inversor com o amplificador podem ser instalados em uma caixa de metal (ou plástico) com alça de modo a facilitar o manuseio e transporte.

Para os demais componentes não há nada crítico: os resistores são de 1/8 W e os capacitores de poliéster ou cerâmicos, conforme indicação da lista de material.

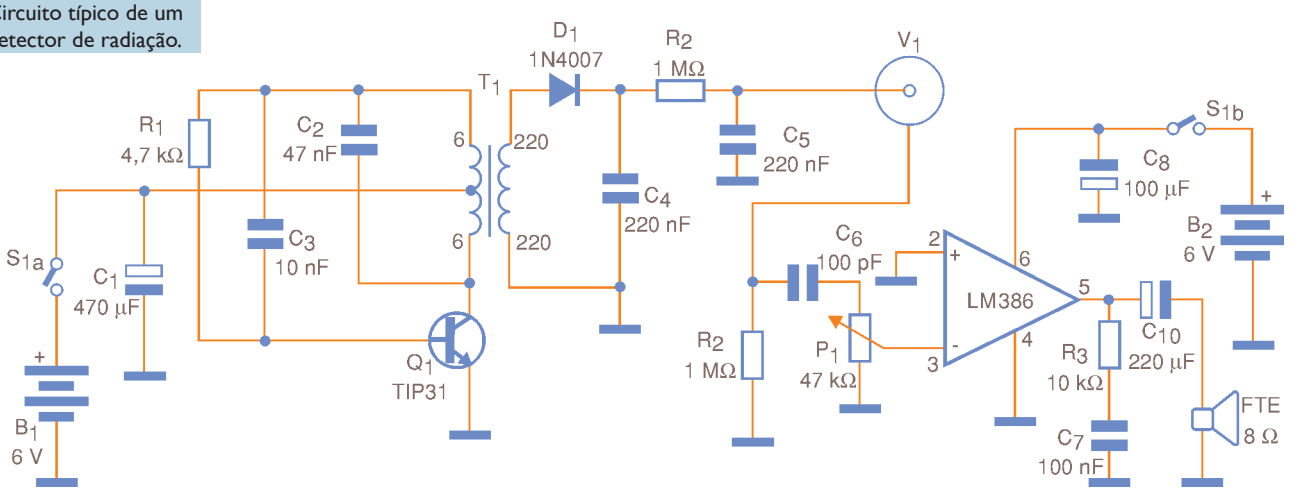
Para os eletrolíticos, as tensões mínimas de trabalho são indicadas na lista de materiais.

Veja que temos dois capacitores para alta tensão na saída do inversor. Estes devem ser de poliéster com

4 Circuito integrador p/ somar os pulsos.



5 Circuito típico de um detector de radiação.



tensão de trabalho de pelo menos 600 V.

O transistor de potência deve ter um pequeno radiador de calor e os diodos admitem equivalentes de igual ou maior tensão de trabalho.

O setor inversor é alimentado por 4 pilhas médias ou grandes, visto que exige uma corrente relativamente alta para operação, enquanto que para o amplificador utilizamos 4 pilhas pequenas.

Um interruptor duplo liga as duas fontes de alimentação ao mesmo tempo.

O transformador é do tipo usado em pequenas fontes de alimentação com enrolamento primário de 110/220 V ou 220 V, e secundário de 6+6 V com correntes na faixa de 50 a 300 mA.

Lista de materiais:

Semicondutores:

CI_1 – LM386 – circuito integrado, amplificador de áudio
Q_1 – TIP31 – transistor NPN de potência
D_1, D_2 – 1N4004 ou 1N4007 – diodos de silício

Resistores: (1/8W, 5%)

R_1 – 4,7 k Ω – amarelo, violeta, vermelho
R_2 – 1 M Ω – marrom, preto, verde
R_3 – 10 Ω – marrom, preto, preto
P_1 – 47 kΩ – potenciômetro (com chave dupla, opcional)

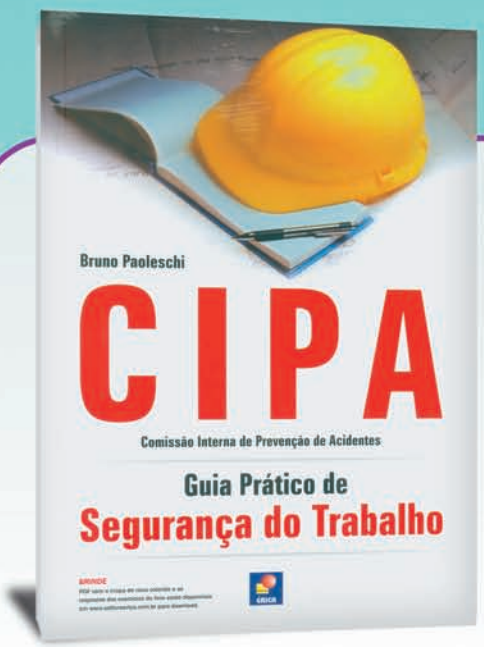
Capacitores:

C_1 – 470 µF x 12 V – eletrolítico
C_2, C_9 – 47 nF – cerâmico ou poliéster
C_3 – 10 nF – cerâmico ou poliéster
C_4, C_5 – 220 nF x 600 V – poliéster
C_6 – 100 pF – cerâmico
C_7 – 100 nF – cerâmico ou poliéster
C_8 – 100 µF x 12 V – eletrolítico
C_{10} – 220 µF x 12 V – eletrolítico

Diversos:

B_1 – 6 V – 4 pilhas médias ou grandes
B_2 – 6 V – 4 pilhas pequenas
S_1 – Interruptor duplo
T_1 – Transformador com primário de 220 V ou 110/220 V e secundário de 6+6 V com 200 a 500 mA
V_1 – Válvula Geiger-Müller – qualquer tipo para 300 a 500 V de tensão

Placa de circuito impresso, radiador de calor pequeno para Q_1, caixa para montagem, suportes de pilhas, botão para o potenciômetro, fios, solda, etc.



CIPA

Ensina como criar o mapa de riscos, identificar uma área insalubre ou perigosa, os riscos, a necessidade e a importância dos EPIs e EPCs e uma introdução ao Serviço Especializado em Engenharia de Segurança e em Medicina do Trabalho (SESMT).



Controladores Lógicos Programáveis

Indispensável a técnicos, tecnólogos e engenheiros que atuam nas áreas de automação, mecatrônica e eletrotécnica, além de profissionais que desejam manter-se atualizados. Apresenta exemplos resolvidos nos CLPs Allen-Bradley, Schneider Electric e Siemens, além de implementações em um controlador que segue a norma IEC 61131-3.



Curso de Eletrônica Digital

Basta observar os anúncios de empregos em jornais para se perceber a importância atual desse ramo da Ciência: em todos os casos onde encontramos ofertas relacionadas com a informática, manutenção, automação industrial, telecomunicações e muitos outras funções técnicas vemos como exigência principal o domínio da eletrônica digital.

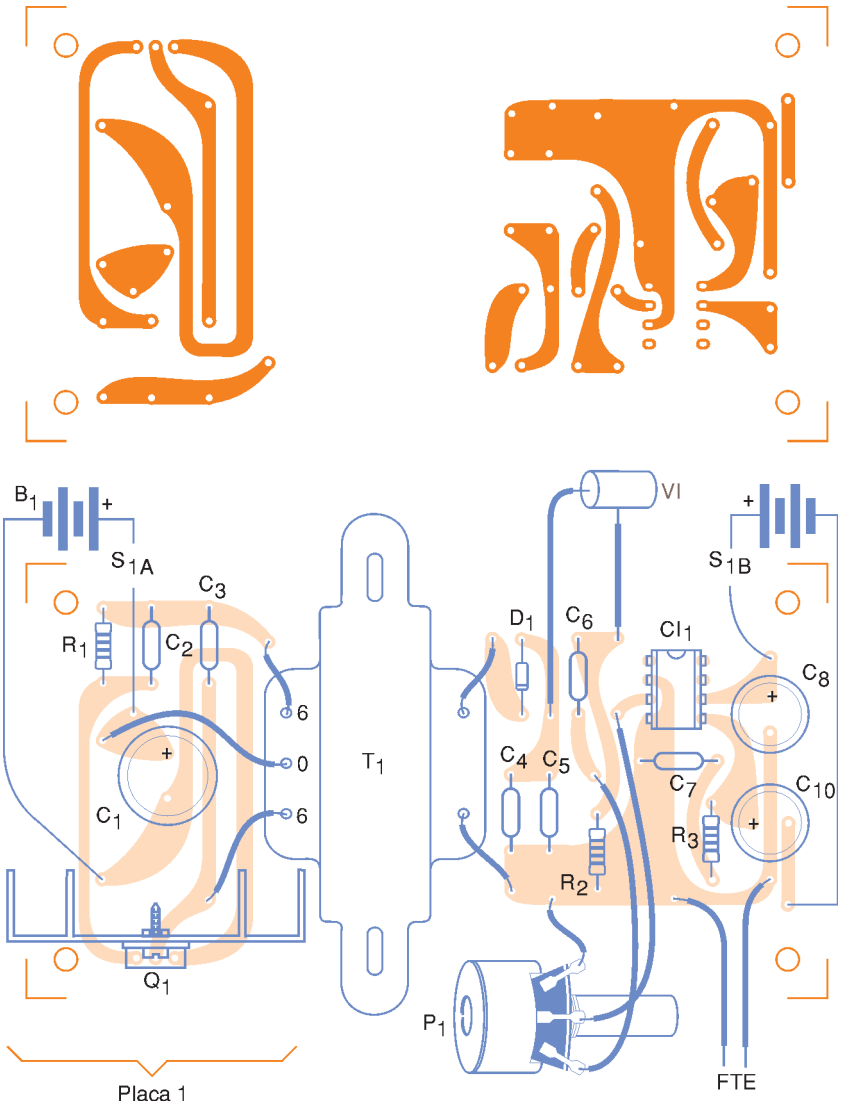
novasaber
www.novasaber.com.br

O alto-falante é pequeno, de 5 cm com 8 ohms, de modo a não comprometer o tamanho da caixa necessária para alojar o equipamento.

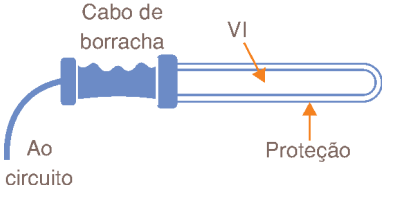
O controle de volume é opcional, já que em condições normais, será importante ouvir de maneira clara os estalidos indicadores da radiação incidente.

Para provar o aparelho não é preciso fazer nada mais do que ligá-lo e abrir o volume. Em intervalos que podem variar entre alguns segundos até perto de um minuto devem ser

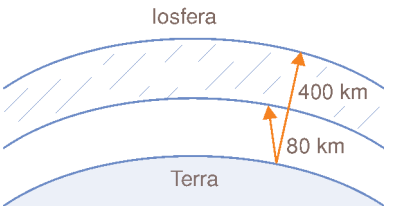
6 Montagem do detector de radiação em placa de circuito impresso.



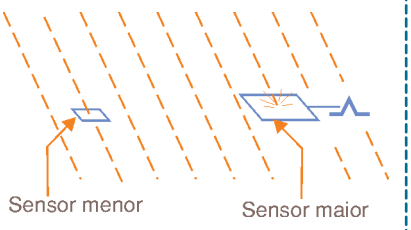
7 Válvula Geiger.



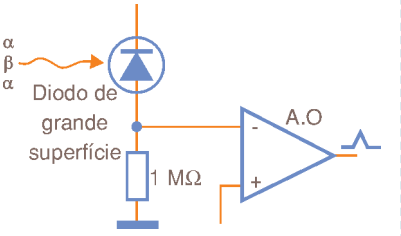
8 Forte radiação existe na Ionosfeta e próximo da Terra.



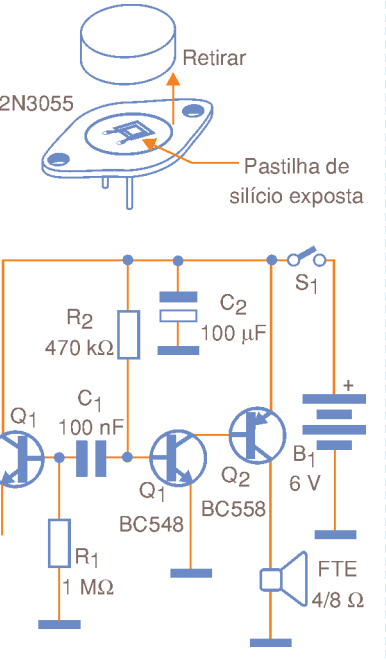
9 A detecção ocorre no sensor maior.



10 Diodo de grande superfício usado como sensor de radioatividade.



11 Circuito para detecção de radioatividade.



ouvidos estalidos isolados. Estes estalidos correspondem a uma partícula de radiação natural (cósmica ou gerada no local) que atravessa a válvula detectora. É a radiação que banha nosso meio ambiente e está por toda parte.

Para usar, basta aproximar o sensor (válvula Geiger) dos locais em que se pretende fazer a detecção. Quanto mais estalidos forem ouvidos, mais forte é a radiação. Um ruído semelhante ao de uma metralhadora significa uma fonte de radiação suficientemente potente para significar perigo.

Outros Sensores

A penetração de uma partícula ionizante em um material semicondutor causa a liberação de portadores de carga. É o mesmo princípio de funcionamento de um fotodiodo ou fototransistor, com a diferença de que neste caso as partículas são mais penetrantes e dotadas de mais energia.

Assim, incialmente, qualquer semicondutor pode funcionar como um sensor de radiação ou apresentar uma certa sensibilidade a ela. Esta sensibilidade à radiação foi uma das preocupações com que os projetistas dos primeiros equipamentos eletrônicos que deveriam funcionar no espaço tiveram de contornar.

A forte radiação, que seja na passagem dos cinturões de radiação da Terra, quer seja no espaço exterior, pode causar a rápida deterioração dos circuitos eletrônicos mais sensíveis, os quais devem ser protegidos. **Figura 8**.

Uma partícula ionizante que atinja a entrada de um amplificador pode liberar uma certa quantidade de portadores de carga e, com isso, gerar uma corrente que, amplificada, poderá afetar totalmente o funcionamento do circuito.

O importante disso é que, vencidas as dificuldades no espaço, os semicondutores também podem ser usados em detectores de radiação atômica, se bem que tenham uma desvantagem em relação à válvula geiger: o tamanho.

De fato, para que haja a detecção, a partícula deve chegar ao sensor, e se ele for muito pequeno, a probabilidade de que isso ocorra diminui, conforme podemos perceber pela **figura 9**.

Assim, um modo de se obter um sensor eficiente é aumentando a sua superfície sensora. Temos então os denominados "diodos de grande superfície" que podem ser usados como sensores de radioatividade em circuitos relativamente simples, conforme mostra a **figura 10**.

De acordo com essa figura, trata-se de circuito semelhante ao de qualquer fotossensor, com uma polarização inversa da junção e ligação de saída do circuito a um amplificador.

A carga deste amplificador pode ser um pequeno transdutor que vai reproduzir os "clique" a cada partícula detectada, ou ainda um integrador que pode alimentar o indicador analógico, ou mesmo digital.

Se o leitor quiser experimentar um circulo simples para estar finalidade temos, na **figura 11**, uma sugestão que aproveita a, relativamente grande, superfície da junção de um transistor 2N3055 sem sua proteção de metal.

Evidentemente, a pequena superfície deste sensor o torna muito menos sensível que qualquer válvula Geiger, de modo que ele responderá apenas a níveis altos de radiação.

Mesmo assim, o leitor irá notar que deixando-o ligado, vez ou outra será produzido um clique que corresponde à passagem de um raio cósmico vindo do espaço, ou produzido na própria terra pela desidratação dos átomos radioativos que existem espalhados.

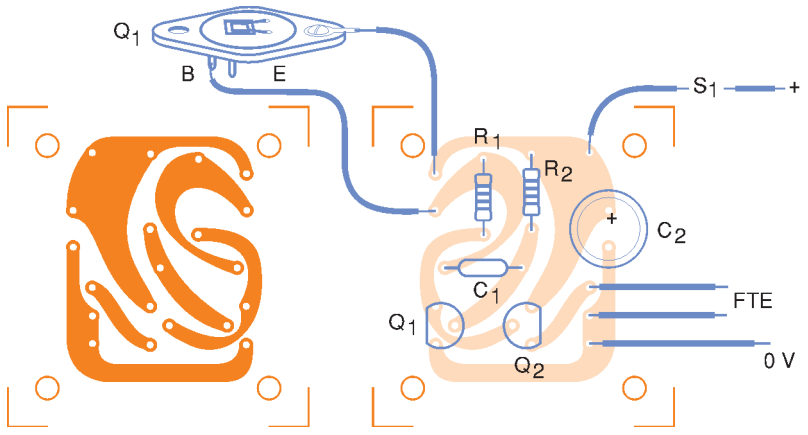
Se o circuito começar a "clicar" intensamente, então saia do local, pois você estará diante de uma fonte de radiação realmente interensa.

