

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

LẠI THỊ THANH HOA

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN MỜ THÍCH
NGHI CHO BỘ THÍ NGHIỆM TRUYỀN ĐỘNG BÓNG –
TAY ĐÒN**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

Mã số: 60 52 02 16

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Thái Nguyên, 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Lại Thị Thanh Hoa

Sinh ngày 10 tháng 9 năm 1988

Học viên lớp cao học khoá 14 - Tự động hoá - Trường Đại học Kỹ thuật

Công nghiệp Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại khoa Sư phạm Kỹ thuật - Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên.

Tôi xin cam đoan: đề tài ***“Nghiên cứu ứng dụng điều khiển mờ thích nghi cho bộ thí nghiệm truyền động Bóng - Tay đòn”*** do thầy giáo, **PGS. TS Nguyễn Thanh Hà** hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng.

Tác giả xin cam đoan tất cả những nội dung trong luận văn đúng như nội dung trong đề cương và yêu cầu của thầy giáo hướng dẫn. Nếu sai tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm trước Hội đồng khoa học và trước pháp luật.

Thái Nguyên, ngày tháng năm 2014

Tác giả luận văn

Lại Thị Thanh Hoa

LỜI CẢM ƠN

Sau sáu tháng nghiên cứu, làm việc khẩn trương, được sự động viên, giúp đỡ và hướng dẫn tận tình của thầy giáo hướng dẫn **PGS. TS Nguyễn Thanh Hà**, luận văn với đề tài “*Nghiên cứu ứng dụng điều khiển mờ thích nghi cho bộ thí nghiệm truyền động Bồng - Tay đòn*” đã hoàn thành.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến:

Thầy giáo hướng dẫn PGS. TS Nguyễn Thanh Hà đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tác giả hoàn thành luận văn này.

Khoa đào tạo Sau đại học, các thầy giáo, cô giáo thuộc bộ môn Kỹ thuật điện - Khoa Điện, phòng thí nghiệm Khoa Điện tử - Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên đã giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập cũng như quá trình nghiên cứu thực hiện luận văn.

Toàn thể các đồng nghiệp, bạn bè, gia đình và người thân đã quan tâm, động viên, giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập và hoàn thành bản luận văn.

Tác giả luận văn

Lại Thị Thanh Hoa

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN **i**

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu

<http://www.lrc-tnu.edu.vn/>

LỜI CẢM ƠN	iii
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ CÁC HỆ ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG	1
1.1 CÁC HỆ ĐIỀU KHIỂN KINH ĐIỂN.....	1
1.1.1 Tổng hợp bộ điều khiển tuyến tính	1
1.1.2 Tổng hợp hệ điều khiển phi tuyến.....	2
1.2 LOGIC MỜ VÀ ĐIỀU KHIỂN MỜ.....	4
1.2.1 Giới thiệu.....	4
1.2.1.1 Lịch sử ra đời và phát triển	4
1.2.1.2 Sơ đồ khối của bộ điều khiển mờ.....	5
1.2.2 Bộ điều khiển mờ tĩnh.....	8
1.2.3 Bộ điều khiển mờ động	8
1.2.5 Nhận xét	13
1.3 ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI	13
1.3.1 Giới thiệu.....	13
1.3.2 Tổng hợp hệ điều khiển thích nghi trên cơ sở lý thuyết tối ưu cục bộ (Phương pháp Gradient).....	17
1.3.3 Tổng hợp hệ thống ĐK thích nghi trên cơ sở ổn định tuyệt đối	22
1.3.4 Tổng hợp hệ thống điều khiển thích nghi dùng lý thuyết Lyapunov.....	25
1.3.5 Điều khiển mờ thích nghi.....	29
1.3.5.1 Các phương pháp điều khiển thích nghi mờ	30
KẾT LUẬN CHƯƠNG 1	31
Chương 2: HỆ BÓNG TAY ĐÒN (BÓNG - TAY ĐÒN)	33
2.1. Giới thiệu hệ Bóng - Tay đòn	33
2.2. Mô tả toán học cho hệ Bóng - Tay đòn.....	33
2.2.1 . Hàm truyền của hệ quả bóng lăn trên mặt nghiêng	34
2.2.2. Hàm truyền của hệ động cơ + tải	36
2.3. Điều khiển PID kinh điển cho hệ Bóng - Tay đòn.....	38
2.3.1. Các bộ điều chỉnh tương tự	38

