

ELETRÔNICA

PARA A JUVENTUDE

Original de **NEWTON C. BRAGA**
Coordenação de **RONALDO B. VALENTE**



Esta seção, destinada a divulgar os princípios da eletrônica e da eletricidade, foi iniciada em E-P, vol. XXIV, n.º 4, maio de 1968, interessando aos que gostam do assunto e, mais ainda, de realizar tarefas práticas.

O QUE É O MAGNETISMO?

HÁ muito tempo, antes mesmo da Era Cristã, já se tinha observado que um certo mineral era dotado da propriedade de atrair alguns metais. Esta observação, segundo se tem notícia, foi feita pela primeira vez na Ásia ou, para sermos mais exatos, na Magnésia, e por isso chamou-se aquele minério de magnetita e o fenômeno de **magnetismo**.

A magnetita é um ímã natural, já que pode ser encontrada na natureza. No entanto, é possível imantar corpos que, normalmente, não apresentam propriedades magnéticas e, assim, criar ímãs artificiais. Todos os corpos, pelo menos teoricamente, podem ser imantados, mas a grande maioria apresenta uma enorme resistência à imantação, o que não ocorre com o ferro e certas ligas ferrosas usadas na fabricação de ímãs artificiais permanentes.

Os processos de imantação de uma barra de ferro são três: por indução magnética, por atrito e por efeito de uma corrente elétrica. No primeiro caso, a barra fica imantada pela simples aproximação de um ímã, enquanto que no segundo a imantação ocorre pela fricção da barra neutra no ímã.

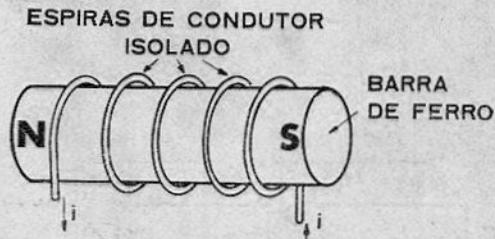
A imantação por efeito de uma corrente elétrica pode ser observada enrolando-se algumas espiras de condutor isolado sobre uma barra de ferro e fazendo-se passar uma corrente contínua pelo condutor. Neste caso,

será observado que a barra de ferro será capaz de atrair objetos ferro-magnéticos enquanto a corrente flui pelo condutor, deixando de fazê-lo quando o fluxo de corrente for interrompido. Como a propriedade magnética da barra fica vinculada à existência de uma corrente elétrica fluindo pelo condutor, esse ímã, cuja configuração básica é mostrada na Fig. 6.1, é chamado de eletroímã.

A utilização de eletroímãs é, na verdade, muito mais cômoda e fácil do que a de um ímã permanente, que só é empregado em aplicações bem específicas. E isso porque é possível construir eletroímãs muito mais poderosos que os ímãs permanentes e, ao mesmo tempo, controlar a força de atração do ímã pelo simples ajuste da intensidade da corrente que passa pelo condutor. Assim, quanto maior for a corrente, para um dado número de espiras enroladas em torno da barra, tanto mais poderoso será o eletroímã.

Um ímã não apresenta propriedade magnéticas em toda sua extensão, sendo estas propriedades restritas a duas regiões denominadas **regiões polares**. Se o ímã tem a forma de uma barra, estas regiões são as extremidades da barra, e entre elas há a chamada **região neutra**. Se você suspender um ímã pelo seu centro de gravidade, isto

FIG. 6-1



é, pelo ponto onde pode ser considerada aplicada a força que a terra exerce sobre o ímã tomado como um corpo neutro (o ponto médio de uma barra de ferro de diâmetro uniforme, por exemplo), ele tenderá a oscilar e depois a manter-se numa certa posição. A **região polar norte** será aquela que estiver apontando para o pólo norte geográfico e a **região polar sul** aquela que estiver apontando para o pólo sul geográfico.

