



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



1958-2023

CHÀO MỪNG 65 NĂM NGÀY THÀNH LẬP
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH

25/11/1958-25/11/2023

TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHIỆP QUẢNG NINH
Nâng tầm tri thức - vững bước tương lai

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
 Trần Thanh Tuyền
 Ngô Văn Hà** 64

EDUCATION MANAGEMENT

- * International cooperation of Quang Ninh University of Industry: Context, current situation and solutions to promote development
**Giang Quoc Khanh
 Vũ Thị Duyên** 76

- * Current situation and solutions to overcoming the passivity in learning of students of Quang Ninh University of Industry
Nguyễn Thị Hải Ninh 84

- * Research on Blended learning model in teaching advanced mathematics at Quang Ninh University of Industry
Phạm Ngọc Hải 92

- * Research on teaching general physics with guided modules: Developing self-study capacity for students
**Le Thị Thanh Hoa
 Nguyễn Thị Như 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 Hậu
 Dương Khắc Mạnh** 113

POLITICAL AND SOCIAL SCIENCE

- * Fighting and refuting wrong and hostile views in cyberspace: Awareness and responsibility of officers, lecturers and students
**Trần Quốc Hưng
 Trương Thị Khanh Ly** 121



TÌM HIỂU MỘT SỐ MÁY ĐIỆN ĐẶC BIỆT MỚI CÓ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN HIỆN NAY TRÊN THẾ GIỚI

Vũ Hữu Quảng^{1,*}, Trần Thanh Tuyền², Ngô Văn Hà¹

¹Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh

²Trường Đại học Trung Nam, Hồ Nam, Trung Quốc

* Email: vuquangcnqn2@gmail.com

TÓM TẮT

Ngày nay trên thế giới, các nhà nghiên cứu cũng như các nhà sản xuất ngày càng quan tâm nhiều đến các hệ thống chuyển đổi năng lượng hiện đại. Trong các hệ thống này, máy điện là thành phần chính được chú ý nhiều và không thể thiếu trong sự phát triển của các công nghệ mới cũng như các hệ truyền động tiên tiến. Các máy điện đặc biệt cùng với các bộ truyền động mới hiện nay đang cho thấy giá trị ngày càng gia tăng đóng vai trò quan trọng trong công nghiệp hiện đại. Bài viết này nhóm tác giả tổng hợp những nghiên cứu phát triển và thách thức mới nhất của máy điện trên thế giới hiện nay. Nội dung chính là thảo luận và tìm hiểu các công nghệ và cấu tạo của máy điện đặc biệt mới. Từ đó chúng ta có thể thấy được các xu hướng và cơ hội phát triển của các máy điện mới có thể cho các ứng dụng tiềm năng hiện đại.

Từ khóa: Động cơ điện, máy điện đặc biệt, máy điện, máy điện không chổi than, máy điện nam châm vĩnh cửu.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Quá trình chuyển đổi năng lượng là một trong những bước quan trọng để sản xuất và tiêu thụ năng lượng, thúc đẩy hiệu quả sự phát triển của nền văn minh hiện đại. Trong đó, máy điện đóng vai trò quan trọng trong việc chuyển đổi năng lượng cơ điện và được sử dụng rộng rãi trong đời sống sinh hoạt hàng ngày của con người cũng như xã hội [1], [2]. Trong những năm gần đây, ngoài các loại máy điện thông dụng, cụ thể là máy điện một chiều, máy điện không đồng bộ (KĐB) và máy điện đồng bộ, thì đã xuất hiện các loại máy điện mới và bộ truyền động của chúng thể hiện nhiều tính năng thú vị về chuyển đổi năng lượng. Do đó, chúng trở thành ứng cử viên phù hợp cho các lĩnh vực ứng dụng mới, chẳng hạn như công nghệ robot, tàu điện, máy bay, xe điện, sản xuất năng lượng gió, hệ thống đẩy không người lái,... Về những khía cạnh này, các tính năng tương ứng của các máy điện đặc biệt cùng với hệ thống truyền động điện mới của chúng có thể được chia làm các loại sau [3]–[5]:

- Làm việc ở tốc độ thấp, như từ 100 vòng/phút đến 200 vòng/phút;
- Có công suất nhỏ nhưng mô men đầu ra lớn;
- Làm việc với mô men cao, tốc độ thấp;
- Làm việc với tốc độ cao, khoảng 20000 vòng/phút.
- Làm việc với dải tốc độ rộng;
- Làm việc với khả năng chịu được các sự cố ngoài ý muốn;
- Có khả năng điều chỉnh tốt điện áp với dải tốc độ làm việc rộng;
- Có khả năng điều chỉnh tốt từ thông;
- Có công suất và mô men xoắn cao;
- Có hiệu suất cao;
- Làm việc có dải mô men xoắn cao;
- Làm việc có hiệu suất cao với phạm vi tốc độ làm việc rộng;
- Có khả năng điều chỉnh linh hoạt và dễ dàng;
- Có độ tin cậy và độ bền cao;
- Làm việc có tuổi thọ cao;



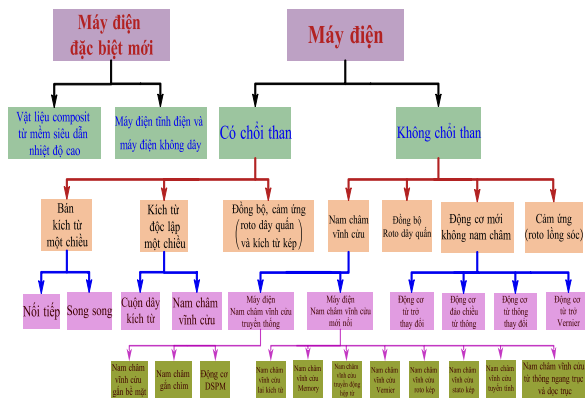
- Ít bảo trì hoặc gần như không bảo trì;
- Dễ dàng mở rộng thêm các ứng dụng khác;
- Hiệu quả chi phí cao.

Trong nội dung của bài báo, nhóm tác giả dựa trên các bài báo nghiên cứu công bố gần nhất hiện nay để trình bày và giới thiệu các loại máy điện đặc biệt mới.

2. CÁC LOẠI MÁY ĐIỆN

Do sự phát triển nhanh chóng của máy điện và truyền động điện trong vài thập kỷ qua, công nghệ và ứng dụng đặc biệt sử dụng các loại máy điện mới đã trở nên phổ biến rộng rãi [6].

Hình 1 thể hiện toàn bộ sơ đồ phân loại của máy điện bao gồm các loại máy điện truyền thống và các loại máy điện đặc biệt mới.



