



Tạp chí

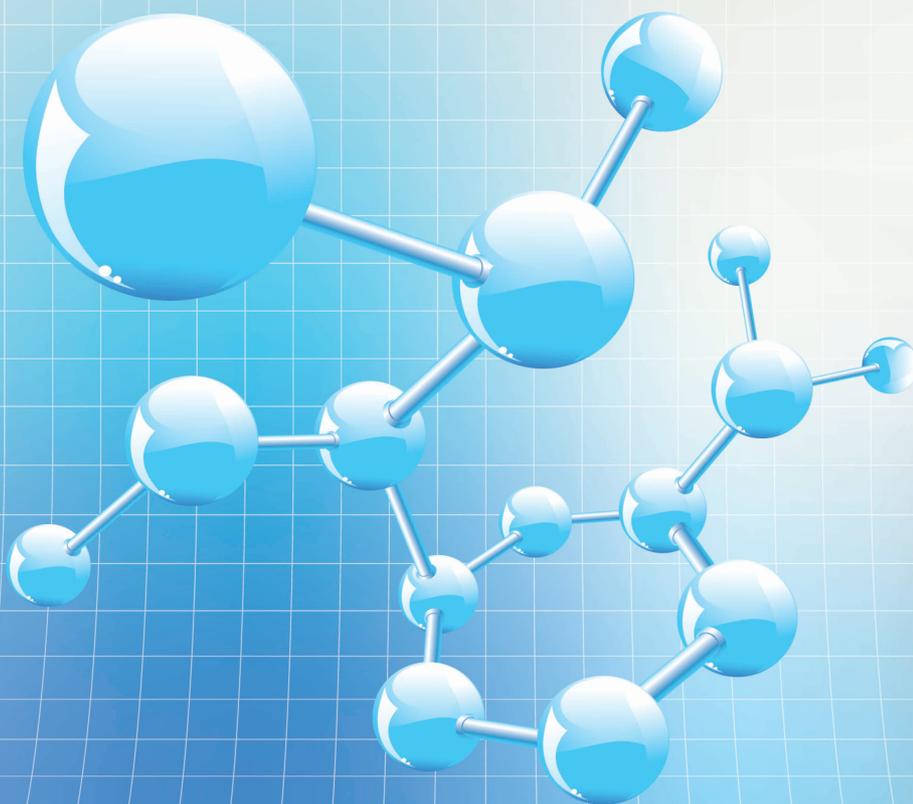
NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

P. ISSN 1859-4190

E. ISSN 2815-553X



Số 2 (85)

2024

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đĩnh

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyên

■ **Thư ký Tòa soạn**

PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

NGND.TS. Đinh Văn Nhung - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Quốc Cường

PGS.TS. Nguyễn Văn Liễn

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Trần Văn Địch

GS.TS. Phạm Minh Tuấn

PGS.TS. Nguyễn Doãn Ý

GS.TS. Đinh Văn Sơn

PGS.TS. Trương Thị Thủy

TS. Vũ Quang Thập

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

TS. Bùi Văn Ngọc

PGS.TS. Ngô Sỹ Lương

PGS.TS. Khuất Văn Ninh

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải

PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà

GS.TS. Yu Ming Zhang

TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Trưởng ban

ThS. Đào Thị Vân

■ **Editor-in-Chief**

Dr. Do Van Dinh

■ **Vice Editor-in-Chief**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

■ **Office Secretary**

Assoc.Prof.Dr. Ngo Huu Manh

■ **Editorial Board**

People's Teacher, Dr. Dinh Van Nhung - Chairman

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Quoc Cuong

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Bành Tiến Long

Prof.Dr. Tran Van Dich

Prof.Dr. Pham Minh Tuan

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Doan Y

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Trương Thị Thủy

Dr. Vu Quang Thap

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Thi Bat

Prof.Dr. Do Quang Khang

Dr. Bui Van Ngoc

Assoc.Prof.Dr. Ngo Sy Luong

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Pham Hoang Hai

Assoc.Prof.Dr. Doan Ngoc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Ngoc Ha

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Dr. Nguyen Van Anh

■ **Editorial**

MSc. Doan Thi Thu Hang - Head

MSc. Dao Thi Van

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/> Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.

In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

- Nghiên cứu các chế độ làm việc của máy điện từ kháng SRM-2x550 5 Phạm Công Tảo
Trần Duy Khánh
Phạm Thị Hoan
- Phương pháp phát hiện tự động và cải thiện tỷ lệ giải mã mã Datamatrix trong công nghiệp 12 Hà Minh Tuấn
Nguyễn Phương Ty
Lê Thị Mai
Lê Ngọc Hòa
Nguyễn Thị Phương Oanh
Phạm Thị Thảo
- Nghiên cứu mối liên hệ giữa tốc độ truyền thông và tốc độ đọc encoder trong điều khiển robot 17 Đàm Hải Quân
Lê Thị Hồng Gấm
Bùi Trung Thành
Phạm Văn Bạch Ngọc

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

- Nghiên cứu ảnh hưởng của một số yếu tố công nghệ thêu đến độ co hình thêu trên vải Pe/Co 22 Đỗ Thị Tần
Nguyễn Quang Thoại
- Nghiên cứu ảnh hưởng nhiệt độ và chu kỳ giặt đến độ giãn và phục hồi giãn của vải dệt kim cotton 28 Tạ Văn Hiến
Đỗ Thị Tần
- Quan sát dòng kim loại khi hàn bằng công nghệ hình ảnh X-ray đa chiều 34 Phùng Danh Sa
Ngô Hữu Mạnh
Trịnh Văn Cường
Mạc Thị Nguyên
Nguyễn Văn Anh
- Ứng dụng mô phỏng số thiết kế biên dạng cam trụ cần tịnh tiến theo phương pháp vết 40 Mạc Văn Giang
Đào Văn Kiên
- Nghiên cứu ứng dụng công nghệ mô phỏng vật liệu rời trong tối ưu hóa thông số làm việc của cơ cấu cấp hạt trên máy bóc vỏ hạt sen tươi 47 Hà Đình Soát
Nguyễn Hữu Chấn
Dương Thị Hà
Vũ Tiến Hiếu

NGÀNH KINH TẾ

- Nghiên cứu nhận thức và định hướng của sinh viên khoa Kinh tế Trường Đại học Sao Đỏ về nhân lực trong nền kinh tế số 54 Vũ Thị Lý

NGÀNH KINH TẾ

Tác động của các yếu tố thuộc về quản lý nguồn nhân lực xanh đối với hiệu suất xanh của doanh nghiệp	60	Phạm Thị Lĩnh Phạm Thị Mộng Hằng
Các yếu tố ảnh hưởng đến động lực làm việc của người lao động tại các khu công nghiệp tỉnh Hải Dương	66	Nguyễn Thị Huệ
Đẩy mạnh hoạt động E-Marketing trong phát triển du lịch chất lượng cao trên địa bàn tỉnh Hải Dương	72	Vũ Thị Hương
Công tác kế toán tiền lương và bảo hiểm bắt buộc tại các doanh nghiệp xây dựng trên địa bàn tỉnh Hải Dương - Thực trạng và giải pháp	78	Nguyễn Thị Quỳnh Vũ Thị Lý Định Thị Kim Thiết Đoàn Thị Thu Hằng

