

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



PHẠM NGỌC DŨNG

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG BÁNH ĐÀ LƯU TRỮ NĂNG
LƯỢNG TRONG KHAI THÁC NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN**

**KHOA CHUYÊN MÔN
TRƯỞNG KHOA**

HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

PGS.TS. LẠI KHẮC LÃI

PHÒNG ĐÀO TẠO

Thái Nguyên, năm 2019

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: **Phạm Ngọc Dũng**

Sinh ngày 07 tháng 08 năm 1991

Học viên lớp cao học khóa 20 – Kỹ thuật điện – Trường đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên – Đại học Thái Nguyên.

Sau hai năm học tập và nghiên cứu, được sự chỉ dạy giúp đỡ tận tình của các thầy cô giáo và đặc biệt là thầy giáo hướng trực tiếp dẫn thực hiện luận văn tốt nghiệp **PGS. TS. Lại Khắc Lãi**. Tôi đã hoàn thành chương trình học tập và đề tài luận văn tốt nghiệp: **Nghiên cứu ứng dụng bánh đà lưu trữ năng lượng trong khai thác năng lượng tái tạo**

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Ngoài các tài liệu tham khảo đã được trích dẫn, các số liệu và kết quả mô phỏng, thực nghiệm được thực hiện dưới sự hướng dẫn của **PGS. TS. Lại Khắc Lãi** là trung thực.

Thái Nguyên, ngày 10 tháng 10 năm 2019.

Học viên

Phạm Ngọc Dũng

LỜI CẢM ƠN

Sau một khoảng thời gian nghiên cứu và làm việc, được sự động viên giúp đỡ và hướng dẫn rất tận tình của thầy giáo **PGS. TS. Lại Khắc Lãi**, luận văn với đề tài: “**Nghiên cứu ứng dụng bánh đà lưu trữ năng lượng trong khai thác năng lượng tái tạo**” đã hoàn thành.

Tác giả xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến:

Thầy giáo hướng dẫn: **PGS. TS. Lại Khắc Lãi** đã tận tình chỉ dẫn, giúp đỡ tác giả hoàn thành được bản luận văn này.

Khoa đào tạo Sau đại học, các thầy cô giáo Khoa Điện – Trường đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên – Đại học Thái Nguyên đã giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập cũng như quá trình nghiên cứu khoa học thực hiện luận văn.

Toàn thể các học viên lớp Cao học Kỹ Thuật Điện khóa 20, đồng nghiệp, bạn bè, gia đình đã quan tâm, động viên và giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập và hoàn thành bản luận văn.

Mặc dù đã rất cố gắng, tuy nhiên do trình độ và kinh nghiệm còn nhiều hạn chế nên có thể luận văn vẫn còn gặp phải một vài thiếu sót. Tác giả rất mong rằng sẽ nhận được những đóng góp ý kiến từ các thầy cô giáo và các bạn đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện hơn.

Xin chân thành cảm ơn!

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN.....	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC BẢNG VÀ HÌNH VẼ.....	vi
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT.....	viii
MỞ ĐẦU.....	1
1. Tính cấp thiết của đề tài	1
2. Mục tiêu nghiên cứu.....	2
3. Đối tượng nghiên cứu	2
4. Phương pháp nghiên cứu.....	3
5. Cấu trúc luận văn gồm 3 chương	3
CHƯƠNG 1: LƯU GIỮ NĂNG LƯỢNG ĐIỆN	5
1.1. TẦM QUAN TRỌNG CỦA LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG ĐIỆN.....	5
1.1.1. Các đặc trưng của điện năng.....	5
1.1.2. Nhu cầu lưu trữ điện năng	5
1.2. CÁC HÌNH THỨC LƯU GIỮ NĂNG LƯỢNG TRUYỀN THỐNG	7
1.1.1. Acqui.....	7
1.2.2. Pin nạp xả.....	14
a. Phân biệt Pin vàẮc quy	14
b. Các thông số cơ bản của pin	14
1.3. BÁNH ĐÀ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG	18
1.3.1. Tổng quan	18
1.3.2. Cấu tạo của bánh đà lưu trữ năng lượng.....	20
1.3.3. Nguyên lý hoạt động của bánh đà lưu trữ năng lượng	21
1.3.4. Đặc điểm của bánh đà lưu trữ năng lượng.....	22
1.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1	22