Hình 1. Phân loại máy điện truyền thống và máy điện đặc biệt mới

Trên thực tế, các loại máy điện truyền thống bao gồm máy điện một chiều, máy điện đồng bộ, máy điện KĐB (cảm ứng), máy đồng bộ nam châm vĩnh cửu bề mặt (SPM), máy đồng bộ nam châm vĩnh cửu gắn chìm (IPM) và máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu cực lõi kép (DSPM). Trong khi đó, các loại máy điện đặc biệt mới hiện nay bao gồm máy điện nam châm vĩnh cửu (PM) mới, máy điện tiên tiến không nam châm và các máy đặc biệt khác. Đặc biệt cần chú ý đến đó là máy điện PM tuyến tính, máy điện PM từ thông ngang trục, dọc trục là những máy điện đặc biệt mới có sự phân bố từ thông khác với từ thông của các máy điện đồng bộ PM thông thường khác. Hơn nữa, các máy điện tiên tiến không nam châm vĩnh cửu được thiết kế dành cho các loại máy lưỡng cực thông lượng kép có kích thích từ

trường một chiều. Ngoài ra, những máy điện đặc biệt mới này còn dành cho những hệ thống điều khiển mới đang được phát triển. Do đó, với sơ đồ phân loại máy điện này giúp chúng ta tìm hiểu chi tiết hơn về các ứng dụng tiềm năng khác nhau cho từng loại máy điện đặc biệt mới. Trong nội dung bài báo nhóm tác giả dựa trên tổng hợp của nhà nghiên cứu Chunhua Liu [6] và các tài liệu mới nhất để đưa ra giới thiệu về các loại máy điện đặc biệt mới hiện nay.

3. CÁC LOẠI MÁY ĐIỆN ĐẶC BIỆT MỚI HIỆN NAY

Trong những năm gần đây, nhiều máy điện tiên tiến với công nghệ độc đáo đã được đề xuất nhằm giải quyết những yêu cầu riêng biệt và đặc thù cho các ứng dụng đặc biệt, chẳng hạn như xe điện, robot điện, tàu điện, máy bay điện, v.v. Mặc dù hiệu suất định mức của chúng có thể không tốt bằng những loại máy điện truyền thống trước đây, chẳng hạn như hiệu suất định mức, nhưng những máy điện này có những ưu điểm khác biệt vượt trội so với các loại máy điện thông thường, chẳng hạn như hiệu suất cao trên phạm vi tốc độ rộng. Vì vậy, ngày càng có nhiều sự chú ý và nghiên cứu chuyên sâu đến các loại máy điện đặc biệt mới.

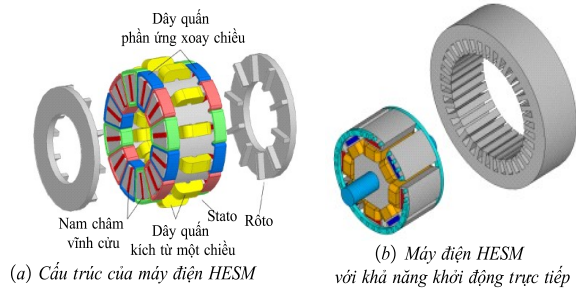
3.1. Máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu lai kích từ (HESM)

Máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu lai kích từ (HESM) [7] kết hợp kích từ của nam châm vĩnh cửu (PM) và kích từ của dây quấn (hình 2). Mục tiêu của lai kích từ là kết hợp ưu điểm của máy điện kích từ PM và máy điện đồng bộ kích từ dây quấn. Máy điện HESM được xác định là một trong những công nghệ đặc biệt mới cho các hệ thống chuyển đổi năng lượng hiện đại. Nguyên lý lai kích từ cho phép giải quyết nhiều nhược điểm liên quan đến vận hành máy điện PM: từ thông yếu, hiệu suất năng lượng và biến động chi phí giá cả của máy điện PM. Điều này giúp đưa ra một lựa chọn bổ sung trong thiết kế máy điện đồng bộ và do đó cho phép máy điện đồng bộ PM thích ứng dễ dàng hơn với phạm vi ứng dụng rộng hơn. Ở mức độ bổ sung này tương ứng với



khả năng điều chỉnh kích từ từ hai nguồn từ trường: PM và từ trường dây quấn.

Máy điện này có khả năng kiểm soát từ thông linh hoạt cho ứng dụng thực tế. Loại máy điện HESM đạt được những ưu điểm và tính năng riêng biệt, được ưu tiên cho động cơ đẩy của xe điện, ứng dụng trong máy bay và các trường hợp tiềm năng khác có yêu cầu phạm vi hoạt động tốc độ rộng.



Hình 2. Cấu tạo của máy điện HESM

Như vậy ta có thể thấy một số ưu điểm của máy điện HESM:

Đầu tiên, máy điện dùng kích từ lai bằng PM và dây quấn;

Vật liệu chế tạo rôto chắc chắn làm việc trong nhiều điều kiện khác nhau;

Với công nghệ rôto ngoài có thể sử dụng trong các ứng dụng đặc biệt ghép trực tiếp với bộ phận quay;

Phạm vi dải điều chỉnh từ thông rộng, lên đến 9 lần;

Khi tăng cường từ thông thì có thể tăng mô men xoắn của máy điện đối với ứng dụng cần mô men lớn;

Khi giảm từ thông thì sử dụng với các ứng dụng tốc độ cao;

Có khả năng điều chỉnh thông lượng giúp tối ưu hệ thống.

Tuy nhiên, Máy điện HESM cũng có một số nhược điểm:

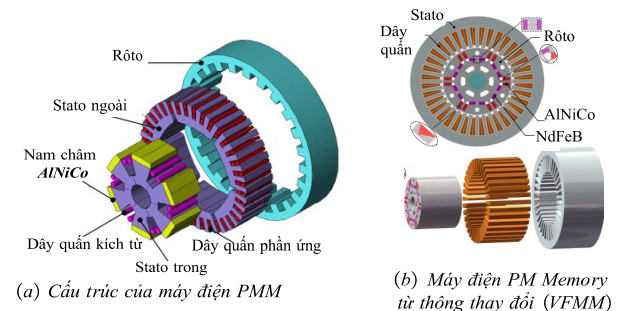
Cuộn dây kích từ một chiều không thể tránh khỏi việc gây ra tổn thất điện năng, làm giảm hiệu suất của máy ở tốc độ và điều kiện định mức;

Kích thích lai gồm cả PM và cuộn dây một chiều gây khó khăn trong thiết kế máy và cấu trúc phức tạp trong chế tạo.