NGÀNH TOÁN HỌC

Điều khiển phản hồi của phương trình 2D g -Navier-Stokes bằng các tham số xác định hữu hạn	84	Nguyễn Việt Tuấn Nguyễn Kiều Hiền
--	----	--------------------------------------

LIÊN NGÀNH HÓA HỌC - THỰC PHẨM

Tổng hợp và nghiên cứu tính chất phát quang của hệ hybrid cluster/perovskite ứng dụng trong chiếu sáng	90	Phạm Thị Điệp Mạc Thị Lê
--	----	-----------------------------

NGÀNH GIÁO DỤC HỌC

Giáo dục trực tuyến - xu hướng đào tạo du lịch trong bối cảnh hội nhập phát triển kinh tế	97	Nguyễn Thị Sao Tăng Thị Hồng Minh
Đánh giá văn hóa ứng xử trong du lịch bằng phương pháp định lượng: Nghiên cứu các điểm du lịch tỉnh Hải Dương	103	Nguyễn Thị Thảo

LIÊN NGÀNH TRIẾT HỌC - XÃ HỘI HỌC - CHÍNH TRỊ HỌC

Vận dụng Văn kiện Đại hội đại biểu toàn quốc lần thứ XIII của Đảng Cộng sản Việt Nam vào giảng dạy Chủ nghĩa xã hội khoa học	109	Nguyễn Thị Nhan Nguyễn Mạnh Tường
Tư tưởng Hồ Chí Minh về giải phóng dân tộc và sự vận dụng của Đảng Cộng sản Việt Nam trong công cuộc đổi mới	115	Nguyễn Thị Hiền
Giảng dạy các học phần lý luận chính trị cho sinh viên ở Trường Đại học Sao Đỏ hiện nay	122	Phạm Xuân Đức

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

- Research on working modes of switched reluctance machine SRM-2x550 5 Pham Cong Tao
Tran Duy Khanh
Pham Thi Hoan
- A methodology for automatic detection and improving Datamatrix code decoding rate in industry 12 Ha Minh Tuan
Nguyen Phuong Ty
Le Thi Mai
Le Ngoc Hoa
Nguyen Thi Phuong Oanh
Pham Thi Thao
- Research the relationship between microcontroller communication speed and encoder value in robot control 17 Dam Hai Quan
Le Thi Hong Gam
Bui Trung Thanh
Pham Van Bach Ngoc

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

- The influence of some embroidery technology factors on the shrinkage of embroidery patterns on Pe/Co fabric 22 Do Thi Tan
Nguyen Quang Thoai
- Research the effects of temperature and washing cycle on the stretch and stretch recovery of cotton knitted fabrics 28 Ta Van Hien
Do Thi Tan
- Metal flow observation by multi-dimensional innovated X-ray image technology 34 Phung Danh Sa
Ngo Huu Manh
Trinh Van Cuong
Mac Thi Nguyen
Nguyen Van Anh
- Application of digital simulation for designing the profile of a cam cylinder that needs translation according to the trace method 40 Mac Van Giang
Dao Van Kien
- Study on the application of discrete element method in optimizing operating parameters of the feeding mechanism in fresh lotus seed decorticating machine 47 Ha Dinh Soat
Nguyen Huu Chan
Duong Thi Ha
Vu Tien Hieu

TITLE FOR ECONOMICS

- Research on perception and orientation of students of the faculty of Economics of Sao Do University on human resources in the digital economy 54 Vu Thi Ly

TITLE FOR ECONOMICS

The impact of green human resource management factors on enterprises green performance	60	Pham Thi Linh Pham Thi Mong Hang
Factors affecting the work motivation of workers in industrial parks in Hai Duong province	66	Nguyen Thi Hue
Promote E-Marketing activities in developing high-quality tourism in the Hai Duong province	72	Vu Thi Huong
Salary accounting and compulsory insurance at construction enterprises in Hai Duong province - current situation and solutions	78	Nguyen Thi Quynh Vu Thi Ly Dinh Thi Kim Thiet Doan Thi Thu Hang

TITLE FOR MATHEMATICS

Feedback control of 2D g-Navier-Stokes equations by finite determining parameters	84	Nguyen Viet Tuan Nguyen Kieu Hien
---	----	--------------------------------------

TITLE FOR CHEMISTRY AND FOOD TECHNOLOGY

Study of luminescent properties of hybrid cluster/perovskite systems applied in lighting	90	Pham Thi Diep Mac Thi Le
--	----	-----------------------------

TITLE FOR EDUCATION

Online education - the trend on tourism training in the context of economic integration and development	97	Nguyen Thi Sao Tang Thi Hong Minh
Assessing behaviour culture in tourism by quantitative methods: Research tourist destinations in Hai Duong province	103	Nguyen Thi Thao

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

Applying Documents of the 13 th National Congress of the Communist Party of Vietnam to teaching Scientific Socialism	109	Nguyen Thi Nhan Nguyen Manh Tuong
Ho Chi Minh's ideology on national defense and the application of the Communist Party of Vietnam in the reform process	115	Nguyen Thi Hien
Teaching political theory courses for students at Sao Do University today	122	Pham Xuan Duc

Nghiên cứu các chế độ làm việc của máy điện từ kháng SRM-2×550

Research on working modes of switched reluctance machine SRM-2×550

Phạm Công Tào*, Trần Duy Khánh, Phạm Thị Hoan

*Tác giả liên hệ: tao.phamcong@gmail.com

Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 12/12/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 20/5/2024

Ngày chấp nhận đăng: 30/6/2024

Tóm tắt

Máy điện từ kháng là máy điện biết đến từ những năm 90 của thế kỷ XIX nhưng nó không phát triển và không được áp dụng vì có những nhược điểm như độ nhấp nhô của momen, gây ra tiếng ồn khi làm việc, khó thực hiện việc điều khiển. Sự phát triển nhanh chóng của công nghệ bán dẫn và vi điều khiển đã làm thay đổi nền công nghiệp và sinh hoạt hằng ngày của con người. Nhờ sự phát triển mạnh mẽ của thiết bị điện tử bán dẫn đã ảnh hưởng, quyết định đến sự phát triển của máy điện từ kháng (Switched Reluctance Machine - SRM). Bài viết này nghiên cứu chế độ làm việc, chu kỳ chuyển mạch của máy điện từ kháng, kiểm chứng qua kết quả thực nghiệm cho máy điện từ kháng SRM-2×550 kW.

Từ khóa: Máy điện từ kháng; chuyển mạch; các thông số.

Abstract

Switched Reluctance Machine is a machine which was known from the 90s of the 19th century but its development and application was limited because of these disadvantages such as undulating torque, high level of noises when running, more difficult to control. The rapid development of semiconductor and microcontroller technologies have changed the industry reality and daily life of people. This rapid development have also influenced to the advancement of the Switched Reluctance Machine (SRM). The paper presents studies on the working modes and switching cycle of the SRM, verifying through experimental results for the SRM-2×550 kW.

