

COMPONENTES REATIVOS

Eletricidade

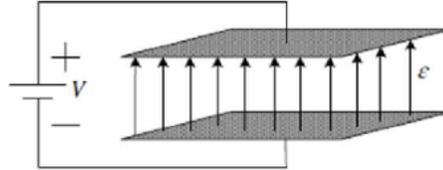
Aula 8

Componentes Reativos



Campo Elétrico

- ▶ Consideremos uma diferença de potencial V entre duas chapas condutoras.



- ▶ Em todo ponto entre essas duas chapas, passa uma linha invisível chamada de linha de campo elétrico.
- ▶ Se for colocada uma partícula carregada com carga negativa sobre uma destas linhas, esta partícula se desloca ao longo da linha, no sentido da flecha, até atingir a chapa positiva. Se a partícula estiver carregada positivamente, o deslocamento é em sentido contrário. Por isto essas linhas são também chamadas de **linhas de força**.
- ▶ A entidade física que provoca o deslocamento dessas partículas é chamada de “campo elétrico”. Em cada ponto entre as duas chapas, existe um campo elétrico. As velocidades e acelerações das partículas dependem dos valores do campo elétrico ao longo das linhas de força.
- ▶ A unidade física do campo elétrico é V/m (Volt por metro) e seu símbolo matemático mais usual é a letra grega ϵ .



Campo Elétrico

- ▶ Quando a distância entre as placas é muito menor do que suas dimensões, o campo elétrico é, aproximadamente constante, e tem o valor: $\varepsilon \approx \frac{V}{d}$, onde V é a diferença de potencial entre as chapas e d é a distância entre elas.
- ▶ Exemplo: Sejam duas chapas quadradas com 1 m de lado, distantes entre si por 2 cm. Se introduzirmos uma diferença de potencial de 5V entre elas teremos em qualquer ponto, situado no espaço compreendido entre essas chapas, o campo elétrico:

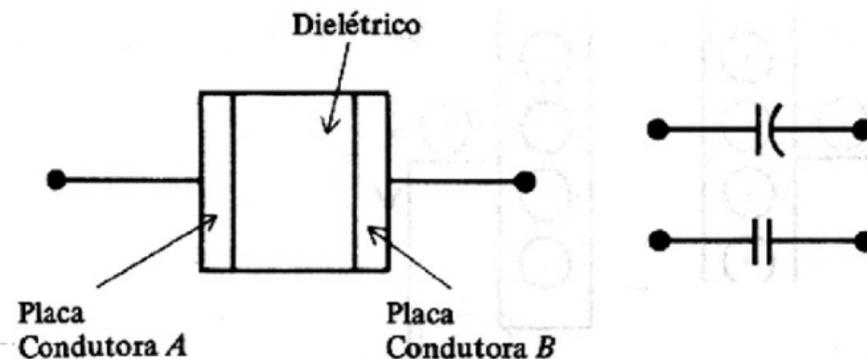
$$\varepsilon \approx \frac{V}{d} = \frac{5 \text{ v}}{0,02 \text{ m}} = 250 \frac{\text{v}}{\text{m}}$$



Capacitores e capacitância

- ▶ Um capacitor é um dispositivo formado por dois condutores próximos entre si, dispostos de modo que neles seja possível armazenar a máxima quantidade de cargas elétricas, por indução eletrostática. Isto é facilitado colocando-se um material isolante entre as placas, chamado dielétrico.
- ▶ Diz-se que o capacitor está carregado quando suas placas contém cargas de igual módulo, porém com sinais contrários.

- ▶ **Vídeo 9**



Capacitores e capacitância

- ▶ A capacitância é a relação entre a carga elétrica que um capacitor pode armazenar e a diferença de potencial entre suas duas placas.

$$\text{▶ } C = \frac{Q}{V}$$

- ▶ C: capacitância, em **farads** (F);
- ▶ Q: carga de uma das placas, em **coulombs** (C);
- ▶ V: diferença de potencial entre as placas, em **volts** (V).
 - ▶ Uma capacitor de 1 Farad é grande demais para ser usado em circuitos práticos. Normalmente, utiliza-se as unidades:

Microfarad: $1\mu\text{F} = 10^{-6}\text{F}$

Nanofarad: $1\text{nf} = 10^{-9}\text{F}$

Picofarad: $1\text{pf} = 10^{-12}\text{F}$



Capacitância

- ▶ A capacitância de um capacitor depende de três fatores:
 - ▶ **A área das placas:** quanto *maior* a área, *maior* a capacitância.
 - ▶ **A distância entre as placas:** quanto *menor* é a distância, *maior* é a capacitância.
 - ▶ **○ tipo de material dielétrico:** Toma-se como padrão a capacitância de um capacitor que tem vácuo entre suas placas. Colocando-se um dielétrico entre as placas, a capacitância do capacitor será multiplicada por uma quantidade fixa, denominada **constante dielétrica**.

Material	Constante Dielétrica
Vácuo	1
Ar	1,0054
Polietileno	2,3
Âmbar	2,7
Papel	3,5
Mica	5,4



Capacitância

- ▶ $C = k\epsilon_0 \frac{A}{d}$
- ▶ **C**: capacitância, em farads (F);
- ▶ **k** : constante dielétrica, adimensional;
- ▶ ϵ_0 : permissividade do vácuo ($8,85 \cdot 10^{-12} \text{F/m}$)
- ▶ **A**: área das placas, em m^2 .
- ▶ **d**: distância entre as placas, em metros (m)



Tipos de capacitores

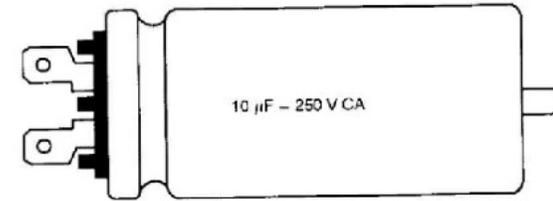
- ▶ **Capacitores de ar**

- ▶ Podem ser fixos ou variáveis. Os variáveis são utilizados em circuitos de sintonia de rádios.



- ▶ **Capacitores à óleo**

- ▶ Aplicados em circuitos de tensão elevada, alternada.



- ▶ **Capacitores de cerâmica**

- ▶ São pequenos.

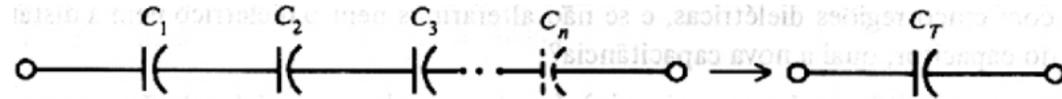
- ▶ **Capacitores eletrolíticos**

- ▶ Possuem alto valor de capacitância e pequeno tamanho, mas não suportam altas tensões.



Associação de Capacitores

- ▶ Associação em série:

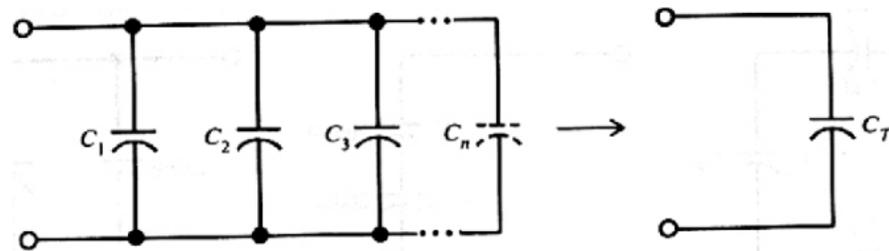


- ▶
$$\frac{1}{C_T} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n}$$

- ▶ Entre dois capacitores em série:

- ▶
$$C_T = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}$$

- ▶ Associação em paralelo:



- ▶
$$C_T = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$



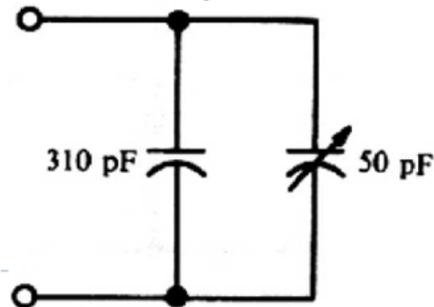
Exercícios

- ▶ 1. Um capacitor plano é formado por duas placas com área de $0,04\text{m}^2$. O dielétrico é a baquelita ($k = 4,8$). A distância entre as placas é de 2 mm.
 - ▶ (a) Qual é a capacitância deste capacitor?
 - ▶ (b) Qual é a carga armazenada quando o capacitor é submetido a uma diferença de potencial de 12V?
- ▶ 2. Um capacitor plano é formado por duas placas paralelas de área $0,10\text{m}^2$. O dielétrico é o **polietileno** e a distância entre as placas, 1 mm. Qual é a capacitância deste capacitor?
- ▶ 3. Calcule a capacitância total de um capacitor de $3\mu\text{F}$, um de $5\mu\text{F}$ e um de $10\mu\text{F}$ associados em série.



Exercícios Para Casa

- ▶ 1. Qual é a capacitância de um capacitor de armazena 4 C de carga com 2 V nos seus terminais?
- ▶ 2. A área de uma placa de um capacitor de duas placas com mica é de $0,0025\text{m}^2$ e a separação entre as placas é de $0,02\text{m}$. Considerando a constante dielétrica da mica igual a 7, qual a capacitância do capacitor?
- ▶ 3. Um capacitor de um circuito sintonizador de um receptor de rádio tem uma capacitância de 310pF . Quando o estágio está alinhado, ajusta-se um capacitor variável (chamado de trimmer) em paralelo com o estágio, até uma capacitância de 50pF . Qual é a capacitância total da associação?



Respostas

- ▶ 1. 2F
- ▶ 2. 7,74 pF
- ▶ 3. 360pF



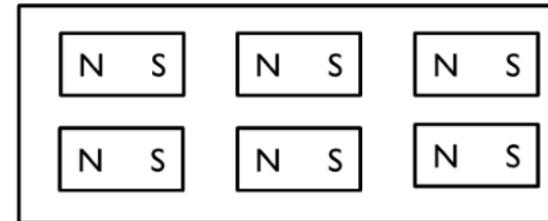
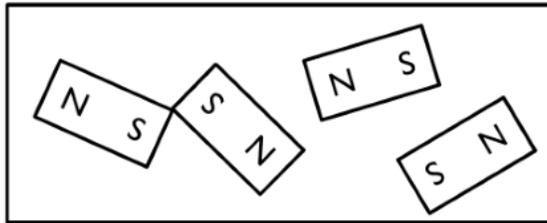
Campo Magnético - A natureza dos materiais magnéticos

- ▶ A teoria dos domínios magnéticos considera o fato de cargas elétricas em movimento produzirem campos magnéticos.
 - ▶ Na maioria das substâncias, os elétrons giram em torno do núcleo em diferentes sentidos, de maneira que seus campos magnéticos se cancelam e o magnetismo líquido do material é nulo.
 - ▶ Porém, há substâncias cujos átomos têm uma certa quantidade de elétrons girando em um sentido predominante. Esses átomos formam grupos que se comportam como pequenos ímãs, chamados **domínios magnéticos** ou **ímãs elementares**.



Campo Magnético - A natureza dos materiais magnéticos

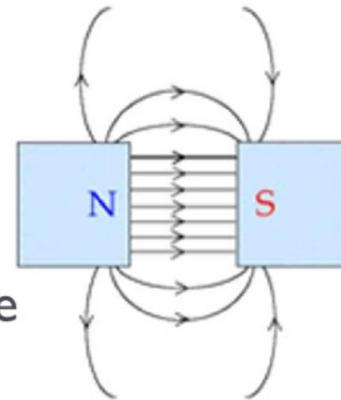
- ▶ Quando um material não está magnetizado, os domínios têm orientação aleatória e o efeito líquido do magnetismo é praticamente nulo.
- ▶ Mas se os domínios forem orientados em um único sentido, seus campos magnéticos se somarão, estabelecendo-se no corpo dois pólos magnéticos. Diz-se que o corpo foi magnetizado.



