

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN THÀNH TRUNG

**ỨNG DỤNG HỆ ĐIỀU KHIỂN DEAD-BEAT
NÂNG CAO ĐỘNG HỌC CHO BỘ NGUỒN TRONG
MẠNG ĐIỆN NGUỒN NĂNG LƯỢNG MỚI VÀ TÁI TẠO**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

THÁI NGUYÊN, NĂM 2014

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN THÀNH TRUNG

**ỨNG DỤNG HỆ ĐIỀU KHIỂN DEAD-BEAT
NÂNG CAO ĐỘNG HỌC CHO BỘ NGUỒN TRONG
MẠNG ĐIỆN NGUỒN NĂNG LƯỢNG MỚI VÀ TÁI TẠO**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa

Mã số: 60520216

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn khoa học: TS. Ngô Đức Minh

THÁI NGUYÊN, NĂM 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi là Nguyễn Thành Trung, học viên lớp cao học Tự động hoá niên khoá 2011-2013, sau hai năm học tập và nghiên cứu, được sự giúp đỡ của các thầy cô giáo và đặc biệt là Thầy giáo hướng dẫn tốt nghiệp của tôi, Thầy giáo TS. Ngô Đức Minh. Tôi đã hoàn thành chương trình học tập và đề tài tốt nghiệp là “ Ứng dụng hệ điều khiển Dead – Beat nâng cao động học cho bộ nguồn trong mạng điện nguồn năng lượng mới và tái tạo”.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của cá nhân tôi dưới sự hướng dẫn của Thầy giáo TS. Ngô Đức Minh và chỉ sử dụng 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. Nếu phát hiện có sự sao chép tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm.

Thái Nguyên, ngày tháng 5 năm 2014
Học viên

Nguyễn Thành Trung

MỤC LỤC

Lời cam đoan.....	i
Lời cảm ơn.....	ii
Mục lục.....	iii
Danh mục các bảng	vi
Danh mục các hình vẽ, đồ thị.....	vi
LỜI NÓI ĐẦU	1
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ CHẤT LƯỢNG ĐIỆN NĂNG.....	3
1.1. Khái niệm về chất lượng điện năng.	3
1.1.1. Chất lượng tần số.	3
1.1.2. Chất lượng điện áp.	4
1.2. Các chỉ tiêu đánh giá chất lượng điện năng.	5
1.2.1. Chỉ tiêu tần số	5
1.2.2. Chỉ tiêu điện áp.	5
1.2.3. Chỉ tiêu độ tin cậy của lưới điện.	12
1.3. Các giải pháp nâng cao chất lượng điện năng và nguồn dự phòng.	15
1.3.1. Giải pháp ổn định tần số.	15
1.3.2. Giải pháp ổn định điện áp.	16
1.3.3. Giải pháp tăng độ tin cậy của lưới điện.	16
1.4. Kết luận chương 1.	18
Chương 2: BỘ BIẾN ĐỔI CÔNG SUẤT VÀ CHỨC NĂNG CẢI THIẾN CHẤT LƯỢNG ĐIỆN NĂNG	20
2.1. Tổng quan về năng lượng tái tạo.	20
2.1.1. Năng lượng Mặt trời.	21
2.1.2. Năng lượng gió.	22
2.1.3. Thủy điện nhỏ.	23
2.1.4. Các dạng năng lượng tái tạo khác.	24

2.2. Mô hình Mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ (MĐCBTĐN).....	24
2.2.1. Giới thiệu chung.....	24
2.2.2. Phân tích hoạt động của MĐCBTĐN.....	26
2.2.3. Mô hình BESS trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ.....	33
2.3. Hệ thống tích trữ năng lượng dùng acqy (BESS).....	33
2.3.1. Giới thiệu chung.....	33
2.3.2. Bộ biến đổi công suất.....	34
2.3.3. Điện cảm đầu ra của bộ biến đổi công suất.....	38
2.3.4. Kho tích trữ năng lượng một chiều.....	39
2.3.5. Mô hình bộ biến đổi BESS trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ	47
2.3.6. Phương pháp điều khiển BESS.....	51
2.4. Thiết kế bộ điều khiển cho hệ BESS.....	61
2.4.1. Các phương án thiết kế bộ điều chỉnh dòng điện cho hệ BESS.....	61
2.4.2. Cấu trúc bộ điều chỉnh kiểu PI.....	62
2.4.3. Bộ điều chỉnh kiểu Dead-Beat.....	64
2.4.4. Thiết kế bộ điều chỉnh điện áp tại điểm kết nối chung PCC.....	69
2.4.5. Bộ điều khiển công suất tác dụng.....	71
2.5. Kết luận chương 2.....	72
Chương 3: MÔ HÌNH HÓA PHỎNG TRONG MẠNG ĐIỆN CỤC BỘ	
THỦY ĐIỆN NHỎ	74
3.1. Xây dựng mô hình mô phỏng	74
3.2. Các khối chính.....	74
3.2.1. Khối nguồn:	74
3.2.2. Khối đường dây và tải:.....	76
3.2.3. Khối BESS.....	77
3.3. Kết quả mô phỏng.....	81
3.3.1. So sánh động học của bộ điều khiển dòng kiểu PI và kiểu D-B.....	81

