

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG TP. HCM
<KHOA ĐIỆN-ĐIỆN TỬ>



**BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI SINH VIÊN NGHIÊN CỨU
KHOA HỌC**

Tên đề tài:

**“NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO - THIẾT KẾ HỆ THỐNG PIN QUANG
ĐIỆN KẾT LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN PHỤ TẢI GIẢNG ĐƯỜNG
NHÀ D TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG”**

Giảng viên hướng dẫn:

Họ và tên: Phạm Toàn Sinh

Học vị: Thạc sĩ.

Đơn vị công tác: Điện – Điện tử

Nhóm sinh viên thực hiện:

1. Lý Thanh Tuấn /CCQ1805C

2. Nguyễn Đoan/ CCQ1805C

3. Đào Minh Hiếu / CCQ1805C

4. Nguyễn Anh Vũ Luân/CCQ1805C

5. Nguyễn Phước An/ CCQ1805C

TP. Thủ Đức, tháng 7 năm 2021

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG
THƯƠNG TP. HCM

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

**THÔNG TIN VỀ SINH VIÊN CHỊU TRÁCH NHIỆM CHÍNH THỰC
HIỆN ĐỀ TÀI**

I. SƠ LƯỢC VỀ SINH VIÊN:

Họ và tên: Lý Thanh Tuấn

Sinh ngày: 02 tháng 09 năm 2000

Nơi sinh: Lâm Đồng

Lớp: CCQ1805C

Khóa: K42

Khoa: Điện-Điện Tử

Địa chỉ liên hệ: 103 Tăng Nhơn Phú, Phước Long B, TP. Thủ Đức

Điện thoại: 0359157807

Email: tuanly2412@gmail.com

Ảnh 4x6

II. QUÁ TRÌNH HỌC TẬP (kê khai thành tích của sinh viên từ năm thứ 1 đến năm đang học):

*** Năm thứ 1:**

Ngành học: Điện Công Nghiệp

Khoa: Điện-Điện Tử

Kết quả xếp loại học tập: Khá

*** Năm thứ 2:**

Ngành học: Điện Công Nghiệp

Khoa: Điện-Điện Tử

Kết quả xếp loại học tập: Khá

Xác nhận của lãnh đạo khoa
(ký, họ và tên)

Ngày tháng năm
Sinh viên chịu trách nhiệm chính
thực hiện đề tài
(ký, họ và tên)

**BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG
THƯƠNG TP. HỒ CHÍ MINH**

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

THUYẾT MINH ĐỀ TÀI SINH VIÊN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

1. Tên đề tài:

**“NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO - THIẾT KẾ HỆ THỐNG PIN QUANG
ĐIỆN KẾT LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN PHỤ TẢI GIẢNG ĐƯỜNG KHU
D TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG”**

2. Mã số:

3. Loại hình nghiên cứu: ☐ Cơ bản ☒ Ứng dụng ☒ Triển khai

4. Lĩnh vực nghiên cứu:

☐ Khoa học Xã hội và Nhân văn ☒ Khoa học Kỹ thuật và Công nghệ
☐ Kinh tế ☐ Khoa học Tự nhiên
☐ Khoa học Giáo dục

5. Thời gian thực hiện: 8 tháng.

6. Đơn vị quản lý về chuyên môn:

Khoa: Điện – Điện tử Bộ môn: Điện công nghiệp

7. Giáo viên hướng dẫn:

Họ và tên: Phạm Toàn Sinh

Học vị: Thạc sĩ.

Đơn vị công tác (Khoa, Phòng): Điện – Điện tử

E-mail: toansinhtn@gmail.com Tel: 0918.462.202

8. Nhóm sinh viên thực hiện đề tài:

Sinh viên chịu trách nhiệm chính: (Họ tên, email, điện thoại)

Họ tên: Lý Thanh Tuấn

Email: tuanly2412@gmail.com

Tel: 0359157807

Các thành viên tham gia đề tài:

TT	Họ và tên	Lớp, Khóa	Chữ ký
1	Lý Thanh Tuấn	CCQ1805C	
2	Nguyễn Đoan	CCQ1805C	
3	Đào Minh Hiếu	CCQ1805C	
4	Nguy Anh Vũ Luân	CCQ1805C	
5	Nguyễn Phước An	CCQ1805C	

9. Tính cấp thiết của đề tài:

- Những năm gần đây sự phát triển về qui mô giáo dục của nhà trường ngày càng tăng, lượng điện tiêu thụ của nhà trường ngày càng tăng, chi phí tiền điện tăng cao, kinh phí nhà trường bỏ ra để trả tiền điện cũng cao, làm thiếu hụt kinh phí cho các hoạt động đào tạo ở trong trường.
- Mặt khác, việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch trong sản xuất điện là một trong các nguyên nhân gây biến đổi khí hậu và thậm chí làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe con người. Các nguồn nguyên liệu nói trên đang dần cạn kiệt vì vậy việc nghiên cứu và sử dụng các nguồn năng lượng mới có khả năng tái tạo mang tính cấp thiết.
- Trong tình hình đó Việt Nam cũng như nhiều nước trên thế giới rất coi trọng việc sử dụng năng lượng tái tạo trong sản xuất điện. Từng phát biểu tại Hội nghị cấp cao nhân dịp lễ ra mắt Nhóm Đối tác năng lượng Việt Nam (VEPG) về vấn đề phát triển năng lượng tái tạo, Bộ trưởng Bộ Công Thương Trần Tuấn Anh cho rằng, trong bối cảnh chi phí công nghệ năng lượng tái tạo đang giảm, việc chuyển đổi năng lượng sang một nền kinh tế xanh hơn sẽ đóng góp vào chống biến đổi khí hậu bằng việc giảm nồng độ khí phát thải nhà kính tới mức an toàn.

Với tình hình hiện tại như vậy, nhóm nghiên cứu đã thông nhất và chọn đề tài:

“NĂNG LƯỢNG TÁI TẠO - THIẾT KẾ HỆ THỐNG PIN QUANG ĐIỆN KẾT LƯỚI CUNG CẤP ĐIỆN PHỤ TẢI GIẢNG ĐƯỜNG KHU D TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG”

10. Mục tiêu đề tài:

- Tìm hiểu về cấu tạo, nguyên lý một hệ thống pin quang điện kết lưới không lưu trữ.
- Khảo sát cung cấp điện phụ tải và thu thập các số liệu liên quan của giảng đường khu D của trường Cao Đẳng Công Thương.
- Thiết kế hệ thống pin quang điện kết lưới cung cấp một phần điện năng cho giảng đường khu D Trường Cao Đẳng Công Thương.
- Đánh giá hiệu quả kinh tế của hệ thống khi được đưa vào vận hành.

11. Đối tượng, phạm vi nghiên cứu, cách tiếp cận và phương pháp nghiên cứu:

- Đối tượng nghiên cứu: Hệ thống phát điện bằng pin năng lượng mặt trời.
- Phạm vi nghiên cứu: hệ thống pin quang điện kết lưới cung cấp điện phụ tải giảng đường khu Trường Cao Đẳng Công Thương.
- Cách tiếp cận đề tài:
 - ✓ Bước 1: Chuẩn bị thu thập, phân tích sơ bộ và tổng hợp tài liệu.
 - ✓ Bước 2: Điều tra phân tích tổng hợp điều tra thực địa, phân tích điều kiện địa lí, tự nhiên của vùng nghiên cứu kết hợp tổng hợp các dữ liệu hành chính, thổ nhưỡng. Đồng thời tham khảo những mô hình tương tự đã được thực hiện.
 - ✓ Bước 3: Nghiên cứu và đề xuất các phương án tiềm năng phục vụ sản xuất và cung cấp điện cho giảng đường khu D của trường Cao Đẳng Công Thương.
 - ✓ Bước 4: Nghiên cứu xây dựng qui trình áp dụng thử tại thí điểm.
- Phương pháp nghiên cứu: Để thực hiện đề tài nhóm sử dụng các phương pháp nghiên cứu sau:
 - + Phương pháp phân tích tổng hợp tài liệu:

Phương pháp này dựa trên tính kế thừa các nghiên cứu khoa học trước đây. Tài liệu tham khảo ở nhiều dạng : sách, báo cáo, các bài báo... có nội dung về :

 - Kiến thức về năng lượng tái tạo và năng lượng không tái tạo.
 - Công nghệ sử dụng năng lượng sạch hiện nay trên thế giới.
 - Đặc điểm tự nhiên của nơi nghiên cứu
 - + Phương pháp điều tra khảo sát: Khảo sát điều tra để kiểm chứng cho các tài liệu thu thập được, chú ý đến những sự thay đổi được thực hiện song song trong quá trình nghiên cứu. Ví dụ, điều tra, khảo sát các mô hình pin năng lượng mặt trời đã được lắp đặt.

12. Nội dung nghiên cứu và tiến độ thực hiện:

12.1. Nội dung nghiên cứu:

- Tìm hiểu hệ thống pin quang điện kết lưới
- Xây dựng sơ đồ nguyên lý hệ thống pin quang điện kết lưới cung cấp điện phụ tải giảng đường khu D của trường.
- Thiết kế hệ thống pin quang điện kết lưới cung cấp một phần điện năng cho giảng đường khu D của trường.
- Đánh giá hiệu quả kinh tế, kỹ thuật của hệ thống

12.2. Tiến độ thực hiện: 7 Tháng (kể từ khi có quyết định giao đề tài)

STT	NỘI DUNG	THỜI GIAN	GHI CHÚ
1	Nghiên cứu sơ đồ nguyên lý hệ thống pin quang điện.	01 tháng	
2	Khảo sát hệ thống pin quang điện kết lưới cung cấp điện phụ tải giảng đường khu D Trường Cao Đẳng Công Thương.	01 tháng	
3	Thiết kế hệ thống pin quang điện kết lưới cung cấp điện phụ tải giảng đường khu D Trường Cao Đẳng Công Thương.	02 tháng	
4	Đánh giá hiệu quả kinh tế, kỹ thuật của hệ thống.	01 tháng	
5	Viết báo cáo đề tài	01 tháng	
6	Thời gian dự trữ	01 tháng	
TC	Hoàn thiện đề tài NCKH	7 tháng	

13. Kết quả của quá trình Nghiên cứu khoa học:

- Là những tài liệu và thông số kỹ thuật cần thiết cho sinh viên chuyên ngành điện công nghiệp sử dụng vào những mục đích sau:
 - + Nghiên cứu nguyên lý hoạt động pin quang điện kết lưới
 - + Làm tài liệu tham khảo cho sinh viên khi cần thiết kế một hệ thống hệ thống pin quang điện kết lưới.
 - + Là mô hình học tập thực tế cho sinh viên khảo sát, đánh giá hệ thống pin quang điện kết lưới khu nhà D của trường

14. Kinh phí thực hiện đề tài: theo quy chế chi tiêu của trường.

Ngày tháng năm 2021

Giáo viên hướng dẫn đề tài

(Ký, ghi rõ họ tên)

Ngày tháng năm 2021

Sinh viên chịu trách nhiệm chính

(Ký, ghi rõ họ tên)

Phạm Toàn Sinh

Ngày.....tháng.....năm.....

Trưởng Khoa

(Ký, ghi rõ họ tên)

Lâm Quang Chuyên

LỜI CẢM ƠN



Lời đầu tiên cho phép chúng em gửi lời cảm ơn chân thành đến tất cả quý thầy cô trường Cao Đẳng Công Thương Thành Phố Hồ Chí Minh. Đặc biệt là các thầy cô trong khoa Điện – Điện Tử đã tận tình chỉ bảo, dạy dỗ chúng em trong suốt ba năm học qua với tấm lòng yêu nghề và tinh thần trách nhiệm.

Chúng em chân thành cảm ơn thầy Phạm Toàn Sinh là người trực tiếp hướng dẫn chúng em, tận tình giúp đỡ chúng em hoàn thành đề tài nghiên cứu của mình. Tuy thời gian làm đồ án không dài nhưng đã giúp chúng em trưởng thành hơn rất nhiều, có thêm nhiều kinh nghiệm, rèn luyện kỹ năng và tác phong trong công việc.

Cuối cùng chúng em kính chúc quý thầy cô có thật nhiều sức khỏe, luôn tràn đầy nhiệt huyết trong công tác giảng dạy. Chúc quý thầy cô thành công hơn trong sự nghiệp trồng người, hoàn thành tốt công tác nghiên cứu. Chúc Trường Cao Đẳng Công Thương Thành Phố Hồ Chí Minh ngày càng phát triển và lớn mạnh.

TP. Hồ Chí Minh, ngày tháng năm
Nhóm tác giả

MỤC LỤC

THÔNG TIN VỀ SINH VIÊN CHỊU TRÁCH NHIỆM CHÍNH THỰC HIỆN ĐỀ TÀI	i
THUYẾT MINH ĐỀ TÀI SINH VIÊN NGHIÊN CỨU KHOA HỌC.....	ii
LỜI CẢM ƠN	vii
DANH SÁCH CÁC HÌNH ẢNH.....	x
DANH SÁCH CÁC BẢNG BIỂU	xi
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT	xii
LỜI NÓI ĐẦU	1
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN CƠ SỞ LÝ LUẬN NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU	3
1.1. Lý do chọn đề tài	3
1.2. Đối tượng và phạm vi của đề tài	3
1.3. Mục tiêu nghiên cứu	4
1.4. Nội dung và phương pháp nghiên cứu	4
CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT	7
2.1. Tình hình chung và tiềm năng phát triển Năng Lượng Mặt Trời tại TP. Hồ Chí Minh.....	7
2.2. Lý thuyết về thống pin quang điện kết lưới.....	9
2.2.1. Cấu tạo của tấm pin quang điện	9
2.2.2. Nguyên lý hoạt động của tấm pin quang điện	11
2.3. Bộ nghịch lưu cho hệ pin quang điện kết nối lưới (Inverter)	13
2.3.1. Vai trò và phân loại Inverter	13
2.3.2. Nguyên lý hoạt động của Inverter.....	14
2.3.3. Sơ Đồ và nguyên lý hoạt động của hệ thống pin quang điện kết lưới	15
CHƯƠNG 3: KHẢO SÁT CUNG CẤP ĐIỆN PHỤ TẢI CỦA KHU D TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG	19
3.1. Tính toán công suất phụ tải của khu D theo công suất của các thiết bị điện phụ tải.....	19
3.2. Tính toán công suất phụ tải khu D theo số liệu dòng điện đo đạt được.....	24
3.3. Khảo sát mặt bằng dự kiến lắp đặt của hệ thống pin quang điện	29
CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ HỆ THỐNG PIN QUANG ĐIỆN KẾT LƯỚI CHO KHU D TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG	31

4.1. Tính toán số lượng pin, lên phương án bố trí và lựa chọn tấm pin NLMT phù hợp với hệ thống	31
4.2. Lên phương án đấu nối các tấm pin và tính toán các thông số trong hệ thống	34
4.3. Lựa chọn Inverter hòa lưới cho hệ thống	34
4.4. Lựa chọn dây dẫn và thiết bị đóng cắt cho hệ thống.....	37
4.5. Giàn khung đỡ cho các tấm pin NLMT trên mái nhà khu D của trường	39
4.6. Phần mềm quản lý hệ thống pin quang điện kết lưới giảng đường khu D của trường.	43
4.7. Tính toán chi phí đầu tư cho hệ thống	45
4.7.1. Bảng khối lượng vật tư thiết bị của hệ thống.....	45
4.7.2. Tính toán tổng chi phí đầu tư và phương án vay lãi suất ngân hàng	48
4.8. Đánh giá hiệu quả kinh tế của hệ thống khi đưa vào vận hành.	48
4.8.1. Các quy định và quyết định ban hành của chính phủ.....	48
4.8.2. Tính toán sản lượng điện năng và khả năng hoàn vốn của hệ thống	50
CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ	57
5.1. Kết luận.....	57
5.2. Khuyến nghị	57
TÀI LIỆU THAM KHẢO	59
PHỤ LỤC 1: MÔ PHỎNG TÍNH TOÁN SẢN LƯỢNG ĐIỆN NĂNG BẰNG PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM	61
PHỤ LỤC 2: CÔNG THỨC TÍNH TOÁN SẢN LƯỢNG VÀ KHẢ NĂNG HOÀN VỐN CỦA HỆ THỐNG	62
PHỤ LỤC 3: CANADIAN SOLAR DATASHEET – CS3U 395P	63
PHỤ LỤC 4: DATASHEET INVERTER HUAWAI SUN2000 - 60KTL - M0 ..	64
PHỤ LỤC 5: BẢN VẼ THIẾT KẾ HỆ THỐNG PIN QUANG ĐIỆN KẾT LƯỚI GIẢNG ĐƯỜNG KHU D TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG TP. HỒ CHÍ MINH.....	65

DANH SÁCH CÁC HÌNH ẢNH

- Hình 1: Bản đồ thể hiện bức xạ mặt trời ở Việt Nam
- Hình 2: Cấu tạo của một tấm pin quang điện
- Hình 3: Hai lớp bán dẫn P/N của một tế bào quang điện
- Hình 4: Nơi tiếp xúc giữa hai loại silic (P/N junction)
- Hình 5: Hình ảnh các hạt photon trong di chuyển tạo thành dòng tạo thành ánh sáng
- Hình 6: Sơ đồ kết nối của một hệ thống pin quang điện cơ bản
- Hình 7: Sơ đồ vận hành của Inverter khi kết nối với lưới điện
- Hình 8: Sơ đồ nguyên lý hệ thống pin quang điện kết lưới không lưu trữ
- Hình 9: Hình ảnh tổng thể giảng đường khu D
- Hình 10: Nhóm NCKH cùng với GVHD tiến hành khảo sát mái nhà khu D của trường
- Hình 11: Đầu kết nối MC4
- Hình 12: Bộ chống sét lan truyền DC và AC
- Hình 13: Thanh rail nhôm
- Hình 14: Thanh nối rail nhôm
- Hình 15: Chân L mái tôn
- Hình 16: Chốt kẹp giữa và chốt kẹp biên của giàn khung đỡ
- Hình 17: Tiếp địa cho hệ thống pin NLMT
- Hình 18: Miếng tiếp địa các tấm pin NLMT
- Hình 19: Kẹp tiếp địa thanh rail
- Hình 20: Giao diện chính của ứng dụng SUN2000
- Hình 21: Xuất file báo cáo chi tiết về hệ thống ngay trên smartphone
- Hình 22: Biểu đồ sản lượng điện năng của hệ thống pin NLMT kết lưới trên ứng dụng
- Hình 23: Số liệu tính toán từ PVGIS
- Hình 24: Biểu đồ bức xạ mặt trời của hệ thống được tính bằng PVGIS
- Hình 25: Biểu đồ sản lượng điện năng của hệ thống được tính bằng PVGIS

DANH SÁCH CÁC BẢNG BIỂU

Bảng 1: Số liệu về bức xạ mặt trời tại Việt Nam

Bảng 2: Các yêu cầu kỹ thuật chung của một hệ thống pin quang điện kết lưới

Bảng 3: thống kê công suất các thiết bị phụ tải

Bảng 4: Bảng thống kê giá trị dòng điện các pha của khu D

Bảng 5: So sánh các đặc điểm của pin Mono và pin Poly

Bảng 6: Các thông số kỹ thuật của tấm pin NLMT CS3U - 395P

Bảng 7: Đánh giá chung về các nhà sản xuất Inverter hiện nay

Bảng 8: Thông số của Inverter Huawei SUN2000-60KTL-M0

Bảng 9: Đặc tính yêu cầu của thiết bị chống sét lan truyền DC

Bảng 10: Thống kê thiết bị sử dụng trong hệ thống pin quang điện kết lưới khu D

Bảng 11: Tính toán chi phí chi trả tiền vay ngân hàng trong 5 năm

Bảng 12: Các số liệu của hệ thống pin quang điện kết lưới giảng đường khu D

Bảng 13: Sản lượng thu được và khả năng hoàn vốn của hệ thống

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

NLMT	Năng lượng mặt trời
ĐMTMN	Điện mặt trời mái nhà
VTTB	Vật tư thiết bị
CPNC	Chi phí nhân công
CPPS	Chi phí phát sinh
PVGIS	Photovoltaic geographical information system

LỜI NÓI ĐẦU

❖ Một trong những xu hướng nghiên cứu gần đây là *hệ quang điện kết nối lưới điện*. Điện năng lấy từ các hệ quang điện kết nối lưới cho đến bây giờ vẫn còn chưa kinh tế khi so sánh với điện năng được lấy từ các nguồn năng lượng cổ điển, hay ngay cả với các máy phát điện sử dụng năng lượng tái tạo khác, nhưng chúng thu hút sự quan tâm bởi vì:

- Chúng là một nguồn điện sạch.
- Chúng thuộc quyền sở hữu của từng cá nhân hay từng công ty.
- Chúng có thể được lắp đặt gần vị trí cần nguồn điện.
- Chúng có thể gắn vào các tòa nhà và các kiến trúc khác, do vậy tiết kiệm được chi phí sơn phủ và yêu cầu về đất đai để xây dựng công trình.
- Chúng hoạt động yên tĩnh và không có thành phần chuyển động.
- Chúng có độ tin cậy cao, tuổi thọ cao (>20 năm) và chi phí bảo trì thấp.
- Chúng là các mô đun và vì vậy có thể dễ dàng được thay đổi để phù hợp với từng vị trí và để mở rộng.
- Có nhiều triển vọng để tiếp tục giảm chi phí và phát triển công nghệ.
- Ngõ ra của pin mặt trời tỉ lệ với mức độ chiếu sáng và vì vậy nó phụ thuộc vào địa điểm, thời điểm trong ngày và điều kiện thời tiết.
- Một hệ quang điện độc lập có thể không được tin cậy khi không có nguồn điện dự trữ.
- Trong hệ quang điện kết nối lưới thì lưới điện công cộng chính là nguồn dự trữ.
- Bộ nghịch lưu không chỉ là ngõ ra công suất của hệ quang điện mà còn đồng bộ với lưới điện công cộng.
- Những hệ thống này có thể có hoặc không có ắc quy dự phòng. Hệ thống có ắc quy tích trữ làm tăng tính tin cậy trong cung cấp điện.
- Hệ thống cho phép khách hàng cung cấp cho các tải của mình từ điện mặt trời sẵn có, và năng lượng vượt quá có thể được cung cấp cho lưới điện dưới hình thức vay-trả nhằm rút ngắn thời gian hoàn vốn đầu tư.
- Hệ quang điện kết nối lưới có thể trở thành một phần của hệ thống điện công cộng.