A placa de circuito impresso para o projeto experimental é exibida na **figura 12**.

Para evitar que o circuito detecte pulsos de luz e não de radiação, uma cobertura opaca de papelão deve ser prevista para o sensor.

Uma maneira de se aumentar a sensibilidadae deste circuito experimental consiste em ligar diversos transistores em paralelo.

12 Montagem do circuito experimental em placa de circuito impresso.



Lista de materiais:

Semicondutores:
Q_1 – 2N3055 – ver o texto – transistor de potência sem a proteção do invólucro
Q_2 – BC548 – transistor NPN de uso geral
Q_3 – BC558 – transistor PNP de uso geral

Resistores: (1/8 W, 5%)
R_1 – 1M Ω - marrom, preto, verde
R_2 – 470 k Ω - marrom, preta, amarelo

Capacitores:
C_1 – 100 nF – cerâmico
C_2 – 100 µF x 12V – eletrlítico

Diversos:
B_1 – 6V – 4 pilhas pequenas
S_1 – Interruptor simplesmente
FTE – 4/8 Ω - alto-falante

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

Calculando Engrenagens

As engrenagens são partes fundamentais de qualquer sistema mecânico. Caixas de redução e outros sistemas de transmissão de movimento fazem uso das engrenagens na maior parte dos casos. Veja, neste artigo, como funcionam as engrenagens e como calculá-las.

Encontramos engrenagens numa infinidade de sistemas que devem transmitir movimento. Um dos casos mais simples está nas antigas furadeiras em que um conjunto de engrenagens transmite o movimento circular de uma manivela no plano vertical para o movimento circular de uma peça mecânica num plano horizontal, conforme mostra a **figura 1**.

Esse simples dispositivo que emprega engrenagens nos mostra que elas podem ser usadas tanto para alterar o tipo de um movimento (aumentando a força ou a velocidade) como também o próprio plano e sentido em que ele é realizado. Isso nos revela que as engrenagens podem ser de grande utilidade quando devemos transmitir um movimento contínuo como, por exemplo, de um motor, mudando suas características.

Tipo de engrenagens

Um sistema de engrenagens não é apenas formado por duas rodas denteadas com diâmetros e, portanto, com números de dentes diferentes. Existem variações que podem ser observadas através da **figura 2**.

Em **(a)** temos um sistema comum de engrenagens cilíndricas, do tipo mais usado para redução ou aumento de torque num mesmo plano. No entanto, podemos ter o arranjo mostrado em **(b)** em que temos um pinhão interno para a transmissão da força. Em **(c)** temos uma engrenagem tipo setor e em **(d)** temos um sistema que transmite movimentos lineares.

Como funcionam

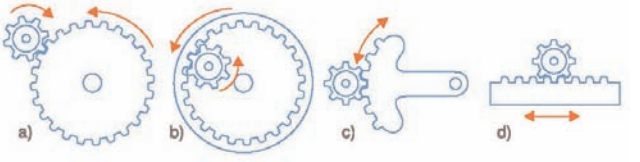
Quando acoplamos duas engrenagens cilíndricas, como as ilustradas na **figura 3**, a alteração do movimento e da força dependerá da relação entre os seus diâmetros. Como para o acoplamento entre as engrenagens é necessário que seus dentes se encaixem perfeitamente, isto é, que sejam iguais, o número de dentes das duas engrenagens estará na mesma relação que os seus diâmetros. Assim, é o mesmo dizer que duas engrenagens têm uma relação de diâmetros de 10:1 e dizer que possuem uma relação entre dentes de 10:1.

Para que isso seja válido, a relação de diâmetros deve ser tal que nas duas engrenagens encontremos números inteiros de dentes. Se as duas engrenagens acopladas tiverem a mesma quantidade de dentes e portanto o mesmo diâmetro, conforme exibe a **figura 4**, não obteremos alterações no torque e na velocidade. Apenas o sentido de

1 Uma antiga furadeira manual.



2 Vários tipos de engrenagens.



rotação da engrenagem receptora é contrário daquela que transmite o movimento. Dizemos que este sistema tem uma vantagem mecânica unitária.

Na prática, entretanto, o uso de engrenagens também visa obter algum tipo de vantagem mecânica, ou seja, alterar a força que é transmitida, de modo a se obter mais força e menor velocidade ou vice-versa.

Quando obtemos mais força e menor velocidade, dizemos que o sistema tem uma vantagem mecânica maior que 1 (>1).

Por outro lado, se obtemos menos força, mas maior velocidade, o sistema tem uma vantagem mecânica menor que 1 (<1).

Para obtermos vantagem mecânica maior que 1, a engrenagem que transmite o movimento deve ter menos dentes do que a que recebe, veja a **figura 5(a)**, ao passo que para obtermos vantagem mecânica menor que 1, a engrenagem que transmite o movimento deve ter mais dentes do que aquela que recebe, conforme mostra a **figura 5(b)**.

Podemos calcular facilmente as características de um sistema formado por duas engrenagens como as indicadas pelas seguintes fórmulas:

a) Variação da velocidade

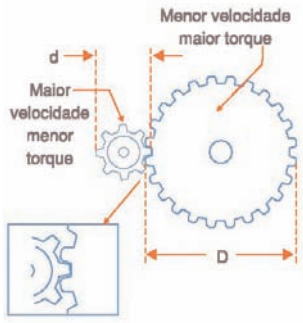
$$\frac{V1}{V2} = \frac{n2}{n1}$$

Onde:
V1 é a velocidade tangencial da engrenagem 1
V2 é a velocidade tangencial da engrenagem 2
n1 é o número de dentes da engrenagem 1
n2 é o número de dentes da engrenagem 2

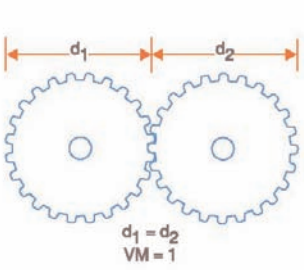
$$\frac{n1}{n2} = \frac{\omega 2}{\omega 1}$$

Onde:
ω1 – velocidade angular da engrenagem 1 (rad/s)
ω2 – velocidade angular da engrenagem 2 (rad/s)
n1, n2 – como na fórmula anterior

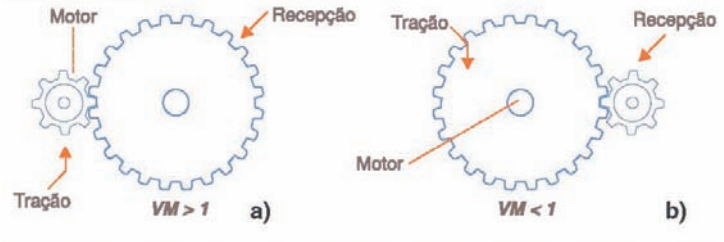
3 Engrenagens cilíndricas.



4 Engrenagens iguais.



5 a) Vantagem mecânica maior que 1.
b) Vantagem mecânica menor que 1.



b) Vantagem mecânica (TMA)

$$TMA = \frac{V2}{V1} = \frac{n1}{n2} = \frac{\omega 2}{\omega 1}$$

c) Variação do torque

$$\frac{M1}{M2} = \frac{n2}{n1}$$

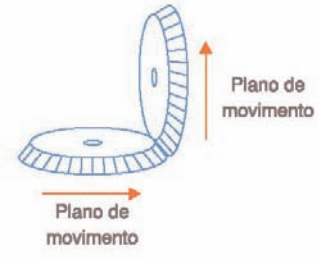
Onde:
M1 – torque aplicado na engrenagem 1 (N.m)
M2 – torque obtido na engrenagem 2 (N.m)
n1, n2 – número de dentes das engrenagens.

Uma forma de alterarmos os planos de transmissão dos movimentos, consiste em se usar engrenagens cônicas, conforme mostra a **figura** 6.

A inclinação dos dentes determinará o modo como as engrenagens podem ser acopladas, e com isso, a alteração nos planos dos movimentos.

Neste caso, também temos alterações das características do movimento transmitido. Valem as mesmas fórmulas do caso anterior.

6 Engrenagens cônicas.



Caixas de redução

Nem sempre o uso de apenas duas engrenagens permite obter a vantagem mecânica, a redução da velocidade ou o aumento de torque desejados. Isso ocorre principalmente em trabalhos com pequenos motores de corrente contínua que são especificados para operarem num regime de alta velocidade e baixo torque.

As velocidades que chegam às 10 000 rpm e os torques da ordem de poucas gramas x cm não se adaptam à maioria das aplicações, principalmente ligadas à Mecatrônica, em que precisamos de baixas velocidades (poucas dezenas ou centenas de rpm) e torque elevados (muitos g.cm).

Uma forma de aumentar o torque e, com isso, a vantagem mecânica consiste em se usar diversas engre-

nagens num arranjo que denominamos "caixa de redução", observe a **figura 7**.

Note que à medida que vamos acrescentando novas engrenagens, temos a alteração do torque e também do sentido do movimento. Com um número par de engrenagens obtemos a inversão do sentido do movimento, e com um número ímpar de engrenagens o movimento final tem o mesmo sentido do movimento aplicado, atente para a **figura 8**.

O cálculo de uma caixa de redução é bastante simples se usarmos apenas engrenagens cilíndricas, de acordo com o arranjo da **figura 9**. Nessa caixa temos uma verdadeira redução da velocidade, com uma vantagem mecânica maior que 1(TMA>1). Nessas condições, consideramos no conjunto as engrenagens pequenas como transmissoras e as engrenagens grandes como receptoras. A relação entre os torques na entrada e saída será dada por:

$$\frac{T1}{T2} = \frac{(n2 \times n4 \times n6)}{(n1 \times n3 \times n5)}$$

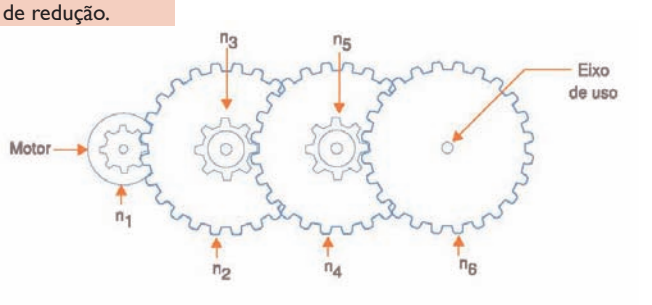
Onde:
T1 é o torque na entrada (N.m) ou (g.cm)
T2 é o torque obtido na saída (N.m) ou (g.cm)

n2, n4, n6 são os dentes ou diâmetros das engrenagens receptoras (maiores) e n1, n3, n5 são os dentes ou diâmetros das engrenagens transmissoras (menores).

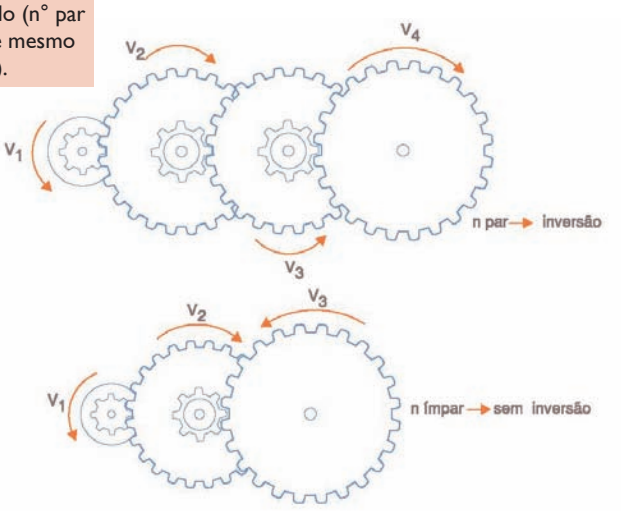
É preciso manter a coerência entre as unidades usadas e lembrar que estamos tratando como se a caixa de redução fosse perfeita, ou seja, não houvesse nenhuma perda por atrito ou outros problemas de resistência mecânica que, na prática, podem afetar sensivelmente o torque final obtido.

Lembramos ainda que, sendo os pequenos motores de corrente contínua dispositivos de baixo torque, para vencer a resistência inicial ao movimento, é sempre interessante que o primeiro conjunto de engrenagens tenha uma relação de redução elevada, 10:1 ou maior. Com uma redução muito baixa, o motor pode travar ou ainda ficar difícil dar a partida no sistema.

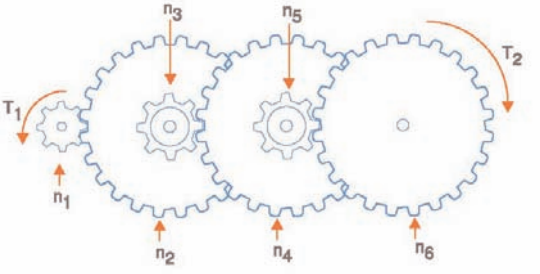
7 Usando diversas engrenagens numa caixa de redução.



8 Inversão de sentido (n° par de engrenagens) e mesmo sentido (n° ímpar).



9 Caixa de redução com engrenagens cilíndricas.



Montagem de uma redução

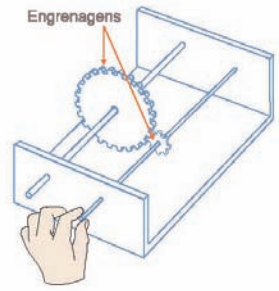
Engrenagens de diversos materiais plásticos podem ser conseguidas em brinquedos, eletrodomésticos e eletroeletrônicos que possuam partes móveis.

Uma redução interessante que pode resultar num interessante trabalho prático para alunos do nível fundamental e médio é a mostrada na **figura 10.** Usando uma engrenagem pequena (pinhão) que se encaixe no eixo de um pequeno motor de corrente contínua e uma engrenagem maior que possa ser encaixada no eixo de um carrinho de brinquedo, podemos elaborar um sistema de transmissão experimental para demonstrações. Esse sistema pode ser acoplado a elevadores, carrinhos, robôs e muitos outros projetos práticos.

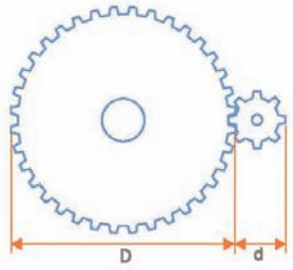
Na vida real

Na indústria, em equipamentos de precisão e em aplicações embarcadas encontramos uma infinidade de aplicações em que são usadas engrenagens cilíndricas de dentes retos. Se bem que exista uma boa quantidade

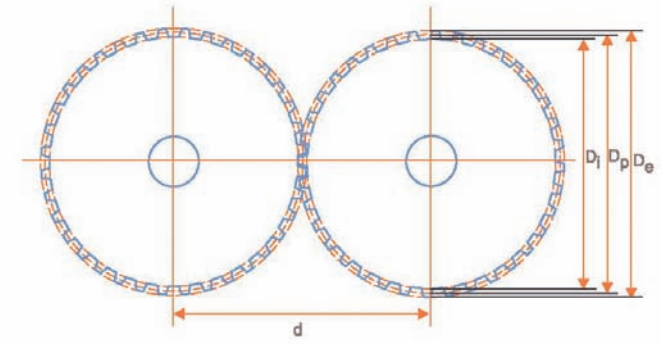
10 Exemplo de caixa de redução simples.



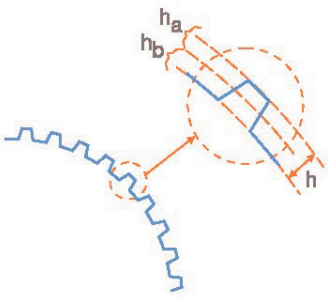
11 A altura do dente da lugrenagem pode ser desprezada.



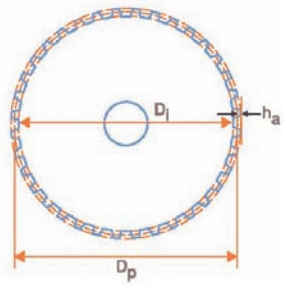
12 Uma engrenagem cilíndrica real.



13 $h = h_a + h_b$.



14 Diâmetro interno de uma engrenagem.



de artigos que ensinem a calcular de forma simplificada essas engrenagens, as aplicações que envolvem precisão não aceitam as aproximações que são feitas em muitos casos.

Neste artigo, abordamos de uma forma mais profunda o cálculo de engrenagens cilíndricas, de maneira muito mais apropriada às aplicações que envolvem precisão.

Na maioria das aplicações simples que envolvem o uso de engrenagens cilíndricas, o cálculo das engrenagens e da redução partem de aproximações que não correspondem à realidade. Conforme mostra a **figura 11**, parte-se do princípio de que a altura do dente pode ser desprezada, de modo que tenhamos apenas um diâmetro para cada engrenagem a ser considerado.

Na prática, entretanto, as engrenagens possuem dentes com uma altura finita que deve ser considerada nos cálculos. Assim, o número de elementos que entra num cálculo de engrenagem é muito maior do que os poucos elementos que são utilizados em um cálculo simplificado.