3.3.2. So sánh chất lượng điều khiển khi hệ thống bị kích động.....	82
3.4. Kết luận chương 3.....	87
Chương 4: MÔ PHỎNG VÀ THỰC NGHIỆM HỆ BESS TRONG	
MẠNG ĐIỆN CỤC BỘ THỦY ĐIỆN NHỎ.....	88
4.1. Thực nghiệm hệ BESS trong phòng thí nghiệm.....	88
4.1.1. Cấu trúc thí nghiệm hệ BESS.....	88
4.1.2. Thông số kỹ thuật của bộ biến đổi:.....	91
4.2. Xây dựng chương trình phần mềm.....	92
4.3. Kết quả thí nghiệm hệ BESS.....	95
4.4. Kết luận chương 4.....	97
KẾT LUẬN CHUNG.....	98
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	99

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

Từ viết tắt	Viết đầy đủ (tiếng Anh)	Nghĩa tiếng Việt
BESS	Battery Energy Storage System	Hệ thống lưu trữ năng lượng dùng ắc quy
FACTS	Flexible Alternating Current Transmission System	hệ thống truyền tải điện xoay chiều linh hoạt
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor	Transistor có cực điều khiển cách ly
PCS	Power Conditioning System	Hệ thống điều khiển công suất
PCC	Point of Common Coupling	Điểm kết nối
IGBT	Insulated Gate Bipolar Transistor	transistor có cực điều khiển cách ly
MOSFET	Metal-Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor	transistor hiệu ứng trường Oxit Kim loại - Bán dẫn
PWM	Pulse Width Modulation	Điều chế độ rộng xung
Dead - Beat		Bộ điều khiển kiểu Dead - Beat
PI	Proportional–Integral controller	Bộ điều khiển kiểu PI

DANH MỤC CÁC BẢNG

	<i>Trang</i>
Bảng 1.1: Độ biến dạng sóng hài điện áp.....	11
Bảng 2.1. Các số liệu và kết quả tính toán mạng điện trong trường hợp máy phát vận hành đầy tải.	30
Bảng 2.2. Các số liệu và kết quả tính toán mạng điện trong trường hợp hạ thấp công suất vận hành của máy phát.	32
Bảng 2.3. Bảng thời gian đóng/cắt cho các van bán dẫn trong mỗi sector	60
Bảng 3.1. Thông số mạch điều khiển turbine thủy điện	75
Bảng 3.2. Thông số mạch điều khiển dòng kích từ máy phát.....	76
Bảng 3.3. Thông số đường dây	76
Bảng 3.4. Thông số của IGBT.....	78

DANH MỤC HÌNH VẼ (Hình vẽ, ảnh chụp, đồ thị)

