

**BỘ CÔNG THƯƠNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC**



**LÊ MINH ĐẠO**

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP  
MÁI VỚI BỘ HÒA LƯỚI THÔNG MINH**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT NĂNG LƯỢNG**

**HÀ NỘI, 2022**

**BỘ CÔNG THƯƠNG  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC ĐIỆN LỰC**

---

**LÊ MINH ĐẠO**

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP  
MÁI VỚI BỘ HÒA LƯỚI THÔNG MINH**

**Chuyên ngành : Kỹ Thuật năng lượng**

**Mã số : 8520135**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT NĂNG LƯỢNG**

**Người hướng dẫn khoa học: TS. Nguyễn Hữu Đức  
TS. Lê Quang Sáng**

**HÀ NỘI, 2022**

## **Lời cảm ơn**

*Lời đầu tiên, tôi muốn gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy Nguyễn Hữu Đức và thầy Lê Quang Sáng đã chỉ bảo cho tôi nhiều kiến thức chuyên môn về hệ thống điện năng lượng mặt trời để tôi có góc nhìn rõ hơn về những nguồn năng lượng mới. Từ đó, tôi đã tập trung nghiên cứu và xây dựng được một hệ thống điện mặt trời áp mái áp dụng ngay vào thực tiễn.*

*Tôi cũng xin cảm ơn các thầy cô trong khoa Kỹ thuật năng lượng đã truyền đạt cho tôi những kiến thức bổ ích chuyên sâu về chuyên ngành, cảm ơn các thầy cô Phòng Đào tạo sau Đại học Trường Đại học Điện lực đã giúp đỡ tôi suốt quá trình học tập và hoàn thành luận văn thạc sĩ.*

*Tiếp theo, tôi xin cảm ơn anh Bùi Duy Linh – đang công tác tại Trung tâm điều độ hệ thống điện Quốc gia đã cung cấp các tài liệu, thông tin EVN phát hành, góp ý và đưa ra những lời khuyên giá trị để tôi có thể hoàn thành luận văn.*

*Sau cùng, tôi xin tỏ lòng biết ơn đến cha mẹ, người thân và bạn bè đã luôn bên cạnh ủng hộ, động viên tôi trong cuộc sống cũng như trong thời gian hoàn thành luận văn thạc sĩ.*

*Xin chân thành cảm ơn tất cả mọi người!”*

*Hà Nội, ngày 20 tháng 10 năm 2022*

**Tác giả**

**Lê Minh Đạo**

## **Lời cam đoan**

*Tôi xin cam đoan đã sử dụng các tài liệu tham khảo của các tác giả, các nhà khoa học và các luận văn được trích dẫn trong phụ lục “Tài liệu tham khảo” cho việc nghiên cứu và viết luận văn.*

*Tôi xin cam đoan luận văn về đề tài “Thiết kế hệ thống điện mặt trời áp mái với bộ hòa lưới thông minh” là công trình nghiên cứu cá nhân của tôi trong thời gian qua. Mọi số liệu sử dụng phân tích trong luận văn và kết quả nghiên cứu là do tôi tự tìm hiểu, phân tích một cách khách quan, trung thực, có nguồn gốc rõ ràng và chưa được công bố dưới bất kỳ hình thức nào. Tôi xin chịu hoàn toàn trách nhiệm nếu có sự không trung thực trong thông tin sử dụng trong công trình nghiên cứu này.”*

*Tôi xin chân thành cảm ơn!*

*Hà Nội, ngày 20 tháng 10 năm 2022*

**Tác giả**

**Lê Minh Đạo**

# MỤC LỤC

Lời cảm ơn .....	3
Lời cam đoan.....	4
DANH MỤC VIẾT TẮT .....	7
DANH MỤC BẢNG BIỂU .....	8
DANH MỤC HÌNH ẢNH .....	9
I. MỞ ĐẦU .....	12
1. Lý do chọn đề tài.....	12
2. Mục đích nghiên cứu.....	12
3. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu.....	12
4. Phương pháp nghiên cứu.....	12
II. NỘI DUNG .....	13
CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN .....	13
1.1 Năng lượng tái tạo - Điện Mặt trời.....	13
1.2 Bức xạ Mặt trời và phương pháp tận dụng bức xạ Mặt trời.....	14
1.2.1 Bức xạ Mặt trời .....	14
1.2.2 Phương pháp tận dụng bức xạ Mặt trời.....	17
1.3 Công nghệ pin năng lượng mặt trời .....	19
1.3.1 Hệ thống điện mặt trời áp mái.....	21
1.3.2 Các nghiên cứu về điện năng lượng mặt trời .....	22
1.4 Kết luận.....	22
CHƯƠNG 2. CẤU TRÚC CỦA HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI.....	23
2.1 Các thành phần của hệ thống điện mặt trời áp mái .....	23
2.1.1 Tấm pin mặt trời và thiết bị phụ trợ .....	24
2.1.2 Hệ thống lưu trữ điện .....	26
2.1.3 Inverter thông minh.....	27
2.1.4 Khung giá đỡ, cáp và thiết bị chống sét .....	29
2.1.5 Công tơ điện 2 chiều .....	31
2.2 Nguyên lý hoạt động .....	31
2.2.1 Hệ thống điện Mặt trời độc lập (Off-Grid).....	31
2.2.2 Hệ thống điện Mặt trời hòa lưới (On-Grid).....	32
2.3 Các giải pháp cải thiện chất lượng hệ thống điện mặt trời.....	34
2.3.1 Lựa chọn tấm pin năng lượng mặt trời.....	34
2.3.2 Đối với Inverter thông minh.....	41

