

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

BÙI NGUYỄN HIỆP

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG BỘ LƯU TRỮ NĂNG LƯỢNG ĐỂ NÂNG
CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỆN NĂNG VÀ HIỆU QUẢ KHAI THÁC CHO
CÁC HỆ NGUỒN NĂNG LƯỢNG MỚI VÀ TÁI TẠO**

Chuyên ngành : Kỹ thuật điện

THÁI NGUYÊN - 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tác giả xin cam đoan luận văn này là công trình do chính tác thực hiện dưới sự hướng dẫn của TS. Ngô Đức Minh. Nội dung luận văn có nghiên cứu sử dụng các tài liệu tham khảo như đã nêu trong phần tài liệu tham khảo.

Tác giả

Bùi Nguyễn Hiệp

MỞ ĐẦU

Định hướng của đề tài

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 năng lượng mới và tái tạo (NLM&TT). Ví dụ như: phong điện, thủy điện nhỏ, điện mặt trời, điện thủy triều 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 hay được kết nối với lưới quốc gia. Tuy nhiên, đối với các dạng nguồn này đều có chung một số nhược điểm là:

- Đặc tính làm việc thuộc dạng mềm hoặc siêu mềm
- Tiềm năng phụ thuộc các yếu tố tự nhiên luôn thay đổi như thời gian, thời tiết, khí hậu...
- Khả năng dự trữ công suất thấp.

Qua phân tích tổng quan về các dạng năng lượng NLM&TT, Tác giả lựa chọn hướng nghiên cứu cho một dạng điển hình, đó là thủy điện nhỏ. Trong đó, một số thủy điện nhỏ ở các vùng núi, cách xa các trung tâm kinh tế phát triển chỉ có thể được khai thác theo hình thức mạng điện cục bộ. Trước đây, mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ chưa được quan tâm khai thác và phát triển nên các ứng dụng khoa học kỹ thuật vào điều khiển nguồn phát cũng như trong toàn mạng còn chưa được đề cập đến. Chính vì thế, làm cho 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.

Mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ (MĐCBTĐN) mà đề tài quan tâm cụ thể là một mạng điện độc lập, không kết nối với lưới điện quốc gia. Một số nhược điểm của MĐCBTĐN có thể được phân tích nguyên nhân xuất phát từ hoạt động của hệ turbine-máy phát. Đương nhiên là, sự hoạt động bình thường của một máy phát đồng bộ xoay chiều ba pha được đảm bảo thông qua chất lượng điều khiển của hai hệ thống:

1- Hệ thống điều chỉnh kích từ để ổn định điện áp và huy động công suất phản kháng.

2- Hệ thống turbine để ổn định tần số và huy động công suất tác dụng.

Với thủy điện nhỏ thì các nhược điểm phát sinh hầu như đều có nguyên nhân từ hệ thống turbine (hệ thống kích từ không bàn đến). Thực tế các thủy điện nhỏ thường được xây dựng theo kiểu thủy điện có kênh dẫn, đặc tính điều chỉnh công suất và điều chỉnh tốc độ có thời gian trễ lớn, khả năng quá tải thấp, không có khả năng huy động công suất đỉnh nên không đáp ứng được nhu cầu đòi hỏi của phụ tải thực tế. Ví dụ: Khi có động cơ khởi động:

- Quá trình khởi động của động cơ bị kéo dài do đặc điểm của thủy điện nhỏ không đáp ứng được tốc độ huy động công suất cho khởi động.

- Chất lượng điện năng thấp, không ổn định.

Như vậy, để khắc phục tình trạng trên cần thiết phải có một nguồn dự trữ năng lượng khác ngoài máy phát. Một số biện pháp truyền thống đã được áp dụng cho các hoạt động tương tự, ví dụ như:

- Dự trữ năng lượng bằng hệ bánh đà.

- Dự trữ năng lượng bằng buồng áp lực

Đối với một số thủy điện nhỏ thì cả hai biện pháp trên đều không thể áp dụng. Vì vậy, nhiệm vụ của đề tài là nghiên cứu tìm được một giải pháp thích hợp để khắc phục những vấn đề tồn tại trên.

Mục tiêu nghiên cứu của đề tài

- Xác định tên đề tài: “Nghiên cứu ứng dụng bộ lưu trữ năng lượng

để nâng cao chất lượng điện năng và hiệu quả khai thác cho các hệ nguồn năng lượng mới và tái tạo”. Cụ thể là:

- Nghiên cứu ứng dụng hệ thống tích trữ năng lượng trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ, nhằm mục đích nâng cao hiệu quả khai thác công suất nguồn phát và đảm bảo chất lượng điện năng cung cấp.

