

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

LƯU VĂN DOANH

**NGHIÊN CỨU PHÁT TRIỂN THỦY ĐIỆN NHỎ
VÀ NÂNG CAO ỔN ĐỊNH CHO THỦY ĐIỆN NHỎ CÓ KÊNH DẪN**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

CHUYÊN NGÀNH KỸ THUẬT ĐIỆN

Mã ngành: 60520202

KHOA CHUYÊN MÔN

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

TS. Đỗ Trung Hải

TS. Ngô Đức Minh

PHÒNG ĐÀO TẠO

TS. Đặng Danh Hoàng

THÁI NGUYÊN 2016

LỜI CAM ĐOAN

Tôi là Lưu Văn Doanh, học viên lớp cao học K16 chuyên ngành Kỹ thuật điện, sau thời gian học tập và nghiên cứu, được sự giúp đỡ của các thầy cô giáo và đặc biệt là Thầy giáo hướng dẫn tốt nghiệp TS. Ngô Đức Minh, em đã hoàn thành chương trình học tập và đề tài luận văn tốt nghiệp “**Nghiên cứu phát triển thủy điện nhỏ và nâng cao ổn định cho thủy điện nhỏ có kênh dẫn**”.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của cá nhân dưới sự hướng dẫn của thầy giáo TS. Ngô Đức Minh. Nội dung luận văn có tham khảo và trích dẫn các tài liệu đã được ghi trong danh mục tài liệu tham khảo và không sao chép hay sử dụng bất kỳ tài liệu nào khác.

Thái Nguyên, ngày 23 tháng 01 năm 2016

Học viên

Lưu Văn doanh

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian học và làm đề tài thạc sỹ, em đã nhận được sự truyền đạt về kiến thức, phương pháp tư duy, phương pháp luận của các giảng viên trong trường. Sự quan tâm rất lớn của nhà trường, khoa Điện, các thầy cô giáo trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên và các bạn cùng lớp.

Em xin chân thành cảm ơn Ban giám hiệu, Khoa đào tạo Sau đại học, các thầy cô giáo tham gia giảng dạy đã tận tình hướng dẫn, tạo điều kiện để em hoàn thành luận văn này.

Em xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành nhất đến thầy **TS. Ngô Đức Minh** và tập thể cán bộ giảng viên bộ môn Hệ thống điện. Hội đồng bảo vệ đề cương thạc sỹ khóa K16 - KTĐ đã cho những chỉ dẫn quý báu để em hoàn thành luận văn này.

Mặc dù đã cố gắng, xong do kiến thức và kinh nghiệm còn hạn chế nên chắc chắn luận văn không tránh khỏi những thiếu sót, em rất mong muốn sẽ nhận được những chỉ dẫn từ các thầy, cô giáo và các bạn học để luận văn được hoàn thiện và có ý nghĩa hơn trong thực tiễn.

Xin chân thành cảm ơn!

Học viên

Lưu Văn Doanh

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ.....	v
DANH MỤC CÁC BẢNG SỐ LIỆU	viii
LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ NĂNG LƯỢNG THỦY ĐIỆN NHỎ.....	3
1.1 GIỚI THIỆU CHUNG VỀ NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO	3
1.1.1 khái niệm về năng lượng tái tạo	3
1.1.2 Các dạng năng lượng tái tạo phổ biến.....	4
KẾT LUẬN CHƯƠNG 1.....	14
CHƯƠNG 2. THỦY ĐIỆN NHỎ.....	16
2.1 TỔNG QUAN VỀ THỦY ĐIỆN NHỎ	16
2.1.1 Điện thủy triều.....	16
2.1.2 Thủy điện hải lưu	19
2.1.3 Thủy điện sóng biển	21
2.1.4 Thủy điện dòng suối (kênh dẫn)	25
2.2 MÔ HÌNH THỦY ĐIỆN NHỎ KIỂU KÊNH DẪN.....	28
2.2.1 Giới thiệu chung.....	28
2.2.2 Nguyên lý hoạt động của thủy điện nhỏ	28
2.2.3 Tính toán kỹ thuật	30
2.2.4 Turbine thủy điện nhỏ	32
CHƯƠNG 3. MẠNG ĐIỆN NGUỒN THỦY ĐIỆN NHỎ	36
3.1 MÔ HÌNH MẠNG ĐIỆN THỦY ĐIỆN NHỎ	36
3.1.1 Giới thiệu chung.....	36
3.1.2 Phân tích hoạt động của sơ đồ.....	37
3.1.3 Đề xuất ứng dụng BESS trong mạng điện nguồn thủy điện nhỏ	43
3.2 HỆ THỐNG TÍCH TRỮ NĂNG LƯỢNG ẮC QUY (BESS)	43
3.3.1 Giới thiệu chung.....	43
3.3.2 Bộ biến đổi công suất.....	44
3.3.3 Điện cảm đầu ra của bộ biến đổi công suất.....	47
3.3.4 Kho tích trữ năng lượng một chiều.....	48
3.3 MÔ HÌNH BESS TRONG MẠNG ĐIỆN NGUỒN THỦY ĐIỆN NHỎ	52
3.3.1 Mô hình hóa BESS.....	52
3.3.2 Phương pháp điều khiển BESS	57
3.3.2.1 Mô hình cấu trúc bộ điều khiển	57
3.3.3 Thiết kế bộ điều khiển cho hệ BESS.....	65
3.3.4 Thiết kế bộ điều chỉnh điện áp	72

