

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ TP. HCM



TẠ MINH CƯỜNG

**TỐI ƯU CÔNG SUẤT TRONG HỆ THỐNG
PIN MẶT TRỜI**

LUẬN VĂN THẠC SĨ

Chuyên ngành: Thiết bị mạng và nhà máy điện

Mã số ngành: 60 52 50

TP. HỒ CHÍ MINH, tháng 07 năm 2012

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ TP. HCM



TẠ MINH CƯỜNG

TỐI ƯU CÔNG SUẤT TRONG HỆ THỐNG
PIN MẶT TRỜI

LUẬN VĂN THẠC SĨ

Chuyên ngành: Thiết bị mạng và nhà máy điện

Mã số ngành: 60 52 50

HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. NGUYỄN THANH PHƯƠNG

**CÔNG TRÌNH ĐƯỢC HOÀN THÀNH TẠI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ TP. HCM**

Cán bộ hướng dẫn khoa học : TS. Nguyễn Thanh Phương

Luận văn Thạc sĩ được bảo vệ tại Trường Đại học Kỹ thuật Công nghệ
TP. HCM ngày 14 tháng 07 năm 2012

Thành phần Hội đồng đánh giá Luận văn Thạc sĩ gồm:

1. TS. Huỳnh Châu Duy	Chủ tịch
2. PGS.TS. Đinh Thành Việt	Phản biện 1
3. TS. Ngô Cao Cường	Phản biện 2
4. TS. Trần Vinh Tịnh	Ủy viên
5. PGS. TS. Quyền Huy Ánh	Ủy viên, thư ký

Xác nhận của Chủ tịch Hội đồng đánh giá Luận văn và Khoa quản lý chuyên
ngành sau khi Luận văn đã được sửa chữa (nếu có).

Chủ tịch Hội đồng đánh giá LV

Khoa quản lý chuyên ngành

TP. HCM, ngày 15 tháng 09 năm 2011

NHIỆM VỤ LUẬN VĂN THẠC SĨ

Họ tên học viên: **Tạ Minh Cường**

Giới tính: Nam

Ngày, tháng, năm sinh: 01 - 07 - 1965

Nơi sinh: Tân Hiệp – Kiên Giang

Chuyên ngành: Thiết bị mạng và nhà máy điện

MSHV: 1081031003

I- TÊN ĐỀ TÀI:

TỐI ƯU CÔNG SUẤT TRONG HỆ THỐNG PIN MẶT TRỜI

II- NHIỆM VỤ VÀ NỘI DUNG:

- Nghiên cứu giải thuật track điểm công suất cực đại cho hệ pin mặt trời.
- Đề xuất giải thuật dò tìm công suất cực đại cho hệ pin mặt trời.

III- NGÀY GIAO NHIỆM VỤ:

15 - 09 - 2011

IV- NGÀY HOÀN THÀNH NHIỆM VỤ:

15 - 06 - 2012

V- CÁN BỘ HƯỚNG DẪN:

TS. Nguyễn Thanh Phương

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

(Họ tên và chữ ký)

KHOA QUẢN LÝ CHUYÊN NGÀNH

(Họ tên và chữ ký)

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các số liệu, kết quả nêu trong Luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tôi xin cam đoan rằng mọi sự giúp đỡ cho việc thực hiện Luận văn này đã được cảm ơn và các thông tin trích dẫn trong Luận văn đã được chỉ rõ nguồn gốc.

Học viên thực hiện Luận văn

Tạ Minh Cường

LỜI CẢM ƠN

Trong thời gian học tập và nghiên cứu hoàn thành luận văn tốt nghiệp, em đã nhận được rất nhiều sự động viên và giúp đỡ.

Trước hết, em xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc tới thầy Tiến sĩ Nguyễn Thanh Phương, Người đã tận tình hướng dẫn, truyền thụ những kinh nghiệm chuyên môn với tất cả niềm đam mê nghiên cứu khoa học trong suốt thời gian em thực hiện luận văn này.

Xin chân thành cảm ơn Quý Thầy, Cô Trường Đại Học Kỹ Thuật Công Nghệ TP. Hồ Chí Minh đã trang bị cho em một khối lượng kiến thức rất bổ ích và quý báu trong quá trình học tập và nghiên cứu. Những kiến thức thức đó đã tạo nền tảng vững chắc giúp em hoàn thành tốt luận văn và xa hơn nữa là sử dụng những kiến thức đó để phục vụ nghề nghiệp của em sau khi tốt nghiệp.

Em xin chân thành cảm ơn gia đình và những người thân yêu đã luôn động viên giúp đỡ, là chỗ dựa tinh thần vững chắc để em có thể vượt qua những khó khăn trong thời gian học và nghiên cứu làm luận văn.

Sau cùng tôi luôn cảm ơn đến những người bạn đã giúp đỡ và chia sẻ kinh nghiệm học tập và nghiên cứu trong suốt quá trình thực hiện luận văn.

Xin kính chúc sức khỏe và chân thành cảm ơn!

TP.HCM, ngày 15 tháng 06 năm 2012

Học viên thực hiện

Tạ Minh Cường

TÓM TẮT

Bài luận văn nghiên cứu một phương pháp điều khiển tốt để tối ưu công suất hệ thống quang điện, dưới điều kiện nhiệt độ và cường độ sáng thay đổi. Phương pháp này sử dụng một bộ điều khiển logic mờ ứng dụng cho một thiết bị chuyển đổi DC-DC. Trình tự các bước thiết kế của bộ điều khiển mờ được trình bày cùng với các mô phỏng của nó. Kết quả mô phỏng thu được của bộ điều khiển mờ được so sánh với bộ điều khiển quan sát nhiễu loạn (P&O). Kết quả cho thấy bộ điều khiển mờ làm việc với hiệu suất cao, chắc chắn và thiết kế đơn giản.

ABSTRACT

This master thesis research a fine control method for the maximum power point tracking (MPPT) of a photovoltaic system under variable temperature and insolation conditions. This method uses a fuzzy logic controller (FLC) applied to a DC-DC converter device. The different steps of the design of this controller are presented together with its simulation. Results of this simulation are compared to those obtained by the perturbation and observation controller. They The results show that fuzzy controllers work with high performance, compact and simple design.

MỤC LỤC

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT.....	i
DANH MỤC CÁC BẢNG.....	ii
DANH MỤC CÁC BIỂU ĐỒ , ĐỒ THỊ, SƠ ĐỒ, HÌNH ẢNH	iii

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của Đề tài:	1
2. Mục đích của đề tài:	1
3. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu:	2
4. Kết quả dự kiến đạt được:	2

Chương 1

PHẦN TỔNG QUAN

1.1.Đặt vấn đề: [4],[5].....	3
1.2.Các thuật toán MPPT:[14]	5
1.2.1. Phương pháp P&O :[14]	5
1.2.2. Phương pháp INCond : [14].....	6

Chương 2

CƠ SỞ LÝ THUYẾT LIÊN QUAN

2.1.Tình hình năng lượng mặt trời:	9
2.1.1 Tình hình chung:	9
2.1.2. Ứng dụng năng lượng mặt trời ở Việt nam: [5].....	9
2.2.Năng lượng mặt trời :.....	11
2.2.1. Phổ Cửa Mặt Trời :	11
2.2.2. Định nghĩa tỷ số AM :	13
2.2.3. Hiệu suất của vật liệu quang điện:	15
2.3.Pin quang điện PV:	16
2.3.1. Sơ đồ mạch đơn giản của pin PV:.....	16
2.3.2. Sơ đồ mạch PV khi có tính đến các tổn hao:	17
2.3.3. Array PV và các ảnh hưởng tác động:	19

Chương 3

CÁC BỘ CHUYỂN ĐỔI DC - DC

3.1. Bộ tạo xung DC (DC choppers):.....	24
3.2. Bộ chuyển đổi Buck:.....	25
3.3. Bộ chuyển đổi Boost:.....	29
3.4. Bộ chuyển đổi Buck – Boost:	30

Chương 4

PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN MỜ

4.1. Lý thuyết mờ: [8]	33
4.1.1. Khái niệm cơ bản về điều khiển mờ:	33
4.1.2. Định nghĩa tập mờ: [8].....	34
4.1.3. Các thuật ngữ trong logic mờ :	34
4.1.4. Biến ngôn ngữ:.....	36
4.1.5. Các phép toán trên tập mờ:	37
4.1.6. Luật hợp thành :	38
4.1.7. Giải mờ:	49
4.1.8. Mô hình mờ Tagaki-Sugeno :	51
4.1.9. Ví dụ:	52
4.2. Điều khiển mờ trực tiếp:	54
4.2.1. Cấu trúc bộ điều khiển mờ trực tiếp:	54
4.2.2. Thiết kế bộ điều khiển mờ trực tiếp dựa vào kinh nghiệm chuyên gia.....	55
4.3. Điều khiển PID mờ :	56
4.3.1. Điều khiển PID mờ dùng hệ qui tắc Mamdani:	56
4.3.2. Điều khiển PID mờ dùng hệ qui tắc Sugeno :	60
4.3.3. Điều khiển hệ MIMO :	61

Chương 5

ĐIỀU KHIỂN CHỌN ĐIỂM CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI

5.1. Giới thiệu về đặc tính tải :	62
5.1.1. Tải điện trở:.....	62
5.1.2. Tải động cơ DC:.....	64
5.1.3. Tải sạc pin:.....	66
5.2. Điều khiển chọn điểm công suất cực đại (MPPT):	67
5.2.1. Mục đích của MPPT:	67

5.2.2. Các phương pháp điều khiển MPPT:	68
---	----

Chương 6

SỬ DỤNG LOGIC MỜ ĐIỀU KHIỂN TỐI ƯU CÔNG SUẤT

6.1. Thuật toán logic mờ:	74
6.1.1. Phương pháp điều khiển:	74
6.1.2. Giải thuật:	75
6.1.3. Biến mờ:	76
6.1.4. Qui tắc điều khiển mờ:	79
6.1.5. Giải mờ:	82
6.2. Mô hình hóa và kết quả mô phỏng các thành phần của hệ thống:	83
6.2.1. Pin quang điện:	83
6.2.2. Bộ chuyển đổi DC – DC:	86
6.2.3. Mô hình hóa bộ điều khiển MPPT:	90

Chương 7

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

7.1. Kết luận :	102
7.2. Hạn chế:	102
7.3. Kiến nghị và hướng phát triển đề tài :	103

TÀI LIỆU THAM KHẢO	104
---------------------------------	------------

PHỤ LỤC	106
----------------------	------------

1. File.M xây dựng trên Matlab mô phỏng đặc tính PV.	106
2. File.M xây dựng trên Matlab mô phỏng đặc tính PV khi cường độ chiếu sáng thay đổi, nhiệt độ không đổi:	107

LÝ LỊCH KHOA HỌC	125
-------------------------------	------------

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

- PV (Photovoltaic): Pin quang điện, biến quang năng thành điện năng.
- MPP(Maximum power point): Điểm làm việc mà tại đó công suất thu được cực đại.
- MPPT(Maximum power point tracking): Điều khiển chọn vị trí thu được công suất cực đại.
- Hệ MPPT: Ứng dụng điều khiển cho pin quang điện photovoltaic (PV).
- P&O(Perturb & Observe): Thuật toán quan sát và nhiễu loạn (biến đổi để đạt đến điểm cực đại), còn gọi là phương pháp “Hill climbing: Leo đồi”.
- IncCond (Incremental Conductance): Thuật toán độ dẫn.
- FLC (fuzzy logic controller): Thuật toán điều khiển logic mờ.
- DC(Direct current): Điện một chiều
- PID(Proportional Intergral Derivative) : Đạo hàm và tích phân với số liệu là một dãy giá trị
- PD(Proportional Integral Derivative): Điều khiển tỉ lệ vi phân.
- PI (Proportional Integral Derivative): Điều khiển tỉ lệ tích phân.
- PID (Proportional Integral Derivative): Điều khiển tỉ lệ tích phân vi phân.
- PWM(Pulse-width modulation): Điều chế độ rộng xung
- IR(Infrared): Tia hồng ngoại
- UV(UltraViolet): Tia cực tím
- AM (Air Mass ratio): Tỷ số khối khí Phổ bức xạ
- FF (Fill Factor): Là hệ số lấp đầy

DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 2 - 1 Tiềm năng năng lượng mặt trời khu vực phía Nam [4]	10
Bảng 2 - 2 Lượng tổng bức xạ mặt trời trung bình ngày của các tháng trong năm ở một số địa phương Việt Nam [4]	10
Bảng 4 - 1 Xác định hàm thuộc $\mu_B'(y)$ theo quy tắc hợp thành MIN [8]	45
Bảng 4 - 2 Xác định hàm thuộc theo luật giao [8]	47
Bảng 5 - 1 Tóm tắt giải thuật PO [10].....	69
Bảng 6 - 1 Bảng chọn tỷ số D của FLC [17].....	80

DANH MỤC CÁC BIỂU ĐỒ , ĐỒ THỊ, SƠ ĐỒ, HÌNH ẢNH

Hình 1- 1 Đặc tính pin PV.....	4
Hình 1- 2 Sơ đồ khối của bộ điều khiển MPPT	5
Hình 1- 3 Lưu đồ giải thuật P&O [14].....	6
Hình 1- 4 Lưu đồ giải thuật cho phương pháp IncCond [14]	7
Hình 2- 1 Phổ của vật thể đen	12
Hình 2- 2 Phổ của mặt trời ngoài khí quyển [6]	13
Hình 2- 3 Tỷ số AM [6]	13
Hình 2- 4 Phổ của mặt trời theo AM khác nhau [6].....	14
Hình 2- 5 Phổ năng lượng mặt trời có ích và hao phí[6]	15
Hình 2- 6 Nguyên lý hoạt động pin quang điện [6]	16
Hình 2- 7 Sơ đồ mạch đơn giản của pin PV[6].....	16
Hình 2- 8 Dòng điện ngắn mạch và điện áp hở mạch của pin quang điện [6].....	17
Hình 2- 9 Mô hình pin PV thực tế [6].....	17
Hình 2- 10 P-V ảnh hưởng bởi R_s [6] Hình 2- 11 P-V ảnh hưởng bởi cả R_s và R_p [6]	18
Hình 2- 12 Module PV [6]	18
Hình 2- 13 Đường đặc tính của Module PV [6].....	19
Hình 2- 14 Nối nối tiếp nhiều module PV để tăng điện áp [6]	19
Hình 2- 15 Nối song song nhiều module PV để tăng dòng điện [6]	20
Hình 2- 16 Kết nối hỗn hợp để tăng áp và dòng [6]	20
Hình 2- 17 Đặc tính PV phụ thuộc cường độ sáng và nhiệt độ [6].....	20
Hình 2- 18 Hiện tượng một pin PV bị bóng râm [6].....	21
Hình 2- 19 Đặc tính PV khi một pin bị bóng râm[6]	21
Hình 2- 20 Đặc tính PV khi nhiều pin bị bóng râm [6]	22
Hình 2- 21 Bảo vệ pin PV khi bị bóng râm [6].....	22
Hình 2- 22 Đặc tính PV khi không có và có diode bypass bảo vệ [6]	22

Hình 2- 23 Một Array PV dùng sạc cho bộ ắc qui 65 V, khi không có và có Diode bypass bảo vệ [6].....	23
Hình 3- 1 Bộ tạo xung DC [7].....	24
Hình 3- 2 Bộ tạo xung DC giảm áp [7].....	25
Hình 3- 3 Bộ tạo xung DC tăng áp [7].....	25
Hình 3- 4 Bộ chuyển đổi Buck [7].....	26
Hình 3- 5 Bộ chuyển đổi Boost [7].....	29
Hình 3- 6 Bộ chuyển đổi Buck-Boost [7].....	31
Hình 4- 1 Biểu đồ hàm liên thuộc [8].....	34
Hình 4- 2 Biểu đồ các dạng hàm liên thuộc [8].....	35
Hình 4- 3 Biểu diễn hàm thuộc [8].....	36
Hình 4- 4 Biểu diễn hàm thuộc theo quy tắc hợp thành min [8].....	41
Hình 4- 5 Biểu diễn hàm thuộc theo quy tắc hợp thành PROD [8].....	42
Hình 4- 6 Luật hợp thành Max-Min [8].....	44
Hình 4- 7 Luật hợp thành Max-Prod [8].....	46
Hình 4- 8 Luật hợp thành trên cấu trúc Miso [8].....	47
Hình 4 - 9 Luật hợp thành Max-Min có hai mệnh đề [8].....	48
Hình 4 -10 Hàm thuộc theo mệnh đề 1[8].....	48
Hình 4 -11 Hàm thuộc theo mệnh đề 2 [8].....	48
Hình 4- 12 Phép hợp hai mệnh đề theo qui tắc Max-Min [8].....	49
Hình 4- 13 Biểu đồ hàm liên thuộc [8].....	49
Hình 4- 14 Sơ đồ hàm liên thuộc hình thang [8].....	50
Hình 4- 15 Hàm liên thuộc 2 biến [8].....	52
Hình 4- 16 Sơ đồ khối bộ điều khiển mờ [8].....	52
Hình 4- 17 Sơ đồ chức năng bộ điều khiển mờ [8].....	53
Hình 4- 18 Sơ đồ nguyên lý bộ điều khiển mờ [8].....	53
Hình 4- 19 Bộ điều khiển mờ cơ bản [8].....	54

Hình 4- 20 Bộ điều khiển PD mờ dùng hệ quy tắc Mamdani [8]	57
Hình 4- 21 Bộ điều khiển PI mờ dùng hệ quy tắc Mamdani [8].....	58
Hình 4- 22 Bộ điều khiển PID mờ dùng hệ quy tắc Mamdani [8].....	59
Hình 4- 23 Bộ điều khiển PID mờ gồm điều khiển PD mờ và PI mờ ghép song song	59
Hình 4- 24 Bộ điều khiển PID mờ dùng hệ quy tắc Sugeno [8]	61
Hình 5- 1 Điểm hoạt động của một tải [6]	62
Hình 5- 2 Thay đổi tải R điểm hoạt động thay đổi trên đồ thị I-V của PV [6]	63
Hình 5- 3 Xác định điểm công suất cực đại [6]	63
Hình 5- 4 Đồ thị tải R không đổi và cường độ bức xạ thay đổi [6]	64
Hình 5- 5 Mạch điện hệ thống PV- động cơ DC nam châm vĩnh cửu [6]	64
Hình 5- 6 Đặc tính của động cơ DC [6]	65
Hình 5- 7 Đặc tính của động cơ DC vẽ trên đặc tính của PV khi cường độ sáng thay đổi [6]	65
Hình 5- 8 Bộ tăng dòng giúp động cơ khởi động và làm việc khi cường độ sáng thấp [6]	66
Hình 5- 9 Đặc tính sạc pin lý tưởng [6]	66
Hình 5- 10 Đặc tính sạc pin lý tưởng [6]	67
Hình 5- 11 Sơ đồ khối hệ thống MPPT [6]	67
Hình 5- 12 Xác định điểm MPP bằng phương pháp leo đồi [10]	68
Hình 5- 13 Quan hệ giữa công suất và điện áp ngõ ra [10]	69
Hình 5- 14 Lưu đồ giải thuật thuật toán PO [10]	70
Hình 5- 15 Phương pháp PO hoạt động không hiệu quả khi cường độ chiếu sáng liên tục thay đổi [10]	71
Hình 5- 16 Đặc tính PV	72
Hình 5- 17 Lưu đồ giải thuật cho phương pháp IncCond	73
Hình 6- 1 Sơ đồ khối của bộ MPPT . [15]	74

Hình 6- 2 Sơ đồ khối của bộ FLC . [17]	75
Hình 6- 3 Lưu đồ giải thuật thuật toán FLC . [17].....	75
Hình 6- 4 Mô tả các giá trị ngôn ngữ của sai số ngõ vào E, thay đổi của sai số CE và ngõ ra tỷ số độ rộng xung D bằng các tập mờ . [14]	76
Hình 6- 5 Hoạt động của luật điều khiển mờ	81
Hình 6- 6 Sơ đồ hệ thống FLC	82
Hình 6- 7 Mạch điện tương của PV [15].....	83
Hình 6- 8 Đặc tính của PV	84
Hình 6- 9 Đặc tính của PV khi cường độ bức xạ thay đổi	85
Hình 6- 10 Bộ chuyển đổi Buck trong simulik[19]	86
Hình 6- 11 Điện áp vào và tỷ số D bộ chuyển đổi Buck.....	86
Hình 6- 12 Điện áp và dòng điện ngõ ra bộ chuyển đổi Buck.....	87
Hình 6- 13 Bộ chuyển đổi Boost trong simulik[19].....	87
Hình 6- 14 Kết quả mô phỏng bộ chuyển đổi Boost.....	88
Hình 6- 15 Bộ chuyển đổi Buck Boost trong simulik [19]	88
Hình 6- 16 Kết quả mô phỏng bộ chuyển đổi Buck Boost	89
Hình 6- 17 Mô hình bộ MPPT dùng phương pháp P&O trong simulink	90
Hình 6- 18 Cường độ bức xạ của năng lượng mặt trời	90
Hình 6- 19 Dòng điện, điện áp và công suất của PV	91
Hình 6- 20 Đáp ứng điện áp, dòng điện và công suất theo phương pháp PO.....	92
Hình 6- 21 Mô hình bộ MPPT dùng phương pháp FLC trong simulink	93
Hình 6- 22 Dòng điện, điện áp và công suất của PV	95
Hình 6- 23 Đáp ứng điện áp, dòng điện và công suất theo phương pháp FLC	96
Hình 6-24 Mô hình bộ MPPT dùng phương pháp P&O và FLC trong simulink ...	96
Hình 6- 25 Cường độ bức xạ của năng lượng mặt trời	96
Hình 6- 26 Dòng điện, điện áp và công suất của PV	97
Hình 6- 27 Đáp ứng dòng điện.....	98
Hình 6- 28 Đáp ứng điện áp.....	99
Hình 6-29 Đáp ứng công suất	100

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của Đề tài:

Từ khi phát hiện ra lửa thì nhu cầu về năng lượng của con người ngày càng tăng, con người cần năng lượng để phục vụ cho những nhu cầu trong cuộc sống của mình, từ những nhu cầu đơn giản như sưởi ấm cho đến việc cung cấp cho các cỗ máy hoạt động. Trong khi đó các nguồn nhiên liệu dự trữ như than đá, dầu mỏ... đều có hạn, khiến cho nhân loại đứng trước nguy cơ thiếu hụt năng lượng. Ngoài ra các dạng năng lượng này thường ở dạng hóa thạch và khi sử dụng luôn gây ra ô nhiễm môi trường xung quanh và làm tăng hiệu ứng nhà kính.

Việc tìm kiếm và khai thác các nguồn năng lượng mới thân thiện với môi trường như năng lượng: địa nhiệt, thủy triều, gió và mặt trời là hướng quan trọng trong kế hoạch phát triển năng lượng.

Việc nghiên cứu và sử dụng năng lượng mặt trời là một trong những hướng phát triển được nhiều sự chú ý vì những tính chất ưu việt của nó như: luôn có sẵn, siêu sạch và gần như vô tận. Do vậy năng lượng mặt trời ngày càng được nhiều nước trên thế giới sử dụng. Con người đã biết khai thác và sử dụng nguồn năng lượng này từ rất lâu, tuy nhiên việc sử dụng nó một cách có hiệu quả và phục vụ cho nhiều mục đích khác nhau vẫn là vấn đề mà chúng ta quan tâm.

Những thách thức chính liên quan đến sử dụng năng lượng mặt trời, đặc biệt là quang điện, liên quan đến chi phí lắp đặt cao và chuyển đổi năng lượng hiệu quả thấp. Điều khiển chọn điểm công suất lớn nhất là một phương pháp tiếp cận được sử dụng để tối ưu hóa công suất trong hệ thống pin mặt trời, do đó năng lượng phát ra từ mặt trời có thể được trích xuất tối đa.

2. Mục đích của đề tài:

- Điều khiển chọn điểm công suất lớn nhất hệ thống cho hệ thống quang điện, để tối ưu hóa công suất có thể được chuyển từ hệ thống quang điện cho một hệ thống điện. Sử dụng điều khiển logic mờ (FLC) chọn điểm công suất lớn nhất hệ thống pin mặt trời cấp cho tải DC là một phương pháp thông minh.

3. Cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu:

- Nghiên cứu các đặc tuyến làm việc của các tấm pin quang điện
- Nghiên cứu các bài báo về ứng dụng các phương pháp điều khiển chọn điểm công suất lớn nhất hệ thống pin mặt trời cấp cho tải DC.
- Nghiên cứu mô phỏng pin quang điện và MPPT
- Sử dụng logic mờ điều khiển chọn điểm công suất lớn nhất hệ thống pin mặt trời cấp cho tải DC

4. Kết quả dự kiến đạt được:

- Kết hợp bài toán điều khiển mờ và bài toán tối ưu công suất trong hệ thống pin mặt trời.

Chương 1

PHẦN TỔNG QUAN

1.1.Đặt vấn đề: [4],[5]

Như chúng ta đã biết mốc lịch sử rất quan trọng trong lịch sử phát triển của loài người là việc phát minh ra lửa và dùng các loại nhiên liệu tự nhiên như củi rừng để duy trì ngọn lửa, nhờ đó đã phát triển thành một nền văn minh của nhân loại và thoát khỏi cuộc sống của động vật. Sau nhiều nghìn năm mãi đến thế kỷ thứ nhất trước công nguyên con người mới biết dùng sức nước để làm quay guồng nước, và đến đầu thế kỷ thứ XII mới biết sử dụng sức gió để làm quay cối xay gió. Khoảng nửa cuối thế kỷ thứ XVIII con người mới phát hiện được nguồn nhiên liệu hóa thạch như: than đá, dầu và khí đốt tự nhiên. Đến giữa thế kỷ XX nhà máy điện nguyên tử đầu tiên của thế giới ra đời, nhờ đó đã thỏa mãn được nhu cầu năng lượng của con người và đưa nền văn minh của nhân loại tiến một bước dài như ngày nay.

Tuy nhiên, các nguồn năng lượng hóa thạch là có hạn, con người khai thác đến một lúc nào đó sẽ hết, hơn nữa khi khai thác và sử dụng các nguồn nhiên liệu hóa thạch, thủy điện và điện nguyên tử... đã để lại cho loài người những hậu quả về tác động môi trường là vô cùng lớn lao. Một trong những hậu quả đó là khi sử dụng các nguồn nhiên liệu này đã thải ra môi trường các loại khí độc làm ô nhiễm bầu khí quyển bao quanh Trái Đất, mà hậu quả tai hại của hiện tượng này đã làm thay đổi khí hậu, tác động xấu đối với cuộc sống hiện nay và tương lai của loài người.

Ngày nay, khi mà tiềm năng thủy điện đã được con người khai thác gần hết, còn các nguồn nhiên liệu như: than, dầu khí thì không có khả năng tái tạo và trong tương lai không xa sẽ cạn kiệt, khi mà năng lượng nguyên tử còn đặt ra quá nhiều tranh cãi bởi sự độc hại của nó thì việc nghiên cứu tìm ra các nguồn năng lượng mới và sạch đã trở thành nghiên cứu mũi nhọn của nhiều quốc gia, đặc biệt là các nước phát triển. Trong công cuộc đi tìm nguồn năng lượng mới này, con người đã đạt được những thành công nhất định: Đó là sự ra đời của các trung tâm phát điện dùng năng lượng gió, năng lượng mặt trời với công suất lên tới hàng ngàn mega oát. Tuy nhiên những nguồn năng lượng trên tương đối phụ thuộc vào tự nhiên.

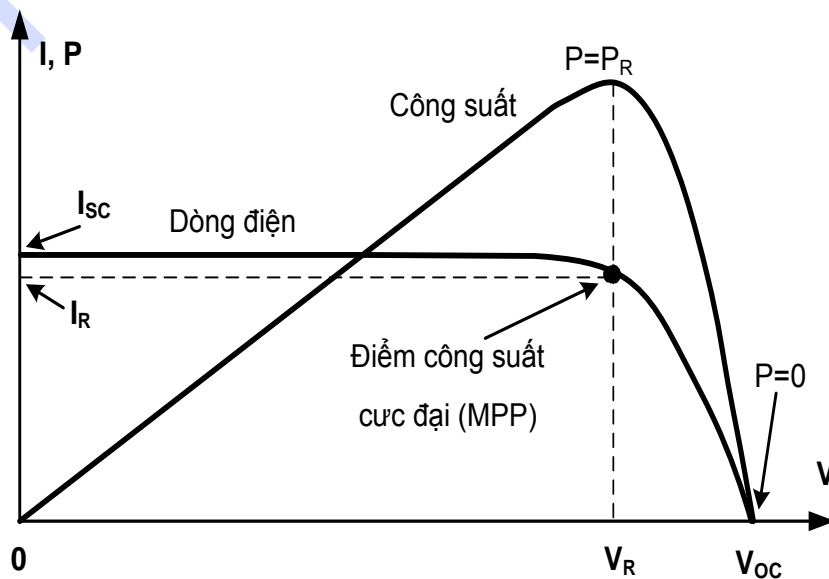
Hòa cùng xu hướng phát triển về khoa học kỹ thuật trên thế giới, thì trong những năm gần đây hoạt động nghiên cứu năng lượng tái tạo nói chung và năng lượng mặt trời nói riêng ở nước ta đã được triển khai khá mạnh mẽ và rộng khắp. Vì vậy, chúng ta cần phải nghiên cứu và ứng dụng nguồn năng lượng vô tận này một cách tốt nhất và có hiệu quả nhất.

Việc nghiên cứu và sử dụng năng lượng mặt trời là một trong những hướng phát triển được nhiều sự chú ý vì những tính chất ưu việt của nó như: luôn có sẵn, siêu sạch và gần như vô tận. Do vậy năng lượng mặt trời ngày càng được nhiều nước trên thế giới sử dụng. Con người đã biết khai thác và sử dụng nguồn năng lượng này từ rất lâu, tuy nhiên việc sử dụng nó một cách có hiệu quả và phục vụ cho nhiều mục đích khác nhau vẫn là vấn đề mà chúng ta quan tâm.

Những thách thức chính liên quan đến sử dụng năng lượng mặt trời, đặc biệt là quang điện: Chi phí lắp đặt cao và chuyển đổi năng lượng hiệu quả thấp. Điều khiển chọn điểm công suất lớn nhất là một phương pháp tiếp cận được sử dụng để tối ưu hóa công suất trong hệ thống pin mặt trời, do đó năng lượng phát ra từ mặt trời có thể được trích xuất tối đa.

Chính vì vậy, đề tài ***“Tối ưu hóa công suất trong hệ thống pin mặt trời”*** với mục đích sử dụng logic mờ điều khiển chọn điểm công suất lớn nhất hệ thống pin mặt trời cấp cho tải DC.

Trong phạm vi luận văn tôi xin trình bày đến phương thức : Quang năng -> điện năng DC. Muốn thực hiện điều này ta phải thông qua pin quang điện photovoltaic (PV) được làm từ các chất bán dẫn. Đặc tính của pin PV là phi tuyến theo hình 1-1

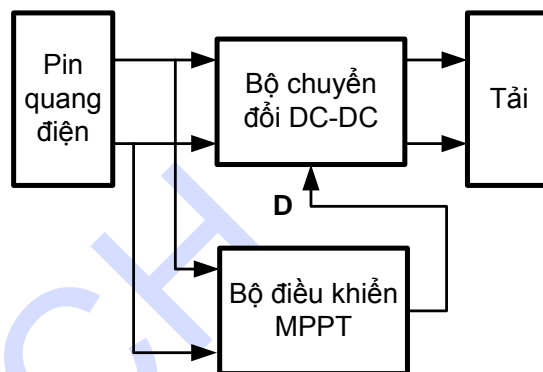


Hình 1- 1 Đặc tính pin PV

Do đó ở mỗi điểm làm việc khác nhau ở đó công suất ta sẽ thu được khác nhau. Trong dãy các điểm làm việc sẽ có một điểm mà ở đó công suất thu được cực đại tương ứng với một điện áp xác định, trong hình 1-1 là điểm V_R ở đó $P = P_R = P_{\max}$.

Để xác định được điểm công suất cực đại này ta sử dụng một hệ phân tích gọi là thuật toán MPPT và thuật toán nghiên cứu của hệ MPPT trong nội dung luận văn này là thuật toán FLC (fuzzy logic controller).

Sơ đồ khối của điều khiển chọn điểm công suất cực đại như hình 1-2



Hình 1- 2 Sơ đồ khối của bộ điều khiển MPPT

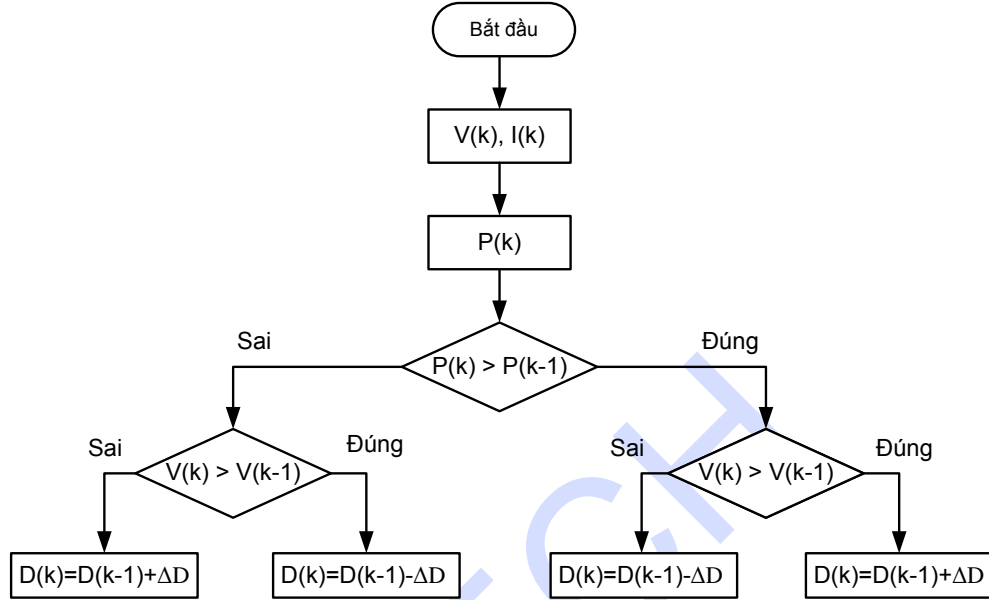
1.2.Các thuật toán MPPT:[14]

Có nhiều thuật toán MPPT đã được phát triển và thực hiện bởi các nhà nghiên cứu [1-3]. Nói chung, các kỹ thuật MPPT có thể được chia thành hai loại, cụ thể là các phương pháp trực tiếp và gián tiếp [2]. Phương pháp trực tiếp của các thuật toán MPPT là không cần ước lượng trước giá trị MPP của đặc tính mô-đun PV. Các thuật toán MPPT trực tiếp bao gồm: Quan sát và nhiễu loạn (P & O), gia tăng độ dẫn (INCond.), hồi tiếp điện áp hoặc dòng điện, phương pháp logic mờ và phương pháp nơron. Phương pháp gián tiếp đòi hỏi phải ước lượng trước giá trị MPP của máy phát điện PV, nó được dựa trên mối quan hệ toán học thu được từ dữ liệu thực nghiệm. Các phương pháp gián tiếp bao gồm: Điện áp PV vòng hở, Dòng PV ngắn mạch . . . Các phương pháp sử dụng phổ biến P&O và INCond.

1.2.1. Phương pháp P&O :[14]

Phương pháp P & O được sử dụng rộng rãi trong MPPT vì cấu trúc đơn giản và nó đòi hỏi chỉ có một vài các thông số. Hình 1-3 biểu diễn lưu đồ giải thuật

phương pháp P&O. Giải thuật P&O dựa trên sự thay đổi ΔP theo ΔV để đưa ra tỷ số độ rộng xung D thích hợp.



Hình 1- 3 Lưu đồ giải thuật P&O [14]

1.2.2. Phương pháp INCond : [14]

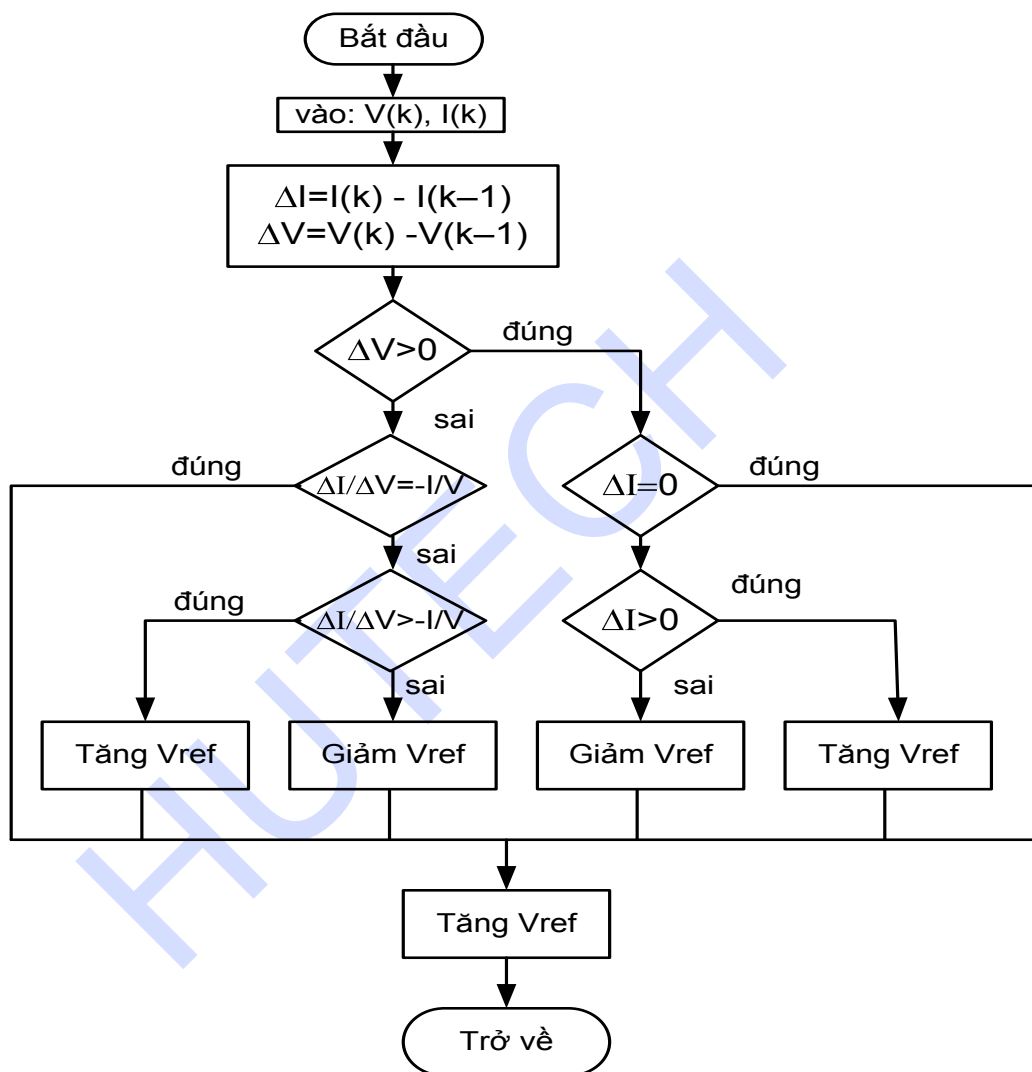
Phương pháp InCond dựa trên việc phân tích đạo hàm của công suất theo điện áp. Ở bên trái điểm cực đại, đạo hàm có giá trị dương. Ở bên phải điểm cực đại đạo hàm có giá trị âm.

$$\begin{cases} \frac{\Delta P}{\Delta V} = 0 & \text{Tại điểm MPP} \\ \frac{\Delta P}{\Delta V} > 0 & \text{Bên trái điểm MPP} \\ \frac{\Delta P}{\Delta V} < 0 & \text{Bên phải điểm MPP} \end{cases} \quad (1.1)$$

Giải thuật IncCond dựa trên việc so sánh những biểu thức trên để xác định điểm cực đại. Tỷ số độ thay đổi dòng điện và điện áp được so sánh với tỷ số dòng điện và điện áp tức thời để biết được PV đang vận hành ở bên trái hay bên phải so với điểm cực đại. Khi điểm vận hành của PV đến được điểm cực đại, giá trị đặt sẽ

được giữ không đổi. Khi có sự thay đổi về điều kiện môi trường và tải, giải thuật sẽ so sánh tiếp để điều chỉnh giá trị đặt nhằm bắt công suất cực đại mới.

Lưu đồ giải thuật cho phương pháp IncCond:



Hình 1- 4 Lưu đồ giải thuật cho phương pháp IncCond [14]

Hai phương pháp trên sẽ được phân tích kỹ hơn ở chương 5 của luận văn. Từ những phân tích cơ bản của hai phương pháp P&O và IncCond ta có nhận thấy:

- Đối với phương pháp P&O Khi có sự biến động của ΔP và ΔV thì ΔD sẽ làm tăng tỷ số D hoặc giảm D để chu kỳ tiếp theo buộc các điểm hoạt động di chuyển về phía MPP. Quá trình này sẽ được tiến hành liên tục cho đến khi MPP là

đạt. Tuy nhiên, hệ thống sẽ dao động xung quanh MPP suốt quá trình này, và điều này sẽ dẫn đến mất năng lượng. Những dao động này có thể được giảm thiểu bằng cách giảm kích thước ΔP và ΔV nhưng nó làm chậm hệ thống theo dõi MPP.

- Đối với phương pháp IncCond có ưu điểm là đáp ứng MPP tốt theo sự thay đổi của môi trường, sự dao động thấp hơn phương pháp P&O. Tuy nhiên, nó đòi hỏi hai bộ cảm biến để xác định dòng và áp tức thời ngõ ra của hệ thống PV, dẫn đến chi phí cao và mạch điện phức tạp.

Từ những nhận xét ưu và khuyết điểm của hai phương pháp trên luận văn nghiên cứu sử dụng logic mờ điều khiển chọn điểm công suất cực đại hệ thống pin mặt trời cấp cho tải DC. Ưu điểm của bộ điều khiển logic mờ thời gian đạt điểm MPP nhanh và đạt độ ổn định MPPT hơn so với bộ điều khiển P & O .

Chương 2

CƠ SỞ LÝ THUYẾT LIÊN QUAN

2.1. Tình hình năng lượng mặt trời:

2.1.1 Tình hình chung:

Ngày nay Năng lượng mặt trời đang ngày càng thu hút được nhiều sự quan tâm và đầu tư. Tuy nhiên, vấn đề giá cả nguồn điện mặt trời hiện nay vẫn là một vấn đề lớn cho đến tận bây giờ

Hiện nay năng lượng mặt trời chỉ cung cấp một phần nhỏ bé trong nhu cầu về điện cho con người nhưng những người ủng hộ năng lượng này tin tưởng kỉ nguyên năng lượng mặt trời chỉ mới bắt đầu và càng ngày được đẩy mạnh khi các quốc gia phát triển thực hiện chiến dịch chống biến đổi khí hậu và hạn chế việc phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch như dầu mỏ, khí đốt ...

Các Chính Phủ Nhật Bản, Đức, và Hoa Kỳ đang thúc đẩy việc hỗ trợ người dân dần dần từ bỏ các nhiên liệu hoá thạch. Chẳng hạn tại Đức, một gia đình tại Đức có thể được chính phủ hỗ trợ hơn 2.000 euro (khoảng 2.860 USD) để lắp đặt các tấm pin mặt trời. Họ không phải trả bất kì phí nào trong 10 năm và còn được thu lợi trong 10 năm tiếp theo.

Tuy nhiên, ở các nước phát triển việc tuyên truyền sử dụng năng lượng mặt trời lại hạn chế trong khi chính những nước này càng cần phải tranh thủ nguồn năng lượng mặt trời nhiều hơn – những quốc gia này có nhiều thuận lợi hơn ở điều kiện địa lý gần xích đạo có cường độ năng lượng mặt trời lớn hơn các nước ôn đới.

2.1.2. Ứng dụng năng lượng mặt trời ở Việt nam: [5]

Vị trí địa lý đã ưu ái cho Việt Nam một nguồn năng lượng tái tạo vô cùng lớn, đặc biệt là năng lượng mặt trời. Trải dài từ vĩ độ 23023' Bắc đến 8027' Bắc, Việt Nam nằm trong khu vực có cường độ bức xạ mặt trời tương đối cao. Trong đó, nhiều nhất phải kể đến thành phố Hồ Chí Minh, tiếp đến là các vùng Tây Bắc (Lai Châu, Sơn La, Lào Cai) và vùng Bắc Trung Bộ (Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh)...

Bảng 2 - 1 Tiềm năng năng lượng mặt trời khu vực phía Nam [4]

Tên địa phương	Cường độ bức xạ trung bình		Số giờ nắng trung bình trong năm
	kWh/m ² /ngày	kWh/m ² /năm	
Các tỉnh Miền Đông Nam Bộ, TP. Hồ Chí Minh, Đồng Bằng sông Cửu Long	4.8	1799	2411
Đắk Lắk, Lâm Đồng, Khánh Hòa, Ninh Thuận, Bình Thuận, Bà Rịa Vũng Tàu	5.61	2084	
Kon Tum, Gia Lai, Đắk Lắk, Lâm Đồng			2431
Phan Thiết (Bình Thuận)			2961

Bảng 2 - 2 Lượng tổng bức xạ mặt trời trung bình ngày của các tháng trong năm ở một số địa phương Việt Nam [4]

TT	Địa phương	Tổng bức xạ mặt trời của các tháng trong năm (đơn vị: MJ/m ² .ngày)					
		1	2	3	4	5	6
		7	8	9	10	11	12
1	Cao Bằng	8.21	8.72	10.43	12.70	16.81	15.56
		18.81	19.11	17.60	13.57	11.27	9.37
2	Móng Cái	18.81	19.11	17.60	13.57	11.27	9.37
		17.56	18.23	16.10	15.75	12.91	10.35
3	Sơn la	11.23	12.65	14.45	16.84	17.89	17.47
		11.23	12.65	14.45	16.84	17.89	17.47
4	Phú Hộ	8.04	8.09	8.96	12.15	17.73	18.23
		18.39	17.89	16.22	14.41	11.65	10.01
5	Láng (Hà Nội)	8.76	8.63	9.09	12.44	18.94	19.11
		20.11	18.23	17.22	15.04	1.24	10.66
6	Yên Định	9.72	9.55	10.18	13.53	20.66	20.32
		20.87	18.96	18.44	15.71	12.19	11.35
7	Vinh	8.88	8.13	9.34	14.50	20.03	19.78
		21.79	16.39	15.92	13.16	10.22	9.01
8	Đà Nẵng	12.44	14.87	18.02	20.28	22.17	21.04
		22.84	20.78	17.93	14.29	10.43	8.47
9	Cần Thơ	17.51	20.07	20.95	20.88	16.72	0.15
		16.68	15.29	16.38	15.54	15.25	16.38
10	Đà Lạt	16.68	15.29	16.38	15.54	15.25	16.38
		18.94	16.51	15.00	14.87	15.75	10.07

Tại Việt Nam, theo các nhà khoa học, nếu phát triển tốt điện mặt trời sẽ góp phần đẩy nhanh Chương trình điện khí hóa nông thôn (Dự kiến đến năm 2020, cung cấp điện cho toàn bộ 100% hộ dân nông thôn, miền núi, hải đảo...).

