

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

---

**VŨ VĂN ĐỨC**

**ĐIỀU KHIỂN ỔN ĐỊNH LƯỚI ĐIỆN CỤC BỘ (VI LƯỚI)  
CÓ CÁC NGUỒN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO**

**Ngành: KỸ THUẬT ĐIỆN**

**Mã ngành: 8 52 02 01**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KHOA HỌC  
NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN**

**Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. LẠI KHẮC LÃI**

**Thái Nguyên, 2019**

## LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan, luận văn này là công trình nghiên cứu của riêng cá nhân tôi, được thực hiện trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết, tổng hợp từ nhiều nguồn tài liệu tham khảo khác nhau. Qua số liệu thu thập thực tế, tổng hợp lại, không sao chép bất kỳ luận văn nào trước đó và dưới sự hướng dẫn khoa học của PGS.TS. Lại Khắc Lãi - Giảng viên trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – Đại học Thái Nguyên.

Các số liệu và những kết quả trong luận văn là trung thực, các đánh giá, kiến nghị đưa ra xuất phát từ lý thuyết và thực nghiệm; kết quả nghiên cứu này chưa từng được công bố dưới bất cứ hình thức nào trước khi trình, bảo vệ và công nhận bởi “Hội Đồng đánh giá luận văn tốt nghiệp Thạc sĩ kỹ thuật”.

Một lần nữa, tôi xin khẳng định về sự trung thực của lời cam kết trên./.

**Tác giả luận văn**

***Vũ Văn Đức***

## LỜI CẢM ƠN

Qua thời gian học tập, nghiên cứu chương trình cao học kỹ thuật điện của trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, đã giúp tác giả nhận thức sâu sắc về cách thức nghiên cứu, phương pháp tiếp cận các đối tượng nghiên cứu và lựa chọn đề tài luận văn tốt nghiệp cao học; đồng thời góp phần nâng cao kiến thức chuyên môn vững vàng, nâng cao năng lực thực hành, khả năng thích ứng cao trước sự phát triển của khoa học, kỹ thuật và kinh tế; có khả năng phát hiện, giải quyết độc lập những vấn đề thuộc chuyên ngành được đào tạo và phục vụ cho công tác được tốt hơn. Việc thực hiện nhiều bài tập nhóm trong thời gian học đã giúp tác giả sớm tiếp cận được cách làm, phương pháp nghiên cứu, tạo tiền đề cho việc độc lập trong nghiên cứu và hoàn thành luận văn tốt nghiệp này.

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

PGS.TS. Lại Khắc Lãi đã giúp đỡ, hướng dẫn hết sức chu đáo, nhiệt tình trong quá trình thực hiện để tác giả hoàn thành luận văn thạc sĩ này;

Các CBCNV trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp đã tạo điều kiện thuận lợi cho tác giả trong quá trình tiến hành thực nghiệm đề tài và bảo vệ luận văn thạc sĩ;

Các đồng chí lãnh đạo và tập thể cán bộ công nhân viên của Công ty Điện lực Bắc Kạn đã giúp đỡ tác giả thực hiện việc nghiên cứu, thu thập các số liệu để tác giả hoàn thành luận văn thạc sĩ này; các đồng nghiệp là những người đã hoàn thành chương trình cao học, đã dành thời gian đọc, đóng góp, chỉnh sửa cho luận văn thạc sĩ này hoàn thiện tốt hơn;

Gia đình, bạn bè của tác giả đã giúp đỡ, tạo điều kiện về thời gian, động viên tác giả trong quá trình thực hiện và hoàn thành luận văn này;

Tác giả mong muốn tiếp tục nhận được sự chia sẻ, hỗ trợ và tạo điều kiện của Hội đồng Chấm luận văn thạc sĩ, các bạn bè, đồng nghiệp, gia đình và người thân để bản luận văn này hoàn thiện hơn.

Xin trân trọng cảm ơn.

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	i
LỜI CẢM ƠN .....	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT .....	vi
DANH MỤC BẢNG.....	vii
DANH MỤC HÌNH VẼ.....	vii
<b>MỞ ĐẦU</b> .....	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.....	2
5. Cấu trúc luận văn gồm 3 chương .....	2
<b>CHƯƠNG 1. NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO</b> .....	4
1.1. Tổng quan về năng lượng tái tạo.....	4
1.1.1. Khái niệm năng lượng tái tạo.....	4
1.1.2. Phân loại năng lượng tái tạo.....	5
1.1.3. Vai trò và lợi ích của năng lượng tái tạo.....	8
1.2. TIỀM NĂNG VÀ VẤN ĐỀ KHAI THÁC SỬ DỤNG NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO Ở VIỆT NAM .....	9
1.2.1. Tiềm năng.....	9
1.3.2. Vấn đề khai thác năng lượng tái tạo ở Việt Nam.....	13
1.2.3. Xu thế phát triển điện gió và điện mặt trời tại Việt Nam .....	15
1.3. KHAI THÁC NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO DƯỚI DẠNG ĐIỆN NĂNG .....	16
1.3.1. Hệ thống điện gió .....	16
1.3.2. Điện mặt trời .....	18