3.2. Máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu Memory (PMM)

Máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu Memory (PMM) là máy điện được cải tiến từ máy điện thông thường. Máy điện này sử dụng nam châm AlNiCo làm nguồn kích thích trường chính [8], trong khi máy điện đồng bộ PM thông thường sử dụng nam châm NdFeB. Với những ưu điểm về điều chỉnh từ thông nên máy điện PMM phù hợp với động cơ đẩy của xe điện và các ứng dụng tiềm năng khác có dải hoạt động tốc độ rộng. Những ưu điểm và tính năng riêng biệt của máy điện PMM được tóm tắt như sau.

Đối với vật liệu NdFeB và AlNiCo, đường cong từ trễ được thể hiện như hình 4 [8]. Trong đó ta có thể thấy đường cong từ trễ của AlNiCo có hình dạng như hình bình hành (đường màu xanh lam), trong khi đó đặc tính từ trễ của NdFeB thì như một đường thẳng (đường màu đỏ). Trạng thái từ hoá của AlNiCo có thể được thay đổi và ghi nhớ (Memory) dọc theo đường cong từ trễ và được giặt lại bằng các xung dòng điện khử từ hoặc từ hoá.



Hình 3. Cấu tạo của máy điện PMM

Ưu điểm của máy điện PMM:

Mức kích từ của PM có thể được điều chỉnh hiệu quả bằng dòng điện từ hoá ngoài;

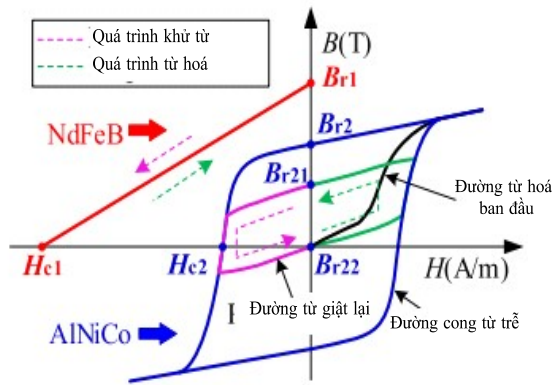
Không giống như máy điện HESM, máy điện PMM có thể dựa vào xung dòng điện từ hoá để điều chỉnh từ trường của PM. Điều này không chế từ hoá do đó giúp giảm thiểu tổn thất tiêu tán và nâng cao hiệu suất của máy điện;



Các cuộn dây phần ứng và PM của máy điện PMM được cố ý đặt ở các lớp khác nhau để ngăn chặn sự khử từ ngẫu nhiên của nam châm do phản ứng phần ứng;

Giá thành máy thấp hơn nhiều so với máy điện PM NdFeB do sử dụng vật liệu làm nam châm AlNiCo không phải đất hiếm;

Sự sắp xếp nhiều pha có thể mang lại khả năng chịu được các điều kiện ngoài ý muốn cho ứng dụng cụ thể.



Hình 4. Đường cong từ trễ của nam châm vĩnh cửu dùng vật liệu NdFeB và AlNiCo

Tuy nhiên, máy điện PMM cũng có những nhược điểm:

Dây quấn kích từ một chiều chỉ được sử dụng thời gian ngắn, trong khi dây quấn này chiếm một diện tích đáng kể trong máy điện;

Sử dụng vật liệu nam châm AlNiCo có mật độ từ thông thấp hơn do đó làm hiệu suất từ tính của máy điện sẽ kém hơn so với máy điện sử dụng nam châm làm từ vật liệu NdFeB;

Dây quấn stato hai lớp gây khó khăn trong việc tản nhiệt cho máy điện;

Việc chế tạo máy điện sẽ trở nên khó khăn hơn so với loại máy điện PM truyền thống.

3.3. Máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu truyền động hộp từ (PMMG)

Máy điện đồng bộ PM truyền động hộp từ (PMMG) [9] hiện là thiết bị được sử dụng rộng rãi như thiết bị phân chia công suất cho các xe điện lai với khả năng tích hợp cao với các cơ cấu cơ

khí khác nhau. Máy điện PMMG tích hợp hộp từ đồng trục trong cấu trúc như hình 5 giúp máy điện có thể làm việc ở chế độ mô men cao với tốc độ thấp.

Từ cấu tạo, có thể thấy máy điện PMMG được thiết kế để làm việc ở tốc độ cao, trong khi rô to ngoài với hộp từ có thể hoạt động ở tốc độ thấp thông qua hiệu ứng truyền động hộp từ. Máy điện đặc biệt mới này phù hợp với các ứng dụng như động cơ đẩy xe điện, máy điện gió cũng như các ứng dụng có mô men xoắn cao tương tự.

Các ưu điểm của loại máy điện đặc biệt mới này là:

Hộp từ đồng trục được tích hợp vào máy điện đồng bộ PM, do đó cải thiện mật độ mô-men xoắn và công suất của máy điện;

Quá trình truyền động được thực hiện mà không cần tiếp xúc cơ học, do đó loại bỏ tất cả các nhược điểm của bánh răng cơ học, chẳng hạn như tổn thất ma sát, tiếng ồn nghe được, rung động cơ học và bảo trì thường xuyên;

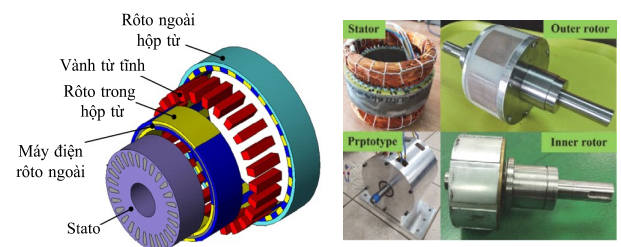
Các cánh gió hoặc bộ phận quay khác có thể được gắn trực tiếp trên rô to bên ngoài của bánh răng, mang lại độ bền cao và tổn thất cơ học thấp.

Nhược điểm của máy điện PMMG là:

Chi phí cao do sử dụng một lượng lớn nam châm vĩnh cửu trong chế tạo máy điện;

Trong cấu trúc máy điện có thể thấy có 03 khe hở không khí, dẫn đến khó khăn trong sản xuất đồng thời gây tổn hao nhiều;

Nguyên lý hoạt động và ứng dụng của loại máy này vẫn đang được nghiên cứu.



(a) Cấu trúc của máy điện PMMG (b) Mô hình máy điện PMMG thực tế [9]

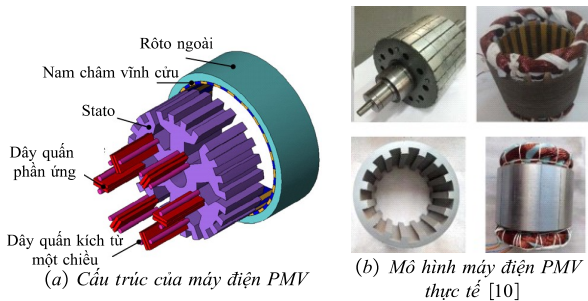
Hình 5. Cấu tạo của máy điện PMMG



3.4. Máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu Vernier (PMV)

Máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu Vernier (PMV) ứng dụng hiệu ứng vernier vào thiết kế máy điện [10], do đó mang lại hiệu ứng điều chế từ thông cho chế độ làm việc tốc độ thấp.

