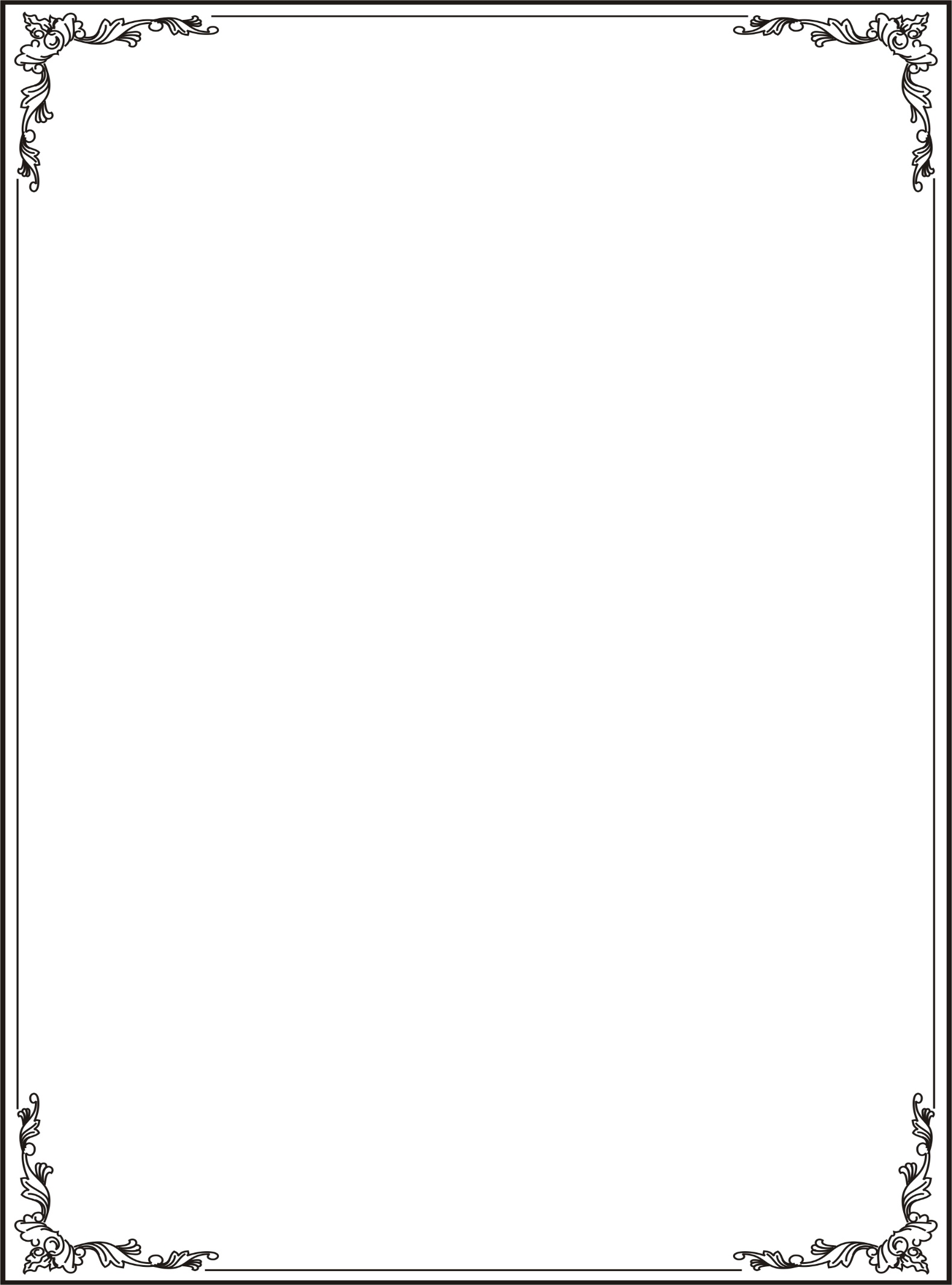
****

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC XÂY DỰNG HÀ NỘI**

**KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN**

**NGÀNH KHOA HỌC MÁY TÍNH**

~~~~~~\*~~~~~~

**A blue and black logo

Description automatically generated**

**Nghiên cứu khoa học buổi 1**

**Nội dung: Nghiên cứu tổng quan về hiện trạng hệ thống điện mặt trời trên thế giới và ở Việt Nam, và các loại hư hỏng thường gặp trong hệ thống pin năng lượng mặt trời.**

**Sinh viên thực hiện:**

**Nguyễn Khánh Chi – 0131367- 67CS2**

**Lã Minh Khánh – 4004267 – 67CS1**

**Phạm Ngọc Hiệp – 0214066 – 66CNCS**

**Giảng viên hướng dẫn:**

**PGS.TS Lê Bá Danh**

**ThS. Nguyễn Đình Quý**

**Hà Nội, tháng 3 năm 2025**

Nội dung

[Chương 1: Giới thiệu tổng quan 3](#_Toc192433732)

[I. Tổng quan về hiện trạng hệ thống điện mặt trời trên thế giới 3](#_Toc192433733)

[1. Khái niệm về năng lượng tái tạo 3](#_Toc192433734)

[2. Tình hình phát triển năng lượng tái tạo trên thế giới 4](#_Toc192433735)

[3. Khái niệm về năng lượng mặt trời và tầm ảnh hưởng của nó trong tất cả năng lượng tái tạo đối với thế giới 6](#_Toc192433736)

[II. Tổng quan hệ thống năng lượng tại Việt Nam 10](#_Toc192433737)

[1. Địa lý Việt Nam 12](#_Toc192433738)

[2. Thực trạng hệ thống điện năng lượng ở Việt Nam 14](#_Toc192433739)

[III. Các dạng hư hỏng của loại pin năng lượng mặt trời 17](#_Toc192433740)

[1. Các nguyên lý cơ bản của hệ thống PV 17](#_Toc192433741)

[2. Các lỗi hư hỏng của loại pin năng lượng mặt trời 18](#_Toc192433742)