2.2. Năng lượng mặt trời :

2.2.1. Phổ Của Mặt Trời :

Mặt trời là một nguồn sáng khổng lồ với đường kính 1,4 triệu km. Bên trong mặt trời, các phản ứng hạt nhân biến đổi hydro thành heli liên tục diễn ra. Sự hao hụt khối lượng do phản ứng hạt nhân này sinh ra nguồn năng lượng điện từ khoảng $3,8 \times 10^{20}$ MW và bức xạ ra ngoài không gian. Năng lượng bức xạ của một vật thể là hàm số phụ thuộc vào nhiệt độ. Để mô tả độ bức xạ của một đối tượng, người ta thường dùng một khái niệm lý thuyết để so sánh, gọi là vật thể đen (blackbody).

Phương trình bức xạ của vật thể đen được cho bởi định luật Planck:

$$E_{\lambda} = \frac{3.74 \times 10^8}{\lambda^5 \left[\exp\left(\frac{14,400}{\lambda T}\right) - 1 \right]} \quad (2.1)$$

trong đó:

E_{λ} : công suất bức xạ trên một đơn vị diện tích (của vật thể đen) trong đoạn vi phân bước sóng ($\text{Wm}^{-2}(\mu\text{m})^{-1}$).

T : nhiệt độ tuyệt đối của vật thể đen (K).

λ : bước sóng (μm).

Ví dụ: Nếu xem trái đất tương đồng với một vật thể đen có nhiệt độ 288 K (15°C), thì phổ năng lượng bức xạ của trái đất theo định luật Planck giống như hình 2-1.

Diện tích của đồ thị trên ở giữa 2 giá trị bước sóng bất kỳ chính là công suất bức xạ của vật thể trong khoảng bước sóng đó. Nếu lấy tích phân đồ thị trên từ 0 đến vô cùng chính là tổng công suất bức xạ của vật thể.

Tổng công suất bức xạ của một vật thể đen (trên toàn bề mặt) được cho bởi định luật Stefan-Boltzmann:

$$E = A\sigma T^4 \quad (2.2)$$

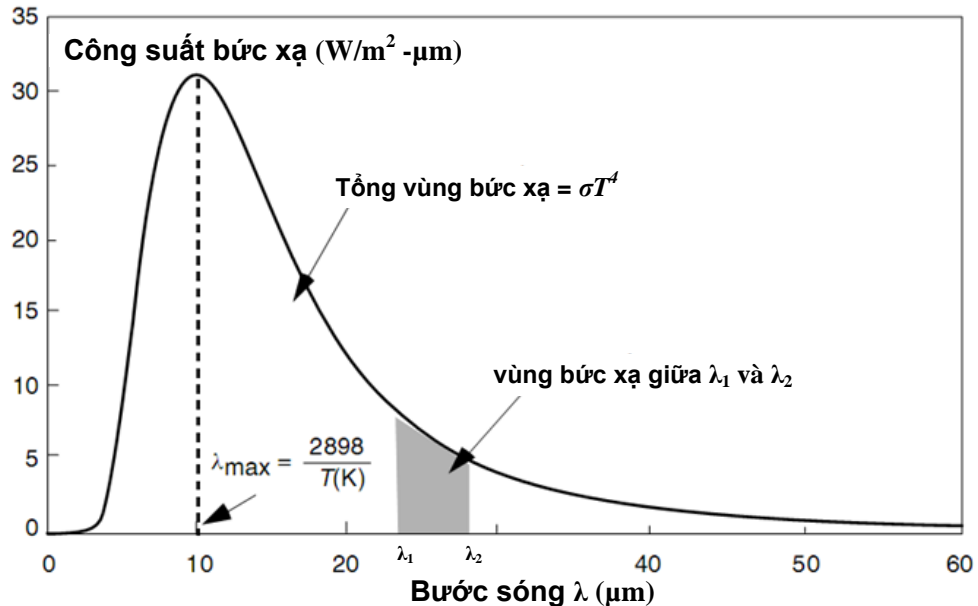
trong đó:

E: công suất bức xạ tổng (W)

σ : hằng số Stefan-Boltzmann = $5.67 \times 10^{-8} \text{ W m}^{-2} \text{ K}^{-4}$.

T : nhiệt độ tuyệt đối (K).

A : diện tích bề mặt của vật thể đen (m^2).



Hình 2- 1 Phổ của vật thể đen [6]

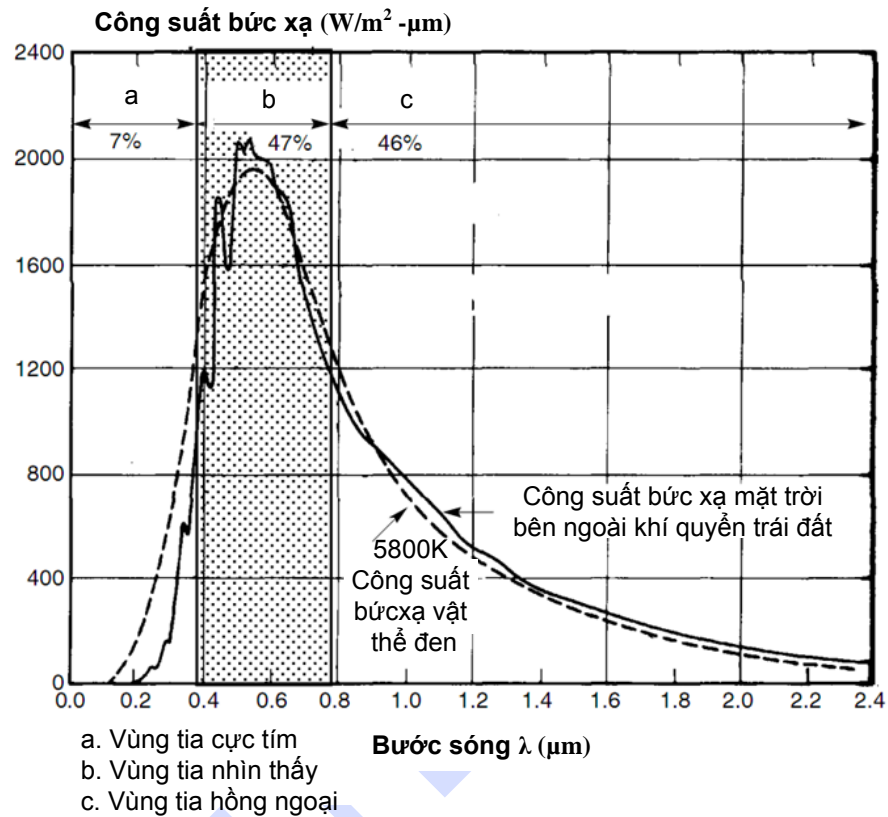
Đường cong phổ bức xạ có giá trị cực đại ở bước sóng được xác định bởi công thức:

$$\lambda_{max} \text{ } \mu\text{m} = \frac{2898}{T(K)} \quad (2.3)$$

Trong lòng mặt trời có nhiệt độ khoảng 15 triệu Kelvin, nhưng bức xạ từ bề mặt của mặt trời tương đồng với vật thể đen có nhiệt độ 5800 K. Hình 2-2 diễn tả phổ bức xạ của mặt trời và phổ bức xạ của vật thể đen 5800 K. Công suất bức xạ của vật thể đen 5800 K (tổng diện tích của đường cong) là $1,37 \text{ kW/m}^2$, bằng với công suất bức xạ tổng của mặt trời ở ngoài khí quyển trái đất. Công suất bức xạ tổng của mặt trời được phân tỷ lệ như sau: những bước sóng dưới tia cực tím (UltraViolet-UV) chiếm 7%, trong vùng khả kiến chiếm 47%, từ vùng hồng ngoại (Infrared-IR) trở lên chiếm 46%. Nhắc lại về bước sóng trong vùng khả kiến có tầm từ $0.38 \mu\text{m}$ đến $0.78 \mu\text{m}$.

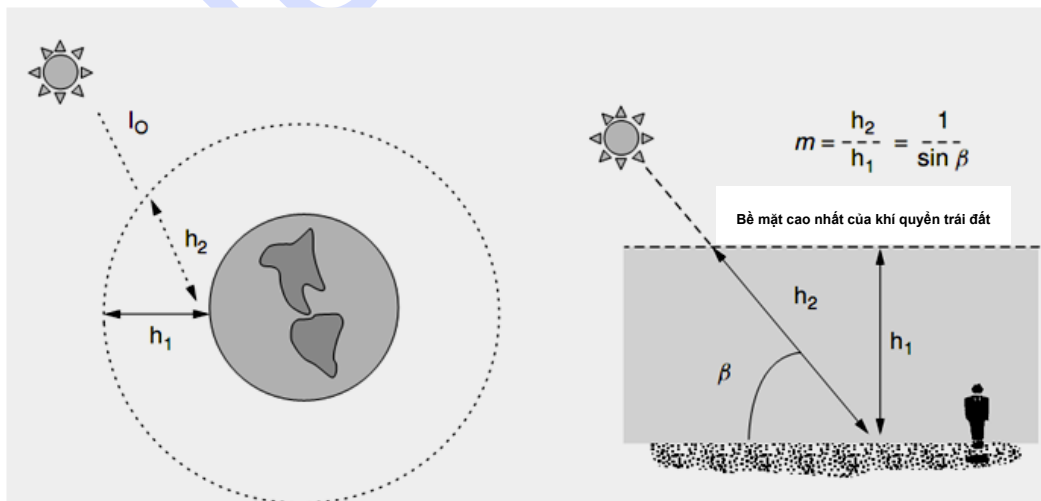
Khi bức xạ mặt trời đi vào khí quyển của trái đất sẽ bị hấp thu bởi nhiều thành phần. Do đó, đường cong phổ bức xạ của mặt trời nhận được trên mặt đất bị méo dạng nhiều so với ngoài không gian. Phổ bức xạ nhận được trên mặt đất còn

phụ thuộc vào góc chiếu của mặt trời so với bề mặt trái đất, được phản ánh theo tỷ số AM.



Hình 2- 2 Phổ của mặt trời ngoài khí quyển [6]

2.2.2. Định nghĩa tỷ số AM :



Hình 2- 3 Tỷ số AM [6]

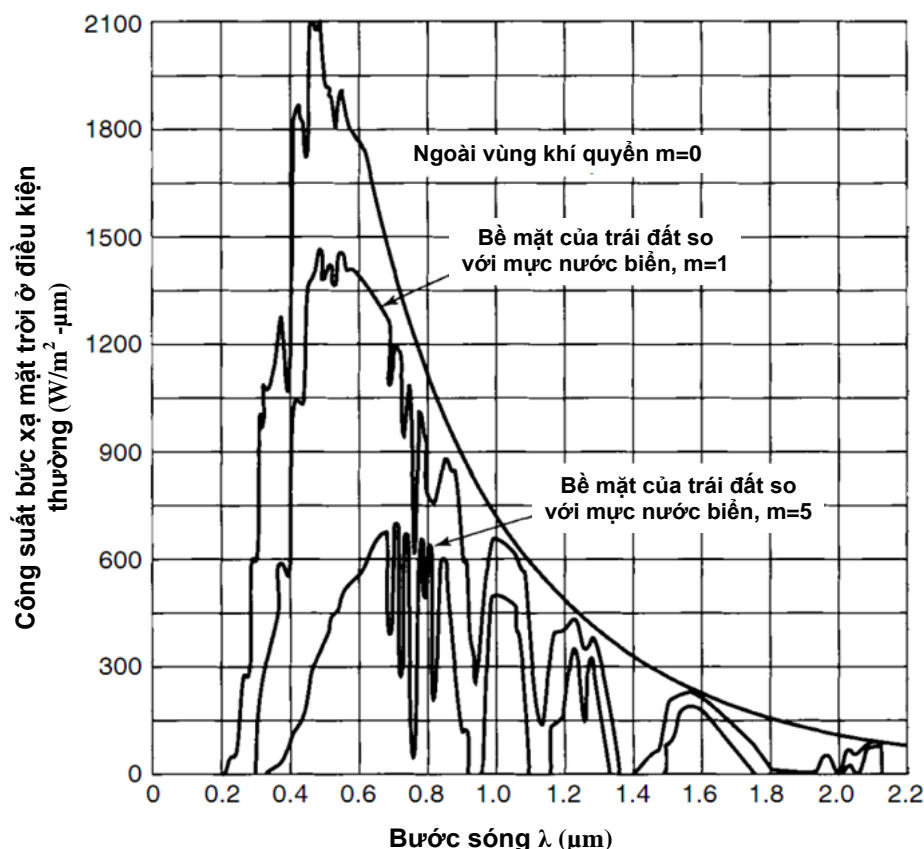
Với mỗi góc chiếu khác nhau của mặt trời so với mặt đất thì quãng đường của tia sáng xuyên qua khí quyển sẽ khác nhau. Nếu định nghĩa:

h_1 : Quãng đường ngắn nhất xuyên qua khí quyển (tia sáng vuông với mặt đất)

h_2 : Quãng đường thực mà tia sáng xuyên qua khí quyển

thì tỷ số AM (Air Mass ratio) được tính:

$$m = \frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{\sin \beta} \quad (2.4)$$



Hình 2- 4 Phổ của mặt trời theo AM khác nhau [6]

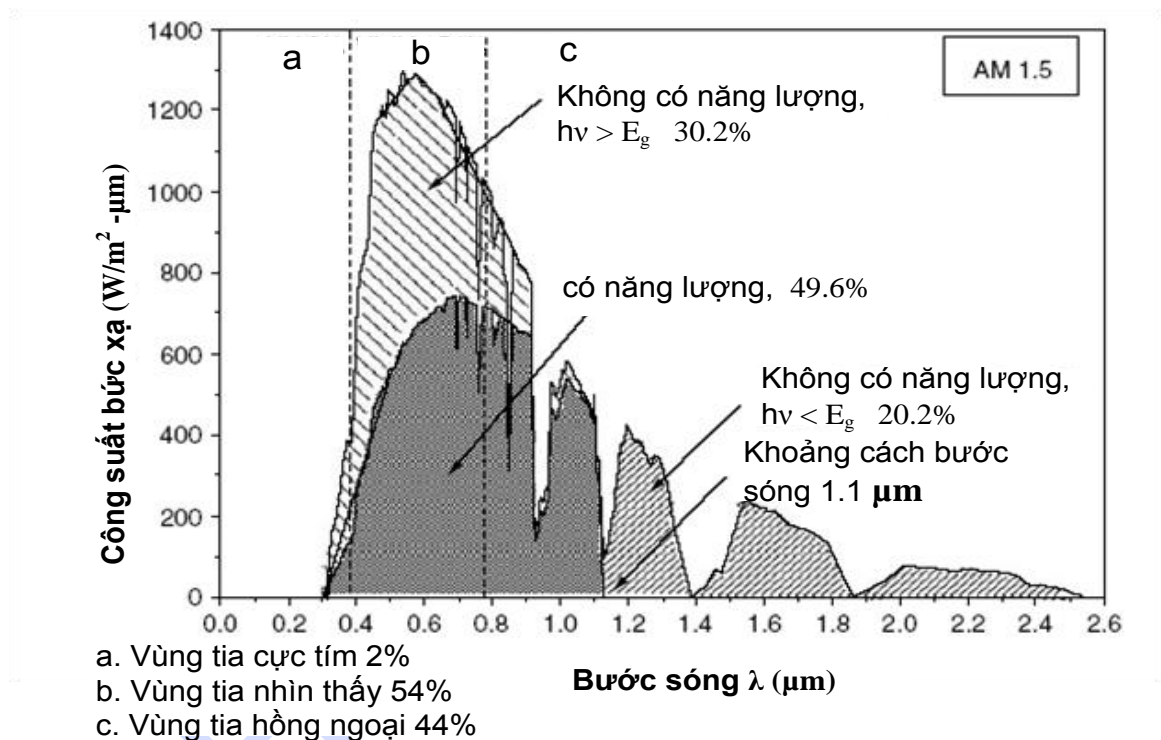
Tỷ số AM1 ($\frac{h_2}{h_1}=1$) tương ứng với tia sáng chiếu trực tiếp vuông góc với mặt

đất. AM0 tương ứng với phổ bức xạ ở ngoài khí quyển. Thông thường, AM1.5 được xem là phổ bức xạ trung bình trên mặt đất. Công suất bức xạ tổng ứng với AM1.5 được phân tỷ lệ như sau: những bước sóng dưới UV chiếm 2%, trong vùng khả kiến chiếm 54%, từ vùng IR trở lên chiếm 44%. Phổ công suất của mặt trời theo tỷ số AM được diễn tả trong hình 1-4. Đường cong có khuynh hướng giảm lại và dịch chuyển về phía bước sóng lớn khi AM tăng lên.

2.2.3. Hiệu suất của vật liệu quang điện:

Mặt trời bức xạ năng lượng theo một dải rất rộng, tuy nhiên không phải tia bức xạ nào cũng có thể tạo ra hiện tượng quang điện. Chỉ có những tia bức xạ (ứng với bước sóng λ) có năng lượng lớn hơn mức năng lượng kích hoạt electron (tùy từng chất bán dẫn) mới có khả năng tạo ra hiện tượng quang điện.

Phân tích một điển hình về phổ năng lượng mặt trời tác động lên pin quang điện silicon:



Hình 2- 5 Phổ năng lượng mặt trời có ích và hao phí[6]

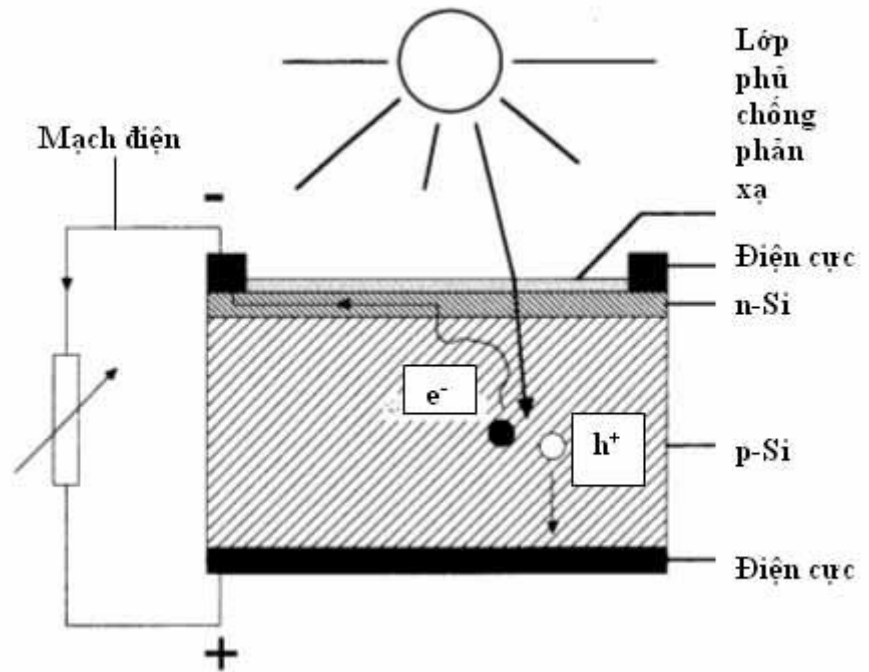
Dựa vào hình trên, chỉ có 49.6% năng lượng công suất bức xạ mặt trời là có thể dùng được. Nói một cách đơn giản, hiệu suất của pin silicon ở mức dưới 50%. Thực tế, pin silicon còn có hiệu suất nhỏ hơn, ở dưới 25%. Những nguyên nhân làm giảm hiệu suất:

- + Giá trị điện áp band-gap (band-gap voltage) khi đo ở 2 đầu pin chỉ khoảng phân nửa đến 2/3 giá trị đầy đủ.
- + Electron tự do và lỗ trống có khuynh hướng kết hợp làm giảm dòng điện pin.
- + Nhưng photon không được hấp thụ trọn vẹn do phản xạ hoặc đi xuyên qua pin.
- + Nội trở của pin gây tổn hao công suất.

2.3.Pin quang điện PV:

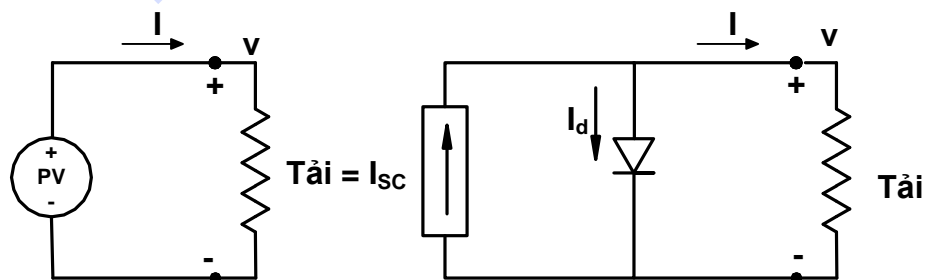
Pin quang điện sử dụng chất bán dẫn để biến đổi ánh sáng thành điện năng. Kỹ thuật tạo pin PV rất giống với kỹ thuật tạo ra các linh kiện bán dẫn như transistor, diode ... Nguyên liệu dùng làm pin PV cũng giống như các linh kiện bán dẫn khác thông thường là tinh thể silicon thuộc nhóm IV.

Có thể nói pin PV là sự ngược lại của diode quang. Diode quang nhận điện năng tạo thành ánh sáng, thì PV nhận ánh sáng tạo thành điện năng, Mô hình đơn giản của pin PV hình 2-6



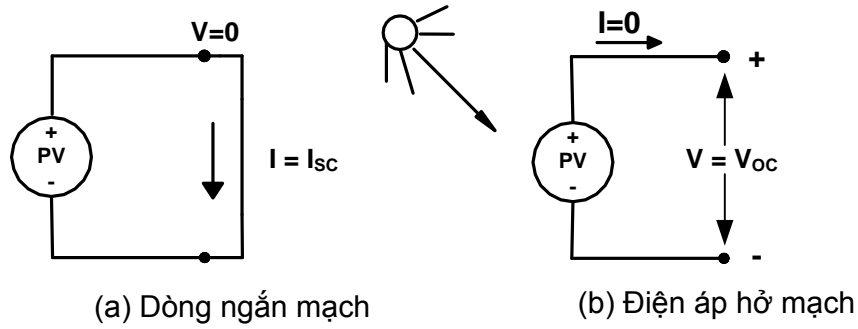
Hình 2- 6 Nguyên lý hoạt động pin quang điện [6]

2.3.1. Sơ đồ mạch đơn giản của pin PV:



Hình 2- 7 Sơ đồ mạch đơn giản của pin PV[6]

Hai tham số quan trọng của PV là dòng ngắn mạch I_{sc} và điện áp hở mạch V_{oc} .



Hình 2- 8 Dòng điện ngắn mạch và điện áp hở mạch của pin quang điện [6]

Các công thức của pin PV:

$$I = I_{sc} - I_0 (e^{qV/kT} - 1) \quad (2.5)$$

$$V_{oc} = \frac{kT}{q} \ln \left(\frac{I_{sc}}{I_0} + 1 \right) \quad (2.6)$$

Với: I_0 : dòng điện ngược của Diode, có giá trị rất nhỏ khoảng 10^{-12} A/cm²

q : điện tích electron = 1.602×10^{-19} C

k : hằng số Boltzman = 1.381×10^{-23} J/K

T : nhiệt độ tuyệt đối (K)

Trong điều kiện 25°C ta có công thức:

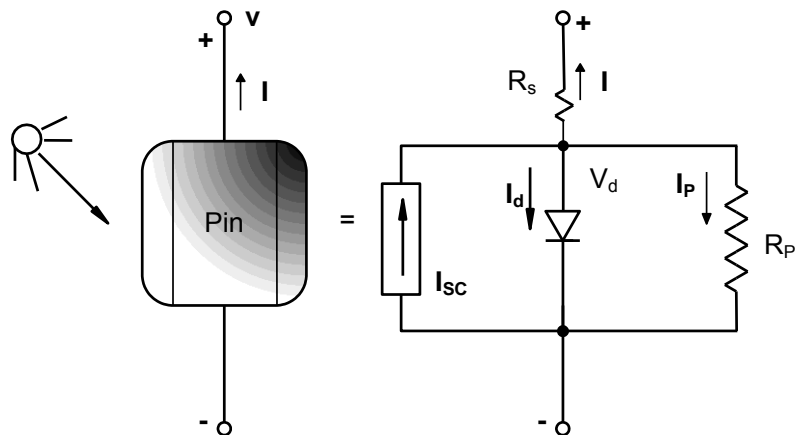
$$I = I_{sc} - I_0 e^{38,9V} - 1 \quad (2.7a)$$

$$V_{oc} = 0.0257 \ln \left(\frac{I_{sc}}{I_0} + 1 \right) \quad (2.7b)$$

2.3.2. Sơ đồ mạch PV khi có tính đến các tổn hao:

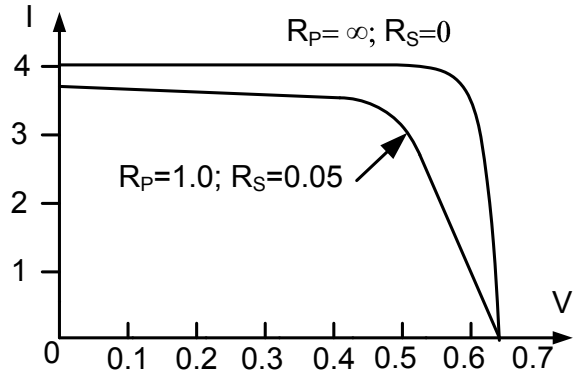
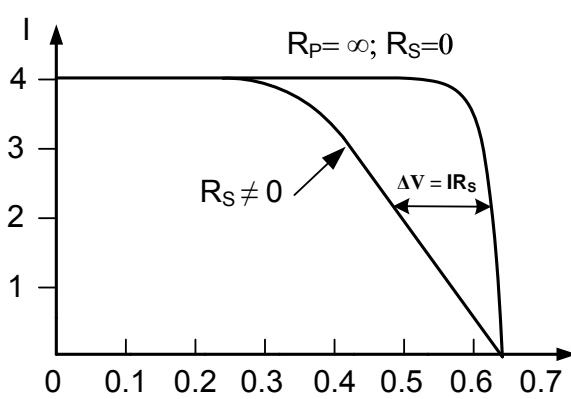
Cũng như diode pin PV trong thực tế luôn có tổn hao, đặc trưng cho sự tổn hao này là các thông số R_s và R_p

Mô hình pin PV thực tế hình 2-9:



Hình 2- 9 Mô hình pin PV thực tế [6]

Đặc tính của pin PV, bỏ qua ảnh hưởng của R_p hình 2-10:



Hình 2- 10 P-V ảnh hưởng bởi R_s [6] **Hình 2- 11** P-V ảnh hưởng bởi cả R_s và R_p [6]

R_s : Điện trở nối tiếp; R_p : Điện trở song song

Đặc tính pin PV ảnh hưởng bởi cả R_s và R_p hình 2-11.

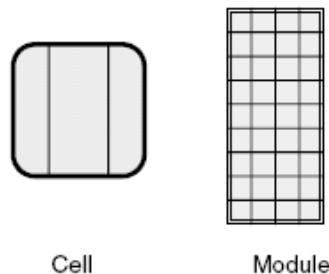
Các công thức đặc trưng của pin PV thực tế bao gồm ảnh hưởng của R_s và R_p

$$I = I_{sc} - I_0 \left\{ \exp \left[\frac{q(V + I.R_s)}{kT} \right] - 1 \right\} - \left(\frac{V + I.R_s}{R_p} \right) \quad (2.8)$$

Module PV:

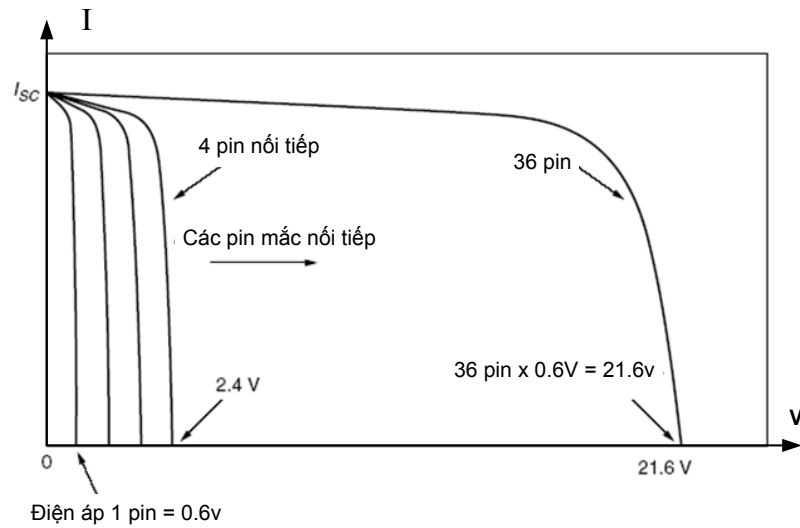
Một trở ngại của pin PV là điện áp và dòng điện làm việc rất nhỏ. Một pin PV có điện áp làm việc khoảng 0.6V. Do đó muốn có điện áp làm việc cao đòi hỏi phải mắc nối tiếp các pin PV lại, muốn có dòng điện làm việc lớn phải mắc song song.

Một mô hình thông thường để có điện áp 12 Vdc, ta phải mắc nối tiếp 36 pin PV. Một số mô hình 12 Vdc chỉ cần 33 pin PV



Hình 2- 12 Module PV [6]

Đường đặc tính của Module PV



Hình 2- 13 Đường đặc tính của Module PV [6]

Điện áp của module PV:

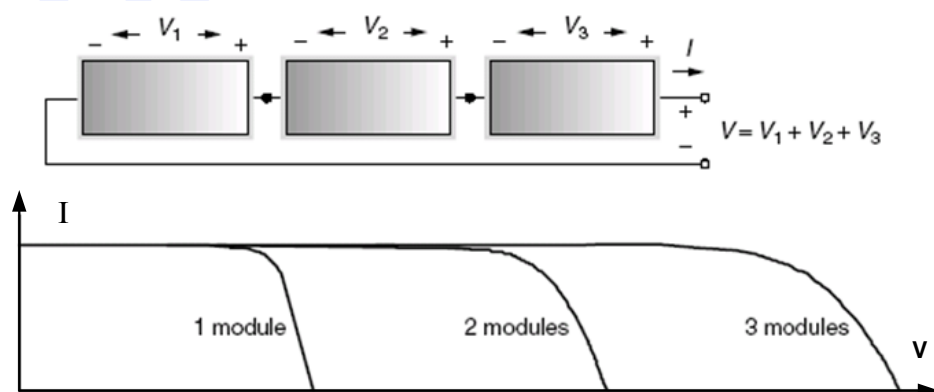
$$V_{Module} = n V_d - IR_S \quad (2.9)$$

n: Số pin mắc nối tiếp

2.3.3. Array PV và các ảnh hưởng tác động:

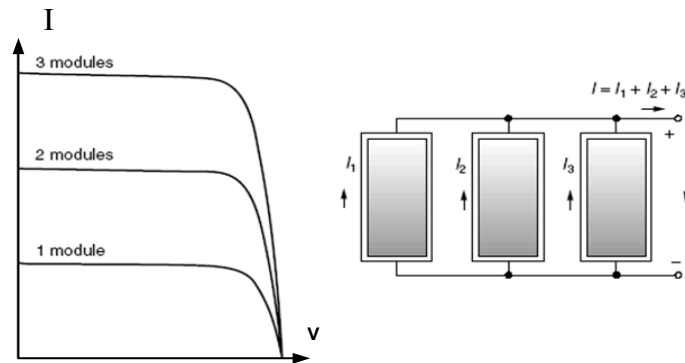
Kết nối nhiều Module PV sẽ được Array PV

Nối nối tiếp nhiều module PV để tăng điện áp:



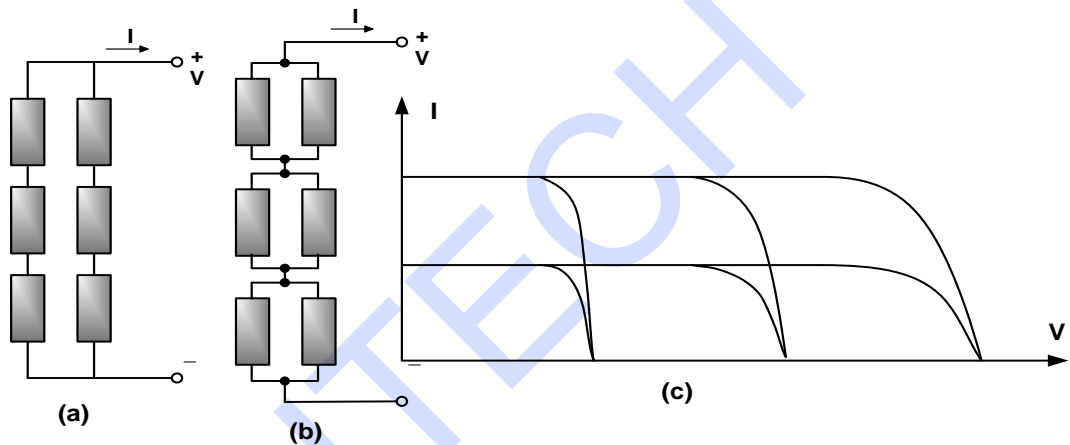
Hình 2- 14 Nối nối tiếp nhiều module PV để tăng điện áp [6]

Nối song song nhiều module PV để tăng dòng điện:



Hình 2- 15 Nối song song nhiều module PV để tăng dòng điện [6]

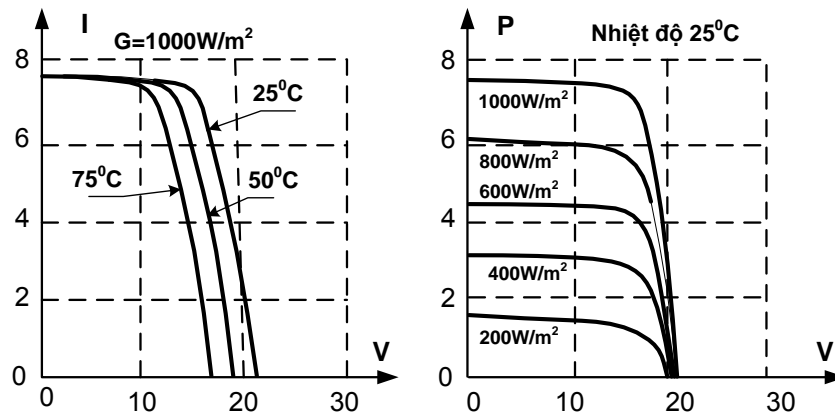
Kết nối hỗn hợp để tăng cả áp và dòng:



Hình 2- 16 Kết nối hỗn hợp để tăng áp và dòng [6]

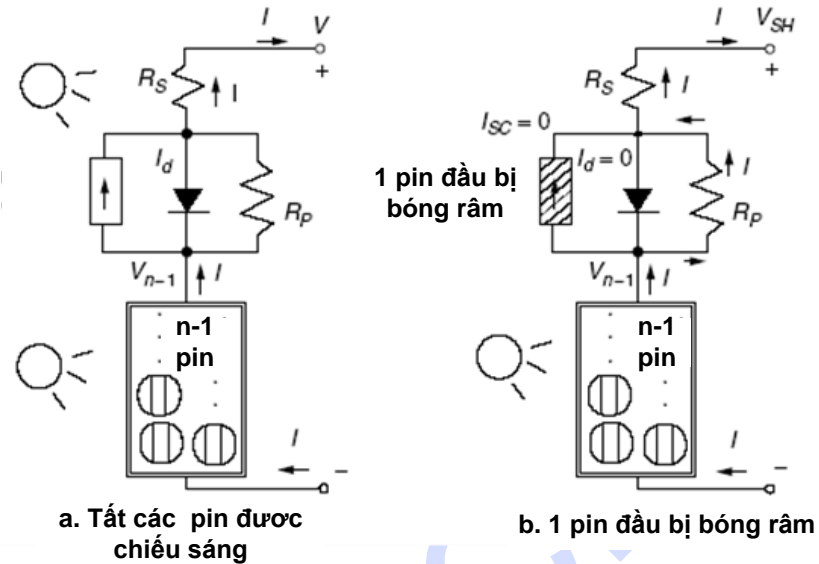
Ngoài ra đặc tính của pin PV còn bị ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố như cường độ chiếu sáng, nhiệt độ, hiện tượng bóng râm ...

Cường độ chiếu sáng càng lớn, thì công suất thu được của pin PV càng lớn (dòng I_{sc} càng lớn), nhiệt độ càng cao thì V_{OC} càng thấp. Như hình minh họa 2-17



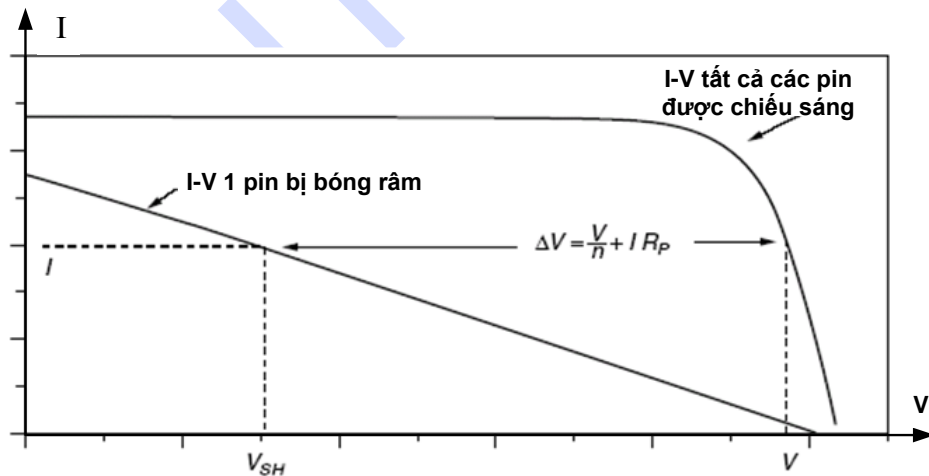
Hình 2- 17 Đặc tính PV phụ thuộc cường độ sáng và nhiệt độ [6]

Hiện tượng bóng râm (pin PV bị che phủ một phần) gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến hiệu suất của pin PV. Giả sử một pin PV trong một Array bị che.



Hình 2- 18 Hiện tượng một pin PV bị bóng râm [6]

Đặc tính của toàn bộ Array (PV) sẽ bị thay đổi nghiêm trọng nếu không có biện pháp bảo vệ:

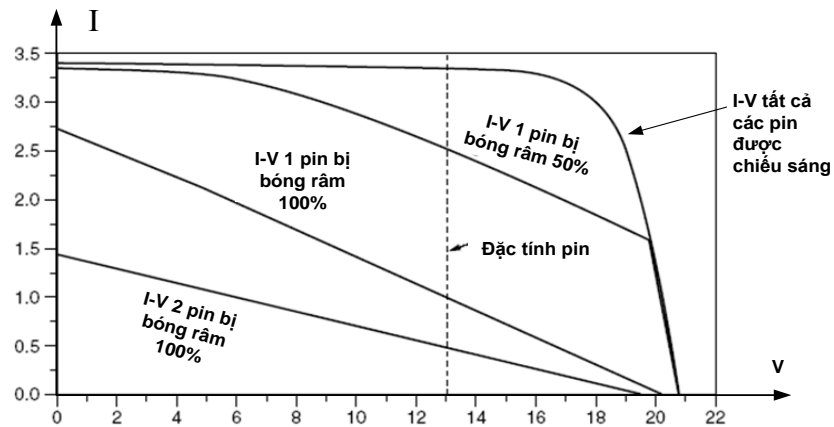


Hình 2- 19 Đặc tính PV khi một pin bị bóng râm[6]

Với:

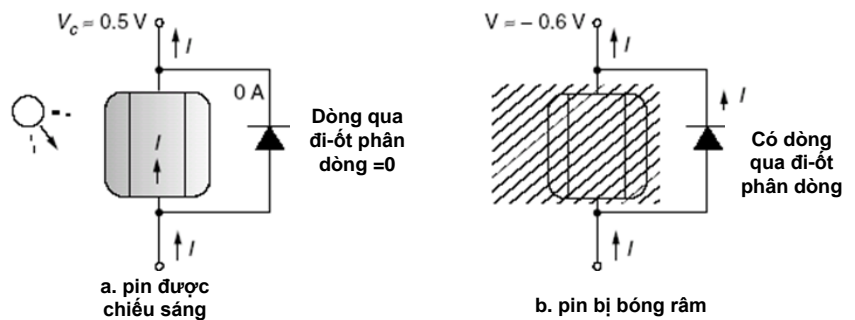
$$\Delta V \cong \frac{V}{n} + I R_P \quad (2.10)$$

Nhiều pin PV bị che:



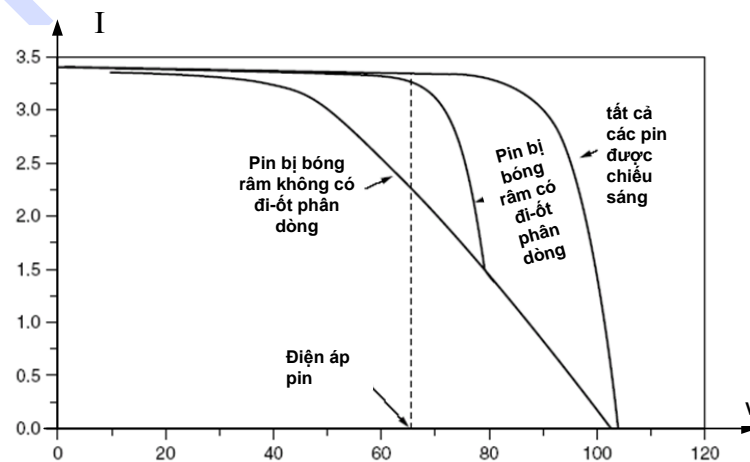
Hình 2- 20 Đặc tính PV khi nhiều pin bị bóng râm [6]

Để bảo vệ pin PV ít bị ảnh hưởng bởi hiện tượng bóng râm, người ta sử dụng Diode bypass (đi-ốt phân dòng).



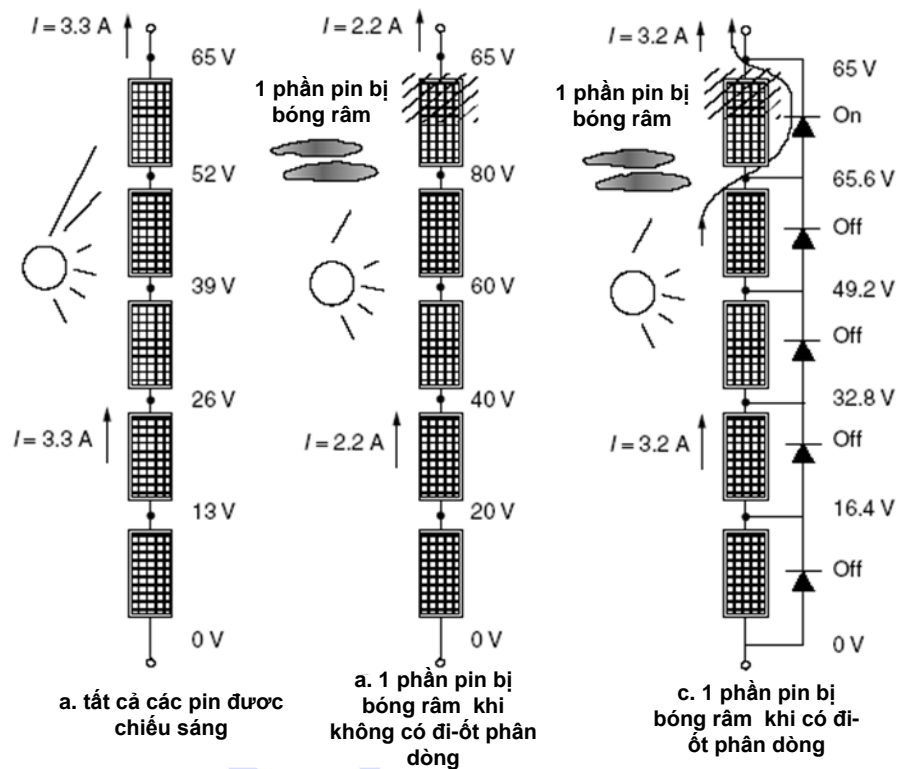
Hình 2- 21 Bảo vệ pin PV khi bị bóng râm [6]

Đặc tính của Array PV sẽ ít bị ảnh hưởng hơn nếu sử dụng diode bypass bảo vệ.