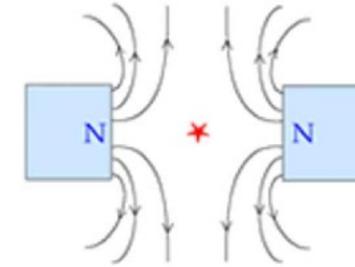
Campos Magnéticos

- ▶ O campo magnético de um ímã pode ser explicado sob a forma de linhas de força, que possuem as seguintes propriedades:

- ▶ “saem” do pólo norte;
- ▶ “entram” no pólo sul;
- ▶ Não se cruzam (tendem a se repelir);
- ▶ Formam um círculo fechado;
- ▶ São invisíveis, só podendo ser constatadas pelos efeitos que produzem.



Pólos que se atraem



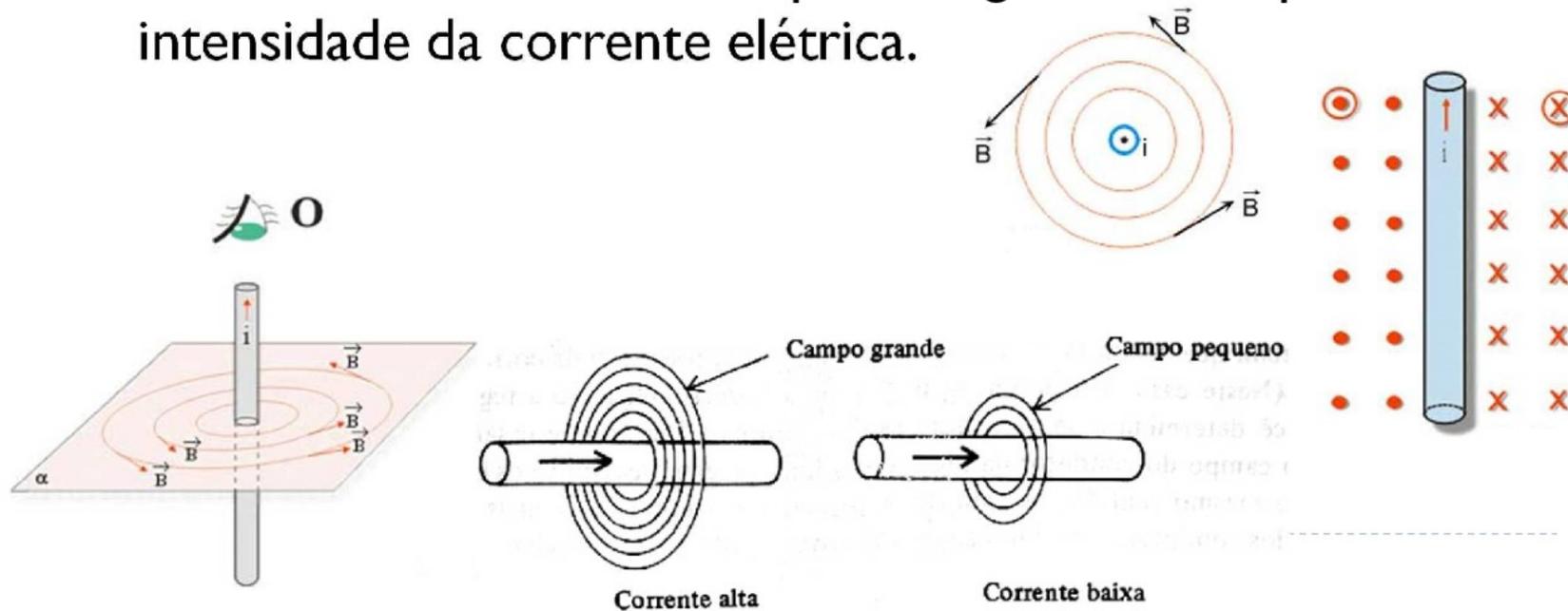
Pólos que se repelem

As linhas de força promovem a atração entre pólos opostos e repulsão entre pólos iguais.



