

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**



**LUẬN VĂN THẠC SĨ
HỒ QUỐC KHÁNH**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LOGIC MỜ
TRONG ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TREO CHO Ô TÔ**

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA



Tp. Hồ Chí Minh, tháng 11/2019

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**



**LUẬN VĂN THẠC SĨ
HỒ QUỐC KHÁNH**

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LOGIC MỜ
TRONG ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TREO CHO Ô TÔ**

NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

MÃ SỐ:

GVHD: PGS.TS. TRƯƠNG ĐÌNH NHƠN

Tp. Hồ Chí Minh, tháng 11/2019

**CÔNG TRÌNH ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

Cán bộ hướng dẫn khoa học :

(Ghi rõ họ, tên, chức danh khoa học, học vị và chữ ký)

Cán bộ chấm nhận xét 1:

(Ghi rõ họ, tên,, chức danh khoa học, học vị và chữ ký)

Cán bộ chấm nhận xét 2:

(Ghi rõ họ, tên, chức danh khoa học, học vị và chữ ký)

Cán bộ chấm nhận xét 3:

(Ghi rõ họ, tên, chức danh khoa học, học vị và chữ ký)

Cán bộ chấm nhận xét 4:

(Ghi rõ họ, tên, chức danh khoa học, học vị và chữ ký)

Cán bộ chấm nhận xét 5:

(Ghi rõ họ, tên, chức danh khoa học, học vị và chữ ký)

Luận văn thạc sĩ được bảo vệ trước
HỘI ĐỒNG CHẤM BẢO VỆ LUẬN VĂN THẠC SĨ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT,

Ngày tháng năm



HCMUTE

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

PHIẾU NHẬN XÉT LUẬN VĂN THẠC SĨ - HƯỚNG ỨNG DỤNG

(Dành cho giảng viên phản biện)

Tên đề tài luận văn thạc sĩ: **NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LOGIC MỜ TRONG ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TREO CHO Ô TÔ**

Tên tác giả: **Hồ Quốc Khánh**

MSHV: 1781104

Ngành: **Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa**

Khóa: 2017-2019

Họ và tên người phản biện: **TS. Dương Thanh Long**

Chức danh: Giảng viên

Học vị: Tiến Sĩ

Cơ quan công tác: Đại học công nghiệp TPHCM

Điện thoại liên hệ: 0908839735

I. Ý KIẾN NHẬN XÉT

1. Về hình thức & kết cấu luận văn.

Phù hợp

2. Về nội dung

2.1 Nhận xét về tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn.

Luận văn trình bày rõ ràng, mạch lạc.

2.2 Nhận xét đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.

Chính sửa lại thứ tự trích dẫn theo đúng quy định.

2.3 Nhận xét về mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN.

Mục tiêu nghiên cứu rõ ràng

2.4 Nhận xét Tổng quan của đề tài.

Đề tài trình bày phần tổng quan trong một chương 1, tuy nhiên phần tổng quan trình bày chỉ được 3 trang. Tác giả có thể gộp chung thành một mục hoặc là bổ sung thêm nội dung để thành một chương tổng quan

2.5 Nhận xét đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN.

Thiếu mục tiêu nghiên cứu đề tài, giới hạn và phương pháp nghiên cứu. Tiêu đề mục lục khác với tiêu đề chương. Đề tài trình bày cơ sở lý thuyết và thực hiện mô phỏng trên matlab simulink

2.6 Nhận xét đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài.

Đề tài có thể phát triển để làm tài liệu tham khảo trong cùng lĩnh vực

2.7 Luận văn cần chỉnh sửa, bổ sung những nội dung gì (thiết sót và tồn tại).

Chính sửa lại thứ tự trích dẫn

Chính sửa lại phần tổng quan

Chỉnh sửa lại mục lục
 Bổ sung ục tiêu nghiên cứu đề tài, giới hạn và phương pháp nghiên cứu

II. CÁC VẤN ĐỀ CẦN LÀM RÕ

(Các câu hỏi của giảng viên phản biện)

1. 1. Việc áp dụng 27 luật điều khiển Fuzzy trong bảng 4.3 vào trong bộ điều khiển như thế nào để thực hiện điều khiển hệ thống treo cho ô tô
2. 2. Để giảm chấn cho hệ thống treo xe ô tô, giải thuật điều khiển mờ điều khiển các thông số nào?

III. ĐÁNH GIÁ

TT	Mục đánh giá	Đánh giá	
		Đạt	Không đạt
1	Tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn.	x	
2	Đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.	x	
3	Mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN.	x	
4	Tổng quan của đề tài.	x	
5	Đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN.	x	
6	Đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài.	x	

Đánh dấu chéo (x) vào ô muốn Đánh giá

IV. KẾT LUẬN

(Giảng viên phản biện ghi rõ ý kiến "Tán thành luận văn" hay "Không tán thành luận văn")

Đồng ý cho phép bảo vệ trước hội đồng

TP Hồ Chí Minh, ngày 21 tháng 10 năm 2019

Người nhận xét

(Ký & ghi rõ họ tên)



TS. Dương Thanh Long

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

BIÊN BẢN CHẤM LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP THẠC SĨ NĂM 2019

NGÀNH: Kỹ thuật Điều khiển và tự động hoá_KHÓA 2017-2019

Hội đồng chấm LVTN theo QĐ số: 2168/QĐ-ĐHSPKT-SĐH, ngày 09/10/2019

Có mặt :5..... Vắng mặt: ..0.....

Chủ tịch Hội đồng : PGS.TS. Ngô Văn Thuyên

Thư ký Hội đồng : TS. Lê Mỹ Hà

Học viên bảo vệ LVTN : **Hồ Quốc Khánh**

MSHV: 1781104

Giảng viên hướng dẫn : PGS.TS. Trương Đình Nhơn

Giảng viên phản biện : PGS.TS. Nguyễn Minh Tâm

TS. Dương Thanh Long

Tên đề tài LVTN : **NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LOGIC MỜ TRONG ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TREO CHO Ô TÔ**

I. KẾT QUẢ BẢO VỆ:

TT	Thành viên hội đồng	Kết quả bảo vệ	Ghi chú
1	PGS.TS. Ngô Văn Thuyên	7,5	
2	TS. Lê Mỹ Hà	8,0	
3	PGS.TS. Nguyễn Minh Tâm	7,75	
4	TS. Dương Thanh Long	6,5	
5	TS. Nguyễn Vũ Quỳnh	7,5	
Tổng điểm		37,25	
Điểm trung bình		7,45	

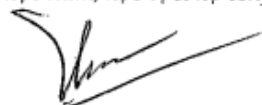
II. KẾT LUẬN:

(Thư ký hội đồng ghi rõ các ý kiến của thành viên hội đồng về việc chỉnh sửa, bổ sung những nội dung gì trong LVTN)

- Chính sách bài đầu bài hơi tham khảo
- Bài hay tổng quan, trình bày, giới hạn đề tài, mục lục, phân pháp luận.
- Chính sách tên chương 4, lời dẫn cả trong bài viết
- Kết quả bài phân từ 5.2 → 5.4 c. Bài gồm chương 4, 1 figure, hình từ 5.6 → 5.8, 5.9 → 5.12

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 02 tháng 11 năm 2019

CHỦ TỊCH HỘI ĐỒNG
(Ký, ghi rõ học hàm, học vị & họ tên)



PGS.TS. Ngô Văn Thuyên

THƯ KÝ HỘI ĐỒNG
(Ký, ghi rõ học hàm, học vị & họ tên)



TS. Lê Mỹ Hà



BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

PHIẾU NHẬN XÉT LUẬN VĂN THẠC SĨ - HƯỚNG ỨNG DỤNG

(Dành cho giảng viên phân biện)

Tên đề tài luận văn thạc sĩ: **NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LOGIC MỜ TRONG ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TREO CHO Ô TÔ**

Tên tác giả: **Hồ Quốc Khánh**

MSHV: **1781104**

Ngành: **Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa**

Khóa: **2017-2019**

Họ và tên người phân biện: **PGS.TS. Nguyễn Minh Tâm**

Chức danh: Phó Giáo sư - Giảng viên Cao cấp..... Học vị: Tiến Sĩ

Cơ quan công tác: Điện - Điện tử

Điện thoại liên hệ: 0902873941

I. Ý KIẾN NHẬN XÉT

1. Về hình thức & kết cấu luận văn.

Luận văn có hình thức và kết cấu hợp lý. Luận văn có 5 chương với các nội dung: Tổng quan; Khái niệm về dao động Ô tô; Cơ sở toán học điều khiển hệ thống treo bán tích cực; Nội dung nghiên cứu; Kết quả nghiên cứu và đánh giá.

Chương 4 nên được đổi tên của chương vì tên hiện tại không nói lên chủ đề của chương.

2. Về nội dung

2.1 Nhận xét về tính khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn.

Luận văn có tính khoa học và được trình bày rõ ràng và mạch lạc.

2.2 Nhận xét đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.

Đạt yêu cầu.

2.3 Nhận xét về mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN.

Mục tiêu nghiên cứu rõ ràng và phương pháp nghiên cứu hợp lý.

2.4 Nhận xét Tổng quan của đề tài.

Đạt yêu cầu.

2.5 Nhận xét đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN.

Đề tài đạt yêu cầu về nội dung và chất lượng.

2.6 Nhận xét đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài.

Đề tài có tính ứng dụng.

2.7 Luận văn cần chỉnh sửa, bổ sung những nội dung gì (thiết sót và tồn tại).

1.Trang 32: Lỗi chính tả "MATLAB cho phép giải các bài toán xử lý số liệu, các phép toán trên ma trận, xử lý tín hiệu. mô phỏng và đồ họa... MATLAN rất dễ sử

dụng, không cần khai báo biến, các câu lệnh được viết rất gần với ngôn ngữ tự nhiên, tiết kiệm nhiều thời gian cho việc lập trình. Đặc điểm nổi bật của MATLAB là sử dụng có thể phát triển thêm các hàm và cài đặt vào thư viện chương trình sử dụng cốt lõi phát triển thêm các hàm và cài đặt vào thư viện chương trình sử dụng giai đoạn các bài toán trong lĩnh vực chuyên ngành của mình".

2. Nhiều lỗi chính tả và lỗi đánh máy.

II. CÁC VẤN ĐỀ CẦN LÀM RÕ

(Các câu hỏi của giảng viên phân biện)

1. 1. Hãy trình bày ý nghĩa của Bảng 4.1 và Bảng 4.3
2. 2. Hãy trình bày cách điều khiển đối tượng với tín hiệu lấy từ ngõ ra của bộ logic mờ.

III. ĐÁNH GIÁ

TT	Mục đánh giá	Đánh giá	
		Đạt	Không đạt
1	Tinh khoa học, rõ ràng, mạch lạc, khúc chiết trong luận văn.	x	
2	Đánh giá việc sử dụng hoặc trích dẫn kết quả NC của người khác có đúng qui định hiện hành của pháp luật sở hữu trí tuệ.	x	
3	Mục tiêu nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu sử dụng trong LVTN.	x	
4	Tổng quan của đề tài.	x	
5	Đánh giá về nội dung & chất lượng của LVTN.	x	
6	Đánh giá về khả năng ứng dụng, giá trị thực tiễn của đề tài.	x	

Đánh dấu chéo (x) vào ô muốn Đánh giá

IV. KẾT LUẬN

(Giảng viên phân biện ghi rõ ý kiến "Tán thành luận văn" hay "Không tán thành luận văn")

Đồng ý.

TP Hồ Chí Minh, ngày 3 tháng 11 năm 2019

Người nhận xét

(Ký & ghi rõ họ tên)



PGS.TS. Nguyễn Minh Tâm

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

Số: 425/QĐ-ĐHSPKT

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 28 tháng 02 năm 2019

QUYẾT ĐỊNH

Về việc giao đề tài luận văn tốt nghiệp và người hướng dẫn năm 2019 HIỆU TRƯỞNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH

Căn cứ Quyết định số 426/TTg ngày 27 tháng 10 năm 1976 của Thủ tướng Chính phủ về một số vấn đề cấp bách trong mạng lưới các trường đại học và Quyết định số 118/2000/QĐ-TTg ngày 10 tháng 10 năm 2000 của Thủ tướng Chính phủ về việc tổ chức lại Đại học Quốc gia Thành Phố Hồ Chí Minh, tách Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh trực thuộc Bộ Giáo dục và Đào tạo;

Căn cứ Quyết định số 70/2014/QĐ-TTg ngày 10 tháng 12 năm 2014 của Thủ tướng Chính phủ về việc ban hành Điều lệ trường Đại học;

Căn cứ Quyết định số 937/QĐ-TTg ngày 30 tháng 6 năm 2017 về việc phê duyệt đề án thí điểm đổi mới cơ chế hoạt động của Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh;

Căn cứ Thông tư số 15/2014/TT-BGDĐT ngày 15/5/2014 của Bộ Giáo dục và Đào tạo về việc Ban hành Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ;

Căn cứ vào Biên bản bảo vệ Chuyên đề của ngành Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa vào ngày 22/02/2019;

Xét nhu cầu công tác và khả năng cán bộ;

Xét đề nghị của Trường phòng Đào tạo,

QUYẾT ĐỊNH:

Điều 1. Giao đề tài Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ và người hướng dẫn Cao học năm 2019 cho:

Học viên : **Hồ Quốc Khánh**

MSHV: **1781104**

Ngành : **Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa**

Tên đề tài : **Nghiên cứu ứng dụng logic mờ trong điều khiển hệ thống treo cho ô tô**

Người hướng dẫn : **PGS.TS. Trương Đình Nhơn**

Thời gian thực hiện: **Từ ngày 28/02/2019 đến ngày 28/8/2019**

Điều 2. Giao cho Phòng Đào tạo quản lý, thực hiện theo đúng Quy chế đào tạo trình độ thạc sĩ của Bộ Giáo dục & Đào tạo ban hành.

Điều 3. Trưởng các đơn vị, phòng Đào tạo, các Khoa quản ngành cao học và các Ông (Bà) có tên tại Điều 1 chịu trách nhiệm thi hành quyết định này.

Quyết định có hiệu lực kể từ ngày ký./.

Nơi nhận :

- BGH (để biết);
- Như điều 3;
- Lưu: VT, SDH (3b).



PGS.TS. Lê Hiếu Giang

LÝ LỊCH KHOA HỌC

I. LÝ LỊCH SƠ LƯỢC:

Họ & tên: <i>Hồ Quốc Khánh</i>	Giới tính: <i>Nam</i>
Ngày, tháng, năm sinh: <i>28/05/1992</i>	Nơi sinh: <i>Kiên Giang</i>
Quê quán: <i>Quảng Bình</i>	Dân tộc: <i>Kinh</i>
Chỗ ở riêng hoặc địa chỉ liên lạc: <i>408 Nguyễn trong tuyển -P2-Q.Tân Bình-Hồ Chí Minh</i>	Điện thoại nhà riêng: <i>0909.00.6474</i>
Điện thoại cơ quan: <i>84.28.39206668</i>	E-mail: <i>hoquockhanhdt@gmail.com</i>
Fax:	

II. QUÁ TRÌNH ĐÀO TẠO:

1. Trung học chuyên nghiệp:

Hệ đào tạo: Thời gian đào tạo từ/..... đến/.....
 Nơi học (trường, thành phố):
 Ngành học:

2. Đại học:

Hệ đào tạo: Chính Quy Thời gian đào tạo từ 9/2010 đến 10/2015
 Nơi học (trường, thành phố): Đại Học Tôn Đức Thắng – Hồ Chí Minh
 Ngành học: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa
 Tên đề án, luận án hoặc môn thi tốt nghiệp:
 “THIẾT KẾ, THI CÔNG MÔ HÌNH THANG MÁY 4 TẦNG VÀ HỆ THỐNG GIÁM SÁT, ĐIỀU KHIỂN THÔNG QUA WINCC”
 Ngày & nơi bảo vệ đề án, luận án hoặc thi tốt nghiệp: 6/2015 Tại trường ĐH Tôn Đức Thắng
 GVHD: ThS. Nguyễn Quang Dũng

3. Cao học:

Hệ đào tạo: Chính Quy Thời gian đào tạo từ 9/2017 đến 10/2019
 Nơi học (trường, thành phố): Đại Học Sư phạm kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh
 Ngành học: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa
 Tên đề án, luận án hoặc môn thi tốt nghiệp:
 “NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LOGIC MỜ TRONG ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TREO Ô TÔ”
 Ngày & nơi bảo vệ đề án, luận án hoặc thi tốt nghiệp: 11/2019 Tại trường ĐH Sư phạm kỹ thuật tp.HCM
 GVHD: PGS.TS. Trương Đình Nhơn

III. QUÁ TRÌNH CÔNG TÁC CHUYÊN MÔN KỂ TỪ KHI TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC:

Thời gian	Nơi công tác	Công việc đảm nhiệm
10/2015-Nay	Công ty TNHH KT thiết bị và Giải pháp Xanh (GTEC)	Kỹ sư dự án

LỜI CAM ĐOAN

Tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu của tôi.

Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác

Tp. Hồ Chí Minh, ngày ... tháng ... năm 2019

(Ký tên và ghi rõ họ tên)

Hồ Quốc Khánh

LỜI CẢM TẠ

Để thực hiện và hoàn thành đề tài nghiên cứu khoa học này, em đã nhận được sự hỗ trợ, giúp đỡ cũng như là quan tâm, động viên nhiều từ cơ quan, nhà trường và gia đình. Nghiên cứu khoa học cũng được hoàn thành dựa trên sự tham khảo, học tập kinh nghiệm từ các kết quả nghiên cứu liên quan, các sách, báo chuyên ngành của nhiều tác giả ở các trường Đại học, các tổ chức nghiên cứu,...

Trước hết, em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc đến Thầy PGS.TS.TRƯƠNG ĐÌNH NHƠN – người trực tiếp hướng dẫn khoa học đã luôn dành nhiều thời gian, công sức hướng dẫn em trong suốt quá trình thực hiện nghiên cứu và hoàn thành đề tài nghiên cứu khoa học.

Tôi xin trân trọng cảm ơn Ban giám hiệu Trường ĐH Sư Phạm Kỹ thuật Hồ Chí Minh cùng toàn thể các thầy cô giáo công tác trong trường đã tận tình truyền đạt những kiến thức quý báu, giúp đỡ tôi trong quá trình học tập và nghiên cứu.

Tuy có nhiều cố gắng, nhưng trong đề tài nghiên cứu khoa học này không tránh khỏi những thiếu sót. Em kính mong Quý thầy cô, các chuyên gia, những người quan tâm đến đề tài, đồng nghiệp, gia đình và bạn bè tiếp tục có những ý kiến đóng góp, giúp đỡ để đề tài được hoàn thiện hơn.

Một lần nữa em xin chân thành cảm ơn!

HCM, tháng 11 năm 2019

Hồ Quốc Khánh

MỤC LỤC

Phiếu nhận xét luận văn thạc sỹ-hướng ứng dụng.....	i
Biên bản chấm luận văn tốt nghiệp thạc sỹ_năm 2019.....	iii
Quyết định giao đề tài.....	vi
Lý lịch khoa học.....	vii
Lời cam đoan.....	viii
Lời cảm tạ.....	iv
Mục lục.....	v
Danh sách các chữ viết tắt.....	xii
Danh sách các hình.....	xiii
Danh sách bảng.....	xiv
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN....	1
1.1. Đặt vấn đề.....	1
1.2. Các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước.....	2
1.3. Mục tiêu của đề tài.....	4
1.4. Giới hạn của đề tài.....	5
1.5. Phương pháp nghiên cứu.....	5
1.6. Tóm tắt các nội dung chính.....	5
1.7. Bố cục luận văn.....	6
CHƯƠNG II: KHÁI NIỆM VỀ DAO ĐỘNG Ô TÔ.	7
2.1. Khái niệm về dao động ô tô.....	7
2.2. Các chỉ tiêu đánh giá dao động và độ êm dịu của chuyển động ô tô.....	10
2.2.1. Tần số dao động.....	11
2.2.2. Gia tốc dao động:.....	11
2.2.3. Hệ số êm dịu chuyển động (K):.....	11
2.2.4. Đánh giá theo công suất dao động:.....	12
2.2.5. Đánh giá theo cảm giác gia tốc dao động và thời gian tác động.....	13
2.3. Các hệ thống treo trên ô tô.....	14
2.3.1. Hệ thống treo thụ động:.....	14
2.3.2. Hệ thống treo tích cực:.....	18

2.3.3. Một số loại giảm chấn tích cực: 20

CHƯƠNG III: CƠ SỞ TOÁN HỌC ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TREO BÁN TÍCH CỰC..... 25

3.1. Giới thiệu bộ điều khiển mờ (Fuzzy logic Control). 25

3.1.1. Logic mờ và các phép toán về mờ 26

3.1.2. Độ cao, miền xác định và miền tin cậy 26

3.1.3. Các dạng hàm liên thuộc của tập mờ 28

3.1.4. Biến ngôn ngữ và giá trị của nó: 32

3.1.5. Luật hợp thành mờ: 32

3.1.6. Giải mờ 35

3.1.7. Nguyên tắc tổng hợp bộ điều khiển mờ 36

3.2 Xây dựng bộ điều khiển 37

3.2.1 Giới thiệu matlab 37

3.2.2 Công cụ Simulink và FIS 38

CHƯƠNG IV: NỘI DUNG NGHIÊN CỨU 40

4.1 Các giả thuyết xây dựng mô hình 40

4.2 Nguyên lý và quá trình hoạt động của bộ điều khiển (ECU) 41

4.3 Mô hình toán hệ thống treo 41

4.4 Xây dựng bộ điều khiển cho hệ thống treo bán tích cực. 45

4.4.1 Các biến vào/ra 45

4.4.2 Xác định tập mờ 45

4.4.3 Tập luật điều khiển 46

4.4.4 Chọn thiết bị hợp thành 49

CHƯƠNG V: KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ĐÁNH GIÁ 50

5.1 Kết quả nghiên cứu 50

5.2 Đánh giá 53

5.3 Kết luận 55

5.4 Hướng phát triển đề tài 56

DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Thuật ngữ viết tắt	Diễn giải
MR	Magneto-Rheological
ER	Electro-Rheological
ECU	Electronic Control Unit

DANH SÁCH HÌNH

Hình 2.1: Mô hình hóa hệ thống treo ô tô	7
Hình 2.2: Dao động lắc dọc	8
Hình 2.3: Dao động lắc ngang	8
Hình 2.4: Dao động nhún	8
Hình 2.5: Dao động xoay đứng	9
Hình 2.6: Sự dịch đứng.....	9
Hình 2.7: Sự xoay dọc	10
Hình 2.8: Sự uốn.....	10
Hình 2.9: Hệ thống treo và bố trí chung trên xe.....	14
Hình 2.10: Hệ thống treo phụ thuộc	15
Hình 2.11: Hệ thống treo độc lập	15
Hình 2.12: Các bộ phận chính của Hệ thống treo độc lập.....	16
Hình 2.13: Cấu tạo dạng lá nhíp và lò xo	16
Hình 2.14: Cơ cấu treo trước và các bộ phận chính	17
Hình 2.15: Cơ cấu giảm chấn 2 lớp vỏ, 1 lớp vỏ.....	17
Hình 2.16: Chất lỏng từ hóa	20
Hình 2.17: Giảm chấn từ hóa MR	21
Hình 2.18: Nguyên lý động học của giảm chấn tích cực MR	22
Hình 2.19: Đường đặc tính của giảm chấn MR.....	22
Hình 2.20: Sự phân cực và hình thành của các hạt mang điện trong chất lỏng ER	23
Hình 2.21: Đường đặc tính của giảm chấn ER.....	24
Hình 3.1 : Hàm phụ thuộc $\mu A(x)$	26
Hình 3.2: Mô tả tập mờ.....	27
Hình 3.3: Các dạng hàm liên thuộc của tập mờ.....	28

Hình 3.4: Hợp của 2 tập mờ có cùng cơ sở	29
Hình 3.5: Giao của 2 tập mờ có cùng cơ sở	29
Hình 3.6: Giao của 2 hàm khác cơ sở.....	30
Hình 3.7: Hàm thuộc của tập mờ.....	34
Hình 3.8: Minh họa quy tắc hợp thành mờ.....	35
Hình 3.9: Giải mờ bằng phương pháp cực đại	36
Hình 3.10: Bảng mệnh đề hợp thành trong logic cổ điển.....	38
Hình 3.11: Bảng mệnh đề hợp thành trong logic cổ điển.....	39
Hình 4.1: Bảng mệnh đề hợp thành trong logic cổ điển.....	41
Hình 4.2: Bảng mệnh đề hợp thành trong logic cổ điển.....	42
Hình 4.3: Bảng mệnh đề hợp thành trong logic cổ điển.....	44
Hình 4.4: Bảng mệnh đề hợp thành trong logic cổ điển.....	45
Bảng 4.5: Kí hiệu viết tắt của luật mờ.....	46
Hình 4.6: Luật điều khiển Fuzzy	47
Hình 4.7: Với số liệu mô hình	48
Hình 4.8: Tỷ lệ cải thiện của giải thuật và giá trị trung bình.....	48
Hình 5.1: Cú xóc khi qua gờ giảm tốc.....	50
Hình 5.2: Đồ thị dao động với nguồn kích thích gờ giảm xóc	51
Hình 5.3: Tín hiệu mô phỏng đường thực tế	52
Hình 5.4: Đồ thị dao động với nguồn kích thích đường thực tế.....	52
Hình 5.5: Thu thập số liệu Zs, Zu đối với gờ giảm xóc	54

DANH SÁCH BẢNG

Bảng 3.1: Bảng mệnh đề hợp thành trong logic cổ điển	28
Bảng 3.5: Những ưu nhược điểm của điều khiển fuzzy	36
Bảng 4.1: Hệ số được xác định qua thực nghiệm.....	41
Bảng 4.2: Kí hiệu viết tắt của luật mờ	44
Bảng 4.3: Luật điều khiển fuzzy.....	45
Bảng 5.1: Số liệu mô phỏng ¼ xe ô tô	47
Bảng 5.2: Bảng lấy mẫu (Nguồn kích thích gờ giảm tốc).....	50
Bảng 5.3: Tỷ lệ cải thiện của thuật toán (Nguồn kích thích gờ giảm tốc)	51
Bảng 5.4: Bảng lấy mẫu (Nguồn kích thích mô phỏng đường thực tế)	52
Bảng 5.5: Tỷ lệ cải thiện của thuật toán (Nguồn kích thích gờ giảm tốc)	52

LỜI NÓI ĐẦU

Ô tô là phương tiện vận tải có vai trò hết sức quan trọng trong nền kinh tế quốc dân, có tính cơ động cao, được ứng dụng rộng rãi trong tất cả các lĩnh vực dân sự cũng như quốc phòng. Việc thiết kế các hệ thống, cụm chi tiết trên ô tô, đánh giá chất lượng làm việc của chúng ngày càng được quan tâm nghiên cứu nhằm nâng cao chất lượng của ô tô.