- Sự đóng góp điện mặt trời cho lưới điện tùy thuộc vào công suất của hệ thống và đặc tính tải của ngôi nhà.
 - Khi hệ quang điện được tích hợp với lưới điện công cộng, dòng công suất chảy theo hai hướng.
 - Lưới điện công cộng sẽ nhận lượng công suất dư ra của hệ quang điện và sẽ cung cấp lại cho khách hàng vào buổi tối và những lúc công suất của hệ quang điện không đáp ứng đủ.
 - Các công ty điện khuyến khích mô hình này ở nhiều nơi trên thế giới.
- ❖ Hệ quang điện kết nối lưới có thể phân loại như sau:
- Hệ quang điện kết nối lưới được gắn trên mái nhà
 - Hệ thống quy mô sử dụng lớn
- ❖ Có người nói: “...*năng lượng làm ra một hệ thống pin mặt trời lớn hơn năng lượng nó thu được*...” (Hay nói một cách đời sống hơn tiền mua nó đắt hơn tiền mua điện. Điều này trước đây là đúng, tuy nhiên với công nghệ hiện nay tỉ lệ này là 1:4 nghiêng về tiền thu được. Tức là bỏ 1 triệu mua hệ thống thì sẽ thu được 4 triệu tiền năng lượng thu được). Một thực tế là việc sử dụng năng lượng Mặt trời ở nước ta còn quá xa vời là do ta ỷ vào nguồn năng lượng thủy điện (cũng là một loại năng lượng sạch). Nhưng thực tế, nhu cầu tiêu thụ điện và sự khổ sở vì tình trạng các hồ chứa xuống dưới mức chết đã giống một hồi chuông nhẹ tới suy nghĩ này của toàn bộ mọi người!
- ❖ Trên cơ sở đó nhóm sinh viên lớp CCQ1805C chúng em chọn nội dung nghiên cứu **“HỆ THỐNG PIN QUANG ĐIỆN KẾT LƯỚI”** làm đề tài nghiên cứu khoa học của mình.

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN CƠ SỞ LÝ LUẬN NỘI DUNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1.1. Lý do chọn đề tài

- ❖ Những năm gần đây sự phát triển về quy mô giáo dục của nhà trường ngày càng tăng, lượng điện tiêu thụ của nhà trường ngày càng tăng, chi phí tiền điện tăng cao, kinh phí nhà trường bỏ ra để trả tiền điện cũng cao, làm thiếu hụt kinh phí cho các hoạt động đào tạo ở trong trường.
- ❖ Mặt khác, việc sử dụng nhiên liệu hóa thạch trong sản xuất điện là một trong các nguyên nhân gây biến đổi khí hậu và thậm chí làm ảnh hưởng nghiêm trọng đến sức khỏe con người. Các nguồn nguyên liệu nói trên đang dần cạn kiệt vì vậy việc nghiên cứu và sử dụng các nguồn năng lượng mới có khả năng tái tạo mang tính cấp thiết.
- ❖ Trong tình hình đó Việt Nam cũng như nhiều nước trên thế giới rất coi trọng việc sử dụng năng lượng tái tạo trong sản xuất điện. Từng phát biểu tại Hội nghị cấp cao nhân dịp lễ ra mắt Nhóm Đối tác năng lượng Việt Nam (VEPG) về vấn đề phát triển năng lượng tái tạo, Bộ trưởng Bộ Công Thương Trần Tuấn Anh cho rằng, trong bối cảnh chi phí công nghệ năng lượng tái tạo đang giảm, việc chuyển đổi năng lượng sang một nền kinh tế xanh hơn sẽ đóng góp vào chống biến đổi khí hậu bằng việc giảm nồng độ khí phát thải nhà kính tới mức an toàn.
- ❖ Tuy nhiên do quỹ đất hạn chế, việc phát triển điện mặt trời tại đây không khả thi đối với các nhà máy điện mặt trời công suất lớn, chiếm nhiều diện tích đất mà chủ yếu xem xét tập trung theo hướng phát triển ứng dụng hệ thống pin mặt trời cho các toà nhà (hộ gia đình, các tòa nhà, các trung tâm hành chính của thành phố).
- ❖ Với tình hình hiện tại như vậy, nhóm nghiên cứu chúng em cho rằng đề tài: “Thiết kế hệ thống pin quang điện kết lưới cung cấp điện phụ tải giảng đường khu D trường Cao Đẳng Công Thương” là điều cần thiết để phù hợp với hướng hiện nay. Đây là mô hình tạo ra lợi ích về mặt kinh tế cho trường, vừa là mô hình học tập trực tiếp của sinh viên khoa Điện – Điện tử sau này, góp phần nâng cao trình độ chuyên môn giảng dạy của trường ta.

1.2. Đối tượng và phạm vi của đề tài

❖ **Đối tượng:**

- ✚ Cơ sở lý thuyết về pin năng lượng mặt trời, các tài liệu và nghiên cứu liên quan đến hệ thống pin quang điện kết lưới
- ✚ Thiết kế hệ thống pin năng lượng mặt trời áp mái phù hợp với tình hình của trường Cao Đẳng Công Thương hiện tại.

❖ **Phạm vi nghiên cứu:**

- ✚ Trường Cao Đẳng Công Thương TP. HCM cụ thể là giảng đường khu D của trường.

1.3. Mục tiêu nghiên cứu

- ❖ Tìm hiểu về pin quang điện và các thiết bị cơ bản của một hệ thống pin quang điện kết lưới, từ đó xây dựng lý thuyết về hệ thống pin quang điện kết lưới.
- ❖ Khảo sát phụ tải cung cấp điện, thu thập các số liệu liên quan của giảng đường khu D để phục vụ cho việc tính toán và thiết kế sau này.
- ❖ Thiết kế hệ thống pin quang điện kết lưới cung cấp điện phụ tải cho giảng đường khu D của Trường Cao Đẳng Công Thương.
- ❖ Đánh giá hiệu quả về mặt kinh tế của hệ thống khi được đưa vào vận hành.

1.4. Nội dung và phương pháp nghiên cứu

❖ **Nội dung 1: Tìm hiểu lý thuyết về hệ thống pin quang điện kết lưới**

- ✚ Tìm kiếm và chất lọc các kiến thức từ những tài liệu và nghiên cứu có sẵn, tham khảo tài liệu ở nhiều dạng (sách, báo cáo, các bài báo,...) có nội dung như:

- ✓ Kiến thức về năng lượng tái tạo và năng lượng không tái tạo.
- ✓ Công nghệ sử dụng năng lượng sạch hiện nay trên thế giới.
- ✓ Đặc điểm địa lý tự nhiên của nơi nghiên cứu.

- ✚ Đánh giá tiềm năng ứng dụng Năng lượng mặt trời áp mái đối với khu vực và tình hình hiện tại của trường Cao Đẳng Công Thương (tìm hiểu lượng bức xạ mặt trời, các quy định của nhà nước về điện mặt trời áp mái,...)

❖ **Nội dung 2: Thu thập, tính toán số liệu thực tế liên quan đến hệ thống cung cấp điện phụ tải của giảng đường khu D. Khảo sát về vị trí dự tính lắp đặt hệ thống.**

- ✚ Kết hợp 2 phương pháp tính toán công suất phụ tải của giảng đường khu D của trường đó là:

- ✓ Sử dụng các số liệu dòng điện tổng của khu nhà D được đo đạc trực tiếp trong nhiều khoảng thời gian khác nhau để tính toán ra công suất phụ tải của Khu D.
- ✓ Thống kê số lượng và số liệu về công suất của từng phụ tải của toàn bộ khu nhà D để phục vụ cho việc tính toán công suất.
- ✚ Khảo sát khu vực mái nhà của giảng đường khu D (nơi dự tính lắp đặt hệ thống):
 - ✓ Đo đạc diện tích, độ nghiêng, hướng nắng và các số liệu khác của phần mái nhà để phục vụ cho việc tính toán thiết kế.
 - ✓ Thu thập các hình ảnh thực tế có liên quan đến phần mái dự tính lắp đặt để tang tính xác thực cho bài báo cáo sau này.

❖ **Nội dung 3: Thiết kế hệ thống pin quang điện kết lưới cho khu D trường Cao Đẳng Công Thương.**

- ✚ Từ các số liệu đo đạc được từ việc khảo sát mái nhà khu D, tính toán thực tế số lượng tấm pin trong hệ thống.
- ✚ Tính toán công suất và các số liệu liên quan của hệ thống
- ✚ Lên phương án thiết kế hệ thống:
 - ✓ Dựa vào các số liệu tính toán, tra catalogue của nhà sản xuất để lựa chọn thiết bị cho hệ thống (Pin, Inverter, giàn khung đỡ,...)
 - ✓ Tính toán lựa chọn phương pháp đấu nối, lắp đặt hệ thống.
 - ✓ Tìm hiểu ứng dụng quản lý hệ thống, giám sát và thu thập số liệu qua điện thoại,...
- ✚ Sử dụng phần mềm AutoCad 2D, 3D để vẽ bản vẽ cho toàn hệ thống.

❖ **Nội dung 4: Đánh giá hiệu quả về mặt kinh tế của hệ thống khi đưa vào vận hành.**

- ✚ Tính toán tổng chi phí cho hệ thống (bao gồm chi phí vật tư thiết bị, công lắp đặt, chi phí bảo trì và các chi phí khác).
- ✚ Tính toán lợi nhuận đạt được của hệ thống theo tháng, năm... Tính toán thời gian hoàn vốn của hệ thống.
- ✚ Kết luận về hiệu quả kinh tế của hệ thống mang lại.

❖ **Nội dung 5: Viết báo cáo tổng hợp, tiến hành báo cáo kết quả nghiên cứu trước hội đồng**

-  Soạn thảo báo cáo tổng hợp ghi lại các thành quả đã đạt được trong quá trình nghiên cứu.
-  Chỉnh sửa, In ấn các tài liệu, bản vẽ dùng trong hệ thống. Kiểm tra kỹ lưỡng các thiết bị và nội dung liên quan để phục vụ báo cáo trước hội đồng.
-  Nộp báo cáo tổng hợp chờ ngày tiến hành báo cáo kết quả trước mặt hội đồng.

CHƯƠNG 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Tình hình chung và tiềm năng phát triển Năng Lượng Mặt Trời tại TP. Hồ Chí Minh

- ❖ Tính khả thi của việc lắp đặt pin năng lượng mặt trời trong điều kiện vị trí lắp đặt: ánh sáng mặt trời chiếu đến được nơi lắp đặt hệ thống ở mức nào? Giá trị này được biết tới như “tiềm năng mặt trời”, “bức xạ tới của mặt trời”.

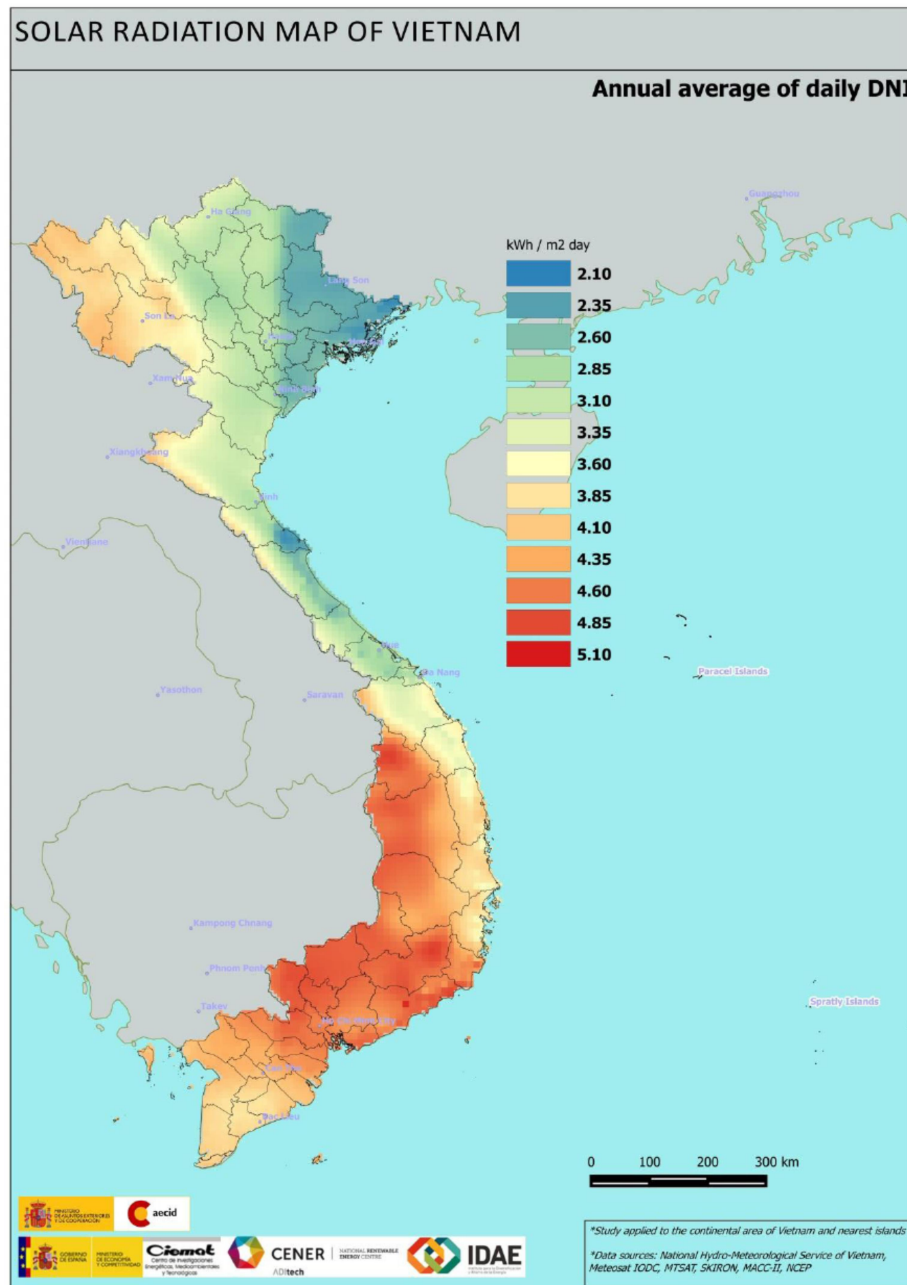


Fig. 6 Map of annual average of daily direct normal irradiation ($\text{kWh m}^{-2} \text{day}^{-1}$) in Vietnam.

Hình 1: Bản đồ thể hiện bức xạ mặt trời ở Việt Nam

- ❖ Nó được đo bởi kWh/m²/ngày hoặc kWh/m²/năm. Hiện nay Bộ Công Thương đã công bố bản đồ cho thấy tiềm năng năng lượng mặt trời tại các vùng ở Việt Nam.
- ❖ Trung bình, tổng bức xạ năng lượng mặt trời ở Việt Nam vào khoảng 4kWh/m²/ngày ở các tỉnh miền Bắc và khoảng 5kWh/m²/ngày ở các tỉnh miền Trung và miền Nam, trung bình cả nước khoảng 4,58kWh/m²/ngày.
- ❖ 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 1.500 - 1.700 giờ trong khi ở miền Trung và miền Nam Việt Nam, con số này vào khoảng 2.000 - 2.600 giờ mỗi năm.
- ❖ Dưới đây là bảng số liệu về lượng bức xạ mặt trời tại các vùng miền nước ta. Theo tài liệu khảo sát lượng bức xạ mặt trời cả nước:

Bảng 1: Số liệu về bức xạ mặt trời tại Việt Nam

Vùng	Giờ nắng trong năm	Cường độ bức xạ mặt trời (kWh/m ² , ngày)	Ứng dụng
Đông Bắc	1.600 – 1.750	3,3 – 4,1	Trung bình
Tây Bắc	1.750 – 1.800	4,1 – 4,9	Trung bình
Bắc Trung Bộ	1.700 – 2.000	4,6 – 5,2	Tốt
Tây Nguyên và Nam Trung Bộ	2.000 – 2.600	4,9 – 5,7	Rất tốt
Nam Bộ	2.200 – 2.500	4,3 – 4,9	Rất tốt
Trung bình cả nước	1.700 – 2.500	4,58	Tốt

- ❖ Dựa vào các số liệu trên cho ta thấy nước ta có lượng bức xạ mặt trời rất tốt. Khu vực phía Nam có năng lượng mặt trời cao nhất và phân bố tương đối đều trong suốt cả năm. Trừ những ngày có mưa rào, có thể nói trên 90% số ngày trong năm đều có thể sử dụng năng lượng mặt trời cho sinh hoạt. Số giờ nắng trung bình cả năm trong khoảng 2.000 đến 2.600 giờ.
- ❖ Theo số liệu thống kê, Thành phố Hồ Chí Minh nằm trong khu vực có bức xạ mặt trời mạnh. Số giờ nắng trung bình là 6h/ngày và liên tục trong suốt cả năm, không bị gián đoạn như ở Bắc bộ. Cường độ bức xạ mặt trời trung bình của

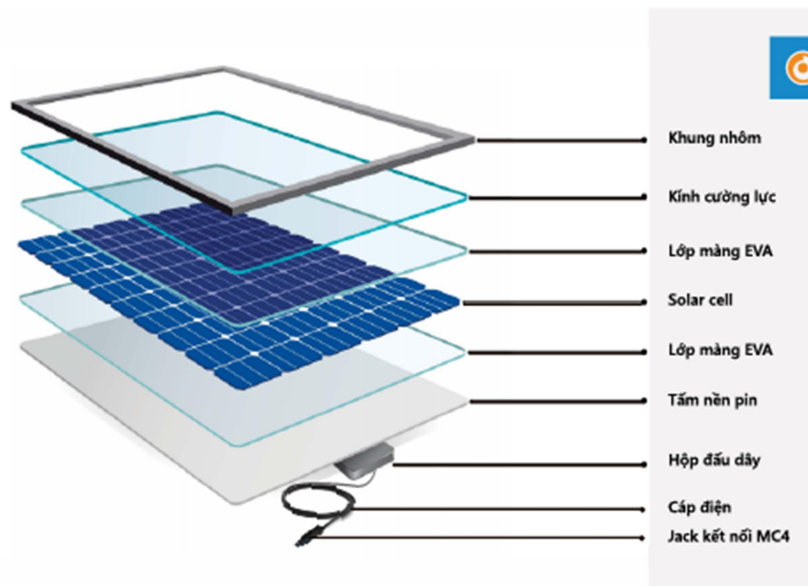
TP.HCM là khá cao đạt trung bình vào khoảng $1.773 \text{ kWh/m}^2/\text{năm}$, tương ứng $4,85 \text{ kWh/m}^2/\text{ngày}$ nên tiềm năng phát triển và ứng dụng năng lượng mặt trời để phát điện là rất lớn.

2.2. Lý thuyết về thông pin quang điện kết lưới

- ❖ Để có 1 hệ thống pin quang điện thì đầu tiên ta cần quan tâm đến tấm pin quang điện (solar) vì đây là bộ phận đầu tiên và cũng là quan trọng nhất của hệ thống, vậy 1 tấm solar có cấu tạo và nguyên lý hoạt động như thế nào?

2.2.1. Cấu tạo của tấm pin quang điện

- ❖ Một tấm pin quang điện được cấu tạo từ 8 phần cơ bản như sau:



Hình 2: Cấu tạo của một tấm pin quang điện

a. Khung nhôm:

- ❖ Có chức năng tạo ra một kết cấu đủ cứng cáp để tích hợp solar cell và các bộ phận khác lên. Với thiết kế cứng cáp nhưng vẫn đảm bảo trọng lượng đủ nhẹ, khung nhôm có thể bảo vệ và cố định các thành phần bên trong trước tải trọng gió lớn và ngoại lực tác động bên ngoài.

b. Kính cường lực:

- ❖ Giúp bảo vệ solar cell khỏi các tác động của thời tiết như nhiệt độ, mưa, tuyết, bụi, mưa đá (đường kính 2,5cm trở xuống) và các tác động va đập khác từ bên ngoài. Kính cường lực được thiết kế có độ dày từ 2-4mm (đa số là khoảng 3.2-3.3mm) để đảm bảo vừa đủ khả năng bảo vệ và duy trì được độ trong suốt cho tấm pin mặt trời (ánh sáng ít bị phản xạ, khả năng hấp thụ tốt).

c. Lớp màng EVA (ethylene vinyl acetate):

- ❖ Còn được gọi là chất kết dính, là 2 lớp màng polymer trong suốt được đặt trên và dưới lớp solar cell có tác dụng kết dính solar cell với lớp kính cường lực phía trên và tấm nền phía dưới. Lớp này còn có tác dụng hấp thụ và bảo vệ solar cell khỏi sự rung động, tránh bám bụi và hơi ẩm. Vật liệu EVA có khả năng chịu đựng nhiệt độ khắc nghiệt và có độ bền cực kỳ cao.

d. Lớp Solar cell (tế bào quang điện):

- ❖ Pin mặt trời được cấu tạo từ nhiều đơn vị nhỏ hơn là solar cell. Những loại pin năng lượng mặt trời thông dụng như mono và poly được làm từ silic, một loại chất bán dẫn phổ biến. Trong một cell, tinh thể silic bị kẹp giữa hai lớp dẫn điện (ribbon và các thanh busbar). Một tế bào quang điện sử dụng hai lớp silic khác nhau, loại N và loại P.
- ❖ Vật liệu để chế tạo pin NLMT hiện nay là silic dạng tinh thể, trong đó người ta thường chia làm 3 loại pin như sau:

 **Pin mặt trời đơn tinh thể (mono):** Là loại có hiệu suất chuyển đổi cao nhất lên đến 16%, được xem là loại đắt tiền nhất do được cắt trực tiếp từ các khối tinh thể silic hình ống.

