

ANÁLISE DE UMA MÁQUINA TORUS COM DIFERENTES FORMATOS DE ÍMÃS PERMANENTES

DIEGO MOLTER FERREIRA*, JONAS O. M. OSÓRIO*, ÁLY F. FLORES FILHO*, ADILSON M. TAVARES**, LUIZ T. DOS R. LOUREIRO*

*Laboratório de Máquinas Elétricas, Acionamentos e Energia

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul

**Coordenadorias de Eletrotécnica e Engenharia Elétrica

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense

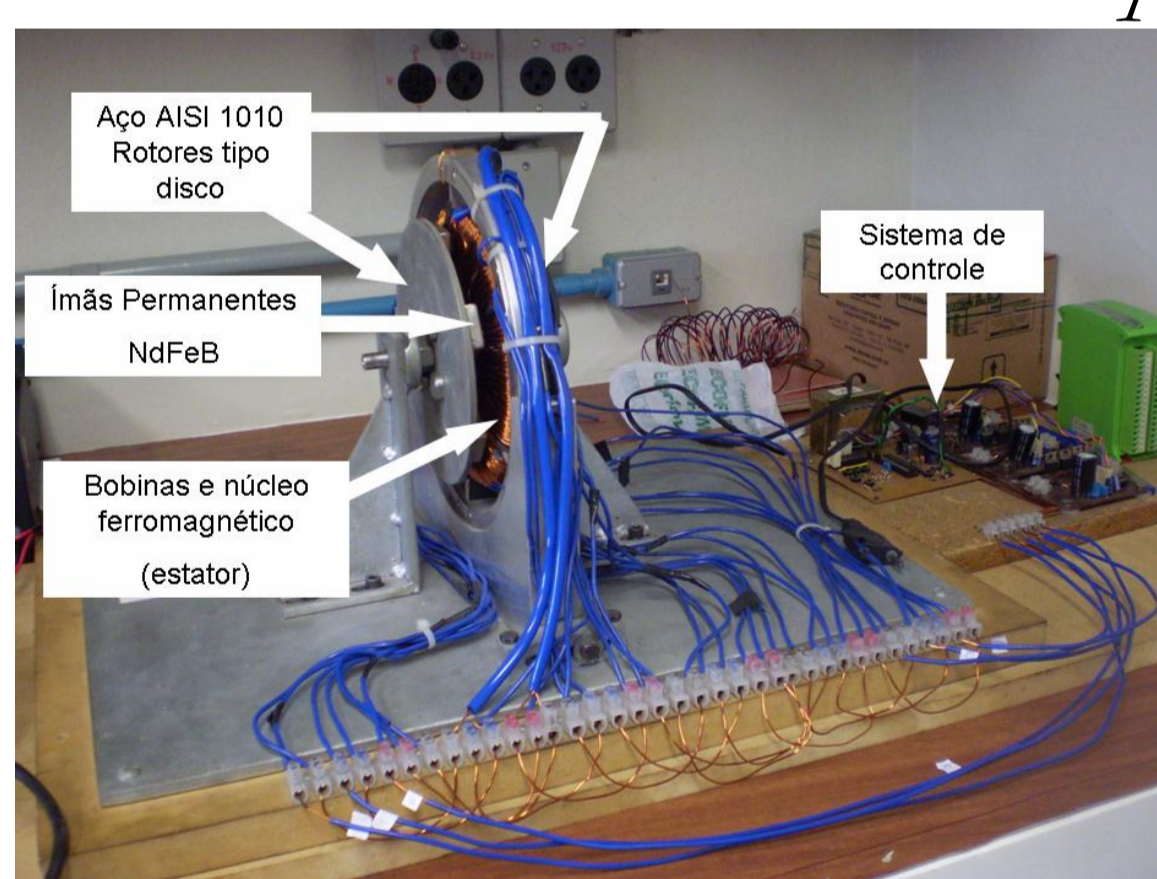
Objetivos

O projeto objetiva apresentar um estudo sobre uma máquina Torus visando sua utilização na frenagem regenerativa de veículos elétricos, através de sua operação no modo gerador. A máquina é analisada com enfoque em suas características específicas, frente às análises existentes no estado da arte. São apresentados ensaios dinâmicos e estáticos para a máquina, realizando o comparativo com os resultados pelo método dos elementos finitos; para essas análises foram considerados dois formatos de ímãs de Neodímio-ferro-boro: quadrados e setoriais.