Hệ thống treo trên ô tô rất đa dạng và có vai trò hết sức quan trọng, nó góp phần nâng cao độ êm dịu và an toàn chuyển động của ô tô. Hệ thống treo điều khiển ra đời từ những năm 1960 đã phần nào thỏa mãn được các chỉ tiêu trên. Trong những năm gần đây cùng với sự phát triển của công nghệ thông tin, kỹ thuật tính toán và kỹ thuật điều khiển, hệ thống treo điều khiển không ngừng phát triển về kỹ thuật điều khiển và mô hình điều khiển.

Trên cơ sở thực trạng và phân tích các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước em lựa chọn đề tài **“NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LOGIC MỜ TRONG ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TREO CHO Ô TÔ”** Nghiên cứu ứng dụng logic mờ để xây dựng bộ điều khiển mờ cho hệ thống treo bán tích cực nhằm nâng cao độ êm dịu chuyển động và độ an toàn chuyển động của ô tô.

Tuy nhiên, trong quá trình làm đồ án mặc dù đã cố gắng hết sức nhưng do trình độ và thời gian có hạn nên không thể tránh khỏi được những sai sót em rất mong được sự đóng góp ý kiến của thầy cô, bạn bè để đồ án của em được hoàn thiện hơn. Đặc biệt, trong quá trình thực hiện đồ án em rất cảm ơn sự chỉ bảo tận tình của PGS.TS.Trương Đình Nhơn đã giúp đỡ em rất nhiều để em có thể hoàn thành Luận văn được giao.

Em xin trân thành cảm ơn!

HCM, ngày ... tháng ... năm 2019

Hồ Quốc Khánh

CHƯƠNG I: TỔNG QUAN

1.1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ô tô là một hệ dao động phức tạp nằm trong mối liên hệ chặt chẽ với đường có biên dạng phức tạp. Dao động ô tô không những ảnh hưởng tới con người (lái xe và hành khách), hàng hóa chuyên chở, độ bền của xe, độ an toàn chuyển động của ô tô mà còn ảnh hưởng đến tuổi thọ của đường. Đặc biệt trong quá trình chuyển động, khi ô tô dao động làm phát sinh tải trọng động rất lớn tác động lên hệ thống khung vỏ của ô tô, các chi tiết, cơ cấu tổng thành, ảnh hưởng đến độ bền và tuổi thọ của chúng. Để khử các dao động phát sinh, giữ ổn định và giúp người sử dụng cảm thấy thoải mái trong quá trình ô tô chuyển động, thông thường người ta tập trung nghiên cứu phát và triển hệ thống treo. Vì thế, đối với một chiếc xe ô tô, hệ thống treo là một trong những bộ phận phức tạp và rắc rối nhất trên xe. Tuy nhiên, hệ thống treo cổ điển hay còn gọi là hệ thống treo bị động (bao gồm treo phụ thuộc và treo độc lập) dù trải qua thời gian dài trong việc phát triển một cách tối ưu các cơ cấu cơ khí trong hệ thống, nhưng hệ thống treo cổ điển vẫn không thể khử hoàn toàn các dao động cơ học do trạng thái mặt đường, các tác nhân cơ học của cơ cấu cơ khí cấu thành trên ô tô, hoặc do chủ quan của tải trọng hay người điều khiển. Để khắc phục khuyết điểm trên, từ cuối những năm 80 của thế kỷ XX đã có những công trình nghiên cứu về hệ thống treo mà độ cứng của giảm chấn có thể thay đổi. Hệ thống treo đó còn gọi là hệ thống treo bán tích cực hay hệ thống treo bán chủ động. Hệ thống treo bán chủ động là một trong những bộ phận quan trọng nhất trên ô tô hiện đại. Ưu điểm hệ thống treo bán chủ động là có khả năng tự động điều chỉnh độ cứng và cơ chế hoạt động của hệ thống treo để đáp ứng với độ nghiêng khung xe khi vào cua, độ nhấp nhô của mặt đường, giữ thăng bằng khi phanh và khi tăng tốc đột ngột, có khả năng tự động thích nghi với tải trọng của xe và thay đổi độ cao gầm xe cho phù hợp với điều kiện hành trình. Hệ thống treo bán chủ động của ô tô là một hệ thống động lực học rung động phức tạp, để phân tích nghiên cứu nó ta cần đơn giản hóa mô hình, các mô hình thường được sử dụng để nghiên cứu là:

- + Mô hình 1/4 hệ thống treo với hai bậc tự do, với mô hình đơn giản, chỉ có thể mô tả sự biến hóa của vận tốc và gia tốc rung động của thân xe theo chiều thẳng.

+ Mô hình một nửa hệ thống treo với bốn bậc tự do, lựa chọn một nửa thân xe theo đường đối xứng để xây dựng mô hình nghiên cứu, nó phản ánh được rung động thẳng đứng và góc nghiêng theo một phương của thân xe.

+ Mô hình tổng thể hệ thống treo với bảy bậc tự do, với mô hình này nó phản ánh toàn bộ hệ thống rung động của thân xe và góc nghiêng của thân xe theo ba phương, thể hiện tổng thể rung động của thân xe như với thực tế.

Hệ thống treo để nối đàn hồi giữa khung hoặc vỏ với các cầu, các bánh xe của ô tô thực hiện các chức năng sau:

Khi ô tô chuyển động nó cùng với lớp hấp thụ và cản lại các rung động, các dao động và các va đập tác dụng lên xe do mặt đường không bằng phẳng để bảo vệ các hành khách, hành lý và cải thiện tính ổn định.

Xác định động học chuyển động của bánh xe, lực phanh sinh ra do ma sát giữa các bánh xe và mặt đường và các mô men phản lực tới gầm và thân xe.

Dập tắt các dao động thẳng đứng của khung vỏ sinh ra do ảnh hưởng của mặt đường không bằng phẳng. Khi ô tô chuyển động trên đường không bằng phẳng sẽ chịu nhiều dao động do mấp mô mặt đường sinh ra. Những dao động này ảnh hưởng tới tuổi thọ của xe, hàng hóa và đặc biệt là ảnh hưởng tới hành khách. Theo thống kê cho thấy, khi ô tô chạy trên đường gồ ghề so với ô tô chạy trên đường tốt bằng phẳng thì tốc độ trung bình giảm 40-50%, quãng đường chạy giữa hai chu kỳ đại tu giảm 35-40%, suất tiêu hao nhiên liệu giảm 50-70% do vậy năng suất vận chuyển giảm 30-40%, giá thành vận chuyển tăng 50-70%. Ngoài ra nếu con người chịu đựng lâu trong tình trạng bị rung xóc nhiều dễ sinh ra mệt mỏi, các kết quả cho thấy ảnh hưởng của ô tô tới cơ thể sẽ dẫn tới các bệnh về thần kinh và não. Vì vậy tính êm dịu là 1 trong những tiêu chí quan trọng để đánh giá chất lượng xe. Tính êm dịu của xe trước hết là hệ thống treo, phụ thuộc và đặc điểm và cường độ kích thích và sau đó là phụ thuộc vào trình độ lái xe. Lực kích thích gây dao động có thể do sự không cân bằng của liên hợp máy hoặc do độ nhấp nhô của mặt đường không bằng phẳng. Nếu chỉ xét trong phạm vi khả năng chế tạo ô tô thì hệ thống treo mang tính chất quyết định đến độ êm dịu chuyển động của ô tô.

1.2. CÁC CÔNG TRÌNH NGHIÊN CỨU TRONG VÀ NGOÀI NƯỚC

Trong hệ thống treo chủ động, phương pháp điều khiển hệ thống đóng vai trò rất quan trọng, ngày nay với sự phát triển không ngừng của ngành toán tin, hiện có rất nhiều phương

pháp điều khiển như: phương pháp điều khiển tối ưu hóa, phương pháp điều khiển tự thích ứng, phương pháp điều khiển fuzzy logic, phương pháp điều khiển mạng thần kinh, v.v... Minh chứng trong những năm gần đây, các nhà nghiên cứu đã không ngừng đưa ra các giải pháp điều khiển hệ thống treo khác nhau. Cụ thể như Florin Andronic, Liliana Pătuleanu [22] đã nghiên cứu mô phỏng và phân tích dao động của xe với hệ thống treo bị động, theo mô hình 1/4 xe với hai tự do bằng Matlab Simulink, làm cơ sở cho các nghiên cứu tiếp theo. Giải pháp điều khiển tuyến tính dựa trên mô hình toán 1/4 và 1/2 xe chỉ phản ánh sự biến hóa của vận tốc và gia tốc rung động của thân xe theo chiều thẳng đứng và nghiêng theo một phương của thân xe. Vấn đề đặt ra là làm thế nào phản ánh toàn bộ hệ thống rung động của thân xe và góc nghiêng của thân xe theo ba phương, thể hiện tổng thể rung động của thân xe như với thực tế. Nhóm nghiên cứu M. Prem Jeya Kumar [5], với ứng dụng Matlab Simulink đã mô hình hóa hệ thống treo xe ô tô bằng mô hình toán học một cách đầy đủ với 7 bậc tự do. Điểm nổi bật của mô hình này có thể mô phỏng chuyển vị góc của các bánh xe dẫn hướng như Caster, Kingpin, Toe-in, Toe-out, ... Kế thừa mô hình toán học của hệ thống treo với bảy bậc tự do, Nguyễn Đức Ngọc, Deng Zhaoxiang [12], ứng dụng lý thuyết phương pháp điều khiển tối ưu thiết kế bộ điều khiển tuyến tính để kiểm soát hoạt động hệ thống treo của xe. Sử dụng phần mềm Matlab xây dựng mô hình mô phỏng điều khiển hệ thống treo. Kết quả mô phỏng so sánh với hệ thống treo bị động, cho thấy việc kiểm soát hệ thống treo chủ động với bộ điều khiển tuyến tính cải thiện đáng kể hiệu suất của hệ thống treo, làm cho người ngồi trên xe cảm thấy thoải mái hơn. Trong hội nghị Cơ học Kỹ thuật toàn quốc, 04/2014, Đinh Văn Phong [4] với báo cáo “Mô hình dao động ô tô có tính đến tính chất phi tuyến của phần tử treo thủy khí”. Kết quả, phương trình dao động cho mô hình ô tô có tính đến tính chất phi tuyến của hệ thống treo thủy khí đã được thiết lập. Đây là một hệ hỗn hợp có phương trình phức tạp, do đó phương pháp tách phần tử đã được sử dụng nhằm giúp cho quá trình xây dựng phương trình trở nên đơn giản hơn. Một số kết quả mô phỏng cũng đã được đưa ra và cho thấy sự khác biệt lớn giữa mô hình phi tuyến và mô hình tuyến tính. Điều đó cho thấy ý nghĩa của việc nghiên cứu mô hình phi tuyến cho hệ thống treo xe ô tô. Giải pháp điều khiển phi tuyến cho hệ thống treo xe ô tô ngày càng phát triển mạnh hơn. Cụ thể, Morteza Moradi and Afef Fekih [6], với giải pháp sử dụng bộ điều khiển trượt để điều khiển đối tượng phi tuyến với hàm trượt được thiết kế dựa trên PID. Bộ điều khiển trượt để tạo ra các tín hiệu theo dõi các van trong bốn ống xilanh điện-thủy lực giảm chấn tại bánh xe. Ưu điểm chính của việc sử dụng phương pháp

này là bộ điều khiển không cần đo vị trí của van trong ống giảm chấn, vì vậy dẫn đến một số lượng ít hơn của cảm biến. Song song với giải pháp phát triển thuật điều khiển phi tuyến cho hệ thống treo, việc tối ưu cơ cấu cơ khí là điều không thể thiếu trong quá trình hoàn thiện hệ thống treo chủ động.

Ống giảm chấn từ lưu biến (MR Damper) là một giải pháp thiết thực về mặt cơ khí cho hệ thống treo chủ động. Nghiên cứu điều khiển giảm chấn từ lưu biến của hệ thống treo xe ô tô, Olugbenga Moses Anubi [10], sử dụng phương thức Sky-hook (điều khiển dập tắt khối lượng phần treo). MR Damper đặt thẳng đứng, để theo dõi xung lực giảm chấn Sky-hook, trong khi các thuật toán điều khiển van điều tiết từ lưu biến sử dụng NES (nonBinear energy sink). Kết quả mô phỏng cho thấy ô tô dao động êm dịu hơn theo chiều dọc của xe. Một hướng nghiên cứu khác, Nguyễn Đức Ngọc, Deng Zhaoxiang [13], dựa trên việc thiết lập mô hình tổng thể mô phỏng các hoạt động của hệ thống treo với bảy bậc tự do, sử dụng phần mềm Flux tính toán tối ưu thiết kế xi lanh lực điện từ và từ đó thiết kế mô hình điều khiển cho hệ thống treo chủ động. Kết quả ứng dụng phương pháp điều khiển tối ưu hệ thống treo chủ động trên cho biết lực tác động cần thiết trên từng giá treo, hành trình, vận tốc và gia tốc dao động của giá treo chủ động. Từ đó là cơ sở để tiến hành nghiên cứu thiết kế hệ thống giá treo chủ động có bộ phát sinh lực dạng xi lanh lực điện từ, sử dụng điện áp một chiều. Hệ thống giá treo chủ động xi lanh lực điện từ làm cho hệ thống treo chủ động ổn định hơn, đem lại sự an toàn và thoải mái cho người ngồi trên xe. Tuy nhiên, giá thành cho hệ thống treo sử dụng xi lanh lực điện từ khá cao, nên giải pháp này bị hạn chế.

Tóm lại, giải pháp áp dụng thuật điều khiển phi tuyến cho hệ thống treo chủ động trên xe ô tô có sử dụng giảm chấn từ lưu biến là hướng nghiên cứu khả thi về mặt cơ khí lẫn điều khiển.

1.3. MỤC TIÊU CỦA ĐỀ TÀI

Mục tiêu của đề tài là thiết lập giải thuật điều khiển cho hệ thống treo bán tích cực sử dụng giảm chấn từ lưu biến trên xe ô tô. Để đạt được mục tiêu này, nghiên cứu cần phải tìm hiểu, phân tích về mặt kết cấu cũng như nguyên lý động học của hệ thống treo bán chủ động. Trên cơ sở động lực học của hệ thống đã phân tích, xây dựng mô hình hệ thống cho bài toán dao động và cân bằng dao động ô tô theo mô hình 1/4 xe. Sau đó thiết lập giải thuật điều khiển phù hợp với mô hình hệ thống. Cuối cùng, mô phỏng, phân tích và chứng minh tính khả thi của giải thuật trên môi trường Simulink Matlab.

1.4. GIỚI HẠN CỦA ĐỀ TÀI

Đề tài mô phỏng mới chỉ mô phỏng, thực nghiệm trong môi trường Simulink Matlab chưa mô phỏng trên mô hình thực tế.

Chỉ khảo sát và điều khiển hệ thống trên phương thẳng đứng (theo mặt phẳng dọc của ô tô). Do đó chưa đảm bảo tính khả thi việc áp dụng giải thuật điều khiển lên hệ thống thực tế, chưa chứng minh tính ổn định của giải pháp điều khiển với sự tác động của dữ liệu thực địa mặt đường.

1.5. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

- Tham khảo, nghiên cứu nền tảng lý thuyết, bài báo khoa học và nhu cầu thực tiễn, nội dung, yêu cầu và đối tượng nghiên cứu được cụ thể hóa. Tham Khảo có hệ thống treo đã có trên thị trường cũng như các ưu nhược điểm của mỗi loại.
- Lựa chọn thuật toán phù hợp cũng như tìm hiểu nguyên lý hoạt động, cấu tạo của hệ thống treo, các tiêu chí đánh giá dao động và độ êm dịu. Thông qua quá trình nghiên cứu thiết kế, tham khảo để đưa ra lựa chọn các thông số của hệ thống, luật điều khiển của bộ điều khiển.
- Từ kiến thức về lý thuyết, xây dựng thuật toán, hiệu chỉnh các tham số để tối ưu hệ thống như ý muốn.
- Sau khi hoàn thành các bước ta tiến hành chạy thử mô phỏng trên môi trường matlab Simulink và đưa ra đánh giá của hệ thống cũng như hướng phát triển.

1.6. TÓM TẮT CÁC NỘI DUNG CHÍNH

Đầu tiên, tìm hiểu tổng quan về hệ thống treo ô tô và các nghiên cứu có liên quan đến các mô hình toán, các giải thuật điều khiển hệ thống treo ô tô. Tiếp theo sau, tập trung nghiên cứu mô hình hóa hệ thống treo ô tô bằng phương pháp xác định động năng, thế năng tác động lên hệ thống khi xe chạy dưới tác nhân kích thích ngẫu nhiên của mặt đường và tải trọng động của xe, từ đó áp dụng phương trình Lagrange để xây dựng mô hình toán 1/4 xe của hệ thống treo. Đề xuất thiết kế giải thuật điều khiển Fuzzy cho hệ thống với mục tiêu khử dao động trong quá trình ô tô chuyển động trong thời gian ngắn nhất. Tương ứng với tính phi tuyến của hệ, sử dụng giải thuật điều khiển mờ (Fuzzy logic) cho hệ thống. Cuối cùng là viết chương trình mô phỏng, phân tích và chứng minh tính hiệu quả của giải thuật đã đề xuất.

1.7. BỐ CỤC LUẬN VĂN

Chương 2: trình bày tóm tắt các khái niệm về dao động trên ô tô, hệ thống treo ô tô, cấu tạo và hoạt động các loại hệ thống treo phổ biến trên xe ô tô ngày nay. Bao gồm, hệ thống treo bị động (treo phụ thuộc và treo độc lập) và hệ thống treo bán tích cực MR (Magne Ride).

Chương 3: trên cơ sở kết cấu và nguyên lý động học của hệ thống treo bán chủ động, xây dựng mô hình hệ thống cho bài toán dao động và cân bằng dao động ô tô theo mô hình 1/4 xe, giải thuật điều khiển phù hợp với mô hình hệ thống.

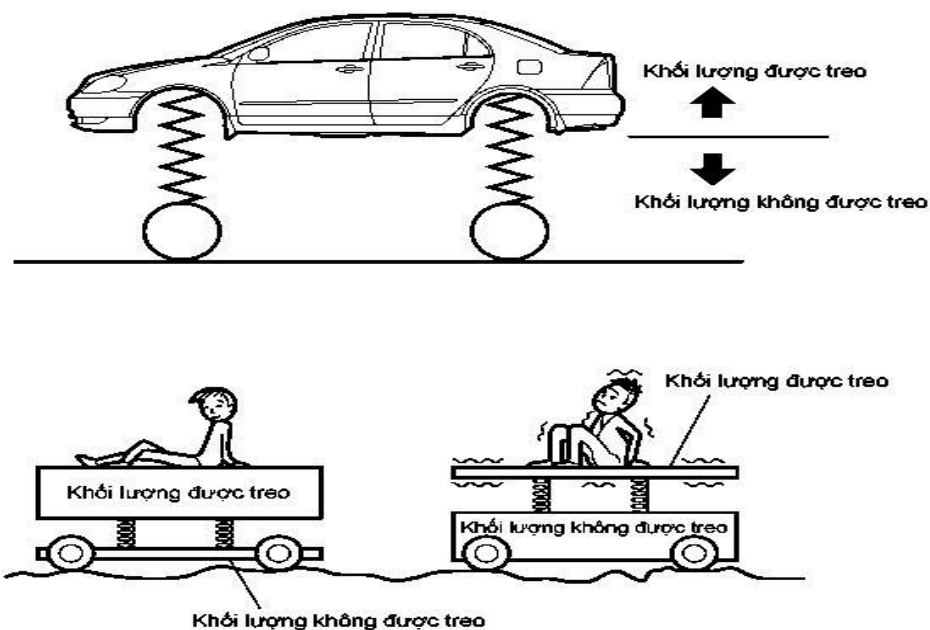
Chương 4: trình bày phần thực nghiệm của hệ thống đề xuất. Nội dung tập trung vào cài đặt giải thuật điều khiển sử dụng môi trường Simulink Matlab, phân tích hiệu quả của hệ thống đề xuất.

Chương 5: tổng kết các kết quả và đánh giá nghiên cứu chính đã đạt được của luận văn và các công việc cần phát triển trong tương lai.

CHƯƠNG II: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1 KHÁI NIỆM VỀ DAO ĐỘNG

Khi ô tô chuyển động, bánh xe luôn tiếp xúc với mặt đường. Nếu trục bánh xe liên kết cứng với thùng xe (hoặc khung xe), thùng xe sẽ có xu hướng “chép hình” theo sự biến đổi của mấp mô mặt đường và gây tải trọng động lớn. Tải trọng này làm giảm tính tiện nghi cho người trên xe, ảnh hưởng tới độ bền kết cấu ô tô và khả năng đảm bảo an toàn giao thông... Để tránh các ảnh hưởng xấu này, trên ô tô sử dụng bộ phận đàn hồi đặt giữa thùng xe và bánh xe, giúp bánh xe có thể liên kết “mềm” với thùng xe. Như vậy bánh xe có thể dịch chuyển tương đối so với thùng xe và hạn chế tải trọng động tác dụng lên thùng xe theo phương thẳng đứng. Khái niệm này có thể được hiểu là “thùng xe được treo” trên bộ phận đàn hồi. Như vậy, ta có thể chia ô tô ra thành: phần được treo, phần không được treo và bộ phận đàn hồi dùng để liên kết giữa phần được treo và phần không được treo. Nói chung với khối lượng được treo càng lớn thì xe chạy càng êm, vì với khối lượng này lớn thì khả năng thân xe bị xóc nảy lên càng thấp. Ngược lại, nếu khối lượng không được treo càng lớn thì càng dễ làm cho xe bị xóc nảy lên. Sự dao động và xóc nảy lên của các thành phần được treo. Đặc biệt là thân xe, gây ảnh hưởng lớn đến độ êm của xe.



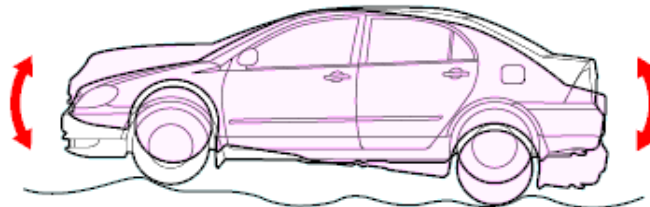
Hình 2.1 Mô hình hóa hệ thống treo ô tô

Dao động của khối lượng được treo có thể phân ra như sau:**Sự lắc dọc:**

Lắc dọc là dao động lên xuống của đầu và đuôi xe so với trọng tâm của xe.

- Xe bị lắc dọc khi chạy qua rãnh hoặc mấp mô.
- Xe có lò xo (Nhíp) mềm dễ bị lắc dọc hơn xe có lò xo cứng.

(1) Sự lắc dọc

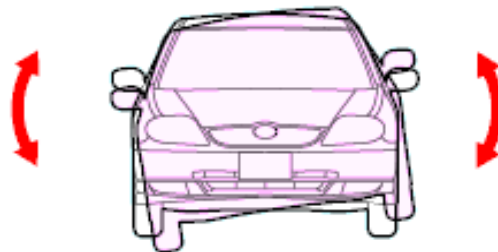


Hình 2.2 Dao động lắc dọc

Sự lắc ngang:

- Khi xe chạy vòng hoặc chạy trên đường gồ ghề thì các lò xo của một bên xe giãn ra còn các lò xo ở phía bên kia thì co lại. làm cho xe lắc lư theo chiều ngang.

(2) Sự lắc ngang

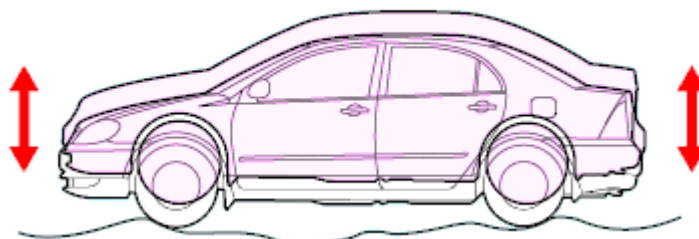


Hình 2.3 Dao động lắc ngang

Sự nhún:

- Chuyển động lên xuống của toàn bộ thân xe khi xe chạy tốc độ cao trên đường gợn sóng.
- Xe có lò xo (nhíp) mềm dễ bị dậm dính hơn.