Hình 2- 22 Đặc tính PV khi không có và có diode bypass bảo vệ [6]

Minh họa một Array PV dùng sạc cho bộ ắc quy 65 V. Khi không có và có Diode bypass bảo vệ



Hình 2- 23 Một Array PV dùng sạc cho bộ ắc qui 65 V, khi không có và có Diode bypass bảo vệ [6]

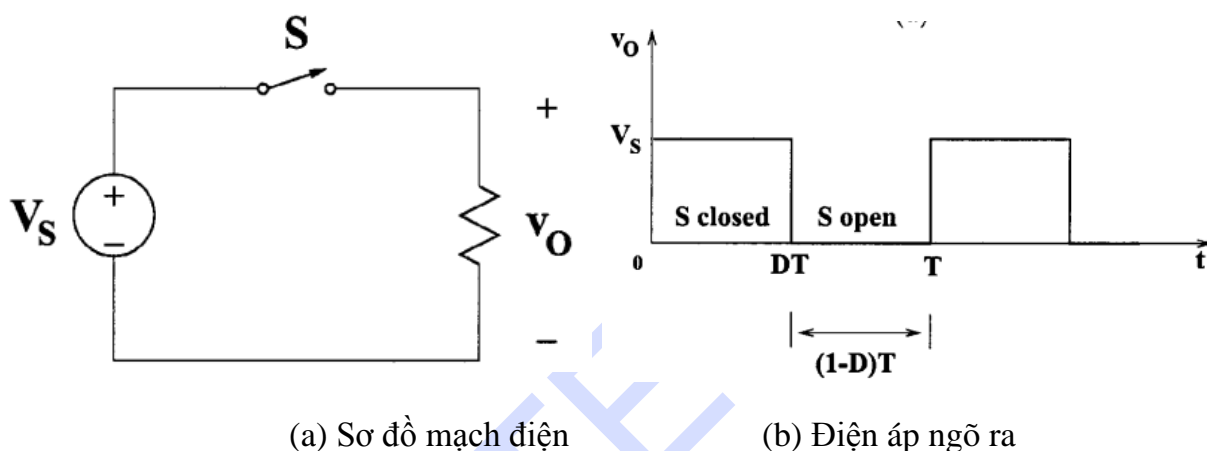
Giải thích hình 2-23 Bình thường các pin PV là các nguồn phát điện năng, do bộ ắc qui có điện áp là 65 V, do đó dòng điện sẽ là giao điểm của đường điện áp 65 V và đường đặc tính (V,I) của pin PV là 3,3 A. Khi có hiện tượng bóng râm che một module PV, lúc đó module này không còn là nguồn phát nữa, dòng điện sẽ chạy qua điện trở song song R_p của module này tạo một áp rơi $\Delta V = I \times R_p$, áp rơi ΔV này cộng với 65 V của ắc qui sẽ bằng điện áp đặt trên các module PV còn lại, theo đường đặc tính PV dòng điện sẽ giảm xuống. Khi có Diode bypass, dòng điện sẽ chạy xuyên qua Diode nên sẽ ít ảnh hưởng hơn.

Chương 3

CÁC BỘ CHUYỂN ĐỔI DC - DC

3.1. Bộ tạo xung DC (DC choppers):

Bộ tạo xung DC giảm (step-down dc) với tải trở được hiển thị ở hình 3-1. Nó bao gồm nguồn V_s , có khoá S là linh kiện kích đóng ngắt mắc nối tiếp với tải R . Khóa S thường được dùng là các linh kiện công suất như MOSFETs, IGBTs, MCTs công suất hay BJT, GTO. Khóa S hoạt động với tỷ số D .



Hình 3- 1 Bộ tạo xung DC [7]

$$D = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} = \frac{T_{on}}{T_{off}} \quad (3.1)$$

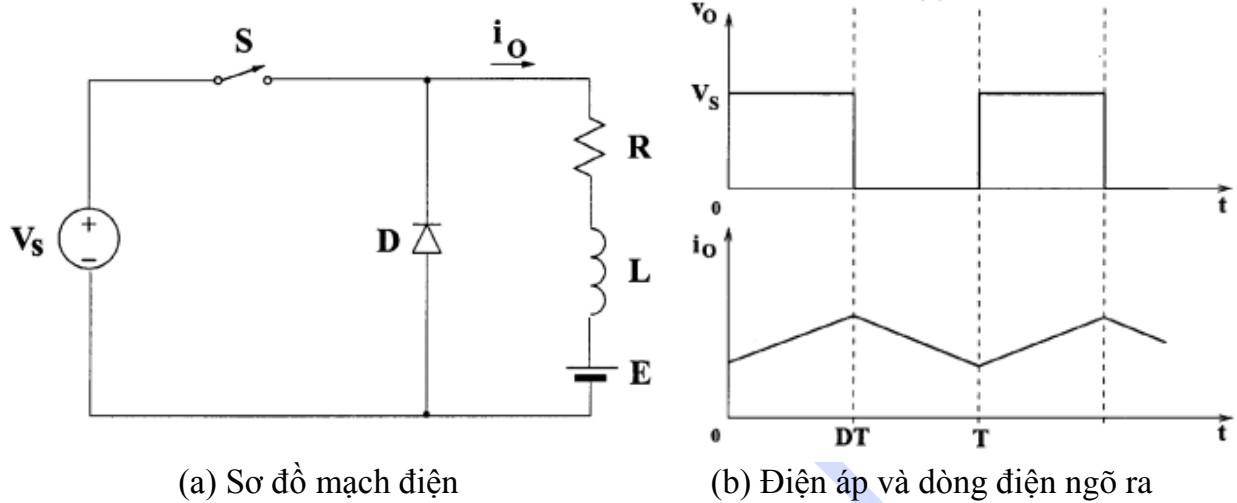
Trong đó $T = T_{on} + T_{off} = 1/f$ là chu kỳ đóng cắt với tần số f

Giá trị trung bình điện áp ngõ ra:

$$V_o = DV_s \quad (3.2)$$

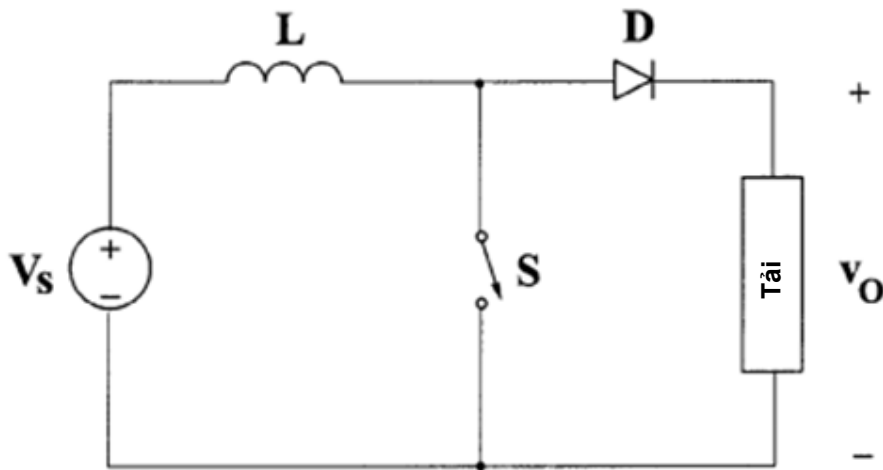
Điện áp ngõ ra được điều chỉnh phụ thuộc tỷ số D và luôn luôn nhỏ hơn điện áp ngõ vào V_s .

Bộ tạo xung DC thông thường được sử dụng trong các bộ biến đổi điện áp một chiều. Trong trường hợp tải R-L-E như hình 3-2a. Để duy trì dòng điện qua tải liên tục khi khóa S ở trạng thái ngắt, sử dụng Diode D_o mắc song song với tải dùng để hoàn năng lượng của cuộn dây L trong mạch. Giả sử L có giá trị đủ lớn để duy trì dòng qua tải liên tục, do đó hằng $\tau = L/R$ là rất lớn so với thời gian T , nên điện áp ngõ ra được điều chỉnh phụ thuộc tỷ số D và luôn luôn nhỏ hơn điện áp ngõ vào V_s . Dạng điện áp và dòng điện ngõ ra như hình 3-2b.



Hình 3- 2 Bộ tạo xung DC giảm áp [7]

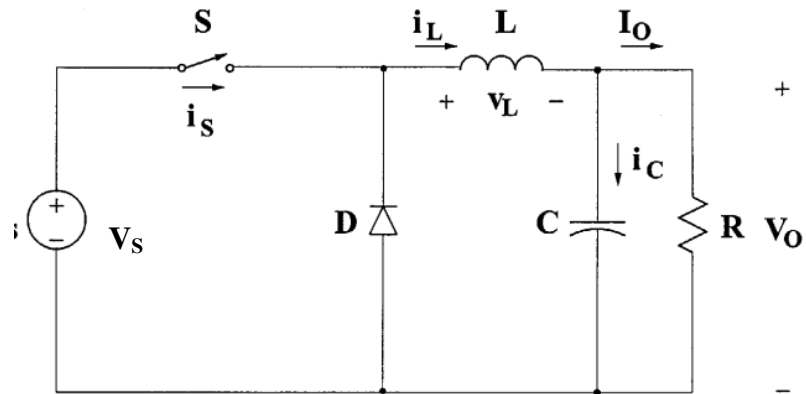
Bộ tạo xung DC có thể tạo điện áp ngõ ra cao hơn điện áp ngõ vào, mạch điện như hình 3-3. Mạch điện gồm cuộn cảm L mắc nối tiếp với nguồn vào DC V_s , diode D mắc nối tiếp với tải và mắc song song với khóa S . Nếu khóa S đóng ngắt với tỷ số D thì xung điện áp duy trì với thời gian $(1-D)T$ và biên độ $V_s / (1-D)$.



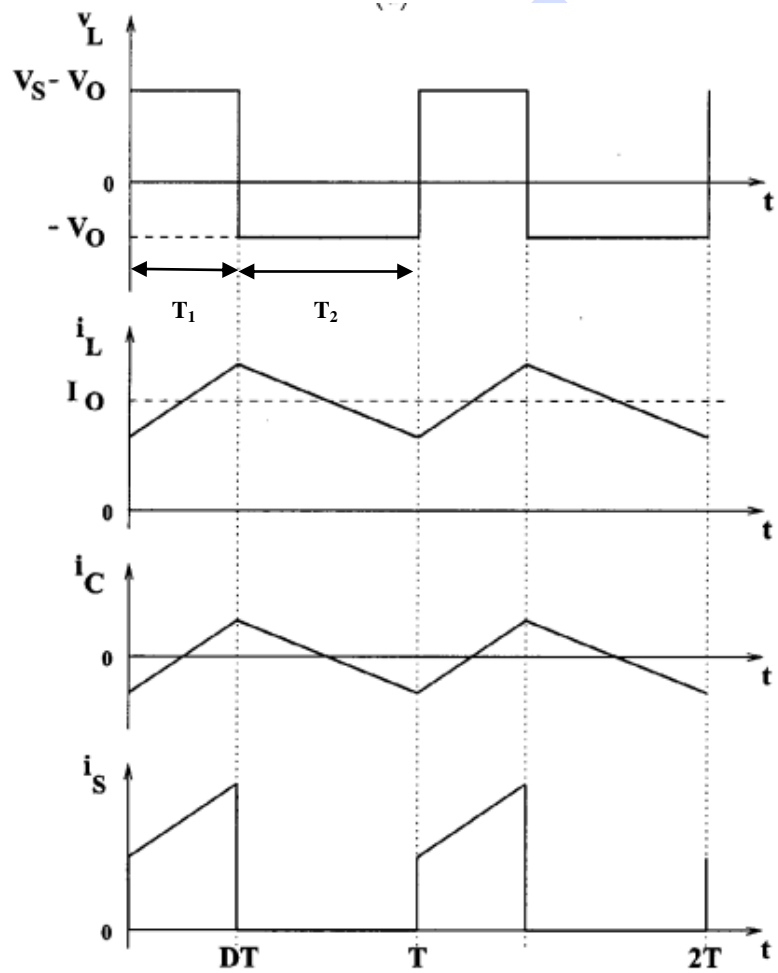
Hình 3- 3 Bộ tạo xung DC tăng áp [7]

3.2. Bộ chuyển đổi Buck:

Bộ tạo xung giảm áp DC gọi là bộ chuyển đổi Buck, được thể hiện trong hình 3-4a. Mạch điện bao gồm V_s điện áp DC ngõ vào, khóa S , diode D , bộ lọc cảm kháng L , bộ lọc dung kháng C và tải trở R . Dạng sóng bộ chuyển đổi Buck thể hiện trong hình 3-4b.



(a) Sơ đồ mạch điện bộ chuyển đổi Buck



(b) Dạng sóng bộ chuyển đổi Buck

Hình 3- 4 Bộ chuyển đổi Buck [7]

Bộ biến đổi buck hoạt động theo nguyên tắc sau: khi khóa S đóng, điện áp chênh lệch giữa ngõ vào và ngõ ra đặt lên điện cảm L, làm dòng điện i_L trong điện cảm tăng dần theo thời gian. Khi khóa S ngắt, điện cảm có khuynh hướng duy trì dòng điện qua nó sẽ tạo điện áp cảm ứng đủ để diode D phân cực thuận. Điện áp đặt vào điện cảm lúc này ngược dấu với khi khóa S đóng và có độ lớn bằng điện áp ngõ ra cộng với điện áp rơi trên diode, khiến cho dòng điện qua điện cảm giảm dần theo thời gian. Tự điện ngõ ra có giá trị đủ lớn để dao động điện áp tại ngõ ra nằm trong giới hạn cho phép. Ở trạng thái xác lập, dòng điện đi qua điện cảm sẽ thay đổi tuần hoàn, với giá trị của dòng điện ở cuối chu kỳ trước bằng với giá trị của dòng điện ở đầu chu kỳ sau. Xét trường hợp dòng điện tải I_0 có giá trị đủ lớn để dòng điện qua điện cảm là liên tục. Vì điện cảm không tiêu thụ năng lượng (điện cảm lý tưởng), hay công suất trung bình trên điện cảm là bằng 0, và dòng điện trung bình của điện cảm là khác 0, điện áp rơi trung bình trên điện cảm phải là 0. Gọi T là chu kỳ chuyển mạch (switching cycle), T_1 là thời gian đóng khóa S, và T_2 là thời gian ngắt khóa S. Như vậy, $T = T_1 + T_2$. Giả sử điện áp rơi trên diode, và dao động điện áp ngõ ra là khá nhỏ so với giá trị của điện áp ngõ vào và ngõ ra. Khi đó, điện áp rơi trung bình trên điện cảm khi đóng khóa (van) là $(T_1/T) \times (V_S - V_0)$, còn điện áp rơi trung bình trên điện cảm khi ngắt khóa (van) là $-(T_2/T) \times V_0$.

Điều kiện điện áp rơi trung bình trên điện cảm bằng 0 có thể được biểu diễn là:

$$\frac{T_1}{T} (V_S - V_0) - \frac{T_2}{T} V_0 = 0 \quad (3.3)$$

Giá trị $D = T_1/T$ thường được gọi là chu kỳ nhiệm vụ (duty cycle). Như vậy:

$$(V_S - V_0)DT = V_0(1-D)T \quad (3.4)$$

hay

$V_0 = V_S \times D$. D thay đổi từ 0 đến 1 (không bao gồm các giá trị 0 và 1), do đó $0 < V_0 < V_S$.

Với các bộ biến đổi buck, vấn đề thường được đặt ra như sau: cho biết phạm vi thay đổi của điện áp ngõ vào V_S , giá trị điện áp ngõ ra V_0 , độ dao động điện áp ngõ ra cho phép, dòng điện tải tối thiểu $I_{0,\min}$, xác định giá trị của điện cảm, tụ điện, tần số chuyển mạch và phạm vi thay đổi của chu kỳ nhiệm vụ, để đảm bảo ổn định được điện áp ngõ ra.

Phạm vi thay đổi của điện áp ngõ vào và giá trị điện áp ngõ ra xác định phạm vi thay đổi của chu kỳ nhiệm vụ D: $D_{\min} = V_0/V_{S,\max}$, và $D_{\max} = V_0/V_{S,\min}$.

Thông thường, các bộ biến đổi buck chỉ nên làm việc ở chế độ dòng điện liên tục qua điện cảm. Tại biên của chế độ dòng điện liên tục và gián đoạn, độ thay đổi dòng điện sẽ bằng 2 lần dòng điện tải. Như vậy, độ thay đổi dòng điện cho phép bằng 2 lần dòng điện tải tối thiểu. Điện cảm phải đủ lớn để giới hạn độ thay đổi dòng điện ở giá trị này trong điều kiện xấu nhất, tức là khi $D = D_{\min}$ (vì thời gian giảm dòng điện là T_2 , với điện áp rơi không thay đổi là V_0). Một cách cụ thể, chúng ta có đẳng thức sau:

$$(1 - D_{\min}) \times T \times V_0 = L_{\min} \times 2 \times I_{0,\min} \quad (3.5)$$

Hai thông số cần được lựa chọn ở đây là L_{\min} và T . Nếu chúng ta chọn tần số chuyển mạch nhỏ, tức là T lớn ($T = 1/f$, f là tần số chuyển mạch), thì L_{\min} cũng cần phải lớn.

Thành phần xoay chiều của dòng điện qua điện cảm sẽ đi qua tụ điện ngõ ra. Với dòng điện qua điện cảm có dạng tam giác, điện áp trên tụ điện ngõ ra sẽ là các đoạn đa thức bậc hai nối với nhau (xét trong một chu kỳ chuyển mạch). Lượng điện tích được nạp vào tụ điện khi dòng điện qua điện cảm lớn hơn dòng điện trung bình sẽ là $\Delta I \times T/2$. Nếu biểu diễn theo điện dung và điện áp trên tụ điện thì lượng điện tích này bằng $C \times \Delta V$. Trong đó, ΔI là biên độ của thành phần xoay chiều của dòng điện qua điện cảm, còn ΔV là độ thay đổi điện áp trên tụ khi nạp (cũng như khi xả, xét ở trạng thái xác lập). Như vậy, chúng ta có thể xác định giá trị của tụ điện dựa vào đẳng thức sau:

$$\Delta I \times T/2 = C \times \Delta V \quad (3.6)$$

ΔI đã được xác định ở trên, bằng 2 lần dòng điện tải tối thiểu, và T đã được chọn ở bước trước đó. Tùy theo giá trị độ dao động điện áp ngõ ra cho phép ΔV mà chúng ta chọn giá trị C cho thích hợp.

Hoặc Đối với bộ chuyển đổi buck, giá trị của điện cảm lọc được cho bởi

$$L_b = \frac{1-D}{2f} \frac{R}{V_0} \quad (3.7)$$

Thông thường chọn $L > L_b$ để dòng qua tải liên tục.

Ví dụ: Chọn $D = 0.5$, $R = 10 \Omega$, và $f = 100 \text{ kHz}$ thì theo (3.7) $L_b = 25 \mu\text{H}$, do đó chọn $L > L_b$.

Dòng điện i_L qua cuộn cảm bao gồm dòng điện I_0 qua tải và dòng điện AC dạng xung tam giác. Hầu hết thành phần AC qua tụ C tạo ra dòng i_C . Thành phần AC gây nên dạng gợn sóng trên điện áp ngõ ra V_0 . Để hạn chế giá trị đỉnh-đỉnh của điện áp gợn sóng dưới một giá trị nhất định V_r , bộ lọc điện dung C phải lớn hơn.

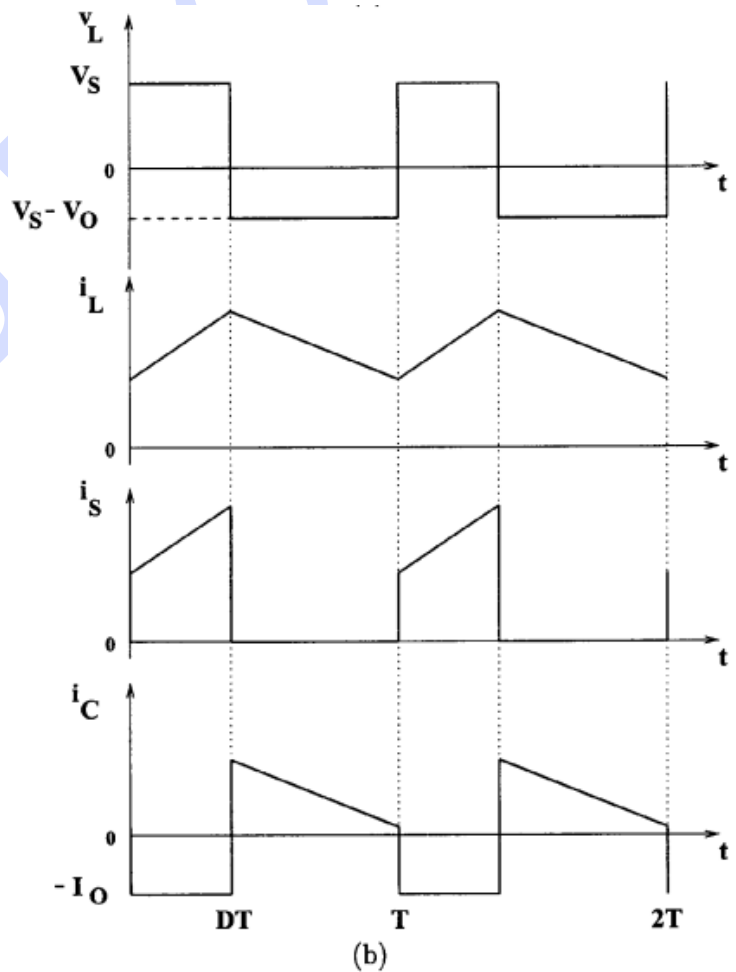
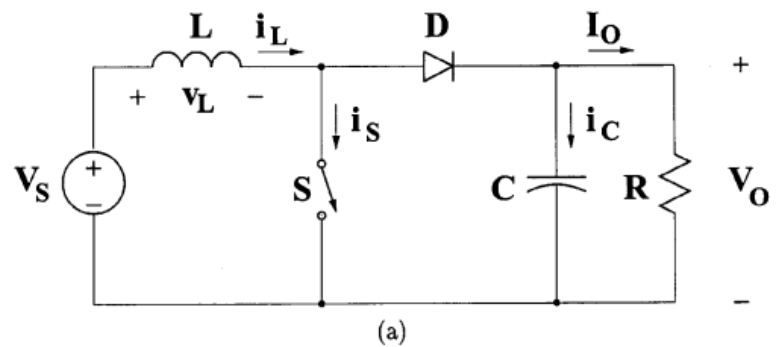
$$C_{min} = \frac{1-D}{8V_r} \frac{V_o}{Lf^2} \quad (3.8)$$

Ví dụ: Chọn $D = 0.5$, $V_r/V_o = 1\%$, $L = 25 \mu\text{H}$, và $f = 100 \text{ kHz}$ thì theo (3.8) $C_{min} = 25 \mu\text{F}$.

3.3. Bộ chuyển đổi Boost:

Bộ tạo xung tăng áp DC gọi là bộ chuyển đổi Boost, được thể hiện trong hình 3-5a. Mạch điện bao gồm V_s điện áp DC ngõ vào, điện cảm L , khóa S , diode D , bộ lọc dung kháng C và tải trở R . Dạng sóng bộ chuyển đổi Boost thể hiện trong hình 3-5b.

Bộ chuyển đổi boost là thiết bị được ứng dụng để biến đổi làm tăng điện áp đầu ra so với điện áp nguồn. Nguyên lý là việc của mạch điện như sau. Ta giả thiết rằng các thiết bị bán dẫn là lý tưởng, diode D có giá trị ngưỡng bằng 0. Khi khóa S ở trạng thái đóng, diode D sẽ bị phân cực ngược. Do đó, sẽ hở mạch giữa nguồn áp V_s và tải R , dòng điện I_L tăng lên vì



Hình 3- 5 Bộ chuyển đổi Boost [7]

điện áp đặt hoàn toàn lên cuộn dây L , năng lượng điện tích lũy vào từ trường cuộn dây $E_L = L I_L^2 / 2$ và tụ điện C phóng điện qua R . Mặt khác, khi khóa S ở trạng thái hở, diode D phân cực thuận, tức là D dẫn. Nó cho phép dòng năng lượng truyền từ nguồn V_s và E_L tới tải R và tụ C nạp điện.

Điện áp rơi trung bình trên cuộn cảm (theo định luật Faraday)

$$V_s D T = V_o - V_s (1 - D) T \quad (3.9)$$

Điện áp ngõ ra:

$$\frac{V_o}{V_s} = \frac{1}{1 - D} \quad (3.10)$$

Theo (3-9) điện áp đầu ra luôn luôn là lớn hơn so với điện áp đầu vào.

Đối với bộ chuyển đổi boost, giá trị của điện cảm được cho bởi (3.11).

$$L_b = \frac{(1 - D)^2 DR}{2f} \quad (3.11)$$

Thông thường chọn $L > L_b$ để dòng qua tải liên tục.

Ví dụ: Chọn $D = 0.5$, $R = 10 \Omega$, và $f = 100 \text{ kHz}$ thì theo (3.11) $L_b = 6.25 \mu\text{H}$, do đó chọn $L > L_b$.

Để hạn chế giá trị đỉnh-đỉnh của điện áp gợn sóng dưới một giá trị nhất định V_r , bộ lọc điện dung C phải lớn hơn.

$$C_{\min} = \frac{DV_o}{V_r R f} \quad (3.12)$$

Ví dụ: Chọn $D = 0.5$, $V_r / V_o = 1\%$, $L = 25 \mu\text{H}$, và $f = 100 \text{ kHz}$ thì theo (3.12) $C_{\min} = 50 \mu\text{F}$.

3.4. Bộ chuyển đổi Buck – Boost:

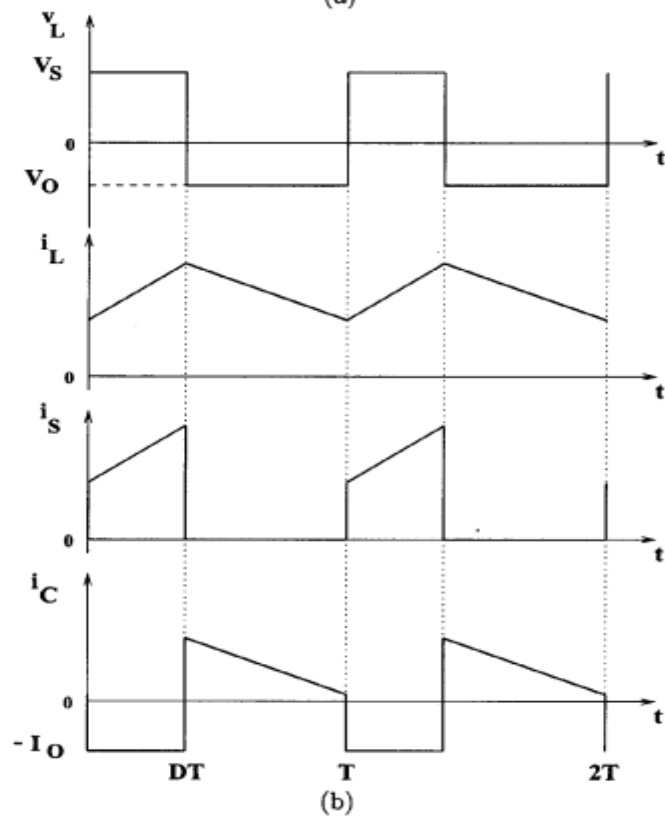
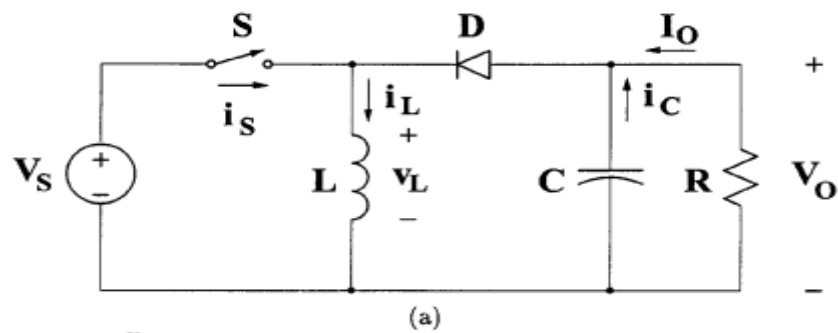
Bộ chuyển đổi Buck-Boost, được thể hiện trong hình 3-6a. Mạch điện bao gồm V_s điện áp DC ngõ vào, điện cảm L , khóa S , diode D , bộ lọc dung kháng C và tải trở R . Dạng sóng bộ chuyển đổi Boost thể hiện trong hình 3-6b.

Bộ biến đổi buck-boost hoạt động dựa trên nguyên tắc: khi khóa S đóng, điện áp ngõ vào đặt lên điện cảm, làm dòng điện trong điện cảm tăng dần theo thời gian. Khi khóa S ngắt, điện cảm có khuynh hướng duy trì dòng điện qua nó sẽ tạo điện áp cảm ứng đủ để diode phân cực thuận. Tùy vào tỷ lệ giữa thời gian đóng khóa S và ngắt khóa S mà giá trị điện áp ra có thể nhỏ hơn, bằng, hay lớn

hơn giá trị điện áp vào. Trong mọi trường hợp thì dấu của điện áp ra là ngược với dấu của điện áp vào, do đó dòng điện đi qua điện cảm sẽ giảm dần theo thời gian.

Với các giả thiết tương tự như các trường hợp trên, ở chế độ dòng điện qua điện cảm là liên tục, điện áp rơi trung bình trên điện cảm sẽ bằng 0.

$$V_S DT = -V_O (1-D) T \quad (3.13)$$



Hình 3- 6 Bộ chuyển đổi Buck-Boost [7]

Do đó điện áp của bộ chuyển đổi buck-boost là:

$$\frac{V_o}{V_s} = -\frac{D}{1-D} \quad (3.14)$$

Khi $D = 0.5$, $V_s = V_o$.

Với những trường hợp khác, $0 < V_o < V_s$ khi $0 < D < 0.5$; và $0 < V_s < V_o$ khi $0.5 < D < 1$

Như vậy, bộ biến đổi này có thể tăng áp hay giảm áp, và đó là lý do mà nó được gọi là bộ biến đổi buck-boost.

Giá trị cuộn dây để xác định khả năng dẫn dòng liên tục.

$$L_b = \frac{1-D^2 R}{2f} \quad (3.15)$$

Giá trị của tụ để giảm điện áp gợn sóng ngõ ra:

$$C_{min} = \frac{DV_o}{V_r R f} \quad (3.16)$$

Chương 4

PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN MỜ

4.1. Lý thuyết mờ: [8]

Khái niệm về logic mờ được giáo sư L.A Zadeh đưa ra lần đầu tiên năm 1965, tại trường Đại học Berkeley, bang California - Mỹ. Từ đó lý thuyết mờ đã được phát triển và ứng dụng rộng rãi.

Năm 1970 tại trường Mary Queen, London – Anh, Ebrahim Mamdani đã dùng logic mờ để điều khiển một máy hơi nước mà ông không thể điều khiển được bằng kỹ thuật cổ điển. Tại Đức Hann Zimmermann đã dùng logic mờ cho các hệ ra quyết định. Tại Nhật logic mờ được ứng dụng vào nhà máy xử lý nước của Fuji Electronic vào 1983, hệ thống xe điện ngầm của Hitachi vào 1987.

Lý thuyết mờ ra đời ở Mỹ, ứng dụng đầu tiên ở Anh nhưng phát triển mạnh mẽ nhất là ở Nhật. Trong lĩnh vực Tự động hoá logic mờ ngày càng được ứng dụng rộng rãi. Nó thực sự hữu dụng với các đối tượng phức tạp mà ta chưa biết rõ hàm truyền, logic mờ có thể giải quyết các vấn đề mà điều khiển kinh điển không làm được.

4.1.1. Khái niệm cơ bản về điều khiển mờ:

Logic mờ dựa trên khái niệm tập hợp mờ phân biệt với tập hợp kinh điển. Tập kinh điển là một tập hợp các vật có cùng đặc tính, gọi là các phần tử của tập hợp, một vật bất kỳ có thể coi là thuộc hay là không thuộc tập hợp. Còn tập mờ thì phần tử có thể thuộc tập này nhưng cũng có thể thuộc tập khác, tóm lại là tập mờ không có biên rõ ràng.

***Ví dụ:** tập A là các ngày trong tuần gồm 7 phần tử từ Thứ 2 đến Chủ nhật là tập kinh điển; còn thật, cá tất nhiên không thuộc tập A. Gọi tập B là tập các ngày cuối tuần thì tập B được gọi là tập mờ, vì Thứ 7, Chủ Nhật là ngày cuối tuần và thuộc tập B, nhưng Thứ 6 có thể được coi là thuộc B hay không thuộc B và Thứ 5 là không thuộc B.*

Một cách tổng quát, một hệ thống mờ là một tập hợp các qui tắc dưới dạng **If ... Then ...** để tái tạo hành vi của con người được tích hợp vào cấu trúc điều khiển của hệ thống.

Việc thiết kế một hệ thống mờ mang rất nhiều tính chất chủ quan, nó tùy thuộc vào kinh nghiệm và kiến thức của người thiết kế. Ngày nay, tuy kỹ thuật mờ đã phát triển vượt bậc nhưng vẫn chưa có một cách thức chính quy và hiệu quả để thiết kế

một hệ thống mờ. Việc thiết kế vẫn phải dựa trên một kỹ thuật rất cổ điển là thử - sai và đòi hỏi phải đầu tư nhiều thời gian để có thể đi tới một kết quả chấp nhận được.

4.1.2. Định nghĩa tập mờ: [8]

Tập mờ F xác định trên tập kinh điển X là một tập mà mỗi phần tử của nó là một cặp giá trị $(x, \mu_F(x))$, với $x \in X$ và $\mu_F(x)$ là một ánh xạ :

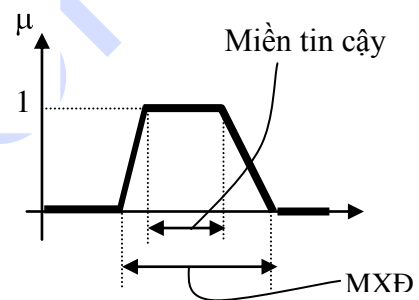
$$\mu_F(x) : X \rightarrow [0 \ 1] \quad (4.1)$$

trong đó : $\mu_F(x)$ gọi là hàm liên thuộc của tập mờ F . Hàm liên thuộc đặc trưng cho độ phụ thuộc của một phần bất kì thuộc tập cơ sở X vào tập mờ F . Nói cách khác, tập mờ xác định bởi hàm liên thuộc của nó.

4.1.3. Các thuật ngữ trong logic mờ :

- Độ cao tập mờ F là giá trị $h = \sup \mu_F(x)$, trong đó $\sup \mu_F(x)$ chỉ giá trị nhỏ nhất trong tất cả các chặn trên của hàm $\mu_F(x)$.

Miền xác định hay là miền nền của hàm liên thuộc của tập mờ F là vùng gồm các phần tử có độ phụ thuộc khác 0. Nghĩa là miền nền gồm các phần tử x của tập cơ sở X



Hình 4- 1 Biểu đồ hàm liên thuộc [8]

sao cho $\mu_F(x) > 0$, nói cách khác gọi là S là tập con thoả mãn :

$$S = \text{Supp} \mu_F(x) = \{ x \in B \mid \mu_F(x) > 0 \} \quad (4.2)$$

- Miền tin cậy hay là Lõi của hàm liên thuộc của tập mờ F là vùng gồm các phần tử có độ phụ thuộc bằng 1, nghĩa là lõi gồm các phần tử x của tập cơ sở X sao cho $\mu_F(x) = 1$ ký hiệu là T là tập con thoả mãn :

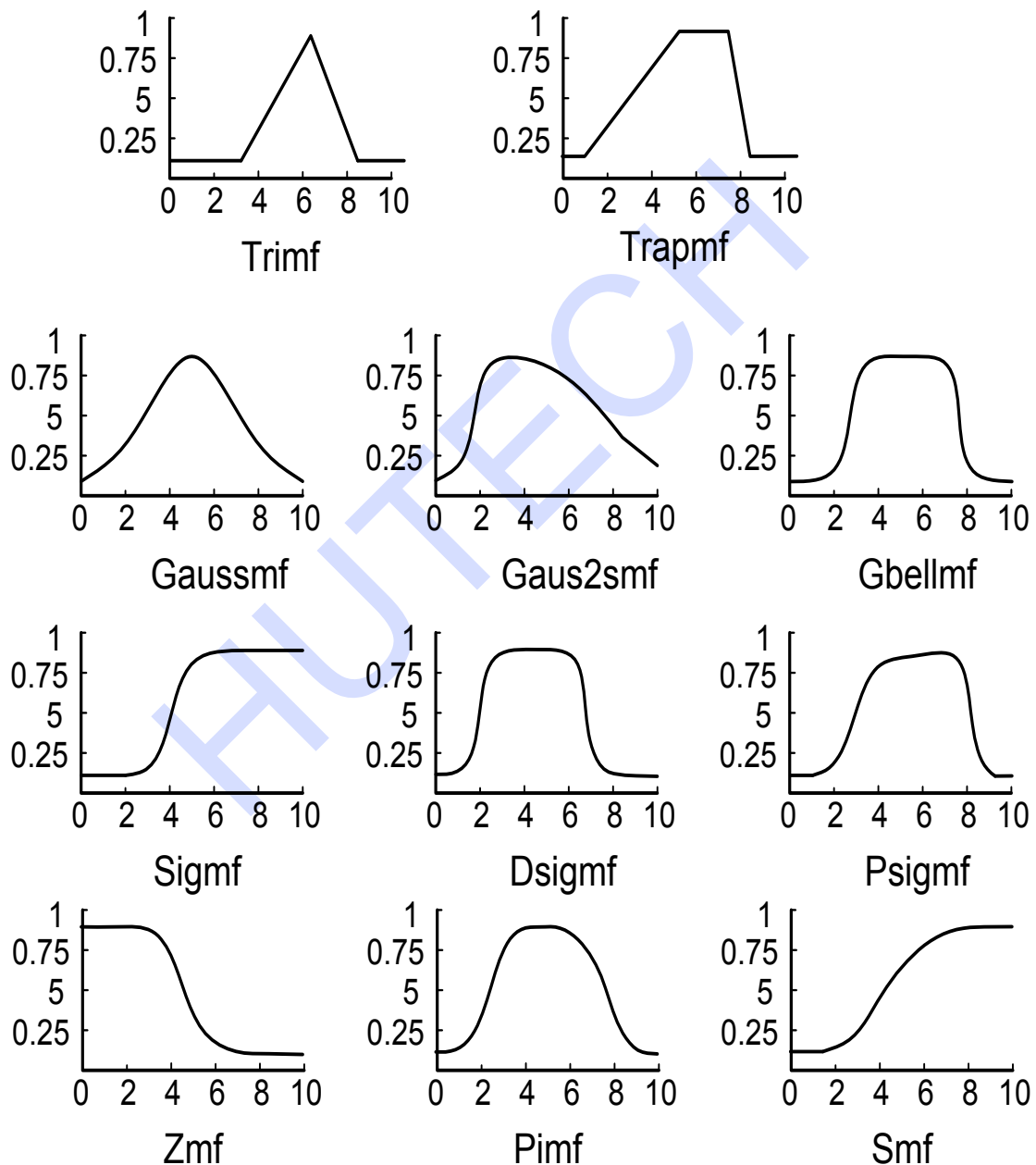
$$T = \{ x \in B \mid \mu_F(x) = 1 \} \quad (4.3)$$

- Biên của hàm liên thuộc của tập mờ F là vùng gồm các phần tử có độ phụ thuộc khác 0 và nhỏ hơn 1, nghĩa là biên của tập mờ gồm các phần tử x của tập cơ sở X sao cho $0 < \mu_F(x) < 1$.

- Các dạng hàm thuộc (membership function) trong logic mờ: Đa số các dạng thường gặp của hàm liên thuộc là chính tắc và lõi. Tuy nhiên, nhiều phép toán trên tập mờ, cũng là phép toán trên hàm liên thuộc, tạo ra kết quả là các tập mờ không

chính tắc. Hàm liên thuộc có thể đối xứng hoặc không đối xứng. Các hàm này thường được định nghĩa trên các tập cơ sở một chiều, nhưng tất nhiên các hàm này cũng có thể được định nghĩa trên các tập cơ sở nhiều chiều.

Có rất nhiều dạng hàm thuộc như : Gaussian, PI-shape, S-shape, Sigmoidal, Z-shape ...



Hình 4- 2 Biểu đồ các dạng hàm liên thuộc [8]

4.1.4. Biến ngôn ngữ:

- **Biến ngôn ngữ (linguistic variable):** là biến mà giá trị của nó có thể là từ, hay cụm từ tự nhiên thể hiện ý nghĩ của con người về một hiện tượng vật lý nào đó

Ví dụ: tốc độ xe ô tô, nhiệt độ trong phòng, chuyển đi dài ngày, câu trả lời nhanh.

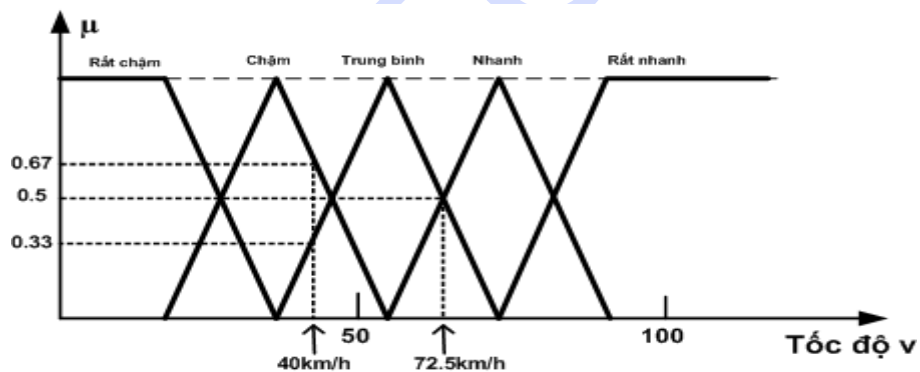
- **Tập hợp số hạng biến ngôn ngữ (term-set)** - gọi là tập hợp các giá trị có thể có của biến ngôn ngữ.

- **Số hạng biến ngôn ngữ (term)** là bất cứ giá trị nào của tập hợp số hạng.

Trong lý thuyết fuzzy logic tập hợp số hạng được tạo nhờ hàm thuộc (membership function):

Mỗi giá trị ngôn ngữ của biến tốc độ được xác định bằng một tập mờ xác định trên tập nền là tập số thực dương chỉ giá trị vật lý x (đơn vị là km/h) của biến tốc độ như 40km/h, 50km/h

+ Hàm thuộc tương ứng là : $\mu_{\text{rất chậm}}(x)$, $\mu_{\text{chậm}}(x)$, $\mu_{\text{trung bình}}(x)$, $\mu_{\text{nhanh}}(x)$, $\mu_{\text{rất nhanh}}(x)$, và được biểu diễn như hình vẽ



Hình 4-3 Biểu diễn hàm thuộc [8]

+ Biến tốc độ có hai miền giá trị khác nhau:

○ Miền giá trị ngôn ngữ:

$N = \{\text{rất chậm, chậm, trung bình, nhanh, rất nhanh}\}$

○ Miền các giá trị vật lý:

$$V = \{x \in \mathbb{R} / x \geq 0\} \quad (4.4)$$

+ Mỗi giá trị ngôn ngữ (N) lại được mô tả bằng một tập mờ có tập nền là các giá trị vật lý V

+ Biến tốc độ xác định trên miền các giá trị ngôn ngữ N , gọi là biến ngôn ngữ. Trong đó V là tập nền của biến ngôn ngữ

+ Hàm thuộc

+ Ánh xạ có tên gọi là quá trình fuzzy hoá (hay mờ hoá) của giá trị rõ x .

$$X \rightarrow \mu = \begin{pmatrix} \mu_{\text{rat cham}} & x \\ \mu_{\text{cham}} & x \\ \mu_{\text{trung binh}} & x \\ \mu_{\text{nhanh}} & x \\ \mu_{\text{rat nhanh}} & x \end{pmatrix} \quad (4.5)$$

Ví dụ

- Fuzzy hoá giá trị vật lý $x=40\text{km/h}$

$$40\text{Km} / h \rightarrow \mu = \begin{pmatrix} 0 \\ 0.67 \\ 0.33 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}$$

- Fuzzy hoá giá trị vật lý $x=72,5\text{km/h}$

$$72.5\text{Km} / h \rightarrow \mu = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 0.5 \\ 0.5 \\ 0 \end{pmatrix}$$

4.1.5. Các phép toán trên tập mờ:

Cho X, Y là hai tập mờ trên không gian nền B , có các hàm thuộc tương ứng là μ_X, μ_Y , khi đó :

- Phép hợp hai tập mờ : $X \cup Y$

+ Theo luật Max :

$$\mu_{X \cup Y}(b) = \text{Max}\{ \mu_X(b), \mu_Y(b) \} \quad (4.6)$$

+ Theo luật Sum :

$$\mu_{X \cup Y}(b) = \text{Min}\{ 1, \mu_X(b) + \mu_Y(b) \} \quad (4.7)$$

+ Tổng trực tiếp :

$$\mu_{X \cup Y}(b) = \mu_X(b) + \mu_Y(b) - \mu_X(b) \cdot \mu_Y(b) \quad (4.8)$$

- Phép giao hai tập mờ : $X \cap Y$

+ Theo luật Min :

$$\mu_{X \cap Y}(b) = \text{Min}\{ \mu_X(b) , \mu_Y(b) \} \quad (4.9)$$

+ Theo luật Lukasiewicz :

$$\mu_{X \cap Y}(b) = \text{Max}\{0, \mu_X(b) + \mu_Y(b) - 1\} \quad (4.10)$$

+ Theo luật Prod :

$$\mu_{X \cap Y}(b) = \mu_X(b) \cdot \mu_Y(b) \quad (4.11)$$

- Phép bù tập mờ :

$$\mu_{X^c}(b) = 1 - \mu_X(b) \quad (4.12)$$

4.1.6. Luật hợp thành :

4.1.6.1. Mệnh đề hợp thành :

Cho hai biến ngôn ngữ χ và γ . Nếu biến χ nhận giá trị A với hàm thuộc $\mu_A(x)$, và γ nhận giá trị B với hàm thuộc $\mu_B(x)$. Thì biểu thức:

$\chi=A$ - là mệnh đề điều kiện

$\gamma=B$ - là mệnh đề kết luận

Tức là nếu $\chi=A$ thì $\gamma=B$.

Mệnh đề này cho phép từ một giá trị rõ x_0 hay cụ thể từ một độ phụ thuộc $\mu_A(x_0)$ đối với tập mờ A của giá trị đầu vào x_0 xác định được hệ số thoả mãn mệnh đề kết luận của giá trị đầu ra.

Hệ số thoả mãn mệnh đề kết luận này gọi là giá trị mệnh đề hợp thành nếu $\chi=A$ thì $\gamma=B$.