No estudo da eletricidade estática verificamos que corpos com cargas de mesma natureza repeliam-se e que corpos com cargas de naturezas opostas atraíam-se. Esta regra também é válida no magnetismo, se fizermos a analogia entre as cargas elétricas e as regiões polares. Assim, podemos dizer que **regiões polares de mesma natureza repelem-se e regiões polares de naturezas opostas atraem-se.**

Segundo a regra exposta acima, chegamos à conclusão de que se a região polar norte de um ímã aponta para o pólo norte geográfico então este é uma região polar sul magnética. E vice-versa: o pólo sul geográfico é uma região polar norte magnética.

A propriedade dos ímãs se orientarem segundo a direção norte-sul geográfica já era conhecida pelos chineses por volta do ano 100 da Era Cristã, mas somente no século XI é que passou a ser usada na navegação, já que constitui o princípio de funcionamento de todas as bússolas.

No estudo dos ímãs ou dos corpos imantados, podemos considerar toda uma região polar concentrada em um ponto, denominado **pólo**, pois esse procedimento não altera as conclusões que possam ser tiradas dos diversos fenômenos que envolvem o magnetismo. Assim, daqui por diante diremos que todo ímã tem um pólo norte e um pólo sul, pólos esses que são inseparáveis, já que se cortarmos um ímã os pólos norte e sul não ficam isolados: na parte correspondente ao pólo norte surge um novo pólo

sul e na parte correspondente ao pólo sul surge um novo pólo norte, conforme sugere a Fig. 6-2.

Como vocês todos terão percebido, a Terra pode ser considerada um imenso ímã, que exerce em qualquer objeto colocado até uma certa distância de sua superfície uma força de atração chamada **força gravitacional**. A região onde a Terra exerce esta força é denominada **campo gravitacional**.

Da mesma forma que o nosso planeta e todos os corpos celestes, todo ímã é dotado de um campo de atração, denominado **campo magnético**. Este campo pode ser definido como a região do espaço que envolve o ímã na qual são observados os efeitos de sua presença.

No estudo da configuração do campo magnético costuma-se recorrer às chamadas **linhas de indução magnética**, que envolvem o ímã e partem do pólo norte para o pólo sul. Uma experiência clássica para a determinação do campo magnético de um ímã está ilustrada na Fig. 6-3 e consiste no seguinte: tomando-se um pequeno ímã em barra e espalhando-se limalha de ferro sobre um pedaço de vidro ou papelão, coloca-se o ímã sob a superfície, colado com ela. Notar-se-á então que os pedacinhos de ferro tenderão a se alinhar como ilustrado na figura, concentrando-se nas proximidades dos pólos. Isto ocorre porque cada pedacinho de ferro, sob ação do campo magnético do ímã, torna-se um pequenino ímã. Desta forma, o pólo norte desse minúsculo ímã tende a ser atraído pelo pólo sul do vizinho, formando-se uma fila de ímãs que se dispõem sobre a superfície ao longo das linhas de força.

Gráficamente, e é assim que precisamos nos acostumar a conhecer o campo magnético de um ímã ou eletroímã, a distribuição das linhas de indução magnética é feita como mostra a Fig. 6-4A. Vemos que as linhas partem do pólo norte para o pólo sul sem se cruzarem uma única vez, o que é

FIG. 6-2

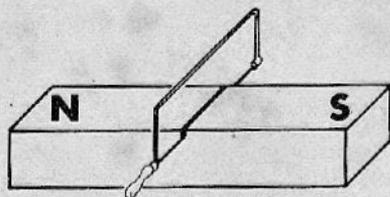


FIG. 6-3

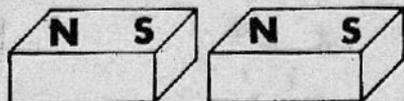
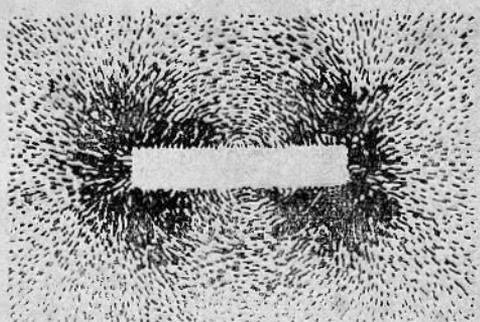


