

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN THÀNH LONG

NGHIÊN CỨU NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG
ĐIỀU KHIỂN CHO HỆ TWIN ROTOR MIMO

LUẬN VĂN THẠC SĨ

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

Thái Nguyên – 2018

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: Nguyễn Thành Long

Sinh ngày: 20 tháng 11 năm 1988

Học viên lớp cao học khóa K18

Chuyên ngành: Kỹ Thuật Điều Khiển và Tự Động Hóa

Trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghiệp Thái Nguyên

Xin cam đoan luận văn “nghiên cứu nâng cao chất lượng điều khiển cho hệ Twin Rotor Mimo” do cô giáo TS. Nguyễn Thị Mai Hương hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng.

Tôi xin cam đoan tất cả những nội dung trong luận văn đúng như nội dung trong đề cương và yêu cầu của giáo viên hướng dẫn. Nếu có vấn đề gì trong nội dung của luận văn, tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm với lời cam đoan của mình.

HỌC VIÊN

Nguyễn Thành Long

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian thực hiện luận văn, tác giả đã nhận được sự quan tâm giúp đỡ rất của nhà trường, các khoa, phòng ban chức năng, các thầy cô giáo, gia đình và đồng nghiệp.

Tác giả xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành nhất đến TS. Nguyễn Thị Mai Hương và thầy giáo Đinh Văn Nghiệp, trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghiệp đã tận tình hướng dẫn trong quá trình thực hiện luận văn.

Mặc dù đã rất cố gắng, song do điều kiện về thời gian và kinh nghiệm nghiên cứu của bản thân còn hạn chế nên luận văn không tránh khỏi những thiếu sót. Tác giả rất mong nhận được những ý kiến đóng góp từ các thầy cô giáo và các bạn đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện và có ý nghĩa hơn trong thực tế.

HỌC VIÊN

Nguyễn Thành Long

MỤC LỤC

CHƯƠNG I: GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG TWIN ROTOR MIMO SYSTEM (TRMS)

1.1 Mô hình hệ TRMS.....	1
1.2 Cấu trúc cơ khí của hệ TRMS.....	3
1.3 Các khó khăn khi thiết kế bộ điều khiển cho TRMS	4
1.3.1 Tính phi tuyến và hiện tượng xen kênh	4
1.3.2 Tính bất định mô hình.....	5
1.4 Giới thiệu về máy bay trực thăng.....	5

CHƯƠNG II: MÔ HÌNH TOÁN HỌC CỦA TWIN ROTOR MIMO SYSTEM

2.1 Giới thiệu chung.....	10
2.2. Xây dựng mô hình toán của TRMS theo phương pháp Newton	11
Đặc tính của động cơ.....	20
2.3. Xây dựng mô hình toán của TRMS theo Euler – Lagrange (EL).....	22
2.3.1 Trục quay tự do	22
2.3.2 Thanh đối trọng.....	24
2.3.3 Trục Quay	25
2.4. Kết luận	29

CHƯƠNG III: THIẾT KẾ ĐIỀU KHIỂN CHO TRMS

3.1 Điều khiển hệ Euler- Lagrange	31
Khái niệm hệ Euler- Lagrange	31
Phân tích tính ổn định Lyapunov và tính thụ động.....	33
Điều khiển ổn định tiệm cận	34
Điều khiển tuyến tính hóa chính xác.....	35
Nâng cao chất lượng nhờ điều khiển thích nghi giả định rõ bằng mô hình ngược	37

Phương pháp điều khiển thích nghi Li-Slotine	41
3.2 Phương trình Euler-Lagrange của chuyển động	44
3.3 Thiết kế bộ điều khiển.....	46
3.4 Kết Luận.....	51
CHƯƠNG IV: MÔ PHỎNG VÀ KIỂM CHỨNG	
4.1 Cấu trúc điều khiển	52
4.2 Kết quả mô phỏng	55
4.2.1 Vị trí góc trong mặt phẳng đứng với tín hiệu đặt:	55
4.2.2. Vị trí góc trong mặt phẳng bằng với tín hiệu đặt:.....	55
4.2.3 Vị trí góc trong mặt phẳng đứng với tín hiệu đặt: $0.25 \sin(1.9t)$..	56
4.2.4 Vị trí góc trong mặt phẳng bằng với tín hiệu đặt: $0.5 \sin(0.2t)$	56
4.2.5 Vị trí góc trong mặt phẳng bằng với tín hiệu đặt: $1 \sin(0.5t)$	56
4.2.6 Vị trí góc trong mặt phẳng đứng với tín hiệu đặt: $0.2 \sin(4t)$	57
4.2.7 Vị trí góc trong mặt phẳng bằng với tín hiệu đặt: $0.2 \sin(4t)$	57
4.3 Đánh giá kết quả.....	58
4.4 Giới thiệu hệ thống TRMS.....	58
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	
1. Kết Luận	61
2. Kiến Nghị	61