2.3.3 Nâng cao tiêu chuẩn bảo vệ khi hệ thống điện mặt trời gặp sự cố.....	57
<b>CHƯƠNG 3. THIẾT KẾ VÀ ĐÁNH GIÁ HIỆU QUẢ KINH TẾ CỦA HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI KẾT HỢP INVERTER THÔNG MINH .....</b>	<b>61</b>
3.1 Phương án thiết kế hệ thống điện năng lượng mặt trời áp mái .....	61
3.1.1 Tiêu chuẩn nối lưới đối với điện mặt trời áp mái.....	61
3.1.2 Quy trình tính toán vị trí và lắp đặt hệ thống .....	65
3.1.3 Tính tổng năng lượng nhận được: .....	67
3.1.4 Tính tổng lượng điện tiêu thụ trung bình đối với một hộ gia đình.....	68
3.1.5 Quy trình thủ tục đăng ký sử dụng và kinh doanh điện mặt trời.....	73
3.2 Bản vẽ thiết kế hệ thống điện mặt trời áp mái với Inverter thông minh .....	76
3.3 Mô tả hoạt động chi tiết của hệ thống khi hoàn thành lắp đặt và đấu lưới.....	77
3.4 Bài toán kinh tế khi đầu tư vào hệ thống điện mặt trời .....	79
3.4.1 Chi phí lắp đặt hệ thống điện mặt trời.....	79
3.4.2 Tổng tiền nhận được từ hệ thống năng lượng mặt trời.....	80
3.4.3 Bài toán minh họa .....	81
3.4.4 Kết luận tính kinh tế của hệ thống điện mặt trời .....	83
<b>CHƯƠNG 4. NGHIÊN CỨU CÔNG SUẤT PHẢN KHÁNG ĐỂ ỔN ĐỊNH ĐIỆN ÁP TRONG HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI ÁP MÁI.....</b>	<b>84</b>
4.1 Sự tác động của dao động điện áp đến hệ thống điện năng lượng mặt trời.....	84
4.1.1 Công suất phản kháng .....	84
4.1.2 Công suất phản kháng trong hệ thống điện mặt trời .....	87
4.2 Phương pháp bù công suất phản kháng trong hệ thống điện năng lượng mặt trời.....	89
4.2.1 Bộ bù công suất phản kháng cố định.....	89
4.2.2 Đối với Bộ bù công suất phản kháng biến đổi .....	90
4.3 Kết luận chương 4 .....	94
<b>CHƯƠNG 5. KẾT LUẬN.....</b>	<b>95</b>
5.1 Kết quả và kiến nghị .....	95
5.1.1 Tính ứng dụng thực tế: .....	95
5.1.2 Ý nghĩa khoa học: .....	96
5.2 Hạn chế và định hướng mở rộng .....	96
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>98</b>

## DANH MỤC VIẾT TẮT

<i>AC</i>	<i>Alternating Current</i>	<i>Dòng điện một chiều</i>
<i>DC</i>	<i>Direct current</i>	<i>Dòng điện xoay chiều</i>
<i>VAR</i>	<i>Volt ampere reactive</i>	<i>Đơn vị đo phản kháng</i>
<i>MPP</i>	<i>Max Power Point</i>	<i>Điểm công suất tối đa</i>
<i>MPPT</i>	<i>Max Power Point Tracker</i>	<i>Thuật toán bám điểm công suất tối đa</i>
<i>SPWM</i>	<i>Sinusoidal Pulse Width Modulation</i>	<i>Điều chế độ xung hình sin</i>
<i>LVRT</i>	<i>Low Voltage Ride Through</i>	<i>Chạy qua điện áp thấp</i>
<i>AD</i>	<i>Autonomy Day</i>	<i>Ngày dự phòng</i>
<i>DOD</i>	<i>Deep Of Discharge level</i>	<i>Mức xả sâu</i>
<i>PV</i>	<i>Photovoltaic</i>	<i>Tấm pin quang điện</i>
<i>P&amp;O</i>	<i>Perturb and Observe</i>	<i>Phương pháp P O</i>
<i>IC</i>	<i>Increases Current</i>	<i>Phương pháp dẫn điện tăng dần</i>
<i>EVN</i>	<i>Vietnam Electricity</i>	<i>Tập đoàn Điện lực Việt Nam</i>
<i>NLMT</i>	<i>Năng lượng mặt trời</i>	<i>Năng lượng mặt trời</i>
<i>A-Si</i>	<i>Amorphous Silicon</i>	<i>Silic vô định hình</i>
<i>CdTe</i>	<i>Cadmium Telluride</i>	
<i>GIS</i>	<i>Gas Insulation Switchgear</i>	<i>Trạm biến áp</i>