Vantagens das TORUS Para Aplicações Em Veículos Elétricos

- ✓ Comprimento axial reduzido;
- ✓ Uso de ímãs permanentes de elevado produto energético;
- ✓ Utilização em configurações não adequadas a outros tipos de excitação;
- ✓ Ausência de escovas e enrolamentos de excitação;
- ✓ Evolução da eletrônica de potência que permite estratégias de controle inteligentes;
- ✓ Alta densidade de potência e elevada relação conjugado/massa;
- ✓ Facilidade e baixo custo para construção, inclusive em escalas reduzidas, sem necessidade de ferramental pesado/especial;
- ✓ Fácil adaptabilidade para ser alojada no interior de rodas, sem redutores.

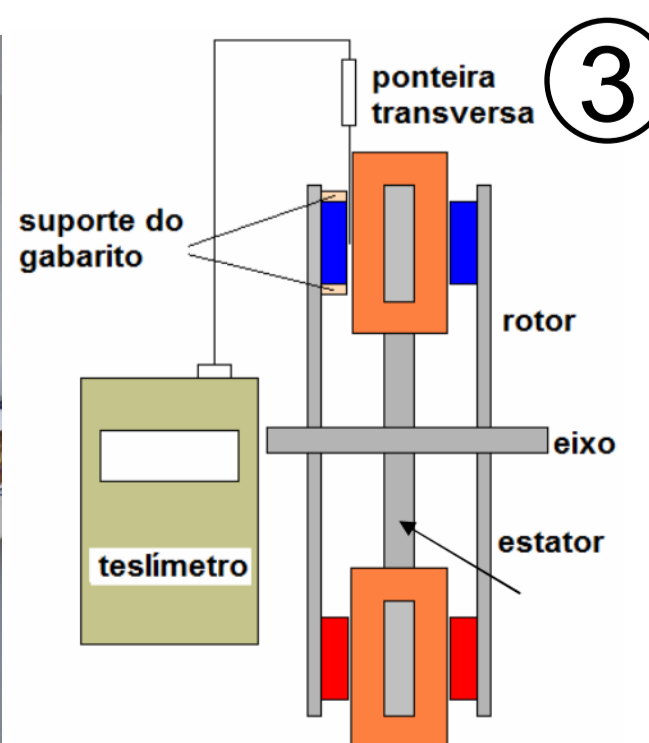
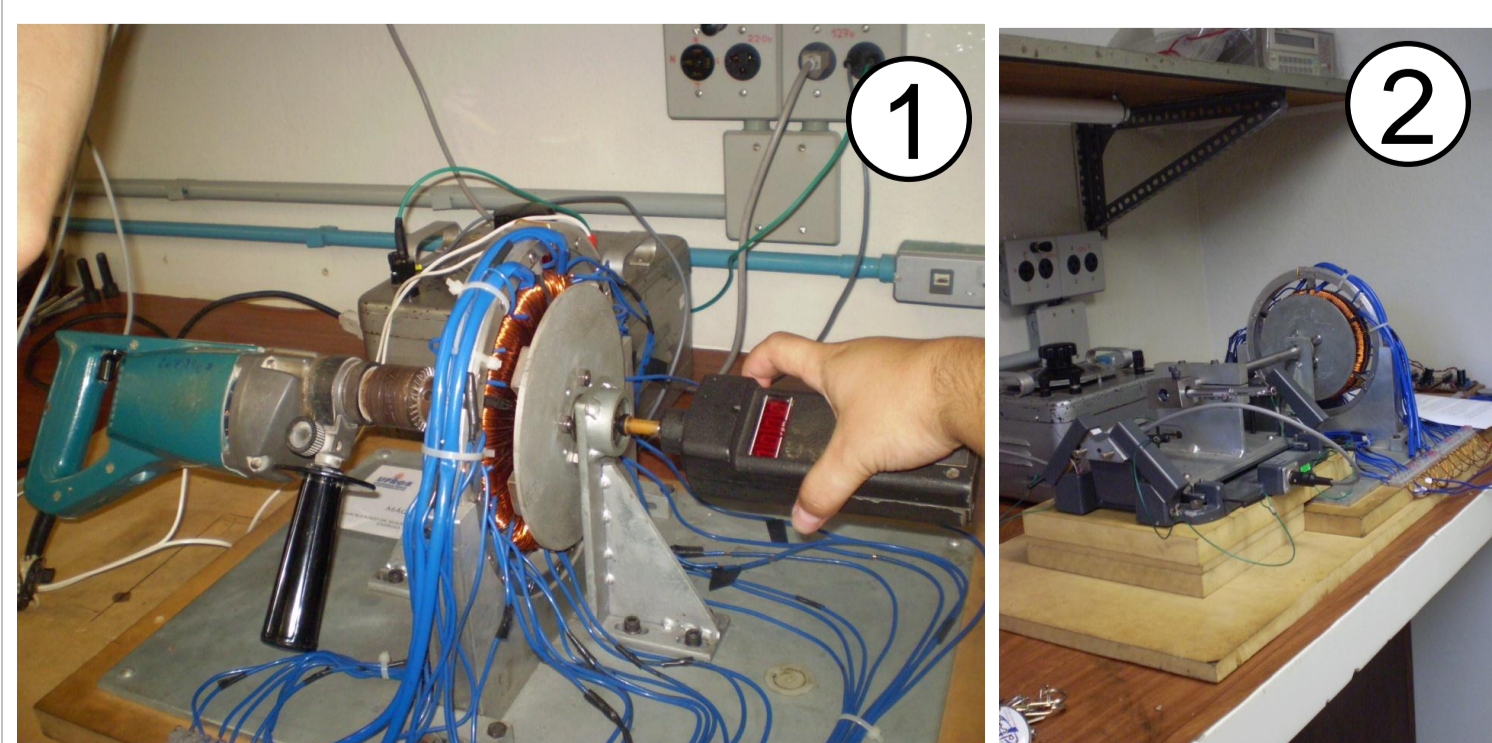
Características do Dispositivo em Estudo



