

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP



ĐỖ THỊ PHƯƠNG THẢO

**"NGHIÊN CỨU NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN Ô ĐỒ TỰ TÍCH
CỰC BÓN BẠC TỰ DO BẰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN PHẢN HỒI ĐÀU RA "**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

Thái Nguyên - năm 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi dựa trên sự hướng dẫn của tập thể các nhà khoa học và các tài liệu tham khảo đã trích dẫn. Kết quả nghiên cứu là trung thực.

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2014

Học viên

Đỗ Thị Phương Thảo

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên tác giả xin chân thành cảm ơn tới các thầy giáo, cô giáo Khoa sau đại học, Khoa Điện trường đại học Kỹ thuật Công Nghiệp cùng các thầy giáo, cô giáo, các anh chị tại Trung tâm thí nghiệm đã giúp đỡ và đóng góp nhiều ý kiến quan trọng cho tác giả để tác giả có thể hoàn thành bài luận văn của mình.

Trong quá trình thực hiện đề tài tôi đã nhận được sự giúp đỡ nhiệt tình của các thầy, cô giáo trong khoa Điện của trường ĐH Kỹ thuật Công nghiệp thuộc ĐH Thái Nguyên và các bạn đồng nghiệp. Đặc biệt dưới sự hướng dẫn và góp ý của thầy TS. Trần Xuân Minh đã giúp cho đề tài hoàn thành mang tính khoa học cao. Tôi xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ quý báu của các thầy, cô.

Do thời gian, kiến thức, kinh nghiệm và tài liệu tham khảo còn hạn chế nên đề tài khó tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo và các bạn đồng nghiệp để tôi tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện hơn nữa trong quá trình công tác sau này.

Học viên

Đỗ Thị Phương Thảo

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN.....	iv
MỤC LỤC	v
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU	viii
DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT.....	x
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ	xi
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ Ồ ĐỖ TỪ	4
1.1 Giới thiệu chung.....	4
1.2 Lịch sử phát triển.	5
1.3 Nguyên lý làm việc cơ bản và phân loại của các ổ đỡ từ.....	7
1.3.1 Nguyên lý làm việc cơ bản	7
1.3.2 Phân loại ổ đỡ từ	9
1.4 Những đặc trưng cơ bản và ứng dụng của hệ thống AMB.	15
1.4.1 Những đặc trưng cơ bản của AMB	15
1.4.2 Các ứng dụng của hệ thống AMB.....	16
1.5 Các nghiên cứu liên quan.	17
1.5.1 Tổng quan tình hình nghiên cứu trong và ngoài nước	17
1.5.2 Tình hình nghiên cứu trong nước	19
1.5.3 Tình hình nghiên cứu ngoài nước	20
1.6 Kết luận chương 1	22
CHƯƠNG 2: MÔ HÌNH TOÁN HỌC CỦA AMB	23

2.1 Giới thiệu chung.....	23
2.2 Các thành phần của mạch vòng điều khiển.....	23
2.3 Mạch từ (cơ sở toán học của hệ thống nâng từ trường)	25
2.3.1 Mật độ từ thông của mạch từ:	26
2.3.2 Từ trở R và độ tự cảm L trong mạch từ:	27
2.4 Các phương trình điện từ	29
2.4.1 Các lực điện từ khi kể đến từ hóa lõi thép	29
2.4.2 Lực điện từ khi không kể đến từ hóa lõi thép.....	30
2.4.3 Mối quan hệ giữa lực điện từ và dòng điện trong các bộ AMB	31
2.5 Các phương trình động lực học của hệ thống AMB	34
2.5.1 Cấu trúc của bộ AMB được khảo sát.	35
2.6 Kết luận chương 2	38
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID CHO Ổ ĐỖ TỪ BỐN BẬC TỰ DO	40
3.1 Xây dựng mô hình toán học hệ thống tuyến tính dưới dạng mô hình không gian trạng thái:	40
3.2 Tính điều khiển được và tính quan sát được	42
3.2.1 Tính điều khiển được.....	43
3.2.2 Tính quan sát được	44
3.3 Mô hình không gian trạng thái của AMB 4 DOF	45
3.3.1 Phép biểu diễn phương trình vi phân ma trận.....	45
3.3.2 Phép biểu diễn mô hình không gian trạng thái.....	48
3.4 Thiết kế bộ điều khiển PID cho hệ thống AMB	48
3.4.1 Xây dựng hệ điều khiển.....	48
3.4.2 Mô phỏng làm việc của hệ thống trên Matlab-Simulink	55