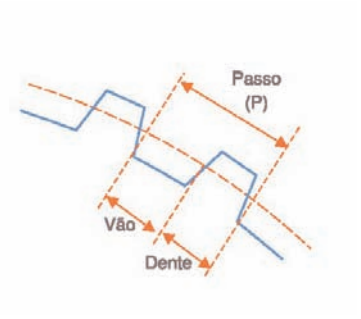
Guias Mangás

Cada título desta coleção de sucesso foi produzido combinando a ilustração de mangás com conhecimentos científicos e matemáticos, tornando a leitura e o estudo técnico divertido e agradável.

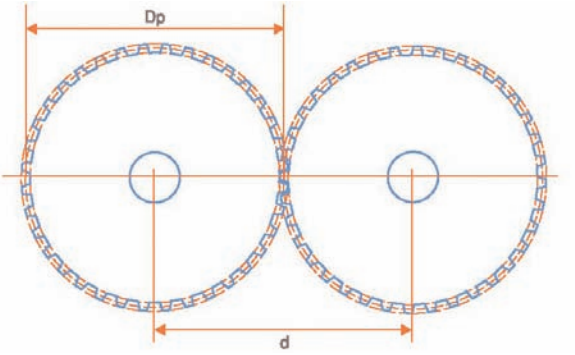


novasaber
www.novasaber.com.br

15 Passo de uma engrenagem.



16 Distância entre os eixos de uma engrenagem.



A Engrenagem real

Na **figura 12** temos a representação de uma engrenagem cilíndrica real. Os diversos elementos que devem ser considerados num cálculo são:

- N: número de dentes;
- De: diâmetro externo;
- m: módulo;
- Dp: diâmetro primitivo;
- Di: diâmetro interno;
- h: altura do dente;
- ha: altura da cabeça;
- hb: altura do pé do dente;
- p: passo.

Assim, podemos definir "módulo de uma engrenagem" (m) como a relação entre o diâmetro primitivo (Dp) e o seu número de dentes (N):

$$m = \frac{Dp}{N}$$

A partir do módulo podemos calcular as demais dimensões de uma engrenagem. O módulo também é muito importante na manufatura de uma engrenagem, pois é a partir dele que é determinada a ferramenta de fresagem a ser usada. Evidentemente, podemos fazer cálculos que envolvam as características de uma engrenagem partindo de outros dados.

Observe que a altura total (h) do dente de uma engrenagem é dada pela soma da altura do dente (ha) mais a altura do pé do dente (hb), observe a **figura 13**.

$$h = ha + hb$$

Outras fórmulas importantes que podem ser usadas no cálculo são:

$$De = Dp + 2m$$

$$De = m\ (N + 2)$$

Diâmetro Interno

O diâmetro interno (Di) é calculado pela seguinte fórmula:

$$Di = Dp - 2hb$$

A **figura 14** mostra como esse diâmetro é representando numa engrenagem.

Cálculo do Passo

Conforme ilustra a **figura 15**, o passo é dado pelo arco de circunferência do diâmetro primitivo (Dp) que corresponde a um dente mais um vão da engrenagem.

Podemos calcular esse arco, medido em radianos, a partir do diâmetro primitivo e o número de dentes usando a seguinte fórmula:

$$p = \frac{(Dp \times \pi)}{N}$$

Em função do módulo (m), podemos também escrever:

$$p = m \times \pi$$

Distância entre eixos

As engrenagens são usadas em conjuntos como, por exemplo, em sistemas de redução e transmissão de movimento. No acoplamento de engrenagens, um dado importante é a distância entre eixos, pois ela determina exatamente o seu acoplamento, fixando o contato entre os dentes das engrenagens. Note que um contato imperfeito poderá causar esforços capazes de danificar uma engrenagem.

O cálculo da distância entre os eixos tem por referência o ponto de contato entre as engrenagens, veja a **figura 16**.

A distância entre os centros (D) é dada pela soma da metade do diâmetro primitivo da primeira engrenagem com a metade do diâmetro primitivo da segunda engrenagem. Podemos escrever a seguinte fórmula para esse cálculo:

$$D = \frac{(Dp1 + Dp2)}{2}$$

É importante observar que duas engrenagens acopladas têm sempre o mesmo módulo.

Conclusão

No cálculo de engrenagens que envolvam aplicações de precisão, as medidas que indicamos neste artigo devem ser consideradas. Observe que tudo é uma questão de geometria e que os cálculos envolvem fórmulas simples. No entanto, como em qualquer cálculo é preciso manter a coerência das unidades.

O que você precisa saber sobre materiais piroelétricos e piezoelétricos

Os materiais com propriedades piroelétricas e piezoelétricas são cada vez mais usados em aplicações eletrônicas da Robótica e da Mecatrônica. Essas aplicações vão desde sensores e transdutores até ressonadores que determinam a frequência de operação de instrumentos de medida, cronômetros e relógios e, principalmente, microprocessadores.
Veja, neste artigo, o que são os materiais piroelétricos e piezoelétricos, entendendo melhor o funcionamento dos dispositivos em que eles são utilizados

Newton Braga

As propriedades piroelétricas e piezoelétricas dos materiais são devidas à natureza de sua estrutura cristalina. Assim, se um cristal não possui um centro de simetria que possibilite uma inversão de posição de seus átomos, propriedades elétricas interessantes podem se manifestar.

Estes cristais manifestam um momento elétrico ou vetor de polarização, mesmo na ausência de campos elétricos externos, conforme mostra a **figura 1**.

Quando um material apresenta esta característica, temos as duas possibilidades abordadas a seguir.

Materiais piezoelétricos

A primeira delas é a que está presente nos materiais que se tornam polarizados quando ocorre uma deformação homogênea. Essa é uma propriedade que caracteriza os denominados materiais piezoelétricos, observe a **figura 2**.

O que acontece, então, é que o material manifestará um campo elétrico interno sob a ação de forças que o deformam. Da mesma maneira, o efeito inverso, denominado eletrostrição, ocorre com este material: quando o submetemos a um campo elétrico, ele se deforma.

As variações das dimensões do material com a ação do campo elétrico mudam muito, e também dependem da orientação do eixo de simetria do material. Isso significa que aplicando um campo elétrico através de placas fixadas na superfície de um cristal piezoelétrico, pode-se obter diversos tipos de deformações.

Dentre os materiais que apresentam essas propriedades podemos citar o cristal de quartzo, o sal de Rochelle, o titanato de bário, além de outros. No caso específico do cristal de quartzo, se o excitarmos com placas de metal formando assim um capacitor, e usarmos uma corrente de alta freqüência,

irão formar-se ondas estacionárias na freqüência de ressonância, conforme ilustra a **figura 3**.

Esta freqüência de ressonância, na qual o cristal tenderá a oscilar, dependerá das dimensões do cristal e da sua orientação. Isso significa que podemos usar este dispositivo como um preciso controle de freqüência, cujo valor depende de diversos fatores como, por exemplo, as dimensões do cristal, sua orientação e sua forma de vibração, uma vez que as ondas estacionárias podem ocorrer também em freqüências harmônicas. Dizemos, neste caso, que o cristal opera em sobretons ou harmônicas.

O cristal de quartzo é formado por átomos de silício e oxigênio numa estrutura do tipo exibido na **figura 4**.

O aparecimento de um campo elétrico nesse material se dá quando ele é comprimido ou distendido no sentido longitudinal, deslocando as cargas positivas em relação às cargas negativas. O deslocamento das cargas numa célula do cristal é extremamente pequeno, da ordem de 10 elevado ao expoente negativo -24 centímetros, o que torna extremamente difícil a realização de medidas.

Materiais piroelétricos

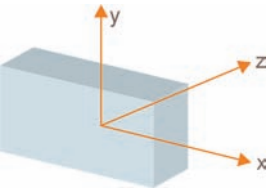
Os materiais piroelétricos constituem-se em um grupo especial de materiais piezoelétricos que são polarizados naturalmente nas condições naturais de temperatura e pressão. No entanto, o grau de polarização do material muda sensivelmente com a temperatura, daí sua denominação ("piros" significa fogo em grego). Um material comum que apresenta propriedades piroelétricas é a turmalina.

Veja que, enquanto nos materiais piezoelétricos o campo elétrico se manifesta somente quando ocorre a deformação, nos materiais piroelétricos o campo está sempre presente.

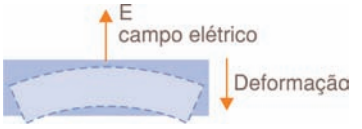
Nos materiais piroelétricos, o campo elétrico interno presente é muito intenso, de modo que sua polarização não pode ser alterada facilmente por meios externos.

De acordo com o as teorias do eletromagnetismo, uma região em que os átomos estejam com momentos magnéticos orientados igualmente ou paralelos, é denominada domínio. Este mesmo termo pode ser aplicado à eletrostática, no caso da região em que os momentos elétricos dos dipolos elementares sejam paralelos.

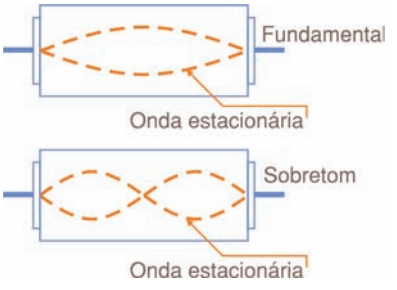
1 Vetores de polarização de um cristal.



2 Características do material piezoelétrico.



3 Cristal de quartzo: ondas estacionárias na frequencia de ressonância.

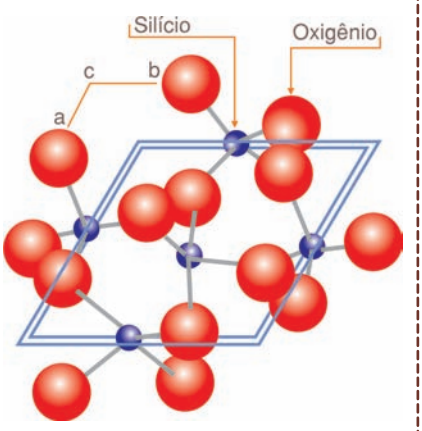


Existem diversas substâncias que, da mesma forma que são os ímãs para o magnetismo, apresentam multidomínios elétricos, sendo por isso denominadas (como analogia) de "ferroelétricas" (em contrapartida às substâncias ferromagnéticas, que apresentam as mesmas propriedades mas em relação aos campos magnéticos), veja a **figura 5**.

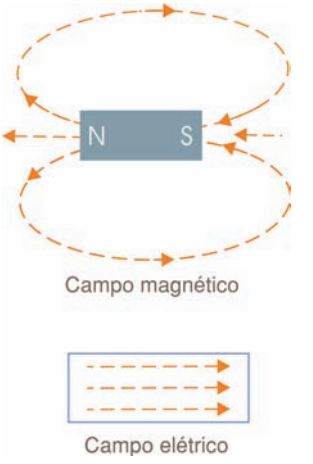
O interessante é que a analogia entre as substâncias ferroelétricas e ferromagnéticas vai mais longe: ambas possuem uma histerese elevada, constante dielétrica muito alta e, além disso, possuem um ponto Curie, ou seja, há uma temperatura limite que sendo ultrapassada, faz com que elas percam suas propriedades.

Dentre as substâncias que apresentam as propriedades piroelétricas podemos citar o Titanato de Bário ($BaTi_3$), que aos 120 graus Celsius perde estas propriedades (ponto Curie), tornando-se um dielétrico comum. Acima dos 120 graus, o cristal tem um domínio único com o átomo de Titânio no centro do cubo, conforme ilustra a **figura 6**.

4 Estrutura cristalina de um cristal de quartzo.



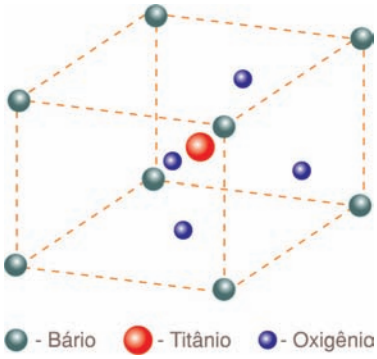
5 Susbstâncias ferroelétricas apresentam multidomínios elétricos.



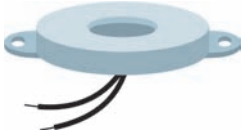
Quando a temperatura cai para menos de 120 graus, ocorre uma transição de fase que muda essa disposição. Uma das dimensões do cubo se torna 1% mais curta que a outra e, com isso, a figura se transforma em um tetraedro. Consequentemente, o átomo de titânio é deslocado levemente no interior passando a ocupar uma posição fora de seu centro.

Diversas regiões do material se tornam então domínios com diferentes orientações. Isso é suficiente para criar um vetor de polarização que se manifesta na forma de um campo elétrico natural no interior do material. Se o cristal for resfriado abaixo dos 10 graus Celsius, novamente temos outra transformação de fase e ele deixa de ser piroelétrico.

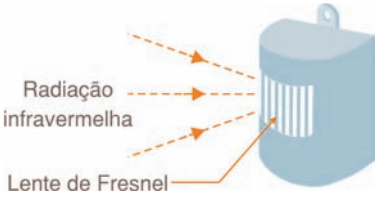
6 Crsital de titanato de bário em temperatura acima de 120 °C.



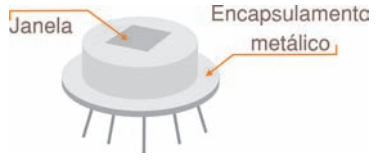
7 Exemplar de um transdutor de titanato de bário (BaTi3).



8 Exemplar de um alarme com sensor piroelétrico.



9 Sensor piroelétrico com invólucro metálico.



Utilização

Tanto os materiais piezoelétricos como os piroelétricos encontram diversas aplicações práticas na eletrônica.

Já abordamos os cristais de quartzo, mas podemos citar outros exemplos de aplicações para os piezoelétricos. Uma delas é em transdutores que convertem sinais elétricos em sons e vice-versa.

Na **figura 7** temos um transdutor piezoelétrico de titanato de bário muito usado em sistemas de aviso, brinquedos, cartões musicais, chamadas de celulares, etc.

Uma cerâmica piezoelétrica de titanato de bário é excitada por dois eletrodos metálicos, colocados um em cada uma de suas faces. Quando um sinal é aplicado a este transdutor, o campo criado provoca deformações correspondentes na cerâmica, fazendo-a vibrar fortemente e assim gerando som na freqüência correspondente.

Note que o dispositivo funciona como um capacitor, apresentando assim uma elevada impedância, e que a deformação(e, portanto, a intensidade do som), dependem da intensidade do campo aplicado e ainda da tensão entre os eletrodos que funcionam como armaduras de um capacitor.

Nos *tweeters* piezoelétricos, um pequeno transformador eleva a tensão aplicada aos eletrodos de modo que ela atinja valores muito altos resultando numa intensidade sonora elevada. Com o efeito inverso, ou seja, com a deformação, é gerada uma tensão. Ocorre que estes materiais podem ser usados também como microfones ou sensores de batidas.

Para os materiais piroelétricos a principal aplicação é como sensor de calor. Pequenas variações de temperatura, que ocorrem com a incidência de radiação infravermelha, alteram sensivelmente a polarização do material. Assim, os sensores de incêndio, passagem de pessoas, abertura automática de portas, ou mesmo alarmes do tipo mostrado na **figura 8**, usam esse tipo de sensor.

Na **figura 9** temos o sensor piroelétrico típico encontrado nesses dispositivos e que funciona da seguinte maneira.

Todo corpo acima do zero absoluto emite radiação infravermelha. Isso significa que animais de sangue quente, como nós, são emissores naturais de radiação infravermelha com uma intensidade um pouco maior do que os corpos que nos rodeiam, e que normalmente são mais frios.

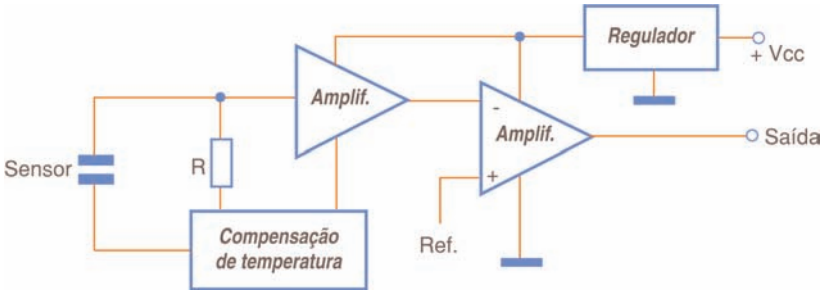
Em consequência disso, basta ajustar a sensibilidade dos sensores para disparar com uma intensidade de infravermelho um pouco maior do que a existente no ambiente para que a simples passagem de uma pessoa diante dele provoque seu disparo.

Nos dispositivos práticos, de modo a selecionar os comprimentos de onda apropriados evitando um excesso de sensibilidade e aumentando o ângulo de percepção, são usadas lentes especiais denominadas “lentes de Fresnel”.

A **figura 10** apresenta o circuito típico de um sensor piroelétrico.

É importante observar que tais sensores são extremamente delicados, exigindo-se um cuidado especial no seu manuseio. Como as variações de tensões que ocorrem na presença do calor que deve ser detectado são muito pequenas, circuitos amplificadores de alto ganho são necessários para sua utilização.