 **Pin mặt trời đa tinh thể (poly):** Là loại được làm từ silic nung chảy và phủ thành lớp liền nhau không chia khối như đơn tinh thể. Hiệu suất chuyển đổi của loại pin này thấp hơn đơn tinh thể tuy nhiên mật độ phủ của nó lại cao hơn tấm pin mặt trời mono trong cùng một diện tích nên bù lại về sản lượng điện.

 **Pin mặt trời dạng mỏng (thin-film):** Loại này cũng được làm từ silic nung chảy đa tinh thể nhưng được xem là loại có hiệu suất thấp nhất và giá thành cũng thấp nhất.

e. Tấm nền pin (phía sau):

- ❖ Có chức năng cách điện, bảo vệ cơ học và chống ẩm. Vật liệu được sử dụng có thể là polymer, nhựa PP, PVF, PET. Tấm nền có độ dày khác nhau tùy vào hãng sản xuất. Phần lớn tấm nền sẽ có màu trắng.

f. Hộp đấu dây (junction box):

- ❖ Nằm ở phía sau cùng, là nơi tập hợp và chuyển năng lượng điện được sinh ra từ tấm pin năng lượng mặt trời ra ngoài. Vì đây là điểm trung tâm nên được thiết kế bảo vệ khá chắc chắn.

g. Cáp điện DC:

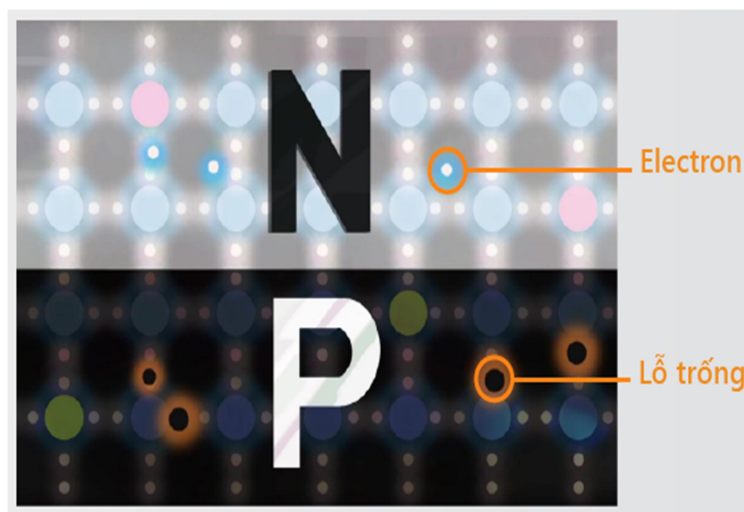
- ❖ Loại cáp điện chuyên dụng cho điện năng lượng mặt trời, có khả năng cách điện một chiều DC cực tốt, kèm với đó là khả năng chống chịu tốt trước sự khắc nghiệt của thời tiết (tia cực tím, bụi, nước, ẩm..) và tác động cơ học khác.

h. Jack kết nối MC4:

- ❖ Là đầu nối điện thường được dùng để kết nối các tấm pin mặt trời. “MC” trong MC4 là viết tắt của nhà sản xuất Multi-Contact. Loại jack kết nối này giúp bạn dễ dàng kết nối các tấm pin và dây pin bằng cách gắn jack từ các tấm pin liên kết với nhau bằng tay.

2.2.2. Nguyên lý hoạt động của tấm pin quang điện

- ✚ Để giải thích nguyên lý làm việc của pin năng lượng mặt trời thì phải lại giải thích nguyên lý của một đơn vị nhỏ hơn là solar cell (Pin mặt trời được cấu tạo từ nhiều solar cell).
- ✚ Như đã đề cập ở phần cấu tạo tấm pin năng lượng mặt trời, một tế bào quang điện sử dụng hai lớp silic khác nhau, loại N có các electron dư thừa và loại P có các khoảng trống cho các electron dư thừa, gọi là lỗ trống.



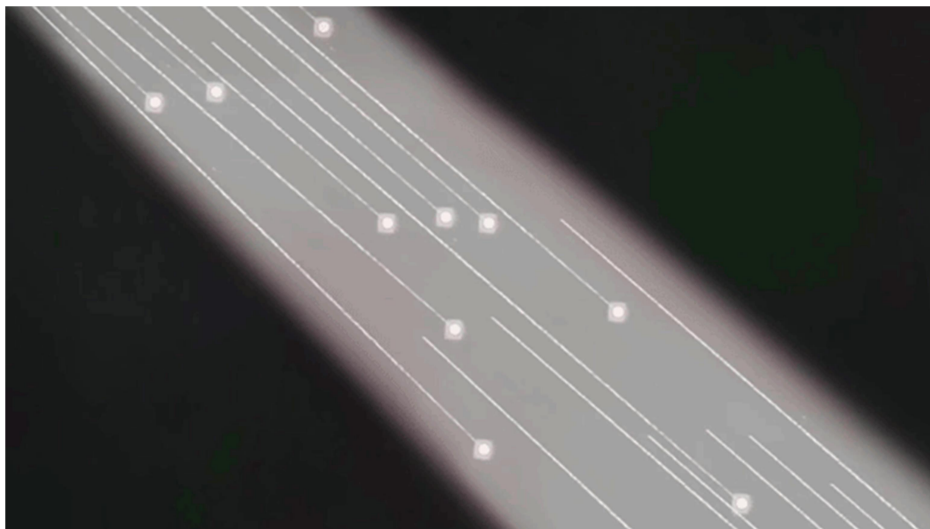
Hình 3: Hai lớp bán dẫn P/N của một tế bào quang điện

- Tại nơi tiếp xúc giữa 2 loại silic (P/N Junction), electron có thể di chuyển qua tiếp diện P/N để lại điện tích dương ở một mặt và tạo ra điện tích âm ở mặt còn lại.



Hình 4: Nơi tiếp xúc giữa hai loại silic (P/N junction)

- Có thể hình dung, ánh sáng là một dòng các hạt nhỏ li ti gọi là các hạt photon (bắn ra từ mặt trời).



Hình 5: Hình ảnh các hạt photon trong di chuyển tạo thành dòng tạo thành ánh sáng

- Khi bề mặt tấm **pin quang điện** được chiếu sáng. Hiện tượng bức xạ mặt trời thâm thấu vào tế bào quang điện, mang theo nguồn năng lượng photon dồi dào. Nguồn năng lượng này được tích trữ ngày một nhiều, đến khi đạt giới hạn chúng sẽ gây nên hiện tượng các electron bị bức ra khỏi cấu tạo nguyên tử.
- Electron mang điện tích âm và lỗ trống mang điện tích dương nay có thể di chuyển tự do, nhưng bởi vì trường điện từ tại tiếp diện P/N nên chúng chỉ có thể

đi theo một hướng tạo thành dòng (electron bị hút về mặt N và lỗ trống bị hút về mặt P). Mà nó chính là dòng điện một chiều (DC) mà ta vẫn hay gọi.

- ✚ Electron là thứ duy nhất di chuyển trong solar cell và quay về nơi xuất phát. Chẳng có thứ gì hao mòn hay cạn kiệt nên solar cell có tuổi thọ lên tới hàng chục năm.
- ✚ Điện được tạo ra từ tấm pin năng lượng mặt trời là điện một chiều (DC). Từ đây ta sử dụng một thiết bị chuyên dụng dùng để chuyển điện DC thành AC (điện xoay chiều). Và thiết bị đó là inverter.

2.3. Bộ nghịch lưu cho hệ pin quang điện kết nối lưới (Inverter)

2.3.1. Vai trò và phân loại Inverter

a. Vai trò

- ❖ Bộ nghịch lưu đóng vai trò như bộ điều hòa công suất (Power Conditioner) là chìa khóa liên kết mạng quang điện với lưới điện trong hệ quang điện kết nối lưới.
- ❖ Nó hoạt động như một bộ phận trung gian biến đổi dòng DC được sinh ra bởi các pin mặt trời thành dòng AC cung cấp cho lưới điện.
- ❖ Bộ nghịch lưu tạo ra sóng sin có chất lượng tốt, theo điện áp và tần số của lưới, và lấy ra công suất cực đại từ các pin mặt trời nhờ bộ dò tìm điểm công suất cực đại.
- ❖ Các cấp điện áp ngõ vào của bộ nghịch lưu được thay đổi cho đến khi tìm ra được điểm công suất cực đại trên đường đặc tính V-I.
- ❖ Bộ nghịch lưu giám sát tất cả các pha và ngõ ra của bộ nghịch lưu và nó được điều khiển theo sự thay đổi của điện áp và tần số.
- ❖ Bộ nghịch lưu kết nối lưới thông thường sử dụng phương pháp điều chế độ rộng xung (PWM) và hoạt động trong khoảng từ 2 kHz đến 20 kHz. Các bộ nghịch lưu được dùng để điều hòa công suất và đồng bộ ngõ ra của hệ quang điện với lưới điện.

b. Phân loại

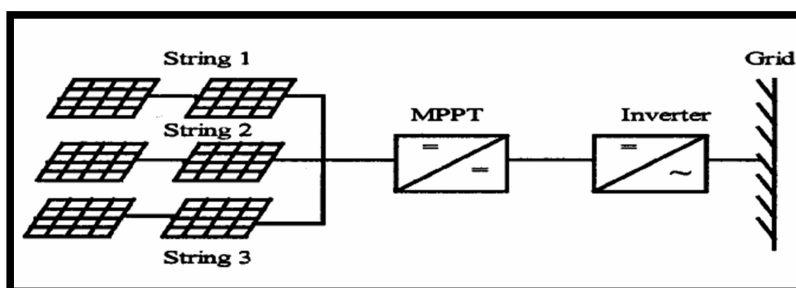
- ❖ Nhìn chung, cấu hình hệ quang điện kết nối lưới không có lưu trữ được phân thành 4 loại:
 - ✚ Bộ nghịch lưu tổng
 - ✚ Bộ biến đổi DC-DC với một bộ nghịch lưu ở ngõ ra

✚ Bộ nghịch lưu nhánh

✚ Bộ nghịch lưu được tích hợp với môđun pin quang điện

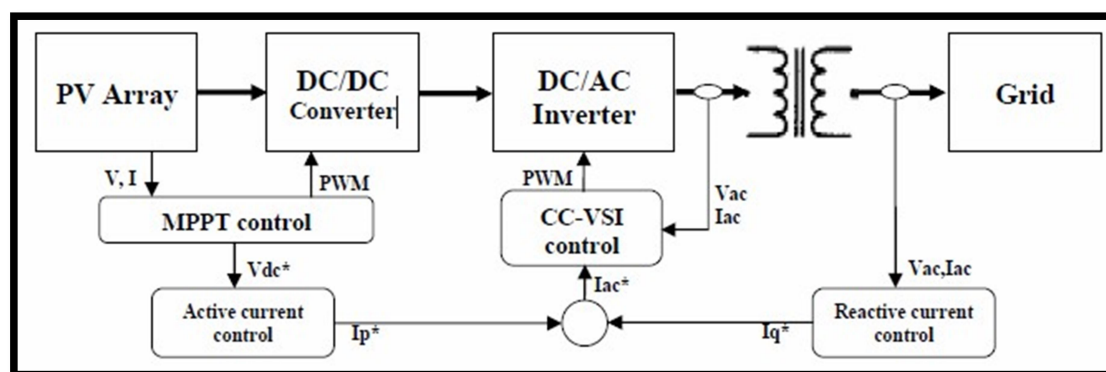
2.3.2. Nguyên lí hoạt động của Inverter

- ❖ Để hiểu rõ hơn về nguyên lí hoạt động của một Inverter, ta sẽ xét cách hoạt động của nó trên một hệ thống pin quang điện cơ bản theo sơ đồ như hình 6.



Hình 6: Sơ đồ kết nối của một hệ thống pin quang điện cơ bản

- ❖ Trong hệ thống này, các tấm quang điện được mắc nối tiếp với nhau tạo thành những String quang điện, các string quang điện này được ghép song song với nhau nối đến một đường dẫn DC và đi thẳng đến Inverter.
- ❖ Đến đây, khi các tấm pin quang điện hấp thụ năng lượng từ ánh sáng mặt trời và chuyển hóa thành điện năng (DC), nguồn điện này sẽ được bộ nghịch lưu (Inverter) biến đổi từ dòng DC thành dòng AC trước khi hòa vào lưới điện.



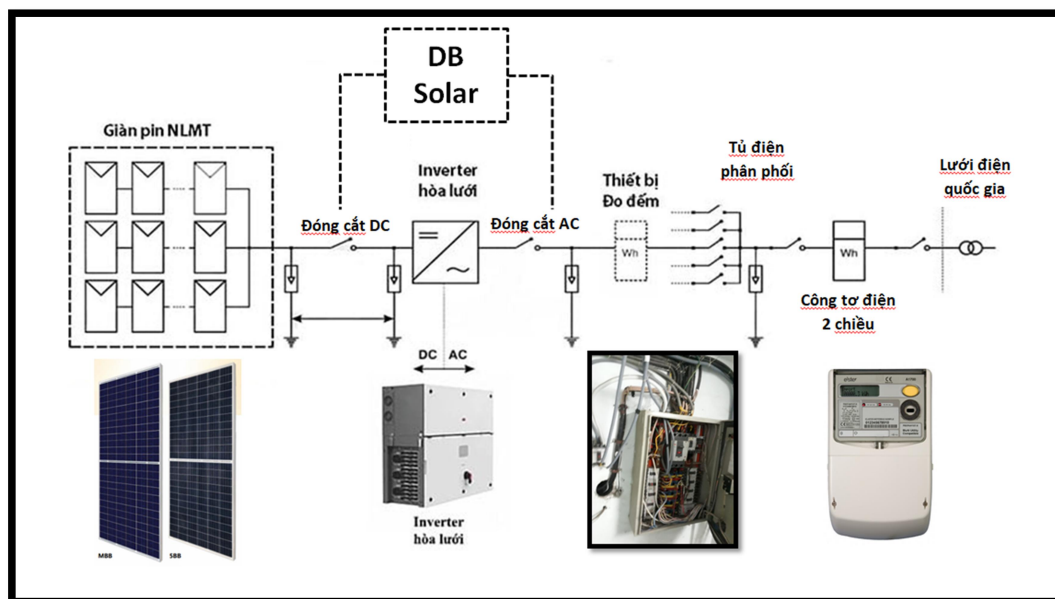
Hình 7: Sơ đồ vận hành của Inverter khi kết nối với lưới điện

- ❖ Sơ đồ khối trên trình bày sơ lược cách vận hành chuyển đổi dòng điện của bộ nghịch lưu (Inverter), trong đó:
 - ✚ Hai vòng điều khiển ngoài hoạt động độc lập với nhau, điều khiển dòng công suất thực và công suất phản kháng từ bộ nghịch lưu.
 - ✚ Công suất thực được điều khiển bởi thuật toán dò tìm điểm công suất cực đại với một vòng điều khiển điện áp liên kết DC bên trong cung cấp biên độ dòng điện thực đề nghị.

- Điện áp liên kết DC được giữ ở giá trị yêu cầu nhờ vòng điều khiển PI, sẽ cho ra biên độ dòng điện yêu cầu.
- Vào ban đêm, bộ biến đổi vẫn có thể được sử dụng để điều chỉnh công suất phản kháng của hệ thống kết nối lưới, mặc dù nó không cung cấp công suất tác dụng.
- Trong thời gian này, bộ điều khiển PI vẫn giữ một điện áp liên kết DC cực tiểu cho phép hệ thống điều hòa công suất tiếp tục hoạt động cung cấp công suất phản kháng cần thiết.
- Sự điều chỉnh điện áp dây AC được tiến hành bởi bộ điều khiển công suất phản kháng riêng biệt, đưa ra biên độ dòng điện phản kháng yêu cầu, I_q^* .
- Hệ thống điều khiển có thể điều khiển thay đổi công suất phản kháng để đáp ứng sự dao động của điện áp AC.
- Bên trong, còn có bộ điều khiển dòng điện, dòng điện I_p cùng pha với điện áp dây và dòng I_q^* lệch pha 90° so với điện áp dây. Chúng được cộng lại hình thành dòng điện yêu cầu cho bộ biến đổi là I_{AC}^* .
- Bộ điều khiển CC-VSI chuyển dòng điện I_{AC}^* sang dòng điện AC.

2.3.3. Sơ Đồ và nguyên lý hoạt động của hệ thống pin quang điện kết lưới

a. Sơ đồ và nguyên lý hoạt động của hệ thống.



Hình 8: Sơ đồ nguyên lý hệ thống pin quang điện kết lưới không lưu trữ

❖ **Nguyên lý hoạt động của hệ thống:**

- ✚ Tấm pin năng lượng mặt trời sẽ được lắp đặt trên mái nhà. Là nơi hấp thụ và chuyển hóa năng lượng mặt trời thành điện năng.
- ✚ Hệ thống inverter sẽ chuyển đổi nguồn điện tạo ra từ các tấm pin năng lượng mặt trời thành nguồn điện xoay chiều và kết nối vào lưới điện để cung cấp điện năng cho tải tiêu thụ.
- ✚ Hệ thống đo đếm sẽ giúp quản lý nguồn năng lượng đóng góp của hệ thống pin năng lượng mặt trời cho tải. Lưới điện kết hợp với hệ thống pin năng lượng mặt trời để cung cấp điện năng cho tải tiêu thụ.
- ✚ Hệ thống pin năng lượng mặt trời sẽ nhận bức xạ mặt trời và chuyển hóa thành nguồn điện một chiều (DC). Nguồn điện DC này sẽ được tối ưu hóa hiệu suất chuyển đổi DC/AC thông qua inverter grid tie (bộ chuyển đổi điện nối lưới) với công nghệ MPPT (Maximum Power Point Tracking) nhằm tối ưu hóa nguồn năng lượng từ hệ pin NLMT và cung cấp điện năng cho tải.
- ✚ Nguồn điện AC từ hệ thống pin năng lượng mặt trời sẽ được kết nối với tủ điện chính của khu vực, hòa đồng bộ vào lưới điện hiện hữu, cung cấp điện năng song song với nguồn điện lưới, giúp giảm điện năng tiêu thụ từ lưới của khu vực sử dụng.
- ✚ Khi điện lưới bị mất, inverter sẽ nhanh chóng ngắt kết nối với lưới điện. Điều này đảm bảo chắc chắn trong trường hợp lưới mất điện, hệ thống pin năng lượng mặt trời không phát vào lưới điện gây nguy hiểm cho nhân viên sửa chữa. Chức năng này gọi là anti-islanding.
- ✚ Bên cạnh đó việc inverter có chế độ thông minh, tự dò tìm và đồng bộ pha nhằm kết nối giữa điện năng tạo ra từ hệ pin NLMT và điện lưới.

b. Các yêu cầu kỹ thuật chung của hệ thống

- ❖ Tuân thủ theo Thông tư 16/2017/TT-BCT ngày 12/9/2017 (gọi tắt là TT16) và Thông tư 39/2015/TT-BCT ngày 18/11/2015 (gọi tắt là TT39) của Bộ Công Thương về việc Quy định hệ thống điện phân phối, hệ thống điện năng lượng mặt trời có yêu cầu kỹ thuật chung như sau:

Bảng 2: Các yêu cầu kỹ thuật chung của một hệ thống pin quang điện kết lưới

STT	Đặc tính	Mô tả đặc tính	Yêu cầu bắt buộc theo TT16 và TT39
1	Công suất và vị trí đấu nối	Tổng công suất đặt của các hệ thống điện mặt trời đấu nối vào cấp điện áp hạ áp của trạm biến áp hạ thế không được vượt quá công suất đặt của trạm biến áp đó.	Đáp ứng
		Hệ thống điện mặt trời có công suất từ 03 KWp được đấu nối vào lưới điện hạ áp 03 (ba) pha.	Đáp ứng
2	Tần số	Hệ thống điện mặt trời phải có khả năng duy trì vận hành phát điện liên tục trong dải tần số 49 Hz đến 51 Hz. Khi tần số hệ thống điện nằm ngoài dải tần số nêu trên thì hệ thống điện mặt trời phải có khả năng duy trì vận hành phát điện trong thời gian tối thiểu 0,2 giây.	Đáp ứng
3	Điện áp	Hệ thống điện mặt trời phải có khả năng duy trì vận hành phát điện liên tục khi điện áp tại điểm đấu nối trong dải từ 85% đến 110% điện áp định mức (380V). Khi điện áp tại điểm đấu nối nằm ngoài dải điện áp như đã nêu trên thì hệ thống điện mặt trời phải có khả năng duy trì vận hành phát điện trong thời gian tối thiểu 02 giây.	Đáp ứng
4	Xâm nhập của dòng điện một chiều	Sự xâm nhập của dòng điện một chiều vào lưới điện phân phối so với dòng định mức tại điểm đấu nối.	$\leq 0,5\%$

