

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

NGUYỄN VĂN CÔNG

**NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN
PID MỜ CHO TAY MÁY BA BẬC TỰ DO**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa

Mã số: 60.52.02.16

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2017

Công trình đã được nghiên cứu tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: **TS. NGUYỄN QUỐC ĐỊNH**

Phản biện 1: **TS. NGUYỄN HOÀNG MAI**

Phản biện 2: **TS. HÀ XUÂN VINH**

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp
thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 06 tháng 05
năm 2017

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Trong sự nghiệp công nghiệp hóa hiện đại hóa đất nước, vấn đề tự động hóa sản xuất có vai trò đặc biệt quan trọng, mang lại hiệu quả kinh tế xã hội rõ rệt. Quá trình tự động hóa sản xuất hiện đại, việc ứng dụng Robot nhằm nâng cao năng suất, chất lượng và khả năng cạnh tranh của sản phẩm, đồng thời cải thiện môi trường, điều kiện lao động. Một dây chuyền tự động hóa hiện đại, linh hoạt không thể thiếu các Robot công nghiệp.

Về bản chất, Robot là một cỗ máy(tay máy) có những tính năng rất linh hoạt và được hiểu là tay máy đa năng có thể lập trình được. Robot được thiết kế để di chuyển dụng cụ, vật liệu, bộ phận thiết bị, thay cho các dịch vụ, đặc biệt thông qua các chế độ lập trình sẵn để thực hiện các nhiệm vụ khác nhau.

Việc tìm hiểu hình dạng, phân loại, phân tích cấu trúc, cơ cấu truyền lực, hệ thống truyền động, các thiết bị ngoại vi... từ đó đưa ra các giải pháp điều khiển Robot là một việc làm cấp thiết. Để nâng cao chất lượng điều khiển đối với hệ thống tay máy robot và các bộ dẫn động có nhiều cách khác nhau, xác định hệ dẫn động, mô hình toán học của bộ dẫn động và thiết kế bộ điều khiển PID mờ cho hệ dẫn động theo yêu cầu điều khiển tay máy robot quỹ đạo, xem tay máy như là đối tượng chấp hành, sau đó mô phỏng hệ thống và tiến hành hiệu chỉnh các thông số của bộ điều khiển để đạt được yêu cầu đặt ra. Từ những nguyên nhân trên, tôi quyết định chọn đề tài

“NGHIÊN CỨU, ỨNG DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN PID MỜ CHO TAY MÁY BA BẬC TỰ DO” làm đề tài nghiên cứu.

2. Mục đích nghiên cứu

- Nghiên cứu lý thuyết về tay máy và lý thuyết mờ.
- Thiết kế bộ điều khiển PID mờ cho tay máy 3 bậc tự do.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

- Nghiên cứu mô hình tay máy 3 bậc tự do.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu lý thuyết để xây dựng thuật toán điều khiển tay máy 3 bậc tự do.
- Mô Nghiên cứu bộ điều khiển PID mờ điều khiển tay máy 3 bậc tự do.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn đề tài

Về khoa học: Việc nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển PID Mờ để điều khiển và nâng cao chất lượng, tăng độ mềm dẻo và độ linh hoạt của bộ truyền động trong các dây chuyền sản xuất, cụ thể *điều khiển tay máy ba bậc tự do* là một vấn đề có ý nghĩa cao về khoa học.

Về thực tiễn: Việc tích hợp điều khiển PID Mờ vào vi điều khiển mở ra triển vọng mới trong việc khai thác, áp dụng cho các hệ thống điều khiển trong công nghiệp để thay đổi công nghệ sản xuất cũ bằng việc tự động hóa điều khiển và khai thác triệt để năng lực, giảm vốn đầu tư, nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển, đưa lại nhiều hơn các sản phẩm chất lượng tốt với giá thành thấp và cạnh tranh hơn.

6. Cấu trúc của luận văn

Luận văn có phần mở đầu giới thiệu về nội dung, mục lục, danh mục các bảng, hình vẽ, kết luận và kiến nghị và bao gồm 3 chương được nghiên cứu cụ thể:

Chương 1: Robot và hệ điều khiển Robot.

Chương 2: Xây dựng mô hình toán của tay máy ba bậc tự do.

Chương 3: Thiết kế bộ điều khiển PID và PID Mờ điều khiển quỹ đạo tay máy ROBOT ba bậc tự do. Mô phỏng và đánh giá kết quả

CHƯƠNG 1

ROBOT VÀ HỆ ĐIỀU KHIỂN ROBOT

1.1. KHÁI QUÁT CHUNG

1.1.1. Lịch sử phát triển của Robot

Thuật ngữ robot được sinh ra từ trên sân khấu, không phải trong phân xưởng sản xuất. Những robot xuất hiện lần đầu tiên trên ở trên NewYork vào ngày 09/10/1922 trong vở “Rossum’s Universal Robot” của nhà soạn kịch người Tiệp Karen Kapek viết năm 1921, còn từ robot là cách gọi tắt của từ robota - theo tiếng Tiệp có nghĩa là công việc lao dịch.

Những robot thực sự có ích được nghiên cứu để đưa vào những ứng dụng trong công nghiệp thực sự lại là những tay máy. Vào năm 1948, nhà nghiên cứu Goertz đã nghiên cứu chế tạo loại tay máy đôi điều khiển từ xa đầu tiên, và cùng năm đó hãng General Mills chế tạo tay máy gần tương tự sử dụng cơ cấu tác động là những

động cơ điện kết hợp với các cử hành trình. Đến năm 1954, Goertz tiếp tục chế tạo một dạng tay máy đôi sử dụng động cơ servo và có thể nhận biết lực tác động lên khâu cuối. Sử dụng những thành quả đó, vào năm 1956 hãng General Mills cho ra đời tay máy hoạt động trong công việc khảo sát đáy biển.

Trong những năm sau này, việc nâng cao tính năng hoạt động của robot không ngừng phát triển. Các robot được trang bị thêm các loại cảm biến khác nhau để nhận biết môi trường chung quanh, cùng với những thành tựu to lớn trong lĩnh vực Tin học - Điện tử đã tạo ra các thế hệ robot với nhiều tính năng đặc biệt, số lượng robot ngày càng gia tăng, giá thành ngày càng giảm.

Mỹ là nước đầu tiên phát minh ra robot, nhưng nước phát triển cao nhất trong lĩnh vực nghiên cứu chế tạo và sử dụng robot lại là Nhật.

