



TẠP CHÍ

ISSN 2185-6145

KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUI

TẬP 01-SỐ 04

12/2023

JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY QUI

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH – QUANG NINH UNIVERSITY OF INDUSTRY



CHÀO MỪNG 65 NĂM NGÀY THÀNH LẬP
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH
25/11/1958-25/11/2023



MỤC LỤC

TỔNG BIÊN TẬP

TS. Bùi Thanh Nhu

PHÓ TỔNG BIÊN TẬP

TS. Hoàng Hùng Thắng

ỦY VIÊN BAN BIÊN TẬP

TS. Giang Quốc Khánh

TS. Phạm Đức Thang

ThS. Hà Thị Ngọc Mai

ThS. Cao Hải An

ThS. Đặng Đình Đức

Nguyễn Thị Mai Hương

TÒA SOẠN

Trường Đại học Công
nghiệp Quảng Ninh.

Phường Yên Thọ, Thị xã
Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh

Điện thoại: 0203.3871.092

Email: nckh@qui.edu.vn

Website: <https://jstqui.vn>

Giấy phép xuất bản:

Số 606/GP-BTTTT của Bộ
Thông tin và Truyền thông,
ngày 29 tháng 12 năm 2022

KHOA HỌC TRÁI ĐẤT VÀ MỎ

* Nghiên cứu đề xuất điều kiện tính toán và áp dụng phương án bố trí đường lò dọc vỉa dưới trụ bảo vệ khi khai thác các vỉa than gần nhau

Vũ Đức Quyết
Vũ Ngọc Thuần

6

* Nghiên cứu phát triển phần mềm tự động thiết kế hộ chiếu khoan nổ mìn trong autocad cho đường hầm

Nguyễn Ngọc Minh
Nguyễn Văn Đức
Hò Trung Sỹ
Nguyễn Mạnh Tường

14

KINH TẾ

* Áp dụng mô hình ARDL để xác định mối quan hệ giữa FDI, tiến trình công nghiệp hóa và tăng trưởng kinh tế của tỉnh Quảng Ninh

Nguyễn Thị Mơ
Lu Shi Chang

22

* Xây dựng định mức năng suất và tiêu hao vật tư cho thiết bị khai thác và tuyển quặng tại tổ hợp dự án bô-xit Tân Rai và Nhân Cơ - TKV

Đặng Thị Thu Giang

30

ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

* Mô hình động cơ đồng bộ nam châm vĩnh cửu với hệ điều khiển relay trên phần mềm Matlab - Simulink

Phạm Anh Mai
Trần Thanh Tuyền
Nguyễn Thị Phúc

40

* Phân tích và thiết kế bộ điều khiển hệ thống phân loại sản phẩm ứng dụng Logic mờ

Nguyễn Tiến Phúc
Hoàng Thị Minh Hồng

49

* Nghiên cứu giải pháp nâng cao chất lượng điều khiển trực tiếp công suất chỉnh lưu tích cực trong hệ thống truyền động điện điều khiển trực tiếp momen

Nguyễn Thị Mến

56

MỤC LỤC

NỘI DUNG CHUYÊN ĐỀ CỦA TẠP CHÍ

- Khoa học về trái đất và mỏ;
- Kỹ thuật môi trường;
- Điện tử-tự động hóa;
- Tiết kiệm năng lượng-Cơ khí;
- Công nghệ thông tin;
- Khoa học tự nhiên;
- Khoa học kinh tế;
- Chính trị, xã hội.

TẦN SUẤT XUẤT BẢN

Tạp chí điện tử Khoa học và Công nghệ QUI được xuất bản với phiên bản điện tử, định kỳ với 4 số báo trong 1 năm (vào các tháng 3, 6, 9 và 12)

Thiết kế trang bìa 1:

TS. Giang Quốc Khánh

Ảnh bìa 1: Các tân thạc sĩ chụp ảnh lưu niệm tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh.

(Ảnh: ĐHCNQN)

* Tìm hiểu một số máy điện đặc biệt mới có xu hướng phát triển hiện nay trên thế giới
Vũ Hữu Quảng
Trần Thanh Tuyên
Ngô Văn Hà 64

QUẢN LÝ GIÁO DỤC

* Hợp tác quốc tế của Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh: Bối cảnh, thực trạng và giải pháp thúc đẩy phát triển
Giang Quốc Khánh
Vũ Thị Duyên 76

* Thực trạng và giải pháp khắc phục vấn đề thụ động trong học tập của sinh viên Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Nguyễn Thị Hải Ninh 84

* Nghiên cứu mô hình blended learning trong dạy học toán cao cấp tại Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Phạm Ngọc Hải 92

* Nghiên cứu giảng dạy vật lí đại cương có hướng dẫn theo module: Phát triển năng lực tự học cho sinh viên
Lê Thị Thanh Hoa
Nguyễn Thị Như Hoa 101

* Một số giải pháp nâng cao chất lượng hoạt động ngoại khóa môn học giáo dục quốc phòng và an ninh cho sinh viên Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Đoàn Quang Hậu
Đương Khắc Mạnh 113

CHÍNH TRỊ, XÃ HỘI

* Đấu tranh, phản bác các quan điểm sai trái, thù địch trên không gian mạng: Ý thức, trách nhiệm của cán bộ, giảng viên và sinh viên
Trần Quốc Hưng
Trương Thị Khánh Ly 121

CONTENTS

EDITOR-IN-CHIEF

Ph.D. Bui Thanh Nhu

DEPUTY EDITOR-IN-CHIEF

Ph.D. Hoang Hung Thang

EDITORIAL BOARD

Ph.D. Giang Quoc Khanh

Ph.D. Pham Đức Thang

M.A. Ha Thi Ngoc Mai

M.A. Cao Hai An

M.E. Dang Dinh Duc

Nguyen Thi Mai Huong

EDITORIAL OFFICE

Quang Ninh University of
 Industry, Yen Tho Ward, Dong
 Trieu Town, Quang Ninh
 Province

Phone: 0203.3871.092

Email: nckh@qui.edu.vn

Website: <https://jstqui.vn>

License:

№ 606/GP-BTTTT of the
 Ministry of Information and
 Communications, December
 29, 2022

