

ĐIỀU KHIỂN SỐ HỆ THỐNG ĐIỆN CƠ

Digital Controls of Electro-mechanical System

Mã số MH: 408007

- Số tín chỉ	: 2 (2.1.5)	TCHP:	
- Số tiết	- Tổng: 45	LT: 45	BT: 0
		TH: 0	ĐA: 0
		BTL/TL: 0	
- Đánh giá	: Kiểm tra:	20%	Kiểm tra viết giữa kỳ (45')
		30%	Bài tập lớn, tiểu luận, trình bày nhóm.
Thang điểm 10/10	Thi cuối kỳ:	50%	Thi viết hoặc trắc nghiệm cuối kỳ (90')
- Môn tiên quyết			
- Môn học trước	- Xử lý số tín hiệu - Cơ sở tự động - Biến đổi năng lượng điện cơ - Điện tử công suất và ứng dụng.		MS: 405109 MS: 409001 MS: 408001 MS: 401001
- Môn song hành			
- CTĐT ngành	Ngành Điện – Điện Tử, chuyên ngành Điện Năng và chuyên ngành Điều Khiển Tự Động.		
- Trình độ	Sinh viên năm tư ngành Điện – Điện Tử.		
- Ghi chú khác			

1. Mục tiêu của môn học:

Môn học nhằm cung cấp cho sinh viên các kiến thức về thuật toán điều khiển số cho động cơ không đồng bộ 3 pha. Sinh viên được trang bị các kỹ năng tính toán, thiết kế, hiệu chỉnh và phân tích một bộ điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha dùng phương pháp điều khiển định hướng trường (FOC). Các kiến thức về điều khiển số hệ thống điện cơ sẽ giúp sinh viên thiết kế, cài đặt hay vận hành tốt các hệ thống truyền động điện dùng biến tần đang được sử dụng phổ biến trong công nghiệp.

Aims:

The aim of this subject is to provide students with the understanding about digital control algorithm of three-phase induction motor. Successful students will be able to calculate, design, adjust, and analyse a field-oriented control (FOC) of three-phase induction motor. The background on digital controls of electro-mechanical systems will help students to be able to setup or operate variable speed drives in industry.

2. Nội dung tóm tắt môn học:

Môn học bao gồm 6 chương. Chương 1 trình bày về điều khiển vector không gian và bộ nghịch lưu nguồn áp ba pha. Chương 2 trình bày hệ tọa độ từ thông rotor, chuyển đổi hệ tọa độ và mô hình toán của động cơ không đồng bộ ba pha trong hệ tọa độ stator hay từ thông rotor. Chương 3 giới thiệu các phương pháp điều khiển vô hướng và điều khiển định hướng động cơ không đồng bộ ba pha. Chương 4 trình bày các phương pháp điều khiển định hướng từ thông. Chương 5 trình bày các phương pháp ước lượng từ thông, moment, tốc độ và điều khiển tốc độ động cơ không dùng cảm biến. Chương 6 mô tả cấu trúc, các đặc điểm và các ứng dụng của bộ biến tần công nghiệp.

Course outline:

The course is represented in 6 chapters. The first chapter gives knowledges on space vector control and voltage source inverter (VSI). The second chapter represents knowledges on rotor flux oriented reference frame, reference frame transformations, and dynamic model of three-phase induction motor in stationary reference frame or rotor flux oriented reference frame. The third chapter introduces methods of scalar control, and field-oriented control of three-phase induction motor. Chapter 4 represents methods of rotor flux oriented control. Chapter 5 describes methods of flux, moment, speed estimation; and sensorless vector control. The final chapter describes structures, characteristics, and industrial application of inverters.

3. Tài liệu học tập:

- [1] Bài giảng điện tử của giảng viên phụ trách (Lecture notes).
- [2] Slobodan N. Vukosavic, *Digital control of electric drivers*, Springer 2007
- [3] W. Leonhard, *Control of Electrical drives*, Springer-Verlag, 2001.
- [4] Chee Mung Ong, *Electric Machinery Mathlab Simulation*, Prentice Hall 1998
- [5] George w. Younkin, *Industrial servo control systems* , Marcel Dekker 2003
- [6] Emil Levi, *High Performance Drive*, Liverpool John Moores Univerity, 2002.
- [7] G.F. Franklin, J.D. Powell, M.L. Workman, *Digital Control of Dynamic Systems*, Addison-Wesley Co. 1990.
- [8] P. Krause, D. Wasynczuk, and S. D. Sudhoff, *Analysis of Electric Machinery*, IEEE Press, 2002.