# Chương 1: Giới thiệu tổng quan

Với sự cạn kiệt nhanh chóng của nguyên liệu hóa thạch như dầu, khí đốt, than đá,..., và dần dần người ta nhận ra những hạn chế nhất định của nguyên liệu hóa thạch, ảnh hưởng đến sức khỏe con người và môi trường thiên nhiên, từ đó, khái niệm “năng lượng tái tạo” từ đó ra đời, đã có nhiều quốc gia trên thế giới tận dụng ưu thế về năng lượng điện tái tạo và đem về nghiên cứu, khai thác và phát triển một cách hiệu quả. Trong những nguồn năng lượng tái tạo tự nhiên và thân thiện với môi trường đang được quan tâm, chúng ta đang quan tâm chú ý đến năng lượng mặt trời. Nhờ sự phát triển của công nghệ, chi phí sản xuất điện từ năng lượng mặt trời đã giảm đáng kể, khiến chúng trở thành lựa chọn khả thi và kinh tế hơn so với điện than hay điện khí . Chính vì vậy, năng lượng tái tạo đóng vai trò quan trọng trong mục tiêu **Net Zero** - đưa phát thải ròng khí nhà kính về 0, nhằm giảm tác động của biến đổi khí hậu. Để đạt mục tiêu này vào năm 2050, các quốc gia đang đẩy mạnh việc chuyển đổi từ nhiên liệu hóa thạch sang năng lượng sạch.

## Tổng quan về hiện trạng hệ thống điện mặt trời trên thế giới

### Khái niệm về năng lượng tái tạo

**Năng lượng tái tạo** là loại năng lượng được tạo ra từ các nguồn tài nguyên thiên nhiên có khả năng tái tạo một cách liên tục và gần như vô hạn trong tự nhiên. Các nguồn năng lượng này không bị cạn kiệt theo thời gian, trái ngược với nhiên liệu hóa thạch như than, dầu mỏ và khí đốt tự nhiên.

Các loại năng lượng tái tạo phổ biến :

* **Năng lượng mặt trời** – Sử dụng bức xạ từ Mặt Trời để tạo ra điện hoặc nhiệt
* **Năng lượng gió** – Chuyển đổi động năng của gió thành điện năng thông qua các tua-bin gió.
* **Năng lượng thủy điện** – Sử dụng dòng chảy của nước để quay tua-bin và phát điện.
* **Năng lượng sinh khối** – Chuyển hóa vật liệu hữu cơ (như gỗ, rơm rạ, chất thải động vật) thành năng lượng.
* **Năng lượng địa nhiệt** – Tận dụng nhiệt từ lòng đất để phát điện hoặc cung cấp nhiệt
* **Năng lượng đại dương** – Sử dụng sóng, thủy triều hoặc sự chênh lệch nhiệt độ giữa các lớp nước để sản xuất điện.