SCIENCE OF EARTH AND MINES

- * Research to propose calculation and application in different location options for longitudinal level under protective pillar when excavating closed coal seams
Vu Duc Quyet
Vu Ngoc Thuan 6
- * Study on developing an automatic software to design tunnel blasting passport in autocad
Nguyen Ngoc Minh
Nguyen Van Đức
Ho Trung Sy
Nguyen Manh Tuong 14

ECONOMICS

- * Applying the ardl model to determine the relationship between fdi, industrialization process and economic growth of Quang Ninh province
Nguyen Thi Mo
Lu Shi Chang 22
- * Building productivity norms and material consumption for mining and ore beneficiation equipment at the Tan Rai and Nhan Co bauxite project complex - TKV
Dang Thi Thu Giang 30

ELECTRONICS-AUTOMATION

- * Permanent magnet synchronous motor model with relay control system on Matlab - Simulink
Pham Anh Mai
Tran Thanh Tuyen
Nguyen Thi Phuc 40
- * Analysis and design of a classification product system control application Fuzzy Logic
Nguyen Tien Phuc
Hoang Thi Minh Hong 49
- * Researching solutions to improve the quality of direct power control for active rectification in electric drive systems using direct torque control
Nguyen Thi Men 56

CONTENTS

THEMATIC CONTENT OF THE JOURNAL

- Science of earth and mines;
- Environmental engineering;
- Electrical engineering, Electronics-automation;
- Energy saving-mechanical;
- Information technology;
- Basic science;
- Economics;
- Political and social Science.

PUBLICATION FREQUENCY

QUI Journal of Science and Technology is published with an electronic version, periodically with 4 issues in 1 year (in March, June, September and December).

Cover photo 1:

Ph.D. Giang Quoc Khanh

Cover photo 1: New masters take souvenir photos at the Quang Ninh University of Industry.

(Source: QUI)

- * The overview of new special electrical machines that are currently developing in the world
Vũ Hữu Quang
Tran Thanh Tuyen
Ngo Van Ha 64

EDUCATION MANAGEMENT

- * International cooperation of Quang Ninh University of Industry: Context, current situation and solutions to promote development
Giang Quoc Khanh
Vu Thi Duyen 76

- * Current situation and solutions to overcoming the passivity in learning of students of Quang Ninh University of Industry
Nguyen Thi Hai Ninh 84

- * Research on Blended learning model in teaching advanced mathematics at Quang Ninh University of Industry
Pham Ngoc Hai 92

- * Research on teaching general physics with guided modules: Developing self-study capacity for students
Le Thi Thanh Hoa
Nguyen Thi Nhu Hoa 101

- * Solution for improving the quality of extracurricular activities in national defense and security education for students at Quang Ninh University of Industry
Doan Quang Hau
Duong Khac Manh 113

POLITICAL AND SOCIAL SCIENCE

- * Fighting and refuting wrong and hostile views in cyberspace: Awareness and responsibility of officers, lecturers and students
Tran Quoc Hung
Truong Thi Khanh Ly 121



NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN TRỰC TIẾP CÔNG SUẤT CHÍNH LƯU TÍCH CỰC TRONG HỆ THỐNG TRUYỀN ĐỘNG ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN TRỰC TIẾP MOMEN

Nguyễn Thị Mến

Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Email: nguyenthimen@qui.edu.vn

TÓM TẮT

Hiện nay hệ thống truyền động điện điều chỉnh tần số động cơ không đồng bộ được sử dụng rộng rãi trong công nghiệp và cuộc sống với ưu điểm giá thành rẻ, điều chỉnh tốc độ động cơ dễ dàng, tiết kiệm năng lượng, sửa chữa thay thế dễ dàng do các linh kiện được chuẩn hóa công nghiệp. Tuy nhiên, các bộ biến tần phổ biến hiện nay có cấu trúc chỉnh lưu không điều khiển sử dụng diode sẽ gây ra sóng hài lên nguồn điện cung cấp đầu vào, điều này làm tăng biên độ của điện áp và dòng điện nguồn cung cấp làm ảnh hưởng nặng nề đến các thiết bị điện trong hệ thống điện cũng như tổn thất trên đường dây. Các giải pháp mà bài báo đề cập nhằm cải thiện phương pháp điều khiển trực tiếp công suất trong hệ thống truyền động điện điều chỉnh tần số sử dụng phương pháp điều khiển trực tiếp mô men động cơ không đồng bộ ba pha.

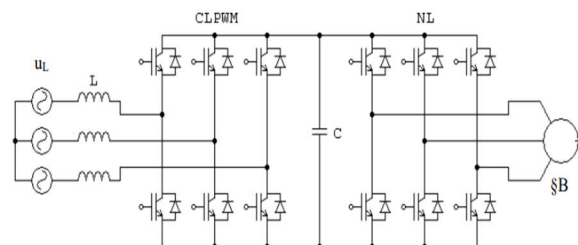
Từ khóa: Điều khiển trực tiếp công suất DPC, điều khiển trực tiếp momen DTC, biến tần 4 góc phần tư 4Q, chỉnh lưu tích cực, điều chỉnh tần số.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Hiện nay, việc thiết kế và chế tạo các bộ biến đổi tần số công nghiệp đòi hỏi chất lượng cao về hệ số công suất, giảm sóng hài lên lưới gây ra bởi các phần tử ở mạch chỉnh lưu. Các phương pháp sử dụng bộ lọc để giảm sóng hài bậc cao trong dòng điện nguồn, sử dụng thiết bị bù để tăng hệ số công suất, dùng điện trở hãm hoặc bộ nghịch lưu để giải phóng năng lượng dư của động cơ còn tồn tại những vấn đề như: Hệ thống công kênh, đầu tư lớn, lọc sóng hài bậc cao khó, khi công suất hệ lớn thì điều chỉnh khó khăn. Thậm chí đối với tải đòi hỏi điện áp không đổi hay dòng điện không đổi, điều khiển là việc cần thiết để bù nguồn cấp và sự thay đổi của tải. Chỉnh lưu thyristor có thể điều khiển được dòng năng lượng bằng cách thay đổi góc điều khiển góc mở của thyristor. Tuy nhiên, khi sử dụng thêm một nghịch chỉnh lưu bằng thyristor mắc song ngược với bộ chỉnh lưu, phần lực rất công kênh, dòng điện qua lưới chứa nhiều sóng điều hoà bậc cao làm ảnh hưởng xấu đến chất lượng điện năng và làm giảm hệ số công suất. Vì vậy, mạch chỉnh lưu không điều khiển dùng diode, thyristor ở biến tần

đang dần được thay thế bởi chỉnh lưu có điều khiển hay gọi là chỉnh lưu tích cực sử dụng khóa bán dẫn IGBT [1], [3].