FIG. 6-4A

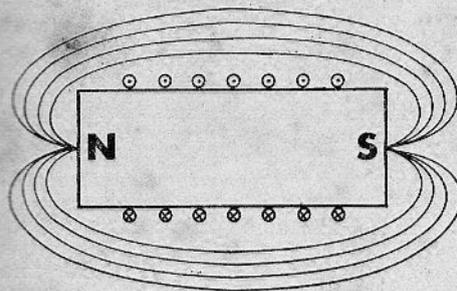
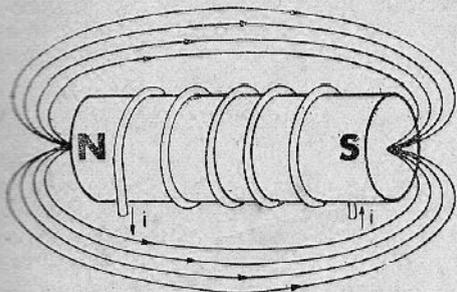


FIG. 6-4B

uma característica de todo campo magnético.

Até aqui não dissemos como determinar os pólos de um eletroímã como o representado na Fig. 6-4A. Essa determinação é simples quando se conhece a chamada "regra da mão esquerda", que consiste no seguinte: se segurarmos o eletroímã com a mão esquerda, de tal modo que os dedos apontem no sentido do percurso da corrente nos condutores, o dedo polegar estará voltado para o pólo norte. Aplicando essa regra para o eletroímã da Fig. 6-4A, vemos que a indicação dos pólos confere com a apresentada.

Uma outra representação do enrolamento sobre o núcleo está ilustrada na Fig. 6-4B. Trata-se, na verdade, de um corte da Fig. 6-4A, com a seguinte simbologia: imaginando-se a corrente representada por uma seta, nos condutores com o ponto central a corrente está saindo (ponta da seta) e nos condutores com a cruz a corrente está entrando. Assim, vemos que para a determinação dos pólos do eletroímã pela regra da mão esquerda basta que orientemos os dedos no sentido da corrente que sai dos condutores.

Bem, até aqui falamos em eletroímãs, e todos eles são dotados de um núcleo de ferro sobre o qual enrolam-se espiras de condutor isolado. Há um componente eletrônico, entretanto, que muitas vezes dispensa esse núcleo de ferro e nem por isso deixa de se comportar como um eletroímã no que diz

respeito às suas características eletromagnéticas. Estamos falando de uma bobina ou indutor.

Uma bobina consiste essencialmente em um condutor enrolado em torno de um núcleo que nem sempre é ferromagnético. Há bobinas enroladas em núcleos de papelão, polietileno, porcelana, ebonite, etc., materiais fundamentalmente não-magnéticos. Na verdade, as bobinas usadas em eletrônica praticamente nunca são enroladas sobre núcleos ferromagnéticos. O que acontece é que, desejando-se aumentar a concentração das linhas de força em torno da bobina, para se obter um determinado efeito, às vezes introduz-se no núcleo isolante um bastão de material ferromagnético.

Bem, mas vamos deixar esses detalhes construtivos para quando tratarmos especificamente das bobinas. O que é preciso que fique claro é que uma bobina, mesmo sem núcleo ferromagnético, também possui um campo eletromagnético ao seu redor quando percorrida por uma corrente elétrica. Evidentemente, se a corrente flui constantemente num só sentido, os pólos da bobina também são definidos, podendo ser determinados pela regra da mão esquerda.

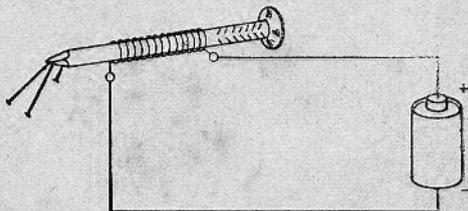
Bem, o que dissemos até aqui já é o bastante para entendermos os fenômenos que vão ocorrer nas experiências que passaremos a fazer. Em outra oportunidade retornaremos ao assunto.