Ưu điểm của năng lượng tái tạo :

**Bền vững**: Không bị cạn kiệt theo thời gian

**Thân thiện với môi trường**: Giảm phát thải khí nhà kính và ô nhiễm

**Giảm phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch**: Hạn chế tác động tiêu cực của việc khai thác và đốt cháy nhiên liệu hóa thạch.

Thách thức của năng lượng tái tạo :

* **Phụ thuộc vào điều kiện tự nhiên**: Ví dụ, năng lượng mặt trời bị ảnh hưởng bởi thời tiết, năng lượng gió cần vị trí có gió mạnh

### Tình hình phát triển năng lượng tái tạo trên thế giới

Năng lượng tái tạo đang phát triển mạnh trên toàn cầu, với công suất lắp đặt đạt mức kỷ lục trong những năm gần đây. Năm 2023, công suất năng lượng tái tạo toàn cầu tăng 50% so với năm trước, đạt gần **510 GW**, mức tăng trưởng nhanh nhất trong 20 năm qua.

Một số các nước đi đầu trong phát triển năng lượng tái tạo

* Châu Á – Trung Quốc dẫn đầu :

Với loại năng lượng chính là năng lượng mặt trời và điện gió .Trung Quốc là quốc gia hàng đầu thế giới về phát triển năng lượng tái tạo, lắp đặt **357 GW** điện gió và mặt trời trong năm 2024. Họ cũng đạt mục tiêu **1.200 GW** năng lượng tái tạo vào năm 2030 sớm hơn dự kiến 6 năm

* + - Châu Âu – Đi đầu trong điện gió và năng lượng xanh

Với loại năng lượng chính là điện gió ngoài khơi, năng lượng mặt trời, thủy điện .Châu Âu đang đầu tư mạnh vào điện gió ngoài khơi, đặc biệt là tại Đức, Anh và Hà Lan. Liên minh châu Âu (EU) cam kết tăng công suất năng lượng tái tạo để đạt trung hòa carbon vào năm 2050.

* + - Bắc Mỹ – Hoa Kỳ và Canada

Với loại năng lượng chính là Điện gió, năng lượng mặt trời, thủy điện . Mỹ là một trong những nước có công suất điện gió cao nhất thế giới, với sự phát triển mạnh ở Texas, California và Iowa. Canada có thế mạnh về thủy điện, đóng góp khoảng **60%** sản lượng điện quốc gia. Mỹ đang mở rộng năng lượng mặt trời, tập trung phát triển công nghệ lưu trữ pin để hỗ trợ năng lượng tái tạo

Mặc dù tăng trưởng mạnh mẽ nhưng loại lượng mà các khu vực trên thế giới đang phát triển nhiều nhất là năng lượng mặt trời

Ảnh có chứa văn bản, ảnh chụp màn hình, Phông chữ, số

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

Ảnh có chứa văn bản, ảnh chụp màn hình, Phông chữ, số

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

### Khái niệm về năng lượng mặt trời và tầm ảnh hưởng của nó trong tất cả năng lượng tái tạo đối với thế giới

**Năng lượng mặt trời** là nguồn năng lượng được tạo ra từ bức xạ của Mặt Trời. Đây là một dạng năng lượng tái tạo vô hạn và có thể khai thác để phục vụ nhiều mục đích khác nhau, như phát điện, sưởi ấm nước, hoặc cung cấp nhiệt cho các quá trình công nghiệp.

Có hai phương pháp chính để khai thác năng lượng từ Mặt Trời

* + - Năng lượng mặt trời quang điện (Solar Photovoltaic - PV)
  + Sử dụng **tấm pin mặt trời (solar panels)** để chuyển đổi ánh sáng mặt trời trực tiếp thành điện năng
  + Nguyên lý hoạt động dựa trên hiệu ứng quang điện: Khi ánh sáng mặt trời chiếu vào các tế bào quang điện (thường làm từ silicon), chúng tạo ra dòng điện.
