

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN THỊ THỤC

NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC VÀ HỆ THỐNG
ĐIỀU KHIỂN BỘ BIẾN ĐỔI BÁN DẪN CÔNG SUẤT
CHO HỆ PIN MẶT TRỜI CÓ THUẬT TOÁN DÒ TÌM
ĐIỂM CÔNG SUẤT LỚN NHẤT

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT
Chuyên ngành: Kỹ thuật điều khiển và Tự động hóa

THÁI NGUYÊN – 2014

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN THỊ THỤC

NGHIÊN CỨU CẤU TRÚC VÀ HỆ THỐNG
ĐIỀU KHIỂN BỘ BIẾN ĐỔI BÁN DẪN CÔNG SUẤT
CHO HỆ PIN MẶT TRỜI CÓ THUẬT TOÁN DÒ TÌM
ĐIỂM CÔNG SUẤT LỚN NHẤT

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. Trần Trọng Minh

THÁI NGUYÊN – 2014

LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: **Nguyễn Thị Thục**

Sinh ngày: **21 tháng 4 năm 1976**

Học viên lớp cao học khóa 14 - Tự động hóa - Trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghiệp Thái Nguyên - Đại Học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Trường Đại Học Công Nghiệp Việt – Hung, Thị xã Sơn Tây, thành phố Hà Nội.

Tôi xin cam đoan luận văn này là công trình do tôi thực hiện dưới sự hướng dẫn của thầy TS. Trần Trọng Minh. Nội dung luận văn có nghiên cứu sử dụng các tài liệu tham khảo như đã nêu trong phần tài liệu tham khảo.

Nếu có gì sai tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm.

Tác giả luận văn

Nguyễn Thị Thục

LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên tác giả xin chân thành cảm ơn thầy giáo TS. TRẦN TRỌNG MINH, các thầy giáo, cô giáo Khoa sau đại học - Khoa Điện trường đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên – Đại học Thái Nguyên, cùng bạn bè đồng nghiệp đã giúp đỡ và đóng góp nhiều ý kiến quan trọng cho tác giả trong suốt quá trình làm luận văn để tác giả có thể hoàn thành bản luận văn của mình.

Do thời gian, kiến thức, kinh nghiệm thực tế của bản thân còn hạn chế nên đề tài khó tránh khỏi những thiếu sót. Rất mong nhận được sự đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo, các bạn đồng nghiệp và những người quan tâm đến lĩnh vực này để tác giả có thể khắc phục những thiếu sót và bổ sung để tôi tiếp tục nghiên cứu, hoàn thiện hơn nữa trong quá trình công tác sau này.

Học viên

Nguyễn Thị Thục

MỤC LỤC

| | <i>Trang</i> |
|---|--------------|
| Trang bìa phụ | |
| Lời cam đoan | i |
| Lời cảm ơn..... | ii |
| Mục lục | iii |
| Danh các hình ảnh (Hình vẽ, ảnh chụp, đồ thị)..... | v |
| MỞ ĐẦU | 0 |
| Chương 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI | 3 |
| 1.1. Giới thiệu về pin mặt trời | 3 |
| 1.1.1. Đặc tính Von - Ampe của pin mặt trời. | 4 |
| 1.1.2. Ứng dụng | 7 |
| 1.1.3. Tấm năng lượng mặt trời..... | 7 |
| 1.1.4. Cách ghép nối các tấm năng lượng mặt trời..... | 8 |
| 1.2. Hệ thống điện pin mặt trời..... | 11 |
| 1.2.1. Cấu trúc chung..... | 11 |
| 1.2.2. Ấc quy tích trữ năng lượng..... | 12 |
| 1.3. Thuật toán dò tìm điểm công suất lớn nhất (MPPT)..... | 16 |
| 1.4. Bộ biến đổi DC/ DC | 19 |
| 1.5. Bộ biến đổi DC/AC | 20 |
| 1.6. Kết luận chương 1 | 25 |
| Chương 2: BỘ BIẾN ĐỔI DC-DC VỚI HỆ SỐ BIẾN ĐIỆN ÁP VÀ HIỆU SUẤT CAO | 26 |
| 2.1. Bộ biến đổi nguồn DC - DC giảm áp (Buck converter)..... | 27 |
| 2.2. Bộ biến đổi nguồn DC - DC tăng áp (Boost Converter)..... | 29 |
| 2.3. Kết luận chương 2 | 36 |
| Chương 3: NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG THUẬT TOÁN DÒ TÌM ĐIỂM CÔNG SUẤT LỚN NHẤT - MPPT | 37 |
| 3.1. Nguyên lý dung hợp tải | 38 |