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1: Hệ thống Twin Rotor Mimo System.....	1
Hình 2: Hệ TRMS	2
Hình 3: Mặt chiếu đứng của TRMS.....	3
Hình 4: Trục thăng của Hoa Kỳ.....	6
Hình 5: Máy bay lên xuống nhờ cánh quạt chính	7
Hình 6: Trục thăng Ka- 52 sử dụng 2 tầng cánh quạt.....	8
Hình 7: Các lực tác dụng vào TRMS tạo ram omen trọng lượng.....	12
Hình 8: Momen các lực trong mặt phẳng ngang.....	17
Hình 9: Sơ đồ khối biểu diễn đầu vào và đầu ra của 2 cánh quạt.....	20
Hình 10: Twin Rotor Mimo System	23
Hình 11: Hình chiếu đứng của hệ thống	23
Hình 12: Hình chiếu bằng của hệ thống.....	24
Hình 13: Sơ đồ khối hệ thống TRMS	29
Hình 14: Cho định lý 3.2.....	35
Hình 15: Điều khiển tuyến tính hóa chính xác	36
Hình 16: Điều khiển vòng ngoài	37
Hình 17: Điều khiển bám ổn định thích nghi.....	40
Hình 18: Điều khiển thích nghi Li-Slotine	50
Hình 19: Cấu trúc mô phỏng điều khiển TRMS	54
Hình 20.....	55
Hình 21	55
Hình 22.....	56
Hình 23.....	56
Hình 24.....	56
Hình 25	57
Hình 26.....	57
Hình 27: Hệ thống thực nghiệm.....	58
Hình 28: Card kết nối MPI.....	59

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Tên tiếng anh	Tên tiếng việt
TRMS	Twin Roto MIMO System	Hệ Twin Roto nhiều vào nhiều ra
SISO	Single In – Single Out	Hệ một vào - một ra
MIMO	Multi Input – Multi Output	Hệ nhiều vào - nhiều ra
EL	Euler-Lagrange	Euler-Lagrange

DANH MỤC CÁC BẢNG

STT	Tên bảng	Nội dung	Trang
1		Bảng ký hiệu các thông số	viii
2	Bảng2.1	Ký hiệu và ý nghĩa của các thông số mô hình TRMS	13
3	Bảng 4.1	Thông số mô phỏng của TRMS	52

BẢNG KÝ HIỆU CÁC THÔNG SỐ

Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa
$V_{v/h}$	V	điện áp trên cực động cơ chính/phụ
$U_{v/h}$	V	điện áp điều khiển động cơ chính/phụ trong máy tính
$R_{av/h}$	Ω	điện trở phần ứng của động cơ chính/phụ
$L_{av/h}$	H	điện cảm phần ứng của động cơ chính/phụ
$i_{av/h}$	A	dòng điện phần ứng của động cơ chính/phụ
$\varphi_{v/h}$	Wb	từ thông động cơ chính/phụ
$e_{av/h}$	V	sức phản điện động của động cơ chính/phụ
$k_{av/h}$		hằng số sức phản điện động của động cơ chính/phụ
α_h	rad	vị trí trong mặt phẳng ngang
α_v	rad	vị trí trong mặt phẳng đứng
g	m/s^2	gia tốc trọng trường
m	kg	khối lượng
K	J	động năng
P	J	thế năng
K_1	J	động năng của thanh ngang
J_1	kgm^2	mô men quán tính của thanh ngang
m_{T1}	kg	tổng khối lượng của thanh ngang
l_{T1}	m	trọng tâm của thanh ngang
P_1	J	thế năng của thanh ngang
m_t	kg	khối lượng phần phụ của thanh ngang
m_{tr}	kg	khối lượng động cơ phụ
m_{ts}	kg	khối lượng vành bảo vệ roto phụ
m_m	kg	khối lượng phần chính của thanh ngang
m_{mr}	kg	khối lượng động cơ chính
m_{ms}	kg	khối lượng vành bảo vệ roto chính
l_t	m	chiều dài phần phụ của thanh ngang

l_m	m	chiều dài phần chính của thanh ngang
$r_{m/ts}$	m	bán kính vành bảo vệ rotor chính/phụ
$r_{mm/t}$	m	bán kính rotor động cơ chính/phụ
K_2	J	động năng của thanh đối trọng
P_2	J	thế năng của thanh đối trọng
J_2	kgm ²	mô men quán tính của thanh đối trọng
m_b	kg	khối lượng của thanh đối trọng
m_{T2}	kg	tổng khối lượng của thanh đối trọng
m_{cb}	kg	khối lượng của đối trọng
l_{T2}	m	trọng tâm của thanh đối trọng
l_b	m	chiều dài của thanh đối trọng
l_{cb}	m	khoảng cách từ đối trọng đến điểm quay
r_{cb}	m	bán kính của đối trọng
L_{cb}	m	chiều dài của đối trọng
K_3	J	động năng của chốt quay
P_3	J	thế năng của chốt quay
J_3	kgm ²	mô men quán tính của chốt quay
J_4	kgm ²	mô men quán tính phần sau của chốt quay
m_h	kg	khối lượng của chốt quay
m_{h1}	kg	khối lượng phần sau của chốt quay
h	m	chiều dài của chốt quay
h_1	m	chiều dài phần sau của chốt quay
$K_{4/5}$	J	động năng của rotor chính/phụ
J_{mm}	kgm ²	mô men quán tính của rotor động cơ
$J_{m/tp}$	kgm ²	mô men quán tính của cánh quạt rotor chính/phụ
e_i		véc tơ đơn vị trong \square^3
$\omega_{m/t}$	rad/s	tốc độ góc động cơ chính/phụ
$J_{m/tr}$	kgm ²	mô men quán tính của rotor chính/phụ
H	m	chiều cao từ mặt đế đến chốt quay