* Năng lượng mặt trời nhiệt (Solar Thermal)
  + Sử dụng ánh sáng mặt trời để làm nóng chất lỏng hoặc không khí, sau đó chuyển thành điện hoặc cung cấp nhiệt
    - Nhưng loại chủ yếu được sử dụng nhất là Năng lượng mặt trời quang điện (Solar Photovoltaic - PV)

Theo báo cáo của **Cơ quan Năng lượng Tái tạo Quốc tế -IRENA**, trong năm **2023**, điện mặt trời chiếm **36.7%** tổng công suất năng lượng tái tạo được lắp đặt, chứng kiến công suất điện mặt trời toàn cầu ghi nhận mức tăng trưởng kỷ lục: công suất bổ sung đạt **347** gigawatt (**GW**), tăng **74%** so với kỷ lục trước đó vào năm **2022**, nhờ chi phí tấm pin giảm mạnh và các chính sách hỗ trợ. Với việc công suất năng lượng mặt trời trong năm là **1.418** GW.

Điện mặt trời chính thức là công nghệ năng lượng tái tạo được lắp đặt nhiều nhất, mới mà năm ngoái chỉ đứng sau công nghệ thủy điện với **1.392** GW, nhưng năm nay công nghệ thủy điện chấp nhận đứng sau năng lượng mặt trời với **1.408** GW.

Ảnh có chứa văn bản, số, ảnh chụp màn hình, Song song

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

Ảnh có chứa văn bản, ảnh chụp màn hình, biểu đồ, Sơ đồ

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

Ảnh có chứa văn bản, bản đồ, tập bản đồ, biểu đồ

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

Ảnh có chứa văn bản, biểu đồ, ảnh chụp màn hình, hàng

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

Hình này cho thấy sự biến đổi của tổng chi phí lắp đặt trung bình gia quyền toàn cầu của các dự án điện mặt trời PV **kể từ năm 2014**, tiếp theo là **năm 2050**. Có thể thấy rằng tổng chi phí lắp đặt trung bình gia quyền toàn cầu của các dự án điện mặt trời PV đã giảm khoảng **67%** từ **2652 USD/kW** vào năm **2014** xuống còn **876 USD/kW** vào năm **2022**. Sự giảm gần đây trong tổng chi phí lắp đặt trung bình gia quyền năm **2022** so với giá trị năm **2021** là khoảng **4%**. Kết quả từ phân tích REmap của **IRENA** cũng chỉ ra rằng tổng chi phí lắp đặt trung bình gia quyền toàn cầu của các dự án điện mặt trời PV sẽ giảm từ **876 USD/kW** vào năm **2022** xuống mức trung bình trong khoảng **340–834 USD/kW** vào năm **2030** và **165–481 USD/kW** vào năm **2050**.

Ảnh có chứa văn bản, ảnh chụp màn hình, thiết kế

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

Năm **2023**, chi phí lắp đặt dự án pin điện quang giảm mạnh tại nhiều thị trường sau khi tăng vào năm **2022** do hạn chế chuỗi cung ứng. Hà Lan ghi nhận mức giảm lớn nhất (**41%**), tiếp theo là Đức (**29%**) và Tây Ban Nha (**17%**). Ngược lại, một số quốc gia như Ấn Độ, Chile và Mexico chứng kiến chi phí tăng nhẹ (**3% - 7%**). Trung Quốc và Tây Ban Nha có chi phí trung bình **671 USD/kW**. Nhìn chung, chỉ **5/15** thị trường có chi phí tăng, với mức tăng thấp hơn năm trước, trong khi đa số thị trường ghi nhận mức giảm đáng kể.

Ảnh có chứa văn bản, ảnh chụp màn hình, số, Phông chữ

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

Giai đoạn **2022-2023**, công suất lắp đặt pin điện quang tăng **32%** (**347 GW**), trong đó Trung Quốc chiếm ưu thế với **43%** tổng công suất năm **2023**. Riêng công suất bổ sung của Trung Quốc trong năm đã vượt tổng công suất tích lũy của bất kỳ quốc gia nào khác, với **120,6 GW** từ các dự án quy mô tiện ích và **96,3 GW** từ hệ thống phân tán. Châu Âu bổ sung hơn **54 GW** (tăng **25%**), còn Hoa Kỳ thêm khoảng **25 GW** (tăng **30%**).