| | |
|--|-----------|
| 3.2. Thuật toán xác định điểm làm việc có công suất lớn nhất MPPT..... | 39 |
| 3.2.1. Phương pháp nhiễu loạn và quan sát P&O | 42 |
| 3.2.2. Phương pháp điện dẫn gia tăng INC | 44 |
| 3.2.3. Tổng kết so sánh các phương pháp MPPT | 45 |
| 3.3. Phương pháp điều khiển MPPT..... | 46 |
| 3.3.1. Phương pháp điều khiển PI..... | 46 |
| 3.3.2. Phương pháp điều khiển trực tiếp..... | 47 |
| 3.3.3. Phương pháp điều khiển đo trực tiếp tín hiệu ra. | 49 |
| 3.4. Kết luận chương 3 | 50 |
| Chương 4: MÔ HÌNH TÍN HIỆU NHỎ BIẾN ĐỔI DC-DC DÙNG | |
| CUỘN KHÁNG HỖ CẢM..... | 51 |
| 4.1. Phương pháp trung bình hóa hệ phương trình trạng thái | 51 |
| 4.2. Xây dựng mô hình cho Tapped – coupled inductors | 54 |
| 4.3. Thiết kế cấu trúc điều khiển theo điện áp..... | 60 |
| 4.3.1. Cấu trúc điều khiển | 60 |
| 4.3.2. Vòng lặp điện áp | 63 |
| 4.4. Kết luận chương 4 | 67 |
| Chương 5: KHẢO SÁT ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG CỦA HỆ THỐNG . | 68 |
| 5.1. Giới thiệu phần mềm MATLAB | 68 |
| 5.2. Kết quả mô phỏng trong phần mềm MATLAB | 69 |
| 5.3. Kết luận chương 5 | 75 |
| KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ..... | 75 |
| 1. Kết luận..... | 75 |
| 2. Kiến nghị | 76 |
| TÀI LIỆU THAM KHẢO..... | 77 |

DANH MỤC CÁC HÌNH

| | <i>Trang</i> |
|--|--------------|
| Hình 1.2. Sơ đồ tương đương của pin mặt trời..... | 4 |
| Hình 1.3. Sự phụ thuộc của đặc trưng VA của pin mặt trời vào cường độ bức xạ Mặt trời..... | 5 |
| Hình 1.4. Sự phụ thuộc của đường đặc tính của pin mặt trời và nhiệt độ của pin.... | 6 |
| Hình 1.5. Đường đặc tính tải và đặc tính của pin mặt trời | 6 |
| Hình 1.6. Ghép nối tiếp hai môđun pin mặt trời (a) và đường đặc trưng V-A của các môđun và của cả hệ (b) | 8 |
| Hình 1.7. Ghép song song hai môđun pin mặt trời (a) và đường đặc trưng VA của các môđun và của cả hệ (b) | 9 |
| Hình 1.8. Diốt nối song song với môđun để bảo vệ môđun và dàn pin mặt trời. | 11 |
| Hình 1.9. Sơ đồ khối hệ quang điện làm việc độc lập..... | 12 |
| Hình 1.10. Đặc tính phóng của ắc quy Power Sonic | 13 |
| Hình 1.11. Mạch chống hiện tượng phóng điện sâu của ắc quy | 14 |
| Hình 1.12. Bộ điều khiển MPPT trong hệ thống pin mặt trời..... | 17 |
| Hình 1.13. Sơ đồ tích hợp Boost – Flyback converter | 20 |
| Hình 1.14. Bộ biến đổi nguồn dòng CSI | 23 |
| Hình 1.15. Bộ biến đổi VSI nguồn áp | 23 |
| Hình 1.16. Bộ biến đổi DC-AC 1 pha dạng nửa cầu (trên) và hình cầu (dưới) | 24 |
| Hình 2.1. Ví dụ hệ thống PV sử dụng bộ biến đổi step-up DC/DC | 26 |
| Hình 2.2. Sơ đồ nguyên lý bộ biến đổi DC-DC giảm áp..... | 27 |
| Hình 2.3. Đồ thị dạng dòng áp. | 28 |
| Hình 2.4. Sơ đồ nguyên lý bộ biến đổi nguồn DC – DC tăng áp..... | 29 |
| Hình 2.5. Đồ thị dòng áp bộ biến đổi nguồn DC – DC tăng áp | 29 |
| Hình 2.6. Mối quan hệ giữa M và D khi xét đến yếu tố thực tế..... | 30 |
| Hình 2.7. Sơ đồ Boost converter với các yếu tố thực tế (step-up)..... | 30 |
| Hình 2.8. Hệ số biến điện áp khi xét đến yếu tố thực tế..... | 31 |