Để động cơ có thể làm việc cả bốn góc phần tư thì yêu cầu bộ biến tần phải có khả năng thực hiện trao đổi được năng lượng hai chiều. Bộ biến tần bốn góc phần tư (4Q) với ưu điểm có thể trao đổi năng lượng theo hai chiều, có thể làm việc ở 4 góc phần tư và đã được áp dụng cho ngành mỏ như trạm bơm thoát nước, hệ thống sàng tuyển, tuyến băng tải, trục tải,... [2].



Hình 1. Cấu trúc chỉnh lưu PWM nguồn áp

Hệ thống truyền động biến tần sử dụng chỉnh lưu tích cực kết hợp với các phương pháp cải tiến điều khiển trực tiếp mô men động cơ giúp hệ



thống truyền động làm việc ổn định và đáp ứng tốt các yêu cầu của mô men tải thực tế có nhiều ưu điểm như hệ số $\cos\varphi = 1$, công suất trao đổi theo hai chiều, dòng điện lưới hình sine và thành phần sóng hài giảm rõ rệt. Bộ chỉnh lưu làm việc ổn định khi là nguồn cấp điện chính cho các mạch nghịch lưu và các động cơ điện. Điều này sẽ thuận tiện khi hệ thống cần mở rộng công suất trong khu vực sản xuất [1].

2. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN TRỰC TIẾP CÔNG SUẤT DPC (Direct Power Control)

Phương pháp điều khiển trực tiếp công suất DPC cho chỉnh lưu PWM được phát triển từ ý tưởng điều khiển trực tiếp momen (DTC) cho động cơ không đồng bộ. Trong đó hai đại lượng của DTC là momen và từ thông được thay bằng công suất p và q .

Cấu trúc điều khiển DPC, dựa trên các mạch vòng điều khiển công suất tác dụng và công suất phản kháng tức thời. Trong cấu trúc DPC, không có mạch vòng điều khiển dòng điện và không có khối điều chế PWM vì các trạng thái chuyển mạch của bộ biến đổi được chọn bởi bảng chuyển mạch dựa trên sự sai lệch giữa giá trị ước lượng và giá trị điều khiển của công suất tác dụng và công suất phản kháng. Do đó, một điểm quan trọng khi thực hiện cấu trúc DPC là phải ước lượng nhanh và chính xác công suất tác dụng và công suất phản kháng [6].

Công suất phản kháng q_{ref} được đặt bằng không trong trường hợp hệ số công suất bằng một. Công suất tác dụng p_{ref} được lấy từ bộ PI, được so sánh lần lượt với giá trị ước lượng của công suất tác dụng và công suất phản kháng tức thời được ước lượng từ bộ ước lượng công suất. Sai lệch giữa phép so sánh là độ trễ của bộ điều khiển.

Với cấu trúc điều khiển DPC, chọn lượng đặt công suất phản kháng $q^* = 0$ tức là $\cos\varphi = 1$. Lượng đặt công suất tác dụng p^* được lấy từ đầu ra bộ điều chỉnh điện áp một chiều (tỉ lệ với i_{dc}) nhân với lượng đặt điện áp một chiều U_{dc} .

Hai bộ điều chỉnh công suất được thiết kế dạng khâu đóng cắt có đặc tính từ trễ (đặc tính role). Tín hiệu số hóa đầu ra của bộ điều khiển được định nghĩa là:

$$d_q = 1 \text{ với } q < q_{ref} - H_q \quad (1)$$

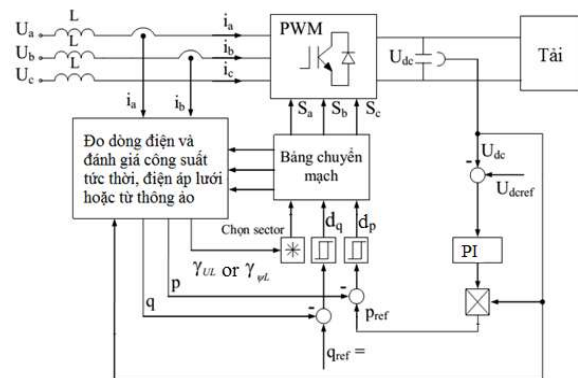
$$d_q = 0 \text{ với } q < q_{ref} + H_q$$

Tương tự với công suất tác dụng :

$$d_p = 1 \text{ với } p < p_{ref} - H_p \quad (2)$$

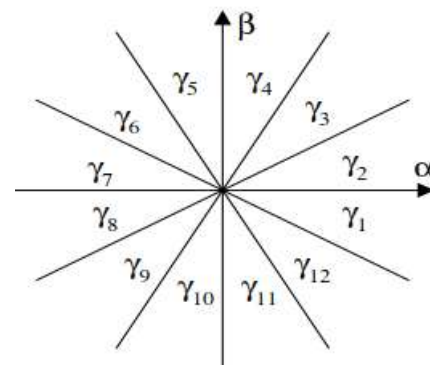
$$d_p = 0 \text{ với } p < p_{ref} + H_p$$

Trong đó: H_q , H_p là những dải trễ.



Hình 2. Khối điều khiển DPC

Phân vùng vị trí của véc tơ điện áp chia thành 6 hoặc 12 vùng sector trên hệ trục tọa độ α , β như hình 3. Tuy nhiên, qua các công trình nghiên cứu thì bảng chuyển mạch của phương pháp DPC sử dụng 6 sector chuyển mạch cho chất lượng thấp [5].



