

Trịnh Quang Dũng - Lê Hoàng Tố

Điện Mặt Trời

phục vụ phát triển
NÔNG THÔN



NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

TRỊNH QUANG DŨNG - LÊ HOÀNG TỐ

ĐIỆN MẶT TRỜI

PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

Hiệu đính : GS. Hoàng Anh Tuấn

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP
Thành phố Hồ Chí Minh – 2000

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời nói đầu.....	5
Chương I : GIỚI THIỆU VỀ ĐIỆN MẶT TRỜI	7
I. Bức xạ mặt trời.....	7
II. Chuyển hóa quang điện.....	16
1. Khái quát lịch sử phát triển quang điện.....	16
2. Công nghệ chế tạo pin mặt trời.....	19
2.1. Pin mặt trời tinh thể silic	20
2.2. Pin mặt trời silic vô định hình	25
2.3. Công nghệ pin mặt trời hiệu suất cao	28
3. Kỹ thuật điện mặt trời	39
1. Cấu trúc của hệ điện mặt trời	40
2. Hệ accu tồn trữ năng lượng.	51
3. Hệ điện tử điều khiển	72
III. Chuyển hóa nhiệt động – nhiệt điện mặt trời	75
Chương II : CÁC HỆ ĐIỆN MẶT TRỜI	
PHỤC VỤ NÔNG THÔN.....	79
I. Hệ điện mặt trời gia đình.....	79
II. Hệ điện mặt trời nạp pin và Accu.....	82
III. Hệ điện mặt trời chiếu sáng.....	86

IV.	Thiết bị làm lạnh dùng điện mặt trời dành cho các trạm y tế.....	90
V.	Bơm nước sử dụng điện mặt trời	92
VI.	Kỹ thuật lắp đặt và bảo trì các hệ thống điện mặt trời.....	100
VII.	Mạch điện của các hệ thống điện mặt trời	103
VIII.	Bộ biến điện mặt trời	108

LỜI NÓI ĐẦU

Thiều hụt năng lượng và vấn nạn ô nhiễm môi trường đang là những mối đe dọa sự phát triển bền vững của nhân loại. Ngay cả nguồn thủy điện tưởng như vô hại tới môi trường thì nay người ta đã bắt đầu phải quan tâm đến những hậu quả làm mất cân bằng sinh thái do chúng gây ra.

Chính vì vậy mà năng lượng mặt trời : nguồn năng lượng vô tận, siêu sạch không chất thải đang và sẽ là nguồn tài nguyên năng lượng sạch cho sự phát triển của xã hội loài người. Năng lượng mặt trời đã được nhân loại khai thác từ ngàn xưa, nhưng công nghệ biến đổi ánh sáng mặt trời thành dòng điện là một lãnh vực công nghệ cao. Ra đời tuy có muộn màng song trong vòng ba thập kỷ trở lại đây sự nỗ lực của các nhà khoa học, kỹ thuật, công nghệ, loài người đã đạt được những tiến bộ vượt bậc trong cả hai lĩnh vực : nghiên cứu và khai thác năng lượng mặt trời. Thách đố còn nhiều, gian nan còn lắm, song trong thực tế năng lượng mặt trời đã từng bước phục vụ hữu hiệu cho sự phát triển vũ bão của hành tinh chúng ta. Yếu tố "sạch" sẽ là tiêu chuẩn hàng đầu cho mọi công nghệ muốn tồn tại và phát triển trong thế kỷ 21. Do đó công nghệ điện mặt trời nói riêng và năng lượng mặt trời nói chung càng khẳng định ưu thế của nó trong tương lai.

Chỉ với khoảng 10 năm tuổi đời non trẻ, ngành năng lượng mặt trời ở Việt Nam đã chứng tỏ một cách thuyết phục khả năng tiềm tàng của nó trên nhiều lĩnh vực : thông tin liên lạc, viễn thông, giao thông vận tải thủy, đặc biệt trong

sự nghiệp phát triển nông thôn và phục vụ quốc phòng. Kho tài nguyên vô tận về ánh sáng mặt trời ở Việt Nam tiềm ẩn một nguồn năng lượng khổng lồ mà không phải quốc gia nào cũng có. Điều đó càng khẳng định sự cấp thiết và trọng trách của các nhà công nghệ Việt Nam đưa nguồn năng lượng này vào phục vụ quốc kế dân sinh.

Trong bối cảnh như vậy, việc ra đời của cuốn sách **ĐIỆN MẶT TRỜI – PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN** chắc chắn sẽ góp một phần nhỏ trong việc tuyên truyền, khuyến khích và hỗ trợ sự phát triển điện mặt trời (ĐMT) vì lợi ích chung. Tuy nhiên, để phục vụ đại đa số quần chúng đang chờ đón và sử dụng điện mặt trời (một phần của năng lượng mặt trời), cuốn sách này không đi sâu vào góc độ kỹ thuật, lý thuyết mà chỉ tập trung vào các kiến thức công nghệ cơ bản và việc khai thác hiệu quả điện mặt trời đang được triển khai mạnh mẽ trên thế giới cũng như ở Việt Nam. Đặc biệt công nghệ điện mặt trời ở Việt Nam đã được các nhà công nghệ SOLARLAB phát triển với những sáng tạo riêng được giới chuyên môn đánh giá cao, bởi vậy cuốn sách này cũng dành một phần xứng đáng để giới thiệu về các hoạt động đó.

Cuốn sách nhỏ này viết về một vấn đề đang phát triển và đi lên nên hiển nhiên không tránh khỏi những thiếu sót. Tập thể tác giả mong muốn nhận được nhiều đóng góp ý kiến của độc giả bốn phương cùng các đồng nghiệp gần xa để cuốn sách được hoàn thiện hơn trong dịp ra mắt bạn đọc sau này.

CÁC TÁC GIẢ

CHƯƠNG I

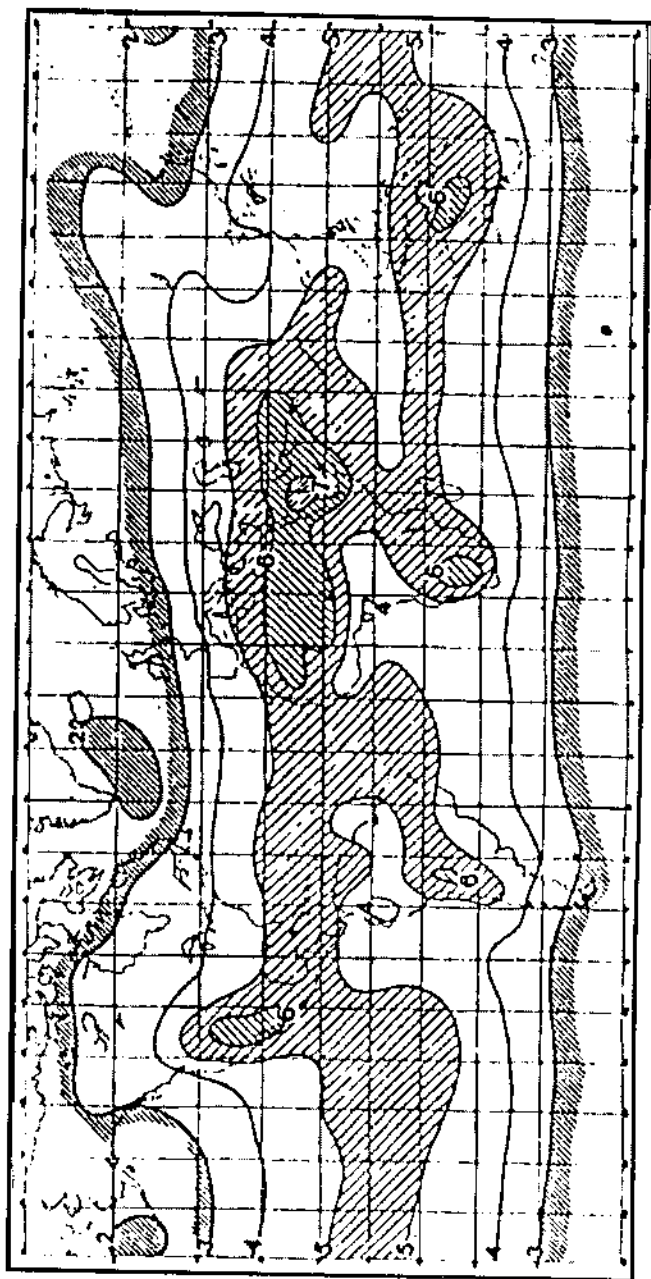
GIỚI THIỆU VỀ ĐIỆN MẶT TRỜI

Dòng điện có thể thu được từ bức xạ mặt trời nhờ các hiệu ứng khác nhau như : hiệu ứng quang điện, hiệu ứng quang hóa hoặc chuyển hóa nhiệt động ... Tuy nhiên để chuyển hóa trực tiếp năng lượng mặt trời thành điện năng người ta sử dụng hiệu ứng chuyển hóa quang điện (photovoltaic conversion) để chế tạo các tấm pin mặt trời (solar cells). Từ đó làm thành các tấm panô pin mặt trời (solar modules) và tạo ra điện năng để khai thác. Mặt khác, người ta có thể gián tiếp biến bức xạ mặt trời thành điện bằng quá trình chuyển hóa nhiệt động (thermodynamic conversion). Hai phương pháp chuyển hóa này đang được sử dụng để sản xuất điện mặt trời (ĐMT) trên qui mô ngày một lớn nhằm phục vụ con người.

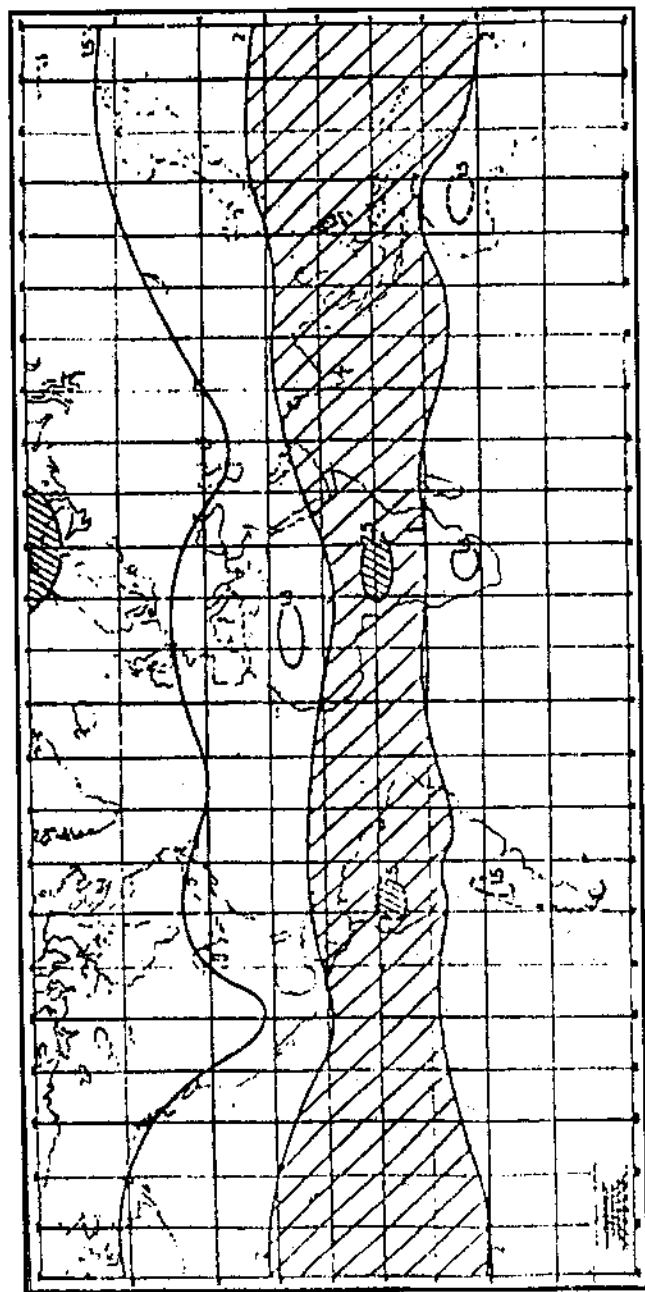
I. BỨC XẠ MẶT TRỜI

Bức xạ mặt trời là một nguồn năng lượng khổng lồ, vĩnh cửu và không chất thải đối với trái đất. Nguồn năng lượng này đã và đang sẽ luôn là một thành phần quan trọng duy trì sự sống trên hành tinh chúng ta. Dưới khái niệm tổng xạ mặt trời, ta biết được hai thành phần bức xạ hợp thành : nguồn bức xạ trực tiếp và nguồn bức xạ khuếch tán.

Bản đồ tổng xạ mặt trời trung bình hàng năm trên trái đất trong hình 1 cho thấy tiềm năng khổng lồ của nguồn năng lượng mặt trời.



Hình 1: Tổng xạ mặt trời hàng năm kW/m^2



Hình 2: Bức xạ khuếch tán hàng năm ($Wh/m^2/ngày$)

Khu vực thấp nhất trên trái đất cũng nhận được lượng bức xạ là 2 kWh/m^2 ngày, còn khu vực cao nhất đạt tới 7 kWh/m^2 ngày. Ngoài ra ta còn có thêm năng lượng từ nguồn bức xạ khuếch tán phân bố như trong bản đồ 2 (hình 2).

Vào những ngày trời quang mây, tổng xạ mặt trời thay đổi theo góc từ thiên đỉnh mặt trời đồng thời phụ thuộc theo tỉ lệ tương ứng với hàm lượng khí dioxit cacbon (CO_2), hơi nước và bụi có trong khí quyển. Bức xạ trực tiếp của mặt trời gấp khoảng 10 lần so với bức xạ khuếch tán khi mặt trời gần tới vị trí cực đỉnh và gần như bằng nhau khi nó tiến tới đường chân trời.

Trong điều kiện thuận lợi của khí quyển, cường độ bức xạ cực đại ghi nhận tại mực nước biển là 1 kWh/m^2 so với ở ngoài vũ trụ là 1.377 kW/m^2 . Điều này cho thấy ở ngoài khoảng không vũ trụ nguồn năng lượng mặt trời tăng thêm khoảng 30% so với trên mặt đất. Giá trị cực đại của ánh sáng mặt trời ngoài tầng khí quyển được gọi là giá trị AM0 (Air mass 0), còn giá trị cực đại trên mặt đất ngay tại mực nước biển được gọi là giá trị AM1 (air mass 1). Đây là một tiêu chuẩn rất cơ bản để chuẩn xác hiệu suất của pin mặt trời (PMT) trong các phòng thí nghiệm và trên thị trường.

Tham gia chương trình điện tử nhà nước 60E (nay là chương trình khoa học công nghệ KC - 01) SOLARLAB Tp. HCM đã phối hợp với đài khí tượng thủy văn Tp. HCM đo đạc khảo sát lượng bức xạ mặt trời ở các tỉnh phía Nam Việt Nam, nơi có nguồn năng lượng mặt trời dồi dào quanh năm để phục vụ cho chương trình triển khai ứng dụng điện mặt trời.

Bảng 1 và 2 cho chúng ta thấy tổng xạ trung bình suốt 12 tháng tại 12 trạm điển hình phân bố đều trên lãnh thổ

Việt Nam. Con số này đã được thống kê ghi nhận trong suốt thời gian dài (từ 3 năm đến 20 năm).

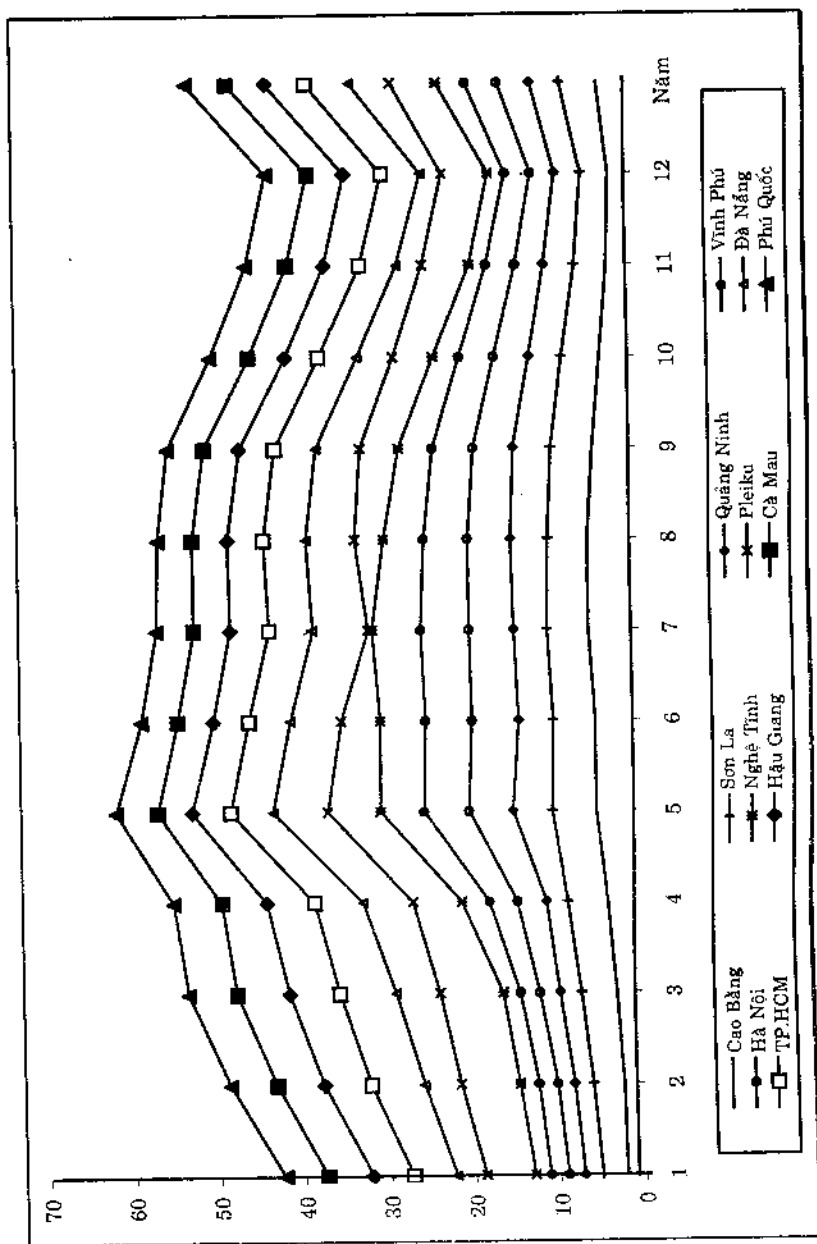
Ở các tỉnh phía nam số giờ nắng trung bình ngày khoảng 6,5 giờ. Tuy nhiên có chênh lệch khá lớn giữa các địa phương như ở Cần Thơ số liệu này đạt 6,9 giờ/ ngày, nhưng tại Đà Lạt chỉ có 6,1 giờ/ ngày.

Cường độ tổng lượng bức xạ trung bình ngày trong 12 tháng đạt khoảng 5kWh/m^2 ngày. Từ mùa khô chuyển sang mùa mưa, tổng lượng bức xạ trung bình giảm khoảng 20%.

Ở các tỉnh phía Bắc, số giờ nắng trung bình chỉ đạt 4,1 giờ/ ngày và cường độ bức xạ trung bình khoảng $4\text{kWh/m}^2/\text{ngày}$.