## Tổng quan hệ thống năng lượng tại Việt Nam

Tại Việt Nam, nhu cầu sử dụng năng lượng ngày càng tăng mạnh do sự phát triển kinh tế và tốc độ đô thị hóa nhanh chóng. Hiện nay, phần lớn nguồn điện của Việt Nam vẫn đến từ nhiệt điện than, thủy điện và khí tự nhiên. Tuy nhiên, việc phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch không chỉ gây ra ô nhiễm môi trường mà còn đặt ra thách thức lớn về an ninh năng lượng khi giá than và khí đốt biến động. Mặc dù thủy điện đóng vai trò quan trọng, nhưng tiềm năng mở rộng đang dần hạn chế do sự cạn kiệt tài nguyên nước ,ảnh hưởng đến hệ sinh thái và đồng thời do sự tác động do sự điều chỉnh lưu lượng nước chảy xuống các sống của Việt Nam của Thủy điện của Trung Quốc có thể gây thiếu hụt nước ảnh hưởng trực tiếp đến nhà máy thủy điện của Việt Nam. Do biến đổi khí hậu ảnh hưởng của El Nino, nắng nóng khắc nghiệt, hạn hán đã và đang tác động nghiêm trọng đến các hồ thủy điện trên cả nước. Phần lớn các hồ thủy điện đã tiệm cận mực nước chết hoặc dưới mực nước chết, ảnh hưởng lớn đến việc phát điện cũng như cung cấp nước cho hạ du .

Trong những năm gần đây, Việt Nam đã có những bước tiến đáng kể trong phát triển năng lượng tái tạo, đặc biệt là điện mặt trời, nhằm giảm bớt sự phụ thuộc vào nhiên liệu hóa thạch và hướng đến mục tiêu giảm phát thải khí nhà kính.

Trên thế giới, xu hướng sử dụng năng lượng tái tạo đang diễn ra mạnh mẽ, trong đó năng lượng mặt trời chiếm tỷ trọng lớn nhất . Nhờ sự phát triển của công nghệ và chi phí giảm đáng kể, điện mặt trời trở thành nguồn năng lượng sạch phổ biến nhất, đặc biệt tại các quốc gia có nhiều nắng như Trung Quốc, Mỹ, Ấn Độ và châu Âu . Các nhà máy điện mặt trời quy mô lớn và hệ thống điện mặt trời áp mái đang được triển khai rộng rãi, góp phần giúp nhiều nước tiến gần hơn đến mục tiêu **Net Zero**. Việt Nam cũng không nằm ngoài xu thế này, với tiềm năng dồi dào về ánh nắng mặt trời, hứa hẹn sẽ trở thành một trong những quốc gia đi đầu trong khu vực về phát triển điện mặt trời trong tương lai.

Ảnh có chứa văn bản, biên lai, Phông chữ, số

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

### Địa lý Việt Nam

Việt Nam nằm trong vùng khí hậu nhiệt đới và cận nhiệt đới, mang lại những lợi thế địa lý đáng kể, bao gồm đường bờ biển dài, khí hậu nhiệt đới và bức xạ mặt trời mạnh quanh năm. Hầu hết các tỉnh và thành phố trong cả nước đều được hưởng lợi từ lượng ánh sáng mặt trời hàng ngày cao. Bức xạ mặt trời ở Việt Nam dao động từ 1.600 đến 2.500 giờ nắng hàng năm, với bức xạ trung bình hàng ngày khoảng 230 đến 250 kcal/cm. Không có sự thay đổi đáng kể về mức độ bức xạ giữa các tỉnh theo từng năm, tạo ra một môi trường ổn định và một thị trường đáng kể cho việc xây dựng các hệ thống năng lượng mặt trời trên khắp cả nước

Với lượng ánh sáng mặt trời trung bình hàng năm khoảng 1.500 – 2.700 giờ và diện tích tiếp xúc trực tiếp với mặt trời lớn. Đặc biệt, miền Trung và Nam Trung Bộ là vùng có tiềm năng phát triển năng lượng mặt trời lớn nhất.

Việt Nam Là một môi trường ổn định và một thị trường đáng kể cho việc xây dựng các hệ thống năng lượng mặt trời trên khắp cả nước

Ảnh có chứa văn bản, bản đồ, tập bản đồ

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

Ảnh có chứa văn bản, Phông chữ, số, biên lai

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

Ảnh có chứa văn bản, Phông chữ, ảnh chụp màn hình, số

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

### Thực trạng hệ thống điện năng lượng ở Việt Nam

Trước năm 2018, năng lượng mặt trời ở Việt Nam còn ở giai đoạn sơ khai và phát triển rất chậm. Mặc dù Việt Nam có tiềm năng lớn về điện mặt trời nhờ vào vị trí địa lý với số giờ nắng cao, nhưng trước năm 2018, nguồn năng lượng này chưa được khai thác hiệu quả do nhiều rào cản về chính sách, công nghệ và chi phí đầu tư.