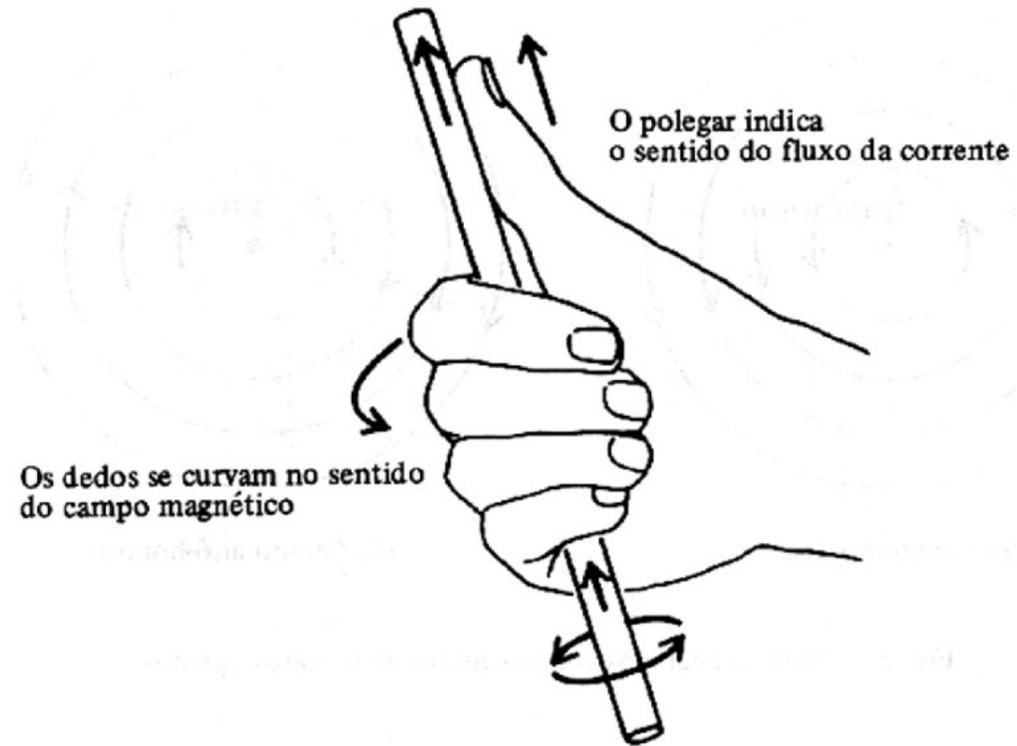
Campo magnético em torno de um condutor

- ▶ **Uma corrente elétrica sempre produz um campo magnético.** Este campo é composto por linhas de força conforme a figura abaixo.
- ▶ A intensidade do campo magnético depende da intensidade da corrente elétrica.



