

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

Trương Nhật Tiên

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG BIẾN TẦN 4Q CHO HỆ NGUỒN
NĂNG LƯỢNG MỚI VÀ TÁI TẠO**

LUẬN VĂN THẠC SĨ
KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

THÁI NGUYÊN 2014

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

Trương Nhật Tiên

**NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG BIẾN TẦN 4Q CHO HỆ 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 ĐIỀU KHIỂN VÀ TỰ ĐỘNG HÓA

PHÒNG ĐÀO TẠO

NGƯỜI HƯỚNG DẪN

TS. Ngô Đức Minh

TRƯỞNG KHOA ĐIỆN

THÁI NGUYÊN – 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tôi là Trương Nhật Tiên, 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 “Nghiên cứu ứng dụng biến tần 4Q cho hệ 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 10 năm 2014

Học viên

Trương Nhật Tiên

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 mạch 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, 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 và kỹ thuật điều khiển hiện đại nhằm phát huy hết công năng của hệ nguồn.

Xuất phát từ những phân tích trên tác giả mong muốn đóng góp một phần nghiên cứu của mình nhằm đảm bảo chất lượng hệ nguồn đồng thời nâng hiệu quả khai thác trong điều kiện làm việc thực tế có nhiều thay đổi.

Mục tiêu nghiên cứu của luận văn là phân tích, lựa chọn một loại bộ biến đổi điện tử công suất điện hình kiểu biến tần 4 Q để áp dụng cho hệ nguồn

điện sử dụng năng lượng tái tạo máy phát điện sức gió và pin Mặt trời. Xây dựng mô hình hệ nguồn điện sức gió và pin Mặt trời.

Nội dung nghiên cứu được bố cục thành 3 chương:

Chương 1: Tổng quan về biến tần 4Q

Chương 2: Nghiên sử dụng năng lượng tái tạo:

- Năng lượng gió
- Năng lượng Mặt trời

Chương 3: Mô hình hóa mô phỏng hệ thống

Trong quá trình nghiên cứu để thực hiện luận văn, mặc dù gặp rất nhiều khó khăn về vấn đề chuyên môn. Nhờ sự giúp đỡ, hướng dẫn tận tình của thầy giáo **TS. Ngô Đức Minh** đã giúp tôi hoàn thành luận văn với kết quả mong muốn đạt được. Tuy nhiên bản luận văn này cũng không thể tránh khỏi những hạn chế, thiếu sót, tác giả kính mong nhận được sự góp ý và nhận xét của các thầy cô giáo và các bạn để được hoàn thiện hơn.

Tôi xin bày tỏ sự biết ơn chân thành tới thầy hướng dẫn **TS. Ngô Đức Minh** cùng tập thể các thầy cô giáo Trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghiệp – Đại học Thái Nguyên đã tận tình hướng dẫn và tạo điều kiện cho tôi hoàn thành luận văn này.

Thái Nguyên, ngày tháng 10 năm 2014

Học viên

Trương Nhật Tiên

MỤC LỤC

Chương 1	1
TỔNG QUAN VỀ BIẾN TẦN 4 GÓC PHẦN TU'	1
1.1. Giới thiệu chung	1
1.2. Biến tần 4 góc phần tư	6
1.2.1. Chỉnh lưu PWM.....	6
1.2.1.1. Cấu trúc mạch lực của chỉnh lưu PWM:.....	6
1.2.1.2. Nguyên lý hoạt động của chỉnh lưu PWM:	8
1.2.2. Các trạng thái chuyển mạch của bộ biến đổi PWM.....	11
1.3. Giới thiệu những phương pháp điều khiển chỉnh lưu PWM	12
1.4. Mô tả toán học và điều khiển chỉnh lưu PWM	14
1.4.1. Mô tả dòng điện và điện áp nguồn	14
1.4.2. Mô tả điện áp vào bộ chỉnh lưu PWM	15
1.4.3. Mô tả toán học bộ chỉnh lưu PWM trong hệ tọa độ tự nhiên abc.	16
1.4.4. Mô tả toán học bộ chỉnh lưu PWM hệ tọa độ tĩnh α - β	17
1.4.5. Mô tả toán học bộ chỉnh lưu PWM trong hệ tọa độ quay d-q	18
1.4.6. Cấu trúc điều khiển theo phương pháp DPC	21
1.4.7. Cấu trúc điều khiển theo phương pháp VOC.....	24
1.3. Kết luận chương 1	27
Chương 2	28
NGUỒN ĐIỆN NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO	28
2.1. Tổng quan về năng lượng và tái tạo	28
2.2. Máy phát điện sức gió	29
2.2.1. Lịch sử phát triển của năng lượng gió	29
2.2.2. Các loại turbine gió.....	32
2.2.3. Tính toán công suất của gió	35
2.2.4. Máy phát điện turbine gió	39
2.2.4.1. Các máy phát đồng bộ.....	39
2.2.4.2. Máy phát không đồng bộ cảm ứng	40

