

---

## MOTOR DE ÍMÃ MÓVEL \*

---

*Alberto Gaspar*

Departamento de Física e Química – UNESP

Guaratinguetá – SP

### Resumo

*Um motor elementar de corrente contínua é construído com o rotor formado por dois ímãs permanentes fixados em um eixo apoiado horizontalmente em dois mancais metálicos verticais. Entre os mancais é colocada uma bobina vertical de forma que o rotor nela parcialmente inserido possa girar livremente. O eixo do rotor, feito de fio rígido de cobre nu, parcial e convenientemente isolado dos mancais onde se apóia, é a chave do circuito que liga os terminais da bobina a uma pilha. Enquanto o rotor gira, o circuito se fecha sempre que o sentido campo gerado na bobina se desalinha em relação ao campo magnético dos ímãs, provocando o aparecimento de um torque no rotor em um determinado sentido, mas abre quando o sentido desse torque se inverteria, mantendo assim o rotor em contínua rotação.*

**Palavras-chave:** *Instrumentação para o ensino de Física, material de baixo custo, interação entre campos magnéticos, campo magnético de um ímã, campo magnético de uma bobina, motor de corrente contínua.*

### I. Introdução

Sabe-se que um campo magnético pode ser gerado tanto por um ímã como por um condutor percorrido por uma corrente elétrica. Se o condutor tiver a forma de uma bobina ou solenóide e for percorrido por uma corrente elétrica contínua, o campo magnético por ele gerado tem uma configuração perfeitamente análoga a de um ímã, como mostra a Fig. 1.

Sabe-se ainda que se as orientações de dois campos magnéticos, co-existent em uma região do espaço, não coincidirem, haverá uma tendência de alinhamento desses campos, o que pode provocar a rotação de um ou dos dois elementos geradores do campo. Este é o princípio de funcionamento da bússola que

---

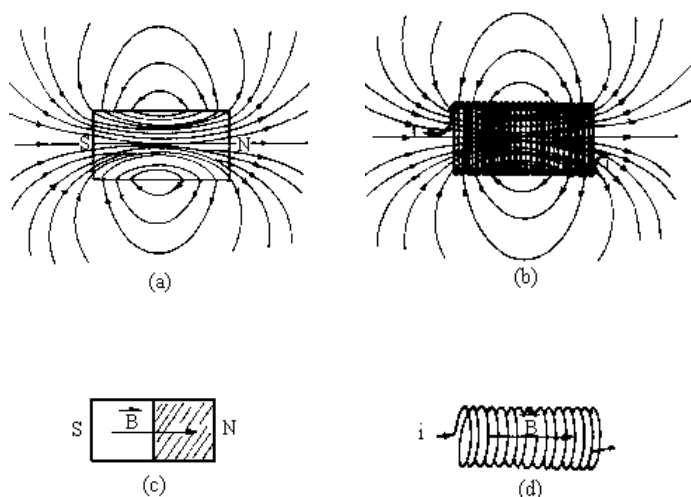
\* Publicado no Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 8, n. 2, ago. 1991.

sempre tende a se alinhar com o campo magnético terrestre. Desta forma, um ímã ou uma bobina percorrida por uma corrente elétrica contínua tenderá a girar até que haja um alinhamento das orientações dos seus campos magnéticos. Veja a Fig. 2.

Se, de alguma forma, for possível manter continuamente desalinhados esses campos magnéticos, a tendência de rotação do ímã ou da bobina também se manterá constante. Este é o princípio de funcionamento de um motor de corrente contínua. Baseada nesse princípio, há uma montagem bem conhecida de uma bobina girante imersa em um campo magnético gerado por um ou dois ímãs fixos. O motor que vamos propor aqui utiliza o mesmo princípio, invertendo, porém, as partes móveis fixas: o ímã é que gira imerso em um campo magnético gerado por uma bobina fixa.

## II. Montagem

O elemento básico desse motor é o rotor constituído por um ímã que deverá ser colocado no interior de uma bobina fixa percorrida por uma corrente elétrica contínua. Esse rotor, durante o seu movimento, deve ligar ou desligar a bobina, permitindo que a corrente elétrica passe ou não por ela, nas posições convenientes. Isso será feito pelo eixo do rotor que, por essa razão, estará disposto horizontalmente sobre mancais verticais, facilitando o contato elétrico entre eles. A bobina estará então ligada a uma fonte de tensão contínua, em série com os mancais, e o eixo que será parcialmente isolado.



*Fig. 1 - Analogia entre a configuração do campo magnético gerado por um ímã (a) e por uma bobina (b). Para nós, o mais importante é o sentido do campo no interior do ímã (c) e do solenóide (d).*

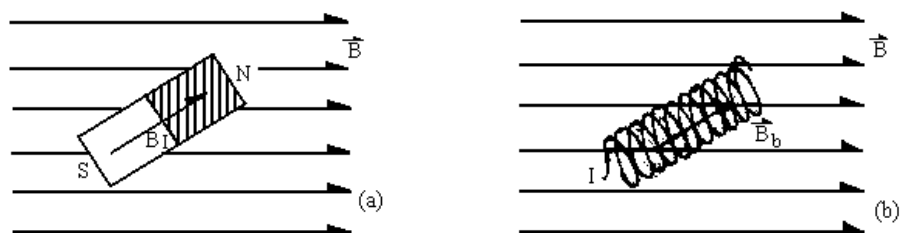


Fig. 2 - Tanto o ímã (a) como a bobina (b) tendem a girar até que seus campos magnéticos  $\vec{B}_I$  e  $\vec{B}_b$  se alinhem com  $\vec{B}$ .