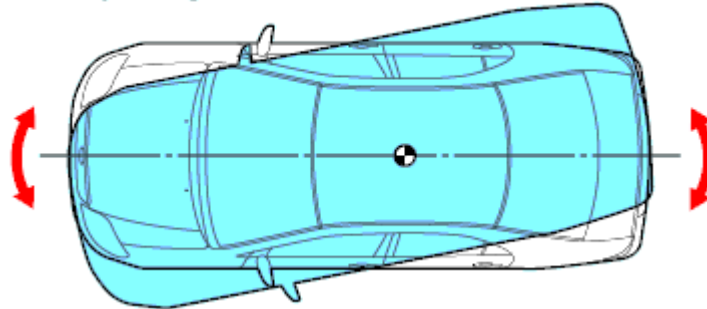
(3) Sự nhún



Hình 2.4 Dao động nhún

Sự xoay đứng:

Đảo hướng là chuyển động của đường tâm dọc của xe sang bên trái và phải so với trọng tâm xe, Khi xe bị lắc dọc thì cũng dễ bị đảo hướng.

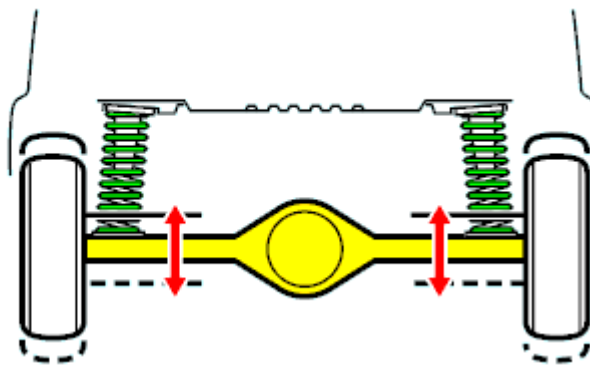
(4) Sự xoay đứng

Hình 2.5 Dao động xoay đứng

Dao động của khối lượng không được treo có thể phân ra như sau:

Sự dịch đứng:

- Sự dịch đứng là chuyển động lên xuống của bánh xe, thường xuất hiện khi xe chạy với tốc độ trung bình và cao trên đường gợn sóng.

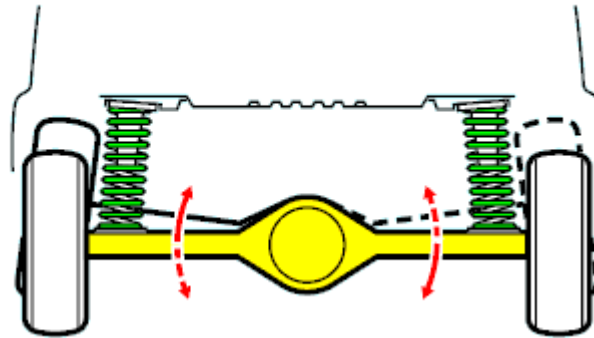
(1) Sự dịch đứng

Hình 2.6 Sự dịch đứng

Sự xoay dọc:

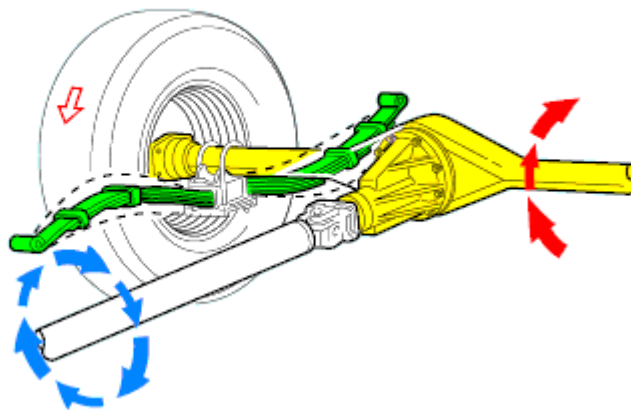
Sự xoay dọc là dao động lên xuống theo chiều ngược nhau của bánh xe bên phải và bên trái, làm cho bánh xe nhảy lên, bỏ bám đường. Hiện tượng này thường dễ xảy ra đối với xe có hệ thống treo phụ thuộc.

(2) Sự xoay dọc

*Hình 2.7 Sự xoay dọc*Sự uốn:

- Là hiện tượng xảy ra khi mô men tăng tốc hoặc mô men phanh tác động lên nhíp, có xu hướng làm quay nhíp quanh trục bánh xe. Dao động uốn này có ảnh hưởng làm xe chạy không êm.

(3) Sự uốn

*Hình 2.8 Sự uốn*

2.2. CÁC CHỈ TIÊU ĐÁNH GIÁ DAO ĐỘNG VÀ ĐỘ ÊM DỊU CHUYỂN ĐỘNG CỦA Ô TÔ.

Hiện nay có nhiều tiêu chí tiêu đánh giá độ êm dịu chuyển động của ô tô, các nước có nền công nghiệp ô tô phát triển đưa ra các chỉ tiêu đánh giá độ êm dịu chuyển động khác nhau. Các công trình nghiên cứu trong và ngoài nước đã đưa ra một số chỉ tiêu đánh giá độ êm dịu chuyển động của ô tô như sau:

2.2.1. Tần số dao động.

Do nhu cầu sinh hoạt hàng ngày phải di chuyển từ chỗ này sang chỗ khác nên con người quen với nhịp điệu bước đi, trung bình một phút con người có thể thực hiện khoảng $60 \div 90$ lần/phút. Tần số dao động của ô tô nằm trong khoảng giới hạn sau:

Đối với xe con: $60 \div 90$ lần/phút ($1 \div 1,5$ Hz).

Đối với xe tải: $100 \div 120$ lần/phút ($1,6 \div 2$ Hz).

Ở Việt Nam, chỉ số này đang được đề nghị là nhỏ hơn 2,5 Hz đối với ô tô sản xuất lắp ráp trong nước.

2.2.2. Gia tốc dao động:

Gia tốc dao động là thông số quan trọng đánh giá độ êm dịu chuyển động, nó kể đến ảnh hưởng đồng thời của biên độ và tần số dao động, Vì dao động tự do tắt dần chỉ tồn tại trong một số chu kỳ, do vậy việc xác định gia tốc dao động sẽ có ý nghĩa lớn khi nghiên cứu dao động cưỡng bức với sự kích thích của mặt đường. Giá trị gia tốc giới hạn theo các phương OX (phương dọc xe), OY (phương thẳng đứng) được xác định bằng thực nghiệm như sau:

$$\ddot{X} < 1,0m/s^2 ; \ddot{Y} < 0,7m/s^2 ; \ddot{Z} < 2,5m/s^2 \quad (2.1)$$

Các số liệu trên có thể coi là gần đúng để đánh giá độ êm dịu chuyển động của ô tô, vì đó là số liệu thống kê, hơn nữa dao động ô tô truyền cho con người mang tính chất ngẫu nhiên ở dải tần số rộng.

2.2.3. Hệ số êm dịu chuyển động (K):

Hệ số êm dịu chuyển động K phụ thuộc vào tần số dao động, gia tốc dao động, vận tốc dao động, phương dao động, và thời gian tác dụng của nó đến con người, nếu K là hằng số thì cảm giác khi dao động sẽ ko thay đổi.

Hệ số K được xác định theo công thức:

$$K = \frac{12,5.\ddot{Z}}{\sqrt{1+0,01w^2}} = \frac{18.RMS(\ddot{Z})}{\sqrt{1+0,01w^2}} = K_y . RMS(\ddot{Z}) \quad (2.2)$$

Trong đó:

w: Tần số dao động (Hz) ;

\ddot{Z} : Gia tốc dao động (m/s^2); K_y : Hệ số hấp thụ

$RMS(\ddot{Z})$: Giá trị bình phương trung bình của gia tốc dao động (m/s^2)

$$RMS(\ddot{Z}) = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T \ddot{Z}^2(t) dt} \quad (2.3)$$

Nếu con người chịu dao động ngang ở tư thế nằm thì hệ số giảm đi một nửa. Hệ số K càng nhỏ thì con người càng dễ chịu đựng dao động và độ êm dịu càng cao. $K=0,1$ tương ứng với ngưỡng kích thích, khi ngồi lâu trên xe giá trị giới hạn $[K] = 10 \div 25$; khi đi ngắn $[K] = 25 \div 63$.

Trong thực tế đối với ô tô, dạng điển hình dao động là ngẫu nhiên, khi đó nhờ phân tích phổ dao động, giá trị hệ số K được xác định theo công thức:

$$K = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2} \quad (2.4)$$

Trong đó:

K_i : Hệ số êm dịu của thành phần tần số thứ i;

n: Số thành phần tần số của hàm ngẫu nhiên.

Giá trị K có thể xác định bằng tính toán lý thuyết hoặc bằng thực nghiệm.

2.2.4. Đánh giá theo công suất dao động:

Chỉ tiêu này được dựa trên giả thiết, cảm giác con người khi chịu dao động phụ thuộc vào công suất dao động truyền cho con người.

Công suất trung bình truyền đến con người được xác định theo công thức:

$$N_c = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \cdot \int_0^T P(t) \cdot V(t) dt \quad (2.5)$$

Trong đó: P(t): Lực tác động lên con người khi dao động.

V(t): Vận tốc dao động

Con người có thể xem là một hệ dao động và cảm giác con người phụ thuộc vào tần số dao động, do đó ta có thể đưa các hệ số hấp thụ K_y có tính đến ảnh hưởng của tần số lực kích động và hướng tác động của nó. Khi tác động n thành phần với các giá trị bình phương trung bình của gia tốc RMS (\ddot{a}_i) thì công suất dao động có thể xác định theo công thức:

$$N_c = \sum_{i=1}^n K_{yi(\omega)}.RMS(\ddot{a}_i)^2 \quad (2.6)$$

Ưu điểm của chỉ tiêu này cho phép cộng các tác dụng của dao động với các tần số khác nhau theo các phương khác nhau.

Ví dụ ghế ngồi của con người trên xe chịu dao động với bốn thành phần:

- RMS (\ddot{Z}): Giá trị bình phương trung bình gia tốc dao động thẳng đứng truyền qua chân.
- RMS (\ddot{Z}_g): Giá trị bình phương trung bình gia tốc dao động thẳng đứng truyền qua ghế ngồi.
- RMS (\ddot{X}): Giá trị bình phương trung bình gia tốc theo phương dọc.
- RMS (\ddot{Y}): Giá trị bình phương trung bình gia tốc theo phương ngang.

Công suất tổng cộng truyền đến con người được xác định theo công thức:

$$N_c = \sum_{i=1}^n (K_{zi}RMS(\ddot{Z}_i)^2 + K_{zgi}RMS(\ddot{Z}_{gi})^2 + K_{xi}RMS(\ddot{X}_i)^2 + K_{yi}RMS(\ddot{Y}_i)^2) \quad (2.7)$$

Theo thực nghiệm, giá trị cho phép $[N_c]$ như sau:

$[N_c]=0,2 \div 0,3$ (W) - tương ứng với cảm giác thoải mái.

$[N_c]=6 \div 10$ (W) - giới hạn cho phép đối với ô tô có tính cơ động cao.

Các nghiên cứu chỉ ra, những tác động phụ truyền qua chân không lớn như những tác động truyền qua ghế ngồi vì trong tư thế đứng tác động của dao động bị yếu đi bởi các khớp xương của chân. Các dao động con người chịu trong tư thế ngồi sẽ làm tổn thương cột sống.

2.2.5. Đánh giá theo cảm giác gia tốc dao động và thời gian tác động.

Tổ chức quốc tế về tiêu chuẩn hóa ISO đưa ra năm 1969 cho phép đánh giá tác dụng của dao động con người ngồi trên xe. Cảm giác được đánh giá theo 3 mức độ: Thoải mái, mệt mỏi cho phép dao động mà vẫn giữ được mức độ cho phép của cường độ lao động) và mức giới hạn (giới hạn theo tác dụng của dao động lên sức khỏe con người). Sự khác nhau của tiêu chuẩn ISO so với các tiêu chuẩn khác ở chỗ có tính đến thời gian tác động của dao động thẳng đứng điều hòa tác động lên người ngồi và người đứng trong vòng 8 giờ. Nếu tần số tác động ở trong giới hạn nhạy cảm nhất với dao động của con người (4 đến 8 Hz) thì theo gia tốc bình phương trung bình (a_{RMS}):

$$a_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \cdot \int_0^T a^2(t) \cdot dt} \quad (2.8)$$

- Thoải mái: $0,1 \text{ m/s}^2$.
- Mệt mỏi cho phép: $0,315 \text{ m/s}^2$
- Mệt mỏi ở giới hạn cho phép: $0,63 \text{ m/s}^2$.

Chỉ tiêu về giá trị dao động tới hạn là giá trị ước lượng của gia tốc trung bình bậc 4 VDV (Vibration Dose Value). Tính giá trị gia tốc trung bình bậc 4 theo công thức:

$$VDV = \left[\int_0^T a^4(t).dt \right]^{\frac{1}{4}} (m/s^{1.75}) \quad (2.9)$$

Lượng dao động tới hạn (eVDV: estimate Vibration Dose Value) đặc trưng cho giới hạn nguy hiểm đến sức khỏe con người do dao động của ô tô khách trong thời gian dài. eVDV được tính theo biểu thức:

$$eVDV = 1,4. a_{RMS}. T^{1/4} \quad (2.10)$$

Lượng dao động cho N chu kỳ khi ảnh hưởng của chu kỳ khác nhau là cần thiết hoặc một cú va đập xảy ra lặp đi lặp lại như trường hợp của những mấp mô điều khiển tốc độ. Giá trị này được mô tả như sau:

$$VDV_t = (\sum_{n=1}^{n=N} VDV_n^4)^{1/4} \quad (2.11)$$

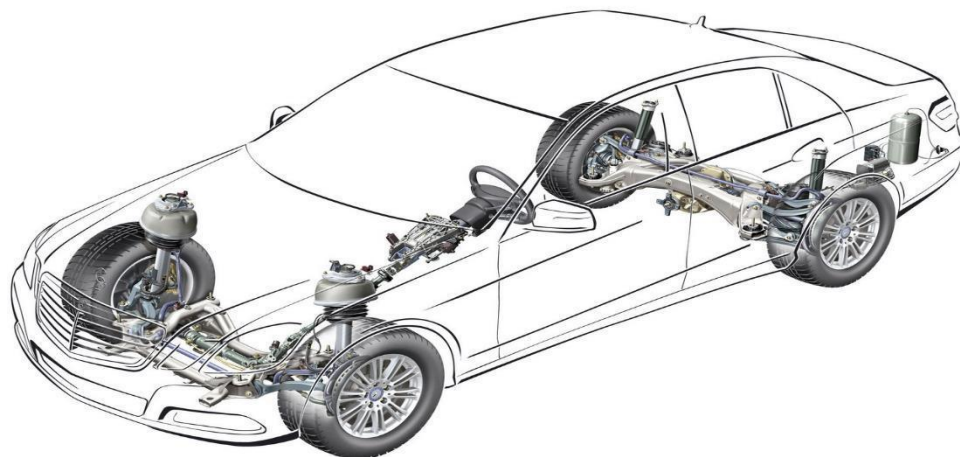
Trong đó:

T: Khoảng thời gian khảo sát (s).

a(t): Gia tốc thẳng đứng tác dụng lên người ngồi (m/s²).

VDV_n: Lượng dao động ở chu kỳ thứ n.

2.3. CÁC HỆ THỐNG TREO TRÊN Ô TÔ.



Hình 2.9 hệ thống treo và bố trí chung trên xe

2.3.1. Hệ thống treo thụ động:

a. Khái niệm:

Hệ thống treo thụ động là một hệ thống gồm nhiều bộ phận gắn kết với nhau được bố trí trên ô tô nhằm:

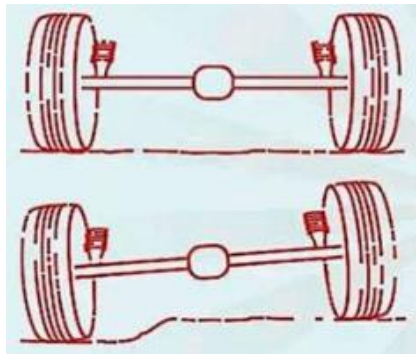
Liên kết mềm giữa bánh xe và thân xe, làm giảm tải trọng động thẳng đứng tác dụng lên thân xe và đảm bảo bánh xe lăn êm trên nền đường.

Truyền lực từ bánh xe lên thân xe và ngược lại, để xe có thể chuyển động, đồng thời đảm bảo sự chuyên dịch hợp lý vị trí của bánh xe so với thùng xe.

Dập tắt nhanh các dao động từ mặt đường tác động lên thân xe.

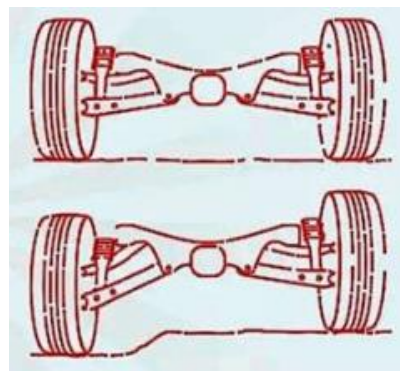
b. Phân loại:

Hệ thống treo phụ thuộc: là hệ thống treo có các bánh xe của cùng một cầu được bắt trên một dầm cầu cứng, khi một bánh xe chuyển vị so với thùng xe, bánh xe bên kia sẽ chuyển bị phụ thuộc.



Hình 2.10 hệ thống treo phụ thuộc

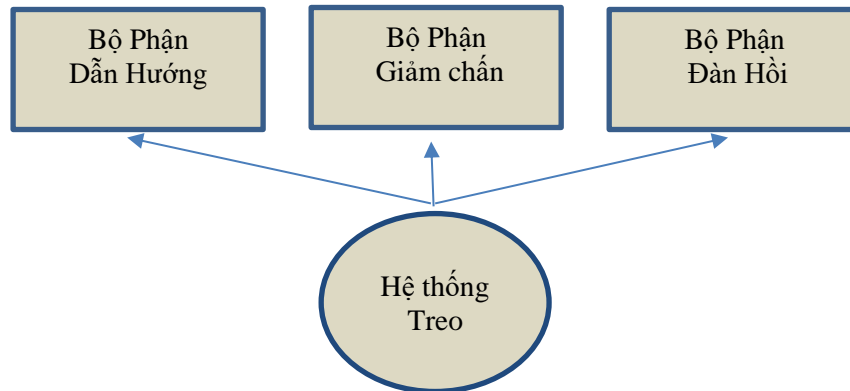
Hệ thống treo độc lập: là hệ thống treo có chuyển vị của các bánh xe trên cùng một cầu là độc lập đối với thùng xe.



Hình 2.11 hệ thống treo độc lập

c. Các bộ phận chính:

Hệ thống treo bao gồm ba bộ phận chính: *dẫn hướng, giảm chấn, đàn hồi*.



Hình 2.12 Các bộ phận chính hệ thống treo độc lập

Bộ phận đàn hồi:

Có tác dụng làm êm dịu sự chuyển động của thân xe khi đi trên đường bằng cách biến đổi tần số dao động giữa hai phần của hệ thống treo thành tần số dao động phù hợp với trạng thái sinh lý của người lái và hành khách. Phần lớn ô tô hiện nay sử dụng bộ phận đàn hồi bằng kim loại: nhíp lá, thanh xoắn, lò xo xoắn.

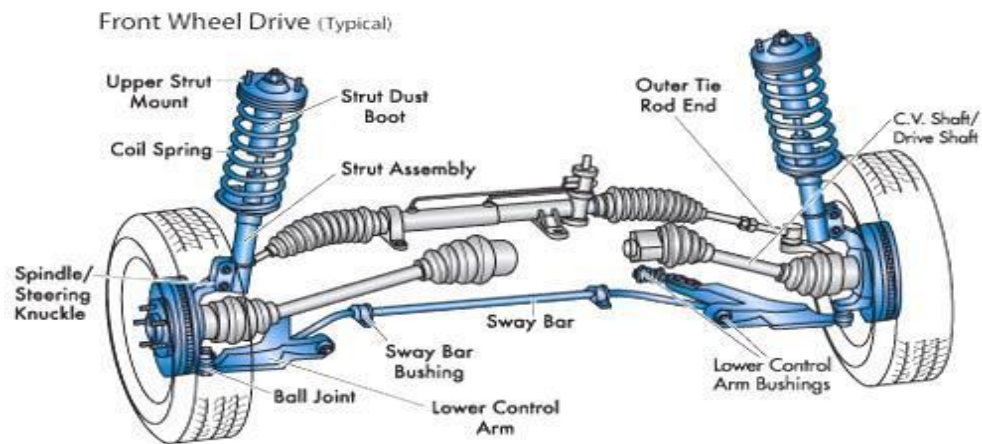


Hình 2.13 Cấu tạo dạng Lá nhíp và lò xo

Bộ phận dẫn hướng:

Có nhiệm vụ xác định quan hệ dịch chuyển tương đối của bánh xe so với thùng xe, cho phép dịch chuyển theo phương thẳng đứng, hạn chế các dịch chuyển khác không mong muốn của bánh xe và truyền lực, mô men từ bánh xe lên thùng xe hoặc khung xe.

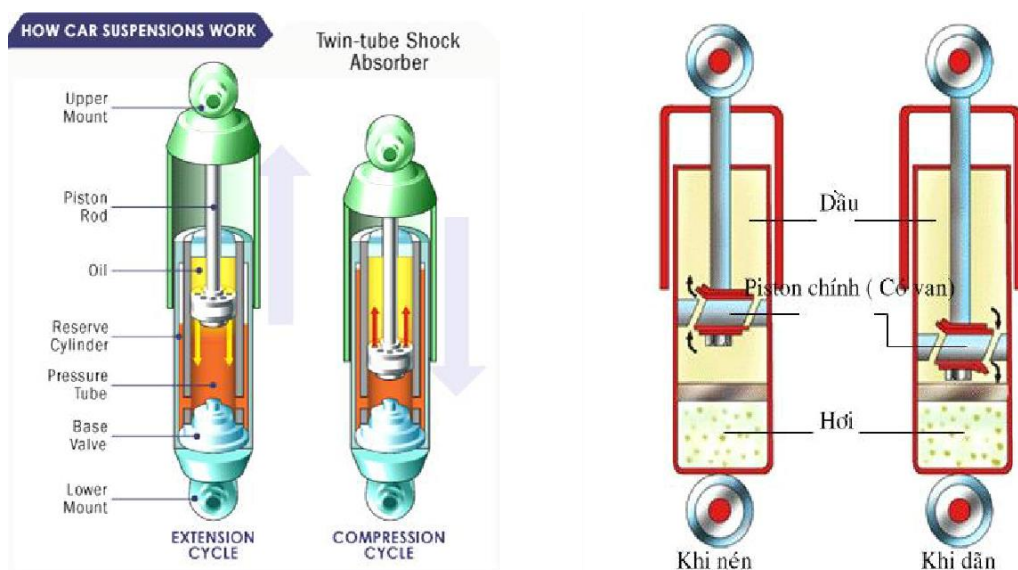
Bộ phận dẫn hướng rất đa dạng, liên quan tới kết cấu liên kết của các cơ hệ, và thường được xem xét theo phân loại cơ bản: phụ thuộc, độc lập và các phân loại nhỏ hơn.



Hình 2.14 Cơ cấu treo trước và các bộ phận chính

Bộ phận giảm chấn:

Dùng để dập tắt dao động của thân xe và bánh xe bằng cách chuyển năng lượng dao động (cơ năng) thành dạng nhiệt năng (ma sát) và tỏa ra môi trường không khí. Khả năng dập tắt dao động của hệ thống treo được đảm nhiệm bởi giảm chấn, ngoài ra còn có sự tham gia của các thành phần ma sát khác (giữa các lá nhíp, bạc và chốt nhíp...). Những thành phần ma sát này được khống chế nhằm đảm bảo sự làm việc của hệ thống treo.



a. Giảm chấn 2 lớp vỏ

b. Giảm chấn 1 lớp vỏ

Hình 2.15 (a) Cấu tạo giảm chấn 2 lớp vỏ và (b) giảm chấn 1 lớp vỏ

So sánh với loại giảm chấn hai lớp vỏ

- Ưu điểm giảm chấn một lớp vỏ:
 - ✓ Khi có cùng đường kính ngoài, đường kính của cần piston có thể làm lớn hơn mà sự biến động tương đối của áp suất chất lỏng sẽ nhỏ hơn.
 - ✓ Điều kiện toả nhiệt tốt hơn do không có “áo dầu”.
 - ✓ Giảm chấn có piston ngăn cách có thể làm việc ở bất kỳ góc nghiêng bố trí nào.
 - ✓ Cùng một tác động bên ngoài thì nó dập tắt dao động nhanh hơn.
- Nhược điểm của loại giảm chấn một lớp vỏ là:
 - ✓ Làm việc kém tin cậy, có thể bị bó kẹt trong các hành trình nén hoặc trả mạnh.
 - ✓ Chế tạo phức tạp và giá thành đắt hơn.

2.3.2. Hệ thống treo tích cực:

Hệ thống treo tích cực, hay còn gọi là treo thích ứng, là một công nghệ ô tô, nó điều khiển sự chuyển động thẳng đứng của bánh xe thông qua hệ thống vi mạch, thay vì chuyển động của bánh xe được xác định hoàn toàn bởi mặt đường. Do đó hệ thống này hầu như loại bỏ được vấn đề nghiêng ngang, sự chúi đầu hay đuôi xe trong những trường hợp xe vào cua, phanh hoặc tăng tốc.

Công nghệ này giúp chiếc xe đạt được tính êm dịu và tính năng lái cao hơn, bằng cách giữ cho bánh xe vuông góc với mặt đường khi vào cua, nhờ đó tăng thêm độ bám và sự điều khiển xe.