2.3.1.1 Bộ điều chỉnh tỉ lệ (P):	39
2.3.1.2 Bộ điều chỉnh tỉ lệ - tích phân (PI):.....	43
2.3.1.3 Mạch điều chỉnh tỉ lệ - tích phân - vi phân (PID)	45
2.3.1.4 Bộ điều chỉnh tích phân (I)	47
2.3.2. Sơ đồ lắp đặt điều khiển thực nghiệm hệ Bóng - Tay đòn	48
2.4. Kết luận chương 2	49
Chương 3: THIẾT KẾ ĐIỀU KHIỂN HỆ BÓNG - TAY ĐÒN	50
3.1. Điều khiển hệ Bóng - Tay đòn bằng bộ điều khiển kinh điển	50
3.2. Thiết kế bộ điều khiển thích nghi mờ cho hệ Bóng - Tay đòn	53
3.2.1. Cấu trúc bộ điều khiển thích nghi mờ	53
3.2.2. Kết quả mô phỏng	55
3.3. Kết quả thực nghiệm	58
KẾT LUẬN CHUNG.....	61

LỜI MỞ ĐẦU

Điều khiển - Tự động đang là một trong những ngành trọng điểm của ngành công nghiệp điện trên đà phát triển một cách tích cực trong nền công nghiệp của nước nhà. Cùng với sự phát triển của khoa học kỹ thuật hiện đại, việc nâng cao chất lượng điều khiển luôn là vấn đề cấp thiết được nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước quan tâm. Như chúng ta đã biết, các thiết bị ứng dụng điều khiển kinh điển chủ yếu được thiết kế theo phương pháp tuyến tính hóa gần đúng. Khi thông số của hệ thống thay đổi mà thông số của bộ điều khiển giữ nguyên dẫn đến làm giảm độ chính xác điều khiển ảnh hưởng đến chất lượng sản phẩm.

Với sự ra đời của lý thuyết điều khiển mới (điều khiển thích nghi, điều khiển mờ mạng nơ ron...) đã tạo điều kiện cho việc xây dựng các bộ điều khiển thông minh đáp ứng yêu cầu công nghệ ngày càng cao của nền sản xuất hiện đại. Đặc biệt các bộ điều khiển thông minh nói trên còn được ứng dụng rộng rãi trong công nghiệp quốc phòng mà mức độ điều khiển đòi hỏi độ chính xác rất cao đảm bảo loại bỏ các nhiễu tiền định và nhiễu ngẫu nhiên...

Đề tài: *“Nghiên cứu ứng dụng điều khiển mờ thích nghi cho bộ thí nghiệm truyền động Bóng - Tay đòn”* là nghiên cứu ứng dụng lý thuyết vào điều khiển hệ vật lý trong phòng thí nghiệm đây là một bước rất quan trọng không thể thiếu trong quá trình thiết kế bộ điều khiển trong thực tế. Kết quả của đề tài có thể sử dụng để thiết kế các bộ điều khiển trên cơ sở lý thuyết mờ để điều khiển ra đa, tầm và hướng pháo trên tàu chiến, xe tăng, điều khiển cân bằng cho máy bay không người lái...

Đề tài này đặt ra mục tiêu chính là: Xây dựng bộ điều khiển mờ thích nghi điều khiển bộ thí nghiệm truyền động Bóng - Tay đòn tại Phòng thí nghiệm khoa Điện tử Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp - Đại học Thái Nguyên.

CHƯƠNG I:

TỔNG QUAN VỀ CÁC HỆ ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

1.1 CÁC HỆ ĐIỀU KHIỂN KINH ĐIỂN

Trong các hệ thống điều khiển phân cấp hiện đại cũng như các hệ thống điều khiển đa cấp, hệ điều chỉnh tự động là khâu cuối cùng tác động lên đối tượng điều khiển. Chất lượng của các quá trình này ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của các quá trình công nghệ bao gồm: chất lượng sản phẩm, năng suất lao động và các chỉ tiêu khác của dây chuyền công nghệ ...

