ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

……

NGUYỄN THÀNH CÔNG

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ CHẾ TẠO HỆ THỐNG TREO XE FORMULA STUDENT

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ

Thái Nguyên - 2014

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN

TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

…….

NGUYỄN THÀNH CÔNG

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ CHẾ TẠO HỆ THỐNG TREO XE FORMULA STUDENT

Chuyên ngành: Kỹ thuật cơ khí

Mã số: 62520103

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

KHOA CƠ KHÍ **NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC**

TS. NGUYỄN KHẮC TUÂN

P. QUẢN LÝ ĐT SAU ĐẠI HỌC

Thái Nguyên - 2014

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/

LỜI CAM ĐOAN

Đây là công trình nghiên cứu của tôi với sự hướng dẫn của thầy giáo **TS. Nguyễn Khắc Tuân**. Trong quá trình làm luận văn tôi có sử dụng tài liệu tham khảo là một số đề tài nghiên cứu về ôtô và thừa kế một số kết quả nghiên cứu của các đề tài đã được ứng dụng để làm cơ sở cho luận văn.

Tôi cam đoan các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Thái Nguyên, ngày 28 tháng 3 năm 2014

Học viên

Nguyễn Thành Công

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/

MỤC LỤC

Trang

I Lời cam đoan....1
II Mục lục....2
III Danh mục các ký hiệu và chữ viết tắt....3
IV Danh mục các hình vẽ và bảng biểu....6
Chương 1 Tổng quan về đề tài nghiên cứu....11
1.1 Giới thiệu về xe Formula Student....11
1.2 Tổng quan về hệ thống treo và các chỉ tiêu đánh giá....13
1.2.1 Vai trò của hệ thống treo....13
1.2.2 Yêu cầu kỹ thuật đối với hệ thống treo....13
1.2.3 Giới thiệu một số loại hệ thống treo....14
1.3 Các chỉ tiêu, phương pháp đánh giá độ êm dịu chuyển động....21
1.3.1 Cường độ dao động....21
1.3.2 Gia tốc bình phương trung bình theo thời gian tác động....22
1.3.3 Chỉ tiêu về tải trọng động....23
1.4 Tổng quan các nghiên cứu về lĩnh vực dao động của ô tô và hệ thống treo....24
1.4.1 Ở trong nước....24
1.4.2 Trên thế giới....26
1.5 Mục tiêu, phạm vi và nội dung nghiên cứu của luận văn....29
1.5.1. Mục tiêu nghiên cứu....29
1.5.2 Phạm vi nghiên cứu và đối tượng nghiên cứu....30
1.5.3 Phương pháp nghiên cứu 30
1.5.4 Nội dung nghiên cứu....31
Chương 2 Thiết kế hệ thống treo xe Formula Student....32
2.1 Phân tích, lựa chọn phương án thiết kế hệ thống treo.... 32
2.2 Xác định các thông số cơ bản của hệ thống treo....33
2.2.1 Các thông số kỹ thuật của xe F-SAE....33
2.2.2 Xác định hệ số độ cứng và hệ số giảm chấn của hệ thống treo....34

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/

2.3 Tính toán,thiết kế hệ thống treo.....37
2.3.1 Cấu tạo hệ thống treo xe F-SAE.....37
2.3.2 Động học hệ thống treo Mc.Pheson.....38
Chương 3 Xây dựng mô hình dao động xe Formula Student.....41
3.1 Mô hình dao động của xe F-SAE.....41
3.1.1 Các phương pháp xây dựng mô hình dao động.....41
3.1.2 Xây dựng mô hình vật lý 43
3.2 Thiết lập phương trình vi phân mô tả dao động.....46
3.3 Phân tích nguồn kích thích dao động.....51
3.3.1 Kích thích hàm toán học đơn giản 51
3.3.2 Kích thích mặt đường ngẫu nhiên 53
Chương 4 Mô phỏng dao động và lựa chon thông số hệ thống treo xe Formula Student.....55
4.1. Phương pháp mô phỏng.....56
4.2. Mô phỏng dao động.....57
4.2.1 Các thông số mô phỏng.....57
4.2.2 Mô phỏng dao động của xe F-SAE.....58
4.2.3 Kết quả mô phỏng dao động xe F-SAE.....59
4.2.4 Phân tích, đánh giá ảnh hưởng thông số thiết kế HTT đến độ êm dịu chuyển động...60
4.2.5 Lựa chọn tối ưu một số thông số chính cho HTT.....65
Chương 5 Chế tạo hệ thống treo xe Formual Student.....69
5.1 Chế tạo hệ thống treo.....69
Tài liệu tham khảo.....72

