

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP



NGUYỄN THỊ TRANG NHUNG

**NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG VỊ TRÍ ĐỂ ỨNG
DỤNG ĐIỀU KHIỂN CÁNH HƯỚNG VAN TRONG
HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GIÓ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

THÁI NGUYÊN, 2017

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Nguyễn Thị Trang Nhung

Sinh ngày: 23 tháng 02 năm 1990

Học viên lớp CHK17 – KTĐK&TĐH, Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp – Đại học Thái Nguyên.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu nêu trong luận văn là trung thực. Những kết luận trong luận văn chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào. Mọi thông tin trích dẫn trong luận văn đều chỉ rõ nguồn gốc.

Tác giả luận văn

Nguyễn Thị Trang Nhung

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian thực hiện luận văn, tôi đã nhận được sự quan tâm rất lớn của nhà trường, khoa, các phòng ban, các thầy cô giáo và đồng nghiệp.

Tôi xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành nhất đến PGS.TS. Võ Quang Lạp đã tận tình hướng dẫn trong quá trình thực hiện luận văn.

Tôi xin chân thành cảm ơn đến các thầy cô giáo Trường Đại Học Kỹ thuật Công nghiệp đã giúp đỡ và tạo điều kiện để tôi có một môi trường học tập và nghiên cứu tốt nhất.

Mặc dù đã rất cố gắng, song do trình độ và kinh nghiệm còn hạn chế nên luận văn còn nhiều thiếu sót. Tôi rất mong nhận được những ý kiến đóng góp từ hội đồng bảo vệ, các thầy cô giáo và các bạn đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện và có ý nghĩa hơn trong thực tế.

Tôi xin chân thành cảm ơn!

Tác giả luận văn

Nguyễn Thị Trang Nhung

MỤC LỤC

TRANG BÌA PHỤ	
LỜI CAM ĐOAN	1
LỜI CẢM ƠN	2
MỤC LỤC	3
DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT	6
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ	7
MỞ ĐẦU	9
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN VỊ TRÍ ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN MÁY SẢN XUẤT	11
1.1. Ý nghĩa của điều khiển vị trí	11
1.2. Một số vấn đề trong điều khiển vị trí	14
1.2.1. Hệ điều khiển vị trí tuyến tính	14
1.2.1.1. Nguyên tắc xây dựng hệ điều khiển vị trí	14
1.2.1.2. Tính phi tuyến trong hệ điều khiển vị trí tuyến tính	15
1.2.1.3. Điều chỉnh vị trí tối ưu theo thời gian	17
1.2.1.4. Các tính chất của hệ điều chỉnh vị trí trong thực tế	19
1.2.2. Hệ động điều khiển vị trí làm việc trong chế độ bám	20
1.2.2.1. Phương pháp bù sai lệch tác động đầu vào $u(t)$	21
1.2.2.2. Phương pháp bù nhiễu	22
1.3. Ứng dụng điều khiển chuyển động vị trí trong điều khiển cánh hướng van cho hệ thống điều khiển gió nhà máy nhiệt điện	24
1.3.1. Giới thiệu hệ thống điều khiển gió trong nhà máy nhiệt điện	24
1.3.1.1. Giới thiệu sơ đồ hệ thống điện điều khiển độ mở cánh hướng van	25
1.3.1.2. Phân tích và chọn hệ truyền động	26