Hình 3. Phân vùng 12 sector trên hệ α , β

Dựa vào phân sự thay đổi của công suất tức thời sẽ xác định được véc tơ điện áp điều khiển



trên phân vùng. Ta có bảng tổng hợp cho 12 sector như sau:

Bảng 1. Bảng lựa chọn vector điện áp

| d_p | d_q | Lựa chọn vec tơ điện áp | | | | | | | | | | | |
|-------|-------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 1 | 0 | U_6 | U_6 | U_1 | U_1 | U_2 | U_2 | U_3 | U_3 | U_4 | U_4 | U_5 | U_5 |
| | 1 | U_2 | U_7 | U_3 | U_0 | U_4 | U_7 | U_5 | U_0 | U_6 | U_7 | U_1 | U_0 |
| 0 | 0 | U_6 | U_1 | U_1 | U_2 | U_2 | U_3 | U_3 | U_4 | U_4 | U_5 | U_5 | U_6 |
| | 1 | U_1 | U_2 | U_2 | U_3 | U_3 | U_4 | U_4 | U_5 | U_5 | U_6 | U_6 | U_1 |

*** Ưu điểm:**

- Phương pháp điều khiển DPC không sử dụng khối điều khiển PWM thay vào đó chỉ dùng các thiết bị đóng cắt.

- Giảm tải quá trình tổng hợp mạch vòng dòng điện bằng cách không sử dụng mạch vòng điều khiển dòng điện.

- Điều khiển tách riêng công suất phản kháng và công suất tác dụng.

- Ước lượng sự thay đổi của tổng thành phần sóng hài dẫn đến cải thiện hệ số công suất và hiệu suất điều khiển.

- Thuật toán điều khiển đơn giản.

- Động lực học tốt.

*** Nhược điểm:**

- Yêu cầu một bộ xử lý có cấu hình cao.

- Tần số chuyển mạch biến thiên.

- Công suất và điện áp ước lượng cần tránh thời điểm chuyển mạch.

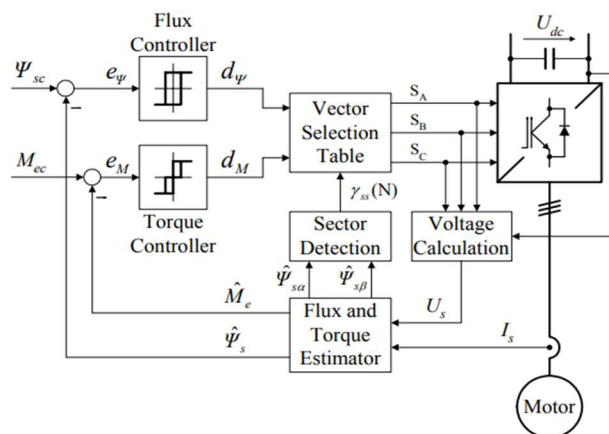
- Cần một điện áp và tần số trích mẫu cơ bản.

- Các ưu điểm chính của DPC là không có sự biến đổi tọa độ, không có vòng điều khiển dòng điện nội bộ và không có khối điều chế PWM. Trong DPC công suất tác dụng và phản kháng được ước tính bằng cách sử dụng các phép đo dòng điện và điện áp lưới dựa trên lý thuyết công suất tức thời [7]. Kỹ thuật điều khiển dải trễ được sử dụng để so sánh các sai số tức thời của công suất hoạt động và phản kháng. Đầu ra của hai bộ điều khiển độ trễ và vị trí của vectơ điện áp tạo thành các đầu vào của bảng chuyển mạch áp đặt trạng thái chuyển mạch của bộ chỉnh lưu PWM [6].

3. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN TRỰC TIẾP MOMEN DTC (Direct Torque Control)

Phương pháp điều khiển trực tiếp mômen (DTC – direct torque control) là phương pháp tính toán giá trị ước tính của từ thông và mômen xoắn theo giá trị điện áp và dòng điện đo được của động cơ. Từ thông và mômen xoắn sẽ được so sánh với giá trị tham chiếu để xác định sự sai khác giữa giá trị đo và giá trị mong muốn, hệ thống điều khiển sẽ điều chỉnh điện áp hoặc dòng điện đầu vào để từ thông và mômen xoắn gần với giá trị tham chiếu nhất.

Mục đích của phương pháp là: Tạo xung kích thích van trực tiếp trên cơ sở sai lệch từ thông Stator và sai lệch mômen quay. DTC sử dụng dải trễ (hysteresis band) để điều khiển trực tiếp từ thông và mômen của máy điện. Khi từ thông Stator ra ngoài dải trễ, vectơ chuyển mạch thay đổi để từ thông là tối ưu (đạt giá trị đặt). Để xây dựng cấu trúc điều khiển ta cần ước lượng vector $\underline{\psi}_s$, ước lượng M_T . Các đại lượng này được tính toán qua các đại lượng U_{dc} , i_a , i_b và trạng thái S_a , S_b , S_c được tính toán trên tọa độ $\alpha\beta$. Cấu trúc điều khiển được trình bày trên hình 4.



Hình 4. Cấu trúc điều khiển DTC

Đây là sơ đồ đơn giản nhất của điều khiển trực tiếp mômen. Sơ đồ này bao gồm các bộ phận chính:

Khâu 1: Đo điện áp và dòng điện: Đo điện áp và dòng điện được thực hiện bằng phép đo lường thông thường. Dòng điện 2 pha a, b đo được cùng với điện áp 1 chiều của biến tần và



trạng thái chuyển mạch của bộ nghịch lưu được đưa đến khâu 2.

Khâu 2: Mô hình động cơ (Adaptive Motor Model) Các thông số trên được đưa vào mô hình động cơ. Từ mô hình động cơ này có thể dự báo chính xác các thông số yêu cầu ở ngõ ra là độ lớn momen, biên độ từ thông và vị trí sector. Còn có thể gọi đây là khâu ước lượng từ thông, momen động cơ.

Vector từ thông stator được tính theo điện áp stator và dòng điện stator trên hệ trục tọa độ cố định stator:

$$\psi_s = \int (v_{sd} - R_s \cdot i_{sd}) dt + j \int (v_{sq} - R_s \cdot i_{sq}) dt \quad (3)$$

Trong đó: v_s, i_s lần lượt là điện áp và dòng điện stator; R_s là điện trở cuộn dây stator.

