

PROPRIEDADES MAGNÉTICAS DOS MATERIAIS E SUAS FUNCIONALIDADES

Linós, Cleisson Geraldo dos Santos ¹ ; Silva, Leonardo Duarte ¹; Costa, Caio Rafael ¹.

De Faria, Ricardo Luiz ²

1- Faculdades Santo Agostinho – FASA, Graduação em Engenharia Elétrica, Montes Claros, MG, Brasil.

2- Professor da Instituição Faculdades Santo Agostinho - FASA, Bacharel em Engenharia Elétrica, Pós Graduação em Educação do Ensino Superior, Montes Claros, MG, Brasil.

Resumo:

Este trabalho é uma junção de vários conceitos do magnetismo inerente a alguns materiais conhecidos na natureza. Portanto primeiramente conceituamos o magnetismo como uma parte da Física que estuda as propriedades magnéticas dos materiais, podendo também ser um fenômeno de ordem elétrica relacionada a uma carga em movimento, tendo sua origem na estrutura dos átomos que se comportam como dipolos magnéticos naturais e são considerados pequenos ímãs. Há dois movimentos a nível atômico que explicam a origem do que chamamos de “momentos magnéticos”: O momento angular orbital e o momento angular do spin do elétron. As propriedades magnéticas dos materiais estão diretamente ligadas a vários fatores que compõem o universo do magnetismo, dentre eles: a indução, permeabilidade e susceptibilidade magnéticas, podemos citar também as curvas de histerese, perdas de magnetização, dentre outros. Alguns materiais são comumente utilizados no mundo tecnológico, sendo os ferromagnéticos os mais importantes por suas peculiaridades que são bastante úteis em dispositivos como: transformadores de potência, alto-falantes, motores, geradores dentre outros aparelhos. Para ter um melhor rendimento funcional, são feitas misturas metálicas, ligas que proporcionam a otimização do funcionamento dos mais diversos equipamentos tecnológicos atuais que estarão dispostos no decorrer deste trabalho que teve como objetivo a aquisição de conhecimento acerca dos materiais magnéticos e suas características mais relevantes.

Palavras-chaves: Materiais Magnéticos, Aplicações, Propriedades Magnéticas.

Abstract:

This paper is a junction of various concepts of inherent magnetism in some materials known in nature. Therefore first we conceptualize magnetism as a part of Physics that studies the magnetic properties of materials. It can also be a phenomenon of electric current related to a moving load, having its origin in the structure of atoms that behaves as natural magnetic dipoles and are considered small magnets. There are two movements at the atomic level that explain the origin of what we call "magnetic moments": The orbital angular momentum and the angular momentum of the electron spin. The magnetic properties of the materials are directly linked to several factors that make up the magnetism of the universe, including: induction, permeability and magnetic susceptibility, we can also mention the curves of hysteresis, magnetization losses, among others. Some materials are commonly used in the technological world, being the most important the ferromagnetic materials its peculiarities that are very useful in devices such as power transformers, speakers, motors, generators, among other devices. To have a better functional performance, metal mixtures are made, alloys that provide the optimization of the functioning of a the a large number of latest technological equipment that will be shown in this paper that aim to gather of knowledge about magnetic materials and its outstanding features.

Keywords: Magnetic Materials, Applications, Magnetic Properties.

Introdução

Magnetismo é a parte da Física que estuda as propriedades magnéticas dos materiais, estes que são detentores da capacidade de atrair ou repelir outros materiais eletricamente carregados. Podemos dizer também que o magnetismo é um fenômeno de ordem elétrica relacionada a uma carga em movimento, tendo sua origem na estrutura dos átomos que se comportam como dipolos magnéticos naturais e podem ser considerados pequenos ímãs; com polos norte e sul. Vale ressaltar que o sentido de uma corrente elétrica, direção do movimento de uma carga e fluxo do campo magnético, segue a Lei de BiotSavart conhecida como regra da mão direita, ou seja, o fluxo magnético se localiza circunjacente a direção da carga em questão.

Há dois movimentos a nível atômico que explicam a origem do que chamamos de “momentos magnéticos”: O momento angular orbital e o momento angular do spin do elétron.