1.1.2. Ứng dụng Robot trong sản xuất

1.2. MỘT SỐ ĐỊNH NGHĨA, KHÁI NIỆM

1.2.1. Định nghĩa về Robot

1.2.2. Các khái niệm

1.3. PHÂN LOẠI ROBOT

1.3.1. Phân loại theo dạng hình học của không gian hoạt động

1.3.2. Phân loại theo thế hệ

1.3.3. Phân loại theo bộ điều khiển

1.3.4. Phân loại Robot theo nguồn dẫn động

1.4. BỘ ĐIỀU KHIỂN ROBOT

1.4.1. Bộ xử lý trung tâm

1.4.2. Bộ nhớ

1.4.3. Bộ xuất/nhập

1.4.4. Các loại bộ điều khiển

1.4.5. Các dạng điều khiển tay máy

1.5. KẾT LUẬN

CHƯƠNG 2

XÂY DỰNG MÔ HÌNH TOÁN CỦA TAY MÁY 3 BẬC TỰ DO

2.1. SƠ ĐỒ ĐỘNG HỌC CÁNH TAY ROBOT 3 BẬC TỰ DO

2.1.1. Các phương trình động học của cánh tay

Robot 3 DOF

2.1.2. Thành lập phương trình động lực học của tay máy 3

DOF

2.1.3. Mô tả toán học tay máy 3 DOF bằng phương trình vi phân

2.2. KẾT LUẬN

CHƯƠNG 3

THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID VÀ PID MỜ ĐIỀU KHIỂN QUỸ ĐẠO CÁNH TAY ROBOT BA BẬC TỰ DO. MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

3.1. TỔNG HỢP HỆ ĐIỀU KHIỂN PID CHO CÁNH TAY ROBOT 3 BẬC TỰ DO

3.1.1. Thuật toán điều khiển tỉ lệ (P) có phản hồi tốc độ và điều khiển PD

3.1.2. Thuật toán điều khiển PD có bù gia tốc trọng trường

3.1.3. Nhận xét chung

3.2. TỔNG HỢP BỘ ĐIỀU KHIỂN VỊ TRÍ PID CHO ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

3.2.1. Các thông số ban đầu

3.2.2. Tổng hợp mạch vòng điều chỉnh chỉnh dòng (RI)

3.2.3. Tổng hợp mạch vòng điều chỉnh tốc độ (R_{ω})

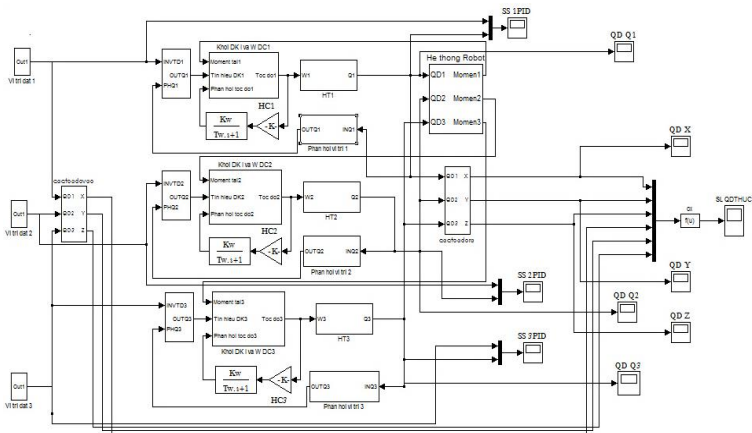
3.3. XÂY DỰNG HỆ ĐIỀU KHIỂN MỜ CHỈNH ĐỊNH THAM SỐ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID ĐỂ ĐIỀU CHỈNH TAY MÁY 3 BẬC TỰ DO

3.3.1. Đặt vấn đề

3.3.2. Tổng hợp bộ điều khiển mờ chỉnh định tham số bộ điều khiển PID

3.4. MÔ PHỎNG VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

3.4.1. Mô hình Simulink của hệ tay máy 3 bậc tự do dùng bộ điều khiển PID

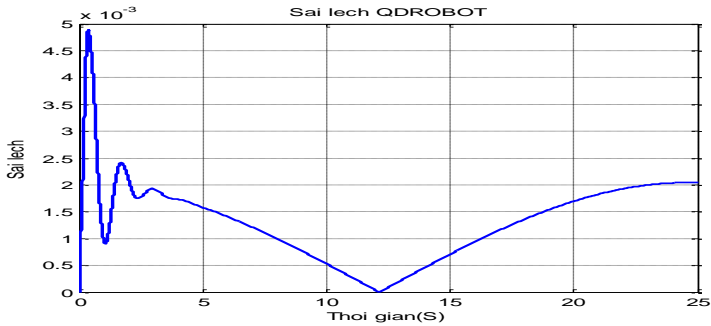


Hình 4.25. Hệ thống Simulink tay máy 3 bậc tự do sử dụng PID

3.4.2. Kết quả mô phỏng hệ thống tay máy 3 bậc tự do sử dụng bộ điều khiển PID

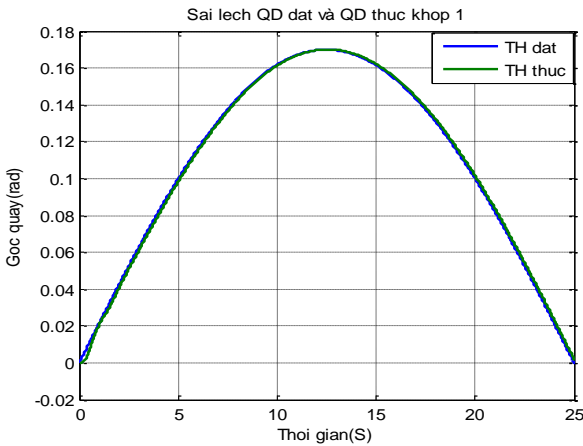
Đặt vị trí góc quay có dạng $y = 0.17\sin(0.02t)$ đưa vào hệ thống điều khiển như hình 3.25 ta được các kết quả mô phỏng như sau:

Sai lệch về quỹ đạo thực của tay máy 3 bậc tự do:

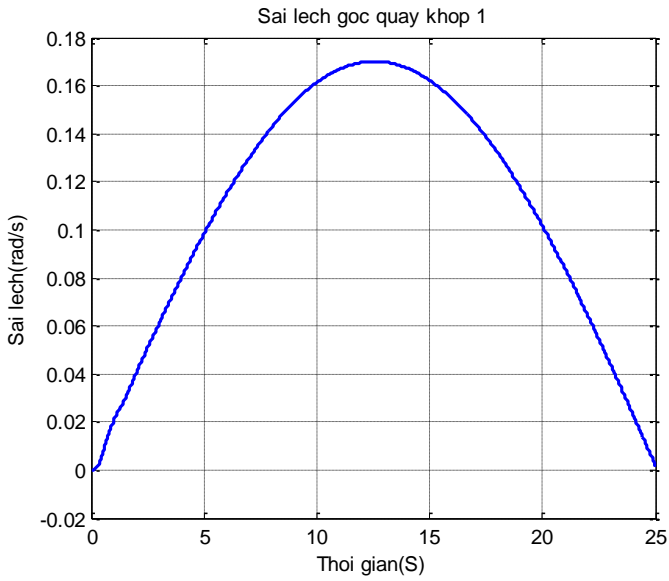


Hình 3.28. Đồ thị sai lệch quỹ đạo của hệ thống khi dùng bộ PID

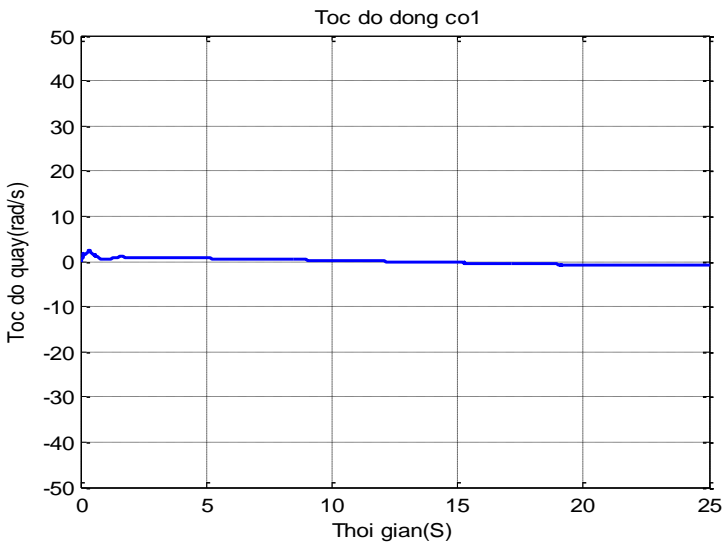
Đồ thị của khớp quay 1:



Hình 3.29. Đồ thị sai lệch quỹ đạo góc đặt và góc thực của khớp 1

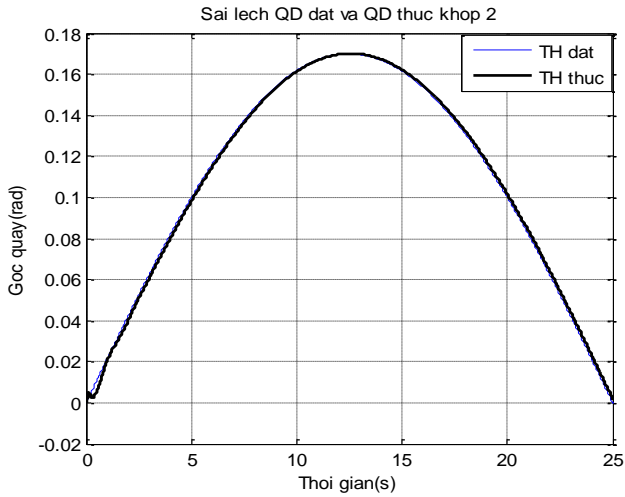


Hình 3.30. Đồ thị sai lệch quỹ đạo khớp 1

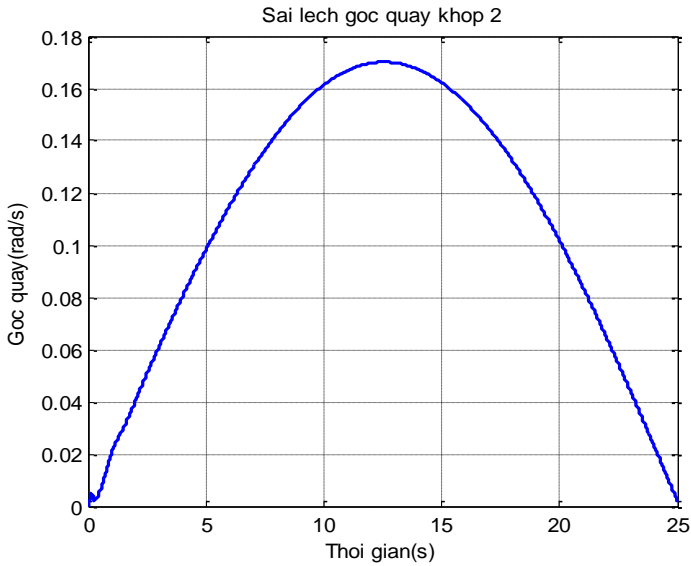


Hình 3.31. Đồ thị sai lệch tốc độ động cơ của khớp 1

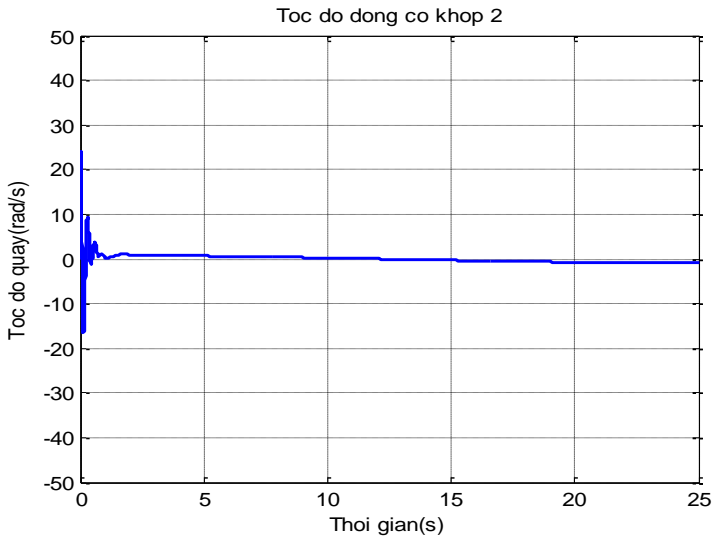
Đồ thị của khớp quay 2:



Hình 3.32. Đồ thị sai lệch quỹ đạo đặt và quỹ đạo thực của khớp 2

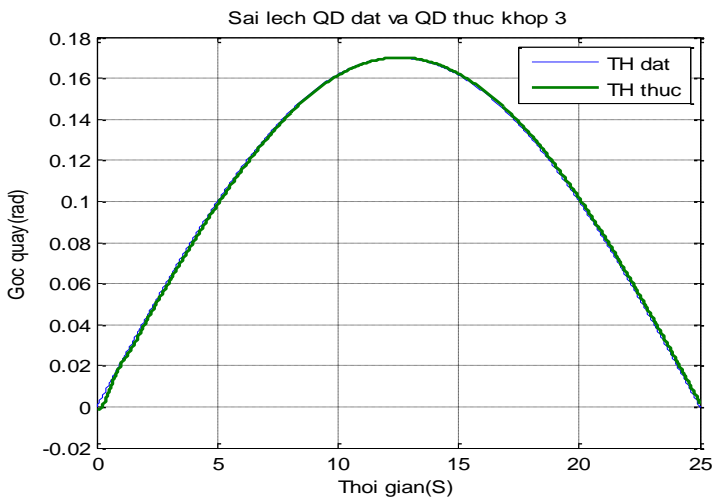


Hình 3.33. Đồ thị sai lệch quỹ đạo khớp 2

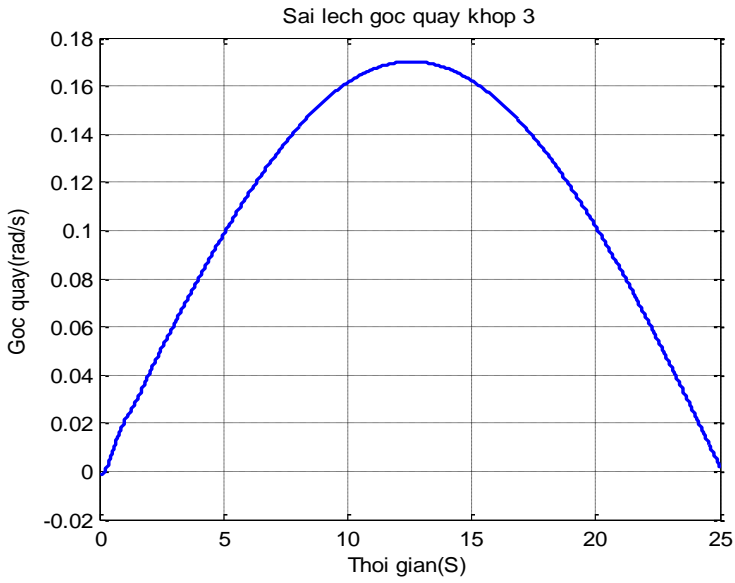


Hình 3.34. Đồ thị sai lệch tốc độ động cơ khớp 2

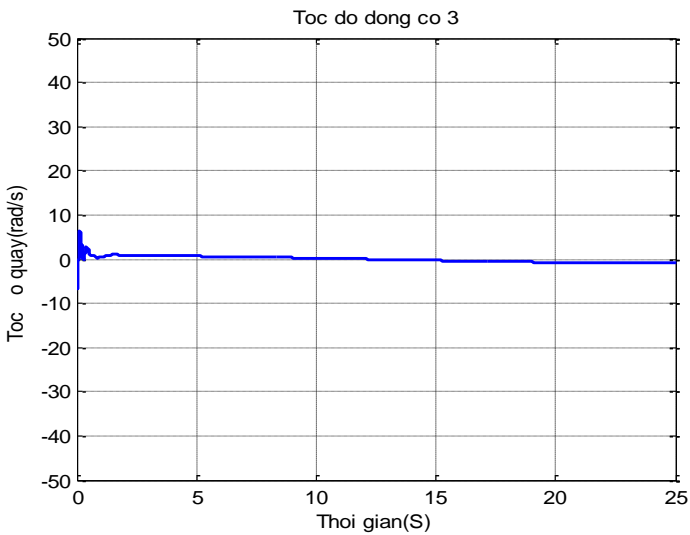
Đồ thị của khớp quay 3:



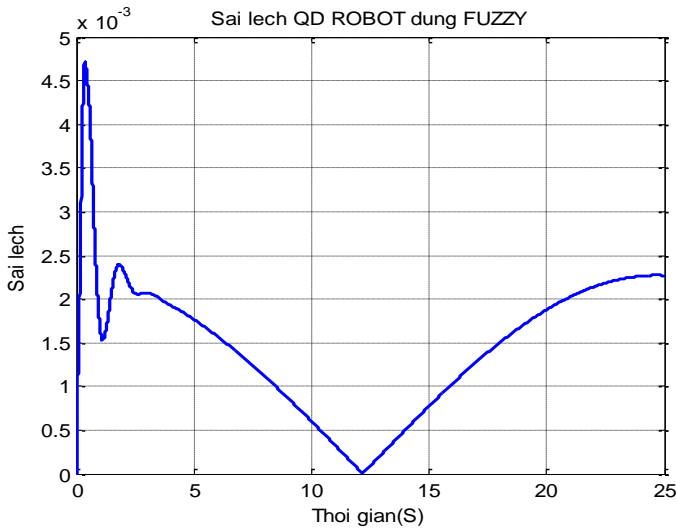
Hình 3.35. Đồ thị sai lệch quỹ đạo đặt và quỹ đạo thực khớp 3