Phần thực và phần ảo của ψ_s lần lượt là:

$$\psi_{sd} = \int (v_{sd} - R_s \cdot i_{sd}) dt \quad (4)$$

$$\psi_{sq} = j \int (v_{sq} - R_s \cdot i_{sq}) dt$$

Độ lớn của từ thông stator được tính theo công thức sau:

$$\psi_s = \sqrt{\psi_{sd}^2 + \psi_{sq}^2} \quad (5)$$

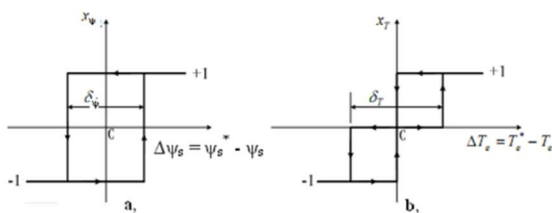
Góc của vector từ thông stator được tính theo công thức : $\theta = \tan^{-1}(\frac{\psi_{sq}}{\psi_{sd}})$

Momen động cơ được tính theo công thức:

$$T_e = \frac{3P}{2} (\psi_{sd} \cdot i_{sq} - \psi_{sq} \cdot i_{sd}) \quad (6)$$

$$T_e = \frac{3P}{2} (\psi_{sd} \cdot i_{sq} - \psi_{sq} \cdot i_{sd})$$

Khâu 3: Bộ so sánh từ thông và momen:



Hình 5. Bộ so sánh từ thông và momen

Khâu 4: Khối bảng chọn các vector điện áp tối ưu (Optimum Pulse Selector). Cơ sở thực hiện chọn vector điện áp tối ưu: Vector điện áp stator trong không gian pha được thể hiện như công thức:

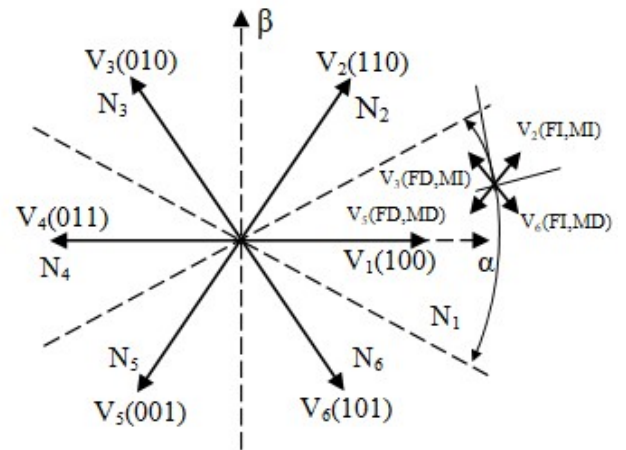
$$\bar{u}_s(t) = \frac{2}{3} [u_{sa}(t) + u_{sb}(t)e^{j120^\circ} + u_{sc}(t) \quad (7)$$

$$p = u_\alpha i_\alpha + u_\beta i_\beta \quad (8)$$

$$q = u_\beta i_\alpha + u_\alpha i_\beta$$

Giá trị đặt của công suất phản kháng $q_{ref} = 0$ tức là $\cos\phi = 1$. Công suất tác dụng p_{ref} được lấy từ bộ điều chỉnh PI để so sánh lần lượt với giá trị ước lượng của công suất tác dụng và công suất phản kháng tức thời được ước lượng từ bộ ước lượng công suất. Sai lệch giữa các phép so sánh là độ trễ của bộ điều khiển (hình 4).

Cách phân chia không gian hệ tọa độ dq thành sáu vùng sector vẫn chưa phát huy được hết khả năng sử dụng sáu vector điện áp khác không. Không gian vector tiếp tục được phân chia nhỏ hơn thành 12 vùng sector khác nhau. Hình 6 thể hiện rõ qui luật p mười hai vùng sector:



Hình 6. Phân vùng 12 sector cải tiến

*** Ưu điểm của phương pháp điều khiển trực tiếp momen.**

Đáp ứng momen xoắn nhanh: làm giảm đáng kể thời gian, mang lại nhiều cải thiện trong quá trình kiểm tra, theo dõi thiết bị, sản phẩm.



Điều khiển momen xoắn ở tần số thấp: Đặc biệt có lợi cho cần cẩu hoặc thang máy, trong đó tải cần phải bắt đầu và dừng lại thường xuyên mà không có bất kỳ giật đột ngột. Hoặc trong máy cuộn dây, kiểm soát lực căng có thể đạt được từ 0 đến đến tốc độ tối đa. So với các biến tần dùng phương pháp PWM, DTC mang lại lợi ích tiết kiệm chi phí mà không cần máy đo tốc độ động cơ.

Tuyến tính momen xoắn: Thường được ứng dụng nhiều trong ngành công nghiệp sản xuất giấy [8].

Để đánh giá hoạt động của hệ thống chỉnh lưu tích cực – DPC – DTC, bài báo nghiên cứu hoạt động của hệ truyền động điện biến tần 4 Q kết hợp điều khiển trực tiếp momen động cơ không đồng bộ với thông số được mô tả như bảng sau:

Bảng 2. Bảng thông số động cơ

| | | |
|-------------------------|----------|-------------------|
| Công suất P | 2,2 | kW |
| Điện áp | 220/380 | V |
| Tần số | 50 | Hz |
| Tốc độ rô to | 1436 | v/p |
| Điện trở stator Rs | 6,367 | Ω |
| Điện trở rô to Rr | 0,6258 | Ω |
| Điện cảm tản stator Lls | 0,002981 | Ω |
| Điện cảm tản rô to Llr | 0,002973 | Ω |
| Điện cảm từ hóa Lm | 0,209 | H |
| Mô men quán tính J | 0,05 | kg.m ² |
| Số đôi cực (p) | 2 | |
| Mô men tải định mức Mc | 14,6 | N.m |