4. Các hiểu biết, các kỹ năng cần đạt được sau khi học môn học

1. Khả năng áp dụng các kiến thức về điện tử công suất để phân tích đầy đủ nguyên lý hoạt động của bộ nghịch lưu nguồn áp điều chế theo vector không gian. (a, e)
2. Khả năng áp dụng các kiến thức toán học và máy điện để xây dựng các mô hình động của động cơ trên hệ tọa độ stator ($\alpha\beta$) và từ thông rotor (dq). (a)
3. Khả năng phân tích ý nghĩa vật lý và mối liên hệ giữa các đại lượng trên mô hình động của động cơ không đồng bộ ba pha. (e)
4. Khả năng áp dụng các kiến thức điều khiển tự động để xây dựng được các bộ điều khiển vòng kín từ thông, moment và tốc độ của động cơ. (a, c, e)
5. Khả năng áp dụng phương pháp điều khiển định hướng trường để thiết kế hay mô phỏng các bộ điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha (có và không có cảm biến). (a, c, e, k)
6. Khả năng mô tả được cấu trúc của các hệ truyền động điện dùng biến tần. (e)

Bảng tương ứng chuẩn đầu ra của môn học và chuẩn đầu ra của chương trình đào tạo

Chuẩn đầu ra môn học	Chuẩn đầu ra của chương trình đào tạo										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
1	X				X						
2	X										
3					X						
4	X		X		X						
5	X				X						X
6					X						

Learning outcomes:

After completing this course, students should be able to:

1. An ability to *apply* knowledges of power electronics to analyze sufficiently the principles of operation of voltage source inverter using voltage space vector modulation. (a, e)
2. An ability to *apply* knowledges of math and elctrical machine to build a dynamic model of three-phase induction motor in stationary reference frame ($\alpha\beta$) or rotor flux oriented reference frame (dq). (a)
3. An ability to *analyze* sufficiently the physical meaning of each component and the relationship between components of induction motor. (e)
4. An ability to *apply* knowledges of automation control to build closed loop control of motor flux, moment, speed. (a, c, e)
5. An ability to *apply* methods of field-oriented control to design or simulate three-phase induction motor drivers (with or without speed sensor). (a, c, e, k)
6. An ability to describe completely the structure of variable speed drives. (e)

Mapping of course outcomes to program outcomes

Course outcomes	Program outcomes										
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k
1	X				X						
2	X										
3					X						
4	X		X		X						
5	X				X						X
6					X						

5. Hướng dẫn cách học - chi tiết cách đánh giá môn học:

- Sinh viên sẽ được cung cấp file bài giảng thông qua trang web.
- Sinh viên nên đến lớp học đầy đủ.
- Sinh viên thực hiện bài tập lớn, tiểu luận, trình bày nhóm tại lớp hay trong giờ tự học.
 - Thực hiện bài tập lớn ở nhà.
 - Báo cáo tiểu luận bằng văn bản, trình bày nhóm trong giờ học lý thuyết.
 - Giảng viên giảng dạy quyết định thời điểm và nội dung theo các chuẩn đầu ra của môn học.
- Điểm của bài tập, tiểu luận, trình bày nhóm là 30% điểm tổng kết.
- Kiểm tra giữa kỳ: sau 7 tuần, thi viết tập trung, thời gian tối đa 45 phút, chiếm 20% điểm tổng kết, nội dung theo các chuẩn đầu ra 1,2,3.
- Thi cuối kỳ: thi trắc nghiệm tập trung, thời gian tối đa 90 phút, chiếm 50% điểm tổng kết, nội dung theo các chuẩn đầu ra 3,4,5,6.
- Điều kiện đạt môn học: Sinh viên bắt buộc phải tham gia kỳ thi cuối. Điểm trung bình đạt từ 5 trở lên.