## **DANH MỤC BẢNG BIỂU**

Bảng 2.1 Logic chuyển đổi SPWM

Bảng 3.1 So sánh tiêu chuẩn tần số Việt Nam với quốc tế

Bảng 3.2 Tiêu chuẩn định lượng nhấp nháy quốc tế

Bảng 3.3 Tiêu chuẩn mất cân bằng pha quốc tế

Bảng 3.4 Tiêu chuẩn thiết bị Inverter thông minh

Bảng 3.5 Minh họa về thông số sử dụng điện của một hộ gia đình.

Bảng 3.6 Tính số W-giờ các tấm pin mặt trời phải cung cấp cho toàn tải

Bảng 3.7 Thông số kỹ thuật tấm pin mặt trời 400Wp hãng JinkoSolar

Bảng 3. 8 Tổng chi phí lắp đặt sử dụng hệ thống điện mặt trời

Bảng 3. 9 Bảng giá bán điện theo giờ dành cho nhóm hộ gia đình năm 2019

Bảng 3.10 Bảng thống kê tiền điện phải trả cho EVN theo trung bình tháng

Bảng 3. 11 Thống kê phụ tải của hộ gia đình

Bảng 3.12: Số tiền cần đầu tư

## DANH MỤC HÌNH ẢNH

- Hình 1.1: Bức xạ mặt trời
- Hình 1.2: Bản đồ bức xạ Mặt trời ở Việt Nam
- Hình 1.3: Hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời
- Hình 1.4: Bếp năng lượng mặt trời
- Hình 1.5: Tế bào quang điện
- Hình 1.6: Điện mặt trời mái nhà tại tp. Hồ Chí Minh
- Hình 2.1: Thành phần của hệ thống điện Mặt trời
- Hình 2.2: Cấu tạo tấm pin năng lượng mặt trời
- Hình 2.3: Nguyên lý làm việc của pin Mặt trời
- Hình 2.4: Inverter thông minh
- Hình 2.5: Đặc tuyến I-V và P-V của pin mặt trời thay đổi theo điều kiện bức xạ
- Hình 2.6: Kết cấu khung giá đỡ tấm pin
- Hình 2.7: Mô hình hệ thống điện mặt trời độc lập
- Hình 2.8: Hệ thống điện Mặt trời hòa lưới không dự trữ (On-Grid)
- Hình 2.9: Pin mặt trời đơn tinh thể Monocrystalline
- Hình 2.10: Pin mặt trời đa tinh thể
- Hình 2.11 : So sánh hiệu suất giữa các loại pin mặt trời
- Hình 2.12: Các tình huống thực tế xảy ra khi sử dụng
- Hình 2.13: Các điểm nóng (Hotspot) là các đốm sáng
- Hình 2.14: Dòng điện qua Cell 2 sẽ bị sụt giảm trở thành tải tiêu thụ
- Hình 2.15: Bypass bỏ qua các cell bị che khuất nên hoạt động bình thường
- Hình 2.16: So sánh giữa công nghệ Bypass diot mới và cũ
- Hình 2.17: Cấu trúc liên kết hệ thống
- Hình 2.18: Cấu trúc liên kết ba pha của Inverter
- Hình 2.19 Biểu đồ tác động của công suất phản kháng
- Hình 2.20: Thuật toán MPPT
- Hình 2.21a: Sơ đồ cấu trúc của thuật toán P & O
- Hình 2.21b: Sơ đồ cấu trúc của thuật toán IC

Hình 2.22a: SPWM Tham chiếu dạng sóng hình sin và tam giác ( $m_a = 1$ )

Hình 2.22b: SPWM Tham khảo dạng sóng hình sin và tam giác

Hình 2.23 a Dạng sóng điện áp  $V_{AB}$  không lọc và được lọc (Ba chu kỳ)

Hình 2.23 b Dạng sóng điện áp  $V_{AB}$  không lọc và được lọc (Nửa chu kỳ)

Hình 2.24 Sự phát triển tiêu chuẩn kết nối theo các năm.