2.2.5. Công suất trung bình của gió	47
2.2.5.1. Biểu đồ gió gián đoạn	48
2.2.6. Các dự đoán đơn giản của năng lượng gió	52
2.2.6.1. Năng lượng hàng năm sử dụng hiệu suất turbine gió trung bình	53
2.2.6.2. Các cánh đồng gió.....	54
2.2.7. Một số cấu trúc điển hình hệ thống Wind Turbine	58
2.3. Pin lượng Mặt trời.....	61
2.3.1. Năng lượng Mặt trời	61
2.3.2. Mô hình nguồn điện pin Mặt trời	63
2.3.2.1. Bộ biến đổi DC/DC.....	64
2.3.3. Vấn đề tích trữ năng lượng	72
2.3.4. Hoạt động của pin Mặt trời	75
2.3.5. Tìm điểm làm việc cực đại theo thuật toán P&O.....	80
2.4. Kết luận chương 2.....	86
Chương 3.....	87
MÔ HÌNH HÓA MÔ PHỎNG HỆ THỐNG	87
3.1. Xây dựng cấu trúc hệ thống	87
3.2. Mô hình hóa mô phỏng hệ thống máy phát điện dị bộ nguồn kép [6Q].....	89
3.2.1. Giới thiệu chung	89
3.2.2. Mô hình hóa mô phỏng hệ DFIG	91
3.3. Kết luận chương 3.....	98
KẾT LUẬN CHUNG	99
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	100

HÌNH VẼ VÀ BẢNG BIỂU

Hình 1. 1. Hệ thống điều khiển năng lượng theo hai hướng.....	1
Hình 1. 2. Hệ thống điều khiển năng lượng theo hai hướng.....	2
Hình 1. 3. Chế độ hoạt động của biến tần ở 4 góc phân tư.....	6
Hình 1. 4. Cấu trúc mạch chỉnh lưu PWM.....	7
Hình 1. 5. Bộ biến đổi xoay chiều/một chiều/xoay chiều.....	8
Hình 1. 6. Đồ thị véc tơ các trạng thái làm việc của chỉnh lưu tích cực PWM	9
Hình 1. 7. Trạng thái chuyển mạch của bộ chỉnh lưu PWM.....	11
Hình 1. 8. Các phương pháp điều khiển chỉnh lưu PWM.....	13
Hình 1. 9. Mối quan hệ giữa các vector trong chỉnh lưu PWM.....	14
Hình 1. 10. Sơ đồ khối bộ chỉnh lưu PWM trong hệ tọa độ tự nhiên	17
Hình 1. 11. Mô hình bộ chỉnh lưu PWM trong hệ tọa độ tĩnh α - β	18
Hình 1. 12. Mô hình chỉnh lưu PWM trong hệ tọa độ quay d-q.	19
Hình 1.13. Đồ thị vectơ mô tả dòng công suất trong bộ biến đổi AC/DC hai chiều phụ thuộc vào hướng i_L	20
Hình 1. 14. Sơ đồ khối của phương pháp điều khiển DPC.....	21
Hình 1. 15. Biểu diễn các sector cho phương pháp điều khiển DPC	22
Hình 1. 16. Sơ đồ khối ước lượng từ thông ảo với bộ lọc đầu vào	23
Hình 1. 17. Sơ đồ khối ước lượng công suất tức thời dựa trên từ thông ảo ...	24
Hình 1. 18. Sơ đồ khối của phương pháp điều khiển VOC.	24
Hình 1. 19. Sơ đồ véc tơ VOC. Biến đổi dòng, áp lưới và điện áp đầu vào bộ chỉnh lưu từ hệ trục tọa độ α - β sang hệ trục tọa độ d-q.....	25
Hình 2. 1. Biểu đồ phát triển điện gió đã lắp đặt tăng 25% mỗi năm	31
Hình 2. 2. Tổng dung lượng đã lắp đặt ở các quốc gia năm 2002	31
Hình 2. 3. Tổng dung lượng gió đã lắp đặt ở Mỹ năm 1999 và 2002	32
Hình 2. 4. Một số Turbine gió điển hình.....	33
Hình 2. 5. Công suất gió trên mỗi m^2 diện tích mặt cắt ở 15^0 và 1 atm	37

