

1: A indução eletromagnética

Suponhamos um condutor fechado e colocado num campo magnético. Para simplicidade, imaginemos o campo uniforme (fig. 303). Seja S a área da superfície determinada pelo condutor; α o ângulo formado pela normal a essa superfície com as linhas de força; \vec{B} a indução magnética. O fluxo magnético através da superfície S é:

$$\Phi = |\vec{B}| \cdot S \cdot \cos \alpha$$

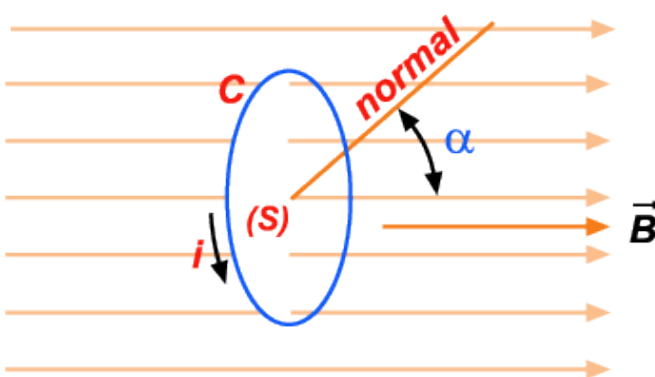


Figura 303

A experiência nos mostra o seguinte: se por um processo qualquer variar o fluxo Φ , como consequência aparecerá no condutor uma corrente elétrica. Esse fenômeno é chamado indução eletromagnética. A corrente i que aparece é chamada corrente induzida.

Portanto, chama-se indução eletromagnética ao fenômeno pelo qual aparece corrente elétrica num condutor, quando ele é colocado num campo magnético e o fluxo que o atravessa varia.

É importante notar que a causa da indução eletromagnética é a variação do fluxo. Se o fluxo permanecer constante e não variar, então a corrente elétrica desaparecerá.

Varição de fluxo

A variação do fluxo pode ser obtida, ou por uma variação da indução \vec{B} , ou por uma variação da área S , ou por uma variação de $\cos \alpha$. Na prática, o que

se faz quase sempre é variar o $\cos\alpha$, pois para isso basta girar o condutor dentro do campo magnético. Nesse caso, a variação do fluxo é igual àquela descrita no capítulo anterior (recorde, porque é importante).

2: Exemplos de indução eletromagnética

A indução eletromagnética existe todas as vezes que varia o fluxo magnético que atravessa um condutor. Na prática essa variação do fluxo é obtida por vários processos. Veremos alguns exemplos.

1º - Indução numa bobina com deslocamento de ímã

Suponhamos uma bobina cujos extremos sejam ligados a um galvanômetro. Aproximando-se da bobina um ímã, ou introduzindo nela um ímã, ela vai ficar num campo magnético (fig. 304). Deslocando-se o ímã, o fluxo magnético que atravessa as espiras da bobina varia. A variação do fluxo provoca o aparecimento de uma corrente elétrica, que o galvanômetro acusa.

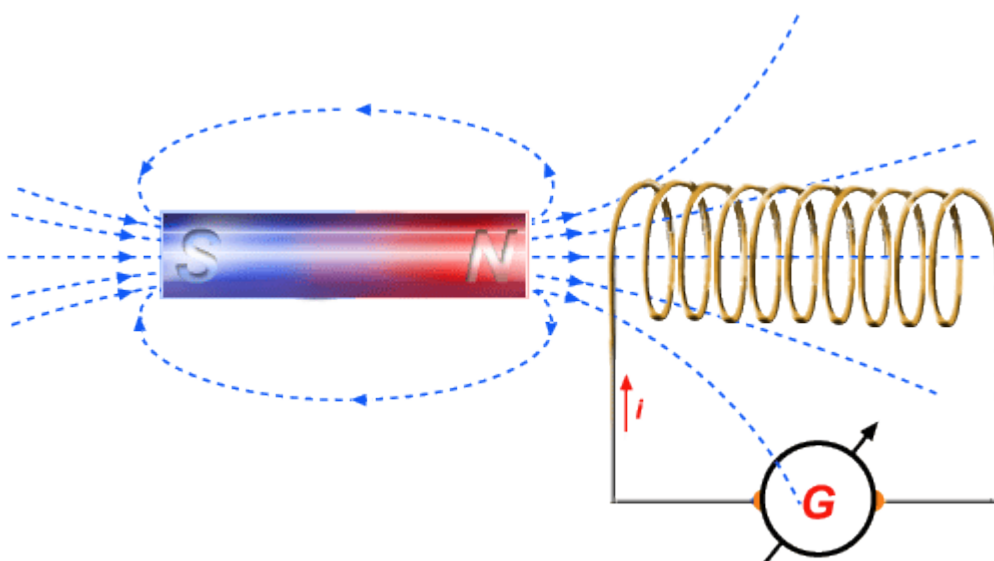


Figura 304

A causa da indução é a variação do fluxo magnético. Por isso, o que interessa é um movimento relativo do ímã em relação à bobina: é indiferente manter-se a bobina fixa e deslocar-se o ímã, ou manter-se o ímã fixo e deslocar-se a bobina.

2º - Indução numa bobina produzida por outra bobina

Em vez de se produzir o campo magnético com um ímã, pode-se produzi-lo com uma bobina, como indica a figura 305. Liga-se uma bobina a um gerador, que fornece corrente I . Essa corrente produz o campo magnético. Uma segunda bobina é ligada a um galvanômetro G . Deslocando-se qualquer das bobinas em relação à outra, haverá variação do fluxo magnético nessa segunda bobina, e conseqüentemente indução eletromagnética: o galvanômetro acusa a passagem de uma corrente i .