Hình 3.36. Đồ thị sai lệch quỹ đạo khớp 3

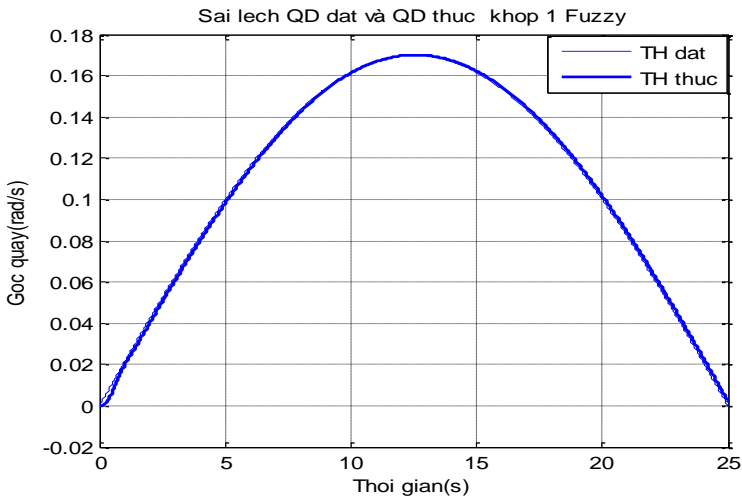


Hình 3.37. Đồ thị sai lệch tốc độ động cơ của khớp 3

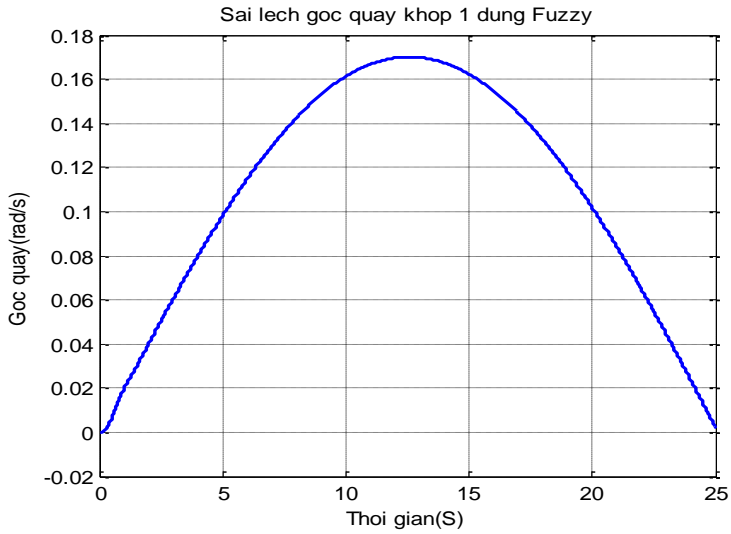


Hình 3.40. Đồ thị sai lệch quỹ đạo hệ thống dùng PID Fuzzy

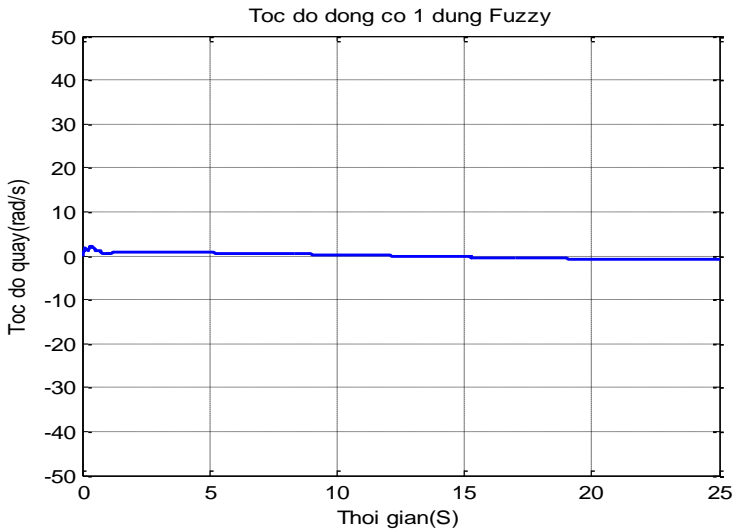
Đồ thị khớp 1:



Hình 3.41. Đồ thị sai lệch quỹ đạo đặt và quỹ đạo thực khớp 1 dùng PID Fuzzy

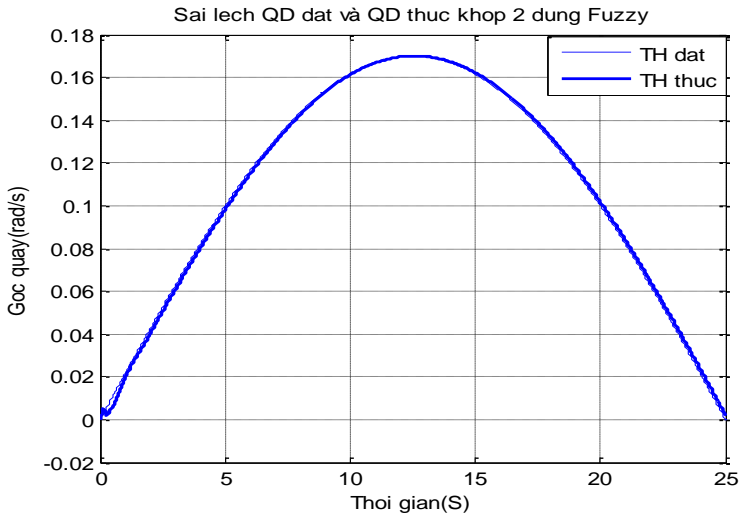


Hình 3.42. Đồ thị sai lệch quỹ đạo khớp 1 dùng PID Fuzzy

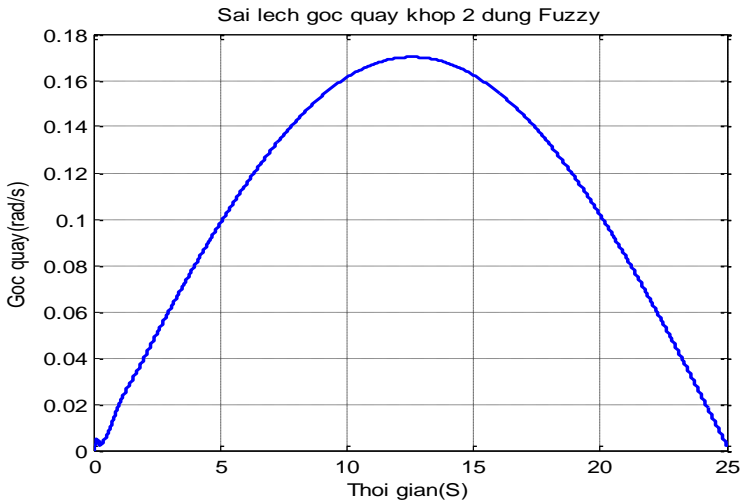


Hình 3.43. Đồ thị sai lệch tốc độ động cơ khớp 1 dùng PID Fuzzy

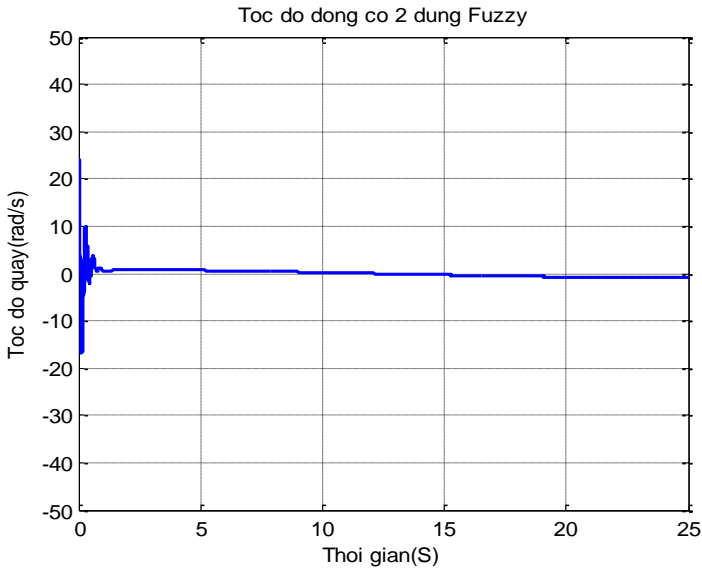
Đồ thị khớp 2:



Hình 3.44. Đồ thị sai lệch quỹ đạo đặt và quỹ đạo khớp 2 dùng PID Fuzzy

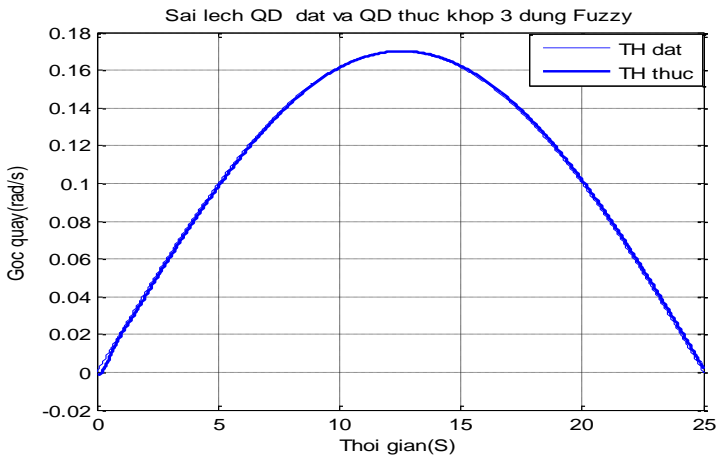


Hình 3.45. Đồ thị sai lệch quỹ đạo khớp 2 dùng PID Fuzzy



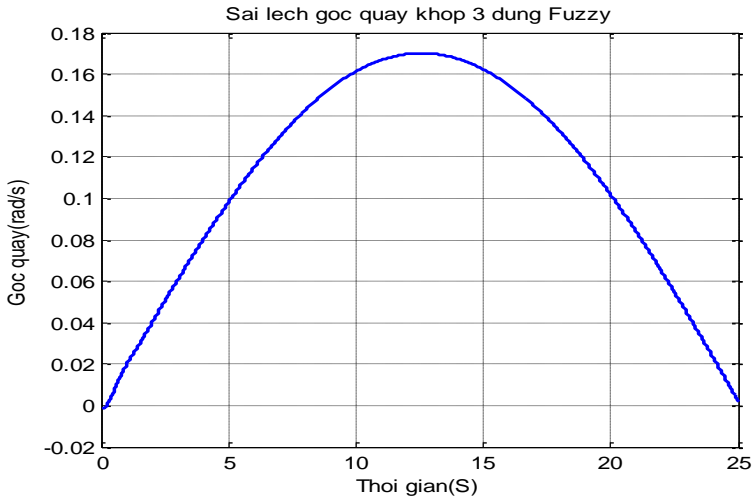
Hình 3.46. Đồ thị sai lệch tốc độ động cơ khớp 2 dùng PID Fuzzy

Đồ thị khớp 3:

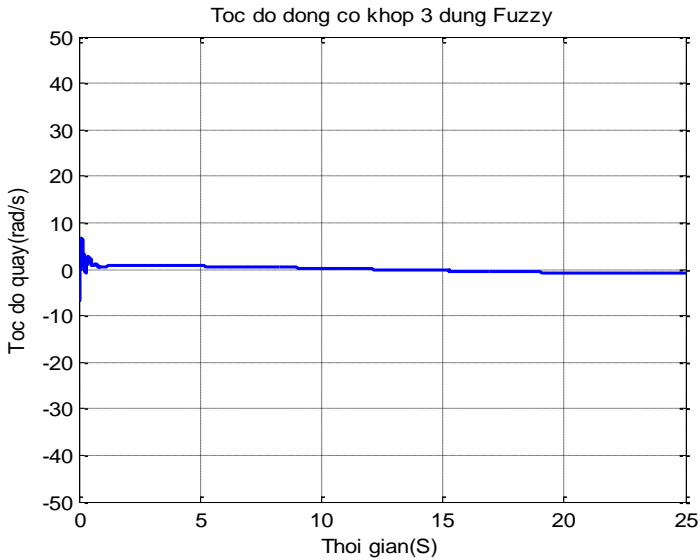


Hình 3.47. Đồ thị sai lệch quỹ đạo đặt và quỹ đạo thực khớp

3 dùng PID Fuzzy



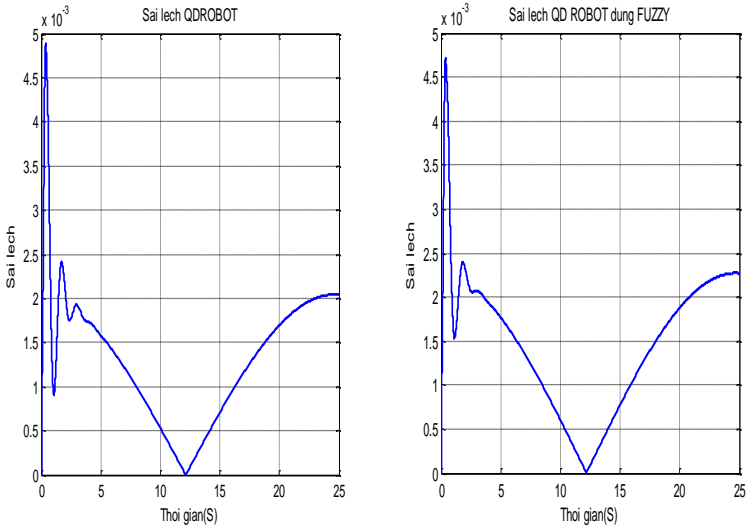
Hình 3.48. Đồ thị sai lệch góc khớp 3 dùng PID Fuzzy



Hình 3.49. Đồ thị sai lệch tốc độ động cơ của khớp 3 dùng PID Fuzzy

3.4.5. So sánh quỹ đạo giữa bộ điều khiển dùng PID và bộ điều khiển mờ chỉnh định tham số PID

Sai lệch tín hiệu quỹ đạo thực của tay máy:

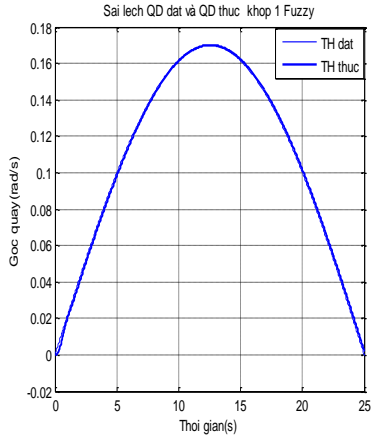
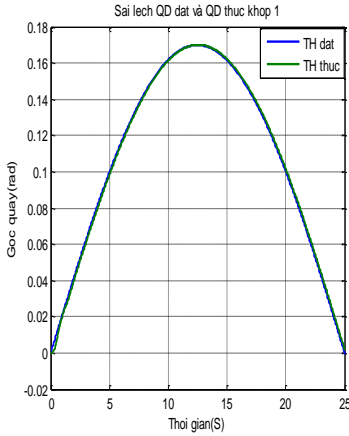


a. Sử dụng bộ điều khiển PID b. Sử dụng bộ điều khiển PID Fuzzy

Hình 3.50. Sai lệch quỹ đạo Robot giữa PID và PID Fuzzy

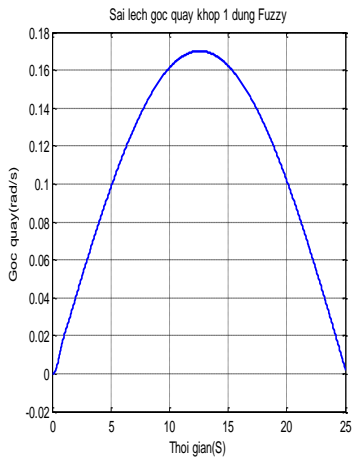
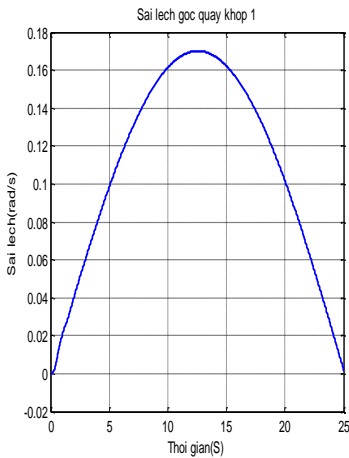
Dựa vào đồ thị ta thấy việc so sánh hai sai lệch quỹ đạo khi dùng PID và bộ điều khiển chỉnh định các tham số bộ điều khiển PID, ta nhận thấy độ sai lệch quỹ đạo ở hai trường hợp gần bằng nhau. Tuy nhiên biên độ dao động tại các thời gian quá độ ở bộ chỉnh định mờ giảm so với bộ PID và thời gian tín hiệu sai lệch về không gian nhanh hơn.