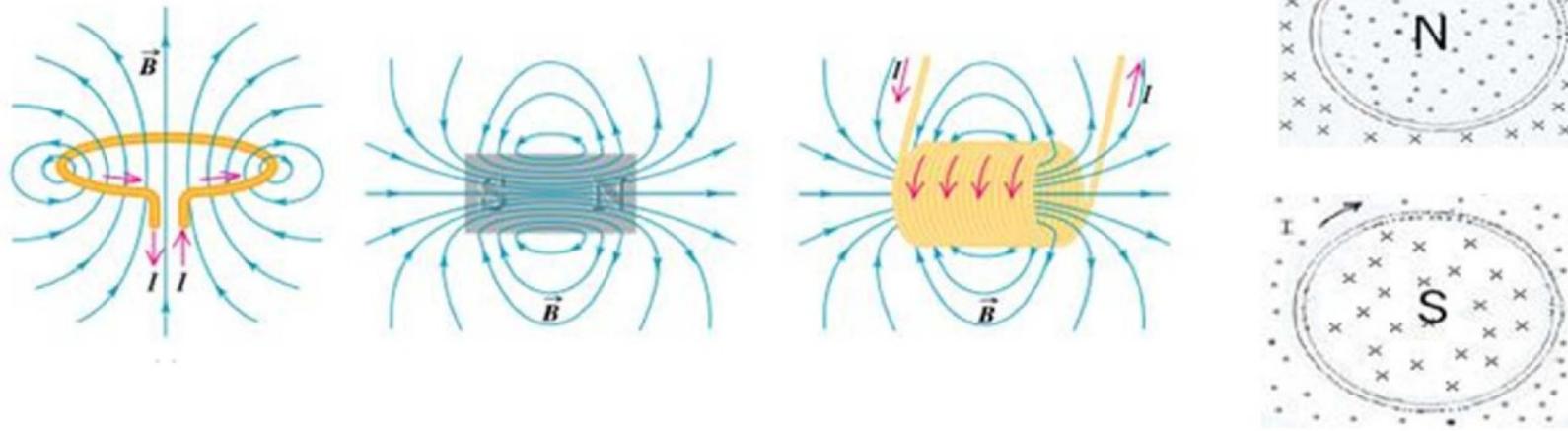
Campo magnético em torno de um condutor

▶ REGRA DA MÃO DIREITA



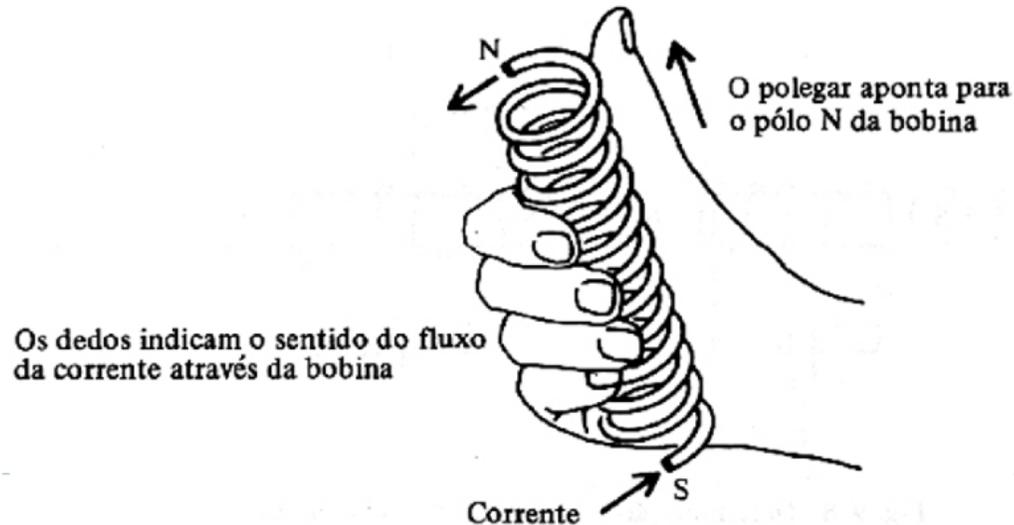
Campo magnético de uma bobina

- ▶ Se um fio condutor é enrolado, formando uma volta completa, tem-se uma espira. Enrolando-se várias voltas do condutor tem-se uma bobina.
- ▶ Quando a corrente elétrica percorre uma espira, todas as linhas de força estarão do mesmo lado desta, estabelecendo aí um pólo sul. Consequentemente, as linhas sairão todas do lado oposto, onde haverá um pólo norte.



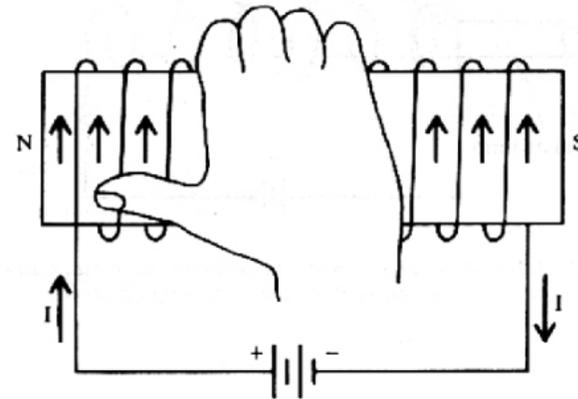
Campo magnético de uma bobina

- ▶ **REGRA DA MÃO DIREITA**
- ▶ Se os dedos da mão direita envolvem a bobina no sentido da corrente, o polegar apontará para o seu pólo norte.
- ▶ A intensidade do campo magnético de uma bobina depende do seu número de espiras, bem como da corrente que circula por seus condutores.



Eletroímãs

- ▶ São constituídos por uma bobina enrolada em um núcleo de ferro, de modo que, quando circula uma corrente pela bobina, estabelece-se um campo magnético que se concentra no núcleo de ferro, para cumprir determinada finalidade. Para determinar os pólos de um eletroímã deve-se:
 - ▶ Determinar os pólos da bobina pela regra da mão direita;
 - ▶ Atribuir o sentido das linhas de força do campo magnético que percorrem o núcleo;
 - ▶ Atribuir o pólo norte à extremidade do núcleo da qual as linhas saírem. Onde as linhas entrarem será o pólo sul.



