

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

LÊ NAM HUY

**NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN
HỆ THỐNG TREO BÁN CHỦ ĐỘNG XE KHÁCH**

LUẬN VĂN THẠC SỸ KHOA HỌC

Thái Nguyên - 2019

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

LÊ NAM HUY

NGHIÊN CỨU ĐIỀU KHIỂN
HỆ THỐNG TREO BÁN CHỦ ĐỘNG XE KHÁCH

Chuyên ngành: KỸ THUẬT CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC

Mã số: 8520116

LUẬN VĂN THẠC SỸ KHOA HỌC

KHOA CHUYÊN MÔN
TRƯỞNG KHOA

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

PGS.TS. Lê Văn Quỳnh
PHÒNG ĐÀO TẠO

Thái Nguyên - 2019

LỜI CAM ĐOAN

Họ và tên: **Lê Nam Huy**

Học viên: Lớp cao học K20- Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp-Đại học Thái Nguyên.

Nơi công tác: Trung tâm Đăng kiểm Xe cơ giới Thái Nguyên.

Tên đề tài luận văn thạc sỹ: **Nghiên cứu điều khiển hệ thống treo bán chủ động xe khách.**

Chuyên ngành: Kỹ thuật cơ khí động lực

Mã số: 8520116

Sau gần hai năm học tập, rèn luyện và nghiên cứu tại trường, em lựa chọn thực hiện đề tài tốt nghiệp: **Nghiên cứu điều khiển hệ thống treo bán chủ động xe khách**. Được sự giúp đỡ và hướng dẫn tận tình của thầy giáo PGS.TS. Lê Văn Quỳnh và sự nỗ lực của bản thân, đề tài đã được hoàn thành đáp được nội dung đề tài thạc sĩ kỹ thuật cơ khí động lực.

Em xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của cá nhân em. Các số liệu, kết quả có trong luận văn là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ một công trình nào khác trừ công bố của chính tác giả.

Thái Nguyên, ngày..... tháng..... năm 2019

HỌC VIÊN

Lê Nam Huy

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian học tập nghiên cứu làm đề tài luận văn thạc sĩ, em đã tiếp nhận được sự truyền đạt trao đổi phương pháp tư duy, lý luận của quý thầy cô trong Nhà trường, sự quan tâm giúp đỡ tận tình của tập thể giảng viên Nhà trường, khoa Kỹ thuật Ô tô & MĐL, quý thầy cô giáo trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp –Đại học Thái Nguyên, gia đình và các đồng nghiệp.

Em xin chân thành cảm ơn đến Ban giám hiệu Nhà trường, Tổ đào tạo Sau đại học -Phòng đào tạo, quý thầy cô giáo tham gia giảng dạy đã tận tình hướng dẫn tạo điều kiện để em hoàn thành luận văn này.

Em cũng xin bày tỏ biết ơn sâu sắc đến thầy giáo PGS.TS. Lê Văn Quỳnh và tập thể cán bộ giảng viên khoa Kỹ thuật Ô tô & MĐL, hội đồng bảo vệ đề cương đã hướng dẫn cho em hoàn thành luận văn theo đúng kế hoạch và nội dung đề ra.

Trong quá trình, thời gian thực hiện mặc dù đã có nhiều cố gắng song do kiến thức và kinh nghiệm chuyên môn còn hạn chế nên luận văn không tránh khỏi sai sót, rất mong được sự đóng góp quý báu của quý thầy cô và các bạn đồng nghiệp tiếp tục trao đổi đóng góp giúp em để luận văn được hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn !

HỌC VIÊN

Lê Nam Huy

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT	v
DANH MỤC HÌNH VẼ	vii
DANH MỤC BẢNG	ix
LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ ĐỀ TÀI NGHIÊN CỨU.....	3
1.1. Tình hình phát triển xe khách tại Việt Nam.....	3
1.2. Phân tích một số kết cấu hệ thống treo xe khách.....	6
1.2.1. Nhiệm vụ, phân loại và yêu cầu hệ thống treo.....	6
1.2.2. Phân tích một số kết cấu hệ thống treo xe khách.....	8
1.3. Ảnh hưởng dao động ô tô đối với con người.....	13
1.3.1. Cơ chế tác động của dao động lên cơ thể người.....	13
1.3.2. Ảnh hưởng của dao động đối với cơ thể con người.....	13
1.2.3. Những ảnh hưởng về sự tiện nghi.....	14
1.3.4. Những bệnh do dao động “say sóng”.....	14
1.4. Các chỉ tiêu, phương pháp đánh giá độ êm dịu chuyển động[8, 13,14] ..	15
1.4.1 Cường độ dao động.....	15
1.4.2. Gia tốc bình phương trung bình theo thời gian tác động.....	16
1.4.3.Chỉ tiêu đối với hàng hoá.....	18
1.4.4. Đánh giá cảm giác theo công suất dao động.....	19
1.5. Tình hình trong nước và quốc tế.....	20
1.6. Mục tiêu, phạm vi và nội dung nghiên cứu của luận văn.....	24
1.6.1. Mục tiêu nghiên cứu.....	24
1.6.2. Phạm vi nghiên cứu và đối tượng nghiên cứu.....	24
1.6.3. Phương pháp nghiên cứu.....	25
1.6.4. Nội dung nghiên cứu.....	25
1.7. Kết luận chương.....	25
CHƯƠNG 2: XÂY DỰNG MÔ HÌNH DAO ĐỘNG DAO ĐỘNG VÀ BỘ	
ĐIỀU KHIỂN FUZZY LOGIC	26