Đồ thị khớp quay 1:



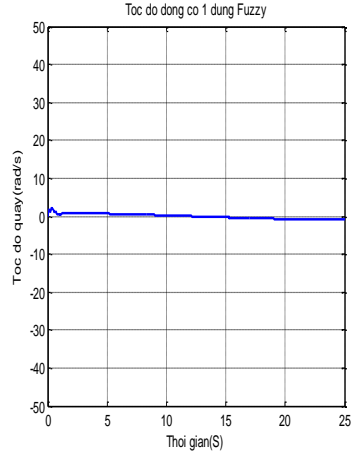
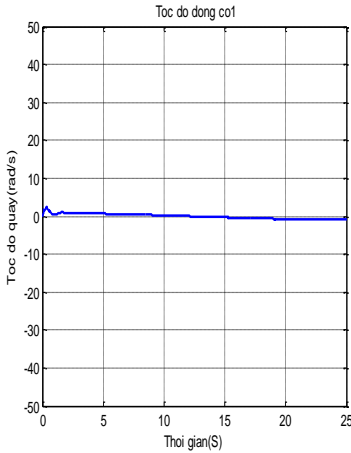
a. Sử dụng bộ điều khiển PID b. Sử dụng bộ điều khiển PID Fuzzy

Hình 3.51. Đồ thị quỹ đạo đặt và quỹ đạo thực khớp 1 giữa PID và PID Fuzzy



a. Sử dụng bộ điều khiển PID b. Sử dụng bộ điều khiển PID Fuzzy

Hình 3.52. Đồ thị sai lệch quỹ đạo khớp 1 giữa PID và PID Fuzzy



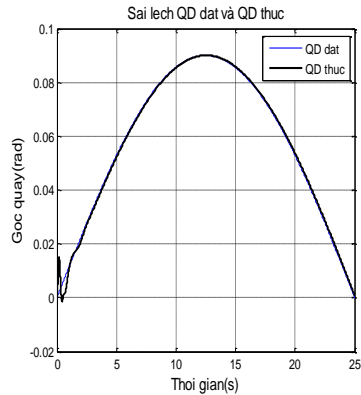
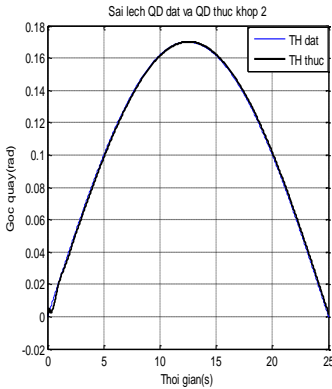
a. Sử dụng bộ điều khiển PID

b. Sử dụng bộ điều khiển

PID Fuzzy

Hình 3.53. Đồ thị tốc độ động cơ khớp 1 giữa PID và PID Fuzzy

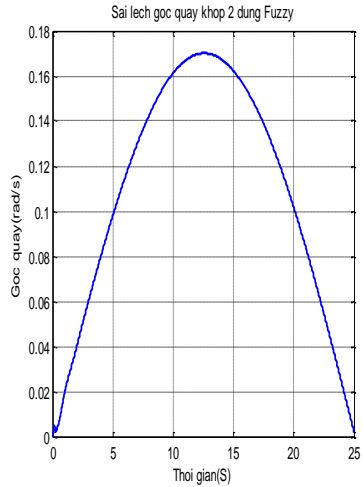
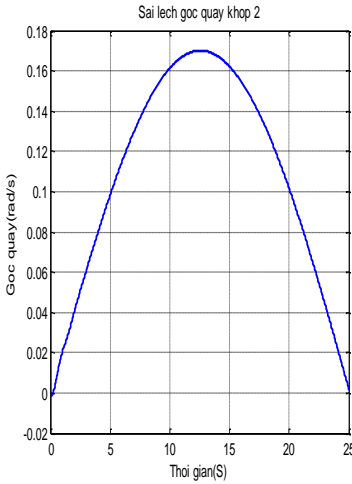
Đồ thị của khớp quay 2:



a. Sử dụng bộ điều khiển PID

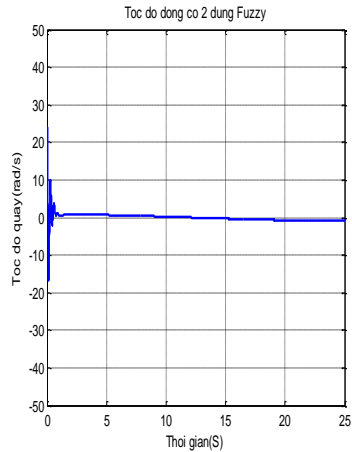
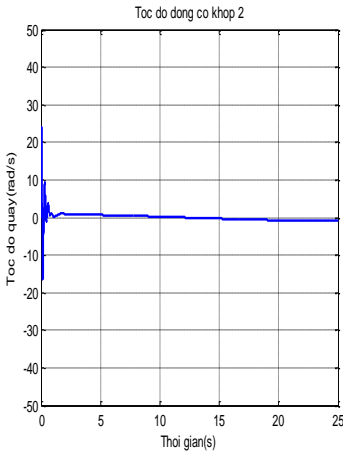
b. Sử dụng bộ điều khiển PID Fuzzy