3.3.5 Thiết kế bộ điều khiển công suất tác dụng.....	74
KẾT LUẬN CHƯƠNG 3.....	75
CHƯƠNG 4. HÓA PHÒNG HOẠT ĐỘNG MẠNG ĐIỆN NGUỒN THỦY ĐIỆN NHỎ.....	76
4.1 XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHÒNG.....	76
4.2 MÔ PHÒNG HOẠT ĐỘNG HỆ THỐNG	82
4.2.1 Phân tích động học của bộ điều khiển dòng kiểu PI và kiểu D-B	82
4.2.2 Phân tích chất lượng điều khiển khi hệ thống bị kích động.....	82
KẾT LUẬN CHƯƠNG 4.....	86
KẾT LUẬN CHUNG	87
TÀI LIỆU THAM KHẢO	88

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1. 1	Tình hình NLTT trên toàn cầu (thống kê năm 2006).....	3
Hình 1. 2	Minh họa sự hình thành gió.....	5
Hình 1. 3	Tốc độ triển khai năng lượng gió giai đoạn 1997-2010 trên thế giới	5
Hình 1. 4	Các hệ thống khai thác năng lượng Mặt trời	7
Hình 1. 5	Năng lượng địa nhiệt và công nghệ điện địa nhiệt.....	11
Hình 1. 6	Một số hình ảnh về thủy điện nhỏ dòng suối	13
Hình 2. 1	Một số hình ảnh về thủy điện thủy triều.....	16
Hình 2. 2	Cơ chế vận hành turbine nước.....	17
Hình 2. 3	Cơ chế vận hành turbine phát điện kiểu khí.....	18
Hình 2. 4	Một số dòng hải lưu lớn trên thế giới.....	19
Hình 2. 5	Trạm phát điện hải lưu SeaGen, Bắc Ailen.....	19
Hình 2. 6	Mô tả năng lượng của sóng biển nhà máy thủy điện sóng biển	21
Hình 2. 7	Máy phát điện sóng biển cánh ngầm.....	22
Hình 2. 8	Mô tả nguyên lý hoạt động của phương pháp Cockrell Raft	22
Hình 2. 9	Cơ cấu DEXA 2 phao.....	23
Hình 2. 10	Mô tả sự truyền lực trong DEXA Converter trong suốt ¼ chu kỳ sóng ...	23
Hình 2. 11	Mô tả quan hệ lực tạo ra với bước sóng	24
Hình 2. 12	Mô tả nguyên tắc sinh công.....	24
Hình 2. 13	Một số hình ảnh về nhà máy thủy điện kênh dẫn.....	26
Hình 2. 14	Mô hình nhà máy thủy điện kênh dẫn	27
Hình 2. 15	Mô hình trạm thủy điện nhỏ	28
Hình 2. 16	Mô tả sự biến đổi năng lượng mà turbine nhận được	29
Hình 2. 17	Minh họa các giá trị HG và HN	29
Hình 2. 18	Biểu diễn quan hệ tổn thất đường ống phụ thuộc loại ống	30

