

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**  
-----o0o-----

**LÊ HỒNG THU**

**PHÂN CHIA TẢI CHO 02 ĐỘNG CƠ XOAY CHIỀU**  
**LÀM VIỆC SONG SONG NỐI CỨNG TRỰC**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa**

**CB HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: PGS.TS. Nguyễn Duy Cường**

**THÁI NGUYÊN- 2016**

**LỜI CAM ĐOAN**

Tên tôi là: **Lê Hồng Thu.**

Sinh ngày: 27 tháng 02 năm 1990.

Học viên Cao học Khoá 16 – Lớp Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa - Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên.

Xin cam đoan luận văn “**Phân chia tải cho 02 động cơ xoay chiều làm việc song song nối cứng trực.**” do thầy giáo **PGS.TS. Nguyễn Duy Cường** 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 thầy giáo 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.

*Thái Nguyên, ngày      tháng      năm 2016*

**Học viên**

**Lê Hồng Thu**

## LỜI CẢM ƠN

Sau thời gian nghiên cứu, làm việc khẩn trương và được sự hướng dẫn tận tình giúp đỡ của thầy giáo **PGS.TS. Nguyễn Duy Cường**, luận văn với đề tài **“Phân chia tải cho 02 động cơ xoay chiều làm việc song song nối cứng trực”** đã được hoàn thành.

Tôi xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới:

Thầy giáo hướng dẫn **PGS.TS. Nguyễn Duy Cường** đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tôi hoàn thành luận văn.

Các thầy cô giáo Trường Đại học kỹ thuật công nghiệp Thái Nguyên và các bạn bè đồng nghiệp, đã quan tâm động viên, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập để hoàn thành luận văn này.

Mặc dù đã cố gắng hết sức, song do điều kiện thời gian và kinh nghiệm thực tế của bản thân còn ít, cho nên đề tài không thể tránh khỏi thiếu sót. Vì vậy, tôi mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy giáo, cô giáo và các bạn bè đồng nghiệp.

**Tôi xin chân thành cảm ơn!**

*Thái Nguyên, ngày tháng năm 2016*

**Học viên**

**Lê Hồng Thu**

## MỤC LỤC

<b>LỜI CAM ĐOAN</b> .....	I
<b>LỜI CẢM ƠN</b> .....	III
<b>DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT</b> .....	VI
<b>DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ</b> .....	VII
<b>LỜI NÓI ĐẦU</b> .....	IX
<b>CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ PHÂN CHIA TẢI CHO HAI ĐỘNG CƠ XOAY CHIỀU NÓI CỨNG TRỰC</b> .....	1
1.1 Những yêu cầu về truyền động trong thực tế.....	1
1.2 Giải pháp truyền thống.....	1
1.3 Giải pháp đề xuất .....	4
<b>CHƯƠNG 2: MÔ HÌNH TOÁN ĐỘNG CƠ ĐIỆN XOAY CHIỀU</b> .....	6
2.1 Máy điện đồng bộ.....	6
2.1.1 Định nghĩa.....	6
2.1.2 Cấu tạo và nguyên lý hoạt động:.....	7
2.1.3 Phân loại:.....	8
2.2 Động cơ điện đồng bộ .....	9
2.2.1 Nguyên lý làm việc của động cơ điện đồng bộ 3 pha .....	9
2.2.2 Các phương pháp khởi động động cơ đồng bộ .....	10
2.3 Mô hình toán mô tả động học động cơ đồng bộ 3 pha.....	10
2.3.1 Biến đổi hệ tọa độ. ....	11
2.3.2 Các phương trình trong hệ tọa độ dq. ....	12
2.3.3 Phương trình tính điện áp MTu.....	12
2.4 Mô hình hai động cơ đồng bộ 3 pha nói cứng trực .....	13
2.4.1 Phương trình toán mô tả động cơ đồng bộ 01 .....	13
2.4.2 Phương trình toán mô tả động cơ đồng bộ 02.....	13
2.4.3 Phương trình mô men khi hai động cơ chung tải .....	14