| | |
|---|----|
| Hình 2.9. Sơ đồ Boost conveter với cuộn kháng hồ cảm. | 31 |
| Hình 2.10. Sơ đồ tương đương của cuộn dây hồ cảm | 32 |
| Hình 2.11. Giảm đồ dòng áp của sơ đồ Boost conveter với cuộn hồ cảm | 34 |
| Hình 2.12. Bộ biến đổi DC-DC không cách ly với cuộn kháng hồ cảm..... | 35 |
| Hình 2.13. Bộ biến đổi DC-DC có cuộn kháng hồ cảm với phóng – nạp..... | 35 |
| Hình 3.1. Ví dụ tấm pin mặt trời được mắc trực tiếp với một tải thuần trở có thể thay đổi giá trị điện trở được. | 37 |
| Hình 3.2. Đường đặc tính làm việc của pin và của tải thuần trở có giá trị điện trở thay đổi được..... | 37 |
| Hình 3.3. Tổng trở vào R_{in} được điều chỉnh bằng D | 39 |
| Hình 3.5. Đặc tính làm việc I – V của pin khi nhiệt độ thay đổi ở cùng một mức cường độ bức xạ..... | 40 |
| Hình 3.6. Phương pháp tìm điểm làm việc công suất lớn nhất P&O. | 42 |
| Hình 3.7. Lưu đồ thuật toán Phương pháp P&O | 43 |
| Hình 3.8. Phương pháp điện dẫn gia tăng | 44 |
| Hình 3.9. Lưu đồ thuật toán của phương pháp điện dẫn gia tăng INC | 45 |
| Hình 3.10. Sơ đồ khối phương pháp điều khiển MPPT sử dụng bộ bù PI..... | 47 |
| Hình 3.11. Sơ đồ khối của phương pháp điều khiển trực tiếp MPPT. | 47 |
| Hình 3.12. Quan hệ giữa tổng trở vào của mạch Boost và hệ số làm việc D..... | 48 |
| Hình 3.13. Lưu đồ thuật toán P&O dùng trong phương pháp điều khiển đo trực tiếp tín hiệu ra..... | 49 |
| Hình 4.1. Sơ đồ mạch lực Boost conveter với cuộn kháng hồ cảm. | 55 |
| Hình 4.2. Chiều mạch vòng (I) để tính dòng qua cuộn cảm | 55 |
| Hình 4.3. Chiều mạch vòng (II) để tính dòng qua cuộn cảm | 56 |
| Hình 4.4. Đồ thị dòng áp của các phần tử trên sơ đồ Boost conveter dùng cuộn kháng hồ cảm | 57 |
| Hình 4.5. Sơ đồ thay thế các phần tử khóa bằng nguồn dòng, nguồn áp liên tục, có điều khiển..... | 57 |