Vi mạch điều khiển sẽ phát hiện chuyển động của thân xe từ các cảm biến gắn trên xe và dùng các dữ liệu được tính toán bởi thuật toán điều khiển, từ đó sẽ điều khiển hoạt động của hệ thống treo.

Hệ thống treo tích cực có thể được chia làm hai nhóm chính: hệ thống treo tích cực hoàn toàn và hệ thống treo bán tích cực.

a. Treo tích cực hoàn toàn (chủ động):

Hệ thống treo tích cực sử dụng các bộ chấp hành riêng biệt để tạo ra các lực đến từng bộ phận đàn hồi 1 cách độc lập ở mỗi bánh xe để cải thiện tính năng vận hành. Nhược điểm của thiết kế này là chi phí cao, làm tăng thêm sự phức tạp cũng như tăng khối lượng cho toàn hệ thống, và phải bảo dưỡng khá thường xuyên và sửa chữa khi cần phải cài đặt. Việc bảo dưỡng cũng là một vấn đề, vì chỉ có các đại lý ủy quyền của hãng mới có dụng cụ và kỹ thuật viên đủ khả năng sửa chữa cũng như chẩn đoán hư hỏng 1 cách chính xác.

➤ *Dẫn động thủy lực*

Hệ thống treo thủy lực được điều khiển bằng một cơ cấu servo thủy lực. Các áp lực thủy lực cho servo được cung cấp bởi một bơm thủy lực áp suất cao dùng các piston hướng kính. Các cảm biến liên tục giám sát độ dịch chuyển của thân xe và chế độ lái, để từ đó liên tục cung cấp dữ kiện cho máy tính.

Sau khi máy tính nhận và xử lý dữ liệu, nó tác động đến các servo thủy lực (được gắn bên cạnh mỗi bánh xe). Gần như ngay lập tức, hệ thống treo được điều chỉnh bởi servo để tạo ra các lực chống lại sự nghiêng ngang của thân xe, sự chúi đầu hay chúi đuôi trong các chế độ lái xe khác nhau.

Trong thực tế, hệ thống này luôn kết hợp chức năng tự động điều chỉnh độ cứng của bộ phận đàn hồi và chức năng điều chỉnh độ cao gầm xe, và các phiên bản sau này, nó liên quan với tốc độ xe trong mục đích cải thiện tính năng khí động học, ví dụ như làm giảm độ cao gầm xe khi chạy ở tốc độ cao.

➤ *Thu hồi điện từ.*

Loại này sử dụng một mô tơ gắn liền với từng bánh xe độc lập, giúp tạo ra các phản ứng cực kỳ nhanh chóng và tái sinh năng lượng thông qua việc tận dụng các mô tơ như máy phát điện. Thiết kế này gần như đã khắc phục được các nhược điểm của hệ thống thủy lực là thời gian đáp ứng chậm và tiêu thụ năng lượng cao.

b. Treo bán tích cực (bán chủ động)

Hệ thống bán chủ động chỉ có thể thay đổi độ nhót của bộ giảm chấn, và không làm tăng độ cứng cho bộ phận đàn hồi. Mặc dù bị hạn chế trong việc can thiệp vào hệ thống treo, nhưng hệ thống treo bán chủ động tốn kém ít chi phí và tiêu thụ năng lượng ít. Trong thời gian gần đây, nghiên cứu về hệ thống treo bán chủ động được liên tục phát triển để tạo ra hiệu quả cao nhất, thu hẹp khoảng cách giữa các hệ thống treo bán chủ động và hoàn toàn chủ động.

➤ *Dẫn động bằng van điện từ (solenoid).*

Loại này là loại cơ bản nhất của hệ thống treo bán chủ động và có giá thành thấp nhất. Chúng bao gồm một van điện từ làm thay đổi lưu lượng của dòng nhót bên trong giảm chấn, do đó thay đổi độ giảm chấn của hệ thống treo. Các van điện từ được nối với máy tính, tại đó sẽ được gửi đi các lệnh phụ thuộc vào thuật toán điều khiển (thường được gọi là kỹ thuật "Sky-Hook").

➤ *Bộ giảm chấn dùng lưu chất biến từ.*

Một phương pháp khác được phát triển gần đây là dùng một bộ giảm chấn có chứa chất lưu biến từ, trong hệ thống mang tên Magne Ride.

Trong hệ thống đã được phát triển trong vòng 25 năm này, dòng chất lỏng giảm chấn được chứa các hạt kim loại (vì vậy gọi là lưu chất biến từ). Thông qua các máy tính, đặc tính của giảm chấn được điều khiển bởi một nam châm điện. Về cơ bản, việc tăng lưu lượng lưu chất vào giảm chấn sẽ làm tăng độ nén, phục hồi của lò xo, và việc giảm lưu lượng sẽ làm giảm hiệu quả hoạt động của giảm chấn. Thông tin từ các cảm biến bánh xe (cảm biến về độ co giãn của lò xo), cảm biến vô lăng, cảm biến gia tốc và một số cảm biến khác sẽ được sử dụng để tính toán độ cứng tối ưu. Phản ứng nhanh chóng của toàn hệ thống cho phép, ví dụ như, có thể làm một bánh xe di chuyển một cách nhẹ nhàng êm ái qua một ổ gà hoặc một tảng đá trên đường.

2.3.3. Một số loại giảm chấn tích cực:

Giảm chấn trong hệ thống treo có tác dụng dập tắt dao động của khối lượng được treo và khối lượng không được treo. Có hai loại giảm chấn là giảm chấn tích cực và giảm chấn bị động. Với loại giảm chấn tích cực (hệ số cản của giảm chấn có thể thay đổi được), lực giảm chấn được thay đổi tùy theo điều kiện làm việc của ô tô. Về đặc tính, giảm chấn tích cực được chia thành hai loại cơ bản: Loại hệ số cản của giảm chấn có thể thay đổi liên tục và loại hệ số cản của giảm chấn thay đổi kiểu “On - Off”. Về mặt kết cấu giảm chấn tích cực được chia thành 4 loại: Giảm chấn thủy lực có van tiết lưu thay đổi; giảm chấn điện hoá (ER); giảm chấn từ hoá (MR) và loại giảm chấn ma sát tích cực [8].

Trong các loại giảm chấn tích cực hiện nay thì giảm chấn tích cực từ hóa (MR) và giảm chấn tích cực điện hóa (ER) đang được ứng dụng rộng rãi trong hệ thống treo điều khiển bán tích cực trên ô tô

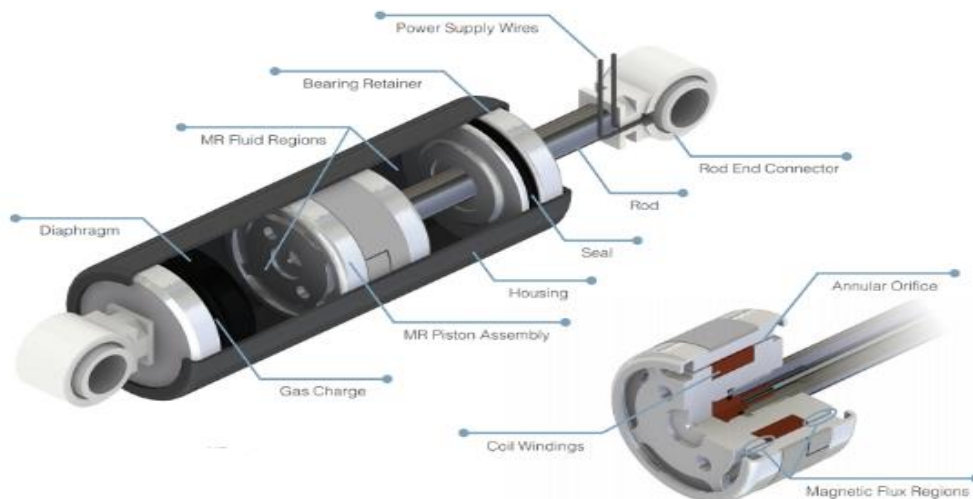
a. Giảm chấn tích cực MR (*Magneto-Rheological*):

Chất từ hoá là chất liệu có đặc trưng bởi sự thay đổi trong thuộc tính từ học (độ co giãn, độ dẻo, hay độ nhớt) dưới tác dụng của điện từ. Chất lỏng từ hoá gồm các hạt nhiễm từ dư trong lòng chất lỏng mang nó. Kết cấu giảm chấn MR thể hiện trên Hình 2.9. Nguyên lý làm việc thể hiện trên Hình 2.10. Ở

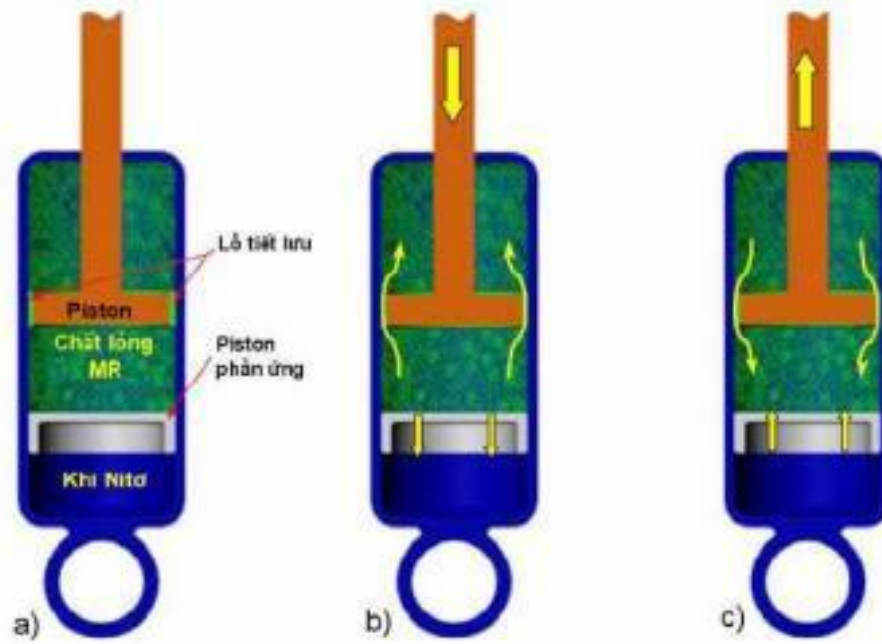


Hình 2.16 Chất lỏng từ hóa

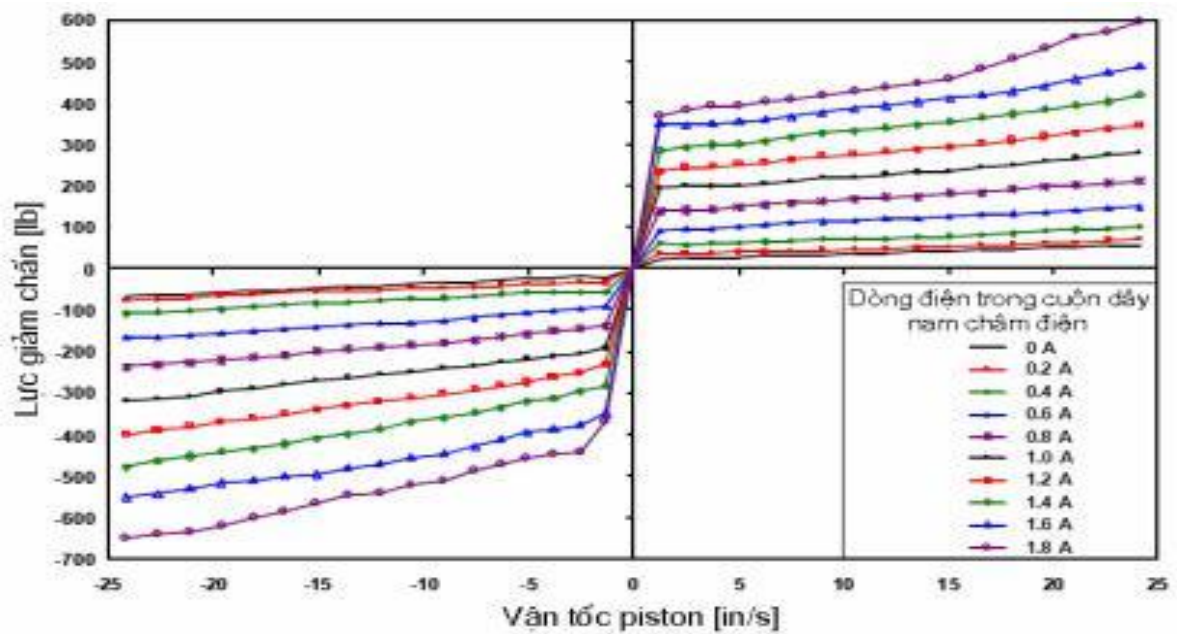
trạng thái trả (Hình 2.10c), chất lỏng MR di chuyển từ phía trên piston xuống dưới qua van tiết lưu MR, piston phản ứng dịch chuyển lên trên bù vào lượng chất lỏng MR do cần piston chiếm chỗ. Trạng thái nén (Hình 2.10b), chất lỏng MR di chuyển từ phía dưới piston lên phía trên qua van tiết lưu MR, piston phản ứng dịch chuyển xuống dưới tạo không gian cho piston giảm chấn. Van tiết lưu MR là lỗ có kích thước đã định có khả năng cung cấp từ trường, sử dụng nam châm điện để điều chỉnh cường độ dòng điện. Từ trường này làm thay đổi tính nhớt của chất lỏng MR, là nguyên nhân gây thay đổi áp lực của dòng chất lỏng qua lỗ tiết lưu. Áp lực thay đổi tỷ lệ trực tiếp với lực cần thiết để dịch chuyển cần piston. Hiểu theo cách thông thường, đặc tính của giảm chấn MR là hàm của dòng điện chạy vào cuộn dây nam châm điện. Nhờ mối quan hệ này hệ số cản của giảm chấn MR dễ dàng điều khiển được theo thời gian thực.



Hình 2.17 Giảm chấn từ hóa MR.



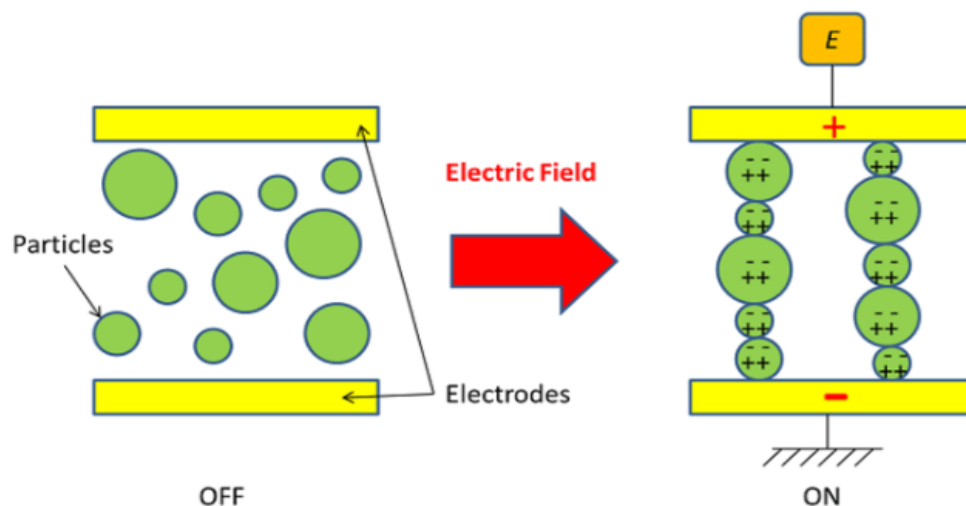
Hình 2.18: Nguyên lý động lực học giảm chấn tích cực MR.
a – Sơ đồ nguyên lý; b- Trạng thái nén; c- Trạng thái trả.



Hình 2.19 Đường đặc tính của giảm chấn tích cực MR.

b. Giảm chấn tích cực ER (Electro-Rheological):

Giảm chấn ElectroRheological (ER) là một giảm chấn sử dụng chất lỏng điện biến (ElectroRheological). Chất lỏng điện biến là một hỗn hợp gồm các hạt với độ dẫn điện cực cao trộn trong chất lỏng cách điện (tỉ lệ độ dẫn điện giữa các hạt và chất lỏng vào khoảng từ một tới hàng chục nghìn lần). Sự có mặt của các hạt mang điện này không làm thay đổi đặc tính của chất lỏng trong điều kiện bình thường. Trái lại, khi chất lỏng được đặt trong điện trường, các hạt mang điện sẽ bị phân cực và hình thành các sợi dọc theo phương của điện trường. Khi đó đặc tính của chất lỏng (thể hiện rõ nhất là độ nhớt) sẽ thay đổi đáng kể và phụ thuộc vào cường độ điện trường ngoài. Một đặc điểm rất đáng chú ý khác của chất lỏng điện biến là tính thuận nghịch. Khi bỏ điện trường ngoài, chất lỏng sẽ trở lại đặc tính hoàn toàn giống như ban đầu. Do đó thay đổi các đặc tính của giảm chấn ER.



Hình 2.20 Sự phân cực và hình thành của các hạt mang điện trong chất lỏng ER

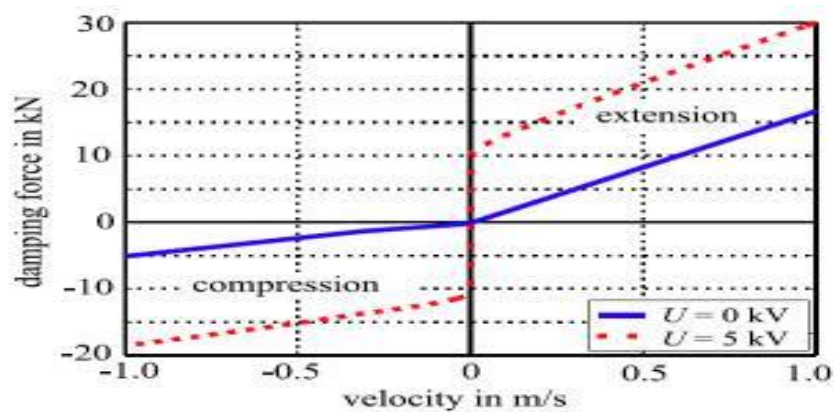
Giảm chấn ElectroRheological (ER) gồm một van điều tiết quay ER và các phương tiện truyền dẫn để chuyển những dao động tịnh tiến thành chuyển động quay của các van điều tiết ER. Các van điều tiết ER quay bao gồm một stator và một rotor đồng trục. Các điện cực stator và các điện cực rotor phân cách khác nhau trong khoang bằng một lớp nhỏ chất lỏng. Khoang chứa đầy chất lỏng ER được thay đổi các thuộc tính lưu biến của nó khi tiếp xúc với một điện trường. Chất lỏng ER lấp đầy khoảng trống giữa mỗi cặp của stator và điện cực rotor. Các van điều tiết ER quay có thể điều khiển để có thể chống chuyển động quay tròn giữa stator và rotor và do đó dập tắt những dao động tịnh tiến.

Việc điều khiển trong giảm chấn ER được thực hiện thông qua môi trường của chất lỏng ER. Thiết bị biến chuyển động tịnh tiến thành chuyển động quay là chuyển đổi chuyển động tịnh tiến của các dao động của xe thành chuyển động quay của các giảm chấn và ngược lại.

➤ **Kết cấu giảm chấn ER:**

Đường đặc tính của giảm chấn nên điều chỉnh phù hợp với điều kiện ô tô chuyển động trong thực tế: Vận tốc xe, điều kiện đường xá... Nhiệm vụ của bộ điều khiển được thiết kế nhằm theo dõi các đặc tính mong muốn của giảm chấn bằng cách kiểm soát điện thế đầu vào U .

Hình 2.13 mô tả đặc tính của giảm chấn ER. Trong đó đường liền đánh dấu lực tối thiểu giảm chấn ($U=0$), đường chấm chấm đỏ biểu thị lực cực đại của giảm chấn ($U=5kV$).



Hình 2.21 Đường đặc tính giảm chấn ER

CHƯƠNG III:

CƠ SỞ TOÁN HỌC ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TREO BÁN TÍCH CỰC.

3.1. Giới thiệu bộ điều khiển mờ (Fuzzy logic Control).

Logic mờ được công bố lần đầu tiên tại Mỹ vào năm 1965 bởi giáo sư Lotfi Zadeh. Kể từ đó, logic mờ đã có nhiều phát triển qua các chặng đường sau: phát minh ở Mỹ, áp dụng ở Châu Âu và đưa vào các sản phẩm thương mại ở Nhật. Ứng dụng đầu tiên của logic mờ vào công nghiệp được thực hiện ở Châu Âu, khoảng sau năm 1970. Tại trường Queen Mary ở Luân Đôn – Anh, Ebrahim Mamdani dùng logic mờ để điều khiển một máy hơi nước mà trước đây ông ấy không thể điều khiển được bằng các kỹ thuật cổ điển. Và tại Đức, Hans Zimmermann dùng logic mờ cho các hệ ra quyết định. Liên tiếp sau đó, logic mờ được áp dụng vào các lĩnh vực khác như điều khiển lò xi măng, ... nhưng vẫn không được chấp nhận rộng rãi trong công nghiệp. Kể từ năm 1980, logic mờ đạt được nhiều thành công trong các ứng dụng ra quyết định và phân tích dữ liệu ở Châu Âu. Nhiều kỹ thuật logic mờ cao cấp được nghiên cứu và phát triển trong lĩnh vực này. Cảm hứng từ những ứng dụng của Châu Âu, các công ty của Nhật bắt đầu dùng logic mờ vào kỹ thuật điều khiển từ năm 1980. Nhưng do các phần cứng chuẩn tính toán theo giải thuật logic mờ rất kém nên hầu hết các ứng dụng đều dùng các phần cứng chuyên về logic mờ. Một trong những ứng dụng dùng logic mờ đầu tiên tại đây là nhà máy xử lý nước của Fuji Electric vào năm 1983, hệ thống xe điện ngầm của Hitachi vào năm 1987.

Những thành công đầu tiên đã tạo ra nhiều quan tâm ở Nhật. Có nhiều lý do để giải thích tại sao logic mờ được ưa chuộng. Thứ nhất, các kỹ sư Nhật thường bắt đầu từ những giải pháp đơn giản, sau đó mới đi sâu vào vấn đề. Phù hợp với việc logic mờ cho phép tạo nhanh các bản mẫu rồi tiến đến việc tối ưu. Thứ hai, các hệ dùng logic mờ đơn giản và dễ hiểu. Sự “thông minh” của hệ không nằm trong các hệ phương trình vi phân hay mã nguồn. Cũng như việc các kỹ sư Nhật thường làm việc theo tổ, đòi hỏi phải có một giải pháp để mọi người trong tổ đều hiểu được hành vi của hệ thống, cùng chia sẻ ý tưởng để tạo ra hệ. Logic mờ cung cấp cho họ một phương tiện rất minh bạch để thiết kế hệ thống. Và cũng do nền văn hóa, người Nhật không quan tâm đến logic Boolean hay logic mờ; cũng như trong tiếng Nhật, từ “mờ” không mang nghĩa tiêu cực.

Do đó, logic mờ được dùng nhiều trong các ứng dụng thuộc lĩnh vực điều khiển thông minh hay xử lý dữ liệu. Máy quay phim và máy chụp hình dùng logic mờ để chứa đựng sự chuyên môn của người nghệ sĩ nhiếp ảnh. Mitsubishi thông báo về chiếc xe đầu tiên trên thế giới dùng logic mờ trong điều khiển, cũng như nhiều hãng chế tạo xe khác của Nhật dùng logic mờ trong một số thành phần. Trong lĩnh vực tự động hóa, Omron Corp. có khoảng 350 bằng phát minh về logic mờ. Ngoài ra, logic mờ cũng được dùng để tối ưu nhiều quá trình hóa học và sinh học.

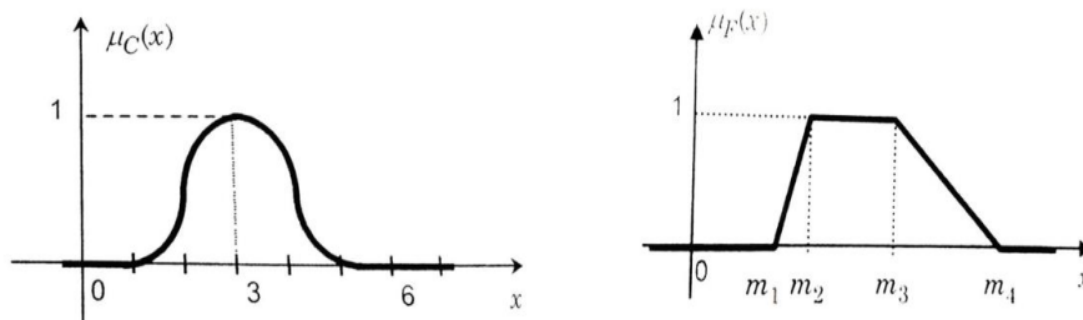
Năm năm trôi qua, các tổ hợp Châu Âu nhận ra rằng mình đã mất một kỹ thuật chủ chốt vào tay người Nhật và từ đó họ đã nỗ lực hơn trong việc dùng logic mờ vào các ứng dụng của mình. Đến nay, có khoảng 200 sản phẩm bán trên thị trường và vô số ứng dụng trong điều khiển quá trình – tự động hóa dùng logic mờ. Từ những thành công đạt được, logic mờ đã trở thành một kỹ thuật thiết kế “chuẩn” và được chấp nhận rộng rãi trong cộng đồng.