Hình 2.25 Chức năng của Inverter thông minh

Hình 2.26: Micro Inverter 600w 220v Mppt Solar Grid

Hình 2.27: String inverter

Hình 2.28: Central inverter Generac PWRcell Inverter 9kWh

Hình 2.29 Thị phần các nhà sản xuất inverter năm 2019

Hình 2.30 Các giải pháp chống sét hệ thống điện mặt trời

Hình 3.1: Lượng bức xạ mặt trời theo năm tại quận Hải An - TP. Hải Phòng

Hình 3.2 Các loại công nghệ lắp đặt khung dàn Pin mặt trời

Hình 3.3 Góc nghiêng lắp đặt tấm pin

Hình 3.4 Tính toán sản lượng điện theo mô phỏng phần mềm PVsyst

Hình 3.5a: Thông số cấu hình Inverter

Hình 3.5b: Lựa chọn kích thước dây dẫn

Hình 3.6a Quy trình đăng ký kiểm tra và mua bán điện giai đoạn 1

Hình 3.6b Quy trình đăng ký kiểm tra và mua bán điện giai đoạn 2

Hình 3.7 Chi tiết giàn khung hệ thống điện mặt trời nổi lưới

Hình 3.8 Sơ đồ nguyên lý cấu tạo hệ thống

Hình 3.9 Nguyên lý đấu nối các tấm pin

Hình 3.10: Sơ đồ cấu trúc điều khiển hệ thống điện mặt trời

Hình 4.1: Công suất phản kháng

Hình 4.2: Sơ đồ nối điện điển hình khi có hệ thống NLMT.

Hình 4.3: Đồ thị P-Q tại điểm giao nhận khi có Solar

Hình 4.4: Đồ thị P-Q tại điểm giao nhận khi sau khi phát Q thêm từ hệ Solar

Hình 4.5: Đồ thị P-Q tại điểm giao nhận khi sau khi phát Q thêm từ hệ khác

Hình 4.6 Tự điện cố định và bộ điều chỉnh

Hình 4.7 Sơ đồ nguyên lý của máy đồng bộ

Hình 4.8 Sơ đồ bản vẽ SVC

Hình 4.9: Sơ đồ nguyên lý và mạch tương đương trên mỗi pha – STATCOM [44]

Hình 4.10: Đồ thị thể hiện (a) Hoạt động điện dung, (b) hoạt động quy nạp, (c)

Không có chế độ tải ( $V_i = V_s$ )

Hình 4. 11 Đặc điểm V-I của STATCOM

# **I. MỞ ĐẦU**

## **1. Lý do chọn đề tài**

Các nguồn năng lượng sơ cấp đang có nguy cơ bị suy kiệt, do con người khai thác ngày càng nhiều. Hầu như các quy trình chuyển nguồn năng lượng sơ cấp sang điện năng thường gây ô nhiễm môi trường. Vì vậy, cần hướng đến nguồn năng lượng sạch như năng lượng gió, năng lượng nước, năng lượng mặt trời. Nhưng nguồn điện tạo ra từ năng lượng mặt trời có nhiều ưu điểm hơn vì cấu tạo hệ thống đơn giản, an toàn và chi phí đầu tư phù hợp.

## **2. Mục đích nghiên cứu**

Thiết kế và phân tích hệ thống điện mặt trời áp mái với bộ hòa lưới thông minh. Giới thiệu chi tiết các ứng dụng năng lượng mặt trời quy mô hộ gia đình, tòa nhà cao tầng, hoặc các xí nghiệp doanh nghiệp. Luận văn đưa ra một hướng nghiên cứu mới để cải thiện chất lượng và tính năng của hệ thống khi đi sâu vào phân tích thành phần bộ hòa lưới thông minh trong hệ thống điện năng lượng mặt trời. Đồng thời nêu lên đóng góp về hiệu quả kinh tế trong việc lắp đặt hệ thống điện mặt trời thực tế.

## **3. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu**

Luận văn được áp dụng cho các hộ gia đình để nâng cao tính hiệu quả kinh tế trong đầu tư và khai thác điện mặt trời. Các mô hình hệ thống điện mặt trời được phân tích và mô phỏng có thể triển khai thực hiện trong trường đại học giúp cho sinh viên thực hiện thí nghiệm trên các mô hình thực.

## **4. Phương pháp nghiên cứu**

Đây là một dự án tương đối chi tiết với những phân tích chuyên sâu và kết quả mô phỏng rõ ràng giúp nhận ra lợi ích của việc sử dụng năng lượng mặt trời. Thông qua bài toán đầu tư hệ thống điện mặt trời, đưa ra nhìn nhận rõ hơn về hiệu quả kinh tế của một dự án đầu tư điện mặt trời áp mái.