Keywords: Switched reluctance machine; switching; parameters.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

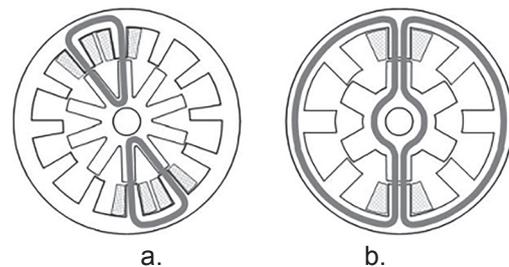
Máy điện từ kháng (SRM) nói riêng trong thiết kế vật liệu tiêu tốn giảm 1,7 lần so với các máy điện thông thường, cho phép tiết kiệm năng lượng, hiệu suất của những máy công suất lớn có thể đạt 96 ÷ 98% [6]. Máy phát điện từ kháng có các ưu điểm sau: Cấu tạo đơn giản (trong rotor không có dây quấn, không có tiếp xúc điện giữa chổi than và cổ góp), hiệu suất cao, quán tính của rotor bé nên kết cấu bền vững phù hợp cả với những máy có tốc độ quay cao, momen khởi động lớn và chịu quá tải ngắn hạn tốt, làm việc tin cậy. Khả năng tối ưu chế độ làm việc theo sự thay đổi tốc độ và tải, sự thực hiện hệ thống điều khiển tương đối đơn giản [1, 2].

Nhiệm vụ công việc đặt ra trong bài viết này là nghiên cứu chế độ làm việc của máy điện từ kháng SRM-2×550: Khi nào máy điện từ kháng làm việc ở chế độ động cơ điện và khi nào làm việc ở chế độ máy phát điện. Chu kỳ chuyển mạch của máy điện từ kháng,

đồng thời đưa ra quy luật điều khiển góc đóng - cắt để điều khiển các tham số máy điện từ kháng. Kiểm chứng bằng các thực nghiệm cho máy với kết cấu hai khối với cấu trúc răng stator và rotor của hệ thống mạch từ $Z_s/Z_r = 18/12$.

2. CHẾ ĐỘ LÀM VIỆC CỦA MÁY ĐIỆN TỪ KHÁNG

2.1. Phương thức hoạt động



Hình 1. Động cơ từ kháng
a. Đường sức từ ngắn, b. Đường sức từ dài

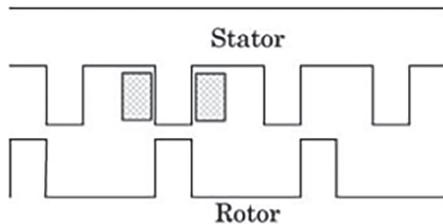
Phương thức hoạt động của SRM rất đơn giản: Có thể coi SRM là một hệ thống các nam châm điện độc lập, được luân phiên cấp dòng đồng bộ với vị trí của rotor. Đặc điểm độc lập giữa các nam châm thể hiện khá

Người phản biện: 1. PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

2. GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

rõ trong trường hợp động cơ 12/10 có đường sức từ ngắn Hình 1a. Đặc điểm đó ít rõ hơn trong trường hợp loại 8/6 với đường sức từ dài Hình 1b.

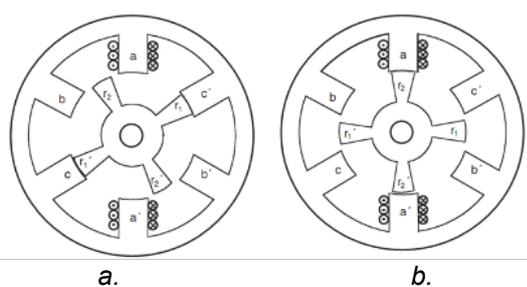
Momen quay của SRM có đường phân bố trên bề mặt rotor lặp lại theo chu kỳ của răng. Trong mỗi chu kỳ đều có hai vị trí: Vị trí đồng trục (cực có cuộn dây mang dòng - gọi là cực active - và răng đồng trục với nhau); vị trí lệch trục (cực active ở vị trí giữa 2 răng).



Hình 2. Vị trí đồng trục của rotor và cực active

Hình 2 minh họa vị trí đồng trục của loại động cơ 8/6, ở vị trí lệch trục, răng gần nhất với cực active sẽ chuyển động về phía cực active để đạt được trạng thái đồng trục [3].

Để xét hoạt động ta lấy ví dụ loại động cơ có số cực giữa stator và rotor là 6/4 (Hình 3). Giả sử các cực r_1 và r'_1 của rotor và các cực c , c' của stator đang ở vị trí đồng trục Hình 3a. Khi đưa dòng điện kích thích vào cuộn dây pha A, dòng điện này sinh ra từ thông móc vòng qua các cực a , a' của stator và các cực r_2 , r'_2 của rotor. Do rotor luôn có xu hướng quay về phía có độ tự cảm lớn nhất, tức là từ trở nhỏ nhất nên rotor sẽ quay hướng đến vị trí đồng trục $a - a'$ và $r_2 - r'_2$. Khi chúng đã ở vị trí này thì dòng điện kích thích pha A bị ngắt và vị trí các cực như thấy ở Hình 3b [3].



Hình 3. Sơ đồ xét nguyên lý hoạt động của SRM loại 6/4: rotor từ vị trí đồng trục với pha c đến vị trí đồng trục với pha a

Khi đưa dòng kích từ vào cuộn dây pha B, dòng này sinh ra từ thông móc vòng qua các cực $b - b'$ và $r_1 - r'_1$, rotor lại được kéo quay theo chiều kim đồng hồ đưa $r_1 - r'_1$ hướng về vị trí cân bằng với $b - b'$. Tiếp tục cấp dòng điện cho cuộn dây pha C thì $r_2 - r'_2$ lại quay theo chiều kim đồng hồ hướng về $c - c'$. Cứ như vậy bằng cách cấp điện lần lượt cho các cuộn dây theo thứ tự A, B, C động cơ sẽ liên tục quay theo chiều kim đồng hồ [3].

2.2. Trạng thái làm việc

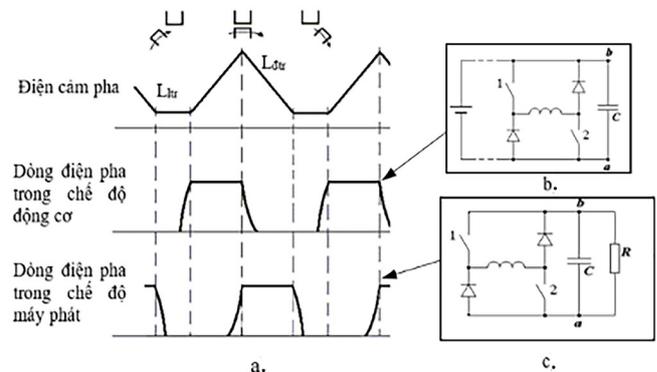
Ở chế độ động cơ, các pha được đóng ở vị trí không thẳng hàng (lệch trục) của răng stator và rotor trước khi

bắt đầu chuyển sang trạng thái thẳng hàng với nhau, khi đó dòng điện trong pha chạy trong khoảng thời gian góc tương ứng với độ tăng lên của điện cảm pha $dL/d\theta > 0$ trên Hình 4.

Để chuyển trạng thái hoạt động từ chế độ động cơ sang máy phát, chỉ cần thay đổi các góc chuyển mạch là đủ [5].

Ở chế độ máy phát, các pha được đóng ở vị trí thẳng hàng (đồng trục) của răng stator và rotor, dòng điện trong pha chạy theo một khoảng góc tương ứng với sự giảm điện cảm pha $dL/d\theta < 0$ [4, 8].