Chất lượng của hệ thống điều khiển tự động được đánh giá bởi tính ổn định và các chỉ tiêu khác của quá trình xác lập và quá độ. Ổn định mới chỉ là chỉ tiêu nói lên rằng hệ thống có thể làm việc được hay không, còn chất lượng của quá trình quá độ mới nói tới việc hệ thống có được sử dụng hay không. Vì vậy việc nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển tự động luôn là đề tài được nhiều tác giả trong và ngoài nước quan tâm.

Lý thuyết điều khiển kinh điển ra đời rất sớm và đã có rất nhiều đóng góp trong các lĩnh vực của điều khiển học kỹ thuật như trong lĩnh vực điện, điện tử, quốc phòng, hàng hải...

Việc tổng hợp các hệ điều khiển kinh điển có thể chia thành 2 loại: Tổng hợp hệ điều khiển tuyến tính và hệ điều khiển phi tuyến.

1.1.1 Tổng hợp bộ điều khiển tuyến tính

Các bộ điều chỉnh PID tuyến tính (Bao gồm P, PI, PD và PID) đã được nghiên cứu và phát triển tới mức hoàn thiện. Để xác định thông số tối ưu (K_p , K_i , K_d) của PID ta có thể dùng phương pháp môđul tối ưu, phương pháp môđul đối xứng và các phần mềm chuyên dụng (ví dụ MATLAB) để tự động

xác định tối ưu các thông số PID. Đặc điểm của các phương pháp này là cần phải biết chính xác mô hình của đối tượng.

1.1.2 Tổng hợp hệ điều khiển phi tuyến

Thực tế các hệ thống và các đối tượng vật lý ít nhiều đều có tính phi tuyến, chúng chỉ tuyến tính trong 1 vùng làm việc nào đó. Vì vậy việc nghiên cứu tổng hợp hệ phi tuyến có ý nghĩa thực tiễn và phổ biến. Các phương pháp phân tích và tổng hợp hệ phi tuyến không tiến bộ nhanh như hệ tuyến tính và hiện nay còn đang trong giai đoạn phát triển. Hệ phi tuyến có những đặc điểm riêng khác hẳn hệ tuyến tính, ví dụ tính tạo tần, tính phi tuyến, hệ phi tuyến không tuân theo tính chất xếp chồng. Vì vậy để phân tích và tổng hợp hệ phi tuyến ta phải dùng các phương pháp gần đúng, các phương pháp gần đúng thường dùng là:

- **Phương pháp tuyến tính hoá gần đúng:** nó được áp dụng cho các hệ gần tuyến tính, lúc đó sai lệch so với tuyến tính không quá lớn. Khi hệ thống làm việc ở lân cận một điểm nào đó ta có thể coi vùng làm việc đó của hệ là tuyến tính.

- **Phương pháp tuyến tính hoá điều hoà :** là phương pháp khảo sát hệ thống trong miền tần số gần giống với tiêu chuẩn Nايquist. Phương pháp này còn được gọi là phương pháp hàm mô tả. Việc dùng hàm mô tả là một cố gắng để mở rộng gần đúng hàm truyền của hệ tuyến tính sang hệ phi tuyến.

Hàm mô tả (hay hệ số khuếch đại phức) của khâu phi tuyến là tỉ số giữa thành phần cơ bản của đáp ứng đầu ra với kích thích hình sin ở đầu vào. nếu một hệ có chứa nhiều khâu phi tuyến ta phải gộp tất cả chúng lại để được hàm mô tả tổ hợp.

Phương pháp tuyến tính điều hoà cho phép đưa ra kết quả hợp lý và có thể dùng cho các hệ thống bậc bất kỳ, song vì là phương pháp gần đúng nên ta

phải kiểm tra lại độ chính xác bằng các kỹ thuật khác hoặc bằng mô phỏng trên máy tính.

