ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN THỊ KIỀU TRANG

THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI NHỜ SUY LUẬN MỜ VÀ ỨNG DỤNG CHO HỆ TRUYỀN ĐỘNG CÓ KHE HỞ

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

THÁI NGUYÊN 2019

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN THỊ KIỀU TRANG

BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI NHỜ SUY LUẬN MỜ VÀ ỨNG DỤNG CHO HỆ TRUYỀN ĐỘNG CÓ KHE HỞ

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa
Mã số:

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

KHOA CHUYÊN MÔN
TRƯỞNG KHOA

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. LÊ THỊ THU HÀ

PHÒNG ĐÀO TẠO

THÁI NGUYÊN 2019

LỜI CAM ĐOAN

Tôi là Nguyễn Thị Kiều Trang sinh ngày 13 tháng 11 năm 1991, học viên cao học lớp CK-K20 tại trường Đại học kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên. Tôi xin cam đoan đề tài "*Thiết kế bộ điều khiển PID thích nghi nhờ suy luận mờ và ứng dụng cho hệ truyền động có khe hở*" là kết quả nghiên cứu của riêng tôi dưới sự hướng dẫn của TS. Lê Thị Thu Hà. Các nguồn tài liệu tham khảo liên quan đều được trích xuất rõ ràng.

Nếu có điều gì không đúng với lời cam đoan tôi xin chịu theo quy chế hiện hành.

Thái Nguyên, ngày tháng 10 năm 2019

Học viên

Nguyễn Thị Kiều Trang

LỜI CẢM ƠN

Sau một thời gian nỗ lực thực hiện luận văn đến nay luận văn của em đã được hoàn thành. Em xin gửi lời cảm ơn chân thành tới cô giáo hướng dẫn TS. Lê Thị Thu Hà đã định hướng và hướng dẫn tận tình giúp em hoàn thành được luận văn theo tiến độ đề ra. Ngoài ra em cũng xin được gửi lời cảm ơn tới các thầy cô trong khoa Điện - Trường Đại học Kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên đã cung cấp cho em những kiến thức quý báu. Em cũng xin cảm ơn gia đình, bạn bè cũng như các đồng nghiệp đã luôn ở bên động viên em thực hiện đề tài này.

Thái Nguyên, ngày tháng 10 năm 2019

Học viên

Nguyễn Thị Kiều Trang

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU 1
MỞ ĐẦU 2
1. Lý do chọn đề tài 2
2. Mục đích của đề tài 2
3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu 3
4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài 3
4.1. Ý nghĩa khoa học 3
4.2. Ý nghĩa thực tiễn 3
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN HỆ TRUYỀN ĐỘNG CÓ KHE HỞ 4
1.1. Đặc điểm chung của hệ truyền động 4
1.1.1. Đặc điểm của hệ truyền động 4
1.1.2. Các yêu cầu nâng cao chất lượng của hệ truyền động 5
1.2. Tổng quan về các phương pháp điều khiển cho hệ truyền động có khe hở 6
1.2.1. Phương pháp điều khiển coi hệ truyền động có khe hở như một khâu backlash 6
1.2.2. Một số phương pháp điều khiển hệ truyền động có khe hở sử dụng mô hình toán tổng quát của đối tượng 12
1.3. Tổng quan về các bộ điều khiển 13
1.3.1. Bộ điều khiển PID 13
1.3.1.1. Phương pháp Ziegler-Nichols 14
1.3.1.2. Phương pháp Chien – Hrones – Reswick 15
1.3.1.3. Phương pháp tổng T của Kuhn 17
1.3.1.4. Phương pháp tối ưu độ lớn 18
1.3.1.5. Phương pháp tối ưu đối xứng 21
1.3.2. Điều khiển mờ [11] 24
1.3.2.1. Bộ điều khiển mờ tĩnh 24
1.3.2.2. Bộ điều khiển mờ động 24
1.3.3. Điều khiển thích nghi [12] [29]. 24
1.3.4. Hệ mờ lai và hệ mờ thích nghi [3] 25
1.3.4.1. Hệ mờ lai 25
1.3.4.2. Bộ điều khiển mờ thích nghi 26