Máy PMV sử dụng các cực khổng chế từ thông ở trên stato, giống như các vòng cố định làm bằng sắt từ (hình 6). Bằng cách này, máy điện có thể điều chỉnh từ trường quay tốc độ cao của cuộn dây phản ứng thành từ trường quay tốc độ thấp của rôto ngoài của máy điện PMV. Hơn nữa, cuộn dây kích từ một chiều cũng có thể được dùng để điều chỉnh từ thông. Đặc biệt, loại máy mới này phù hợp với khả năng làm việc ở tốc độ thấp.



Hình 6. Cấu tạo của máy điện PMV

Một số ưu điểm khi dùng máy điện PMV là:

Máy điện PMV chỉ bao gồm một khe hở không khí và việc chế tạo cũng không phức tạp được so với máy điện truyền động hộp từ PMMG;

Máy điện PMV thường phù hợp để sử dụng thực tế ở những trường hợp ứng dụng có tốc độ thấp;

Cuộn dây kích từ một chiều bổ sung dễ dàng dùng để điều chỉnh thông lượng khe hở không khí, do đó thay đổi trực tiếp trạng thái làm việc của máy điện;

Toàn bộ cấu trúc rất đơn giản nên có thể ghép nối linh hoạt với bộ phận quay. Điều này dễ dàng cho quá trình vận hành và bảo dưỡng;

Cần lưu ý rằng mật độ mô-men xoắn của máy điện PMV thường cao hơn máy điện PM thông thường khác.

Những nhược điểm của máy điện PMV là:

Mật độ mô-men xoắn của máy điện PMV thấp hơn máy điện PMMG;

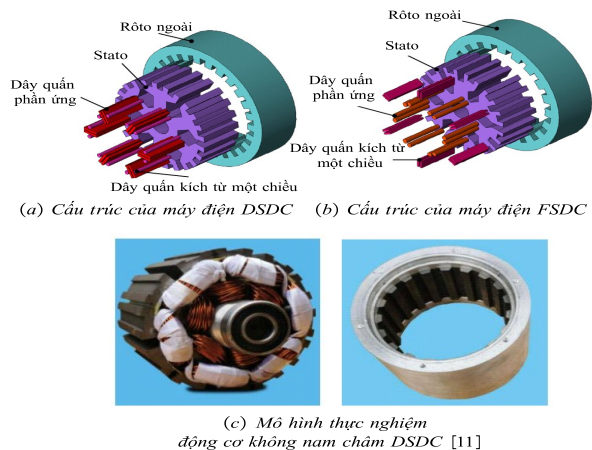
Hệ số công suất không cao bằng máy điện thông thường;

Máy điện PMV chỉ phù hợp cho hoạt động ở tốc độ thấp. Nhưng hiện nay, các nhà nghiên cứu đang nghiên cứu nhằm sử dụng hiệu ứng Vernier cho thiết kế tốc độ cao.

3.5. Máy điện không chổi than và không nam châm

Khi sử dụng vật liệu PM mật độ năng lượng cao, máy điện PM không chổi than có thể mang lại hiệu suất vượt trội và do đó chúng trở nên rất hấp dẫn đối với các ứng dụng hiệu suất cao. Tuy nhiên, do nguồn cung nguyên liệu đất hiếm biến động nên giá nguyên liệu chế tạo PM tăng mạnh gây ảnh hưởng đến giá cả của máy điện PM. Để nâng cao khả năng cạnh tranh của sản phẩm và thâm nhập thị trường, các máy không chổi than không nam châm ngày càng trở nên hấp dẫn, đặc biệt đối với các bộ truyền động điện ô tô.

Máy điện không chổi than không nam châm có hai loại chính được thiết kế đa rằng không nam châm tiên tiến, đó là máy điện một chiều cực lõi kép (DSDC) [11] và loại máy điện một chiều từ thông thay đổi (FSDC). So sánh với máy điện PM, máy không nam châm có mật độ mô-men xoắn thấp hơn. Tuy nhiên, do chi phí của vật liệu PM tăng cao, máy không nam châm có thể mang lại hiệu quả chi phí cao hơn so với các loại máy điện PM. Các loại DSDC và FSDC áp dụng nguyên tắc hoạt động tương tự máy điện không chổi than xoay chiều (BLAC) hoặc một chiều (BLDC). Những máy không nam châm này phù hợp với các thiết bị gia dụng như máy giặt, xe điện giá rẻ,...



Hình 7. Cấu tạo của máy điện không chổi than và không nam châm



Ưu điểm của dòng máy điện này là:

Không yêu cầu bất kỳ vật liệu PM nào, máy điện không nam châm mang lại cấu trúc chắc chắn cũng như hiệu quả chi phí cao hơn;

Máy điện DSDC và FSDC sử dụng tất cả các vùng tạo mô-men xoắn của chúng, mang lại hiệu suất mô-men xoắn tốt hơn so với máy điện từ trở khác;

Máy điện FSDC thể hiện dạng từ thông lưỡng cực, do đó cung cấp mật độ năng lượng cao hơn máy điện DSDC có từ thông đơn cực.

Nhược điểm tồn tại của loại máy điện không chổi than và không nam châm là:

Cuộn dây kích từ một chiều sẽ gây ra tổn thất điện năng, làm giảm hiệu suất của máy điện so với máy điện khác;

Mật độ công suất và mật độ mô-men xoắn của máy không nam châm thấp hơn so với máy điện PM. Tuy nhiên, nhờ thiết kế và làm mát phù hợp, mật độ năng lượng của máy không nam châm có thể tương đương với các loại máy điện PM;

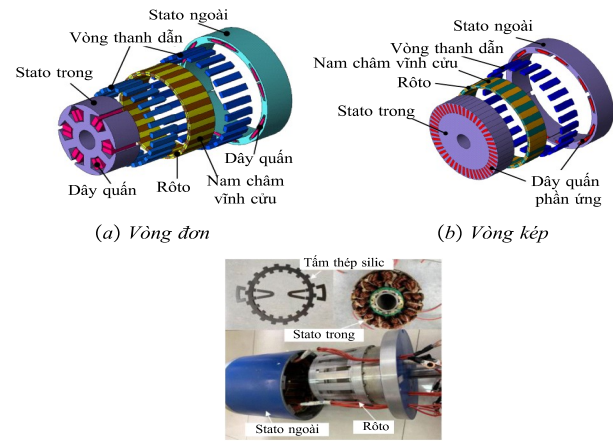
Việc tản nhiệt nên cần được xem xét khi thiết kế máy điện.

