

AQUECEDOR INDUTIVO PARA ENSAIOS MECÂNICOS – MECATRÔNICA INDUSTRIAL

Daniel Modesto Cristino Junior¹

Eduardo Maioli Leoni²

Prof. Me. LUIS CARLOS GERON³

¹Aluno. Graduando no Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial – Fatec-Sertãozinho. e-mail daniel.m.c.jr34@gmail.com

²Aluno. Graduando no Curso Superior de Tecnologia em Mecatrônica Industrial – Fatec-Sertãozinho. e-mail eduardomaioli1eoni0804@gmail.com

³Prof. Dr. LUIS CARLOS GERON – Fatec-Sertãozinho. e-mail luiz.geron@fatec.sp.gov.br

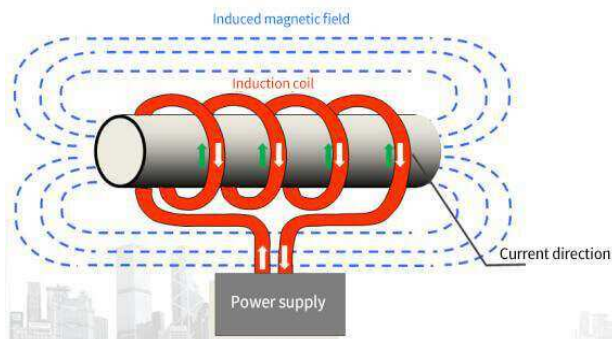
INTRODUÇÃO

O tratamento térmico de metais é praticado desde 1000 a.C., quando os metais já eram aquecidos para obter características desejadas. Contudo, devido à falta de conhecimento na época, os resultados não eram tão controlados quanto hoje. Historicamente, os fornos a carvão ou gás foram os métodos predominantes para aquecimento, mas, desde o século XIX, a indústria tem adotado fornos eletromagnéticos. Esses utilizam princípios como as correntes parasitas (ou de Foucault), as leis de Faraday-Lenz e o efeito Joule.

A indução eletromagnética foi oficialmente descoberta em 1831 por Michael Faraday, embora Joseph Henry também tenha feito estudos semelhantes. Faraday, porém, aprofundou-se mais no tema e patenteou a Lei de Faraday.

Essa descoberta permitiu o desenvolvimento de aquecedores por indução eletromagnética, que aquecem metais de dentro para fora em pouco tempo. Quando um material condutor é exposto a um campo magnético variável, surgem correntes parasitas que fluem pelo metal, gerando calor pelo efeito Joule devido à resistência elétrica, conforme mostrado na figura 1.

Figura 1 Princípio do aquecimento a indução eletromagnética



Fonte: <https://www.focinduction.com/pt-br/lean-sobre-o-aquecimento-por-inducao/o-que-e-o-aquecimento-por-inducao/>

Foi desenvolvido um forno de indução eletromagnética para aquecer corpos de prova metálicos em ensaios mecânicos. Também foram coletados dados para comparar o aquecimento por indução com fornos a gás, analisando suas vantagens, desvantagens e a viabilidade de substituição.

Objetivo Geral: Desenvolver um forno de indução eletromagnética para agilizar os processos de ensaios mecânicos que envolvem o aquecimento de metais.

Objetivo Específico: Otimizar o aquecimento de metais durante os ensaios mecânicos realizados na FATEC Dep. Waldyr Alceu Trigo.

METODOLOGIA

Este trabalho foi desenvolvido a base da leitura de artigos e trabalhos sobre aquecimento a indução eletromagnética, com o objetivo de projetar e construir um forno eletromagnético, itens usados:

MOSFETs IRFP4668: Suportam altas tensões e correntes, garantindo eficiência e comutação rápida no circuito.

Bobina de 10 voltas (1,5 mm): Gera o campo magnético necessário para a têmpera e utiliza um center tap para maior estabilidade do circuito.

Capacitores MKP (0,47 µF, 275V): Ideais para alta frequência, formam um tanque ressonante eficiente e seguro.