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU VÀ CHỮ VIẾT TẮT

Ký hiệu	*Đơn vị*	*Giải nghĩa*
M	kg	Khối lượng được treo
m_{1t}	kg	Khối lượng treo trước trái
m_{1p}	kg	Khối lượng treo trước phải
m_{2t}	kg	Khối lượng treo sau trái
m_{2p}	kg	Khối lượng treo sau phải
a	m	Khoảng cách từ trọng tâm đến cầu trước
b	m	Khoảng cách từ trọng tâm đến cầu sau
B_t	m	Vết bánh xe trước
B_s	m	Vết bánh xe sau
K_{1t}	N/m	Độ cứng của HTT trước trái
K_{1p}	N/m	Độ cứng của HTT trước phải
K_{2t}	N/m	Độ cứng của HTT sau trái
K_{2p}	N/m	Độ cứng của HTT sau phải
K_{l1t}	N/m	Độ cứng của lốp xe trước trái
K_{l1p}	N/m	Độ cứng của lốp xe trước phải
K_{l2t}	N/m	Độ cứng của lốp xe trước trái
K_{l2p}	N/m	Độ cứng của lốp xe trước sau
C_{1t}	N.s/m	Hệ số cản giảm chấn trước trái
C_{1p}	N.s/m	Hệ số cản giảm chấn trước phải
C_{2t}	N.s/m	Hệ số cản giảm chấn sau trái
C_{2p}	N.s/m	Hệ số cản giảm chấn sau phải
C_{l1t}	N.s/m	Hệ số cản của lốp xe trước trái
C_{l1p}	N.s/m	Hệ số cản của lốp xe trước phải
C_{l2t}	N.s/m	Hệ số cản của lốp xe sau trái
C_{l2p}	N.s/m	Hệ số cản của lốp xe sau phải
J_x	$Nm.s^2$	Mô men quán tính khối lượng treo với trục X

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/

J_y	$Nm.s^2$	Mô men quán tính khối lượng treo với trục Y
v	km/h	Vận tốc xe khi khảo sát
$\vec{F}$	N	Tổng các ngoại lực tác dụng lên vật
$\vec{F}_{qt}$	N	Tổng các lực quán tính tác dụng lên vật
φ	Rad	Chuyển động quanh trục X
θ	Rad	Chuyển động quanh trục Y
q_{1T}	m	Toạ độ suy rộng khối lượng không được treo phía trước bên trái
q_{1P}	m	Toạ độ suy rộng khối lượng không được treo phía trước bên phải
q_{2T}	m	Toạ độ suy rộng khối lượng không được treo phía sau bên trái
q_{2P}	m	Toạ độ suy rộng khối lượng không được treo phía sau bên phải
F_{1T}	N	Lực tác dụng lên thân xe của HTT phía trước bên trái
F_{1P}	N	Lực tác dụng lên thân xe của HTT phía trước bên phải
F_{2T}	N	Lực tác dụng lên thân xe của HTT phía sau bên trái
F_{2P}	N	Lực tác dụng lên thân xe của HTT phía trước bên phải
KB	-	Cường độ dao động
a_{wz}	m/s^2	Gia tốc bình phương trung bình theo phương thẳng đứng
T	s	Thời gian khảo sát
$K_{dyn,max}$	-	Hệ số tải trong động cực đại
$K_{z,dyn}$	N	Tải trọng động bánh xe
$K_{z,st}$	N	Tải trọng tĩnh bánh xe
L	mm	Chiều dài cơ sở xe F-SAE
r_{bx}	mm	Bán kính bánh xe
F	Hz	Tần số dao động riêng của HHT