3.5 Khảo sát chất lượng hệ thống bằng thực nghiệm.....	62
3.5.1 Cấu trúc hệ thống thực nghiệm.....	62
3.5.2 Kết quả thí nghiệm.....	65
3.6 Kết luận chương 3.....	68
CHƯƠNG 4: ĐỀ XUẤT PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN PHẢN HỒI ĐẦU RA LQG CHO Ồ ĐỠ TỪ BỐN BẬC TỰ DO	69
4.1 Thiết kế điều khiển phản hồi đầu ra.....	69
4.1.1 Thiết kế điều khiển phản hồi trạng thái.....	69
4.1.2 Thiết kế bộ lọc Kalman.....	72
4.1.3. Thiết kế bộ điều khiển tối ưu phản hồi đầu ra <i>Linear Quadratic Gaussian (LQG)</i>	74
4.2 Tổng hợp bộ điều khiển dựa trên phương pháp phản hồi đầu ra cho hệ thống AMB 4 DOF.....	77
4.2.1 Kiểm tra tính điều khiển được.....	79
4.2.2 Kiểm tra tính quan sát được.....	79
4.2.3 Tính ma trận hệ số K của bộ quan sát phản hồi trạng thái LQR.....	80
4.2.4 Tính ma trận hệ số L của bộ lọc Kalman.....	81
4.3 Mô phỏng và đánh giá.....	81
4.4 Kết luận chương 4.....	83
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	83
TÀI LIỆU THAM KHẢO	Error! Bookmark not defined.

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU

F, f_m	Lực điện từ
M	Trọng lượng rô to
G	Gia tốc trọng trường
S_a	Tiết diện mặt cắt lõi sắt hình chữ C
S_{fe}	Tiết diện mặt cắt trong khe hở không khí
I	Dòng điện tức thời
x_0	Khe hở không khí
l_c	Chiều dài trung bình của đường đi từ trường qua lõi sắt chữ C
l_I	Chiều dài trung bình của đường đi từ trường qua lõi sắt chữ I
ψ	Từ thông trong mạch vòng khép kín
B	Mật độ từ thông
H	Từ trường mạch từ
L	Độ tự cảm
μ	Độ từ thẩm của vật liệu sắt từ
μ_0	Độ từ thẩm của môi trường chân không
N	Số vòng dây
W_a	Năng lượng tích trữ
V_a	Thể tích khe hở không khí của Hệ thống
R	Tổng trở
N_i	Sức điện động
R_C, R_I, R_g	Từ trở tương ứng trong lõi thép hình chữ C, hình chữ I, và trong khe hở không khí

i_0	Dòng điện phân cực
i_x	Dòng điện điều khiển
X	Độ dịch chuyển theo phương x
Y	Độ dịch chuyển theo phương y
α, β	Góc quay của trục theo phương x, y
F_x, F_y	Lực nâng trục theo các phương x, y
$F_{x1}, F_{y1},$ F_{x2}, F_{y2}	Lực nâng hướng trục theo phương x, y của AMB1 và AMB2
a, b	Khoảng cách trọng tâm của trục đến ổ đỡ AMB1, AMB2
c, d	Khoảng cách trọng tâm của trục đến cảm biến vị trí 1, 2
F_+, F_-	Lực hấp dẫn giữa rô to và stato theo phương x của AMB1
$i_{x1}, i_{x2}, i_{y1}, i_{y2}$	Dòng điện thành phần theo phương x, y của AMB1 và AMB2
K_i	Hệ số tỉ lệ với dòng điện
K_s	Hệ số tỉ lệ với độ dịch chuyển
$J_x=J_y$	Mô men quán tính của trục rotor theo phương x và y
J_z	Mô men quán tính của trục rotor
ω_{rm}	Vận tốc góc
$F_{x1}, F_{x2}, F_{y1},$ F_{y2}	Lực tịnh tiến của rotor theo phương x, y của ổ đỡ từ AMB1, AMB2
$q(t)$	Quỹ đạo trạng thái
U	Tín hiệu điều khiển
x_1, y_1, x_2, y_2	Vị trí dịch chuyển của trục tại các điểm đặt cảm biến theo phương x, y của AMB1, AMB2

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Viết tắt	Biểu diễn	Ghi chú Tiếng Anh
AMB	Ổ đỡ từ chủ động	Magnetic Active Bearing
DOF	Bậc tự do	Degree of Freedom
DC	Nguồn một chiều	Direct Current
MMF	Lực từ động	Magnemotive Force
KĐ	Khuyếch đại	
PID	Bộ điều khiển	