3.1.1 Logic mờ và các phép toán về mờ.

Tập mờ F xác định trên tập kinh điển X là một tập mà mỗi phần tử của nó là một cặp các giá trị $(x, \mu_F(x))$ trong đó $x \in X$ và μ_F là ánh xạ.

$$\mu_F: X \rightarrow [0,1].$$

Ánh xạ μ_F được gọi là thuộc (hoặc hàm phụ thuộc) của tập mờ F. Tập kinh điển X được gọi là tập nền (hay vũ trụ) của tập mờ F



Hình 3.1 a.) Hàm phụ thuộc trơn b.) Hàm phụ thuộc chuyển đổi tuyến tính

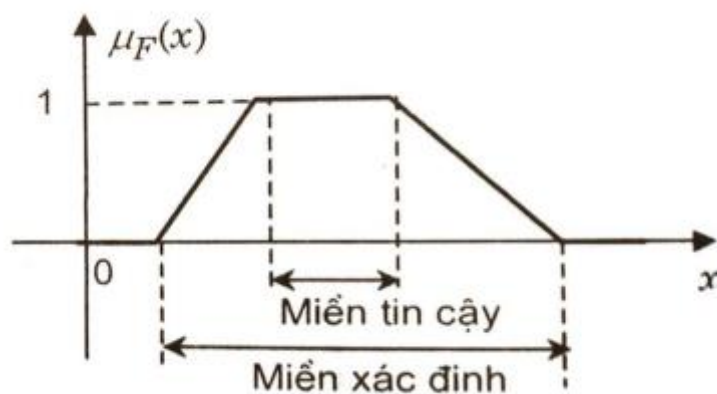
Các hàm liên thuộc $\mu_F(x)$ có dạng “trơn” như hình 3.1 được gọi là thuộc kiểu S. Đối với hàm thuộc kiểu S, do các công thức biểu diễn $\mu_F(x)$ có độ phức tạp lớn, nên thời gian tính độ phụ thuộc cho một phần tử lâu. Bởi vậy trong kỹ thuật điều khiển mờ thông thường các hàm liên thuộc kiểu S hay được thay gần đúng bằng một hàm tuyến tính từng đoạn. Một hàm liên thuộc có dạng tuyến tính từng đoạn được gọi là hàm thuộc có mức chuyển đổi tuyến tính như hình 2.2. Hàm thuộc $\mu_F(x)$ như ở hình 3.1b với $m_1 = m_2$ và $m_3 = m_4$ chính là hàm thuộc của một tập kinh điển.

3.1.2 Độ cao, miền xác định và miền tin cậy của tập mờ.

Độ cao của một tập mờ F (định nghĩa trên tập nền X) là giá trị:

$$h = \sup \mu_F(x), x \in X$$

Ký hiệu $\supp \mu_F(x), x \in X$ chỉ giá trị nhỏ nhất trong tất cả các giá trị chặn trên của hàm $\mu_F(x)$. Một tập mờ với ít nhất một phần tử có độ phụ thuộc bằng 1 được gọi là tập mờ chính tắc tức là $h = 1$, ngược lại một tập mờ F với $h < 1$ được gọi là tập mờ không chính tắc.



Hình 3.2 Miền xác định và miền tin cậy của một tập mờ

Bên cạnh khái niệm về độ cao, mỗi tập mờ F còn có hai khái niệm quan trọng khác là:

- + miền xác định.
- + miền tin cậy.

Miền xác định của tập mờ F (định nghĩa trên nền X), được ký hiệu bởi S là tập con của M thỏa mãn:

$$S = \text{supp} \mu_F(x) = \{ \mu_F(x) > 0 \}$$

Kí hiệu $\text{supp} \mu_F(x)$ viết tắt của từ tiếng anh support, như công thức đã chỉ rõ, là tập con trong X trong X chứa các phần tử x mà tại đó hàm $\mu_F(x)$ có giá trị dương. Miền tin cậy của tập mờ F (định nghĩa trên nền X), được ký hiệu bởi T , là tập con của M thỏa mãn

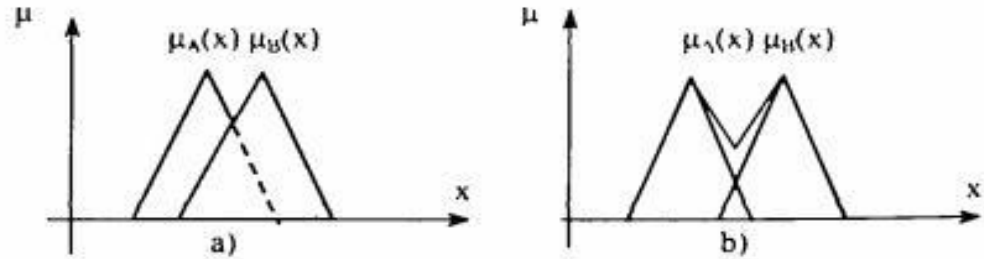
$$T = \{ x \in X \mid \mu_F(x) = 1 \}$$

3.1.3. Các phép toán trên tập mờ

Trên tập mờ có 3 phép toán cơ bản là phép hợp, phép giao và phép bù.

a. Phép hợp hai tập mờ

➤ Phép hợp hai tập mờ có cùng cơ sở



Hình 3.3. Hợp của hai tập mờ có cùng cơ sở

(a) Theo quy tắc Max, (b) theo quy tắc Lukasiewicz

Hợp của hai tập mờ A và B có cùng cơ sở M là một tập mờ cùng xác định trên cơ sở M với hàm liên thuộc được xác định theo một trong các công thức sau:

Chú ý: Có nhiều công thức khác nhau được dùng để tính hàm liên thuộc $\mu_{A \cup B}(x)$ của hai tập mờ. Song trong kỹ thuật điều khiển mờ ta chủ yếu dùng 2 công thức hợp, đó là lấy Max và phép hợp Lukasiewicz.

$$1. \mu_A \cup B(x) = \text{Max}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\}; \tag{3.1}$$

$$2. \mu_A \cup B(x) = \text{Min}\{1, \mu_A(x) + \mu_B(x)\}; \text{ phép hợp lukasiewicz} \tag{3.2}$$

$$3. \mu_A \cup B(x) = \begin{cases} \text{Max}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} & \text{khi } \text{Min}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} = 0 \\ 1 & \text{khi } \text{Min}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \neq 0 \end{cases} \tag{3.3}$$

$$4. \mu_A \cup B(x) = \frac{\mu_A(x) + \mu_B(x)}{1 + \mu_A(x) + \mu_B(x)} \quad (\text{Tổng Einstein}) \tag{3.4}$$

$$5. \mu_A \cup B(x) = \mu_A(x) + \mu_B(x) - \mu_A(x)\mu_B(x) \quad (\text{Tổng trực tiếp}) \tag{3.5}$$

➤ Hợp hai tập mờ khác cơ sở

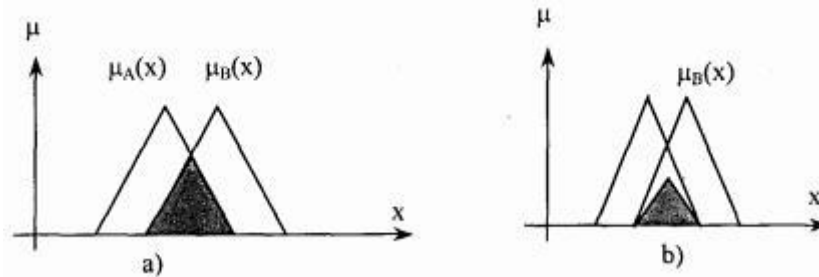
Để thực hiện phép hợp 2 tập mờ khác cơ sở, về nguyên tắc ta phải đưa chúng về cùng một cơ sở. Xét tập mờ A với hàm liên thuộc $\mu_A(x)$ được định nghĩa trên cơ sở M và B với hàm liên thuộc $\mu_B(x)$ được định nghĩa trên cơ sở N, hợp của 2 tập mờ A và B là một tập mờ xác định trên cơ sở $M \times N$ với hàm liên thuộc:

$$\mu_{A \cup B}(x, y) = \text{Max}\{\mu_A(x), \mu_B(x, y)\}; \tag{3.6}$$

Với $\mu_A(x, y) = \mu_A(x)$ với mọi $y \in N$ và $\mu_B(x, y) = \mu_B(y)$ (3.7)

b. Phép giao của hai tập mờ

➤ *Giao hai tập mờ cùng cơ sở*



Hình 3.4 *Giao của hai tập mờ có cùng cơ sở*
(a) Theo quy tắc Min và **(b)** theo tích đại số

Giao của hai tập mờ A và B có cùng cơ sở M là một tập mờ cũng xác định trên cơ sở M với hàm liên thuộc $\mu_{A \cap B}(x)$ được tính:

1. $\mu_{A \cup B}(x) = \text{Max}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\};$ (3.8)

2. $\mu_{A \cup B}(x) = \mu_A(x), \mu_B(x)$ (Tích đại số) (3.9)

3. $\mu_{A \cup B}(x) = \begin{cases} \text{Min}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} & \text{khi } \text{Min}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \neq 1 \\ 0 & \text{khi } \text{Min}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} = 1 \end{cases}$ (3.10)

4. $\mu_{A \cup B}(x) = \frac{\mu_A(x) \cdot \mu_B(x)}{2 - (\mu_A(x) + \mu_B(x)) - (\mu_A(x) \cdot \mu_B(x))}$ (Tích Einstein) (3.11)

5. $\mu_{A \cup B}(x) = \text{Max}\{0, \mu_A(x) + \mu_B(x) - 1\}$ (Phép giao Lukasiewicz) (3.12)

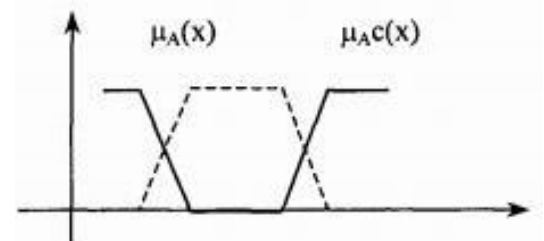
Cũng giống như trong phép hợp, trong kỹ thuật điều khiển chủ yếu ta sử dụng công thức 1 và công thức 2 để thực hiện phép giao 2 tập mờ.

➤ *Giao hai tập mờ khác cơ sở*

Để thực hiện phép giao 2 tập mờ khác cơ sở, ta cần phải đưa về cùng cơ sở. Khi đó, giao của tập mờ A có hàm liên thuộc $\mu_A(x)$ định nghĩa trên cơ sở M với tập mờ B có hàm liên thuộc $\mu_B(x)$ định nghĩa trên cơ sở N là một tập mờ xác định trên cơ sở

$M \times N$ có hàm liên thuộc được tính:

$\mu_{A \cap B}(x, y) = \text{MIN}\{\mu_A(x, y), \mu_B(x, y)\}$



Hình 3.5 *Giao của hai tập mờ khác cơ sở*

Trong đó:

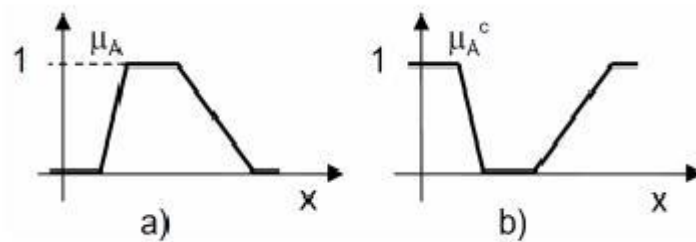
$\mu_A(x, y) = \mu_A(x)$ với mọi $y \in N$ và $\mu_B(x, y) = \mu_B(x)$ với mọi $x \in M$. **Phép bù của một tập mờ**

Bù của tập mờ A có cơ sở M và hàm liên thuộc $\mu_A(x)$ là một tập mờ A xác định trên cùng cơ sở M với hàm liên thuộc $\mu_{A^c}(x) = 1 - \mu_A(x)$

Tập bù của tập mờ A định nghĩa trên nền X là tập mờ A^c cũng được xác định trên tập nền X có hàm $A^c(x)$ thỏa mãn:

thuộc μ

1. $\mu_{A^c}(x)$ chỉ phụ thuộc vào $\mu_A(x)$
2. Nếu $\mu_A(x) = 1$ thì $\mu_{A^c}(x) = 0$
3. Nếu $\mu_A(x) = 0$ thì $\mu_{A^c}(x) = 1$
4. Nếu $\mu_A(x) \leq \mu_B(x)$ thì $\mu_{A^c}(x) \geq \mu_{B^c}(x)$



Hình 3.6.a- Hàm thuộc của tập mờ A; b- Hàm thuộc của tập mờ A^c

3.1.4. Biến ngôn ngữ và giá trị của nó:

Một đại lượng vật lý được định lượng dưới dạng ngôn ngữ (giá trị ngôn ngữ), ví dụ đại lượng dịch chuyển của piston giảm chấn có thể định lượng như sau: “*âm nhiều*”, “*âm ít*”, “*bằng 0*”, “*duong ít*” và “*duong nhiều*”. Mỗi giá trị ngôn ngữ đó được xác định bằng một tập mờ định nghĩa trên tập nền các giá trị vật lý (miền giá trị rõ). Như vậy biến vận tốc dịch chuyển piston có hai miền giá trị khác nhau:

Miền giá trị ngôn ngữ:

$$N = \{âm\ nhiều, âm\ ít, bằng\ 0, duong\ ít, duong\ nhiều\}.$$

Miền giá trị vật lý: $V = \{x \in R\}$.

Như vậy biến ngôn ngữ là biến được xác định trên miền ngôn ngữ. Do tập nền các tập mờ mô tả giá trị ngôn ngữ lại là miền giá trị vật lý V của đại lượng, do đó từ một giá trị vật lý $x \in V$ có được một véc tơ μ gồm các độ phụ thuộc của x như sau:

$$x \rightarrow \mu = \left\{ \begin{array}{l} \mu_{amnhieu}(x) \\ \mu_{amit}(x) \\ \mu_{bang0}(x) \\ \mu_{duongit}(x) \\ \mu_{duongnhieu}(x) \end{array} \right\} \quad (3.13)$$

Ánh xạ trên được gọi là quá trình “mờ hóa” (Fuzzification) của giá trị rõ x

3.1.5. Luật hợp thành mờ:

Mệnh đề hợp thành có dạng: $p \Rightarrow q$

Trong đó:

p : Mệnh đề điều kiện; q : Mệnh đề kết luận.

Độ thỏa mãn của mệnh đề hợp thành là giá trị của mệnh đề hợp thành (giá trị hợp thành). Trong logic kinh điển, giá trị của mệnh đề hợp thành chỉ nhận hai giá trị “0” (sai) hoặc “1” (đúng). Giữa mệnh đề hợp thành $p \Rightarrow q$ và các mệnh đề điều kiện p , mệnh đề kết luận q có quan hệ như bảng 3.1:

Bảng 3.1: Bảng mệnh đề hợp thành trong logic cổ điển

p	q	$p \rightarrow q$
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Mệnh đề hợp thành mờ là mệnh đề mà các mệnh đề điều kiện và mệnh đề kết luận được thực hiện trên biến ngôn ngữ.

Nếu $\chi = A$ thì $\gamma = B$

Hay $\mu A(x) \Rightarrow \mu B(y)$ với $\mu A, \mu B \in [0; 1]$

Giá trị hợp thành của mệnh đề mờ là một tập mờ định nghĩa trên không gian nền của biến ngôn ngữ kết luận có hàm $\mu A \Rightarrow B(y)$ thuộc nhận giá trị trong đoạn $[0, 1]$ thoả mãn:

a) $\mu A \Rightarrow B(y)$ chỉ phụ thuộc vào $\mu A(x)$ và $\mu B(y)$ (3.14)

b) $\mu A(x) = 0$ thì $\mu A \Rightarrow B(y) = 1$ (3.15)

c) $\mu B(y) = 1$ thì $\mu A \Rightarrow B(y) = 1$ (3.16)

d) $\mu A(x) = 1$ và $\mu B(y) = 0$ thì $\mu A \Rightarrow B(y) = 0$ (3.17)

e) $\mu A_1(x) \leq \mu A_2(x)$ thì $\mu A_1 \Rightarrow B(y) \leq \mu A_2 \Rightarrow B(y)$ (3.18)

f) $\mu B_1(y) \leq \mu B_2(y)$ thì $\mu A \Rightarrow B_1(y) \leq \mu A \Rightarrow B_2(y)$ (3.19)

Vậy bất cứ hàm $\mu A \Rightarrow B(y)$ thoả mãn 5 điều kiện trên có thể sử dụng hàm thuộc cho tập mờ kết quả của mệnh đề hợp thành. Do mệnh đề cổ điển luôn có giá trị đúng khi mệnh đề điều kiện sai (bảng 2.1) do đó khi chuyển đổi tương đương từ mệnh đề kinh điển sang mệnh đề hợp thành mờ như trên có nghịch lý, khi mệnh đề điều kiện không thoả mãn (độ phụ thuộc bằng 0) nhưng mệnh đề kết luận có độ thoả mãn cao nhất. Để khắc phục nhược điểm này có nhiều ý kiến đưa ra nhưng nguyên tắc của Mamdani có tính thuyết phục hơn cả.

Nguyên tắc Mamdani phát biểu như sau: “Độ phụ thuộc của mệnh đề kết luận không được lớn hơn độ phụ thuộc của điều kiện”.

Với nguyên tắc của Mamdani giá trị của mệnh đề hợp thành được định nghĩa như sau: Giá trị hợp thành của mệnh đề mờ là một tập mờ B' định nghĩa trên nền Y (không gian nền $\mu(\mu A, \mu B)$ của B) có hàm thuộc thoả mãn:

a.) $\mu_A \geq \mu(\mu_A, \mu_B)$ với mọi $\mu_A, \mu_B \in [0, 1]$ (3.20)

$$b.) \mu(\mu_A, 0) \text{ với mọi } \mu_A \in [0,1] \quad (3.21)$$

$$c.) \mu_{A1} \leq \mu_{A2} \text{ thì } \mu(\mu_{A1}, \mu_B) \leq \mu(\mu_{A2}, \mu_B) \quad (3.22)$$

$$d.) \mu_{B1} \leq \mu_{B2} \text{ thì } \mu(\mu_A, \mu_{B1}) \leq \mu(\mu_A, \mu_{B2}) \quad (3.23)$$

Có nhiều hàm thỏa mãn 4 điều kiện trên, nhưng thông thường hay dùng hai hàm sau:

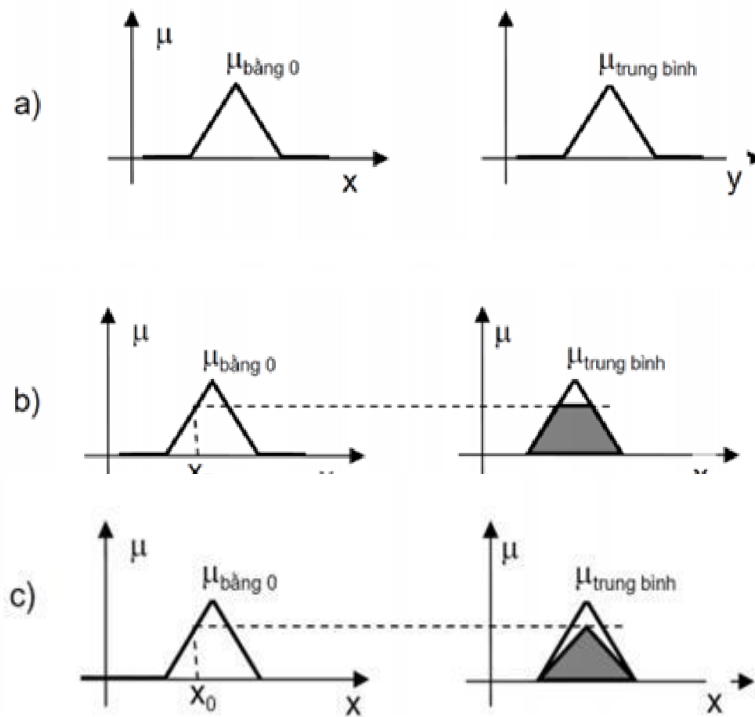
$$1.) \mu(\mu_A, \mu_B) = \text{Min}(\mu_A, \mu_B) \text{ Quy tắc hợp thành Min} \quad (3.24)$$

$$2.) \mu(\mu_A, \mu_B) = \mu_A - \mu_B \text{ Quy tắc hợp thành Pro} \quad (3.25)$$

Quy tắc hợp thành MIN và PRO với mệnh đề hợp thành “nếu tốc độ piston giảm chẵn bằng 0 thì độ cứng giảm chẵn trung bình”

Luật hợp thành R biểu diễn một hay nhiều hàm thuộc cho một hay nhiều mệnh đề hợp thành, nói cách khác luật hợp thành được hiểu là một tập hợp của nhiều mệnh đề hợp thành. Một luật hợp thành chỉ có một mệnh đề hợp thành được gọi là luật hợp thành đơn. Ngược lại nếu có nhiều hơn một mệnh đề hợp thành gọi là luật hợp thành kép. Phần lớn các hệ mờ trong thực tế đều có mô hình là luật hợp thành kép. Như vậy kết quả của luật hợp thành bao gồm 2 phép toán: phép kéo theo (mệnh đề hợp thành) và phép hợp các hệ quả của mệnh đề kéo theo.

- Nếu các hàm thuộc của mệnh đề hợp thành được thực hiện theo quy tắc MIN và phép hợp thực hiện theo luật max thì R có tên gọi là max-MIN.
- Nếu các hàm thuộc của mệnh đề hợp thành được thực hiện theo quy tắc PRO và phép hợp thực hiện theo luật max thì R có tên gọi là max-PRO.
- Nếu các hàm thuộc của mệnh đề hợp thành được thực hiện theo quy tắc MIN và phép hợp thực hiện theo luật sum thì R có tên gọi là sum-MIN.
- Nếu các hàm thuộc của mệnh đề hợp thành được thực hiện theo quy tắc PRO và phép hợp thực hiện theo luật sum thì R có tên gọi là sum-PRO.



Hình 3.7: Minh họa quy tắc hợp thành mờ.

- a- Hàm thuộc vận tốc piston và độ cứng giảm chấn;**
- b- Quy tắc hợp thành MIN;**
- c- Quy tắc hợp thành PRO**

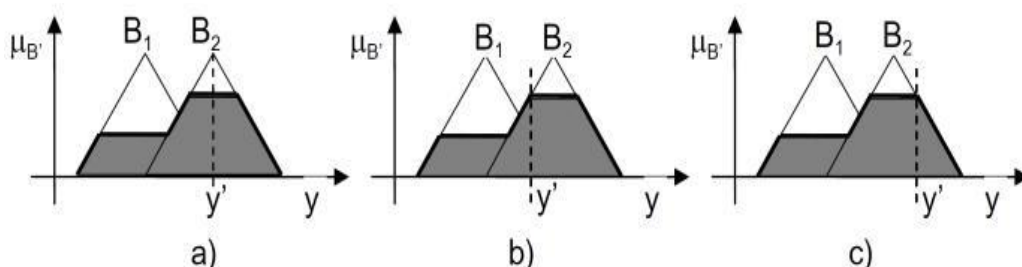
3.1.6. Giải mờ

Phương pháp cực đại cho rằng, giá trị rõ y' đại diện cho tập mờ phải là giá trị có xác suất thuộc tập mờ lớn nhất. Thực hiện theo phương pháp này gồm hai bước:

+ Xác định miền G chứa giá trị rõ y' , là miền mà tại đó hàm thuộc có giá trị cực đại.

+ Xác định y' có thể chấp nhận được, có ba nguyên lý: nguyên lý trung bình; nguyên lý cận trái; nguyên lý cận phải.

- Nguyên lý trung bình: y' là giá trị trung bình của giá trị cận trái và phải của G (hình 3.8a).
- Nguyên lý cận trái: y' là giá trị cận trái của G (hình 3.8b).
- Nguyên lý cận phải: y' là giá trị cận phải của G (hình 3.8c)



Hình 3.8

a- Nguyên lý trung bình; b- Nguyên lý cận trái; c- Nguyên lý cận phải

3.1.7. Nguyên tắc tổng hợp bộ điều khiển mờ

Thực hiện tổng hợp bộ điều khiển mờ phải tiến hành theo các bước sau:

a. Định nghĩa biến vào/ra:

Tùy thuộc vào đối tượng điều khiển và mục đích điều khiển, người thiết kế phải xác định biến vào/ra của bộ điều khiển. Trong bài toán điều khiển hệ thống treo bán tích cực với mục đích nâng cao độ êm dịu chuyển động của ô tô, biến vào của bộ điều khiển có thể là vận tốc piston giảm chấn, dịch chuyển thân xe, vận tốc thân xe và gia tốc thân xe..., biến ra của bộ điều khiển là hệ số cản của giảm chấn, lực giảm chấn.

b. Xác định tập mờ:

Bước tiếp theo là định nghĩa biến ngôn ngữ vào/ra bao gồm các tập mờ và các dạng hàm thuộc của chúng. Để làm được điều đó ta cần xác định:

Miền giá trị vật lý của biến ngôn ngữ vào/ra.