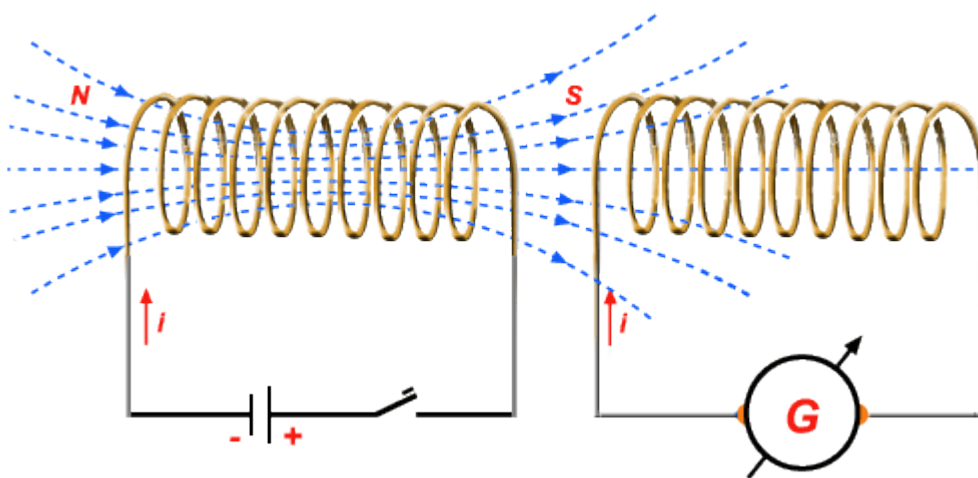


Figura 305

A figura 306 é a fotografia de um conjunto de duas bobinas especialmente preparadas para demonstrar a existência da indução eletromagnética. Os dois fios ligados à maior vão ter a um gerador. Essa bobina produz o campo magnético. A menor, colocada no interior da maior, é ligada a um galvanômetro pelos dois fios que saem dela. Deslocando-se a menor, ela sofre indução eletromagnética, registrada pelo galvanômetro.



Figura 306

3º - Indução num condutor retilíneo movendo-se em campo uniforme

Quando um condutor retilíneo AB se desloca em um campo magnético uniforme, aparece uma f.e.m. induzida nesse condutor. Para comprovar o aparecimento dessa f.e.m. basta ligar os extremos desse condutor por um condutor c, em série, com um galvanômetro (fig. 307). Quando o condutor retilíneo se desloca, o galvanômetro indica a passagem de uma corrente elétrica.

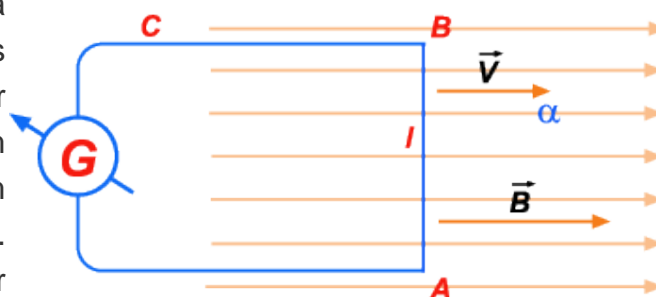


Figura 307

Pode-se demonstrar que a f.e.m. induzida é proporcional ao comprimento l do condutor, à sua

velocidade \vec{v} e à indução \vec{B} do campo magnético.

3: Leis fundamentais da indução eletromagnética

São duas: a lei de Lenz e a de Faraday-Neumann.

a. Leis de Lenz

O condutor da figura 303, atravessado pelo fluxo variável Φ , sofre indução eletromagnética.

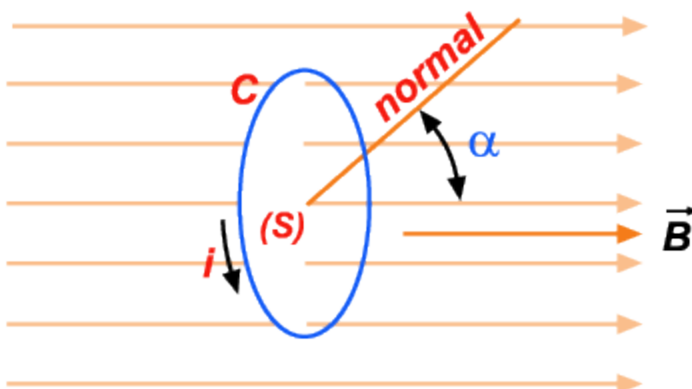


Figura 303

A corrente induzida, por sua vez, produz um campo magnético de indução magnética \vec{B}_1 (fig. 308 e 309). Essa indução \vec{B}_1 existe também nos pontos da própria superfície S, e produz aí um outro fluxo Φ_1 , chamado fluxo induzido.

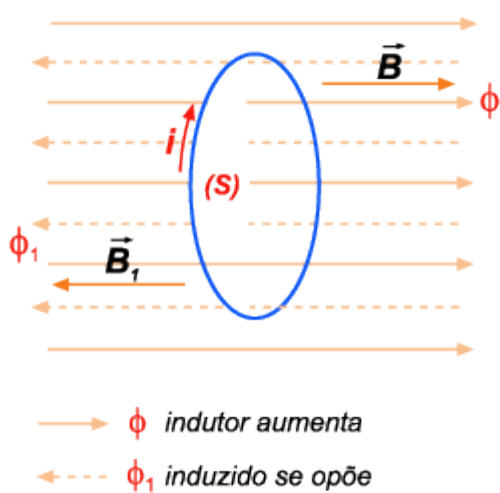


Figura 308

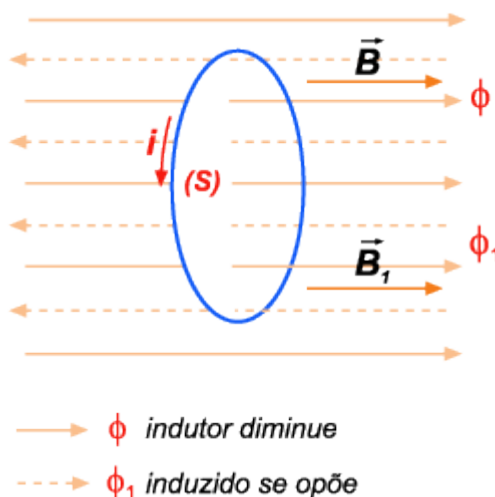


Figura 309

A lei de Lenz estabelece uma relação entre o sentido do fluxo induzido e o sentido do fluxo indutor, e com isso nos possibilita a determinar o sentido da corrente induzida. A lei de Lenz é na verdade um postulada, porque não pode

ser demonstrada diretamente. Sabemos que ela é verdadeira porque as consequências de sua aplicação são verdadeiras. O seu enunciado é:

Quando o fluxo indutor está aumentando, o fluxo induzido tem sentido oposto; quando o fluxo indutor está diminuindo, o fluxo induzido tem o mesmo sentido que o indutor.

Assim, na figura a esquerda imaginamos que o fluxo indutor Φ esteja aumentando. Então o fluxo induzido Φ_1 tem sentido oposto ao do Φ , isto é, a indução magnética \vec{B}_1 produzida pela corrente induzida i tem sentido oposto ao da indução magnética \vec{B}_1 indutora (primitiva). Depois de conhecer o sentido de \vec{B}_1 determinamos o sentido da corrente induzida i aplicando a regra do saca-rolhas ou a regra da mão direita (não esquecer que \vec{B}_1 é a indução magnética produzida pela corrente induzida i).