A disposição ou orientação espacial dos átomos de determinado material formam através de seus dipolos magnéticos regiões chamadas de domínios magnéticos, sendo que a prevalência de suas direções e sentidos dará origem a campos magnéticos que terão características de acordo com o elemento do substrato. Dessa forma podem ocorrer atração ou repulsão entre materiais, de acordo com as propriedades magnéticas de cada um.

A maneira para determinar se um material é magnético ou não, é colocá-lo sobre a influência de um campo magnético externo. Se entre eles aparecerem forças ou torques, trata-se de uma substância magnética. Isso aplica-se a todos os materiais, claro que a intensidade de resposta ao campo gerado vai ditar em qual classificação aquele material se enquadra. Os materiais magnéticos mais conhecidos são: os paramagnéticos, diamagnéticos, ferromagnéticos, ferrimagnéticos e antiferrimagnéticos. Para classificar as substâncias, precisamos de conceitos básicos que as definem como: a curva de histerese, indução magnética, susceptibilidade magnética, o ponto de Curie, bem como a permeabilidade magnética que serão discutidos a seguir.

Em nosso cotidiano utilizamos diversos equipamentos que funcionam a partir dos fenômenos magnéticos sendo que os mais comuns são: os motores elétricos, geradores, transformadores, cartões magnéticos, rádios, entre vários outros.

Com isso, este trabalho torna-se importante devido à necessidade de entendermos todas as conjecturas que permeiam o complexo comportamento dos diversos tipos de materiais magnéticos e suas formas de interações no mecanismo de funcionamento dos aparelhos e dispositivos tecnológicos atuais.

Este trabalho tem como objetivo obter conhecimentos mais apurados acerca das propriedades magnéticas dos materiais de forma a entender alguns processos e aplicações dessas características no âmbito da engenharia elétrica.

Além de abordar os conceitos atomísticos que dão base para todos os fenômenos magnéticos dos materiais conhecidos.

Materiais e Métodos

A elaboração deste artigo apoia-se essencialmente em uma base de pesquisa teórica, revisão literária, com estudos em artigos científicos, livros e acesso a sites. Tendo assim uma base para possíveis comparações teóricas futuras das informações recolhidas.

O Campo Magnético

O fenômeno físico de característica abstrata associado à atração ou repulsão de certos materiais recebe o nome de campo magnético. Alguns destes, por apresentar campo espontâneo, são puramente magnéticos, de forma que geram um campo magnético sem a presença de uma corrente elétrica macroscópica adjacente.

Sabe-se que a circulação de corrente elétrica num condutor, por exemplo, numa bobina, cria um campo magnético no espaço interior, bem como no exterior envolvente, a essa bobina. O “emparelhamento” de dipolos é o símbolo da interação dos elétrons que ocorre à escala atômica nos materiais magnéticos (PINHO, 2009, p.3).

O magnetismo tem uma natureza dipolar, co-existindo sempre dois pólos ou centros magnéticos num campo, separados por certa distância. Quando as cargas se movem com velocidade constante é gerado um campo magnético constante. Esse fluxo de corrente pode ser constituído por correntes de magnetização, como as correntes no interior de um ímã permanente, correntes de feixe eletrônicos, como nas válvulas eletrônicas, ou correntes de condução, como as correntes em fios condutores. A intensidade ou força do campo magnético é representado pelo vetor campo magnético H , que é expresso em Ampère por metro (A/m).

Indução Magnética

Um campo magnético pode ser representado por linhas de indução, que tem a direção e o sentido do vetor em cada ponto, sendo que sua densidade de fluxo magnético é representada pelo vetor indução magnética B e é expresso em Weber por metro quadrado (Wb/mm) ou de maneira mais simples, Tesla (T).

Conforme Nardelli (2012, p.16), ”supondo que um indutor produza um campo magnético H e é colocada neste campo uma barra de um material magnético, essa barra se imantará e por conseqüência, aparecerão os pólos N e S”.

No vácuo, a quantidade de linhas de um campo magnético é expressa pelo produto da intensidade do campo magnético H e da permeabilidade magnética no vácuo (μ_0) que nestas condições tem o valor de $4\pi \cdot 10^{-7}$.

$$B = H \cdot \mu_0$$

Permeabilidade Magnética

A permeabilidade magnética (μ) indica a quantidade de indução magnética que é gerada por um material quando colocado sob a ação de um determinado campo magnético. É o quociente entre a indução magnética e o campo aplicado.

$$\mu = B/H$$

A partir de a fórmula a seguir obtém-se a indução magnética somando o campo aplicado com o campo exterior resultante da magnetização do material.

$$B = \mu_0(H+M)$$

Onde M é a intensidade de magnetização ou momento magnético induzido por unidade de volume que é dada em A/m.