Công suất lắp đặt rất thấp :

* + - Trước năm 2017, tổng công suất điện mặt trời của Việt Nam chưa đến **10 MW**, chủ yếu đến từ một số dự án thử nghiệm nhỏ và hệ thống điện mặt trời áp mái
    - Đến cuối năm 2017, công suất vẫn dưới **100 MW**, thấp hơn nhiều so với tiềm năng thực tế

Chưa có chính sách hỗ trợ rõ rang :

* Trước năm 2017, chính sách phát triển năng lượng mặt trời chưa thực sự thu hút đầu tư
* Cơ chế giá mua điện (FIT) chưa hấp dẫn, khiến doanh nghiệp và nhà đầu tư chưa mặn mà

Chi phí đầu tư cao, công nghệ chưa phổ biến :

* Trước 2018, giá thành của tấm pin mặt trời còn khá cao, làm tăng chi phí đầu tư ban đầu
* Hệ thống lưới điện chưa sẵn sàng để tích hợp nguồn điện mặt trời ở quy mô lớn

Ứng dụng chủ yếu ở quy mô nhỏ :

* Điện mặt trời trước 2018 chủ yếu được lắp đặt tại các hộ gia đình, doanh nghiệp tư nhân và các dự án thử nghiệm do nhà nước tài trợ
* Một số hệ thống điện mặt trời được triển khai ở vùng sâu, vùng xa để cung cấp điện cho khu vực chưa có lưới điện

Mọi thứ thay đổi đáng kể khi Chính phủ ban hành **Quyết định 11/2017/QĐ-TTg** về cơ chế khuyến khích phát triển điện mặt trời, với mức giá mua điện (FIT) hấp dẫn hơn. Điều này đã thúc đẩy sự bùng nổ của điện mặt trời tại Việt Nam từ năm 2018 trở đi, với hàng loạt dự án quy mô lớn được triển khai nhanh chóng.

Quyết định **11/2017/QĐ-TTg**, có hiệu lực từ ngày **1/6/2017**, đã tạo động lực quan trọng cho sự phát triển mạnh mẽ của điện mặt trời tại Việt Nam. Chính sách này đưa ra **mức giá mua điện ưu đãi 9,35 US cents/kWh** với hợp đồng kéo dài 20 năm, giúp thu hút đầu tư mạnh mẽ. Đồng thời, quyết định cũng hỗ trợ **cơ chế bù trừ điện năng** cho điện mặt trời áp mái, ưu đãi **thuế nhập khẩu, thuế thu nhập doanh nghiệp** và miễn giảm tiền thuê đất cho các dự án. Bên cạnh đó, EVN có trách nhiệm ưu tiên huy động điện mặt trời và hỗ trợ đấu nối vào lưới điện quốc gia. Nhờ các chính sách này, từ năm 2017 đến 2019, tổng công suất điện mặt trời của Việt Nam tăng vọt từ dưới 100 MW lên hơn **4.500 MW**, biến Việt Nam thành một trong những thị trường điện mặt trời phát triển nhanh nhất thế giới.

Dẫn đến vào năm 2022, Việt Nam dẫn đầu trong khu vực Đông Nam Á về công suất năng lượng mặt trời đang vận hành, với việc chiếm đến 19 GW trong tổng 32 GW công suất của cả khu vực, tăng 12% so với năm 2021. Đáng nói, những con số này đang tiếp tục gia tăng theo từng năm. Việt Nam hiện đứng thứ 7 trên thế giới về sản lượng điện Mặt Trời, Việt Nam chỉ đứng sau Mỹ và Trung Quốc về số lượng tấm pin năng lượng mặt trời được lắp đặt.

Tuy nhiên từ năm 2022 trở đi đến nay sự phát triển của năng lượng mặt trời tại Việt Nam chững lại và không còn tăng trưởng bùng nổ như giai đoạn 2018-2021. Nguyên nhân chủ yếu đến từ những thay đổi trong chính sách, hạn chế hạ tầng lưới điện và sự thay đổi trong xu hướng đầu tư. Do hết hiệu lực các chính sách ưu đãi (FIT) hấp dẫn, quá tải lưới điện, không thể hấp thụ thêm điện mặt trời, đồng thời với sự ảnh hưởng lớn của dịch COVID19 đã làm gián đoạn chuỗi cung ứng thiết bị năng lượng mặt trời, khiến nhiều dự án bị chậm tiến độ, chưa có cớ chế mua bán điện trực tiếp (DDPA) các doanh nghiệp có nhu cầu sử dụng năng lượng tái tạo vẫn phải bán điện cho EVN thay vì trực tiếp cung cấp cho khách hàng công nghiệp.