## II. NỘI DUNG

### CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN

#### 1.1 Năng lượng tái tạo - Điện Mặt trời

Năng lượng luôn là yếu tố quan trọng trong quá trình phát triển kinh tế - xã hội của tất cả các nước trên thế giới. Các nguồn nhiên liệu hóa thạch như than đá, dầu mỏ, khí đốt đã và đang đáp ứng phần lớn nhu cầu năng lượng của con người. Tuy nhiên, nguồn năng lượng hóa thạch có hạn, vì vậy việc nghiên cứu và sử dụng nguồn năng lượng xanh, năng lượng tái tạo (NLTT) như hạt nhân, điện gió, Mặt trời, địa nhiệt, năng lượng sinh khối, vv... là một nhu cầu tất yếu. Phát triển năng lượng tái tạo ngày nay đang là xu hướng của thế giới, làm thay đổi nhanh chóng cơ cấu ngành năng lượng. Nhiều quốc gia đã khẩn trương xây dựng và thực thi các chiến lược, chính sách phát triển năng lượng tái tạo với tầm nhìn dài hạn, tập trung các nguồn lực con người, khoa học – công nghệ và tài chính – tín dụng... hướng tới việc phát triển nền kinh tế các-bon thấp, bền vững và thân thiện với môi trường. Nắm bắt được tầm quan trọng của vấn đề khi phải đối mặt với bài toán phức tạp và đa mục tiêu, chính phủ đã có những động thái hết sức kịp thời và tích cực, từ đó thiết lập khung hỗ trợ các nguồn năng lượng tái tạo, đặc biệt là điện Mặt trời và điện gió.

Tập đoàn Điện lực Việt Nam (EVN) cho biết, sáu tháng đầu năm 2021, sản lượng điện sản xuất và nhập khẩu toàn hệ thống đạt 128,51 tỷ kWh, tăng 7,4% so với cùng kỳ năm 2020. Trong đó, năng lượng tái tạo (điện gió, điện Mặt trời, điện sinh khối) huy động đạt 14,69 tỷ kWh, chiếm tỷ trọng 11,4% [1] Việt Nam hiện có công suất điện Mặt trời được lắp đặt toàn diện nhất ở Đông Nam Á, với 16.500 vào năm 2020. Việt Nam cũng nằm trong top 10 quốc gia có công suất lắp đặt năng lượng Mặt trời cao nhất trên toàn cầu vào năm 2020. Đây được cho là bước khởi đầu của quá trình chuyển đổi năng lượng của đất nước khỏi than đá. [2] Đến thời điểm hiện tại, tổng công suất lắp đặt về điện Mặt trời trên cả nước đã đạt tới khoảng 19.400 MWp, riêng điện Mặt trời áp mái, đến tháng 12 năm 2021 đã có 104.282 dự án được lắp đặt, tổng công suất 9.580 MWp, sản lượng phát lên lưới hơn 3,57 tỷ MWh tương ứng khoảng 16.500 MW - chiếm khoảng 25% tổng công suất lắp đặt nguồn điện của hệ thống điện Quốc gia. Nếu giá lắp đặt điện Mặt trời áp mái trung bình 12 triệu đồng/kWp thì tổng số tiền đầu tư đã gần 115 nghìn tỷ (tương đương khoảng 5 tỷ USD). Như vậy tiềm năng của điện Mặt trời áp mái là rất lớn, chi phí đầu tư phù hợp với khả năng của nhiều gia đình tại Việt Nam. Thống kê riêng tại Tp. Hồ Chí Minh cho thấy, có tới gần 277.000 mái nhà tại đây đủ điều kiện để lắp đặt điện Mặt trời. Nếu phát huy tối đa thị

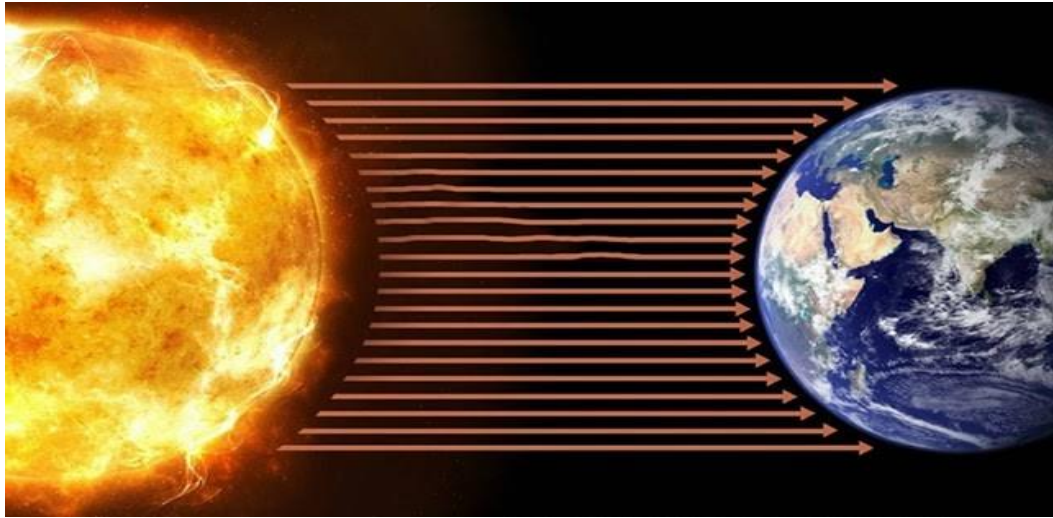
trường điện Mặt trời áp mái, nước ta sẽ có một nguồn cung điện năng rất lớn và chủ động được nguồn điện, đảm bảo an ninh năng lượng quốc gia.