2.1. Xe và hệ thống treo khảo sát.....	26
2.2. Xây dựng mô hình dao động tương đương của ô tô khách.....	27
2.2.1. Các giả thiết.....	27
2.1.2. Mô hình dao động ô tô khách 2 cầu.....	28
2.2.3. Thiết lập phương trình vi phân mô tả dao động.....	30
2.2.4. Phân tích và lựa chọn kích thích dao động.....	40
2.3. Cơ sở lý thuyết điều khiển hệ mờ(Fuzzy Logic Control-FLC).....	43
2.3.1. Tập mờ và logic mờ.....	44
2.3.2. Định nghĩa tập mờ.....	44
2.3.3. Các dạng hàm liên thuộc của tập mờ.....	45
2.3.4. Các phép toán trên tập mờ.....	45
2.3.5. Biến ngôn ngữ và giá trị của nó:.....	48
2.3.6. Luật hợp thành mờ:.....	49
2.3.7. Giải mờ.....	51
2.3.8. Nguyên tắc tổng hợp bộ điều khiển mờ.....	53
2.4. Xây dựng bộ điều khiển mờ cho xe khách.....	54
2.4.1. Biến vào bao gồm:.....	54
2.4.2. Xác định tập mờ.....	54
2.4.3. Tập luật điều khiển:.....	55
2.5. Kết luận.....	57
CHƯƠNG 3: MÔ PHỎNG VÀ PHÂN TÍCH HIỆU QUẢ CỦA HỆ THỐNG TREO ĐIỀU KHIỂN BÁN CHỦ ĐỘNG.....	58
3.1. Mô phỏng.....	58
3.1.1. Số liệu mô phỏng.....	58
3.1.2. Khối mô phỏng tổng thể.....	60
3.2. Phân tích kết quả mô phỏng.....	60
3.4. Hiệu quả của hệ thống treo bán chủ động.....	64
3.4. Kết luận.....	67
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	68
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	70
Phục lục 1.....	74
TÍNH GIA TỐC BÌNH PHƯƠNG TRUNG BÌNH.....	74

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

<i>TT</i>	<i>Thông số</i>	<i>Ký hiệu</i>	<i>Đơn vị</i>
1	Khối lượng người điều khiển và ghế	m_{s1}	kg
2	Khối lượng được treo khi xe đầy tải	m	kg
3	Khối lượng không được treo cầu trước	m_{a1}	kg
4	Khối lượng không được treo cầu sau	m_{a1}	kg
5	Khối lượng hành khách và ghế giữa và sau	$m_{p1},$ m_{p2}	kg
6	Khoảng cách trọng tâm xe và cầu trước	a	m
7	Khoảng cách trọng tâm xe và cầu sau	b	m
8	Khoảng cách cầu trước và trọng tâm cầu trước	e_1	m
9	Khoảng cách cầu trước và trọng tâm cầu sau	e_2	m
10	Khoảng cách từ tâm bánh xe và trọng tâm cầu trước	f_1	m
11	Khoảng cách từ tâm bánh xe và trọng tâm cầu sau	f_2	m
12	Khoảng cách từ ghế và trọng tâm xe theo phương y	s_2	m
15	Khoảng cách từ ghế và trọng tâm xe theo phương x	s_1	m
16	Độ cứng của HTT cầu trước	k_{1l}, k_{1r}	N/m
17	Độ cứng của HTT cầu sau	$k_{23l},$ k_{23r}	N/m
18	Độ cứng của lớp xe cầu trước	$k_{t1l},$ k_{t1r}	N/m
19	Độ cứng của lớp xe cầu sau	$k_{t2l},$ k_{t2r}	N/m
20	Độ cứng của HTT ghế người điều khiển	k_{s1}	N/m