Tại thời điểm răng của rotor và stator trùng nhau (vị trí đồng trục), tín hiệu từ cảm biến vị trí rotor đóng các van bán dẫn, sau đó dòng điện bắt đầu chạy qua cuộn dây stator. Trong hệ thống từ tính của SRM, từ trường xuất hiện và tăng lên, cảm ứng từ được xác định bởi dòng điện trong cuộn dây. Rotor của SRM tiếp tục chuyển động nhờ năng lượng cơ học. Các răng của rotor dịch chuyển tương đối so với các răng của stator, diện tích khe hở không khí giữa các răng của stator và rotor giảm dần, dẫn đến độ dẫn điện của khe hở không khí giảm. Trong cuộn dây xuất hiện một lực điện động cùng dấu với dòng điện (quy tắc Lenz). Lực điện động tạo ra một dòng điện bổ sung xuất hiện với dòng điện kích thích, làm tăng nguồn cung cấp năng lượng điện từ trong cuộn dây.



Hình 4. Chế độ làm việc của máy điện từ kháng

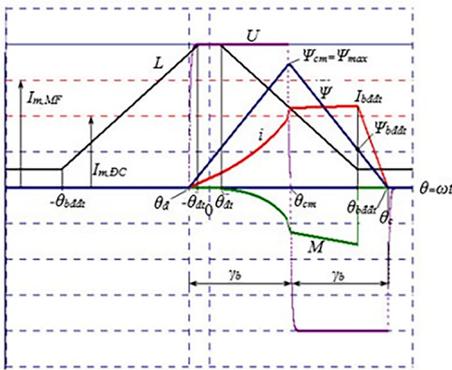
- a. Điện cảm, dòng điện pha trong chế độ động cơ và máy phát.
- b. Chu kỳ chuyển mạch pha của SRM ở chế độ động cơ.
- c. Chu kỳ chuyển mạch pha của SRM ở chế độ máy phát điện

Do đó, năng lượng cơ học được chuyển đổi thành năng lượng điện và được truyền bằng phương pháp điện từ đến mạch có cuộn dây của SRM. Khi đến vị trí: Răng stator - rãnh rotor (vị trí lệch trục), các van bán dẫn VT1 và VT2 được đóng lại. Năng lượng được lưu trữ trong một chu kỳ chuyển đổi được cung cấp cho nguồn.

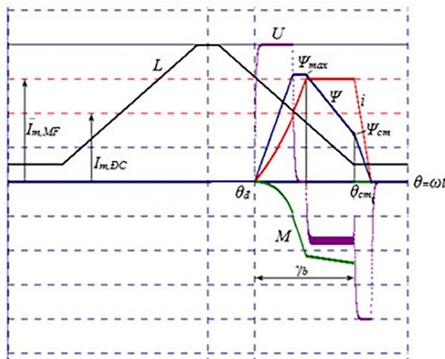
Các thao tác điều khiển ở chế độ máy phát hoàn toàn giống như ở chế độ động cơ - đóng và cắt các khóa lực theo pha [4, 8]. Ở chế độ máy phát, sự tăng lên của dòng điện không chỉ bị ảnh hưởng bởi lực điện động, giá trị của nó không chỉ phụ thuộc vào vận tốc góc mà còn phụ thuộc vào chính dòng điện. Nếu pha được

đóng trước khi các răng chồng lên nhau hoàn toàn, thì lực điện động ở giai đoạn cắt có thể thay đổi dấu. Trong máy phát, giai đoạn đóng pha diễn ra với sự thay đổi liên tục về mức độ chồng chéo của răng, khiến cho không thể cho phép xác định ở dạng phân tích đơn giản mối quan hệ giữa góc chuyển pha θ_d và giá trị ban đầu của dòng điện cho giai đoạn làm việc.

Ở chế độ máy phát, phần cuối của giai đoạn được kết hợp với việc ngắt điện áp dương, không bị ràng buộc với bất kỳ giá trị góc cụ thể nào, do đó nó có thể được xác định theo các điều kiện khác nhau. Kết thúc sớm giai đoạn đóng dẫn đến giảm giá trị trung bình của dòng điện pha, momen và công suất phát ra. Sự chậm trễ trong chuyển đổi giai đoạn làm việc tác động theo hướng ngược lại, điều này có thể dẫn đến sự gia tăng không kiểm soát được dòng điện vào khoảng cuối thời gian làm việc. Các điều kiện để chuyển từ giai đoạn này sang giai đoạn khác trong chế độ máy phát điện phụ thuộc vào tốc độ quay và có thể thu được từ việc phân tích các biểu đồ thay đổi trong liên kết từ thông $\Psi(\theta)$ Hình 5.



Hình 5. Tính toán góc điều khiển của máy phát điện



Hình 6. Tác động dòng điện giới hạn của máy phát điện

Trên Hình 5 và 6 có các góc đặc trưng sau:

$\theta_{bdắt}$: Góc tương ứng với điểm bắt đầu ở vị trí đồng trục của các răng rotor và stato (lệch trục θ_H);

θ_{d1} : Góc tương ứng với vị trí đồng trục của các răng rotor và stato;

θ_d : Góc đóng pha;

θ_{cm} : Góc chuyển mạch;

θ_c : Góc cắt.

Khi tốc độ trên đường cơ bản, sự thay đổi từ thông có dạng tam giác cân, do đó, độ dốc phụ thuộc vào tỷ lệ giữa điện áp và tốc độ Hình 2.

$$\frac{d\Psi}{d\theta} = \frac{1}{\omega} \cdot \frac{d\Psi}{dt} = \frac{U - iR}{\omega} \approx \frac{U}{\omega} \quad (1)$$

Giá trị của từ thông theo thời điểm lệch trục của răng Ψ_H tính theo giá trị I_H đã cho:

$$\Psi_{lt} = w \cdot L_{lt} \cdot I_{lt} \quad (2)$$

Đối với chuyển mạch đơn $\theta_{cm} - \theta_d = \theta_c - \theta_{cm} = \gamma_b$

$$\theta_c - \theta_d = 2\gamma_b \quad (3)$$

Từ sơ đồ Hình 2 với sự tính toán theo công thức (1) ta có:

$$\theta_d = +\theta_{lt} + \frac{\Psi_{lt}}{U} \omega \quad (4)$$

Từ công thức (3) và (4) ta có:

$$\theta_d = \theta_{lt} + \frac{\Psi_{lt}}{U} \omega - 2\gamma_b \quad (5)$$

$$\theta_{cm} - \theta_d + \gamma_b \quad (6)$$

Khi tốc độ dưới cơ bản, sự thay đổi từ thông có thể có hình dạng khác. Nếu có một tác động đến dòng điện giới hạn ở mức $I_{m, MF}$, thì tỷ lệ giữa đoạn chiều dài tăng của dòng điện, sự ổn định và suy giảm của nó được đưa ra bởi các giá trị của $I_{m, MF}$, ω và U nhưng không thể biểu thị bằng phương pháp phân tích Hình 6.

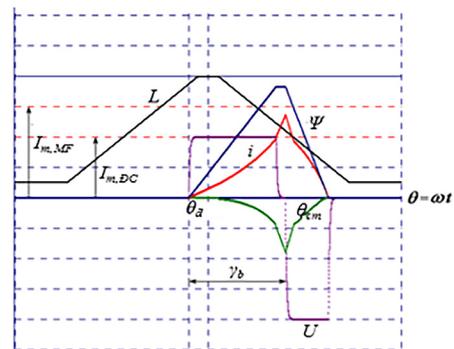
Nếu thời điểm ngắt θ_{cm} được gắn với $+\theta_{bdắt}$, thì từ điều kiện chuyển mạch đơn.

$$\theta_d = \theta_{bdắt} - \gamma_b \quad (7)$$

Nếu dòng điện không đạt được mức $I_{m, MF}$ còn điện áp ở giai đoạn giảm do tính toán PWM, thì từ thông có dạng tam giác không cân và tỷ lệ giữa đoạn chiều dài tăng và giảm của dòng điện được thiết lập bởi sự điều chỉnh PWM Hình 7.