Na figura a direita imaginamos que o fluxo indutor Φ esteja diminuindo. Então o fluxo induzido Φ_1 tem o mesmo sentido que Φ , isto é, a indução \vec{B}_1 produzida pela corrente induzida tem o mesmo sentido que a indução \vec{B} primitiva. Verifique o leitor se os sentidos atribuídos a i nas figuras acima estão certos.

b. Lei de Faraday - Neumann

Em qualquer condutor em que aparece corrente elétrica, aparece uma força eletromotriz. A força eletromotriz que aparece no condutor por causa da indução eletromagnética é chamada força eletromotriz induzida. A lei de Faraday-Neumann dá o valor dessa força eletromotriz. Consideraremos dois casos.

1º Caso - Força eletromotriz induzida média

Consideremos um instante t e o intervalo de tempo Δt contado imediatamente após o instante t . Seja $\Delta\Phi$ a variação do fluxo durante o tempo Δt . A lei de Faraday-Neumann estabelece que a f.e.m. induzida média durante o tempo Δt vale:

$$e_m = -\frac{\Delta\Phi}{\Delta t}$$

O sinal menos aparece por causa da lei de Lenz. Essa fórmula supõe que Φ e t sejam expressos num mesmo sistema de unidades. No sistema MKS, Φ_1 deve ser expresso em webers, t em segundos, e e em volts. No CGSEM, Φ_1 em maxwell, t em segundo, e e em statvolts.

2º Caso - Força eletromotriz no instante t

A f.e.m. induzida no instante t é o limite da f.e.m. média quando Δt tende a zero:

$$e_t = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} e_m = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \left(-\frac{\Delta\Phi}{\Delta t} \right)$$

ou

$$e_t = -\frac{d\Phi}{dt}$$

A lei de Faraday-Neumann significa o seguinte: que num mesmo tempo Δt , a f.e.m. induzida é tanto maior quanto maior for a variação $\Delta\Phi$ do fluxo; isto é, a f.e.m. é tanto maior quanto maior for a variação do fluxo por unidade de tempo. Se quisermos obter grandes f.e.m. induzidas, precisamos fazer com que o fluxo varie muito depressa.

Exemplo

Quando provocamos indução eletromagnética numa bobina com deslocamento de vai-vem de um ímã, a f.e.m. induzida na bobina será tanto maior quanto mais rápido for o deslocamento do ímã.

Veremos adiante, no tópico ["Dínamo, ou Geradores Mecânicos de Eletricidade"](#), que os geradores de corrente elétrica de alta energia obtém a corrente elétrica por indução eletromagnética; e que nesses geradores, para se produzir variação do fluxo, fazem-se quadros girar num campo magnético. Pois bem, para que a variação de fluxo por segundo seja grande, isto é, para que o fluxo varie rapidamente, esses quadros executam em geral, 50 ou 60 rotações por segundo. No próximo parágrafo estudaremos a indução nesses quadros.

4: Indução num quadro plano em rotação num campo uniforme

Suponhamos o quadro ABCD plano, girando com movimento de rotação uniforme de velocidade ω em um campo magnético uniforme de indução magnética \vec{B} . Sabemos que, numa posição do quadro na qual a sua normal faz com o campo um ângulo α , o fluxo que atravessa o quadro vale:

$$\Phi = |\vec{B}| \cdot S \cdot \cos \alpha$$

À medida que o quadro gira, varia o ângulo α , e, portanto o fluxo Φ . Há, então, indução no quadro e aparece no condutor uma corrente elétrica i (fig. 310).

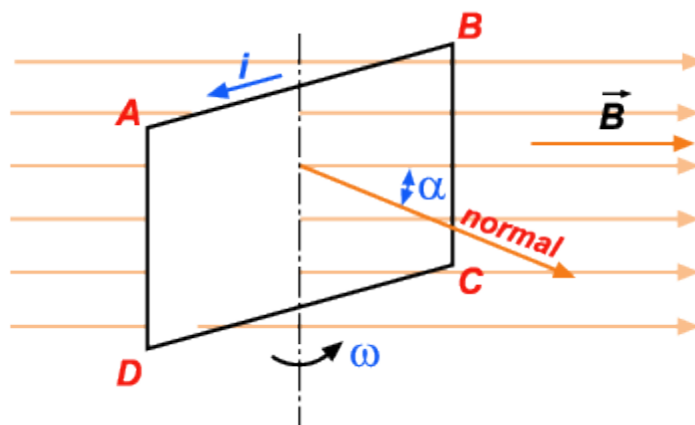


Figura 310

No [Capítulo 13](#) já estudamos a variação do fluxo em função do ângulo α em um caso desses. Vimos que a variação do fluxo é cosenoidal, como indica a figura abaixo. É muito importante exprimirmos a variação do fluxo em função do tempo, à medida que o quadro gira. Para isso, comecemos a contar o tempo de rotação do quadro no instante em que $\alpha = 0^\circ$. Nesse caso, num instante t qualquer, o ângulo α vale: $\alpha = \omega t$. E o fluxo, nesse instante, é expresso por:

$$\Phi = |\vec{B}| \cdot S \cdot \cos \omega t$$

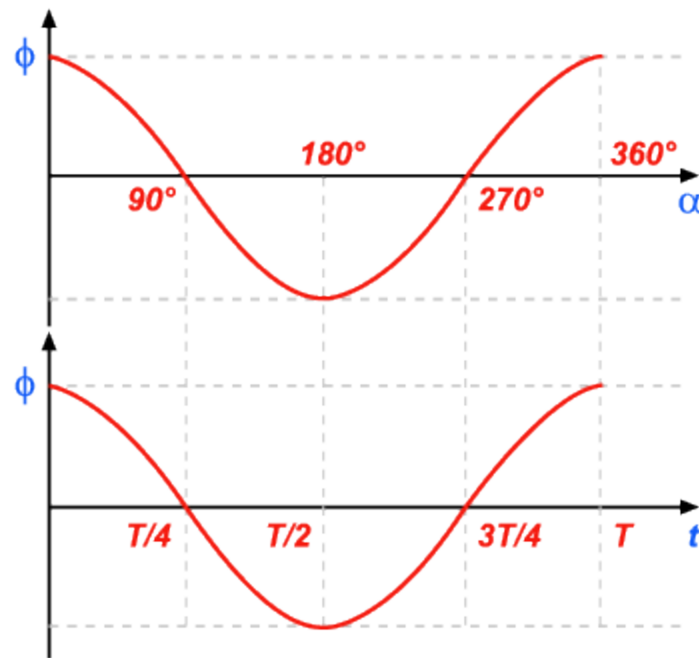


Figura 311

À medida que o quadro gira, o fluxo varia proporcionalmente a $\cos \omega t$. Para fazermos uma representação gráfica do fluxo em função do tempo basta observarmos que, chamando T ao período de rotação do quadro, temos:

$$a\alpha = 0^\circ \text{ corresponde } t = 0$$

$$a\alpha = 90^\circ \text{ corresponde } t = \frac{T}{4}$$

$$a\alpha = 180^\circ \text{ corresponde } t = \frac{T}{2}$$

$$a\alpha = 270^\circ \text{ corresponde } t = \frac{3T}{4}$$

$$a\alpha = 360^\circ \text{ corresponde } t = t = T$$

Basta então na figura 311-a substituir os valores de α pelos valores correspondentes de t e resulta o gráfico do segundo gráfico que exprime Φ em função de t.

a. Força eletromotriz induzida no quadro

Pela lei de Faraday-Neumann essa f.e.m. é igual à derivada do fluxo em relação ao tempo:

$$e = -\frac{d\Phi}{dt}$$

Sendo $\Phi = |\vec{B}| \cdot S \cdot \cos \omega t$, resulta $\frac{d\Phi}{dt} = |\vec{B}| \cdot S \cdot (-\text{sen} \omega t)$.

Logo,

$$e = \omega |\vec{B}| \cdot S \cdot \text{sen} \omega t$$

Sendo $\omega |\vec{B}| \cdot S$ constante, essa expressão indica que e é diretamente proporcional a $\text{sen} \omega t$

Conclusões

1ª) Quando um quadro plano gira com movimento de rotação uniforme dentro de um campo magnético uniforme, a força eletromotriz induzida no quadro é uma função senoidal do tempo. Uma força eletromotriz desse tipo é chamada, por definição, força eletromotriz alternativa senoidal. A representação gráfica de i em função de t está na figura 313.

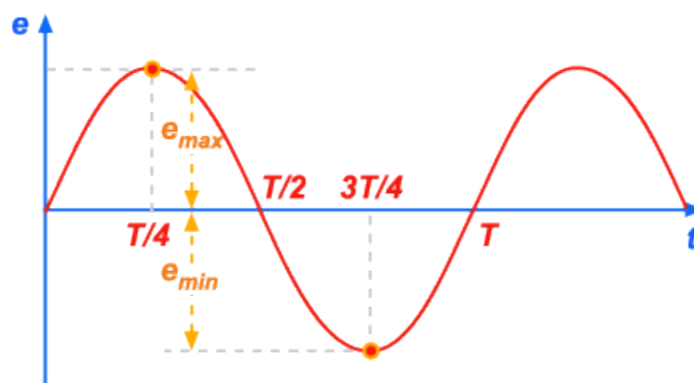


Figura 312

2ª) Vemos que a f.e.m. induzida é diretamente proporcional a velocidade angular ω do quadro. Portanto, para obtermos grande f.e.m. é necessário que o quadro gire muito depressa. É a conclusão que tínhamos chegado quando demos a interpretação física da lei de Faraday-Neumann.

b. Corrente induzida no quadro

Seja:

R = resistência dos condutores que formam o quadro

e = f.e.m. induzida

i = corrente induzida

Temos

$$i = \frac{e}{R}$$

ou

$$i = \frac{\omega |\vec{B}| S}{R} \text{sen}\omega t$$

Sendo $\frac{\omega |\vec{B}| S}{R}$ constante, essa expressão mostra que i é diretamente proporcional a $\text{sen}\omega t$. O valor máximo da corrente é aquele para o qual $\text{sen}\omega t = 1$, isto é:

$$I_{\text{máx}} = \frac{\omega |\vec{B}| S}{R}$$

Podemos escrever :

$$i = I_{\text{máx}} \cdot \text{sen}\omega t$$

Conclusões

1ª) A corrente elétrica induzida no quadro é uma função senoidal do tempo. Uma corrente desse tipo é chamada corrente alternativa senoidal.

A representação gráfica de i em função de t está indicada na figura 312. Essa corrente é chamada alternativa, ou alternada, porque ela percorre o condutor ora num sentido, ora noutro. A figura abaixo indica o seguinte: que a corrente

no início tem valor zero; vai aumentando, até atingir um máximo em $\frac{T}{4}$; depois vai diminuindo até se anular em $\frac{T}{2}$; depois muda de sentido e vai aumentando até atingir um máximo em $\frac{3T}{4}$; depois vai diminuindo, até se anular em T ; muda de sentido novamente, e reinicia o ciclo.

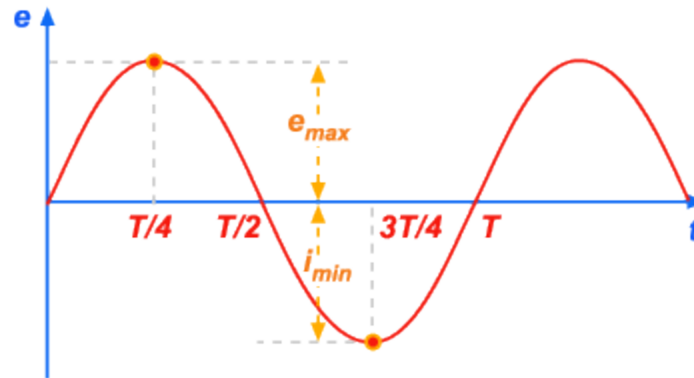


Figura 313

Vemos que o tempo T que a corrente demora a realizar um ciclo completo é igual ao tempo T que o quadro demora a dar uma volta no campo magnético.

Na corrente usada na cidade de São Paulo esse tempo T é de $\frac{1}{60}$ segundo, isto é, a corrente muda de sentido 60 vezes por segundo. Na corrente usada no Rio de Janeiro, esse tempo T é de $\frac{1}{50}$ segundo.

2ª) Como era de se esperar, vemos pela fórmula $i = \frac{\omega |\vec{B}| S}{R} \text{sen}\omega t$ que a corrente induzida também é diretamente proporcional à velocidade angular ω do quadro. Isso está de acordo com a lei de Faraday-Neumann: a corrente induzida será tanto maior quanto mais rápida for a variação do fluxo.

Recomendamos ao leitor estudar muito bem este parágrafo, porque a indução num quadro plano girando em campo uniforme é a mais importante aplicação do eletromagnetismo em benefício da sociedade, pois neles se baseiam os geradores de corrente elétrica de alta energia, como por exemplo, os que fornecem eletricidade às cidades.