3.6. Máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu stator kép

Thường thì máy điện chủ yếu được chế tạo với cấu trúc một đầu vào điện năng (cổng điện) và đầu ra của quá trình chuyển đổi năng lượng đó là cơ năng duy nhất (cổng cơ), cụ thể là một stator và một rôto. Cổng điện được dùng cho dòng năng lượng điện, trong khi cổng cơ được sử dụng cho dòng năng lượng cơ học. Mấy năm gần đây, máy điện đa cổng đã được quan tâm nhiều hơn nhờ vào ưu điểm về mật độ mô men xoắn cao, khả năng chịu quá tải cũng như sự cố lớn và điều khiển linh hoạt. Trên thực tế, các máy điện đa cổng có các cổng điện kép hoặc/và các cổng cơ kép, do đó tạo thành loại stator kép, loại rôto kép và các cấu trúc liên kết độc đáo khác.

Máy điện stator kép có một số tính năng điển hình. Đầu tiên, máy điện này phù hợp với cấu trúc khe hở không khí kép, có thể làm tăng đáng kể tỷ lệ tiện ích của không gian và vật liệu. Thứ hai, hai

bộ dây quấn phần ứng của máy điện có thể đạt được mật độ công suất cao hơn so với cuộn dây stator đơn. Thứ ba, với việc bổ sung thêm một cuộn dây phần ứng, máy điện có thể hoạt động ở chế độ một cuộn dây. Tính năng dự phòng nội tại này có thể cải thiện đáng kể khả năng chịu lỗi và độ tin cậy của máy điện.



(c) Mô hình thực nghiệm của động cơ stator kép [12]

Hình 8. Cấu tạo của máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu stator kép

Máy điện stator kép [12] bao gồm hai stator, mỗi stator có cách sắp xếp cặp cực giống nhau hoặc khác nhau và một rôto hình cốc có các PM được gắn ở cả bề mặt bên trong và bên ngoài. Mỗi stator sử dụng cuộn dây phần ứng 3 pha một lớp và hai bộ cuộn dây có thể được nối theo các cách bố trí khác nhau. Loại máy điện này phù hợp cho các ứng dụng công suất cao, chẳng hạn như sản xuất năng lượng gió và động cơ điện.

Ưu điểm của dòng máy điện đặc biệt này là:

Loại máy điện này sử dụng cấu trúc stator kép, dẫn đến khe hở khí kép để chuyển đổi năng lượng với mật độ công suất cao hơn so với máy điện stator đơn;

Cấu trúc rôto cốc có thể giúp giảm bớt vật liệu dẫn từ hơn nữa;

Hai bộ cuộn dây 3 pha có thể mang lại độ linh hoạt cao hơn khi vận hành và khả năng chịu lỗi.

Nhược điểm tồn tại của loại máy điện đồng bộ stator kép:

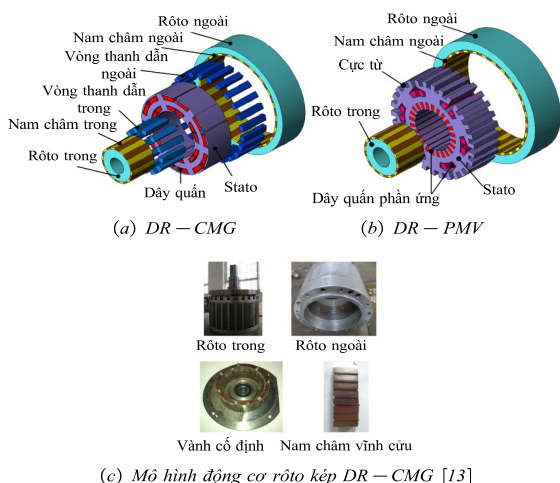


Cấu trúc liên kết có hai khe hở khí, phức tạp hơn so với máy điện một khe hở khí. Do đó chế tạo và lắp ráp sẽ phức tạp hơn. Việc lắp đặt rôto khó khăn hơn nhiều với hình dạng cốc.

3.7. Máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu rôto kép

Máy điện rôto kép có một số tính năng điển hình trong quá trình làm việc. Đầu tiên, máy điện này có cấu trúc nhỏ gọn, đạt được mật độ mô-men xoắn cao hơn loại rôto đơn. Thứ hai, có thể đạt được độ linh hoạt cao nhờ cấu trúc cánh quạt kép và cổng cơ khí kép. Mỗi quan hệ vị trí tương đối giữa ba bộ phận, cụ thể là rôto bên trong, rôto ngoài và stato, có thể được thay đổi trong những trường hợp khác nhau. Thứ ba, hai cổng điện có thể được phân bổ cho hai phần bất kỳ nếu cần. Do đó, có thể đạt được tính linh hoạt cao cho hệ thống đa cổng.

Hình 9 mô tả cấu trúc của máy điện đồng bộ từ thông thay đổi rôto kép tiên tiến, cụ thể là loại máy điện truyền động hộp từ đồng trục rôto kép (DR-CMG) [13] và loại thứ hai là máy điện PM vernier rôto kép (DR-PMV) [14]. Loại máy điện DR-CMG bao gồm hai rôto, hai vòng thanh dẫn và một stato. Stato được kẹp giữa hai vòng thanh dẫn, chứa được hai bộ dây quấn phản ứng. Vòng thanh dẫn có chức năng cung cấp hiệu ứng điều chế từ thông, dùng để điều chỉnh trường quay của PM tốc độ thấp thành trường dây quấn phản ứng bên ngoài tốc độ cao. Trong khi đó, loại máy điện DR-PMV là phiên bản của máy điện PM cánh quạt kép. Loại máy điện mới này phù hợp cho các ứng dụng công suất cao, chẳng hạn như phát điện bằng gió và động cơ điện.



Hình 9. Cấu tạo của MĐ đồng bộ nam châm vĩnh cửu rôto kép

Đặc điểm nổi bật của máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu rôto kép:

Không giống như các máy điện từ thông thay đổi PM thông thường, từ thông thay đổi phụ thuộc vào hai rôto và hai khe hở không khí;

Hai rôto có thể được sử dụng để phân chia công suất của động cơ đốt trong và từ đó tối ưu hóa hiệu suất của hệ thống;

Loại DR-CMG sử dụng hai vòng thanh dẫn để thực hiện điều chế từ trường, trong khi DR-PMV sử dụng cực từ và bố trí cuộn dây tập trung theo khe phân đoạn để thực hiện điều chế từ trường;

So với máy điện một rôto, loại máy điện rôto kép chắc chắn có mật độ mô men xoắn và mật độ công suất cao hơn.