10 Circuito típico para um sensor piroelétrico.



Luz Rítmica

Um efeito de luz bastante cobiçado pelos jovens e aqueles que possuem conjuntos musicais ou costumam animar festas, é o de luzes rítmicas. Nesse efeito, um conjunto de lâmpadas coloridas (ou spots) pisca no mesmo ritmo da música tocada em um sistema de som. Para os que desejam este equipamento, o projeto descrito mostra que tudo é relativamente simples, bastando ter alguma experiência em montagens eletrônicas para se obter com pouco gasto o seu próprio conjunto de luzes rítmicas

Descrevemos um sistema de luzes rítmicas bastante simples que pode controlar até 400 watts de lâmpadas na rede de 110 V, ou o dobro na rede de 220 V a partir dos sinais de um amplificador comum.

Sem a necessidade de qualquer adaptação no amplificador ou sistema de som, nosso sistema é ligado na saída de alto-falantes, como se fosse uma caixa acústica adicional.

Como ele retira um sinal de menos de 1 watt do som do amplificador para acionar os seus circuitos de potência, não sobrecarrega o sistema de som e nem causa qualquer redução perceptível do nível de som reproduzido.

Na **figura 1** mostramos como o sistema é ligado a um dos canais do amplificador.

Se o leitor tiver um sistema de som estéreo, poderá montar dois conjuntos de luzes (talvez de cores diferentes) que piscarão conforme o som de cada canal.

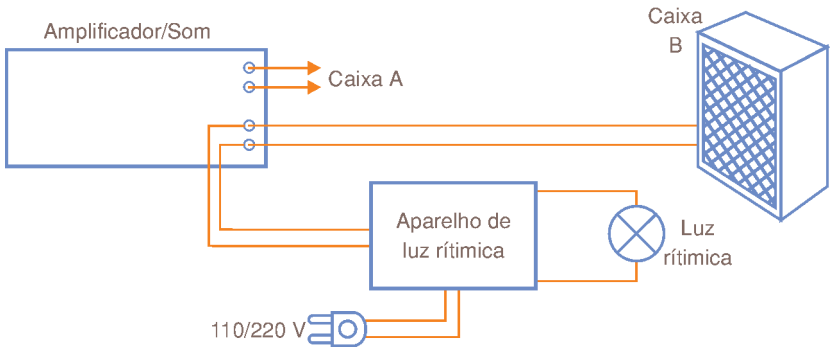
Outro fator importante a ser considerado neste circuito é que ele é isolado do amplificador, o que significa que não existe perigo de danos ou outros problemas de interligação caso ocorra algum problema de funcionamento no sistema de luzes rítmicas.

Como funciona

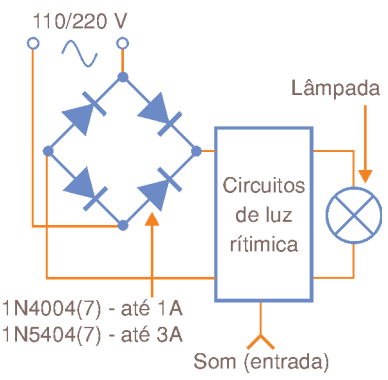
Os sons musicais são formados por variações fortes de frequência e intensidade, com altos e baixos que correspondem às batidas mais fortes de um instrumento, sons mais intensos de outros ou mesmo à emissão de efeitos de voz pelos cantores.

O nosso circuito aproveita essas variações ou os picos dos sinais para excitar um controle de potência ligado a um conjunto de lâmpadas. Assim, retiramos o sinal de áudio da saída dos alto-falantes do amplificador ou sistema de som, e via um transformador o aplicamos ao circuito excitador.

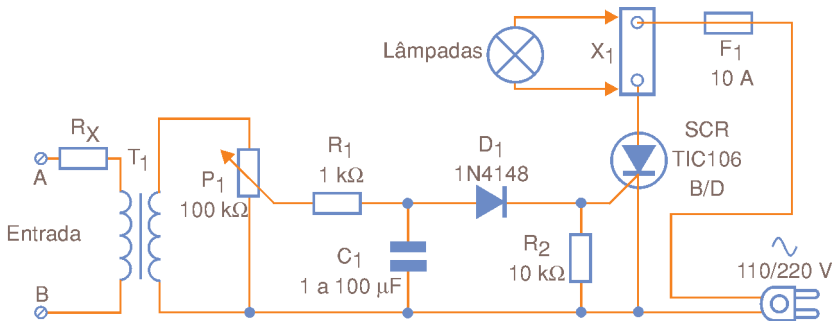
1 Ligação do sistema ao Amplificador/Som.



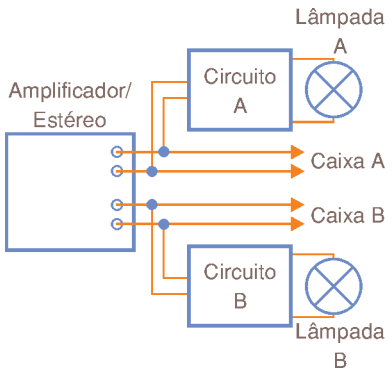
2 Ponte de onda completa para obtenção de pulosos com intensidade total.



3 Diagrama completo do Sistema de Luzes Rítmicas.



4 Ligação em amplificador/estéreo.



O transformador, além de isolar o circuito de luzes rítmicas do circuito do amplificador, casa a baixa impedância de saída para os alto-falantes com a alta impedância do circuito de disparo da etapa de potência.

A etapa de potência do circuito de efeitos tem por base um SCR, que é um Diodo Controlado de Silício: uma chave eletrônica que pode ser ligada por pulsos aplicados a sua entrada ou eletrodo de comporta (g ou *gate*).

A aplicação dos pulsos de maior internsidade dos sons ao SCR é feita via um diodo e um capacitor.

O diodo é necessário para que somente os pulsos positivos cheguem ao SCR, pois se este componente estiver polarizado no sentido inverso pela tensão da rede de energia e neste momento for aplicado um pulso negativo de comporta, ele poderá queimar-se.

O capacitor dá um efeito de inércia ao circuito, fazendo com que ele responda mais aos sons graves ou agudos. Assim, o leitor pode fazer experiências modificando o



Inversores de Frequencia
Teoria e Aplicações

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

novasaber
www.novasaber.com.br

valor do capacitor em uma ampla faixa até obter o efeito da maneira desejada. Não damos um valor fixo para este capacitor porque ele depende também das características do transformador usado e que pode variar bastante.

O SCR é um controle de meia onda que tem no seu anodo ligada a tomada, onde as lâmpadas de efeito podem ser ligadas.

Como apenas os semiciclos positivos são conduzidos, as piscadas das lâmpadas não ocorrem com a potência total de cada uma, mas somente com metade.

Se bem que isso seja suficiente para se conseguir um bom efeito decorativo, caso o leitor deseje os pulsos com intensidade total, poderá agregar um circuito de onda completa com 4 diodos para obter retificação de onda completa conforme ilustra a **figura 2**.

As lâmpadas externas devem ser ligadas em paralelo até um número que resulte na potência máxima permitida pelo aparelho.

Montagem

Na **figura 3** temos o diagrama completo do nosso sistema de luzes rítmicas correspondentes a um canal. Duas unidades como esta devem ser montadas para ligação nas duas saídas de um sistema estéreo, caso o leitor queira. (**Figura 4**)

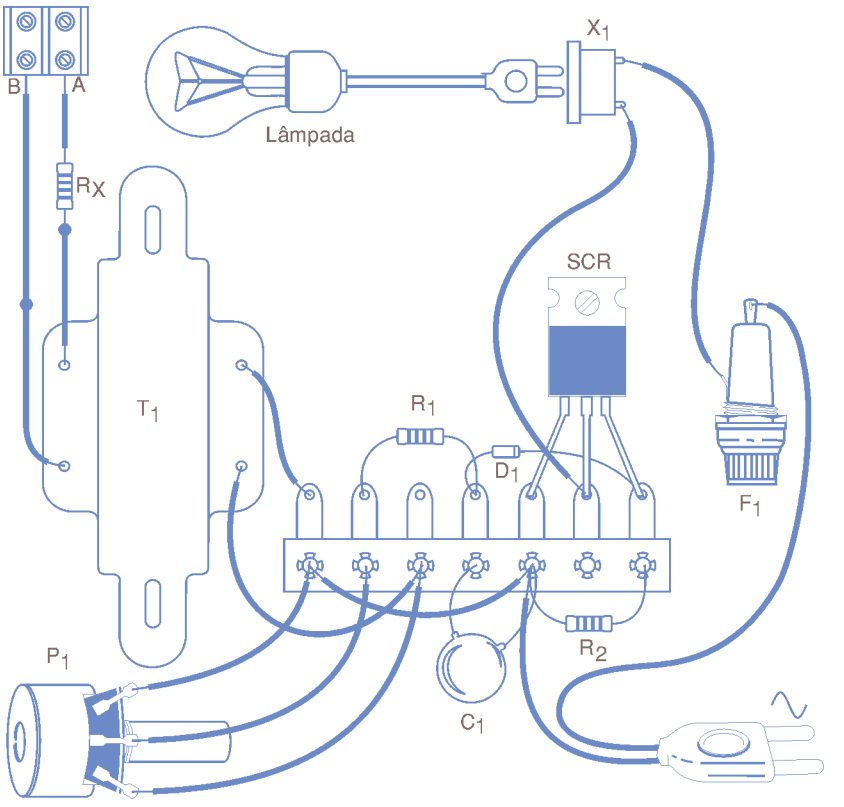
Na **figura 5** vemos a montagem do aparelho usando uma ponte de terminais, pois se trata de circuito simples e não crítico que admite esta técnica.

Para os leitores que tiverem recursos e desejarem uma montagem melhor, damos a disposição dos componentes em uma placa de circuito impresso. Observe a **figura 6**.

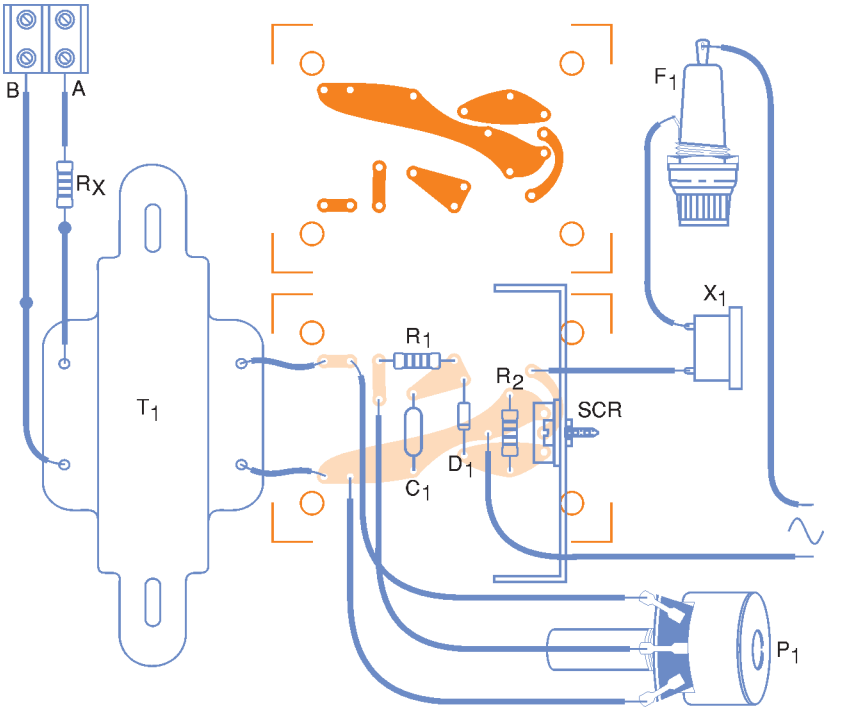
O SCR deve ter sufixo B se a rede for de 110 V, ou sufixo D se a rede for de 220 V. Esse componente deve ser montado em um radiador de calor.

O transformador é do tipo usado em pequenas fontes de alimentação com primário de 110 V ou 220 V, e secundário de qualquer tensão entre 6 e 12 V com corrente entre 100 e 500 mA.

5 Montagem em ponte de terminais isolados.



6 Montagem em placa de circuito impresso.



O resistor Rx, ligado em série com a entrada do circuito, depende da potência do amplificador e, eventualmente, deve ser alterado ainda um pouco conforme as características do transformador. Os valores comuns são dados na **tabela 1.**

Os fios de ligação ao SCR e tomadas, assim como à rede de energia, devem ser grossos, compatíveis com a intensidade da corrente controlada.

Lembre-se de que estamos trabalhando com um circuito que opera diretamente ligado na rede de energia, portanto, todos os cuidados com isolamento devem ser observados para que não exista o perigo de choques perigosos.

O potenciômetro usado no controle de sensibilidade é comum e o diodo admite equivalentes.

Não use o interruptor do potenciômetro para controlar todo o circuito, pois a corrente máxima desse dispositivo é da ordem de apenas 2,5 A e o circuito poderá operar com intensidades maiores.

Para a ligação à saída do amplificador pode usar fios comuns, uma vez que parte do circuito já é isolada da rede.

Instalação e Uso

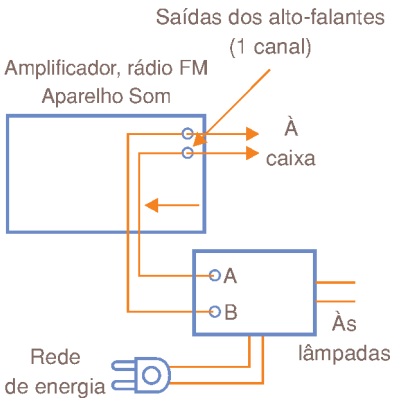
Para instalar, basta ligar os pontos A e B à saída de alto-falantes do amplificador ou sistema de som e as lâmpadas à tomada – conforme mostra a **figura 7**.

Depois de ligar o plugue a uma tomada da rede de energia, ajuste o som do equipamento no volume desejado e vá abrindo P_1 até obter as piscadas no ritmo certo.

Se notar uma certa inércia, altere o valor de C_1.

Comprovado o funcionamento, é só usar o circuito, ajustando sempre o volume no amplificador e, depois, a sensibilidade em P_1.

7 Esquema da instalação do sistema de luzes rítmicas.



Lista de materiais:

Semicondutores
SCR – TIC106B ou D, conforme rede de energia – diodo controlado de silício
D_1 – 1N4148 ou equivalente – diodo de uso geral

Resistores: (1/8 W, 5%)
R_1 – 1 k Ω – marrom, preto, vermelho
R_2 – 10 k Ω – marrom, preto, laranja
P_1 – 100 k Ω - potenciômetro
Rx – ver texto

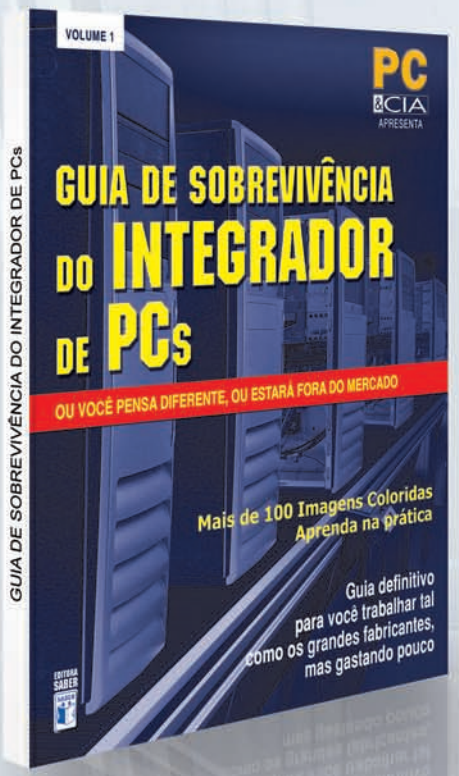
Capacitores:
C_1 – 1 a 100 µF / 12 V – eletrolítico – ver texto

Diversos:
T_1 – transformador – ver texto
X_1 – tomada
F_1 – 10 A – fusível

Placa de circuito impresso, suporte para fusível, cabo de força, caixa para montagem, lâmpadas comuns coloridas ou spots conforme a rede local, fios, solda, etc.

T1 **Valores para Rx**

Potência por canal	Rx
até 5 W	(desnecessário)
5 a 20 W	10 ohms/ 1 W
20 a 50 W	22 ohms/ 1 W
50 a 100 W	47 ohms/ 1 W
acima de 100 W	100 ohms/ 1 W



Trabalhe como os grandes, mas gastando como os pequenos!

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.novasaber.com.br

Construindo Geradores Eólicos

Experimentos e montagens que envolvem energias alternativas são sempre de grande interesse para professores e alunos do ensino médio. Além de resultarem em trabalhos práticos interessantes, as maquetes que podem ser construídas são vistosas, chamando a atenção principalmente em eventos culturais, feiras de ciências ou mesmo aulas práticas. Os projetos que descrevemos não só podem mostrar como obter energia do vento como de outras fontes naturais, sendo simples de construir e usando material de fácil obtenção

A preocupação atual em se explorar fontes de energia alternativas como a força do vento, energia solar, movimento das marés, entre outras, tem sido explorada nos cursos de nível fundamental e médio que frequentemente pedem trabalhos práticos para os seus alunos. Embora seja relativamente simples montar geradores alternativos experimentais, nem todos sabem como fazer isso e existem algumas possibilidades demonstrativas que levam a efeitos muito especiais.

