Desenvolvimento de Mancal Magnético para Rodas de Reação Qualificação Mestrado

Rafael Corsi Ferrão

rafael.corsi@maua.br
http://www.maua.br

17 de outubro de 2015

Conteúdo

Introdução

Rodas de Reação Revisão

O mancal

magnético Estator Interno Estator Externo

Modelo

- 1 Introdução
 - Rodas de Reação
 - Revisão
- 2 O mancal magnético
 - Estator Interno
 - Estator Externo
- Modelo Dinâmico
- Próximos passos

Rodas De Reação

Introdução

Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético Estator Interno Estator Externo

Modelo Dinâmico

Próximos passos

- atuador eletromecânico
- conservação de momento angular



é constituída de :

- ► Motor de corrente contínua sem escovas (BLDC)
- Inércia
- Mancal
- Eletrônica

Mancal mecânico

Introdução

Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético Estator Interno Estator Externo

Modelo Dinâmico

Próximos passos

Solução mais usual porém apesar de sua aparente simplicidade apresenta sérios desafios:

- ► Lubrificantes (Ciclos térmicos, radiação, pressão atmosférica)
 - Fluida
 - Seca
- ► Eventual necessidade de um selamento hermético
- ► Difícil modelagem

Solução proposta

ntrodução

Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético Estator Interno Estator Externo

Modelo Dinâmico

Próximos passos

Mancal magnético:

- solução sem contato mecânico entre o estator e rotor
- confiabilidade depende basicamente da eletrônica
- validação em ambiente terrestre
- ▶ eliminação da zona morta
- ▶ aumento na complexidade da malha de controle

Objetivos

Introdução

O mancal

Rodas de Reação Revisão

magnético
Estator Interno
Estator Externo

Modelo Dinâmico

- ► Desenvolver um mancal magnético para rodas de reação que atenda os requisitos impostos pelo INPE;
- ▶ Versão de engenharia porém visando a "espacialização"

Metodologia

Introdução Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético

Estator Interno Estator Externo Modelo

Próximos passos

Dinâmico

7/26

Revisão bibliografica

Introdução

Rodas de Reação Revisão

Revisão

O mancal magnético Estator Interno Estator Externo

Modelo Dinâmico

Próximos passos

- ▶ mancais com aplicação em rodas de reação
- ▶ tipos de mancais magnéticos
- mancais magnético em rodas de reação

(1998) Bernus

((2001) Scharf)

Mancal magnético

Introdução

Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético

Estator Interno Estator Externo

Modelo Dinâmico

Dudulus -- ----

- ▶ dois graus de liberdade ativo (radial)
- graus de liberdade passivo estabilizados por ímãs permanentes
- geometria plana
- mancal localizado externo ao motor
- escalonável

Topologia

Introdução

Rodas de Reação Revisão

O mancal

magnético Estator Interno Estator Externo

Modelo Dinâmico

Próximos passos

Corte longitudinal do mancal magnético

Estator Interno

Introdução Rodas de Reação

Revisão
O mancal

magnético Estator Interno Estator Externo

Modelo Dinâmico

Estator Interno Modelagem

Rodas de Reação Revisão

magnético Estator Interno

Estator Externo

Modelo Dinâmico

Introdução

O mancal

Próximos passos

12/26

Força (N) vs Deslocamento radial (mm)

Estator Interno Modelagem/ Força

O mancal magnético Estator Interno

Introdução Rodas de Reação Revisão

Estator Externo

Modelo Dinâmico

Próximos passos

Rafael Corsi Ferrão

Desenvolvimento de Mancal Magnético para Rodas de Reação

Força (N) vs Deslocamento axial (mm)

13/26

Estator Interno Modelagem/ Força

Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético

Introdução

Estator Interno Estator Externo

Modelo Dinâmico

Estator Externo

Introdução Rodas de Reação

Revisão O mancal

magnético Estator Interno

Estator Externo

Modelo Dinâmico

Estator Externo Modelagem/ Força

Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético

Estator Interno
Estator Externo

Introdução

Modelo Dinâmico

Batente/ Base

Introdução Rodas de Reação

Revisão

magnético Estator Interno

O mancal

Estator Interno
Estator Externo

Modelo Dinâmico

Modelo dinâmico Forças

Introdução Rodas de Reação

Revisão

magnético Estator Interno

O mancal

Dinâmico

Estator Externo Modelo

Modelagem por Lagrange

odução

Rodas de Reação Revisão

O mancal

magnético
Estator Interno
Estator Externo

Modelo Dinâmico

$$T_{\theta,x,y,z} = \frac{1}{2}I_z \dot{\theta}^2 + \frac{1}{2}m \left(\dot{x}^2 + \dot{y}^2 + \dot{z}^2\right)$$

$$V_z = mgz + \frac{1}{2}Kz^2$$

$$L = T - V$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left[\frac{\partial L}{\partial \dot{r}}\right] - \frac{\partial L}{\partial r} = Q^{nc} + Q^c$$

$$\rightarrow$$

$$I\ddot{\theta} = 0$$

 $m\ddot{x} = F_{px}(x, y) - F_{by}(x, y, i)$
 $m\ddot{y} = F_{py}(x, y) - F_{bx}(x, y, i)$
 $m\ddot{z} - Kz = mg$

Diagrama de Blocos

Introdução

Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético

Estator Interno Estator Externo

Modelo Dinâmico

- ▶ modelo não linear das forças
- ▶ batente modelado como choque elástico
- ▶ força contra eletromotriz não modelada

Modelo Linear

Introdução

Rodas de Reação Revisão

O mancal

magnético
Estator Interno
Estator Externo

Modelo Dinâmico

$$G_a(s) G_p(s) = \frac{46530}{0.02077s^3 + 1.478s^2 - 3.08e04s - 2.191e06}$$

Simulações Ponto de operação - modelo não linear Rodas de Reação Estator Interno Estator Externo Próximos passos

Introdução

Revisão O mancal magnético

Modelo Dinâmico

Simulações Atuador

Introdução Rodas de Reação

Revisão

magnético Estator Interno Estator Externo

O mancal

Modelo Dinâmico

Problemas

Introdução

Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético

nagnético
Estator Interno
Estator Externo

Modelo Dinâmico

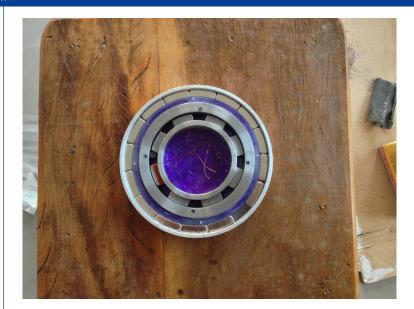
- usinagem das peças
 - ausência de pino guia
 - tolerância
- batente
- embobinamento dos polos
- validação do modelo com o protótipo
- medida de posição

Protótipo

Introdução Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético Estator Interno Estator Externo

Modelo Dinâmico



Trabalhos Futuros

Introdução

Rodas de Reação Revisão

O mancal magnético

Estator Interno Estator Externo

- ► correção dos problemas mecânicos
- validação do modelo vs protótipo
- desenvolvimento do controlador
- ▶ forma de sensoriamento
- desenvolvimento da eletrônica
- ▶ implementação e testes