UM ELETROÍMÃ DE BAIXA POTÊNCIA

Um eletroímã de baixa potência, capaz de atrair apenas objetos ferromagnéticos de pequeno peso, pode ser construído enrolando-se umas 100 espiras de fio isolado (com esmalte ou polietileno) em torno de um prego de uns 8 centímetros. Em seguida, os extremos da bobina devem ser ligados a uma pilha, que fará circular pelo enrolamento a corrente necessária para que se estabeleça o campo magnético. A Fig. 6-5 ilustra essa experiência, mostrando que alfinetes (ou quaisquer outros objetos ferromagnéticos leves) podem ser atraídos por esse eletroímã.

Se intercalarmos um interruptor no circuito de alimentação do enrolamento, veri-

FIG. 6-5



ficaremos que os objetos atraídos desprender-se-ão do eletroímã quando interrompermos o circuito, confirmando que o campo magnético se extingue quando a corrente é cortada. Também, pelo que dissemos no princípio desta narrativa, se aumentarmos a corrente que flui pelo enrolamento também aumentará a intensidade do campo magnético e, conseqüentemente, o poder de atração do eletroímã. Isto pode ser feito ligando-se duas pilhas em série no circuito da Fig. 6-5.

O QUEBRA-CABEÇAS DA GARRAFA

Uma brincadeira interessante, que certamente fará seus amigos "quebrarem a cabeça", pode ser feita com o auxílio de uma garrafa de leite (bôca larga), uns três metros de fio esmaltado n.º 28 ou 30 A.W.G., alguns pregos, uma pilha comum de lanterna e um disco de material ferromagnético, além de outras miudezas que só vão servir para atrapalhá-los. A cena deve ser montada da seguinte forma: ponha a garrafa sôbre a mesa e jogue o disco dentro dela. Em volta da garrafa, disponha ao acaso os componentes já citados e entre êle ponha também um carretel de linha, uma rôlha, uma lâmina de barbear, pregadores de roupa, um soldador, solda, tesoura, etc.

O problema consiste em retirar o disco de dentro da garrafa usando sômente os materiais existentes na mesa, sem segurar ou virar a garrafa. Seus amigos, se não conhecem os fenômenos eletromagnéticos, jamais pensarão em fazer de um pedaço de fio, um prego e uma pilha um eletroímã, e logo tratarão de fazer laços com a linha para tentar lçar o disco, o que, evidentemente, não conseguirão.

Bem, neste ponto você entra em cena: faz o eletroímã, soldando as extremidades do fio aos pólos da pilha, introduz o prego pelo gargalo da garrafa e retira o disco. Mas tome cuidado para também não bancar o bôbo: quando fôr soldar o fio na pilha, raspe

o esmalte com a lâmina de barbear até que o cobre se apresente brilhoso. Em caso contrário, poderá haver um contato deficiente e você jamais conseguirá atrair o disco metálico...

O GUINCHO ELÉTRICO

Vocês já visitaram alguma vez uma usina siderúrgica? Já? Pois bem, lá vocês devem ter visto enormes guindastes que levantavam peças de ferro de muitas toneladas sem que, pelo menos, essas peças fôsem amarradas com cabos apropriados, como se faz no desembarque de mercadorias no pôrto. Será que isso não os intrigou? Como é que aquelas peças tão pesadas podiam ser transportadas sem amarras?

Bem, pelo que vocês aprenderam a respeito dos fenômenos eletromagnéticos essa interrogação já não pode existir. Ao invés de possuírem um gancho como órgão receptor, muitos dos guindastes das usinas siderúrgicas utilizam a força de atração de um eletroímã para elevar uma ou várias peças e, assim, transportá-las de um local para outro. O órgão receptor é, pois, um eletroímã, dotado de um núcleo de grande porte sôbre o qual são enroladas não apenas cem, mas milhares de espiras de fio condutor. Também a alimentação da bobina não é feita, é claro, com uma pilha, mas por uma fonte capaz de fazer circular pelo condutor uma corrente bastante elevada, criando um campo muitíssimo mais intenso que o obtido do eletroímã que fizemos com um prego, fio e pilha. A aproximação do órgão receptor da peça metálica é feita com o eletroímã desenergizado, para que não haja a tendência da peça ser atraída antes que ela esteja encostada no eletroímã. Para deixar a peça em determinado local, o operador simplesmente leva-a até o chão e, em seguida, interrompe a corrente, fazendo com que o eletroímã (agora apenas um núcleo e um