Outra grandeza útil, que mede a intensidade do campo magnético induzido, é a permeabilidade relativa (μ_r), expressa pelo quociente μ/μ_0 , que sendo intensa, amplifica o efeito do campo magnético.

A permeabilidade magnética de um material ferromagnético não é constante, variando quando o material é magnetizado. A permeabilidade magnética é medida pela permeabilidade inicial (μ_i), e obtém-se a partir do declive da parte inicial da curva de magnetização, e pela permeabilidade máxima μ_{max} , definida pela origem e pelo ponto de inflexão da indução magnética em função do campo magnético (PINHO, 2009, p.5).

Susceptibilidade Magnética

A magnetização de um material é proporcional ao campo aplicado, e é possível definir um fator de proporcionalidade, chamado de susceptibilidade magnética. Essa grandeza representa a amplificação do campo magnético produzido pelo material.

$$\chi = M/H$$

É a grandeza que caracteriza um material magnético segundo sua resposta a um campo magnético aplicado, que pode ser estática (dc) ou dinâmica (ac). Muitas vezes, os materiais apresentam uma resposta não linear, de modo que deve-se tomar o limite nulo da excitação (NOVAK, p.3).

Momento Magnético

O momento magnético é a força do campo magnético associada ao elétron. Cada elétron tem dois momentos magnéticos distintos, um positivo e um negativo sendo que na maioria dos átomos se anulam isso se deve ao emparelhamento dos elétrons. Em materiais ferromagnéticos há o emparelhamento dos elétrons que originam um campo positivo. O momento magnético criado num material ferromagnético ou ferrimagnético por um elétron desemparelhado que não interage com os outros, é designado Magnetão de Bohr (CALLISTER, 2002).

Domínios Magnéticos

Os momentos dipolares magnéticos dos átomos de materiais ferromagnéticos têm tendência a alinhar-se no mesmo sentido dentro de pequenas regiões, designadas domínios magnéticos. Esse alinhamento é atribuído a intensas forças de acoplamento entre os momentos de dipolos magnéticos que constituem um domínio individual. Quando um material magnético é desmagnetizado, os domínios magnéticos ficam orientados ao acaso, não tendo um momento magnético resultante. Ao se aplicar um campo magnético exterior a um material desmagnetizado, seus domínios crescem graças ao movimento das paredes ou fronteiras dos domínios. Os vetores B e M aumentam rapidamente com o aumento de H . Geralmente, ocorre o movimento das fronteiras em detrimento da rotação dos domínios, visto que este último processo requer mais energia. A medida que o campo aplicado aumenta a partir do zero, a indução magnética também cresce ao longo da curva até atingir o ponto máximo, ou indução de saturação B_s , ou seja, todos os domínios estão orientados no mesmo sentido e com o mesmo sentido do campo magnético aplicado. Um material magnetizado permanece assim após a remoção do campo aplicado, embora a magnetização reduza um pouco devido à tendência que os domínios têm para voltar à orientação inicial. Esta magnetização residual é designada campo remanescente (RIBEIRO, 2000).

Histerese

Quando um campo magnético externo é aplicado a um ferromagnético, os dipolos atômicos irão alinhar-se a ele. Mesmo quando o campo é removido, parte do alinhamento vai ser mantido ficando então magnetizado. Uma vez assim, o ímã ficará desta forma por tempo indeterminado, e esta propriedade é a que damos o nome de memória em uma unidade de disco rígido por exemplo. Para desmagnetizar o material exige-se aplicação de calor ou de um campo magnético na direção oposta. A relação entre a indução magnética H e a magnetização M não é linear em alguns materiais. Se um ímã é desmagnetizado ($H = M = 0$) e a relação entre H e M é plotada para aumento dos níveis de intensidade de campo, M segue a curva de

magnetização inicial. Esta curva aumenta rapidamente no início e depois se aproxima de uma assíntota chamada saturação magnética. Se o campo magnético é agora reduzido monotonamente, M segue uma curva diferente. Em uma intensidade de campo igual a zero, a magnetização é compensada a partir da origem de um montante chamado de remanência. Se a relação entre H e M for traçado para todas as forças de campo magnético aplicado o resultado é um ciclo de histerese chamado de loop principal (PETRY, 2007).