5: Indução mútua entre dois circuitos

Suponhamos dois circuitos c_1 e c_2 próximos. Imaginemos que o circuito c_2 não esteja ligado a nenhum gerador, mas, possua um galvanômetro G que indica quando ele é percorrido por corrente elétrica (fig. 314). Imaginemos que c_1 esteja ligado a um gerador que lhe forneça corrente i_1 . Essa corrente produz um campo magnético de indução magnética B_1 . O condutor c_2 , estando próximo, ficará dentro desse campo e será atravessado por um fluxo Φ . Se este fluxo for variável, no circuito c_2 haverá indução eletromagnética e aparecerá uma corrente i_2 que o galvanômetro acusa. Portanto, um circuito c_1 pode provocar indução eletromagnética num circuito c_2 próximo desde que faça com que este c_2 seja atravessado por um fluxo Φ_1 variável. E isso pode ser conseguido de dois modos:

- 1º) se a corrente i_1 for variável: pois então ela produzirá um campo variável, e este, um fluxo Φ_1 variável;
- 2º) se a corrente i_1 for constante, a variação de Φ_1 pode ser obtida deslocando-se sucessivamente um circuito em relação ao outro.

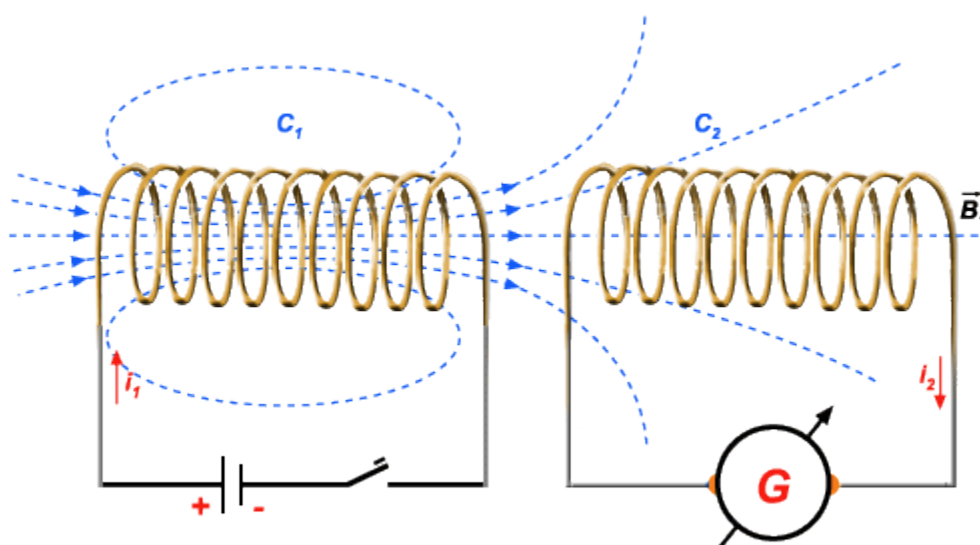


Figura 314

Indução mútua

Suponhamos agora que os dois circuitos inicialmente possuam corrente. Neste caso, cada um deles pode provocar indução eletromagnética no outro. A isso

chamamos **indução mútua**. Por exemplo, se as duas bobinas da figura 306 forem percorridas por correntes variáveis, haverá indução mútua entre elas.

6: Bobina de ruhmkorff, ou bobina de indução

A bobina de Ruhmkorff, também chamada bobina de indução é um dispositivo que nos permite obter alta tensão alternada, utilizando corrente contínua a baixa tensão. Consta das seguintes partes:

- 1º) uma bobina chamada primário;
- 2º) uma bobina chamada secundário, enrolada por fora do primário;
- 3º) um núcleo de ferro, colocado dentro do primário;
- 4º) um interruptor de circuito chamado vibrador.

Em frente ao núcleo de ferro fica uma lâmina de ferro A, mantida afastada do núcleo por uma mola M, que obriga a lâmina A a girar em torno do ponto O e comprimir dois contatos, B e C. Um destes contatos, B, é ligado a um dos polos de um acumulador. O segundo é ligado a um dos terminais do primário. O outro terminal do primário é ligado ao segundo polo do acumulador, através de uma chave S.

Com a chave S aberta, nada acontece. Quando se fecha essa chave, passa corrente pelo primário: o núcleo de ferro se imanta e atrai a lâmina A. Esta gira no ponto O, os contatos B e C se separam, e o circuito se abre: deixa de passar corrente pelo primário. Mas, deixando de passar corrente, o núcleo de ferro deixa de atrair a lâmina A. Ela volta à posição primitiva, pela ação da mola M, os contatos B e C torna a unir-se, o circuito se fecha, e novamente passa corrente pelo primário. Ao passar essa corrente, a lâmina A é atraída, e o circuito novamente se abre. Assim, enquanto a chave S permanecer fechada, o circuito do primário fecha e abre alternadamente. A lâmina A fica vibrando. O conjunto da lâmina A, mola M, contatos B e C e núcleo de ferro é chamado vibrador.

Examinemos o que se passa no secundário enquanto o circuito do primário abre e fecha. Quando o circuito se fecha, a corrente do primário não passa bruscamente do valor zero ao máximo; ela vai aumentando continuamente. Então, o campo magnético produzido por essa bobina vai também aumentando. E o secundário, estando em um campo magnético variável, sofre indução eletromagnética: aparece entre os terminais do secundário uma diferença de potencial. Quando o circuito do primário abre, a corrente também não passa bruscamente do valor máximo a zero, mas, vai diminuindo

continuamente. Então, o primário produz um campo magnético que vai diminuindo, e o secundário sofre indução eletromagnética. Mas, a diferença de potencial que aparece entre os extremos do secundário quando a corrente do primário está aumentando tem um sentido, e tem sentido oposto quando essa corrente está diminuindo, por causa da lei de Lenz. (Explique o leitor com mais detalhes como se aplica a lei de Lenz neste caso). Isto é, a diferença de potencial obtida no secundário é alternada.

A figura 315 é fotografia de uma bobina de Ruhmkorff de uns 25 centímetros de comprimento, que, com um acumulador de 6 volts, dá, no secundário, diferença de potencial alternada de 30.000 volts. Essas bobinas dão diferenças de potencial de dezenas de milhares de volts. Ligando-se uma ponta e um disco aos terminais do secundário, obtém-se entre eles faíscas de vários centímetros de comprimento, no ar.