Vamos escrever a seguir, em detalhes, a nossa montagem.

## II.1 Rotor e mancais

Tendo em vista a dificuldade de se obter um ímã em forma de barra e nele adaptar um eixo, optamos por utilizar dois ímãs iguais, de polaridade facial, colando entre eles um eixo de fio de cobre rígido, desencapado (nº 16, por exemplo). Além de simplificar a montagem, esses ímãs são facilmente encontráveis em trincos magnéticos, brinquedos, brindes, etc. Veja a Fig. 3.

Os mancais devem ser feitos de chapa de cobre ou outro metal não magnético. Deve-se deixar entre eles um espaço para a colocação da bobina. Veja a Fig. 4.

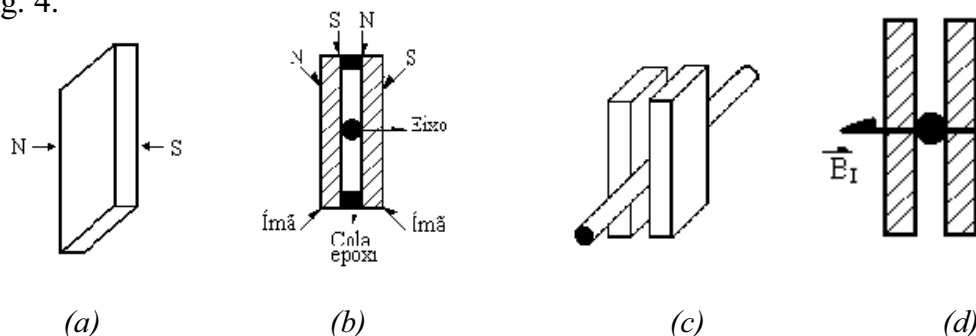


Fig. 3 - (a) Ímã facial; (b) montagem do rotor (observe a polaridade de cada face); (c) o rotor montado; (d) o vetor campo magnético  $\vec{B}_I$ , que passa pelo eixo do rotor.

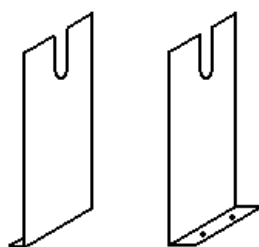


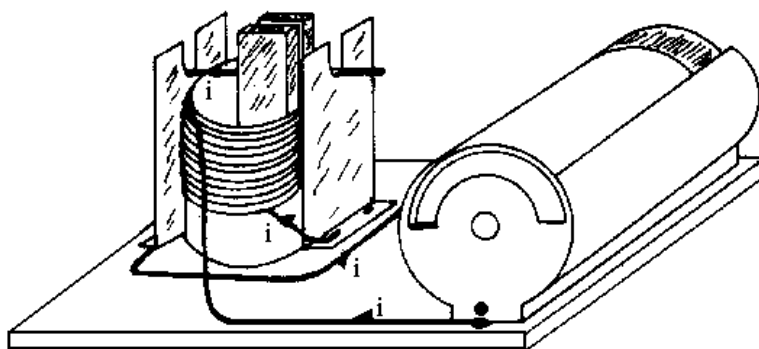
Fig. 4 - Os mancais do eixo são as ranhuras nas chapas de cobre.

## II.2 Bobina e montagem do motor

A bobina pode ser circular ou retangular, disposta verticalmente entre os suportes dos mancais. Como o rotor vai girar parcialmente dentro da bobina, é óbvio que seu diâmetro ou largura deve permitir esse movimento. O fio de enrolamento deve ser de cobre esmaltado de bitola nº 24, por exemplo. O número de espiras pode variar; em nossa montagem ele é de 100, aproximadamente. Em princípio, como a resistência elétrica do fio é muito pequena, quanto maior o número de espiras melhor, embora não haja necessidade de um número muito maior do que o que usamos para o motor funcionar bem.

Construída a bobina, ela deve ser ligada a uma fonte de tensão contínua, uma pilha comum, grande (tipo D), em série com os mancais e o eixo do rotor. É recomendável que se use um suporte de pilha comercial evitando improvisações que, invariavelmente, dão problemas devido ao mau contato. Convém também utilizar um interruptor do tipo campainha para poupar a pilha, já que o consumo de corrente neste motor é muito alto. Veja o esboço da montagem na Fig. 5.