Assim, vamos descrever neste artigo alguns projetos simples para demonstrar a conversão da energia eólica (dos ventos) em eletricidade e algumas ideias práticas para simular esta conversão e também para montar uma usina hidroelétrica em maquete.

Um Motor de Corrente Contínua como Gerador

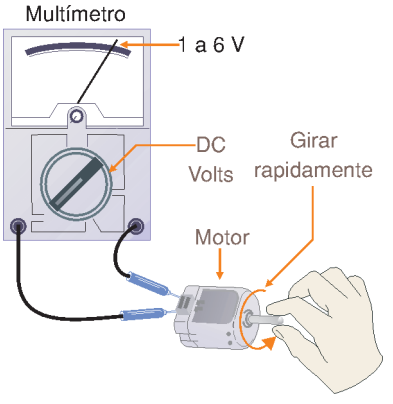
Pequenos motores de corrente contínua, como os encontrados em brinquedos e eletrodomésticos, podem funcionar "ao contrário" gerando energia elétrica quando seus eixos são forçados a girar. Conforme mostra a **figura 1**, esses pequenos motores são dínamos podendo gerar tensões de 1 a 6 volts com correntes que chegam a algumas dezenas de miliampères (milésimos de ampères).

Essa tensão e corrente são suficientes para acender alguns LEDs, mas não para resultar numa quantidade de energia maior, que possa ser aproveitada de forma mais intensa, a não ser sob condições especiais. Para gerar mais energia seria preciso fazê-los girar numa rotação mais alta e quando os carregamos para força necessária à isso aumenta.

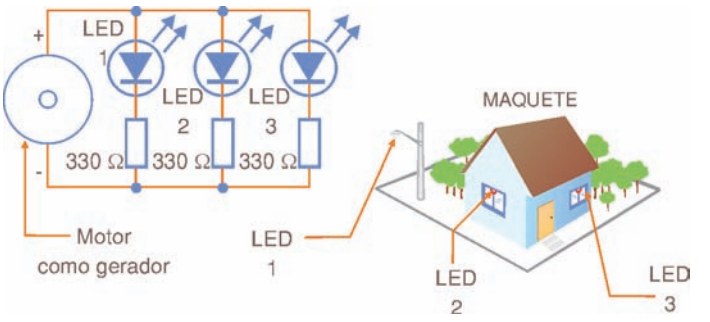
Observamos experimentalmente que, quando "carregamos" um motor com uma carga de maior consumo (uma lâmpada, por exemplo), é preciso fazer mais força para girá-los. O princípio da conservação da energia deve ser levado em conta aqui: não podemos criar energia, o motor apenas converte a energia mecânica aplicada em energia elétrica.

Dessa forma, podemos elaborar uma maquete em que pequenos LEDs simulam lâmpadas sendo instalados em postes de iluminação e em casinhas, conforme ilustra a **figura 2** em que temos o seu circuito prático também. No entanto, não podemos ir muito além, tentando acender lâmpadas ou movimentar

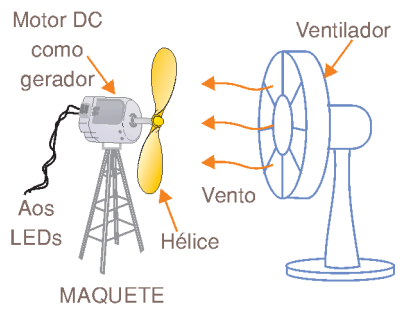
1 Motor como gerador.



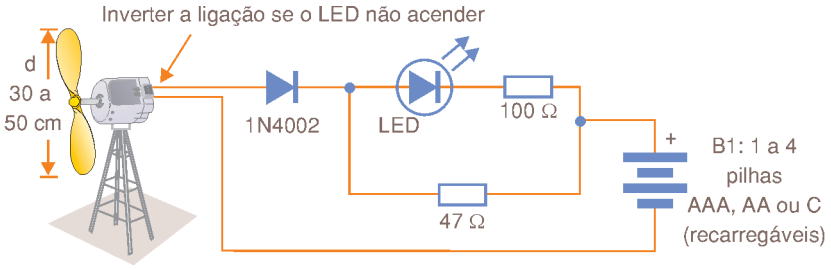
2 Exemplo do uso de gerador em maquetes.



3 Produzindo vento.



4 Carregando baterias.



pequenos motores. Mesmo para esses LEDs, lembramos que eles precisam de uma tensão mínima de 1,6 V para acender (se forem vermelhos) ou mais (se forem de outra cor), o que exige uma velocidade mínima para o motorzinho funcione como gerador.

Na maquete, o que fazemos então é acionar o motor por uma hélice que terá um ventilador ou outro recurso para produzir o vento, conforme exibe a **figura 3**. Um capacitor de valor elevado e um diodo servem para manter mais estável a alimentação dos LEDs. Com um capacitor grande carregado, os LEDs podem ficar acesos vários segundos depois de pararmos de girar o motor.

Se na sua localidade os ventos forem bons, o circuito pode ser utilizado para obter mais energia, servindo até mesmo para carregar pilhas pequenas para alimentar o seu rádio ou *walkman*. Na **figura 4** mostramos como isso pode ser feito. O vento terá atingido intensidade suficiente para acionar o circuito quando a tensão produzida conseguir polarizar o LED e acendê-lo. Isso indicará que a corrente de carga está passando para as pilhas. Uma carga completa deve precisar de 12 a 16 horas conforme o tipo de pilha recarregável usada (Nicad). Observamos que as pilhas comuns alcalinas e zinco-ar (secas) não são recarregáveis e que, portanto, não podem ser utilizadas com este aparelho.

Outra possibilidade interessante, se os ventos realmente forem bons em sua localidade e a tensão superar os 4 volts (o que pode ser medido com o multímetro, conforme a **figura 5**) é montar uma pequena fonte para alimentar um radinho de 2 pilhas (AM/FM).

Na **figura 6** ilustramos como implementar um regulador de 3 V com filtro para alimentar o rádio. O capacitor serve para impedir que as variações de velocidade do vento causem alterações de volume no rádio.

Evidentemente, um ponto importante para a montagem do gerador eólico é a eficiência da hélice. Conforme mostra a **figura 7,** ela pode ser elaborada como os mais diversos materiais alternativos como papelão, madeira ou plástico. Obviamente, a opção papelão não serve para o caso em que você vá instalar o gerador fora de sua casa.

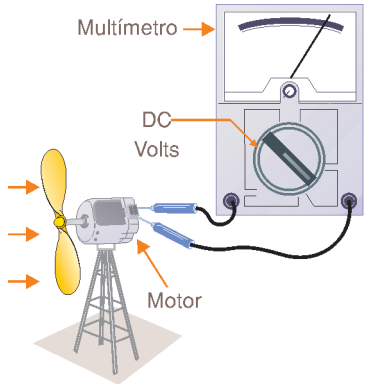
Mais energia, com uma hélice maior pode ser obtida com um dínamo de bicicleta. No entanto, lembramos que para alimentar circuitos eletrônicos é preciso contar com um regulador de tensão. Os circuitos sensíveis podem sofrer danos com as variações de tensão que ocorrem quando o gerador tem sua velocidade alterada.

Também é preciso observar que, para obter mais energia a hélice deve ser maior e a força necessária para sua movimentação aumenta proporcionalmente.

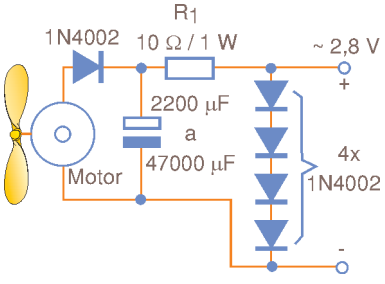
Simulador de Gerador Alternativo

O baixo rendimento dos pequenos motores de corrente contínua como geradores levou o Professor Eduardo Pinho Prado a elaborar uma interessante alternativa para demonstrar o princípio de funcionamento dos geradores. O que ele fez, foi ligar o pequeno motor de corrente contínua num SCR para acionar uma lâmpa-

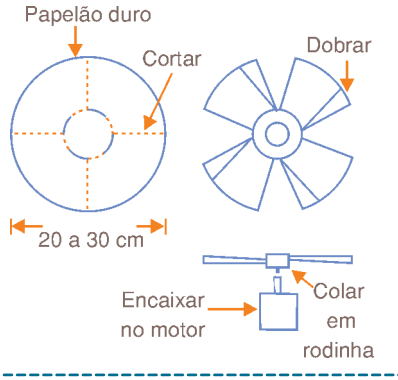
5 Medindo a tensão fornecida pelo gerador.



6 Regulador de 3 V com filtro para alimentar o rádio.



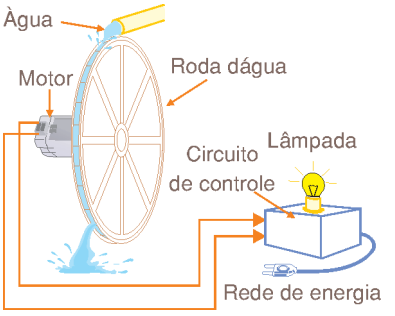
7 Montagem da hélice.



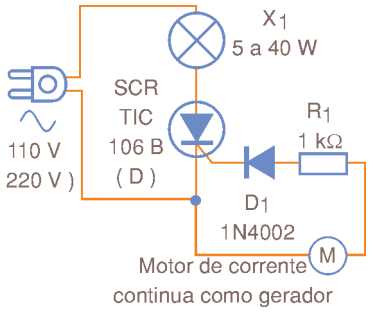
da. Assim, na verdade, quem fornece energia para a lâmpada é a rede de energia, e o motor usado como dínamo simplesmente controla essa energia com a energia que ele próprio gera, conforme exibe a **figura 8**.

Basta, então, uma pequena força atuando sobre o motor para que a pequena energia gerada acione o SCR e a lâmpada acenda. É claro que a energia que vai para a lâmpada não é a energia gerada pelo motor, mas para efeitos demonstrativos os efeitos são equivalentes, se não entrarmos em detalhes sobre o princípio de funcionamento da parte eletrônica.

8 Ilusão de que a energia da lâmpada está vindo do motor.



9 Circuito do sistema simulador usando um SCR.



O Gerador com SCR

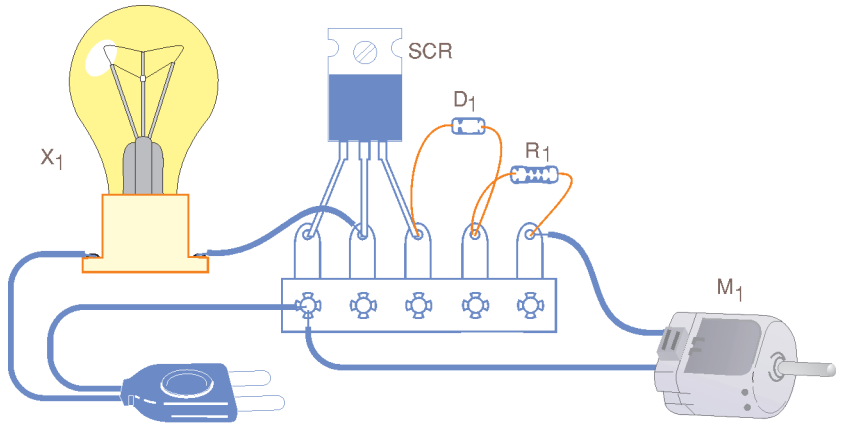
Na **figura 9** temos o circuito do sistema simulador usando um SCR e acionando uma lâmpada (ou mais) incandescentes comuns.

Na **figura 10** temos a montagem do circuito tendo por base uma ponte de terminais isolados.

Para lâmpadas até 40 W o SCR não precisa de radiador de calor. O SCR deve ser sufixo B se a rede for de 110 V e sufixo D se a rede for de 220 V. Ao experimentar o circuito, verifique o sentido de rotação do motor que provoca o acionamento do SCR. Se ao girar o motor nada acontecer, inverta os fios de ligação do motor.

Na instalação é conveniente que o circuito eletrônico com o SCR fique oculto, para que a explicação sobre a conversão de energia possa ser dada sem que tenhamos de explicar que se trata de uma simulação.

10 Montagem em ponte de terminais.



O Gerador Transistorizado

Uma possibilidade mais simples de se ter o acionamento de LEDs, lâmpadas ou mesmo um rádio é a que faz uso de um circuito transistorizado, conforme mostra a **figura 11**.

Neste caso, a tensão gerada pelo motor, que funciona como dínamo, serve para polarizar o transistor de potência saturando-o. Ao conduzir, o transistor faz com que a carga seja alimentada. No projeto mostrado na figura 11 usamos uma lâmpada de 6 V, mas outros tipos de cargas com correntes até 100 mA podem ser alimentadas, se pilhas comuns forem utilizadas.

Veja que neste circuito também temos uma simulação do gerador, e que, se possível o circuito eletrônico deve ficar oculto, conforme ilustra a **figura 12**. A montagem do circuito transistorizado é mostrada na **figura 13** tendo por base uma pequena ponte de terminais.

Na montagem, tenha cuidado em observar a posição correta do transistor e a polaridade do suporte de pilhas. Os fios de conexão à lâmpada podem ser soldados diretamente na sua rosca, como fizemos, mas é preciso ter habilidade nesta operação. Se a solda se negar a "pegar", raspe o local com um estilete.

Transistores equivalentes ao TIP31 como o BD135 e o BD137, podem ser usados. Apenas lembramos que esses componentes têm pinagens diferentes dos TIP31.

Para testar o gerador, verifique qual é o sentido de rotação do motor que provoca o acendimento da lâmpada. Depois, é só acoplar a hélice ou roda d'água para fazer sua usina experimental para demonstrações.

Nota:

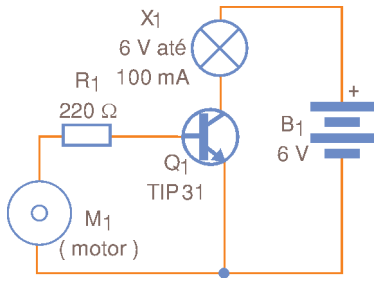
Como este circuito é alimentado pela rede de energia tenha o máximo cuidado em não deixar nenhuma ligação exposta para evitar o perigo de choques.

O que explicar

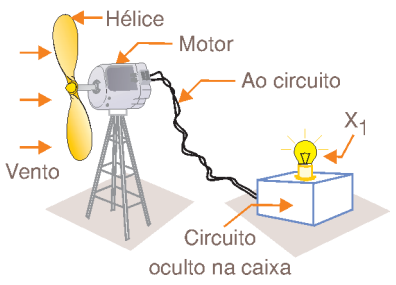
O conceito de que a energia não pode ser criada e nem destruída é fundamental no estudo de ciências. A transformação dos diversos tipos de energia disponíveis na natureza em energia aproveitáveis pelo homem também é assunto de grande importância no ensino de nível fundamental e médio.

Assim, levar aos alunos ideias de como podemos aproveitar formas de energia disponíveis na natureza e não poluentes, resulta tanto em assunto cuja discussão ampla é de grande valia para a sua formação como tam-

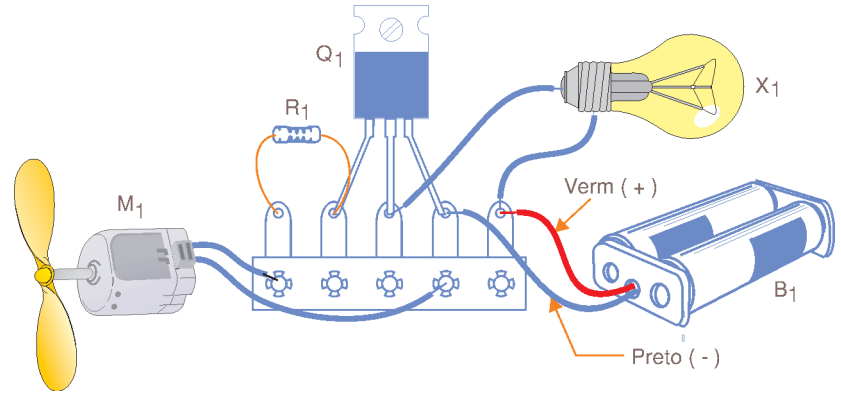
11 Circuito transistorizado.



12 Sugestão para ocultar o circuito.



13 Montagem em ponte de terminais.



bém pode levar a experimentos que fixam os conceitos envolvidos de forma bastante eficiente.

Os experimentos que descrevemos envolvendo energia alternativa como o vento (eólica), as marés e a própria força das águas (que já é aproveitada) mostram, então, toda a sua utilidade, atendendo assim muitas das recomendações dos PCNs.

Cabe aos professores elaborar o modo como os experimentos descritos podem ser incluídos como assunto transversal de suas disciplinas, enriquecendo-as com o uso de uma tecnologia moderna e acessível.