Resistores de 220 ohms: Limitam a corrente e protegem componentes sensíveis, mantendo a estabilidade do circuito.

Diodos FR104: Operam em alta frequência, minimizando perdas e protegendo contra correntes reversas.

Fonte ATX 48V, 12,5A: Fornece energia estável e suficiente para o circuito.

Indutor de 25 voltas: Estabiliza a corrente e garante a uniformidade do campo magnético.

ESP32: Monitora remotamente a temperatura do forno com precisão, conectando-se via Wi-Fi ou Bluetooth.

Sensor Tipo K + MAX6675: Mede temperaturas de até 800°C e fornece dados precisos ao ESP32 para controle do processo.

Figura 2 Circuito do forno de indução eletromagnética



Fonte: O autor (2024)

A seleção dos componentes garante eficiência, segurança e durabilidade, possibilitando que o forno de indução atenda às exigências de testes laboratoriais com desempenho confiável.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

As avaliações foram realizadas com uma peça de aço 1020 cujas dimensões estavam de acordo com as especificações descritas neste trabalho.

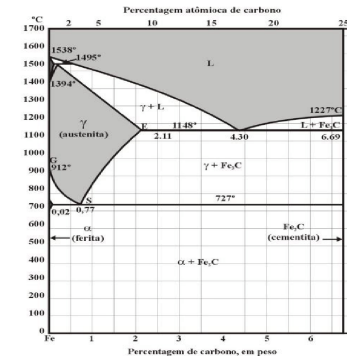
Figura 3 Peça de Aço 1020



Fonte: O autor (2024)

É possível ver o metal incandescente na figura (3) acima e após ser feita uma medição com um sensor desenvolvido através de um termopar conectado na ponta da peça, fora do alcance da bobina e um microcontrolador ESP32, foi medida uma temperatura de 569 °C após menos de 30 segundos de aquecimento, isto é, o metal está em uma temperatura na qual já ocorrem mudanças em suas características físicas e mecânicas, como aumento de sua elasticidade e maleabilidade, perda de dureza e dilatação em seu tamanho. Porém tal temperatura ainda não é suficiente para entrar na zona de austenitização que é onde ocorrem as reações e mudanças nas propriedades do material para que ocorra a têmpera, conforme demonstra a figura (4) abaixo:

Figura 4 Diagrama ferro-carbono



Fonte:

https://www.researchgate.net/publication/359496939_Praticas_de_Materiais_Para_construcao_Mecanica_e_trata_Mento_terMico

CONCLUSÃO

Conclui-se que o forno projetado e montado é adequado para uso didático. Suas limitações não comprometem sua funcionalidade, já que a temperatura atingida permite realizar ensaios de tração a quente, ruptura, dureza, Charpy e demonstrar o aumento da maleabilidade dos metais em altas temperaturas.

O tamanho do forno é ideal para corpos de prova de até 15 cm, garantindo espaço suficiente para manipulação segura com alicates nas áreas não aquecidas, preservando a segurança do operador.

REFERÊNCIAS

DELELLO, Davi Soares; PAULA, Denilson Souza de; PORTES, Igor Luis. Aquecedor por indução eletromagnética. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Eletromecânica) – Etec Paulino Botelho, São Carlos, 2024.

FERREIRA, C. R. Produção de coroas por indução eletromagnética para sondagem em quartzo. 2010. 132 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2010.

FITZPATRICK, R. Electromagnetism and optics. Austin: University of Texas, 2008.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. Fundamentals of physics. 10. ed. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2013.

RASHID, M. H. Eletrônica de potência: dispositivos, circuitos e aplicações. 4. ed. São Paulo: Pearson, 2014. Cap. 7.

REITZ, J. R.; MILFORD, F. J.; CHRISTY, R. W. Foundations of electromagnetic theory. 4. ed. Boston: Addison-Wesley, 2008.

TIPLER, P. A.; MOSCA, G. Physics for scientists and engineers. 6. ed. New York: W. H. Freeman, 2007.