

Análise da dispersão do fluxo magnético em ensaios não destrutivos

Pedro Henrique Viveiros Maravilha*

Resumo

Este artigo tem como objetivo demonstrar a utilização de técnicas magnéticas em ensaios não destrutivos para verificação de descontinuidades em materiais e/ou equipamentos. Ensaios não destrutivos consistem em técnicas usadas na inspeção de materiais e equipamentos, sem danificá-los, visando principalmente à qualidade dos mesmos. Esse tipo de ensaio analisado, aplica-se somente a materiais e equipamentos ferromagnéticos.

Palavras-chave: Ensaio não destrutivo. Campo magnético. Descontinuidades.

Introdução

A técnica de ensaios não destrutivos é em empregada em diversos segmentos do ramo industrial atualmente, para a obtenção da maior qualidade possível de materiais e equipamentos e assim atender à demanda exigente que se encontra no mercado. Dentre os métodos mais usuais dessa técnica, temos: líquido penetrante, correntes parasitas, emissão acústica, análise de vibrações, ensaio visual, termografia, estanqueidade, ultrassom, análise de deformações, radiografia (raios X e gama) e o que irá ser abordado neste artigo, que é o por partículas magnéticas.

Em 1868, S.M. Saxby publicou um artigo na revista inglesa "Engineering", nº 5, 1868, chamado "Magnetic Testing of Iron" e demonstrou como determinava descontinuidades nos tubos e canhões. Utilizando uma agulha imantada, ele passava-a ao longo do tubo do canhão e nas proximidades das descontinuidades ele mudava sua posição original de repouso, em relação ao tubo de canhão.

Mais tarde, outros inventos foram patenteados, todos destinados à "detecção de descontinuidades" nas peças ferromagnéticas por meio de agulhas imantadas, e utilizando outras técnicas. W. E. Hoke observou que ao usinar peças de ferro e aço, em um torno com mandril imantado, as finas limalhas eram atraídas para as rachaduras visíveis.

A empresa inglesa Metropolitan Vickers iniciou, em 1922, a construção de turbinas a vapor com palhetas de aço inoxidável, onde as fissuras são dificilmente detectáveis por meios óticos. Em 1923, R.W. Bailey sugeriu que fossem investigadas

todas as vantagens do método magnético para a detecção de fissuras. Tais investigações foram logo iniciadas, sendo que na própria Metropolitan Vickers, foram executadas experiências básicas, tais como exames de fissuras existentes, técnicas de ensaios, etc. Mais tarde, L.E. Benso sugeriu a utilização de partículas magnéticas em suspensão em vários líquidos, sendo, pois, o invento da "Técnica úmida" do ensaio magnético (LEITE, 1977).

Magnetização

Para compreender-se o processo, deve-se saber os princípios do magnetismo, que é o elemento principal desse tipo de ensaio.

Genericamente falando, o magnetismo consiste em fenômenos naturais que fazem com que haja atração ou repulsão entre determinados materiais. Um material que possui um magnetismo natural e produz um campo magnético ao redor dele, é conhecido como ímã. Existem os ímãs naturais, que não possuem nenhuma modificação em sua estrutura original, ou seja, provêm diretamente da natureza e os ímãs artificiais, que são feitos a partir de aços com propriedades específicas. Existe uma região que circunda o ímã e está sob o efeito de forças magnéticas, que é denominada "campo magnético". O campo magnético pode ser representado por linhas chamadas linhas de indução magnética.

Ao estudarmos o ímã, verificamos que as características magnéticas em sua estrutura são diferentes, porém verificamos que ocorre uma concentração da força magnética de atração ou repulsão nas extremidades; à qual damos o nome de "polos magnéticos". Em qualquer ímã, as linhas saem do seu polo norte e caminham em direção ao seu polo sul, não havendo transporte de nenhum tipo de material entre esses polos (SALMERON, 1971, p. 262).

* Técnico em Eletrotécnica pelo IF Fluminense, campus Campos-Centro.

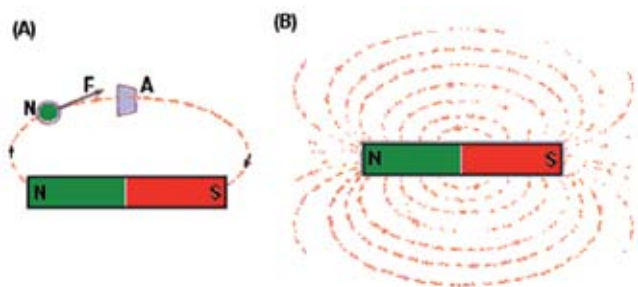


Figura 1 - Sentido das linhas de fluxo do ímã

Para caracterizar a ação de um ímã em cada ponto do campo magnético, associa-se a esse ponto um vetor, denominado vetor indução magnética, simbolizado por 'B'. A unidade de medida do vetor indução magnética no sistema internacional (MKSA) denomina-se Tesla (T) ou Gauss (G), que é simplesmente a medida da concentração das linhas de indução numa pequena região espacial que contém o ponto considerado. Quando as linhas de indução são paralelas entre si, o vetor indução naquela região é constante em qualquer ponto (ANDREUCCI, 2007, p. 6).

