



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

---

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**  
**CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT ĐIỆN**

**NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO HỆ**  
**THỐNG PHÁT ĐIỆN PIN MẶT TRỜI TỐI ĐA HÓA**  
**LƯỢNG ĐIỆN NĂNG THU ĐƯỢC**

**TRẦN ANH TÚ**

**THÁI NGUYÊN, 2017**

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là : Trần Anh Tú

Sinh ngày 13 tháng 10 năm 1989

Học viên lớp cao học K18 – Kỹ thuật điện – Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại Trường trung cấp nghề Dân tộc nội trú Thái Nguyên.

Tôi xin cam đoan: Bản luận văn: “ *Nghiên cứu chế tạo bộ điều khiển cho hệ thống phát điện pin mặt trời tối đa hóa lượng điện năng thu được* ” do thầy giáo TS. Nguyễn Minh Ý hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả các tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc rõ ràng. Các kết quả trong luận văn là trung thực và chưa từng được công bố trong bất kỳ công trình nào khác. Nếu sai tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm.

*Thái nguyên, Ngày tháng năm 201*

Tác giả luận văn

**Trần Anh Tú**

## LỜI CẢM ƠN

Sau một thời gian nghiên cứu, được sự động viên, giúp đỡ và hướng dẫn tận tình của thầy giáo hướng dẫn TS Nguyễn Minh Ý, luận văn với đề tài ***“Nghiên cứu chế tạo bộ điều khiển cho hệ thống phát điện pin mặt trời tối đa hóa lượng điện năng thu được”*** đã hoàn thành.

Tác giả xin bày tỏ lòng cảm ơn sâu sắc đến:

Thầy giáo hướng dẫn **TS. Nguyễn Minh Ý** đã tận tình hướng dẫn và cung cấp cho tác những tài liệu để hoàn thành luận văn này, cũng như việc truyền thụ những kinh nghiệm quý báu trong suốt thời gian làm luận văn.

Phòng quản lý đào tạo sau đại học, các thầy giáo, cô giáo Khoa Điện trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp Thái Nguyên đã giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập cũng như trong quá trình nghiên cứu đề tài.

Toàn thể các đồng nghiệp, bạn bè, gia đình và người thân đã quan tâm, động viên, giúp đỡ tác giả trong suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn.

Tác giả luận văn

**Trần Anh Tú**

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN .....	2
LỜI CẢM ƠN .....	4
Danh mục các ký hiệu và viết tắt .....	8
Danh mục các bảng .....	8
Danh mục các hình vẽ, đồ thị.....	8
MỞ ĐẦU.....	12
1. Đặt vấn đề .....	12
2. Mục tiêu nghiên cứu .....	14
3. Nội dung nghiên cứu.....	14
4. Kết quả đạt được .....	14
5. Phương pháp nghiên cứu .....	14
6. Các công cụ, thiết bị cần thiết cho nghiên cứu .....	15
7. Bố cục của luận văn .....	15
CHƯƠNG 1: KHÁI QUÁT VỀ NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO VÀ HỆ THỐNG PHÁT ĐIỆN PIN MẶT TRỜI.....	16
1.1. Năng lượng tái tạo .....	16
1.1.1. Khái niệm về năng lượng tái tạo .....	16
1.1.2. Phân loại năng lượng tái tạo.....	16
1.1.2.1. Nguồn gốc từ bức xạ Mặt trời.....	16
1.1.2.2. Nguồn gốc nhiệt năng của Trái Đất .....	17
1.1.2.3. Nguồn gốc từ động năng hệ Trái Đất - Mặt Trăng .....	17
1.1.3. Vấn đề khai thác năng lượng tái tạo ở Việt Nam.....	17
1.1.3.1. Thủy điện .....	17
1.1.3.2. Điện gió.....	18
1.1.3.3. Năng lượng sinh khối.....	18
1.1.3.4. Năng lượng mặt trời.....	19
1.1.3.5. Năng lượng địa nhiệt.....	19
1.2. Định hướng nghiên cứu đề tài .....	20
1.3. Hệ thống phát điện pin mặt trời.....	21
1.3.1. Sơ đồ khối hệ thống.....	21
1.3.2. Ý nghĩa của các khối trong sơ đồ .....	21
1.4. Kết luận chương 1.....	22