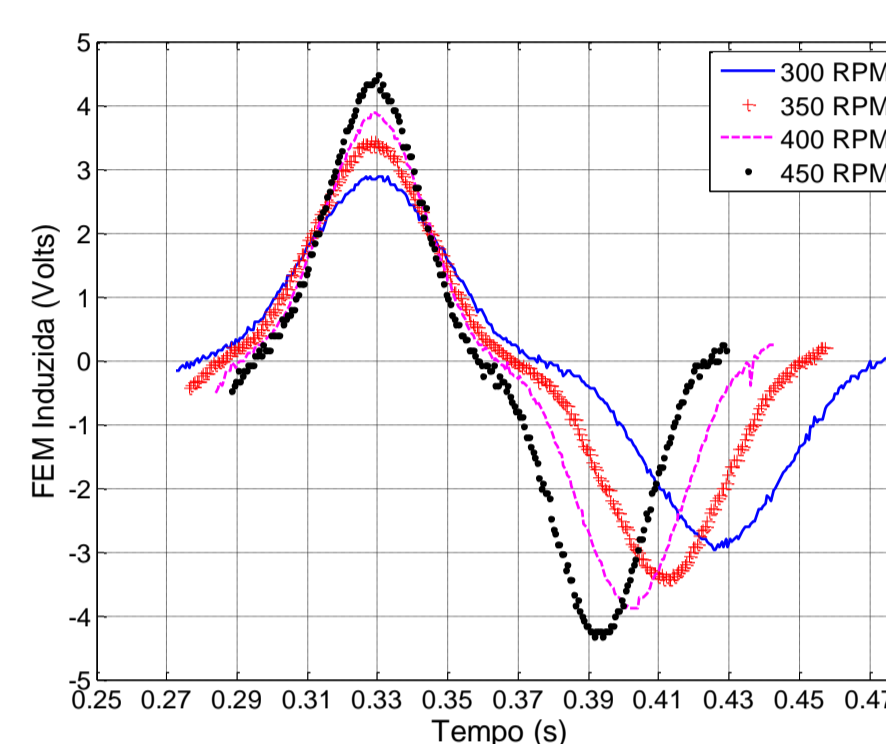
Características da Máquina	
Velocidade nominal	450 RPM
Conjugado nominal	3 Nm
Diâmetro Externo	0,16 m
Comprimento Axial	0,0545 m
Número de pólos	6
Número de fases	3
Número de bobinas	18
Número de bobinas/fase	6