1.3.4.3. Chỉnh định thích nghi PID nhờ suy luận logic mờ 29
1.4. Kết luận 34
CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN CHO HỆ TRUYỀN ĐỘNG QUA BÁNH RĂNG 35
2.1. Hệ truyền động qua bánh răng [6] 37
2.1.1. Giới thiệu chung 37
2.1.2. Một số yêu cầu về cơ khí đối với hệ truyền động bánh răng 39
2.1.3. Biện pháp cơ học làm giảm sai số khi gia công bánh răng 40
2.2. Xây dựng mô hình toán tổng quát 42
2.2.1. Cấu trúc vật lý và các định luật cân bằng 44
2.2.2. Mô hình toán ở chế độ ăn khớp, có tính đến hiệu ứng mài mòn vật liệu, độ đàn hồi và moment ma sát 46
2.2.3. Mô hình toán ở chế độ khe hở (dead zone) 48
2.2.4. Mô hình tổng quát 50
2.3. Mô tả hệ ở chế độ xác lập 50
2.3.1. Mô hình toán ở chế độ xác lập 50
2.3.2. Mô phỏng trên MatLab 51
2.4 Kết luận 53
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI NHỜ 54
SUY LUẬN MỜ 54
3.1. Mô hình xấp xỉ tuyến tính không liên tục của hệ truyền động bánh răng 54
3.2. Xác định thông số bộ điều khiển PID theo lý thuyết kinh điển 56
3.2.1. Xác định theo phương pháp Zigeler- Nichols 1 56
3.2.2. Phương pháp tổng T của Kuhn 58
3.3. Xác định tham số theo bộ điều khiển mờ lai 59
3.3.1. Theo phương pháp Zhao-Tomizuka-Isaka 59
3.3.1.1. Giới thiệu về phương pháp 59
3.3.1.2. Nội dung chính của phương pháp được ứng dụng cho hệ truyền động có khe hở 61
3.3.1.1. Kết quả mô phỏng trên Matlab 63
3.3.2. Theo phương pháp Mallesham- Rajani 67
3.3.2.1. Giới thiệu về phương pháp 67
3.3.2.2. Nội dung chính của phương pháp 68
3.3.2.3. Kết quả mô phỏng trên Matlab 69
3.4. So sánh giữa các phương pháp điều khiển 72
3.5. Kết luận 73

1. Kết luận chung 74
2. Kiến nghị 74
TÀI LIỆU THAM KHẢO 75

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

- PID là chữ viết tắt của ba thành phần cơ bản có trong bộ điều khiển gồm: Khâu khuếch đại (P), khâu tích phân (I), khâu vi phân (D)