5	Cân bằng pha	Thành phần thứ tự nghịch của điện áp pha so với điện áp danh định trong chế độ làm việc bình thường.	$\leq 5\%$
6	Sóng hài điện áp	Tổng độ biến dạng sóng hài điện áp (THD) tại điểm đấu nối.	$\leq 6,5\%$
		Biến dạng sóng hài điện áp riêng lẻ tại điểm đấu nối.	$\leq 3\%$
7	Nhấp nháy điện áp	Trong điều kiện vận hành bình thường, mức nhấp nháy điện áp tại điểm đấu nối không được vượt quá giới hạn.	$P_{st95\%} = 1,00$
			$P_{lt95\%} = 0,80$
8	Hệ số công suất	Hệ số công suất $\cos\varphi$ tại vị trí đấu nối.	$\geq 0,9$
9	Nối đất	Trung tính nối đất trực tiếp	Đáp ứng
10	Bảo vệ	Đối với hệ thống điện mặt trời có công suất từ 10 kVA trở lên thì phải có hệ thống bảo vệ.	Đáp ứng

CHƯƠNG 3: KHẢO SÁT CUNG CẤP ĐIỆN PHỤ TẢI CỦA KHU D TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG

3.1. Tính toán công suất phụ tải của khu D theo công suất của các thiết bị điện phụ tải

Bảng 3: thống kê công suất các thiết bị phụ tải:

STT	Tên thiết bị	Công Suất	Ghi chú
1	Bóng đèn	36W	
2	Quạt trần	100W	
3	Máy lạnh 1.5 HP	1134W	
4	Máy chiếu	250W	
5	Máy nước nóng lạnh	650W	
6	Máy lạnh âm trần 3 HP	2268W	
7	Máy tính bàn	300W	

TẦNG 1:

D101

6 đèn: $6 * 36 = 216$ (W)

2 quạt: $2 * 100 = 200$ (W)

1 máy lạnh 1.5 HP: 1134 (W)

$$\begin{aligned}
 P_{D101} &= k_s * (P_{ml} * k_{u.ml} + P_{quạt} * k_{u.quạt}) + P_{đèn} \\
 &= 0.9 * (1134 * 0.7 + 200 * 0.7) + 216 \\
 &= 1056.42 \text{ (W)}
 \end{aligned}$$

Do số lượng thiết bị của các phòng D101, D102, D103, D104, D105, D106, D108, D109 là như nhau nên ta có:

$$P_{D102} = P_{D103} = P_{D104} = P_{D105} = P_{D106} = P_{D108} = P_{D109} = P_{D101} = 1056.42 \text{ (W)}$$

D107

Ngoài các thiết giống như phòng D101 thì có thêm 1 máy nước nóng lạnh 650W

$$\begin{aligned}
 P_{D107} &= k_s * (P_{ml} * k_{u.ml} + P_{quạt} * k_{u.quạt} + P_{nl} * k_{u.nl}) + P_{đèn} \\
 &= 0.9 * (1134 * 0.7 + 200 * 0.7 + 650 * 0.7) + 216 \\
 &= 1327.04 \text{ (W)}
 \end{aligned}$$

D110

3 Máy lạnh âm trần 3 HP: 2268 (W)

1 Máy chiếu: 250 (W)

35 bóng Led: $35 \times 12 = 288$ (W)

$$\begin{aligned} P_{D110} &= k_s * (P_{ml} * k_{u.ml} + P_{mc} * k_{u.mc}) + P_{đèn} \\ &= 0.8 * (2268 * 0.7 + 2268 * 0.7 + 2268 * 0.7 + 250 * 0.7) + 288 \\ &= 4238.24 \text{ (W)} \end{aligned}$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} P_{tầng 1} &= k_s * (P_{D101} + P_{D102} + P_{D103} + P_{D104} + \dots + P_{D110}) \\ &= 0.63 * (1056.42 \times 8 + 1327.04 + 4238.24) \\ &= 8830.5 \text{ (W)} = 8.83 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

TẦNG 2:

D206

8 cặp đèn: $P_{đèn} = 576$ (W)

6 quạt: $P_{quạt} = 600$ (W)

2 máy lạnh 1.5 HP: $P_{ml} = 2268$ (W)

1 Máy chiếu: $P_{mc} = 250$ (W)

55 máy tính bàn: $P_{pc} = 16500$ (W)

$$\begin{aligned} P_{D206} &= k_s * (P_{ml} * k_{u.ml} + P_{mc} * k_{u.mc} + P_{quạt} * k_{u.quạt} + P_{pc} * k_{u.pc}) + P_{đèn} \\ &= 0.8 * (2268 * 0.7 + 16500 * 0.7 + 600 * 0.7 + 250 * 0.7) + 576 \\ &= 11562.08 \text{ (W)} = 11.56 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

D207

8 cặp đèn: $P_{đèn} = 576$ (W)

3 quạt: $P_{quạt} = 300$ (W)

1 máy lạnh 1.5 HP: $P_{ml} = 1134$ (W)

1 Máy chiếu: $P_{mc} = 250$ (W)

31 máy tính bàn: $P_{pc} = 9300$ (W)

$$\begin{aligned} P_{D207} &= k_s * (P_{ml} * k_{u.ml} + P_{mc} * k_{u.mc} + P_{pc} * k_{u.pc} + P_{quạt} * k_{u.quạt}) + P_{đèn} \\ &= 0.8 * (1134 * 0.7 + 9300 * 0.7 + 300 * 0.7 + 250 * 0.7) + 576 \\ &= 6727.04 \text{ (W)} = 6.73 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

D212

8 cặp đèn: $P_{đèn} = 576$ (W)

4 quạt: $P_{quạt} = 400$ (W)

2 máy lạnh 1.5 HP: $P_{ml} = 2268$ (W)

1 Máy chiếu: $P_{mc} = 250 \text{ (W)}$

36 máy tính bàn: $P_{pc} = 10800 \text{ (W)}$

$$\begin{aligned} P_{D212} &= k_s * (P_{ml} * k_{u.ml} + P_{mc} * k_{u.mc} + P_{pc} * k_{u.pc} + P_{quạt} * k_{u.quạt}) + P_{đèn} \\ &= 0.8 * (2268 * 0.7 + 10800 * 0.7 + 400 * 0.7 + 250 * 0.7) + 576 \\ &= 8.26 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

D210

2 cặp đèn: $P_{đèn} = 144 \text{ (W)}$

1 quạt: $P_{quạt} = 100 \text{ (W)}$

1 máy lạnh 1.5 HP: $P_{ml} = 1134 \text{ (W)}$

6 máy tính bàn: $P_{pc} = 1800 \text{ (W)}$

$$\begin{aligned} P_{D210} &= k_s * (P_{ml} * k_{u.ml} + P_{pc} * k_{u.pc} + P_{quạt} * k_{u.quạt}) + P_{đèn} \\ &= 0.9 * (1134 * 0.7 + 1800 * 0.7 + 100 * 0.7) + 144 \\ &= 2055.42 \text{ (W)} = 2.05 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

$$P_{D208} = P_{D213} = P_{D206} = 11.56 \text{ (kW)}$$

$$P_{D209} = P_{D207} = 6.73 \text{ (kW)}$$

$$P_{D211} = P_{D212} = 8.26 \text{ (kW)}$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} P_{tầng 2} &= k_s * (P_{D206} + P_{D207} + P_{D208} + \dots + P_{D212}) \\ &= 0.78 * (11.56 * 3 + 6.73 * 2 + 8.61 * 2 + 2.05) \\ &= 52.08 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

TẦNG 3:

D314

8 cặp đèn: $P_{đèn} = 576 \text{ (W)}$

5 quạt: $P_{quạt} = 500 \text{ (W)}$

2 máy lạnh 1.5 HP: $P_{ml} = 2268 \text{ (W)}$

1 Máy chiếu: $P_{mc} = 250 \text{ (W)}$

42 máy tính bàn: $P_{pc} = 12600 \text{ (W)}$

$$\begin{aligned} P_{D212} &= k_s * (P_{ml} * k_{u.ml} + P_{mc} * k_{u.mc} + P_{pc} * k_{u.pc} + P_{quạt} * k_{u.quạt}) + P_{đèn} \\ &= 0.8 * (2268 * 0.7 + 12600 * 0.7 + 500 * 0.7 + 250 * 0.7) + 576 \\ &= 9.32 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

D316

13 cặp đèn: $P_{\text{đèn}} = 936(\text{W})$

7 quạt: $P_{\text{quạt}} = 700(\text{W})$

3 máy lạnh 1.5 HP: $P_{\text{ml}} = 3402(\text{W})$

1 Máy chiếu: $P_{\text{mc}} = 250(\text{W})$

43 máy tính bàn: $P_{\text{pc}} = 12900(\text{W})$

$$\begin{aligned} P_{D212} &= k_s * (P_{\text{ml}} * k_{u,\text{ml}} + P_{\text{mc}} * k_{u,\text{mc}} + P_{\text{pc}} * k_{u,\text{pc}} + P_{\text{quạt}} * k_{u,\text{quạt}}) + P_{\text{đèn}} \\ &= 0.8 * (3402 * 0.7 + 12900 * 0.7 + 700 * 0.7 + 250 * 0.7) + 936 \\ &= 10.6(\text{kW}) \end{aligned}$$

$$P_{D314} = P_{D315} = P_{D317} = P_{D318} = P_{D319} = 9.32(\text{kW})$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} P_{\text{tầng 3}} &= k_s * (P_{D314} + P_{D315} + P_{D316} + \dots + P_{D319}) \\ &= 0.78 * (10.6 + 9.32 * 5) \\ &= 44.61(\text{kW}) \end{aligned}$$

TẦNG 4, TẦNG 5, TẦNG 6, TẦNG 7:

Phòng lí thuyết lớn: 7 quạt, 1 máy chiếu, 13 cặp đèn

$$\begin{aligned} P_{\text{LT.Lớn}} &= k_s * (P_{\text{ml}} * k_{u,\text{ml}} + P_{\text{mc}} * k_{u,\text{mc}} + P_{\text{pc}} * k_{u,\text{pc}} + P_{\text{quạt}} * k_{u,\text{quạt}}) + P_{\text{đèn}} \\ &= 0.9 * (700 * 0.7 + 250 * 0.7) + 936 \\ &= 1.53(\text{kW}) \end{aligned}$$

Phòng lí thuyết nhỏ: 5 quạt, 1 máy chiếu, 6 cặp đèn

$$\begin{aligned} P_{\text{LT.Nhỏ}} &= k_s * (P_{\text{ml}} * k_{u,\text{ml}} + P_{\text{mc}} * k_{u,\text{mc}} + P_{\text{pc}} * k_{u,\text{pc}} + P_{\text{quạt}} * k_{u,\text{quạt}}) + P_{\text{đèn}} \\ &= 0.9 * (500 * 0.7 + 250 * 0.7) + 432 \\ &= 1(\text{kW}) \end{aligned}$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} P_{\text{tầng 4}} &= k_s * (3 * P_{\text{LT.Nhỏ}} + 2 * P_{\text{LT.Lớn}}) \\ &= 0.78 * (3 * 1 + 1.53 * 2) \\ &= 4.73(\text{kW}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{tầng 5}} &= k_s * (5 * P_{\text{LT.Nhỏ}} + 1 * P_{\text{LT.Lớn}}) \\ &= 0.78 * (5 * 1 + 1.53) \\ &= 6.53(\text{kW}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{tầng 6}} &= k_s * (4 * P_{\text{LT.Lớn}}) \\ &= 1 * (1.53 * 4) \end{aligned}$$

$$= 6.12 \text{ (kW)}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{tầng 7}} &= k_s * (2 * P_{\text{LT.Nhỏ}} + 3 * P_{\text{LT.Lớn}}) \\ &= 0.78 * (2 * 1 + 1.53 * 3) \\ &= 5.14 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

TẦNG 8:

D803

$$3 \text{ cặp đèn: } P_{\text{đèn}} = 216 \text{ (W)}$$

$$1 \text{ quạt đứng lớn: } P_{\text{quạt}} = 400 \text{ (W)}$$

$$4 \text{ quạt: } P_{\text{quạt}} = 400 \text{ (W)}$$

$$12 \text{ máy tính bàn: } P_{\text{pc}} = 3600 \text{ (W)}$$

$$\begin{aligned} P_{\text{D803}} &= k_s * (P_{\text{pc}} * k_{u,\text{pc}} + P_{\text{quạt}} * k_{u,\text{quạt}}) + P_{\text{đèn}} \\ &= 0.9 * (3600 * 0.7 + 800 * 0.7) + 216 \\ &= 2.98 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

$$P_{\text{D803}} = P_{\text{D804}} = P_{\text{D805}} = 2.98 \text{ (kW)}$$

$$P_{\text{D802}} = P_{\text{D806}} = P_{\text{D807}} = P_{\text{D808}} = P_{\text{D809}} = 1.5 \text{ (kW)}$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} P_{\text{tầng 8}} &= k_s * (P_{\text{D802}} + P_{\text{D803}} + P_{\text{D804}} + \dots + P_{\text{D809}}) \\ &= 0.78 * (3 * 2.98 + 5 * 1.5) \\ &= 12.83 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

TẦNG HẦM:

$$2 \text{ bơm nước luân phiên: } P_{\text{bơm}} = 7.5 \text{ (kW)}$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} P_{\text{tầng hầm}} &= k_s * (k_u * P_{\text{bơm}}) \\ &= 0.9 * (2 * 7.5 * 0.5) \\ &= 6.75 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

THANG MÁY:

$$2 \text{ động cơ thang máy: } P_i = 11 \text{ (kW)}$$

Suy ra:

$$\begin{aligned} P_{\text{thang máy}} &= k_{yc} * n * P_i * \sqrt{P_{vi}} + P_{gi} \\ &= 0.85 * 2 * 11 * \sqrt{1} + 0.1 * 11 * 2 \\ &= 20.9 \text{ (kW)} \end{aligned}$$

TỔNG CÔNG SUẤT CỦA GIẢNG ĐƯỜNG KHU D:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{khu D}} &= k_s * (P_{\text{tăng hầm}} + P_{\text{thang máy}} + P_{\text{tăng 1}} + P_{\text{tăng 2}} + P_{\text{tăng 3}} + \dots + P_{\text{tăng 8}}) \\
 &= 0.63 * (6,75 + 20,9 + 8,83 + 52,08 + 44,61 + 4,73 + 6,53 + 6,12 + 5,14 \\
 &\quad + 12,83) \\
 &= 106.17 \text{ (kW)}
 \end{aligned}$$

3.2. Tính toán công suất phụ tải khu D theo số liệu dòng điện đo đạt được.

Ở phương pháp này, nhóm chúng em đã đo đạt giá trị dòng điện các pha của khu D tại nhiều khoảng thời gian khác nhau trong ngày.

Các giá trị đều được đo vào những thời điểm mà gần như tất cả các phòng học của khu D đều được sử dụng. Việc đo đạt được tiến hành đo khoảng 18 ngày và trải dài trong một tháng rưỡi.

Bảng 4: Bảng thống kê giá trị dòng điện các pha của khu D

THỜI GIAN	DÒNG ĐIỆN TRÊN CÁC PHA (A)		
	Pha A	Pha B	Pha C
Ngày 03/11/2020			
07h35	171	155	198
10h00	169	158	210
11h15	174	160	178
14h05	170	163	207
15h00	165	157	184
16h15	162	155	175
Ngày 05/11/2020			
07h35	173	156	189
10h00	169	152	204
11h15	159	145	162
14h05	165	157	171
15h00	161	147	165
16h15	160	148	164
Ngày 10/11/2020			
07h35	176	165	185
10h00	169	162	198

11h15	158	157	174
14h05	171	168	197
15h00	165	155	178
16h15	153	151	173
Ngày 12/11/2020			
07h35	169	174	214
10h00	172	168	203
11h15	158	161	176
14h05	167	167	187
15h00	154	154	172
16h15	149	150	166
Ngày 18/11/2020			
07h35	179	178	218
10h00	167	164	178
11h15	154	157	168
14h05	165	166	175
15h00	155	159	168
16h15	152	154	165
Ngày 21/11/2020			
07h35	177	165	209
10h00	172	159	193
11h15	162	155	174
14h05	173	164	188
15h00	155	146	158
16h15	153	143	157
Ngày 23/11/2020			
07h35	173	155	198
10h00	169	158	210
11h15	159	160	176
14h05	168	166	185
15h00	156	164	177

16h15	147	158	172
Ngày 27/11/2020			
07h35	171	169	197
10h00	167	167	186
11h15	155	161	178
14h05	175	165	184
15h00	148	154	172
16h15	145	150	171
Ngày 30/11/2020			
07h35	172	155	198
10h00	165	148	178
11h15	153	145	161
14h05	167	152	172
15h00	155	145	166
16h15	153	143	164
Ngày 02/12/2020			
07h35	170	165	206
10h00	165	159	199
11h15	162	154	173
14h05	165	162	179
15h00	161	153	167
16h15	160	149	165
Ngày 04/12/2020			
07h35	174	161	198
10h00	169	167	210
11h15	158	157	178
14h05	167	168	186
15h00	154	158	171
16h15	152	154	167
Ngày 08/12/2020			
07h35	176	171	203

10h00	163	160	192
11h15	155	146	178
14h05	163	166	207
15h00	145	158	184
16h15	141	145	175
Ngày 11/12/2020			
07h35	171	161	198
10h00	169	157	187
11h15	155	146	158
14h05	174	167	179
15h00	167	156	173
16h15	157	155	169
Ngày 14/12/2020			
07h35	168	159	183
10h00	165	148	178
11h15	153	145	161
14h05	159	178	207
15h00	152	164	179
16h15	146	156	175
Ngày 16/12/2020			
07h35	174	167	201
10h00	168	164	196
11h15	162	157	177
14h05	166	166	182
15h00	155	164	174
16h15	153	158	172
Ngày 19/12/2020			
07h35	171	155	198
10h00	165	158	178
11h15	153	160	161
14h05	165	161	173

15h00	161	155	168
16h15	160	151	165
Ngày 22/12/2020			
07h35	172	153	198
10h00	167	149	210
11h15	156	155	176
14h05	169	164	181
15h00	155	147	158
16h15	154	148	155
Ngày 27/12/2020			
07h35	173	167	205
10h00	169	161	216
11h15	159	157	182
14h05	171	163	207
15h00	165	153	184
16h15	153	149	175
Dòng trung bình của các pha	162.7	157.8	182.4
Dòng trung bình tổng	167.6		

Ta có:

📊 Dòng trung bình tổng đo đạt được: $I_{\text{tổng}} = 167.6 \text{ (A)}$

📊 Điện áp định mức: $U_{\text{dm}} = 380 \text{ (V)}$

📊 Hệ số công suất: $\cos\varphi = 0.87$

Suy ra, công suất tính toán phụ tải khu D:

$$\begin{aligned}
 P_{\text{khu D}} &= \sqrt{3} * U_{\text{dm}} * I_{\text{tổng}} * \cos\varphi \\
 &= \sqrt{3} * 380 * 167.6 * 0.87 \\
 &= 95970.4 \text{ (W)} = 95.97 \text{ (kW)}
 \end{aligned}$$

Cả hai phương pháp trên chỉ mang tính chất tương đối và cho ra kết quả không quá chênh lệch nhau. Nhằm phục vụ cho việc tính toán và so sánh, vì vậy chúng em lấy

khoảng công suất tính toán phụ tải khu D của trường làm tròn là: $P_{khu D} = 100$ (kW).

3.3. Khảo sát mặt bằng dự kiến lắp đặt của hệ thống pin quang điện

Sau khi thảo luận và được sự đồng ý của GVHD thì nhóm chúng em đã tiến hành khảo sát phần mái nhà khu D của trường nhằm phục vụ cho dự định là nơi lắp đặt hệ thống.

- ❖ Cả nhóm đã đo đạc sơ bộ các số liệu cần thiết liên quan đến phần mái nhà của khu D, đây sẽ là những số liệu nhằm phục vụ cho việc tính toán và thiết kế hệ thống sau này.
- ❖ Phần mái nhà khu D của trường là mái được lợp bằng tôn và thiết kế theo dáng mái có hai mái dốc.



Hình 9: Hình ảnh tổng thể giảng đường



Hình 10: Nhóm NCKH cùng với GVHD tiến hành khảo sát mái nhà khu D của trường

- ❖ Kích thước của một nửa mái nhà (một mặt mái dốc):
 -  Chiều dài: 31m
 -  Chiều rộng: 10m
 -  Diện tích mái: 310m^2
 -  Tổng diện tích mái nhà (cả hai phần mái): 620m^2
 -  Độ nghiêng mái: 12°
- ❖ Phần mái đón nắng tốt nhất: Phần mái phía trước của mái nhà (hướng Tây Tây Nam).
- ❖ Số giờ nắng trung bình trên một ngày: 6h/ngày (từ 9h đến 15h00)
- ❖ Nhiệt độ trung bình: 33 đến 38 °C

CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ HỆ THỐNG PIN QUANG ĐIỆN KẾT LƯỚI CHO KHU D TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG

4.1. Tính toán số lượng pin, lên phương án bố trí và lựa chọn tấm pin NLMT phù hợp với hệ thống

4.1.1. Tính toán số lượng tấm pin, lên phương án bố trí các tấm pin cho hệ thống.

- ❖ Từ các số liệu đã ghi nhận trong quá trình khảo sát khu vực mái nhà khu D. Chúng ta đi tính toán số lượng tấm pin quang điện có thể lắp đặt được trên mái bằng các sử dụng công thức tính như sau:

$$Q_s = \frac{S_{\text{mái}}}{S_{\text{solar}}}$$

Trong đó:

- Q_s : Số lượng tấm pin mặt trời (Solar's Quantity)
- $S_{\text{nàh}}$: Diện tích phần mái nhà khảo sát được
- S_{solar} : Diện tích của một tấm pin mặt trời (kích thước tiêu chuẩn của một tấm pin mặt trời là $2 \times 1\text{m} = 2\text{m}^2$)

Với $S_{\text{mái khu D}} = 620\text{m}^2$

- Số tấm pin tối đa có thể lắp đặt trên mái nhà khu D (chưa trừ các phần phát sinh) là:

$$Q_s = \frac{S_{\text{mái}}}{S_{\text{solar}}} = \frac{620}{2} = 310 \text{ tấm} \approx 156 \text{ tấm/1 nửa mái nhà}$$

- ❖ Dự theo tình hình kinh tế của trường và quy mô của một dự án mang hình thức nghiên cứu, nhóm chúng em quyết định chỉ sử dụng 1 nửa phần mái nhà (phần mái có hướng đón nắng tốt nhất) để tính toán cho hệ thống này.