Nếu ở chế độ động cơ có thể sử dụng cả chuyển mạch “một cấp” và “hai cấp”, thì đối với chế độ máy phát, điều kiện cần thiết và xác định duy nhất để chuyển mạch ổn định là một chuyển mạch đơn.

$$\theta_d = \theta_{cm} - \gamma_b \quad (8)$$



Hình 7. Tác động dòng điện giới hạn (Dòng điện không đạt mức $I_{m, MF}$ của máy phát điện)

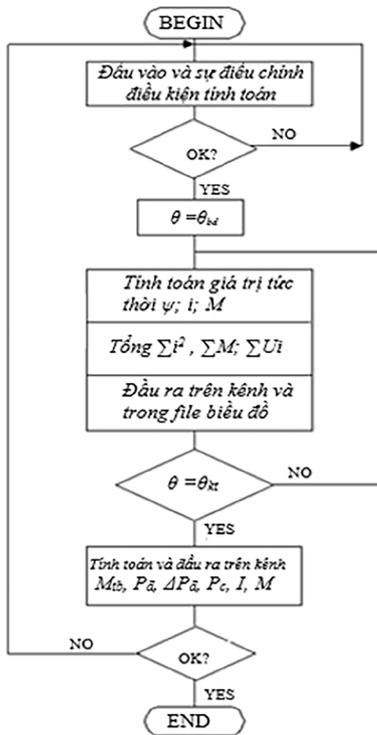
Tuy nhiên, công thức (8) chỉ thiết lập quan hệ giữa θ_d và θ_{cm} mà không đưa ra giá trị của chúng. Nói cách khác, θ_d có thể thay đổi trong giới hạn nhất định, như trong các trường hợp được xem xét trước đó, nhưng hình dạng và biên độ của dòng điện có thể thay đổi lớn [4].

3. CHU KỲ CHUYỂN MẠCH VÀ PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN MÁY ĐIỆN TỪ KHÁNG

Ban đầu, để nghiên cứu chế độ máy phát điện của máy điện từ kháng SRM, sử dụng mô hình máy tính để tính toán sự thay đổi giá trị của một pha trong khoảng thời gian phân chia cực của roto. Sơ đồ khối của chương trình chu kỳ chuyển mạch SRM được hiển thị trong Hình 8.

Dữ liệu ban đầu để tính toán là:

- Góc đóng điện áp dương của pha θ_{d+U}
- Góc cắt điện áp dương của pha θ_{c+U}
- Góc đóng điện áp âm của pha θ_{d-U}
- Trị số giới hạn dòng điện ở chế độ máy phát I_{mMF}
- Trị số giới hạn dòng điện ở chế độ động cơ I_{mDC}
- Tốc độ quay rotor n .
- Trị số PWM - điện áp U_{IV} theo phần trăm của U_{inv}
- Điện áp một chiều DC (nguồn điện của biến tần) $U_{IV} = U_{DC}$.



Hình 8. Sơ đồ khối chương trình của chu trình chuyển mạch SRM

Chương trình mô hình hóa hoạt động của một pha của SRM với giả định rằng không có kết nối điện và từ giữa các pha. Giả định tốc độ không đổi trong suốt chu kỳ chuyển mạch. Chương trình không tính đến tổn thất теплот do đảo ngược từ và dòng điện xoáy.

Hoạt động của bộ điều chỉnh dòng roto được xét đến bởi các điều kiện bổ sung: $U_\phi = 0$, nếu $i > I_{mDC}$; $U_\phi = -U_{DC}$, nếu $i > I_{mMF}$.

Dựa vào giá trị từ thông tức thời xác định được độ giảm lực từ động ở các đoạn khác nhau của mạch từ, giá trị dòng điện được tính từ định luật dòng điện tổng $i_w = \sum(H.I)$.

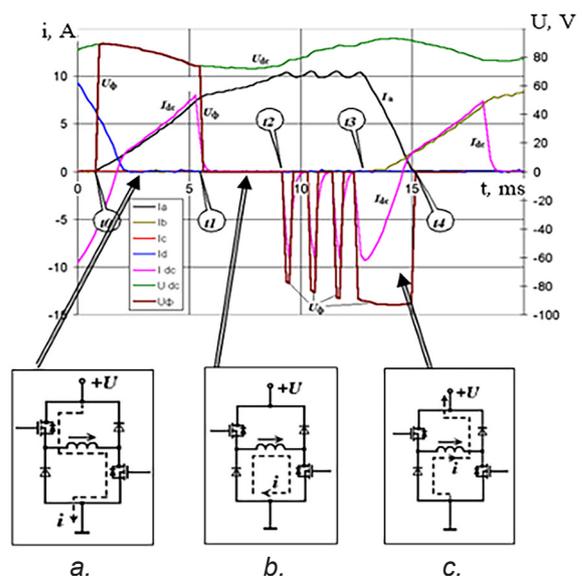
Khi xác định sự phụ thuộc $L_\phi(\theta)$ và $\Psi_\phi(i)$ trong mô hình, ta đã sử dụng phép tính gần đúng tuyến tính từng đoạn của các phụ thuộc thực nghiệm tương ứng.

Vì trong quá trình làm việc dòng điện điều chỉnh roto, điện áp U_ϕ chuyển tiếp từ một trong ba mức ($+U_{DC}$, 0 , $-U_{DC}$) sang bất kỳ mức nào khác và các chuyển đổi này xảy ra với tần số cao nên khi hiển thị trên màn hình, nó không phải là mức trung bình, giá trị của U_ϕ được quan sát nhưng đồng thời có hai hoặc ba đường. Để trực quan hóa U_ϕ , chương trình lọc tín hiệu này bằng phương pháp trung bình, phương pháp này phần nào làm chậm biểu đồ trước U_ϕ .

Sự tương ứng của mô hình với đối tượng thực được thực hiện bằng cách so sánh dữ liệu tính toán và thử nghiệm cho hai chế độ làm việc - chuyển mạch đơn và chuyển mạch kép.

Trên Hình 9 đưa ra chu kỳ đóng cắt pha của SRM. Trong khoảng từ t_0 đến t_1 , hai van được đóng, điện áp dương được đặt vào pha và pha đó bị kích thích.

Dòng điện xuất hiện bằng cách giảm năng lượng điện được tích trữ trong tụ điện liên kết với nhánh dòng điện 1 chiều, điều này thể hiện rõ qua việc giảm điện áp U_{DC} . Sự tăng dòng điện cũng góp phần được tạo lực điện động, nếu pha bị kích thích trong khoảng thời gian điện cảm giảm.



Hình 9. Chu kỳ chuyển mạch pha của SRM

Tại thời điểm t_1 , dòng điện đạt đến giá trị I_{mDC} , làm cho một van ngắt, ví dụ van phía trên. Dòng pha đi qua van còn lại và diode ngược tương ứng, bỏ qua nguồn

điện. Pha bị đoản mạch, điều này đưa sự không đối từ thông và sự gia tăng dòng điện khi độ tự cảm của pha giảm do diện tích chồng lên nhau của các răng giảm khi rotor quay.