Learning Strategies & Assessment Scheme:

- Students will be provided lecture notes on the website.
- Students should attending school regularly.
- Student can do exercises, essays, presentations.
 - Do exercises at home.
 - Submit reports by documents. Do presentations in class.
 - Teacher gives the questions and the deadline.
- Exercises, essays, presentations hold 30% of mark.
- Mid-term after 7 first weeks (45 minutes, 20%), course objectives 1, 2, 3.

- Final test (90 minutes, 50%), course objectives 3, 4, 5, 6.
- The pass condition: attending the final test and the average mark ≥ 5.0 .

6. Nội dung chi tiết:

Tuần	Nội dung	Tài liệu	Ghi chú
1 (6 tiết) (6 tiết tự học)	Chương 1: Giới thiệu hệ thống điều khiển số động cơ <ul style="list-style-type: none"> - Sơ đồ tổng quát của hệ thống điều khiển số động cơ trong các hệ thống điện cơ. - Giới thiệu một số ứng dụng trong công nghiệp. - Khái niệm vector không gian. - Hệ tọa độ $\alpha\beta$. - Bộ nghịch lưu ba pha. - Bộ nghịch lưu áp (VSI) dùng vector không gian. - Bộ nghịch lưu dòng (CSI). 	[1]	Hiểu Nắm vững
2, 3, 4 (9 tiết) (9 tiết tự học)	Chương 2: Mô hình toán động cơ không đồng bộ ba pha <ul style="list-style-type: none"> - Hệ quy chiếu quay. Hệ tọa độ từ thông rotor (dq). - Chuyển đổi hệ quy chiếu $abc \leftrightarrow \alpha\beta \leftrightarrow dq$ / Biến đổi Park. - Mô hình toán của động cơ không đồng bộ ba pha trong các hệ tọa độ. - Khái niệm điều khiển độc lập moment và từ thông trong hệ tọa độ dq. - Tính toán các đại lượng của động cơ trong hệ tọa độ dq. 	[1]	Nắm vững Vận dụng Tổng hợp
5 (6 tiết) (6 tiết tự học)	Chương 3: Các phương pháp điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha <ul style="list-style-type: none"> - Điều khiển vòng hở - điều khiển vòng kín. - Sử dụng bộ điều khiển PID số trong điều khiển động cơ. - Các phương pháp điều khiển vô hướng động cơ không đồng bộ ba pha (Scalar Control). - Giới thiệu phương pháp điều khiển định hướng từ thông rotor động cơ không đồng bộ ba pha. 	[1]	Hiểu Vận dụng
8, 9 (12 tiết) (12 tiết tự học)	Chương 4: Điều khiển định hướng từ thông (FOC) <ul style="list-style-type: none"> - Điều khiển tiếp dòng. <ul style="list-style-type: none"> o Điều khiển trực tiếp. o Điều khiển gián tiếp. o Điều khiển dòng trong hệ tọa độ abc: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Điều khiển vòng trễ ▪ Điều khiển so sánh. - Điều khiển tiếp áp. <ul style="list-style-type: none"> o Điều khiển dòng trong hệ tọa độ dq - Tính toán thiết kế bộ điều khiển FOC. - Khảo sát đáp ứng và đánh giá chất lượng điều khiển FOC. 	[1]	Nắm vững Vận dụng Tổng hợp
12 (6 tiết) (6 tiết tự học)	Chương 5: Một số phương pháp ước lượng <ul style="list-style-type: none"> - Ước lượng từ thông (góc và độ lớn): <ul style="list-style-type: none"> o Ước lượng từ thông trong hệ tọa độ $\alpha\beta$. o Ước lượng từ thông trong hệ tọa độ dq. - Ước lượng moment. - Ước lượng tốc độ: <ul style="list-style-type: none"> o Ước lượng vận tốc vòng hở. o Ước lượng vận tốc vòng kín. - Điều khiển tốc độ động cơ không dùng cảm biến (sensorless). 	[1]	Hiểu Vận dụng