Như vậy nhìn một cách khái quát lượng bức xạ mặt trời ở các tỉnh miền Bắc giảm 20% so với các tỉnh miền Trung và miền Nam. Nếu xem xét cụ thể ở một số tỉnh sự chênh lệch này càng lớn có thể lên đến 50%. Điều quan trọng hơn cả là ở các tỉnh phía Bắc, lượng bức xạ mặt trời không phân phối đều quanh năm. Vào mùa Đông, mùa Xuân mưa phùn kéo dài hàng chục ngày liên tục và nguồn bức xạ mặt trời gần như không đáng kể chỉ còn khoảng $1 - 2\text{kWh/m}^2/\text{ngày}$.

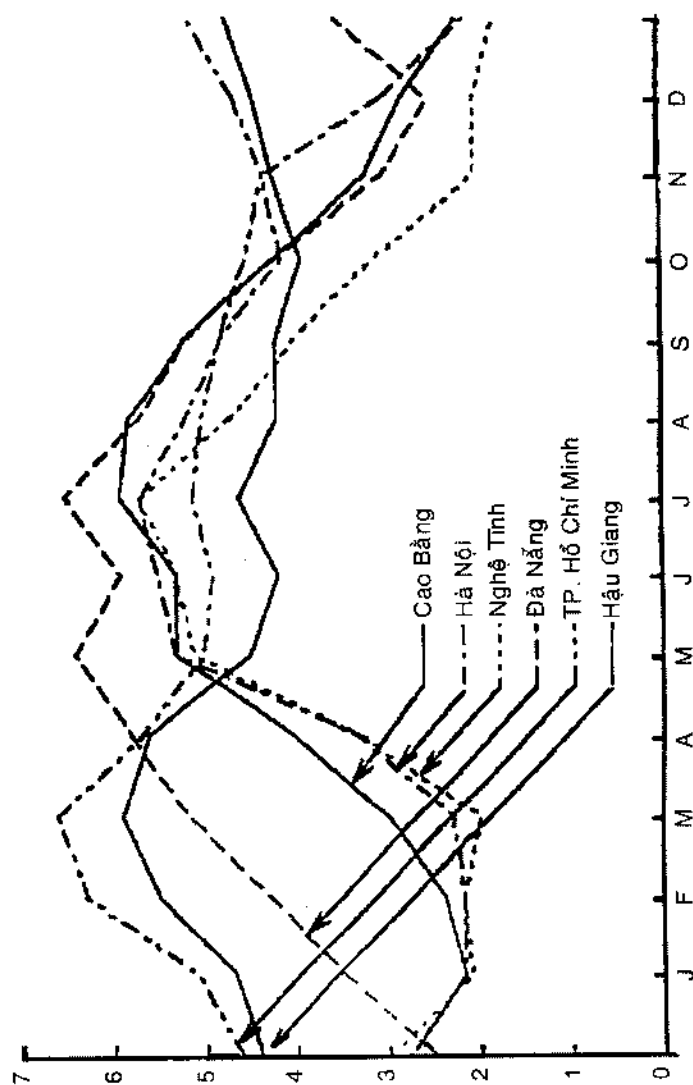
Điều này không xảy ra đối với các tỉnh phía Nam do có mặt trời chiếu rọi quanh năm, ổn định kể cả trong mùa mưa.



Hình 3: Bức xạ trung bình ngày trong năm ở một số tỉnh Việt Nam

Bảng 1: Tổng lượng bức xạ mặt trời tổng cộng trung bình ngày trong 12 tháng

KWh/m ² / ngày	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Cao Bằng	2,2	2,4	3,0	4,0	5,3	5,3	5,9	5,8	5,2	4,2	3,2	2,8	4,1
Sơn La	2,9	3,6	4,2	4,7	5,1	4,9	4,8	4,7	4,8	4,4	3,7	3,2	4,3
Quảng Ninh	2,1	2,2	2,5	2,5	4,6	4,0	3,9	4,3	4,4	3,8	3,6	3,0	3,4
Vĩnh Phú	1,9	2,0	2,4	3,4	5,2	5,5	5,3	5,1	4,7	4,1	3,3	2,8	3,8
Hà Nội	2,1	2,2	2,3	3,3	5,3	5,5	5,7	5,2	4,8	4,1	3,4	3,0	3,8
Nghệ Tĩnh	1,8	2,2	2,0	3,3	5,1	5,3	5,7	4,7	4,0	3,1	2,0	2,0	3,4
Pleiku	5,8	7,0	7,5	5,8	6,2	4,6	4,7	3,4	4,5	4,7	5,6	5,5	5,4
Đà Nẵng	3,5	4,3	5,2	5,8	6,4	5,9	6,5	5,7	5,2	4,2	3,0	2,5	4,8
TP. HCM	5,1	6,3	6,6	5,7	5,0	4,9	5,1	5,0	4,8	4,5	4,3	4,6	5,2
Hậu Giang	4,7	5,5	5,9	5,6	4,5	4,2	4,6	4,2	3,9	4,2	4,4		4,7
Cà Mau	5,3	5,5	6,2	5,3	4,1	4,2	4,3	4,2	4,2	4,3	4,4	4,3	4,6
Phủ Quốc	5,0	5,5	5,7	5,7	4,9	4,3	4,4	4,1	4,3	4,6	4,8	4,9	4,8



Hình 4: Số giờ nắng trung bình ngày trong năm ở một số tỉnh Việt Nam

Bảng 2: Số giờ nắng trung bình ngày trong 12 tháng (giờ /ngày)

Giờ/ngày	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Năm
Cao Bằng	1,9	2,0	2,4	3,7	5,3	4,5	5,4	5,6	5,5	4,2	3,6	2,9	3,9
Hà Nội	2,2	1,6	1,4	2,7	5,3	5,2	5,9	5,3	5,4	5,3	4,2	3,5	4,0
Nghệ Tĩnh	2,6	1,7	2,3	4,6	7,3	6,7	7,6	5,8	5,2	4,6	3,2	2,8	4,5
Đà Nẵng	4,4	5,1	3,4	6,9	8,3	7,9	8,3	6,7	5,8	4,7	4,0	3,6	5,8
TP.HCM	7,9	8,8	8,8	7,7	6,3	5,7	5,8	5,6	5,4	5,9	6,7	7,2	6,8
Hậu Giang	8,3	8,9	9,3	8,8	6,9	5,9	6,0	5,8	5,6	5,7	6,3	6,7	7,0

II. CHUYỂN HÓA QUANG ĐIỆN

1. Khái quát lịch sử phát triển quang điện

Lần đầu tiên hiện tượng quang điện đã được nhà khoa học Pháp – ông E. Besquerel quan sát thấy vào năm 1839 trong khi Ông đang tiến hành thử nghiệm về pin điện phân. Ông phát hiện ra rằng có thể tạo thêm dòng điện bằng cách đơn giản là chiếu sáng vào pin được làm từ hai điện cực kim loại đặt trong dung dịch điện phân. Sau đó ông phát hiện thêm là dòng điện đó thay đổi theo bước sóng ánh sáng mặt trời. Sự kiện này đánh dấu một điểm mốc cho nền khoa học của nhân loại về hiệu ứng quang điện.



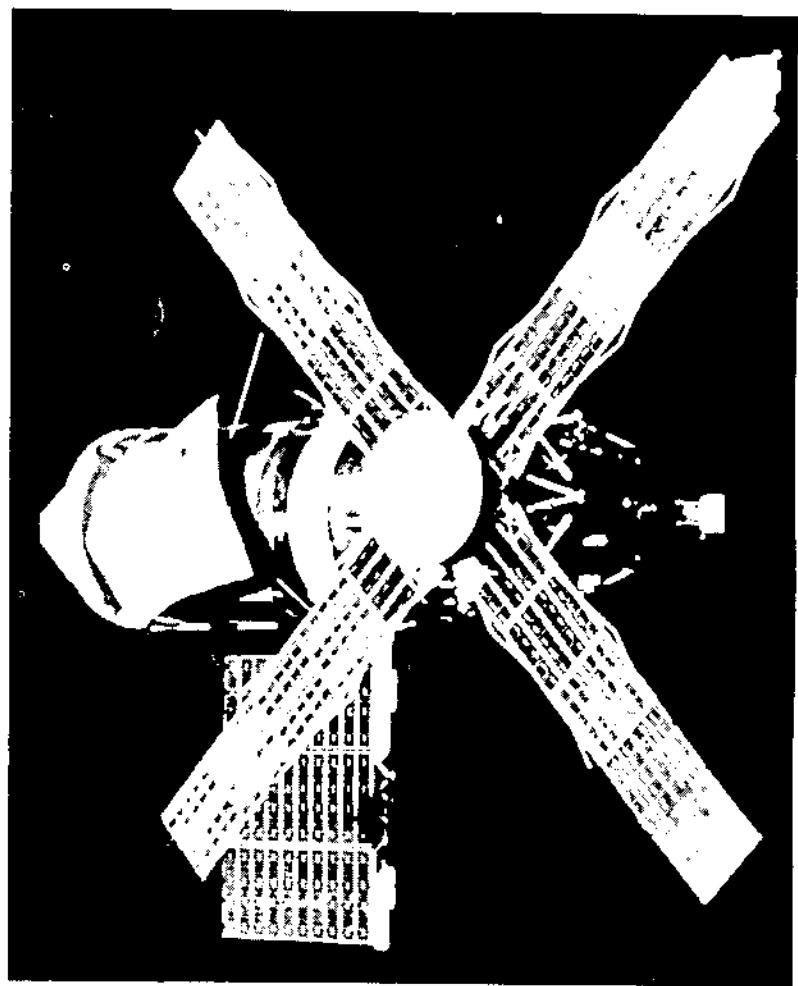
Hình 5: E. Besquerel (1820 –1891)

Năm 1873 Willoughby Smith phát hiện ra tính quang dẫn của Selenium và năm 1876 Adam & Day đã quan sát được hiệu ứng quang điện trên chất bán dẫn selenium. Chỉ sau một thời gian ngắn, lần đầu tiên pin quang điện đã được Fritt ? vào năm 1883. Sau đó, phải chờ tới 47 năm sau, khi Schottky đưa ra lý thuyết về hiệu ứng quang điện, hàng rào Schottky và năm 1941 Ohe phát hiện hiệu ứng này trong Silicon thì mới mở ra thời kỳ đột phá của pin quang điện. Trong thời kỳ chiến tranh thế Giới thứ II hàng loạt các quốc gia đã nỗ lực nghiên cứu lĩnh vực này như Mỹ, Đức, Nhật, Anh và Liên Xô.

Pin mặt trời (PMT) tinh thể Silicon đầu tiên có hiệu suất đáng kể 6% đã được ra đời vào giữa năm 1954 nhờ công của các nhà khoa học Chapin, Fuller, Pearson ở phòng thí nghiệm AT & T's Bell và Rapport Loferski, Jenny ở RCA (Mỹ). Công nghệ chế tạo pin mặt trời từ tinh thể Silicon được phát triển mạnh mẽ từ năm 1954 và đã đạt được hiệu suất cao là 14% trong phòng thí nghiệm vào năm 1958.

Sau khi đã sử dụng thành công trong vũ trụ, trên các vệ tinh và các con tàu vũ trụ, pin mặt trời Silicon đã chính thức bước vào thời kỳ thương mại.

Vệ tinh Skylab do NASA phóng lên vũ trụ vào năm 1973 đã được trang bị một giàn pin mặt trời Silicon có công suất lớn nhất thời bấy giờ là 20kW. Thời kỳ này, cũng bắt đầu ra đời hàng loạt các loại pin mặt trời làm từ những vật liệu khác như GaAs, SdTe, CdS đóng góp những thành quả đáng kể cho "gia đình dòng họ" pin mặt trời. Ngay từ khi ra đời, loại pin mặt trời GaAs đã đạt hiệu suất chuyển hóa cao, cỡ 20% (ở Mỹ năm 1970).



Hình 6: Trạm Skylab – giàn pin mặt trời 20 kW phóng lên vũ trụ 1973

Năm 1968 một loại vật liệu mới có đặc tính quang điện được tìm ra là Si-silic vô định hình và nó đã nhanh chóng chiếm lĩnh một vị trí đáng kể trong thị trường pin mặt trời của thế giới. Chỉ 6 năm sau, năm 1974 các nhà khoa học của RCA đã cho ra đời mẫu Si vô định hình đầu tiên và đăng ký bằng phát minh vào năm 1977. Thời gian này Nhật Bản đã trở thành cường quốc về pin mặt trời với các công ty như Hoxan, Kyocera, Fuji. Từ giữa thập kỷ 1970 -1980, pin mặt trời phát triển mạnh và thu hút hàng loạt các nước đầu tư, nghiên cứu, phát triển trên khắp các lục địa và công nghệ ngày càng hoàn thiện, hiện đại. Hiệu suất pin mặt trời không ngừng được cải thiện. Hiện nay đã đạt được 25,5% ở công ty Varian (Mỹ) với pin mặt trời GaAs và 23% với pin tinh thể Si- pin mặt trời "PERL" trong phòng thí nghiệm của giáo sư Green, thuộc trường đại học New South Wales. Đó thật sự là những yếu tố quan trọng đưa nền công nghiệp điện mặt trời đi lên trong tương lai.

Trong thập kỷ 90 tiến tới năm 2000, công nghệ chế tạo pin mặt trời đang có những bước đi mới. Các nhà khoa học đã nói đến một thế hệ pin mặt trời đa phổ (mở rộng khoảng chuyển hóa năng lượng ánh sáng của pin) với những kết quả đáng khích lệ: hiệu suất pin mặt trời đạt tới trên 30%. Một loại pin mặt trời hóa học mô phỏng theo nguyên lý quang hợp của chất diệp lục ở lá cây vv...Tuy nhiên tất cả những ý tưởng và kết quả này mới chỉ bắt đầu, chúng có thật sự hiệu quả và kinh tế không ? Câu trả lời phải dành cho những trang sử phát triển pin mặt trời ở thế kỷ 21.

2. Công nghệ chế tạo pin mặt trời

Pin mặt trời có thể chế tạo từ nhiều loại vật liệu khác nhau và rất đa dạng gồm : silic tinh thể, GaAs, a - Si (silic vô định hình) CdS, CdTe, .v.v... Công nghệ được sử dụng để

sản xuất pin mặt trời cũng rất phong phú như công nghệ bốc bay tạo pin mặt trời màng mỏng. Công nghệ khuếch tán, công nghệ Ruban, công nghệ phân hủy silan tạo pin mặt trời silic vô định hình vv...

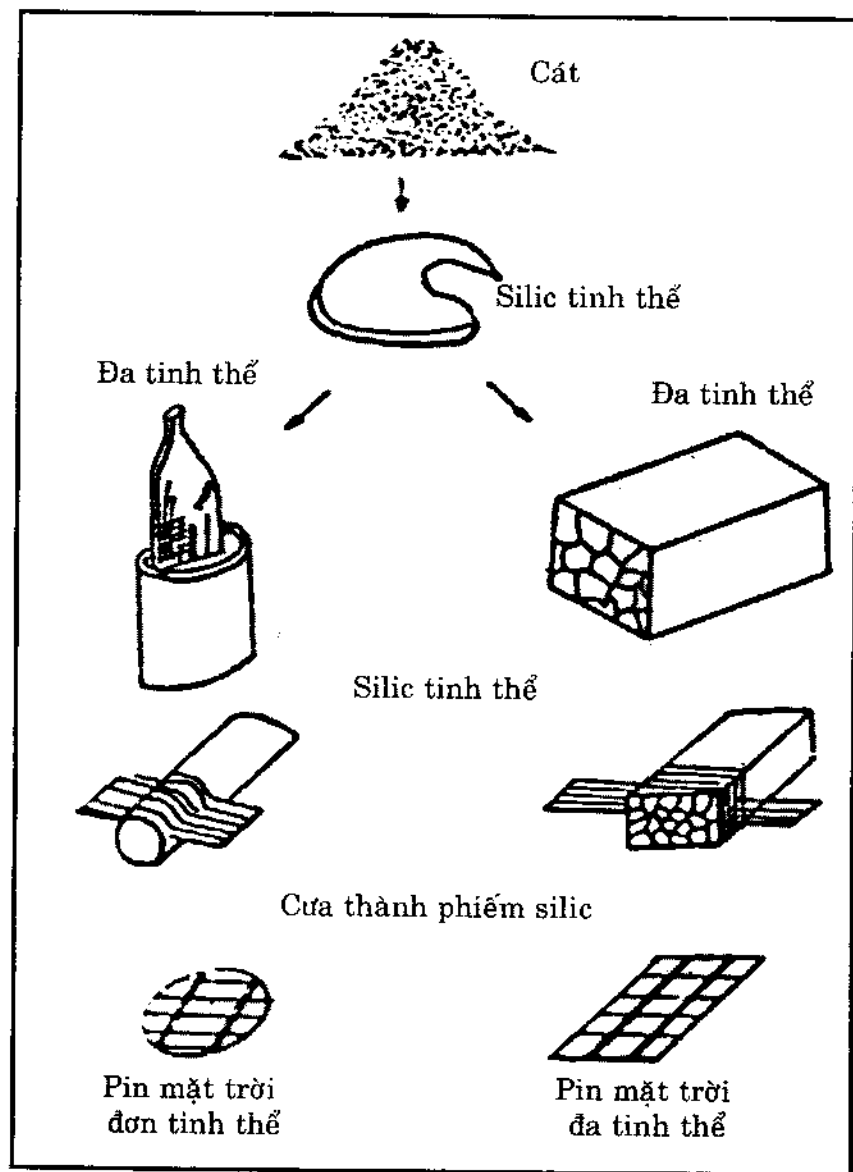
Tuy nhiên từ biểu đồ sử dụng vật liệu chế tạo pin mặt trời trên bảng 3 người ta dễ dàng nhận thấy vật liệu chủ yếu sử dụng trong nghiệp chế tạo pin mặt trời hiện nay là Silic tinh thể và Silic vô định hình. Hướng vật liệu này sẽ còn phát triển vào đầu thế kỷ 21 nhờ đặc tính ổn định và kinh tế của chúng.

2.1. Pin mặt trời tinh thể silic

Từ vật liệu ban đầu là cát (SiO_2) người ta tinh chế ra Silic rồi sau đó tạo Silic đa tinh thể hoặc kéo thành đơn tinh thể theo các công nghệ đặc biệt. Khi đã có khối vật liệu tinh thể Silic, người ta cưa, cắt chúng bằng dao kim cương, laser ... thành các phiến tinh thể Silic dày khoảng 400 μm . Qua các công đoạn cưa, cắt, xử lý hóa học, mài, tẩy sạch bề mặt để chuẩn bị và các bước công nghệ tiếp theo vật liệu đã bị tiêu hao khoảng 50%.

Sau khi đã có phiến Silic tinh thể tiêu chuẩn, người ta tiến hành bước quan trọng nhất trong công nghệ làm pin mặt trời là tạo lớp chuyển tiếp p - n bằng cách pha Brôm (Br), photpho (P) vào phiến pin Silic từ các nguồn Br, P rắn ở nhiệt độ 900 – 1000°C. Đây là một chu trình đòi hỏi sự chính xác cao vì nó quyết định hiệu suất của pin mặt trời.

Nhiệt độ khuếch tán phải được khống chế ở độ xác chính cao để có được độ sâu khuếch tán mong muốn. Người ta đã áp dụng phương pháp cấy ion để giải quyết độ chính xác và tự động hóa của công đoạn chế tạo này. Tiếp theo, các nhà công nghệ phải tạo lớp tiếp xúc (contact) mặt trước và mặt sau để lấy điện ra và phủ lên bề mặt lớp màng chống phản xạ (A.R.C – Anti Reflection Coating).