Tại thời điểm t_2 , dòng điện đạt giá trị $I_{m, MF}$ làm van thứ hai mở ra, dòng điện pha bắt đầu đi qua hai diode ngược về phía lực từ của nguồn điện. Việc đặt điện áp âm vào một pha sẽ làm giảm dòng điện, do đó làm giảm dòng điện, buộc sự điều chỉnh dòng điện mở van phía dưới, từ đó ngắt pha khỏi nhánh DC và làm ngắn mạch nó. Dòng pha bắt đầu tăng trở lại. Quá trình duy trì dòng điện ở mức $I_{m, MF}$ đi kèm với sự gia tăng điện áp U_{DC} , biểu thị sự chuyển đổi năng lượng từ tính thành năng lượng điện. Hoạt động điều chỉnh dòng điện tiếp tục cho đến thời điểm t_3 , khi đó chuyển mạch pha đóng khóa nguồn của pha làm việc và mở van của pha tiếp theo. Trong khoảng thời gian $t_3 - t_4$ dòng điện từ pha bị ngắt chạy qua hai diode ngược vào nhánh DC, điều này làm tăng U_{DC} cho đến khi dòng điện trở nên nhỏ hơn tổng dòng điện tải và pha đóng.

Kiểm chứng bằng thực nghiệm tại công ty IRIS, thành phố Novocherkassk Liên bang Nga bằng cách sử dụng ví dụ về máy SRM. Trong nghiên cứu này chúng ta xem xét thiết kế máy là kết cấu hai khối với cấu trúc răng stator và rotor của hệ thống mạch từ $Z_s/Z_r = 18/12$. Quy ước của máy điện này có tên SRM-2x550 (Máy điện gồm 2 khối, công suất định mức mỗi khối là 550 kW). Cần nói thêm rằng: Trong thử nghiệm người ta có thể cho một khối làm việc ở chế độ máy phát điện còn khối kia sẽ làm việc ở chế độ động cơ lúc đó đóng vai trò là tải cho khối máy phát điện (chế độ tải tương hỗ). Chế độ làm việc bình thường thì cả 2 khối đều có chức năng như nhau có thể cùng là động cơ điện hoặc máy phát điện.

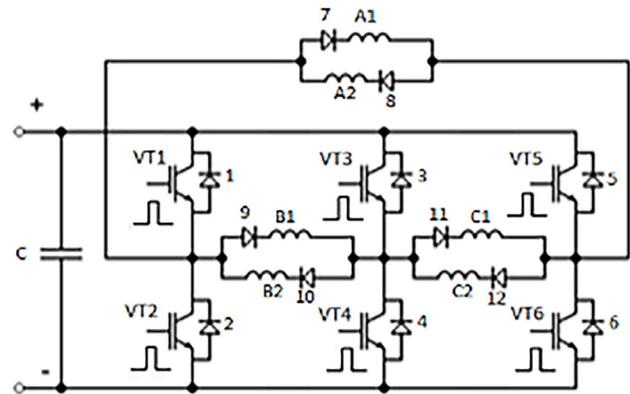
Để cung cấp năng lượng cho cuộn dây pha của máy phát SRM với kết cấu hai khối sử dụng một bộ biến đổi có điều khiển, việc này có ưu điểm là giảm một nửa số lượng van bán dẫn và sử dụng tụ điện cung cấp có dung lượng nhỏ hơn đáng kể so với việc sử dụng hai máy điện SRM đơn lẻ có công suất 550 kW cho mỗi máy.

Bảng 1. Kích thước hình học cơ bản của mặt cắt ngang máy phát SRM-2x550

Các thông số của SRM-2x550	Giá trị
Đường kính ngoài của stator, mm	900
Chiều rộng răng stator, mm	50
Chiều cao răng stator, mm	87
Chiều cao golph từ stator, mm	63
Đường kính ngoài của rotor, mm	600
Chiều rộng răng rotor, mm	50
Chiều cao răng rotor, mm	40
Chiều cao golph từ rotor, mm	55

Phương pháp điều khiển máy điện SRM với bộ biến đổi điều khiển ở đầu ra.

Lựa chọn bộ biến đổi cầu ba pha tiêu chuẩn với sự phân chia pha của các khối kết hợp với các diode hỗ trợ Hình 10.



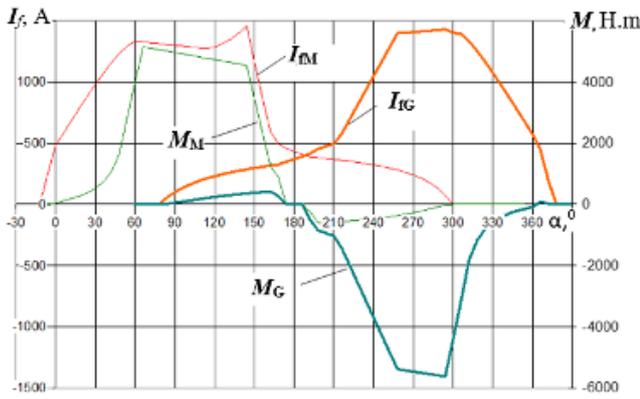
Hình 10. Sơ đồ bộ biến đổi hình cầu 3 pha

Trong cấu trúc này khả năng hoạt động hoàn toàn độc lập của hai khối không còn. Để đánh giá khả năng điều khiển trong phạm vi thay đổi công suất đầu ra thì cần xác định các giá trị của các góc điều khiển và phân tích biểu đồ dao động của tất cả các pha khi các góc đóng, góc ngắn mạch và góc cắt trên các pha.

Trên cơ sở mô hình toán của máy điện từ kháng SRM được mô tả trong tài liệu [4, 7, 9], dạng sóng ban đầu đã thu được cho phép phân tích các chỉ số cơ bản trong máy điện từ kháng SRM-2x550 kW. Sử dụng phương pháp điều khiển 1 xung (xung đơn) cho máy điện SRM-2x550 kW, điểm khác biệt chính của điều khiển này là cuộn dây stator của máy SRM được nhận xung đơn trong chế độ làm việc bình thường, phương pháp này tối ưu hóa được giá trị momen của máy phát khi làm việc ở chế độ bình thường [5]. Quá trình thực nghiệm được tiến hành nhiều lần đo các thông số, khi nào momen của máy điện đạt giá trị tối ưu thì ta ghi lại giá trị của các thông số đóng, cắt.

Trên Hình 11 đưa ra biểu đồ dòng điện và momen các pha trong các chế độ động cơ điện (đường nét mảnh) và máy phát điện (đường nét dày) của SRM. Ở chế độ động cơ khi tốc độ quay $n = 1.500$ vòng/phút, góc đóng α_d hay $\alpha_{on} = -12^\circ$ điện và góc ngắn mạch và góc cắt α_c hay $\alpha_{off} = \gamma_{(U_f=0)} = 144^\circ$ điện, nhận được giá trị trung bình của momen các pha là 1322 H.m, tương ứng với công suất đầu ra của một khối là 625 kW.

Để nhận được vị trí đồng trục của các răng stator và rotor biểu đồ dòng điện và momen trong chế độ động cơ thì các giá trị góc điều khiển có giá trị $\alpha_{on} = 60^\circ$, góc ngắn mạch và góc cắt $\gamma_{(U_f=0)} = \alpha_{off} = 216^\circ$, khi đó nhận được giá trị trung bình của momen các pha là -1318 H.m, giá trị dòng điện hiệu dụng pha là 808 A. Trong chế độ này và tất cả các chế độ tiếp theo điện áp của máy điện bằng 700 V.