Phương án bố trí pin trên mái nhà khu D:

- ❖ Qua quá trình khảo sát, tính toán nhóm chúng em đã tiến hành lên phương án bố trí các tấm pin trên phần mái nhà khu D như sau:
 - **Diện tích của một nửa mái nhà khu D: $S_{\text{mái khu D}} = 310\text{m}^2$ ($31 \times 10\text{m}$)**
 - 🚧 Các tấm pin sẽ được lắp dọc theo chiều dốc của mái nhà, từ các mép của phần mái tôn cách vào bên trong 50cm (0.5m).
 - **Ta có diện tích mái được sử dụng là: $S_u = 270\text{m}^2$ ($30 \times 9\text{m}$)**

✚ Với kích thước tiêu chuẩn của một tấm pin mặt trời là $2 * 1\text{m} = 2\text{m}^2$. Ta ngăn đôi phần mái là 2 nửa bằng lối đi rộng 1m ($S_{ld} = 1 * 30 = 30\text{m}^2$), suy ra:

- Diện tích lắp đặt tấm pin thực tế là: $S_u^* = S_u - S_{ld} = 270 - 30 = 240\text{m}^2$
- Vậy ta có tổng số tấm pin mặt trời được sử dụng trong hệ thống là:

$$Q_s^* = \frac{S_u^*}{S_{\text{solar}}} = \frac{240}{2} = 120 \text{ tấm pin NLMT}$$

- KL: Tổng số tấm pin dùng cho hệ thống là 120 tấm pin chia làm 4 hàng được chia làm hai nửa bằng một lối đi chuyển. Mỗi hàng gồm 30 tấm pin lắp cạnh nhau.

4.1.2. Lựa chọn tấm pin NLMT cho hệ thống

- ❖ Trên thị trường hiện nay, pin Mono và pin Poly là hai loại pin phổ biến và được ưu chuộng nhiều nhất. Mỗi loại đều mang lại hiệu quả khác nhau ở từng khu vực. Dưới đây là bảng đánh giá chung về các đặc điểm nổi bật của hai loại pin.

Bảng 5: So sánh các đặc điểm của pin Mono và pin Poly

Tiêu chí so sánh	Pin Mono	Pin Poly
Giá thành	Giá thành cao do sử dụng chủ yếu silic dạng ống, tinh khiết	Ít tốn kém hơn
Hiệu suất	Cao (được khuyến dùng ở khu vực có mật độ và cường độ ánh sáng kém)	Kém hơn Mono (được khuyến dùng ở các khu vực thuộc vùng nhiệt đới, nắng nóng quanh năm).
Nhận dạng	Màu đen, giữa các tế bào có khoảng trống màu trắng	Màu xanh hoặc xanh dương đậm
Tuổi thọ	Trên 25 năm	Trên 25 năm

- ❖ Pin mono vượt trội hơn poly ở hiệu suất tối ưu trong điều kiện vùng có bức xạ mặt trời yếu (khoảng 3.8 - 4.1kWh/m2/ngày).
- ❖ Do đặc điểm pin mono có những khoảng trống giữa các cell, còn poly thì như một khối liền nhau, nên với tấm pin có cùng diện tích, thì sản lượng điện cho ra giữa mono và poly là như nhau.
- ❖ Mà với đặc thù miền Nam Việt Nam là khu vực có cường độ bức xạ mặt trời cao nhất cả nước (từ 4.8 – 5.6kWh/m2/ngày), nằm trong vùng đặc trưng của

khí hậu nhiệt đới gió mùa và cận xích đạo nên lượng nắng dồi dào, thời gian bức xạ dài, nhiệt độ cao.

- ❖ Ở khu vực có bức xạ mặt trời cao như ở miền Nam cộng với suy giảm hiệu suất do nhiệt độ, thì tổng hiệu suất của Poly và Mono chênh lệch rất thấp, ngoài ra khi so với chi phí đầu vào cho hệ thống thì sử dụng poly hoàn toàn có lợi hơn. Vì thế, khu vực miền Nam Việt Nam nên dùng tấm pin năng lượng mặt trời Poly thay vì pin Mono.
- ❖ Sau một thời gian nghiên cứu và tìm hiểu, nhóm chúng em đã quyết định lựa chọn loại pin Poly của hãng **Canadian Solar**. Đây là nhà cung cấp các sản phẩm về năng lượng mặt trời với sự phát triển lớn mạnh của nhiều chi nhánh tại 20 quốc gia trên toàn cầu. Bên cạnh là nhà sản xuất hàng đầu các tấm pin và giải pháp về năng lượng mặt trời. Chất lượng sản phẩm của Canadian Solar được kiểm định nghiêm ngặt, cam kết đảm bảo hiệu suất >80% trong 25 năm. Tấm pin năng lượng mặt trời của Canadian Solar được sản xuất bởi công nghệ gia công bằng robot 100% tăng độ hoàn thiện của sản phẩm, giảm khấu hao hiệu suất của tấm pin, khung nhôm, mạ anod, có khả năng chịu tải trọng gió 2400 Pa. Công kết nối T4 an toàn, chống nước và chịu lực căng vượt trội. Hộp nối dây được bảo vệ IP67, vận hành trong mọi điều kiện thời tiết.
- ❖ Sau khi tra cứu catalogue của hãng **Canadian Solar**, cùng với kích thước tiêu chuẩn $2m^2$ cho một tấm pin thì chúng em đã lựa chọn: **“Tấm pin NLMT KuMax high efficiency poly module CS3U - 395P”** để sử dụng cho hệ thống pin quang điện kết lưới cho khu D của trường.
- ❖ Một vài thông số cơ bản của tấm pin **KuMax high efficiency poly module CS3U - 395P** được liệt kê trong bảng dưới đây (tham khảo thêm ở “Phụ lục 1: *Data Sheet CS3U*”):

Bảng 6: Các thông số kỹ thuật của tấm pin NLMT CS3U - 395P

Công suất cực đại (P_{max})	395 W
Điện áp tại điểm công suất đỉnh (V_{mp})	38.5 V
Dòng điện tại công suất đỉnh (I_{mp})	10.26 A
Điện áp hở mạch (V_{oc})	47.0 V
Dòng điện ngắn mạch (I_{sc})	10.82 A
Hiệu suất quang năng mô-dun	17.88%

4.2. Lên phương án đấu nối các tấm pin và tính toán các thông số trong hệ thống

- ❖ Sau khi thảo luận và thống nhất ý kiến, nhóm chúng em quyết định:
 - ✚ Chia 120 tấm pin NLMT thành chia thành 8 String khác nhau, mỗi String bao gồm 15 tấm pin được mắc nối tiếp với nhau. Các String được nối về tủ điện qua các thiết bị bảo vệ (CB DC, chống sét lan truyền DC) trước khi đi đến ngõ vào của Inverter.
 - ✚ Ngõ ra của Inverter được nối qua MCCB trước khi được hòa vào lưới điện. Tủ điện được đặt tại tầng 7 khu D nhằm rút ngắn lượng dây dẫn DC từ dàn pin NLMT.
 - ✚ Từ MCCB, đường dẫn AC được kéo xuống hầm khu D để hòa lưới tại tủ điện tổng của khu D.
- ❖ *(Phương án đấu nối được thể hiện đầy đủ trong “bản vẽ HITC.0421.05 - Sơ đồ nguyên lý của hệ thống”)*
- ❖ Từ đây ta tính được các thông số cho toàn bộ hệ thống như sau:
 - ✚ Tổng công suất các tấm pin: $P_{\text{tổng}} = 120 * 395 = 47400(\text{Wp}) = 47.4(\text{kWp})$
 - ✚ Điện áp trên một String là: $V_{\text{mp}} = 15 * 38.5 = 577.5 (\text{V})$
 - ✚ Dòng điện trên một String là: $I_{\text{mp}} = 10.26 (\text{A})$

4.3. Lựa chọn Inverter hòa lưới cho hệ thống

Việc lựa chọn một inverter hòa lưới là điều vô cùng quan trọng, nó sẽ quyết định chất lượng điện năng của cả hệ thống khi được đưa vào vận hành sau này. Để chọn được một inverter phù hợp, chúng ta cần chú ý một vài yếu tố sau:

a. Công suất của Inverter hòa lưới:

- ❖ Để hệ thống vận hành tốt thì bộ inverter có công suất lớn hơn công suất mà hệ pin NLMT có thể sản sinh ra cho hệ thống Thường được chọn bằng khoảng 125% công suất hệ pin NLMT. Đối với hệ solar kết nối vào lưới điện, ta không cần ắc quy, vì vậy điện áp vào danh định của inverter phải phù hợp với điện áp vào danh định của hệ pin NLMT.
- ❖ Từ đây ta suy ra: Công suất Inverter cần lựa chọn cho hệ thống pin quang điện kết lưới khu D của trường Cao Đẳng Công Thương là:

$$P_{\text{inverter}} = P_{\text{tổng}} * 125\% = 47.7 * 125\% = 59.25 (\text{kW}) \approx 60\text{kW}$$

b. Hiệu suất của Inverter hòa lưới:

- ❖ Đây thường là điều nên nghĩ đến đầu tiên khi chọn Inverter hòa lưới. Để tối ưu hóa sản xuất điện mặt trời, hiệu suất cao nhất của Inverter hòa lưới phải càng gần 100% càng tốt. Sự tổn hao năng lượng điện trong quá trình chuyển đổi DC/AC làm ảnh hưởng tới hiệu suất của inverter hòa lưới. Những bộ Inverter hòa lưới hàng đầu của ngành công nghiệp đạt được mức hiệu suất từ 98% với loại 3 pha và 96% trở lên với loại 1 pha.

c. Độ bền

- ❖ Là yêu cầu quan trọng khi lựa chọn Inverter hòa lưới. Khi nói đến việc đánh giá độ bền, tốt nhất là kiểm tra inverter lưới chịu được các điều kiện thời tiết, ăn mòn, và chống bụi, chống nước ở mức IP65. Vị trí địa lý của hệ điện mặt trời nên được xem xét tiếp theo. Ở độ cao quá lớn Inverter có thể không hoạt động hoặc hoạt động không ổn định. Inverter hòa lưới phải hoạt động tốt với sự thay đổi của nhiệt độ. Inverter hòa lưới PV hàng đầu có thể chịu được các phạm vi nhiệt độ môi trường từ -25 ° C đến 65 ° C.

d. Kết nối

- ❖ Khi các bộ Inverter hòa lưới trở nên thông minh hơn và kết nối nhiều hơn, nhu cầu về công nghệ như vậy sẽ tiếp tục tăng lên.
- ❖ Kết nối cho phép các bên liên quan dễ dàng kiểm tra việc giám sát hệ thống và sản lượng đầu ra AC từ Inverter hòa lưới bởi các thiết bị thông minh kết nối internet. Thậm chí có thể báo động Inverter hòa lưới đạt đến ngưỡng nhiệt độ. Hoặc cảnh báo khi xảy ra hiện tượng bất thường. Vì Inverter hòa lưới được kết nối với đám mây, các chuyên gia O & M năng lượng mặt trời có thể chẩn đoán hệ thống từ xa. Điều này hữu ích cho cả người dùng thương mại và dân cư.
- ❖ Giao thức kết nối tầm gần Bluetooth cũng giúp việc theo dõi thông tin/ sản lượng điện của hệ thống bằng màn hình của thiết bị di động. Khách hàng theo dõi một cách trực quan hơn, đa thông tin hơn mà vẫn đáp ứng nhu cầu giám sát thời gian thực.

Trong những năm gần đây, công nghệ sản xuất Inverter ngày càng tiên tiến và hiện đại, có rất nhiều loại Inverter trên thị trường. Tuy nhiên nếu xét về khía cạnh kỹ thuật, Inverter đều có các thông số chung về ngõ vào DC và ngõ ra AC. Bên cạnh đó là các tiêu chuẩn kỹ thuật tương đối giống nhau. Nhưng sẽ có những sự khác biệt đặc trưng

về mặt kỹ thuật khác nhau cho từng thương hiệu inverter năng lượng mặt trời như: SMA, Growatt, Sunway, Sungrow, Kehua, INVT... Bảng đánh giá dưới đây là quá trình khảo sát của nhóm chúng em về các nhà sản xuất Inverter nổi tiếng hiện nay.

Bảng 7: Đánh giá chung về các nhà sản xuất Inverter hiện nay:

STT	Thương hiệu inverter	Xuất xứ	Đánh giá sản phẩm	Phân khúc giá
1	SMA	Đức	Hàng cao cấp	Rất cao
2	Fronius	Áo	Hàng cao cấp	Rất cao
3	SolarEdge	Úc	Hàng cao cấp	Cao
4	ABB	Ý	Hàng cao cấp	Cao
5	Huawei	Trung Quốc	Hàng trung cấp	Tầm trung
6	Sungrow	Trung Quốc	Hàng trung cấp	Tầm trung
7	Growatt	Trung Quốc	Hàng trung cấp	Tầm trung
8	INVT	Trung Quốc	Hàng trung cấp	Tầm trung

- ❖ Sau khi tìm hiểu về các nhà sản xuất Inverter trên thì chúng em thống nhất lựa chọn Inverter của hãng **Huawei** cho hệ thống pin quang điện kết lưới khu D của trường. Đây nhà cung cấp giải pháp năng lượng mạng hàng đầu toàn cầu, phục vụ hơn một phần ba dân số thế giới. Với hơn 194.000 nhân viên và hoạt động tại hơn 170 quốc gia và khu vực, phục vụ hơn ba tỷ người trên toàn thế giới, Huawei đã đang và luôn tiếp tục đổi mới dựa trên nhu cầu của khách hàng và cam kết nâng cao trải nghiệm cho khách hàng và mang lại giá trị tối đa.
- ❖ Ông lớn về công nghệ **Huawei** của Trung Quốc đã xông vào thị trường năng lượng mặt trời dân dụng năm 2018 với một biến tần năng lượng mặt trời nhỏ gọn, nhẹ với nhiều tính năng. Do khối lượng lớn bộ biến tần thương mại được bán trên toàn cầu, **Huawei** hiện là nhà sản xuất bộ biến tần mặt trời lớn nhất toàn cầu và đã đầu tư hàng tỷ đô la vào nghiên cứu và phát triển trong thập kỷ qua.
- ❖ Có mặt trên các thị trường năng lượng mặt trời thế giới, Huawei cung cấp inverter và các sản phẩm năng lượng mặt trời khác với công nghệ quản lý thông minh minh được số hóa hoàn toàn cùng độ an toàn và đáng tin cậy. Huawei trở thành lựa chọn ưu tiên cho các nhà đầu tư và nhà phát triển trên toàn thế giới

khi được xếp hạng số 1 trên thế giới về sản phẩm inverter từ năm 2015 đến 2019.

- ❖ Sau khi tra catalogue của hãng **Huawei**, với công suất 60kW và thể hệ máy hòa lưới 3 pha hiện tại của hãng tại Việt Nam, thì chúng em đã lựa chọn mẫu Inverter “**SUN2000-60KTL-M0**” cho hệ thống.
- ❖ Một vài thông tin cơ bản của mẫu Inverter: “**SUN2000-60KTL-M0**” được liệt kê trong bảng dưới đây (*tham khảo thêm ở “Phụ lục 2: Data Sheet SUN2000-60KTL-M0*):

Bảng 8: Thông số của Inverter Huawei SUN2000-60KTL-M0:

Điện áp đầu ra	220/230/380/400/480V
Số MTTP/String	6/12
Công suất đầu ra AC	60000 (W)
Dòng điện đầu ra tối đa	100A @380V
Tần số	50/60Hz
Hiệu suất	98,7% @ 380V/ 400V
Làm mát	Đối lưu tự nhiên
Khối lượng	74kg
Chuẩn chống bụi, chống nước	IP65
Kích thước (WxHxD)	1075x555x300 (mm)
Kết nối	Wifi, RS485, GPRS

4.4. Lựa chọn dây dẫn và thiết bị đóng cắt cho hệ thống.

4.4.1. Chọn dây dẫn cho hệ thống

a. Dây dẫn DC

- ❖ Với dòng điện cho các đường dẫn DC nối đến Inverter: $I_{in} = 10,26$ (A) và quy chuẩn đi dây trong catalogue của tấm pin NLMT:
 Hệ thống pin NLMT đến bộ hòa lưới (Inverter) sử dụng dây đồng bọc CXV có $S_{DC} = 4\text{mm}^2$. Dây dẫn được bảo vệ trong ống nhựa luồn dây điện tròn cứng loại thích hợp Ø20, Ø40.



Hình 11: Đầu kết nối MC4

🔧 Sử dụng đầu kết nối MC4 (đầu MC4 1-1; đầu MC4 2-1) để kết nối các tấm pin và Inverter lại với nhau.

b. Dây dẫn AC

- ❖ Tủ bộ hòa lưới đến tủ điện AC và từ tủ điện AC đến MCCB, lưới điện hạ thế sử dụng dây đồng bọc cách điện(3P + N + 1PE).
- ❖ Với Dòng điện ngõ ra của Inverter: $I_{out} = 100A$. Ta chọn dây cáp đồng có tiết diện $S_{AC} = 25mm^2$ cho hệ thống.
- ❖ Dây dẫn được bảo vệ trong ống gen đi dây điện, dây dẫn phía sau MCCB AC được bảo vệ trong ống nhựa luồn dây điện tròn cứng loại thích hợp $\varnothing 60$ đến lưới điện hạ thế.

4.4.2. Lựa chọn thiết bị đóng cắt và chống sét lan truyền cho hệ thống

a. Chọn CB, MCCB

- ❖ Với 1 String: $I_{mp} = 10.26$ (A) và $V_{mp} = 577.5$ (V). Ta chọn CB một chiều 16A, 1000VDC. Chọn CB DC 4P ETEK - EKM1-63DC-4C16 để đóng cắt DC cho các String.
- ❖ Đối với nhánh AC (MCCB tại ngõ ra của Inverter): $I_{out} = 100A$. Ta chọn MCCB LS ABN 203C 3P, 100A để đóng cắt nguồn AC của ngõ ra Inverter.

b. Chọn thiết bị chống sét lan truyền

- ❖ Để chống sét lan truyền từ dây nguồn AC nối ra lưới và các tải tiêu thụ, cần lắp đặt hệ thống cắt lọc sét trước khi đấu nối vào inverter. Các đặc tính yêu cầu cụ thể như sau:

Bảng 9: Đặc tính yêu cầu của thiết bị chống sét lan truyền DC

STT	Đặc tính	Yêu cầu
1	Điện áp danh định của lưới lắp van (V):	380
2	Điện áp làm việc cho phép lớn nhất của van (V):	550
3	Xung tổng (8/20 μ s)	90 kA
4	Mức điện áp bảo vệ	$\leq 1,3kV$
5	Thời gian đáp ứng	$\leq 25ns$
6	Độ kín	IP 65

- ❖ Chống sét cho hệ thống tối thiểu phải bao gồm các thiết bị sau:

🔧 Thiết bị bảo vệ nguồn điện trước bộ đổi điện DC/AC (sau pin NLMT).

✚ Thiết bị bảo vệ nguồn điện tại tủ phân phối nguồn tải (trước bộ chuyển



Hình 12: Bộ chống sét lan truyền DC và AC

nguồn AC).

- ❖ **Đối với DC:** Chọn thiết bị chống sét lan truyền DC 3P của FEEO cho 4 đường dẫn DC đi vào Inverter.
- ❖ **Đối với AC:** Chọn thiết bị chống sét lan truyền AC 3P + N của Schneider cho đường dẫn AC đi đến lưới điện hạ thế.

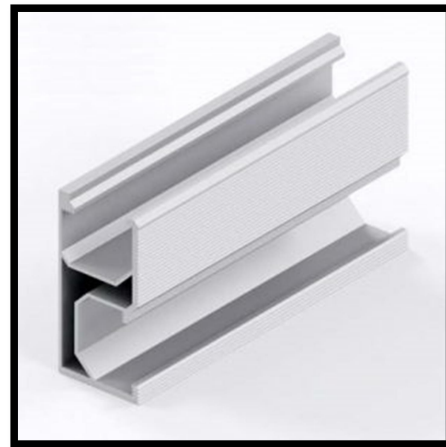
4.5. Giàn khung đỡ cho các tấm pin NLMT trên mái nhà khu D của trường

4.5.1. Chọn giàn khung đỡ phù hợp với hệ thống

- ❖ Tùy thuộc vào hình dáng của mái để có phương án thi công phù hợp, lắp nghiêng từ $10^0 - 15^0$. Đối với phần mái nhà khu D, đây là phần mái tôn và có sẵn độ nghiêng nên ta sử dụng hệ thống giàn khung bắt trực tiếp vào phần mái nhà.
- ❖ Hệ thống giàn khung của một hệ thống pin NLMT lắp trên mái nhà khu D của trường bao gồm các thành phần sau:

a. Thanh rail nhôm

- ❖ Đây là thành phần quan trọng nhất của giàn khung đỡ các tấm pin NLMT. Các thanh rail được lắp vuông góc với các xà gồ của mái nhà.
- ❖ Các thanh rail có nhiệm vụ đỡ tấm pin giúp tấm pin giữ nguyên vị trí và hướng đón nắng khi lắp trên mái.
- ❖ Hiện nay được chế tạo bằng chất liệu



Hình 13: Thanh rail nhôm

nhôm, rất nhẹ, dễ thi công và có lớp oxit nhôm bảo vệ bên ngoài chống ăn mòn giúp cho giàn khung có tuổi thọ trong quá trình sử dụng.