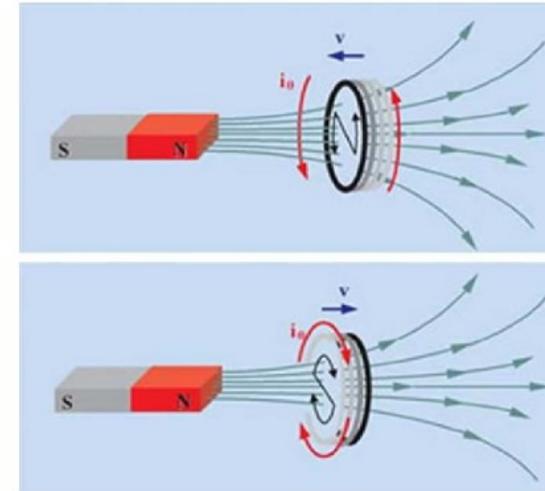
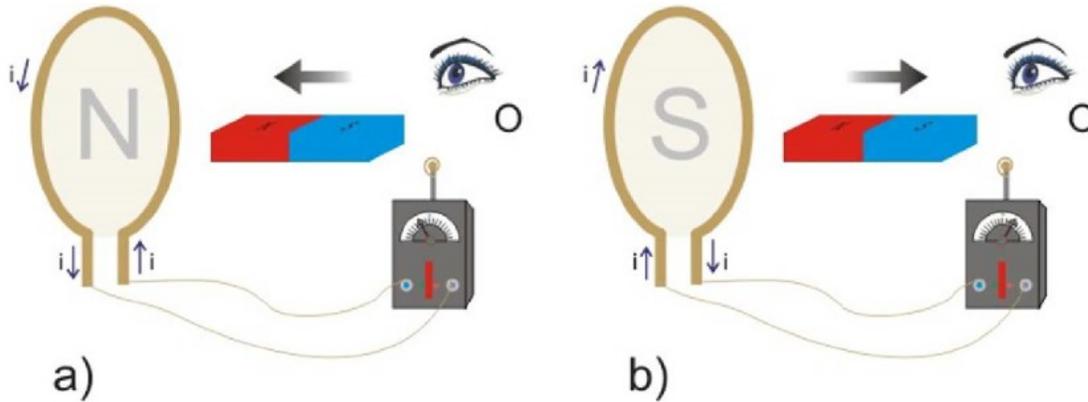
Força Eletromotriz Induzida e Lei de Lenz

- ▶ **A corrente elétrica pode ser produzida a partir do magnetismo.**
- ▶ Se um condutor é submetido a um campo magnético variável, entre suas extremidades aparece uma diferença de potencial que é chamada **de força eletromotriz induzida.**
- ▶ Heinrich Lenz estudou o sentido da f.e.m induzida descoberta por Faraday. Sua conclusão é conhecida como Lei de Lenz:
 - ▶ **O sentido de uma força eletromotriz induzida é tal que ela se opõe, pelos seus efeitos, à causa que a produziu.**



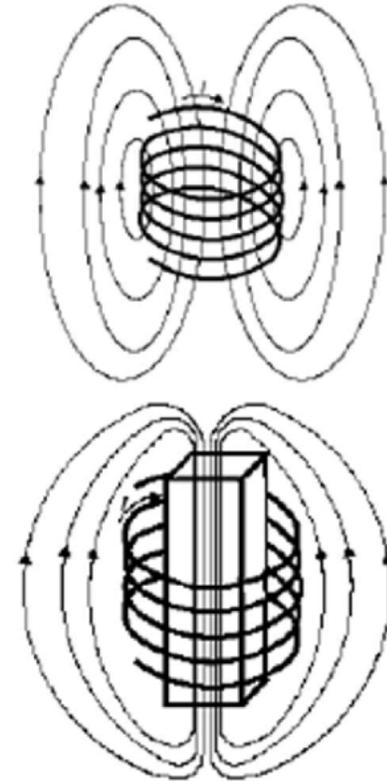
Lei de Lenz

- ▶ Se a indução eletromagnética resultar em uma corrente elétrica induzida em um **circuito fechado**, a Lei de Lenz estabelece que:
 - ▶ O sentido da corrente induzida é tal que, por seus efeitos, ela se opõe à causa que lhe deu origem.