- Số lượng tập mờ (số lượng giá trị ngôn ngữ). Về nguyên tắc số lượng giá trị ngôn ngữ cho mỗi biến ngôn ngữ nên chọn trong khoảng từ 3 đến 10 giá trị. Nếu ít hơn 3 thì ít có ý nghĩa, nếu lớn hơn 10 thì con người khó có khả năng bao quát và phân biệt.
- Xác định hàm thuộc, đây là một điểm quan trọng vì quá trình làm việc của bộ điều khiển mờ phụ thuộc rất lớn vào dạng và kiểu của hàm thuộc. Các hàm thuộc có dạng hình tam giác, hình thang, hàm Gauss..., trong đó dạng hình thang và tam giác là hai dạng hay dùng nhất vì hàm đơn giản và tốc độ tính toán nhanh. Cần chọn các hàm thuộc có phần chồng lên nhau và phủ kín miền giá trị vật lý để trong quá trình điều khiển không xuất hiện “lỗ hổng”.

c. Xây dựng các luật điều khiển:

Các luật điều khiển được xây dựng dựa trên cơ sở tri thức của chuyên gia hoặc tài liệu chuyên ngành. Các luật này thường được biểu diễn dưới dạng ma trận, cách biểu diễn này rất tiện lợi và bao quát.

d. Chọn thiết bị hợp thành:

Có thể chọn thiết bị hợp thành theo những nguyên tắc đã trình bày ở trên gồm: nguyên tắc max-MIN; max-PRO; sum-MIN; sum-PRO ...

e. Chọn nguyên lý giải mờ:

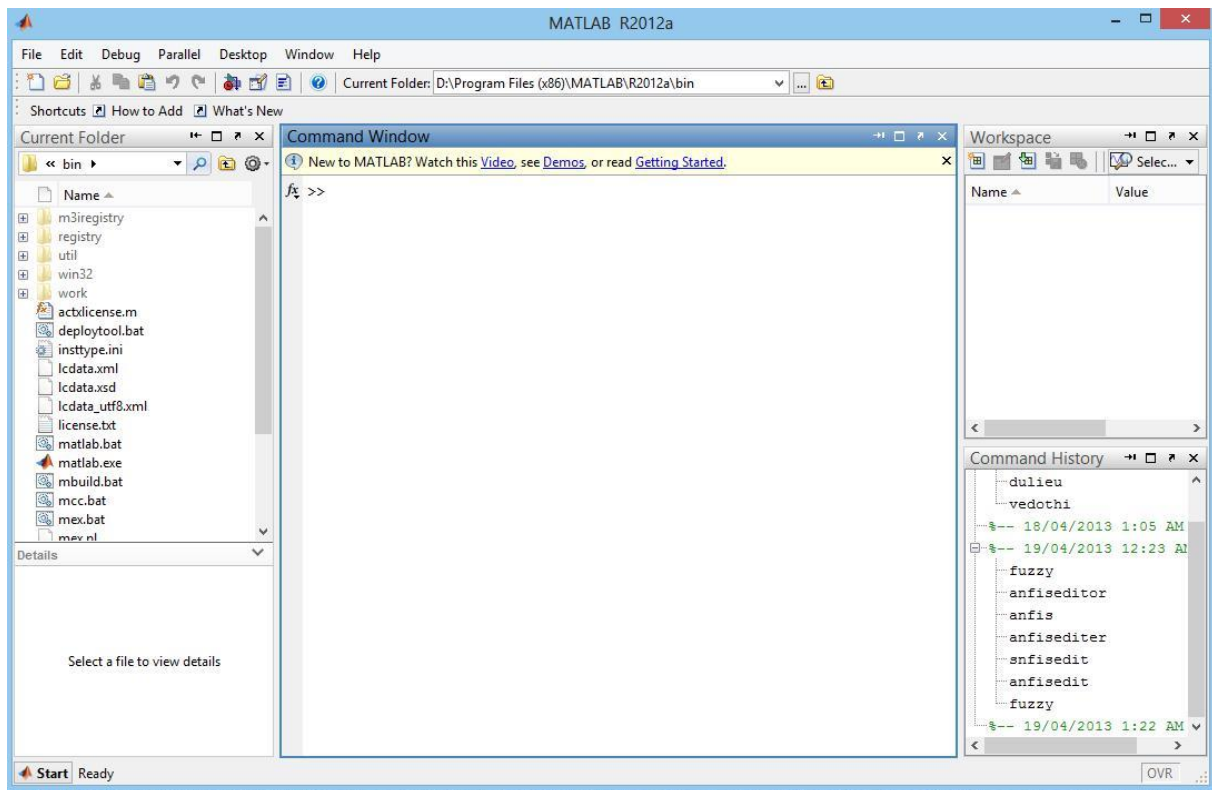
Phương pháp giải mờ có ảnh hưởng đến độ phức tạp và trạng thái làm việc của toàn bộ hệ thống. Thường trong thiết kế bộ điều khiển mờ, giải mờ theo phương pháp phân đôi diện tích hoặc phương pháp điểm trọng tâm có ưu điểm hơn vì trong kết quả có sự tham gia của tất cả các kết luận của các luật điều khiển.

f. Tối ưu bộ điều khiển:

Sau khi đã tổng hợp được bộ điều khiển mờ, có thể ghép nối với đối tượng điều khiển thực hoặc đối tượng mô phỏng để thử nghiệm, đánh giá và tối ưu bộ điều khiển.

3.2. Xây dựng bộ điều khiển

3.2.1. Giới thiệu MATLAB

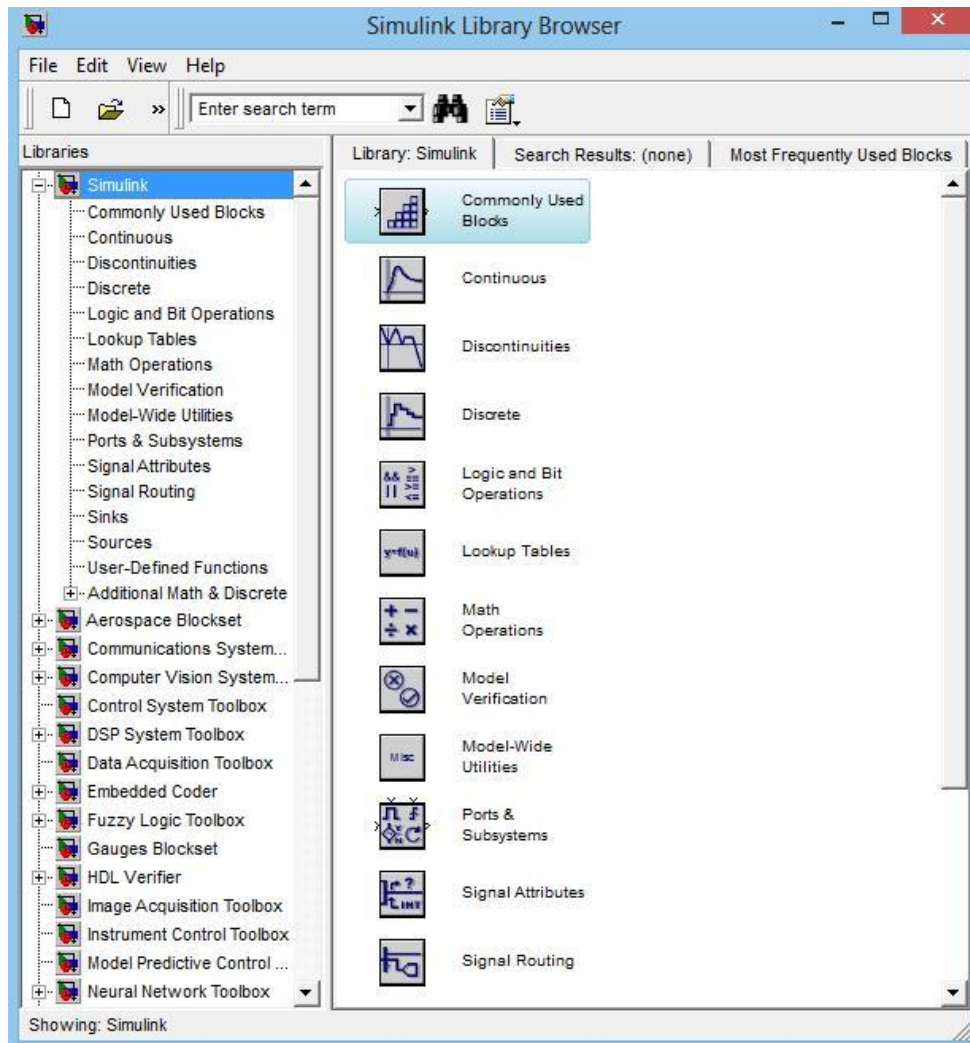


Hình 3.9: Cửa sổ làm việc của MATLAB

MATLAB là chữ viết tắt của Matrix Laboratory, là công cụ để giải các bài toán kỹ thuật, được viết bằng ngôn ngữ lập trình C, là sản phẩm của hãng Math Works.

MATLAB cho phép giải các bài toán xử lý số liệu, các phép toán trên ma trận, xử lý tín hiệu. mô phỏng và đồ họa... MATLAB rất dễ sử dụng, không cần khai báo biến, các câu lệnh được viết rất gần với ngôn ngữ tự nhiên, tiết kiệm nhiều thời gian cho việc lập trình. Đặc điểm nổi bật của MATLAB là sử dụng có thể phát triển thêm các hàm và cài đặt vào thư viện chương trình sử dụng giải các bài toán trong lĩnh vực chuyên ngành của mình.

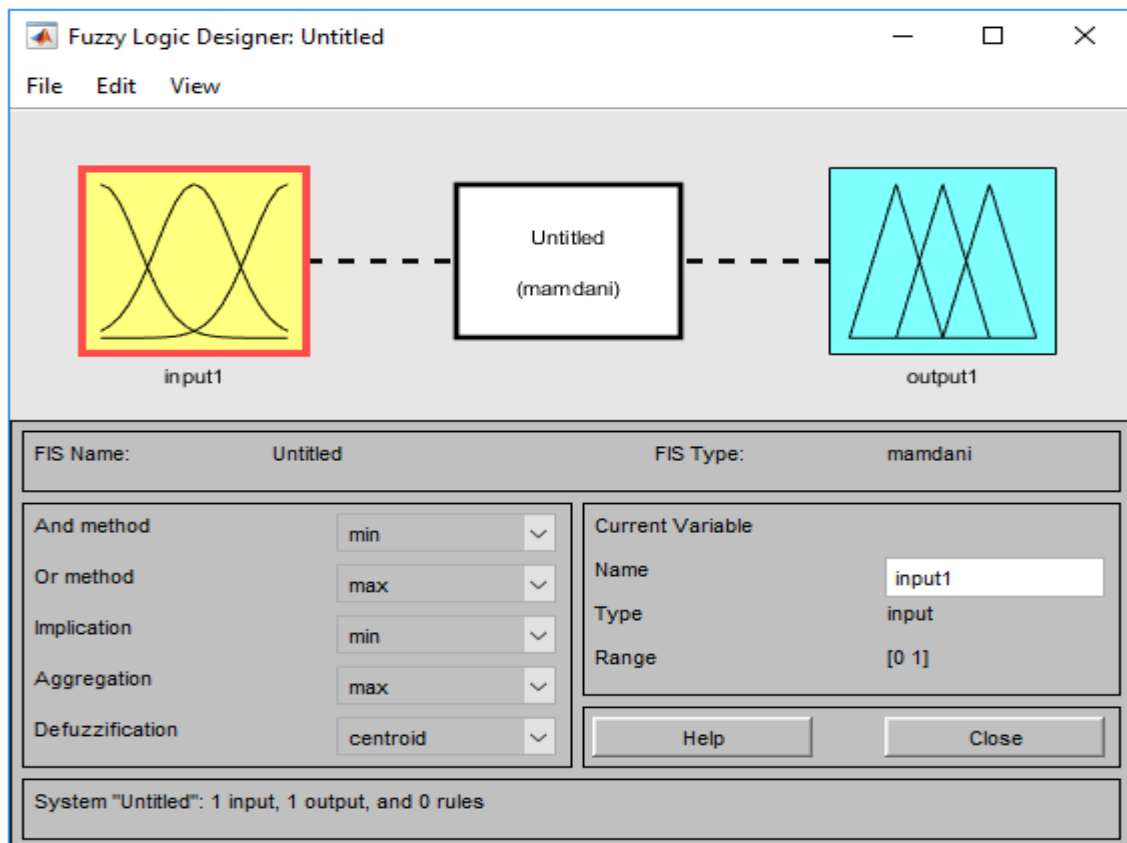
3.2.2. Công cụ SIMULINK và FIS



Hình 3.10: Thư viện SIMULINK

SIMULINK là công cụ mở rộng của MATLAB. SIMULINK là một công cụ mạnh để mô hình hoá, mô phỏng và khảo sát các hệ thống động. SIMULINK có hệ mô tả hệ thống tuyến tính, hệ phi tuyến, các mô hình trong thời gian thực.

Để mô hình hoá SIMULINK cung cấp giao diện đồ hoạ để xây dựng mô hình như một sơ đồ khối sử dụng thao tác “nhấn” và “kéo” chuột. Với dao diện này bạn có thể xây dựng mô hình như trên giấy.



Hình 3.11: Cửa sổ làm việc FIS

Nhập lệnh fuzzy để mở cửa sổ làm việc FIS hoặc mở trong toolbox thư viện SIMULINK. Làm việc với các biến ngôn ngữ thực hiện ánh xạ các thuộc tính vào đến các hàm liên thuộc vào, hàm liên thuộc vào đến các luật, các luật đến tập các thuộc tính ra, các thuộc tính ra đến cá hàm liên thuộc ra và hàm liên thuộc ra đến giá trị ra đơn trị hoặc kết hợp.

Lý thuyết fuzzy đã tạo ra nhiều phương pháp điều khiển mới với đặc tính linh hoạt và thông minh hơn. Khi khảo sát mạng fuzzy ta thấy được ưu nhược điểm.

Bảng 3.2: Những ưu nhược điểm của điều khiển fuzzy.

Tính chất	Bộ điều khiển fuzzy
Thể hiện tri thức	Được thể hiện ngay tại luật hợp thành
Nguồn tri thức	Từ kinh nghiệm của chuyên gia
Xử lý thông tin không chắc chắn	Định lượng và định tính
Lưu giữ tri thức	Trong luật hợp thành và hàm thuộc
Khả năng cập nhập và nâng cao kiến thức	Không có
Tính nhạy cảm với những thay đổi của mô hình	Cao
Khả năng học	Không có khả năng học: Bạn phải tự kiểm tra tất cả

CHƯƠNG IV: NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

4.1. Các giả thiết xây dựng mô hình.

Ô tô là một hệ cơ học gồm nhiều khối lượng như thân, vỏ, trục, bánh xe, động cơ, hệ thống truyền lực,..., giữa chúng có mối liên hệ rất phức tạp thông qua các phần tử đàn hồi và giảm chấn. Khối lượng ô tô chia thành khối lượng được treo và không được treo. Số bậc tự do của mỗi khối lượng là số tọa độ đủ để xác định vị trí ở từng thời điểm trong không gian.

Tùy mục đích nghiên cứu có thể xây dựng mô hình dao động ô tô trong mặt phẳng dọc, mặt phẳng ngang, hoặc trong không gian. Trong mặt phẳng dọc, dao động thẳng đứng và quay của khối lượng được treo ảnh hưởng đến độ êm dịu chuyển động. Trong mặt phẳng ngang, dao động của chúng ảnh hưởng đến tính dẫn hướng và tính ổn định chuyển động của ô tô. Các kết quả nghiên cứu cho thấy ô tô có phân bố khối lượng đối xứng qua mặt phẳng dọc thì dao động trong các mặt phẳng dọc, mặt phẳng ngang độc lập nhau.

Mô hình dao động ô tô được xây dựng phải thỏa mãn yêu cầu: Sát với thực tế, đơn giản, thuận tiện trong tính toán và kết quả thu được chính xác nhất. Khi xây dựng mô hình dao động ô tô cần một số giả thiết. Những giả thiết này làm cho quá trình nghiên cứu, tính toán đơn giản hơn, song không làm mất đi tính tổng quát của bài toán và đảm bảo độ chính xác cần thiết. Các giả thiết cơ bản khi xây dựng mô hình tổng quát của ô tô như sau:

- Phần khối lượng được treo coi như cứng tuyệt đối, có mô men đối với trục ngang đi qua trọng tâm khối lượng được treo J_y , mô men quán tính với trục dọc đi qua trọng tâm khối lượng được treo là J_x . Có ba bậc tự do là dịch chuyển theo phương thẳng đứng (Z), góc lắc dọc (θ) và góc lắc ngang (φ).

- Phần khối lượng không được treo cũng được coi là cứng tuyệt đối có khối lượng tương ứng ở vị trí thứ i , ($i = 1 \div 4$) là m_i . Khối lượng không được treo có một bậc tự do là dịch chuyển thẳng đứng (Z_i).

- Coi phần tử đàn hồi của hệ thống treo và lớp xe là tuyến tính với độ cứng tương ứng là k_{i2} và k_{i1} . Bỏ qua đặc tính giảm chấn của lớp xe với hệ số cản giảm chấn $c_{i1}=0$.

- Bỏ qua các nguồn kích thích dao động trên xe, coi mấp mô của mặt đường là nguồn kích thích dao động duy nhất.

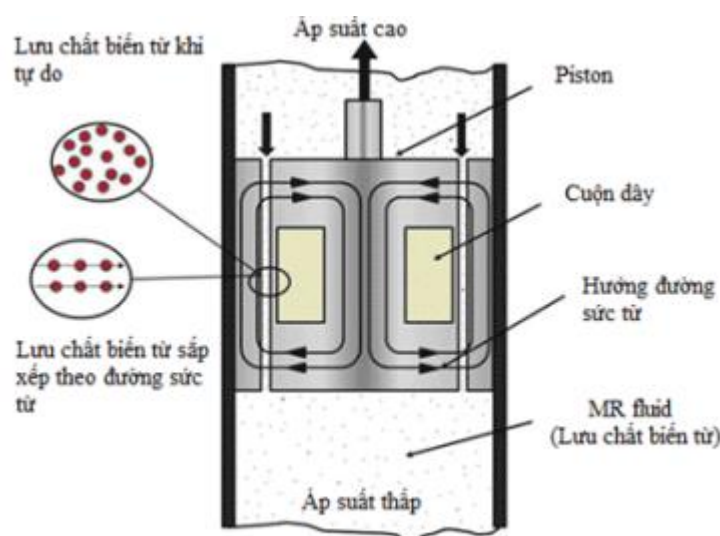
- Coi tiếp xúc giữa bánh xe và mặt đường là tiếp xúc điểm, mặt đường được coi cứng tuyệt đối.

4.2. Nguyên lý và quá trình hoạt động của bộ điều khiển (ECU)

Khi không có các kích thích từ mặt đường, ECU điều khiển không cung cấp điện cho cuộn dây, khi đó lưu chất biến từ không bị từ hóa, các hạt sắt sẽ lơ lửng và sắp xếp không theo trình tự. Lưu chất biến từ giống như dầu giảm xóc thông thường. Khi piston lên phía trên trong quá trình trả (giãn) như *Hình 4.1*, khi đó cần piston đi lên làm cho áp suất buồng trên cao hơn buồng dưới, dầu sẽ chảy từ khoang trên xuống dưới.

Tuy nhiên, tùy theo độ va đập với mặt đường, các cảm biến ghi nhận tín hiệu đưa về ECU. ECU dùng các thuật toán xử lý để điều chỉnh cường độ dòng điện qua cuộn dây.

Nhằm tăng tốc độ tính toán và khảo sát, lựa chọn mô hình dao động $\frac{1}{4}$ xe (mô hình hệ thống treo) làm đối tượng khảo sát, sử dụng đường đặc tính tần số - biên độ của dịch chuyển khối lượng được treo, gia tốc khối lượng được treo và lực động bánh xe tác dụng xuống đường làm cơ sở đánh giá.



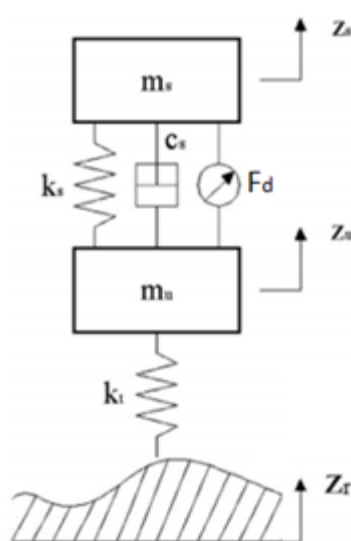
Hình 4.1 Mô tả quá trình hoạt động của ống giảm chấn dùng lưu chất biến từ

Khi va đập với mặt đường cường độ nhẹ, ECU điều khiển cường độ dòng điện thấp qua cuộn dây, cuộn dây đóng vai trò nam châm điện phát ra từ trường, lưu chất biến từ sẽ bị từ hóa, khi đó các hạt sắt sắp xếp theo đường sức từ ngăn chặn dầu chảy từ trên xuống. Lúc này, các hạt sắt sắp xếp vẫn còn rời rạc nên dòng dầu vẫn còn dễ dàng đi chảy từ trên xuống (từ nơi áp suất cao sang nơi áp suất thấp). Quá trình đập tắt dao động nhỏ diễn ra triệt để. Khi va đập với mặt đường cường độ lớn, ECU điều khiển cường độ dòng điện lớn

qua cuộn dây, cuộn dây đóng vai trò nam châm điện phát ra từ trường rất mạnh, lưu chất biến từ sẽ bị từ hóa mạnh, khi đó các hạt sắt sẽ sắp xếp chặt chẽ theo đường sức từ gần như một đường thẳng. Dầu từ phía trên rất khó khăn chảy về phía dưới. Quá trình dập tắt dao động lớn diễn ra triệt để.

4.3. Mô hình toán hệ thống treo.

Nhằm tăng tốc độ tính toán và khảo sát, lựa chọn mô hình dao động $\frac{1}{4}$ xe (mô hình hệ thống treo) làm đối tượng khảo sát, sử dụng đường đặc tính tần số - biên độ của dịch chuyển khối lượng được treo, gia tốc khối lượng được treo và lực động bánh xe tác dụng xuống đường làm cơ sở đánh giá.



Hình 4.2 Sơ đồ khối hệ thống treo $\frac{1}{4}$ xe ô tô

Trong hình 4.2 thể hiện tổng thể một hệ thống treo của một bánh xe ô tô, bao gồm hai phần chính: phần treo của thân xe và phần treo của bộ giảm chấn với mặt đường (là phần đàn hồi lớp xe). Trong đó có các tham số như sau:

m_s (sprung mass) là khối lượng của $\frac{1}{4}$ thân xe (504,5 Kg)

m_u (unsprung mass) là khối lượng hệ thống treo $\frac{1}{4}$ xe (62 Kg)

Z_s là khoảng cách dịch chuyển của thân xe

Z_u là khoảng cách dịch chuyển của hệ thống treo

Z_r là độ mấp mô của mặt đường

K_s là hệ số đàn hồi của hệ thống treo (13.100N/m)

K_t là hệ số đàn hồi lớp bánh xe (252.000 N/m)

C_s là hệ số giảm chấn của hệ thống treo (400Ns/m)

F_d là lực điều khiển hệ thống giảm chấn hệ thống treo

I_d là dòng điện đưa vào hệ thống giảm chấn hệ thống treo

Dựa vào sơ đồ hệ thống treo và định luật Newton, ta có phương trình toán học mô tả chuyển động của hệ thống treo 1/4 xe ô tô khi bị tác động bởi độ nhấp nhô mặt đường như sau:

$$m_s \ddot{Z}_s = -C_s(\dot{Z}_s - \dot{Z}_u) - K_s(Z_s - Z_u) + Fd \quad (4.1)$$

$$m_u \ddot{Z}_u = C_s(\dot{Z}_u - \dot{Z}_s) + K_s(Z_u - Z_s) + K_t(Z_u - Z_r) - Fd \quad (4.2)$$

Sau khi chọn các biến trạng thái:

$$x_1 = z_s - z_u; \quad x_2 = z_u - z_r;$$

$$x_3 = \dot{z}_s; \quad x_4 = \dot{z}_u$$

Sử dụng công thức (4.1) và (4.2) ta được:

$$\dot{x}_3 = \frac{1}{m_s} [-K_s(Z_s - Z_u) - C_s(\dot{Z}_s - \dot{Z}_u) + Fd] \quad (4.3)$$

$$\dot{x}_4 = \frac{1}{m_u} [-K_s(Z_s - Z_u) - K_t(Z_u - Z_r) + C_s(\dot{Z}_s - \dot{Z}_u) + Fd] \quad (4.4)$$

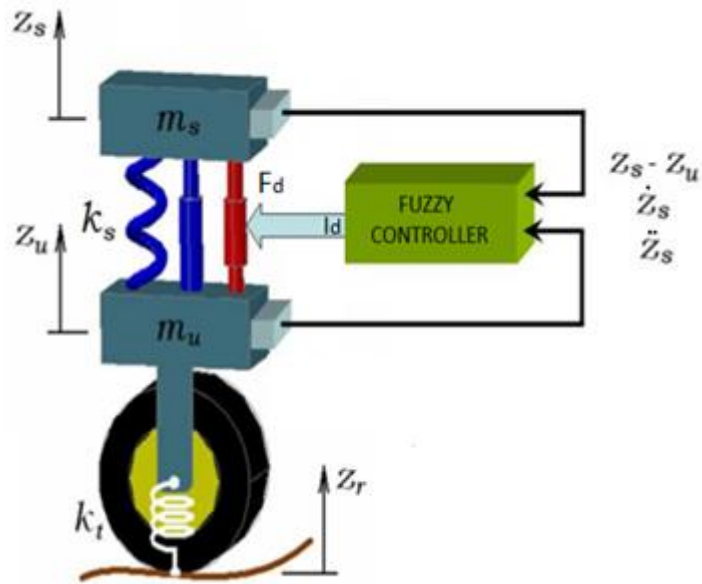
Các phương trình này có thể viết dưới dạng phương trình không gian trạng thái như sau:

$$\dot{x} = Ax + BF_d + B_w w(t) \quad (4.5)$$

Trong đó

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 & -1 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \\ -K_s/m_s & 0 & -C_s/m_s & C_s/m_s \\ K_s/m_u & -K_t/M_s & C_s/m_s & -C_s/m_s \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -1/m_s \\ 1/m_u \end{bmatrix}; \quad B_w = \begin{bmatrix} 0 \\ -1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$