Điện áp một chiều U_{dc} mà mạch chỉnh lưu tích cực cần đóng cắt ra được xác định bằng công thức sau:

$$U_{dm} = \frac{m}{2} \cdot \frac{\sqrt{3}}{\sqrt{2}} \cdot U_{dc} \quad (9)$$

Với m – hệ số điều chế (chọn m = 0,9) ta có:

$$U_{dm} = \frac{2}{m} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot U_{dm} = \frac{2}{0.9} \cdot \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}} \cdot 380 = \quad (10)$$

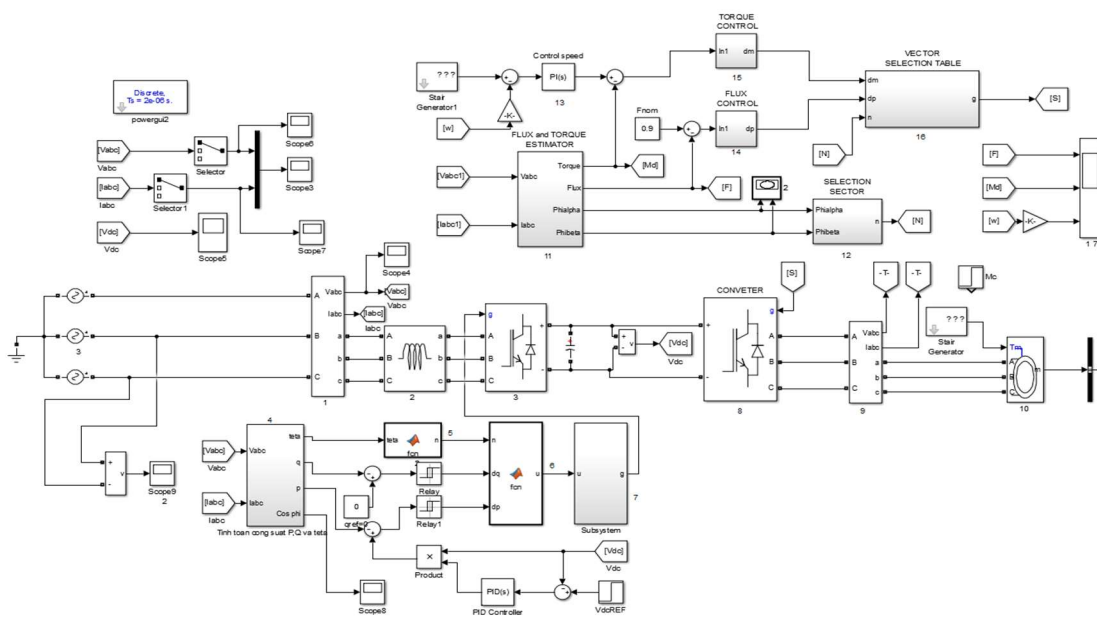
Tương tự dựa vào tham số động cơ, điện áp một chiều U_{dc} ta tính toán được các tham số cho mạch chỉnh lưu tích cực IGBT như bảng 2.

Bảng 3. Thông số mạch chỉnh lưu

| | | |
|---|-------|-----|
| Điện áp nguồn cấp U_m | 220 | V |
| Tần số ngõ vào | 50 | Hz |
| Dòng điện I_{dc} | 15 | A |
| Tụ điện C lọc điện áp DC | 3900 | μF |
| Điện cảm đầu vào L | 0,005 | H |
| Điện áp một chiều đầu ra yêu cầu U_{dc} | 690 | V |
| Tần số phát xung của PWM | 5 | kHz |

4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

Sử dụng phần mềm Matlab & Simulink để xây dựng các khối chức năng và lập trình m-file (hình 7).

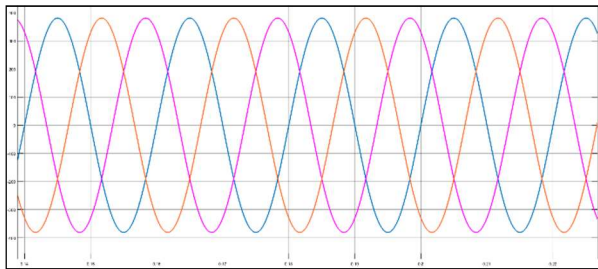


Hình 7. Sơ đồ mô phỏng DTC 12 sector cải tiến

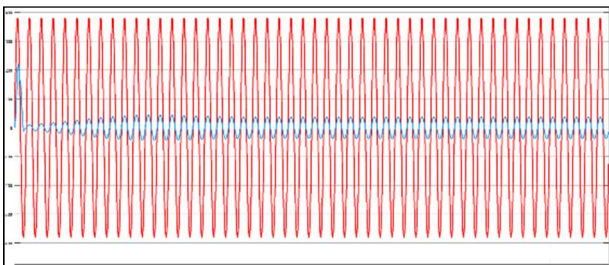


Trong đó: 1,9 – Nguồn 3 pha; 10– Động cơ không đồng bộ 3 pha roto lồng sóc; 2 – Tải 3 pha R; 3,8 - Bộ biến đổi công suất; 4 – Bộ tính toán công suất p,q và teta; 5,12 – Bảng lựa chọn sector; 6,16 – Bảng lựa chọn vector điện áp; 7– Bảng chuyển mạch; 8 – Khối tổng hợp phương pháp điều khiển chỉnh lưu tích cực DPC; 9 – Khối tổng hợp phương pháp điều khiển trực tiếp mô men ba động cơ; 10 – Cảm biến đo điện áp 1 chiều DC; 11 – Bộ ước lượng từ thông và momen; 13 – Bộ điều khiển PI; 14 – Bộ điều khiển từ thông; 15 – Bộ điều khiển mô men.