Hình 7: Sơ đồ chế tạo pin mặt trời

**Bảng 3: Sản lượng pin mặt trời 1990 – 2000 t
theo vật liệu chế tạo (MWp)**

Năm / Pin mặt trời	1990	1995	2000
Silic tinh thể	31,70	85	190
Silic vô định hình	14,7	65	160
Tổng số	46,4	150	350

Khi có ánh sáng chiếu tới, hai loại hạt tải tự do đ
tạo ra trong lòng bán dẫn Silic gồm các điện tử tự do m
điện tích âm ở vùng dẫn và các lỗ trống tự do mang điện t
dương ở vùng hóa trị. Quá trình chuyển hóa quang năng n
trời thành điện năng xảy ra khi các hạt tải tự do này đ
các photon ánh sáng kích hoạt và di chuyển theo hai ch
ngược nhau dưới tác dụng của nội điện trường ở vùng chuy
tiếp p – n, dòng điện được lấy ra nhờ hai contact ở mặt tr
và mặt sau của phiến pin mặt trời.

Hiệu suất chuyển hóa của pin mặt trời được tính bằng

$$\mu = FF \cdot \frac{V_{OC} \cdot I_{SC}}{P_{in}}$$

Trong đó :

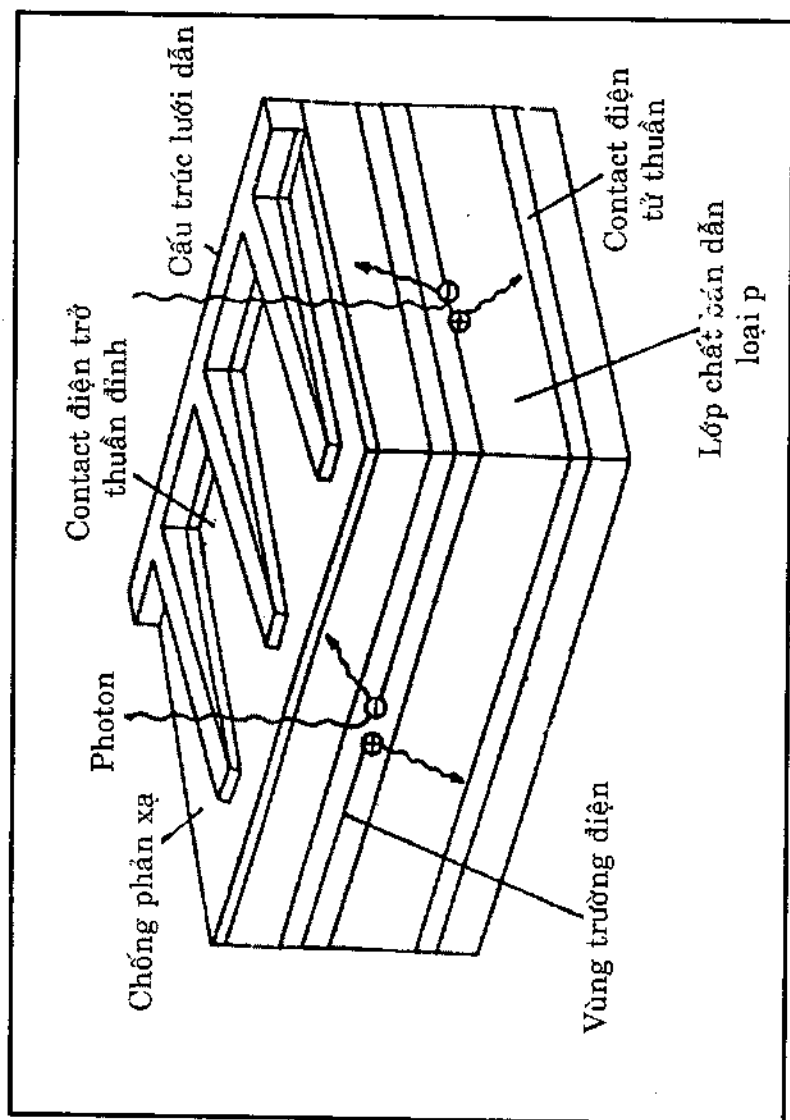
FF – hệ số lấp đầy của pin

V_{OC} – thế hở mạch

I_{SC} – dòng đoản mạch

P_{in} – thông lượng ánh sáng chiếu tới

$$FF = V_{max} \cdot \frac{I_{max}}{V_{OC} \cdot I_{SC}} \quad (7)$$



Hình 8: Cấu trúc pin mặt trời Silicon thể

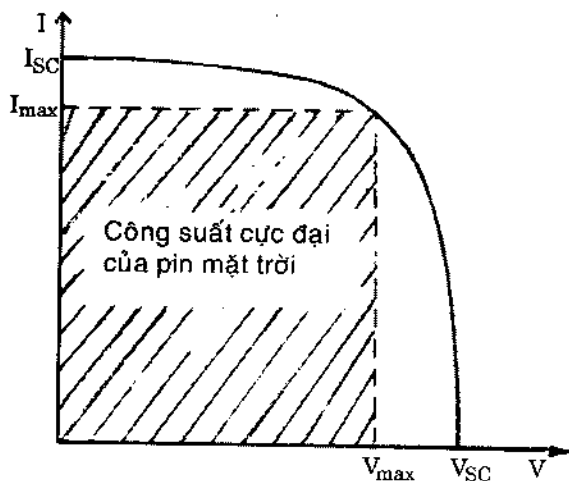
Bảng 4: Hiệu suất pin mặt trời ở một số phòng thí nghiệm trên thế giới

PIN MẶT TRỜI SILIC TINH THỂ Ở MỨC AM1.5G				
Vật liệu	Pin mặt trời	Cơ quan	Diện tích (cm²)	Hiệu suất (%)
Chế tạo bằng phương pháp nóng chảy vùng	PERL	UNSW	4	23,3
	Back PCC	Stanford	37,5	22,7
	Simpl BCC	Stanford	10	21,2
	BCSC	UNSW	12	21,3
Chế tạo bằng phương pháp Czocralsky	BCSC	UNSW	47	18,3
	n ⁺ pp ⁺	Telefunken	113	17,3
	n ⁺ pp ⁺	Shape	100	17,3
	Thương mại	Khác nhau	100	13,0
Đa tinh thể	PESC	UNSW	4	17,1
	BCSC	UNSW	10,5	16,2
	n ⁺ pp ⁺	Shape	100	15,8
	n ⁺ pp ⁺	Telefunken	142	13,5
	Thương mại	Khác nhau	100	12,0
MODULE SILIC PHẪNG				
Vật liệu	Pin mặt trời	Cơ quan	Diện tích (cm²)	Hiệu suất (%)
Chế tạo bằng phương pháp Czocralsky	BCSC	UNSW	806	16,4
	n ⁺ pp ⁺	Telefunken	1000	16,8
	Thương mại	Solarex	5600	12,6
	Thương mại	Solarex	5600	11,1
PIN MẶT TRỜI GALLIUM ARSENIDE				
GaAs	Một chuyển tiếp	NREL	0,2	25,7
GaAs	Một chuyển tiếp	Kopin	4	25,1
GaInP/GaAs	Hai chuyển tiếp	NREL		27,3

Từ viết tắt: NREL : Phòng thí nghiệm năng lượng tái tạo quốc gia, Mỹ
 USA, UNSW : Đại học New South Wales, Australia,
 PERL : Pin mặt trời khuếch tán định xứ mặt sau và lớp emitter thụ động
 Back PCC : Pin mặt trời có tiếp xúc điểm mặt sau,
 BCSC : Pin mặt trời có tiếp xúc lớp,
 PESC : Pin mặt trời có lớp emitter thụ động.

2.2. Pin mặt trời silic vô định hình

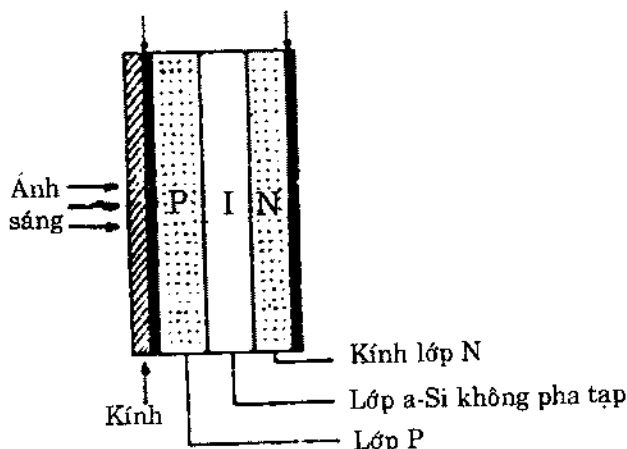
Sinh sau đẻ muộn nhất trong làng pin mặt trời, pin mặt trời silic vô định hình “trình làng” lần đầu tiên năm 1974 tại phòng thí nghiệm RCA Mỹ. Tuy nhiên, nhờ công nghệ chế tạo có nhiều ưu thế, chu trình kín, khả năng làm diện tích rộng nên giá thành rẻ, pin mặt trời silic vô định hình đã chiếm lĩnh thị trường một cách nhanh chóng, cùng sánh vai với các bậc đàn anh lâu năm là silic tinh thể (bảng 3).



Hình 9: Đặc trưng I - V của pin mặt trời

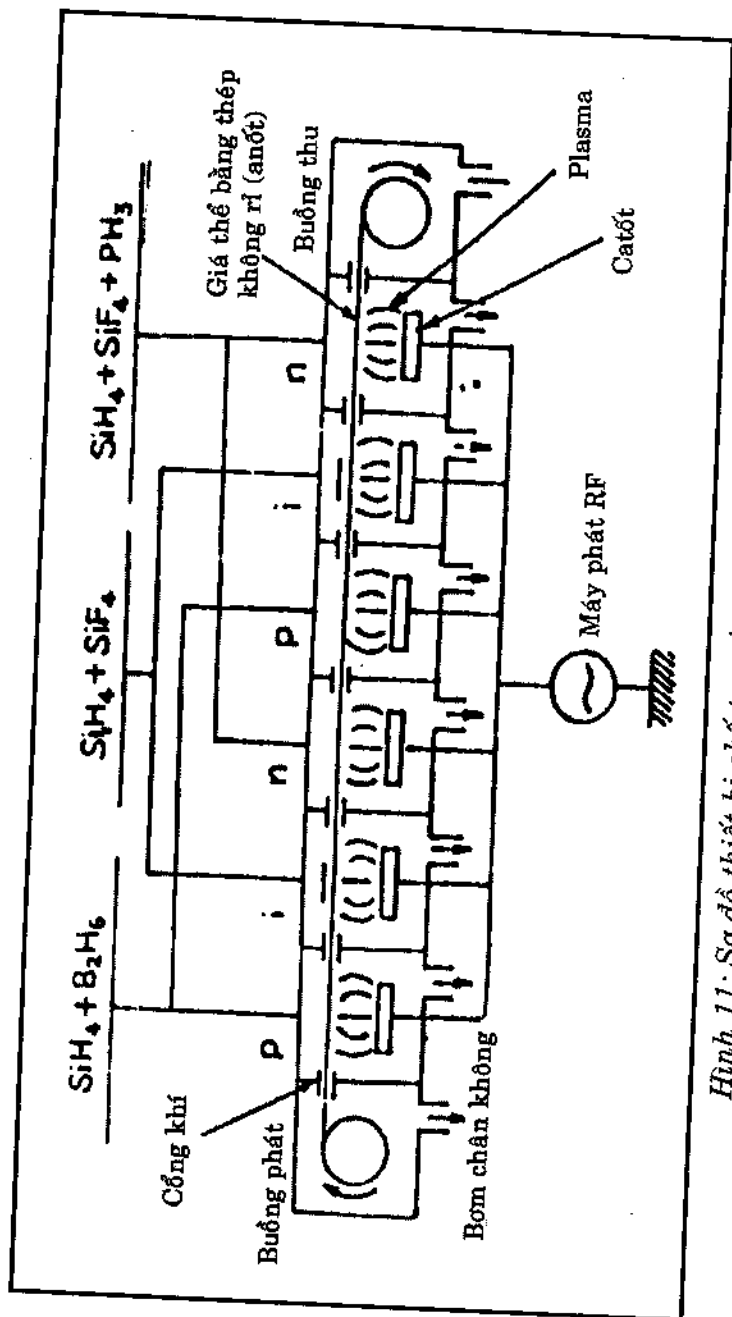
Người ta tạo ra pin mặt trời vô định hình ở pha khí bằng cách phân hủy khí Silan SiH_4 , chuyển tiếp P.I.N được tạo ra bởi sự pha tạp của khí B_2H_6 và PH_4 . Contact mặt trước được dùng là các loại màng oxit trong suốt như TiO , SnO ... nhưng phổ biến nhất là màng ITO (hình 9). Vì là loại pin vô định hình, nên nó có thể được chế tạo trên bất kỳ loại đế nào như sắt, thủy tinh, sành sứ ... với diện tích hàng mét vuông. Mỹ và Nhật Bản là hai nước dẫn đầu trong việc chế tạo loại pin này. Đặc biệt là Nhật Bản đã có hướng đầu tư tảo bạo trong việc

ngiên cứu đưa loại pin này thành một loại “vật liệu xây dựng” như ngói mặt trời và kính cửa sổ mặt trời. Có thể nói rằng đây là một loại pin mặt trời có rất nhiều hứa hẹn trong thế kỷ tới khi mà kỹ thuật và công nghệ nâng được hiệu suất của nó lên cao hơn và độ lão hóa ổn định hơn. Những công bố gần đây của các công ty hàng đầu thế giới cho thấy đã đạt được những bước tiến dài về hiệu suất như SANYO 11,7%; TDK 12%; FUJI 11,5%; ECD 11,3%; SOLAREX 10,9%; GLASS TECH 10,6%; ARCO SOLAR 10,2% ...



Hình 10: Cấu trúc pin mặt trời silic vô định hình

Tuy nhiên, hiệu suất cao như vậy của pin mặt trời silic vô định hình mới chỉ đạt được trên diện tích nhỏ khoảng 1cm^2 và đã được ứng dụng rộng rãi để chế tạo hàng triệu đồng hồ đeo tay, máy tính điện tử vv... từ mười năm trở lại đây. Còn trên các modul PMT có diện tích lớn ($0,5\text{m}^2$) hiệu suất chỉ đạt khoảng 5 – 6% và đó chính là “điểm yếu” căn bản khiến cho pin mặt trời vô định hình chưa “vượt qua mặt” các pin mặt trời Silic tinh thể. Nguyên lý hoạt động và đặc trưng của pin mặt trời silic tinh thể vô định hình về căn bản cũng tương tự như ở các PMT Silic tinh thể.



Hình 11: Sơ đồ thiết bị chế tạo pin mặt trời Si vô định hình

2.3. Công nghệ pin mặt trời hiệu suất cao

Năm 1993, hãng Sunpower (California – Mỹ) đã chế tạo 7000 pin mặt trời (PMT) Silic với hiệu suất 21,1% cho Honda Dream phục vụ cho cuộc đua ô tô điện mặt trời. Một số kết quả nghiên cứu khác, không tính đến giá thành, đã đạt hiệu suất 30% với pin mặt trời đa phổ. Ngoài ra để phục vụ nhà máy điện mặt trời công suất lớn, các hãng công nghiệp dự định sử dụng pin mặt trời hội tụ với công suất cao hơn 20%.

2.3.1. Pin Mặt Trời Silic đa tinh thể :

Để hạ giá thành pin mặt trời, các hãng Solarex, Photowatt, Kyocera ... đã chọn Silic đa tinh thể, là vật liệu rẻ tiền, làm vật liệu chế tạo pin mặt trời. Vấn đề đặt ra là cần tăng hiệu suất của loại pin mặt trời này (năm 1990 mới đạt cỡ 10 – 12%). Rất nhiều phương pháp đã được thử nghiệm. Ví dụ trong chương trình châu Âu "Multichess", các cơ sở như IMFC (Bỉ), CNRS và Photowatt (Pháp), Eurosolair và Enea (Ý) đã đạt được pin mặt trời diện tích 4cm^2 , hiệu suất 16,5% vào năm 1993, bằng cách sử dụng các công nghệ chế tạo pin mặt trời kỹ thuật cao nêu ở điểm a, b, c, e, f trong bảng 1.

Bảng 5: Các công nghệ pin mặt trời hiệu suất cao

	Công nghệ	Mục đích
a	Thụ động hóa emitter n^+ bằng oxide	Giảm tái hợp bề mặt trước
b	Làm mỏng lớp emitter	Tăng thụ động hóa bề mặt trước
c	Sử dụng trường mặt sau bằng cách pha tạp Bo	Tạo trường mặt sau p ⁺ và giảm tái hợp
d	Tạo bề mặt gồ ghề bằng Laser và tạo contact Ni chìm	Tăng độ gồ ghề hạt tải, giảm độ che của contact mặt trước
e	Gatter bằng photopho	Cải thiện chất lượng vật liệu đế p
f	Bốc hơi chân không contact	
g	Màng chống phản xạ (ARC) kép	

Ngày nay, các pin mặt trời của Photowatt sử dụng phương pháp f đạt hiệu suất 15% trên diện tích 100cm^2 . Kết hợp với phương pháp g, Viện công nghệ Georgran (2) thu được hiệu suất 17,7% trên đế 1cm^2 và Kyocera (3) thu được 16,4% trên diện tích 225cm^2 . Như vậy hiệu suất 16% đối với PMT Silic đa tinh thể là đã đạt được.

2.3.2. Silic đơn tinh thể

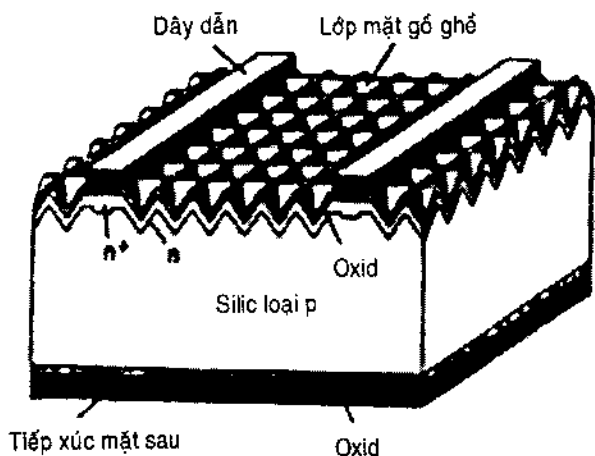
** Phương pháp đạt hiệu suất cao*

Hai hãng sản xuất pin mặt trời lớn nhất thế giới là Siemens Solar ở Mỹ và BP Solar ở châu Âu, sử dụng Silic đơn tinh thể chế tạo bằng phương pháp Czochralsky để làm vật liệu đế. Có hai điểm bất lợi là phiến Silic rất đắt và có dạng tròn, không tiện lợi khi đóng module. Ưu điểm chính là cùng công nghệ chế tạo, hiệu suất biến đổi quang điện cao hơn Silic đa tinh thể từ 1 - 2%. Cuối cùng xét về giá thành trên watt đỉnh là như nhau.

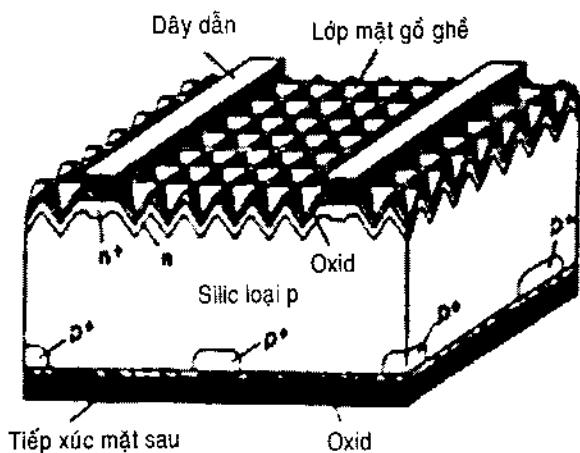
** Các tiến bộ đang được thực hiện*

Theo phân tích của Siemens Solar (5), giá thành cuối cùng phụ thuộc giá nguyên liệu (20 – 40US\$/kg), chiều dày phiến Silic, và hiệu suất biến đổi quang điện. Bằng cách giảm độ dày phiến Silic dưới $200\mu\text{m}$, giảm độ che contact mặt trước, có thể đạt giá thành PMT 2US\$/Wp.

