

# AVALIAÇÃO DA APLICAÇÃO DE MATERIAIS COMPÓSITOS MAGNÉTICOS MACIOS NA CONSTRUÇÃO DE DISPOSITIVOS ELETROMAGNÉTICOS DE BAIXA FREQUÊNCIA

Federico Rodriguez Gonzalez\*, Diana Márcia Wal Bieluczyk, Tiago Antônio Ingrácio Kranz, Marília Amaral da Silveira, João Carlos Vernetti dos Santos, José Carlos Krause de Verney (Orientador)

Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Materiais e Processos Sustentáveis, Universidade Luterana do Brasil – Canoas

## Introdução

Compósitos magnéticos macios (SMC's) são materiais ferromagnéticos obtidos a partir de uma liga composta de pó de ferro e de um material dielétrico. A principal aplicação dos SMC's é na construção de núcleos de dispositivos eletromagnéticos. Os SMC's apresentam menores perdas magnética por metro cúbico em função de sua elevada resistividade [1-2].

## Objetivos

Desenvolver compósitos magnéticos macios produzidos com a resina dielétrica HRJ-10236, com o objetivo de utilizá-los na construção de dispositivos eletromagnéticos. Como objetivos específicos, tem-se a caracterização das propriedades dos SMC's que influenciam o desempenho de dispositivos eletromagnéticos e o estudo da viabilidade da aplicação desses materiais na construção de dispositivos que operam com frequências inferiores a 400 Hz.

## Material e Métodos

Amostras de SMC foram produzidas através de pó de ferro misturado à resina dielétrica HRJ-10236. A dureza das amostras foi medida através de um durômetro, e a densidade foi determinada através do método de Arquimedes. Os resultados de resistividade foram calculados através de medições da resistência elétrica das amostras. A permeabilidade magnética relativa foi calculada através da curva de magnetização de cada amostra obtida pelo Método de Teste Standard A927/A927M. A avaliação do emprego do SMC na construção de um contator tripolar foi feita através de um modelo virtual desenvolvido no programa computacional para simulação eletromagnética FEMM 4.2. Os resultados das simulações foram comparados com resultados medidos em um contator similar construído com material ferromagnético FeSi M-36.

## Resultados

A tabela 1 apresenta os resultados de dureza das amostras de SMC. A figura 1 mostra o gráfico da resistividade em função do teor de dielétrico, para as pressões de compactação de 400 e 600 MPa, e a figura 2, as curvas de magnetização. A figura 3 apresenta um desenho do contator, a figura 4, o respectivo modelo virtual, com a distribuição de densidade de fluxo magnético representada em cores para o SMC com 1% de HRJ compactado a 600 MPa, entreferro de 1,2 mm e corrente de 0,2 A, e a figura 5, a força normal produzida entre o estator e a amadura vs. comprimento do entreferro,  $l_g$ , para 0,2 A.

Tabela 1 – Valores de dureza das amostras de SMC.

TEOR DE DIELÉTRICO (%)	PRESSÃO DE COMPACTAÇÃO (MPa)	DUREZA (HRH)
1%	400	38
3%	400	47
5%	400	53
1%	600	69

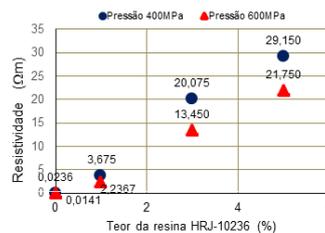


Figura 1 – Valores de resistividade a 20°C.

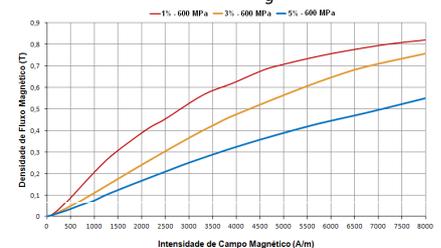


Figura 2 – Curvas de magnetização em 60 Hz.

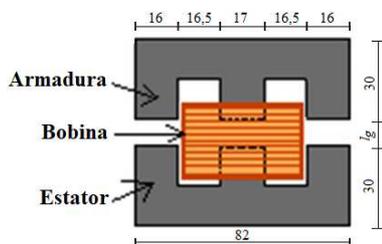


Figura 3 – Circuito magnético do contator. Dimensões em milímetros.

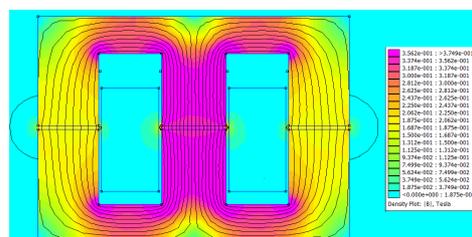


Figura 4 – Modelo virtual para cálculo da força normal.

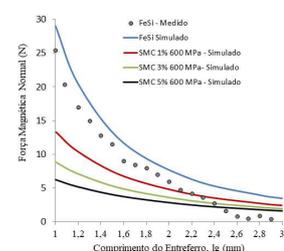


Figura 5 – Gráfico da força normal vs.  $l_g$ .

## Conclusões

Quando o material utilizado no núcleo do contator é o SMC, os valores de força normal variaram de 10,37 N (teor 1%-600 MPa) até 5,18 N (teor 5%-600 MPa). Esse valores são inferiores aos obtidos quando é utilizado o FeSi M-36, visto que este possui permeabilidade magnética elevada em relação aos SMC's. No entanto, as perdas de potência por metro cúbico no núcleo com SMC são significativamente menores em relação às do FeSi M-36, visto que os SMC's possuem resistividade mais elevada, sendo que o SMC apresenta  $0,0033 \text{ W/m}^3$  (teor 5%-600 MPa) e o FeSi,  $560 \text{ W/m}^3$ , para 0,2 A e  $l_g = 1,2 \text{ mm}$ .

## Referências

- [1] HÖGANÄS AB. Compostos Magnéticos Macios (Soft Magnetic Composites - SMC). Disponível em <<http://www.hoganas.com/pt-br/Countries/Brasil/O-Grupo/A-Tecnologia-do-Po-/Componentes/Compostos-Magneticos-Macios-Soft-Magnetic-Composites---SMC-/>>. Acesso em: 29 dez. 2011.
- [2] RODRIGUES, V. I. S., PAM PANELLI, A. B., ROXO, K. O., KORB, M. A., VEIT, H. M., MALFATI, C. F. Elaboração e Caracterização de Compósitos Magnéticos. Revista da Escola de Minas, v. 64(4), p. 453-462, 2011.