4.1.6.2. Phép suy diễn mờ :

Mệnh đề hợp thành có cấu trúc nếu $\chi=A$ thì $\gamma=B$ hay $\mu_A(x) \Rightarrow \mu_B(y)$ với $\mu_A(x), \mu_B(y) \in [0,1]$

Trong đó $\mu_A(x)$ là hàm thuộc của tập mờ đầu vào A xác định trên tập nền X và $\mu_B(y)$ là hàm thuộc của tập mờ B xác định trên tập nền Y

4.1.6.2.1. Phép suy diễn đơn thuần :

Giá trị của mệnh đề hợp thành mờ (nếu $\chi=A$ thì $\gamma=B$) là một tập mờ định nghĩa trên nền Y (không gian nền B) và có hàm thuộc $\mu_{A \Rightarrow B}(y): Y \rightarrow [0,1]$ thỏa mãn điều kiện:

- $\mu_{A \Rightarrow B}(y)$ chỉ phụ thuộc vào $\mu_A(x)$ và $\mu_B(y)$
- $\mu_A(x) = 0 \Rightarrow \mu_{A \Rightarrow B}(y) = 1$
- $\mu_B(y) = 1 \Rightarrow \mu_{A \Rightarrow B}(y) = 1$
- $\mu_A(x) = 0$ và $\mu_B(y) = 0 \Rightarrow \mu_{A \Rightarrow B}(y) = 0$
- $\mu_{A1}(x) \leq \mu_{A2}(x) \Rightarrow \mu_{A1 \Rightarrow B}(y) \geq \mu_{A2 \Rightarrow B}(y)$
- $\mu_{B1}(y) \leq \mu_{B2}(y) \Rightarrow \mu_{A \Rightarrow B1}(y) \leq \mu_{A \Rightarrow B2}(y)$

Như vậy bất cứ một hàm $\mu_{A \Rightarrow B}(y)$ nào thỏa mãn những tính chất trên đều có thể sử dụng làm hàm thuộc cho tập mờ C – là kết quả của mệnh đề $\chi=A$ thì $\gamma=B$
 Các hàm thuộc cho mệnh đề hợp thành $A \Rightarrow B$ thường hay dùng:

- Theo Zadeh:

$$\mu_{A \Rightarrow B}(x,y) = \max\{\min\{\mu_A(x), \mu_B(y)\}, 1 - \mu_A(x)\} \quad (4.13)$$

- Theo Lukasiewicz :

$$\mu_{A \Rightarrow B}(x,y) = \min\{1, 1 - \mu_A(x) + \mu_B(y)\} \quad (4.14)$$

- Theo Kleene-Dienes :

$$\mu_{A \Rightarrow B}(x,y) = \max\{1 - \mu_A(x), \mu_B(y)\} \quad (4.15)$$

Nhận xét: Theo điều kiện 1 ta thấy mệnh đề hợp thành luôn đúng khi mệnh đề điều kiện sai. Điều này tạo ra nghịch lý trong điều khiển:

Ví dụ: Nếu ánh sáng=tối thì đèn = bật

Nếu ánh sáng=năng khi đó hàm thuộc $\mu_{\text{tối}}(x) = 0$

Như vậy theo biểu thức trên ($\mu_A(x) = 0 \Rightarrow \mu_{A \Rightarrow B}(y) = 1$) thì đèn vẫn bật vì thỏa mãn mệnh đề hợp thành $\mu_{\text{TỐI} \Rightarrow \text{BẬT}}(x,y) = 1$.

- Để khắc phục nhược điểm trên của định lý 1. Mamdani đã đưa ra nguyên tắc: “Độ phụ thuộc của kết luận không được lớn hơn độ phụ thuộc của điều kiện” có nghĩa là $\mu_A(x) \geq \mu_{A \Rightarrow B}(y)$

Ta coi tập mờ $\mu_{A \Rightarrow B}(y)$ như một hàm của hai biến μ_A và μ_B tức là $\mu_{A \Rightarrow B}(y) = \mu(\mu_A, \mu_B)$

4.1.6.2.2. Phép suy diễn mờ:

Giá trị của mệnh đề hợp thành mờ (nếu $\chi=A$ thì $\gamma=B$) là một tập mờ B' định nghĩa trên nền Y (không gian nền B) và có hàm thuộc $\mu(\mu_A, \mu_B): [0,1]^2 \rightarrow [0,1]$ thoả mãn:

$$\mu_A \geq \mu(\mu_A, \mu_B) \quad \text{với mọi } \mu_A, \mu_B \in [0,1] \quad (4.16)$$

$$\mu(\mu_A, 0) = 0 \quad \text{với mọi } \mu_A \in [0,1] \quad (4.17)$$

$$\mu_{A1} \leq \mu_{A2} \Rightarrow \mu(\mu_{A1}, \mu_B) \leq \mu(\mu_{A2}, \mu_B) \quad (4.18)$$

$$\mu_{B1} \leq \mu_{B2} \Rightarrow \mu(\mu_A, \mu_{B1}) \leq \mu(\mu_A, \mu_{B2}) \quad (4.19)$$

Từ nguyên tắc của Mamdani và phép suy diễn mờ ta có thể xác định hàm thuộc cho các mệnh đề hợp thành $B'=A \Rightarrow B$

$$\mu(\mu_A, \mu_B) = \min\{\mu_A, \mu_B\} \quad (4.20)$$

$$\mu(\mu_A, \mu_B) = \mu_A \mu_B \quad (4.21)$$

Ta có thể chứng minh hàm thuộc của mệnh đề hợp thành $B'=A \Rightarrow B$ được tính như trên thoả mãn các điều kiện:

Ví dụ:

- $\mu(\mu_A, \mu_B) = \min\{\mu_A, \mu_B\}$ mà $\mu_A \geq \min\{\mu_A, \mu_B\}$ như vậy $\mu_A \geq \mu(\mu_A, \mu_B)$
- Khi $\mu_B = 0$ thì $\mu(\mu_A, \mu_B) = \mu(\mu_A, 0) = \min\{\mu_A, \mu_B\} = 0$;
- Khi $\mu_{A1} \leq \mu_{A2}$: $\mu(\mu_{A1}, \mu_B) = \min\{\mu_{A1}, \mu_B\}$ và $\mu(\mu_{A2}, \mu_B) = \min\{\mu_{A2}, \mu_B\}$
 $\min\{\mu_{A1}, \mu_B\} \leq \min\{\mu_{A2}, \mu_B\} \Rightarrow \mu(\mu_{A1}, \mu_B) \leq \mu(\mu_{A2}, \mu_B)$
- Khi $\mu_{B1} \leq \mu_{B2}$ $\mu(\mu_A, \mu_{B1}) = \min\{\mu_A, \mu_{B1}\}$ và $\mu(\mu_A, \mu_{B2}) = \min\{\mu_A, \mu_{B2}\}$
 $\min\{\mu_A, \mu_{B1}\} \leq \min\{\mu_A, \mu_{B2}\} \Rightarrow \mu(\mu_A, \mu_{B1}) \leq \mu(\mu_A, \mu_{B2})$

Hai kết luận trên là quy tắc *hợp thành Mamdani*

4.1.6.2.3. Quy tắc hợp thành MIN:

Giá trị của mệnh đề hợp thành mờ (nếu $\chi=A$ thì $\gamma=B$) là một tập mờ B' xác định trên nền Y (không gian nền của B) và có hàm thuộc:

$$\mu_{B'}(y) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(y)\} \quad (4.22)$$

4.1.6.2.4. Quy tắc hợp thành PROD:

Giá trị của mệnh đề hợp thành mờ (nếu $\chi=A$ thì $\gamma=B$) là một tập mờ B' xác định trên nền Y (không gian nền của B) và có hàm thuộc:

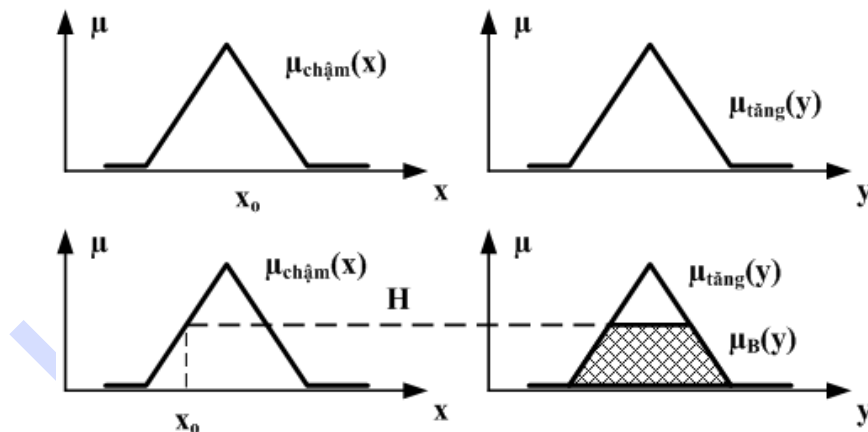
$$\mu_{B'}(y) = \mu_A(x) \mu_B(y) \quad (4.23)$$

4.1.6.2.5. Nhận xét:

- Tập hợp mờ B' được xác định trên nền của B .
- $\mu_{B'}(y)$ chỉ được xác định khi biết cụ thể giá trị $\mu_A(x)$, tức là $\mu_{B'}(y)$ phụ thuộc vào giá trị rõ x_0 ở đầu vào.

● **Ví dụ:** Giả sử biến ngôn ngữ χ chỉ tốc độ của xe và γ chỉ tác động của ga xe. Luật điều khiển cho tốc độ chạy trung bình không đổi sẽ tương đương với mệnh đề hợp thành mờ một điều kiện đầu vào.

Nếu χ =chậm thì γ =tăng

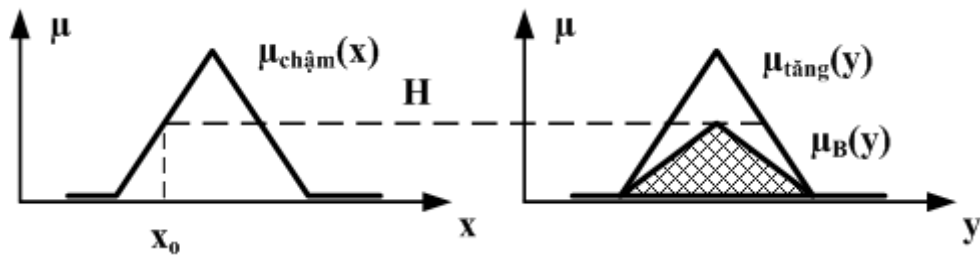


Hình 4- 4 Biểu diễn hàm thuộc theo quy tắc hợp thành min [8]

- Ta ký hiệu giá trị mờ đầu ra là B' ứng với giá trị rõ x_0 của đầu vào. Theo quy tắc hợp thành MIN hàm thuộc của B' được tính theo biểu thức:
 $\mu_{B'}(y) = \min\{\mu_A(x_0), \mu_B(y)\}$

- Ta ký hiệu $H = \mu_A(x_0)$ – thì H được gọi là *độ thỏa mãn mệnh đề điều kiện* hay *độ thỏa mãn*. Và khi đó $\mu_{B'}(y) = \min\{H, \mu_B(y)\}$.

- Theo quy tắc hợp thành PROD hàm thuộc của B' sẽ được tính theo biểu thức
 $\mu_{B'}(y) = \mu_A(x_0) \cdot \mu_B(y)$ hay $\mu_{B'}(y) = H \cdot \mu_B(y)$



Hình 4- 5 Biểu diễn hàm thuộc theo quy tắc hợp thành PROD [8]

4.1.6.3. Luật hợp thành mờ:

4.1.6.3.1. Định nghĩa:

Luật hợp thành là tên chung gọi mô hình R biểu diễn một hay nhiều hàm thuộc cho một hay nhiều mệnh đề hợp thành. Nói cách khác luật hợp thành là một tập hợp của nhiều mệnh đề hợp thành.

4.1.6.3.2. Phân loại:

- Luật hợp thành đơn: là luật chỉ có một mệnh đề hợp thành.
- Luật hợp thành kép: là luật có nhiều hơn một mệnh đề hợp thành.
- Trong thực tế phần lớn các hệ mờ đều có mô hình là luật hợp thành kép.

Ví dụ:

R1: nếu χ =chậm thì γ =tăng hoặc

R2: nếu χ =trung bình thì γ =giữ nguyên hoặc

R3: nếu χ =nhanh thì γ =giảm

Đây là luật hợp thành R bao gồm 3 mệnh đề hợp thành R1,R2,R3.

Với mỗi giá trị vật lý rõ x_0 của tốc độ đầu vào, qua phép suy diễn mờ ta thu được 3 tập mờ $B'1, B'2, B'3$ từ ba mệnh đề hợp thành R1,R2,R3 của luật hợp thành R với hàm thuộc lần lượt là $\mu_{B'1}(y)$, $\mu_{B'2}(y)$, $\mu_{B'3}(y)$. Giá trị của luật hợp thành R ứng với giá trị rõ x_0 là tập mờ R' thu được qua phép hợp ba tập mờ $B'1, B'2, B'3$.

$$R' = B'1 \cup B'2 \cup B'3 \quad (4.24)$$

4.1.6.3.2.a Phân loại luật hợp thành:

- Luật hợp thành Max-Prod:

+ Nếu $\mu_{B'1}(y)$, $\mu_{B'2}(y)$, $\mu_{B'3}(y)$ được xác định theo quy tắc hợp thành PROD tức là:

$$\begin{cases} \mu_{B'1}(y) = \mu_A(x_0)\mu_{B1}(y) \\ \mu_{B'2}(y) = \mu_A(x_0)\mu_{B2}(y) \\ \mu_{B'3}(y) = \mu_A(x_0)\mu_{B3}(y) \end{cases} \quad (4.25)$$

+ Và phép hợp $R' = B'1 \cup B'2 \cup B'3$ là phép hợp max:

$$\mu_{B'}(y) = \mu_{B'1 \cup B'2 \cup B'3} = \max\{\mu_{B'1}(y), \mu_{B'2}(y), \mu_{B'3}(y)\} \quad (4.26)$$

- Luật hợp thành Max-Min:

+ Nếu $\mu_{B'1}(y)$, $\mu_{B'2}(y)$, $\mu_{B'3}(y)$ được xác định theo quy tắc hợp thành MIN tức là:

$$\begin{cases} \mu_{B'1}(y) = \min\{\mu_A(x_0), \mu_{B1}(y)\} \\ \mu_{B'2}(y) = \min\{\mu_A(x_0), \mu_{B2}(y)\} \\ \mu_{B'3}(y) = \min\{\mu_A(x_0), \mu_{B3}(y)\} \end{cases} \quad (4.27)$$

+ Và phép hợp $R' = B'1 \cup B'2 \cup B'3$ là phép hợp max:

$$\mu_{B'}(y) = \mu_{B'1 \cup B'2 \cup B'3} = \max\{\mu_{B'1}(y), \mu_{B'2}(y), \mu_{B'3}(y)\} \quad (4.28)$$

- Luật hợp thành Sum-Min:

+ Nếu $\mu_{B'1}(y)$, $\mu_{B'2}(y)$, $\mu_{B'3}(y)$ được xác định theo quy tắc hợp thành MIN biểu thức (4.27).

+ Và phép hợp $R' = B'1 \cup B'2 \cup B'3$ là phép hợp Lukasiewicz:

$$\mu_{B'}(y) = \mu_{B'1 \cup B'2 \cup B'3} = \min\{1, \mu_{B'1}(y) + \mu_{B'2}(y) + \mu_{B'3}(y)\} \quad (4.29)$$

- Luật hợp thành Sum-Prod :

+ Nếu $\mu_{B'1}(y)$, $\mu_{B'2}(y)$, $\mu_{B'3}(y)$ được xác định theo quy tắc hợp thành PROD biểu thức (4.25).

+ Và phép hợp $R' = B'1 \cup B'2 \cup B'3$ là phép hợp Lukasiewicz biểu thức (4.29).

Tuy nhiên luật hợp thành max-MIN và max-PROD được sử dụng nhiều nhất

4.1.6.3.2.b Các bước xác định hàm thuộc $\mu_{R'}(y)$ của luật hợp thành :

Bước 1. Xác định độ thỏa mãn H_1, H_2, \dots, H_n (Tức là xác định $\mu_A(x_0)$)

Bước 2. Tính $\mu_{B'1}(y)$, $\mu_{B'2}(y)$, $\mu_{B'3}(y)$... quy tắc MIN biểu thức (4.27) hoặc theo quy tắc PROD biểu thức (4.25).

Bước 3. Xác định $\mu_{R'}(y)$ theo luật lấy max biểu thức (4.28) hoặc luật Lukasiewicz biểu thức (4.29).

4.1.6.3.3. Cấu trúc của luật hợp thành:

SISO - Là cấu trúc một biến ngôn ngữ đầu vào, một biến ngôn ngữ đầu ra.

SISO - luật hợp thành có các mệnh đề điều kiện và kết luận là những mệnh đề đơn như:

$$\left\{ \begin{array}{l} R1 : \text{nếu } = A1 \text{ thì } = B1 \text{ hoặc} \\ R2 : \text{nếu } = A2 \text{ thì } = B2 \text{ hoặc} \\ .. \\ .. \\ Rn : \text{nếu } = An \text{ thì } = Bn \end{array} \right. \quad (4.30)$$

Ví dụ: tốc độ xe chậm thì tăng gas

MISO – Là cấu trúc có nhiều m biến ngôn ngữ đầu vào $\chi_1, \chi_2, \dots, \chi_m$ và một biến ngôn ngữ đầu ra γ .

MISO - luật hợp thành có các mệnh đề điều kiện và kết luận là những mệnh đề như:

R1: nếu $\chi_1=A_{11}$ và $\chi_2=A_{12}$ và $\dots \chi_m=A_{1m}$ thì $\gamma=B_1$ hoặc

R2: nếu $\chi_1=A_{21}$ và $\chi_2=A_{22}$ và $\dots \chi_m=A_{2m}$ thì $\gamma=B_2$ hoặc

...

...

R2: nếu $\chi_n=A_{n1}$ và $\chi_2=A_{n2}$ và $\dots \chi_m=A_{nm}$ thì $\gamma=B_n$

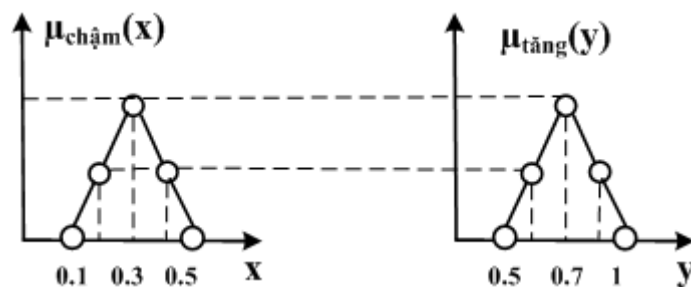
Ví dụ: kết luận qua chất lượng món ăn và phục vụ.

Thuật toán trên cấu trúc SISO

4.1.6.3.3.a Luật hợp thành Max-Min.

- Xét luật hợp thành SISO với một mệnh đề hợp thành:

R1: nếu χ =chậm thì γ =tăng



Hình 4- 6 Luật hợp thành Max-Min [8]

- Trước hết ta rời rạc hoá bằng cách chia ra các khoảng nhỏ để không mất thông tin:

$$x \in \{0,1;0,2;0,3;0,4;0,5\}$$

$$y \in \{0,5;0,6;0,7;0,8;0,9\}$$

- Ta xác định hàm thuộc $\mu_{B'}(y)$ ứng với giá trị đầu vào rõ x_0 và điểm y theo quy tắc hợp thành MIN cho giá trị rõ $x_0=0,2$.

$$\mu_{B'}(0,7)|_{0,2} = \mu_R(0,2;0,7) = \min\{\mu_{\text{Chậm}}(0,2), \mu_{\text{Tăng}}(0,7)\} = \min\{0,5;1\} = 0,5$$

$$\mu_{B'}(0,5)|_{0,2} = \mu_R(0,2;0,5) = \min\{\mu_{\text{Chậm}}(0,2), \mu_{\text{Tăng}}(0,0,5)\} = \min\{0,5;0\} = 0$$

Theo cách tính tương tự ta được bảng sau:

Bảng 4 - 1 Xác định hàm thuộc $\mu_{B'}(y)$ theo quy tắc hợp thành MIN [8]

R	y				
	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.1	0	0	0	0	0
0.2	0	0.5	0.5	0.5	0
0.3	0	0.5	1	0.5	0
0.4	0	0.5	0.5	0.5	0
0.5	0	0	0	0	0

- Như vậy hàm thuộc dạng rời rạc khi đầu vào có giá trị rõ $x_0=0,2$

$$\mu_{B'}(y) = \mu_R(0,2,y) = \{0;0,5;0,5;0,5;0\}$$

4.1.6.3.3. b Luật hợp thành Max-Prod

- Xét luật hợp thành SISO với một mệnh đề hợp thành:

R1: nếu χ =chậm thì γ =tăng

- Trước hết ta rời rạc hoá bằng cách chia ra các khoảng nhỏ để không mất thông tin:

$$x \in \{0,1;0,2;0,3;0,4;0,5\}$$

$$y \in \{0,5;0,6;0,7;0,8;0,9\}$$

- Ta xác định hàm thuộc $\mu_{B'}(y)$ ứng với giá trị đầu vào rõ x_0 và điểm y theo quy tắc hợp thành MIN cho giá trị rõ $x_0=0,2$.

$$\mu_{B'}(0,7)|_{0,2} = \mu_R(0,2;0,7) = \mu_{\text{Chậm}}(0,2), \mu_{\text{Tăng}}(0,7) = 0,5.1 = 0,5$$

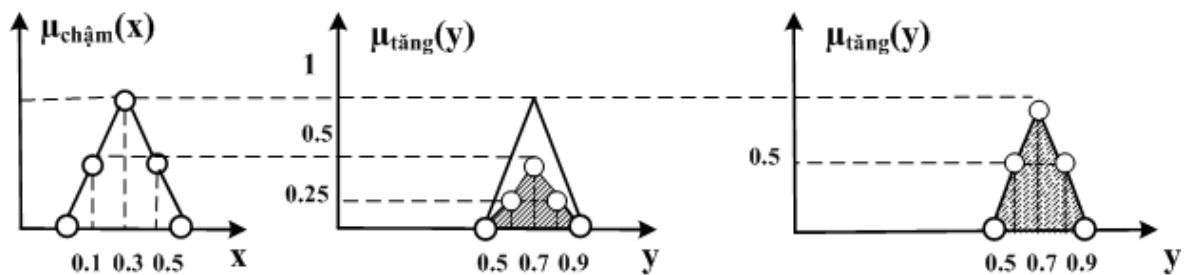
$$\mu_{B'}(0,5)|_{0,2} = \mu_R(0,2;0,5) = \mu_{\text{Chậm}}(0,2). \mu_{\text{Tăng}}(0,5) = 0,5.0 = 0$$

Theo cách tính tương tự ta được bảng sau:

R		y				
		0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
i =1	0.1	0	0	0	0	0
i =2	0.2	0	0.25	0.5	0.25	0
i =3	0.3	0	0.5	1	0.5	0
i =4	0.4	0	0.25	0.5	0.25	0
i =5	0.5	0	0	0	0	0

- Như vậy hàm thuộc dạng rời rạc khi đầu vào có giá trị rõ $x_0=0,2$
 $\mu_{B'}(y)=\mu_R(0,2,y) = \{0;0.25;0.5;0.25;0\}$

Ta được hàm thuộc $\mu_{B'}(y)$ thu được như hình vẽ.



Hình 4- 7 Luật hợp thành Max-Prod [8]

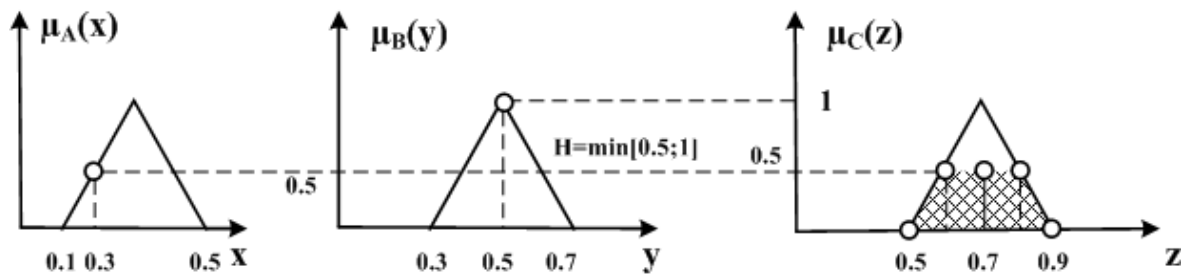
4.1.6.3.3.c Luật hợp thành trên cấu trúc MISO [8]

- Ta xét một mệnh đề hợp thành với hai mệnh đề điều kiện:
- Nếu $\alpha=A$ và $\beta=B$ Thì $\gamma=C$
- Khi đó luật hợp thành R có dạng sau:
- $R: A \cap B \Rightarrow C$
- Các bước xây dựng R
 - Rời rạc hóa các hàm thuộc:

$$x \in \{0,1;0,2;0,3;0,4;0,5\}$$

$$y \in \{0,3;0,4;0,5;0,6;0,7\}$$

$$z \in \{0,5;0,6;0,7;0,8;0,9\}$$



Hình 4- 8 Luật hợp thành trên cấu trúc Miso [8]

- Lập hàm thuộc cho các đầu vào theo luật giao $\mu_{A \cap B}(x,y) = \min\{\mu_A(x), \mu_B(y)\}$ và lập được bảng sau:

Bảng 4 - 2 Xác định hàm thuộc theo luật giao [8]

		Y				
X		3	4	5	6	7
	1	0	0	0	0	0
	2	0	0.5	0.5	0.5	0
	3	0	0.5	1	0.5	0
	4	0	0.5	0.5	0.5	0
	5	0	0	0	0	0

- Ta xác định hàm thuộc $\mu_{C'}(z)$ ứng với giá trị đầu vào rõ x_0 và y_0 theo quy tắc hợp thành MIN theo biểu thức : $\mu_{C'}(z)|_{x_0, y_0} = \mu_R(z; x_0; y_0) = \min\{\mu_{A \cap B}(x_0, y_0), \mu_C(z)\}$

Ví dụ : ta tìm hàm thuộc $\mu_{C'}(z)$ cho cặp đầu vào (2;5) lúc này $\mu_{A \cap B}(2,5)=0.5$ và khi đó

$$(2,5): \mu_{C'}(z) = \mu_R(2;5) = \{0; 0.5; 0.5; 0.5; 0\}$$

$$(5,5): \mu_{C'}(z) = \mu_R(5;5) = \{0; 0; 0; 0; 0\}$$

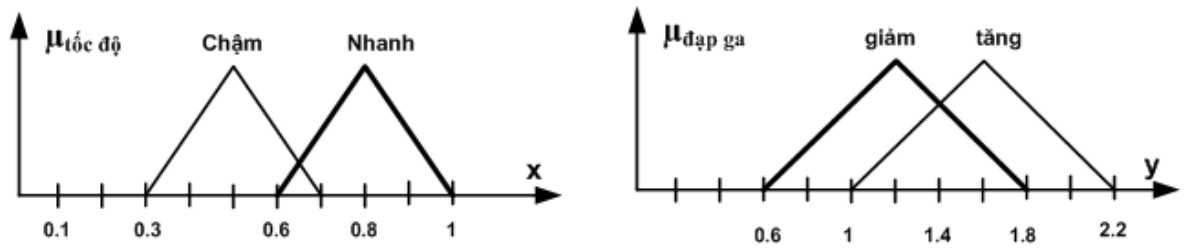
$$(5,3) : \mu_{C'}(z) = \mu_R(5;3) = \{0; 0; 0; 0; 0\}$$

$$(3,5) : \mu_{C'}(z) = \mu_R(3;6) = \{0; 0.5; 1; 0.5; 0\}$$

4.1.6.3.4. Luật hợp thành có hai mệnh đề hợp thành Max-Min :

- Luật hợp thành có hai mệnh đề:

- R1: Nếu χ =chậm Thì γ =tăng hoặc
- R2: Nếu χ =nhanh Thì γ =giảm.



Hình 4 - 9 Luật hợp thành Max-Min có hai mệnh đề [8]

Ký hiệu R' là giá trị của luật hợp thành R

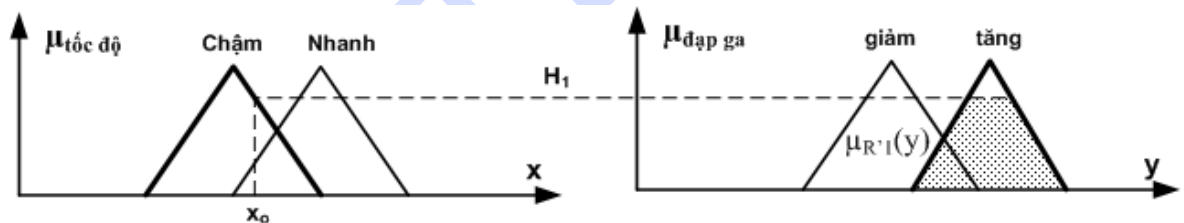
$$R' = R'1 \cup R'2$$

Trong đó $R'1$, $R'2$ là giá trị của từng mệnh đề hợp thành $R1$ và $R2$.

Ký hiệu hàm thuộc của $R'1$ là $\mu_{R'1}(y)$ và $R'2$ là $\mu_{R'2}(y)$ thì theo phép hợp hai tập hợp ta có

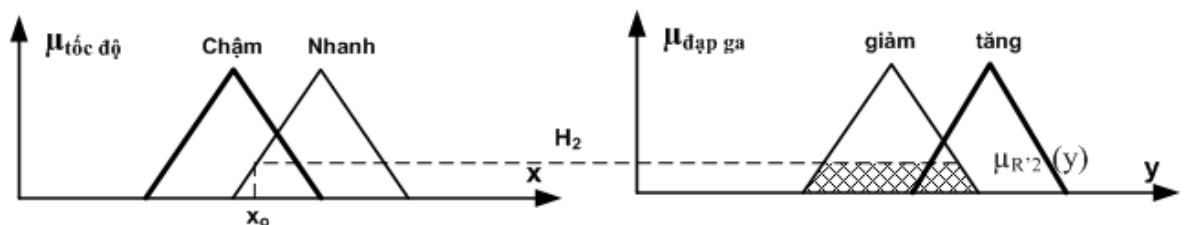
$$\mu_{R'}(y) = \max\{\mu_{R'1}(y), \mu_{R'2}(y)\}$$

Để minh họa ta xét : Với mệnh đề 1 Ta xác định hàm thuộc $\mu_{B'}(y)$ ứng với giá trị đầu vào rõ x_0 và điểm y theo quy tắc hợp thành MIN. $\mu_{R'1}(y)|_{x_0} = \min\{\mu_{\text{Chậm}}(x_0), \mu_{\text{Tăng}}(y)\}$ ta được hình vẽ :



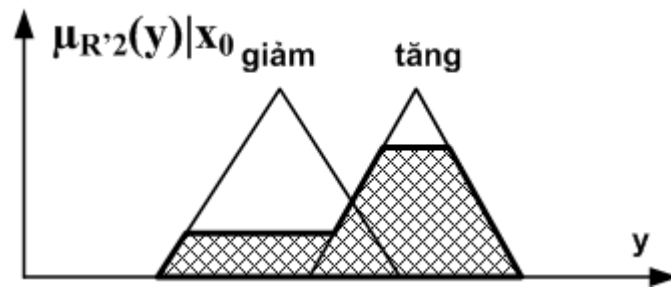
Hình 4 -10 Hàm thuộc theo mệnh đề 1[8]

Với mệnh đề 2 Ta xác định hàm thuộc $\mu_{B'}(y)$ ứng với giá trị đầu vào rõ x_0 và điểm y theo quy tắc hợp thành MIN. $\mu_{R'2}(y)|_{x_0} = \mu_R(x_0; y) = \min\{\mu_{\text{nhanh}}(x_0), \mu_{\text{giảm}}(y)\}$ ta được hình vẽ :



Hình 4 -11 Hàm thuộc theo mệnh đề 2 [8]

Theo phép hợp hai tập hợp mờ $\mu_{R'}(y)|_{x_0} = \max\{\mu_{R'1}(y), \mu_{R'2}(y)\}$



Hình 4- 12 Phép hợp hai mệnh đề theo qui tắc Max-Min [8]

4.1.7. Giải mờ:

Giải mờ là quá trình xác định giá trị rõ ở đầu ra từ hàm thuộc $\mu_{B'}(y)$ của tập mờ B' . Có 2 phương pháp giải mờ :

4.1.7.1. Phương pháp cực đại:

Các bước thực hiện :

- Xác định miền chứa giá trị y' , y' là giá trị mà tại đó $\mu_{B'}(y)$ đạt Max

$$G = \{ y \in Y \mid \mu_{B'}(y) = H \} \quad (4.31)$$

- Xác định y' theo một trong 3 cách sau :

- + Nguyên lý trung bình:

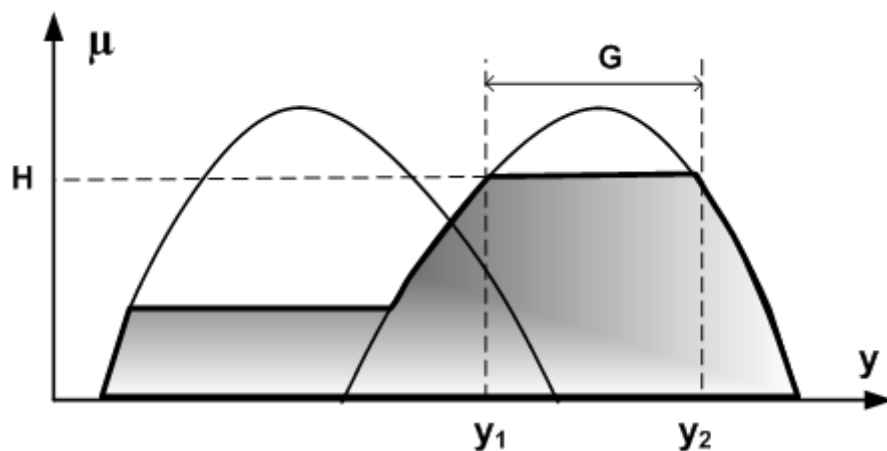
$$y' = \frac{y_1 + y_2}{2} \quad (4.32)$$

- + Nguyên lý cận trái:

$$y' = y_1 \quad (4.33)$$

- + Nguyên lý cận phải:

$$y' = y_2 \quad (4.34)$$



Hình 4- 13 Biểu đồ hàm liên thuộc [8]

4.1.7.2. Phương pháp trọng tâm :

Điểm y' được xác định là hoành độ của điểm trọng tâm miền được bao bởi trục hoành và đường $\mu_{B'}(y)$.

$$\text{Công thức xác định : } y' = \frac{\int_S y \mu(y) dy}{\int_S \mu(y) dy} \quad (4.35)$$

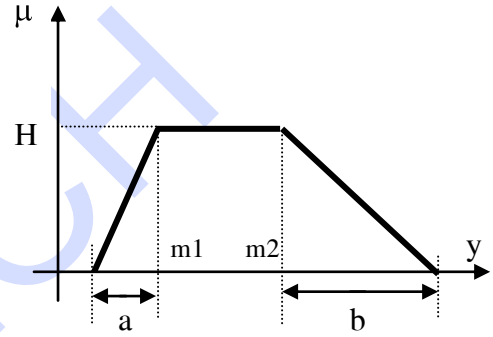
Trong đó S là miền xác định của tập mờ B'

♦ Phương pháp trọng tâm cho luật Sum-Min

Giả sử có m luật điều khiển được triển khai, ký hiệu các giá trị mờ đầu ra của luật điều khiển thứ k là $\mu_{B'_k}(y)$ thì với quy tắc

Sum-Min hàm thuộc sẽ là $\mu_B(y) = \sum_{k=1}^m \mu_{B'_k}(y)$

, và y' được xác định :



Hình 4- 14 Sơ đồ hàm liên thuộc hình thang [8]

$$y' = \frac{\int_S \left(y \sum_{k=1}^m \mu_{B'_k}(y) \right) dy}{\int_S \sum_{k=1}^m \mu_{B'_k}(y) dy} = \frac{\sum_{k=1}^m \left(\int_S y \mu_{B'_k}(y) dy \right)}{\sum_{k=1}^m \left(\int_S \mu_{B'_k}(y) dy \right)} = \frac{\sum_{k=1}^m M_k}{\sum_{k=1}^m A_k} \quad (4.36)$$

trong đó $M_i = \int_S y \mu_{B'_i}(y) dy$ và $A_i = \int_S \mu_{B'_i}(y) dy \quad i=1,2,...,m$

Xét riêng cho trường hợp các hàm thuộc dạng hình thang như hình trên :

$$M_k = \frac{H}{6} (3m_2^2 - 3m_1^2 + b^2 - a^2 + 3m_2b + 3m_1a) \quad (4.37)$$

$$A_k = \frac{H}{2} (2m_2 - 2m_1 + a + b) \quad (4.38)$$

Chú ý hai công thức trên có thể áp dụng cả cho luật Max-Min

♦ Phương pháp độ cao

Từ công thức (4.36), nếu các hàm thuộc có dạng Singleton thì ta được:

$$y' = \frac{\sum_{k=1}^m y_k H_k}{\sum_{k=1}^m H_k} \quad \text{với } H_k = \mu_{B^k}(y_k) \quad (4.39)$$

Đây là công thức giải mờ theo phương pháp độ cao.

4.1.8. Mô hình mờ Tagaki-Sugeno :

Mô hình mờ mà ta nói đến trong các phần trước là mô hình Mamdani. Ưu điểm của mô hình Mamdani là đơn giản, dễ thực hiện nhưng khả năng mô tả hệ thống không tốt. Trong kỹ thuật điều khiển người ta thường sử dụng mô hình mờ Tagaki-Sugeno (TS).

Tagaki - Sugeno đưa ra mô hình mờ sử dụng cả không gian trạng thái mờ lẫn mô tả linh hoạt hệ thống. Theo Tagaki/Sugeno thì một vùng mờ LX^k được mô tả bởi luật :

$$R_{sk} : \text{If } x = LX^k \text{ Then } \dot{x} = A(x^k)x + B(x^k)u \quad (4.40)$$

Luật này có nghĩa là: nếu vectơ trạng thái x nằm trong vùng LX^k thì hệ thống được mô tả bởi phương trình vi phân cục bộ $\dot{x} = A(x^k)x + B(x^k)u$. Nếu toàn bộ các luật của hệ thống được xây dựng thì có thể mô tả toàn bộ trạng thái của hệ trong toàn cục. Trong (4.40) ma trận $A(x^k)$ và $B(x^k)$ là những ma trận hằng của hệ thống ở trọng tâm của miền LX^k được xác định từ các chương trình nhận dạng. Từ đó rút ra được :

$$\dot{x} = \sum w_k (A(x^k)x + B(x^k)u) \quad (4.41)$$

với $w_k(x) \in [0, 1]$ là độ thỏa mãn đã chuẩn hoá của x^* đối với vùng mờ LX^k

Luật điều khiển tương ứng với (4.40) sẽ là :

$$R_{ck} : \text{If } x = LX^k \text{ Then } u = K(x^k)x$$

Và luật điều khiển cho toàn bộ không gian trạng thái có dạng:

$$u = \sum_{k=1}^N w_k K(x^k)x \quad (4.42)$$

Từ (4.40) và (4.41) ta có phương trình động học cho hệ kín:

$$\dot{x} = \sum w_k (x) w_l (x) (A(x^k) + B(x^k)K(x^l))x \quad (4.43)$$

4.1.9. Ví dụ:

Một hệ TS gồm hai luật điều khiển với hai đầu vào x_1, x_2 và đầu ra y .

R_1 : If $x_1 = BIG$ and $x_2 = MEDIUM$ Then $y_1 = x_1 - 3x_2$

R_2 : If $x_1 = SMALL$ and $x_2 = BIG$ Then $y_2 = 4 + 2x_1$

Đầu vào rõ đo được là $x_1^* = 4$ và $x_2^* = 60$. Từ hình bên dưới ta xác định được :

$$LX_{BIG}(x_1^*) = 0.3 \quad \text{và} \quad LX_{BIG}(x_2^*) = 0.35$$

$$LX_{SMALL}(x_1^*) = 0.7 \quad \text{và} \quad LX_{MEDIUM}(x_2^*) = 0.75$$

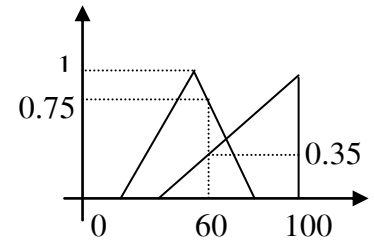
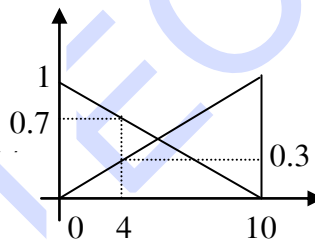
Từ đó xác định được :

$$\min(0.3 ; 0.75) = 0.3 \quad \text{và} \quad \min(0.35 ; 0.7) = 0.35$$

$$y_1 = 4 - 3 \times 60 = -176 \quad \text{và} \quad y_2 = 4 + 2 \times 4 = 12$$

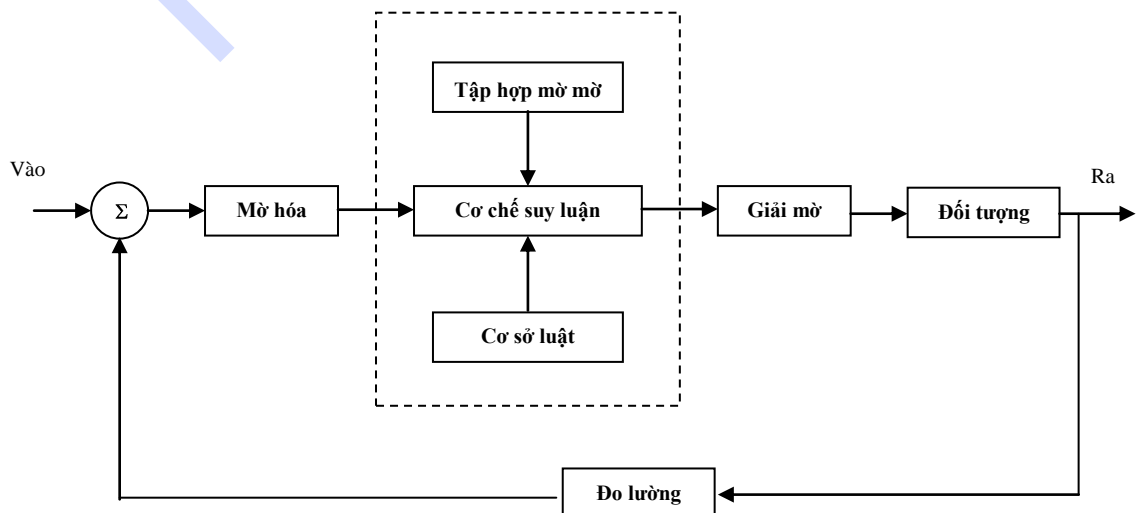
Như vậy hai thành phần R_1 và R_2 là $(0.3 ; -176)$ và $(0.35 ; 12)$. Theo phương pháp tổng trọng số trung bình ta

$$y = \frac{0.3 \times (-176) + 0.35 \times 12}{0.3 + 0.35} = -74.1$$



Hình 4- 15 Hàm liên thuộc 2 biến [8]

4.1.9.1. Cấu trúc một bộ điều khiển mờ:

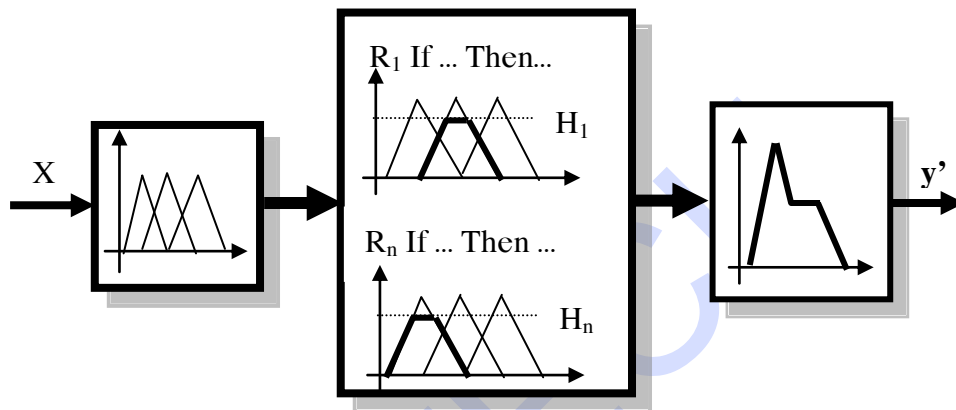


Hình 4- 16 Sơ đồ khối bộ điều khiển mờ [8]

Một bộ điều khiển mờ gồm 3 khâu cơ bản:

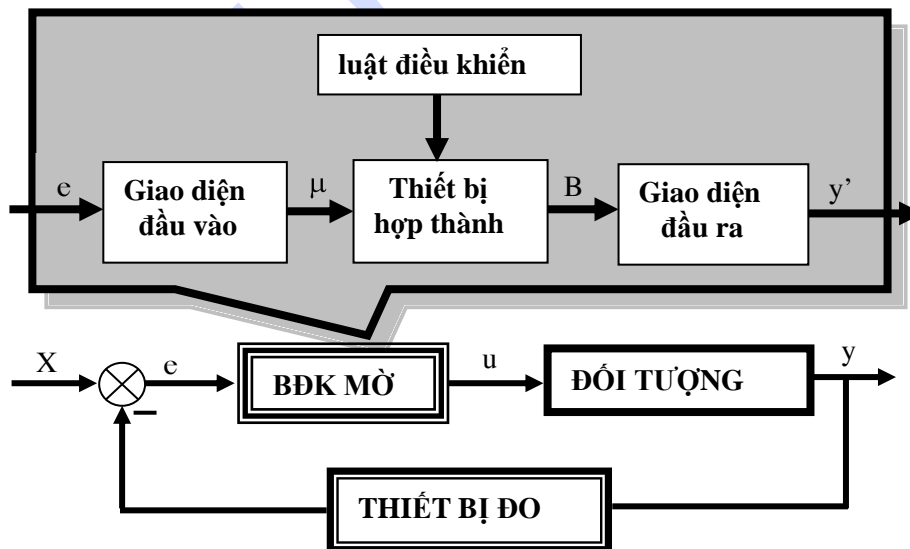
- + Khâu mờ hoá
- + Thực hiện luật hợp thành
- + Khâu giải mờ

Xét bộ điều khiển mờ MISO sau, với vectơ đầu vào $X = [u_1 \ u_2 \ \dots \ u_n]^T$



Hình 4- 17 Sơ đồ chức năng bộ điều khiển mờ [8]

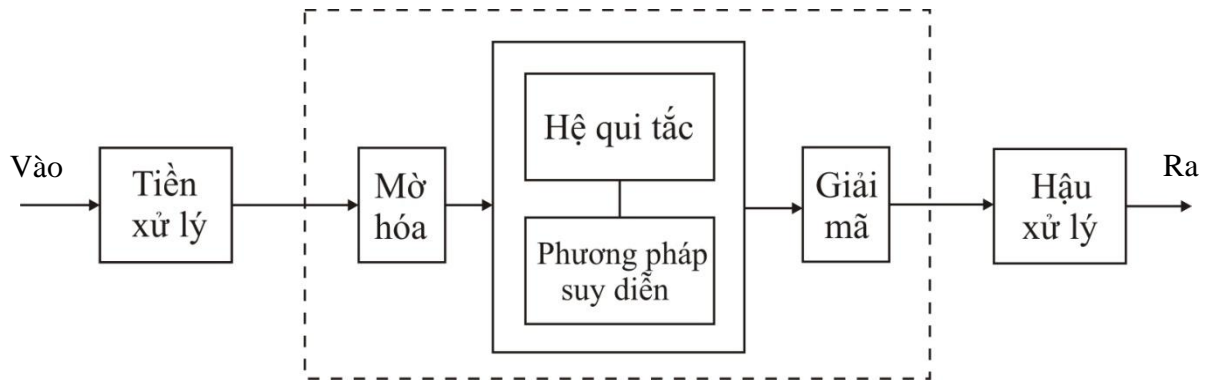
4.1.9.2. Nguyên lý điều khiển mờ:



Hình 4- 18 Sơ đồ nguyên lý bộ điều khiển mờ [8]

4.2. Điều khiển mờ trực tiếp:

4.2.1. Cấu trúc bộ điều khiển mờ trực tiếp:



Hình 4- 19 Bộ điều khiển mờ cơ bản [8]

Sơ đồ khối của bộ điều khiển mờ trình bày ở hình 4-16 gồm thành phần chính là bộ điều khiển mờ cơ bản với ba khối chức năng là mờ hoá, hệ qui tắc và giải mờ. Thực tế trong một số trường hợp khi ghép bộ điều khiển mờ vào hệ thống điều khiển cần thêm hai khối tiền xử lý và hậu xử lý như hình 4-19. Chức năng của từng khối trong sơ đồ trên được mô tả sau đây:

- **Bộ điều khiển mờ cơ bản:** Thành phần chính của bộ điều khiển mờ cơ bản là hệ quy tắc điều khiển, hệ quy tắc này có thể rút ra từ kinh nghiệm chuyên gia trong việc điều khiển đối tượng. Khâu mờ hoá chuyển giá trị rõ phản hồi từ ngõ ra của đối tượng thành giá trị mờ để hệ quy tắc có thể suy luận được. Khâu giải mờ chuyển giá trị mờ suy luận được ở ngõ ra của hệ quy tắc thành giá trị rõ để điều khiển đối tượng.