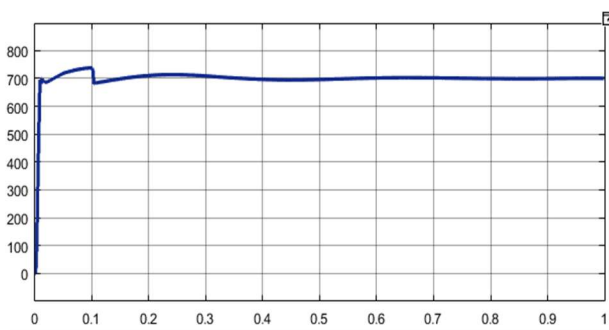
Kết quả mô phỏng ở mạch chỉnh lưu tích cực như sau:



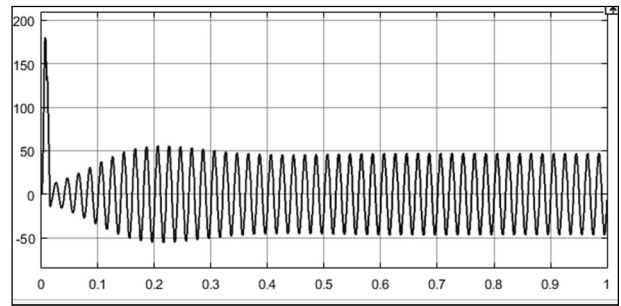
Hình 8. Kết quả mô phỏng điện áp Vabc



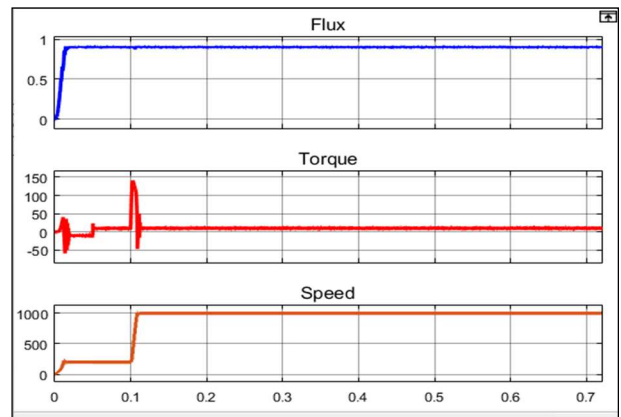
Hình 9. Kết quả mô phỏng điện áp Vabc và dòng Iabc



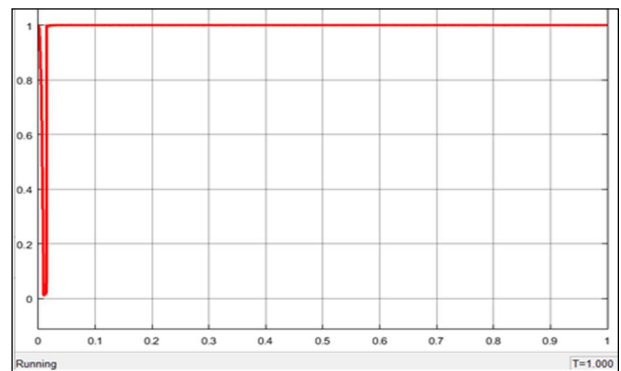
Hình 10. Điện áp một chiều sau mạch DPC Đạt giá trị 700V theo yêu cầu



Hình 11. Dòng Iabc thu được hình sin



Hình 12. Kết quả mô phỏng từ thông, mômen và tốc độ động cơ khi sử dụng DTC



Hình 13. Hệ số công suất $\cos \varphi = 1$

5. THẢO LUẬN

Từ kết quả nghiên cứu cho thấy rằng phương pháp điều khiển trực tiếp momen có nhiều ưu điểm đáng kể. Điều khiển trực tiếp momen cho phép điều khiển chính xác và nhanh chóng tốc độ và momen, hệ số $\cos \varphi = 1$, công suất trao đổi theo hai chiều, dòng điện lưới hình sine và thành phần sóng hài giảm rõ rệt. Bộ chỉnh lưu làm việc



ổn định khi là nguồn cấp điện chính cho các mạch nghịch lưu và các động cơ.

Điều này sẽ thuận tiện khi hệ thống cần mở rộng công suất trong khu vực sản xuất nhiều động cơ thay vì một động cơ công suất lớn thì phương pháp này là rất hữu ích.

Tuy nhiên nhóm nghiên cứu còn thấy rằng việc áp dụng vào một hệ thống truyền động điện cụ thể cần phải tìm hiểu kỹ các yếu tố về tải hỗn hợp, nó ảnh hưởng trực tiếp đến sự trao đổi năng lượng hai chiều.

6. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

6.1. Kết luận

Việc kết hợp phương pháp điều khiển trực tiếp momen DTC và điều khiển trực tiếp công suất DPC sẽ đảm bảo công suất tiêu thụ được duy trì ở mức tối ưu, giúp tiết kiệm năng lượng và tăng hiệu suất động cơ trong hệ thống truyền động điện. Làm tăng hệ số công suất $\cos \varphi$ và tối ưu hóa mọi chi phí cho hệ thống. Tuy nhiên hệ

thống điều khiển đòi hỏi người vận hành phải có kiến thức chuyên môn cao trong việc triển khai và cài đặt. Quan trọng nhất vẫn phải đánh giá kỹ yêu cầu và mục tiêu, điều kiện thực tế của hệ thống.

6.2. Kiến nghị

Tiếp tục nghiên cứu về cách tối ưu hóa phương pháp DPC kết hợp DTC để cải thiện hiệu suất và giảm tiêu thụ năng lượng.

Tiếp tục nghiên cứu về các công nghệ mới như trí tuệ nhân tạo để áp dụng trong điều khiển trực tiếp công suất và chỉnh lưu tích cực.

Tiến hành thử nghiệm trên mô hình và triển khai giải pháp mới vào các ứng dụng công nghiệp thực tế để đánh giá hiệu quả và khả năng tiếp nhận của công nghệ.