- ❖ Khoảng cách giữa 2 thanh rail trên một tấm pin là 1m (đối với tấm pin kích thước 1650×992) và 1,2m (đối với tấm pin kích thước 2000×992).

b. Thanh nối rail

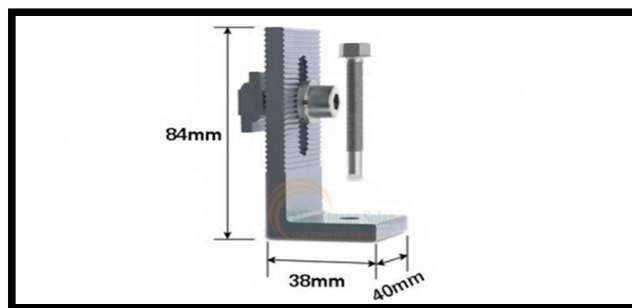
- ❖ Chiều dài của các thanh rail nhôm là có hạn (2.1m hoặc 4.2m). Vì vậy cho nên cần có thêm các thanh nối rail dùng để nối liền 2 thanh nhôm lại giúp tăng chiều dài thanh rail khi lắp giàn khung trên mái nhà.



Hình 14: Thanh nối rail nhôm

c. Chân L mái tôn

- ❖ Chân L mái tôn được dùng để cố định các thanh rail nhôm lên mái nhà. Chân L được bắt trên sóng cao của mái tôn có phần cao su ngăn dột mái, khoảng cách giữa hai chân L phải nhỏ hơn 1,6m.
- ❖ Chân L được làm bằng nhôm với độ bền cao, chống ăn mòn tốt, có thể chịu



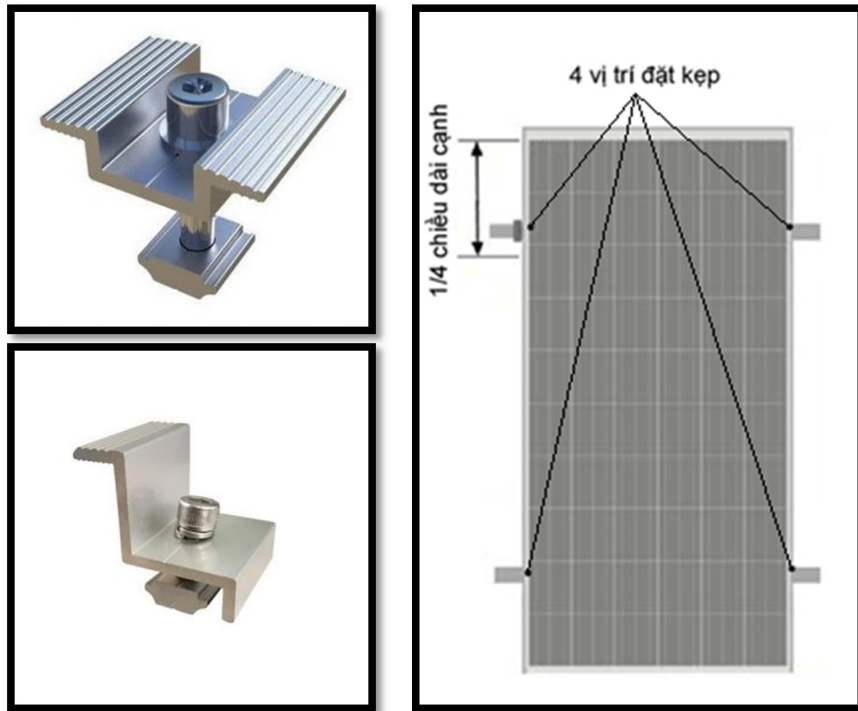
Hình 15: Chân L mái tôn

được sức gió 60m/s và lực tác động 1400N/m².

d. Kẹp giữa (Chốt giữa) và kẹp biên (Chốt cuối)

- ❖ Các tấm pin NLMT được lắp trên các thanh rail nhôm và được cố định với nhau bằng các chốt kẹp. Giữa các tấm pin sẽ được cố định bằng các kẹp giữa, 2 biên của các tấm pin được cố định bằng các kẹp biên.
- ❖ Kẹp giữa và kẹp biên khá nhỏ gọn và tiện lợi cho việc thi công, chúng được làm bằng nhôm công nghiệp có tuổi thọ cao (nhôm AL – 6005S) cùng với độ giãn

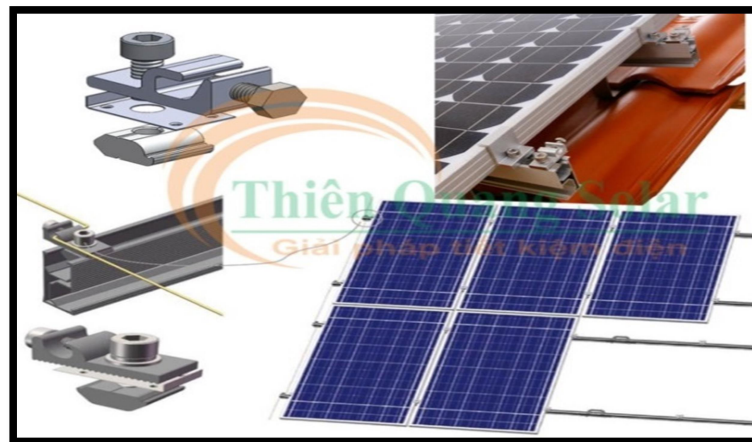
nở thấp giúp cho sự kết nối giữa các tấm pin NLMT không bị quá chặt, không gây biến dạng khung dẫn đến rạn kính các tấm pin NLMT



Hình 16: Chốt kẹp giữa và chốt kẹp biên của giàn khung đỡ

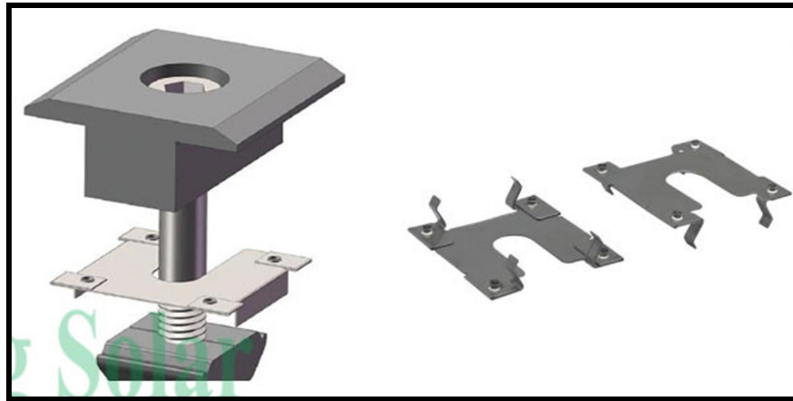
e. Kẹp tiếp địa

- ❖ Trong khu vực thường xuyên bị sét đánh việc không nối tiếp địa cho các thiết bị như Inverter, tấm pin năng lượng mặt trời, thiết bị chống sét DC và AC khi bị sét đánh trúng dễ bị hư hỏng các thiết bị, tệ hơn là có thể gây ra hỏa hoạn cho công trình. Vì vậy cho nên Hệ thống NLMT phải được đấu nối tiếp địa đúng cách. Điều này sẽ giúp bảo vệ được tấm pin và hệ thống an toàn giúp bạn tiết kiệm được nhiều chi phí bảo trì, bảo hành.



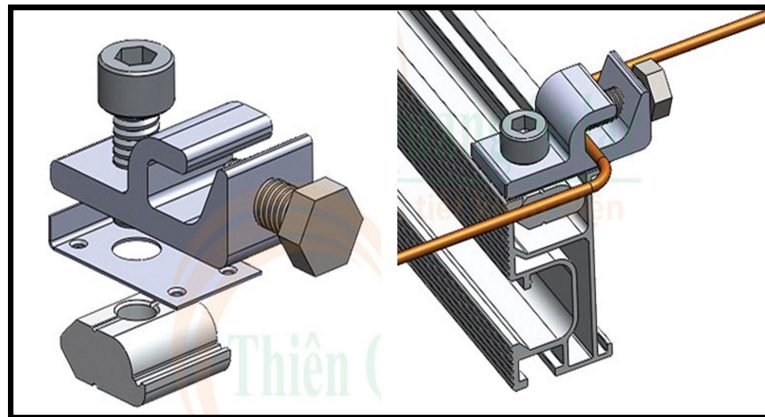
Hình 17: Tiếp địa cho hệ thống pin NLMT

- ❖ Tiếp địa khung nhôm pin năng lượng mặt trời bao gồm kẹp tiếp địa tấm pin và kẹp tiếp địa thanh rail được nối bởi dây cáp đồng trần sau đó dẫn tới cọc tiếp địa.
- ✚ Miếng tiếp địa được đặt dưới kẹp giữa của 2 tấm pin năng lượng mặt trời và siết chặt kẹp giữa của 2 tấm pin lại, Miếng tiếp địa được tiếp xúc giữa phần khung nhôm của tấm pin năng lượng mặt trời và thanh rail.



Hình 18: Miếng tiếp địa các tấm pin NLMT

- ✚ Kẹp tiếp địa thanh rail được lắp dây cuối cùng của hệ pin năng lượng mặt trời, hai dây pin năng lượng mặt trời được nối lại với nhau bằng dây cáp



Hình 19: Kẹp tiếp địa thanh rail

đồng trần, sau đó dây đồng trần được nối với cọc tiếp địa.

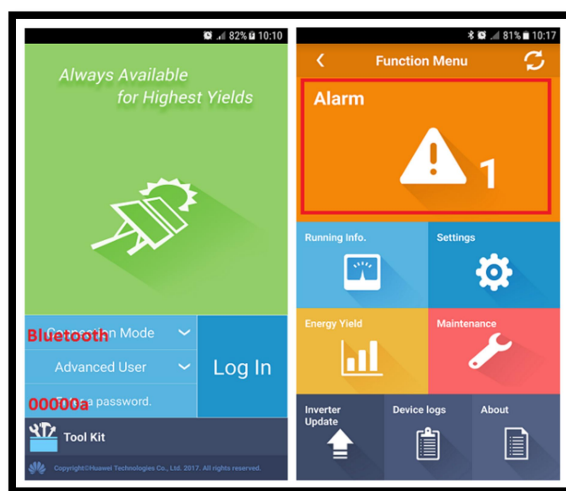
4.5.2. Các lưu ý khi thi công hệ thống pin mặt trời gắn cố định trên mái.

- ❖ Để khoảng hở tối thiểu 115mm cách mái.
- ❖ Các module cách nhau ít nhất 10mm.
- ❖ Khi lắp không được làm chặn các lỗ thoát nước của module.
- ❖ Thi công phải đảm bảo chịu được gió, bão, và không chịu lực quá mức do giãn nở nhiệt.

- ❖ Vật liệu thép mạ kẽm nhúng nóng hoặc vật liệu thép mạ kẽm tránh gây ăn mòn cho khung đỡ pin dưới sự tác động trực tiếp nắng, mưa bên ngoài.
- ❖ Siết các module bằng bu lông inox M8, siết với lực từ 16 – 20 N.m. Sử dụng long đèn phẳng và long đèn vênh như hình dưới.
- ❖ Dùng ít nhất 4 kẹp cố định khung có độ dày từ 7-10 mm.
- ❖ Kẹp không được tiếp xúc với mặt kính và làm biến dạng khung.
- ❖ Kẹp thiết kế với bu lông M8 được siết với lực từ 16-20 N.m.
- ❖ Khi lắp đặt pin mặt trời có thể sinh ra điện áp DC ở mức nguy hiểm, do đó cần đảm bảo cách điện, hạn chế đeo trang sức bằng kim loại, cần sử dụng găng tay và giày bảo hộ.
 - ✚ Không đứng lên pin làm vỡ hoặc xước bề mặt kính.
 - ✚ Không sử dụng các tấm module bị vỡ.
 - ✚ Không tháo rời các tấm hoặc loại bỏ bất kỳ phần nào của module.
 - ✚ Không lắp đặt khi các module bị ướt hoặc trong điều kiện có gió lớn.
 - ✚ Đảm bảo tất cả các kết nối không bị hở mạch, gây nguy cơ hỏa hoạn và điện giật.

4.6. Phần mềm quản lí hệ thống pin quang điện kết lưới giảng đường khu D của trường.

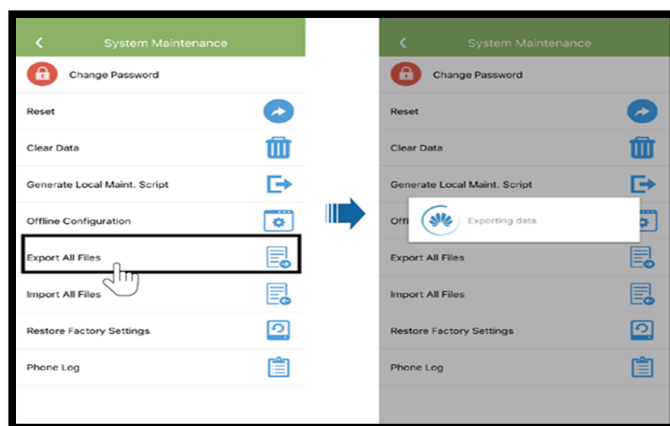
- ❖ Sau khi lắp đặt hệ thống, ta tiến hành kết nối Inverter với điện thoại thông qua phần mềm giám sát SUN2000 của Huawei. Ngoài ra ta có thể dùng công theo dõi trực tuyến FusionSolar để theo dõi quá trình hoạt động của hệ thống.
- ❖ SUN2000 là một phần mềm ứng dụng di động để giao tiếp tới chức năng thông qua Bluetooth



Hình 20: Giao diện chính của ứng dụng SUN2000

cho báo động truy vấn, các thông số cấu hình, log tải về, kiểm tra đột xuất, kiểm tra, DC trong Detection, firmware nâng cấp chức năng bảo dưỡng định kỳ, có trọng lượng nhẹ nền tảng duy trì gần.

- ❖ Dễ dàng hoạt động duyệt báo động, quản lý lỗi, vận hành và bảo trì để nâng cao năng suất người dùng. cơ chế truy vấn báo lịch sử linh hoạt để tạo điều kiện cho các yêu cầu của khách hàng lịch sử sức khỏe thiết bị. Cho phép xuất file báo cáo về tình hình, thông số và sản lượng của hệ thống theo thời gian.



Hình 21: Xuất file báo cáo chi tiết về hệ thống ngay trên smartphone

- ❖ Nhận vị trí lỗi nhanh chóng, dễ dàng của nhân viên bảo trì để nhanh chóng xác định vị trí lỗi, các biện pháp ứng phó kịp thời. Kiểm tra tín hiệu thiết bị đầu cuối tại chỗ kiểm tra và đảm bảo rằng giá trị bảo vệ của relay AC bằng với giá trị bảo vệ cài sẵn. Kiểm tra an toàn hệ thống dây điện trước khi khởi động máy để tránh tai nạn an toàn xảy ra.



Hình 22: Biểu đồ sản lượng điện năng của hệ thống pin NLMT kết lưới trên ứng dụng

4.7. Tính toán chi phí đầu tư cho hệ thống

4.7.1. Bảng khối lượng vật tư thiết bị của hệ thống

- ❖ Các thiết bị và vật tư được sử dụng trong hệ thống pin quang điện kết lưới khu D của trường được liệt kê đầy đủ trong bảng dưới đây. Các số liệu của các thiết bị được lấy theo catalogue của nhà sản xuất.
- ❖ Giá thành của các thiết bị và phụ kiện được nhóm chúng em tham khảo từ nhiều nhà phân phối khác nhau để lấy được giá chính xác và đồng đều theo mặt bằng chung hiện nay:

Bảng 10: Thống kê thiết bị sử dụng trong hệ thống pin quang điện kết lưới khu D

TT	Tên Thiết bị	Nhà sản xuất	Thông tin sản phẩm	ĐVT	SL	Đơn giá (VNĐ)	Thành tiền (VNĐ)
1	Pin NLMT	Canadian	CS3U - 395P	Tấm	120	3,500,000	420,000,000
2	Inverter	Huawei	SUN2000 - 60KL - M0	Cái	1	75,000,000	75,000,000
3	Đầu nối MC4	Leader	Đầu nối đơn	Bộ	50	15,000	750,000
4	Dây cáp điện AC	Cadivi	CXV - 25 0,6/1kV (Đen)	Mét	200	106,000	21,200,000
			CXV - 25 0,6/1kV (vàng sọc xanh)	Mét	10	105,314	1,053,140
			CXV - 16 0,6/1kV (Đen)	Mét	70	67,963	4,757,410
			TK 25 (tiếp địa pin)	Mét	17	15,389	261,613
			CV - 4 0,6/1kV (vàng sọc xanh)	Mét	1	13,500	13,500
5	Dây đèn báo pha		VCm - 1.0	Mét	10	4,609	46,090
6	Thanh trung tính nối đất	Gama	E9610 (10P)	Cái	2	19,800	39,600

7	Gối đỡ		SM - 25	Cái	4	6,000	24,000
8	Dây cáp điện DC	Cadivi	Đỏ (H1Z2Z2-K- 4-1,5kVDC)	Mét	150	24,970	3,745,500
			Đen (H1Z2Z2-K-4-1,5kVDC)	Mét	150	24,970	3,745,500
9	MCCB 3P 3 pha	LS	ABN 203C 100A 30kA 3P	Cái	1	1,355,000	1,355,000
10	CB DC	ETEK	EKM1-63DC-4C16	Cái	8	450,000	3,600,000
11	Chống sét DC	FEEO	ETEK - EKU4-20Z-2-1000	Cái	8	555,000	4,440,000
12	Chống sét AC	Schneider	EZ9L33745 45kA 3P+N	Cái	1	928,000	928,000
13	Đèn báo pha	Hanyoung	MRP-RA0R 100-240V 22mm (Đỏ)	Cái	1	40,000	40,000
			MRP-RA0Y 100-240V 22mm (Vàng)	Cái	1	40,000	40,000
			MRP-RA0G 100-240V 22mm (Xanh)	Cái	1	40,000	40,000
14	Thanh Rail nhôm	OEM	AL6063-T5 (44x26x4200mm)	Cái	61	320,000	19,520,000
15	Thanh nối rail		AL6063-T5 40mm	Cái	60	13,000	780,000
16	Chân L mái tôn		AL6063-T5 (40x85x6mm)	Bộ	200	18,000	3,600,000
17	Kẹp biên		AL6063-T5 40mm	Cái	20	9,000	180,000
18	Kẹp giữa		AL6005-T6 40mm	Cái	240	9,000	2,160,000
19	Kẹp tiếp địa		AL6063-T5	Cái	10	12,000	120,000
20	Miếng tiếp địa		AL6063-T5	Cái	120	4,000	480,000

21	Thanh rail đầu tủ	VN	1000mm x 35mm x 7mm	Thanh	2	25,000	50,000
22	máng tủ điện		1700x25mmx25mm	Thanh	1	50,000	50,000
23	Tủ điện		Tủ 2 lớp cửa, dày 2mm. (WxHxD) 600x800x250mm	Cái	1	2,200,000	2,200,000
24	Đầu Cose		SC16-8 (Cose ĐL)	Cái	20	4,500	90,000
			SC25-10 (Cose ĐL)	Cái	20	4,500	90,000
			SV 1.25-3 (Cose ĐK)	Bịch	1	40,000	40,000
			MDD 5.5 - 250	Bịch	2	43,000	86,000
25	Bọc đầu cose		Đỏ/Vàng/Xanh/Đen	Bịch	4	32,000	128,000
26	Bộ dụng cụ thi công Solar	kiểm, đồ vắn đầu nối,...	Bộ	1	950,000	950,000	
27	Keo chống dột	X'traseal	MC-201	Chai	2	50,000	100,000
28	Ống luồn dây điện	HDP	DPON112 (Lõi thép bọc nhựa PVC) phi 38	mét	50	35,000	1,750,000
			DPON100 (Lõi thép bọc nhựa PVC) phi 25	mét	50	21,000	1,050,000
29	Đầu bịt ống luồn dây điện		HNKB100	Cái	15	13,500	202,500
			HNKB112	Cái	5	15,600	78,000
Tổng cộng							574,783,853

4.7.2. Tính toán tổng chi phí đầu tư và phương án vay lãi suất ngân hàng

- ❖ Từ mục 4.7.1 ta đã có được chi phí cho các vật tư thiết bị được sử dụng trong hệ thống pin quang điện kết lưới giăng đường khu D của trường là: **574,783,853 (VNĐ) $\approx$ 575,000,000 (VNĐ).**
- ❖ Lấy trung bình với 1 công là 400,000 (VNĐ). Ta dự toán khoảng 100 công cho dự án thì ta có thể tính được chi phí thi công là: **400,000 * 100 = 40,000,000 (VNĐ).**
- ❖ Ngoài ra, ta cộng thêm chi phí phát sinh trong quá trình thi công bằng khoảng 25% nhân công là: **40,000,000 x 25% = 10,000,000 (VNĐ)**

Từ các khoảng chi phí trên ta có tổng chi phí đầu tư cho toàn bộ hệ thống pin quang điện kết lưới giăng đường khu D trường Cao Đẳng Công Thương TP. Hồ Chí Minh như sau:

$$575,000,000 \text{ (VTTB)} + 40,000,000 \text{ (CPNC)} + 10,000,000 \text{ (CPPS)} = 625,000,000$$

- ❖ Với tổng mức chi phí đầu tư như trên, ta chia làm 2 khoảng với 50% là vốn tự có và 50% vốn vay ngân hàng.
- ❖ Vốn vay ngân hàng: **625,000,000 x 50% = 312,500,000 (VNĐ).** Ta tính theo lãi suất vay ngân hàng trong thời gian 5 năm là khoảng là 6%/năm:

Bảng 11: Tính toán chi phí chi trả tiền vay ngân hàng trong 5 năm

Năm	Số dư đầu kỳ	Tiền Gốc	Tiền Lãi	Trả nợ trong kỳ	Nợ gốc cuối kỳ
Năm 1	312.500.000	62.500.000	18.750.000	81.250.000	250.000.000
Năm 2	250.000.000	62.500.000	15.000.000	77.500.000	187.500.000
Năm 3	187.500.000	62.500.000	11.250.000	73.750.000	125.000.000
Năm 4	125.000.000	62.500.000	7.500.000	70.000.000	62.500.000
Năm 5	62.500.000	62.500.000	3.750.000	66.250.000	0

4.8. Đánh giá hiệu quả kinh tế của hệ thống khi đưa vào vận hành.