O rotor deve permanecer em equilíbrio na posição da Fig. 5, ou seja, com os ímãs dispostos verticalmente. Para isso, um dos seus lados deve ser ligeiramente mais pesado que o outro. Além disso, nessa posição deve haver contato entre o eixo e os mancais, o que vai permitir a movimentação imediata do motor assim que o circuito for fechado. Na posição inversa não deve haver contato para que não haja torque no sentido oposto. Por essa razão, a parte de cima do eixo, em relação à posição da Fig. 5, deve ser isolada.



*Fig. 5 - O motor de ímã móvel montado. Observe como a bobina está ligada em série com o eixo e os mancais acompanhando o sentido da corrente  $i$ , que vai do pólo positivo da pilha, passa pela bobina e desta para o mancal da direita; através do eixo do rotor, passa ao mancal da esquerda e deste fecha o circuito, atingindo o pólo negativo da pilha.*

### III. Funcionamento do motor

Para explicar o funcionamento do motor, vamos supor inicialmente que o sentido do campo magnético  $\vec{B}$ , gerado pela bobina, é orientado verticalmente para cima (oposto ao sentido que teria na Fig. 5) e que o campo magnético gerado pelos ímãs,  $\vec{B}_I$ , seja orientado horizontalmente para a esquerda, na posição inicial. Veja Fig. 6 (a).

Quando o circuito é fechado, o campo magnético dos ímãs,  $\vec{B}_I$ , tende a se alinhar com o campo da bobina,  $\vec{B}$ , fazendo com que o rotor gire, neste caso (Fig. 6(a)), no sentido horário. Observe que, enquanto o campo magnético  $\vec{B}_I$  estiver localizado no semiplano esquerdo do eixo vertical que passa pelo eixo do rotor, a tendência do movimento de rotação é no sentido horário (Fig. 6(b)). Quando  $\vec{B}_I$  passa para o semiplano oposto, a tendência de rotação se inverte (Fig. 6(c)) e, por essa razão, nesse semicíclo, a corrente deve ser interrompida, isolando-se uma face do eixo, como mostra a Fig. 7.

### IV. Comentários e sugestões

Esta montagem costuma dar resultados muito bons, possibilitando a construção de um motor de frequência de rotação e torque, por vezes, surpreendente. É interessante construí-lo ao lado do costumeiro motorzinho de bobina girante, observando analogias e diferenças entre ambos. É possível, embora mais difícil de se obter um resultado satisfatório, substituir o rotor de ímãs por uma bobina girante construindo-se um motor sem ímãs, o que pode propiciar discussões muito interessantes sobre a impossibilidade de se construir um motor só de ímãs...

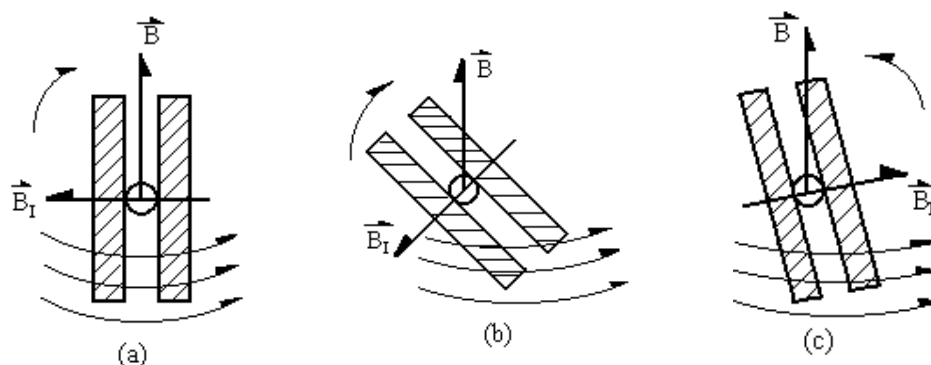
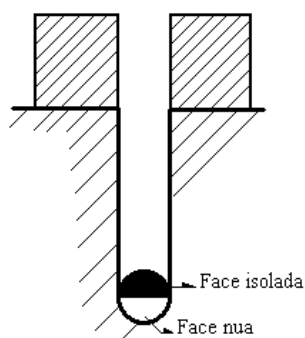


Fig. 6 - (a) O rotor tende a girar no sentido horário. (b) Enquanto  $\vec{B}_I$  estiver no semiplano à esquerda do eixo que passa por  $\vec{B}$  a tendência de rotação é no sentido horário. (c) No semiplano oposto a tendência de rotação passa a ser no sentido anti-horário.

Como toda montagem desse tipo, são muitas as possibilidades de alterações e uso de material alternativo, cuja eficiência, quase sempre, só pode ser verificada na prática.



*Fig. 7 - Detalhe do eixo sobre o mancal na posição da Fig. 6(a). O eixo deve ser isolado ao longo de sua face superior, em um dos lados, o que pode ser feito com esmalte de unhas.*

### **Referências Bibliográficas**

GASPAR, A. **Experiências de ciências para o 1º grau**. Ática, 1990.

KUZNETSOV, M. **Fundamentos de eletrotécnica**. Moscou: Mir, 1967.

TIPLER, P. A. **Física**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1978. v. 2.