14 (3 tiết) (3 tiết tự học)	Chương 6: Ứng dụng biến tần <ul style="list-style-type: none"> - Cấu trúc một hệ thống điều khiển số động cơ ba pha. - Ưu điểm của bộ biến tần dùng phương pháp FOC. - Một số ứng dụng, cài đặt, xử lý lỗi cho biến tần dùng trong công nghiệp. 	[1]	Vận dụng Tổng hợp
(15 tiết tự học)	Đánh giá quá trình: Bài tập lớn, tiểu luận, trình bày nhóm. <ul style="list-style-type: none"> • Làm bài tập tại lớp trong giờ học lý thuyết. • Thực hiện bài tập lớn ở nhà (tính toán, mô phỏng). • Báo cáo tiểu luận bằng văn bản, trình bày nhóm trong giờ học lý thuyết (kết quả mô phỏng, tìm hiểu các ứng dụng). • Thời điểm và nội dung do giảng viên giảng dạy quyết định tùy điều kiện sĩ số sinh viên/lớp, phải đảm bảo được các chuẩn đầu ra của môn học. 	[1]	
(3 tiết) (6 tiết tự học)	Nội dung kiểm tra giữa kỳ (tập trung) Các nội dung trong chương 1, chương 2, và chương 3, gồm: <ul style="list-style-type: none"> - Khái niệm vector không gian. - Hệ tọa độ $\alpha\beta$. - Bộ nghịch lưu ba pha. - Bộ nghịch lưu áp (VSI) dùng vector không gian. - Hệ quy chiếu quay. Hệ tọa độ từ thông rotor (dq). - Chuyển đổi hệ quy chiếu $abc \leftrightarrow \alpha\beta \leftrightarrow dq$ / Biến đổi Park. - Mô hình toán của động cơ không đồng bộ ba pha trong các hệ tọa độ. - Khái niệm điều khiển độc lập moment và từ thông trong hệ tọa độ dq. - Tính toán các đại lượng của động cơ trong hệ tọa độ dq. - Điều khiển vòng hở - điều khiển vòng kín. - Sử dụng bộ điều khiển PID số trong điều khiển động cơ. - Các phương pháp điều khiển vô hướng động cơ không đồng bộ ba pha (Scalar Control). - Giới thiệu phương pháp điều khiển định hướng từ thông rotor động cơ không đồng bộ ba pha. 		

(12 tiết tự học)	<p>Nội dung thi cuối kỳ (tập trung)</p> <p>Các nội dung từ chương 1, đến chương 6, gồm:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Khái niệm vector không gian. - Hệ tọa độ $\alpha\beta$. - Bộ nghịch lưu ba pha. - Bộ nghịch lưu áp (VSI) dùng vector không gian. - Hệ quy chiếu quay. Hệ tọa độ từ thông rotor (dq). - Chuyển đổi hệ quy chiếu $abc \leftrightarrow \alpha\beta \leftrightarrow dq$ / Biến đổi Park. - Mô hình toán của động cơ không đồng bộ ba pha trong các hệ tọa độ. - Khái niệm điều khiển độc lập moment và từ thông trong hệ tọa độ dq. - Tính toán các đại lượng của động cơ trong hệ tọa độ dq. - Điều khiển vòng hở - điều khiển vòng kín. - Sử dụng bộ điều khiển PID số trong điều khiển động cơ. - Các phương pháp điều khiển vô hướng động cơ không đồng bộ ba pha (Scalar Control). - Giới thiệu phương pháp điều khiển định hướng từ thông rotor động cơ không đồng bộ ba pha. - Điều khiển tiếp dòng. - Điều khiển tiếp áp. - Tính toán thiết kế bộ điều khiển FOC. - Khảo sát đáp ứng và đánh giá chất lượng điều khiển FOC. - Ước lượng từ thông (góc và độ lớn): - Ước lượng moment. - Ước lượng tốc độ: - Điều khiển tốc độ động cơ không dùng cảm biến (sensorless). - Cấu trúc một hệ thống điều khiển số động cơ ba pha. - Ưu điểm của bộ biến tần dùng phương pháp FOC. 		
------------------	--	--	--

7. Thông tin liên hệ:

+ Khoa Điện (108B1, 38647256 ext. 5746)

Tp.Hồ Chí Minh, ngày 31 tháng 01 năm 2012

TRƯỞNG KHOA

CB PHỤ TRÁCH LẬP ĐỀ CƯƠNG

PGS.TS. NGUYỄN HỮU PHÚC

Th.S. NGUYỄN HOÀNG MINH VŨ