Với chính sách của Nhà nước khuyến khích phát triển nguồn điện từ năng lượng Mặt trời, Thủ tướng Chính phủ đã ban hành Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg ngày 06/4/2020 về cơ chế khuyến khích phát triển các dự án điện Mặt trời tại Việt Nam. Trong đó, điện Mặt trời áp mái là một hình thức mới, ưu việt và được trợ giá bán cao nhất trong 3 công nghệ điện Mặt trời tại Việt Nam hiện nay. Giá mua điện Mặt trời áp mái hiện nay của Tập đoàn điện lực Quốc gia EVN là 1943 VNĐ/kWh tương đương 8,38 UScent/kWh. Công nghệ điện Mặt trời áp mái có nhiều ưu điểm có thể phát triển vượt bậc trong tương lai. Điện Mặt trời áp mái không tốn diện tích đất. Giúp tăng cường chống nóng hiệu quả cho các công trình. Có quy mô nhỏ, lắp đặt phân tán nên được đầu nối vào lưới điện hạ áp và trung áp hiện hữu, không cần đầu tư thêm hệ thống lưới điện truyền tải. Được lắp đặt nhiều ở các mái nhà trong thành phố, khu công nghiệp nên có tác dụng làm giảm quá tải lưới điện từ các nguồn điện truyền thống.

## **1.2 Bức xạ Mặt trời và phương pháp tận dụng bức xạ Mặt trời**

### **1.2.1 Bức xạ Mặt trời**

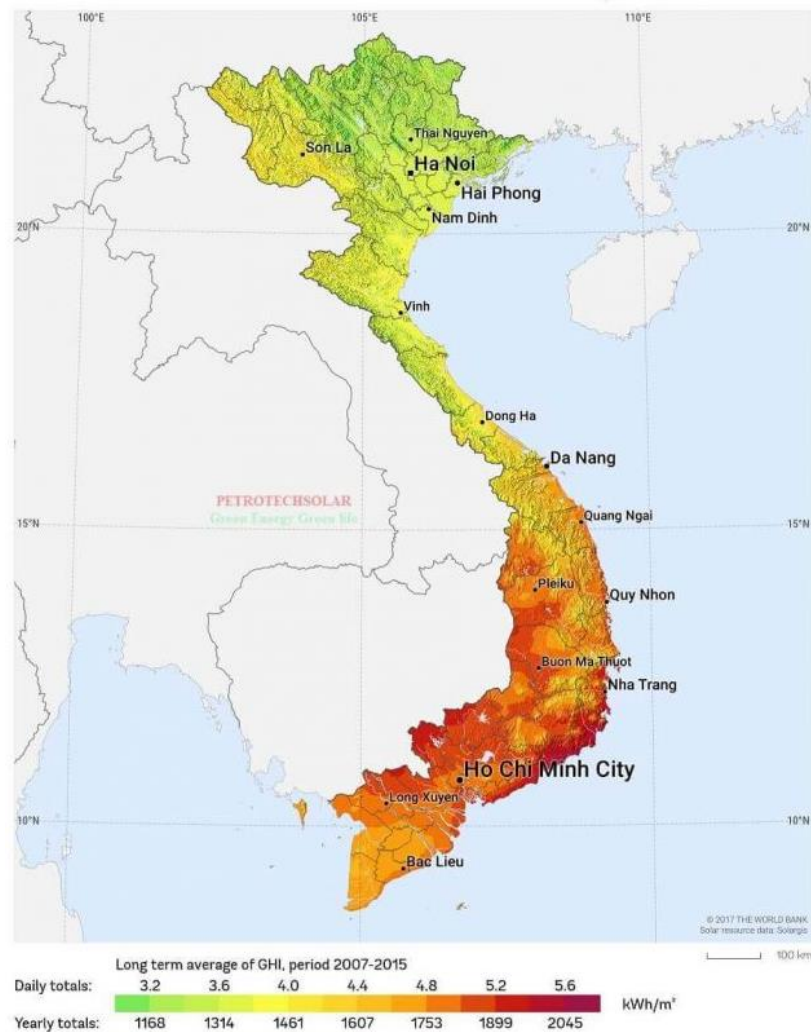
Bức xạ Mặt trời là các dòng vật chất và năng lượng do Mặt trời phát ra. Đây chính là nguồn năng lượng chính cho những quá trình phong hoá, bóc mòn, vận chuyển và bồi tụ trên Trái Đất, cũng như chiếu sáng và sưởi ấm cho các hành tinh có trong hệ Mặt trời. Bức xạ Mặt trời được hấp thụ và biến đổi thành nhiều dạng năng lượng hữu ích như nhiệt và điện sử dụng cho nhiều công nghệ. Chuyển đổi bức xạ của ánh sáng mặt trời thành nhiệt năng, phục vụ cho hệ thống sưởi ấm, làm mát, thông gió, làm nóng nước, đun nước để tạo hơi quay tuabin điện, nấu ăn từ nhiệt mặt trời, xử lý nước bằng năng lượng mặt trời... Điện mặt trời là việc chuyển đổi bức xạ của ánh sáng mặt trời thành điện năng phục vụ cho sinh hoạt, sản xuất. Điện được phát dựa trên động cơ nhiệt và pin quang điện.