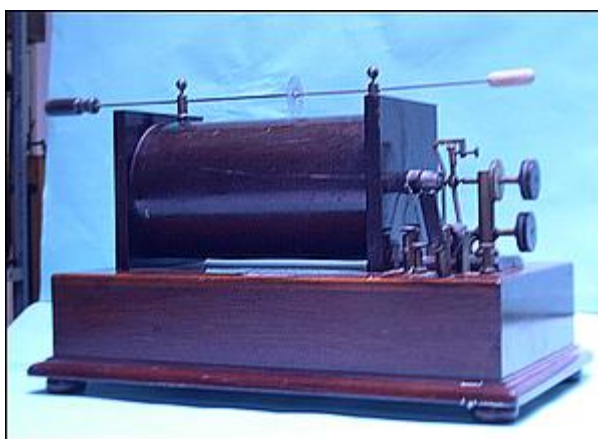


Figura 315

As bobinas de Ruhmkorff têm bastante aplicação nos laboratórios, porque são de simples construção, fácil manejo, e robustas. Elas são usadas nos automóveis, para fornecer alta tensão às “velas” do motor, para que essas velas dêem faíscas que provocam a combustão da gasolina. Pelo fato de fornecerem faísca para iniciar a combustão, nos automóveis são conhecidas por “bobina de ignição”.

7: Correntes de Foucault

Estudamos a indução eletromagnética que se processa num condutor em forma de fio, colocado num campo magnético, mas também existe indução eletromagnética num bloco metálico sujeito a fluxo magnético variável.

Suponhamos, por exemplo, que um bloco de ferro seja colocado com a face plana ABCD perpendicular a um campo magnético variável. Sendo S a área dessa face, ela é atravessada por um fluxo $\Phi = S \cdot |\vec{B}|$. Se o campo for variável, então o fluxo Φ será variável. Neste caso, o bloco de ferro sofrerá indução eletromagnética e aparecerão nele correntes elétricas induzidas circulares, situadas em planos perpendiculares à indução magnética \vec{B} , isto é, planos paralelos a ABCD.

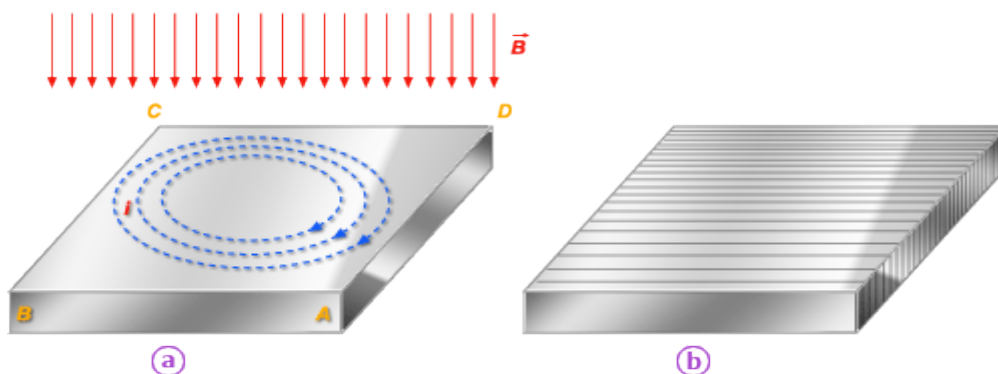


Figura 317

Chamam-se corrente de Foucault a essas correntes que aparecem por indução em blocos metálicos. Pode-se demonstrar que a energia perdida num bloco metálico por causa das correntes de Foucault é proporcional ao quadrado da espessura BC do bloco. Para diminuir essa perda nós laminamos o bloco, isto é, em vez de fazermos um bloco metálico maciço, juntamos um grande número de lâminas finas, como indica a figura 317-b.

Para diminuir as perdas de energia por correntes de Foucault, as partes de ferro das máquinas elétricas são sempre laminadas, e nunca são blocos maciços. Assim são os núcleos de ferro dos transformadores. O cilindro do rotor dos motores, o estator dos motores, etc., como, por exemplo, os da figura 300.

A figura 318 é fotografia de um aparelho simples para demonstrar a existência das correntes de Foucault. Os dois fios que entram pela esquerda transportam corrente elétrica de um acumulador para a bobina que se vê em posição horizontal. Essa bobina produz um campo magnético perpendicular ao disco metálico. Os dois fios que saem pela direita estão ligados ao disco e vão ter a um galvanômetro. Girando-se o disco, há variação do fluxo magnético que o atravessa, pois suas partes entram e saem do campo à medida que ele gira. Então o galvanômetro acusa a passagem de uma corrente pelo disco.

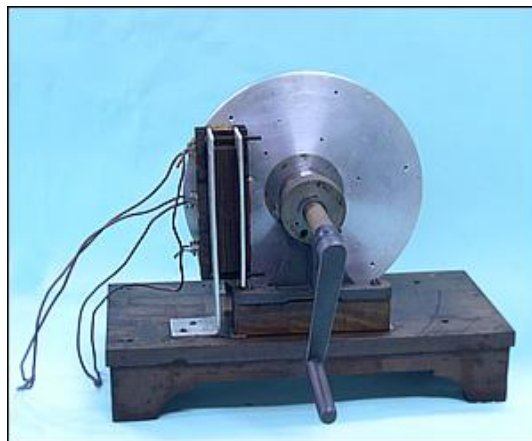


Figura 318

8: Auto indução ou self-indução

Quando uma corrente i passa por um condutor ela produz um campo magnético. O condutor fica situado dentro desse campo magnético produzido pela sua própria corrente. Esse campo produz no próprio condutor um fluxo Φ (fig. 319). Se a corrente i for variável, o seu campo também será variável e o fluxo Φ será variável. E o condutor, sendo atravessado por um fluxo variável, sofre indução eletromagnética: isto é, como consequência do fato de a corrente i ser variável aparece no condutor uma corrente induzida. Esse fenômeno é chamado autoindução, ou self-indução.