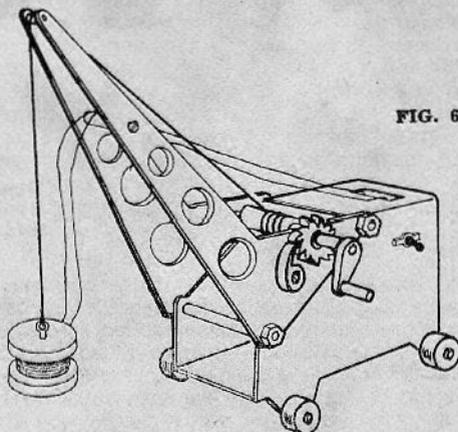


FIG. 6-6

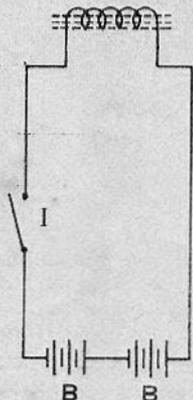
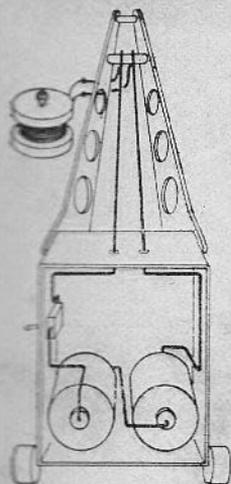


FIG. 6-7

bobinado, sem poder de atração) se desprenda da peça.

Bem, agora que já sabemos como funciona um guincho eletromagnético podemos tentar construir um modelo em tamanho miniatura, como ilustra a Fig. 6-6. Para tanto deveremos dispor de:

- 1 eletroímã feito com fio esmaltado n.º 30 ou 32 A.W.G.
- 1 bateria com 3 volts (2 pilhas em série)
- 1 interruptor ou manipulador
- fio de ligação, caixa de madeira, cola, pregos, carretel de linha, madeira, manivela, etc.

O circuito elétrico do guincho aparece na Fig. 6-7 e os detalhes de sua montagem ficam a critério do leitor, que poderá, inclusive, fazer alterações que visem o aprimoramento do brinquedo. Para tanto, é suficiente que se saiba que a força de atração é proporcional à corrente que circula na bobina e ao número de espiras da bobina. Eletroímãs mais poderosos poderão ser, portanto, confeccionados enrolando-se um maior número de espiras sobre um núcleo e alimentando-se o enrolamento com uma bateria de maior tensão e maior capacidade de fornecer correntes elevadas. É evidente, no entanto, que esse aumento de intensidade de campo tem suas limitações, e o leitor verificará que a partir de um certo valor de corrente o enrolamento passará a se aquecer bastante, o que não é conveniente.

Esse mês ficaremos por aqui. No próximo número de **Eletrônica Popular** estaremos de volta com novas experiências sobre o eletromagnetismo que, na verdade, é o responsável direto pelo funcionamento de outras máquinas e aparelhos de uso cotidiano, como veremos. © (OR 553)

ACABA DE SER PUBLICADO



Um livro que soluciona o "mistério do rádio" para todos os leigos e, também, facilita o estudo inicial para aqueles que desejam dedicar-se ao Rádio como profissão ou como distração.

Conceitos básicos e circuitos fundamentais, através de explicações simples, não matemáticas, ao alcance de todos.

Ref. 190 — Salm — **ABC DO RÁDIO MODERNO** — Edição com 150 páginas, 144 ilustrações, formato 13,5 x 22 cm, capa plastificada — Preços do exemplar: NCR\$ 6,50.

Pedidos aos Distribuidores Exclusivos:

LOJAS DO LIVRO ELETRÔNICO

LOJA GUANABARA | LOJA SÃO PAULO
 Av. Mal. Floriano, 148 | Rua Vitória, 379/383
 Rio de Janeiro — GB | São Paulo — Capital

REEMBÓLSO

Caixa Postal 1131 — ZC.00 — Rio de Janeiro
 GB — Brasil