Lista de materiais 1:

SCR – TIC106B (D) – Diodo controlado de silício
D_1 – 1N4002 ou equivalente – diodo se silício
R_1 – 1 k ohms x 1/8 W – resistor – marrom, preto, vermelho
M_1 – Motor de corrente contínua
X_1 – Lâmpada incandescente de 5 a 40 W

Diversos:
Ponte de terminais, soquete para a lâmpada, cabo de força, sistema mecânico para acionar o motor (roda d'água, hélice, etc).

Lista de materiais 2:

Q_1 – TIP31 – transistor NPN de potência
X_1 – Lâmpada de 6 V x 20 a 100 mA (no protótipo foi usada uma lâmpada de 50 mA)
R_1 – 220 ohms x 1/8 W – resistor – vermelho, vermelho, marrom
M_1 – Qualquer motor de corrente contínua
B_1 – 6 V – 4 pilhas pequenas

Diversos:
Ponte de terminais, suporte de pilhas, sistema mecânico para acionar o motor, fios, solda, etc.



Fonte de Alta Tensão
Sem Transformador

Algumas experiências interessantes podem ser feitas com tensões contínuas na faixa de 150 a 300 volts. A fonte descrita neste artigo usa poucos componentes de baixo custo e pode ser empregada em alguns projetos experimentais que exijam tensões nesta faixa e correntes de até uns 20 mA

Newton C. Braga

Lâmpadas néon, lâmpadas fluorescentes, circuitos valvulados, dispositivos eletrostáticos e muitos outros exigem tensões contínuas de pelo menos 80 volts para funcionar.

O circuito proposto neste artigo fornece uma tensão contínua da ordem de 150 volts (valor de pico) a partir da rede de 110V (127V), ou o dobro - 300 V - a partir da rede de 220 V.

A corrente, cuja intensidade chega a algumas dezenas de miliampères, é determinada pela potência da lâmpada que também funciona como um protetor e limitador.

O circuito utiliza apenas três componentes e como opera diretamente ligado na rede de energia, deve ser fechado em caixa isolada e manejado com o máximo cuidado.

Como todas suas partes são "vivas" (em contato direto com a rede de energia), qualquer contato acidental pode ser perigoso pelos choques que causa.

Características

- **Tensão de entrada:** 110 V ou 220 VCA
- **Tensão de saída:** 150 V ou 300 VDC (pico)
- **Corrente máxima de saída:** 20 mA (aprox.)

Como Funciona

A lâmpada em série com um retificador e um capacitor de filtro funciona como um limitador de corrente em caso de curto-circuito na saída.

O retificador é um diodo de silício único, obtendo-se pois uma retificação de meia onda da tensão da rede de energia local.

Assim, o capacitor C_1 carrega-se com a tensão de pico da rede de energia, o que significa algo em torno de 150 V para a rede de 110 V ou algo em torno de 300 V na rede de 220 V.

Entre os polos do capacitor é ligada a carga externa que será submetida a esta tensão.

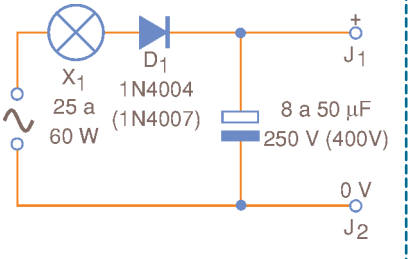
Montagem

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

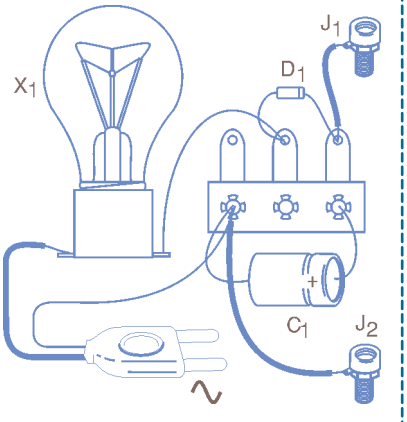
Uma pequena ponte de terminais isolada serve para sustentar o diodo e o capacitor, conforme mostrado na **figura 2**.

O diodo pode ser o 1N4004 ou 1N4007 se a rede de energia for de 110 V. Se a rede de energia for de

1 Diagrama elétrico da fonte.



2 Montagem da fonte em ponte de terminais.



220 V, deverá ser usado o 1N4007 ou qualquer diodo com mais de 400 V de tensão inversa de pico.

O capacitor de filtro deve ser um eletrolítico com uma tensão de isolamento de pelo menos 200 V se a rede de energia for de 110 V, e de pelo menos 350 V se a rede for de 220 V.

As tensões indicadas no diagrama são as ideais.

Capacitores de 8 µF a 50 µF , que são facilmente encontrados em televisores valvulados fora de uso, com as tensões indicadas podem ser usados neste projeto.

A potência da lâmpada depende da corrente de saída. Com maior potência da lâmpada podemos ter maiores correntes de saída sem que a tensão caia muito. No entanto, não devemos ultrapassar os 100 W para que o diodo não seja forçado.

Prova e Uso

Para provar, basta ligar a unidade à rede de alimentação e com um multímetro na escala de tensões contínuas apropriada, medir a tensão na saída sem carga.

Cuidado ao realizar esta operação para não tocar em qualquer ponto sem isolamento, pois o circuito está diretamente conectado na rede de energia, podendo causar choques perigosos.

Para usar, devemos ligar o aparelho alimentado nos jaques J_1 e J_2 observando a polaridade.

Se a carga exigir uma corrente maior do que aquela que o aparelho pode fornecer, haverá uma queda acentuada na tensão de saída.

Experimento

Carregando um pequeno capacitor de poliéster de 220 nF a 680 nF x 400 V ou mais entre os terminais da fonte, conforme indica a **figura 3** você pode demonstrar como funciona esse dispositivo de uma forma simples e divertida.

Encostando seus terminais numa lâmpada néon, ela deve piscar indicando a descarga e que o dispositivo realmente armazenou eletricidade.

E, se você quiser, segure os terminais do capacitor para que ele se descarregue através de seu corpo. Um leve choque será sentido.

Para recarregar, ligue o capacitor novamente na fonte.

Atenção: Não use capacitores maiores, pois o choque pode ser muito forte e perigoso.

Uma outra experiência é dada na **figura 4**, consistindo num piosca-pisca com uma lâmpada néon.

Mais de 20 desses circuitos podem ser alimentados em paralelo pela fonte, pois seu consumo é extremamente baixo.

Lista de materiais:

Semicondutores:

D_1 - 1N4004 ou 1N4007 (110V) ; 1N4007 (220V) - diodo de silício - ver texto

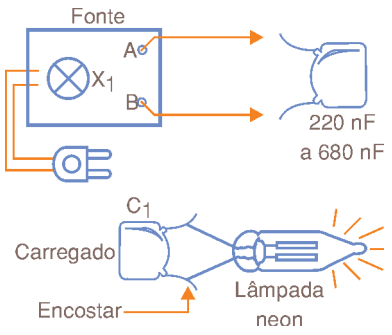
Diversos:

C_1 - 8 a 50 µF - capacitor eletrolítico - ver texto para as tensões

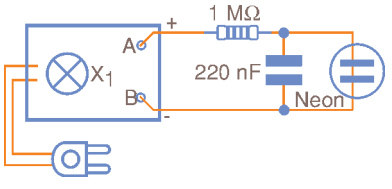
X_1 - 25 a 75 watts - lâmpada comum conforme a rede local

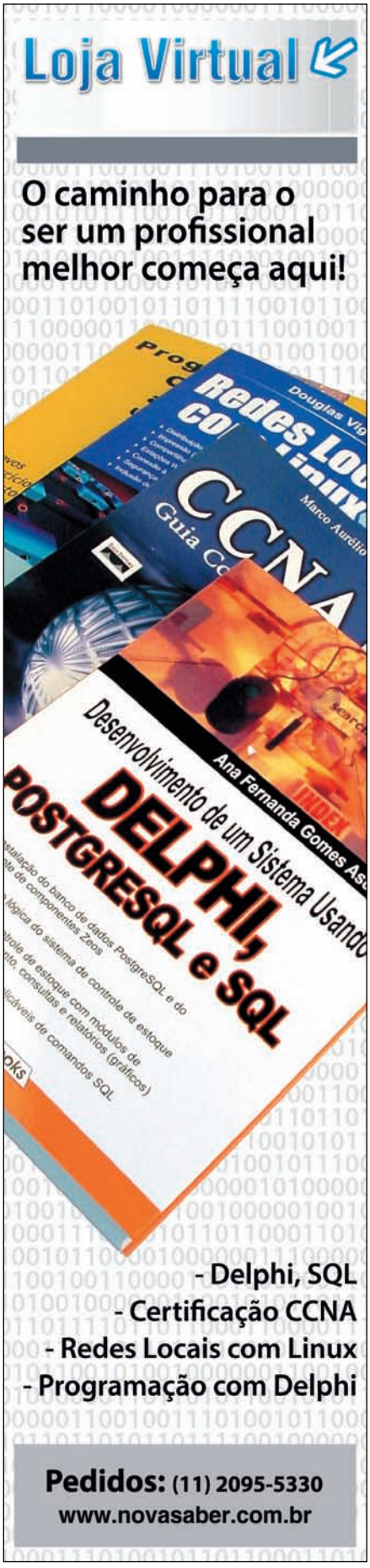
Cabo de alimentação, ponte de terminais, jaques de saída (vermelho e preto), caixa para montagem, soquete para a lâmpada, fios, solda, etc.

3 Carga do capacitor com a fonte.



4 Esquema de pisca-pisca com lâmpada néon.





Teste de Firmeza (nervo-teste)

Este interessante jogo eletrônico pode ser montado com poucos componentes, em pouco tempo e com gasto reduzido. Muitos dos componentes usados podem ser aproveitados de sua sucata, e o resultado final será divertido: você apostará com os jogadores que eles não conseguem passar a argola pelo arame tortuoso sem deixar um encostar no outro, pois isso fará o alarme tocar. Ele poderá ser utilizado em gincanas, feiras, quermesses e mesmo em festas para testar a habilidade dos seus amigos e conhecidos.

Newton C. Braga

O circuito apresentado é muito sensível, pois basta tocar por uma fração de segundo com a argola no arame tortuoso para que o oscilador entre em funcionamento por um tempo maior, emitindo um som contínuo no alto-falante.

A alimentação é feita por duas ou quatro pilhas pequenas comuns e existe um pormenor importante: só há gasto de energia quando ele "apita", o que significa não ser necessário usar um interruptor ou outro recurso para ligá-lo ou desligá-lo.

Na **figura 1** damos uma sugestão de montagem numa caixinha plástica que facilitará bastante seu transporte e uso.

Considerando que os componentes usados não são críticos, há muitas possibilidades de alterações de valores e, consequentemente, de aproveitamento de material de sucata.

Como Funciona

A base do circuito é um oscilador de áudio com dois transistores complementares.

Os transistores Q_1 e Q_2 formam um amplificador de alto ganho que tem parte do sinal de saída retirado do coletor de Q_2, reaplicado à base de Q_1 via resistor (R_2) e capacitor (C_2). Isso faz com que o sinal entre em um processo de "rotação" rápida, produzindo assim a oscilação.

A velocidade dessa "rotação", que é dada pela polarização do primeiro transistor e pelo valor do capacitor, determina então a frequência do som produzido.

Isso significa que C_2 influi no tipo de som que o aparelho vai produzir, se um som grave (para velocidades maiores), ou se um som agudo (para valores menores).

O leitor pode utilizar nesta função capacitores de qualquer tipo com valores entre 22 nF e 470 nF, sem problemas.

Para obter o efeito do disparo controlamos a polarização de base do primeiro transistor (Q_1). Para isso, a mantemos normalmente em condição desligada, ou seja, sem tensão.

Quando a argola encosta no arame tortuoso, a corrente conduzida serve para carregar o capacitor eletrolítico C_1. Esta carga mantém por alguns segundos o oscilador disparado, pois polariza a base do transistor.

O ajuste do tipo de som é feito na descarga deste capacitor através do *trimpot* P_1. O som produzido é então agradável, pois corresponde a uma espécie de "tiro" ou som de frequência decrescente, semelhante a uma sirene.

O tempo do disparo pode ser alterado não só pelo ajuste de P_1, como também pela alteração de valor de C_1. O leitor pode experimentar capa-

citores eletrolíticos (ou de outro tipo) de 1 µF até 100 µF.

O som será mais intenso se for usada alimentação de 6 V em lugar de duas pilhas, mas com 3 V (duas pilhas) o aparelho caberá numa caixa menor.

Montagem

Na **figura 2** observamos o diagrama completo deste jogo.

Na **figura 3** temos a disposição dos componentes numa ponte de terminais isolados que deve ser fixada no interior da caixinha.

A caixa plástica ou de madeira para a montagem deve ser escolhida em função do tamanho desta ponte de terminais e também do alto-falante e do suporte das pilhas.

Os resistores podem ser de 1/8 W ou maiores com qualquer tolerância, e mesmo valores próximos dos indicados podem ser experimentados.

O capacitor C_1 é um eletrolítico com tensão de trabalho a partir de 6 V e C_2 pode ser cerâmico ou de poliéster.

O alto-falante pode ser aproveitado de algum radinho transistorizado fora de uso. Tipos de 2,5 a 10 cm com 8 ohms podem ser empregados.

O trimpot pode ter valores entre 22 kohms e 220 kohms. O arame tortuoso e a argola são feitos com fio de cobre grosso (14 ou 16) sem capa. Não há necessidade de isolar o cabo, pois o aparelho não causa qualquer tipo de choque.

Faça um arame bem tortuoso com curvas complicadas, se quiser tornar mais difícil a tarefa de vencer o desafio de passar a argola.

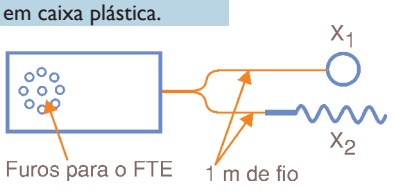
Prova e Uso

Encoste a argola no arame, tendo as pilhas já em seu suporte. Deverá então haver emissão de um apito que será ajustado conforme seu gosto no *trimpot* P_1.

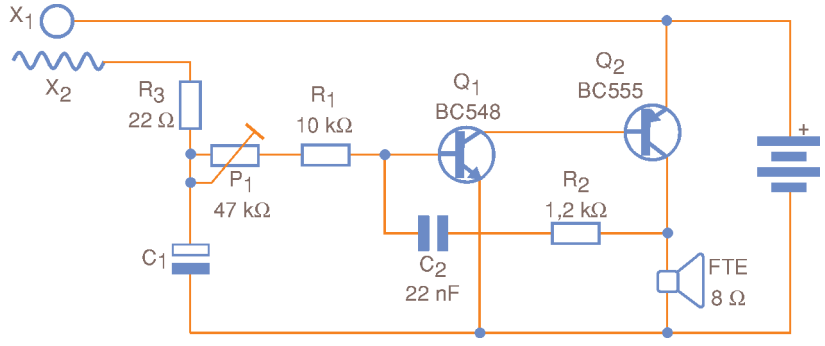
Depois de comprovado o funcionamento, é só jogar: cada jogador deverá tentar passar a argola até o fim do arame tortuoso sem encostar um no outro, pois, se isso ocorrer, o oscilador emitirá um forte apito.

Pode-se combinar que o ganhador da partida será aquele que conseguir passar a argola até o final do arame com o menor número de emissões de som.

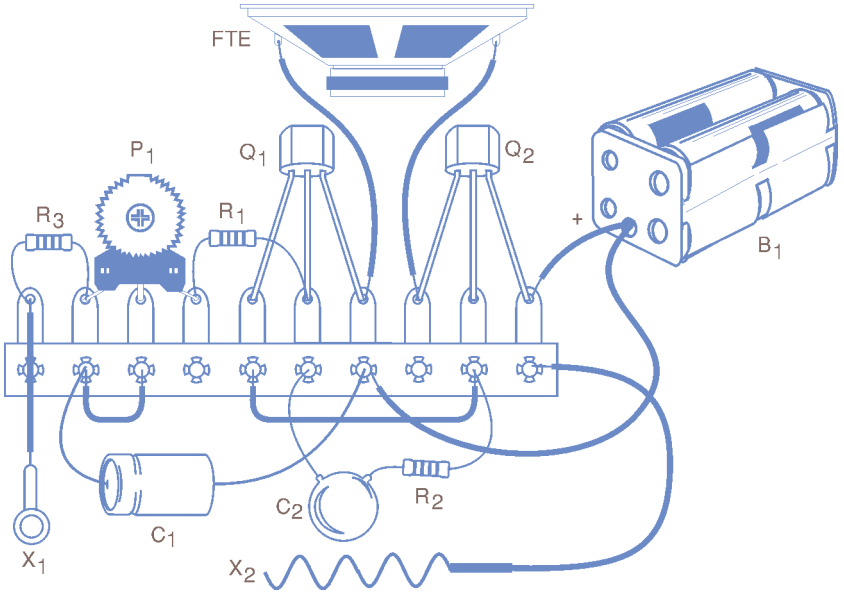
1 Sugestão de montagem em caixa plástica.