CHƯƠNG 2: THUẬT TOÁN TÌM ĐIỂM CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI.....	23
2.1. Giới thiệu chung: .....	23
2.1.1. MPPT là gì?.....	23
2.1.2. Các đặc tính chính của điều khiển MPPT. ....	23
2.2. Mô hình toán học và đặc tính làm việc của pin mặt trời .....	24
2.3. Các phương pháp tìm điểm công suất cực đại.....	26
2.3.1. Phương pháp tạo dao động vào quan sát P&O.....	26
2.3.2. Phương pháp điện dẫn gia tăng INC .....	28
2.3.3. Phương pháp điện áp không đổi CV .....	30
2.3.4. Phương pháp ngắn mạch SC .....	30
2.3.5. Phương pháp điện áp hở mạch OV .....	30
2.3.6. Phương pháp nhiệt độ TM.....	31
2.3.7. Phương pháp độ dốc tối ưu .....	31
2.3.8. Phương pháp trí tuệ nhân tạo.....	33
2.3.9. Tìm MPP cho nguồn PV ở chế độ vận hành bị che khuất một phần. ....	35
2.4. Bộ biến đổi năng lượng Buck converter.....	37
2.4.1. Nguyên lý làm việc: .....	37
2.4.2. Bộ lọc L – C .....	41
2.4.3. Điều khiển PWM.....	42
2.4.3.1. Khái niệm và nguyên lý .....	42
2.4.3.2. Các cách tạo ra được PWM để điều khiển:.....	44
2.4.3.3. Ứng dụng .....	45
2.5. Thuật toán .....	45
2.6. Kết quả.....	49
2.7. Kết luận chương 2.....	49
CHƯƠNG 3: BỘ ĐIỀU KHIỂN XOAY THEO VỊ TRÍ MẶT TRỜI .....	50
3.1. Vị trí của mặt trời so với trái đất: .....	50
3.1.1. Góc thiên độ $\delta$ . ....	50
3.1.2. Góc cao độ $\beta$ và góc phương vị $\Phi_s$ .....	51
3.1.3. Giờ mặt trời mọc và giờ mặt trời lặn.....	52
3.1.4. Chùm tia bức xạ. ....	52
3.2. Những bộ điều khiển dàn pin mặt trời cố định, xoay một trục và hai trục....	54

3.2.1. Dàn pin mặt trời cố định.....	55
3.2.2. Dàn pin mặt trời xoay 1 trục .....	57
3.2.3. Dàn pin mặt trời xoay 2 trục .....	60
3.2.4. So sánh năng lượng thu được giữa dàn pin mặt cố định, một trục và hai trục.....	63
3.3. Cấu tạo dàn pin mặt trời xoay hai trục .....	64
3.3.1. Cảm biến quang trở (LDR):.....	65
3.3.2. Động cơ bước (Stepper motor).....	66
3.3.3. Module TB6560.....	67
3.4. Mô hình thực tế dàn pin mặt trời xoay hai trục .....	68
3.5. Thuật toán .....	71
3.6. Kết quả chạy thực nghiệm mô hình.....	72
3.7. Kết luận chương 3.....	79
CHƯƠNG 4: KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ.....	80
4.1. Kết luận.....	80
4.2. Kiến nghị .....	80
TÀI LIỆU THAM KHẢO.....	82
PHỤ LỤC.....	84

### Danh mục các ký hiệu và viết tắt

NLMT	Năng lượng mặt trời
NLTT	Năng lượng tái tạo
MPPT - Maximum power point tracking	Thuật toán tìm điểm công suất cực đại
MPP - Maximum power point	Điểm công suất cực đại
PV - Photovaltaic	Pin Mặt trời
DC - DC	Bộ biến đổi một chiều sang một chiều
DC - AC	Bộ biến đổi một chiều sang xoay chiều

### Danh mục các bảng

Bảng	Tên bảng	Trang
1.1	Công suất năng lượng tái tạo khai thác ở Việt Nam	18
1.2	Số liệu về bức xạ năng lượng Mặt trời của các vùng ở Việt Nam	18
3.1	Các thiết bị cần thiết để thiết kế dàn pin mặt trời xoay hai trục	66

### Danh mục các hình vẽ, đồ thị

Hình	Tên hình	Trang
1.1	Sơ đồ khối của hệ thống phát điện sử dụng năng lượng mặt trời.	19
2.1	Mạch tương đương của modul PV	23
2.2	Quan hệ I(U) và P(U) của PV	24
2.3	Thuật toán tìm MPP theo phương pháp P&O	25
2.4	Trường hợp không hội tụ của phương pháp P&O	26
2.5	Phương pháp INC	27
2.6	Phương pháp ANN	31
2.7	Hệ thống suy diễn mờ	32
2.8	Thuật toán theo dõi MPP ở chế độ làm việc không lý tưởng	35
2.9	Nguyên lý làm việc của bộ buck converter	35
2.10	Chế độ làm việc của bộ buck converter	36
2.11	Sự biến thiên điện áp và dòng theo thời gian trong hoạt động bộ biến đổi buck lý tưởng trong chế độ liên tục	36