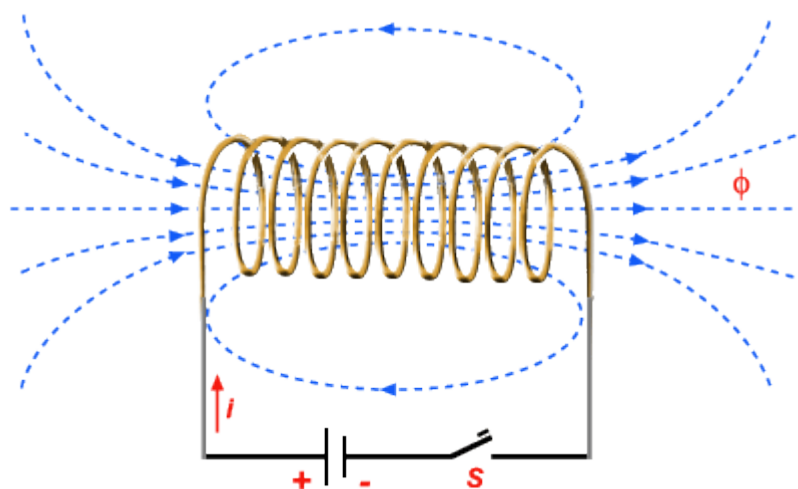


Figura 319

Portanto, autoindução é o fenômeno pelo qual um condutor produz indução eletromagnética em si mesmo quando é percorrido por uma corrente variável.

A autoindução é muito intensa nas bobinas, porque como elas possuem muitas espiras, o fenômeno se dá em todas as espiras e é mais intenso do que numa espira só.

Indutância, ou coeficiente de autoindução, ou coeficiente de self-indução

A corrente primitiva i produz um campo de indução magnética B proporcional a i . O fluxo Φ é proporcional a B . Logo, o fluxo Φ é proporcional a i , isto é:

$$\frac{\Phi}{i} = L$$

onde L é uma constante. Essa constante L é chamada indutância, ou coeficiente de autoindução. Esse coeficiente depende da forma geométrica e das dimensões do circuito.

Abertura e fechamento de circuito com indutância

Quando fechamos um circuito que tem coeficiente de autoindução elevado, como uma bobina, a corrente não passa instantaneamente do valor zero para o valor normal.

Durante um tempo Δt ela aumenta gradativamente a partir de zero, até atingir o valor constante I , como indica a figura 320. Durante esse tempo em que a corrente está aumentando, portanto, variando, ela produz autoindução no circuito.

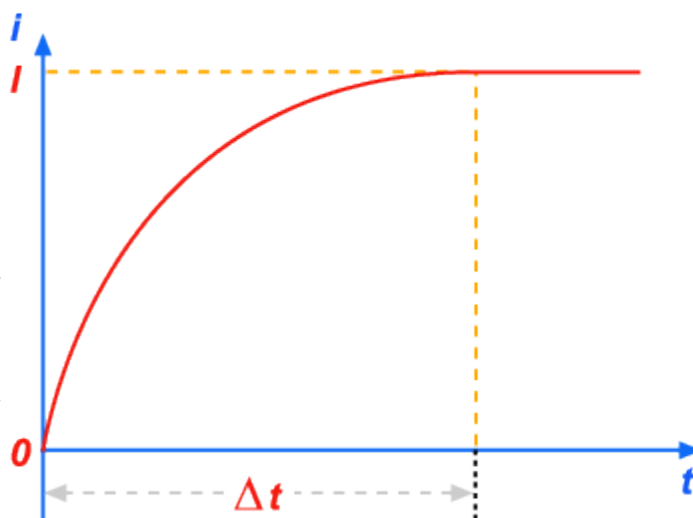


Figura 320

Analogamente, quando se desliga o circuito, a corrente não cai instantaneamente a zero, mas diminui gradativamente como indica o gráfico da figura 321. Durante o tempo Δt em que a corrente está diminuindo, e, portanto, variando, ela produz autoindução no circuito. Essa corrente de autoindução na

abertura de um circuito pode atingir valores elevados. É por causa disso que quando se abre a chave para desligar um circuito podem saltar faíscas grandes na chave, mesmo que a corrente de funcionamento normal do circuito não seja grande; basta que o circuito tenha grande coeficiente de autoindução. A figura 321 é um gráfico da corrente em função do tempo mostrando o valor da corrente antes de se abrir o circuito (constante), ao se abrir o circuito sem autoindução (sem bobina), e ao se abrir o circuito com autoindução, isto é, com bobina. Neste último caso, a corrente cresce e depois diminui.

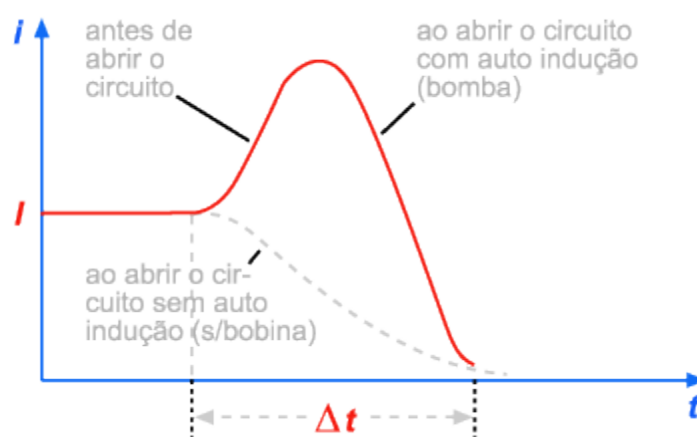


Figura 321

9: Dínamos ou geradores mecânicos de eletricidade

Chamam-se geradores mecânicos de corrente elétrica, ou dínamos, aos dispositivos que transformam energia mecânica em energia elétrica.

Os dínamos se dividem em dois grandes grupos:

1º - Dínamo com corrente contínua

É aquele que fornece corrente contínua, isto é, corrente que circula num único sentido.

2º - Dínamo com corrente alternada

Também chamado alternador – é aquele que fornece corrente alternada, isto é, corrente que circula num sentido e noutro alternadamente.

Princípio de funcionamento

Os dínamos funcionam por meio de indução eletromagnética. E esta é sem dúvida a mais importante aplicação do fenômeno de indução. Isso porque esse fenômeno é o único que fornece corrente elétrica com grande energia, como por exemplo, essa corrente que é fornecida para iluminação das cidades e para as indústrias.

O princípio de funcionamento dos dínamos em geral, tanto de corrente contínua como de corrente alternada, é a indução eletromagnética num quadro plano que gira num campo magnético uniforme. A indução nesse quadro foi estudada no tópico "[Indução num Quadro Plano em Rotação num Campo Uniforme](#)". Vimos que, à medida que o quadro gira, ele é percorrido por uma corrente alternada senoidal .