Ảnh có chứa văn bản, ảnh chụp màn hình, số, Phông chữ

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

Biểu đồ sản lượng điện năng lượng mặt trời của Việt Nam theo IRENA

Ảnh có chứa văn bản, ảnh chụp màn hình, hàng, số

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

## Các dạng hư hỏng của loại pin năng lượng mặt trời

### Các nguyên lý cơ bản của hệ thống PV

Hệ thống quang điện (PV) bao gồm nhiều thành phần chính hoạt động cùng nhau để chuyển đổi năng lượng mặt trời thành điện năng có thể sử dụng. Thành phần quan trọng nhất là các tấm pin quang điện (PV modules), bao gồm nhiều tế bào quang điện có khả năng hấp thụ ánh sáng mặt trời và tạo ra dòng điện một chiều (DC). Các tấm pin này có thể là đơn tinh thể, đa tinh thể hoặc màng mỏng, mỗi loại có những đặc điểm về hiệu suất và chi phí khác nhau.

Bộ nghịch lưu (Inverter) đóng vai trò quan trọng trong việc chuyển đổi dòng điện một chiều (DC) từ tấm pin thành dòng điện xoay chiều (AC) để sử dụng cho các thiết bị điện hoặc cung cấp lên lưới điện. Có nhiều loại bộ nghịch lưu khác nhau, mỗi loại có đặc điểm và ứng dụng riêng. Bên cạnh đó, hệ thống giá đỡ (Mounting System) giúp cố định các tấm pin, có thể là dạng cố định hoặc điều chỉnh được để tối ưu hóa khả năng hấp thụ ánh sáng mặt trời.

Dây nối và hệ thống kết nối (Wiring and Connections) đảm bảo việc liên kết giữa các tấm pin, bộ nghịch lưu và lưới điện. Hệ thống này bao gồm các loại cáp DC, AC, hệ thống tiếp địa và bảo vệ chống sét. Ngoài ra, hệ thống giám sát (Telemetry System) giúp theo dõi và điều khiển hiệu suất hoạt động của hệ thống PV, có thể sử dụng kết nối có dây hoặc không dây để truyền dữ liệu.

Về nguyên lý hoạt động, hiệu ứng quang điện dựa trên tính chất của vật liệu bán dẫn, cho phép các tế bào quang điện chuyển đổi năng lượng mặt trời thành dòng điện. Khi photon từ ánh sáng mặt trời tác động vào tế bào quang điện, chúng kích thích các electron, tạo ra dòng điện. Dòng điện này sau đó được thu thập và chuyển đổi thành điện năng sử dụng nhờ bộ nghịch lưu.

Hiệu suất của hệ thống PV phụ thuộc vào nhiều yếu tố như chất lượng vật liệu, cường độ ánh sáng mặt trời, nhiệt độ và điều kiện môi trường. Dù còn một số hạn chế, công nghệ PV đang không ngừng phát triển để nâng cao hiệu suất và giảm chi phí, giúp điện mặt trời trở nên ngày càng phổ biến và cạnh tranh hơn. Việc ứng dụng hệ thống PV vào thực tế đóng vai trò quan trọng trong việc cung cấp năng lượng bền vững, góp phần bảo vệ môi trường và thúc đẩy sự phát triển kinh tế theo hướng xanh và thân thiện với môi trường.

### Các lỗi hư hỏng của loại pin năng lượng mặt trời

Tuy nhiên, pin quang điện mặt trời có thể gặp phải nhiều loại lỗi khác nhau, thường được bảo hành bởi hệ thống nếu chúng xảy ra trong điều kiện vận hành bình thường. Khi các hệ thống này bị lỗi, nó có thể dẫn đến các rủi ro an toàn, giảm hiệu suất, giảm khả năng cung cấp điện và làm giảm độ tin cậy của hệ thống. Các vấn đề phổ biến được tìm thấy trong PVM bao gồm sự đổi màu, vết nứt, vết ốc sên, hư hỏng lớp phủ phản xạ, bong bóng, ô nhiễm, oxi hóa các thanh phân phối, ăn mòn và sự phá vỡ lớp bọc trên các tế bào và kết nối liên kết. Ngoài ra, các vấn đề như mất độ bám dính của tấm nền phía sau cũng được ghi nhận.