Já o fluxo magnético é a grandeza que mede o magnetismo, levando em conta a força e a extensão de um campo magnético através de uma superfície (LÉVY, 1988, p. 342).

A permeabilidade magnética pode ser definida como a razão entre a densidade do fluxo magnético pela intensidade do campo magnético exterior [$\mu = B/H$], ou seja, a relação da indução magnética do material num determinado ponto, em função do campo magnético existente no ponto. Ainda podemos resumidamente defini-la como a facilidade que um dado material tem, de ser magnetizado.

Nos materiais paramagnéticos, a permeabilidade magnética é maior do que 1, nos diamagnéticos é menor do que 1, nos ferromagnéticos, muito superior a 1 e no vácuo toma o valor de 1 (magnetismo) (GUSSOW, 1985, p. 219). Ainda há a grandeza chamada de retentividade, que define-se como a habilidade de um material reter magnetismo, após a força magnetizante ter sido removida; e a força coercitiva que é a força necessária para um ímã ser desmagnetizado é ainda usada para calcular a força necessária para a magnetização.

Campo de fuga

Quando, na passagem do fluxo magnético pela peça, houver a descontinuidade, as linhas do fluxo sofrerão um desvio, gerando novos polos magnéticos, que se dispersam das linhas iniciais. A essa região damos o nome de "campo de fuga". Neste momento, ao aplicarmos um pó magnético no local onde surgir o campo de fuga, as partículas

do pó serão atraídas para o contorno do campo de fuga, pela formação dos novos polos magnéticos.

Na prática, a intensidade do campo tem de ser adequadas para que haja a atração das partículas, e ele tem de se encontrar o mais perpendicular possível do plano de descontinuidade (ANDREUCCI, 2007, p. 11).

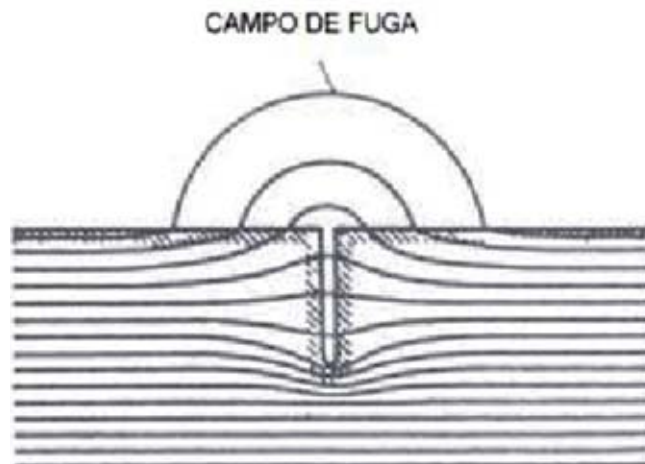


Figura 2 - Campo de fuga

Técnicas de Magnetização

A magnetização das peças a serem ensaiadas pode ocorrer de duas formas: de maneira direta, com o contato de equipamentos a peça; e de maneira indireta quando há a indução do campo magnético. Pela maneira direta, temos a técnica dos eletrodos e do contato direto; e por indução, temos a técnica da Bobina, do Yoke, e do condutor central.

Técnica dos Eletrodos

Esta técnica dá-se pelo contato direto de eletrodos na peça, que ao fazerem circular corrente de uma ponta a outra deste eletrodo, obtém um campo magnético circular, ou seja, esses campos são independentes entre si ao longo do percurso da corrente elétrica. Interessante observar que se for fornecida corrente contínua (CC), há a detecção de descontinuidades superficiais e subsuperficiais, e corrente alternada (CA) somente detecção de descontinuidades superficiais.

O valor da intensidade do campo magnético está diretamente ligado à intensidade da corrente, da distância entre os eletrodos e à espessura da peça. Deve-se observar também, que o contato do eletrodo com a peça na passagem da corrente pode provocar queimaduras, danificando a peça (ANDREUCCI, 2007, p. 17).