Phạm vi nghiên cứu

- Xây dựng cấu trúc điều khiển của hệ BESS trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ nhằm thực hiện các chức năng chính là:

- Huy động công suất đỉnh cho chế độ khởi động của động cơ,
- Bù công suất phản kháng để cải thiện chất lượng điện áp tại điểm kết nối.

Cấu trúc luận án

Luận văn gồm 4 chương, 99 trang, 32 tài liệu tham khảo.

Thái Nguyên, ngày 03 tháng 12 năm 2013

Tác giả

Bùi Nguyễn Hiệp

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ NĂNG LƯỢNG MỚI VÀ TÁI TẠO	13
1.1. Các dạng năng lượng mới và tái tạo	13
1.2. Năng lượng Mặt trời	15
1.2.1. Sự hình thành năng lượng Mặt trời	15
1.2.2. Tiềm năng năng lượng Mặt trời	15
1.2.3. Công nghệ sử dụng năng lượng Mặt trời	17
1.3. Năng lượng gió	18
1.3.1. Sự hình thành năng lượng gió	18
1.3.2. Tiềm năng gió	19
1.3.3. Công nghệ sử dụng năng lượng gió	21
1.4. Thủy điện nhỏ	22
1.4.1. Khái niệm chung về thủy điện nhỏ	22
1.4.2. Tiềm năng và tình hình khai thác ở Việt Nam	22
1.4.3. Công nghệ thủy điện nhỏ	23
1.5. Năng lượng địa nhiệt	24
1.5.1. Sự hình thành năng lượng địa nhiệt	24
1.5.2. Tiềm năng của năng lượng địa nhiệt	24
1.5.3. Công nghệ khai thác địa nhiệt	26
1.6. Năng lượng thủy triều và sóng biển	27
1.6.1. Sự hình thành năng lượng thủy triều và sóng biển	27
1.6.2. Tiềm năng năng lượng thủy triều và sóng biển	27
1.6.3. Công nghệ khai thác	28
1.7. Đề xuất hướng nghiên cứu	30
1.8. Kết luận chương 1	30

CHƯƠNG 2

MẠNG ĐIỆN CỤC BỘ THỦY ĐIỆN NHỎ	32
---------------------------------------	-----------

2.1. Giới thiệu chung	32
2.1.1. Phân tích hoạt động của MĐCBTĐN	33
2.1.1.1. Ưu điểm của thủy điện nhỏ	33
2.1.1.2. Những vấn đề còn tồn tại	34
2.1.1.3. Giải pháp ứng dụng BESS trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ	40
2.2. Mô tả toán học hệ turbine-máy phát	41
2.2.1. Mô tả toán học máy phát	42
2.2.1.1. Khái niệm vector không gian của các đại lượng xoay chiều ba pha	42
2.2.1.2. Mô tả máy phát đồng bộ xoay chiều 3 pha trong các hệ tọa độ thông dụng	43
2.2.2. Mô tả toán học hệ turbine	52
2.3. Mô tả toán học bộ biến đổi BESS trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ	59
2.4. Mô hình kho tích trữ năng lượng battery	64
2.5. Vận hành MĐCBTĐN và giới hạn mang tải của máy phát	67
2.6. Kết luận chương 2	69

CHƯƠNG 3

ĐIỀU KHIỂN HỆ BESS

TRONG MẠNG ĐIỆN CỤC BỘ THỦY ĐIỆN NHỎ	70
3.1. Cấu trúc điều khiển hệ BESS	70
3.2. Nguyên lý xác định góc pha vector điện áp	71
3.3. Điều chế vector không gian SVM cho hệ BESS	73
3.4. Thiết kế bộ điều chỉnh dòng điện cho hệ BESS	80
3.5. Thiết kế bộ điều chỉnh điện áp tại điểm kết nối chung PCC	83
3.6. Bộ điều khiển công suất tác dụng	85
3.7. Kết luận	86

CHƯƠNG 4	
MÔ PHỎNG VÀ THỰC NGHIỆM HỆ BESS	
TRONG MẠNG ĐIỆN CỤC BỘ THỦY ĐIỆN NHỎ	88
4.1. Mô phỏng hệ BESS trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ	88
4.1.1. Mô phỏng tác dụng của BESS trong MĐCBTĐN công suất 2 MVA	88
4.1.1.1. Xây dựng mô hình mô phỏng	88
4.1.1.2. Kết quả mô phỏng	89
4.2. Kết luận chương 4	95
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	96
1. Kết luận	96
2. Kiến nghị	96
PHỤ LỤC	97
PL1. Tính toán công suất BESS	97
PL2. Tính toán tụ một chiều một chiều trung gian	98
PL3. Tính dung lượng ắc quy	98
PL4. Chọn điện cảm đầu ra của BESS	99
PL5. Chọn van bộ biến đổi công suất	100
PL6. Các thông số mô phỏng:	101