Hạn chế của loại máy điện này là:

Hai khe hở không khí dẫn đến khó khăn hơn trong thiết kế máy điện so với loại khe hở không khí đơn.

Việc tản nhiệt nên cần được xem xét khi thiết kế máy điện.

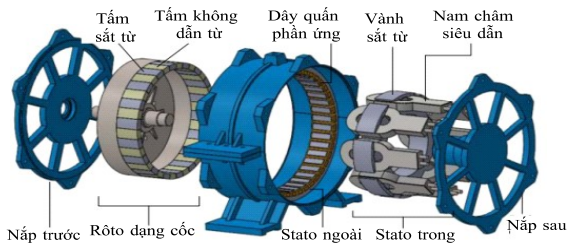
3.8. Máy điện đồng bộ siêu dẫn nhiệt độ cao

Hiện nay, một số máy điện mới thú vị đã được đề xuất cho các ứng dụng công nghiệp và đặc biệt rất tiềm năng. Những máy điện mới phát triển này đã kết hợp các loại cấu trúc máy điện với nhau và hình thành nên những cấu trúc máy điện hoàn toàn mới. Tiêu biểu là loại máy điện siêu dẫn nhiệt độ cao (HTS), máy tĩnh điện và máy điện không dây.

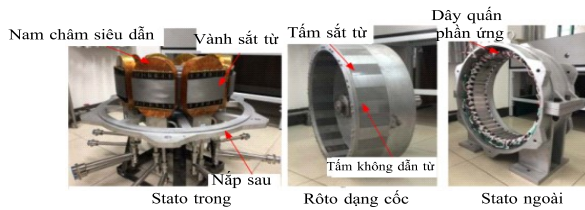
Máy điện đồng bộ siêu dẫn nhiệt độ cao (HTS) đã được nghiên cứu trong nhiều năm và sử dụng vật liệu HTS để thiết kế máy điện. Bằng cách này, loại máy điện HTS mới được hình thành và do đó đạt được một số tính năng riêng biệt khi vận hành. Trên thực tế, dựa trên đặc điểm của vật liệu HTS, các máy điện HTS tương ứng có thể được phân thành ba loại. Loại đầu tiên là sử dụng vật liệu HTS làm cuộn dây từ trường, đây là ứng dụng máy chính cho vật liệu HTS. Loại thứ hai là sử dụng HTS làm cuộn dây phản ứng, hiện vẫn đang được nghiên cứu. Vấn đề chính là tổn thất điện năng cao do dòng điện xoay chiều qua cuộn dây HTS. Loại thứ ba là sử dụng khối HTS để che chắn từ thông. Bằng cách này,



đường dẫn dòng thông lượng có thể được định hướng, có thể tạo thành một kiểu thiết kế mới.



(a) Cấu trúc động cơ stator kép siêu dẫn (DS – HTSM) [15]



(b) Mô hình lắp ráp động cơ stator kép siêu dẫn (DS – HTSM) [15]

Hình 10. Máy điện đồng bộ siêu dẫn nhiệt độ cao

Hình 10 cho thấy một máy điện HTS- HTSM không chổi than stator kép [15]. Máy điện này sử dụng hai loại dây quấn, đó là dây quấn phản ứng với vật liệu bằng đồng và nam châm vĩnh cửu dùng vật liệu HTS. Bằng cách này, từ trường có thể đạt được từ nam châm rất lớn do dùng vật liệu HTS.

Các tính năng đặc biệt tương ứng của máy điện HTS:

Máy điện HTS có thể cung cấp mật độ từ thông khe hở không khí rất cao dựa trên dòng điện trong vật liệu HTS. Trên thực tế, mật độ từ thông chỉ có thể phụ thuộc vào vật liệu.

Mật độ công suất và mật độ mô-men xoắn của máy điện HTS cao hơn khá nhiều so với hầu hết các máy điện truyền thống.

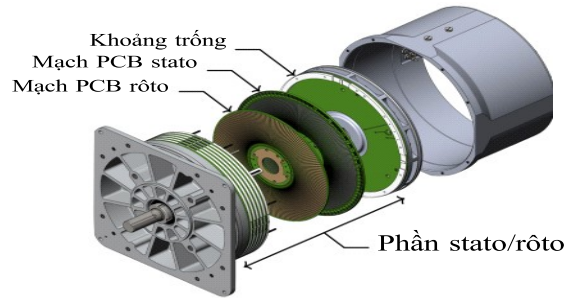
Do vật liệu HTS có giá thành cao nên loại máy điện này thường được nhắm đến cho các ứng dụng công suất cao, chẳng hạn như động cơ đẩy tàu điện.

Quá trình vận hành và bảo trì máy điện HTS phải do các chuyên gia thực hiện, điều này cũng hạn chế khả năng ứng dụng rộng rãi của loại máy điện này.

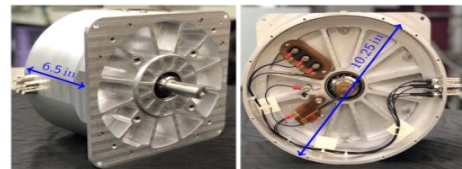
3.9. Máy điện tĩnh điện

Máy điện thông thường sử dụng từ trường để tạo ra năng lượng điện và mô-men xoắn. Tuy

nhiên, máy tĩnh điện sử dụng điện trường để vận hành máy điện và tạo ra mô-men xoắn. Kết hợp với việc nạp chất lỏng điện môi, máy tĩnh điện thích hợp cho một số ứng dụng truyền động trực tiếp khi vận hành ở tốc độ thấp. Cụ thể, máy điện tĩnh điện [16] tận dụng sự thay đổi điện dung giữa stator và rôto để điều khiển chuyển động quay của rôto.



(a) Cấu trúc của động cơ tĩnh điện



(b) Mô hình động cơ đồng bộ tĩnh điện [16]

Hình 11. Cấu tạo của máy điện tĩnh điện

Đặc điểm của máy điện tĩnh điện là:

So với các máy điện từ trường, máy tĩnh điện có sự khác biệt hoàn toàn về khả năng tạo ra mô-men xoắn và sử dụng điện trường thay vì từ trường để tạo ra mô-men xoắn.

Máy điện tĩnh điện sử dụng vật liệu cách điện và dẫn điện để thay thế vật liệu từ tính. Bằng cách này, chi phí sẽ được cắt giảm đáng kể do không có vật liệu PM.