Procedimentos

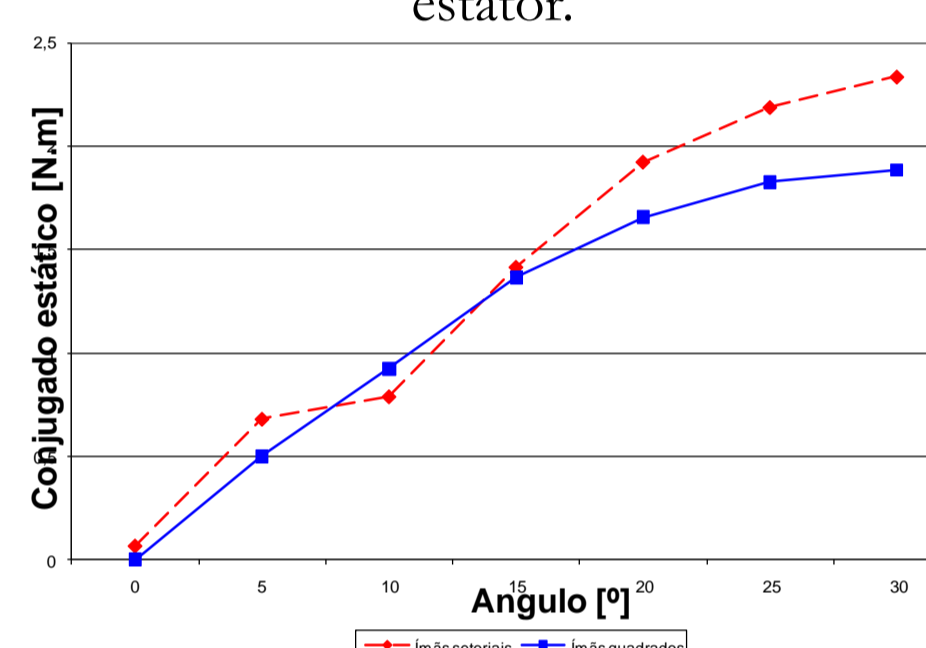
1. Força eletromotriz induzida pelos ímãs: máquina operada como um gerador a vazio, em quatro valores de velocidade, observando-se a tensão induzida nos terminais das bobinas.
2. Conjugado estático: utilizando mesa de conjugado; máquina travada em posições específicas de 0° a 30° em relação ao alinhamento dos ímãs, e operada como motor com corrente de excitação 2,5 A.
3. Distribuição de fluxo próximo à superfície polar dos ímãs e no entreferro: através de gaussímetro, gabaritos de posicionamento e ponteira transversa de efeito Hall.