Perdas de Magnetização

Existem duas formas de dissipação de energia sob a forma de calor por intermédio da existência, ou mais rigorosamente, da variação do campo magnético: as perdas por histerese e as perdas por correntes de Foucault. Quando sujeitas a uma magnetização alternada, as massas ferromagnéticas desperdiçam energia sob estas duas formas (ANDREUCCI, 2007).

Perdas por Histerese

O fato da rotação dos domínios, durante a magnetização e desmagnetização, necessitarem de energia, faz com que apareçam as perdas por histerese. Estas perdas traduzem a energia necessária para completar a reorientação dos domínios durante um ciclo da corrente alternada aplicada ao material. A área fechada do ciclo histerético criada pela aplicação da corrente alternada é diretamente proporcional à energia dissipada durante um ciclo e por unidade de volume do material magnético. Os processos para reduzir este tipo de energia consistem: na qualidade dos materiais, isto é, garantindo uma forma do ciclo histerético estreita; e reduzindo as dimensões, através de seções e comprimentos dos circuitos magnéticos menores (PINHO, 2009).

Perdas por Correntes de Foucault

De acordo com a lei de Faraday, aparecem nos materiais uma Força Eletro Motriz (F.E.M.) induzida que darão lugar a umas correntes parasitas de Foucault que circulam no material num plano perpendicular às linhas de fluxo. Desta forma, e devido ao seu sentido de circulação e de acordo com a lei de Lenz, o fluxo produzido por estas correntes opõe-se ao fluxo indutor. Estas perdas podem tomar valores consideráveis, com o conseqüente aumento da temperatura dos materiais. As medidas a tomar para diminuir estas perdas passam, por exemplo, pela laminação dos circuitos magnéticos, em forma de chapas de pequena espessura. Confinando, assim, as correntes parasitas a trajetórias de pequena seção transversal.

Os processos para reduzir este tipo de energia consistem: na qualidade dos materiais, aumentando a resistividade, e optando por chapas de pequena espessura e pela laminação destas, reduzindo assim suas dimensões através de seções e comprimentos dos circuitos magnéticos menores (PINHO, 2009, p.13).

Temperatura de Curie

Temperaturas superiores a 0° K (Kelvin) fazem com que os dipolos magnéticos deixem de estar perfeitamente alinhados. Quando a temperatura de um material ferromagnético é aumentada, a energia térmica acrescentada aumenta a mobilidade dos domínios, facilitando o alinhamento destes, mas impedindo-os também de se manterem alinhados quando o campo é removido. Consequentemente, a saturação magnética, a reminiscência e o campo coercivo são todos reduzidos a altas temperaturas. Se a temperatura exceder a temperatura de Curie, o comportamento ferromagnético desaparece.

Para Pinho (2009), “a temperatura de Curie, que depende do material em questão, pode ser alterada através da mistura de novos elementos nas ligas”.

Os dipolos podem permanecer alinhados para temperaturas superiores à de Curie, mas tornam-se aleatoriamente alinhados quando o campo é removido. Acima da temperatura de Curie, o material adquire comportamento paramagnético.

Classificação Magnética dos Materiais

Os materiais podem pertencer ao grupo dos ferromagnéticos, diamagnéticos ou paramagnéticos (ULABY, 2007).

Materiais Diamagnéticos

Os materiais como: grafite, bismuto, cobre, prata, mercúrio e nitrogênio, são materiais Diamagnéticos. Estes possuem susceptibilidade magnética (χ) negativa, ou seja, o campo de magnetização opõe-se ao campo aplicado e desaparece quando este é retirado. Assim, estabelece-se um campo magnético na substância que possui sentido contrário ao campo aplicado (NARDELLI, 2012).

Materiais Paramagnéticos

Segundo Ribeiro (2000), os materiais paramagnéticos como: o alumínio, chumbo, cloreto cúprico, oxigênio, etc. Apresentam pequenos valores positivos de susceptibilidade magnética (χ), o campo de magnetização desaparece quando se retira o campo aplicado. São materiais que possuem elétrons desemparelhados e que, quando na presença de um campo magnético, se alinham, fazendo surgir dessa forma um ímã que tem a capacidade de provocar um leve aumento na intensidade do valor do campo magnético em um ponto qualquer. Esses materiais são fracamente atraídos pelos ímãs.