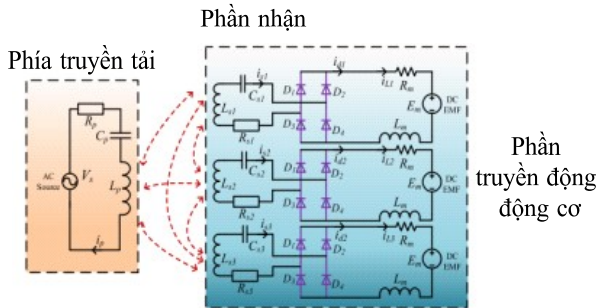
Vật liệu chế tạo các tấm stator là vật liệu cách điện, trong khi vật liệu của tấm rôto phải là vật liệu dẫn điện.

Cụ thể, máy tĩnh điện sử dụng sự thay đổi điện dung để dẫn động rôto.

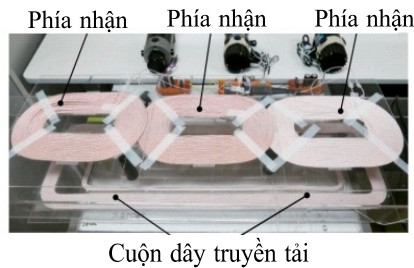
Các chốt kéo dài theo trục qua các tấm stator và rôto. Các chốt rôto có cùng điện thế. Trên thực tế, các chốt không có bề mặt sắc nét, điều này có thể tránh được sự cố hỏng hóc một cách hiệu quả và cũng là trường hợp tốt cho vấn đề hỗ trợ.



Ngoài ra, loại máy điện này phát triển rất nhanh trong những năm gần đây. Điều này là do các kỹ thuật mới xếp tầng nhiều khoảng trống bên trong máy cho chất lỏng, giúp cải thiện khả năng tản nhiệt.



(a) Truyền động máy điện DC không dây



(b) Mô hình thực nghiệm máy điện không dây [17]

Hình 12. Hệ thống truyền động máy điện không dây

3.10. Máy điện không dây

Máy điện không dây là một loại máy điện mới, nguồn điện được lấy từ đường truyền không dây. Cụ thể, máy điện được cấp nguồn từ hệ thống truyền điện không dây (WPT). Trên thực tế, được đề xuất ban đầu bởi Nikola Tesla, kỹ thuật WPT có giá trị đặc biệt trong việc truyền tải điện năng. Vì vậy, máy điện không dây có thể lấy được nguồn điện phần ứng thông qua phương thức không dây.

Đặc điểm của máy điện không dây là: Dựa trên nguyên lý hoạt động của WPT, máy điện không dây sở hữu khả năng truyền tải điện năng thông qua cuộn dây máy phát và cuộn dây máy thu.

Với tần số cộng hưởng khác nhau, một máy phát có thể truyền năng lượng tới nhiều máy thu năng lượng. Bằng cách này, các máy điện không dây khác nhau có thể được điều khiển riêng biệt.

Như trong hình 12, hệ thống truyền động máy điện DC không dây được trình bày. Đối với bộ điều khiển máy điện DC không dây, cần sử dụng WPT ghép kênh phân chia theo thời gian để kích thích riêng các bộ điều khiển máy điện DC. Vì vậy, hệ thống có thể phân bổ nguồn điện cho các máy điện DC khác nhau mà không cần dây dẫn ở tần số cộng hưởng quy định.

Đối với bộ điều khiển máy điện SR không dây, được tích hợp các cuộn dây nhận với các mạch điều khiển SR với nhau. Ngoài ra, bộ phát còn lắp đặt ba tụ điện khác nhau, có thể trực tiếp tạo ra nguồn điện không dây ở các tần số khác nhau. Do đó, hệ thống có thể truyền năng lượng từ nguồn điện đến máy điện SR khác mà không cần cáp. Ngoài ra, cần lưu ý rằng chỉ cần các điốt cơ bản cho các mạch điều khiển.

Nguồn điện và cuộn dây phần ứng tần số hoạt động có thể được truyền từ máy phát. Bằng cách này, sẽ không có bất kỳ công tắc nguồn nào cho phía máy thu. Cụ thể, cuộn dây phần ứng sẽ là cuộn dây nhận trực tiếp. Nếu vậy, toàn bộ bộ điều khiển máy điện không dây sẽ trở thành một công cụ chuyển đổi và truyền tải điện hấp dẫn. Các ứng dụng cũng sẽ mở rộng sang các lĩnh vực khác nhau.

4. KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Trong nội dung bài báo, nhóm tác giả đã trình bày tổng quan về các loại máy điện đặc biệt mới, trong đó đề cập đến cấu trúc, đặc điểm cũng như ưu điểm và nhược điểm của máy điện này. Nội dung cung cấp những tầm nhìn xa và triển vọng cho sự phát triển của máy điện mới hiện nay. Đặc biệt, nhóm tác giả đã đưa ra cấu tạo chi tiết từng loại máy điện khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Liu, C., Chau, K. T., Lee, C. H., & Song, Z. (2020). A critical review of advanced electric machines and control strategies for electric vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 109(6), 1004-1028.
2. Cai, S., Kirtley, J. L., & Lee, C. H. (2022). Critical review of direct-drive electrical machine systems for electric and hybrid electric vehicles. *IEEE Transactions on Energy Conversion*.



3. Chan, C. C. (2007). The state of the art of electric, hybrid, and fuel cell vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 95(4), 704-718.
4. Slemon, G. R. (1994). Electrical machines for variable-frequency drives. *Proceedings of the IEEE*, 82(8), 1123-1139.
5. Chau, K. T. (2015). *Electric vehicle machines and drives: design, analysis and application*. John Wiley & Sons.
6. Liu, C. (2018). Emerging electric machines and drives—An overview. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 33(4), 2270-2280.
7. Hlioui, S., Gabsi, M., Ahmed, H. B., Barakat, G., Amara, Y., Chabour, F., & Paulides, J. J. H. (2021). Hybrid excited synchronous machines. *IEEE Transactions on Magnetics*, 58(2), 1-10.
8. Wang, W., Lin, H., Yang, H., Liu, W., & Lyu, S. (2020). Second-order sliding mode-based direct torque control of variable-flux memory machine. *IEEE Access*, 8, 34981-34992.
9. Xie, S., Zuo, Y., Song, Z., Cai, S., Shen, F., Goh, J., ... & Lee, C. H. (2023). A Magnetic-Geared Machine with Improved Magnetic Circuit Symmetry for Hybrid Electric Vehicle Applications. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*.
10. Zhao, Y., Li, D., Ren, X., Zou, T., & Qu, R. (2023). Design Trade-off Between Torque Density and Power Factor in Surface-Mounted PM Vernier Machines Through Closed-Form Per-Unit Equations. *IEEE Transactions on Industry Applications*.
11. Jiang, T., Zhao, W., Xu, L., & Wang, H. (2021). Investigation into multitoothed distribution design for magnetless doubly salient machine. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 7(4), 2787-2797.
12. Cheng, H., Liao, S., & Yan, W. (2021). Development and performance analysis of segmented-double-stator switched reluctance machine. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 69(2), 1298-1309.
13. Jing, L., Liu, W., Tang, W., & Qu, R. (2023). Design and optimization of coaxial magnetic gear with double-layer PMs and spoke structure for tidal power generation. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*.
14. Derakhshani, M. M., Ardebili, M., Cheraghi, M., & Jafari, R. (2020). Investigation of structure and performance of a permanent magnet vernier induction generator for use in double-turbine wind systems in urban areas. *IET Renewable Power Generation*, 14(19), 4169-4178.
15. Wang, Y., Wang, Q., Zhu, X., Li, X., & Hua, W. (2022). An improved critical current calculation method of HTS field-excitation coil for double-stator HTS generator with stationary seal. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 38(1), 624-635.
16. Killeen, P., & Ludois, D. C. (2020, October). Three-phase bidirectional-flyback differential-inverter for synchronous electrostatic machines. In *2020 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)* (pp. 2364-2371). IEEE.
17. Wang, H., Chau, K. T., Liu, W., & Goetz, S. M. (2023). Design and Control of Wireless Permanent-Magnet Brushless DC Motors. *IEEE Transactions on Energy Conversion*.