CHƯƠNG 2: TÍNH TOÁN VÀ KHẢO SÁT HỆ ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG VỊ TRÍ ỨNG DỤNG CHO HỆ ĐIỀU KHIỂN ĐỘ MỞ CÁCH HƯỚNG VAN TRONG NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN	31
2.1. Sơ đồ điều khiển chuyển động vị trí	31
2.2. Hệ thống truyền động biến tần động cơ điện ĐB – KTVC	31
2.2.1. Động cơ điện ĐB – KTVC	31
2.2.1.1. Nguyên lý làm việc	31
2.2.1.2. Biểu diễn động cơ điện ĐB - KTVC trên tọa độ vectơ không gian	32
2.2.1.3. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện ĐB – KTVC	39
2.2.2. Xây dựng sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển biến tần động cơ ĐB_KTVC	42
2.3. Tổng hợp hệ thống	43
2.3.1. Tổng hợp mạch vòng dòng điện	45
2.3.2. Tổng hợp mạch vòng tốc độ	47
2.3.3. Xây dựng sơ đồ cấu trúc hệ ổn định tốc độ biến tần động cơ điện ĐB_KTVC	48
2.3.4. Mô phỏng hệ ổn định tốc độ biến tần động cơ điện ĐB_KTVC	50
2.3.4.1. Sơ đồ mô phỏng	50
2.3.4.2. Kết quả mô phỏng	50
2.3.4.3. Nhận xét	51
2.4. Mạch vòng điều khiển vị trí cánh hướng van và sự ổn định của nó	52
2.4.1. Xây dựng sơ đồ khối mạch vòng vị trí	52
2.4.2. Tổng hợp bộ điều chỉnh vị trí	52
2.4.3. Mô phỏng đánh giá chất lượng của hệ điều khiển chuyển động van cánh hướng khi dùng bộ điều khiển PID	54
2.4.3.1. Tính toán các thông số hệ điều chỉnh vị trí đối với động cơ ĐB_KTVC	54
2.4.3.2. Mô phỏng hệ điều khiển vị trí với bộ điều khiển PID tuyến tính	54
2.3.2.2. Nhận xét, đánh giá kết quả mô phỏng	58

CHƯƠNG 3: NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG HỆ ĐIỀU KHIỂN CHUYỂN ĐỘNG VỊ TRÍ ĐỂ ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN CÁNH HƯỚNG VAN TRONG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN GIÓ NHÀ MÁY NHIỆT ĐIỆN	59
3.1. Tổng hợp bộ điều khiển mờ trượt	59
3.1.1. Nguyên lý điều khiển trượt	59
3.1.2. Phương pháp điều khiển trượt	61
3.1.3. Thiết kế luật điều khiển trượt	65
3.1.4. Thiết kế bộ điều khiển trượt ổn định bền vững	65
3.1.5. Thiết kế bộ điều khiển trượt bám bền vững	70
3.1.6. Thuật toán tổng hợp bộ điều khiển mờ trượt	71
3.2. Xây dựng bộ điều khiển mờ trượt cho mạch vòng vị trí	72
3.2.1. Các bước xây dựng bộ điều khiển mờ trượt cho mạch vòng vị trí	72
3.2.2. Mô phỏng hệ điều khiển vị trí có bộ điều khiển mờ trượt	74
3.2.3. Nhận xét và kết luận	77
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	78
TÀI LIỆU THAM KHẢO	79
PHỤ LỤC	80

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

BĐK: Bộ điều khiển

ĐB_KTVC: Động cơ điện đồng bộ - kích từ vĩnh cửu.

P: Bộ điều chỉnh tỷ lệ.

I: Bộ điều chỉnh tích phân.

D: Bộ điều chỉnh vi phân.

PID: Bộ điều chỉnh tỷ lệ vi tích phân.

CPU: Bộ xử lý trung tâm.

βI : Phản hồi âm dòng điện.

γn : Phản hồi tốc độ.

U_{cd} : Điện áp chủ đạo.

U_{dk} : Điện áp điều khiển.

U_{ω} : Tín hiệu điện áp chủ đạo đặt tốc độ.

T : Thời gian chu kỳ điện áp ra.

U_d : Điện áp ra của bộ biến đổi động cơ ĐB_KTVC.

U_c : Điện áp điều khiển của bộ điều chế độ rộng xung.

K_{ω} : Hệ số của khâu lấy tín hiệu tốc độ.

T_{BI} : Hằng số thời gian máy biến dòng.