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/

ψ	-	Hệ số dập tắt dao động của đệm đàn hồi
A	-	Hệ số kinh nghiệm đối với hầu hết các ôtô
δ_0	Độ	Góc nghiêng ngang trụ đứng
γ_0	Độ	Góc nghiêng ngang bánh trước
r_0	mm	Bán kính bánh xe quay quanh trụ đứng
f_t	mm	Độ võng tĩnh
$f_đ$	mm	Độ võng động
k_c	mm	Khoảng cách từ tâm quay bánh xe tới đòn dưới
h_{02}	mm	Khoảng cách từ mặt đường tới tâm quay trụ đứng
K_Σ	N/m	Hệ số độ cứng tương đương
K_L	N/m	Hệ số độ cứng lốp
C_Σ	N.s/m	Hệ số giảm chấn tương đương
C_L	N.s/m	Hệ số giảm chấn lốp xe
Ω	Hz	Tần số sóng mặt đường
S	m	Chiều dài sóng mặt đường
V	m/s	Vận tốc xe
n	Chu kỳ/m	Tấn số sóng mặt đường
n_0	Chu kỳ/m	Tần số mẫu
$S_q(n)$	m^3/chu kỳ	Mật độ phổ chiều cao mấp mô mặt đường
ω	Rad	Hệ số tần số được miêu tả tần số mật độ phổ của mặt đường

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ VÀ BẢNG BIỂU

Hình 1.1: Xe Formula Student.....11

Hình 1.2: Hệ treo phụ thuộc loại lò xo trụ.....15

Hình 1.3: Hệ thống treo hai đòn ngang.....17

Hình 1.4: Hệ thống treo Mc.Pherson.....17

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/

Hình 1.5: Hệ thống treo khí điều khiển bằng điện tử 18

Hình 1.6: Hệ thống treo đa liên kết.....19

Hình 2.1: Sơ đồ cấu tạo hệ Mc.Pherson.....22

Hình 2.2: Mối quan hệ động học của hệ treo Mc.Pherson.....23

Hình 2.3: Hoạ đồ động học hệ thống treo Mc.Pherson.....40

Hình 3.1: Phương pháp xây dựng mô hình dao động 1.....42

Hình 3.2: Phương pháp xây dựng mô hình dao động 2.....43

Hình 3.3: Mô hình hệ thống treo tương đương.....44

Hình 3.4: Mô hình xe F-SAE thực tế.....45

Hình 3.5: Mô hình xe F-SAE kể đến khối lượng M 45

Hình 3.6: Mô hình xe F-SAE kể đến khối lượng M , Jx, Jy.....45

Hình 3.7: Sơ đồ các lực và mô men tác dụng lên thân xe.....47

Hình 3.8: Hàm điều hoà của mấp mô mặt đường.....52

Hình 3.9: Mặt đường đua xe F-SAE 53

Hình 3.10: Mấp mô mặt đường theo ISO cấp độ B 54

Hình 4.1: Sơ đồ mô phỏng tổng thể dao động bằng Matlab-Simulink7.04.....58

Hình 4.2: Gia tốc tại vị trí trọng tâm thân xe khi xe chạy trên mặt đường ISOB.....59

Hình 4.3: Các gia tốc bình phương trung bình khi K thay đổi.....62

Hình 4.4: Các gia tốc bình phương trung bình khi C thay đổi.....65

Hình 4.5: Khảo sát ảnh hưởng C và K đến độ êm dịu chuyển động ô tô sau khi tối ưu.....67

Hình 4.6: Kết quả so sánh a_{wz} của Bộ số liệu mới với Bộ số liệu cũ.....69

Hình 4.7: Kết quả so sánh $a_{w\phi}$ của Bộ số liệu mới với Bộ số liệu cũ.....69

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/

Hình 4.8: Kết quả so sánh $a_{w\theta}$ của Bộ số liệu mới với Bộ số liệu cũ.....69

Hình 5.1 Hệ thống treo cầu sau xe F-SAE 70

Hình 5.2 Lắp ráp các bộ phận trên xe F-SAE.....70

Hình 5.3 Xe F-SAE sau khi được chế tạo.....71

Bảng 1.1: Bảng đánh giá chủ quan độ êm dịu ô tô theo ISO 2631-1.....22

Bảng 2.1: Tần số dao động riêng của một số loại xe.....34

Bảng 3.1: Các loại mặt đường phân loại theo tiêu chuẩn ISO 8068.....54

Bảng 4.1: Các thông số kỹ thuật của xe F-SAE.....57

Bảng 4.2: Gia tốc bình phương trung bình tại vị trí trọng tâm thân xe 59

Bảng 4.3: Các *g*ia tốc bình phương trung bình khi *K* thay đổi.....60

Bảng 4.4: Các *g*ia tốc bình phương trung bình khi *C* thay đổi.....63

Bảng 4.5: Khảo sát sự thay đổi a_{wz} khi tối ưu C và K.....66

Bảng 4.6: Bộ số liệu mới được tối ưu.....68

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – Đại học Thái Nguyên http://www.lrc-tnu.edu.vn/