CHƯƠNG 3: ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI THEO MÔ HÌNH MẪU (MRAS).....	15
3.1 Hệ thống điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu .....	15
3.2 Thiết kế hệ thống điều khiển thích nghi trực tiếp .....	18
3.2.1 Thiết kế bộ điều khiển thích nghi trực tiếp dựa vào luật MIT .....	18
3.2.2 Thiết kế bộ điều khiển TNTT dựa vào phương pháp ổn định Liapunov .....	26
3.2 Thiết kế hệ thống điều khiển thích nghi gián tiếp dựa vào phương pháp ổn định Liapunov .....	32
3.2.1 Xác định cấu trúc của đối tượng và mô hình mẫu .....	32
3.2.2 Xác định phương trình sai số .....	33
3.2.3 Chọn hàm Lyapunov $V(e)$ .....	34
3.2.4 Xác định điều kiện để đạo hàm $\dot{V}(e)$ xác định âm .....	34
3.2.5 Tìm tham số biểu thức của tham số $a_m, b_m$ .....	35
3.2.6 Xác định tham số $P_{21}, P_{22}$ .....	36
3.2.7 Thiết kế bộ điều khiển PD thích nghi .....	36
CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ ĐIỀU KHIỂN VÀ MÔ PHỎNG .....	42
4.1. Xây dựng đối tượng trên Matlab/Simulink .....	42
4.2 Thiết kế điều khiển.....	44
4.2.1 Xây dựng bộ điều khiển PID theo phương pháp Zigler – Nichol.....	44
4.2.2 Bộ điều khiển PI điều chỉnh dòng điện động cơ ĐB3P .....	46
4.2.3 Bộ điều khiển PID điều chỉnh tốc độ động cơ ĐB3P .....	47
4.2.4 Kết quả mô phỏng .....	48
4.3 Bộ điều khiển PI thích nghi điều chỉnh dòng điện.....	51
4.3.1 Thiết kế bộ điều khiển PI thích nghi điều chỉnh dòng điện $I_{sq2}$ .....	51
4.3.2 Kết quả mô phỏng bộ điều khiển PI thích nghi.....	53
<b>KẾT LUẬN, KIẾN NGHỊ</b> .....	<b>57</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	<b>59</b>

## DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Tên tiếng Anh	Tên tiếng Việt
MRAS	Model Reference Adaptive System	Hệ thống thích nghi theo mô hình mẫu
PID	Proportional - Integral - Derivative	Tỷ lệ - tích phân - đạo hàm
AC	Alternating Current	Dòng điện xoay chiều
DC	Direct Current	Dòng điện một chiều
AD	Analog digital	Bộ biến đổi tương tự - số
TNTT		Thích nghi trực tiếp
ĐCĐB		Động cơ đồng bộ
ĐB3P		Động bộ 3 pha

## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1-1: Sơ đồ 02 động cơ xoay chiều nối cứng trục .....	2
Hình 1-2: Cấu trúc hệ thống điều khiển truyền thống .....	3
Hình 1-3: Cấu trúc hệ thống điều khiển đề xuất .....	5
Hình 2-1: Cấu tạo của máy điện đồng bộ .....	7
Hình 2-2: Sơ đồ Véc-tơ chuyển đổi sang hệ dq .....	11
Hình 3-1: Sơ đồ hệ thống điều khiển thích nghi tham số .....	15
Hình 3-2: Sơ đồ hệ thống điều khiển thích nghi tín hiệu .....	16
Hình 3-3: Điều khiển thích nghi trực tiếp .....	17
Hình 3-4: Mô hình đối tượng điều khiển và mô hình mẫu .....	19
Hình 3-5: Sự thay đổi tham số bp dẫn tới sự thay đổi đáp ứng đầu ra .....	20
Hình 3-6: Đáp ứng đầu ra của đối tượng ( $Y_p$ ), đáp ứng mô hình mẫu ( $Y_{p1}$ ) và sai lệch hai đáp ứng đầu ra ( $e$ ) khi thay đổi tham số bp. ....	21
Hình 3-7: Bộ điều khiển thích nghi trực tiếp dựa vào luật MIT theo tham số $K_b$ . ....	22
Hình 3-8: Đáp ứng đầu ra của đối tượng điều khiển và mô hình mẫu theo luật MIT. ....	22
Hình 3-9: Sai lệch đầu ra của đối tượng và mô hình mẫu .....	23
Hình 3-10: Hệ số thích nghi $K_b$ theo luật MIT .....	23
Hình 3-11: Sơ đồ mô phỏng chỉnh định thông số $K_a$ và $K_b$ .....	24
Hình 3-12: Đáp ứng đầu ra và sai lệch giữa đầu ra đối tượng và mô hình mẫu. ....	25
Hình 3-13: Các hệ số $K_a$ và $K_b$ .....	25
Hình 3-14: Khi thay đổi hệ số thích nghi. ....	26
Hình 3-15: Hệ thống điều khiển thích nghi gián tiếp .....	38
Hình 3-16: Hệ thống điều khiển thích nghi gián tiếp trên Matlab/Simulink .....	39
Hình 3-17: Đáp ứng của đối tượng, mô hình mẫu với tham số của đối tượng thay đổi $t=15(s); t=30(s)$ .....	40
Hình 3-18: Đáp ứng của các tham số hiệu chỉnh mô hình mẫu và tham số thích nghi $a_m, b_m, K_p, K_d$ với sự thay đổi tham số của mô hình đối tượng tại $t=15(s); t=30(s)$ ..	41
Hình 4-1: Sơ đồ chuyển đổi từ $U_{abc}$ sang $U_{dq}$ .....	42
Hình 4-2: Sơ đồ mối liên hệ giữa $y_d, y_q$ với $i_{sd}, i_{sq}$ .....	42