K_{BI} : Hệ số phản hồi dòng điện.

T_{φ} : Hằng số thời gian của khâu cảm biến vị trí.

$\frac{K_T}{1+PT_T}$: Hệ số phản hồi vị trí.

T_u : Hằng số thời gian điện từ của động cơ.

T_i : Hằng số thời gian của cảm biến (sensor) dòng điện.

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

(hình vẽ, ảnh chụp, đồ thị ...)

Hình 1.1. Tiêu chuẩn tích phân bình phương sai lệch (ISE)	12
Hình 1.2. Tiêu chuẩn tích phân của tích số giữa thời gian và giá trị tuyệt đối của sai lệch (ITAE)	13
Hình 1.3. Sơ đồ hệ điều khiển vị trí	15
Hình 1.4. Quan hệ giữa $\Delta\varphi$ và ω	16
Hình 1.5. Sơ đồ khối điều chỉnh vị trí tối ưu theo thời gian	17
Hình 1.6. Quĩ đạo pha của điều chỉnh vị trí tối ưu theo thời gian	18
Hình 1.7. Diễn biến theo thời gian của các đại lượng φ , ε , ω trong hệ điều chỉnh vị trí tối ưu theo thời gian	19
Hình 1.8. Sơ đồ cấu trúc hệ dùng phương pháp bù tác động đầu vào $u(t)$	21
Hình 1.9. Sơ đồ cấu trúc hệ dùng phương pháp bù nhiễu	22
Hình 1.10. Cấu trúc hệ điều khiển bù theo lượng nhiễu loạn	23
Hình 1.11. Sơ đồ khối hệ thống điện điều khiển độ mở cánh hướng van	24
Hình 1.12. Các vị trí của cánh hướng	26
Hình 1.13. Đặc tính lưu lượng – độ mở van cánh hướng	28
Hình 2.1. Sơ đồ khối hệ thống điện điều khiển độ mở cánh hướng van	31
Hình 2.3 Mô hình đơn giản của ĐCĐB ba pha	32
Hình 2.4. Thiết lập các vector không gian từ các đại lượng pha	34
Hình 2.5 Biểu diễn dòng điện Stator dưới dạng vector không gian với các phần tử $i_{s\alpha}$ và $i_{s\beta}$. Thuộc hệ tọa độ Stator cố định	35
Hình 2.6: Chuyển hệ tọa độ cho vector không gian bất kỳ	36
Hình 2.7: Biểu diễn vector không gian trên hệ tọa độ từ thông Rotor, còn gọi là hệ tọa độ dq	37
Hình 2.8: Sơ đồ thay thế của MĐĐB-KTVC	39
Hình 2.9. Đồ thị véc tơ động cơ đồng bộ	40
Hình 2.10. Đồ thị vectơ của SPM với điều khiển giảm từ thông dòng stato không đổi	40
Hình 2.11. Đặc tính momen khi giảm từ thông dòng điện stato không đổi	42