- **Phương pháp tuyến tính hoá từng đoạn:** Từ đặc tuyến phi tuyến của hệ ta chia thành nhiều đoạn nhỏ, mỗi đoạn nhỏ coi là đoạn thẳng và được mô tả bởi phương trình tuyến tính. Phương pháp này có ưu điểm là tạo ra lời giải tương đối chính xác cho hệ phi tuyến bất kỳ, Phương trình vi phân dẫn ra trên mỗi phân đoạn là tuyến tính và có thể giải được dễ dàng bằng các kỹ thuật tuyến tính thông dụng.

- **Phương pháp mặt phẳng pha:** tiện dùng cho các hệ phi tuyến bậc 2

Trong điều khiển kinh điển, sự tác động của máy điều chỉnh được phân thành 2 vùng: vùng tác động lớn và vùng tác động nhỏ. Vùng tác động lớn tồn tại khi hệ thống ở xa trạng thái cân bằng, khi có tác động lớn hệ thống sẽ nhanh chóng dịch chuyển về trạng thái cân bằng, với tốc độ dịch chuyển lớn như vậy hệ thống dễ dàng vượt qua trạng thái cân bằng và gây độ quá điều chỉnh lớn, điều này không mong muốn. Vì vậy khi hệ thống gần đến trạng thái cân bằng, cần phải chuyển sang vùng tác động nhỏ để giảm độ quá điều chỉnh. Xuất phát từ ý tưởng đó các bộ điều chỉnh có cấu trúc thay đổi ra đời phát triển đã đáp ứng phần nào yêu cầu nâng cao chất lượng hệ điều khiển phi tuyến.

Tóm lại trong một thời gian dài kể từ khi ra đời, lý thuyết điều khiển kinh điển đã có nhiều đóng góp để giải quyết hàng loạt bài toán điều khiển đặt ra trong thực tế. Tuy nhiên chất lượng của hệ thống cũng chỉ đạt được ở mức độ khiêm tốn, nhất là đối với hệ phi tuyến. Với sự ra đời của các lý thuyết điều khiển hiện đại như điều khiển mờ, điều khiển thích nghi, mạng nơron ... đã tạo điều kiện thuận lợi để các nhà kỹ thuật nghiên cứu ứng dụng nhằm

ngày càng nâng cao chất lượng của hệ thống điều khiển tự động, nhất là đối với các hệ thống lớn, hệ có tính phi tuyến mạnh và khó mô hình hoá.

1.2 LOGIC MỜ VÀ ĐIỀU KHIỂN MỜ

1.2.1 Giới thiệu

1.2.1.1 Lịch sử ra đời và phát triển

Từ năm 1965 đã ra đời một lý thuyết mới đó là lý thuyết tập mờ (Fuzzy set theory) do giáo sư Lofti A. Zadeh ở trường đại học California-Mỹ đưa ra. Từ khi lý thuyết đó ra đời nó được phát triển mạnh mẽ qua các công trình khoa học của các nhà khoa học như: Năm 1972 GS Terano và Asai thiết lập ra cơ sở nghiên cứu hệ thống điều khiển mờ ở Nhật, năm 1980 hãng Smith Co. bắt đầu nghiên cứu điều khiển mờ cho lò hơi... Những năm đầu thập kỷ 90 cho đến nay hệ thống điều khiển mờ và mạng nơron (Fuzzy system and neural network) được các nhà khoa học, các kỹ sư và sinh viên trong mọi lĩnh vực khoa học kỹ thuật đặc biệt quan tâm và ứng dụng trong sản xuất và đời sống. Tập mờ và Lôgic mờ đã dựa trên các thông tin “không đầy đủ” về đối tượng để điều khiển đầy đủ về đối tượng một cách chính xác.

Trong những năm gần đây lý thuyết tập mờ đã được ứng dụng rất rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như: các đồ vật dân dụng (điều hoà, máy giặt...), điều khiển nhiệt độ, điều khiển trong giao thông vận tải, chẩn đoán và điều trị bệnh trong y học v.v... Các vi mạch chuyên dụng của điều khiển mờ cũng đã được chế tạo và ngày càng hoàn thiện.

Điểm mạnh cơ bản của điều khiển mờ so với kỹ thuật điều khiển kinh điển là nó áp dụng rất hiệu quả trong các quá trình chưa được xác định rõ hay không thể đo đạc chính xác, các quá trình được điều khiển ở điều kiện