Tanto no dínamo de corrente alternada como no de corrente contínua o quadro é percorrido por corrente alternada. A diferença entre eles está na maneira de colher essa corrente para fora do quadro. Essa captação da corrente para fora do quadro é feita por um dispositivo chamado coletor.

a. Coletor de corrente alternada

Suponhamos que o quadro seja aberto em A e D, e daí sejam tirados dois condutores AB e CD que são ligados a dois anéis, B e D. Encostados a esses anéis existem dois pedaços de carvão (que é condutor), m e n (fig. 322). O circuito externo, R, onde vai ser utilizada a corrente, é ligado a esses pedaços de carvão. À medida que o quadro gira dentro do campo magnético, os anéis giram juntos com ele. Os pedaços de carvão m e n ficam fixos e os anéis ficam raspando neles. A corrente que se produz no quadro passa para os anéis, deste para o carvão e do carvão vai para o circuito externo. É fácil ver que, com esse dispositivo, quando a corrente elétrica muda de sentido no quadro, também muda de sentido no circuito externo, isto é, no circuito externo ela é captada também como alternada. A figura 323 mostra o quadro entre os polos do ímã que produz o campo magnético.

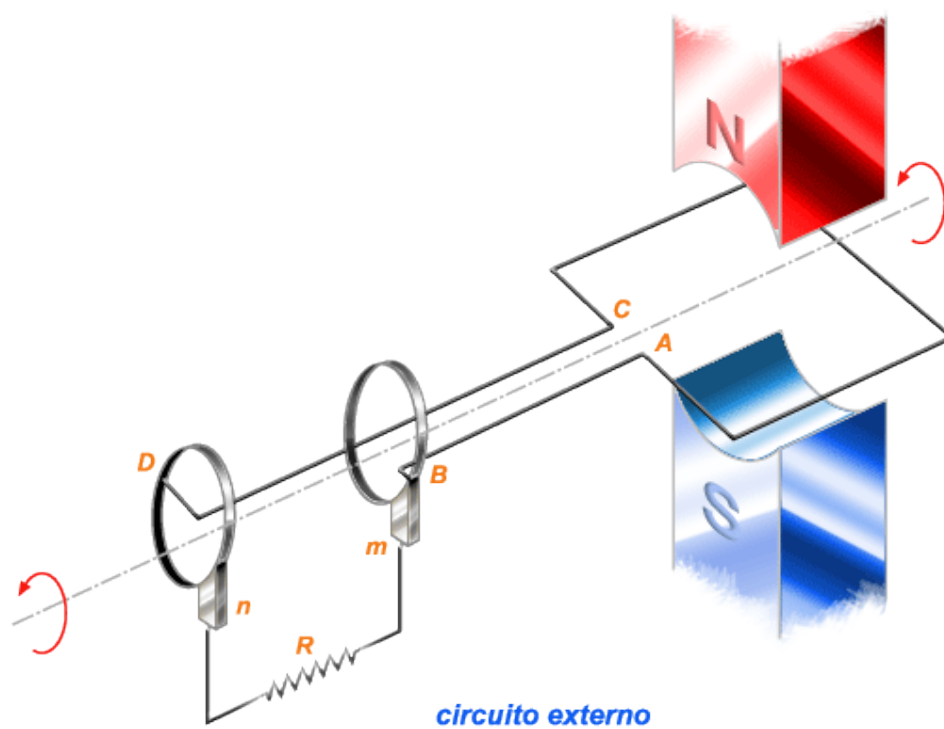


Figura 322

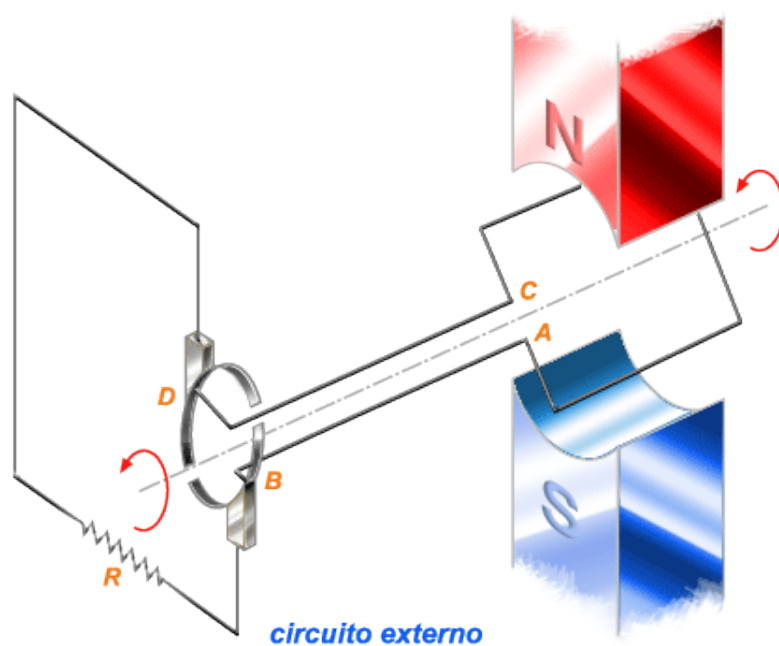


Figura 323

Coletor é o nome que se dá ao conjunto dos anéis e pedaços de carvão (fig. 323). Os pedaços de carvão são chamados escovas.

b. Coletor de corrente contínua

Em vez de dois anéis ele se compõe de dois semi-anéis. Cada semi-anel é ligado a uma ponta do quadro girando junto com o quadro. Os pedaços de carvão são fixos, e são ligados ao circuito externo. Quando os semi-anéis giram eles ficam apertados contra os pedaços de carvão (figura acima).

Vemos que, em cada meio período, um semi-anel está em contato com um pedaço de carvão diferente.

A posição dos carvões é ajustada de tal modo que, no instante em que a corrente muda de sentido no quadro, há troca de contato entre os carvões e os semi-anéis. Desse modo, fora do quadro, a corrente caminha sempre no mesmo sentido, isto é, é contínua.

10: Nota Histórica

No ano de 1831, Faraday colocou duas bobinas próximas e fez passar corrente por uma delas. Observou que pela outra passava também uma corrente, quando abria e fechava o circuito da primeira: era a descoberta da indução eletromagnética (o campo magnético da primeira bobina induzia corrente na segunda). Nos anos seguintes, ele esclareceu os diversos casos de indução, com campo magnético produzido por ímã, ou por bobina, etc.. Dois anos depois da descoberta do fenômeno, Friedrich Emil Lenz estabeleceu a lei que permite conhecer-se o sentido da corrente induzida.

Logo após começaram a construir os geradores mecânicos para obtenção de corrente elétrica, que até então só era fornecida por pilhas. Mas, a fabricação em grande escala de dínamos começou muito mais tarde, em 1867, quando Werner von Siemens inventou um método prático para produção do campo magnético no interior dessas máquinas.