Materiais Ferromagnéticos

Os materiais ferromagnéticos, como: o ferro, níquel e o cobalto, possuem susceptibilidade magnética grande. O campo de magnetização mantém-se quando se remove o campo aplicado as substâncias que compõem esse grupo.

Materiais ferromagnéticos se caracterizam por uma magnetização espontânea, que é totalmente independente de campos magnéticos externos. A grandeza dessa magnetização espontânea depende da temperatura, referindo-se esta a uma temperatura crítica, em que um material passa de ferromagnético a diamagnético (SCHMIDT, 1979, p.136).

São substâncias ferromagnéticas somente o ferro, o cobalto, o níquel e as ligas que são formadas por essas substâncias.

Ferrimagnetismo

O ferrimagnetismo apresenta orientações opostas para os átomos magnéticos; assim o magnetismo resultante é um balanço vetorial. A maioria dos magnetos cerâmicos é ferrimagnética, pois seus íons ocupam posições não equivalentes. O caso extremo do ferrimagnetismo é o antiferrimagnetismo, onde os dois vetores magnéticos opostos são iguais. Embora não haja evidência externa de magnetismo, um material antiferrimagnético em um circuito elétrico, não apresenta um verdadeiro comportamento paramagnético. A estrutura total do domínio, como a dos átomos isolados, apresenta respostas às forças magnetizantes. O MnO é o mais comum exemplo de antiferrimagnetismo (KITTEL, 1996).

Antiferromagnetismo

O antiferromagnetismo é o ordenamento magnético de todos os momentos magnéticos de uma amostra, na mesma direção, mas em sentido inverso. Há de se entender este ordenamento por todo um sólido para alcançar o antiferromagnetismo.

Como o ferromagnetismo, a interação antiferromagnética se destrói a alta temperatura por efeito da entropia. A temperatura acima da qual não se aprecia o antiferromagnetismo se chama temperatura de Neel. Acima desta, os compostos são tipicamente paramagnéticos.

As interações antiferromagnéticas podem produzir momentos magnéticos grandes, inclusive imantação. O ferromagnetismo ocorre em sistemas no qual uma interação antiferromagnética, entre momentos magnéticos de diferentes magnitudes, implica um momento magnético resultante grande. A magnetita é um exemplo de sólido estendido que apresenta ferrimagnetismo: é um ímã, ainda que as interações sejam antiferromagnéticas (RIBEIRO, 2000).

Principais Aplicações dos Materiais Magnéticos

Existem infinitudes de aplicações e utilizações dos materiais magnéticos e a sua influência no mundo moderno. A criação de novos dispositivos é bastante fundada no conhecimento adquirido do eletromagnetismo e da mecânica quântica. Graças aos conceitos

de magnetismo, diversas áreas desde a tecnologia informática até a medicina usufruem de grande e acelerado desenvolvimento. Materiais como ferromagnéticos e ferrimagnéticos são utilizados em larga escala por possuírem uma característica única, em relação a outros metais; a sua capacidade de amplificar um campo magnético externamente aplicado. Essa propriedade é o que viabiliza a existência da maioria das máquinas elétricas: motores, geradores e transformadores, conforme mostrada na Figura 1.



Figura 1- Autotransformadores e motores elétricos de alta tensão

Fonte: castelocorp.com.br

Os fabricantes de motores gostariam de trabalhar com a maior indução magnética possível, assim conseguem poupar material e a possibilidade de redução substancial de dimensões, conduzindo a equipamentos com menor atravancamento e, potencialmente, mais baratos. No entanto, duas condicionantes são essenciais: a existência de uma saturação magnética e a intensidade de corrente elétrica necessária para levar o material até ao nível de indução magnética desejada (CALLISTER, 2002).

Os Materiais Ferromagnéticos Macios e suas Aplicações

Os materiais ferromagnéticos macios são aqueles que se magnetizam com mais facilidade, apresentando magnetização residual baixa ou praticamente nula.