CHƯƠNG 2. NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO.....	23
2.1. Tổng quan về năng lượng tái tạo.....	23
2.1.1. Khái niệm năng lượng tái tạo.....	23
2.1.2. Phân loại năng lượng tái tạo	24
2.1.3. Vai trò và lợi ích của năng lượng tái tạo	27
2.2. VẤN ĐỀ KHAI THÁC SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO Ở VIỆT NAM.....	28
2.2.1. Tiềm năng	28
2.2.2. Vấn đề khai thác năng lượng tái tạo ở Việt Nam	32
2.2.3. Xu thế phát triển điện gió và điện mặt trời tại Việt Nam	33
2.3. KHAI THÁC NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO DƯỚI DẠNG ĐIỆN NĂNG. 35	
2.3.1. Hệ thống điện gió.....	35
2.3.2. Điện mặt trời	38
2.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2	41
CHƯƠNG 3. BÁNH ĐÀ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN TÍCH HỢP CÁC NGUỒN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO	42
3.1. TỔNG QUAN	42
3.1.1. Hệ thống tích hợp điện mặt trời và điện gió	42
3.1.2. Đặc điểm của hệ thống tích hợp điện gió và điện mặt trời.....	44
3.1.3. Tính cấp thiết phải ổn định điện áp và công suất hệ thống tích hợp điện gió và mặt trời	44
3.2. HOẠT ĐỘNG CỦA BÁNH ĐÀ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN TÍCH HỢP NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO	45
3.2.1. Cấu trúc của hệ thống bánh đà lưu trữ năng lượng.....	45
3.2.2. Nguyên lý điều khiển hoạt động của FESS trong hệ thống.....	46
3.3. ĐIỀU KHIỂN HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG BÁNH ĐÀ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG.....	48
3.3.1. Xây dựng mô hình toán của hệ thống FESS.....	49
1) Bánh đà	49

2) Máy điện không đồng bộ	50
3. Bộ biến đổi	53
4. Điều chế véc tơ không gian	54
5. Sơ đồ cấu trúc điều khiển hệ thống FESS	57
3.4. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG	57
3.5. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3	61
KẾT LUẬN CHUNG.....	62
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	63

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1. 1: Tiềm năng nguồn năng lượng tái tạo tại Việt Nam	29
Bảng 1. 2: Công suất năng lượng tái tạo khai thác tại Việt Nam.....	33
Bảng 3. 1: Chu kỳ đóng/cắt các van trong mỗi sector	56