	<i>Trang</i>
Hình 1.1. Đồ thị phân bố điện áp dọc theo đường dây cung cấp điện.	7
Hình 2.5. Mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ có BESS.	33
Hình 2.6. Cấu trúc mạch lực của BESS.	34
Hình 2.7. Cấu trúc và ký hiệu IGBT.	35
Hình 2.8. Sơ đồ thử nghiệm IGBT.	36
Hình 2.9. Đặc tính đóng mở van IGBT.	36
Hình 2.10. Cấu tạo của ắc quy axit điện cực chì.	41
Hình 2.11. mạch điện nối với mạch ngoài và	42
Hình 2.12. Sơ đồ tương đương của ắc quy.	44
Hình 2.13. Quá trình phóng điện ắc quy phụ thuộc vào dòng phóng.	45
Hình 2.14. Sự phụ thuộc của công suất vào dòng điện phóng.	46
Hình 2.15. a) Thay thế BESS như một nguồn áp tại PCCi; b) Cấu trúc bộ biến đổi BESS.	47
Hình 2.16 Sơ đồ thay thế bộ biến đổi BESS.	48
Hình 2.18. Mô hình bộ biến đổi BESS trong hệ tọa độ quay dq tựa điện áp lưới	50
Hình 2.19. Mô hình bộ biến đổi BESS trong miền toán tử Laplace.	51
Hình 2.20. Cấu trúc điều khiển hệ BESS trong mạng điện cục bộ thủy điện nhỏ.	52
Hình 2.21. Biểu diễn các đại lượng vector trên tọa độ dq tựa điện áp.	53
Hình 2.22. Cấu trúc khối đồng bộ tựa điện áp lưới PLL.	55
Hình 2.23. Dạng tín hiệu tựa đồng bộ điện áp lưới có được bằng kết quả mô phỏng.	55
Hình 2.24. Tám khả năng chuyển mạch trong bộ biến đổi van	58
Hình 2.25. Vị trí các vector chuẩn trên hệ tọa độ $\alpha\beta$	58
Hình 2.26. Tổng hợp vector chuẩn trong sector 1	59
Hình 2.27. Thời gian đóng/cắt mỗi van trong sector 1.	60
Hình 2.28. Dạng sóng biến điệu vector SVM có được bằng kết quả mô phỏng.	61
Hình 2.30. Cấu trúc bộ điều chỉnh dòng kiểu PI cho bộ biến đổi BESS.	63
Hình 2.31. Cấu trúc mạch vòng điều khiển dòng điện kiểu Dead-Beat.	66
Hình 2.32. Đáp ứng động học giữa tín hiệu đặt và thực đối với bộ điều chỉnh Dead-Beat.	67
Hình 2.33. Cấu trúc bộ điều chỉnh dòng kiểu Dead-Beat.	68
Hình 2.34. Cấu trúc điều khiển công suất tác dụng	72
Hình 3.1 Mô hình mô phỏng hệ BESS trong MĐCBTĐN công suất 85 kVA.	74

Hình 3.2. Cấu trúc nguồn thủy điện 85 kVA-0,4kV	75
Hình 3.3. Cấu trúc mạch lực của BESS	77
Hình 3.4. Khối đo lường	79
Hình 3.5a. Cấu trúc bộ điều khiển vòng ngoài cho bộ điều dòng điện kiểu PI ...	79
Hình 3.5b. Cấu trúc bộ điều khiển dòng điện kiểu PI.....	80
Hình 3.6a. Cấu trúc bộ điều khiển vòng ngoài cho bộ điều dòng điện kiểu D-B	80
Hình 3.6b. Cấu trúc bộ điều khiển dòng điện kiểu D-B	81
Hình 3.7 So sánh đáp ứng động học của bộ điều chỉnh PI và D-B	81
Hình 3.8a. Trị hiệu dụng điện áp trên tải trong các chế độ khác nhau, trường hợp dùng bộ điều khiển D-B	83
Hình 3.9a. Trị hiệu dụng điện áp trên tải trong các chế độ khác nhau, trường hợp dùng bộ điều khiển PI.....	83
Hình 3.9b. Biên dạng điện áp trên tải trong các chế độ khác nhau, trường hợp dùng bộ điều khiển PI.....	84
Hình 3.10a. Biên dạng dòng điện 3 pha trên tải, trường hợp dùng bộ điều khiển D-B...	84
Hình 3.10b. Kiểm tra THD cho dòng điện tải do BESS cấp tại thời điểm 0,6s, trường hợp dùng bộ điều khiển D-B.....	85
Hình 3.10c. Biên dạng dòng điện 3 pha trên tải, trường hợp dùng bộ điều khiển PI.....	85
Hình 3.10d. Kiểm tra THD cho dòng điện tải do BESS cấp tại thời điểm 0,8s, trường hợp dùng bộ điều khiển PI.....	86
Hình 3.11. Bess với BDKD kiểu PI khi bù công suất đỉnh	87
Hình 3.11. Bess với BDKD kiểu Dead-Beat khi bù công suất đỉnh.....	87
Hình 4.1 Cấu trúc thí nghiệm hệ BESS.	88
Hình 4.2 Bàn thí nghiệm hệ BESS.....	89
Hình 4.3. Cấu trúc R&D DS1104.	90
Hình 4.4. Giao diện điện hình dùng DS1104.....	90
Hình 4.5. Động cơ thí nghiệm.....	91
Hình 4.6. Hệ thống ắc quy thí nghiệm.	92
Hình 4.7. Mối liên hệ giữa các phần mềm điều khiển.	93
Hình 4.8. Cấu trúc chương trình phần mềm.	94
Hình 4.9. Thuật toán điều khiển hệ BESS.	94
Hình 4.10 Khối đo lường ADC.....	95
Hình 4.11. BESS huy động thành phần công suất tác dụng cho động cơ khởi động	96
Hình 4.11. Biên độ dòng điện đỉnh nhọn khi động cơ khởi động và BESS	96
Hình 4.12. Điện áp ắc quy khi BESS khi động cơ khởi động.	97