O ciclo histerético é uma das características mais importantes de cada material, já que através dele podemos classificá-los e ditar suas principais utilidades. Sendo este ciclo estreito, a permeabilidade magnética é elevada e a magnetização ocorre mais facilmente. Uma elevada indução de saturação é também uma propriedade importante dos materiais ditos macios para a maior parte das aplicações. Quando se usa corrente contínua; são fundamentais: indução de saturação e campo coercivo elevado; enquanto que em corrente alternada, em geral, é necessária uma alta permeabilidade e baixas perdas, por histerese ou por correntes de Foucault. Na área das comunicações, empregam-se materiais de permeabilidade constante e elevada, juntamente com um baixo campo coercivo. A parte constante da permeabilidade

encontra-se no início da curva de magnetização. Qualquer não linearidade entre B e H provoca distorções nos sinais. Os materiais mostrados na Figura 2 com ciclo histerético retangular utilizam-se em amplificadores magnéticos e circuitos retificadores mecânicos, memórias magnéticas, etc. Finalmente, em engenharia de máquinas elétricas utilizam-se materiais de alta permeabilidade e elevada indução, com baixas perdas, principalmente de histerese (PINHO, 2009).



Figura 2-Motor de Corrente Contínua sem Escovas

Fonte: <http://www.metalurgiadopo.com.br/>

Em seguida, temos algumas aplicações das ligas metálicas comuns na indústria tecnológica (SCHMIDT, 1979).

Ferro – caracteriza-se por uma baixa resistividade e uma alta permeabilidade para valores elevados de indução, daí mostram-se úteis em aplicações de corrente contínua, que requerem elevadas induções quando sujeitas a baixos campos magnéticos. Dentre as várias aplicações, estas integram a carcaça e peças polares de máquinas elétricas, rotores de geradores elétricos e embreagens eletromagnéticas.

Ferro-silício – as ligas com menos de 0.5% de silício empregam-se em pequenos motores baratos e nas partes dos circuitos magnéticos em que uma elevada permeabilidade em baixas induções é mais importante que baixas perdas. As compreendidas entre 1 e 2.5%, destinam-se a motores e geradores de rendimento médio, transformadores baratos e, em geral, para aquelas aplicações em que um preço reduzido interessa mais que um bom rendimento. As ligas de elevado conteúdo de Si (de 3 a 4.5%) utilizam-se em transformadores de potência que operam a frequências industriais e em certas partes dos alternadores e de outras máquinas elétricas.

Ferro-níquel – caracterizam-se por possuírem altas permeabilidades iniciais para baixas induções, sendo largamente utilizadas no campo das telecomunicações por serem equipamentos de alta sensibilidade para detecção e transmissão de sinais fracos. Estas ligas são particularmente aplicadas em máquinas de baixa potência ou em aparelhos de controle de temperatura ou de transformação de sinal. São úteis quando se pretende uma combinação de pequenas dimensões, peso e baixa potência, tais como pequenos motores de baixa potência.

Ferro-cobalto – Utilizam-se nas partes dos circuitos magnéticos onde se devem produzir induções elevadas em presença de campos fracos. Ligas Permendur 49 (49% Fe, 49% Co, 2% V), apesar de seu alto custo, são de grande importância e muito usadas em máquinas elétricas de alta performance, geradores, máquinas rotatórias, transformadores estáticos e em alguns motores de 400 Hz (usados em aeronaves, submarinos, salas de servidores para a alimentação de computadores, equipamentos militares), onde seu alto valor de densidade do fluxo magnético torna possível economizar em volume e peso.

Metais amorfos – Os vidros metálicos têm ciclos histeréticos muito estreitos e, por conseguinte, perdas de energia por histerese muito baixa. Esta propriedade tem permitido o desenvolvimento de núcleos de transformadores de potência, em multicamadas, com vidros metálicos, para os quais as perdas no núcleo são 70% das de núcleos de ferro-silício convencionais. Os vidros metálicos tiveram um impacto particularmente significativo em duas áreas: altas frequências e aplicações eletrônicas. Entre as aplicações destes materiais podem referir-se núcleos de transformadores com baixas perdas de energia, sensores magnéticos e cabeças de gravação.

Ferrites macias – A elevada resistividade das ferrites macias é uma propriedade que as torna indispensáveis para aplicações desde uns poucos MHz até frequências de micro ondas, devido à redução nas perdas por correntes de Foucault.

Materiais Magnéticos Duros e suas Aplicações

Para Callister (2000) os materiais ferromagnéticos duros se magnetizam quando aplicamos a eles um alto campo magnético externo. Esses materiais apresentam magnetização residual alta e têm grande utilização industrial, pois são ideais para a construção de ímãs permanentes, pelo fato de uma vez magnetizados, reterem a sua magnetização.