Hình 4-3: Mô hình chi tiết động cơ DB3P .....	43
Hình 4-4: Mô hình động cơ DB3P .....	43
Hình 4-5: Mô hình 2 động cơ DB3P nối cứng trục .....	44
Hình 4-6: Đáp ứng nấc của hệ hở có dạng S .....	44
Hình 4-7: Xác định hằng số khuếch đại tới hạn .....	45
Hình 4-8: Đáp ứng nấc của hệ kín khi $k = k_{th}$ .....	45
Hình 4-9: Bộ điều khiển PI chỉnh dòng ĐCDB 3 pha 01 .....	46
Hình 4-10: Cấu trúc bộ điều khiển PI chỉnh dòng đối với mô hình 2 ĐCDB 3 pha nối cứng trục .....	47
Hình 4-11: Sơ đồ mạch vòng ổn định tốc độ 01 ĐCDB 3 pha .....	47
Hình 4-12: Sơ đồ mạch vòng ổn định tốc độ với 2 ĐCDB 3 pha nối cứng trục .....	48
Hình 4-13: Đặc tính dòng $I_{sq}$ của động cơ 01 và 02 trên hệ tọa độ dq khi sử dụng bộ điều khiển PID .....	49
Hình 4-14: Sai lệch giữa dòng $I_{sq1}$ của ĐC01 với $I_{sq2}$ của ĐC02 khi sử dụng bộ điều khiển PID .....	50
Hình 4-15: Sơ đồ mô phỏng bộ điều khiển thích nghi dòng điện $i_{sq2}$ của động cơ 02 trên Matlab/Simulink 2012 .....	53
Hình 4-16: Đặc tính dòng điện $I_{sq1}$ ; $I_{sq2}$ khi áp dụng bộ điều khiển PI thích nghi .....	54
Hình 4-17: Sai lệch giữa $I_{sq1}$ ; $I_{sq2}$ khi áp dụng bộ điều khiển PI thích nghi .....	54
Hình 4-18: Đặc tính tốc độ của hệ thống khi áp dụng bộ điều khiển PI thích nghi .....	55
Hình 4-19: Đặc tính mômen của hệ thống khi áp dụng bộ điều khiển PI thích nghi .....	55
Hình 4-20: Tham số thích nghi $K_p$ của bộ điều khiển PI đối với dòng điện $i_{sq2}$ .....	56
Hình 4-21: Tham số thích nghi $K_i$ của bộ điều khiển PI thích nghi đối với dòng điện $i_{sq2}$ .....	56