DANH MỤC HÌNH VẼ VÀ BẢNG BIỂU

Hình 1. 1 Các nguồn NLTT trên Thế giới năm 2006	13
Hình 1. 2 Sự hình thành gió	18
Hình 1. 3 Tốc độ triển khai năng lượng gió giai đoạn 1997-2010 trên thế giới.	19
Hình 1. 4 :	
a) Sơ đồ máy phát điện sức gió;	
b) Sơ đồ nối lưới của máy phát nối lưới không đồng bộ nguồn kép	21
Hình 1. 5 Nhà máy điện thủy triều Rance, CH Pháp	30
Hình 1. 6 Trạm phát điện sử dụng dòng hải lưu SeaGen, Bắc Ailen	30
Hình 2. 1 Mô tả mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ	32
Hình 2. 2 Sơ đồ thay thế của mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ	33
Hình 2. 3 Cấu trúc cơ bản của trạm thủy điện nhỏ	34
Hình 2. 4 Đặc tính ổn định tần số theo tải	35
Hình 2. 5 Đặc tính ổn định điện áp theo tải	35
Hình 2. 6 Mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ có BESS	41
Hình 2. 7 Mô hình turbine-máy phát	42
Hình 2. 8 Đồ thị vector và các phép chuyển đổi hệ tọa độ	42
Hình 2. 9 Sơ đồ bố trí các cuộn dây stator và rotor máy điện đồng bộ	44
Hình 2. 10 Mạch điện tương đương của máy điện đồng bộ	45
Hình 2. 11 Sơ đồ khối chức năng bộ điều tốc turbine thủy điện	52
Hình 2. 12 Mô hình phi tuyến của turbine	54
Hình 2. 13 Mô hình tuyến tính của turbine	55
Hình 2. 14 Đặc tính cơ bản của turbine	56
Hình 2. 15 Họ các đặc tính khi điều chỉnh turbine	57
Hình 2. 16 Đặc tính điều chỉnh turbine	57

Hình 2. 17 Cấu trúc điều tốc turbine thủy điện	58
Hình 2. 18 :	
a) Thay thế BESS như một nguồn áp tại PCCi,	
b) Cấu trúc bộ biến đổi BESS	59
Hình 2. 19 Sơ đồ thay thế bộ biến đổi BESS	60
Hình 2. 20 Mô hình tín hiệu trung bình bộ biến đổi BESS trong tọa độ abc	61
Hình 2. 21 Mô hình bộ biến đổi BESS trong hệ tọa độ quay dq tựa điện áp lưới	63
Hình 2. 22 Mô hình bộ biến đổi BESS trong miền toán tử Laplace	63
Hình 2. 23 Siêu tụ và thiết bị ghép nối	65
Hình 2. 24 Mô hình ghép nối ắc quy	65
Hình 2. 25 Mô hình ghép nối các siêu tụ	66
Hình 2. 26 Mô hình thay thế kiểu Thevenin của ắc quy	66
Hình 2. 27 Đồ thị phụ tải ngày và các phụ tải đỉnh do động cơ khởi động	68
Hình 3. 1 Cấu trúc điều khiển hệ BESS trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ	70
Hình 3. 2 Biểu diễn các đại lượng vector trên tọa độ dq tựa điện áp	72
Hình 3. 3 Cấu trúc khối đồng bộ tựa điện áp lưới PLL	73
Hình 3. 4 Dạng tín hiệu tựa đồng bộ điện áp lưới có được bằng kết quả mô phỏng	73
Hình 3. 5 Tám khả năng chuyển mạch trong bộ biến đổi van	76
Hình 3. 6 Vị trí các vector chuẩn trên hệ tọa độ $\alpha\beta$	77
Hình 3. 7 Tổng hợp vector chuẩn trong sector 1	78
Hình 3. 8 Thời gian đóng/cắt mỗi van trong sector 1	79
Hình 3. 9 Dạng sóng biến điệu vector SVM có được bằng kết quả mô phỏng	80
Hình 3. 10 Cấu trúc khử tương tác 2 thành phần dòng i_{Bd} và i_{Bq}	81