**Thông tin của tác giả:****ThS. Vũ Hữu Quảng**

Trung tâm Đào tạo nghề, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Điện thoại: +(84).966.963.628 Email: vuquangcnqn2@gmail.com

ThS. Trần Thanh Tuyền

NCS. Trường Đại học Trung Nam, Hồ Nam 410083, Trung Quốc;
Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Điện thoại: +(84).977.386.134 Email: 204608009@csu.edu.cn

ThS. Ngô Văn Hà

Khoa Điện, Trường Đại học Công nghiệp Quảng Ninh
Điện thoại: +(84).383.674.899 Email: ngovanha@gmail.com

THE OVERVIEW OF NEW SPECIAL ELECTRICAL MACHINES THAT ARE CURRENTLY DEVELOPING IN THE WORLD

Information about authors:

Vu Huu Quang, M.Eng., Vocational Training Center, Quang Ninh University of Industry.
Email: vuquangcnqn2@gmail.com

Tran Thanh Tuyen, PhD. Student, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China;
Faculty of Electricity, Quang Ninh University of Industry.

Ngô Văn Hà, M.Eng., Faculty of Electricity, Quang Ninh University of Industry.

ABSTRACT:

Today, researchers and manufacturers are increasingly interested in modern energy conversion systems. In these systems, the electric machine is the main component that receives much attention and is indispensable in the development of new technologies as well as advanced drive systems. Electric machines, along with emerging drives, are now showing increasing value and playing an important role in modern industry. In the paper, the authors summarize the latest developments and challenges of electrical machines in the world today. The main content is to discuss and learn about emerging technologies and the structures of electrical machines. From there, we can see the trends and development opportunities of possible new electric machines for modern applications.

Keywords: *Electric motors, special electric machines, electric machines, brushless machines, permanent magnet machines.*

REFERENCES

1. Chau, K. T., Chan, C. C., & Liu, C. (2008). Overview of permanent-magnet brushless drives for electric and hybrid electric vehicles. *IEEE Transactions on industrial electronics*, 55(6), 2246-2257.
2. Zhu, Z. Q., & Howe, D. (2007). Electrical machines and drives for electric, hybrid, and fuel cell vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 95(4), 746-765.
3. Chan, C. C. (2007). The state of the art of electric, hybrid, and fuel cell vehicles. *Proceedings of the IEEE*, 95(4), 704-718.
4. Slemon, G. R. (1994). Electrical machines for variable-frequency drives. *Proceedings of the*



- IEEE*, 82(8), 1123-1139.
5. Chau, K. T. (2015). *Electric vehicle machines and drives: design, analysis and application*. John Wiley & Sons.
 6. Liu, C. (2018). Emerging electric machines and drives—An overview. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 33(4), 2270-2280.
 7. Hlioui, S., Gabsi, M., Ahmed, H. B., Barakat, G., Amara, Y., Chabour, F., & Paulides, J. J. H. (2021). Hybrid excited synchronous machines. *IEEE Transactions on Magnetics*, 58(2), 1-10.
 8. Wang, W., Lin, H., Yang, H., Liu, W., & Lyu, S. (2020). Second-order sliding mode-based direct torque control of variable-flux memory machine. *IEEE Access*, 8, 34981-34992.
 9. Xie, S., Zuo, Y., Song, Z., Cai, S., Shen, F., Goh, J., ... & Lee, C. H. (2023). A Magnetic-Geared Machine with Improved Magnetic Circuit Symmetry for Hybrid Electric Vehicle Applications. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*.
 10. Zhao, Y., Li, D., Ren, X., Zou, T., & Qu, R. (2023). Design Trade-off Between Torque Density and Power Factor in Surface-Mounted PM Vernier Machines Through Closed-Form Per-Unit Equations. *IEEE Transactions on Industry Applications*.
 11. Jiang, T., Zhao, W., Xu, L., & Wang, H. (2021). Investigation into multitoothed distribution design for magnetless doubly salient machine. *IEEE Transactions on Transportation Electrification*, 7(4), 2787-2797.
 12. Cheng, H., Liao, S., & Yan, W. (2021). Development and performance analysis of segmented-double-stator switched reluctance machine. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 69(2), 1298-1309.
 13. Jing, L., Liu, W., Tang, W., & Qu, R. (2023). Design and optimization of coaxial magnetic gear with double-layer PMs and spoke structure for tidal power generation. *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics*.
 14. Derakhshani, M. M., Ardebili, M., Cheraghi, M., & Jafari, R. (2020). Investigation of structure and performance of a permanent magnet vernier induction generator for use in double-turbine wind systems in urban areas. *IET Renewable Power Generation*, 14(19), 4169-4178.
 15. Wang, Y., Wang, Q., Zhu, X., Li, X., & Hua, W. (2022). An improved critical current calculation method of HTS field-excitation coil for double-stator HTS generator with stationary seal. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, 38(1), 624-635.
 16. Killeen, P., & Ludois, D. C. (2020, October). Three-phase bidirectional-flyback differential-inverter for synchronous electrostatic machines. In *2020 IEEE Energy Conversion Congress and Exposition (ECCE)* (pp. 2364-2371). IEEE.
 17. Wang, H., Chau, K. T., Liu, W., & Goetz, S. M. (2023). Design and Control of Wireless Permanent-Magnet Brushless DC Motors. *IEEE Transactions on Energy Conversion*.

Ngày nhận bài: 30/11/2023;

Ngày gửi phản biện: 30/11/2023;

Ngày nhận phản biện: 13/12/2023;

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 KHCB

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