4.8.1. Các quy định và quyết định ban hành của chính phủ

Để có thể đánh giá về hiệu quả kinh tế của hệ thống khi được đưa vào vận hành, chúng ta cần tìm hiểu kỹ các quy định của chính phủ về tình hình phát triển nguồn năng lượng mặt trời ở các quy định và quyết định như sau:

- ❖ Quyết định số 11/2017/QĐ-TTg ngày 11/4/2017 của TTg về cơ chế khuyến khích phát triển các dự án điện mặt trời tại VN.

- ❖ Thông tư 05/2019/TT-BTC ngày 11/3/2019 của Bộ Tài chính hướng dẫn mua bán điện mặt trời.
- ❖ Công văn số 1532/EVN-KD ngày 27/3/2019 của EVN về việc hướng dẫn thực hiện đối với các dự án điện mặt trời trên mái nhà.
- ❖ Tờ trình số 10170/TTr-BCT ngày 31/12/2019 của Bộ Công Thương về việc Dự thảo Quyết định của thủ tướng chính phủ về cơ chế khuyến khích phát triển điện năng lượng mặt trời tại Việt Nam.
- ❖ Công văn số 208/EVN SPC-KD ngày 08/1/2020 của EVN SPC về việc hướng dẫn thực hiện đối với các dự án điện mặt trời trên mái nhà.
- ❖ Quyết định số 13/2020/QĐ-TTg ngày 06/4/2020 của TTg về cơ chế khuyến khích phát triển các dự án điện mặt trời tại VN.

Tóm tắt các quy định trên:

- ❖ *Đối tượng điều chỉnh:* Dự án điện mặt trời lắp trên mái nhà hoặc gắn với công trình xây dựng do tổ chức hoặc cá nhân làm chủ đầu tư có đầu nối & bán điện lên lưới điện của EVN.
- ❖ ĐMTMN được thực hiện theo cơ chế bán điện theo 2 chiều giao & nhận bằng công tơ điện tử. Nghĩa là: ĐMTMN lắp vào hệ thống điện sẵn có của gia đình, hằng tháng nếu gia đình sử dụng không hết sản lượng điện phát ra thì sẽ đẩy lên lưới của ĐLực và trong vòng 7 ngày ĐLực phải thanh toán cho KH.
- ❖ Theo quyết định 13/2020/QĐ – TTg thì giá ĐLực thanh toán cho ĐMTMN: **8,38 Uscents/kWh** (lấy tỷ giá công bố của NHVN từ ngày 01/01 hằng năm) tức là khoảng **1.943đ/kWh**.
- ❖ Hiện tại khi chính phủ chưa có các chính sách mới để hỗ trợ cho các dự án điện NLMT mái nhà, vì vậy cho nên nhóm chúng em sẽ sử dụng giá thu mua tính đến cuối năm 2020 là **1943 VNĐ/ kWh** để tính toán thời gian hoàn vốn cho hệ thống pin quang điện kết lưới giảng đường khu D của trường.

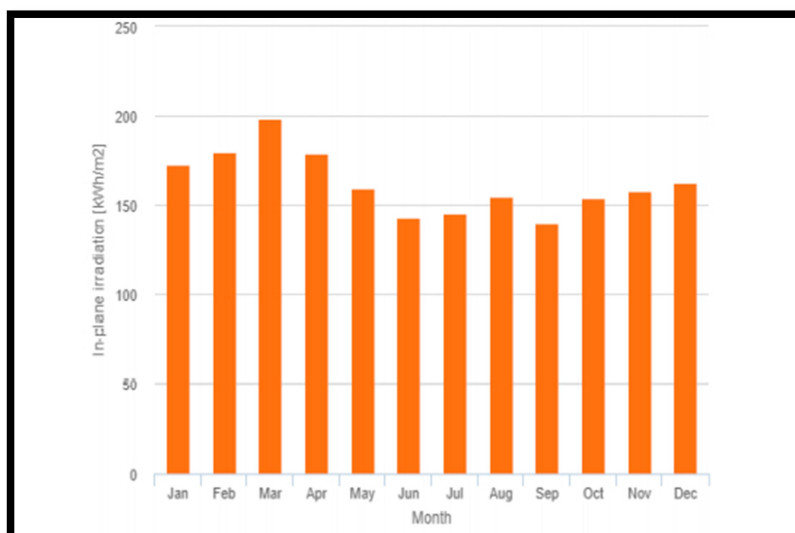
4.8.2. Tính toán sản lượng điện năng và khả năng hoàn vốn của hệ thống

- ❖ Nhóm chúng em đã thực hiện tính toán sản lượng mô phỏng bằng hệ thống PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM dựa theo tọa độ vị trí của trường Cao Đẳng Công Thương TP. Hồ Chí Minh và dữ liệu bức xạ mặt trời PVGIS – SARAHA để đưa ra kết quả về sản lượng điện năng của hệ thống (xem thêm tại “phụ lục 1: Mô phỏng tính toán sản lượng điện năng bằng photovoltaic geographical information system”).

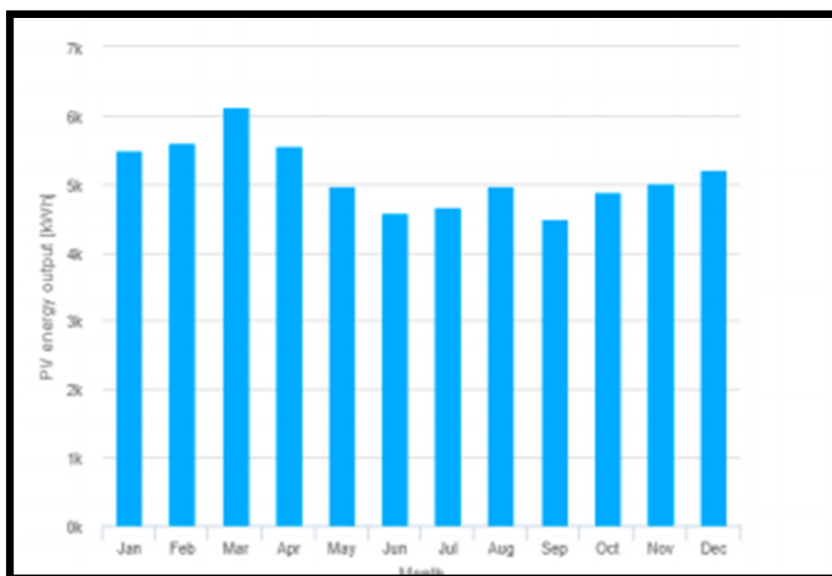
Simulation outputs	
Slope angle:	12 (opt) °
Azimuth angle:	-7 (opt) °
Yearly PV energy production:	61615.43 kWh
Yearly in-plane irradiation:	1947.89 kWh/m ²
Year-to-year variability:	2478.74 kWh
Changes in output due to:	
Angle of incidence:	-2.71 %
Spectral effects:	0.86 %
Temperature and low irradiance:	-14.99 %
Total loss:	-33.27 %

Hình 23: Số liệu tính toán từ PVGIS

- ❖ Kết quả tính toán bằng PVGIS cho thấy sản lượng trung bình năm của hệ thống là **61615.43 kWh/năm**, với lượng bức xạ mặt trời là **1947.89 kWh/m²/năm**. Đây chỉ là số liệu được tính theo điều kiện tiêu chuẩn với góc nghiêng mái và phương độ tiêu chuẩn.



Hình 24: Biểu đồ bức xạ mặt trời của hệ thống được tính bằng PVGIS



Hình 25: Biểu đồ sản lượng điện năng của hệ thống được tính bằng PVGIS

- ❖ Dựa theo tình hình thực tế và tra cứu cataloge của hãng pin mặt trời Canadian Solar thì chúng em quyết định tính toán sản lượng điện năng mà hệ thống sản sinh ra theo công suất của các tấm pin theo điều kiện bình thường “NMOT” (bức xạ mặt trời là 800 W/m^2 , áp suất khí quyển 1.5 AM , nhiệt độ môi trường là 20°C , tốc độ gió 1 m/s).

Bảng 12: Các số liệu của hệ thống pin quang điện kết lưới giảng đường khu D

Công suất hệ thống (tính theo NMOT)	35.3 (kWp)
Tổng vốn đầu tư	625,000,000 (VNĐ)
Vốn tự có	312,500,000 (VNĐ) (50%)
Vốn vay	312,500,000 (VNĐ) (50%)
Thời gian khấu hao	20 năm
Cường độ bức xạ	4.85
Số ngày trong năm	365 ngày
Hiệu suất tấm PV suy giảm năm đầu tiên	2.5%
Hiệu suất tấm PV suy giảm từng năm	0.5%
Giá bán điện hàng năm	1,943 VNĐ
Tỷ lệ tăng giá điện hàng năm	0.1%
Thời hạn vay	5 năm
Lãi suất vay	6%

- ❖ Cùng với các số liệu thu thập được. Nhóm chúng em đã tiến hành tính toán và đưa ra kết quả tính toán trong bảng dưới. Đây là kết quả tính toán sản lượng và lợi nhuận thu được từ hệ thống sau khi đã trừ hết các chi phí Các thông số hiệu suất đều được lấy theo tấm pin khi hoạt động ở điều kiện bình thường nên trong thực tế sản lượng cho ra có thể cao hơn so với tính toán.

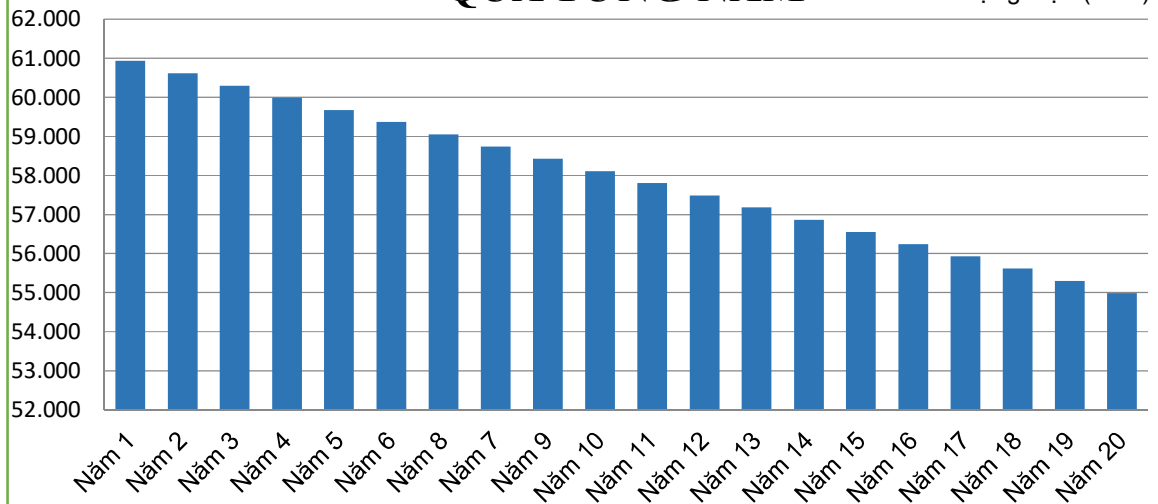
Bảng 13: Sản lượng thu được và khả năng hoàn vốn của hệ thống

Năm	Hiệu suất suy giảm PV	Sản lượng điện (kWh)	Giá bán bình quân (đ/kWh)	Doanh thu	Chi phí quản lý	Chi phí khác	Chi phí lãi vay + trả gốc	Tổng chi phí	Lợi nhuận	Hoàn vốn
Năm 1	97,50%	60.928	1.943	118.382.287	1.183.823	1.183.823	81.250.000	83.617.646	34.764.641	-277.735.359
Năm 2	97,00%	60.615	1.945	117.892.973	1.178.930	1.178.930	77.500.000	79.857.859	38.035.114	-239.700.245
Năm 3	96,50%	60.303	1.947	117.402.563	1.174.026	1.174.026	73.750.000	76.098.051	41.304.512	-198.395.734
Năm 4	96,00%	59.990	1.949	116.911.054	1.169.111	1.169.111	70.000.000	72.338.221	44.572.833	-153.822.901
Năm 5	95,50%	59.678	1.951	116.418.444	1.164.184	1.164.184	66.250.000	68.578.369	47.840.075	-105.982.826
Năm 6	95,00%	59.365	1.953	115.924.732	1.159.247	1.159.247	0	2.318.495	113.606.238	7.623.412
Năm 8	94,50%	59.053	1.955	115.429.917	1.154.299	1.154.299	0	2.308.598	113.121.318	120.744.730
Năm 7	94,00%	58.740	1.957	114.933.996	1.149.340	1.149.340	0	2.298.680	112.635.316	233.380.046
Năm 9	93,50%	58.428	1.959	114.436.967	1.144.370	1.144.370	0	2.288.739	112.148.228	345.528.274
Năm 10	93,00%	58.116	1.961	113.938.830	1.139.388	1.139.388	0	2.278.777	111.660.053	457.188.327

*Cách tính toán được thể hiện tại phụ lục 2: Công thức tính toán sản lượng và khả năng hoàn vốn của hệ thống.

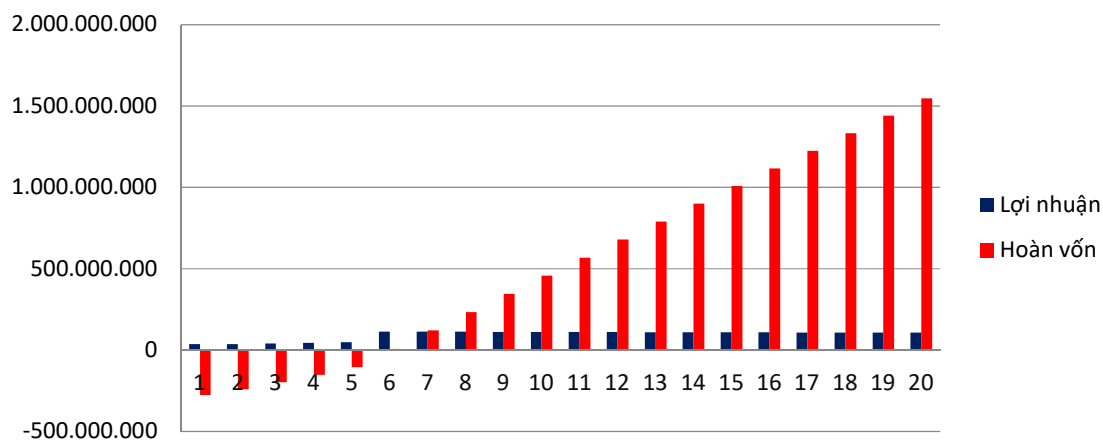
Năm	Hiệu suất suy giảm PV	Sản lượng điện (kWh)	Giá bán bình quân (đ/kwh)	Doanh thu	Chi phí quản lý	Chi phí khác	Chi phí lãi vay + trả gốc	Tổng chi phí	Lợi nhuận	Hoàn vốn
Năm 11	92,50%	57.803	1.963	113.439.582	1.134.396	1.134.396	0	2.268.792	111.170.790	568.359.117
Năm 12	92,00%	57.491	1.964	112.939.221	1.129.392	1.129.392	0	2.258.784	110.680.437	679.039.554
Năm 13	91,50%	57.178	1.966	112.437.747	1.124.377	1.124.377	0	2.248.755	110.188.992	789.228.545
Năm 14	91,00%	56.866	1.968	111.935.156	1.119.352	1.119.352	0	2.238.703	109.696.453	898.924.998
Năm 15	90,50%	56.553	1.970	111.431.448	1.114.314	1.114.314	0	2.228.629	109.202.819	1.008.127.817
Năm 16	90,00%	56.241	1.972	110.926.620	1.109.266	1.109.266	0	2.218.532	108.708.088	1.116.835.905
Năm 17	89,50%	55.928	1.974	110.420.672	1.104.207	1.104.207	0	2.208.413	108.212.258	1.225.048.163
Năm 18	89,00%	55.616	1.976	109.913.600	1.099.136	1.099.136	0	2.198.272	107.715.328	1.332.763.491
Năm 19	88,50%	55.303	1.978	109.405.404	1.094.054	1.094.054	0	2.188.108	107.217.296	1.439.980.787
Năm 20	88,00%	54.991	1.980	108.896.082	1.088.961	1.088.961	0	2.177.922	106.718.160	1.546.698.947

SẢN LƯỢNG ĐIỆN NĂNG CỦA HỆ THỐNG QUA TỪNG NĂM



- ❖ Sản lượng điện năng của hệ thống được tính khi pin ở điều kiện bình thường có sự suy giảm hiệu suất không quá lớn khi từ năm đầu tiên (Sản lượng đạt 60,928 kWh) đến năm cuối cùng của hệ thống (Sản lượng đạt 54,991 kWh) thì sản lượng chỉ suy giảm 12%. Với hệ thống có tuổi thọ cao và vẫn có thể cho ra sản lượng ổn định đến hết chu kỳ sử dụng thì hệ thống đã đáp ứng được mục tiêu ban đầu đề ra đó là cung cấp được một phần điện năng cho giảng đường khu D của trường. Ngoài ra, hệ thống có thể giúp trường thu lại một nguồn lợi nhuận đáng kể cho nhà trường.

BIỂU ĐỒ LỢI NHUẬN VÀ HOÀN VỐN CỦA HỆ THỐNG QUA TỪNG NĂM



- ❖ Từ “**Biểu đồ lợi nhuận và hoàn vốn của hệ thống qua từng năm**” ta có thể thấy tốc độ hoàn vốn của hệ thống tương đối nhanh khi chỉ với 5 năm vận hành, hệ thống đã thu hồi lại cả vốn đầu tư và trả xong khoảng vay vốn từ ngân hàng.
- ❖ Hệ thống đã mang lại những hiệu quả kinh tế rõ rệt. Ta có thể thấy ở năm năm đầu tiên của hệ thống, lợi nhuận sau khi trừ đi khoảng vay ngân hàng, các chi phí liên quan thì thu được trung bình khoảng **41.000.000 VNĐ/Năm** và được trừ dần vào số vốn tự có của nhà trường. Đến năm thứ sáu, sau khi trừ đi tiền vốn tự có thì hệ thống bắt đầu cho ra tiền lời đầu tiên là **7.623.412 VNĐ** Từ những năm tiếp theo cho đến cuối chu kỳ của hệ thống là năm thứ hai mươi thì số tiền lời nhà trường nhận được trung bình khoảng **110.000.000 VNĐ/Năm**. Tính đến năm thứ hai mươi thì tổng lợi nhuận thu được từ hệ thống là **1.546.698.947 VNĐ**.

CHƯƠNG 5: KẾT LUẬN VÀ KHUYẾN NGHỊ

5.1. Kết luận

Từ những kết quả ghi nhận nhóm nghiên cứu chúng em nhận thấy việc phát triển sản xuất điện năng tại trời bằng việc ứng dụng năng lượng mặt trời – nguồn năng lượng sạch là rất khả thi. Hệ thống pin quang điện kết lưới giảng đường khu D của trường Cao Đẳng Công Thương TP. Hồ Chí Minh đã cho thấy được những ưu điểm khi tận dụng được phần diện tích mái nhà rất thích hợp cho việc phát triển điện mặt trời mái nhà ở các tòa nhà cao tầng trong thành phố.

Dựa theo kết quả tính toán công suất của giảng đường khu D của trường bằng cả hai phương pháp là 100(kW) và công suất của hệ thống pin quang điện là khoảng 35(kWp) thì ta thấy được hệ thống có thể đáp ứng được một phần điện năng tiêu thụ của toàn bộ hệ thống điện giảng đường khu D, cùng với tính chất trường học hầu như chỉ hoạt động vào ban ngày là chủ yếu cho nên hầu như lượng điện năng sản sinh ra được từ hệ thống sẽ được tải tiêu thụ hết vì vậy cho nên hệ thống sẽ giúp nhà trường tiết kiệm được một phần điện năng tiêu thụ thay vì lấy 100% điện năng từ lưới điện như trước kia.