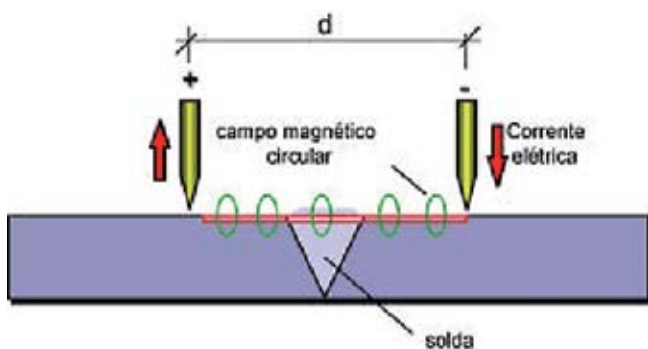


Figura 3 - Técnica dos eletrodos

Técnica do contato direto

Pode ser definida como uma técnica que faz com que a corrente elétrica passe de extremidade a extremidade da peça. Também gera campo magnético circular que é diretamente proporcional ao valor da corrente. Para peças redondas, o fator utilizado na determinação do valor da corrente de magnetização é a área da seção transversal da mesma; e para peças não redondas o fator utilizado é o diâmetro maior da peça na seção perpendicular ao fluxo da corrente elétrica. As placas utilizadas no contato são de máquinas estacionárias (ANDREUCCI, 2007, p. 19).

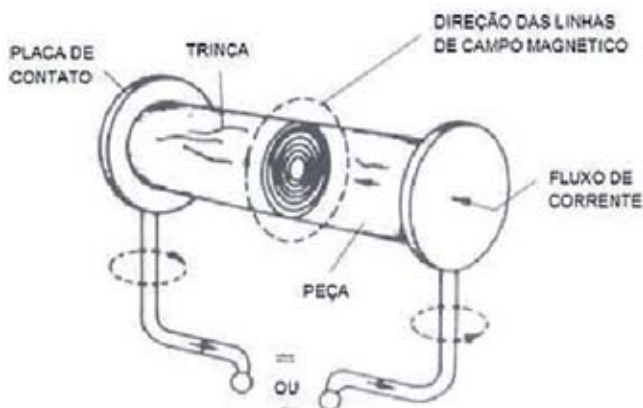


Figura 4 - Técnica do contato direto

Técnica da Bobina

Esta técnica é operada da seguinte maneira: a peça é envolvida por uma bobina, que pode ser alimentada por corrente contínua (CC) ou corrente alternada (CA), gerando assim o campo magnético. Este campo magnético induzido, ou seja, sem contato direto, é de característica longitudinal, que se caracteriza pelas linhas de forças serem paralelas ao eixo da peça.

Pode-se detectar descontinuidades “transversais” ou “circulares”. A intensidade do campo varia conforme o comprimento e a área da seção transversal da peça e está diretamente relacionada com o valor da corrente e o número de espiras da bobina (ANDREUCCI, 2007, p. 21).

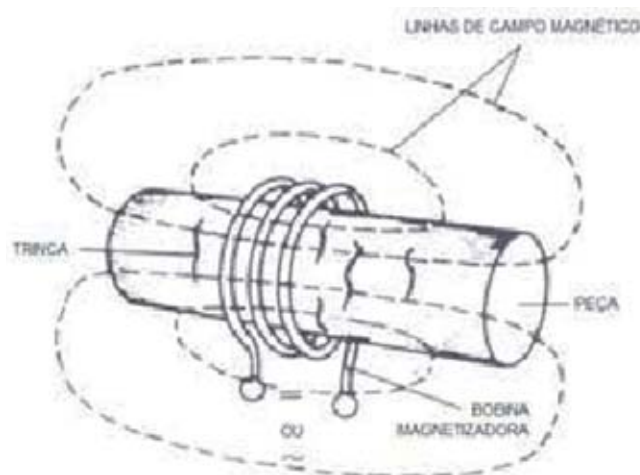


Figura 5 - Técnica da bobina

Técnica do Yoke

Utiliza-se um eletroímã em forma de U invertido, para a formação do campo magnético. As extremidades do ímã se juntam com a placa da peça e assim fecham um circuito. Pelo ímã transpassa uma corrente, que pode ser alternada ou contínua. A técnica é muito vantajosa, pelo fato de mesmo havendo o contato do equipamento com a peça não ocorrer o aquecimento, pois a corrente gerada, de origem magnetizante, transpassa pelo enrolamento da bobina do Yoke e não pela peça.

O Yoke pode ser de pernas fixas ou articuláveis, sendo que o articulável permite uma série de posições de trabalho; e o campo magnético originado é longitudinal. A intensidade do campo está diretamente ligada à abertura entre as extremidades do Yoke e a maior concentração do campo ocorre perto dessas extremidades (ANDREUCCI, 2007, p. 23).