#### Hot Spot Faults : Lỗi điểm nóng

* + Ảnh hưởng : PV Cells, PV Modules, phá hủy các tấm pin quang điện, Mạch hở, giảm hiệu quả, các vấn đề về độ tin cậy

Ảnh có chứa Năng lượng mặt trời, pin mặt trời, năng lượng mặt trời, Tấm năng lượng mặt trời

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

#### Lỗi Diode

Yếu tố ảnh hưởng : Điốt Bypass (BpD),Điốt chặn (BkD)

* + **Diode bypass (BpD)**: Bảo vệ hệ thống khỏi điện áp ngược.
  + **Diode chặn (BkD)**: Ngăn dòng điện chạy ngược lại, bảo vệ các mô-đun

Hậu quả :

* **Chập mạch (Short circuit)** – Diode không hoạt động đúng cách, gây tổn hao năng lượng
* **Hở mạch (Open circuit)** – Dòng điện không thể đi qua, làm giảm hiệu suất
  + - **Ảnh hưởng từ bóng râm kéo dài** – Có thể gây lỗi diode

#### Lỗi hộp nối (JB)

Yếu tố ảnh hưởng : Hộp nối

Ăn mòn (Corrosion) – Làm tăng điện trở, giảm hiệu suất

Hậu quả :

* + - **Hiện tượng phóng điện (Electrical Arcing)** – Dẫn đến quá nhiệt và có thể làm nóng chảy hộp nối.
    - Hư hại mô-đun PV, làm mất sản lượng điện đáng kể.

#### Lỗi mô-đun PV (PVMF), lỗi mảng PV (PVAF)

Yếu tố ảnh hưởng :

* Mô-đun PV
* Ăn mòn (Corrosion) – Làm giảm tiếp xúc điện, ảnh hưởng đến hiệu suất.
* Lão hóa linh kiện (Aging Components) – Các thành phần suy giảm theo thời gian.
* Rò rỉ dòng điện nội bộ (Internal Current Leaks) – Gây thất thoát năng lượng.
* Lỗi sản xuất (Manufacturing Defects) – Hàn kém, lỗi vật liệu làm giảm độ bền.

Hậu quả :

* Nguy cơ chập điện, sốc điện hoặc cháy nổ, giảm hiệu suất và tuổi thọ của hệ thống.

Ảnh có chứa ảnh chụp màn hình, văn bản, hàng

Nội dung do AI tạo ra có thể không chính xác.

#### Lỗi chạm đất

Nguyên nhân :

* Chập điện ngoài ý muốn giữa dây dẫn có điện và đất.
* Hỏng cách điện của dây cáp
* Lỗi chạm đất bên trong **mô-đun PV**

Hậu quả :

* Phóng điện hồ quang DC gây nguy cơ cháy nổ
* Suy giảm hiệu suất do hiện tượng PID (Potential Induced Degradation)
* Khó phát hiện trong hệ thống PV không nối đất do dòng sự cố thấp

#### Lỗi Hồ Quang (Arc Fault) trong Hệ Thống PV

Nguyên nhân :

* Lỗi hồ quang nối tiếp (Series Arc Fault - AFa): Do đứt gãy hoặc tiếp xúc kém trong một dây điện
* Lỗi hồ quang song song (Parallel Arc Fault - AFa): Do phóng điện giữa hai dây dẫn có chênh lệch điện thế

Hậu quả :

* Tạo hồ quang điện, có thể gây cháy nổ trong hệ thống PV.
* Ảnh hưởng đến hiệu suất và độ bền của hệ thống

#### Lỗi Ngắn Mạch Giữa Các Dây (Line-to-Line Fault - LLF) trong Hệ Thống PV

Nguyên nhân :

* + Hỏng cách điện dây cáp – Lớp cách điện bị mài mòn hoặc hư hỏng dẫn đến chập mạch
  + Cách điện kém & Căng thẳng cơ học – Cáp bị kéo căng, va đập hoặc lắp đặt không đúng cách

Hậu quả :

* Chập điện & ngắn mạch, có thể gây hỏng hóc hệ thống hoặc hỏa hoạn
* Làm giảm hiệu suất và ảnh hưởng đến tuổi thọ của hệ thống PV