Chương trình nghiên cứu của châu Âu lấy tên “Eurochess” gồm các phòng thí nghiệm ở Madrid (Tây Ban Nha), Freiburg (Đức) và Leren (Bỉ), hãng BP Solar và Siemens Solar có nhiệm vụ chung là hiệu suất 18% bằng công nghệ kinh tế chấp nhận được trong công nghiệp. BP Solar đã đạt được 16,5%. Các cố gắng tập trung vào việc tạo màng contact kim loại rẻ tiền như : in lụa, lắng đọng hóa học Nikel, hoặc tạo bề mặt trước gỗ ghè bằng ăn mòn hóa học, xử lý cơ học.



"Perl"



Hình 12: Pin mặt trời hiệu suất cao của Đại học Sydney

** Các pin mặt trời hiệu suất cao :*

Bằng cách sử dụng contact bốc bay, màng chống phản xạ kép, emitter và contact định xứ, Viện năng lượng mặt trời Freiburg (Đức) đã đạt được hiệu suất 20,7% trên diện tích 4cm^2 vật liệu Silic đơn tinh thể chế tạo bằng phương pháp Czochralsky (Cz). Thay vật liệu này bằng Silic đơn tinh thể chế tạo bằng phương pháp nóng chảy vùng thẳng đứng (Si Fz), bằng công nghệ tương tự, Viện Freiburg đạt hiệu suất 22,3% trên diện tích 4cm^2 .

Bằng vật liệu Si Fz, với các cấu trúc pin mặt trời khác, các kỷ lục về hiệu suất cũng đã đạt được. Chúng ta nêu ra hai trường hợp điển hình:

a. Các pin mặt trời Perc và Perl của đại học Sydney (Úc) đã đạt được hiệu suất 23,5% trên diện tích 4cm^2 (6) trong hình 12 :

Perc (passivated emitter and real cell) : Bề mặt trước được làm gồ ghề theo kiểu "Piramid" bằng phương pháp quang khắc (photolitho – graphic), emitter và bề mặt sau được thụ động hóa bằng oxid.

Perl (passivated emitter and real locally – diffused cell) : loại pin mặt trời này giống như trên cộng thêm lớp p^+ định xứ mặt sau.

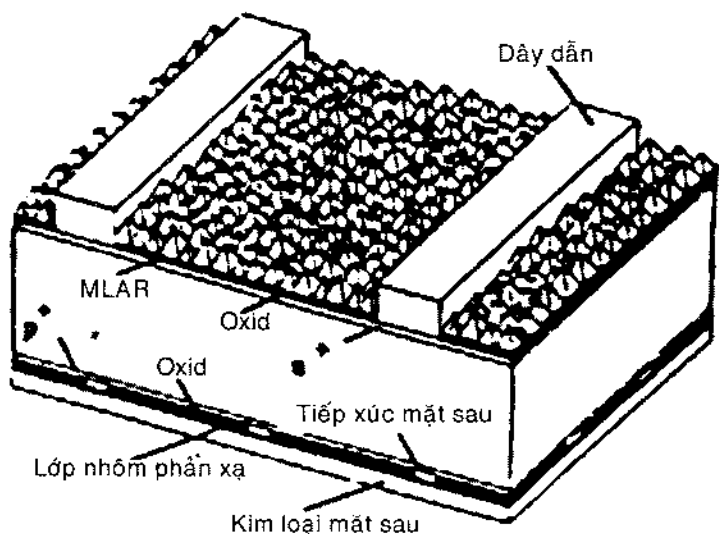
b. Pin mặt trời với contact cầu nối mặt sau đạt được 22,7% trên diện tích 8cm^2 từ năm 1988 ở California. Ngoài việc giảm thiểu chiều dày vùng n^+ và p^+ , các vùng này được nối ra mặt sau để giảm sự che của contact kim loại mặt trước. Các loại PMT đã được đưa vào sản xuất ở qui mô nhỏ trong nhà máy. Sau đây là hai ví dụ :

Pin mặt trời TPER (Textured, passivated, real field and reflection cell) được cơ quan nghiên cứu vũ trụ Đức chế tạo

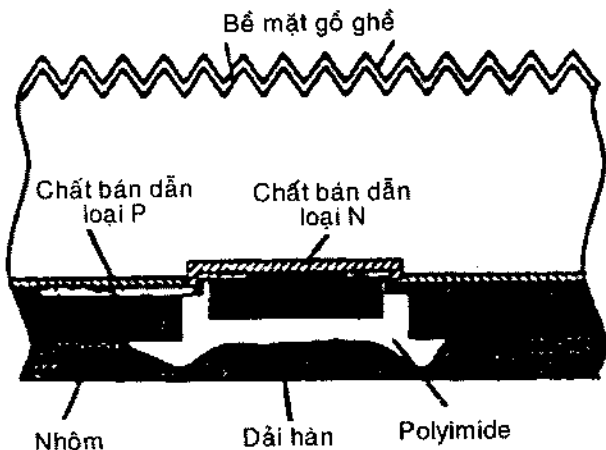
đạt hiệu suất 18,5% và hiệu suất cực đại đạt 19,4% trên diện tích 23cm² mà không dùng phương pháp quang khắc (hình 13) :

Pin mặt trời với contact cầu nổi (hình 14) của Sunpower đạt hiệu suất 21,1% và cực đại đạt 22% trên diện tích 18cm² với hai bước quang khắc được bán cho hãng Honda để trang bị cho ô tô Dream phục vụ các cuộc thi ô tô mặt trời.

Chúng ta có thể kết luận rằng pin mặt trời Silic đơn tinh thể với hiệu suất 18% sẽ đạt được trong một ngày gần đây với giá chấp nhận được. Pin mặt trời có thể đạt được hiệu suất cao hơn với công nghệ đắt tiền so với mục tiêu sử dụng bình thường ở mặt đất, tuy vậy chúng ta sẽ xét đến công nghệ chế tạo pin mặt trời dưới khía cạnh hội tụ cao cho mục tiêu đó.



Hình 13: Pin mặt trời TPER



Hình 14: Pin mặt trời với contact cầu nối

2.3.3. Pin mặt trời GaAs :

Sau Silic, GaAs là vật liệu bán dẫn được sử dụng nhiều nhất cho vi điện tử. Đối với sử dụng mặt trời nó có ưu điểm là đạt thế hở mạch cao (1,0V thay vì 0,7V đối với Si) và hiệu suất biến đổi quang điện cao (kỷ lục là 25% thay vì 23%) mặc dù phổ hồng ngoại gần như bị cắt làm giảm dòng nối tắt xuống còn 28mA/cm^2 (thay vì 40mA/cm^2). Công nghệ chế tạo phức tạp hơn nhiều so với pin mặt trời Si vốn không thể sử dụng phương pháp thụ động hóa bằng oxid, nhưng có thể thay thế bằng lớp "cửa sổ" $\text{Ga-xAl}_x\text{As}$ (x gần bằng 0,9), contact mặt trước thường được chế tạo trên lớp bề mặt pha tạp mạnh định xứ nhờ phương pháp quang khắc. Các đơn tinh thể của đế thường chiếm bề mặt nhỏ và rất đắt nhưng người ta có thể thay thế bằng đơn tinh thể Ge. Pin mặt trời GaAs được chế tạo bằng nhiều lớp hợp chất có nồng độ pha tạp khác nhau, một trong những cấu trúc đơn giản nhất được trình bày ở bảng 6 :

Bảng 6: Cấu trúc pin mặt trời GaAs

Chiều dày (μm)	Cấu trúc	Hợp kim	Pha tạp (cm^3)
0,5	Contact	GaAs	$P = 1,6 \cdot 10^{20}$
0,05	Cửa sổ	$\text{Ga}_{n-1}\text{Al}_n\text{As}$	$P = 10^{18}$
0,5	Emitter	GaAs	$P = 5 \cdot 10^{18}$
3	Đế	GaAs	$N = 1,7 \cdot 10^{17}$
0,75	Trường mặt sau	$\text{Ga}_{n-2}\text{Al}_{n-2}\text{As}$	$N = 10^{18}$
1,5	Lớp đệm	GaAs	$N = 10^{19}$
300 – 500	Đế	GaAs	$N = 10^{16}$

Các lớp này được tạo ra trong quá trình tinh thể được lớn lên liên tục. Sự lớn lên của tinh thể xảy ra trong pha lỏng, pha hơi hoặc bằng bán phân tử trong thiết bị rất phức tạp và bắt buộc phải sử dụng khí vô cùng độc.

Về vấn đề này, Varian (Mỹ) và Viện kỹ thuật Ioffé (Nga) đạt được những kết quả rất xuất sắc. Viện kỹ thuật Ioffé đã thử sản xuất pilot PMT GaAs phục vụ mục tiêu phục vụ trên mặt đất và ngoài vũ trụ và hiện đang tiếp tục được đầu tư bởi kinh phí của Mỹ.

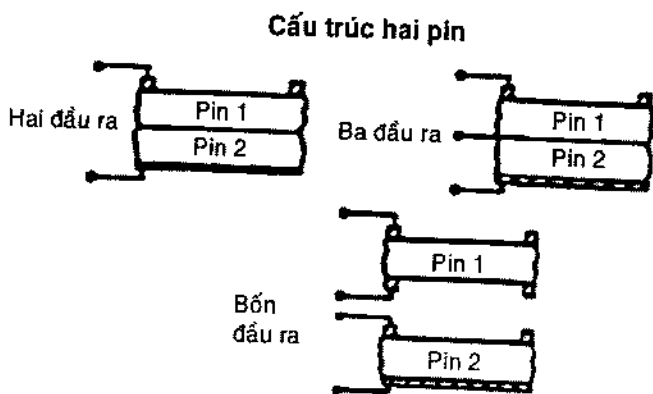
Ở Pháp, một phòng thí nghiệm chuyên dụng đã được CNRS thành lập ở Valbonne vào năm 1983, do ông C.Vérié, sau đó ông P.Gibart phụ trách đã đạt được nhiều kết quả xuất sắc, nhờ sự đầu tư đáng kể và những kinh nghiệm thực hành cực kỳ xuất sắc. Họ đạt được hiệu suất kỷ lục 26% trên diện tích $0,04\text{cm}^2$ đối với pin mặt trời có cấu trúc như ở bảng 6 và cấu trúc Tandems. Những cố gắng như vậy cần được đảm bảo bằng nguồn kinh phí lâu dài.

2.3.4. Pin mặt trời đa phổ :

Nguyên lý của loại này rất đơn giản : người ta phân phổ

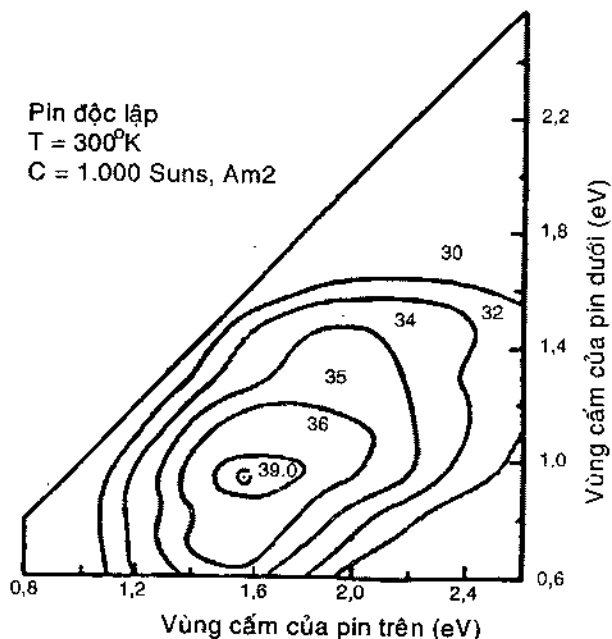
mặt trời thành nhiều lớp, mỗi lớp được chuyển hóa bởi một pin mặt trời tương ứng. Muốn đạt hiệu suất cao, tất cả các pin mặt trời phải chuyển hóa tối đa bức xạ mặt trời chưa bị hấp thụ bởi lớp trước đó. Các hệ hai PMT, còn gọi là "tandem" khá phức tạp. Về phương diện điện, có nhiều khả năng thay đổi.

Pin mặt trời tandem với hai đầu ra có thể xây dựng cho sự hoạt động đồng nhất, về nguyên lý không phức tạp hơn nhiều so với GaAs nhưng có hai điều kiện rất khó thực hiện : đó là sự bằng nhau của dòng nối tắt của 2 pin và vị trí trung gian ở giữa hai pin của một diod "đường ngầm" (tunnel) bán trong suốt như một thành phần nối. Pin mặt trời tandem bốn lõi ra dễ chế tạo hơn và có hiệu suất cao hơn.



Hình 15: Pin mặt trời tandem •

Hình 15 chỉ sự phụ thuộc của hiệu suất chuyển hóa quang điện của pin mặt trời tandem vào độ rộng vùng cấm của vật liệu đế. Những vật liệu được xét đến ở đây là GaInAsP. GaAs có thể được chọn làm đế cho các hợp kim GaAlAs và hợp kim GaInAsP. Loại sau thường được chế tạo trên đế InP cho ta hiệu suất đạt 21,4% trên diện tích 4cm^2 .



Hình 16: Sự phụ thuộc của lực suất vào độ rộng vùng cấm

GaAlAs trên GaAs (Virian, USA) : hiệu suất 27,6% trên diện tích $0,5\text{cm}^2$.

GaInP trên GaAs (NREL, USA) : hiệu suất 29,5% trên diện tích $0,25\text{cm}^2$.

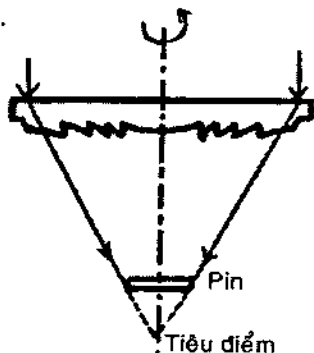
Các PMT tandem được chế tạo ở GaInAs và GaAlAs trên đế Si, hiệu suất đạt từ 17,5–21%.

2.3.5 Các hệ pin mặt trời hội tụ

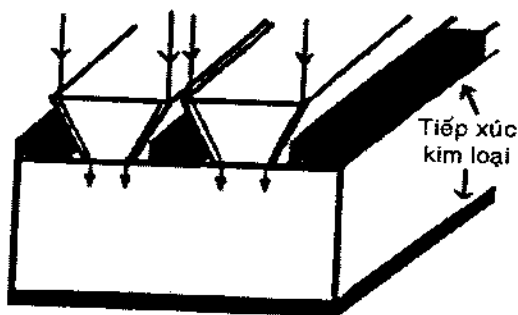
Trong một hệ quang điện, thành phần đắt tiền nhất là trường của pin mặt trời. Nếu ta giảm diện tích của pin mặt trời c lần nhờ hệ hội tụ c lần, ta có thể giảm giá thành hệ pin mặt trời ngay khi nó được gắn quay tự động về hướng mặt trời, hoặc ngay cả khi nó không chuyển hóa được thành

phần khuếch tán của bức xạ mặt trời. Rõ ràng một hệ hoạt động như vậy có thể hoạt động trong vùng nhiệt đới nơi bức xạ trực tiếp gần như liên tục và sự tối ưu hóa sẽ tăng hiệu suất chuyển hóa của pin mặt trời.

Trên hình 17 và 18 ta thấy sơ đồ sử dụng thấu kính Fresnel và nắp đậy hình lăng trụ giảm độ che của răng contact mặt trước.



Hình 17: Thấu kính Fresnel



Hình 18: Nắp che lăng trụ giảm độ che của contact

Thấu kính Fresnel là hệ phổ biến nhất, được xí nghiệp nổi tiếng của Mỹ Entech (Texas) chọn để sử dụng.

Hệ quay theo mặt trời tuy có làm phức tạp thêm và giảm một ít độ ổn định của toàn hệ thống, nhưng hệ này có

thể thúc đẩy năng lượng sinh ra một cách đáng kể, đôi khi từ 20 – 40%. Ngoài làm cần chú ý sử dụng hệ thống làm lạnh để nhiệt độ của pin mặt trời không tăng lên nhiều.

Ưu điểm chính của pin mặt trời hội tụ là tăng hiệu suất chuyển hóa lên c lần (c là hệ số hội tụ). Lý do rất đơn giản : thể tích mạch là loga của dòng nối tắt, vì vậy lấy gần đúng cũng là logic. Để tận dụng tối đa yếu tố này cần giảm diện tích nối tiếp của PMT, khi đó tăng bề rộng của các răng của contact mặt trước với sự phủ lớp hình lăng trụ để giảm sự che của contact mặt trước. Với sự hoàn hảo về công nghệ, BP Solar đạt được hiệu suất 20,1% đối với các pin mặt trời hiệu suất 18% khi hệ số hội tụ $c = 1$.

Các hệ pin mặt trời dưới hội tụ mở ra nhiều hứa hẹn cho hiện tại và tương lai. Các hệ quang điện hội tụ khác P.V bình thường ở chỗ là pin mặt trời phải có độ hoàn hảo cao hơn và nói chung chất lượng cao hơn.

2.3.6. Pin mặt trời cho vũ trụ

Mỗi năm các vệ tinh và tàu vũ trụ sử dụng hàng trăm kWp pin mặt trời, chiếm khoảng 3% thị trường pin mặt trời nói chung. Giá pin mặt trời dùng cho vũ trụ khoảng 55US\$/Wp, đắt hơn 15 lần so với sử dụng ở mặt đất vì yêu cầu chất lượng cao, các yếu tố đó là : độ tin cậy phải hoàn hảo, hiệu suất cao và trọng lượng nhỏ. Về hiệu suất phải tính đến dùng pin mặt trời ở trên vũ trụ với bức xạ lớn hơn 35% trên mặt đất, nhưng hiệu suất giảm đi 1-2% vì phổ bức xạ hơi dịch về ánh sáng xanh. Ngoài ra còn phải tính đến “vành đai bức xạ” thường phá hoại pin mặt trời ở độ cao 700 – 14000 km và sự thay đổi của nhiệt độ rất lớn (từ -150°C đến 60°C). Phục vụ cho mục tiêu sử dụng ngoài vũ trụ, người ta thường sử dụng pin mặt trời GaAs hoặc pin mặt trời Si đơn tinh thể.

hiệu suất cao. So với pin mặt trời Si, pin mặt trời GaAs có hiệu suất cao hơn (18% thay vì 14%). Sử dụng pin mặt trời cho mục đích vũ trụ là ứng dụng đầu tiên và còn là ứng dụng lâu dài trong tương lai.

2.3.7. Triển vọng của pin mặt trời hiệu suất cao

Các pin mặt trời Si đơn tinh thể chế tạo bằng phương pháp Cz và sử dụng các công nghệ chế tạo được cải tiến, đạt được hiệu suất 16 – 18%.

Các pin mặt trời Si hiệu suất cao và pin GaAs đạt hiệu suất 20 – 25% và đang là hướng nghiên cứu cần tiếp tục. Tuy vậy, đối tượng sử dụng khá hẹp, chủ yếu dùng cho các con tàu vũ trụ.

Giữa hai hướng trên là pin mặt trời hội tụ rất thuận lợi cho việc sử dụng ở các nước nhiệt đới.

Song song với những tiến bộ này của pin mặt trời hiệu suất cao, pin mặt trời đa tinh thể và vô định hình với giá thành hạ cũng là một hướng đáng quan tâm, sẽ được bàn đến ở phần khác.