Hình 4.3 Sơ đồ khối mô phỏng hệ thống treo ¼ xe ô tô

Để chuyển từ Lực (F_d) giảm chấn mong muốn sang dòng điện để đưa vào bộ giảm giảm chấn MR [19]

Ta có:

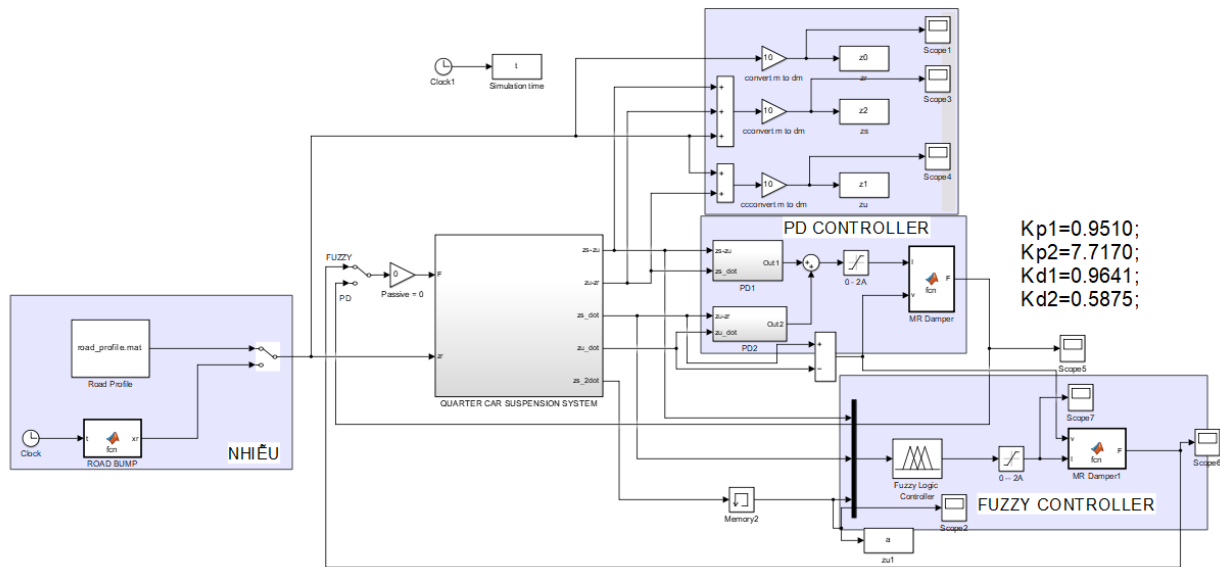
$$F_d(\dot{z}_s - \dot{z}_u, I) = \sum_{k=0}^n (a_k^0 + b_k^0 I) (\dot{z}_s - \dot{z}_u)^k, \quad n = 6 \quad (4.6)$$

Bảng 4.1 hệ số (a_k^0, b_k^0) được tham khảo qua thực nghiệm của Haiping Du [21]

Hệ số	Giá trị	Hệ số	Giá trị
a_0^0	0	b_0^0	11.6
a_1^0	989.1	b_1^0	1228.5
a_2^0	17.4	b_2^0	-56
a_3^0	-316.3	b_3^0	-970.5
a_4^0	19	b_4^0	52.2
a_5^0	98.1	b_5^0	254.3
a_6^0	1.1	b_6^0	-16.9

4.4. Xây dựng bộ điều khiển cho hệ thống treo bán tích cực.

Mô hình simuulink



Hình 4.4 mô hình simuulink

4.4.1. Biến vào/ra bao gồm:

Ngõ vào bộ điều khiển Fuzzy cho mô hình hệ thống treo ¼ xe là:

- $z_s - z_u$: là khoảng cách dịch chuyển của thân xe so với hệ thống treo
- \dot{z}_s : là vận tốc dao động của thân xe
- \ddot{z}_s : là gia tốc dao động của thân xe

Ngõ ra bộ điều khiển:

Id: là dòng điện đưa vào bộ piston giảm chấn để tạo ra lực mong muốn F_d

4.4.2. Xác định tập mờ

a. Miền giá trị vật lý:

Miền giá trị vật lý của các biến vào phải thỏa mãn điều kiện trong mọi chế độ hoạt động bình thường giá trị vật lý của các biến phải nằm trong miền giá trị vật lý. Miền giá trị vật lý của các biến vào có thể chọn như sau:

- Vị trí của thân xe $Z_s - Z_u$: $[-0.2 \div 0.2]$ m.
- Vận tốc của thân \dot{Z}_s : $[-0.5 \div 0.5]$ m/s.
- Gia tốc của thân, \ddot{Z}_s : $[-1 \div 1]$ m/s².

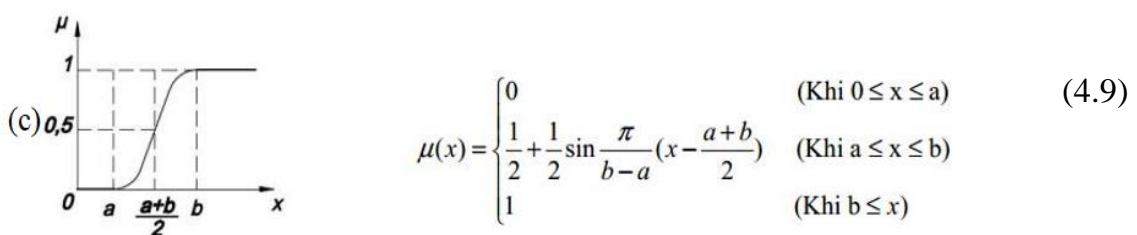
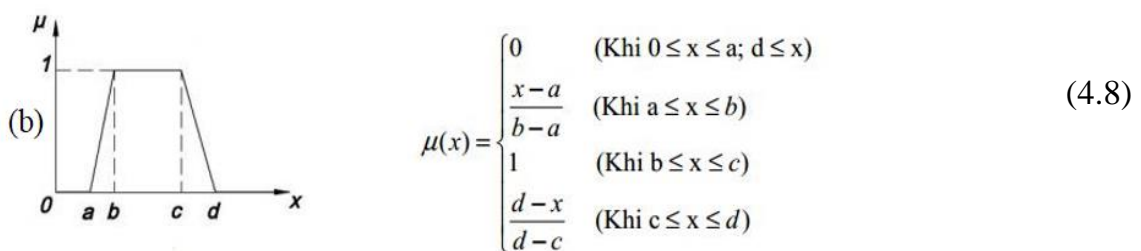
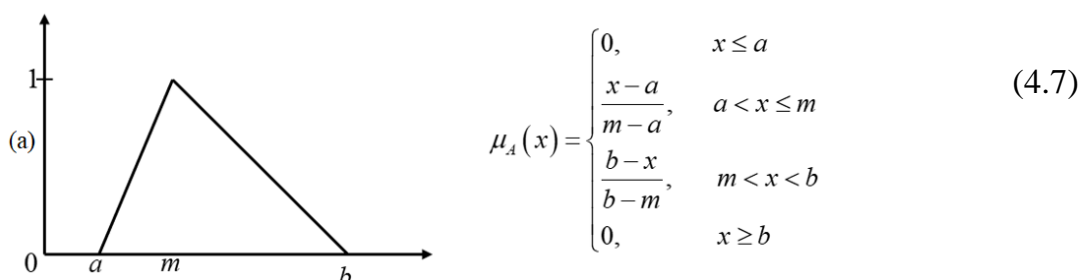
- Dòng điện cần cung cấp cho cơ cấu giảm chấn: $[0 \div 2]$ A

b. Số lượng tập mờ

Mỗi biến vào (biến ngôn ngữ) được định lượng bằng 3 giá trị ngôn ngữ: “Âm”-NE, “Không”-Zero, “Dương”-PO

c. Xác định các hàm thuộc:

Dạng hàm thuộc của các tập mờ được lựa chọn dạng hình tam giác – trimf, hình thang-trapmf, dạng hình chữ “S” – smf



Hình 4.5: Các dạng hàm; a- Dạng hình tam giác; b- Dạng hình thang; c- Dạng hình chữ “S”

4.4.3. Tập luật điều khiển:

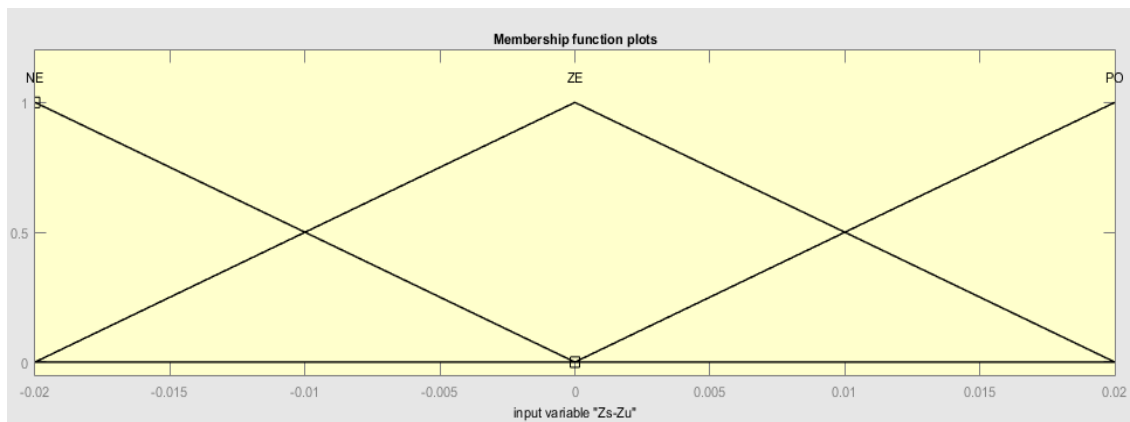
Tập luật bộ điều khiển mờ Fuzzy được xây dựng trên cơ sở suy luận trực quan. Bằng trực quan, để cách ly dao động tốt thì tổng các lực tác động lên khối lượng được treo phải được tối thiểu hóa. Trong quá trình dao động, các lực tác động lên khối lượng được treo gồm lực giảm chấn và lực đàn hồi. Dấu và giá trị của lực giảm chấn phụ thuộc vào

vị trí thân xe (Z_s-Z_u), dấu và giá trị lực đàn hồi phụ thuộc vào vận tốc thân xe (\dot{z}_s) và gia tốc của thân xe (\ddot{z}_s) giữa khối lượng được treo và không được treo.

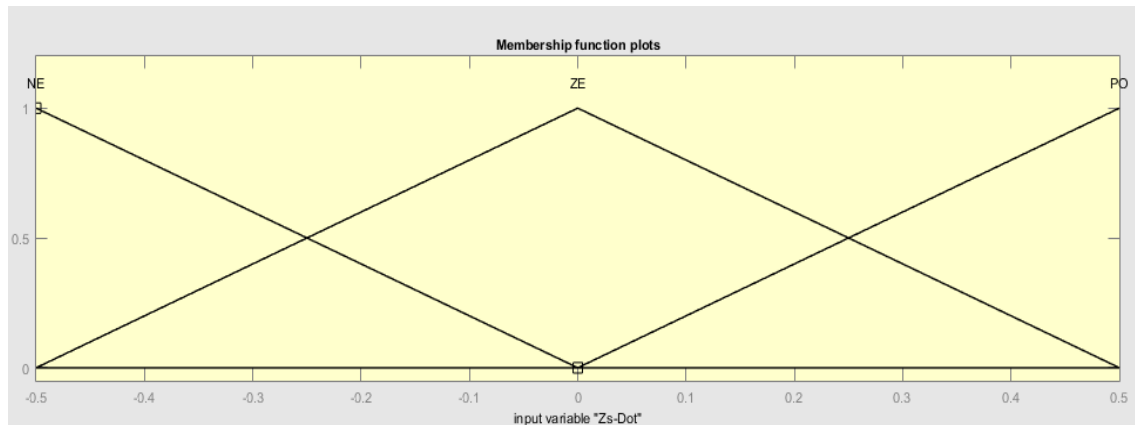
Bảng 4.2 Kí hiệu viết tắt của luật mờ

Kí Hiệu	Ý nghĩa
NE	Âm
ZE	Không
PO	Dương

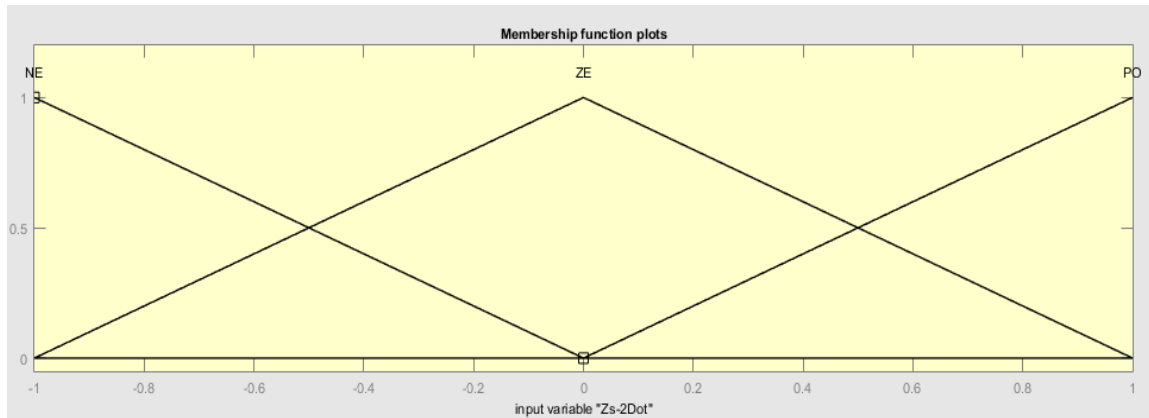
Hàm liên thuộc:



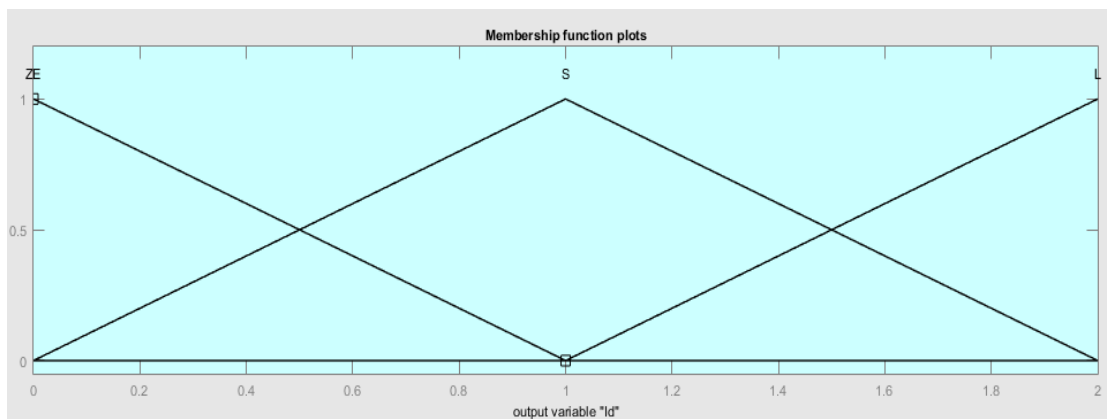
Hình 4.5: Hàm liên thuộc Z_s-Z_u



Hình 4.6: Hàm liên thuộc \dot{z}_s



Hình 4.7: Hàm liên thuộc \ddot{z}_s



Hình 4.8: Hàm liên thuộc I_d

Dựa trên kinh nghiệm thực tế, tập luật gồm 27 luật của bộ điều khiển mờ Fuzzy thể hiện trong bảng 4.3, nguyên tắc điều khiển như sau:

Bảng 4.3 Luật điều khiển Fuzzy

STT	$z_s - z_u$	\dot{z}_s	\ddot{z}_s	I	STT	$z_s - z_u$	\dot{z}_s	\ddot{z}_s	I
1	NE	NE	NE	L	15	ZE	ZE	PO	S
2	NE	NE	ZE	S	16	ZE	PO	NE	ZE
3	NE	NE	PO	ZE	17	ZE	PO	ZE	S
4	NE	ZE	NE	L	18	ZE	PO	PO	L
5	NE	ZE	ZE	S	19	PO	NE	NE	ZE
6	NE	ZE	PO	ZE	20	PO	NE	ZE	S
7	NE	PO	NE	L	21	PO	NE	PO	L
8	NE	PO	ZE	S	22	PO	ZE	NE	ZE
9	NE	PO	PO	ZE	23	PO	ZE	ZE	S

10	ZE	NE	NE	L	24	PO	ZE	PO	L
11	ZE	NE	ZE	S	25	PO	PO	NE	S
12	ZE	NE	PO	ZE	26	PO	PO	ZE	L
13	ZE	ZE	NE	S	27	PO	PO	PO	L
14	ZE	ZE	ZE	ZE					

4.4.4 Chọn thiết bị hợp thành:

Lựa chọn nguyên tắc cho các phép toán (thiết bị hợp thành) như sau:

- Phép giao hai tập mờ theo luật lấy PROD
- Phép hợp hai tập mờ theo luật lấy MAX
- Nguyên tắc kéo theo: nguyên tắc PROD
- Nguyên tắc hợp thành: theo nguyên tắc MAX
- Luật hợp thành R có tên là MAX-PROD

CHƯƠNG V

KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU VÀ ĐÁNH GIÁ

5.1. Kết quả nghiên cứu

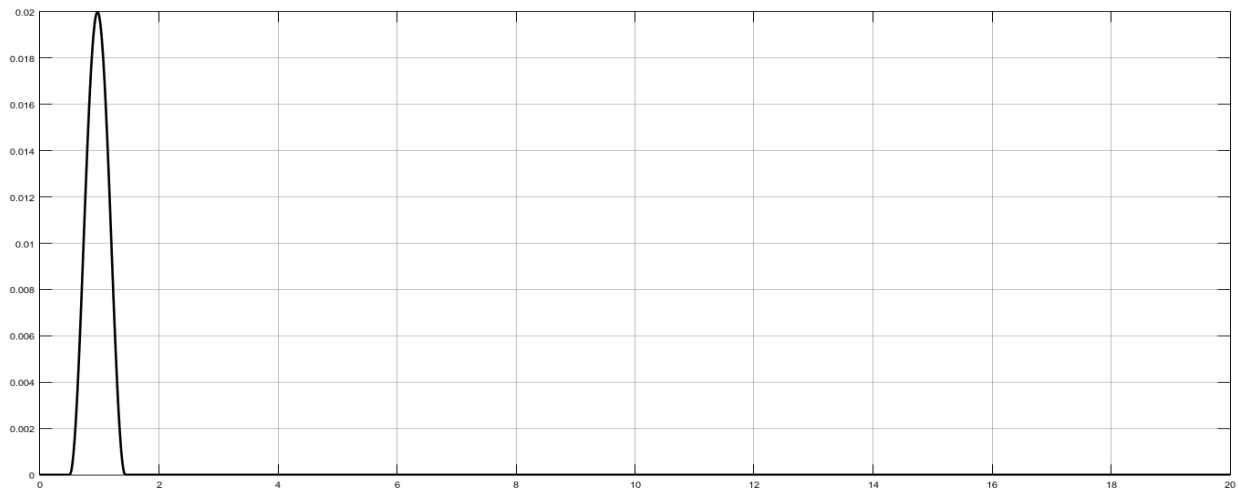
Với số liệu mô hình mô phỏng ¼ xe ô tô

Bảng 5.1 Số liệu mô phỏng ¼ xe ô tô

STT	Thông số	Ký hiệu	Giá trị	Đơn vị
1	Khối lượng thân xe	ms	504,5	kg
2	Khối lượng không được treo	mu	62	kg
3	Hệ số đàn hồi của hệ thống treo	Ks	13100	N/m
4	Hệ số giảm chấn	Cs	400	Ns/m
5	Hệ số đàn hồi lớp bánh xe	Kt	252000	N/m

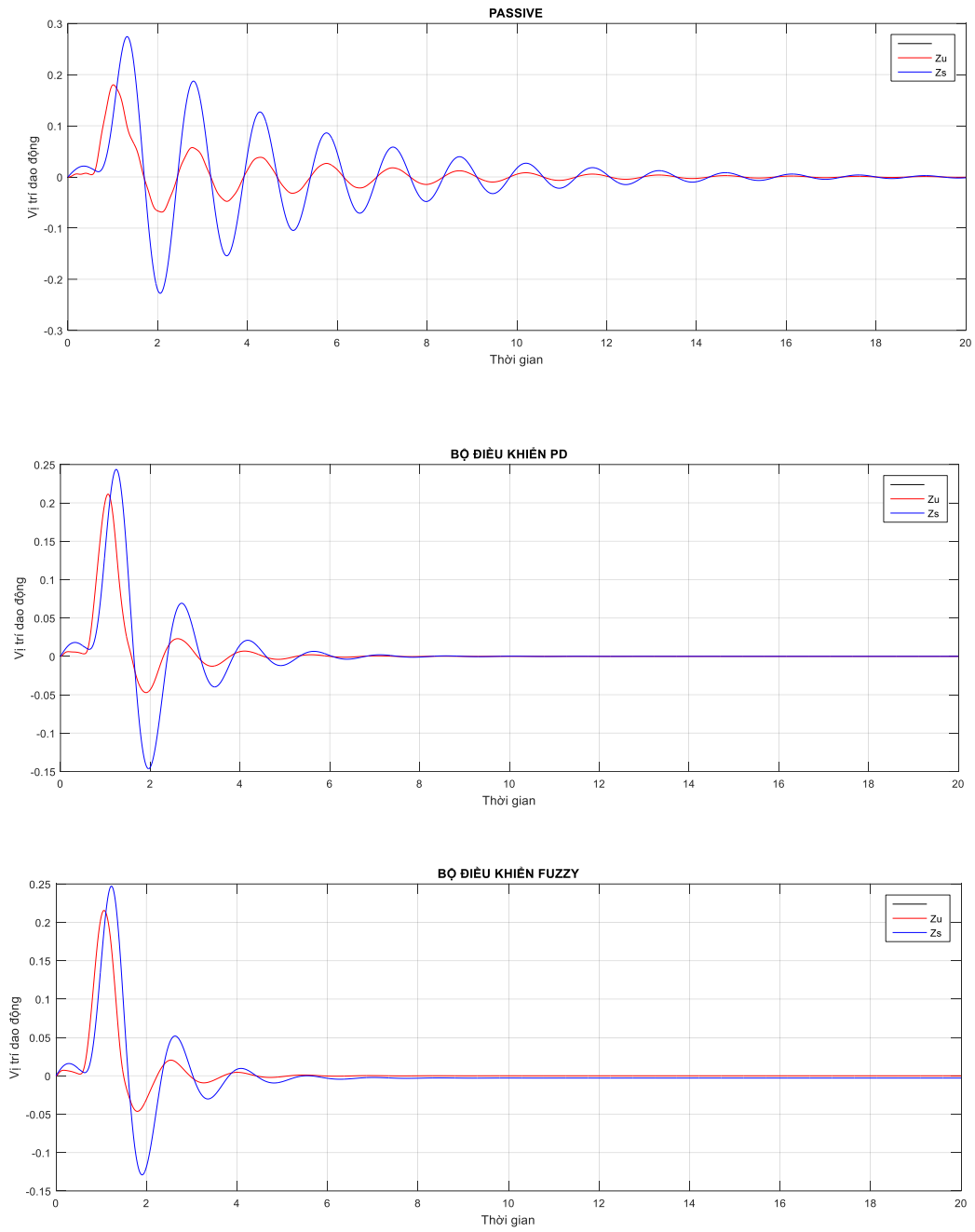
5.1.1 Nguồn kích thích là dạng mấp mô gờ giảm tốc

a.) Nguồn kích thích là đường mấp mô dạng gờ giảm tốc



Hình 5.1: Cú xóc khi qua gờ giảm tốc

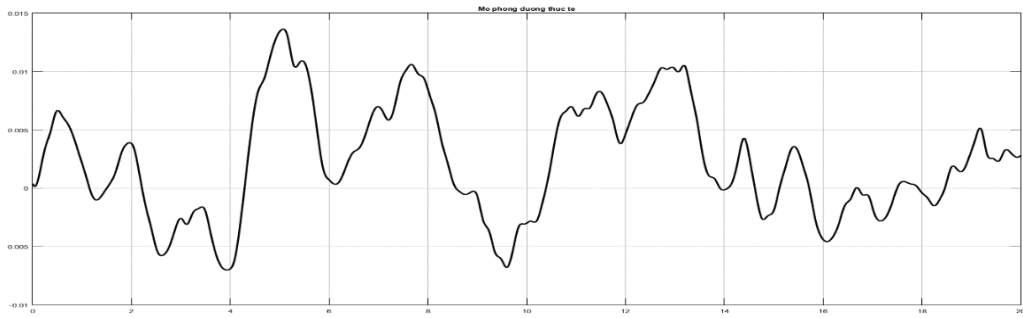
b.) Kết quả mô phỏng trên mô hình 1/4 ô tô