Hình 2. 6. Xấp xỉ diện tích của rotor Darrieus	38
Hình 2. 7. Máy phát đồng bộ 3 pha.....	40
Hình 2. 8. Cách đặt tên cho stator của máy phát điện cảm	41
Hình 2. 9. Mô hình máy phát điện cảm ứng.....	42
Hình 2. 10. Rotor lồng sóc bao gồm các thanh dẫn dày nối các đầu với nhau được bao quanh nó một điện trường quay	43
Hình 2. 11. Mô tả nguyên lý máy phát.....	44
Hình 2. 12. Đường cong moomen-độ trượt cho motor cảm kháng	45
Hình 2. 13. Máy phát cảm kháng từ kích từ. Các tực ngoài cộng hưởng với điện cảm stator tạo nên dao động ở 1 tần số riêng.....	47
Hình 2. 14. Một ví dụ về dữ liệu hiện trường và lịch sử dữ liệu gió theo giờ	50
Hình 2. 15. Tác động của khoảng cách tháp và kích thước ô của turbine gió	55
Hình 2. 16. Khoảng cách tối ưu của các tháp.....	56
Hình 2. 17. Cấu trúc cơ bản của hệ thống turbine gió	58
Hình 2. 18. Hệ thống dùng máy phát cảm ứng (IG) không có điện tử công suất.....	59
Hình 2. 19. Hệ thống DFIG cùng với modul điện tử công suất.....	60
Hình 2. 20. Cấu hình đồng bộ điện tử công suất	61
Hình 2. 21. Sự phát triển của năng lượng điện Mặt trời.....	62
Hình 2. 22. Mô hình khai thác năng lượng từ nguồn PV.....	63
Hình 2. 23. Sơ đồ nguyên lý bộ giảm áp Buck.....	65
Hình 2. 24. Dạng sóng điện áp và dòng điện của mạch Buck	66
Hình 2. 25. Sơ đồ nguyên lý mạch Boost.....	68
Hình 2. 26. Dạng sóng dòng điện của mạch Boost	69
Hình 2. 27. Sơ đồ nguyên lý mạch Buck – Boost	69
Hình 2. 28. Bộ biến đổi DC/AC 1 pha	71
Hình 2. 29. Mô hình một nửa biến tần 4Q dùng cho nguồn PV	72

Hình 2. 30. Tổ hợp nguồn pin Mặt trời.....	75
Hình 2. 31. Hình vẽ và sơ đồ mạch điện thay thế một PV cell.....	76
Hình 2. 32. Đặc tính V-I của một PV cell.....	76
Hình 2. 33. Ghép nối tiếp PV cell.....	77
Hình 2. 34. Ghép song song PV cell.....	77
Hình 2. 35. Một Array pin Mặt trời.....	77
Hình 2. 36. Mô hình mạch điện nguồn PV Array.....	78
Hình 2. 37. Đặc tính V-I và P-V với điểm MPP.....	78
Hình 2. 38. Đặc tính V-I thay đổi theo mức chiếu xạ.....	79
Hình 2. 39. Đặc tính thực tế của PV Array.....	79
Hình 2. 40. Đường đặc tính I-V khi thay đổi cường độ bức xạ và nhiệt độ ...	80
Hình 2. 41. Đặc tính P-V khi cường độ bức xạ và nhiệt độ thay đổi.....	80
Hình 2. 42. Phương pháp tìm điểm làm việc cực đại P&O.....	83
Hình 2. 43. Lưu đồ thuật toán Phương pháp P&O.....	84
Hình 3. 1. Sơ đồ máy phát điện xoay chiều 3 pha	87
Hình 3. 2. Mô hình DFIG với Biến tần 4 Q.....	87
Hình 3. 3 Cấu trúc hệ thống nguồn điện pin Mặt trời và máy điện sức gió một chiều.....	88
Hình 3. 4 Cấu trúc hệ thống nguồn pin Mặt trời.....	88
Hình 3. 5. Phạm vi hoạt động của DFIG và dòng chảy năng lượng ở chế độ MP.....	90
Hình 3. 6. Cấu trúc mô phỏng hệ DFIG-4Q.....	92
Hình 3. 7. Tốc độ rotor.....	93
Hình 3. 8. Công suất phát ra từ DFIG.....	94
Hình 3. 9. Điện áp trên Stator (điện áp lưới).....	95
Hình 3. 10. Dòng điện Stator phát vào lưới.....	95