2 Diagrama elétrico do circuito do nervo-teste.



3 Montagem em ponte de terminais isolados.



Lista de materiais:

Semicondutores:
Q_1 - BC548 ou equivalente - transistor NPN de uso geral
Q_2 - BC558 ou equivalente - transistor PNP de uso geral

Resistores: (1/8 W, 5%)
R_1 - 10 k Ω - marrom, preto, laranja
R_2 - 1,2 k Ω - marrom, vermelho, vermelho
R_3 - 22 Ω - vermelho, vermelho, preto
P_1 – 47 k a 220k Ω - trimpot

Capacitores:
C_1 - 4,7 µF a 100 µF/6V ou mais - eletrolítico
C_2 - 22 nF a 470 nF - cerâmico, poliéster ou *styroflex*

Diversos:
FTE - 8 Ω x 5 cm - alto-falante
B_1 - 3 ou 6 V - duas ou quatro pilhas pequenas
X_1 - argola de fio grosso de cobre
X_2 - arame tortuoso de fio grosso de cobre

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

Experiência de ciências com o Multímetro

Multímetros analógicos de custo muito baixo, da ordem de R$ 10,00 ou menos, podem ser encontrados até em supermercados. Estes pequenos instrumentos, apesar de sua aparência de fragilidade e limitação, podem ser usados numa infinidade de experiências interessantes envolvendo ciências. Professores e alunos podem se valer deste instrumento tanto para enriquecer suas aulas de ciências quanto para realizar diversos trabalhos escolares



Newton C. Braga

Os multímetros básicos de baixo custo utilizam um galvanômetro de fundo de escala de 1 mA, o que lhes dá uma sensibilidade de 1000 ohms por volt. Essa sensibilidade não é das maiores, uma vez que os instrumentos exigidos para trabalhos mais sérios, como os dos técnicos profissionais, têm sensibilidades na faixa de 5000 a 100.000 ohms por volt e até mais. No entanto, eles podem ser usados em uma grande quantidade de provas tanto experimentais quanto de utilidade.

Ao lado do uso normal no trabalho, manutenção ou mesmo comprovação de circuitos e componentes, o que exploramos aqui é a aplicação didática e científica deste instrumento.

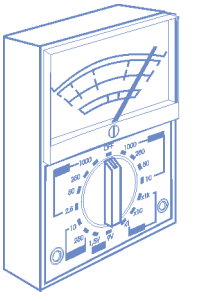
Este artigo, conforme indicamos na introdução, pode servir de base para estudantes e professores do segundo grau na realização de alguns trabalhos interessantes.

O Multímetro

Todas as experiências descritas podem ser realizads com um multímetro de 1000 ohms por volt do tipo simples, ou maior, e que tenha pelo menos 1 escala de resistências, 2 escalas de tensões contínuas, 1 escala de tensões alternada e uma escala de corrente, conforme mostra a **figura 1**.

Será interessante adquirir duas garras-jacaré que se encaixem nas pontas de prova, o que facilita a utilização do instrumento em muitas experiências descritas.

1 Um multímetro analógico comum.



Multímetro comum

Experiência A:

Pilha Experimental

Uma pilha experimental com moedas, pedaços de metal e outros objetos pode ser montado e a eletricidade produzida medida com o multímetro.

Pode-se associar pilhas em série e mostrar como a tensão se soma, e até mesmo pesquisar novas formas de geração de energia alternativa.

O que faremos será basicamente usar o multímetro para medir a tensão entre os terminais da pilha experimental. Esta tensão, na faixa de 0,5 a 1,2 volts tipicamente, pode ser comprovada pelo multímetro comum.

Material

- 1 multímetro
- Material para pilhas experimentais (ver texto)
- 2 garra-jacaré

Procedimento

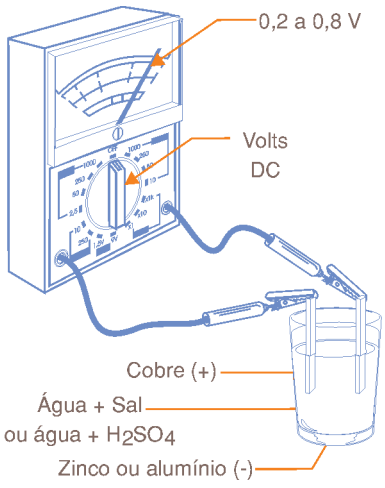
- **Pilha 1:** Uma capinha de cobre e uma chapinha de zinco dentro de um copo com água e sal, ou ainda água e solução fraca de ácido sulfúrico formam uma pilha, conforme exibe a **figura A1**. Ligando o multímetro na sua saída, na escala mais baixa de tensões, é possível medir valores entre o,5 e 1,2 volts tipicamente.
- **Pilha 2:** Duas moedas, de metais diferentes, e tendo entre elas um pedaço de tecido ou papel poroso (papel toalha) embebido em água e sal forma uma pilha, conforme mostra a **figura A2**. A tensão pode ficar entre 0,3 e 1,0 volt para este tipo de pilha, dependendo dos metais das moedas. Faça experiências com diversas combinações de moedas.

Obsevação: Com o tempo, a solução "perde a força" devendo ser trocada. É o desgaste natural das pilhas. Quando não usar mais as pilhas, jogue fora a solução e lave muito bem as placas de metal ou moedas para que não sofram corrosão.

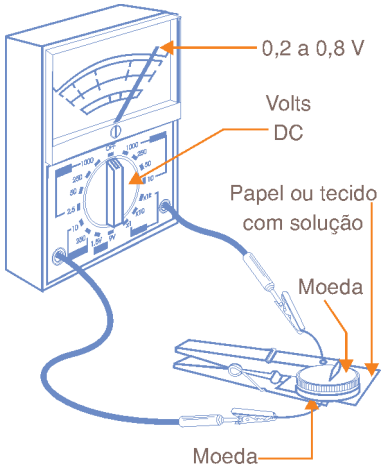
Sugestões

- Explique o funcionamento das pilhas e de suas associações.
- Experimente na pilha diversas combinações de metais, explicando também o porque que certas combinações resultam em tensões maiores.

A1 Uma pilha experimental.



A2 Uma pilha de moedas.



Experiência B:

Gerador experimental

Usando um motorzinho de brinquedo à pilha mostraremos que este dispositivo pode funcionar como um dínamo, gerando correntes elétricas.

Girando com os dedos o eixo de um motor, fazemos com que ele gere energia elétrica que se manifesta na forma de uma tensão entre seus terminais.

O multímetro pode ser usado para medir esta tensão.

Material

- 1 multímetro
- 2 garras-jacaré
- 1 motorzinho de brinquedo de pilhas

Procedimento

Ligue o multímetro e o motor conforme é indicado na **figura B1**.

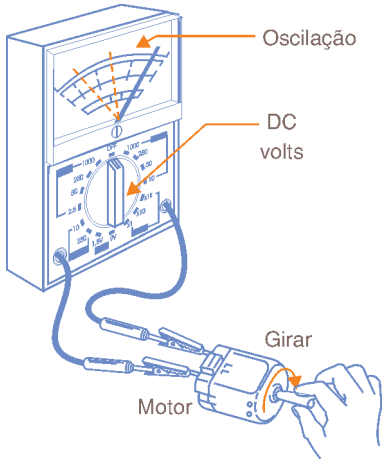
O multímetro deve ser colocado na escala de tensões contínuas apropriadas.

Girando rapidamente com os dedos o eixo do motor, a agulha do multímetro oscila indicando a tensão que está sendo gerada. Se a agulha tender a se movimentar para o lado errado, inverta ou as ligações do motor ou ainda o sentido de rotação do motor.

Sugestões

- Explique o princípio de funcionamento dos dínamos e alternadores.

B1 Um motor-gerador.



Experiência C:

Condutores e Isolantes

Usando um multímetro na escala de resistências, ele funciona como um provador de continuidade. Com ele, podemos verificar quais são os materiais condutores de corrente elétrica e quais são os materiais isolantes.

Espalhando numa mesa materiais como peças de metal, plástico, madeira, por exemplo, pedimos ao aluno que identifique e separe quais são os condutores e isolantes, usando para isso o multímetro.

Material:

- 1 multímetro comum
- Tampinhas de metal, moedas, lápis preto, clipes para papel, régua, pedaço de fio, tesoura, etc.

Procedimento

Coloque o multímetro na escala de resistências, conforme ilustra a **figura C1**.

Veja que alguns multímetros possuem a seleção de escala por meio de chave, enquanto que em outros a seleção é feita encaixando-se as pontas de prova em furos apropriados.

Encoste uma ponta de prova na outra e zere o instrumento atuando sobre o botão *zero-adj* de modo que a agulha vá até o final da escala:

Encostando as pontas de prova nos objetos a serem analisados, teremos duas possibilidades:

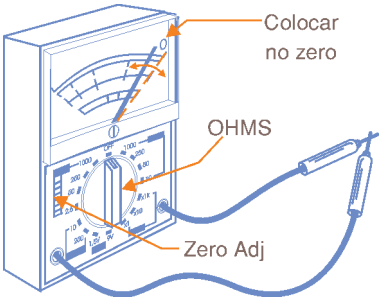
- A agulha do instrumento não se move ou move-se muito pouco indicando que o material é isolante, ou um mau condutor de corrente elétrica.
- A agulha move-se tanto mais quanto melhor condutor for o material analisado. Pode-se ler na escala a resistência apresentada pelo material.

Observer que no caso do lápis: encostando-se nas extremidades, mostramos que a grafite é condutora de corrente conforme indica a **figura C2**.

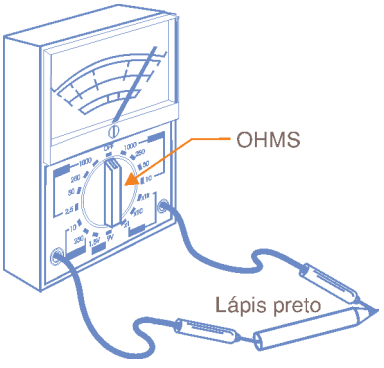
Sugestões

- Deve se explicar o motivo pelo qual os materiais analisados são condutores ou isolante.
- Dentre os materiais condutores procure verificar quais são os melhores e os piores com base na indicação da resistência.

C1 Ajuste para medir resistências.



C2 O grafite é bom condutor.



Experiência D:

Condutividade de soluções

Esta é uma experiência bastante interessante em que demonstramos que a água pura é isolante, e que quando dissolvemos sis, ácidos ou bases ela se torna condutora de corrente elétrica.

Esta experiência pode ser utilizada em aulas de eletricidade (física), química e até mesmo biologia.

Material

- 1 multímetros
- 2 garras-jacaré
- 2 pedaços de fio descascado de 10 cm, aproximadamente
- 1 copo com água destilada ou mesmo água comum (*)
- 1 colher de sal de comum de cozinha

Procedimento

Pegue o copo com água e explique que a água pura é um mau condutor de corrente elétrica. Se você usar água da torneira, diga que ela contém uma pequena quantidade de substância dissolvidas (sais de cloro, impurezas, etc.), mas que a torna um leve condutor de corrente.

Coloque o multímetro na escala de resistências e prenda dus pontas de prova nos pedaços de fio, veja a **figura E1**.

Colocando-se os pedaços de fio em contato com a água conforme indica a mesma figura, observamos que, no caso da água destilada, praticamente a agulha do instrumento não se move mostrando que ela é isolante, e no caso da água da torneira, ela se move muito pouco, apresentando uma leve condução. No entanto, quando jogamos a coler de sal da água, a agulha quase que de imediato se move indicando a alteração da resistência que diminui de valor. Isso revela que a água se torna condutora de corrente elétrica.

Para repetir a experiência é preciso lavar os fios e o copo e colocar novamente água pura no copo.

Sugestões

- Repita a experiência usando outras substâncias em lugar do sal, tais como ácido sulfúrico bem diluído, soda caústica e solventes orgânicos. Mostre porque os solventes (ácool, benzina, acetona, etc.) não provocam alteração da condutividade da água.

Experiência E:

O LDR

O LDR (*Light Dependent Resistor*) ou Foto-Resistor é um componente muito interessante, trata-se de um resistor que muda sua resistência coim a luz. Na eletrônica, ele é usado como uma espécie de "olho eletrônico", ligando ou desligando circuitos em sua função. As luzes das ruas são acesas ao anoitecer porque existe um componente desse tipo que controla seu circuito de acendimento. Nos alarmes, este tipo de componente detecta quando uma pessoa passa.

LDRs comuns podem ser encontrados em televisores velhos que tenham controles automáticos de luminosidade (ficam no painel), ou serem adquiridos a custo bastante baixo nas casas especializadas em eletrônica.

O que vamos fazer é mostrar com o multímetro como a resistência do LDR varia com a intensidade de luz que ele recebe.

Material

- 1 multímetro
- 2 garras-jaceré
- 1 LDR de qualquer tipo

Procedimento

Na **figura D1** podemos observar como a experiência é feita. O multímetro é colocado na escala de resistências e depois de zerado, é ligado ao LDR.

Nota-se que, com a própria luz ambiente a resistência indicada já é relativamente baixa, de ordem de uns 1000 a 3000 ohms (depende da claridade). Passando a mão diante do LDR de modo a fazer sombra, verificamos que a resistência aumenta e muito (a agulha do multímetro se movimenta).

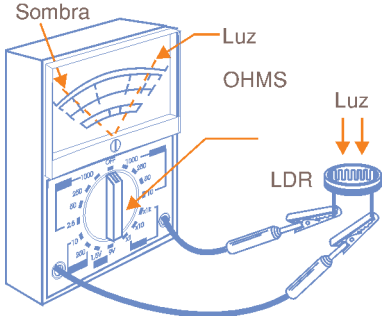
Usando uma lanterna ou uma vela acesa, podemos observar como a resistência do LDR varia com a luz.

É possível colocar diversos objetos diante do LDR e pela indicação de resistência, avaliar o seu grau de transparência.

Sugestões

- Explicar como o LDR funciona
- Montar um medidor de transparência com base num LDR e uma fonte de luz conhecida (uma lâmpada, por exemplo).

E1 Experiência com um LDR.

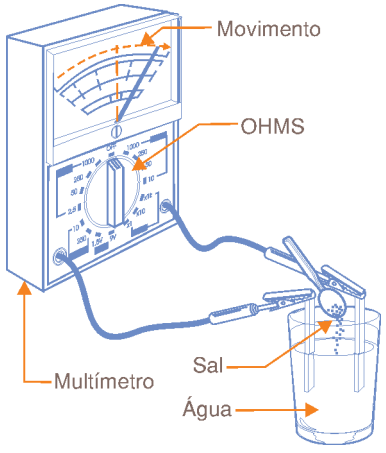


Conclusão

O que vimos neste artigo foram apenas algumas das dezenas de experiências interessantes e simples que podem ser feitas com o multímetro. O próprio leitor com sua imaginação poderá criar outras experiências.

- Explique o fenômeno que acontece quando os sais, ácidos ou bases são dissolvidos.

D1 A água torna-se uma condutora ao se dissolver sal nela.





Thomas Alva Edison

Paulo Gomes

"Um gênio se faz com um por cento de inspiração e noventa e nove de esforço". Com esta frase, Edison não apenas demonstrou sua comprovada modéstia como enfatizou a importância do trabalho dedicado para o desenvolvimento de grandes ideias. E foi um exemplo vivo disso: trabalhou arduamente por 73 dos seus 84 anos e registrou o significativo número de 1033 patentes.

Edison nasceu no dia 11 de março de 1847, em Milan, nos Estados Unidos numa família humilde. Quando tinha sete anos, sua família mudou para outra cidade, ao norte, Port Huron, onde começou a receber sua educação escolar. Entretanto, devido à sua intensa curiosidade a respeito de tudo, não se deu bem com o professor com o qual permaneceu apenas por três meses. A partir daí passou a ser instruído pela própria mãe, que era também professora, em sua própria casa.

Aos doze anos foi trabalhar como vendedor de jornais e doces em um trem. Seu chefe permitiu que Edison utilizasse o vagão postal do trem, em suas horas vagas, como laboratório. Em 1861, Edison aproveitou a ocasião da Guerra Civil nos Estados Unidos e criou um jornal: o "Weekly Herald" (Arauto Semanal), no qual era gerente, redator, repórter, tipógrafo e distribuidor. Seus contatos com os telegrafistas das estações por onde o trem passava lhe garantiam informações "fresquinhas".

Nesse período, ocorreu um acidente que causaria sua surdez parcial. Ao realizar suas experiências em seu laboratório improvisado, ateou fogo no vagão em que se encontrava. Além de ser despejado, levou um tapa no ouvido.

Em 1862 aprendeu telegrafia com um chefe da estação e construiu dois aparelhos telegráficos. Por conta disso, conseguiu um emprego de telegrafista numa estação no período noturno, onde ficou até ser despedido, ao descobrirem que, nos momentos de menor movimento, Edison aproveitava para dormir (pois durante o dia, estudava e trabalhava em suas outras experiências). Fez isso graças a um aparelho, por ele inventado, que transmitia automaticamente um sinal que significava "tudo em ordem".