III. KỸ THUẬT ĐIỆN MẶT TRỜI

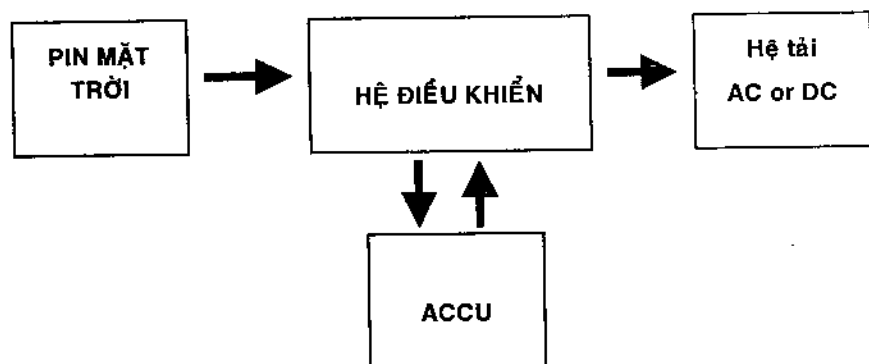
Do giá thành pin mặt trời hiện còn khá đắt cho nên kỹ thuật điện mặt trời đòi hỏi phải đạt hiệu suất cao, giảm thiểu mất mát ở tất cả các phần pin, trong tất cả các khâu kỹ thuật, từ đó nâng cao được hiệu quả sử dụng. Điện mặt trời là điện một chiều (DC) nên cũng đòi hỏi những kỹ thuật chuyên biệt cho các dụng cụ sử dụng. Việc thay đổi những công nghệ hoặc nâng cao từng phần trăm của phần pin mặt trời vô cùng tốn kém nhưng khi đưa vào sử dụng lại dễ dàng làm mất đi vài phần trăm thậm chí hàng chục phần trăm do sử dụng các kỹ thuật kém hoặc chưa thích hợp với điện mặt trời.

Kỹ thuật điện mặt trời tập trung vào 3 khâu chính : thiết kế cấu trúc của hệ điện mặt trời, hệ tồn trữ năng lượng và hệ điều khiển điện tử. Từ những nhu cầu sử dụng cụ thể, nhà thiết kế phải tính toán đưa ra một cấu trúc thích hợp và hiệu quả nhất cho sử dụng khai thác điện mặt trời. Nó có thể là một hệ riêng rẽ và cũng có thể là một hệ tập trung. Nó có thể là một hệ phức hợp (nối với mạng điện cục bộ, các nguồn năng lượng mới khác hay mạng điện lưới quốc gia). Sau khi lựa chọn cấu trúc, thiết kế, người ta phải tính đến các thành phần tương hợp giữa các nguồn pin mặt trời, hệ tồn trữ (Accu) và tải các dụng cụ sử dụng điện. Cuối cùng là phần điện tử điều khiển được thiết kế với hàng loạt chức năng để tính ổn định, tiện dụng, tuổi thọ dài của các hệ điện mặt trời. Nhiều kỹ thuật tiên tiến hiện nay đã được áp dụng kỹ thuật cho điện mặt trời và cũng chính vì lẽ đó mà giá thành kỹ thuật điện mặt trời hãy vẫn còn cao. Người ta chế tạo những bóng đèn chuyên dụng cho điện mặt trời công suất 12W - 15W song có độ sáng tương đương bóng đèn thường 75 - 100W hoặc các bộ phận chuyển điện 12VDC - 220VAC có hiệu suất đạt tới 95%, các loại Accu không phải đổ chặm nước, chu kỳ hoạt hóa sâu và tuổi thọ trên 10 năm.

Có thể nói kỹ thuật điện mặt trời sử dụng nhiều kỹ thuật cao đồng bộ và những tính toán cụ thể chính xác nhằm mang lại hiệu quả sử dụng cao nhất từ đó giảm được giá thành khai thác. Cho nên kỹ thuật là khâu rất quan trọng cho sự thành bại của sự nghiệp phát triển điện mặt trời.

1. Cấu trúc của hệ điện mặt trời

Hệ điện mặt trời còn gọi là hệ quang điện, gồm các thành phần chính nêu trên hình 19:



Hình 19: Sơ đồ hệ điện mặt trời

Panel pin mặt trời: Thành phần trực tiếp biến bức xạ mặt trời thành điện năng với giá đỡ theo hướng thích hợp.

Hệ điện tử điều khiển : Điều khiển quá trình nạp điện và điều khiển tải của toàn hệ thống.

Hệ Accu tồn trữ : Là bộ phận tích điện năng được nạp từ điện mặt trời để cung cấp cho tải bất cứ lúc nào.

Hệ thiết bị sử dụng : Là thiết bị sử dụng (tải) dùng điện mặt trời.

Một hệ điện mặt trời đạt hiệu suất cao khi các thành phần nêu trên phải có chất lượng cao và được thiết kế tối ưu, cân bằng giữa chúng. Sau đây chúng ta hãy xét kỹ từng thành phần của hệ điện mặt trời.

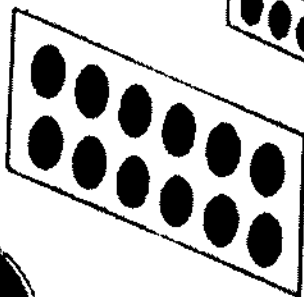
1.1. Giàn pin mặt trời

Giàn pin mặt trời còn gọi là máy phát quang điện (photovoltaic generator) của một hệ điện mặt trời, gồm nhiều modul pin mặt trời được lắp ráp theo yêu cầu sử dụng. Hình 20 nêu lên sự lắp ráp từ phiến pin mặt trời đến giàn pin mặt trời.

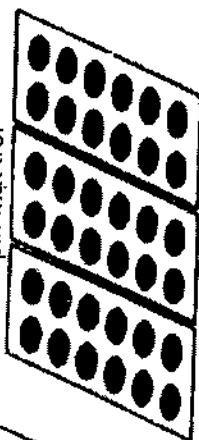
Pin mặt trời



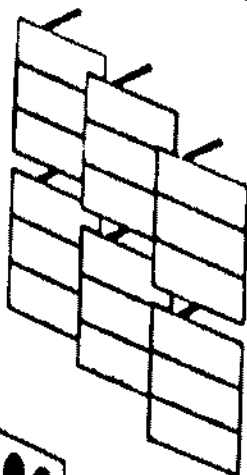
Modun pin mặt trời



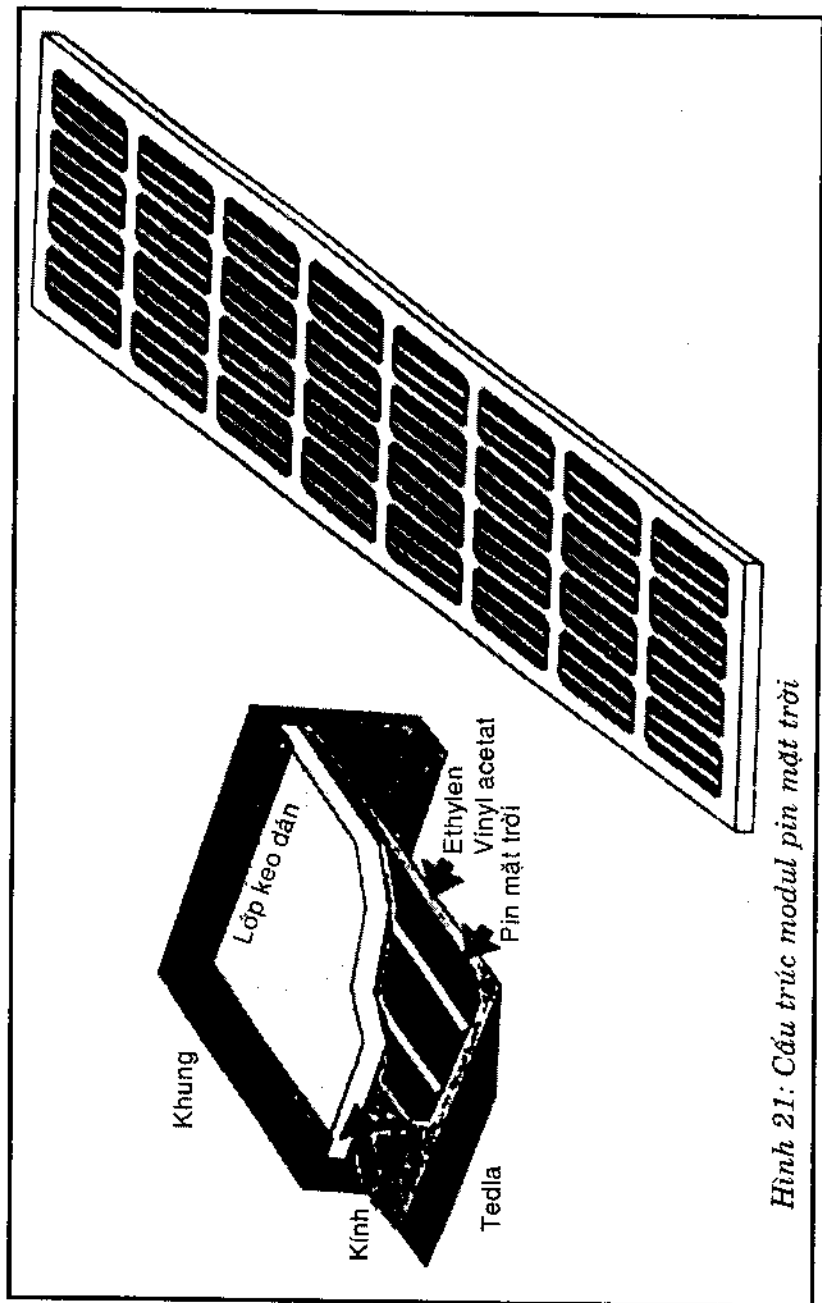
Panô pin mặt trời



Dàn pin mặt trời



Hình 20: Lắp ráp giàn pin mặt trời



Hình 21: Cấu trúc modul pin mặt trời

a. Pin mặt trời (solar cell): Là linh kiện bán dẫn biến ánh sáng mặt trời thành điện năng, được chế tạo từ vật liệu bán dẫn Silic hoặc các hợp chất bán dẫn.

b. Modul quang điện (photovoltaic modules): Là thành phần cơ bản để lắp thành hệ quang điện. Mỗi modul được lắp ráp từ các phiến pin mặt trời để đạt được dòng và thế cần thiết, với kỹ thuật và cấu trúc đặc biệt để chịu được các tác động của môi trường : nắng, mưa, độ ẩm, bức xạ ăn mòn...

Panel pin mặt trời: gồm nhiều modul lắp ráp với nhau.

Giàn pin mặt trời (solar array) : gồm nhiều panel lắp ráp lại. Điện áp của modul quyết định số lượng pin mặt trời được lắp ráp trong một modul. Điện áp hoạt động danh định của hệ điện mặt trời phải phù hợp với điện áp của accu tồn trữ, thông thường là 12V. Đa phần các modul pin mặt trời được chế tạo để nạp Accu 12V, và vì vậy một modul thường được lắp bởi 33 đến 36 phiến pin mặt trời và có công suất chuẩn trong khoảng 40 – 60Wp.

Công suất danh định của một modul pin mặt trời được xác định do hãng sản xuất với các điều kiện chuẩn chung sau đây :

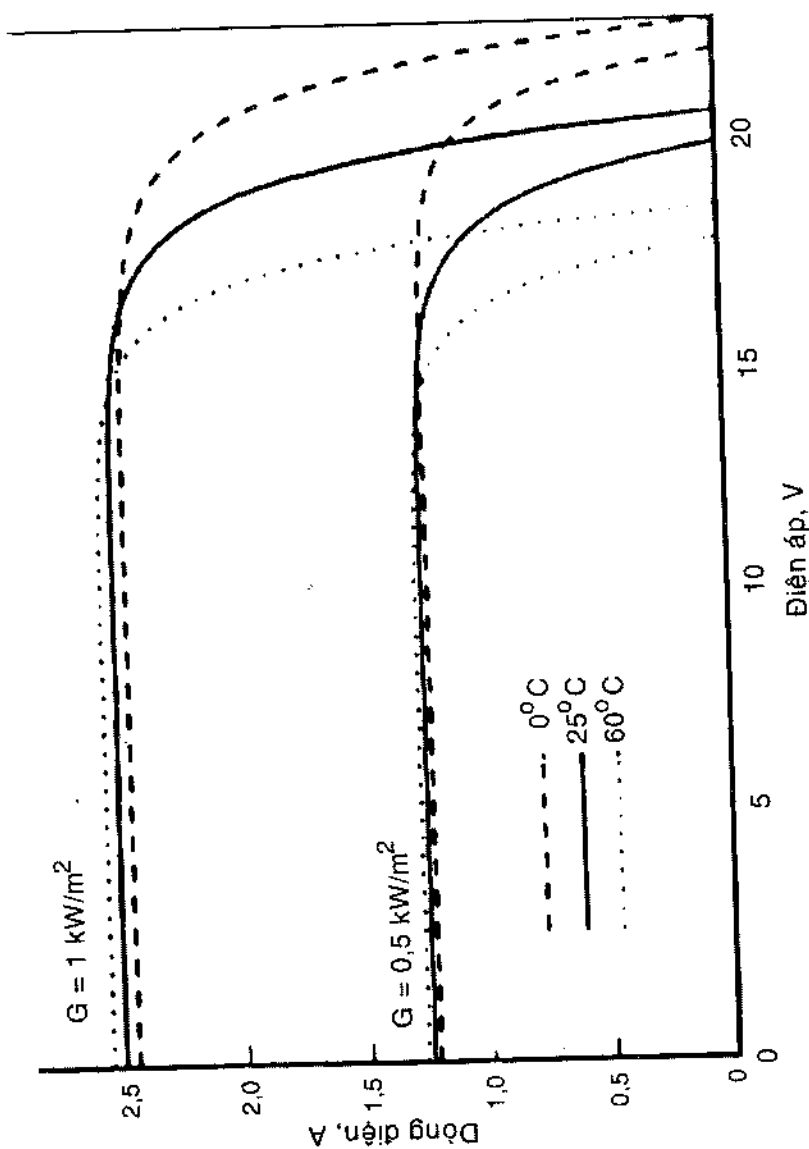
Bức xạ : 1KW/m^2

Phổ bức xạ : AM 1,5 (phổ bức xạ của mặt trời trên mặt đất của ngày nắng tốt).

Nhiệt độ : 25°C .

Công suất danh định này là công suất đỉnh của modul (peak power) vì vậy được biểu thị bằng Wp (peak watt).

Ba thông số quan trọng nhất của modul là thế hở mạch V_{oc} , dòng nối tắt I_{sc} và công suất cực đại. Các thông số này được xác định từ đường đặc trưng I-V của modul và chúng phụ thuộc vào nhiệt độ và bức xạ (hình 22).



Hình 22: Sự phụ thuộc vào nhiệt độ & bức xạ của đặc trưng I-V

Hệ số nhiệt của thế hở mạch Voc modul PMT là - 2,3mV/°C :

$$\text{Tức: } \frac{dV_{oc}}{dT} = -2,3n_c.mV/^{\circ}C \quad (1)$$

Vì modul gồm 33 đến 36 phiên pin mặt trời, hệ số hở mạch của dòng nối tắt là +6mA/°C/cm² của điện tích modul. Hệ số nhiệt là một thông số quan trọng trong quá trình hoạt động của pin mặt trời, là thông số mà người thiết kế cần lưu ý khi sử dụng pin mặt trời ở vùng nhiệt đới có nhiệt độ môi trường cao.

Bức xạ mặt trời là một yếu tố quan trọng trong việc làm già hóa pin mặt trời và thay đổi các thông số điện của modul. Dòng đoản mạch Isc tỷ lệ thuận với cường độ bức xạ (hình 24) và thay đổi trong ngày phụ thuộc vào cường độ bức xạ. Vì thế hở mạch Voc là hàm log của dòng nối tắt do đó cũng là log của cường độ bức xạ. Trong ngày điện áp thay đổi không đáng kể so với dòng, do vậy trong thiết kế hệ điện mặt trời thường người ta bỏ qua sự thay đổi của thế mà chỉ ghi nhận sự thay đổi của dòng Isc như sau :

$$I_{sc}(G) = I_{sc} \text{ (ở } 1KW/m^2) \times G \text{ (KW/m}^2) \quad (2)$$

Khi hệ điện mặt trời hoạt động gần điểm cực đại thì Hệ sẽ đạt công suất cao. Giá trị cực đại của thế hở mạch V_{max} tại điểm cực đại thường khoảng 80% Voc. Ở bức xạ chuẩn (1) không phụ thuộc nhiều vào bức xạ trong ngày. Điều này rất tiện lợi cho công tác thiết kế.

Đặc trưng của modul sẽ phức tạp hơn khi ta tính đến nhiệt độ hoạt động bình thường của pin mặt trời NOCT (normal operating cell temperature), đó là nhiệt độ của pin mặt trời khi modul hoạt động dưới các điều kiện sau đây :

Bức xạ : $0,8\text{KW/m}^2$

Phân bố phổ : AM 1.5

Nhiệt độ môi trường : 20°C

Tốc độ gió $>1\text{m/s}$.