- **Khối tiền xử lý:** Bộ điều khiển mờ cơ bản là bộ điều khiển tĩnh. Để có thể điều khiển động, cần có thêm các tín hiệu vi phân, tích phân của giá trị đo, những tín hiệu này được tạo ra bởi các mạch vi phân, tích phân trong khối tiền xử lý. Ngoài ra khối tiền xử lý còn có thể lượng tử hoá hoặc làm tròn giá trị đo, chuẩn hoá hoặc tỉ lệ giá trị đo vào tầm giá trị chuẩn, lọc nhiễu. Các tín hiệu ra của bộ tiền xử lý sẽ được đưa vào bộ điều khiển mờ cơ bản, và cần chú ý rằng các tín hiệu này vẫn là giá trị rõ.

Việc lượng tử hoá cần thiết để biến đổi giá trị đo liên tục thành giá trị thích hợp nhất trong tập cơ sở rời rạc. Ví dụ, giả sử biến x có giá trị là 4.6, nhưng tập cơ sở rời rạc của biến x là $\{-5, -4, -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, 4, 5\}$, bộ tiền xử lý sẽ làm tròn x thành 5. Trong ví dụ trên, nếu không lượng tử hoá thì x sẽ có vô số giá trị trong đoạn $[-5,$

5], còn việc lượng tử hoá làm cho x chỉ có thể nhận 11 giá trị rời rạc, và như vậy sẽ dẫn đến việc tính toán dễ dàng hơn. Tuy nhiên, nếu bước lượng tử quá lớn có thể làm hệ thống dao động thậm chí không ổn định.

- **Khôi hậu xử lý:** Trong trường hợp các giá trị mờ ở ngõ ra của các quy tắc được định nghĩa trên tập cơ sở chuẩn thì giá trị rõ sau khi giải mờ phải được nhân với một hệ số tỉ lệ để trở thành giá trị vật lý. Ví dụ, cơ sở chuẩn $[-1, 1]$ (*không thứ nguyên*) cần phải được tỷ lệ để trở thành giá trị vật lý $[-10, 10]$ (*volt*)

Khôi hậu xử lý thường gồm các mạch khuếch đại (có thể chỉnh độ lợi), đôi khi khôi hậu xử lý có thể có khâu tích phân.

4.2.2. Thiết kế bộ điều khiển mờ trực tiếp dựa vào kinh nghiệm chuyên gia

Khi thiết kế bộ điều khiển mờ, chúng ta chỉ mong muốn được bộ điều khiển cho kết quả “**chấp nhận được**” chứ không phải kết quả “**tốt nhất**”. Mặt khác, bài toán ổn định của hệ thống điều khiển mờ vẫn còn là bài toán mở. Vì vậy chỉ nên sử dụng bộ điều khiển mờ khi kết quả điều khiển bằng các phương pháp kinh điển không thoả mãn yêu cầu thiết kế.

Rất khó có thể đưa ra được phương pháp thiết kế hệ thống điều khiển mờ tổng quát. Một bộ điều khiển mờ được thiết kế tốt hay không hoàn toàn phụ thuộc vào kinh nghiệm của người thiết kế.

Trình tự thiết kế:

- 1- Xác định biến vào, biến ra (và biến trạng thái, nếu cần) của đối tượng.
- 2- Chuẩn hoá biến vào, biến ra về giá trị $[0, 1]$ hay $[-1, 1]$ để sau này có thể lập trình dễ dàng bằng vi xử lý hoặc tích hợp vào các hệ PLC.
- 3- Định nghĩa các tập mờ trên tập cơ sở đã chuẩn hoá của các biến, và gán cho mỗi tập mờ một giá trị ngôn ngữ. Số lượng, vị trí và hình dạng của các tập mờ tùy thuộc vào từng ứng dụng cụ thể. Một đề nghị là nên bắt đầu bằng 3 tập mờ có dạng hình tam giác cho mỗi biến và các tập mờ này nên được phân hoặc mờ. Nếu không thoả mãn yêu cầu thì có thể tăng số lượng tập mờ, thay đổi hình dạng.
- 4- Gán quan hệ giữa các tập mờ ở ngõ vào và ngõ ra, bước này xây dựng được hệ quy tắc mờ. Bước này có thể thực hiện tốt nếu người thiết kế có kinh nghiệm và các phát biểu ngôn ngữ mô tả đặc tính động của đối tượng và các hệ quy tắc mờ thông dụng, ví dụ các hệ quy tắc PD, PI hoặc PID mờ.

5- Chọn phương pháp suy diễn. Trong thực tế người ta thường chọn phương pháp suy diễn cục bộ nhằm đơn giản trong việc tính toán và áp dụng công thức hợp thành MAX-MIN hay MAX-PROD.

6- Chọn phương pháp giải mờ. Trong điều khiển người ta thường chọn phương pháp giải mờ “thoả hiệp” như phương pháp trọng tâm, phương pháp trung bình có trọng số....

Trong các bước thiết kế vừa nêu trên, bước 1, 3 và 4 là quan trọng nhất. Bước 2 chuẩn hoá ngõ vào, ngõ ra nên làm chứ không bắt buộc. Ta hoàn toàn có thể thiết kế bộ điều khiển mờ với các biến vào ra là các biến vật lý chứ không phải là biến chuẩn hoá và kết quả điều khiển là như nhau.

Qua trình bày ở trên ta thấy việc thiết kế bộ điều khiển mờ trực tiếp mang tính thử sai vì việc chọn số lượng, hình dạng, vị trí tập mờ, chọn hệ qui tắc,... đều phụ thuộc kinh nghiệm của người thiết kế, mà kinh nghiệm chỉ có được qua quá trình “thử” và “sai”. Ngay cả khi có thể chọn tập mờ và hệ qui tắc mờ từ quan hệ giữa ngõ vào và ngõ ra thì việc thiết kế cũng mang tính thử sai vì mối quan hệ giữa ngõ vào và ngõ ra cho đáp ứng tốt chấp nhận được không phải tự nhiên mà có được, quan hệ này phải được tích lũy từ kinh nghiệm của người vận hành.

4.3. Điều khiển PID mờ :

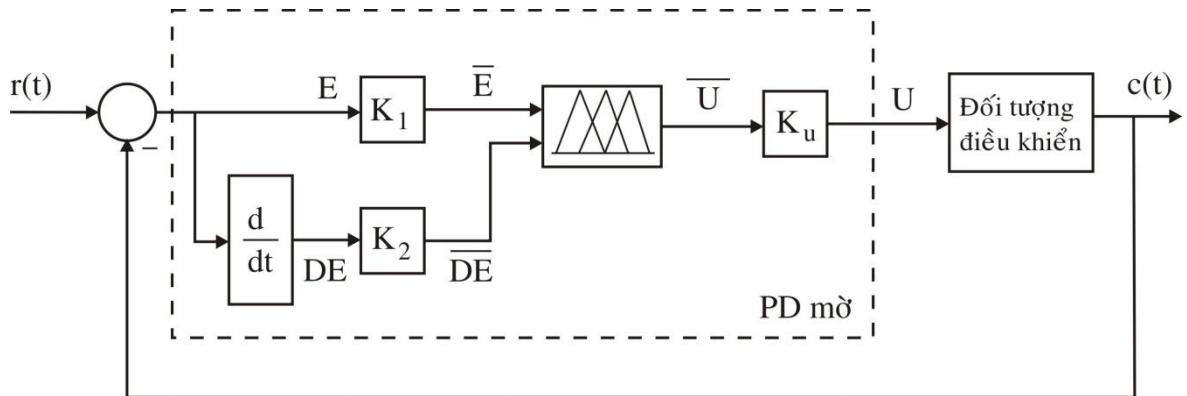
4.3.1. Điều khiển PID mờ dùng hệ qui tắc Mamdani:

Theo lý thuyết điều khiển kinh điển, bộ điều khiển PID là bộ điều khiển có tín hiệu ra tỷ lệ tuyến tính với tín hiệu vào, vi phân tín hiệu vào và tích phân tín hiệu vào theo biểu thức:

$$u(t) = K_p e(t) + K_I \int_0^t e(\tau) d\tau + K_D \frac{de(t)}{dt} \quad (4.44)$$

Bộ điều khiển PID kinh điển chỉ khống chế tín hiệu ra của đối tượng với chất lượng tốt nếu hệ thống làm việc trong miền tín hiệu nhỏ (hệ tuyến tính). Nếu đối tượng điều khiển là phi tuyến thì bộ điều khiển PID kinh điển không thể đảm bảo chất lượng điều khiển tại mọi điểm làm việc. Do vậy, để điều khiển các đối tượng phi tuyến ta cần sử dụng các bộ điều khiển PID mờ. Thuật ngữ PID mờ được hiểu theo nghĩa tín hiệu ra của bộ điều khiển tỷ lệ phi tuyến với tín hiệu vào, với tích phân tín hiệu vào và vi phân tín hiệu vào theo quy luật xác định bởi hệ quy tắc mờ.

4.3.1.1. Điều khiển PD mờ:



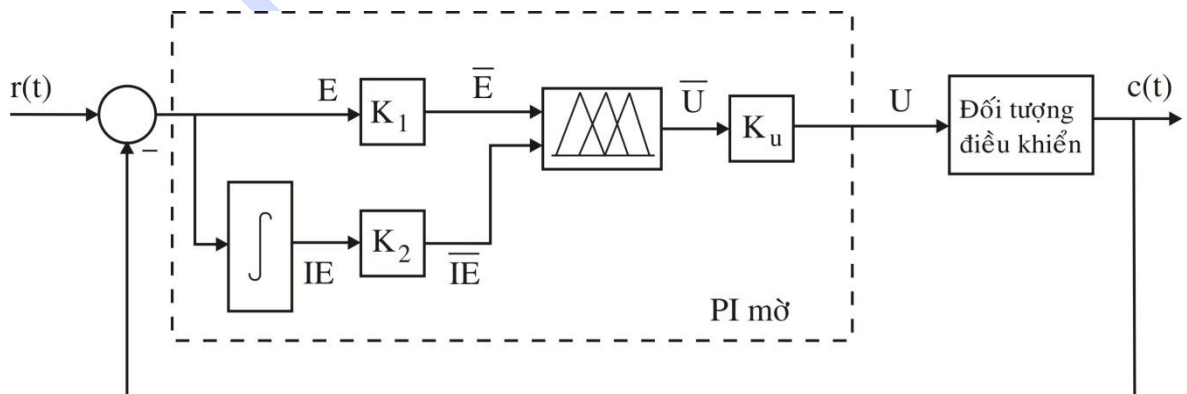
Hình 4- 20 Bộ điều khiển PD mờ dùng hệ quy tắc Mamdani [8]

Bộ điều khiển PD mờ là bộ điều khiển trong đó tín hiệu ra của bộ điều khiển mờ cơ bản phụ thuộc vào tín hiệu vào và vi phân của tín hiệu vào. Bộ điều khiển PD mờ có thể điều khiển vô sai trong các trường hợp sau đây:

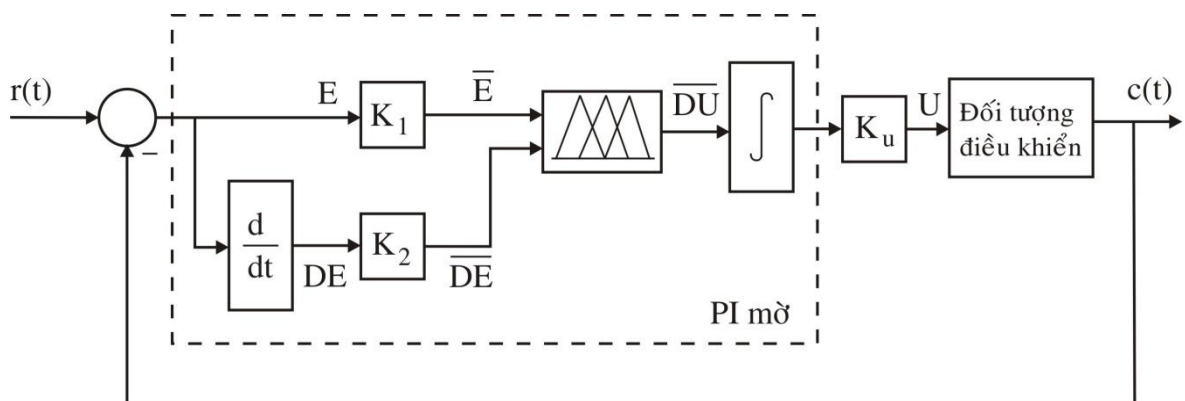
- Đối tượng có khâu tích phân lý tưởng, hoặc
- Ổn định hoá trạng thái của đối tượng xung quanh điểm cân bằng (\bar{u}, \bar{x}) , trong đó $\bar{u} = 0$.

Nếu đối tượng không có khâu tích phân lý tưởng (như lò nhiệt, bồn chứa chất lỏng...) thì sử dụng bộ điều khiển PD mờ không thể triệt tiêu sai số xác lập.

4.3.1.2. Điều khiển PI mờ:



a) Dạng 1



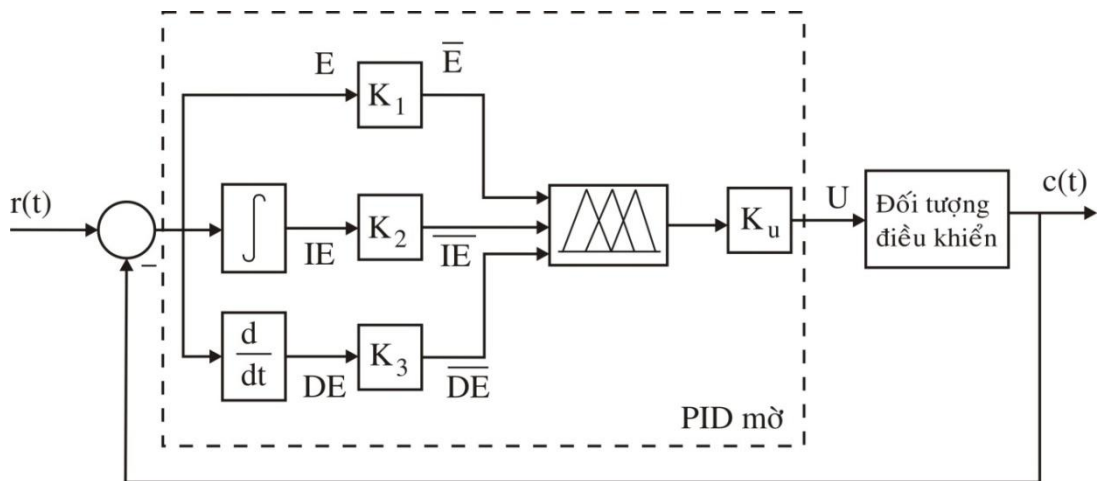
b) Dạng 2

Hình 4- 21 Bộ điều khiển PI mờ dùng hệ quy tắc Mamdani [8]

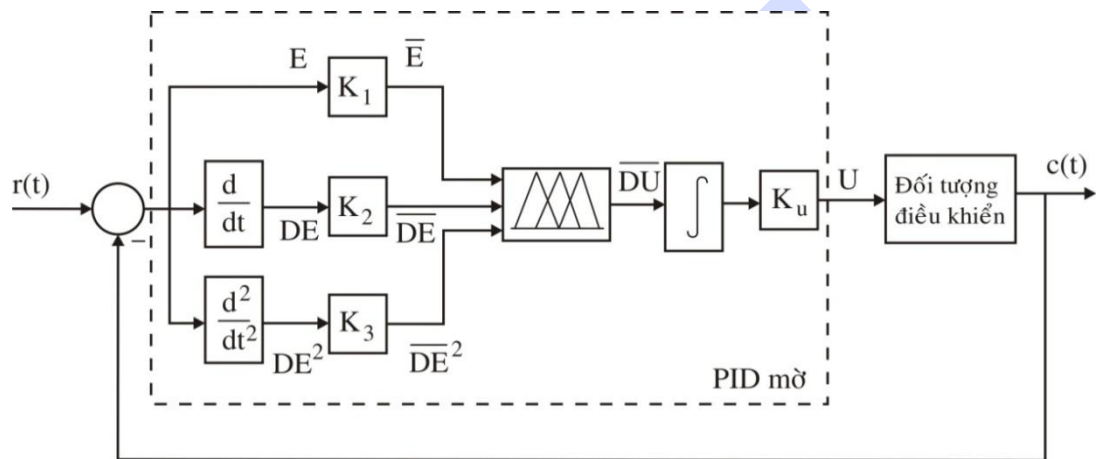
Có hai cách để thực hiện bộ điều khiển PI mờ như trình bày ở hình trên. Dễ dàng thấy rằng trong hai sơ đồ trên tín hiệu ra của bộ điều khiển có quan hệ phi tuyến với tín hiệu vào và tích phân tín hiệu vào. Tuy nhiên, sơ đồ hình 4-21a rất khó thực hiện vì kinh nghiệm chuyên gia hầu như không thể đưa ra các quy tắc điều khiển dựa vào tích phân của sai số. Do đó chỉ có sơ đồ điều khiển PI mờ ở hình 4-21b mới được sử dụng trong thực tế. Bộ điều khiển PI mờ nếu thiết kế tốt có thể điều khiển đối tượng trong miền làm việc rộng với sai số xác lập bằng 0. Tuy nhiên cũng cần để ý rằng, bộ điều khiển PI làm chậm đáp ứng của hệ thống và làm cho quá trình quá độ có dao động.

4.3.1.3. Điều khiển PID mờ:

Bộ điều khiển PID mờ có các ưu điểm của bộ điều khiển PI mờ và PD mờ, tức là có điều khiển vô sai, thời gian đáp ứng nhanh, độ vọt lố thấp. Sơ đồ khối bộ điều khiển PID mờ được trình bày ở hình 4-22, trong đó sơ đồ PID ở hình 4-22b được sử dụng phổ biến hơn sơ đồ PID ở hình 4-22a. Thực tế, việc đưa ra các quy tắc Mamdani mô tả quan hệ giữa vi phân của tín hiệu ra theo tín hiệu vào, vi phân bậc 1 và vi phân bậc 2 của tín hiệu vào (hình 4-22b) dựa vào kinh nghiệm chuyên gia cũng không dễ dàng. Do đó chỉ nên sử dụng bộ điều khiển PID mờ khi bộ điều khiển PI mờ hoặc PD mờ không thể điều khiển đối tượng với chất lượng như mong muốn.



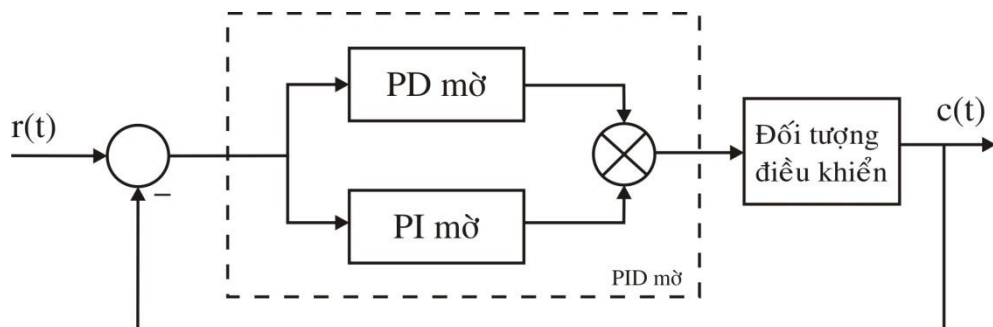
a) Dạng 1



b) Dạng 2

Hình 4 - 22 Bộ điều khiển PID mờ dùng hệ quy tắc Mamdani [8]

Một giải pháp khác để thực thi bộ điều khiển PID mờ là sử dụng bộ điều khiển PI mờ ghép song song với bộ điều khiển PD mờ như sơ đồ ở hình 4-24

**Hình 4 - 23** Bộ điều khiển PID mờ gồm điều khiển PD mờ và PI mờ ghép song song

4.3.2. Điều khiển PID mờ dùng hệ qui tắc Sugeno :

Bộ điều khiển PID kinh điển được sử dụng rất rộng rãi trong các hệ thống điều khiển ổn định hóa hệ tuyến tính do có khả năng làm hệ thống đáp ứng nhanh, triệt tiêu sai số xác lập. Tuy nhiên, khi áp dụng bộ điều khiển PID kinh điển để điều khiển đối tượng phi tuyến thì chất lượng của hệ thống thường không tốt tại mọi điểm làm việc. Lý do là vì mô hình tuyến tính của đối tượng phi tuyến tại mỗi điểm làm việc là khác nhau, do đó để đảm bảo chất lượng thì thông số bộ điều khiển PID cần thay đổi theo điểm làm việc. Cách đơn giản nhưng rất hiệu quả để thiết kế bộ điều khiển PID có thông số thay đổi theo điểm làm việc là sử dụng bộ điều khiển mờ với các quy tắc Sugeno có mệnh đề kết luận là luật điều khiển PID ứng với các điểm làm việc. Quy tắc làm việc thứ k có dạng:

$$\text{Nếu } x_1 \text{ là } \tilde{A}_{1k} \text{ và } \dots x_n \text{ là } \tilde{A}_{nk} \text{ thì:}$$

$$u_k(t) = K_{Pk}e(t) + K_{Ik} \int e(t)dt + K_{Dk}\dot{e}(t) \quad (4.45)$$

Trong quy tắc trên, mệnh đề điều kiện xác định điểm làm việc của bộ điều khiển PID thứ k . Gọi β_k là độ đúng của mệnh đề điều khiển của quy tắc thứ k , tín hiệu ra của bộ điều khiển PID mờ gồm R quy tắc dạng (4.45) xác định bởi công thức giải mờ trung bình có trọng số:

$$u(t) = \frac{\sum_{k=1}^R \beta_k u_k(t)}{\sum_{k=1}^R \beta_k} \quad (4.46)$$

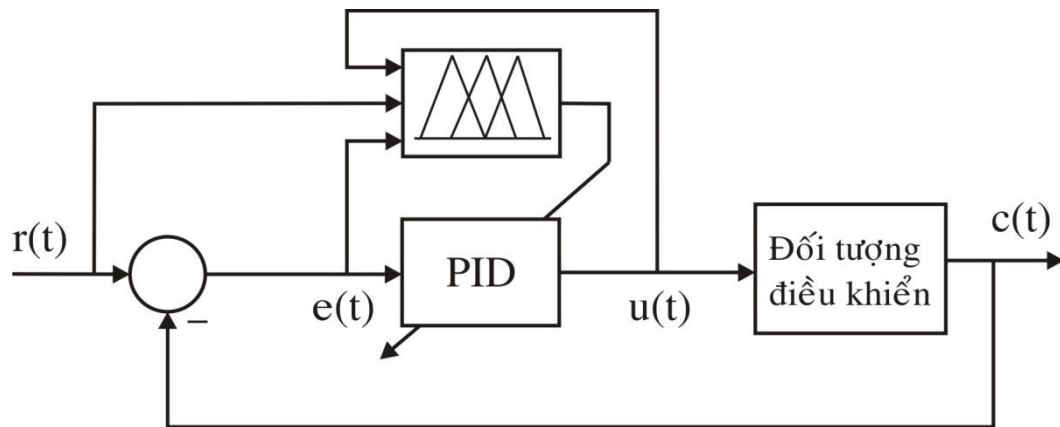
Thay $u_k(t)$ ở mệnh đề kết luận của quy tắc (4.45) vào (4.46) ta được:

$$u_k(t) = \tilde{K}_P e(t) + \tilde{K}_I \int e(t)dt + \tilde{K}_D \dot{e}(t) \quad (4.47)$$

trong đó:

$$\tilde{K}_P = \frac{\sum_{k=1}^R \beta_k K_{Pk}}{\sum_{k=1}^R \beta_k}; \quad \tilde{K}_I = \frac{\sum_{k=1}^R \beta_k K_{Ik}}{\sum_{k=1}^R \beta_k}; \quad \tilde{K}_D = \frac{\sum_{k=1}^R \beta_k K_{Dk}}{\sum_{k=1}^R \beta_k}$$

Công thức trên chứng tỏ bộ điều khiển PID có thông số \tilde{K}_P , \tilde{K}_I , \tilde{K}_D thay đổi tùy theo điều kiện làm việc và có thể xem hệ quy tắc mờ như là bộ giám sát thay đổi thông số bộ điều khiển PID như sơ đồ khối ở hình 4-24.



Hình 4- 24 Bộ điều khiển PID mờ dùng hệ quy tắc Sugeno [8]

4.3.3. Điều khiển hệ MIMO :

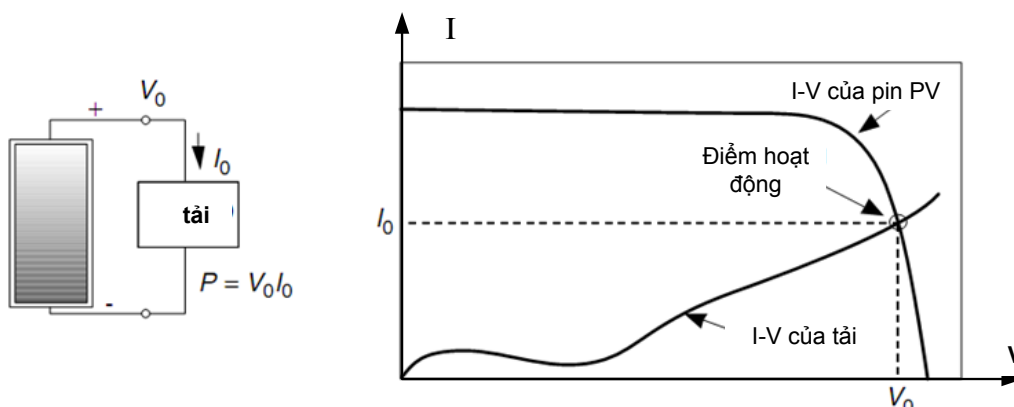
Trong trường hợp đối tượng điều khiển là hệ MIMO (ví dụ như hệ tay máy nhiều bậc tự do, hệ bồn chứa liên kết...) vẫn có thể sử dụng các bộ điều khiển mờ SISO theo nguyên tắc tách rời.

Chương 5

ĐIỀU KHIỂN CHỌN ĐIỂM CÔNG SUẤT CỰC ĐẠI

5.1. Giới thiệu về đặc tính tải :

Mỗi PV có một đặc tính I-V cụ thể. Khi PV được sử dụng cho tải khác nhau hay trong điều kiện môi trường khác nhau sẽ làm việc ở điểm hoạt động khác nhau, ta sẽ có một công suất khác nhau. Vấn đề là phải xác định vị trí làm việc mà tại đó công suất thu được là lớn nhất. Hình 5-1 giới thiệu điểm hoạt động của một tải.



Hình 5- 1 Điểm hoạt động của một tải [6]

Để minh họa tầm quan trọng và cần thiết cho các đường cong tải, xét một tải điện trở, tải động cơ DC và sạc pin

5.1.1. Tải điện trở:

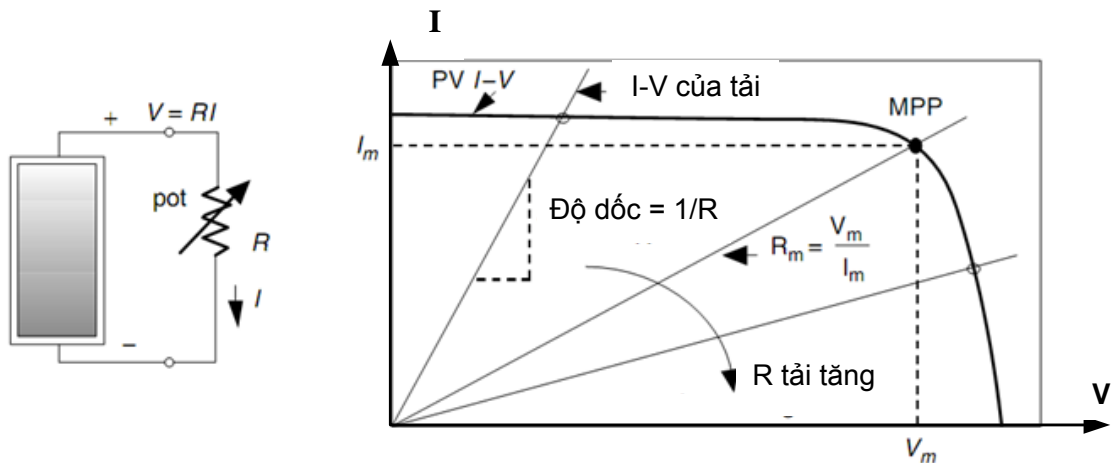
Phương trình mô tả đơn giản cho tải trở:

$$V=IR \text{ hay } I = (1/R)V \quad (5.1)$$

Đặc tính I-V đơn giản là một đường thẳng có độ dốc là $1/R$. Khi R tăng độ dốc của đặc tuyến sẽ hạ thấp, ngược lại khi R giảm độ dốc của đặc tuyến sẽ nâng cao. Đường thẳng I-V của tải trở sẽ giao đường I-V của PV ở điểm làm việc.

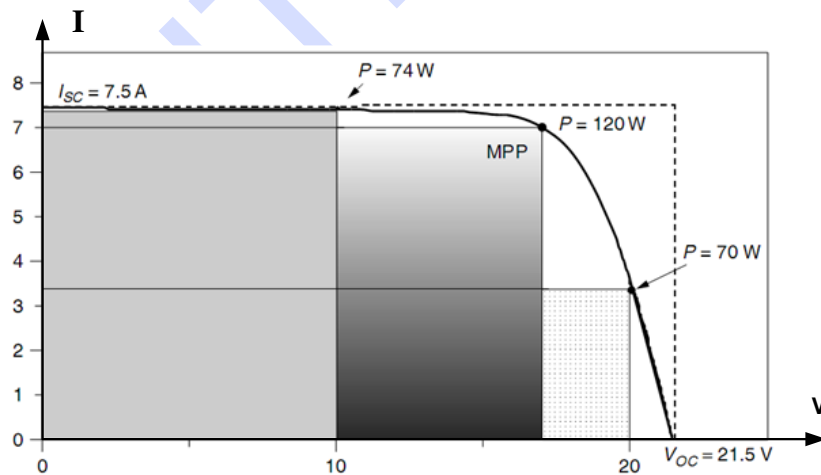
Ta thấy cùng với một pin PV, khi thay đổi tải khác nhau ta thu được các điểm làm việc khác nhau, tương ứng là các công suất thu được khác nhau $P = UI$.

Trong vô số điểm làm việc khác nhau, có một điểm mà tại đó công suất thu được ta gọi là điểm công suất cực đại MPP, tương ứng với nó là các thông số V_m , I_m , P_m .



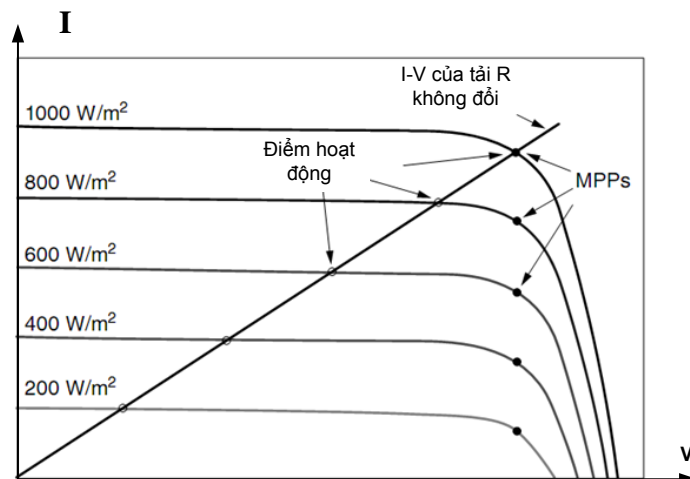
Hình 5- 2 Thay đổi tải R điểm hoạt động thay đổi trên đồ thị I-V của PV [6]

Một cách khác để hình dung ra được vị trí của điểm công suất cực đại là đi tìm hình chữ nhật nằm dưới đường đồ thị $I - V$ có diện tích lớn nhất có thể như ở hình 5-3. Diện tích của những hình chữ nhật đó chính là công suất ứng với một đỉnh nằm trên đường đồ thị $I - V$.



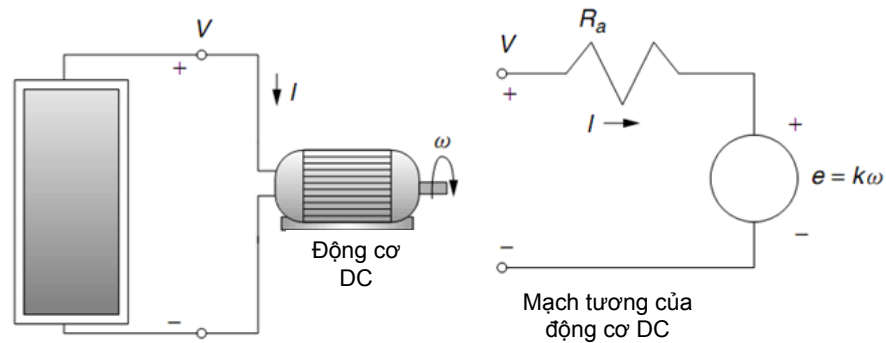
Hình 5- 3 Xác định điểm công suất cực đại [6]

Giữ cố định điện trở ta thay đổi cường độ bức xạ của mặt trời, ta thu được một họ các đường đặc tính PV, và đồng thời cũng có vô số các điểm làm việc khác nhau. Ứng với mỗi đường đặc tính cũng có một điểm MPP mà tại đó công suất cực đại hình 5.4.



Hình 5- 4 Đồ thị tải R không đổi và cường độ bức xạ thay đổi [6]

5.1.2. Tải động cơ DC:



Hình 5- 5 Mạch điện hệ thống PV- động cơ DC nam châm vĩnh cửu [6]

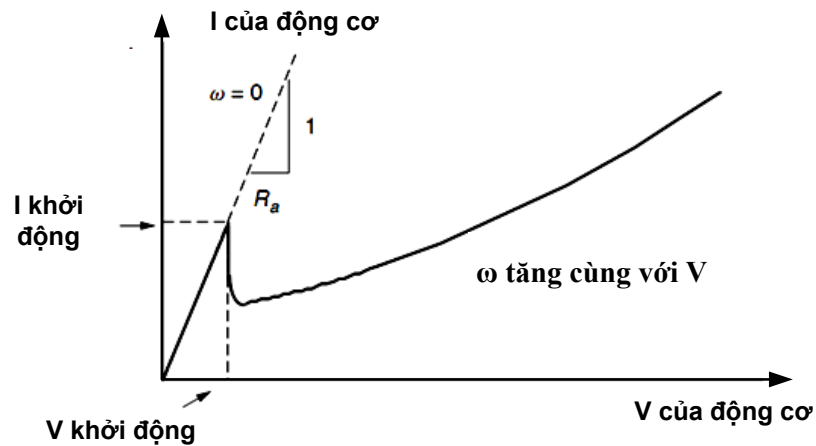
Trong các hệ thống máy bơm PV, động cơ DC thường được sử dụng, hình 5-5 hệ thống PV- động cơ DC nam châm vĩnh cửu. Khi đang vận hành, quan hệ dòng và áp của động cơ DC phụ thuộc vào tốc độ của động cơ. Phương trình mô tả đơn giản:

$$V = IR_a + k\omega \quad (5-2)$$

Trong đó: suất điện động $e = k\omega$, R_a là điện trở phản ứng của động cơ.

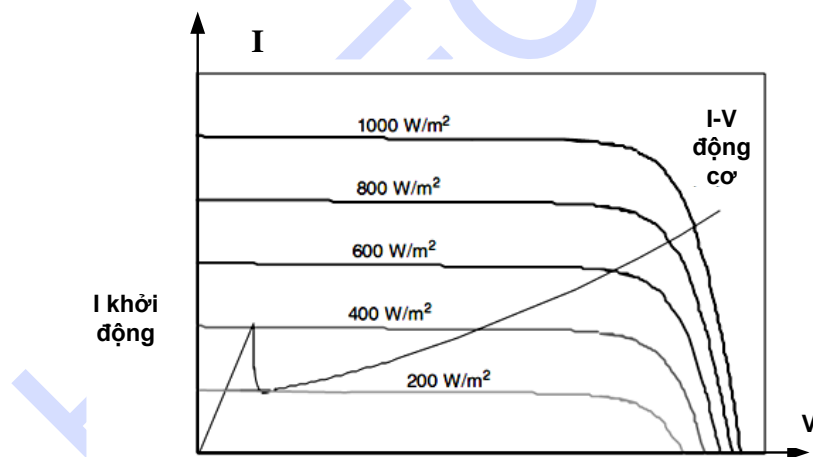
Khi động cơ đang vận hành ở một điện áp nhất định, việc tăng hay giảm tải sẽ làm tăng hay giảm dòng điện động cơ. Do đó ứng một động cơ nhưng tải khác nhau sẽ tạo ra đặc tuyến I-V khác nhau.

Xét trường hợp tải cố định, khi động cơ vừa mới khởi động, lúc này dòng điện sẽ tăng tuyến tính theo điện áp. Khi dòng điện tăng đến lúc moment khởi động thắng được lực ma sát tĩnh, động cơ sẽ quay và bắt đầu giảm dòng điện. Tiếp tục tăng V, I cũng sẽ tăng nhưng theo một đặc tuyến không tuyến tính, hình 5-6.



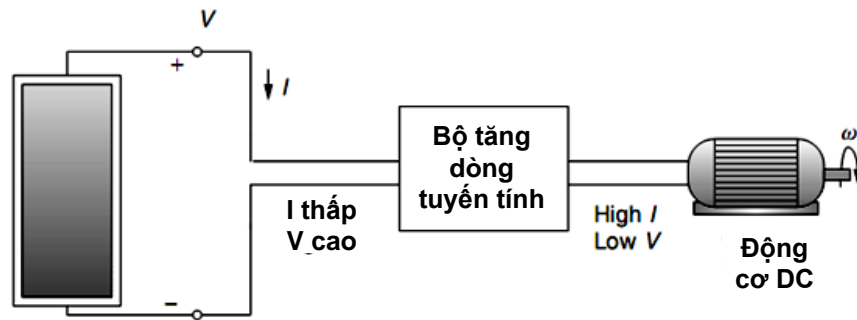
Hình 5- 6 Đặc tính của động cơ DC [6]

Như trên hình 5-7, khi mới khởi động động cơ, bức xạ phải ở mức 400 W/m^2 nhưng khi động cơ đã hoạt động chỉ cần bức xạ ở mức 200 W/m^2 là có thể duy trì.



Hình 5 - 7 Đặc tính của động cơ DC vẽ trên đặc tính của PV khi cường độ sáng thay đổi [6]

Như vậy vào lúc cường độ sáng yếu (vào buổi sáng) động cơ không khởi động được, do dòng thấp và điện áp cao. Để khắc phục dùng bộ tăng cường dòng tuyến tính (linear current booster (LCB)) như trên hình 5-8. Bộ LCB có tác dụng tự động chuyển đổi dòng điện thấp thành dòng điện cao và điện áp cao thành điện áp thấp hơn, do đó động cơ có thể tự động khởi vào buổi sáng, tuy nhiên động cơ sẽ hoạt động với tốc độ thấp hơn bình thường. Ngoài ra, nhờ bộ LCB động cơ sẽ không ngừng hoạt động sớm vào buổi chiều.



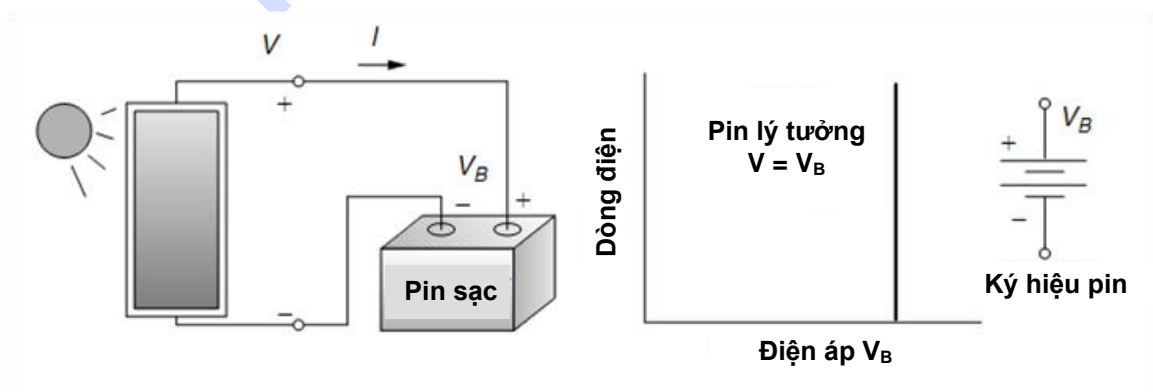
Hình 5- 8 Bộ tăng dòng giúp động cơ khởi động và làm việc khi cường độ sáng thấp [6]

5.1.3. Tải sạc pin:

PV chỉ có thể cung cấp năng lượng vào ban ngày, nhưng trong nhiều ứng dụng đòi hỏi nguồn năng lượng liên tục. Do đó những hệ thống trữ năng lượng cần được sử dụng. Đối với hệ thống máy bơm PV, nước sẽ được trữ lên cao (có thể năng) vào ban ngày và được dùng vào ban đêm. Những hệ thống PV kết lưới cấp năng lượng lên lưới vào ban ngày và lấy năng lượng từ lưới vào ban đêm. Trong nhiều trường hợp dùng độc lập, hệ thống trữ năng lượng bằng pin được sử dụng.

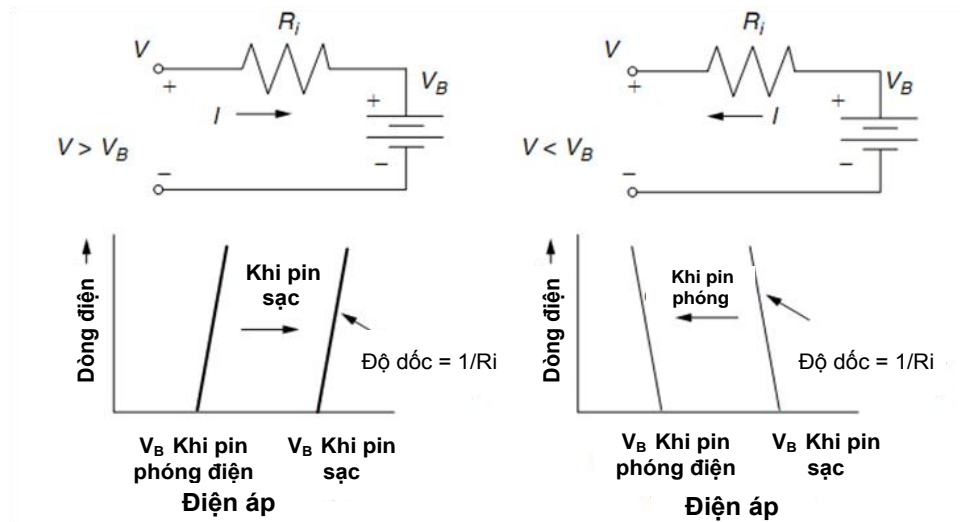
Một pin sạc lý tưởng có đặc tính I-V là một đường thẳng đứng như hình 5-9. Nghĩa là điện áp ở 2 đầu pin sạc không đổi bất kỳ dòng điện vào nào. Trong thực tế, pin sạc có điện trở nội, mạch điện tương đương sạc pin bao gồm một pin lý tưởng có điện áp V_B mắc nối tiếp với nội trở pin R_i . Phương trình mô tả:

$$V = V_B + IR_i \quad (5.3)$$



Hình 5- 9 Đặc tính sạc pin lý tưởng [6]

Đặc tính I-V của pin sạc thực tế có độ dốc bằng $1/R_i$. Khi sạc pin $V > V_B$, làm V_B tăng lên một lượng nhỏ, đặc tính I-V nghiêng về bên phải như hình 5-10a. Khi pin phóng điện $V < V_B$, làm V_B giảm xuống một lượng nhỏ, đặc tính I-V nghiêng về bên trái như hình 5-10b.



a. pin đang sạc

b. Pin phóng điện

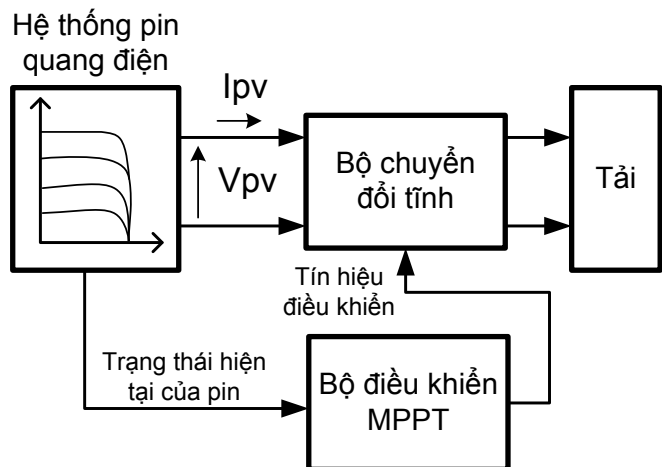
Hình 5- 10 Đặc tính sạc pin lý tưởng [6]

5.2. Điều khiển chọn điểm công suất cực đại (MPPT):

5.2.1. Mục đích của MPPT:

Như đã phân tích ở mục (5-1) Để thu được công suất cực đại cần xác định điểm MPP, và để đạt được điều này người ta dùng bộ MPPT để tính toán điểm làm việc cực đại, sau đó điều khiển bộ dc/dc để đạt được điểm làm việc này.

