



kroton
paixão por educar

GRADUAÇÃO PRESENCIAL
2º semestre- 2016

Conversão
Eletromecânica de Energia
Eng^a Elétrica– 5º/ 6º semestres

Prof^o. Ms. Cristiano Malheiro

cmalheiro@anhanguera.com
cmalheiro@aedu.com

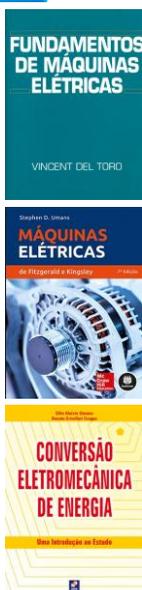
<http://cristianotm.wix.com/aulas>

1



Aula 6

Bibliografia Básica



1. DEL TORO, V.. **Fundamentos de Máquinas Elétricas**. 1ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2009. No

Acervo: 621.31042 D439f (5 exemplares)

2. UMANS, Stephen D. **Máquinas Elétricas**. 7ª edição. Porto Alegre: Mc Graw Hill Education, 2014.

(exemplar online- arquivo pessoal do professor)

3. SIMONE, Gilio Aluísio; CREPPE, Renato Crivellari. **Conversão Eletromecânica de Energia**. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2012, v. 1. **Acervo: 621.31 S618c (19**

exemplares)

2

kroton
paixão por educar



Aula 6

Materiais Magnéticos

Aplicações na engenharia elétrica:

- Transformadores;
- Indutores;
- Motores elétricos;
- Transdutores;
- Gravação de dados;
- Circuitos de proteção;
- Alto-falantes;
- Acionamento (relés, contadores, etc.);
- ...
- Novas aplicações.

3

kroton
paixão por educar



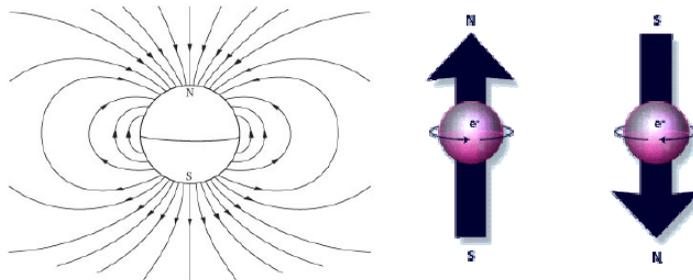
Aula 6

Materiais Magnéticos

Dominios magnéticos

Dipolos magnéticos:

- Determinam o comportamento dos materiais num campo magnético;
- Tem origem no momentum angular dos elétrons nos íons ou átomos que formam a matéria.



4

kroton
paixão por educar



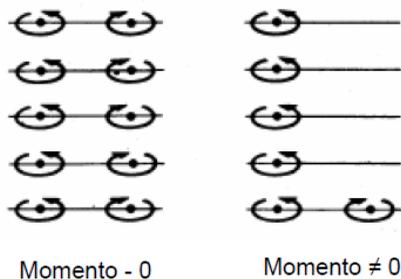
Aula 6

Materiais Magnéticos

Domínios magnéticos

Magnetismo atômico:

- 2 elétrons ocupam o mesmo nível energético;
- Estes elétrons tem spins opostos;
- Subníveis internos não completos dão origem a um momento magnético não nulo.



5

kroton
paixão por educar



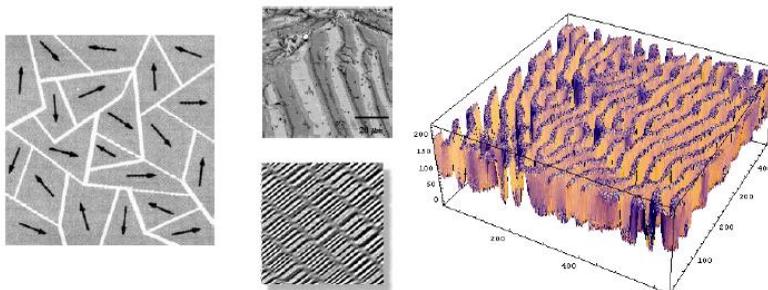
Aula 6

Materiais Magnéticos

Domínios magnéticos

Domínios magnéticos:

- Espaços de alinhamento unidirecional dos momentos magnéticos;
- Geralmente tem dimensões menores que 0,05 mm;
- Tem contornos identificáveis, similar aos grãos.