Os ímãs permanentes são empregados em dispositivos eletromagnéticos, robótica, dispositivos eletro-acústico, instrumentos de medida, equipamentos médicos, componentes de microondas, e diversos outros instrumentos e equipamentos científicos. Comparando as máquinas imanes permanentes com as máquinas de excitação eletromagnética, não há energia absorvida para a criação do campo magnético, por parte das primeiras, traduzindo-se num

aumento de rendimento. O calor produzido no funcionamento normal da máquina reduz-se, levando a uma simplificação do sistema de arrefecimento da mesma. Como contrariedade, o investimento inicial é superior, já que a solução ímanes permanentes é mais cara, habitualmente, que as soluções com excitação convencional.

As máquinas síncronas de ímanes permanentes tornaram-se ainda mais competitivas, em comparação com as máquinas síncronas convencionais e com as máquinas de indução, pois, para além de não necessitarem de um sistema indutor, a disponibilidade de novos materiais magnéticos com maiores produtos de energia e de sistemas de controle baseados em eletrônica de potência a custos acessíveis permitem a utilização destas máquinas em aplicações cada vez mais exigentes e com características melhoradas mostrada na Figura 3. Possibilitando um maior rendimento, mais confiabilidade e menores custos de manutenção.

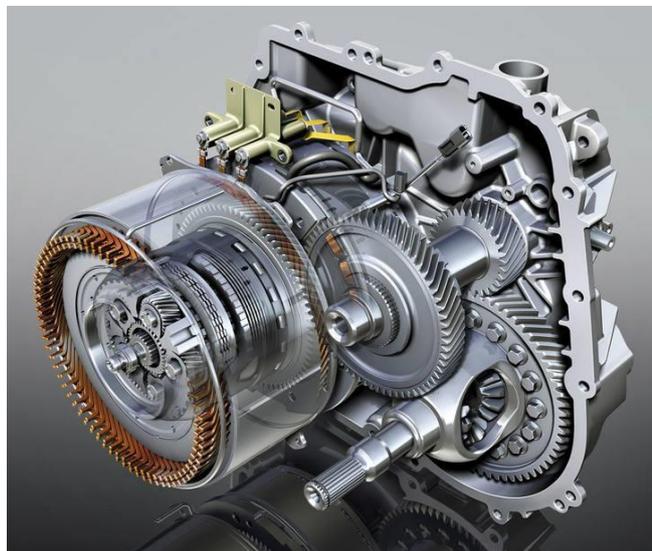


Figura 3- Motor Eléctrico Automobilístico

Fonte: www.planetcarsz.com

Alnico - os ímãs de alnico foram um dos primeiros materiais magnéticos a serem desenvolvidos e a terem uma utilização comercial ampla, e, ainda hoje, a estabilidade das suas propriedades magnéticas em condições diversas de temperatura faz com que seja utilizado em instrumentos e dispositivos que exigem alta estabilidade térmica. Dentre as aplicações, podem-se citar os sensores, medidores de energia e motores.

Neodímio-Ferro-Boro - estas ligas são aplicadas no ramo automobilístico, nomeadamente nos motores de tração dos veículos híbridos e eléctricos. Nestas aplicações, os ímanes operam em altas temperaturas e requerem fluxos magnéticos e campos coercivos superiores às aplicações convencionais. É também usado no compressor de ar condicionado. As aplicações dos materiais Nd-Fe-B estendem-se a todos os tipos de motores eléctricos, especialmente os motores de arranque de automóveis, em relação aos quais o tamanho e a

redução de peso são desejáveis. É esperado que o mercado de motores se expanda no futuro devido às enormes exigências de poupança de energia deste ramo e alargar a novas aplicações emergentes.

Samário-Cobalto - os ímãs Sm-Co são utilizados em dispositivos médicos, tais como motores pequenos de bombas e válvulas implantadas e no movimento assistido das pálpebras. São, também, usados em relógios de pulso eletrônico e tubos de ondas. Permitem reduções de tamanho, na fabricação de motores de corrente contínua e velocidade síncrona, por isso vem sendo empregados de forma crescente nestas máquinas, com potências já superiores a 1 MW. Esta tendência é, aliás, comum às ligas Nd-Fe-B.