NOCT (thường khoảng 42°C đến 46°C) thường được dùng để tính nhiệt độ của modul đang hoạt động T_c . Độ chênh lệch giữa nhiệt độ T_c và nhiệt độ môi trường T_a phụ thuộc tuyến tính vào cường độ bức xạ:

$$T_c - T_a = \frac{\text{NOCT} - 20}{0,8} G \text{ (KW/m}^2\text{)} \quad (3)$$

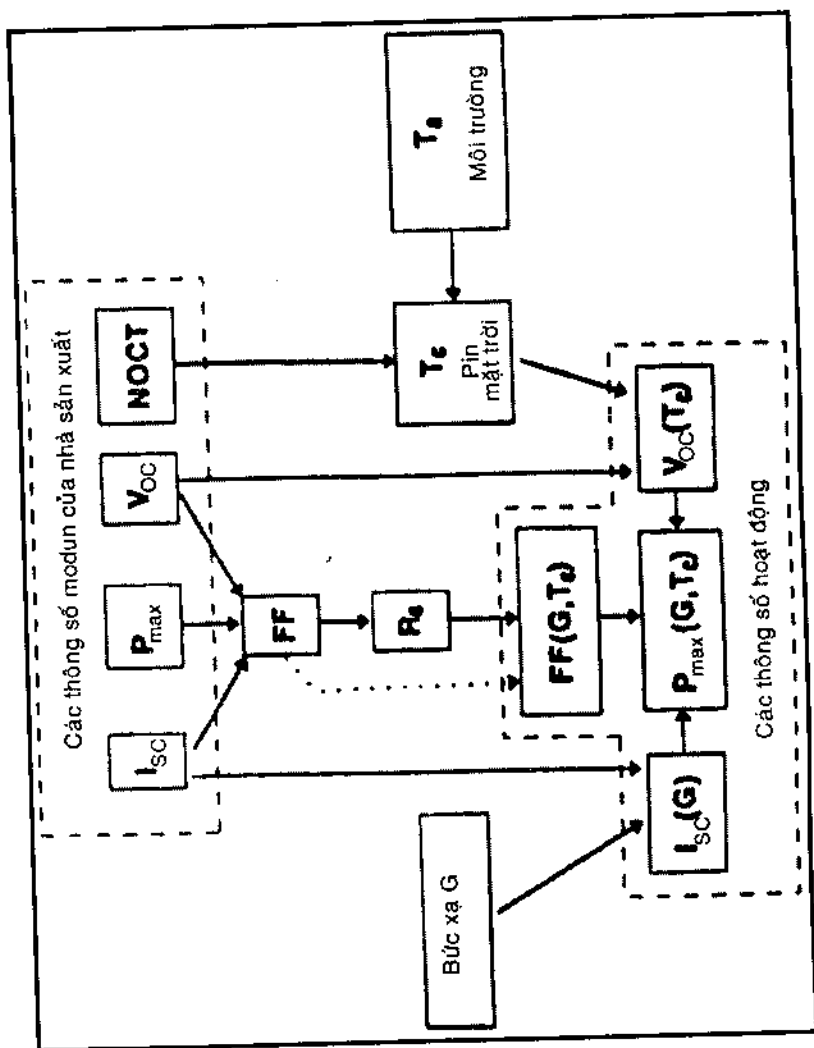
Hình 22, nêu cách tính tóm tắt các thông số của modul dưới điều kiện hoạt động. Dòng I_{sc} được xác định từ phương trình (2). Nhiệt độ hoạt động được xác định từ phương trình (3) và giá trị nhận được thay vào phương trình (2) để xác định giá trị V_{oc} . Sự phụ thuộc của hệ số đường cong F.F (fill factor) vào nhiệt độ và bức xạ là rất phức tạp, nhưng có thể tính được thông qua việc tính điện trở nối tiếp của pin mặt trời. Để đơn giản phép tính, người ta thường coi hệ số đường cong F.F là một hằng số. F.F liên quan đến công suất cực đại của pin mặt trời:

$$F.F = \frac{V_m \cdot I_m}{V_m \cdot I_m} \quad (4)$$

Trong đó:

I_m : dòng ở điểm công suất cực đại

V_m : thế ở điểm công suất cực đại

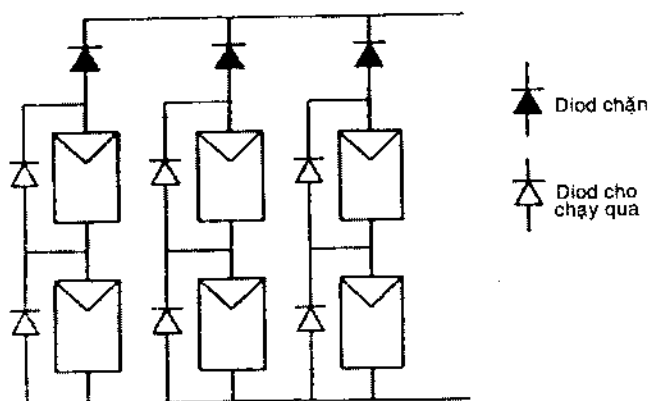


Hình 23: Tính các thông số hoạt động của modul pin mặt trời

c. Cách lắp ghép các modul pin mặt trời:

Sơ đồ lắp ráp của giàn pin mặt trời - máy phát quang điện - gồm nhiều modul pin mặt trời, nêu ở hình 24.

Các modul pin mặt trời được ghép nối thông qua các diod by-pass và blocking. Diod blocking để ngăn dòng ngược chạy từ accu về phía modul pin mặt trời khi trời không nắng hoặc vào ban đêm. Diod by-pass trên các modul nối tiếp để thông dòng ngược của những modul kém chất lượng, tránh gây điểm nóng v.v... Các modul được mắc nối tiếp để tăng thế, mắc song song để tăng dòng. Trên hình 24 ta thấy N_s là số modul mắc nối tiếp ($N_s = 2$) và N_p là số modul mắc song song ($N_p = 3$). Nếu các modul hoàn toàn giống nhau, có $V_{OC1} = 20V$ $I_{SC1} = 3,5A$ thì các thông số của giàn pin mặt trời trên hình 22 là:



Hình 24: Máy phát quang điện

Thì các thông số của giàn pin mặt trời trên hình 22 là:

$$V_{OC} = V_{OC1} \times 2 = 40V$$

$$I_{SC} = I_{SC1} \times 3 = 10,5A$$

Trong thực tế, khó có thể đạt được sự đồng nhất giữa các modul vì các lý do sau:

- Cùng quy trình chế tạo, chất lượng của pin mặt trời và của modul khác nhau. Thông thường, sự khác biệt về dòng lớn hơn về thế.

- Trên cùng một dàn pin mặt trời điều kiện hoạt động của các modul có thể khác nhau. Ví dụ bóng cây độ ẩm hoặc mây che một phần của giàn pin mặt trời.

Sự không đồng nhất của các modul sẽ gây hai điều tai hại:

- Thứ nhất làm giảm công suất tổng cộng: công suất đầu ra sẽ nhỏ hơn tổng công suất của các modul. Đó là sự "mất mát không cân xứng" (mismatch loss).

- Thứ hai, gây nên điểm nóng trên các modul yếu khi mắc nối tiếp. Trong một số trường hợp, các modul yếu hoạt động như một "tải" do dòng ngược chạy qua nó và tỏa nhiệt, làm tăng nhiệt độ lên cao, có thể lên đến 80°C - 100°C là nhiệt độ làm hư hỏng modul pin mặt trời, làm hư hỏng mối nối và các thành phần đóng vỏ trong modul. Đó là sự hoàn thành điểm nóng (hot point) trên modul pin mặt trời. Dùng diod by-pass có thể hạn chế các lỗi "điểm nóng" này. Nếu không kịp thời xử lý các lỗi "điểm nóng" mau chóng làm hỏng pin mặt trời và đôi khi gây cháy giàn pin mặt trời.

d. Giá đỡ giàn pin mặt trời

Hệ giàn giá đỡ các modul pin mặt trời, cũng là một thành phần quan trọng mà người thiết kế phải tính đến modul pin mặt trời, thu được nhiều nhất bức xạ mặt trời trong ngày. Chưa tính đến yếu tố chịu sức bền cơ học khi sử dụng ngoài trời mưa, nắng, gió, nước biển v.v... Ở đây ta xét đến hai loại giá đỡ cố định và xoay theo mặt trời.

Đa phần các giàn pin mặt trời được lắp cố định một trục ở độ nghiêng phù hợp tương ứng với vĩ độ nơi lắp đặt. Hệ cố định chắc chắn, rẻ tiền, rất phổ biến, nhưng lượng bức xạ mặt trời thu được so với giá một trục nói trên. Nhưng giá thành loại hai trục cao, độ tin cậy thấp (dễ hư hỏng, trục trặc) và giá thành bảo trì cao. Ở những nơi nhân công rẻ, có điều kiện quản lý tốt, người ta có thể xoay bằng tay. Quay hai lần một ngày về hướng mặt trời, có thể đạt 95 % lượng bức xạ thu được bằng giá quay tự động 2 trục.

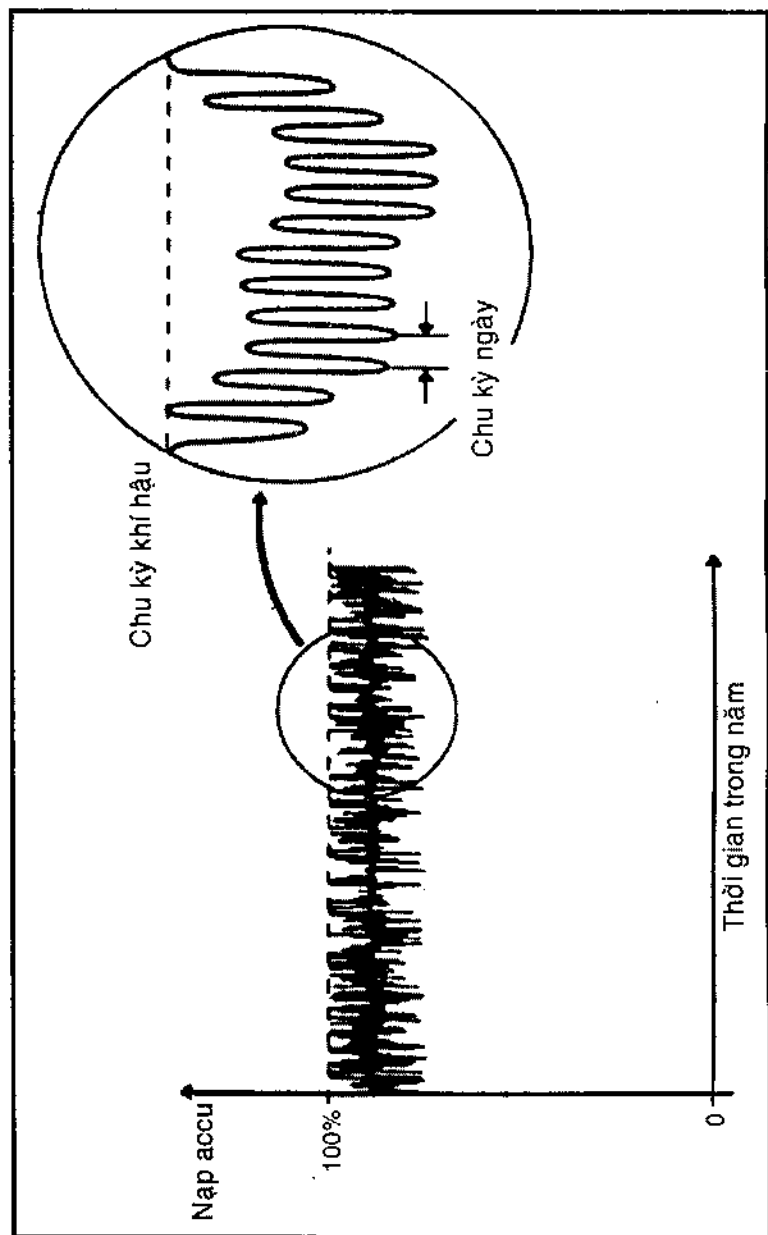
Giá quay tự động đặc biệt quan trọng đối với những hệ quang điện dưới hội tụ. Cấu tạo của các hệ quay tự động thay đổi từ thiết kế đơn giản dựa trên các gương booster đến các kỹ thuật quang học phức tạp trong hệ hội tụ để tăng ánh sáng rơi vào pin mặt trời ở các mức khác nhau.

2. Hệ accu tồn trữ năng lượng

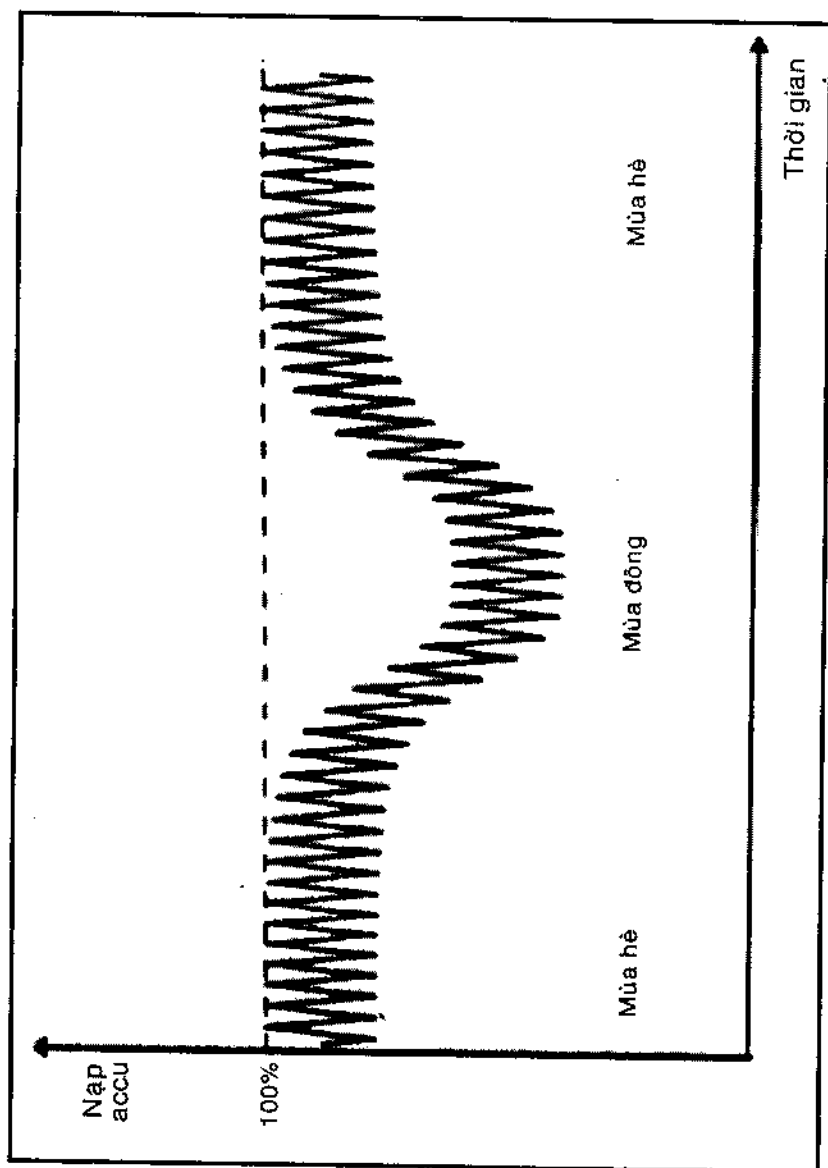
2.1 Hoạt động của accu trong hệ điện mặt trời

Accu trong hệ điện mặt trời dùng để tồn trữ năng lượng được nạp từ pin mặt trời, hoạt động dưới những điều kiện đặc biệt theo yêu cầu thiết kế của hệ. Các thành phần của hệ có tác động đến cả tuổi thọ và hiệu suất hoạt động của accu. Nét đặc trưng nổi bật là dao động với những chu kỳ biến đổi của những góc độ khác nhau một cách đều đặn. Trong chu kỳ "hàng ngày", accu được nạp vào ban ngày và phóng ra tải vào ban đêm. Sự phóng sâu trong chu kỳ "hàng ngày" đối với những hệ không nạp lại luôn luôn bị cạn.

Bên cạnh chu kỳ "hàng ngày" là chu kỳ "khí hậu", do hệ hoạt động trong những điều kiện khí hậu thay đổi. Chu kỳ này xảy ra bất cứ lúc nào khi tải "hàng ngày" vượt quá năng lượng trung bình cung cấp của nguồn điện mặt trời.



Hình 25: Chu kỳ hoạt động của accu trong hệ điện mặt trời



Hình 26: Chu kỳ mùa

2.2. Accu axit chì

Là một trong những loại accu được sử dụng một cách thông dụng nhất hiện nay trong hệ điện mặt trời. Trong accu axit chì người ta phân làm bốn loại chuyên dụng sau:

- *Accu axit chì để khởi động, chiếu sáng và môi lửa (SLI: starting, lighting, ignition)*: Thường được dùng chủ yếu trong ô tô để khởi động máy. Chúng được chế tạo để cấp một dòng điện lớn trong thời gian ngắn khi khởi động động cơ. Những bản cực bằng giấy mỏng cho phép một số lượng lớn đi qua trong một không gian nhỏ. Kết quả là với diện tích bề mặt lớn cho phép dòng cỡ 200A hoặc lớn hơn đi qua trong thời gian một vài giây mà không gây nguy hiểm gì cho accu.

Những accu ô tô thường được chế tạo để tạo 20 chu kỳ phóng sâu hoặc phóng rất sâu trước khi accu hết hạn sử dụng.

Loại accu này thông thường dùng dây nối chì-antimony. Nhưng trong nhiều trường hợp, hàm lượng antimony được giảm để đạt giá trị min của tỷ lệ phóng, bù vào đó một lượng nhỏ bạc, đồng, chì, thiếc và arsenic được thêm vào để dây khỏe và để chống lại sự ăn mòn anod.

Loại accu này đóng kín trên thị trường thường dùng dây Pb-Ca. Chất xúc tác có thể được đặt tại đỉnh của accu (như hình dưới) để có thể hoạt động trở lại với khí được giải phóng trong quá trình nạp và biến đổi trở lại vào nước.

Hoạt động trong điều kiện bình thường thì tuổi thọ của accu loại này là từ 4-5 năm.

Accu ô tô 12V, có dung lượng xấp xỉ 0,78 kWh, cung cấp 300A trong 20s khởi động tương đương với mức phóng sâu 2,56% của dung tích định lượng (0,78 kWh).

- *Accu làm nguồn kéo, nguồn chuyển động*: Loại này thường dùng trong cần cẩu điện, ô tô mỏ, xe đạp điện, v.v... Những accu này có khả năng phóng sâu từ 50-80% dung lượng của nó. Loại này được chế tạo với những bản chì dày và dung lượng chất điện phân lớn, do vậy nó có khả năng hoạt động trong những điều kiện khó khăn. Thông thường người ta chế tạo bản cực bằng chì-antimony.

Nhược điểm lớn nhất của loại này là vấn đề tự phóng, có thể mất đến trên 30% dung lượng định mức sau vài ngày không nối tải.

Những accu loại này có dây nối bằng chì-antimony thì tuổi thọ của nó có thể từ 5-15 năm khi không có những chu kỳ sâu. Tuổi thọ của accu có dây Pb-Ca có thể dài hơn một chút, nó phụ thuộc vào nhiệt độ và các điều kiện hoạt động khác.

- *Accu dùng cho các thiết bị văn phòng*: Được sử dụng đối với những trường hợp cần nguồn trong thông tin, hệ thống nguồn, hệ thống máy tính, chiếu sáng cấp cứu v.v... Loại này dùng dây nối chì tinh khiết có độ bền thấp, nó có bản cực chì-antimony hoặc Pb-Ca.

- *Accu quang điện*: Được chế tạo để thỏa mãn những nhu cầu riêng của hoạt động của hệ ĐMT như đứng một mình, điều khiển từ xa trên mặt đất đối với các vệ tinh nhân tạo v.v... Chúng được đóng sẵn với những dây chì tinh khiết hoặc hợp kim Pb-Ca.

2.3. Đặc trưng của accu axit chì

2.3.1. Dung lượng tồn trữ:

a. *Dung lượng Ah*: Là lượng dòng phóng ra trong khoảng một thời gian nhất định tại nhiệt độ và mức phóng

nhất định. Ví dụ đối với accu 12V có dung lượng được đánh giá là 100 Ah, thì qua 20h nó có thể phóng 5 A/h, tương đương với công suất 0,8 kWh. Hình vẽ dưới đây chỉ mối quan hệ giữa dung lượng và mức phóng đối với accu 12V, 100Ah, mức phóng là 20h. Kích thước accu, cấu trúc, nồng độ chất điện phân, bản chất bản cực cũng như nhiệt độ, mức phóng xác định dung lượng accu.

b. Dung lượng watt-giờ: Dung lượng Wh hoặc dung lượng năng lượng là tích phân thời gian của quá trình sản xuất dòng phóng và điện áp từ khi nạp đầy đến khi hết điện áp. Dung lượng Wh có thể được xác định từ dung lượng Ah bằng phương trình sau đây:

$WC=AH \times V \times BF$, trong đó:

WC: là dung lượng watt-giờ,

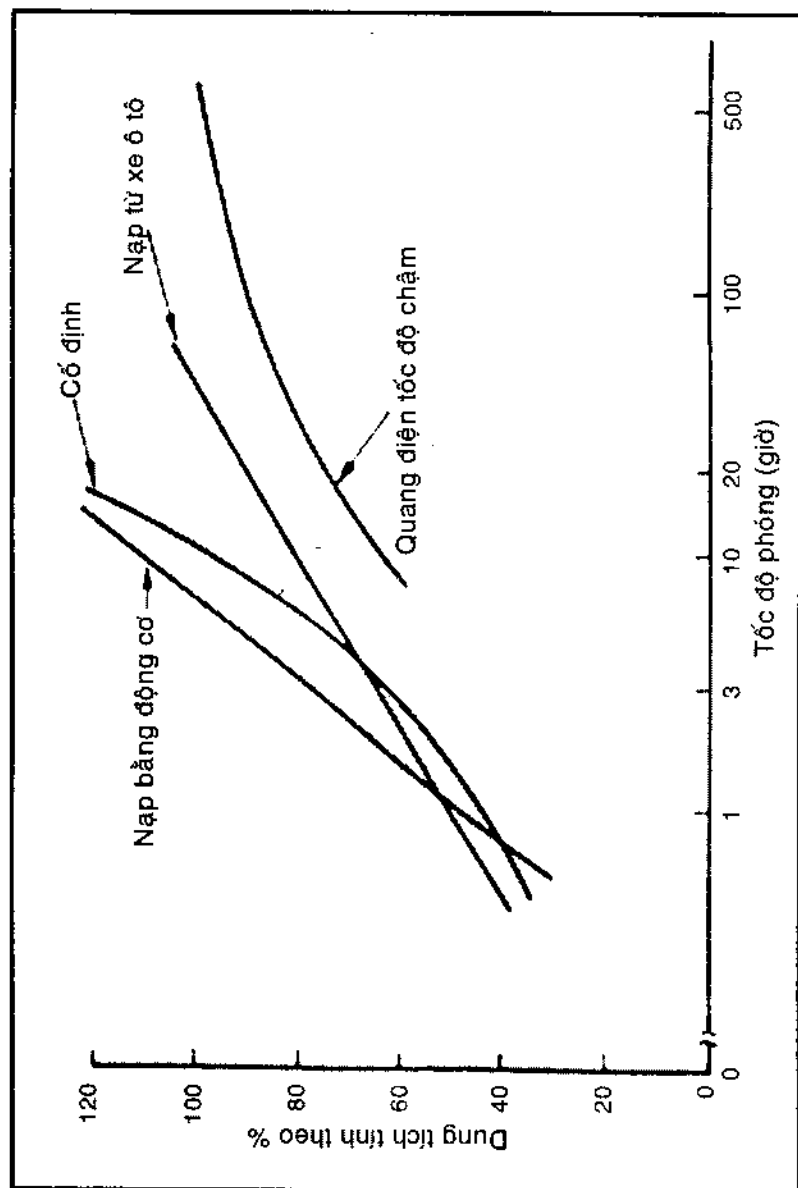
Ah: là dung lượng Ah,

V : là điện áp trung bình của accu tại 60% SOC và nhiệt độ phòng.