Hình 11. Biểu đồ dòng điện và momen pha trong các chế độ động cơ và máy phát

Trong đó các đường:

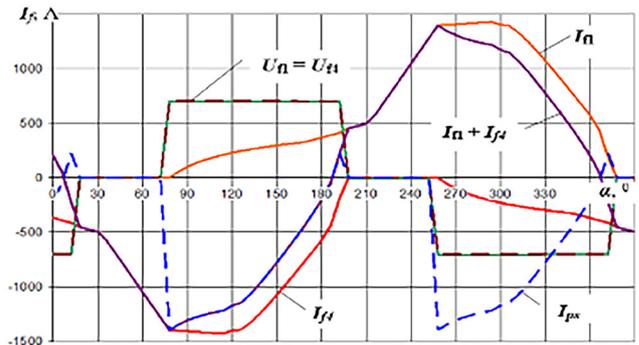
M_M, I_M : Momen và dòng điện của máy SRM trong chế độ động cơ điện;

M_G, I_G : Momen và dòng điện của SRM trong chế độ máy phát điện.

Tuy nhiên, việc đóng cắt pha như vậy không phù hợp cho sơ đồ với sự tách riêng pha của các khối khác nhau, vì trong một pha các xung điện áp âm và dương ở vị trí không đối xứng theo góc 180° , điều này không cho phép khi các pha của 2 khối mắc song song - ngược vì sự kết hợp xung điện áp đóng của pha này chồng lên xung điện áp tắt của pha kia. Với những hạn chế như vậy, có sự mất cân bằng của các giá trị momen trên trục máy và cả công suất. Khi kết nối các cuộn dây pha của SRM- 2x550 kW với sơ đồ tam giác và đóng cắt khóa một góc 180° trong sơ đồ bộ biến đổi cầu ba pha, điện áp tuyến tính được tạo ra dưới dạng xung lưỡng cực có độ dài 120° và khoảng cách điện áp giữa chúng bằng 0V, chiều dài là 60° . Biểu đồ momen và dòng điện pha trong chế độ máy phát cho phương pháp chuyển pha được thể hiện trong hình 8 với các đường nét dày. Khi $\alpha_{on} = 72^\circ, \gamma_{(U_f=0)} = 198^\circ$ và $\alpha_{off} = 258^\circ$ nhận được giá trị trung bình của momen pha $M = 1222$ N.m, công suất đầu ra ở một khối $P_{out} = 578$ kW và nhỏ hơn 8% so với chế độ động cơ, dòng pha là $I_f = 764$ A, nhỏ hơn 6% so với ở chế độ động cơ.

Trên Hình 12 là biểu đồ dòng điện và điện áp hai pha mắc song song - ngược (số 1 và số 4). Sự biến đổi đồ thị ở chế độ của máy phát cho trên Hình 9. Biểu đồ dòng điện I_{f4} có được bằng cách lấy đối xứng đặc tính dòng điện I_{f1} qua trục hoành và lệch 180° . Tổng dòng điện ($I_{f1} + I_{f4}$) đi vào phần mạch giữa điểm nối song song đầu ra của pha và điểm giữa nhánh của bộ biến đổi. Đường nét đứt hiển thị biểu đồ của dòng điện nguồn cấp I_{ps} .

Sơ đồ liên kết các cuộn dây pha 2 khối máy phát SRG thông qua các diode, điều kiện cần thiết là góc đóng của 2 pha song song - ngược cần phải khác biệt 180° . Ngoài ra góc đóng một pha này phải trùng với góc cắt của pha kia [5].



Hình 12. Biểu đồ dòng điện và điện áp của hai pha mắc song song - ngược trong chế độ máy phát điện SRG-2x550 khi $P_G = 1.148$ kW

Công suất đầu ra của máy phát theo biểu thức:

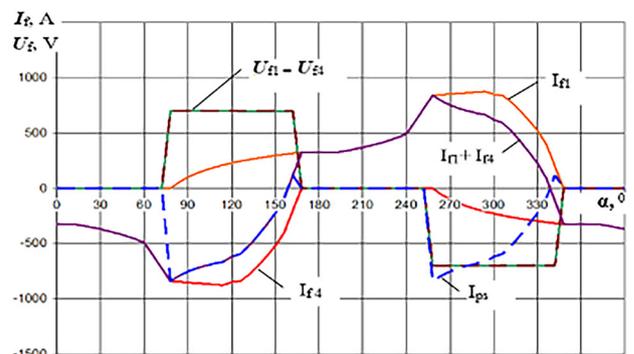
$$p = i^2 R + \frac{d}{dt} \left(\frac{1}{2} Li^2 \right) + \frac{1}{2} i^2 \frac{dL}{d\theta} \omega \quad (9)$$

Và phụ thuộc vào góc quay của rotor. Momen của máy theo biểu thức:

$$M_e = \frac{\partial W_c}{\partial \theta} = \frac{1}{2} \frac{dL(\theta)}{d\theta} i^2 \quad (10)$$

Có thể thay đổi bằng cách thay đổi độ lớn dòng điện cấp cho cuộn dây stator hoặc thay đổi góc dẫn θ (qua các góc điều khiển), sau đó phân tích bằng giải tích là khi thay đổi những thông số của bộ cung cấp điện thì công suất thay đổi. Có hai phương pháp điều chỉnh công suất đầu ra của máy phát với sự thay đổi góc điều khiển.

Sự điều chỉnh đặc tính của máy phát ở biểu đồ Hình 13 đưa ra đặc tính dòng điện và điện áp khi góc đóng $\alpha_{on} = 78^\circ$ và góc ngắt mạch $\gamma_{(U_f=0)} = 168^\circ, \alpha_{off} = 258^\circ$. Ở chế độ này $P_G = -516$ kW, $I_f = 488$ A. Để giảm công suất đầu ra của máy phát thực hiện dịch chuyển đồng thời góc đóng α_{on} và góc ngắt mạch $\gamma_{(U_f=0)}$, góc cắt α_{off} giữ nguyên.



Hình 13. Biểu đồ dòng điện và điện áp của hai pha mắc song song - ngược trong chế độ máy phát điện SRG-2x550 khi $P_G = 516$ kW

Trên Hình 13 là phương pháp tương ứng đặc tính SRG với sự phụ thuộc của công suất đầu ra máy phát, góc đóng $P_G(\alpha_{on})$ và sự tương ứng biểu đồ của dòng điện pha I_f . Khi giảm α_{on} trong khoảng từ $78^\circ \pm 30^\circ$ điện thì công suất P_G của máy phát giảm gần như tuyến tính từ

giá trị định mức xuống 0. Tiếp tục giảm thêm góc đóng thì dẫn đến việc chuyển chế độ từ máy phát sang chế độ động cơ.