Ferrites duras - os ímanes permanentes cerâmicos de ferrites duras têm grande utilização em geradores, relés e motores. As aplicações em eletrônica incluem ímanes para alto-falantes, discos e receptores de telefones. Também são usados em fechaduras e trincos de portas.

Discussão

As propriedades magnéticas dos materiais são bastante exploradas pela indústria tecnológica. Cada material possui especificidades que os classificam e determinam suas principais utilizações para a produção de dispositivos eletrônicos. A compreensão dos mecanismos funcionais atômicos elementares que geram o campo magnético são essenciais para profissionais que queiram atuar nos ramos do desenvolvimento, controle e manutenção de equipamentos eletro-eletrônicos. A noção dos dipolos e momentos magnéticos juntamente com o domínio dos conceitos de permeabilidade, indução, magnetização, susceptibilidade magnética dentre outros, tornam possível uma abordagem mais qualificada dos engenheiros eletrônicos que em vários momentos de suas carreiras terão que prover soluções para as empresas que dependem de tais tecnologias para gerarem seus lucros. Desta forma, o conhecimento das principais ligas metálicas e suas utilizações, fará com os equipamentos trabalhem com mais eficiência gastando menos energia elétrica.

Conclusão

Este trabalho visou a aquisição de conhecimentos elementares na questão do surgimento do campo magnético que possui alguns materiais usados para fabricação de equipamentos eletrônicos. Sendo este estudo amplo e de certa complexidade, quando analisado a fundo, nos atentamos aos conceitos básicos e que permitem um empoderamento suficiente para entender a engenharia usada para produção e funcionamento dos diversos dispositivos eletro-eletrônicos atuais.

Com este artigo comprovamos que o ferromagnetismo é a propriedade de concentrar as linhas de força magnética ,caracterizada pela permeabilidade magnética, que esta relacionada com a intensidade de magnetização que varia em função da intensidade do campo aplicado. Dessa formas vimos que a classificação é feita de acordo com a curva de Histerese, está relacionada com as prioridades mecânicas das ligas, sejam ligas magnéticas duras(utilizadas na fabricação de ímãs permanentes), ou ligas magnéticas moles(utilizadas na fabricação de núcleos de transformadores).

Referências

ANDREUCCI, Ricardo. Partículas Magnéticas Ed.Jan/2007. Acessado em 03 de outubro 2016. Disponível em: www.imagingonline.com.br

CALLISTER, W. D. Ciência e Engenharia de Materiais – Uma Introdução. Rio de Janeiro: LTC, 2002. Acessado em 09 de outubro de 2016. Disponível em: www.ebah.com.br

KITTEL, Charles. Introduction to Solid State Physics (Wiley: New York, 1996). D. J. Acessado em 04 de outubro de 2016. Disponível em: www.if.ufrj.br

NARDELLI Willian. Estudo Experimental da Indução Magnética Universidade Estadual Paulista. Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Rio Claro (SP) 2012. Acessado em 03 de outubro de 2016. Disponível em: repositorio.unesp.br

MIGUEL A. NOVAK - IF-UFRJ
Introdução ao Magnetismo. Acessado em 04 de outubro de 2016. Disponível em: www.cbpf.br

PETRY Clóvis Antônio Curvas de Magnetização e Histerese Perdas Magnéticas Materiais Magnéticos. Centro Federal de Educação Tecnológica de Santa Catarina, março/2007. Acessado em 03 de outubro de 2016. Disponível em: professorcesarcosta.com.br

PINHO Luís Carlos Almeida Bastos de. Materiais Magnéticos e suas Aplicações jan/2009 Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Acessado em 03 de outubro de 2016. Disponível em: repositorio-aberto.up.pt

RIBEIRO, G. A. P., “As propriedades Magnéticas da Matéria. Um primeiro Contato”. Revista Brasileira de Ensino de Física, v, 22, n.3, p.299-305, 2000. Acessado em 03 de outubro de 2016. Disponível em: www.sbfisica.org.br

SCHMIDT, Walfredo. Materiais Elétricos - 2 Ed. v, 2. Isolantes e Magneticos 1979. Acessado em 03 de outubro de 2016. Disponível em: www.passeidireto.com

UBLAY, Fawwaz T. Eletromagnetismo para Engenheiros 2007.