| | |
|---|----|
| Hình 4.6. Cấu trúc mạch vòng điều chỉnh điện áp của sơ đồ Boost converter dùng cuộn kháng hồ cảm. | 60 |
| Hình 4.7. Bộ bù (4.38) được thực hiện bằng các phần tử tương tự..... | 61 |
| Hình 4.8. Bộ bù (4.40) được thực hiện bằng các phần tử tương tự..... | 62 |
| Hình 4.9. Sơ đồ cấu trúc điều khiển trực tiếp theo nguyên lý điện áp bộ biến đổi kiểu Boost | 62 |
| Hình 4.10. Đồ thị Bode cho hệ thống mạch vòng điện áp: | 64 |
| Hình 5.1. Mô hình mô phỏng bộ biến đổi Boost Converter dùng cuộn kháng hồ cảm với mạch vòng điện áp | 69 |
| Hình 5.2. Kết quả mô phỏng điện áp đầu ra và dòng qua điôt D trong chế độ xác lập, mạch vòng hở | 70 |
| Hình 5.3. Dạng xung dòng, điện áp trên các phần tử | 71 |
| Hình 5.4. Mô phỏng tác dụng của mạch vòng điều chỉnh điện áp | 72 |
| Hình 5.5. Đặc tính đáp ứng điện áp đầu ra phóng to..... | 73 |

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Ngày nay với tình hình dân số và nền công nghiệp phát triển không ngừng, năng lượng càng thể hiện rõ vai trò quan trọng và trở thành yếu tố không thể thiếu trong cuộc sống. Tuy nhiên trong khi nhu cầu sử dụng năng lượng đang ngày càng gia tăng thì các nguồn năng lượng truyền thống được khai thác sử dụng hàng ngày đang dần cạn kiệt và trở nên khan hiếm. Một số nguồn năng lượng đang được sử dụng như nguồn nguyên liệu hoá thạch (dầu mỏ, than đá...) đang cho thấy những tác động xấu đến môi trường, gây ô nhiễm bầu khí quyển như gây hiệu ứng nhà kính, thủng tầng ozôn, là một trong những nguyên nhân làm trái đất ấm dần lên. Các khí thải ra từ việc đốt các nguyên liệu này đã gây ra mưa axit, gây hại cho môi trường sống của con người. Còn nguồn năng lượng thủy điện (vốn cũng được coi là một loại năng lượng sạch) thì cũng không đáp ứng được nhu cầu tiêu thụ điện hiện nay trong khi tình trạng mức nước trong hồ chứa thường xuyên xuống dưới mực nước chết. Trước tình hình đó, vấn đề phải tìm được những nguồn năng lượng mới để đáp ứng nhu cầu sử dụng năng lượng đang lớn mạnh hàng ngày, thay thế những nguồn năng lượng có hại cho môi trường hoặc đang cạn kiệt đang trở nên cấp thiết, đòi hỏi nhiều sự quan tâm.

Luận văn với đề tài: “Nghiên cứu cấu trúc và hệ thống điều khiển bộ biến đổi bán dẫn công suất cho hệ pin mặt trời có thuật toán dò tìm điểm công suất lớn nhất” được xuất phát từ yêu cầu thực tế trên. như vậy sẽ tiết kiệm được nhiên liệu truyền thống và giảm tối thiểu sự ô nhiễm môi trường và phát triển ngành công nghiệp sản xuất thiết bị sử dụng năng lượng sạch tại Việt Nam.

2. Mục tiêu, đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Mục tiêu nghiên cứu của đề tài là nghiên cứu những cấu trúc tiêu biểu của bộ biến đổi dùng cho kết nối với pin mặt trời, nghiên cứu các thuật toán dò tìm điểm hoạt động cho công suất lớn nhất, lựa chọn một cấu trúc phù hợp, mô hình hóa hệ thống pin mặt trời-bộ biến đổi, khảo sát đánh giá chất lượng của hệ thống.

Với mục tiêu như vậy đối tượng và phạm vi nghiên cứu của luận văn sẽ là các bộ biến đổi dùng cho pin mặt trời, thuật toán dò tìm điểm công suất lớn nhất, mô hình hóa hệ thống để đánh giá chất lượng từ đó thiết kế hệ thống thực.