Hình 3.54. Đồ thị sai lệch quỹ đạo đặt và quỹ đạo thực giữa PID và PID Fuzzy



a. Sử dụng bộ điều khiển PID b. Sử dụng bộ điều khiển PID Fuzzy

Hình 3.55. Đồ thị sai lệch quỹ đạo khớp 2 giữa PID và PID Fuzzy

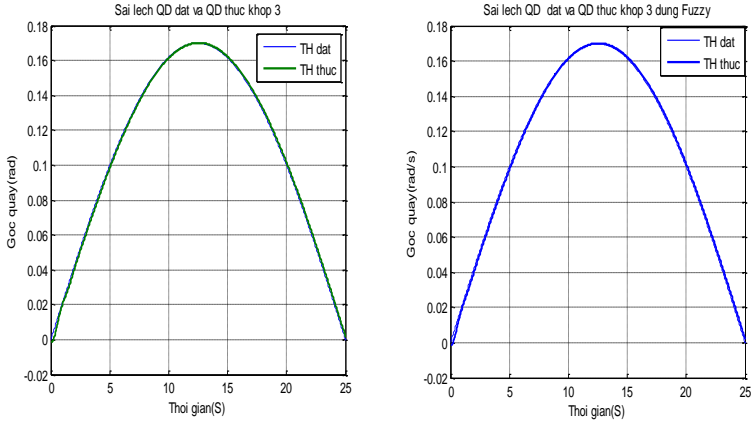


a. Sử dụng bộ điều khiển PID b. Sử dụng bộ điều khiển PID Fuzzy

Hình 3.56. Đồ thị sai lệch tốc độ động cơ khớp 2 giữa PID và PID

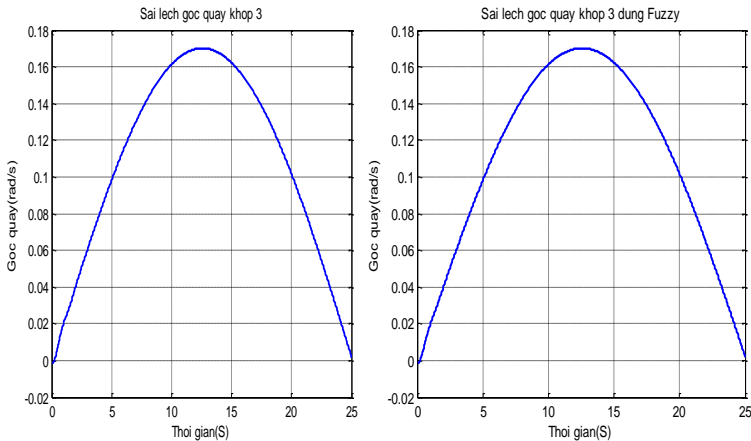
Fuzzy

Đồ thị của khớp quay 3:



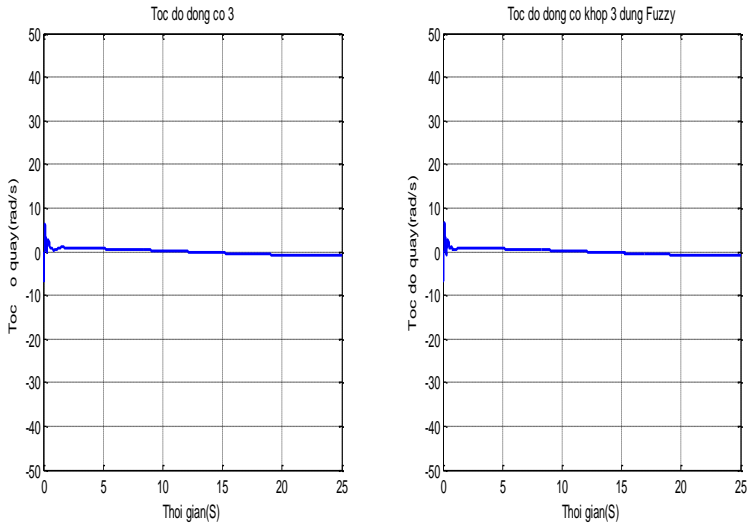
a. Sử dụng bộ điều khiển PID b. Sử dụng bộ điều khiển PID Fuzzy

Hình 3.57. Đồ thị sai lệch quỹ đạo đặt và quỹ đạo khớp 3 giữa PID và PID Fuzzy



a. Sử dụng bộ điều khiển PID b. Sử dụng bộ điều khiển PID Fuzzy

Hình 3.58. Đồ thị sai lệch quỹ đạo khớp 3 giữa PID và PID Fuzzy



a. Sử dụng bộ điều khiển PID b. Sử dụng bộ điều khiển PID Fuzzy
 Hình 3.59. Đồ thị sai lệch tốc độ góc khớp 3 giữa PID và PID Fuzzy

Từ các đồ thị trên ta thấy được sai lệch góc ở ba khớp trong cả hai trường hợp PID, bộ chỉnh định mờ gần bằng nhau. Biên độ dao động ở trong trường hợp bộ chỉnh định mờ nhỏ hơn trường hợp bộ điều khiển PID.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Kết luận

Trong luận văn này đã nghiên cứu, xây dựng được bộ điều khiển đáp ứng được tay máy 3 bậc tự do với các kết quả sau:

- Nghiên cứu tổng quan về tay máy Robot, lý thuyết về bộ điều khiển mờ, phương trình động học của Robot ba bậc tự do. Từ đó xây dựng bộ điều khiển PID, bộ điều khiển mờ chỉnh định tham số bộ điều khiển PID để điều chỉnh chuyển động của tay máy trong quỹ đạo đặt trước. Phần mô phỏng trên Simulink cho các kết quả về quỹ đạo, sai

lệch quỹ đạo, tốc độ, sai lệch tốc độ và sai lệch quỹ đạo tổng của tay máy ba bậc tự do đáp ứng tốt. Từ kết quả này giúp cho việc khảo sát, đánh giá và hiệu chỉnh để nâng cao chất lượng điều khiển cánh tay robot được tốt hơn.

- Trong luận văn đã nghiên cứu thiết kế bộ điều khiển mờ với các thông số nhằm chỉnh định cho các tham số của bộ điều khiển PID mục đích để nâng cao chất lượng điều khiển cho tay máy ba bậc tự do chuyển động theo quỹ đạo đặt trước, giúp cho việc tạo ra các quỹ đạo thực tốt, với bộ điều khiển mờ này chuyển động của tay máy bám theo quỹ đạo được cải thiện rõ rệt so với bộ điều khiển PID. Điều này được thể hiện trong kết quả mô phỏng từ giảm biên độ dao động ở các thời điểm quá độ giảm sai lệch quỹ đạo thực so với quỹ đạo đặt nhỏ hơn 0.97% so với 1.02% của bộ điều khiển PID. Sai lệch của góc quay và tốc độ chuyển động về gần bằng 0.

- Việc thiết kế bộ điều khiển mờ cho các đối tượng chấp hành không phụ thuộc vào đặc điểm mô hình của đối tượng, do vậy quá trình xây dựng các bộ điều khiển mờ với các nguyên tắc điều khiển cho các đối tượng có đặc tính khác nhau là hoàn toàn giống nhau.

2. Kiến nghị

Luận văn mới chỉ dừng lại ở việc xây dựng cơ sở lý thuyết kết hợp với thiết kế bộ điều khiển PID, bộ điều khiển mờ qua đó mô phỏng bằng phần mềm Matlab Simulink để đánh giá kết quả. Do điều kiện về thời gian, cơ sở vật chất chưa cho phép làm trên mô hình thực tế nghiên cứu ứng dụng bộ điều khiển PID mờ điều khiển tay máy ba bậc tự do, đây cũng chính là phần còn hạn chế của luận văn chưa thể hoàn thiện được. Tuy nhiên từ các kết quả mô phỏng bằng phần mềm Matlab Simulink cũng đã chứng minh được tính đúng đắn của đề tài cần nghiên cứu. Qua đây tác giả kiến nghị cần tiến hành nghiên cứu thiết kế, chế tạo mô hình tay máy ba bậc tự do dùng bộ điều khiển mờ tích hợp thì bản luận văn sẽ hoàn thiện hơn.