Ngoài ra việc lắp đặt hệ thống trên mái nhà vừa tận dụng được phần mái nhà bỏ không tránh lãng phí ngoài ra còn giúp bảo vệ phần mái, chống thấm và chống ánh nắng chiếu trực tiếp lên mái nhà làm giảm nóng cho phần tầng 8 của giảng đường giúp tăng chất lượng giảng dạy và học tập của giảng viên cũng như sinh viên.

Với chi phí đầu tư không quá cao cùng với việc thi công lắp đặt dễ dàng và có tuổi thọ cao thì hệ thống chắc hẳn sẽ mang lại nguồn lợi kinh tế ổn định trong suốt quá trình vận hành, góp phần ổn định nguồn năng lượng quốc gia, giảm thiểu phát khí thải nhà kính từ các nguồn sản xuất điện năng của các nhà máy nhiệt điện, góp phần bảo vệ môi trường.

5.2. Khuyến nghị

Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả, trong đó có sử dụng năng lượng Điện mặt trời là một chủ trương lớn của Đảng và nhà nước góp phần quan trọng cho việc đảm bảo, ổn định năng lượng quốc gia, đồng thời góp phần thực hiện cam kết của Việt Nam với cộng đồng quốc tế về giảm phát khí thải nhà kính. Quyết định số 280/QĐ-TTg ngày 13/03/2019 của Thủ tướng Chính phủ V/v Phê duyệt chương trình quốc gia về sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả giai đoạn 2019 – 2030; có nêu mục tiêu đến

năm 2025 đạt mức tiết kiệm năng lượng 5 đến 7%, đến năm 2030 đạt mức tiết kiệm năng lượng 8 đến 10% tổng tiêu thụ năng lượng toàn quốc. Sử dụng năng lượng tiết kiệm và hiệu quả là trách nhiệm của tất cả cá nhân, tổ chức, cơ quan, đơn vị. Nếu nhà trường đầu tư lắp đặt hệ thống có thể đáp ứng được lượng điện năng tiêu thụ của cả trường và chi tiêu mà chính phủ đã đề ra.

Hiện nay nhà nước có nhiều chính sách khuyến khích, ưu đãi, hỗ trợ kinh phí cho các đơn vị sử dụng năng lượng Điện mặt trời. Đặc biệt trường CĐ Công Thương TP.HCM lại là đơn vị sự nghiệp công lập nên sẽ được nhà nước hỗ trợ một phần kinh phí. Nếu nhà nước hỗ trợ 50% kinh phí thì thời gian hoàn vốn sẽ giảm đi một nửa, số tiền nhà trường tiết kiệm được sẽ lớn hơn nhiều. Sau khi chính phủ có các cơ chế điều chỉnh giá phù hợp cho điện mặt trời mái nhà, căn cứ vào tình hình nhà trường có thể điều chỉnh tăng công suất của hệ thống để tối ưu hóa những lợi thế có sẵn của trường, nâng cao sản lượng điện năng và tận dụng thêm các phần diện tích mái khác của các khu giảng đường khác trong sản xuất điện năng. Hướng đến việc đáp ứng trên 50% lượng điện năng tiêu thụ của trường, mang lại lợi nhuận giúp nhà trường tiết kiệm thêm một phần tiền điện phải chi trả vào mỗi tháng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] 10 nhà cung cấp pin năng lượng mặt trời hàng đầu thế giới - kingteksolar
<http://kingteksolar.com.vn/tin-tuc/top-10-nha-cung-cap-tam-pin-nang-luong-mat-troi-hang-dau-the-gioi.html#ae%20solar>
- [2] Top nhà sản xuất inverter năm 2021 – Epc Solar
<http://www.epc-solar.vn/tin-tuc/top-cac-hang-san-xuat-inverter-dien-mat-troi-2021>
- [3] Pin mặt trời - Wikipedia
https://vi.wikipedia.org/wiki/Pin_M%E1%BA%B7t_Tr%E1%BB%9Di
- [4] Năng lượng mặt trời - Wikipedia
https://vi.wikipedia.org/wiki/N%C4%83ng_l%C6%B0%E1%BB%A3ng_M%E1%BA%B7t_Tr%E1%BB%9Di
- [5] Điện mặt trời ở Việt Nam - Wikipedia
https://vi.wikipedia.org/wiki/%C4%90i%E1%BB%87n_m%E1%BA%B7t_tr%E1%BB%9Di_%E1%BB%9F_Vi%E1%BB%87t_Nam
- [6] Tối ưu hoạt động của hệ thống pin năng lượng mặt trời – Nguyễn Cao Danh, Lê Chí Kiên
<http://thuvienso.hcmute.edu.vn/doc/toi-uu-hoa-hoat-dong-cua-he-thong-pin-mat-troi-564011.html>
- [7] Xu hướng điện mặt trời trong tương lai - congnghexanhvn
<https://congnghexanhvn.com/xu-huong-su-dung-dien-nang-luong-mat-troi-trong-tuong-lai/>
- [8] TPHCM tiếp tục đẩy mạnh điện mặt trời nối lưới cho tòa nhà - EVN
<https://evn.com.vn/d6/news/TPHCM-tiep-tuc-day-manh-dien-mat-troi-noi-luoi-cho-toa-nha-0-0-22130.aspx>
- [9] Điện mặt trời, nguồn năng lượng sạch cho GD, DN - EVN
<https://evn.com.vn/d6/news/Dien-mat-troi-Nguon-nang-luong-sach-cho-gia-dinh-doanh-nghiep-0-0-20015.aspx>
- [10] Điện mặt trời ứng dụng tại VN – GP Solar
<https://gpsolar.vn/dien-mat-troi-ung-dung-tai-viet-nam.html>
- [11] Phát triển hệ thống điện mặt trời, ra soát tổng thể vấn đề liên quan - baochinphu
<http://baochinphu.vn/Phat-trien-he-thong-dien-mat-troi/Ra-soat-tong-the-nhung-van-de-lien-quan-den-phat-trien-dien-mat-troi/423954.vgp>

[12] Phát triển hệ thống điện mặt trời, HCM đáp ứng nhu cầu đầu nối điện mặt trời - baochinhpnu

<http://baochinhpnu.vn/Phat-trien-he-thong-dien-mat-troi/TPHCM-dap-ung-du-nhu-cau-dau-noi-dien-mat-troi-mai-nha/408978.vgp>

[13] Quyết định 132020QD – TTg - EVN.com.vn

<https://www.evn.com.vn/d6/news/Quyết-dinh-132020QD-TTg-cua-Thu-tuong-Chinh-phu-chinh-thuc-co-hieu-luc-thi-hanh-tu-ngay-2252020-dien-mat-troi-mai-nha-duoc-ky-vong-phat-trien-manh-66-142-25694.aspx>

[14] Phát triển điện mặt trời mái nhà – nhandan.vn

<https://nhandan.vn/tin-tuc-kinh-te/phat-trien-dien-mat-troi-mai-nha-sau-ngay-31-12-2020-629595/>

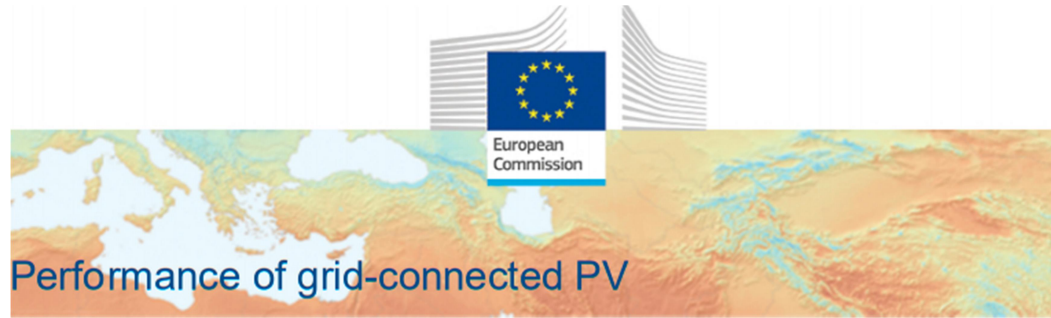
[15] Thông tư 182020 – TT – BCT – thuvienphapluat.vn

<https://thuvienphapluat.vn/van-ban/Dau-tu/Thong-tu-18-2020-TT-BCT-hop-dong-mua-ban-dien-mau-ap-dung-cho-du-an-dien-mat-troi-448189.aspx>

[16] Hướng dẫn sử dụng Inverter huawei SUN2000 Series – Huawei

https://support.huawei.com/view/PdfRead/EDOC1100036731/SUPE_DOC/6001/document.pdf

PHỤ LỤC 1: MÔ PHỎNG TÍNH TOÁN SẢN LƯỢNG ĐIỆN NĂNG BẰNG PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM



PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

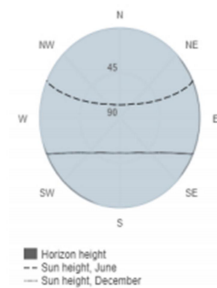
Provided inputs:

Latitude/Longitude: 10.830, 106.776
Horizon: Calculated
Database used: PVGIS-SARAH
PV technology: Crystalline silicon
PV installed: 47.4 kWp
System loss: 20 %

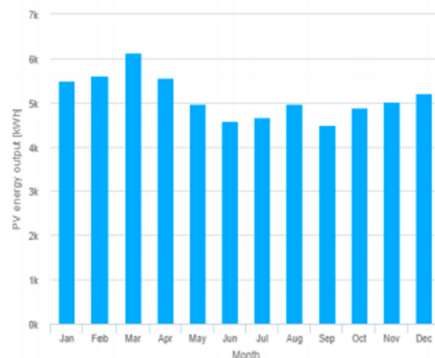
Simulation outputs

Slope angle: 12 (opt) °
Azimuth angle: -7 (opt) °
Yearly PV energy production: 61615.43 kWh
Yearly in-plane irradiation: 1947.89 kWh/m²
Year-to-year variability: 2478.74 kWh
Changes in output due to:
Angle of incidence: -2.71 %
Spectral effects: 0.86 %
Temperature and low irradiance: -14.99 %
Total loss: -33.27 %

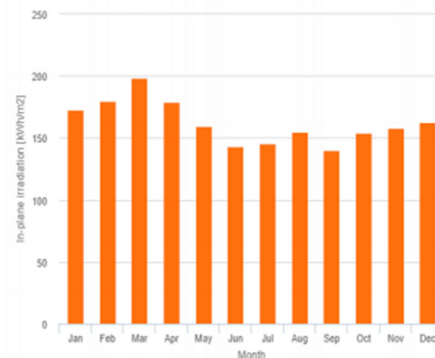
Outline of horizon at chosen location:



Monthly energy output from fix-angle PV system:



Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	5497.6	173.2	400.1
February	5603.8	179.7	334.2
March	6132.7	198.3	430.4
April	5566.1	179.1	333.9
May	4976.1	159.5	338.4
June	4575.4	143.2	353.8
July	4674.7	145.4	327.3
August	4965.6	154.8	365.7
September	4495.7	139.9	402.8
October	4888.2	154.1	429.2
November	5024.1	157.9	383.6
December	5215.5	162.7	488.7

E_m: Average monthly electricity production from the given system [kWh].

H(i)_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

The European Commission maintains this website to enhance public access to information about its initiatives and European Union policies in general. Our goal is to keep this information timely and accurate. If errors are brought to our attention, we will try to correct them.
However, the Commission accepts no responsibility or liability whatsoever with regard to the information on this site.
This information is:
i) of a general nature only and is not intended to address the specific circumstances of any particular individual or entity,
ii) not necessarily comprehensive, complete, accurate or up to date,
iii) sometimes linked to external sites over which the Commission services have no control and for which the Commission assumes no responsibility,
iv) not professional or legal advice (if you need specific advice, you should always consult a suitably qualified professional).

Joint
Research
Centre

PVGIS ©European Union, 2001-2021.
Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged
save where otherwise stated.

Report generated on 2021/07/03

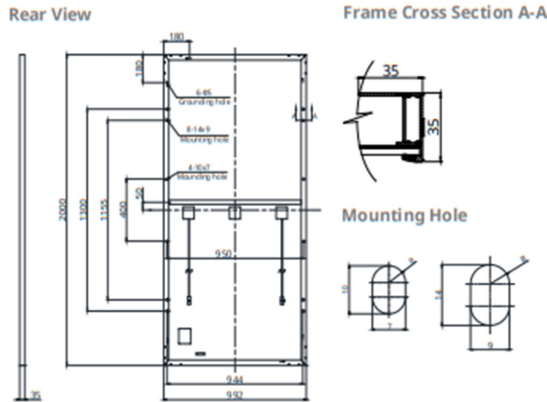
PHỤ LỤC 2: CÔNG THỨC TÍNH TOÁN SẢN LƯỢNG VÀ KHẢ NĂNG HOÀN VỐN CỦA HỆ THỐNG

CÁC SỐ LIỆU CỦA HỆ THỐNG	KÍ HIỆU	THÔNG SỐ
Công suất hệ thống (tính theo NMOT)	(1)	35.3 (kWp)
Tổng vốn đầu tư	(2)	625,000,000 (VNĐ)
Vốn tự có	(3)	312,500,000 (VNĐ) (50%)
Vốn vay	(4)	312,500,000 (VNĐ) (50%)
Thời gian khấu hao	(5)	20 năm
Cường độ bức xạ	(6)	4.85
Số ngày trong năm	(7)	365 ngày
Hiệu suất tấm PV suy giảm năm đầu tiên	(8)	2.5%
Hiệu suất tấm PV suy giảm từng năm	(9)	0.5%
Giá bán điện hàng năm	(10)	1,943 VNĐ
Tỷ lệ tăng giá điện hàng năm	(11)	0.1%
Trả nợ trong kì	(12)	Theo bảng 11 – mục 4.7.2

CÁC GIÁ TRỊ CẦN TÍNH TOÁN	KÍ HIỆU	CÔNG THỨC TÍNH
Hiệu suất suy giảm PV	(14)	- Năm đầu tiên: 100% - (8) - Từ năm thứ 2: $(14)_{\text{năm trước}} - (9)$
Sản lượng điện (kWh)	(15)	$(1) * (6) * (7) * (14)$
Giá bán bình quân (đ/kwh)	(16)	- Năm đầu tiên: (10) - Từ năm thứ 2: $(16)_{\text{năm trước}} * (11) + (16)_{\text{năm trước}}$
Doanh thu	(17)	$(15) * (16)$
Chi phí quản lý	(18)	$(17) * 1\%$
Chi phí khác	(19)	$(17) * 1\%$
Chi phí lãi vay + trả gốc	(20)	(12)
Tổng chi phí	(21)	$(18) + (19) + (20)$
Lợi nhuận	(22)	$(17) - (21)$
Hoàn vốn	(23)	$(22) - (3)$

PHỤ LỤC 3: CANADIAN SOLAR DATASHEET – CS3U 395P

ENGINEERING DRAWING (mm)



ELECTRICAL DATA | STC*

CS3U	380P	385P	390P	395P
Nominal Max. Power (Pmax)	380W	385W	390W	395W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	40.4 V	40.6 V	40.8 V	41.0 V
Opt. Operating Current (Imp)	9.42 A	9.50 A	9.56 A	9.64 A
Open Circuit Voltage (Voc)	47.8 V	48.0 V	48.6 V	48.8 V
Short Circuit Current (Isc)	9.99 A	10.07 A	10.17 A	10.24 A
Module Efficiency	19.2%	19.4%	19.7%	19.9%
Operating Temperature	-40°C ~ +85°C			
Max. System Voltage	1500V (IEC/UL) or 1000V (IEC/UL)			
Module Fire Performance	TYPE 1 (UL 61730 1500V) or TYPE 2 (UL61730 1000V) or Class C (IEC 61730)			
Max. Series Fuse Rating	30 A			
Application Classification	Class A			
Power Tolerance	0 ~ + 10 W			

* Under Standard Test Conditions (STC) of irradiance of 1000 W/m², spectrum AM 1.5 and cell temperature of 25°C.

ELECTRICAL DATA | NMOT*

CS3U	380P	385P	390P	395P
Nominal Max. Power (Pmax)	283 W	287 W	290 W	294 W
Opt. Operating Voltage (Vmp)	37.6 V	37.8 V	38.0 V	38.2 V
Opt. Operating Current (Imp)	7.53 A	7.59 A	7.65 A	7.71 A
Open Circuit Voltage (Voc)	44.9 V	45.1 V	45.6 V	45.8 V
Short Circuit Current (Isc)	8.06 A	8.12 A	8.20 A	8.26 A

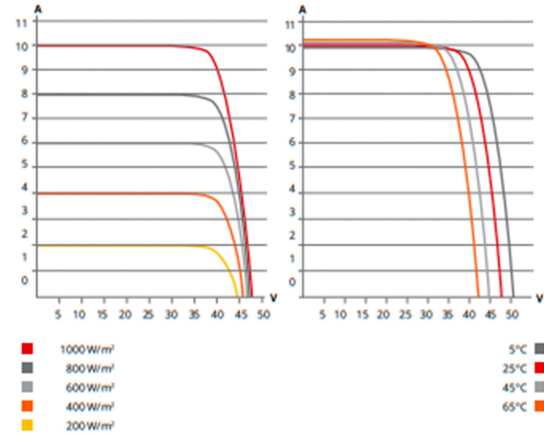
* Under Nominal Module Operating Temperature (NMOT), irradiance of 800 W/m², spectrum AM 1.5, ambient temperature 20°C, wind speed 1 m/s.

* The specifications and key features contained in this datasheet may deviate slightly from our actual products due to the on-going innovation and product enhancement. CSI Solar Co., Ltd. reserves the right to make necessary adjustment to the information described herein at any time without further notice.
Please be kindly advised that PV modules should be handled and installed by qualified people who have professional skills and please carefully read the safety and installation instructions before using our PV modules.

CSI Solar Co., Ltd.

199 Lushan Road, SND, Suzhou, Jiangsu, China, 215129, www.csisolar.com, support@csisolar.com

CS3U-380P / I-V CURVES



MECHANICAL DATA

Specification	Data
Cell Type	Poly-crystalline
Cell Arrangement	144 [2 X (12 X 6)]
Dimensions	2000 X 992 X 35 mm (78.7 X 39.1 X 1.38 in)
Weight	22.5 kg (49.6 lbs)
Front Cover	3.2 mm tempered glass
Frame	Anodized aluminium alloy, crossbar enhanced
J-Box	IP68, 3 bypass diodes
Cable	4 mm ² (IEC), 12 AWG (UL)
Cable Length (including Connector)	Portrait: 400 mm (15.7 in) (+) / 280 mm (11.0 in) (-); landscape: 1250 mm (49.2 in); leap-frog connection: 1670 mm (65.7 in)*
Connector	T4 series or H4 UTX or MC4-EVO2
Per Pallet	30 pieces
Per Container (40' HQ)	660 pieces

* For detailed information, please contact your local Canadian Solar sales and technical representatives.

TEMPERATURE CHARACTERISTICS

Specification	Data
Temperature Coefficient (Pmax)	-0.36 % / °C
Temperature Coefficient (Voc)	-0.28 % / °C
Temperature Coefficient (Isc)	0.05 % / °C
Nominal Module Operating Temperature	42 ± 3°C

PARTNER SECTION



PHỤ LỤC 4: DATASHEET INVERTER HUAWEI

SUN2000 - 60KTL - M0

SUN2000-60KTL-M0 Technical Specification

Technical Specification

SUN2000-60KTL-M0

Efficiency

Max. Efficiency	98.9% @480 V, 98.7% @380 V / 400 V
European Efficiency	98.7% @480 V, 98.5% @380 V / 400 V

Input

Max. Input Voltage	1,100 V
Max. Current per MPPT	22 A
Max. Short Circuit Current per MPPT	30 A
Start Voltage	200 V
MPPT Operating Voltage Range	200 V ~ 1,000 V
Rated Input Voltage	600 V @380 V / 400 V, 720 V @480 V
Number of Inputs	12
Number of MPP Trackers	6

Output

Rated AC Active Power	60,000 W
Max. AC Apparent Power	66,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	66,000 W
Rated Output Voltage	220 V / 380 V, 230 V / 400 V, default 3W + N + PE; 3W + PE optional in settings; 277 V / 480 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Rated Output Current	91.2 A @380 V, 86.7 A @400 V, 72.2 A @480 V
Max. Output Current	100 A @380 V, 95.3 A @400 V, 79.4 A @480 V
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	<3%

Protection

Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes

Communication

Display	LED Indicators, APP
RS485	Yes
USB	Yes
MBUS	Yes (isolation transformer required)

General Data

Dimensions (W x H x D)	1,075 x 555 x 300 mm (42.3 x 21.9 x 11.8 inch)
Weight (with mounting plate)	74 kg (163.1 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Natural Convection
Max. Operating Altitude	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Amphenol Helios H4
AC Connector	Cable Gland + OT Terminal
Protection Degree	IP65
Topology	Transformerless
Night Time Power Consumption	< 2 W

Standard Compliance (more available upon request)

Safety	EN 62109-1/-2, IEC 62109-1/-2, IEC 62116
Grid Connection Standards	IEC 61727, EN 50530, IEC 62910, IEC 60068, IEC 61683, VDE 4105/0126, UTE C 15-712-1, EN 50438, CLC/TS 50549-1, CEI 0-16/21, C10/11, RD 1699, PO 12.9, Philippine Resolution No. 07, AS/NZS 4777.2, DEWA, NRS 097-2-1, IEEE 1547, ABNT, PEA, MEA, NB/T 32004-2013

**PHỤ LỤC 5: BẢN VẼ THIẾT KẾ HỆ THỐNG PIN QUANG ĐIỆN KẾT
LƯỚI GIẢNG ĐƯỜNG KHU D TRƯỜNG CAO ĐẲNG CÔNG THƯƠNG
TP. HỒ CHÍ MINH**