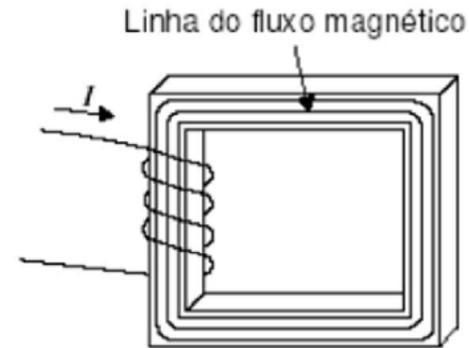
Indutores

- ▶ Quando o fio condutor tem a forma de um conjunto de espiras, como mostrado na figura, temos um **indutor** ou bobina.
- ▶ As linhas de fluxo possuem configuração semelhante àquelas de um ímã.
- ▶ A presença de um núcleo de ferro, torna os campos magnéticos muito mais intensos.
- ▶ Neste caso temos um eletroímã. Nota-se que o percurso das linhas de fluxo acontece uma parte no núcleo e outra parte no ar.



Indutor com núcleo fechado

- ▶ A intensidade do campo magnético fica ainda bem maior quando se consegue fazer com que o percurso total, das linhas de fluxo, seja dentro do material ferroso. Isto se consegue, usando um núcleo fechado tendo, por exemplo, o formato mostrado na figura.



- ▶ A intensidade do campo magnético depende da intensidade da corrente elétrica e de uma grandeza física chamada de **permeabilidade relativa do núcleo - μ_r** .
 - ▶ **Para núcleo de ar $\mu_r = 1$.**



Indutor com núcleo fechado

- ▶ Quando se usa núcleo fechado temos a permeabilidade específica do material ferroso μ_{rm} . Em eletrotécnica o material mais empregado é uma liga ferro-silício, composta por 4 % de silício e 96 % ferro. Para esta liga $\mu_{rm} = 900$.
- ▶ O valor de um indutor, construído com núcleo fechado, obedece à seguinte equação:

$$\text{▶ } L = 4\pi \times 10^{-7} \mu_{rm} \frac{S \times N^2}{l} [H]$$

- ▶ onde:
- ▶ L = indutância, medida em Henry - [H].
- ▶ l = comprimento do trajeto total das linhas de fluxo, no núcleo fechado, em metros [m].
- ▶ S = Área de secção do núcleo, em metros quadrados [m²].
- ▶ N = número de espiras.



Exemplo

- ▶ Um indutor, construído em núcleo fechado, foi enrolado com 200 espiras. Seu núcleo possui $\mu_{\text{rm}} = 900$. O comprimento do trajeto das linhas do fluxo magnético nesse núcleo é de $l = 0,1\text{m}$. A área de sua secção é $S = 4 \times 10^{-4}\text{m}^2$. Determinar o valor desse indutor.

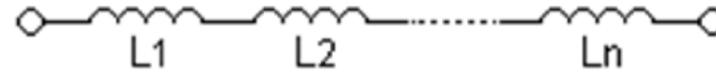
- ▶ **R: 0,181 H.**



Associação de Indutores

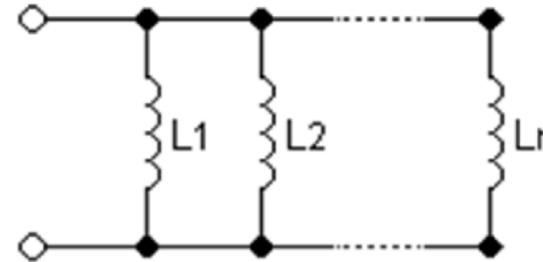
- ▶ A associação de indutores é semelhante à associação de resistores.

- ▶ Associação em série:



- ▶ $L_S = L_1 + L_2 + \dots + L_n$

- ▶ Associação em paralelo:



- ▶ $\frac{1}{L_P} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}$



Bibliografia

- ▶ Silva Filho, Matheus Teodoro da; **Fundamentos de Eletricidade**. Rio de Janeiro: LTC, 2007.