6

kroton
paixão por educar



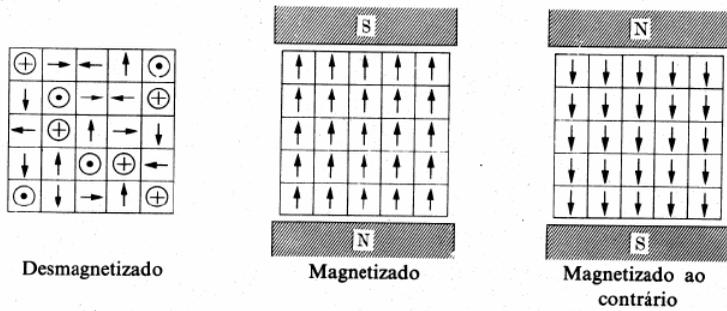
Aula 6

Materiais Magnéticos

Domínios magnéticos

Alinhamento dos domínios:

- Aplicando um campo magnético externo.



7

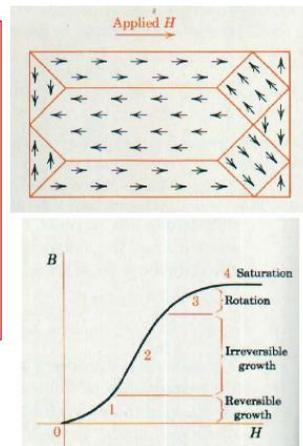
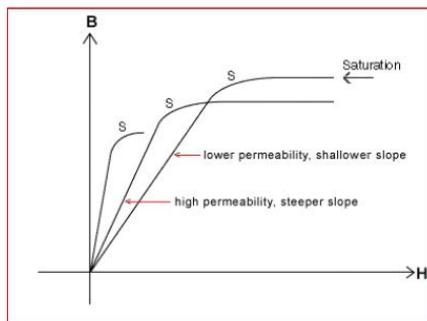
kroton
paixão por educar



Aula 6

Materiais Magnéticos

Curva de magnetização



8

kroton
paixão por educar



Aula 6

Materiais Magnéticos

Esses materiais, principalmente se dividem de acordo com a permeabilidade (μ), ou seja, a medida de habilidade que um material tem de transportar as linhas de campo magnético (fluxo magnético). E a susceptibilidade (χ) é uma propriedade física do material e é denominada de suscetibilidade magnética.

onde $\mu = (1 + \chi)$ é denominado de permeabilidade magnética do material.

9



Aula 6

Materiais Magnéticos

Classificação quanto a susceptibilidade e permeabilidade:

- Diamagnéticos;
- Paramagnéticos;
- Ferromagnéticos;
- Ferrimagnéticos;
- Antiferromagnéticos.

10





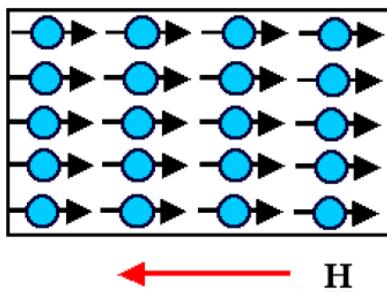
Aula 6

Materiais Magnéticos

Materiais diamagnéticos

Características:

- Apresentam susceptibilidade negativa $\approx 10^{-5}$;
- Permeabilidade abaixo de 1, $\mu < 1$;
- Exemplos: gases inertes, metais (cobre, bismuto, ouro, etc.).



11



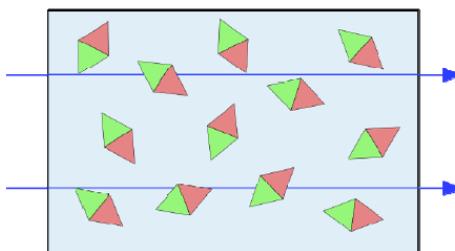
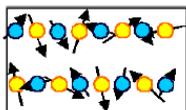
Aula 6

Materiais Magnéticos

Materiais paramagnéticos

Características:

- Apresentam susceptibilidade positiva $\approx 10^{-5}$ - 10^{-3} ;
- Permeabilidade acima de 1, $\mu > 1$;
- Exemplos: alumínio, platina, sais de: ferro, cobalto, níquel, etc.



12



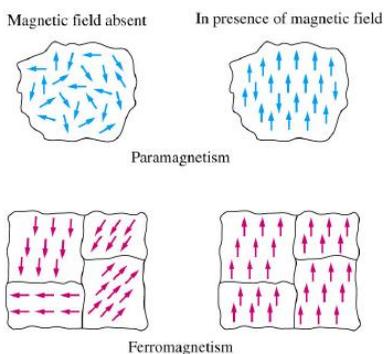
Aula 6

Materiais Magnéticos

Materiais ferromagnéticos

Características:

- Apresentam alta susceptibilidade;
- Permeabilidade muito maior que 1, $\mu \gg 1$;
- Exemplos: ferro, níquel, cobalto, cromo, etc.



kroton
paixão por educar



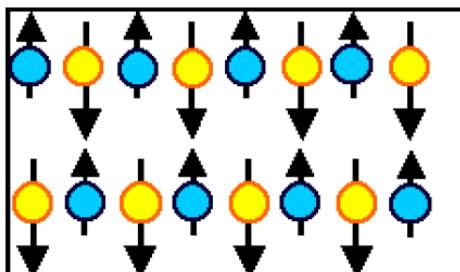
Aula 6

Materiais Magnéticos

Materiais ferrimagnéticos

Características:

- Apresentam características semelhantes aos ferromagnéticos;
- Os momentos antiparalelos não são exatamente iguais;
- Magnetização resultante não é nula;
- Exemplo: ferrites, possuem rapidez na resposta da magnetização e alta resistividade.