Thực tế bộ MPPT là một khối *nhận lấy các tín hiệu* của pin PV (dòng, áp, cảm biến quang ...) sau đó *dùng các thuật toán khác nhau để xác định điểm làm việc MPP*, và truyền các tín hiệu điều khiển này điều khiển đóng cắt bộ biến đổi điện áp một chiều dc/dc để thu được công suất lớn nhất như hình 5-11.



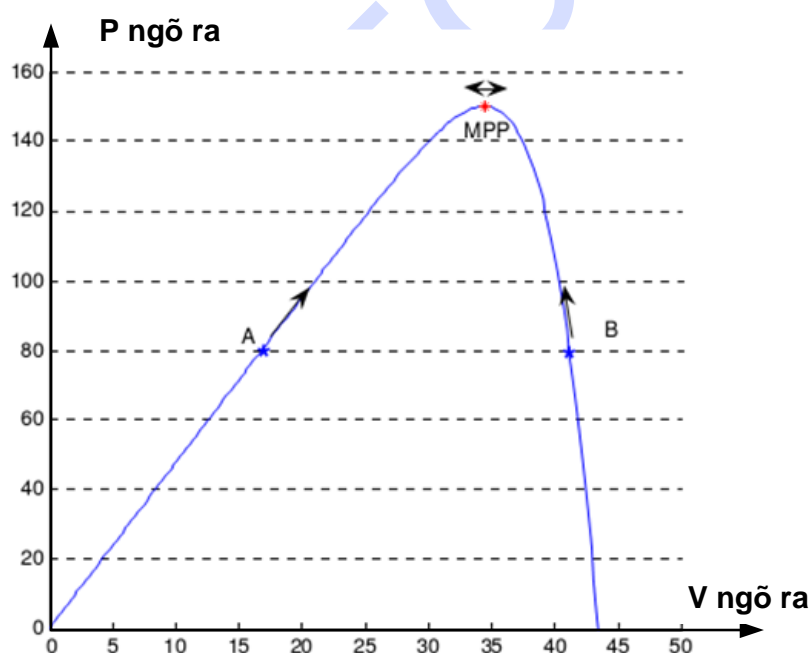
Hình 5- 11 Sơ đồ khối hệ thống MPPT [6]

Điểm MPP thường nằm ở khủy của đường cong (I,V) của pin PV. Giải thuật MPPT đơn giản là điều khiển các bộ biến đổi điện tử công suất để giữ cho PV vận hành ở công suất cực đại. Những bộ biến đổi DC-DC (**bộ biến đổi DC-DC đã phân tích ở chương 3**) dạng xung thường được sử dụng. Đặc điểm chung của những bộ DC-DC này là đóng ngắt các khóa để thay đổi tỷ số giữa điện áp vào-ra. Các bộ biến đổi DC-DC thường gặp là: bộ Buck (giảm áp), bộ Boost (tăng áp), bộ Buck-Boost (tăng hoặc giảm áp tùy ý). Trong luận văn, bộ Boost được dùng cho giải thuật MPPT.

5.2.2. Các phương pháp điều khiển MPPT:

5.2.2.1. Phương pháp quan sát nhiễu loạn (PO): [10] [11] [13] [14]

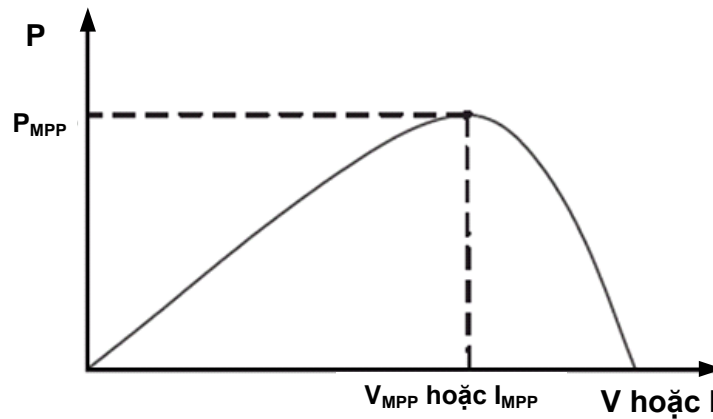
Giải thuật P&O (Perturbation And Observe) dựa trên sự thay đổi ΔP theo ΔV để đưa ra sự đóng cắt thích hợp. Giải thuật P & O là một phương pháp “leo đồi” như hình 5-12.



Hình 5- 12 Xác định điểm MPP bằng phương pháp leo đồi [10]

Phương pháp “leo đồi” (Hill Climbing), nội dung là điều khiển tăng hoặc giảm điện áp sao cho công suất thu được là cực đại.

Đặc tính công suất phụ thuộc vào điện áp đầu ra như hình 5-13



Hình 5- 13 Quan hệ giữa công suất và điện áp ngõ ra [10]

Bảng 5 - 1 Tóm tắt giải thuật PO [10]

Perturbation	Change in Power	Next Perturbation
Positive	Positive	Positive
Positive	Negative	Negative
Negative	Positive	Negative
Negative	Negative	Positive

Thuyết minh giải thuật P&O:

- Nếu tăng điện áp, công suất thu được tăng, thì chu kỳ sau tiếp tục tăng điện áp.
- Nếu tăng điện áp, công suất thu được giảm, thì chu kỳ sau giảm điện áp
- Nếu giảm điện áp, công suất thu được tăng, thì chu kỳ sau tiếp tục giảm điện áp
- Nếu giảm điện áp, công suất thu được giảm, thì chu kỳ sau tăng điện áp

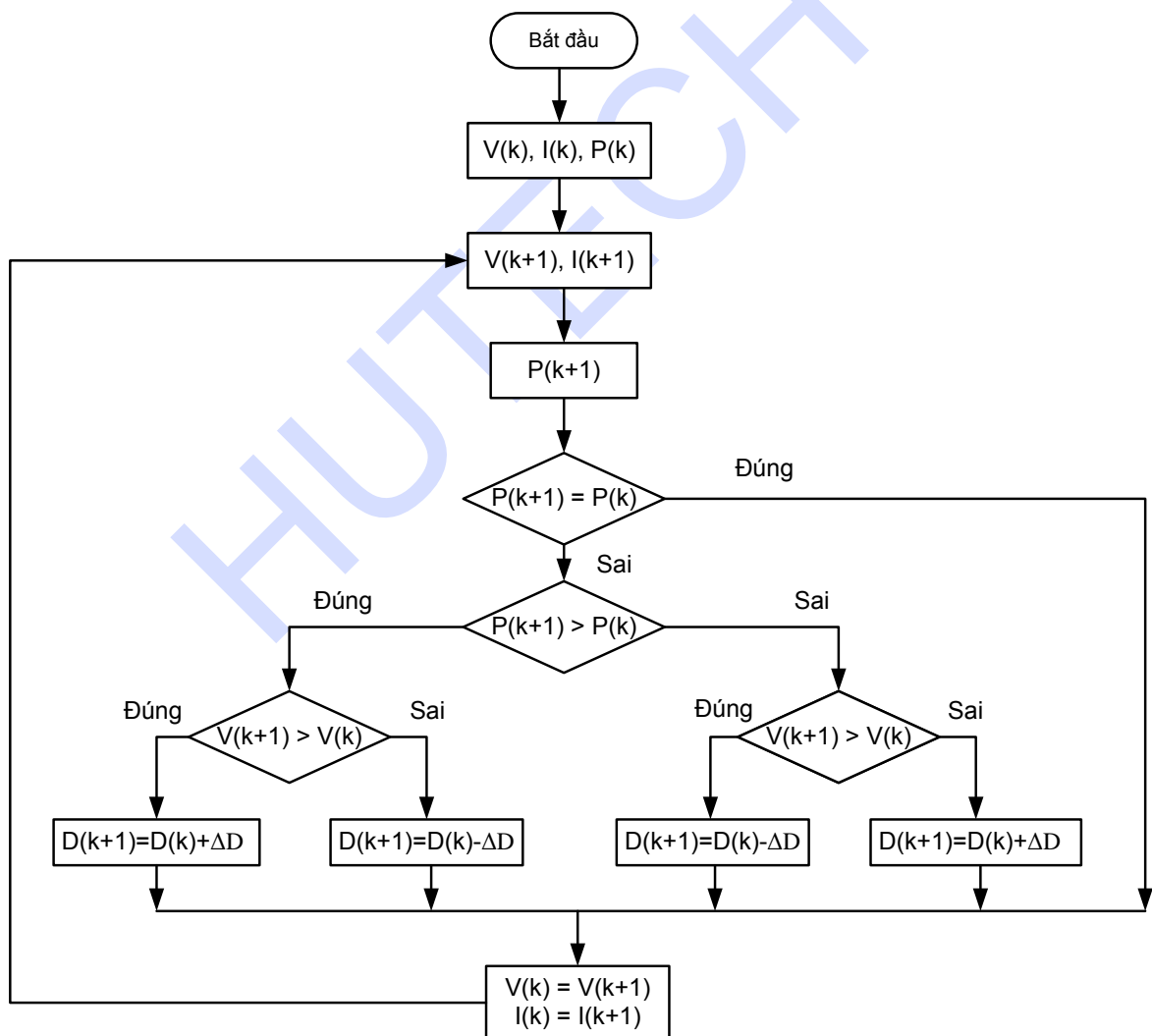
Lưu đồ giải thuật P&O hình 5-14.

Thuyết minh lưu đồ giải thuật P&O:

- Đặt giá trị đầu cho V, I, P.
- Đo giá trị V, I, P ở thời điểm k.
- Đo giá trị V, I và tính giá trị P ở thời điểm k+1

- So sánh $P(k+1)$ và $P(k)$, nếu $P(k+1) = P(k)$ thì $V(k)=V(k+1)$, nếu $P(k+1)$ khác (P_k) xem xét $P(k+1) > P(k)$ không, sau đó tiếp tục so sánh đến $V(k+1)$ và $V(k)$, và sau đó ra quyết định tăng hay giảm điện áp. Điểm làm việc sẽ dao động xung quanh điểm cực đại

Theo lưu đồ ta thấy, giải thuật P&O phụ thuộc rất lớn vào thời gian lấy mẫu so sánh. Trong trường hợp cường độ chiếu sáng không đổi giải thuật P&O hoạt động rất tốt khi truy tìm điểm cực đại, tuy nhiên khi cường độ chiếu sáng thay đổi giải thuật này sẽ sai hình 5-15.



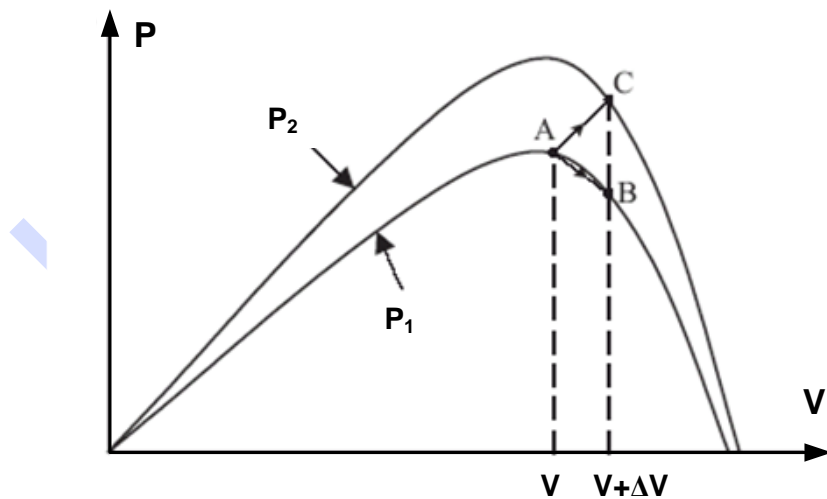
Hình 5- 14 Lưu đồ giải thuật thuật toán PO [10]

Nếu điều kiện chiếu sáng dao động nhỏ và liên tục, theo giải thuật PO điện áp thu được tăng và công suất tăng, nhưng công suất thu được giảm đi làm việc là B (hình 5-15).

Khi cường độ chiếu sáng tăng lên, đường cong công suất sẽ thay đổi từ P_1 sang P_2 . Giả sử ở thời điểm k hệ MPPT đang điều khiển PV hoạt động ở điểm A, thời điểm $k+1$ cường độ chiếu sáng tăng nhanh. Theo giải thuật P&O : $P[k+1] > P[k]$, giả sử điện áp ở thời điểm $V[k+1] > V[k]$, theo giải thuật P&O, hệ MPPT sẽ tăng điện áp lên và điểm làm việc sẽ là điểm C (điểm không phải cực đại).

Nếu hệ MPPT dùng giải thuật P&O thiết kế cho dao động xung quanh điểm cân bằng, thì sau một vài chu kỳ hoạt động sai, hệ sẽ đưa điểm làm việc về điểm MPP mới.

Nếu cường độ chiếu sáng tăng dần (hoặc giảm dần), giải thuật P&O vẫn có thể sai nếu chu kỳ lấy mẫu không phù hợp. Do hệ MPPT không hiểu được công suất tăng do thay đổi cường độ chứ không phải do sự dao động điện áp khi làm việc. Kết quả là giải thuật sẽ giảm điện áp liên tục hoặc tăng điện áp liên tục, do nhận thấy công suất đo lúc sau vẫn lớn hơn lúc đầu.



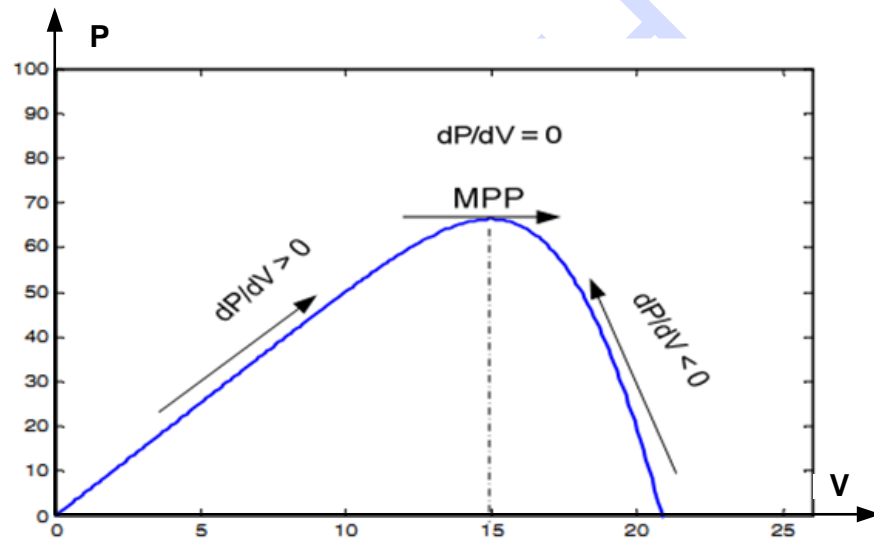
Hình 5- 15 Phương pháp PO hoạt động không hiệu quả khi cường độ chiếu sáng liên tục thay đổi [10]

Ta nhận thấy nguyên nhân dẫn đến sự hoạt động sai của giải thuật P&O là không phân biệt được “*sự thay đổi công suất do thay đổi điện áp với sự thay đổi công suất do thay đổi cường độ sáng*”.

5.2.2.2. Phương pháp độ dẫn (Incremental Conductance): [10] [12] [13] [14]

Phương pháp IncCond (Incremental Conductance) dựa trên việc phân tích đạo hàm của công suất theo điện áp. Ở bên trái điểm cực đại, đạo hàm có giá trị dương. Ở bên phải điểm cực đại đạo hàm có giá trị âm.

$$\begin{cases} \frac{dP}{dV} = 0 \text{ tại điểm MPP} \\ \frac{dP}{dV} > 0 \text{ bên trái điểm MPP} \\ \frac{dP}{dV} < 0 \text{ bên phải điểm MPP} \end{cases} \quad (5.4)$$



Hình 5- 16 Đặc tính PV

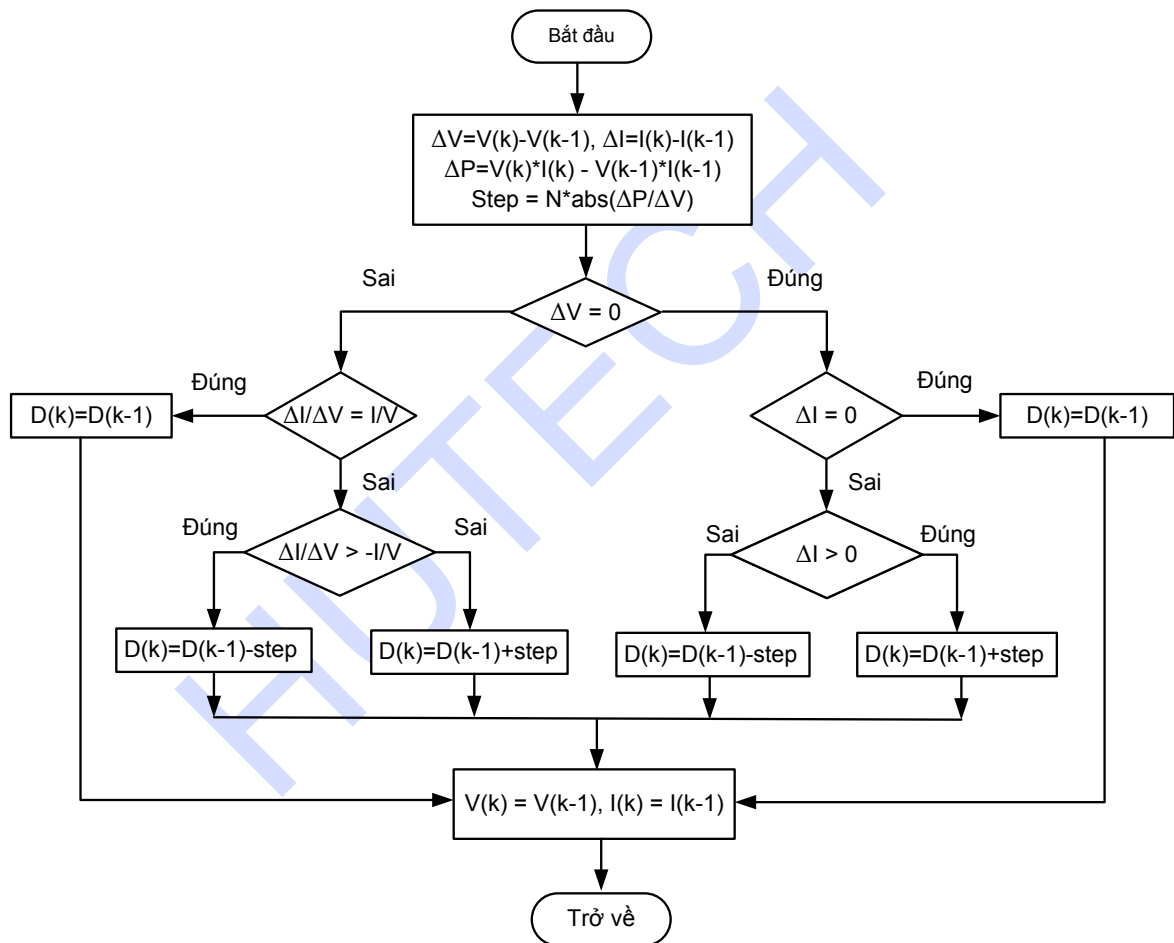
Vì
$$\frac{dP}{dV} = \frac{d(IV)}{dV} = I + \frac{dI}{dV} \approx I + \frac{\Delta I}{\Delta V}$$

Thay vào phương trình (5.4) ta có

$$\begin{cases} \frac{\Delta I}{\Delta V} = 0 \text{ tại điểm MPP} \\ \frac{\Delta I}{\Delta V} > 0 \text{ bên trái điểm MPP} \\ \frac{\Delta I}{\Delta V} < 0 \text{ bên phải điểm MPP} \end{cases} \quad (5.5)$$

Giải thuật IncCond dựa trên việc so sánh những biểu thức trên để xác định điểm cực đại. Tỷ số độ thay đổi dòng điện và điện áp được so sánh với tỷ số dòng điện và điện áp tức thời để biết được PV đang vận hành ở bên trái hay bên phải so với điểm cực đại. Khi điểm vận hành của PV đến được điểm cực đại, giá trị đặt sẽ được giữ không đổi. Khi có sự thay đổi về điều kiện môi trường và tải, giải thuật sẽ so sánh tiếp để điều chỉnh giá trị đặt nhằm bắt công suất cực đại mới.

Lưu đồ giải thuật cho phương pháp IncCond:



Hình 5- 17 Lưu đồ giải thuật cho phương pháp IncCond

Chương 6

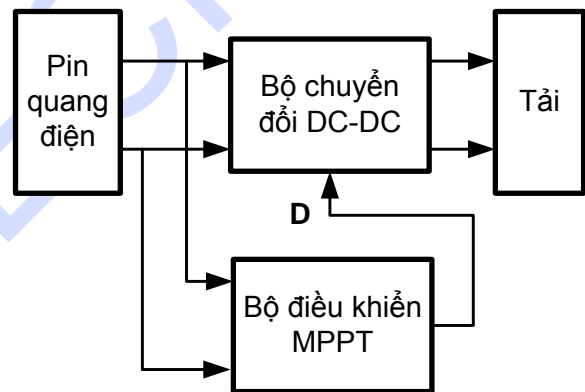
SỬ DỤNG LOGIC MỜ ĐIỀU KHIỂN TỐI ƯU CÔNG SUẤT

6.1. Thuật toán logic mờ:

6.1.1. Phương pháp điều khiển:

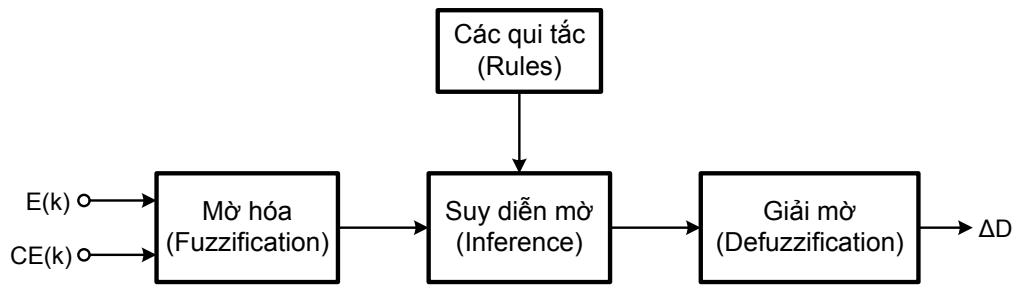
Như đã phân tích ở chương 5, khi thay đổi cường độ bức xạ của mặt trời, ta thu được một họ các đường đặc tính PV. Ứng với mỗi đường đặc tính cũng có một điểm MPP mà tại đó công suất cực đại. Để thu được công suất cực đại cần xác định điểm MPP, và để đạt được điều này người ta dùng bộ MPPT để tính toán điểm làm việc cực đại, sau đó điều khiển bộ dc/dc để đạt được điểm làm việc này hình 6.1. Bộ MPPT có tác dụng theo dõi dòng điện và điện áp hiện hành để điều khiển công suất cấp cho tải là lớn nhất, bất kể nhiệt độ và cường độ bức xạ thay đổi. Bộ điều khiển MPPT phải đáp ứng các yêu cầu sau:

- Điểm vận hành của PV càng gần điểm MPP càng tốt, không phân biệt sự thay đổi của khí quyển.
- Chi phí thấp và hiệu suất cao.
- Cung cấp công suất đầu ra phù hợp với yêu cầu tải.



Hình 6- 1 Sơ đồ khối của bộ MPPT . [15]

Trong nghiên cứu của luận văn sử dụng bộ bộ điều khiển logic mờ (FLC) (FLC: fuzzy logic controller) để theo dõi điểm MPP của hệ thống PV. Bộ điều khiển logic mờ (FLC) làm việc với hiệu suất cao, chắc chắn và thiết kế đơn giản. Ngoài kỹ thuật FLC làm việc với đầu vào không chính xác, không cần một mô hình toán học chính xác và nó có thể xử lý phi tuyến. Nó dựa trên kiến thức và kinh nghiệm của người dùng chứ không phải là sự hiểu biết kỹ thuật của hệ thống. Các khối chính của FLC (hình 6-2) bao gồm: Hai biến rõ đầu vào sai số E và sự thay đổi của sai số CE tại k lần lấy mẫu xác định theo biểu thức (6.1) và (6.2); mờ hóa (Fuzzification); các qui tắc điều khiển mờ (rules); suy diễn mờ (inference); giải mờ (defuzzification); biến ra là tỷ số độ rộng xung D.



Hình 6- 2 Sơ đồ khối của bộ FLC . [17]

$$E_k = \frac{P_{ph\ k} - P_{ph}(k-1)}{V_{ph\ k} - V_{ph}(k-1)} \quad (6.1)$$

$$CE_k = E_k - E_{k-1} \quad (6.2)$$

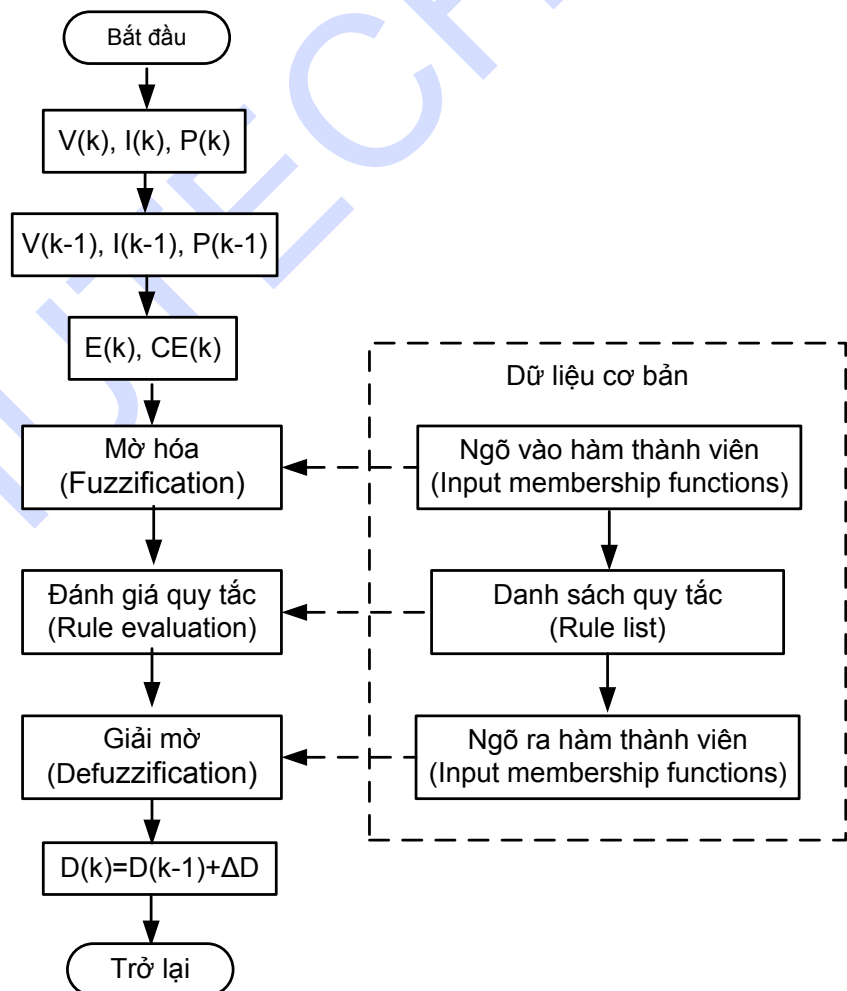
Trong đó:

- $P_{ph}(k)$: Công suất tức thời của PV.

- $V_{ph}(k)$: Điện áp của PV

Đầu vào $E(k)$ thể hiện tại thời điểm k điểm làm việc nằm bên trái hoặc bên phải điểm MPP, trong khi đầu vào $CE(k)$ thể hiện hướng di chuyển của thời điểm này.

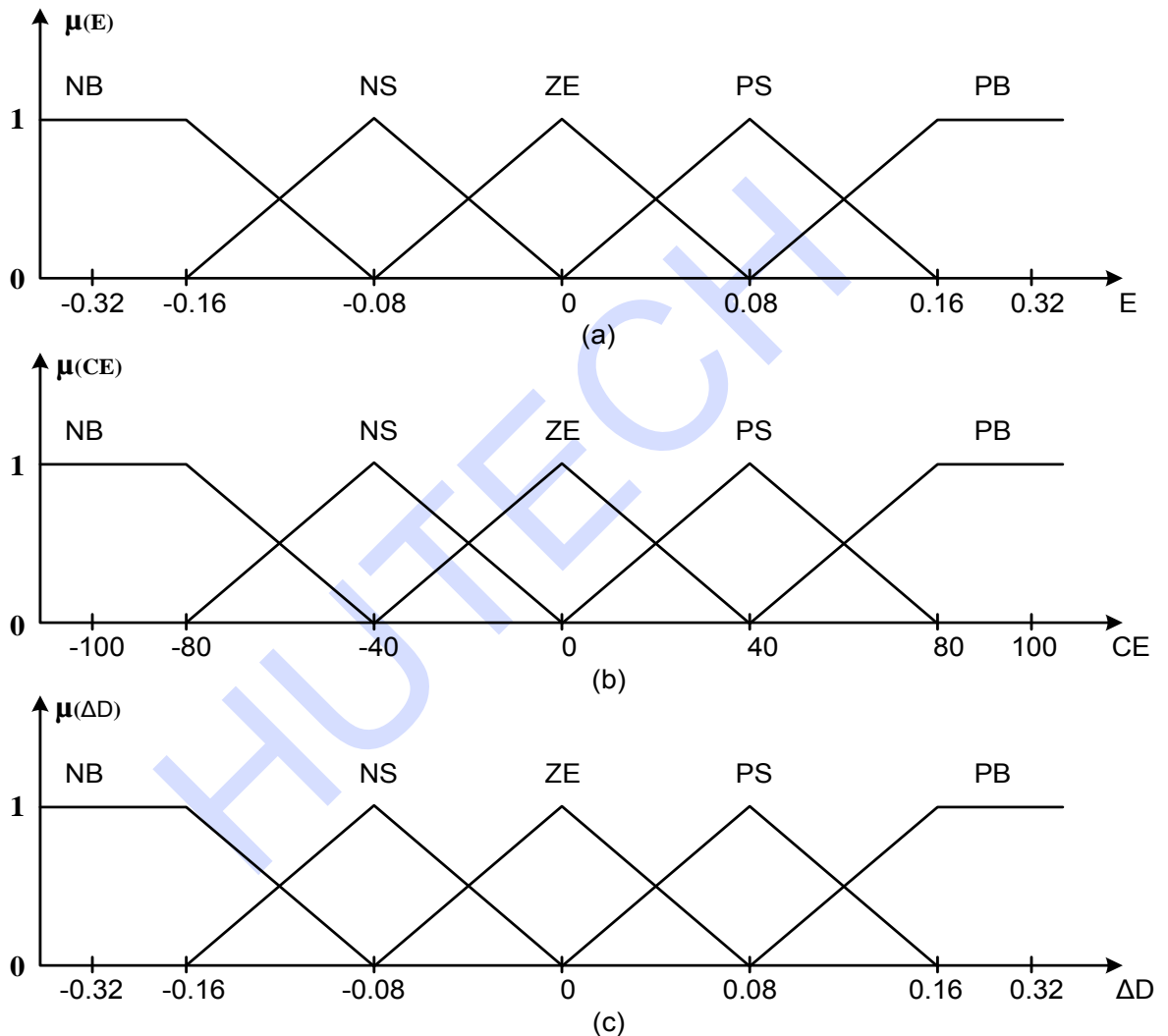
6.1.2. Giải thuật:



Hình 6- 3 Lưu đồ giải thuật thuật toán FLC . [17]

6.1.3. Biến mờ:

Hàm thành viên được biểu diễn bằng năm giá trị ngôn ngữ là: Âm nhiều (NB:negative big), âm ít (NS: negative small), bằng không (ZE: zero), dương ít (PS: positive small), và dương nhiều (PB: positive big). Mỗi giá trị ngôn ngữ này được mô tả bằng một tập mờ có hàm thuộc được chọn như hình 6-4. Năm giá trị ngôn ngữ được sử dụng chung cho các biến vào và biến ra.



Hình 6- 4 Mô tả các giá trị ngôn ngữ của sai số ngõ vào E, thay đổi của sai số CE và ngõ ra tỷ số độ rộng xung D bằng các tập mờ . [14]

- Đầu vào sai lệch E có miền giá trị vật lý của các biến ngôn ngữ này là từ -0.32 đến 0.32.

- Đầu vào thay đổi sai lệch CE có miền giá trị vật lý của các biến ngôn ngữ này là từ -100 đến 100.

- Đầu ra tỷ số độ rộng xung D có miền giá trị vật lý của các biến ngôn ngữ này là từ -0.32 đến 0.32.

Quá trình mờ hóa đầu vào E là ánh xạ từ giá trị rõ E thành véc tơ μ [18]

$$E \rightarrow \vec{\mu} = \begin{Bmatrix} \mu_{NB}(E) \\ \mu_{NS}(E) \\ \mu_{ZE}(E) \\ \mu_{PS}(E) \\ \mu_{PB}(E) \end{Bmatrix} \quad (6.3)$$

Với các giá trị $\mu_{NB}(E)$, $\mu_{NS}(E)$, $\mu_{ZE}(E)$, $\mu_{PS}(E)$, $\mu_{PB}(E)$ được xác định theo các công thức (6.4), (6.5), (6.6), (6.7), (6.8). [14]

$$\mu_{NB}(E) = \begin{cases} \frac{-E-0.08}{0.08} & \text{nếu } -0.16 < E < -0.08 \\ 1 & \text{nếu } E < -0.16 \end{cases} \quad (6.4)$$

$$\mu_{NS}(E) = \begin{cases} \frac{E+0.16}{0.08} & \text{nếu } -0.16 < E < -0.08 \\ \frac{-E}{0.08} & \text{nếu } -0.08 < E < 0 \\ 0 & \text{nếu } E < -0.16 \text{ hoặc } E > 0 \end{cases} \quad (6.5)$$

$$\mu_{ZE}(E) = \begin{cases} \frac{E + 0.08}{0.08} & \text{nếu } -0.08 < E < 0 \\ \frac{0.08 - E}{0.08} & \text{nếu } 0 < E < 0.08 \\ 0 & \text{nếu } E < -0.08 \text{ hoặc } E > 0.08 \end{cases} \quad (6.6)$$

$$\mu_{PS}(E) = \begin{cases} \frac{E}{0.08} & \text{nếu } 0 < E < 0.08 \\ \frac{0.16 - E}{0.08} & \text{nếu } 0.08 < E < 0.16 \\ 0 & \text{nếu } E < 0 \text{ hoặc } E > 0.16 \end{cases} \quad (6.7)$$

$$\mu_{PB}(E) = \begin{cases} \frac{E - 0.08}{0.08} & \text{nếu } 0.08 < E < 0.16 \\ 1 & \text{nếu } E > 0.16 \end{cases} \quad (6.8)$$

Quá trình mờ hóa đầu vào CE là ánh xạ từ giá trị rõ CE thành véc tơ μ [18]

$$CE \rightarrow \vec{\mu} = \begin{Bmatrix} \mu_{NB}(CE) \\ \mu_{NS}(CE) \\ \mu_{ZE}(CE) \\ \mu_{PS}(CE) \\ \mu_{PB}(CE) \end{Bmatrix} \quad (6.9)$$

Với các giá trị $\mu_{NB}(CE)$, $\mu_{NS}(CE)$, $\mu_{ZE}(CE)$, $\mu_{PS}(CE)$, $\mu_{PB}(CE)$ được xác định theo các công thức (6.10), (6.11), (6.12), (6.13), (6.14). [18]

$$\mu_{NB}(CE) = \begin{cases} \frac{-CE - 40}{40} & \text{nếu } -80 < CE < -40 \\ 1 & \text{nếu } CE < -80 \end{cases} \quad (6.10)$$

$$\mu_{NS}(CE) = \begin{cases} \frac{CE + 80}{40} & \text{nếu } -80 < CE < -40 \\ \frac{-CE}{40} & \text{nếu } -40 < CE < 0 \\ 0 & \text{nếu } CE < -80 \text{ hoặc } CE > 0 \end{cases} \quad (6.11)$$

$$\mu_{ZE}(CE) = \begin{cases} \frac{CE + 40}{40} & \text{nếu } -40 < CE < 0 \\ \frac{40 - CE}{40} & \text{nếu } 0 < CE < 40 \\ 0 & \text{nếu } CE < -40 \text{ hoặc } CE > 40 \end{cases} \quad (6.12)$$

$$\mu_{PS}(CE) = \begin{cases} \frac{CE}{40} & \text{nếu } 0 < CE < 40 \\ \frac{80 - CE}{40} & \text{nếu } 40 < CE < 80 \\ 0 & \text{nếu } CE < 0 \text{ hoặc } CE > 80 \end{cases} \quad (6.13)$$

$$\mu_{PB}(CE) = \begin{cases} \frac{CE - 40}{40} & \text{nếu } 40 < CE < 80 \\ 1 & \text{nếu } CE > 80 \end{cases} \quad (6.14)$$

Quá trình mờ hóa đầu ra D là ánh xạ từ giá trị rõ D thành véc tơ μ [18]

$$D \rightarrow \vec{\mu} = \begin{Bmatrix} \mu_{NB}(D) \\ \mu_{NS}(D) \\ \mu_{ZE}(D) \\ \mu_{PS}(D) \\ \mu_{PB}(D) \end{Bmatrix} \quad (6.15)$$

Với các giá trị $\mu_{NB}(D)$, $\mu_{NS}(D)$, $\mu_{ZE}(D)$, $\mu_{PS}(D)$, $\mu_{PB}(D)$ được xác định theo các công thức (6.16), (6.17), (6.18), (6.19), (6.20). [18]

$$\mu_{NB}(D) = \begin{cases} \frac{-D-0.08}{0.08} & \text{nếu } -0.16 < D < -0.08 \\ 1 & \text{nếu } D < -0.16 \end{cases} \quad (6.16)$$

$$\mu_{NS}(D) = \begin{cases} \frac{D+0.16}{0.08} & \text{nếu } -0.16 < D < -0.08 \\ \frac{-D}{0.08} & \text{nếu } -0.08 < D < 0 \\ 0 & \text{nếu } D < -0.16 \text{ hoặc } D > 0 \end{cases} \quad (6.17)$$

$$\mu_{ZE}(D) = \begin{cases} \frac{D+0.08}{0.08} & \text{nếu } -0.08 < D < 0 \\ \frac{0.08-D}{0.08} & \text{nếu } 0 < D < 0.08 \\ 0 & \text{nếu } D < -0.08 \text{ hoặc } D > 0.08 \end{cases} \quad (6.18)$$

$$\mu_{PS}(D) = \begin{cases} \frac{D}{0.08} & \text{nếu } 0 < D < 0.08 \\ \frac{0.16-D}{0.08} & \text{nếu } 0.08 < D < 0.16 \\ 0 & \text{nếu } D < 0 \text{ hoặc } D > 0.16 \end{cases} \quad (6.19)$$

$$\mu_{PB}(D) = \begin{cases} \frac{D-0.08}{0.08} & \text{nếu } 0.08 < D < 0.16 \\ 1 & \text{nếu } D > 0.16 \end{cases} \quad (6.20)$$

6.1.4. Qui tắc điều khiển mờ:

Mục đích của điều khiển là xác định điểm làm việc MPP bất kể nhiệt độ và cường độ bức xạ thay đổi. Suy luận mờ sử dụng phương pháp Mamdani và dựa vào luật hợp thành mờ, rất dễ dàng xây dựng lên tới 25 quy tắc điều khiển như thể hiện trong **Bảng 6-1**.

Bảng 6 - 1 Bảng chọn tỷ số D của FLC [17]

$E \downarrow \backslash CE \rightarrow$	NB	NS	ZE	PS	PB
NB	ZE	ZE	PB	PB	PB
NS	ZE	ZE	PS	PS	PS
ZE	PS	ZE	ZE	ZE	NS
PS	NS	NS	NS	ZE	ZE
PB	NB	NB	NB	ZE	ZE

Mỗi quy tắc điều khiển từ bảng 6.1 có thể được mô tả bằng cách sử dụng các biến đầu vào là sai số E, thay đổi sai số CE và biến đầu ra D. Từ đó xây dựng được ma trận quan hệ mờ R như trong **biểu thức 6.21**:

$$R_i: \text{nếu } E \text{ là } A_i \text{ và } CE \text{ là } B_i \text{ thì } D \text{ là } D_i \quad (6.21)$$

Trong đó: A_i, B_i , là các giá trị đầu vào biến mờ E, CE thứ i của bảng 6.1

D_i là giá trị đầu ra rõ tương ứng với đầu vào thứ i

Theo bảng 6.1 và biểu thức (6.21) ta có 25 qui tắc điều khiển như sau:

- 1. If (E is PB) and (CE is PB) then (D is ZE)
- 2. If (E is PS) and (CE is PB) then (D is ZE)
- 3. If (E is ZE) and (CE is PB) then (D is NS)
- 4. If (E is NS) and (CE is PB) then (D is PS)
- 5. If (E is NB) and (CE is PB) then (D is PB)
- 6. If (E is PB) and (CE is PS) then (D is ZE)
- 7. If (E is PS) and (CE is PS) then (D is ZE)
- 8. If (E is ZE) and (CE is PS) then (D is ZE)
- 9. If (E is NS) and (CE is PS) then (D is PS)
- 10. If (E is NB) and (CE is PS) then (D is PB)
- 11. If (E is PB) and (CE is ZE) then (D is NB)
- 12. If (E is PS) and (CE is ZE) then (D is NS)
- 13. If (E is ZE) and (CE is ZE) then (D is ZE)
- 14. If (E is NS) and (CE is ZE) then (D is PS)
- 15. If (E is NB) and (CE is ZE) then (D is PB)
- 16. If (E is PB) and (CE is NS) then (D is NB)
- 17. If (E is PS) and (CE is NS) then (D is NS)
- 18. If (E is ZE) and (CE is NS) then (D is ZE)
- 19. If (E is NS) and (CE is NS) then (D is ZE)
- 20. If (E is NB) and (CE is NS) then (D is ZE)
- 21. If (E is PB) and (CE is NB) then (D is NB)

- 22. If (E is PS) and (CE is NB) then (D is NS)
- 23. If (E is ZE) and (CE is NB) then (D is PS)
- 24. If (E is NS) and (CE is NB) then (D is ZE)
- 25. If (E is NB) and (CE is NB) then (D is ZE)

Phép suy diễn mờ trong ứng dụng này áp dụng qui tắc Mamdani dựa trên luật hợp thành min-max. Các giá trị A, B, và D phụ thuộc các hàm thành viên $\mu_A(E)$, $\mu_B(CE)$ và $\mu_D(D)$ tương ứng. Các giá trị các hàm thành viên H_i tại vị trí thứ i theo qui tắc hợp thành min.