*Hình 1.1: Bức xạ Mặt trời*

Lượng bức xạ của Mặt trời sẽ thay đổi tùy theo: Vị trí địa lý, khoảng thời gian, thời điểm trong ngày, theo mùa và thời tiết. Vì Trái Đất hình cầu nên Mặt trời chiếu vào bề mặt ở các góc khác nhau từ  $0^\circ$  đến  $90^\circ$ . Khi các tia sáng Mặt trời thẳng đứng vuông góc thì bề mặt Trái đất sẽ nhận năng lượng nhiều nhất đồng nghĩa khu vực Xích Đạo sẽ nhận nhiều năng lượng nhất. Còn ở vùng cực Bắc và Nam sẽ không bao giờ nhận được bức xạ Mặt trời theo góc  $90^\circ$  trong suốt cả năm. Lượng bức xạ Mặt trời được tính toán bằng cách đo lượng ánh sáng Mặt trời ở các vị trí cụ thể theo các thời điểm khác nhau trong năm và ước tính lượng ánh sáng Mặt trời tại các vùng có cùng vĩ độ và có khí hậu tương tự. Những phép đo năng lượng Mặt trời thường được biểu thị bằng tổng bức xạ trên một bề mặt ngang. Dữ liệu bức xạ cho các hệ thống điện năng lượng Mặt trời (hệ thống của pin quang điện) thường được biểu thị dưới đơn vị kilowatt-giờ trên mét vuông ( $\text{kWh}/\text{m}^2$ ). Ước tính trực tiếp về năng lượng Mặt trời cũng có thể được tính bằng watt trên một mét vuông ( $\text{W}/\text{m}^2$ ).

Cường độ bức xạ Mặt trời tại Việt Nam rất dồi dào, trung bình tổng bức xạ năng lượng Mặt trời ở Việt Nam vào khoảng  $5\text{kWh}/\text{m}^2/\text{ngày}$  ở các tỉnh miền Trung và miền Nam, và vào khoảng  $4\text{kWh}/\text{m}^2/\text{ngày}$  ở các tỉnh miền Bắc.



Hình 1.2: Bản đồ bức xạ Mặt trời ở Việt Nam [5].

Từ dưới vĩ tuyến 17, bức xạ Mặt trời không chỉ nhiều mà còn rất ổn định trong suốt thời gian của năm, giảm khoảng 20% từ mùa khô sang mùa mưa. Số giờ nắng trong năm ở miền Bắc vào khoảng 1500-1700 giờ trong khi ở miền Trung và miền Nam Việt Nam, con số này vào khoảng 2000-2600 giờ mỗi năm. Theo tài liệu khảo sát lượng bức xạ Mặt trời cả nước:

- Các tỉnh ở phía Bắc (từ Thừa Thiên – Huế trở ra) bình quân trong năm có chừng 1800 – 2100 giờ nắng. Trong đó, các vùng Tây Bắc (Lai Châu, Sơn La, Lào Cai) và vùng Bắc Trung Bộ (Thanh Hóa, Nghệ An, Hà Tĩnh) được xem là những vùng có nắng nhiều.

- Các tỉnh ở phía Nam (từ Đà Nẵng trở vào), bình quân có khoảng 2000 – 2600 giờ nắng, lượng bức xạ Mặt trời tăng 20% so với các tỉnh phía Bắc. Ở vùng này, Mặt trời chiếu gần như quanh năm, kể cả vào mùa mưa. Do đó, đối với các địa phương

ở Nam Trung bộ và Nam bộ, nguồn bức xạ Mặt trời là một nguồn tài nguyên to lớn để khai thác sử dụng.

### **1.2.2 Phương pháp tận dụng bức xạ Mặt trời**

Năng lượng mặt trời, bức xạ ánh sáng và nhiệt từ mặt trời đã được con người khai thác ngay từ thời cổ đại. Bức xạ mặt trời, cùng với tài nguyên thứ cấp của năng lượng mặt trời như sức gió và sức sóng, sức nước và sinh khối tạo thành hầu hết năng lượng tái tạo có sẵn trên trái đất. Tuy nhiên chỉ một phần rất nhỏ của năng lượng mặt trời có sẵn được con người khai thác đưa vào sử dụng.