DANH MỤC HÌNH VẼ

NỘI DUNG HÌNH	Trang
Hình 1. 1: Cấu trúc hệ thống lưu giữ năng lượng trong lưới điện	5
Hình 1 .2 Cấu tạo tổng quát ắc quy axit - lead acid battery	6
Hình 1.3. Nguyên lý nạp điện của ắc quy axit lead acid battery	8
Hình 1.4 Nguyên lý phóng điện của ắc quy axit lead acid battery	10
Hình 1.5 :pin sạc Nitecore 18650 2500mAh – 35A	15
Hình 1.6 Sơ đồ kết nối mạch sạc xả và bảo vệ pin	16
Hình 1. 7: Cấu tạo của bánh đà lưu trữ năng lượng	19
Hình 2. 1: Cối xay gió	34
Hình 2. 2: Cánh đồng điện gió tại Tây Ban Nha	34
Hình 2. 3: Công viên quang điện Lieberose 71,8 MW (Đức)	37
Hình 2. 4: Nhà máy điện mặt trời đầu tiên ở Ninh Thuận	38
Hình 3.1: Sơ đồ khối chức năng hệ thống tích hợp điện gió và điện mặt trời	40
Hình 3.2: Cấu trúc của FESS 1 cấp	43
Hình 3. 3: Cấu trúc của hệ thống FESS 2 cấp	43
Hình 3. 4: Hệ thống điện mặt trời và điện gió có tích hợp FESS	44
Hình 3. 5a,b: Đường cong công suất tức thời của FESS trong hệ thống lai	45
Hình 3. 6: Sơ đồ mạch lực hệ thống FESS	46
Hình 3. 7: Các véc tơ không gian của SVM	51
Hình 3. 8: Sơ đồ điều khiển FESS	54
Hình 3.9: Đáp ứng tốc độ của máy điện trong FESS	56
Hình 3.10: Đáp ứng từ thông động cơ	56
Hình 3.11: Đáp ứng công suất của FESS	56
Hình 3.12: Đáp ứng công suất của FESS và công suất hệ thống bơm vào lưới	57
Hình 3.13: Đường cong điện áp và dòng điện pha trong khoảng thời gian từ 2,44s đến 2,66s	57

DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

DER (Distributed Energy resources)	Nguồn năng lượng phân tán
ESS (Energy Storage System)	Hệ thống lưu trữ năng lượng
FESS (Flywheel Energy Storage System)	Hệ thống bánh đà lưu trữ năng lượng

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Ngày nay , nhu cầu khi thác và sử dụng nguồn năng lượng tái tạo thay thế cho nguồn năng lượng hóa thạch vốn đang dần cạn kiệt và gây ô nhiễm môi trường đã trở thành vấn đề cấp thiết của nhiều quốc gia trên thế giới. Việt Nam là nước có tiềm năng rất lớn về nguồn năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng gió và năng lượng mặt trời. Tuy nhiên nguồn điện gió và nguồn điện mặt trời không phải lúc nào cũng có sẵn, sản lượng không kiểm soát được, luôn bị biến động do điều kiện thời tiết và môi trường nên khi chúng tham gia vào các lưới điện cục bộ (vi lưới – microgrid) dễ gây mất ổn định lưới điện, đôi khi gây lỗi lưới, sập lưới. Vì vậy việc sử dụng chúng dưới dạng năng lượng điện năng cần đòi hỏi các kỹ thuật tiên tiến.

Và một trong những phương án được đề xuất và phát triển trong vòng hơn hai mươi năm gần đây là dùng bánh đà để lưu trữ và điều tiết năng lượng điện. Đây là một giải pháp khá lí thú và có nhiều triển vọng phát triển đã thu hút sự quan tâm của nhiều nhà khoa học trên thế giới. Tuy nhiên để sử dụng bánh đà lưu trữ và điều tiết năng lượng thì cần giải quyết hai vấn đề kỹ thuật then chốt : thứ nhất là vấn đề tổn hao do ma sát , tiếp đến là cơ chế biến đổi năng lượng của bánh đà thành điện năng.

Vậy thế nào là bánh đà lưu trữ năng lượng. **Bánh đà** là một thiết bị cơ khí quay được sử dụng để lưu trữ năng lượng quay. Bánh đà có mô-men quán tính lớn, và do đó chống lại sự thay đổi tốc độ quay. Lượng năng lượng được lưu trữ trong một bánh đà tỉ lệ với bình phương tốc độ quay của nó. Năng lượng được chuyển giao cho một bánh đà bằng cách áp dụng mô-men xoắn đối với nó, do đó gây ra tốc độ quay của nó, và do đó năng lượng lưu trữ của nó, gia tăng. Ngược lại, bánh đà giải phóng năng lượng được lưu trữ bằng cách áp mô-men xoắn đến tải cơ khí, kết quả làm tốc độ quay giảm.