1.4. KẾT LUẬN CHƯƠNG 1.....	22
<b>CHƯƠNG 2: LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG ĐIỆN.....</b>	<b>23</b>
2.1. VAI TRÒ CỦA LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG ĐIỆN TRONG QUÁ TRÌNH SỬ DỤNG ĐIỆN NĂNG .....	23
2.1.1. Các đặc trưng của điện năng .....	23
2.1.2. Nhu cầu lưu trữ điện năng.....	23
2.2. CÁC HÌNH THỨC LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG TRUYỀN THỐNG ...	25
2.2.1. Acqui .....	25
2.2.2. Pin nạp xả .....	30
2.3. BÁNH ĐÀ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG.....	34
2.3.1. Tổng quan.....	34
2.3.2. Cấu tạo của bánh đà lưu trữ năng lượng .....	35
2.3.3. Nguyên lý hoạt động của bánh đà lưu trữ năng lượng.....	36
2.3.4. Đặc điểm của bánh đà lưu trữ năng lượng .....	37
2.5. KẾT LUẬN CHƯƠNG 2.....	37
<b>CHƯƠNG 3. ĐIỀU KHIỂN ỔN ĐỊNH VI LƯỚI CÓ CÁC NGUỒN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO .....</b>	<b>38</b>
3.1. TỔNG QUAN .....	38
3.1.1. Khái niệm về vi lưới (Microgrids) .....	38
3.1.2. Xu hướng phát triển của vi lưới có sự tham gia của các nguồn năng lượng tái tạo.....	39
3.1.3. Thị phần của lưới điện siêu nhỏ .....	41
3.1.4. Đặc điểm của vi lưới có sự tham gia của các nguồn năng lượng tái tạo .....	41
3.1.5. Tính cấp thiết phải ổn định điện áp và công suất vi lưới có nguồn năng lượng tái tạo.....	41
3.2. CẢI THIỆN CHẤT LƯỢNG ĐIỆN NĂNG TRONG VI LƯỚI .....	42
3.2.1. Tầm quan trọng của ổn định chất lượng điện năng trong vi lưới .....	42

3.2.2. Các giải pháp và sơ đồ ổn định chất lượng điện năng trong vi lưới .....	42
<b>3.3. HỆ THỐNG BÁNH ĐÀ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG TRONG VI LƯỚI ..</b>	<b>44</b>
3.3.1. Sơ đồ cấu trúc hệ thống.....	44
3.3.2. Cấu trúc phần điện của hệ thống bánh đà lưu trữ năng lượng .....	45
3.3.3. Nguyên lý điều khiển hoạt động của FESS trong vi lưới .....	47
<b>3.4. ĐIỀU KHIỂN BÁNH ĐÀ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG TRONG VI LƯỚI .....</b>	<b>48</b>
3.4.1. Xây dựng mô hình toán của hệ thống FESS .....	49
3.4.2. Sơ đồ cấu trúc điều khiển hệ thống FESS.....	57
3.5. Kết quả mô phỏng bằng phần mềm Matlap Simulink .....	57
3.6. KẾT LUẬN CHƯƠNG 3.....	61
<b>KẾT LUẬN CHUNG .....</b>	<b>62</b>
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>63</b>

## DANH MỤC CHỮ VIẾT TẮT

DER (Distributed Ennergy resouces)	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

## DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Tiềm năng nguồn năng lượng tái tạo tại Việt Nam.....	10
Bảng 1.2: Công suất năng lượng tái tạo khai thác tại Việt Nam .....	14
Bảng 3.1: Chu kỳ đóng/cắt các van trong mỗi sector .....	56

## DANH MỤC HÌNH VẼ

Hình 1.1: Cối xay gió .....	17
Hình 1.2: Cánh đồng điện gió tại Tây Ban Nha.....	18
Hình 1.3: Công viên quang điện Lieberose 71,8 MW (Đức).....	20
Hình 1.4: Nhà máy điện mặt trời đầu tiên ở Ninh Thuận .....	21
Hình 2.1: Cấu trúc hệ thống lưu trữ năng lượng trong lưới điện.....	24
Hình 2.2: Cấu tạo của bánh đà lưu trữ năng lượng .....	35
Hình 3.1: Mô hình một vi lưới .....	38
Hình 3.2: Sơ đồ khối hệ thống năng lượng tái tạo nối lưới có FESS .....	43
Hình 3.3: FESS nối với vi lưới.....	44
Hình 3.4: Cấu trúc của hệ thống FESS 2 cấp.....	46
Hình 3.5: Hệ thống điện gió nối lưới tích hợp FESS.....	47
Hình 3.6: Hệ thống điện mặt trời nối lưới tích hợp FESS .....	47
Hình 3.7a,b: Đường cong công suất tức thời của FESS trong hệ thống lai....	48
Hình 3.8: Sơ đồ mạch lực hệ thống FESS .....	49
Hình 3.9: Các véc tơ không gian của SVM .....	54
Hình 3.10: Sơ đồ điều khiển FESS .....	57
Hình 3.11: Sơ đồ khối hệ FESS trong vi lưới có nguồn phát PV .....	58
Hình 3.12: Sơ đồ thay đổi tốc độ góc của bánh đà .....	59
Hình 3.13: Đáp ứng từ thông máy điện nối với bánh đà .....	60
Hình 3.14: Đáp ứng của thành phần dòng điện $i_q$ của FESS .....	60
Hình 3.15: Đáp ứng công suất của FESS.....	60