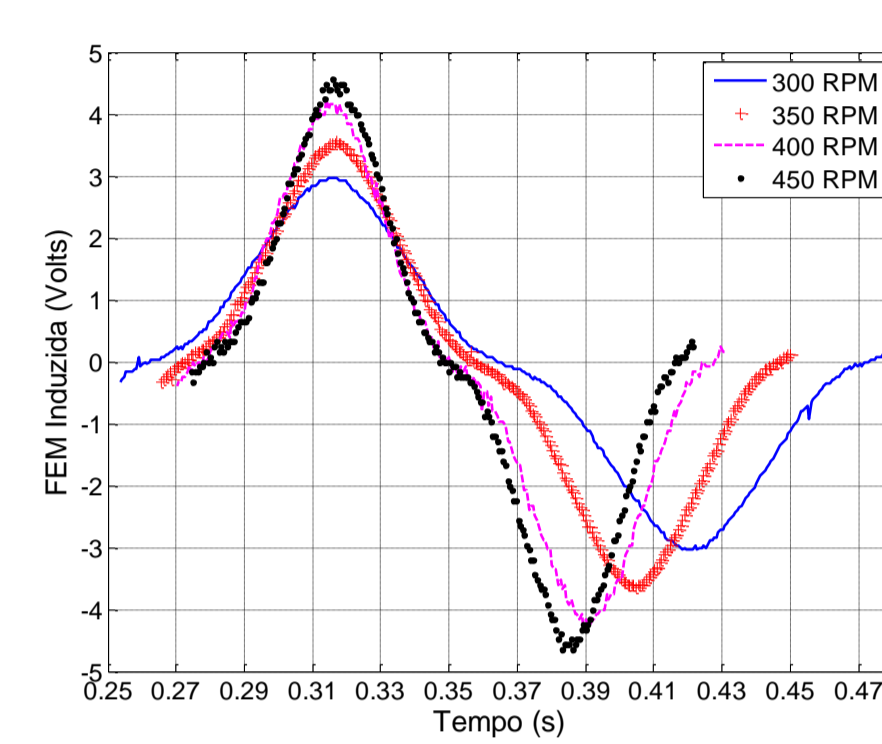
Resultados Experimentais



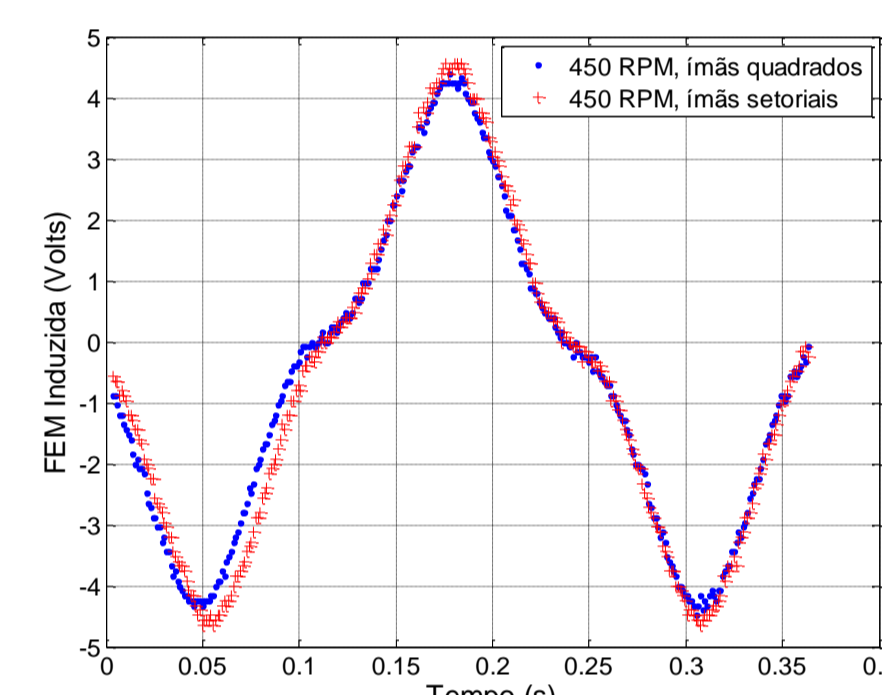
Força eletromotriz induzida pelos ímãs quadrados sobre um dos enrolamentos do estator.



Conjugado estático para ímãs quadrados e setoriais verificado experimentalmente.