Hình 2. 19 Phương pháp đo lưu tốc	32
Hình 2. 20 Mô hình turbine Pelton nhiều vòi phun.....	33
Hình 2. 21 Turbine Right-Angle-Drive	35
Hình 3. 1 Mô hình tổng quát mạng điện cục bộ nguồn thủy điện nhỏ.....	36
Hình 3. 2 Mô hình một số của trạm thủy điện nhỏ kênh dẫn	37
Hình 3. 3 Đặc tính ổn định tần số theo tải.....	38
Hình 3. 4 Mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ có BESS.....	43
Hình 3. 5 Mô hình mạch lực của BESS	44
Hình 3. 6 Cấu trúc và ký hiệu IGBT	44
Hình 3. 7 Sơ đồ khai triển cấu tạo và mô tả nguyên lý làm việc của IGBT	45
Hình 3. 8 Đặc tính đóng mở van IGBT	46
Hình 3. 9 Sơ đồ tương đương của ắc quy.....	49
Hình 3. 10 Quá trình phóng điện ắc quy phụ thuộc vào dòng phóng	50
Hình 3. 11 Sự phụ thuộc của công suất vào dòng điện phóng	52
Hình 3. 12 Mô tả BESS trong mạng điện nguồn thủy điện nhỏ.....	52
Hình 3. 13 Sơ đồ thay thế bộ biến đổi BESS	53
Hình 3. 14 Mô hình tín hiệu trung bình bộ biến đổi BESS trong tọa độ abc.....	54
Hình 3. 15 Mô hình bộ biến đổi BESS trong hệ tọa độ quay dq tựa điện áp lưới	56
Hình 3. 16 Mô hình bộ biến đổi BESS trong miền toán tử Laplace	56
Hình 3. 17 Cấu trúc điều khiển hệ BESS trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ	57
Hình 3. 18 Biểu diễn các đại lượng vector trên tọa độ dq tựa điện áp.....	58
Hình 3. 19 Cấu trúc khối đồng bộ tựa điện áp lưới PLL.....	59
Hình 3. 20 Dạng tín hiệu tựa đồng bộ điện áp lưới có được bằng kết quả mô phỏng	60
Hình 3. 21 Tám khả năng chuyển mạch trong bộ biến đổi van.....	62
Hình 3. 22 Vị trí các vector chuẩn trên hệ tọa độ $\alpha\beta$	63
Hình 3. 23 Tổng hợp vector chuẩn trong sector 1	63

Hình 3. 24 Thời gian đóng/cắt mỗi van trong sector 1	64
Hình 3. 25 Mô phỏng dạng sóng biến điệu vector SVM	65
Hình 3. 26 Cấu trúc khử tương tác 2 thành phần dòng i_{Bd} và i_{Bq}	66
Hình 3. 27 Cấu trúc bộ điều chỉnh dòng kiểu PI cho bộ biến đổi BESS.....	67
Hình 3. 28 Cấu trúc mạch vòng điều khiển dòng điện kiểu Dead-Beat.....	69
Hình 3. 29 Đáp ứng động học giữa tín hiệu đặt và thực đối với bộ điều chỉnh Dead-Beat.....	70
Hình 3. 30 Cấu trúc bộ điều chỉnh dòng kiểu Dead-Beat	71
Hình 3. 31 Cấu trúc điều khiển công suất tác dụng	75
Hình 4. 1 Mô hình mô phỏng hệ BESS trong MĐTĐN công suất 85 kVA	76
Hình 4. 2 Cấu trúc nguồn thủy điện 85 kVA-0,4kV	77
Hình 4. 3 Cấu trúc mạch lực của BESS	79
Hình 4. 4 Khối đo lường.....	80
Hình 4. 5 Cấu trúc bộ điều khiển vòng ngoài cho bộ điều chỉnh dòng điện kiểu D-B	81
Hình 4. 6 Cấu trúc bộ điều khiển dòng điện vòng trong kiểu D-B	81
Hình 4. 7 So sánh đáp ứng động học của bộ điều chỉnh PI và D-B.....	82
Hình 4. 8 Mô phỏng trị hiệu dụng điện áp trên tải trong các chế độ mất nguồn tạm thời trường hợp dùng bộ điều khiển D-B	83
Hình 4. 9 Mô phỏng trị tức thời điện áp trên tải trong các chế độ mất nguồn tạm thời trường hợp dùng bộ điều khiển D-B	83
Hình 4. 10 Mô phỏng dòng điện phóng nạp của ắc quy trong các chế độ mất nguồn tạm thời trường hợp dùng bộ điều khiển D-B	84
Hình 4. 11 Biên dạng dòng điện 3 pha trên tải, trường hợp dùng bộ điều khiển D-B.....	84
Hình 4. 12 Kiểm tra THD cho dòng điện tải do BESS cấp tại thời điểm 0,6s.....	85
trường hợp dùng bộ điều khiển D-B	85
Hình 4. 13 Mô phỏng chế độ BESS khi bù công suất đỉnh khi động cơ khởi động .85	