Hình 2.12. Sơ đồ điều khiển vectơ trong truyền động động cơ ĐB_KTVC	43
Hình 2.13. Sơ đồ cấu trúc rút gọn của hệ thống truyền động điện sử dụng biến tần và động cơ ĐB_KTVC	45
Hình 2.14. Sơ đồ cấu trúc mạch vòng điều chỉnh dòng điện	46
Hình 2.15. Sơ đồ cấu trúc mạch vòng điều chỉnh tốc độ	47
Hình 2.16. Sơ đồ khối mạch vòng điều chỉnh tốc độ	48
Hình 2.17. Sơ đồ cấu trúc hệ điều khiển ổn định tốc độ truyền động biến tần động cơ điện ĐB_KTVC	49
Hình 2.18: Sơ đồ mô phỏng hệ điều khiển bằng bộ điều khiển PID	50
Hình 2.19: Kết quả mô phỏng tốc độ và dòng điện	51
Hình 2.20 Sơ đồ khối hệ điều chỉnh vị trí truyền tính	52
Hình 2.21. Sơ đồ cấu trúc thu gọn của mạch vòng vị trí	53
Hình 2.22: Sơ đồ mô phỏng hệ điều khiển vị trí bằng bộ điều khiển PID	55
Hình 2.24: Mô phỏng PID với $U_d = 15V$	57
Hình 3.1: Phân tích hệ có khâu phi tuyến 2 vị trí và không bị kích thích bằng phương pháp mặt phẳng pha	62
Hình 3.2: Giải thích hiện tượng trượt (sliding)	64
Hình 3.3: Sự phụ thuộc của e và e'	65
Hình 3.4. Minh họa định lý 1	67
Hình 3.5: Hàm thuộc với 5 tập	73
Hình 3.6: Luật hợp thành	74
Hình 3.7: Quan hệ vào ra của bộ điều khiển mờ	74
Hình 3.8: Sơ đồ mô phỏng hệ điều khiển vị trí có bộ điều khiển mờ trượt	75
Hình 3.9: Mô phỏng mờ trượt với $U_d = 10V$	76
Hình 3.10: Mô phỏng mờ trượt với $U_d = 15V$	77

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Điều khiển chuyển động vị trí có một ý nghĩa rất quan trọng đối với máy sản xuất. Chất lượng máy sản xuất phụ thuộc rất nhiều vào điều khiển chuyển động của các máy sản xuất này. Trong thực tế thường gặp rất nhiều sự điều khiển chuyển động vị trí máy sản xuất, ví dụ như: điều khiển chuyển động máy rô bốt, điều khiển chuyển động bàn máy CNC, điều khiển chuyển động các van công nghiệp... Để nâng cao chất lượng máy sản xuất thì người ta thường nghiên cứu các phương pháp thích hợp để nâng cao chất lượng hệ chuyển động này. Đặc biệt, các chuyển động vị trí của các máy sản xuất thường là các khâu phi tuyến. Cho nên việc tìm ra các phương pháp thích hợp để nâng cao chất lượng hệ điều khiển chuyển động vị trí có ý nghĩa rất lớn về mặt khoa học và thực tiễn.

Với cách đặt vấn đề trên, đề tài luận văn được chọn: *"Nghiên cứu điều khiển chuyển động vị trí để ứng dụng điều khiển cánh hướng van trong trong hệ thống điều khiển gió nhà máy nhiệt điện"*. Việc nghiên cứu và giải quyết thành công vấn đề mà đề tài nêu ra là một yêu cầu rất cần thiết, vừa phục vụ học tập giảng dạy, vừa phục vụ thực tiễn sản xuất.

2. Mục tiêu nghiên cứu

Nghiên cứu hoàn chỉnh lý thuyết điều khiển chuyển động vị trí để từ đó xây dựng một sơ đồ điều khiển vị trí cho máy sản xuất thích hợp. Để khảo sát và đánh giá sơ bộ chất lượng thông qua việc ứng dụng bộ điều khiển vị trí là tuyến tính. Từ đó nghiên cứu các phương pháp điều khiển phi tuyến thích hợp, như là điều khiển mờ, mờ thích nghi, mờ trượt để chọn một phương pháp ứng dụng nhằm nâng cao chất lượng hệ truyền động này với kết quả tính toán mô phỏng bằng lý thuyết.

3. Dự kiến các kết quả đạt được

- Nghiên cứu hoàn chỉnh về lý thuyết điều khiển vị trí phục vụ cho hệ điều khiển chuyển động. Đồng thời nghiên cứu các bộ điều khiển thông minh (phi tuyến) để nâng cao chất lượng hệ.

- Chọn phương pháp tính toán và tổng hợp hệ đúng đắn nhằm đảm bảo tính chính xác các thông số của các khâu, các khối và các bộ điều chỉnh. Trên cơ