- MIMO: Multiple In Multiple Out

- MBC: Model Based Controller

DANH MỤC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình 1.1. Bù khe hở bằng mô hình ngược	14
Hình 1.2. Điều khiển bù khe hở bằng mô hình ngược và bộ điều khiển PI	15
Hình 1.3. Điều khiển bù khe hở bằng mạng neural	16
Hình 1.4. Nâng cao chất lượng bù khe hở nhờ mạng neural bằng chỉnh định thích nghi	17
Hình 1.5. Nâng cao chất lượng bù khe hở nhờ mạng neural bằng phản hồi trạng thái	18
Hình 1.6. Bù khe hở moment ma sát và moment xoắn bằng phản hồi trạng thái.	18
Hình 1.7. Điều khiển bù khe hở và ma sát	20
Hình 1.8. Cấu trúc bộ điều khiển PID	21
Hình 1.9. Xác định tham số cho mô hình xấp xỉ đối tượng	22
Hình 1.10. Xác định hằng số khuếch đại tới hạn	23
Hình 1.11. Hàm quá độ đối tượng thích hợp cho phương pháp Chien-Hrones-Reswick	24
Hình 1.12. Quan hệ giữa diện tích và tổng các hằng số thời gian	26
Hình 1.13. Dải tần số mà ở đó có biên độ hàm đặc tính tần bằng 1 càng rộng càng tốt	27
Hình 1.14. Điều khiển khâu quán tính bậc nhất	28
Hình 1.15. Minh họa thiết kế bộ điều khiển PID tối ưu đối xứng	31
Hình 1.16. Bộ điều khiển mờ lai có khâu tiền xử lý mờ	33
Hình 1.17. Cấu trúc hệ mờ lai Cascade	34
Hình 1.18. Phương pháp điều khiển thích nghi trực tiếp	35
Hình 1.19. Phương pháp điều khiển thích nghi gián tiếp	35
Hình 1.20. Điều khiển thích nghi có mô hình theo dõi	37
Hình 1.21. Cấu trúc hệ PID thích nghi trên nền suy luận logic mờ	38
Hình 1.22. Giải thích khái niệm giá trị ngôn ngữ (tập mờ)	39
Hình 1.23. Minh họa nguyên lý làm việc của động cơ suy diễn max-min và sum-min	41
Hình 1.24. Minh họa nguyên tắc giải mờ theo phương pháp điểm trọng tâm	42
Hình 2.1. Bộ truyền động đai	44
Hình 2.2. a) Cơ cấu truyền động xích; b) Cơ cấu truyền động bánh răng	44
Hình 2.3. Sơ đồ máy cán	45
Hình 2.4. Bố trí chi tiết trong hộp giảm tốc	45
Hình 2.5. Một số dạng hệ truyền động qua bánh răng	46
Hình 2.6. Hệ nhiều cặp bánh răng là hệ truyền ngược của nhiều hệmột cặp bánh răng	51
Hình 2.7. Cấu trúc vật lý của hệ truyền động qua một cặp bánh răng	53
Hình 2.8. Minh họa các định luật cân bằng giữa cặp bánh răng	54
Hình 2.9. Sơ đồ động lực học	54
Hình 2.10. Thiết lập phương trình động lực học khi hai bánh răng ăn khớp	55

Hình 2.11. Mô tả trạng thái hai bánh răng ở vùng chết của khe hở	57
Hình 2.12. Sơ đồ khối mô tả hệ truyền động qua bánh răng với mô hình	60
Hình 2.13. Ảnh hưởng của các thành phần độ xoắn, ma sát, hiệu ứng khe hở tới chất lượng truyền động	60
Hình 3.1. Sơ đồ mô phỏng và hàm quá độ của đối tượng	64
Hình 3.2. Hàm quá độ của đối tượng khi có bộ điều chỉnh PID	65
Hình 3.3. Đáp ứng của hệ khi kích thích là hình sin	65
Hình 3.4. Hàm quá độ của đối tượng khi có bộ điều chỉnh PID	66
Hình 3.5. Đáp ứng của hệ khi kích thích là hình sin	67
Hình 3.6. Chỉnh định mờ PID	68
Hình 3.7. Mờ hóa các biến ngôn ngữ vào – ra của Zhao-Tomizuka-Isaka	68
Hình 3.8. Mờ hóa bộ chỉnh định mờ	69
Hình 3.9. Sơ đồ mô phỏng hệ thống với kích thích là hàm bước nhảy	70
Hình 3.10. Bộ điều khiển mờ PID	71
Hình 3.11. Kết quả đáp ứng đầu ra	71
Hình 3.12. Hệ số alpha sau bộ mờ	72
Hình 3.13. Hệ số Kd sau bộ mờ	72
Hình 3.14. Hệ số Kp sau bộ mờ	73
Hình 3.15. Hệ số Ki đưa vào bộ điều khiển PID	73
Hình 3.16. Hệ số Kd đưa vào bộ điều khiển PID	73
Hình 3.17. Hệ số Kp đưa vào bộ điều khiển PID	74
Hình 3.18. Các thông số Kp, Kd, Ki của bộ điều khiển PID	74
Hình 3.19. Mã hóa bộ chỉnh định mờ cho PID	75
Hình 3.20. Mờ hóa bộ chỉnh định mờ	76
Hình 3.21. Sơ đồ mô phỏng hệ thống với kích thích là hàm bước nhảy	77
Hình 3.22. Bộ điều khiển mờ PID	77
Hình 3.23. Đáp ứng đầu ra với kích thích đầu vào là hàm bước nhảy	78
Hình 3.24. Các thông số Kp, Kd, Ki của đầu ra bộ điều khiển mờ	78
Hình 3.25. Các thông số Kp, Kd, Ki của bộ điều khiển PID	79
Hình 3.26. Đáp ứng đầu ra với kích thích đầu vào là hàm hình sin	79