#### **1.2.2.1 Thiết bị sấy dùng năng lượng Mặt trời**

Từ lâu, năng lượng Mặt trời đã được con người áp dụng trong lĩnh vực nông nghiệp để sấy các sản phẩm như ngũ cốc, thực phẩm... nhằm giảm tỷ lệ hao hụt và tăng chất lượng sản phẩm. Ngày nay công nghệ sấy năng lượng mặt trời đang được phát triển và ứng dụng nhiều tại các đơn vị sản xuất chế biến đồ khô. Những thiết bị này được nhiều người quan tâm vì nó tiết kiệm chi phí so với các loại máy sấy chạy bằng điện thông thường và hiệu quả hơn nhiều so với cách phơi nắng thủ công. Nguyên lý hoạt động của thiết bị này là tạo một phòng sấy dạng mái vòm bằng những tấm thu nhiệt trong suốt. Khi ánh nắng mặt trời chiếu vào, nhiệt sẽ được giữ bên trong phòng sấy và ngày càng nóng lên theo dạng hiệu ứng nhà kính. Nhờ vậy mà nhiệt độ bên trong phòng sấy có thể cao hơn nhiệt độ môi trường 15 – 20 độ C giúp sấy sản phẩm nhanh khô hơn.

#### **1.2.2.2 Thiết bị đun nước nóng bằng năng lượng Mặt trời**

Ứng dụng đơn giản, phổ biến và hiệu quả nhất hiện nay của năng lượng Mặt trời là dùng để đun nước nóng và đã được áp dụng rộng rãi ở nhiều nước trên thế giới. Ở Việt Nam hệ thống cung cấp nước nóng bằng năng lượng Mặt trời đã và đang được ứng dụng rộng trên toàn quốc. Các hệ thống này đã tiết kiệm cho người sử dụng một lượng đáng kể về năng lượng, góp phần rất lớn trong việc thực hiện chương trình tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường.



*Hình 1.3: Hệ thống nước nóng năng lượng mặt trời*

### **1.2.2.3 Bếp nấu năng lượng Mặt trời**

Bếp năng lượng Mặt trời được biết đến là một trong những thiết bị ứng dụng nguồn năng lượng mặt trời. Chiếc bếp này có thể đạt được công suất vài trăm Watt và nhiệt độ lên tới 200 độ C, chúng hoạt động dựa trên nguyên tắc:

- Hội tụ ánh sáng: Sử dụng dụng cụ như gương hay kim loại có độ phản chiếu cao, điều này sẽ giúp ánh nắng tập trung vào một điểm.
- Chuyển ánh sáng thành sức nóng: Những vật màu đen sẽ có tính hấp thụ ánh sáng, vì vậy người ta thường sử dụng vật màu đen trong thiết kế.
- Chất liệu dẫn nhiệt tốt: Vật chất kim loại sẽ được sử dụng với tính dẫn nhiệt cao, giúp bếp nhanh nóng.
- Giữ nóng: Cần một tấm kính hoặc lớp chất dẻo trong suốt sẽ cho ánh sáng vào trong. Khi ánh sáng biến thành độ nóng, nhiệt sẽ được giữ lại bởi tấm kính.



Hình 1.4: Bếp năng lượng mặt trời

#### 1.2.2.4 Quá trình vô trùng nước bằng năng lượng Mặt trời

Việc vô trùng nước bằng năng lượng Mặt trời có thể được thực hiện bằng các hộp thu năng lượng Mặt trời gồm một khung gỗ có phủ một lớp màng mỏng được sơn đen để tập trung nhiệt lượng từ ánh nắng Mặt trời. Phía trong có một cái bình để đựng nước. Nhiệt lượng thu được từ ánh nắng Mặt trời sẽ đun nước tới khoảng 65 độ C sau vài chục phút và sau đó nước sẽ được vô trùng. Một hộp năng lượng Mặt trời như vậy có thể vô trùng được khoảng 4 lít nước trong vòng 3 tiếng đồng hồ. Phương án này đã được Viện Khoa học công nghệ môi trường Liên bang Thụy Sĩ (EAWAG) và Trung tâm Nghiên cứu nước và vệ sinh môi trường cho các nước đang phát triển ở Thụy Sĩ (SANDEC) nghiên cứu từ năm 1991 và được phân tích rõ trong tài liệu [3]. Trung tâm Nước sạch và Vệ sinh môi trường nông thôn (Cerwass) đã triển khai kêu gọi mọi người sử dụng phổ biến thông qua dự án “Thúc đẩy và lan rộng phương pháp xử lý vi sinh vật trong nước bằng ánh sáng Mặt trời” công văn số 1131/DP/AIDSMT, ngày 27/07/2005. [4]

### 1.3 Công nghệ pin năng lượng mặt trời

Ngày nay, ứng dụng phổ biến và quan trọng nhất của bức xạ mặt trời đối với con người đó là cung cấp năng lượng cho công nghệ pin năng lượng mặt trời. Công nghệ này cho phép chuyển đổi năng lượng mặt trời thành năng lượng điện. Pin Mặt trời, tấm năng lượng mặt trời hay tấm quang điện (Solar panel) bao gồm nhiều tế bào quang điện (solar cells) - là phần tử bán dẫn có chứa trên bề mặt một số lượng lớn các cảm biến ánh sáng là diốt quang, thực hiện biến đổi năng lượng ánh sáng thành năng lượng điện. Cường độ dòng điện, hiệu điện thế hoặc điện trở của pin mặt trời