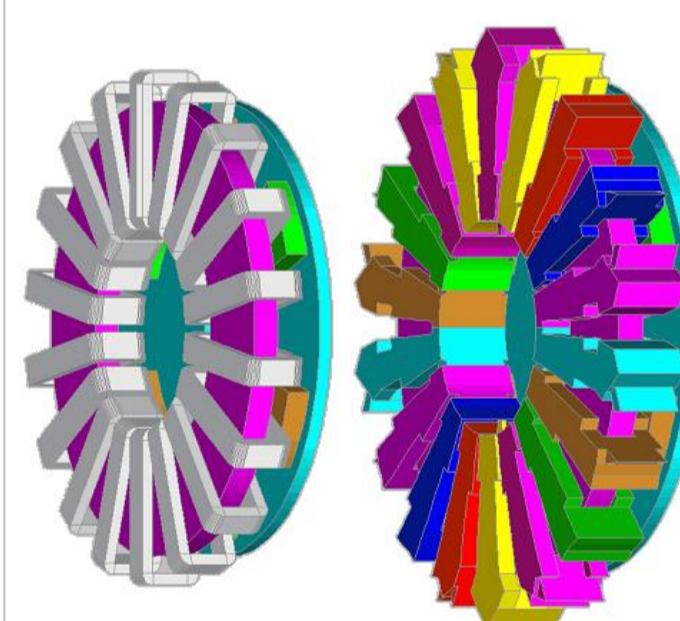


Força eletromotriz induzida pelos ímãs setoriais sobre um dos enrolamentos do estator.

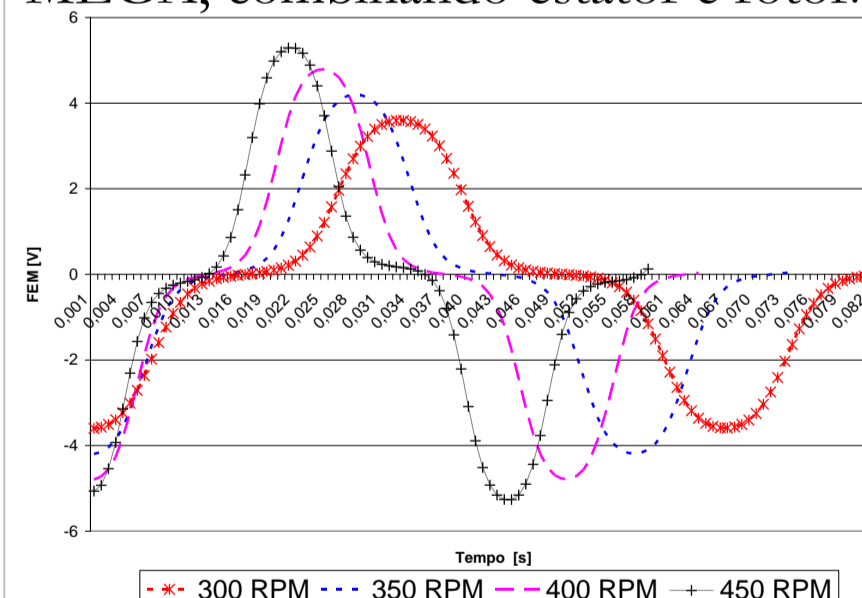


Comparativo da FEM nos enrolamentos da máquina (2 formatos de ímãs), a 450 RPM.