2.12	Sự biến thiên điện áp và dòng theo thời gian trong hoạt động bộ biến đổi buck lý tưởng trong chế độ không liên tục	38
2.13	Mạch lọc tần số thấp	39
2.14	Mạch lọc tần số cao	40
2.15	Đồ thị dạng xung điều chế PWM	40
2.16	Mạch nguyên lý điều khiển tải bằng PWM	41
2.17	Sơ đồ xung của van điều khiển và đầu ra	41
2.18	Tạo xung vuông bằng phương pháp so sánh	42
2.19	Sơ đồ nguyên lý của mạch điều khiển động cơ DC	43
2.20	Đường đặc tính P-V và thuật toán P&O	44
2.21	Lưu đồ thuật toán P&O điều khiển thông qua điện áp tham chiếu $V_{ref}$	45
2.22	Mạch điều khiển tìm điểm công suất cực đại	47
3.1	Quỹ đạo quay của Trái Đất quanh Mặt Trời	48
3.2	Góc giữa mặt trời và đường xích đạo	49
3.3	Góc cao độ $\beta$ và góc phương vị $\Phi_s$	50
3.4	Tia bức xạ trực tiếp, bức xạ tán xạ và bức xạ phản xạ	50
3.5	Cường độ bức xạ ngoài khí quyển ngày quang đăng	51
3.6	Chùm tia bức xạ trực tiếp, bức xạ tán xạ, bức xạ phản xạ	52
3.7	Dàn pin mặt trời cố định	53
3.8	Đồ thị mô tả mức năng lượng thu được của tia bức xạ trực tiếp trong một ngày	53
3.9	Đồ thị mô tả mức năng lượng thu được của tia bức xạ tán xạ trong một ngày	54
3.10	Đồ thị mô tả mức năng lượng thu được của tia bức xạ phản xạ trong một ngày	55
3.11	Dàn pin mặt trời một trục xoay theo hướng Đông – Tây và một trục hướng về phía Nam và nghiêng một góc bằng vĩ độ	55
3.12	(a) dàn pin mặt trời xoay một góc 150/ 1h. (b) Dàn pin nhìn từ Bắc Cực xuống.	56

3.13	Năng lượng thu được của bức xạ trực tiếp	56
3.14	Năng lượng thu được của bức xạ tán xạ	57
3.15	Năng lượng thu được của bức xạ phản xạ	58
3.16	Dàn pin mặt trời xoay hai trục theo hướng Bắc - Nam và Đông - Tây	59
3.17	Năng lượng thu được của bức xạ trực tiếp	59
3.18	Năng lượng thu được của bức xạ tán xạ	60
3.19	Năng lượng thu được của bức xạ phản xạ	60
3.20	Tổng năng lượng dàn pin mặt trời nhận được trong 1 ngày/m <sup>2</sup>	61
3.21	Tổng năng lượng dàn pin mặt trời nhận được trên 1m <sup>2</sup> /1 năm	62
3.22	Sơ đồ khối dàn pin mặt trời xoay hai trục	62
3.23	Các cảm biến quang trở được lắp trên dàn pin mặt trời	63
3.24	Cảm biến quang trở	63
3.25	Điện trở của LDR ở điều kiện ánh sáng khác nhau	64
3.26	Mô đun TB6560	65
3.27	Vị trí các cảm biến được bố trí trên dàn pin mặt trời	67
3.28	Kết nối LDR với Arduino	67
3.29	Kết nối Arduino với TB6560 và động cơ bước	68
3.30	Mô hình dàn pin mặt trời xoay hai trục (1): động cơ bước; (2): Cơ cấu cơ khí	68
3.31	Mô hình dàn pin mặt trời xoay hai trục. (3): Cảm biến quang trở; (4): Tấm pin mặt trời; (5) Modul TB6560; (6)Ắc qui; (7) Mạch tìm điểm công suất cực đại.	69
3.32	Lưu đồ thuật toán điều khiển xoay hai trục theo hướng mặt trời	69
3.33	Đồ thị công suất của tấm pin mặt trời	70
3.34	Đồ thị dòng điện của tấm pin mặt trời	71
3.35	Đồ thị điện áp của tấm pin mặt trời	72
3.36	Đồ thị độ rộng xung	72
3.37	Đồ thị công suất của tấm pin mặt trời	73
3.38	Đồ thị dòng điện của tấm pin mặt trời	73