DANH MỤC CÁC BẢNG SỐ LIỆU

Bảng 1. 1 Bảng tổng hợp tiềm năng của năng lượng Mặt trời.....	7
Bảng 1. 2 Tỷ lệ năng lượng của một số cây trồng	10
Bảng 2. 1 Quan hệ công suất theo lưu lượng, chiều cao cột nước	27
Bảng 3.1. Các số liệu tính toán mạng điện	40
Bảng 3.2. Các số liệu tính toán mạng điện	42
Bảng 3. 3 Bảng thời gian đóng/cắt cho các van bán dẫn trong mỗi sector	65
Bảng 4. 1 Thông số mạch điều khiển turbine thủy điện.....	77
Bảng 4. 2 Thông số mạch điều khiển dòng kích từ máy phát.....	78
Bảng 4. 3 Thông số đường dây.....	78

LỜI NÓI ĐẦU

Hiện nay, từ cuối thế kỷ 20 và đặc biệt trong 10 năm trở lại đây tình hình năng lượng đang thay đổi - có một số lượng lớn các nguồn cung cấp năng lượng không phải là dạng truyền thống đang được thúc đẩy phát triển mạnh mẽ không những riêng ở nước ta, mà trên phạm vi toàn cầu. Đó là các dạng nguồn phát điện theo công nghệ sạch. Ví dụ như: phong điện, thủy điện nhỏ, điện mặt trời, V.V... Chúng có thể được khai thác dưới các loại hình mạng điện khác nhau: có thể là mạng điện cục bộ, mạng phân tán có kết nối với lưới quốc gia, mạng điện thông minh... Trước đây, những loại hình mạng điện này chưa được quan tâm khai thác và phát triển, lý do chính là đặc tính của các dạng nguồn này có tính chất mềm (siêu mềm), không ổn định. Tính kinh tế của hệ thống còn thấp, chất lượng điện năng cung cấp chưa đảm bảo. Ngày nay, đứng trước sự phát triển về mọi mặt của xã hội, các hoạt động sản xuất ngày càng phong phú, đời sống văn hóa tinh thần của con người ngày một nâng cao dẫn đến đòi hỏi các lưới điện vận hành phải đảm bảo các chỉ tiêu chất lượng điện năng quy định (mang lại lợi ích cho phía người tiêu dùng), giảm nhỏ tối thiểu các tổn thất năng lượng trong mạng và nâng cao hiệu quả khai thác hệ thống (mang lại lợi ích cho phía sản xuất và phân phối điện năng). Đặc biệt, trong bối cảnh thế giới đang khuyến khích phát triển các nguồn năng lượng sạch, các hệ nguồn phân tán, công suất nhỏ... luôn cần thiết sự kết hợp với các bộ biến đổi, kho lưu trữ năng lượng và kỹ thuật điều khiển hiện đại nhằm phát huy hết công năng của hệ nguồn.

Xuất phát từ những phân tích trên, đề tài luận văn được định hướng nghiên cứu về phát triển các nguồn thủy điện nhỏ, đại diện cho những nguồn năng lượng tái tạo có tiềm năng lớn ở Việt Nam. Đề xuất giải pháp khắc phục một số nhược điểm căn bản của thủy điện nhỏ.

Tìm hiểu nắm vững mô hình đối tượng nghiên cứu, đó là một mạng điện phân tán có nguồn thủy điện nhỏ có kênh dẫn. Phân tích ưu nhược điểm hệ thống, đề xuất giải pháp nâng cao chất lượng điện ăng và tính ổn định động cho hệ thống.