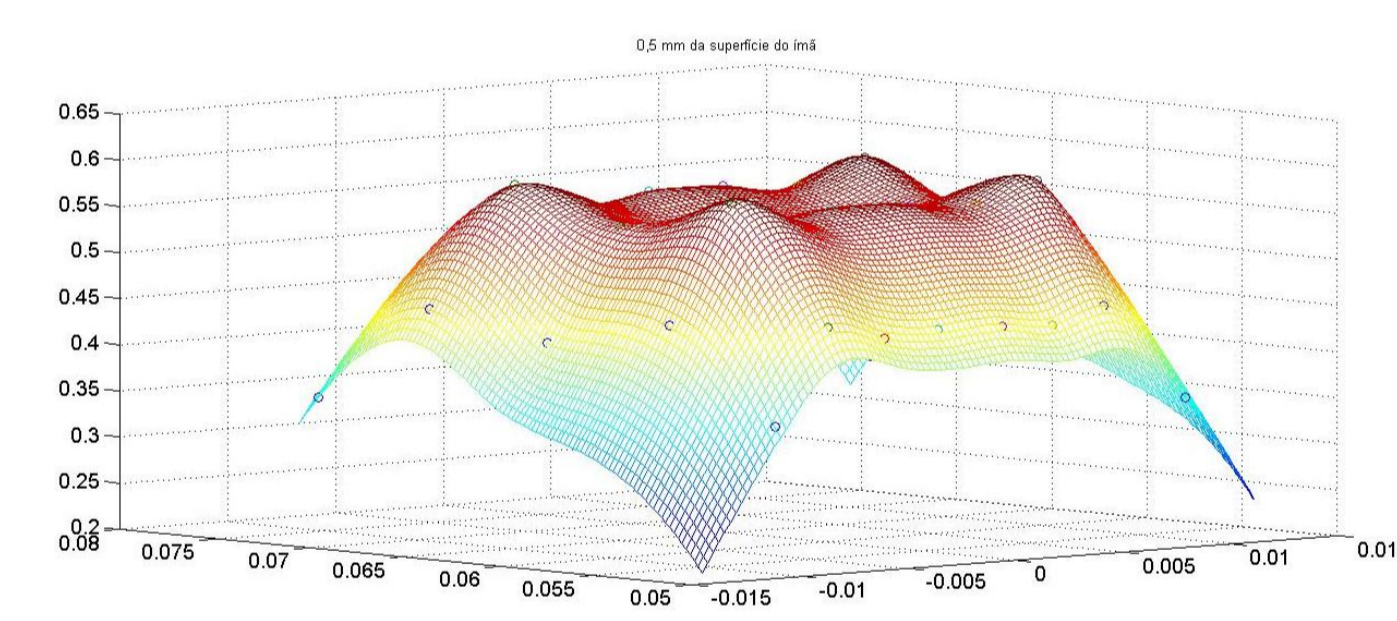
Resultados do Método Numérico



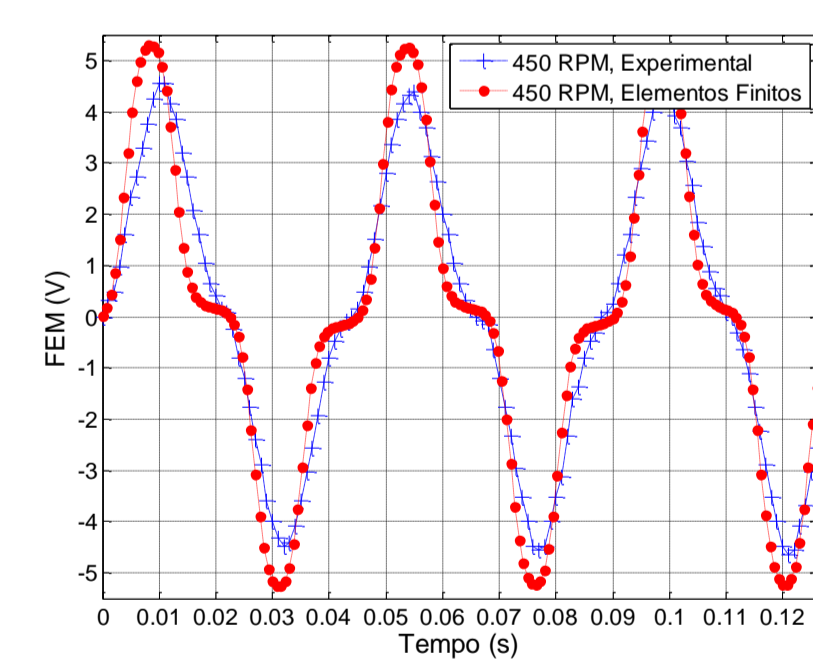
Modelo construído no software de Método dos Elementos Finitos MEGA, combinando estator e rotor.



Força eletromotriz induzida pelos ímãs setoriais sobre um dos enrolamentos do estator.



Densidade de fluxo magnético a 0,5 mm do ímã setorial.



Comparativo da FEM produzida nos enrolamentos da máquina para os dois formatos de ímãs, a 450 RPM.

Conclusões

- Máquina possui característica construtiva simples e dimensões reduzidas, mas com forte potencial para estudo na aplicação em veículos elétricos.
- Mudança de ímãs para formato setorial aumentou o conjugado estático máximo e manteve a FEM induzida nas bobinas em torno de 4,5V, quando operada como gerador.
- Resultados experimentais e pelo método dos elementos finitos coerentes para a distribuição de fluxo nas proximidades do ímã setorial; valores de indução na proximidade do ímã aumentaram com o formato setorial;
- Comparativo da FEM induzida obtida experimental e numericamente são aceitáveis.

Authors Contacts:

Telefone/fax: (51) 3308 3498 website: <http://www.ufrgs.br/lmeae/>
E-mails: diegomolter@gmail.com