Chia sẻ kiến thức về điều khiển trực tiếp công suất và chỉnh lưu tích cực để truyền đạt lại cho học sinh, sinh viên hiểu thêm về các phương pháp điều khiển tốc độ hệ truyền động điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Hải, P. Q. (2009). *Hướng dẫn thiết kế điện tử công suất*. NXB khoa học và kỹ thuật.
2. Khánh, B.Q., & Liễn, N.V. (2007). *Cơ sở truyền động điện*. NXB Khoa học kỹ thuật.
3. Chính, V.M., Hải, P. Q., & Minh, T.T. (2004). *Điện tử công suất*. Nhà xuất bản KHKT, Hà Nội.
4. Quang, N.P. (2009). *Matlab Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*. NXB khoa học và kỹ thuật.
5. Quang, N.P. (1998). *Điều khiển tự động truyền động điện xoay chiều ba pha*. NXB Giáo Dục.
6. Lê Văn Tùng. (2020). *Nghiên cứu điều khiển công suất trực tiếp mạch chỉnh lưu tích cực với hệ thống truyền động điện nhiều biến tần – nhiều động cơ ứng dụng trong khai thác mỏ ở Việt Nam*. Hội nghị khoa học lần thứ VI, Trường Đại Học Công Nghiệp Quảng Ninh.
7. Petr Odstrčilík and Atif Iqbal. (2008). *Direct Torque Control – Space Vector Modulation Technique*.
8. José Rodríguez, Patricio Cortés, và Francisco Pontt. (2018). *Direct Torque Control Techniques for Power Converters*.

Thông tin của tác giả:

ThS. Nguyễn Thị Mến

Giảng viên Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

Điện thoại: +(84).385.702.968

Email: nguyenthimen@qui.edu.vn



RESEARCHING SOLUTIONS TO IMPROVE THE QUALITY OF DIRECT POWER CONTROL FOR ACTIVE RECTIFICATION IN ELECTRIC DRIVE SYSTEMS USING DIRECT TORQUE CONTROL

Information about authors:

Nguyen Thi Men, M.Eng., Lecturer, Faculty of Electricity, Quang Ninh University of Industry.

Email: phamducthang@qui.edu.vn

ABSTRACT:

Currently, electrical drive systems with adjustable frequency of asynchronous motors are widely used in industry and life with the following advantages: low price, easy motor speed adjustment, energy saving, easy repair and replacement due to industrially standardized components. However, today's popular inverters have an uncontrolled rectifier structure using diodes that will cause harmonics to the input power supply, which increases the amplitude of the supply voltage and current, seriously affects the electrical equipment in the power system as well as losses on the lines. The solutions mentioned in the article aim to improve the direct power control method in the frequency-controlled electric drive system using the direct control method of three-phase asynchronous motor torque.

Keywords: *Direct power control, direct torque control, 4Q inverter, active rectification, and frequency adjustment.*

REFERENCES

1. Hai, P. Q. (2009). *Power electronics design guide.*, in Vietnam. Science and Technology Publishing House.
2. Khanh, B.Q., & Lien, N.V. (2007). *Electric drive base.*, in Vietnam. Science and Technology Publishing House.
3. Chinh, V.M., Hai, P. Q., & Minh, T.T. (2004). *Power electronics.*, in Vietnam. Science and Technology Publishing House, Hanoi.
4. Quang, N.P. (2009). *Matlab Simulink for automatic control engineers.*, in Vietnam. Science and Technology Publishing House.
5. Quang, N.P. (1998). *Automatic control of three-phase AC transmission.*, in Vietnam. Education Publishing House.
6. Tung, L.V. (2020). Researching on direct power control of active rectifier circuit with multi-inverter - multi-motor electric drive system applied in mining in Vietnam. The 6th scientific conference, Quang Ninh University of Industry.
7. Petr Odstrčilík and Atif Iqbal. (2008). Direct Torque Control – Space Vector Modulation Technique.
8. José Rodríguez, Patricio Cortés, và Francisco Pontt. (2018). Direct Torque Control Techniques for Power Converters.

Ngày gửi phản biện: 02/12/2023;

Ngày mời phản biện: 04/12/2023;

Ngày nhận phản biện: 14/12/2023;

Ngày chấp nhận đăng: 16/12/2023.



MỘT SỐ HÌNH ẢNH HOẠT ĐỘNG NỔI BẬT CHÀO MỪNG 65 NĂM NGÀY THÀNH LẬP TRƯỜNG 25/11



Lễ công bố Quyết định bổ nhiệm Phó hiệu trưởng Nhà trường nhiệm kỳ 2022-2027 – TS. Phạm Đức Thang



Nhóm tác giả ĐT đạt giải nhì trong Cuộc thi sáng tạo KT tỉnh lần thứ IX

Nghiệm thu đề tài NCKH cấp Trường của TS. Lê Hồ Hiếu

Nghiệm thu đề tài NCKH cấp Trường của ThS. Trần Thị Hoàn



Hội thảo Khoa học Khoa KHCĐ

Hội thảo Khoa học Khoa CKDL

Hội thảo Khoa học Khoa Mỏ - Công trình



Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh hợp tác với ĐH Soonchunhyang – Hàn Quốc

Trường ĐH Công nghiệp QN hợp tác với ĐH KH&CN Quốc gia Cao Hùng – Đài Loan

Trường ĐH Công nghiệp QN hợp tác với ĐH Bách khoa Saskatchewan – Canada



MỘT SỐ HÌNH ẢNH HOẠT ĐỘNG NỔI BẬT CHÀO MỪNG 65 NĂM NGÀY THÀNH LẬP TRƯỜNG 25/11



Nhà trường gặp mặt và hợp tác với Công ty TNHH Kỹ thuật điện tử TONY - TLC



Nhà trường trong cuộc họp về hợp tác NCKH và chuyển giao công nghệ với Công ty TNHH Công ty TNHH Đầu tư và Thương mại Quang Minh



Trường ĐH Công nghiệp Quảng Ninh tổ chức Lễ cắt băng khánh thành Nhà điều hành A2 và 02 sân bóng cỏ nhân tạo



Lễ trao Học bổng TOYOTA và Học bổng năng lượng tương lai cho SV Nhà trường



Tập huấn kỹ năng số cho SV Nhà trường



Nhạc hội chào Tân SV K16



Hội trại truyền thống chào mừng 65 sinh nhật Trường



Ngày hội hiến máu nhân tạo tại Trường

TẠP CHÍ ĐIỆN TỬ KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ QUI

Cơ quan chủ quản: Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Địa chỉ: Phường Yên Thọ, thị xã Đông Triều, tỉnh Quảng Ninh

Website: <https://jstqui.vn> | Email: jstqui@qui.edu.vn | Tel: 0203.3871.092