Hình 5.2: Đồ thị dao động với nguồn kích thích gờ giảm sóc

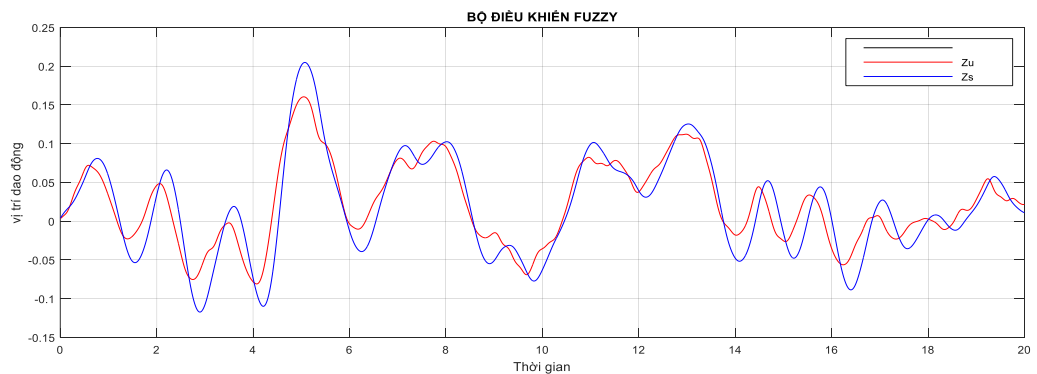
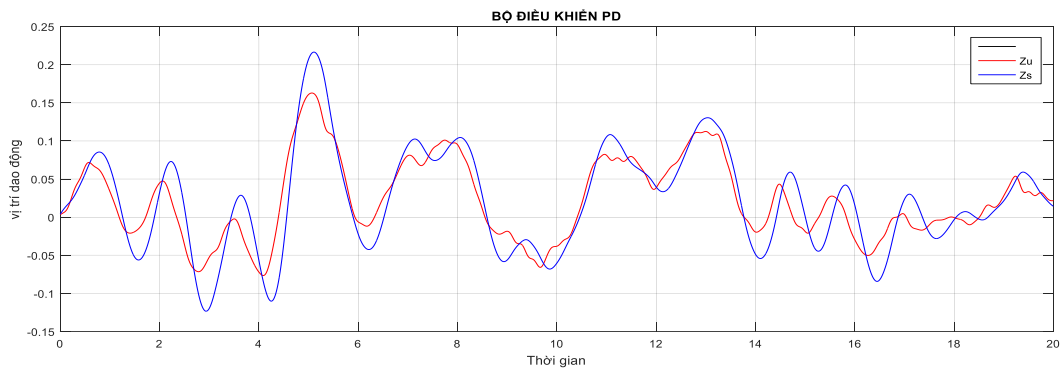
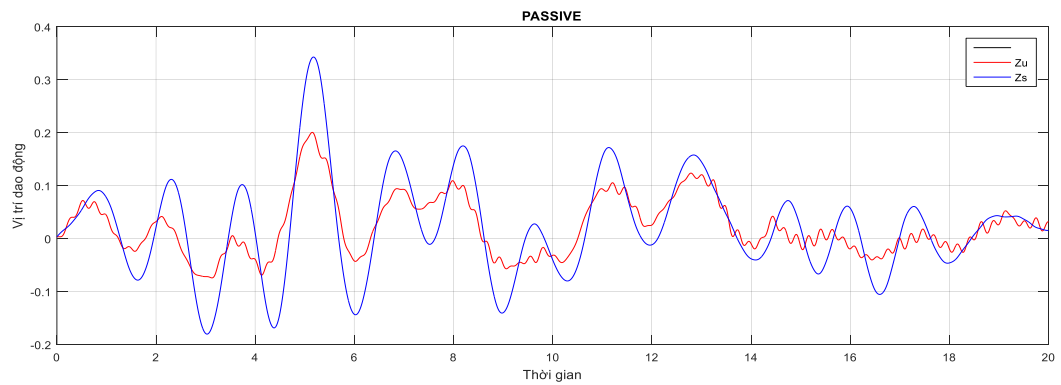
5.1.2 Đối với nhiễu ngẫu nhiên (mô phỏng đường trong thực tế)

a.) Tín hiệu mô phỏng đường trong thực tế



Hình 5.3: Tín hiệu mô phỏng đường trong thực tế

b.) Kết quả mô phỏng trên mô hình 1/4 ô tô

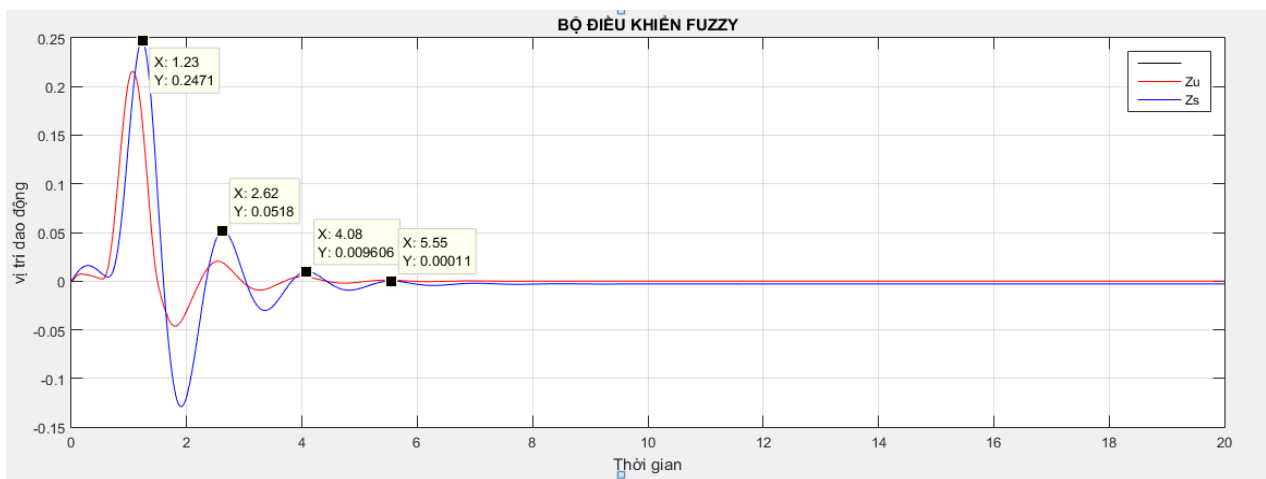
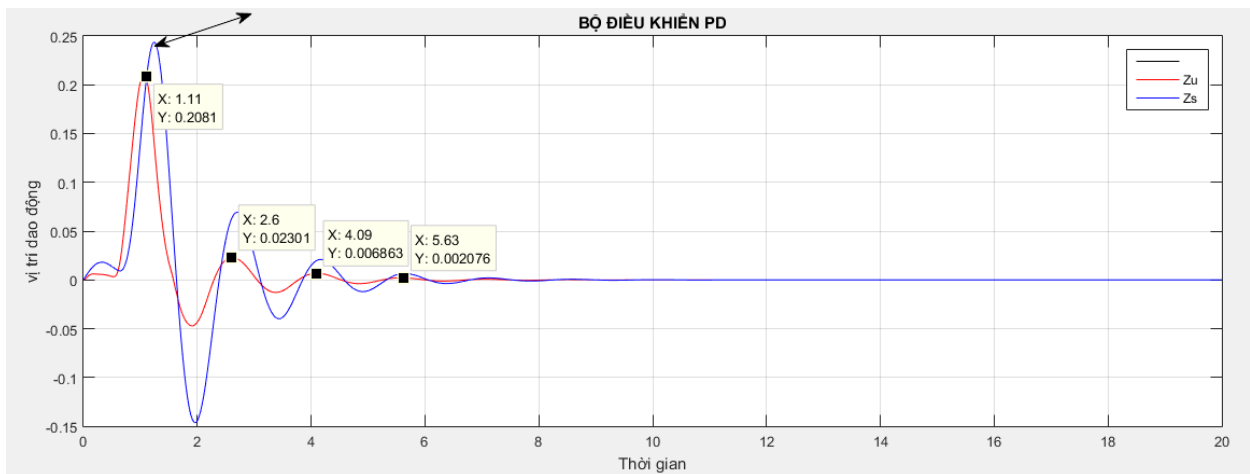
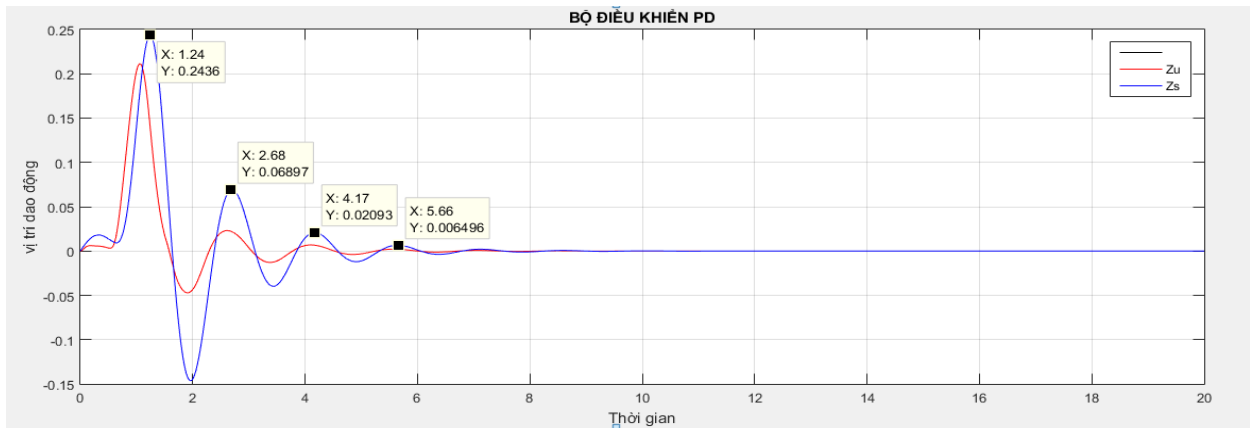


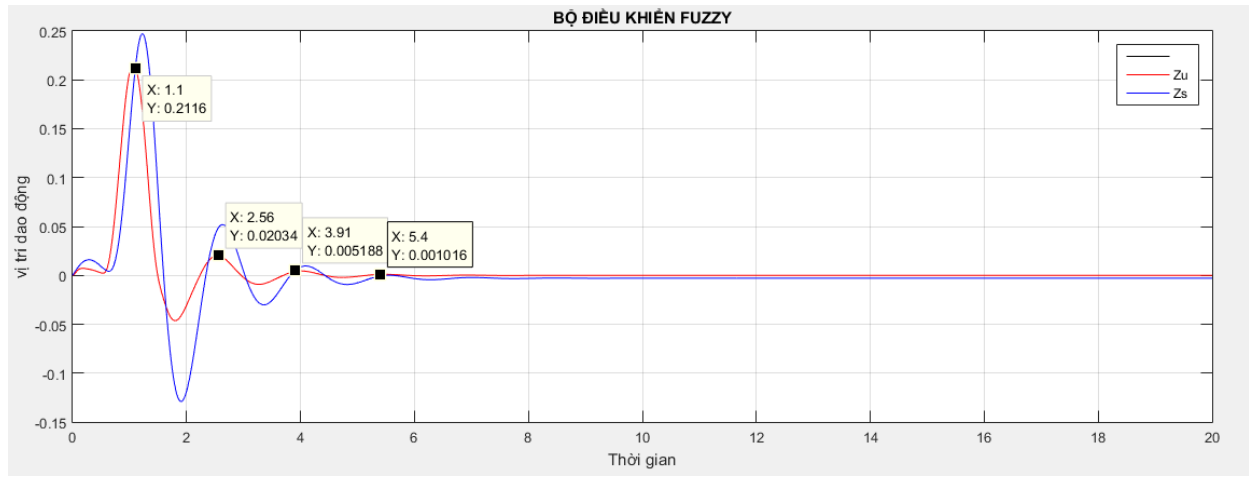
Hình 5.4: Đồ thị dao động với nguồn kích thích đường thực tế

5.2 Đánh giá

5.2.1 Nguồn kích thích đường mấp mô dạng gờ giảm tốc

Thu thập số liệu cho bảng đánh giá 5.2





Hình 5.5: Thu thập số liệu Zs, Zu đối với gờ giảm sóc

Bảng 5.2: Bảng lấy mẫu mấp mô gờ giảm tốc

Nhiều mấp mô (Gờ giảm tốc)

	CK	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Tổng	%
Passive	Zs	0.2743	0.1873	0.127	0.08534	0.05829	0.03955	0.02668	0.01814		
	Zu	0.18	0.05681	0.03834	0.02641	0.01776	0.01203	0.00805	0.00555		
	Zs-Zu	0.0943	0.13049	0.08866	0.05893	0.04053	0.02752	0.01863	0.0126	0.47165	
PD	Zs	0.2433	0.06916	0.02083	0.0065	0.00204	0	0	0		
	Zu	0.2112	0.02301	0.00666	0.00209	0	0	0	0		
	Zs-Zu	0.0321	0.04615	0.01417	0.0044	0.00204	0	0	0	0.09887	37.2786
Fuzzy	Zs	0.2442	0.05274	0.00961	0	0	0	0	0		
	Zu	0.2143	0.02082	0.00907	0	0	0	0	0		
	Zs-Zu	0.0299	0.03192	0.00054	0	0	0	0	0	0.06236	40.9295

Bảng 5.3: Tỷ lệ cải thiện của giải thuật

(Lấy mẫu trung bình trong khoảng 8 chu kì)

Parameter	Passive	PD	Fuzzy
Zs – Zu	0.471651	0.099174	0.05833
%		37.2477	41.3321
Thời gian xác lập (s)	18	7.5	5.5
Số chu kì dao động (T)	12	4	3
Biên độ dao động lớn nhất (Zs-Zu) (dm)	0.13049	0.04621	0.02755

Nhận xét:

Theo kết quả mô phỏng, ta thấy rằng đáp ứng của hệ thống được cải thiện rất nhiều khi có sự can thiệp của bộ điều khiển mờ. Hệ thống triệt tiêu hoàn toàn dao động trong 3 chu kỳ với thời gian xác lập 5.5s và biên độ tăng chỉ khoảng 22.3% nhiều mặt đường. Trong khi đó, với bộ điều khiển PD có biên dao động tăng hơn 24% nhiều mặt đường trong 4 chu kỳ, với thời gian xác lập 7.5s. Còn với dao động không có can thiệp của bộ điều khiển có biên

dao động tăng hơn 37.8% nhiều mặt đường trong 12 chu kỳ, với thời gian xác lập 18s. Tuy đáp ứng hệ thống chưa đạt được như mong muốn, nhưng với kết quả đáp ứng của bộ điều khiển fuzzy đủ để giúp hệ thống treo giữ thân xe dao động êm dịu hơn so với hệ thống treo thụ động hoặc hệ thống treo được điều khiển bởi PD. Nó giúp cho người ngồi trên xe cảm giác dễ chịu và thoải mái.

5.2.2 Đối với nguồn kích thích dạng mô phỏng đường thực tế

Nhiều theo đường thực tế

	CK	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	Tổng	%
Passive	Zs	0.091	0.112	0.1018	0.3429	0.1656	0.1748	0.1721	0.158		
	Zu	0.06977	0.04137	0.00549	0.2008	0.09415	0.113	0.1041	0.123		
	Zs-Zu	0.02123	0.07063	0.09631	0.1421	0.07145	0.0618	0.068	0.035	0.56652	
PD	Zs	0.08541	0.07295	0.02873	0.2164	0.1025	0.1045	0.1083	0.1302		
	Zu	0.07186	0.04831	0.00206	0.1628	0.08128	0.1009	0.08237	0.1119		
	Zs-Zu	0.01355	0.02464	0.02667	0.0536	0.02122	0.0036	0.02593	0.0183	0.18751	37.9015
Fuzzy	Zs	0.08062	0.06367	0.01537	0.2015	0.09678	0.1039	0.1017	0.1246		
	Zu	0.07276	0.04866	0.00014	0.1598	0.0809	0.1036	0.08238	0.1119		
	Zs-Zu	0.00786	0.01501	0.01523	0.0417	0.01588	0.0003	0.01932	0.0127	0.128	43.8517

Bảng 5.4: Bảng lấy mẫu mấp mô theo đường thực tế

Bảng 5.5: Tỷ lệ cải thiện của giải thuật
(Lấy mẫu trung bình trong khoảng 8 chu kỳ)

<i>Parameter</i>	<i>Passive</i>	<i>PD</i>	<i>Fuzzy</i>
Zs – Zu	0.566521	0.187506	0.128004
%		37.9018	43.8517
Thời gian xác lập	18	7.5	5.5
Số chu kì dao động	12	4	4
Biên độ dao động lớn nhất (Zs-Zu)	0.1421	0.0536	0.0417

5.3 Kết luận

Trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết về cấu tạo, nguyên lý hoạt động, phân tích động lực học và các giải thuật điều khiển của hệ thống treo xe Ô tô. Trong quá trình thực hiện đề tài đã nghiên cứu đề xuất ra được giải pháp điều khiển mờ giải quyết được vấn đề giảm chấn cho hệ thống treo xe ô tô. Bên cạnh đó giải thuật điều khiển mờ đã đề xuất cũng được kiểm chứng trên môi trường mô phỏng Simulink Matlab. Theo đó, các kết quả đạt được của đề tài như sau:

- Khảo sát, tìm hiểu và nắm vững các đặc tính động học, động lực học của hệ thống treo xe ô tô và các giải pháp điều khiển chống rung động cho hệ thống treo cổ điển.
- Mô hình hóa và mô phỏng được đặc tính của hệ thống treo $\frac{1}{4}$ xe ô tô trên máy tính nhờ phương trình động học và công cụ Matlab, làm cơ sở cũng như tiền đề để phát triển các giải thuật điều khiển cho hệ thống treo.
- Phát triển được giải thuật điều khiển mờ cho hệ thống treo $\frac{1}{4}$ xe ô tô, bên cạnh đó tính khả thi của giải thuật cũng được chứng minh trên cơ sở so sánh với bộ điều khiển PD cổ điển. Song song đó, tính bền vững của giải thuật điều khiển mờ cũng được kiểm chứng trên cơ sở mô phỏng và thay đổi tín hiệu nhiễu.
- Đề tài đã hoàn thành một bước tiếp cận mà các nhà nghiên cứu trong lĩnh vực đang quan tâm. Đó là triển khai được giải thuật điều khiển mờ lên hệ thống treo xe ô tô, nhằm cải thiện hiệu suất giảm chấn động, đảm bảo tính an toàn và êm dịu của ô tô trong quá trình chuyển động. Bên cạnh những kết quả đạt được, đề tài vẫn còn tồn tại một số vấn đề cần phải giải quyết như: Chỉ khảo sát và điều khiển hệ thống trên phương thẳng đứng (theo mặt phẳng dọc của ô tô). Do đó chưa đảm bảo tính khả thi việc áp dụng giải thuật điều khiển lên hệ thống thực tế, chưa chứng minh tính ổn định của giải pháp điều khiển với sự tác động của dữ liệu thực địa mặt đường.

5.4 Hướng phát triển của đề tài

Việc đề xuất giải pháp cũng như thiết kế bộ điều khiển giảm chấn cho hệ thống treo xe ô tô là một trong những vấn đề được các nhà nghiên cứu trong lĩnh vực này quan tâm. Không dừng ở đây, trên cơ sở những kết quả đạt được đề tài có thể tiếp tục được mở rộng và phát triển theo các hướng như sau:

- Nghiên cứu và phát triển giải thuật điều khiển giảm dư chấn hệ thống treo xe ô tô với sự tác động của mặt đường trên nhiều phương khác nhau.
- Tích hợp các giải thuật thích nghi vào hệ thống để có thể tự điều chỉnh hệ số điều khiển không phụ thuộc vào thông số hệ thống.
- Thiết kế và chế tạo mô hình thực nghiệm hệ thống treo xe ô tô để tiến hành kiểm nghiệm giải thuật điều khiển lên mô hình thực tế nhằm cải thiện tính khả thi để áp dụng vào thực tiễn, phục vụ nhu cầu con người và xã hội.

KẾT LUẬN

Sau mấy tháng thực hiện làm luận văn dưới sự giúp đỡ của thầy PGS.TS.Trương Đình Nhơn, đã hoàn thành Luận văn được giao và tiến tới hoàn thành luận văn tốt nghiệp về đề tài : **“NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG LOGIC MỜ TRONG ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG TREO CHO Ô TÔ”**

Quá trình thực hiện luận văn giúp em hiểu rõ hơn về hệ thống treo về phần kết cấu, nguyên lý làm việc cũng như cách điều khiển hệ thống treo. Cách sử dụng phần mềm matlab Simulink và lý thuyết logic mờ.

Đề tài đã tập trung nghiên cứu, xây dựng bộ điều khiển mờ cho hệ thống treo bán tích cực nhằm nâng cao độ êm dịu chuyển động và độ an toàn chuyển động của ô tô. Sử dụng bộ điều khiển mờ Fuzzy để điều khiển hệ thống treo bán tích cực mô phỏng và đánh giá độ êm dịu chuyển động và an toàn trên ô tô trên miền thời gian.

Tuy vậy do năng lực và thời gian có hạn, kiến thức chuyên ngành còn hạn chế nên không tránh khỏi những sai sót. Em mong nhận được sự góp ý, chỉ bảo của các thầy cô trong hội đồng để Đề tài em được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn!

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Cao Trọng Hiền, Đào Mạnh Hùng “*Lý thuyết ô tô*” - NXB GTVT (2010)
2. Panos Brezas and Malcolm C. Smith.: “*Linear quadratic optimal and Risk-sensitive control for vehicle active suspensions*”. IEEE Transactions on Control Systems Technology, Vol. 22, No. 2, March 2014.
3. Nguyễn Việt Hùng, Nguyễn Tấn Đới, Trương Ngọc Anh, Tạ Văn Phương “*Điều khiển thông minh*”, NXB ĐH SPKT – HCM (2008).
4. Đinh Văn Phong, Nguyễn Thái Minh Tuấn, Trương Mạnh Hùng: “*Mô hình dao động ô tô có tính đến tính chất phi tuyến của phần tử treo thủy khí*”. Hội nghị Cơ học kỹ thuật toàn quốc. Hà Nội 09/04/2014.
5. M. Prem Jeya Kumar, K. Gopalakrishnan, V. Srinivasan, R. Anbazhagan and J. Sundeeep Aanand “*PC Modeling and Simulation of Car Suspension System*” Vol 6 (5S) | May 2013 Indian Journal of Science and Technology.
6. Morteza Moradi, Afef Fekih.: “*Adaptive PID-Sliding-Mode FaultTolerant Control. Approach for Vehicle Suspension Systems. Subject to Actuator Faults*”. IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 63, No. 3, March 2014.
7. M. Prem Jeya Kumar, K . Gopalakrishnan, V. Srinivasan, R. Anbazhagan and J. Sundeeep Aanand.: “*PC Modeling and Simulation of Car Suspension System*” Indian Journal of Science and Technology, 06/2013.
8. “*Fuzzy Control of Vehicle Semi-active Suspension*” M.M.M Salem and Ayman A. Aly (2010), Cheng Li and Qiang Zhao (2010),
9. Ion Iancu “*A Mamdani type Fuzzy Logic Control*” 2012-University of Craiova
10. Olugbenga Moses Anubi, Carl Crane.: “*A New Semiactive Variable Stiffness Suspension. System Using Combined Skyhook and NonBinear Energy Sink-Based Controllers*”. IEEE Transactions on Control Systems Technology, Vol. 23, No. 3, May 2015.
11. Mark Hudson Beale, Martin T. Hagan, Howard B. Demuth “*Neural Network Toolbox™ User’s Guide*” (2007).

12. Nguyen Duc Ngoc, Deng Zhaoxiang.: “*Phương pháp điều khiển tối ưu trong hệ thống treo chủ động của ô tô*”. Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Vol. 30, No. 2010, pp. 78-83 và R.Reyero (1997)., the 38th IEEE, 1997, pp 987-993.
13. Nguyen Duc Ngoc, Deng Zhaoxiang.: “*Xi lanh lực điện từ trong hệ thống treo chủ động của ô tô*”. Khoa học kỹ thuật Thủy lợi và Môi trường, Vol. 31, No. 2010, pp. 82-87.
14. Alireza Rezaee, Mazyar Pajohesh “*Suspension System Control with Fuzzy Logic*”, (6/2016)
15. Li-Xin Wang, *Fellow, IEEE*, and Jerry M. Mendel, *Fellow* “*Generating Fuzzy Rules by Learning from ExamPBes*”, IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS, MAN AND CYBERNETICS, VOL. 22, NO. 6, NOVEMBER/DECEMBER 1992
16. T. Yoshimura., , I. Teramura, “*Active suspension control of one wheel car model using single input rule models fuzzy reasoning and a disturbance observer*”, Journal of Zhejiang University SCIENCE, ISSN: 1009-3095, page: 251-256, 2005
17. A. Štríbrský, K. Hyniová, J. Honců, A. Kruczek, “*Using fuzzy logic to control active suspension system of one-half-car model*“, Ročník 8 pp. 223-227, 2003
18. Á. HYNIOV, K., A.ŠTRÍBRSKÝ, and J. HONCŮ, ” *Fuzzy Control of Mechanical Vibrating Systems*”, International Carpatian Control Conference ICC 2001, pp. 393-398, Krytica, Poland, 2001
19. Keum-Shik Hong, Tae-Shik Kim, and Rae-Kwan Kim “*Sensitivity Control of a Semi-Active Suspension System Equipped with MR-Dampers*” 2007 International Conference on Control, Automation and Systems
20. Panos Brezas and Malcolm C. Smith.: “*Linear quadratic optimal and Risk-sensitive control for vehicle active suspensions*”. IEEE Transactions on Control Systems Technology, Vol. 22, No. 2, March 2014.
21. Haiping Du, Kam Yim Sze, James Lam “*Semi-active H_{∞} control of vehicle suspension with magneto-rheological dampers*” Journal of Sound and Vibration.
22. FLORIN ANDRONIC, LILIANA PĂTULEANU “*Simulating Passive suspension on an uneven track surface*” Journal of Engineering Studies and Research – Volume 20 (2014) No. 1