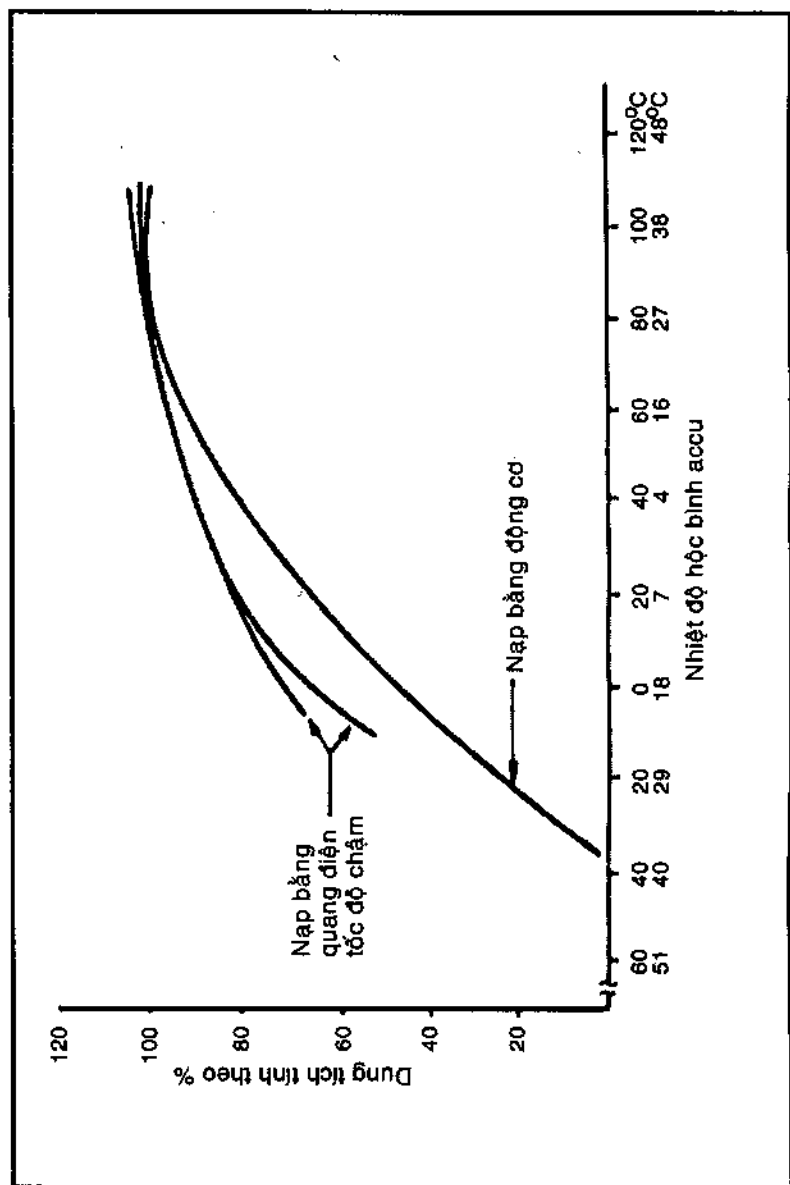
BF: là hệ số có sẵn của accu để sử dụng.

c. Hiệu ứng của mức phóng đối với dung lượng:

Accu có dung lượng lớn tại mức phóng dài nhất vì lúc đó thời gian dài cho phép axit trong chất điện phân thấm sâu hơn vào bản cực của accu. Tại mức phóng cao chỉ một lượng nhỏ của chất điện phân và các chất hoạt động của bản cực được sử dụng bởi vì axit được lưu thông trong những lỗ nhỏ của bản cực và sự khuếch tán của nước từ những lỗ nhỏ của bản cực rất chậm để có được mức phóng cao trong thời gian ngắn. Mặt khác sự thâm nhập sâu của axit vào bản cực trong quá trình phóng thấp làm ngắn tuổi thọ accu.

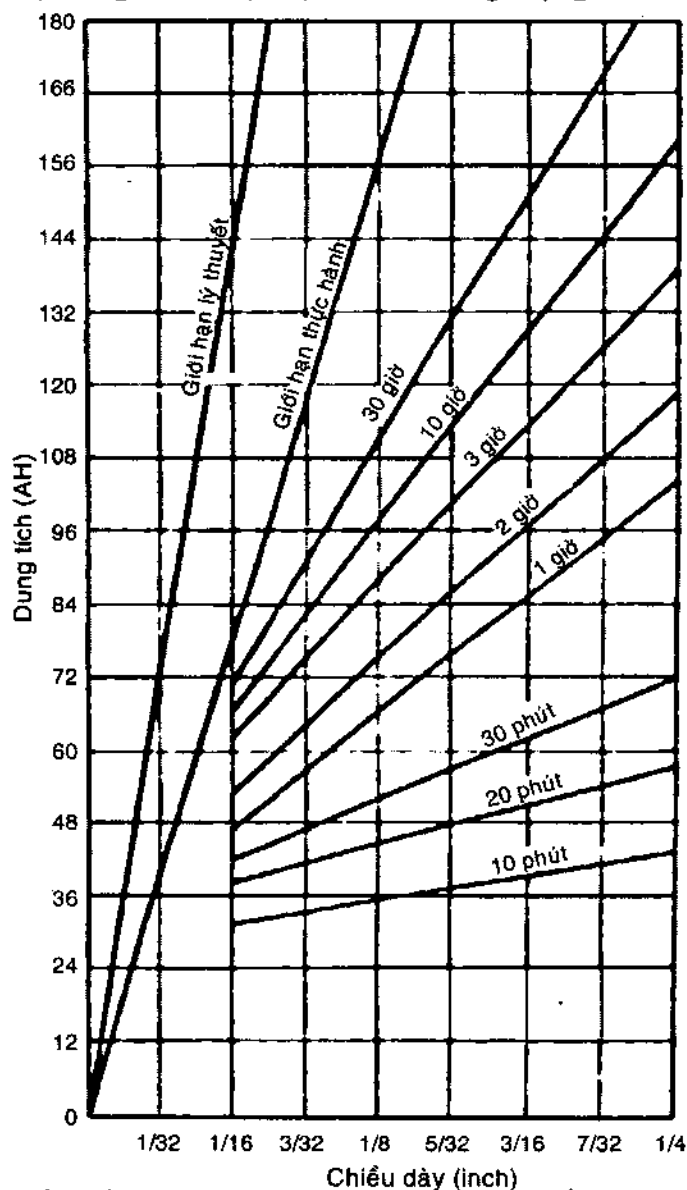


Hình 27: Quan hệ giữa dung lượng của accu chì với lượng phóng (giờ)



Hình 28: Dung lượng Accu axit chì như một hàm của nhiệt độ

d. Hiệu ứng của nhiệt độ đối với dung lượng:



Hình 29: Sự phụ thuộc của dung lượng vào chiều dày bản cực

Dung lượng tồn trữ của accu axit chì giảm gần 1% khi nhiệt độ giảm 1°C. Nhiệt độ thấp làm dung lượng nhỏ đi vì phản ứng hóa học diễn ra chậm hơn, ở đây lượng ion thâm nhập vào bản cực ít đi và các chất hoạt động có sẵn cho phản ứng ít đi. Sự tăng dung lượng của accu theo nhiệt độ được chỉ trong hình 28. Những hệ số hiệu chỉnh dung lượng trong đó được sử dụng để điều chỉnh mức dung lượng tại 25°C đối với các nhiệt độ khác nhau. Từ hình vẽ này ta thấy rằng nhiệt độ ít có ảnh hưởng đến dung lượng tại những thời gian phóng dài.

Dung lượng được chỉ ra tăng tuyến với sự tăng chiều dày của bản cực theo tỷ lệ phụ thuộc vào mức phóng của accu.

2.3.2. Chu kỳ sống

Chu kỳ sống của Accu được chỉ rõ bằng số chu kỳ phóng sâu DOD (depth of discharge) định mức, tại nhiệt độ và mức phóng định mức cho đến khi Accu đạt đến "điểm chết" (end of life).

Điểm chết được định nghĩa một cách khác nhau ở những phương pháp sản xuất khác nhau, nhưng đều có một đặc trưng là khi ấy dung lượng Accu còn dưới 20% dung lượng định mức.

DOD và nhiệt độ Accu ảnh hưởng đến tuổi thọ Accu. Tuổi thọ Accu giảm khi mức DOD tăng (sâu hơn) vì ứng suất ngoài lớn do sự sử dụng quá mức các chất hoạt động. Chu kỳ sống dường như giảm khi nhiệt độ Accu tăng.

Mức phóng dài hơn mặc dù làm tăng dung lượng Accu có sẵn nhưng làm giảm tuổi thọ Accu vì axit thấm sâu vào những bản cực. Điều kiện chuẩn đối với chu kỳ sống của Accu công nghiệp là thời gian phóng 8h với những chu kỳ nông và 6h đối với những chu kỳ phóng sâu.

Các hệ số làm giảm tuổi thọ Accu :

- Sự ăn mòn của điện trở nối tiếp tăng.

- Sự ăn mòn dây bởi sự hoạt động của H_2SO_4 làm giảm chất lượng dây tải điện Pb. Sự hoạt động của H_2SO_4 tăng nhanh ở phía sau bản cực vì hiện tượng được gọi là "tạo tầng".

- Hiện tượng tạo tầng gây bởi mức nạp rất thấp ở đó mức SOC không bao giờ đủ cao để tạo khí và kết quả là gây rắc rối cho chất điện phân.

- Nếu khí nhiều quá mức cần thiết sẽ làm mất chất điện phân và phá hỏng bản cực. Điều này có thể sẽ làm giảm dung lượng bởi vì mức điện phân ở dưới đỉnh của những bản cực, do đó cản trở các chất hoạt động trở lại. Khí mạnh cũng phá hỏng các bản cực vì nó phá hủy các chất hoạt động.

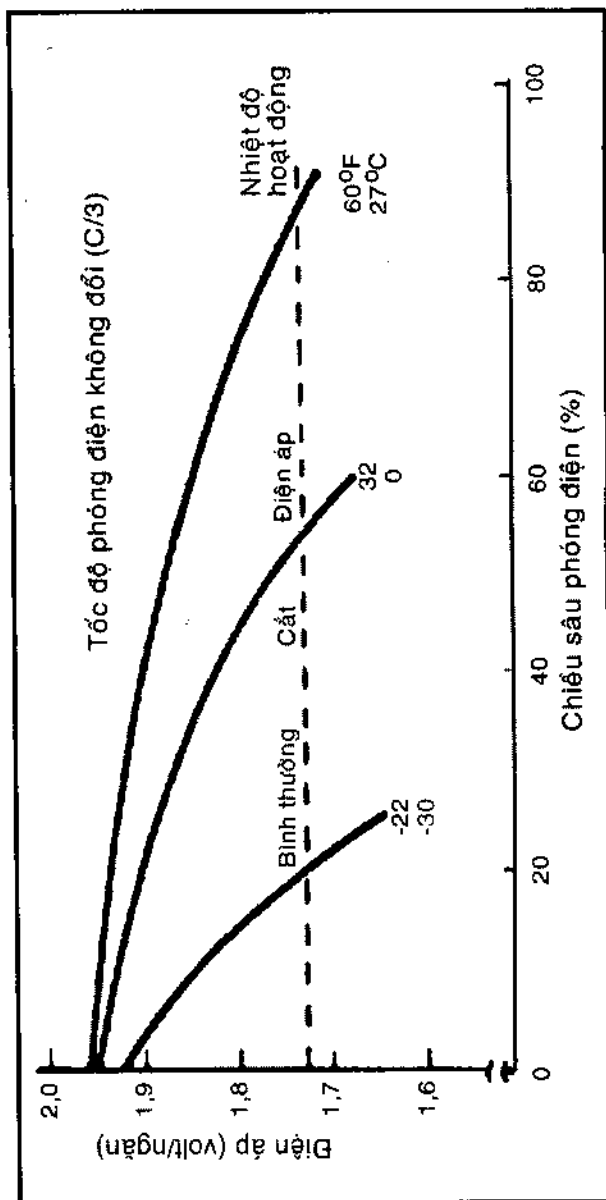
2.3.3. Điện áp phóng và nạp :

- *Đường cong phóng* : Đường cong điện áp phóng của những loại accu thông thường thay đổi từ những đường cong chuẩn, phụ thuộc vào công nghệ sản xuất riêng biệt và những vật liệu được sử dụng.

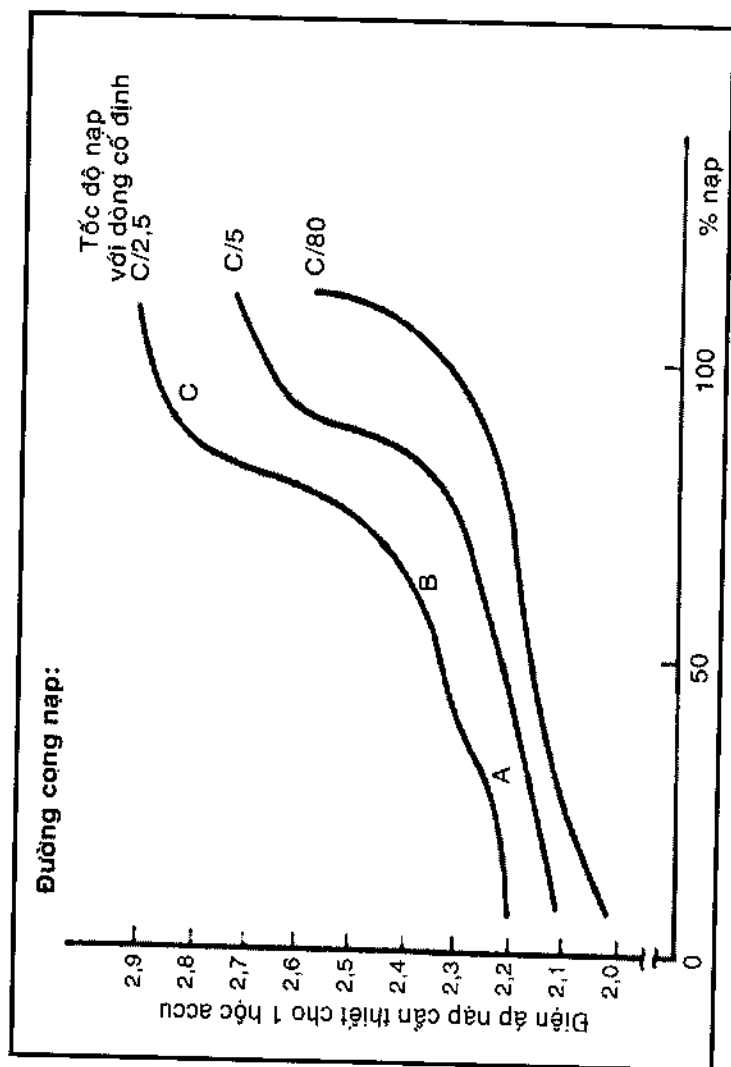
Để bảo vệ tuổi thọ accu, điện áp phóng phải tránh qua mức điện áp đóng - cắt định mức cỡ 1,8V/bình.

Hình 30 mô tả sơ lược đặc trưng điện áp phóng của accu axit chì dùng trong hệ Điện mặt trời. Điện áp cuối những đường cong trong hình như là một hàm của DOD với mức phóng thay đổi tại nhiệt độ hoạt động không đổi. Đối với những mức phóng chậm, điện áp rơi từ từ đến điểm được xem như khuỷu của đường cong, sau khi phóng điện áp giảm mạnh.

Điện áp phóng cũng bị ảnh hưởng bởi nhiệt độ hoạt động của accu.



Hình 30: Điện áp phóng của accu chì Acid dùng trong hệ điện mặt trời



Hình 31: Đặc trưng điện áp nạp

Những đường cong điện áp nạp như một hàm của SOC của accu với những mức nạp khác nhau được mô tả trong hình 31. Nó chỉ ra rằng điện áp nạp tăng khi cả SOC và mức nạp tăng. Vùng A trên đường cong đưa ra hiệu suất nạp. Ở vùng B hiện tượng điện phân bắt đầu. Khi điện áp cuối nhảy đột ngột lên gần 100% SOC trong vùng C, khí quá nhiều và xảy ra hiện tượng mất chất điện phân. Nạp quá mức có thể gây ra việc mất các chất hoạt động ở bản cực và làm bong ra, gây dung lượng và tuổi thọ của accu.

- *Cửa sổ điện áp accu* : Mức cuối của điện áp nạp được cân nhắc ở mức để sản xuất đủ khí trộn lẫn trong chất điện phân, để giảm sự phân tầng và sao cho dung lượng accu đạt giá trị cực đại nhưng vẫn duy trì được tuổi thọ accu.

Thông thường mức cuối của điện áp nạp đối với accu phóng nông từ 2,5 - 2,54V/bình và 2,6 - 2,65V/bình đối với accu phóng sâu.

Mức cuối của điện áp phóng đối với accu phóng nông khoảng 1,9V/bình và 1,7V/bình đối với accu phóng sâu.