# MỞ ĐẦU

## 1. Tính cấp thiết của đề tài

Lưới điện siêu nhỏ (vi lưới) là một hệ thống năng lượng tích hợp bao gồm các nguồn năng lượng phân tán (DER - distributed energy resources) cung cấp cho một số phụ tải và hệ thống đo đếm, hệ thống này có thể hoạt động như một lưới điện độc lập hoặc dễ dàng tách khỏi lưới điện phân phối hiện hành.

Hoạt động của microgrids mang lại lợi thế khác biệt cho khách hàng và nhà cung cấp, như cải thiện hiệu quả năng lượng, giảm thiểu tiêu thụ năng lượng tổng thể, giảm tác động môi trường, cải thiện độ tin cậy của nguồn cung, lợi ích vận hành mạng như giảm tổn thất, giảm tắc nghẽn, kiểm soát điện áp hoặc bảo mật cung cấp và thay thế cơ sở hạ tầng điện hiệu quả hơn. Ngoài ra còn có một khía cạnh triết học, bắt nguồn từ niềm tin rằng các hệ thống được kiểm soát tại địa phương có nhiều khả năng đưa ra các lựa chọn cân bằng khôn ngoan, chẳng hạn như giữa các khoản đầu tư vào hiệu quả và công nghệ cung ứng. Microgrids có thể điều phối tất cả các tài sản này và trình bày chúng với megagrid theo cách thức và ở quy mô phù hợp với hoạt động lưới điện hiện tại, do đó tránh được các khoản đầu tư lớn không cần thiết để tích hợp các nguồn lực phi tập trung mới nổi.

Sự tham gia của các nguồn năng lượng tái tạo có mang lại nhiều lợi ích và thân thiện với môi trường. Tuy nhiên mạng lưới này cũng có những mặt hạn chế phải khắc phục, đó là sự thiếu ổn định của các nguồn phát:

- + Năng lượng mặt trời: Phụ thuộc bức xạ nhiệt của mặt trời
- + Năng lượng gió: Phụ thuộc tốc độ gió
- + Năng lượng thủy triều: Phụ thuộc lưu lượng dòng thủy triều
- + Địa Nhiệt: Phụ thuộc dòng nhiệt khai thác được từ lòng đất
- + Thủy điện: Phụ thuộc dòng chảy và lưu lượng nước các sông suối

Chính những phụ thuộc này có thể gây ra những biến động đột ngột, ảnh hưởng không nhỏ đến sự ổn định của các nguồn phát điện (Công suất, điện áp...) dẫn đến sự thiếu ổn định của vi lưới. Do đó ổn định điện áp và công suất vi lưới là việc hết sức cần thiết.

## 2. Mục tiêu nghiên cứu

Phân tích đề xuất giải pháp kỹ thuật ổn định điện áp và công suất vi lưới khi có biến động đột ngột của nguồn phát sử dụng năng lượng tái tạo.

## 3. Đối tượng nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là các vi lưới có sự tham gia của các nguồn năng lượng tái tạo.

## 4. Phương pháp nghiên cứu

+ *Nghiên cứu lý thuyết*: Phân tích đánh giá và hệ thống hóa các công trình nghiên cứu được công bố thuộc lĩnh vực liên quan: Bài báo, tạp chí, sách chuyên ngành...

+ *Mô hình hóa và mô phỏng*: Để kiểm chứng kết quả nghiên cứu lý thuyết

## 5. Cấu trúc luận văn gồm 3 chương

- **Chương 1**: Trình bày một số nét tổng quan về năng lượng tái tạo, tiềm năng và vấn đề khai thác năng lượng tái tạo trên thế giới và ở Việt Nam; đặc biệt đi sâu tìm hiểu việc khai thác năng lượng gió và năng lượng mặt trời dưới dạng điện năng, những phân tích này được dùng làm cơ sở cho những vấn đề được đề cập và giải quyết ở các chương sau.

- **Chương 2**: Trình bày tầm quan trọng của việc lưu trữ năng lượng điện nhằm tiết kiệm điện năng cân bằng cung - cầu điện năng trong mọi thời điểm (giờ cao điểm cũng như giờ không cao điểm); Các hình thức lưu trữ điện năng truyền thống và bánh đà lưu trữ năng lượng, làm cơ sở cho việc đề xuất giải pháp cải thiện chất lượng điện của vi lưới sẽ được trình bày ở chương 3.