14

kroton
paixão por educar



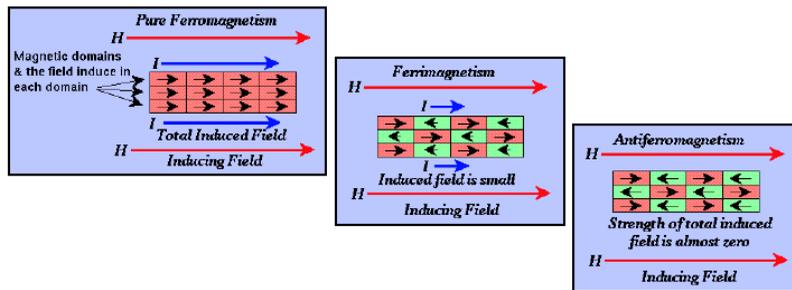
Aula 6

Materiais Magnéticos

Materiais antiferromagnéticos

Características:

- Apresentam características semelhantes aos ferromagnéticos;
- Os momentos antiparalelos são iguais;
- Magnetização resultante é nula;
- Exemplo: cabeçotes de leitura de gravação magnética.



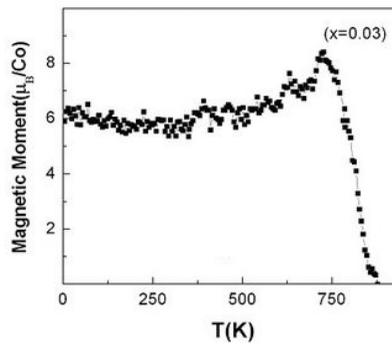
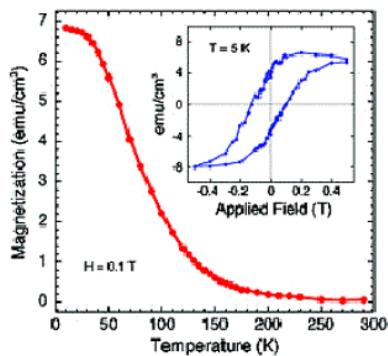
15



Aula 6

Materiais Magnéticos

Fluxo magnético versus temperatura



16



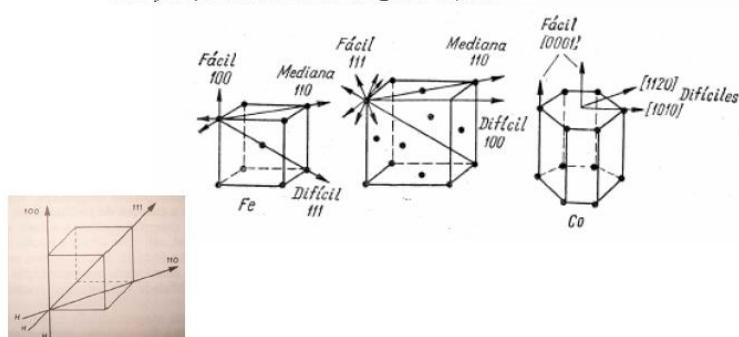
Aula 6

Materiais Magnéticos

Fluxo magnético versus direção cristalográfica

Anisotropia cristalina:

- Reação diferente conforme a direção do campo;
- Direção preferencial de magnetização.



17

kroton
paixão por educar



Aula 6

Exercício Dois condutores retilíneos e paralelos estão a uma distância de 10 cm entre si. O fio 1 conduz uma corrente de 40 A de baixo para cima. Qual o valor e o sentido da corrente que deve passar pelo fio 2 para provocar o desaparecimento do campo magnético em um ponto P a 10 cm do fio 2 e 20 cm do fio 1?

Resposta: 20 A de cima para baixo.

18

kroton
paixão por educar



kroton 
paixão por educar

Bibliografia desta aula:

1. DEL TORO, V.
**Fundamentos de
Máquinas Elétricas.** 1ª
edição. Rio de Janeiro: LTC,
2009.

http://www.eletrica.ufpr.br/~jean/Eletrotecnica/Material_Didatico/Mat_Magneticos.pdf

19



20