21	Hệ số cản giảm chấn HTT cầu trước	c_{1r}, c_{1l}	N.s/m
22	Hệ số cản giảm chấn HTT cầu sau	c_{23r}, c_{23l}	N.s/m
23	Hệ số cản giảm chấn của ghế người điều khiển	c_s	N.s/m
24	Hệ số cản giảm chấn lớp trước	c_{t1r}, c_{t1l}	N.s/m
25	Hệ số cản giảm chấn lớp sau	c_{t2r}, c_{t2l}	N.s/m
26	Mô men quán tính của thân xe đối với trục y đi qua trọng tâm của thân xe	I_1	kg.m ²
27	Mô men quán tính của thân xe đối với trục x đi qua trọng tâm của thân xe	I_2	kg.m ²
28	Mô men quán tính cầu trước đối với trục x đi qua trọng tâm cầu trước	I_{a1}	kg.m ²
29	Mô men quán tính cầu sau đối với trục x đi qua trọng tâm cầu sau	I_{a2}	kg.m ²
30	Tần số sóng mặt đường	Ω	Hz
31	Chiều dài sóng mặt đường	S	m
32	Vận tốc xe	V	m/s
33	Tần số sóng mặt đường	N	Chu kỳ/m
34	Tần số mẫu	n_0	Chu kỳ/m
35	Mật độ phổ chiều cao mấp mô mặt đường	$S_q(n)$	m ³ /chu kỳ
36	Hệ số tần số được miêu tả tần số mật độ phổ của mặt đường	ω	Rad

DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1. Hệ thống chassis xe khách Samco Primas Li.35B.....	9
Hình 1.2. Hệ thống treo trước xe khách Samco Primas Li.35B	9
Hình 1.3. Hệ thống treo sau xe khách Samco Primas Li.35B.....	10
Hình 1.4. Hệ thống treo xe khách thế hệ mới THACO GARDEN 79S	10
Hình 1.5. Hệ thống treo của xe khách Hyundai Universe Mini K39s	11
Hình 1.6. Sơ đồ hệ thống treo bán chủ động điều khiển hệ số cản.....	12
Hình 1.7. Tần số dao động riêng của các bộ phận trên cơ thể.....	14
Hình 1.8. Giới hạn tác động của dao động thẳng đứng (các đường cong có cùng thời gian tác động) phụ thuộc vào gia tốc dao động thẳng đứng và tần số đối với con người khi ngồi và đứng trên xe theo tiêu chuẩn ISO/DIS 2631. .	17
Hình 2.1. Kết cấu hệ thống treo trước, sau và hình dáng bên ngoài của xe khách khảo sát.....	26
Hình 2.2 Mô hình dao động của ô tô khách.....	29
Hình 2.3. Sơ đồ lực tác dụng lên ghế người điều khiển.....	31
Hình 2.4. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cầu trước.....	32
Hình 2.5. Hệ thống treo và mô hình hóa hệ thống treo sau ô tô khách.....	35
Hình 2.6. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên cầu sau.....	36
Hình 2.7. Sơ đồ lực và mô men tác dụng lên thân xe	38
Hình 2.8. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO A (mặt đường có chất lượng rất tốt)	42
Hình 2.9. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO B (mặt đường có chất lượng trung bình).....	42
Hình 2.10. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO C (mặt đường có chất lượng trung bình)	42
Hình 2.11. Chiều cao mấp mô mặt đường theo tiêu chuẩn ISO E (mặt đường có chất lượng rất xấu).....	43
Hình 2.12. Phép xâu chuỗi mờ có thể dùng để rút ra các định tính nếu - thì	43
Hình 2.13. Mô tả hàm phụ thuộc $\mu A(x)$ của tập các số thực từ -5 đến 5.....	44
Hình 2.14. Các dạng hàm liên thuộc của tập mờ (a) Dạng hình thang, (b) Dạng hình chữ “S”; (c) Dạng hình chữ “Z”	45

Hình 2.15. Hợp của hai tập mờ có cùng cơ sở (a) Theo quy tắc Max, (b) theo quy tắc Lukasiewicz	46
Hình 2.16. Giao của hai tập mờ có cùng cơ sở	47
Hình 2.17. Bù của tập mờ	48
Hình 2.18. Phép bù của một tập mờ	48
Hình 2.19. Minh họa quy tắc hợp thành mờ	52
Hình 2.20. Giải mờ bằng phương pháp cực đại	52
Hình 2.21. Hàm thuộc trong Matlab	55
Hình 3.1. Sơ đồ mô phỏng tổng thể Matlab/simulink.....	60
Hình 3.2. Gia tốc phản ứng theo miền thời gian tại 3 vị trí ghế ngồi hành khách theo phương thẳng đứng.....	61
Hình 3.3. So sánh kết gia tốc phản ứng theo miền thời gian tại 3 vị trí ghế ngồi hành khách theo phương thẳng đứng.....	63
Hình 3.4 (a). Giá trị gia tốc bình phương trung bình theo phương thẳng đứng với hệ thống treo bán chủ động so với hệ thống treo bị động tại ba vị trí ghế ngồi.....	64
Hình 3.4 (a), (b). Giá trị gia tốc bình phương trung bình theo phương thẳng đứng với hệ thống treo bán chủ động so với hệ thống treo bị động tại ba vị trí ghế ngồi.....	65
Hình 3.5 (a). Giá trị gia tốc bình phương trung bình theo phương thẳng đứng với hệ thống treo bán chủ động so với hệ thống bị động tại ba vị trí ghế ngồi.	66
Hình 3.5 (b), (c). Giá trị gia tốc bình phương trung bình theo phương thẳng đứng với hệ thống treo bán chủ động so với hệ thống bị động tại ba vị trí ghế ngồi.....	67