Após passar por muitas dificuldades, conseguiu um emprego na Bolsa de Valores e aos 21 anos, registrava sua primeira patente: uma máquina para votar pela qual ninguém se interessou.

No Natal de 1871 casou-se com Mary Stilwell, que trabalhava com perfuração de fitas telegráficas. Mary morreu doze anos mais tarde devido a febre tifóide. Casou-se mais uma vez, com Nina Miller, e teve três filhos em cada casamento.

Em 1876, conseguiu uma grande soma em dinheiro, devido à venda de um "indicador automático de cotações da bolsa de valores", com a qual conseguiu montar um grande centro de pesquisas em Menlo Park, com oficinas, laboratórios, técnicos e assistentes. Foi nessa época que patenteou uma máquina de escrever, um precursor do mimeógrafo e aperfeiçoou o microfone, contribuindo para o desenvolvimento do microfone.

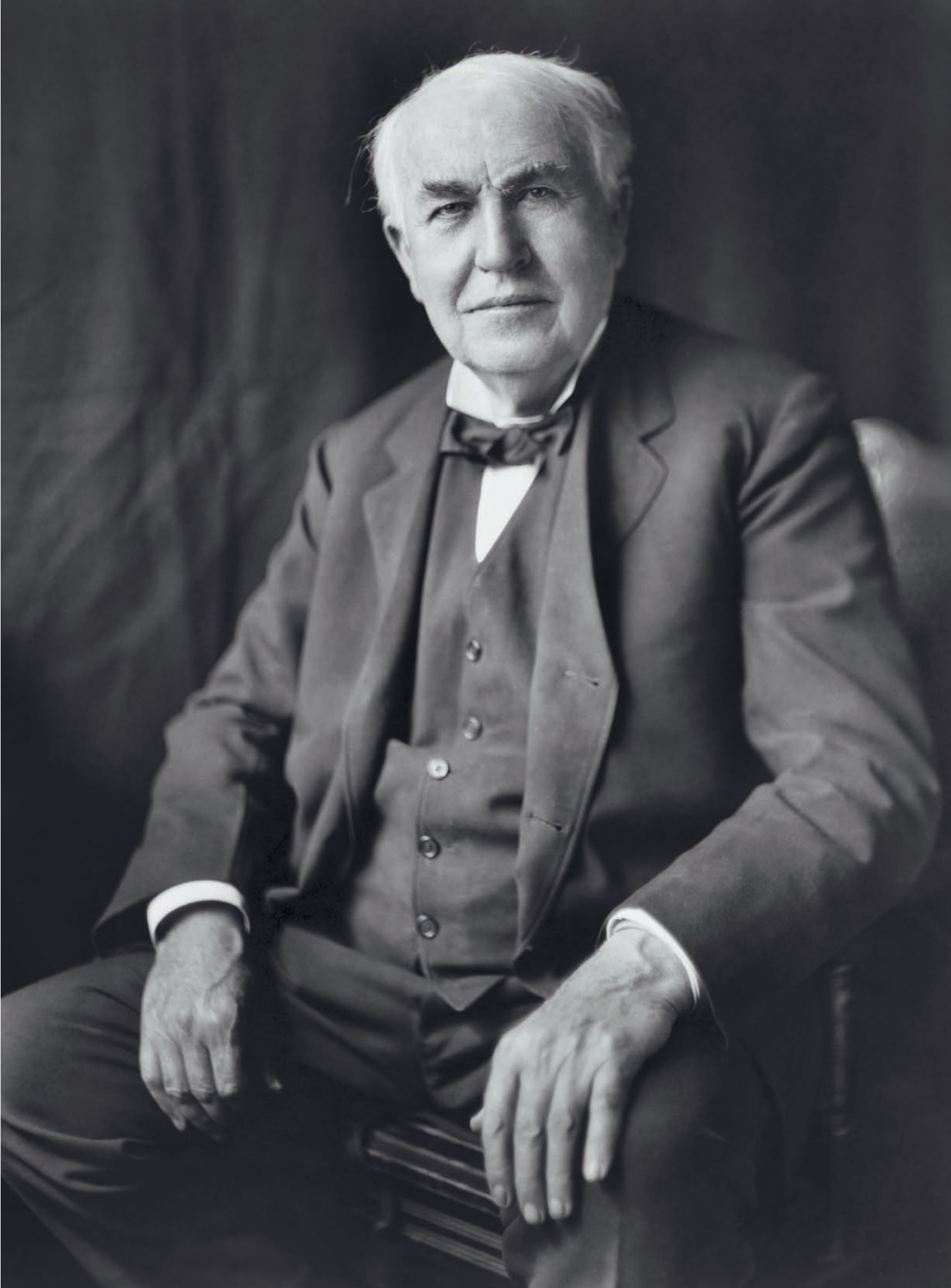
Em 1877 inventou um fonógrafo, aparelho capaz de gravar informações sonoras em um cilindro recoberto de cera que girava em torno de seu próprio eixo. Uma espécie de estilete fazia sulcos neste cilindro correspondestes às vibrações sonoras, o que permitia reproduzir estes sons posteriormente. Anos mais tarde patenteou uma versão mais aperfeiçoada que utilizava discos.

De todas as invenções de Edison, a que ficou mais famosa, sem dúvida alguma, foi a lâmpada elétrica. Foram necessárias mais de 1200 experiências até chegar num protótipo onde a corrente elétrica passava por um filamento muito fino de algodão carbonizado dentro de um bulbo de vidro sem ar e que ficou aceso por 40 horas seguidas. Nesta lâmpada, assim como nas que são feitas atualmente, a energia elétrica é transformada em energia térmica e esta, por sua vez, é transformada em energia luminosa. Nos anos seguintes, Edison aperfeiçoou ainda mais esta invenção utilizando, entre outros materiais, um filamento de bambu do Brasil.

Outra invenção famosa é o "cinetoscópio", inventado em 1891, era uma máquina capaz de tirar várias fotos sucessivas que, quando reveladas e projetadas, davam a ilusão de movimento. Esta ideia foi mais tarde desenvolvida pelos irmãos Lumière, inventores do cinema.

Em 1883, patenteou a chamada "válvula de Edison". Tratava-se de uma lâmpada incandescente comum com uma placa metálica em seu interior, ao lado ou em volta do filamento, vindo a descobrir que passava uma corrente elétrica entre o filamento e a placa metálica, fenômeno que ficou conhecido como "Efeito Edison". Este invento foi o precursor das válvulas de rádio e que, por sua vez, foram precursoras dos transistores, invento para o qual Edison não deu tanta importância na época devido aos inúmeros outros trabalhos com os quais estava ocupado.

Edison morreu no dia 18 de outubro de 1931 aos 84 anos e muitas foram suas invenções (1033 patentes), o que torna impraticável enumerá-las aqui. Ao contrário dos muitos cientistas que se dedicaram à busca do puro conhecimento, Edison desejava obter aplicações imediatas de suas invenções. Este espírito certamente influenciou toda a cultura norteamericana, tornando-a a maior potência industrial do século XX.



Nikola Tesla

Paulo Gomes

"No momento em que uma pessoa constrói um aparelho para levar a cabo uma ideia crua, ela se encontra inevitavelmente envolvida com os detalhes desse aparelho. Conforme ela procede em tentar melhorar e reconstruir o aparelho, sua força de concentração diminui e ela perde de vista o grande propósito".

Tesla nasceu no dia 9 de julho de 1856, na vila de Smiljan, na Croácia, e, desde cedo, mostrou ser portador de fantásticos talentos intelectuais. Durante sua infância, sofreu muito com alucinações e premonições que, mais tarde, aprendeu a reprimir e usar a seu favor. Graças a sua capacidade de visualização, a maior parte das suas experiências era feita mentalmente, sem uso de anotações ou construções de protótipos.

Tesla iniciou seu curso superior no Instituto Politécnico de Gratz, na Áustria, onde discordava de seus professores de que a corrente contínua era a única forma de distribuir energia elétrica. Ele acreditava que um sistema utilizando a corrente alternada seria mais eficiente e capaz de transmitir energias por longas distâncias.

Por causa da falta de dinheiro, Tesla abandonou o Instituto e empregou-se como operador de telégrafo. Durante esta fase, ele concebeu uma das suas ideias mais geniais: o motor de corrente alternada, que deu origem ao moderno motor de indução polifásico, utilizado em um grande número de aplicações industriais.

Em 1882 empregou-se na Companhia Continental Edison, em Paris, e em 1884 viajou para Nova York para conhecer o presidente da companhia, Thomas Edison. Este, assim como a maioria dos cientistas da época, mostrou total desinteresse pela utilização da corrente alternada. Apesar disso, Tesla ofereceu-se para aumentar a eficiência dos dínamos de corrente contínua em 25%, em dois meses. Edison aceitou a oferta, propondo-se a pagar-lhe 50.000 dólares, caso ele conseguisse. Após um esforço sobrehumano, Tesla cumpriu sua parte do acordo. Edison, porém, não cumpriu a dele, o que fez com que Tesla se demitisse e nunca mais voltasse a trabalhar com Edison.

Após passar por momentos bem difíceis, A. K. Brown, da Western Union, ofereceu-lhe um laboratório próprio e a chance dele desenvolver a corrente alternada. Conseguiu colocar em prática suas ideias, quebrando finalmente o "paradigma" da corrente contínua.

A fabricação dos dínamos desenvolvidos por Tesla foi viabilizada por George Westinghouse e a primeira aplicação foi feita nas cataratas do Niágara, onde Tesla venceu Edison na concorrência com um sistema 50% mais barato. O sistema de Tesla foi, então, implementado e inaugurado em 1895 transmitindo energia até uma distância de 33 km sem nenhuma falha.

Mesmo com o empenho de Edison em desmoralizar Tesla na "guerra das correntes", foi através da corrente alternada que, em 1899, Tesla forneceu eletricidade à Feira Mundial de Nova Iorque.

Após o sucesso com a transmissão de energia elétrica através da corrente alternada, Tesla passou a investir seus esforços para descobrir como transmitir energia elétrica sem o uso de fios. Considerou a possibilidade de transmiti-la através do solo transformando todo o planeta em um grande condutor. Para provar suas ideias, construiu um laboratório para testes em Colorado Springs onde foi o responsável pela maior descarga elétrica da história, criando um arco voltaico com mais de trinta metros e trovões ouvidos a mais de trinta quilômetros. Esta experiência destruiu o gerador de força da cidade fazendo com que Tesla perdesse todo o apoio da companhia elétrica da região. Ele buscou em vão, outros patrocínios, de modo que não conseguiu desenvolver a transmissão de energia elétrica sem fios.

Durante suas pesquisas, teve a idéia de um mecanismo assustador cujos conceitos, empregados até hoje, não são bem compreendidos: o "raio da morte". Segundo Tesla, esse dispositivo era capaz de concentrar energias altíssimas numa área bastante pequena e através de grandes distâncias. Não existem provas de que ele chegou a construir o raio da morte, mas conta-se que a maior explosão da história, ocorrida em Tunguska, na Sibéria, pode ter sido o primeiro e único teste do raio da morte e que Tesla, assustado com tamanho poder de destruição, desmontou-o imediatamente.

Há muitas outras invenções desenvolvidas por Tesla. Em 1891 criou a "bobina de Tesla", que serviu de base para o rádio, televisão e outros meios de comunicação sem fio. Apesar de toda a evolução que houve no campo da Autotrônica, a bobina de ignição permanece praticamente sem mudanças, desde a sua invenção por ele, em 1898! Desenvolveu também barcos e submarinos controlados remotamente, inclusive via comando de voz, e implementou portas lógicas para comunicações seguras, robótica e outros sistemas de controle. Criou o radar em 1917 e no ano de sua morte, a Suprema Corte dos Estados Unidos o reconheceu como o verdadeiro inventor do rádio e não Guglielmo Marconi.

Tesla morreu em Nova York, no dia 7 de janeiro de 1943, aos 87 anos, falido e abandonado pelas indústrias que ajudou a construir. Em sua homenagem, a unidade de fluxo magnético no sistema Internacional é o tesla (T).



Charles Augustin de Coulomb

Paulo Gomes

"Duas cargas elétricas atraem-se ou repelem-se com força proporcional às cargas e inversamente proporcional ao quadrado da distância". Este é o enunciado da Lei de Coulomb, uma das mais importantes teorias da Eletricidade e que tornou seu autor muito conhecido no meio científico.

Coulomb nasceu em 14 de junho de 1736. Seu pai, Henry Coulomb, e sua mãe, Catherine Bajet, vinham de famílias muito conhecidas na região de Angoulême, capital de Angoumois, no sudoeste da França. Após receber a educação básica em sua cidade natal, a família de Coulomb mudou-se para Paris e este continuou seus estudos no Colégio Mazarin, vindo a receber o melhor ensino em Matemática, Astronomia, Química e Botânica.

Durante este período, seu pai perdeu todo o seu dinheiro devido a maus investimentos financeiros e decidiu ir para Montpellier, sendo que sua mãe permaneceu em Paris. Entretanto, devido a desentendimentos entre Coulomb e sua mãe a respeito de sua carreira, cujos interesses incluíam a Matemática e a Astronomia, Coulomb optou por partir para Montpellier com seu pai. Lá, entrou para a Sociedade de Ciências em 1757.

Desejava entrar na "École Génie" em Mézières e, para isso, precisava se preparar muito para os exames. Dessa forma, retornou a Paris em 1758 e foi preparado por Camus, examinador para os cursos de Artilharia. Em fevereiro de 1760, Coulomb entrou na "École Génie" onde viria a se formar engenheiro militar em novembro de 1761.

Passou nove anos (de 1764 a 1772) nas "Índias Ocidentais", atual América, supervisionando os trabalhos de construção do "Fort Bourbon", em Martinique (província francesa próxima da Venezuela), onde teve a oportunidade de realizar inúmeros experimentos sobre mecânica de estruturas, atrito em máquinas e elasticidade de materiais. Todavia, o extenso período na província abalou muito a sua saúde o que fez com que, em 1772, regressasse a Paris, onde passou a dedicar-se somente à experimentação científica e a escrever importantes trabalhos a respeito da mecânica aplicada.

Seu primeiro trabalho, "Sur une application des règles, de maximis et minimis à quelque problèmes de statique, relatifs à l'architecture", contribuiu muito para a utilização de cálculos precisos na área de engenharia.

Em um de seus trabalhos mais famosos, Coulomb trata do equilíbrio de torção. Neste ele mostra como a torção poder viabilizar medidas de forças muito pequenas com grande precisão e descreve um método que utiliza fibras de diversos materiais, que foi um aperfeiçoamento da balança de torção, utilizada por Cavendish para medir a atração gravitacional.

Em 1779, Coulomb foi enviado a Rochefort para colaborar com o Marquês de Montalembert na construção de uma fortaleza. Esse marquês, assim como Coulomb, possuía grande reputação entre os engenheiros militares. Durante esse período, Coulomb aproveitou para continuar seus estudos e conquistou o grande prêmio na Academia de Ciências em 1781 (já havia conquistado outro em 1777 graças a um trabalho sobre o magnetismo terrestre) devido à sua teoria do atrito nas máquinas simples. Neste trabalho, Coulomb investigou o atrito estático e dinâmico entre superfícies e desenvolveu uma série de equações estabelecendo a relação entre a força de atrito e variáveis como o força normal, tempo, velocidade, etc. Além do prêmio, Coulomb assumiu um posto permanente na Academia de Ciências não assumindo mais nenhum projeto de engenharia (área onde passou a ser apenas consultor) dedicando-se exclusivamente à Física.

Utilizando a metodologia de medir forças através da torção, Coulomb estabeleceu a relação entre força elétrica, quantidade de carga e distância, enfatizando a semelhança desta com a teoria de Isaac Newton para a gravitação, que estabelece a relação entre a força gravitacional e a quantidade de massa e distância. Além disso, estudou as cargas elétricas pontuais e a distribuição de cargas em superfícies de corpos carregados.

Em 1789 teve início a Revolução Francesa, ocasionando muitas modificações nas instituições às quais Coulomb estava ligado. A Academia de Ciências foi dissolvida, dando origem ao "Instituto da França". Coulomb também se aposentou do Exército passando a realizar suas pesquisas em uma casa ele possuía perto de Blois.

Em 1802 assumiu o posto de inspetor geral de instrução pública, cargo que ocupou até o final da sua vida. Coulomb morreu em Paris a 23 de agosto de 1806.

Em sua homenagem, a unidade de carga elétrica (quantidade de eletricidade) no Sistema Internacional (SI) é chamada de coulomb (C), a qual é definida como sendo a carga elétrica que atravessa, em um segundo, uma seção transversal de um condutor (de 1 mm2) percorrido por uma corrente de um ampère. f



ASSINE SABER

ASSINE SABER

ASSINE SABER

ASSINE SABER

Você recebe no conforto de sua casa, as revistas com o melhor conteúdo técnico do país por um preço muito especial. Ligue agora mesmo e assine.

SABER

TEL.: (11) 2095 5335