## LỜI NÓI ĐẦU

Trong thời đại công nghiệp hóa hiện đại hóa gắn liền với tri thức hiện nay, việc ứng dụng các tiến bộ của khoa học kỹ thuật trong các hệ thống điều khiển, từ việc điều khiển động cơ công suất nhỏ, đến những động cơ công suất lớn cho cả một dây truyền lớn, một hệ thống trong các nhà máy, xí nghiệp.... đang được đặc biệt quan tâm. Cùng với sự trợ giúp của máy tính, của trí tuệ nhân tạo, các hệ thống điều khiển ngày càng trở nên hoàn thiện hơn, phục vụ nhiều chức năng hơn và khả năng tự động hóa ngày càng cao. Do đó, yêu cầu đối với cán bộ kỹ thuật phải có trình độ cao, đồng thời phải có khả năng nắm bắt công nghệ mới một cách tốt nhất. Tuy nhiên, đối với những hệ thống đã và đang được sử dụng lại yêu cầu người cán bộ kỹ thuật phải có khả năng nắm bắt và cải tiến công nghệ cho các hệ thống đó.

Việc sử dụng những động cơ công suất lớn đáp ứng được yêu cầu của tải gặp nhiều khó khăn thiết kế, chế tạo các động cơ công suất lớn. Vận hành động cơ công suất lớn đồng nghĩa với việc đi kèm với nó là thiết bị biến đổi (bộ chỉnh lưu có điều khiển đối với động cơ một chiều, bộ nghịch lưu đối với động cơ xoay chiều) công suất lớn. Việc chế tạo động cơ công suất lớn và chế tạo các bộ biến đổi công suất lớn tương xứng là rất phức tạp và cũng rất tốn kém để thiết kế và chế tạo.

Với đề tài: **“Phân chia tải cho 02 động cơ xoay chiều làm việc song song nối cứng trực”**, đưa ra giải pháp khắc phục các khó khăn, hạn chế trên khi thay vì chỉ sử dụng một động cơ công suất lớn ta sử dụng 02 động cơ có tổng công suất bằng công suất của động cơ cần thay thế, các động cơ được chọn có cùng tốc độ định mức và công suất định mức, nối cứng trực. Ưu điểm của giải pháp là: Tính khả thi trong việc thiết kế, chế tạo động cơ cũng như bộ biến đổi đi kèm có công suất nhỏ hơn. [1]

**Phương pháp nghiên cứu của đề tài như sau:**

- Nghiên cứu lý thuyết và xây dựng mô hình toán hệ hai động cơ xoay chiều nối cứng trực.
- Nghiên cứu hệ thống điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu **MRAS** áp dụng cho bài toán cân bằng tải hai động cơ xoay chiều làm việc song song nối cứng trực.
- Kiểm chứng kết quả thiết kế thông qua mô phỏng bằng phần mềm **Matlab/Simulink**.

Cấu trúc luận văn bao gồm 4 chương, nội dung tóm tắt của các chương như sau:

**Chương 1: Tổng quan về phân chia tải cho 02 động cơ xoay chiều nối cứng trực.**

Đặt vấn đề cân bằng tải cho hai động cơ xoay chiều nối cứng trực. Tổng quan về phương pháp cân bằng tải cho hai động cơ xoay chiều nối cứng trực.

**Chương 2: Mô hình toán động cơ điện xoay chiều.**

Cấu tạo, phân loại nguyên lý hoạt động của máy điện đồng bộ. Trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc và các phương pháp khởi động của động cơ điện đồng bộ 3 pha. Mô hình toán mô tả động học động cơ đồng bộ 3 pha và dựng mô hình toán cho hệ truyền động gồm 2 động cơ xoay chiều nối cứng trực.

**Chương 3: Điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu (MRAS).**

Khái niệm về điều khiển thích nghi, điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu, điều khiển thích nghi trực tiếp. Lý thuyết ổn định Lyapunov được áp dụng để tìm ra công thức hiệu chỉnh thông số của đối tượng điều theo thông số của mô hình mẫu.

Áp dụng lý thuyết về hệ thống thích nghi theo mô hình mẫu **MRAS** để thiết kế hệ thống điều khiển như đã đề xuất tại Chương 1. Hệ thống điều khiển với cấu trúc 02 mạch vòng, mạch vòng tốc độ bên ngoài, mạch vòng dòng điện bên trong. Bộ điều khiển PID mạch vòng dòng điện của động cơ thứ nhất được tính toán trước với các thông số bộ điều khiển là cố định.