Gọi H_i là độ phụ thuộc của E và CE vào các giá trị ngôn ngữ đầu vào ta có:

$$H_i = \min(\mu_{Ai}(E), \mu_{Bi}(CE)) \quad (6.22)$$

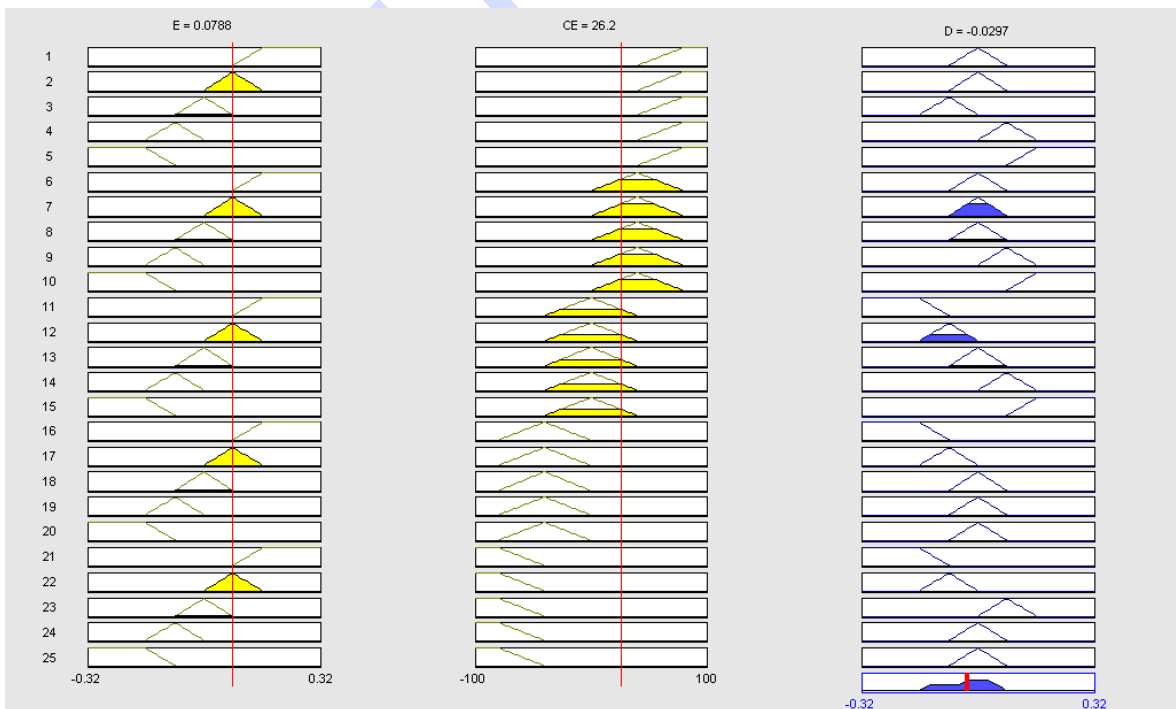
Gọi H_i là độ phụ thuộc của E và CE vào các giá trị ngôn ngữ đầu vào ta có:

Gọi R_i ma trận đầu ra theo luật điều khiển ta có:

$$R_i = \min(H_i, \mu_{Di}(D)) \quad (6.23)$$

Hợp mờ sử dụng phương pháp tiêu chuẩn max. Bằng phương pháp này giá trị tối ưu rõ nét đầu ra được sử dụng để điều khiển đóng cắt bộ DC - DC.

$$D_j = \max_{i=1}^{25} R_i \quad (6.24)$$



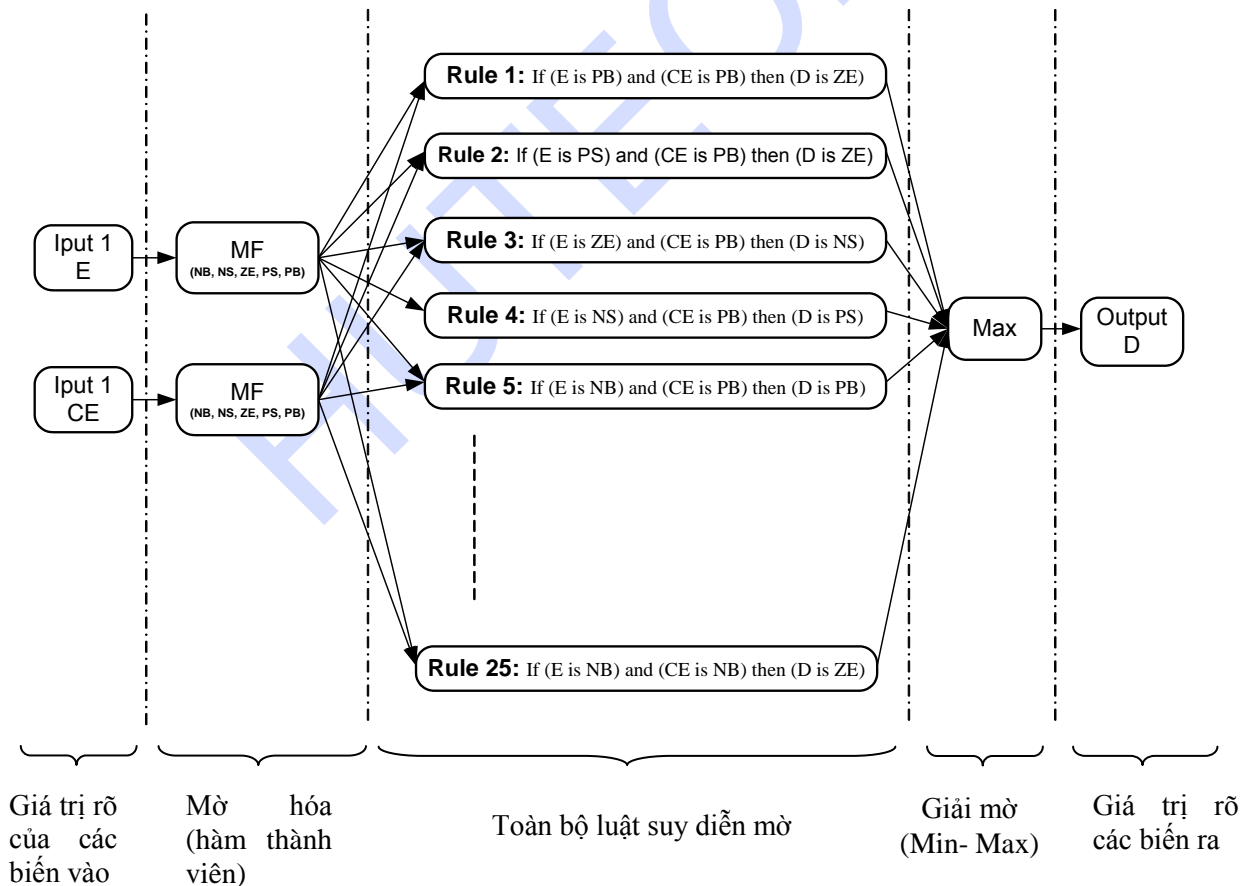
Hình 6- 5 Hoạt động của luật điều khiển mờ

6.1.5. Giải mờ:

Để thực hiện giải mờ ta chọn phương pháp giải mờ thông dụng là phương pháp điểm trọng tâm để tính toán giá trị rõ nét đầu ra của FLC là tỷ số độ rộng xung, biểu thức (6.25).

$$D = \frac{\sum_{j=1}^n \mu(D_j) - D_j}{\sum_{j=1}^n \mu(D_j)} \quad (6.25)$$

Toàn bộ hệ thống logic mờ được thể như hình 6-7. Mờ hóa tổ hợp với mỗi biến đầu vào để xác định qui tắc điều khiển mờ. Sau đó giải mờ được áp dụng để suy giá trị rõ nét đầu ra.



Hình 6- 6 Sơ đồ hệ thống FLC

6.2. Mô hình hóa và kết quả mô phỏng các thành phần của hệ thống:

6.2.1. Pin quang điện:

Mục 2.3.1 và 2.3.2 đã nghiên cứu mô hình đơn giản của pin PV, theo [15] ta có mô hình tương của pv như hình (6-7).

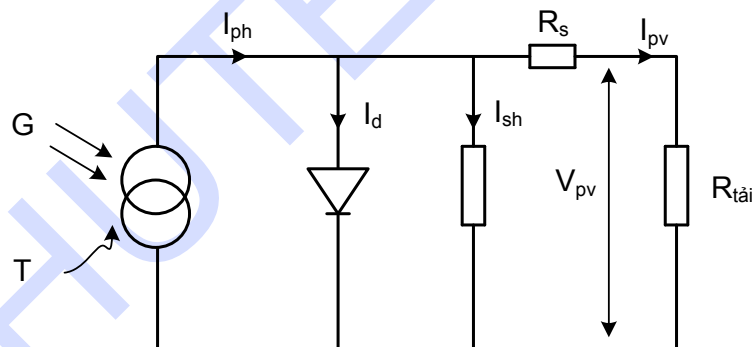
Quan hệ giữa I_{pv} và V_{pv} như biểu thức (6.27).

$$I_{pv} = I_{sc} \left\{ 1 - K_1 \left(\exp \left(K_2 (V_{pv})^m \right) - 1 \right) \right\} \quad (6.27)$$

Trong đó:

$$K_1 = 0.01175; \quad K_2 = \frac{K_4}{V_{oc}^m}; \quad K_3 = \ln \left\{ \frac{I_{sc} (1 + K_1 - I_{mpp})}{K_1 I_{sc}} \right\}$$

$$K_4 = \ln \left\{ \frac{1 + K_1}{K_1} \right\}; \quad m = \frac{\ln \left(\frac{K_3 / K_4}{K_4} \right)}{\ln \left(\frac{V_{mpp}}{V_{oc}} \right)}$$



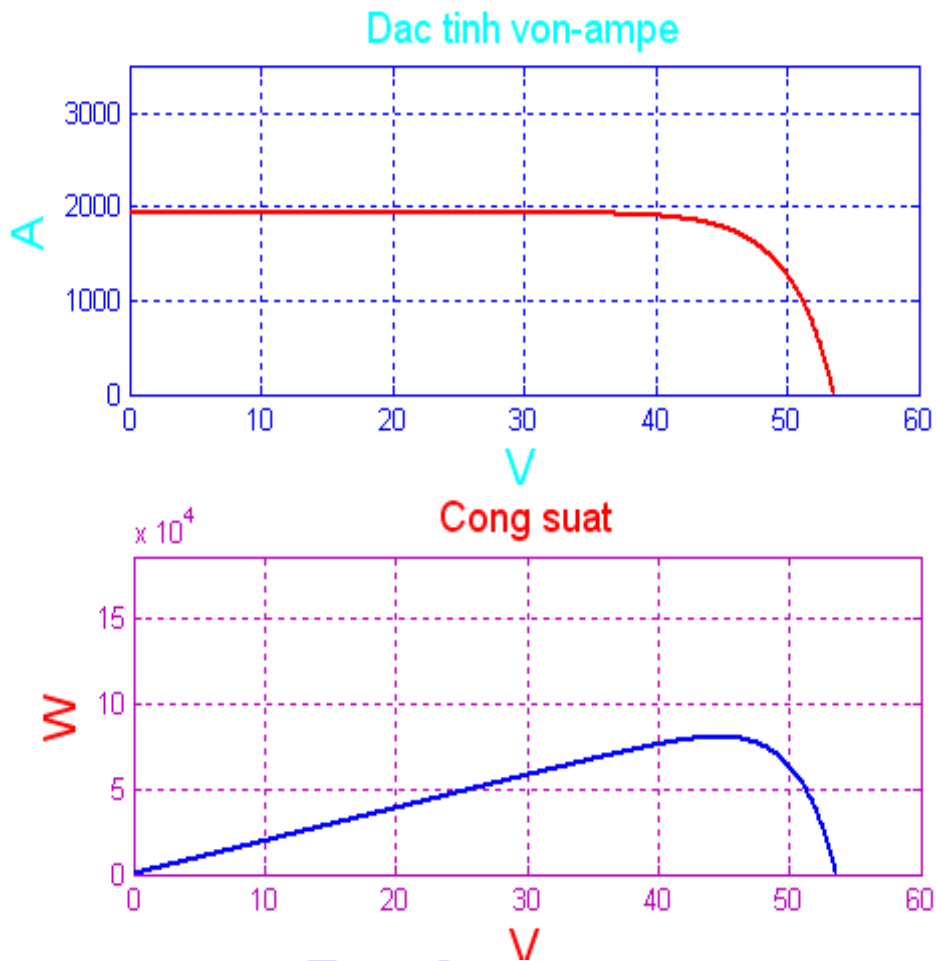
Hình 6- 7 Mạch điện tương của PV [15]

Từ biểu thức (6.27) xây dựng mô hình pin trên matlab để mô phỏng vẽ đặc tính của pin như hình (6-8)

File.M xây dựng trên Matlab xem phần phụ lục.

Mô phỏng pin MSX 120, có các thông số cơ bản sau:

ns=72;	%Số cell pv nối tiếp
Iscst=3.87;	%Dòng ngắn mạch theo điều kiện chuẩn
Vocst=42.1;	%Điện áp hở mạch theo điều kiện chuẩn
aIsc= 6.5e-4;	%Hằng số nhiệt độ của dòng ngắn mạch
aVoc=-160e-3;	%Hằng số nhiệt độ của điện áp hở mạch



Hình 6- 8 Đặc tính của PV

Khi cường độ sáng và nhiệt độ môi trường thay đổi đặc tính I-V vẫn áp dụng biểu thức (6.27).

Độ biến thiên cường độ sáng và nhiệt độ được xác định bởi (6.28) và (6.29)[15].

$$\Delta T = T - T_{STC} \quad (6.28)$$

$$\Delta G = \frac{G}{G_{STC}} \quad (6.29)$$

Trong đó: T: Nhiệt độ môi trường

T_{STC} : Nhiệt độ tiêu chuẩn chọn bằng 25°C

G: Cường độ chiếu sáng

G_{STC} : Cường độ chiếu sáng tiêu chuẩn

Độ biến thiên của dòng và áp PV khi cường độ sáng và nhiệt độ thay đổi được xác định bởi (6.30) và (6.31) [15].

$$\Delta I_{pv} = \alpha_{sc} \frac{G}{G_{stc}} \Delta T_c + \left(\frac{G}{G_{stc}} - 1 \right) I_{sc.stc} \quad (6.30)$$

$$\Delta V_{pv} = -\beta_{oc} \Delta T_c - R_s \Delta I_{pv} \quad (6.31)$$

Trong đó: α_{sc} : Hệ số nhiệt dòng điện ngắn mạch ($\text{mA}/^\circ\text{C}$)

β_{oc} : Hệ số nhiệt điện áp hở mạch ($\text{mV}/^\circ\text{C}$)

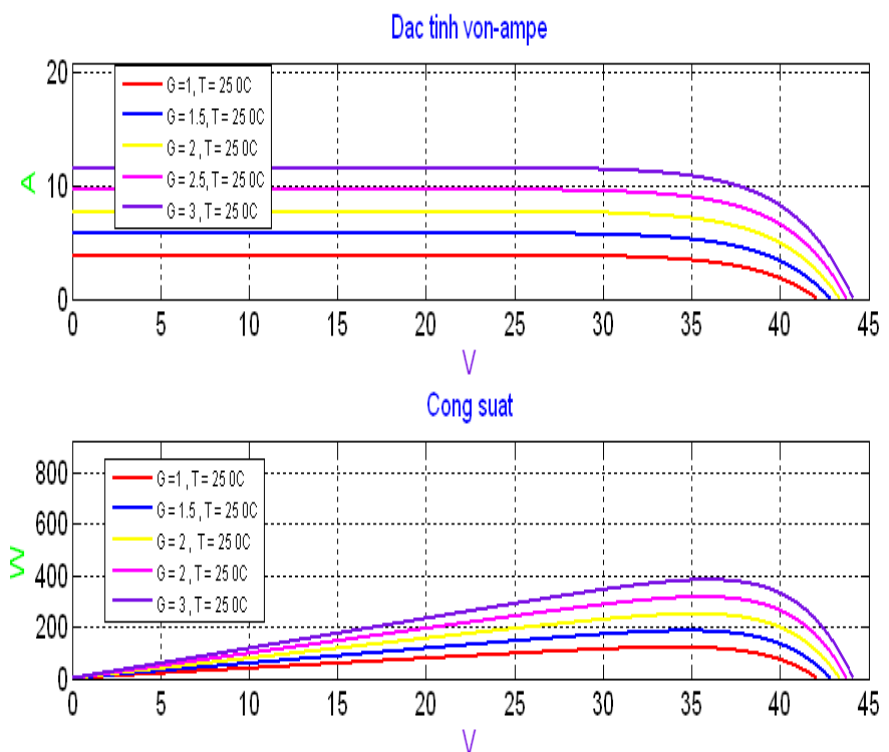
Dòng điện và điện áp mới được xác định bởi (6.32) và (6.33) [15].

$$\Delta I_{pv_mới} = I_{pv} + \Delta I_{pv} \quad (6.32)$$

$$\Delta V_{pv_mới} = V_{pv} + \Delta V_{pv} \quad (6.33)$$

Đặc tính PV khi chi cho cường độ chiếu sáng thay đổi ($G = 1$ đến 3) và $T = T_{STC} = 25^\circ\text{C}$ hình (6-9)

File.M xây dựng trên Matlab xem phần phụ lục.

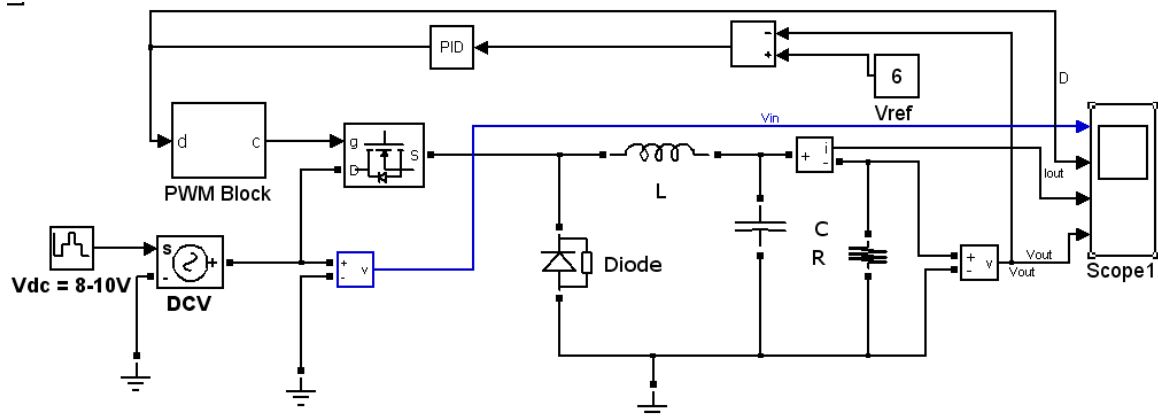


Hình 6- 9 Đặc tính của PV khi cường độ bức xạ thay đổi

Khi thay đổi cường độ chiếu sáng ta thấy dòng điện ngắn mạch thay đổi rất lớn tỷ lệ thuận với cường độ chiếu sáng, trong khi đó điện áp hở mạch V_0 thay đổi không đáng kể.

6.2.2. Bộ chuyển đổi DC – DC:

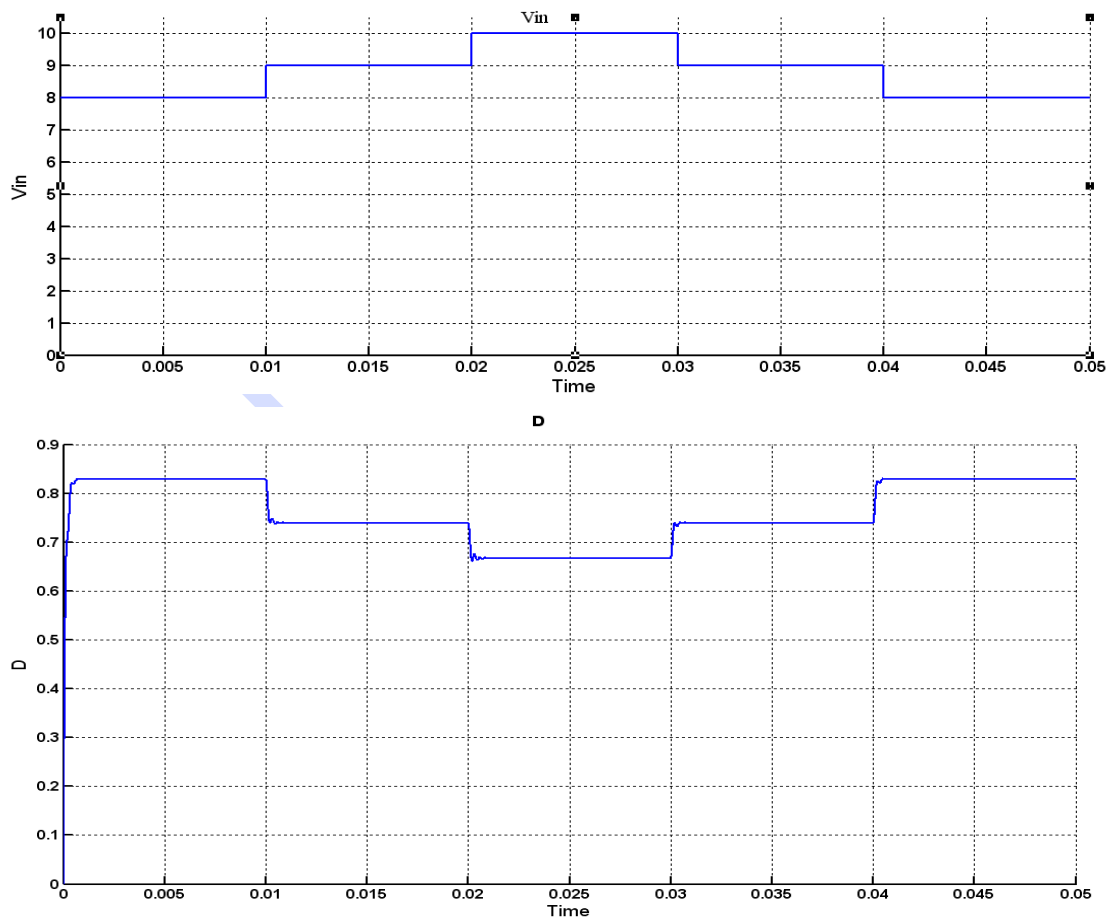
6.2.2.1. Bộ chuyển đổi buck:



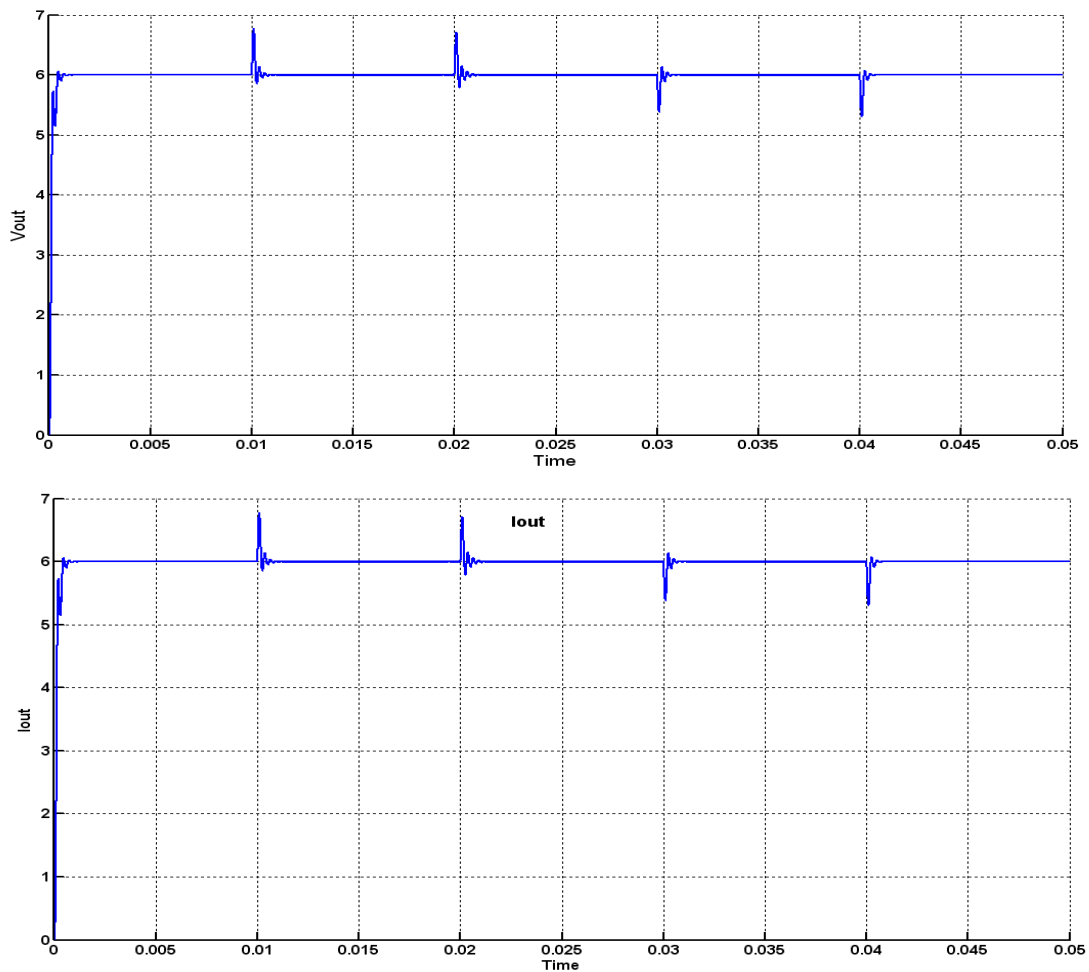
Hình 6- 10 Bộ chuyển đổi Buck trong simulik[19]

Thông số mô phỏng bộ chuyển đổi Buck:

- $V_{in} = 8 - 10$ DCV, $L = 4.1mH$, $C = 376 \mu F$, $R = 1\Omega$

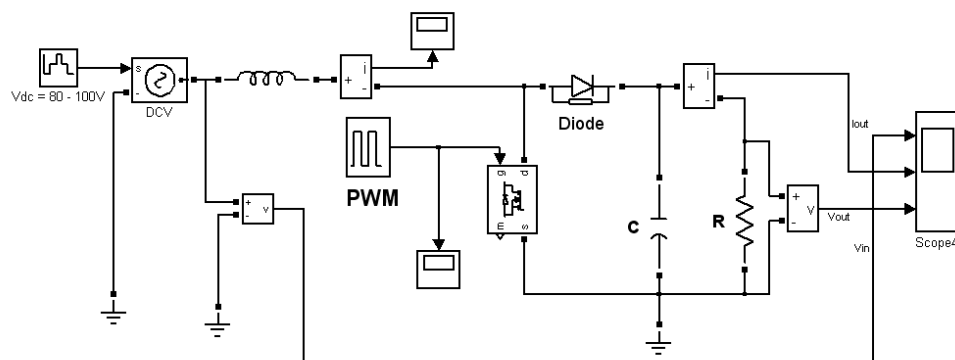


Hình 6- 11 Điện áp vào và tỷ số D bộ chuyển đổi Buck



Hình 6- 12 Điện áp và dòng điện ngõ ra bộ chuyển đổi Buck

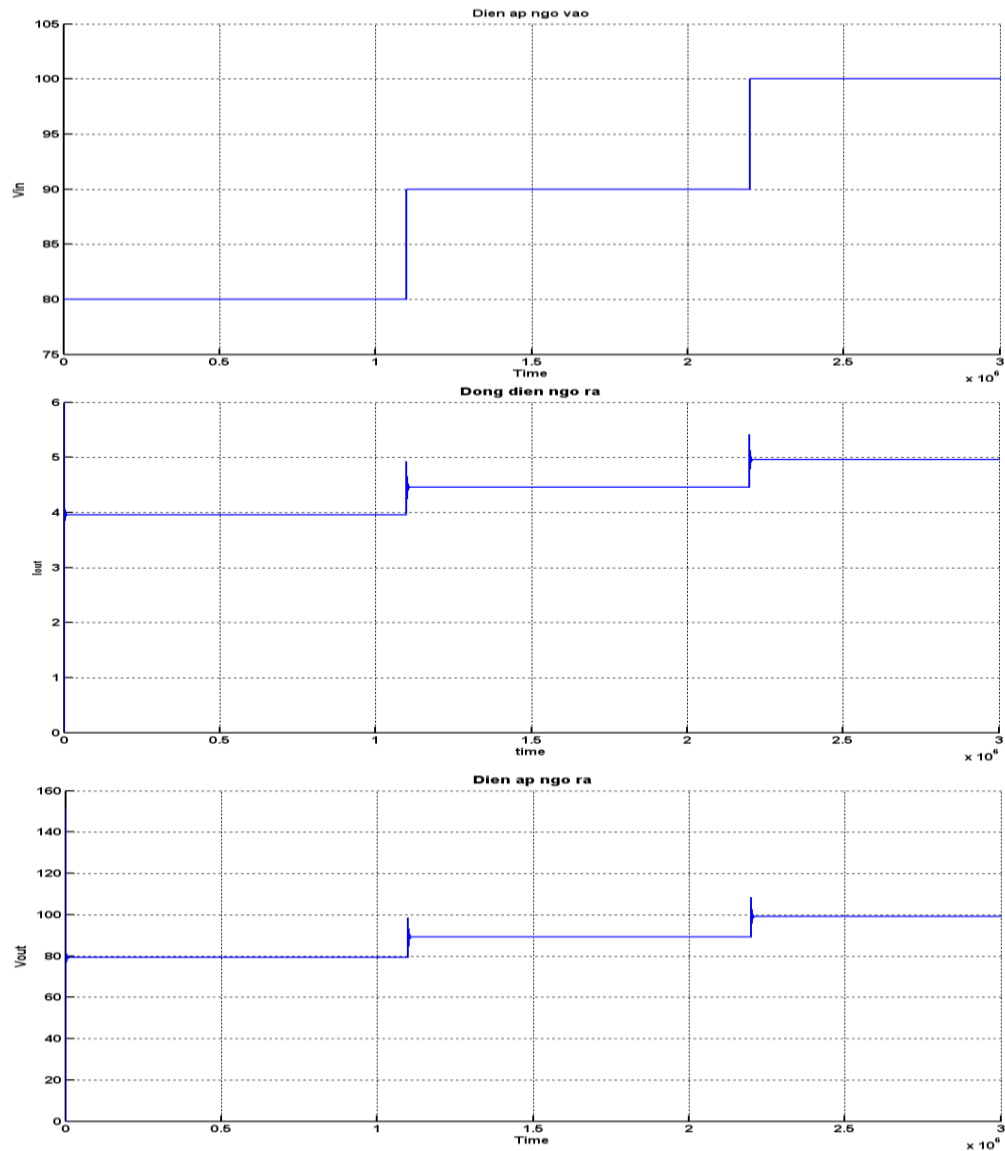
6.2.2.2. Bộ chuyển đổi Boost:



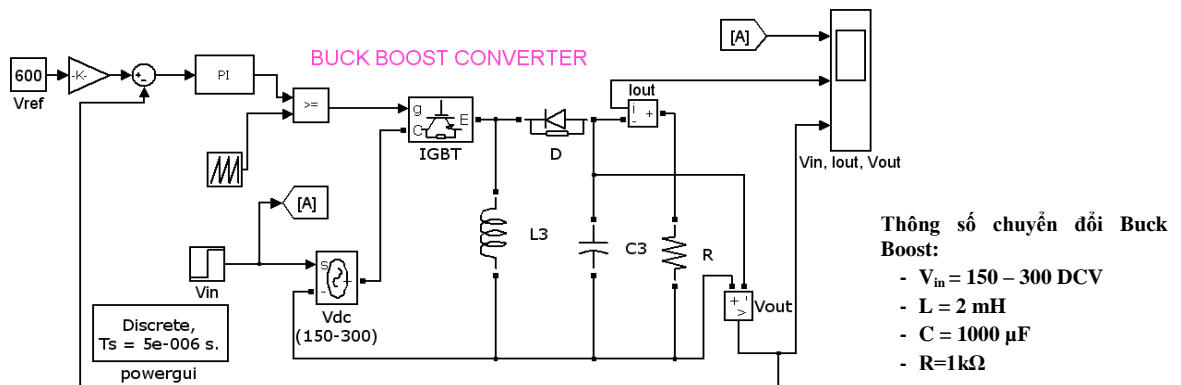
Hình 6- 13 Bộ chuyển đổi Boost trong simulik[19]

Thông số mô phỏng bộ chuyển đổi Boost:

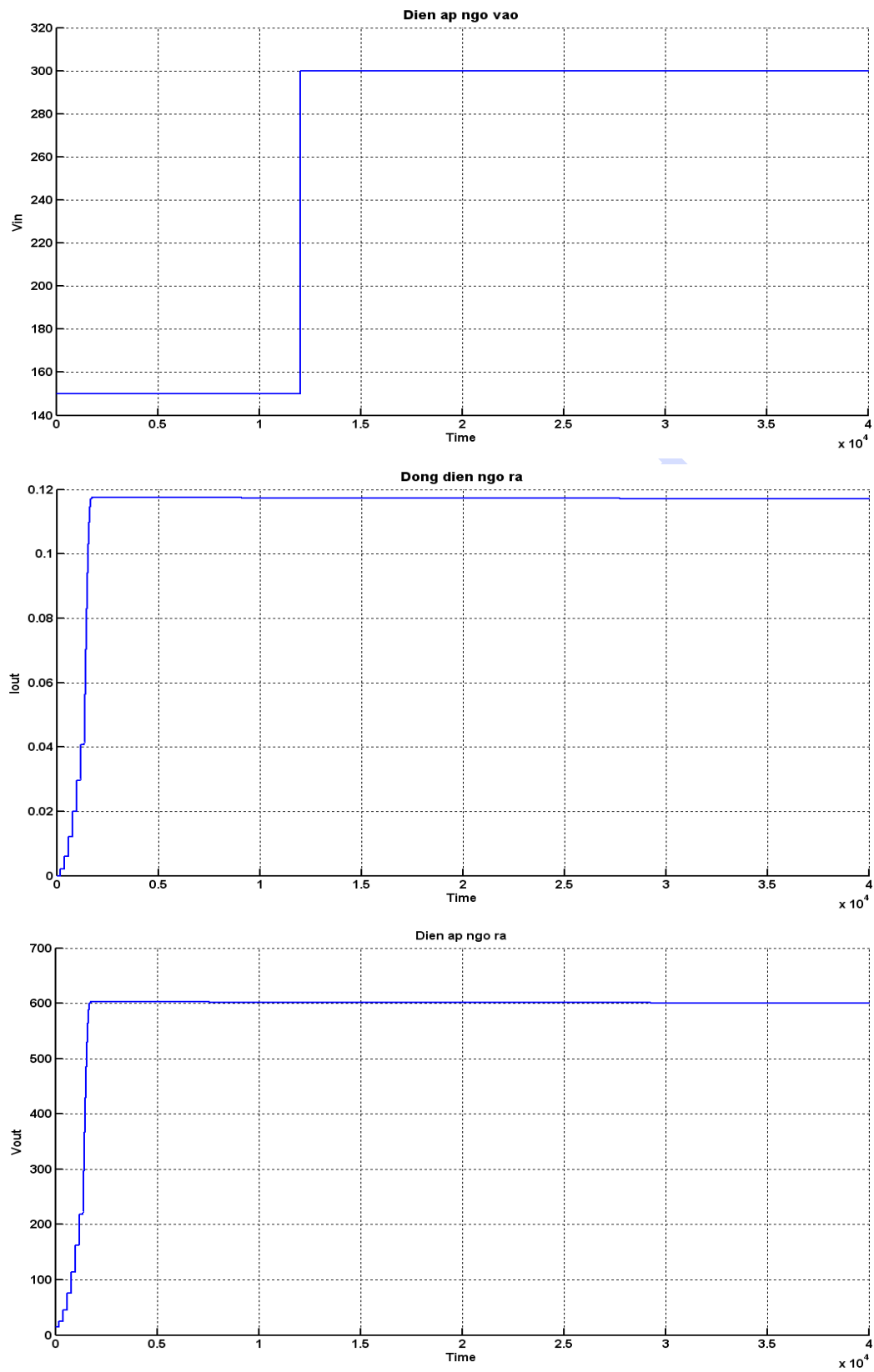
- $V_{in} = 80 - 100$ DCV, $L = 69 \mu H$, $C = 550 \mu F$, $R = 20 \Omega$



Hình 6- 14 Kết quả mô phỏng bộ chuyển đổi Boost
6.2.2.3. Bộ chuyển đổi Buck Boost:



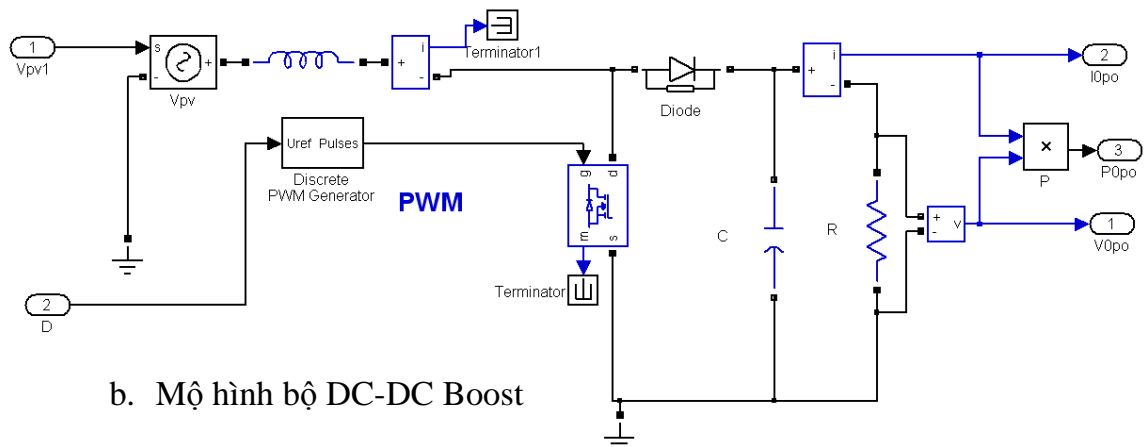
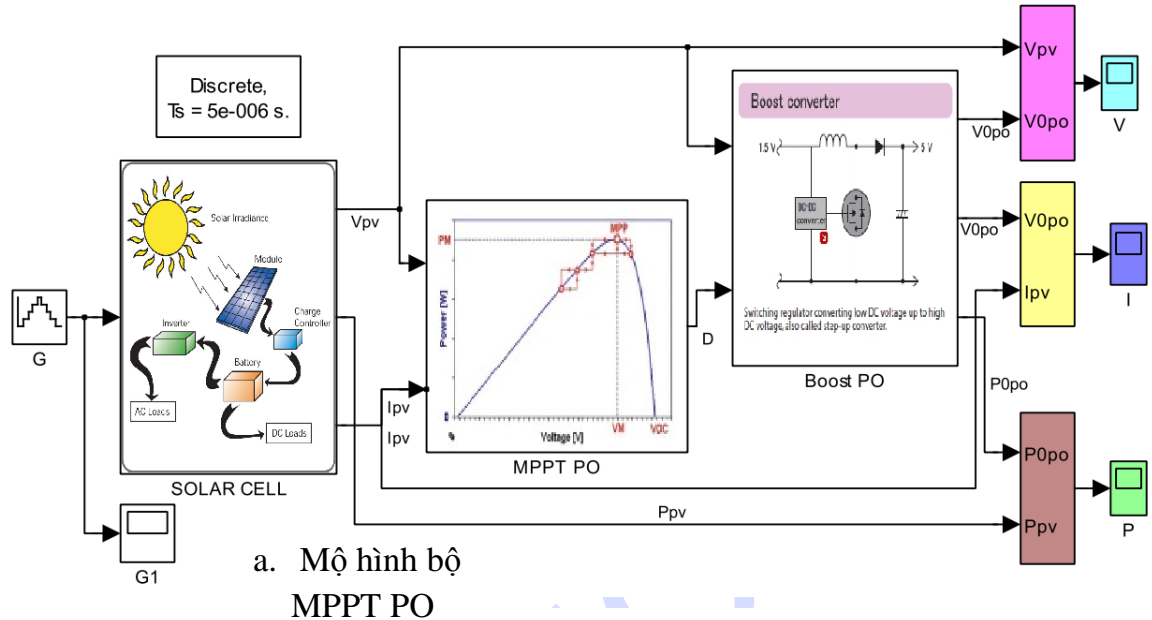
Hình 6- 15 Bộ chuyển đổi Buck Boost trong simulik [19]



Hình 6- 16 Kết quả mô phỏng bộ chuyển đổi Buck Boost

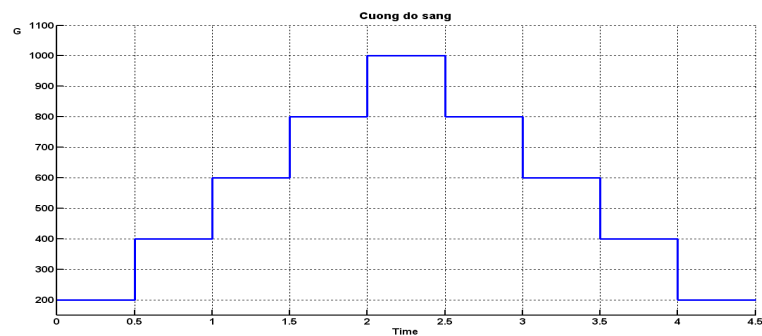
6.2.3. Mô hình hóa bộ điều khiển MPPT:

6.2.3.1. Phương pháp P&O:

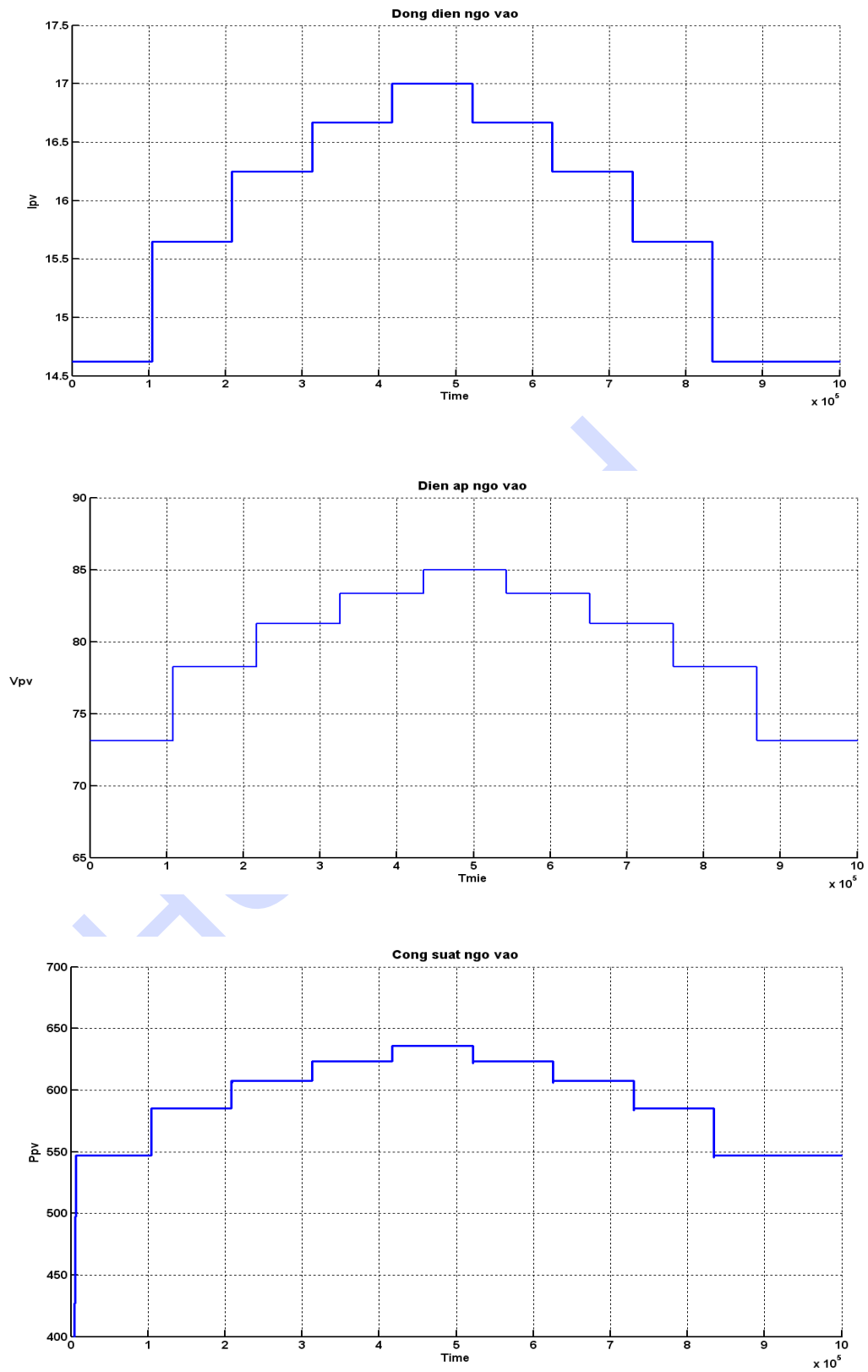


Hình 6- 17 Mô hình bộ MPPT dùng phương pháp P&O trong simulink

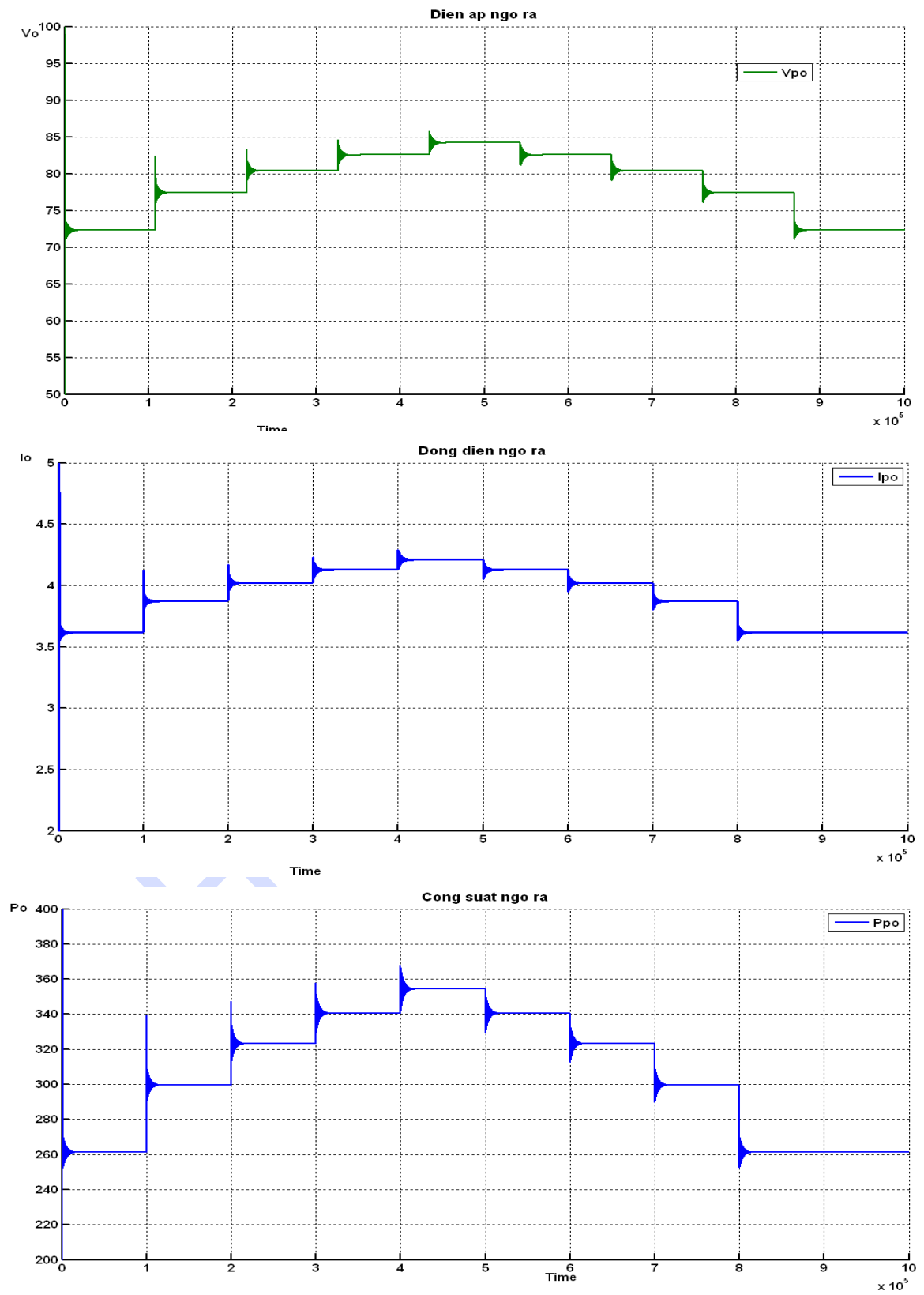
Kết quả mô phỏng phương pháp PO:



Hình 6- 18 Cường độ bức xạ của năng lượng mặt trời

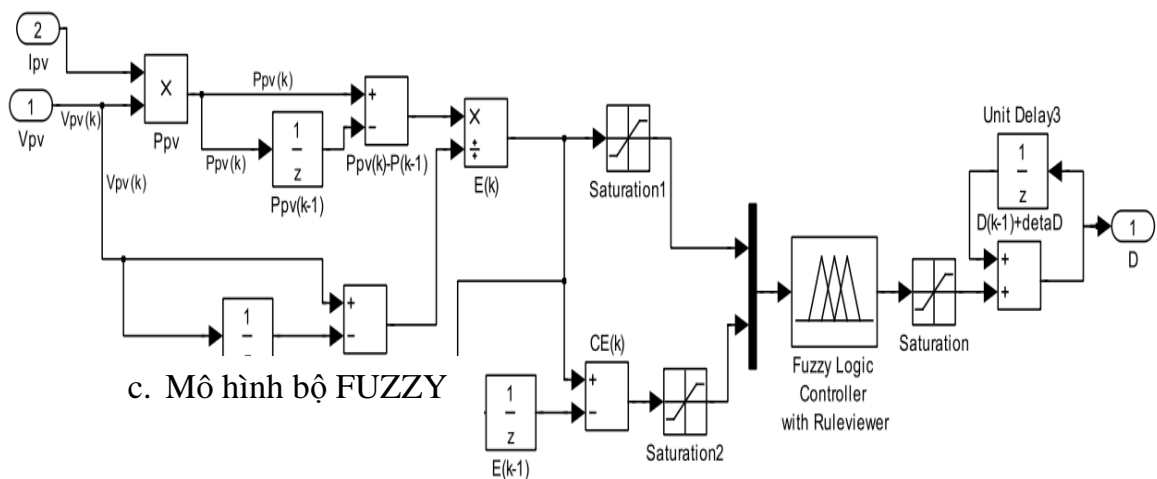
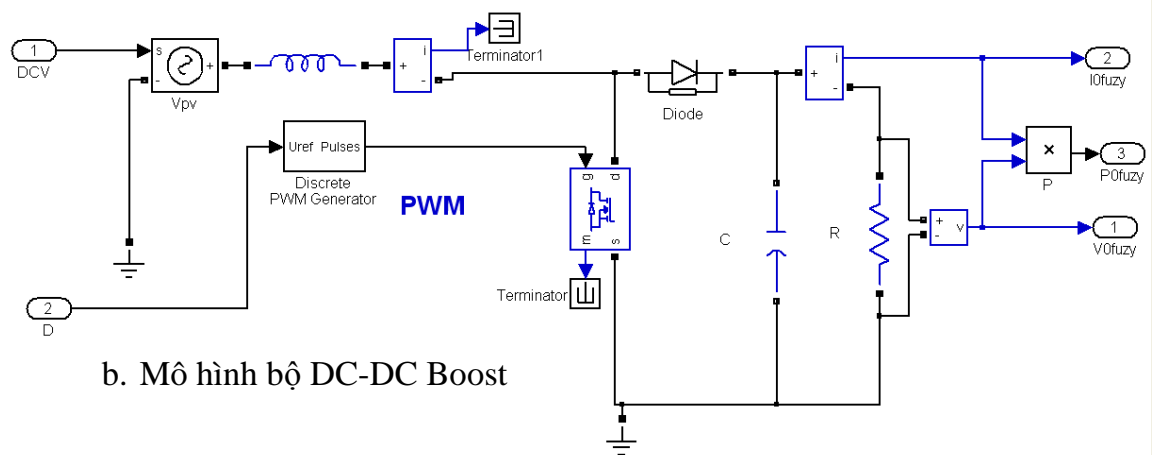
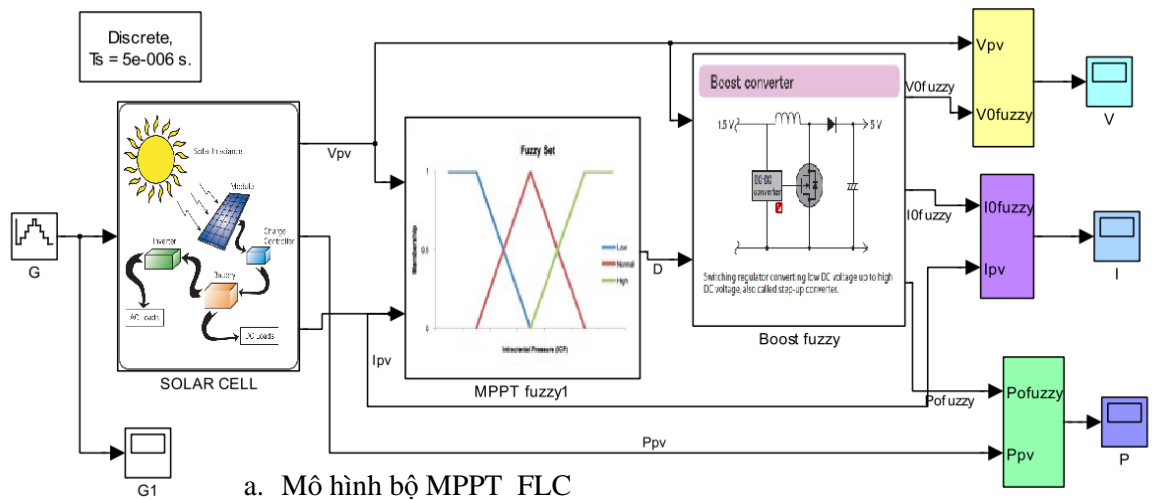


Hình 6- 19 Dòng điện, điện áp và công suất của PV



Hình 6- 20 Đáp ứng điện áp, dòng điện và công suất theo phương pháp PO

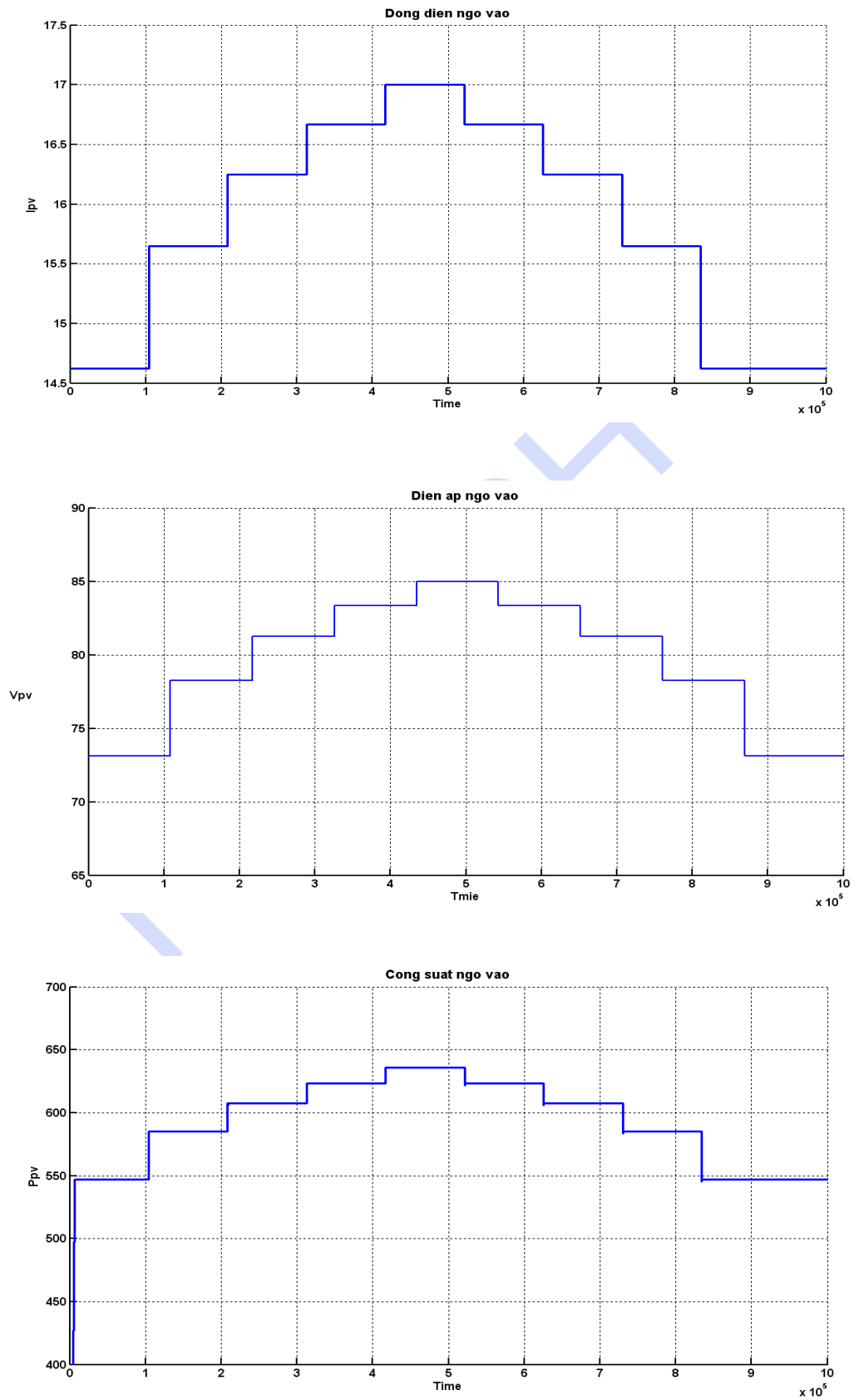
6.2.3.2. Phương pháp FLC:

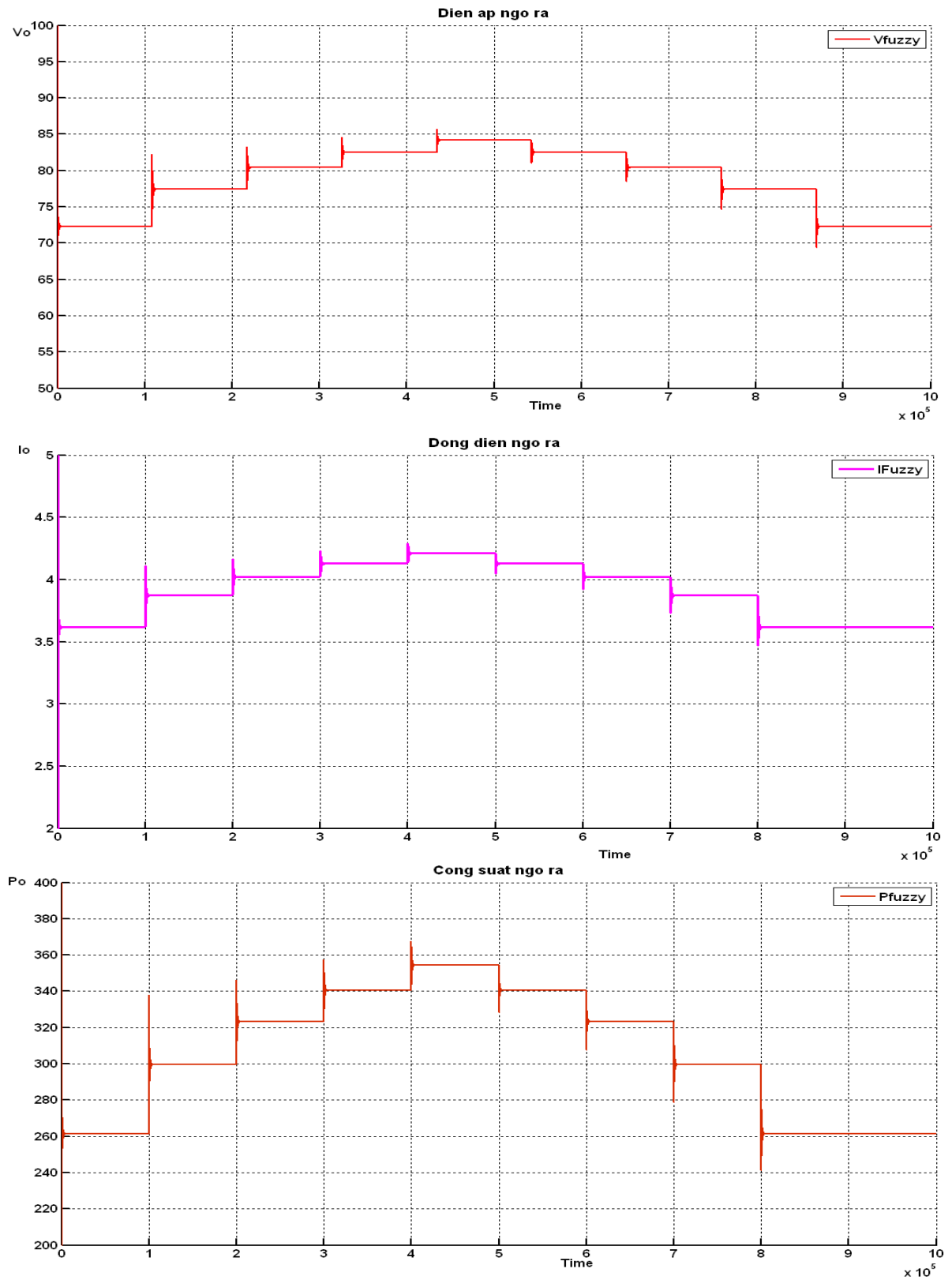


Hình 6- 21 Mô hình bộ MPPT dùng phương pháp FLC trong simulink

Kết quả mô phỏng phương pháp FLC:

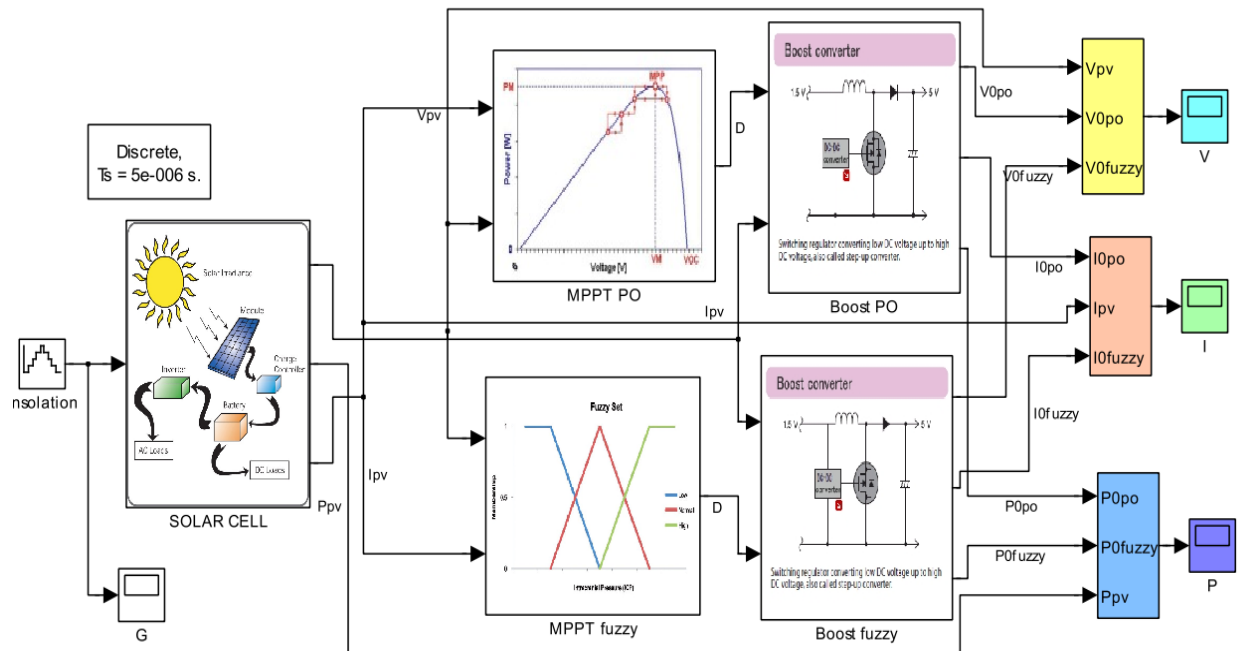
Cường độ sáng như phương pháp P&O



Hình 6- 22 Dòng điện, điện áp và công suất của PV

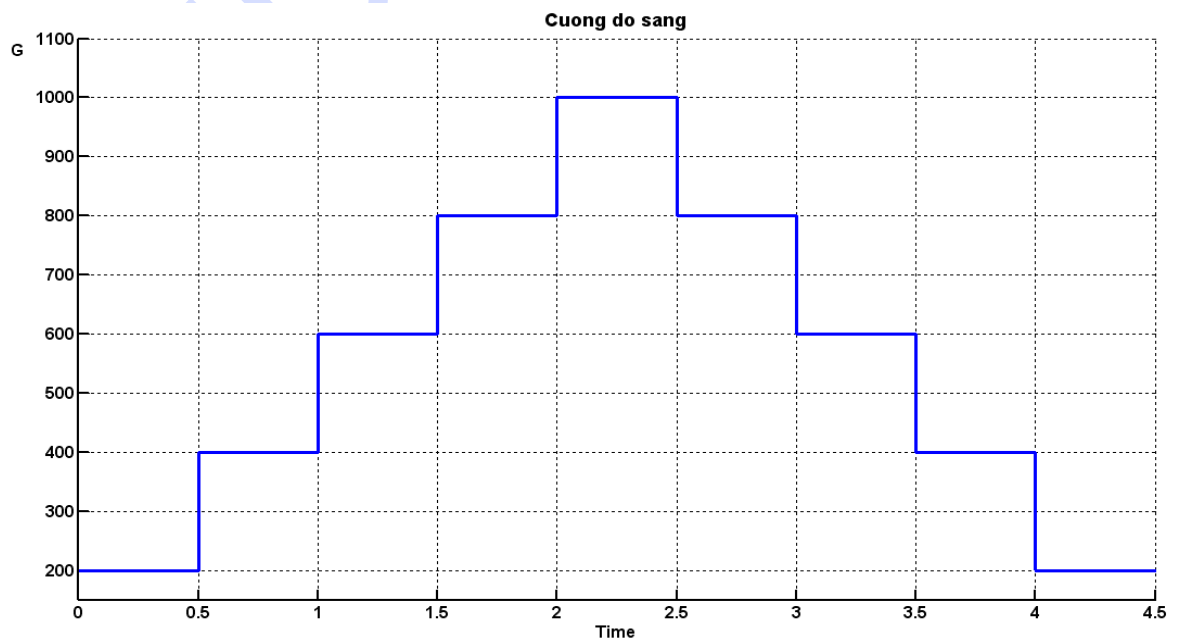
Hình 6- 23 Đáp ứng điện áp,dòng điện và công suất theo phương pháp FLC

6.2.3.3. So sánh phương pháp P&O và FLC:

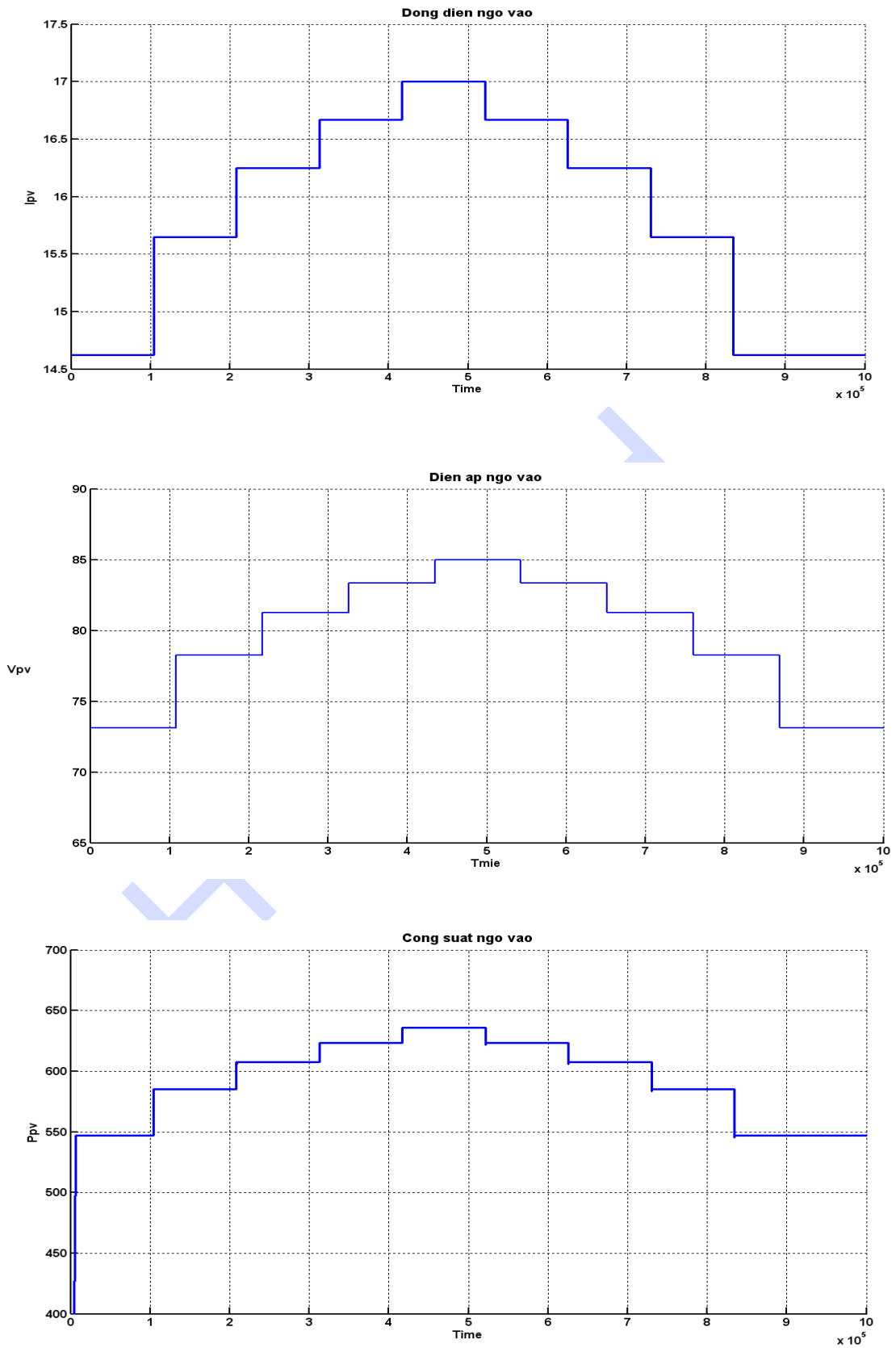


Hình 6-24 Mô hình bộ MPPT dùng phương pháp P&O và FLC trong simulink

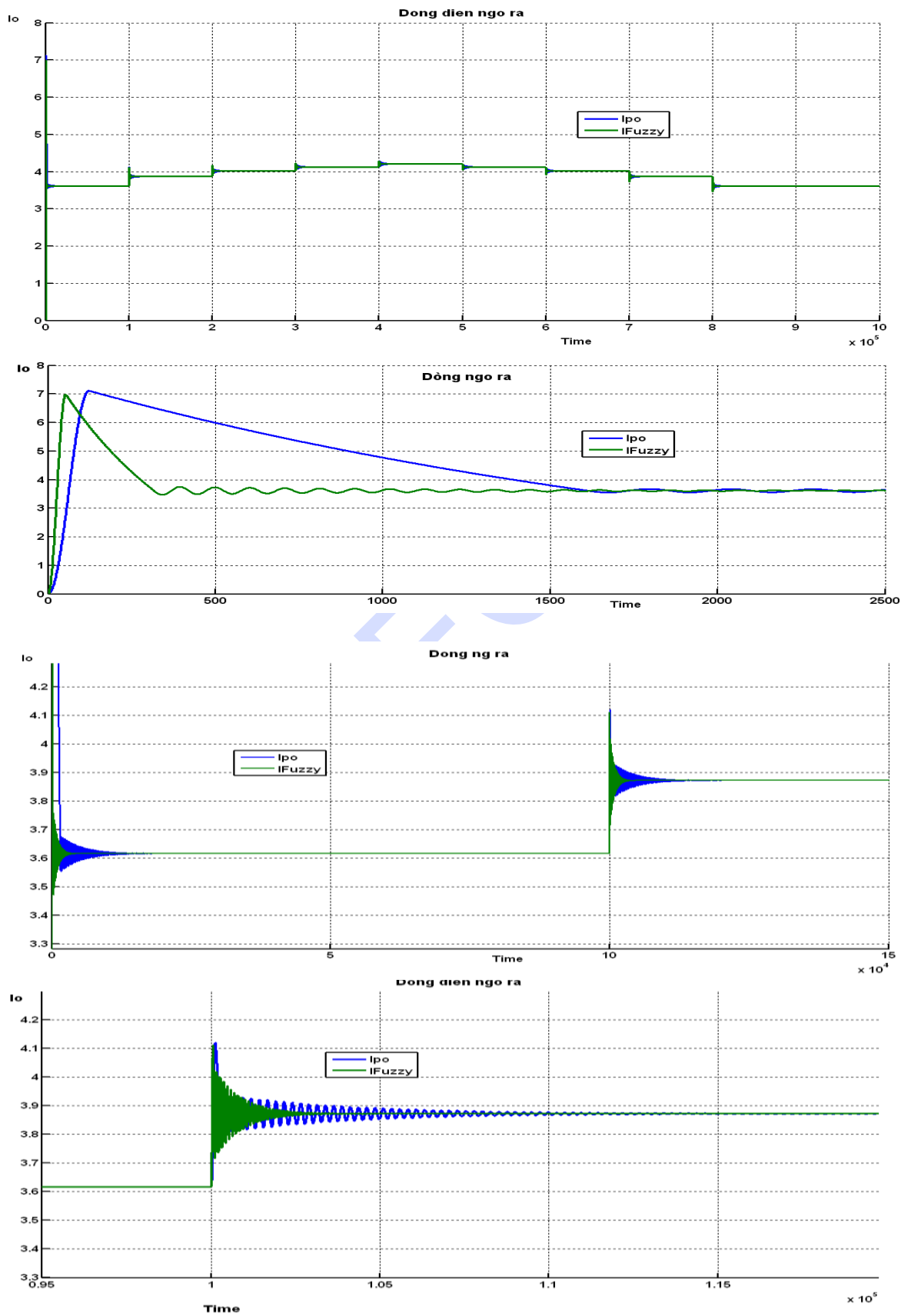
Kết quả mô phỏng phương pháp P&O và FLC:



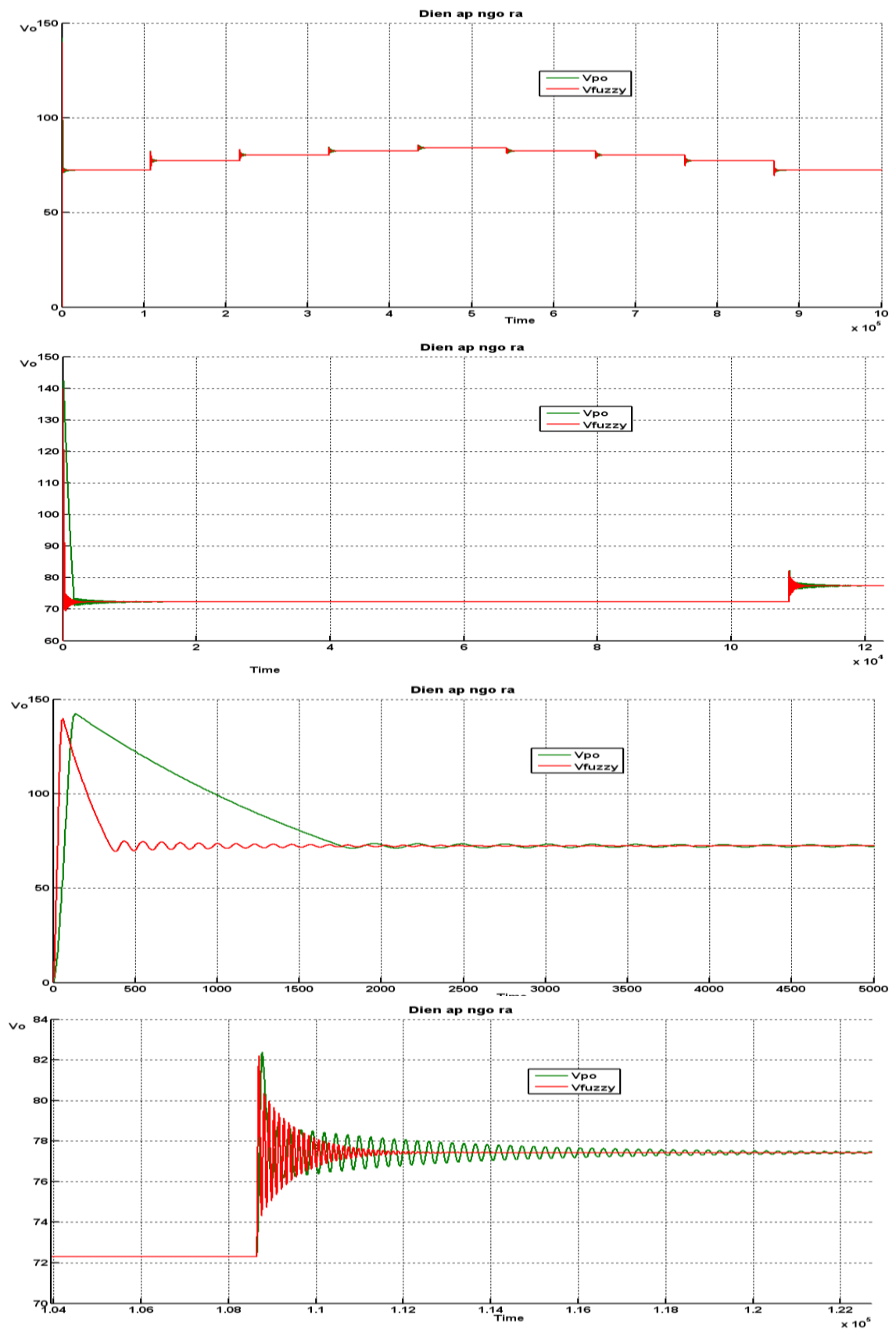
Hình 6- 25 Cường độ bức xạ của năng lượng mặt trời



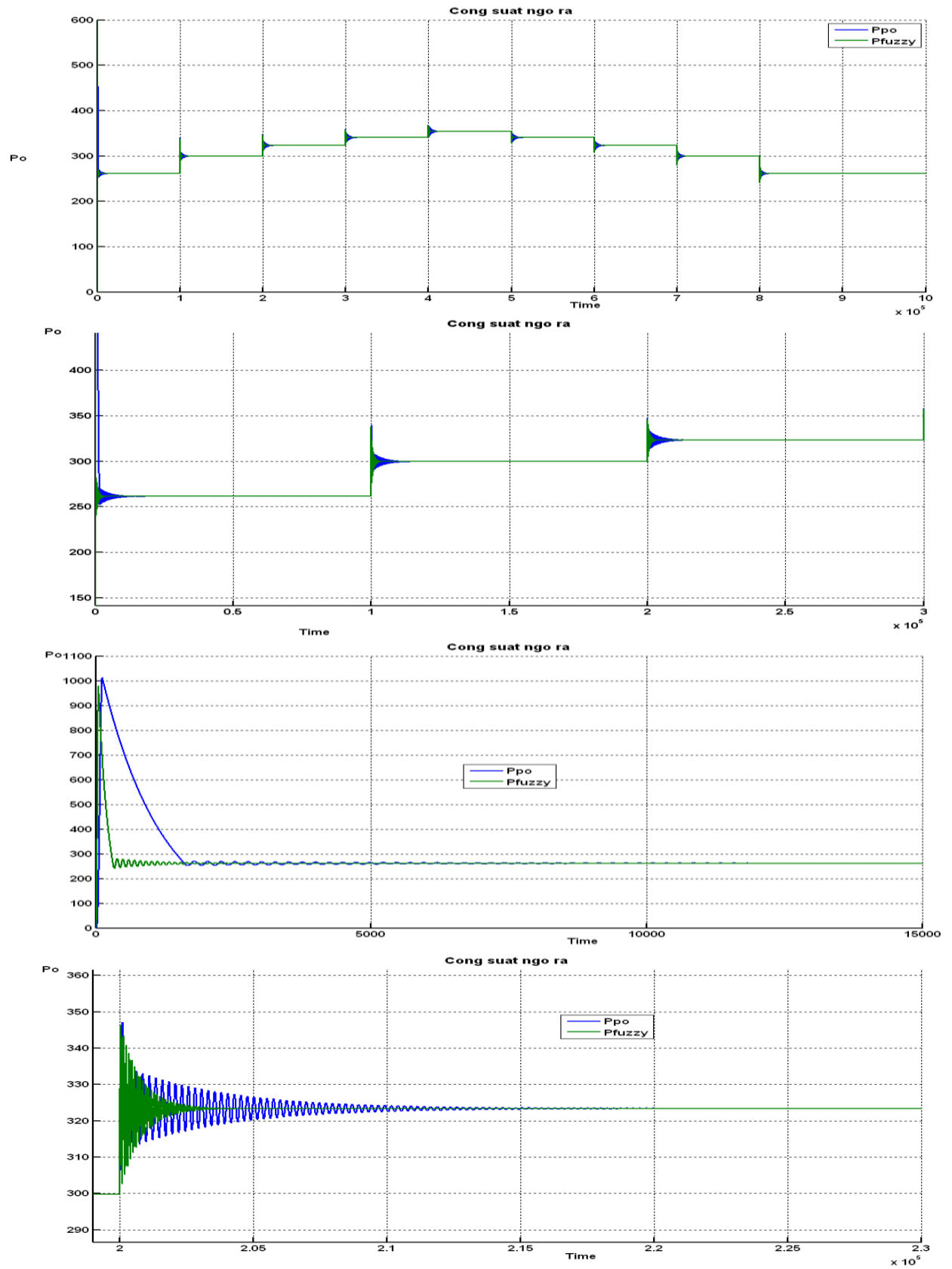
Hình 6- 26 Dòng điện, điện áp và công suất của PV



Hình 6- 27 Đáp ứng dòng điện



Hình 6- 28 Đáp ứng điện áp



Hình 6-29 Đáp ứng công suất

Qua đáp ứng điện áp, dòng điện và công suất của phương pháp P&O và phương pháp FLC điều khiển tối ưu công suất, ta nhận thấy đáp ứng của phương pháp FLC nhanh, ít dao động và thời gian đi vào trạng thái ổn định ngắn hơn phương pháp P&O trong trường hợp cường độ sáng thay đổi về biên độ và thời gian.

HUTECH

Chương 7

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

7.1. Kết luận :

Thông qua đề tài “**Tối ưu công suất trong hệ thống pin mặt trời**”, Luận văn gồm những nội dung nghiên cứu sau:

- Nghiên cứu các đặc tuyến làm việc của các tấm pin quang điện.
- Nghiên cứu mô phỏng pin quang điện và MPPT.
- Sử dụng logic mờ điều khiển chọn điểm công suất lớn nhất hệ thống pin mặt trời cấp cho tải DC
- Mô phỏng hệ thống điều khiển đã được đề xuất trên trong môi trường Matlab Simulink.

Kết quả mô phỏng thu được của bộ điều khiển mờ được so sánh với bộ điều khiển quan sát nhiễu loạn (P&O). Kết quả cho thấy bộ điều khiển mờ làm việc với hiệu suất cao, chắc chắn và thiết kế đơn giản.

Như vậy, qua nghiên cứu và kết quả mô phỏng của phương pháp đề xuất đã **kết hợp được bài toán điều khiển mờ và bài toán tối ưu công suất trong hệ thống pin mặt trời.**

7.2. Hạn chế:

Mặc dù đã có nhiều cố gắng cùng với sự giúp đỡ của quý Thầy Cô cùng các bạn học viên, song do điều kiện thời gian không cho phép nên nội dung đề tài nghiên cứu vẫn còn nhiều thiếu sót và hạn chế.

Trong luận văn , việc đề xuất phương pháp điều khiển MPPT dùng phương pháp logic mờ còn một số hạn chế như việc xây dựng các hàm liên thuộc và các luật điều khiển chưa được phong phú, chưa đưa nhiều kinh nghiệm cho luật suy diễn để điều khiển MPPT.

Kết quả mô phỏng trên đây dựa trên các giả thiết là bộ biến đổi dc/dc đáp ứng được hoàn toàn các giá trị điện áp yêu cầu của hệ MPPT, các linh kiện điện tử công suất lý tưởng ..., trong thực tế các bộ dc/dc, các linh kiện điện tử công suất ... cũng có các ảnh hưởng rất quan trọng đến vấn đề năng lượng, cho nên muốn có cái nhìn tổng thể phải xét đến hết tất các yếu tố này.

7.3. Kiến nghị và hướng phát triển đề tài :

Nội dung luận văn này khi giải quyết vấn đề hệ MPPT chủ yếu tập trung giải quyết sự biến đổi công suất do thay đổi cường độ chiếu sáng của mặt trời gây nên. Trong thực tế còn có hiện tượng bóng râm làm ảnh hưởng rất nghiêm trọng đến pin PV vẫn chưa giải quyết được, hy vọng các đề tài tiếp theo có thể giải quyết vấn đề này.

Triển khai phương pháp sử dụng logic mờ điều khiển chọn điểm công suất lớn nhất hệ thống pin mặt trời cấp cho tải DC bằng thực nghiệm.

HUTECH

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Roberto Faranda, S.L., *Energy Comparison of MPPT Techniques for PV Systems*. WSEAS Trans. on POWER SYSTEMS, vol. 3, No.6.
- [2] V. Salas, E.O., A. Barrado, A. Lazaro, *Review of the Maximum Power Point Tracking Algorithms for Stand-alone Photovoltaic Systems*, Solar Energy Materials and Solar Cells, 2006, p.p 1555–1578.
- [3] Hohm, D.P. and M.E. Ropp, *Comparative Study of Maximum power point tracking algorithms*, Progress in Photovoltaics: Research and Applications, 2003, Vol.11, No.1, pp. 47-62.
- [4] Nguyễn Công Vân, 2005, Năng lượng mặt trời, nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật
- [5] <http://www.dienmattroi.com/ung-dung-doi-song/144-ung-dung-nang-luong-mat-troi-tai-viet-nam.html>.
- [6] Gilbert, 2004, Chapter 8, Chapter 9, *Renewable and efficient electric power systems*.
- [7] MUHAMMAD H. RASHID Ph.D., Fellow IEE, Fellow IEEE- Power Electronics Handook.
- [9] Nguyễn Trường Đan Vũ - luận văn: Nghiên cứu và ứng dụng giải thuật ANN-IncCond MPPT cho hệ thống Pin mặt trời dựa trên nền tảng FPGA.– năm 2010
- [10] Trishan Esham, Student Member, IEEE, and Patrick L. Chapman, Senior Member, IEEE - Comparison of Photovoltaic Array Maximum Power Point Tracking Techniques - IEEE TRANSACTIONS ON ENERGY CONVERSION, VOL. 22, NO. 2, JUNE 2007
- [11] B. Amrouche, M. Belhame and A. Guessoum - Artificial intelligence based P&O MPPT method for photovoltaic systems - Revue des Energies Renouvelables ICRES-07 Tlemcen (2007) 11 – 16
- [12] Weidong Xiao, Student Member, IEEE, William G. Dunford, Senior Member, IEEE, Patrick R. Palmer, Member, IEEE, and Antoine Capel - Application of Centered Differentiation and Steepest - Descent to Maximum Power Point Tracking - IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL ELECTRONICS, VOL. 54, NO. 5, OCTOBER 2007.

- [13] Ting-Chung Yu, Yu-Cheng Lin A -Study on Maximum Power Point Tracking Algorithms for Photovoltaic Systems - lunghwa university of Science and Technology 2010.12.
- [14] Mei Shan Ngan, Chee Wei Tan - A Study of Maximum Power Point Tracking Algorithms for Stand-alone Photovoltaic Systems - 2011 IEEE Applied Power Electronics Colloquium (IAPEC).
- [15] Slamet Widodo - Microcontroller Implementation of Low-Cost Maximum Power Point Tracking Methods for Photovoltaic System -Southern Taiwan University , Master's Thesis, 2010.
- [16] Pongsakor Takun, Somyot Kaitwanidvilai and Chaiyan Jettanasen-Maximum Power Point Tracking using Fuzzy Logic Control for Photovoltaic Systems- Proceedings of International Multiconference of Engineers and Computer Scientists 2011 Vol II, IMECS 2011, March 16-18. 2011, Hong Kong.
- [17] M.S. Aï Cheikh, C. Larbes, G.F. Tchoketch Kebir and A. Zerguerras - Maximum power point tracking using a fuzzy logic control scheme - Revue des Energies Renouvelables Vol. 10 N^o3 (2007) 387 – 395.
- [18] Kiều Xuân Thực Vũ Thị Thu Hương, Vũ trung Kiên - Vi điều khiển: cấu trúc – lập trình và ứng dụng - Nhà xuất bản giáo dục việt nam 11 năm 2010
- [19] <http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange>.

PHỤ LỤC

1. File.M xây dựng trên Matlab mô phỏng đặc tính PV.

Mô phỏng pin MSX 120, có các thông số cơ bản sau:

```

ns=72;                                %Số cell pv nối tiếp
Iscst=3.87;                            %Dòng ngắn mạch theo điều kiện chuẩn
Vocst=42.1;                            %Điện áp hở mạch theo điều kiện chuẩn
aIsc= 6.5e-4;                          %Hằng số nhiệt độ của dòng ngắn mạch
aVoc=-160e-3;                          %Hằng số nhiệt độ của điện áp hở mạch

function pv0(temp,G)                  %BP MSX 120
tempst = 25;                           %Nhiệt độ chuẩn
Kb=1.3806503e-23;                      %Hằng số Boltzmann
q=1.6022e-19;                          %Điện tích [C]
a=1.8;                                 %Hệ số diode lý tưởng
VT=a*Kb*(tempst+273)/q;
%Thông số của tế bào quang điện

ns=72;                                %Số cell pv nối tiếp
Iscst=3.87;                            %Dòng ngắn mạch theo điều kiện chuẩn
Vocst=42.1;                            %Điện áp hở mạch theo điều kiện chuẩn
aIsc= 6.5e-4;                          %Hằng số nhiệt độ của dòng ngắn mạch
aVoc=-160e-3;                          %Hằng số nhiệt độ của điện áp hở mạch
G=1;                                  %G = 1; % Cường độ bức xạ mặt trời G=1 ~ 1000 W/m2
temp = 25;                             %temp = 25;

Isc = G*Iscst*(1+aIsc*(temp-tempst)); % I0 : Dòng điện ngược của diode
I0 = 100*110/2210000000000000000 % Vkt : kiểm tra giá trị I0 cho ra giá trị Vo tương
ứng đúng với thực tế
Vkt = 72*(VT/a)*log(Iscst/I0 + 1); % Vocsc : Vo phụ thuộc cường độ bức xạ

```

```

Vocsc = 72*(VT/a)*log(Isc/I0 + 1)
Voc = Vocsc + aVoc*(temp-tempst);
v=0:0.0001:Voc;
i=Isc*(1-exp((v-Voc)/(VT*ns)));
figure(1)
clf;
subplot(2,1,1);
plot(v,i, 'r-')
axis([0 Voc*1.8 0 Isc*1.8])
title('Dac tinh von-ampe');
xlabel('V');
ylabel('A');
grid on,
subplot(2,1,2);
plot(v, v.*i, 'b-')
axis([0 Voc*1.8 0 Voc*Isc*1.8])
title('Cong suat');
xlabel('V');
ylabel('W');
grid on
hold on

```

2. File.M xây dựng trên Matlab mô phỏng đặc tính PV khi cường độ chiếu sáng thay đổi, nhiệt độ không đổi:

```

ΔG = 1 đến 3 và T = TSTC = 250C:
function vepv0 %BP MSX 120
tempst = 25; %Nhiệt độ chuẩn
Kb=1.3806503e-23; %Hằng số Boltzmann

```

```

q=1.6022e-19; %Dien tích [C]
a=1.8; %He số diode lý tưởng
VT=a*Kb*(tempst+273)/q; %nhiệt độ môi trường
temp = 25; %temp = 25;
G = 1; %G = 1 do biến thiên cường độ bức xạ mặt
%Thông số của tế bào quang điện
ns=72; %Số cell pv nối tiếp
Iscst=3.87; %Dòng ngắn mạch theo điều kiện chuẩn
Vocst=42.1; %Điện áp hở mạch theo điều kiện chuẩn
aIsc= 6.5e-4; %Hằng số nhiệt độ của dòng ngắn mạch
aVoc=-160e-3; %Hằng số nhiệt độ của điện áp hở mạch

while G<=3
    Isc = G*Iscst*(1+aIsc*(temp-tempst));
    % I0 : Dòng điện ngược của diode
    I0 = 100*110/2210000000000000;
    % Vkt : kiểm tra giá trị I0 cho ra giá trị Vo tương ứng dùng với thực tế
    Vkt = 72*(VT/a)*log(Iscst/I0 + 1)
    % Vocsc : Vo phụ thuộc cường độ bức xạ
    Vocsc = 72*(VT/a)*log(Isc/I0 + 1)

    Voc = Vocsc + aVoc*(temp-tempst);
    v=0:0.0001:Voc;
    i=Isc*(1-exp((v-Voc)/(VT*ns)));
    figure(1)
    %clf;
    subplot(2,1,1);
    plot(v,i, 'r-')
    axis([0 Voc*1.8 0 Isc*1.8])

```

```
title('Dac tinh von-ampe');  
xlabel('V');  
ylabel('A');  
grid on  
hold on  
subplot(2,1,2);  
plot(v, v.*i, 'b-')  
axis([0 Voc*1.8 0 Voc*Isc*1.8])  
title('Cong suat');  
xlabel('V');  
ylabel('W');  
grid on  
hold on  
G=G+0.5;  
End
```