4. KẾT LUẬN

Bài viết đưa ra chế độ làm việc của máy điện từ kháng, chu kỳ chuyển mạch trong máy điện từ kháng, sự điều chỉnh góc đóng, cần để nhận được các thông số của máy điện từ kháng như momen và công suất của máy ở chế độ động cơ điện, chế độ máy phát điện. Kết quả được kiểm chứng bằng thực nghiệm, cách sử dụng ví dụ về máy SRM với thiết kế máy là kết cấu hai khối với cấu trúc răng stator và rotor của hệ thống mạch từ $Z_s/Z_r = 18/12$, công suất mỗi khối là 550 kW.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Phạm Công Tảo, Nguyễn Phương Ty, Phạm Thị Hoan (2017), *Mô hình hệ thống máy phát SRG-điện*, Tạp chí nghiên cứu khoa học Đại học Sao Đỏ. Số 4(59), trang 13-20.
- [2]. Nguyễn Phùng Quang (2023), *Động cơ từ kháng và triển vọng ứng dụng các hệ thống Mechatronics*, https://drive.google.com/file/d/1ScMits_7NlyQWPPEMJOKdJ1U2tSQ7hpi/view, cập nhật ngày 20/6/2023.
- [3]. Thân Ngọc Hoàn, Nguyễn Hữu Quyền (2021), *Điều khiển tự động hệ truyền động điện*, NXB Hàng Hải.
- [4]. Темирёв А.П. (2011.г), *Математическое моделирование, проектирование, и экспериментальное определение параметров вентильно-индукторных электроприводов*. Монография, - Новочеркасск. -794с.
- [5]. Фам Конг Тао (2019), *Автономный зарядно - разрядный электротехнический комплекс с мониторингом состояния аккумуляторных батарей*, Дис...канд. тех. наук , Новочеркасск, -199 с.
- [6]. [6]. Темирев А.П, Г.К. Птах, А.В. Анисимов и др (2009), *Перспективы применения вентильно-индукторных электроприводов на горнообогатительных комбинатах акционерной компании "АЛРОСА"*, Известия вузов. Электромеханика. - № 2 . – С. 42-50.
- [7]. D.Susitra, E.Annie Elisabeth Jebaseeli, S.Paramasivam (2010), *Switched Reluctance Generator - Modeling, Design, Simulation, Analysis and Control A Comprehensive Review*, International Journal of Computer Applications (0975 -8887), Volume 1-No. 2. pp.10-16.
- [8]. David A. Torrey (2002), *Switched Reluctance Generators and Their Control*, IEEE transactions on industrial electronics, vol. 49, No. 1. pp 3-14.
- [9]. Jawad Faiz, K. Moayed-Zadeh (2005), *Design of switched reluctance machine for starter/generator of hybrid electric vehicle*, Electric Power Systems Research, Volume 75, Issues 2-3, pp, 153-160.

AUTHORS INFORMATION

Pham Cong Tao*, Tran Duy Khanh, Pham Thi Hoan

*Corresponding Author: tao.phamcong@gmail.com

Sao Do University.

THẺ LỆ GỬI BÀI

TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ (P. ISSN 1859-4190, E. ISSN 2815-553X), thường xuyên công bố kết quả, công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ của các nhà khoa học, cán bộ, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên ở trong và ngoài nước.

1. Tạp chí xuất bản 01 số/quý bằng hai ngôn ngữ tiếng Việt và tiếng Anh. Tạp chí nhận đăng các bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực: Điện - Điện tử - Tự động hóa; Cơ khí - Động lực; Kinh tế; Triết học - Xã hội học - Chính trị học; Các lĩnh vực khác gồm: Công nghệ thông tin; Hóa học - Công nghệ thực phẩm; Ngôn ngữ học; Toán học; Vật lý; Văn hóa - Nghệ thuật - Thể dục thể thao...
2. Bài nhận đăng là những công trình nghiên cứu khoa học chưa công bố trong bất kỳ ấn phẩm khoa học nào.
3. Tòa soạn chỉ nhận bài báo gửi online trên website <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>. Bài báo gửi về tòa soạn dưới dạng file điện tử (*.doc *.docx và *.pdf); cuối bài báo, tác giả ghi rõ thông tin địa chỉ liên hệ, số điện thoại, email và cập nhật thông tin trên website. Bài báo phải được trình bày đúng định dạng, rõ ràng; Trường hợp bài báo phải chỉnh sửa theo thể lệ hoặc theo yêu cầu của Phản biện thì tác giả sẽ cập nhật trên website. Người phản biện sẽ do tòa soạn mời. Tòa soạn không gửi lại bài nếu không được đăng.
4. Các công trình thuộc đề tài nghiên cứu có Cơ quan quản lý cần kèm theo giấy phép cho công bố của cơ quan (Tên đề tài, mã số, tên chủ nhiệm đề tài, cấp quản lý,...).
5. Tên bài báo trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 14, in đậm, căn giữa.
6. Tên tác giả (không ghi học hàm, học vị), font Arial, cỡ chữ 10, in đậm, căn lề phải; cơ quan công tác của các tác giả, font Arial, cỡ chữ 9, in nghiêng, căn lề phải.
7. Chữ "Tóm tắt" in đậm, font Arial, cỡ chữ 10; Nội dung tóm tắt của bài báo không quá 10 dòng, trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 10, in thường.
8. Chữ "Từ khóa" in đậm, nghiêng, font Arial, cỡ chữ 10; Có từ 03÷05 từ khóa, font Arial, cỡ chữ 10, in nghiêng, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy, cuối cùng là dấu chấm.
9. Nội dung bài báo viết bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Việt: Tiêu đề tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Tóm tắt tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Từ khóa tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Anh: Tiêu đề tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Tóm tắt tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Từ khóa tiếng Anh trước, tiếng Việt sau.
10. Bài báo được đánh máy trên khổ giấy A4 (21 × 29,7cm) có độ dài không quá 8 trang, font Arial, cỡ chữ 10, giãn dòng At least 12pt, Before 3pt, After 3pt; căn lề trên 2.5cm, dưới 2.5cm, trái 3cm, phải 2cm; hình vẽ phải rõ ràng, đủ nét và được định dạng dưới dạng file ảnh (*.jpg); Phương trình, công thức phải soạn thảo bằng Mathtype hoặc Equation; Phần nội dung bài báo được chia thành 02 cột, khoảng cách cột là 1cm; Trong trường hợp hình vẽ, hình ảnh có kích thước lớn, bảng biểu có độ rộng lớn hoặc công thức, phương trình dài thì cho phép trình bày dưới dạng 01 cột.
11. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự tài liệu được trích dẫn trong bài báo.
 - Nếu là sách/luận án: Tên tác giả (năm), Tên sách/luận án/luận văn, Nhà xuất bản/Trường/Viện, lần xuất bản/tái bản.
 - Nếu là bài báo/báo cáo khoa học: Tên tác giả (năm), Tên bài báo/báo cáo, Tạp chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỷ yếu, số, trang.
 - Nếu là trang web: Phải trích dẫn đầy đủ tên website và đường link, ngày cập nhật.
12. Định dạng mẫu bài báo tham khảo tại địa chỉ http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper
Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>.

THÔNG TIN LIÊN HỆ:

Ban Biên tập Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ

Phòng 203, Tầng 2, Nhà B1, Trường Đại học Sao Đỏ.

Địa chỉ: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ, Số 2 (85) 2024



BỘ CÔNG THƯƠNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:

- Số 1: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- Số 2: Số 72, đường Nguyễn Thái Học, phường Thái Học, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.
- Điện thoại: (0220) 3882 269 Fax: (0220) 3882 921 Website: <http://saodo.edu.vn> Email: info@saodo.edu.vn

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

Số 2 (85)
2024



Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, Thái Học 2, phường Sao Đỏ, thành phố Chí Linh, tỉnh Hải Dương.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>/Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.