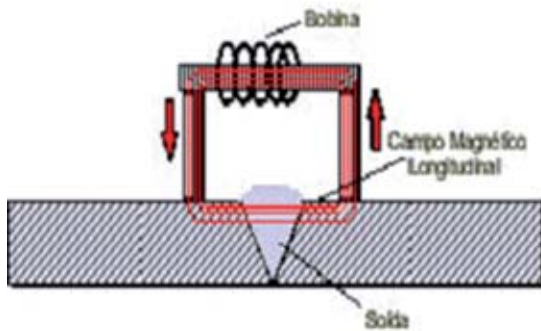


Figura 6 - Técnica do Yoke

Técnica do condutor central

Nesta técnica, a peça a ser ensaiada deve ter o formato circular. Ela consiste na inserção de um condutor, ou vários condutores no centro da peça, que, na passagem de corrente, geram um campo magnético circular. Se a peça possuir um diâmetro

muito grande, o condutor pode ser deslocado do seu centro, daí o processo se dará em etapas, cobrindo uma área equivalente a quatro vezes o diâmetro da barra condutora.

A intensidade do campo magnético é em função direta da corrente de magnetização (ANDREUCCI, 2007, p. 24).

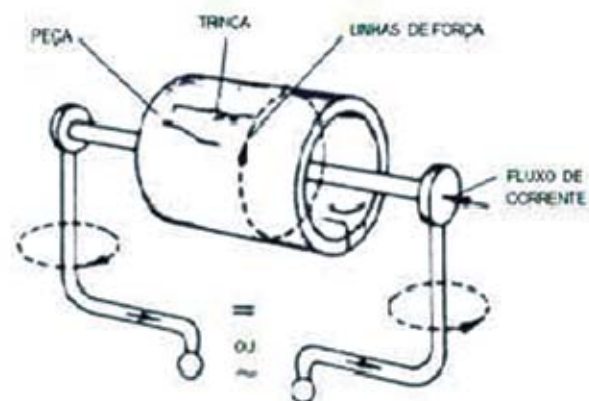


Figura 7 - Técnica do condutor central

Desmagnetização

Como visto anteriormente, existe uma propriedade que os materiais possuem, que se chama retentividade, ou seja, a habilidade de um material reter magnetismo, após a força magnetizante ter sido removida. Então, se determinado material, que passou por um desses processos de magnetização para o ensaio, possuir um alto valor de retentividade, ele tenderá a, mesmo não havendo mais magnetização, armazenar magnetismo, criando o que se chama de magnetismo residual.

Esse magnetismo residual pode vir, futuramente, a interferir em processos de fabricação e/ou operação da peça havendo a necessidade de promovermos a “desmagnetização”. Essa desmagnetização é obtida através da imersão da peça em campos

magnéticos que são continuamente invertidos e gradualmente reduzidos a zero (LEITE, 1977).

Partículas Magnéticas

As Partículas Magnéticas possuem a função importante de serem atraídas para os locais de formação de “Campo de Fuga” e identificarem as descontinuidades. Devem possuir boa mobilidade e coloração adequada para visualização. Possuem as características magnéticas de alta permeabilidade (fácil magnetização) e baixa retentividade (baixa condição de produzir magnetismo residual).

Podem ser aplicadas a seco, por pulverização e em suspensão no ar ou úmida em suspensão de um líquido. São encontradas em cores coloridas visíveis sob luz branca ou natural ou fluorescentes sob luz negra (tipo de radiação ultravioleta), com

intensidades adequadas para rápida visualização (ANDREUCCI, 2007, p. 32).

Conclusão

Observa-se que o fluxo magnético em ensaios não destrutivos torna o ensaio mais simples e rápido e ainda pode-se detectar descontinuidades superficiais e subsuperficiais. Por mais que só possa ser utilizado em materiais e/ou equipamentos ferromagnéticos, o ensaio é muito produtivo, pois grande parte dos materiais das indústrias atualmente são, de fato, ferromagnéticos. Além de haver várias maneiras de utilizar-se o fluxo dentro do ensaio, tornando-o extremamente flexível.

Referências

ANDREUCCI, R. Ensaios por partículas magnéticas. 2007. 66 p. Disponível em: < www.infosolda.com.br/andreucci >. Acesso em: 23 maio 2011.

GUSSOW, M. Eletricidade Básica. Tradução de Aracy Mendes da Costa; Revisão Anatólio Laschuk. São Paulo, 1971.

LEITE, P. G. P. Ensaios Não Destrutivos. 7. ed. São Paulo: Associação Brasileira de Metais-ABM, 1977.

LÉVY, E. Dictionnaire de physique. Paris: PUF, 1988. p. 342.

MEDIDOR de partícula magnética. Disponível em: <http://seatech-br.com/prote%E7%E3o/medidor_de_particula_magnetica.pdf>. Acesso em : 22 maio 2011.

SALMERON, R.A. Introdução à eletricidade e ao magnetismo. 5. ed. São Paulo, 1971.