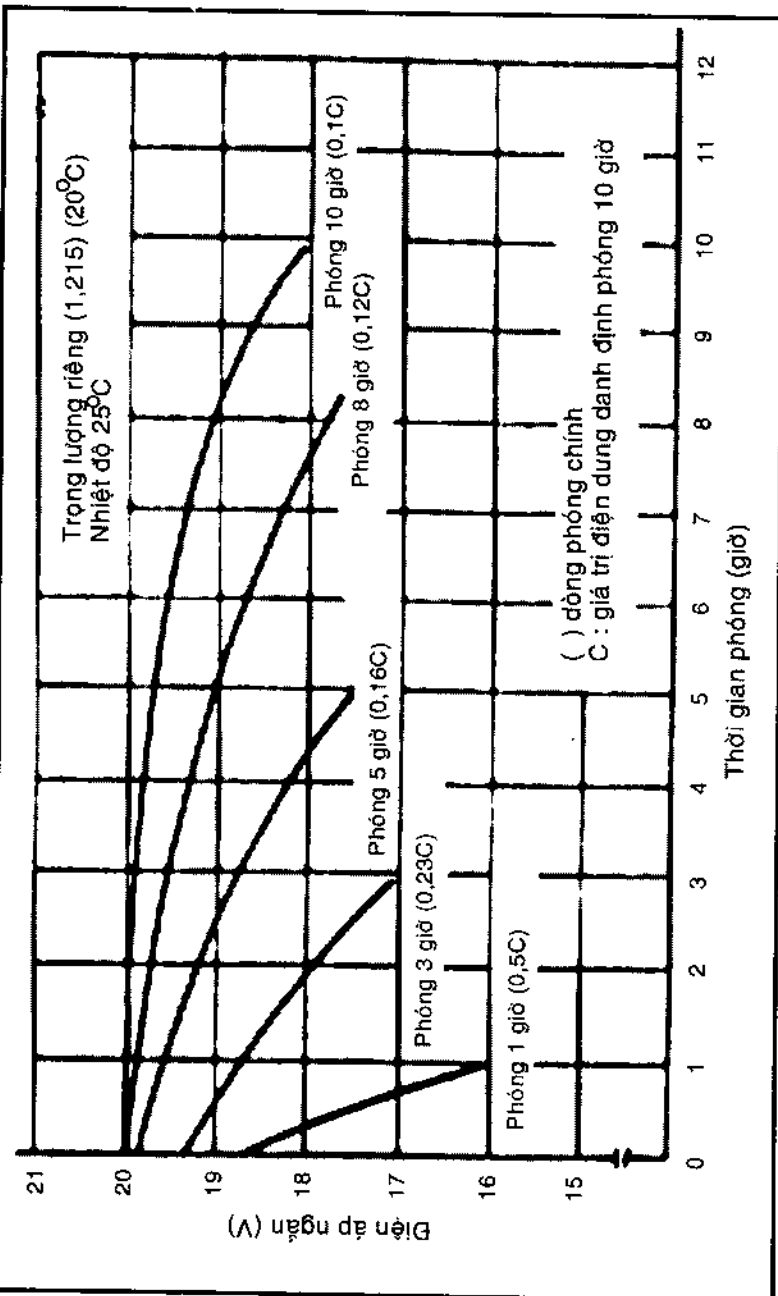
Đặc tính của loại accu axit chì dùng cho các loại máy văn phòng được nêu trong các hình dưới.

2.3.4. Trọng lượng riêng của chất điện phân

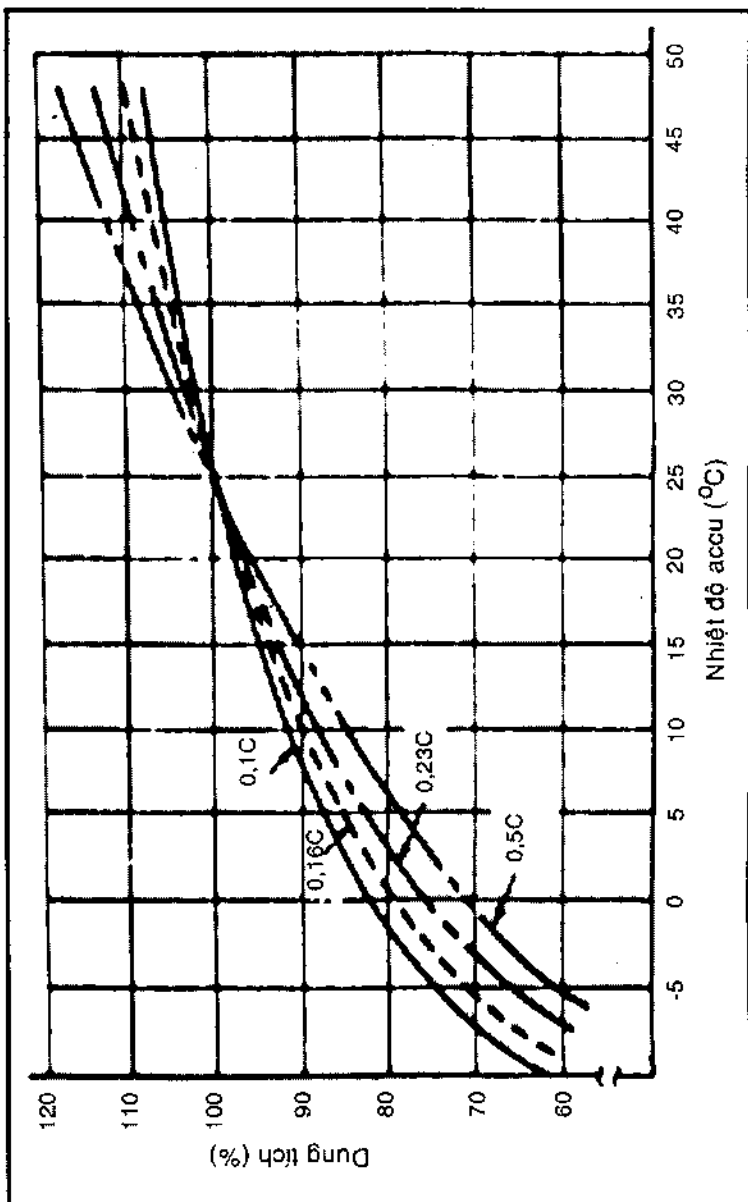
Trọng lượng riêng là giá trị đo để xác định lượng axit sulphuric (H_2SO_4) có chứa trong chất điện phân. Bảng dưới đây ghi lại những tính chất của dung dịch H_2SO_4 với nhiệt độ của chất điện phân là 59°F (15°C). Giá trị trọng lượng riêng phụ thuộc vào nhiệt độ của dung dịch.

$$SG = SG_{59} + C(59 - T)$$

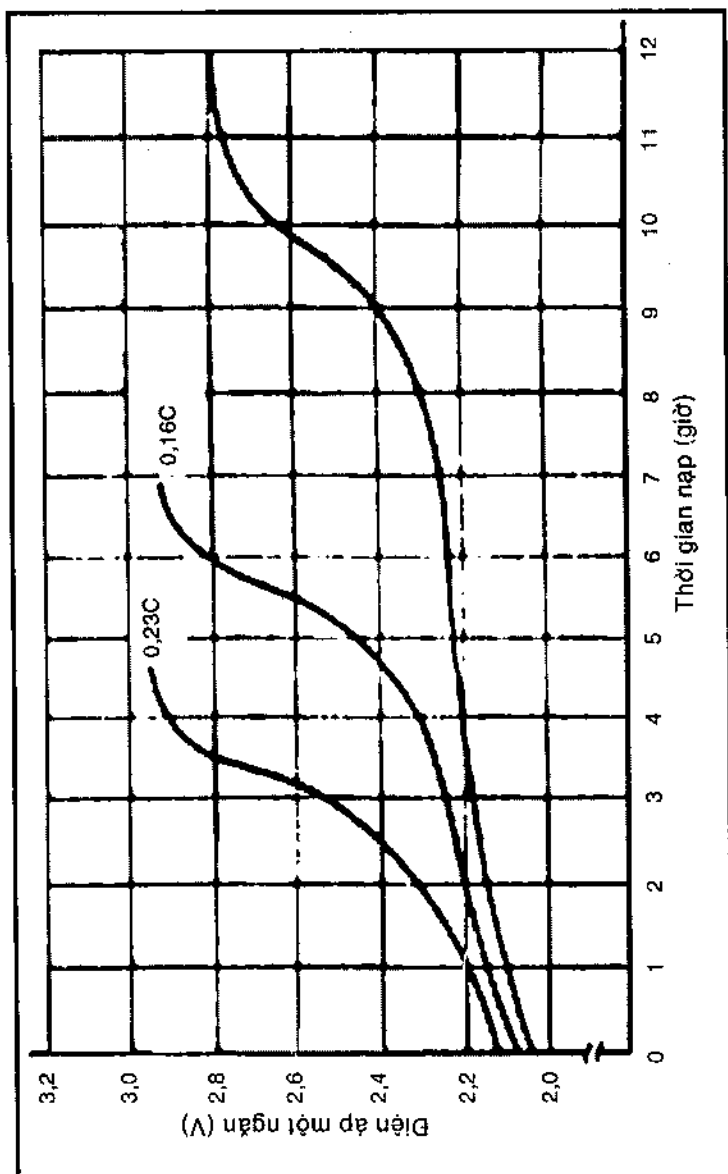
Với SG: là trọng lượng riêng tại nhiệt độ đo,



Hình 32 : Đặc trưng phóng tại các mức khác nhau



Hình 33 : Nhiệt độ và dung lượng tại các mức khác nhau



Hình 34 : Đặc trưng nạp với dòng hằng ổn

SG_{59} : là trọng lượng riêng chuẩn tại 59°F,

C: là hệ số nhiệt độ (1°F)

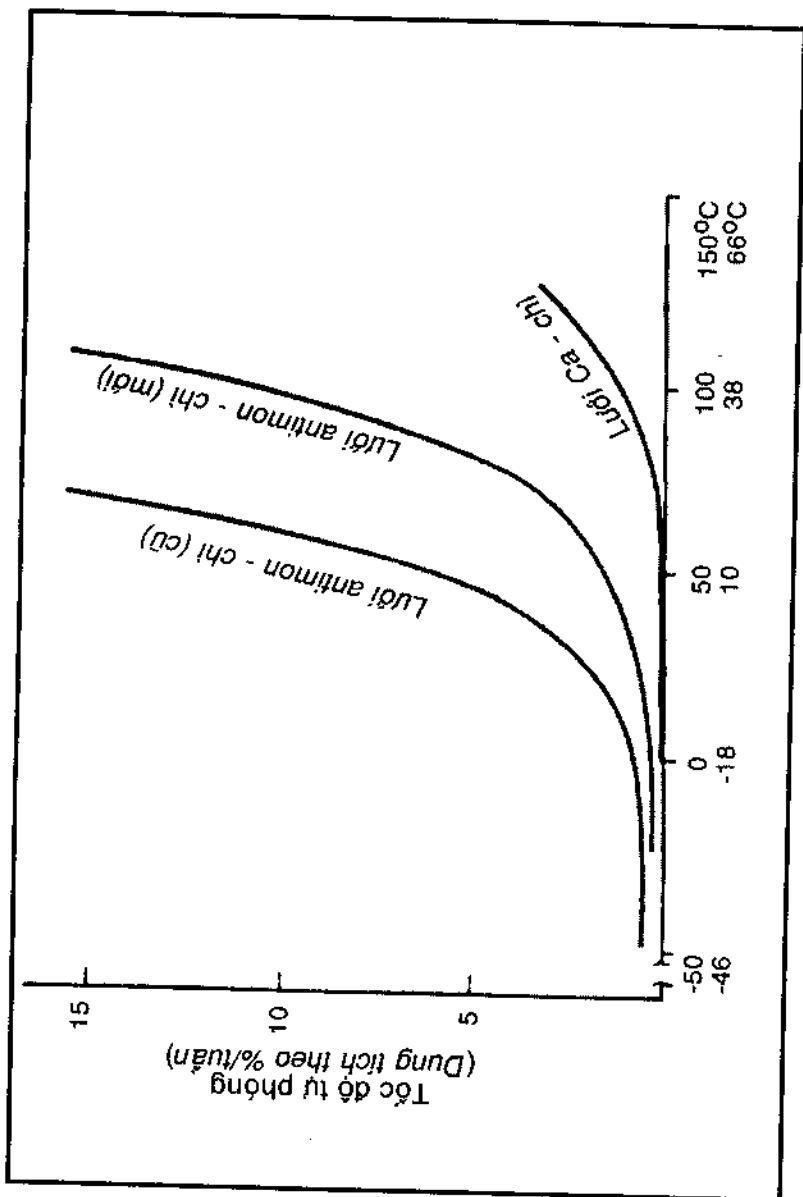
T: là nhiệt độ của chất điện phân (°F).

Bảng 7: Miền giá trị trọng lượng riêng của các loại accu axit chì

Loại accu	Khí hậu ôn hòa		Khí hậu nhiệt đới	
	Nạp đầy	Phóng	Nạp đầy	Phóng
SLI	1.260-1.280	1.120	1.120-1.240	1.080
Nguồn chuyển động	1.260-1.280	-	1.210-1.240	-
Dùng cho các dụng cụ văn phòng	1.200-1.225	-	1.200-1.225	-
Dùng trong hệ ĐMT	1.300	1.075-1.130	1.225	1.040

Bảng 8: Thế hở mạch và trọng lượng riêng đặc trưng tại các mức nạp khác nhau

Mức nạp	Trọng lượng riêng	Điện áp (accu 12V)	Điện áp (accu 6V)
100%	1.265	12.7 (V)	6.3 (V)
75%	1.225	12.4 (V)	6.2 (V)
50%	1.190	12.2 (V)	6.1 (V)
25%	1.155	12.0 (V)	6.0 (V)
Phóng	1.120	11.9 (V)	6.0 (V)



Hình 35: Các mức tự phóng của accu axit chì

2.3.5. Accu tự phóng

Accu tự phóng bằng phản ứng hóa học vùng là loại dung lượng tiêu thụ nhỏ. Accu sẽ phóng chậm khi không dùng. Hình dưới đây chỉ mức phóng của accu thay đổi theo nhiệt độ và cấu tạo của những bản cực, mức độ tự phóng sẽ tăng theo sự tăng của nhiệt độ. Loại accu có dây chì-antimony có mức phóng cao hơn loại dây Pb-Ca.

2.3.6. Những vấn đề của accu

* Nạp quá (overcharging): Việc nạp quá của accu gây ra ăn mòn lưới dương và tạo khí quá mức, nó có thể làm mất các chất hoạt động ở các bản dương. Chất bị mất này sau đó lắng đọng thành các chất cặn màu nâu sáng ở đáy của accu, giữa bộ phận tách và các bản cực. Nạp quá còn có thể làm tăng nhiệt độ của accu đến điểm tàn phá bộ phận tách và các bản cực. Thêm thường xuyên lượng nước bị mất trở nên cần thiết khi khí quá nhiều.

* Nạp thiếu (undercharging): Việc nạp accu dưới mức thích hợp của nó dẫn đến sự kiệt quệ dần của accu, nó được chỉ bằng giá trị ngày càng nhỏ của trọng lượng riêng và màu của các bản cực có xu hướng trở nên sáng hơn. Khi việc nạp dưới mức kéo dài, chất cặn bị lắng đọng dưới đáy của accu. Chất cặn này thường là bột trắng sáng chứa chủ yếu sulphate chì.

* Nạp thiếu là một trong phần lớn những nguyên nhân chung của sự oằn xuống của các bản cực.

* Điện cực bị ăn mòn: Kết quả của ăn mòn về cơ bản là không dẫn, nó tạo thành lớp ở giữa điện cực accu và kẹp nối với nó. Ăn mòn điện cực phải được làm sạch với dung dịch pha loãng amoniac đã trung hòa axit và phủ lớp dầu mỡ bôi trơn nhiệt độ cao hoặc vaseline. Chổi quét kim loại thường được dùng để phủ bụi và loại bỏ lớp gỉ.

* Dòng ngắn mạch: Dòng ngắn mạch có thể bị gây bởi sự hư hỏng của một hay nhiều bộ phận tách. Sự hư hỏng này có thể do sự tích lũy quá mức các chất cặn ở đáy của accu hoặc bởi cấu trúc tạo nhánh của chì từ bản cực âm sang bản cực dương.

Những biểu hiện của dòng ngắn mạch là:

- Giá trị trọng lượng riêng tiếp tục giảm mặc dù accu đã được nạp đủ.

- Dung lượng bị mất đột ngột sau khi nạp quá (full charge).

- Điện áp hở mạch của accu thấp.

* Sự tạo tầng (sulphation): Hiện tượng này sẽ xuất hiện trong những hoàn cảnh như sau:

- Khi accu phóng điện một phần hoặc hoàn toàn nhưng không được sử dụng trong một thời gian dài.

- Khi accu hoạt động tại SOC trong vài ngày không kết thúc hoặc cân bằng việc nạp.

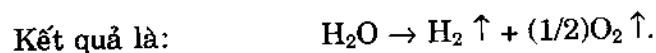
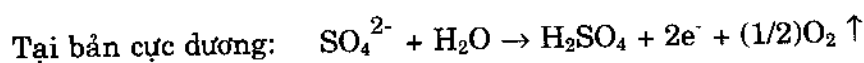
- Khi có sự thay đổi nhiệt độ trong accu. Sự tạo tầng được tạo bởi sự hòa tan của Pb sulphate ở nhiệt độ cao trong chất điện phân. Những chất kết tinh chì sulphate nhỏ được hòa tan trong chu kỳ nhiệt độ cao và sẽ kết tinh một cách chậm chạp thành những kết tinh lớn khi nhiệt độ giảm. Chu kỳ nhiệt độ chất điện phân được tạo bởi sự thay đổi nhiệt độ xung quanh hoặc do nhiệt được sinh ra trong accu khi nạp hoặc phóng.

* Điện phân và sự mất nước:

Điện phân là sự biến đổi của nước thành khí H_2 và O_2 . Khi accu được nạp đầy, tại thời điểm sulphate chì trên các bản cực và các ion sulphate chì trong dung dịch điện phân trở nên

cạn kiệt, sự tăng điện thế bản cực cao hơn điện áp ngắt mạch định gây ra sự phân ly của nước. Để giảm khí tại thời điểm này, người ta phải giảm mức nạp bằng cách giảm điện áp accu. Khí bắt đầu xuất hiện khi điện áp accu (điện áp của điện cực accu) đạt cỡ 2.3V/bình và lượng khí được tạo thành phụ thuộc vào phần còn lại của dòng khí không bị hấp thụ bởi accu.

Phản ứng xảy ra khi có sự điện phân:



3. Hệ điện tử điều khiển

Có thể gọi hệ điện tử điều khiển là "Trái tim" của hệ điện mặt trời. Đây cũng là bộ phận gây nhiều rắc rối nhất cho việc ứng dụng khai thác điện mặt trời.

Hệ điện tử có chức năng điều khiển việc nạp từ panô PIN MẶT TRỜI hay dàn PIN MẶT TRỜI vào hệ tồn trữ và điều khiển dòng điện cung cấp ra tải một cách an toàn, đúng yêu cầu kỹ thuật, bảo vệ cho hệ tồn trữ hoạt động điều hòa và có tuổi thọ cao. Ở một số trường hợp có nhu cầu sử dụng các thiết bị điện thông thường hoặc với các thiết kế điện mặt trời công nghiệp, người ta sử dụng các hệ đổi điện từ một chiều sang xoay chiều (DC $\rightarrow$ AC), đó là các hệ invertor.

3.1 Hệ điều khiển sạc - REGULATOR

Đây là bộ điện tử điều khiển dòng điện một chiều. Nó có chức năng điều khiển quá trình sạc điện từ PIN MẶT TRỜI vào hệ tồn trữ, chống sạc ngược và điều khiển dòng điện DC ra tải.

Tùy theo nhu cầu sử dụng khác nhau mà bộ Regulator có những chức năng khác nhau. Về cơ bản, một hệ regulator sẽ chỉ rõ cho người sử dụng biết tình trạng của hệ điện mặt trời qua các thông số sau:

P.M.T (solar): thông báo tình trạng của P.M.T.

Nạp (charge): thông báo tình trạng sạc của hệ điện mặt trời.

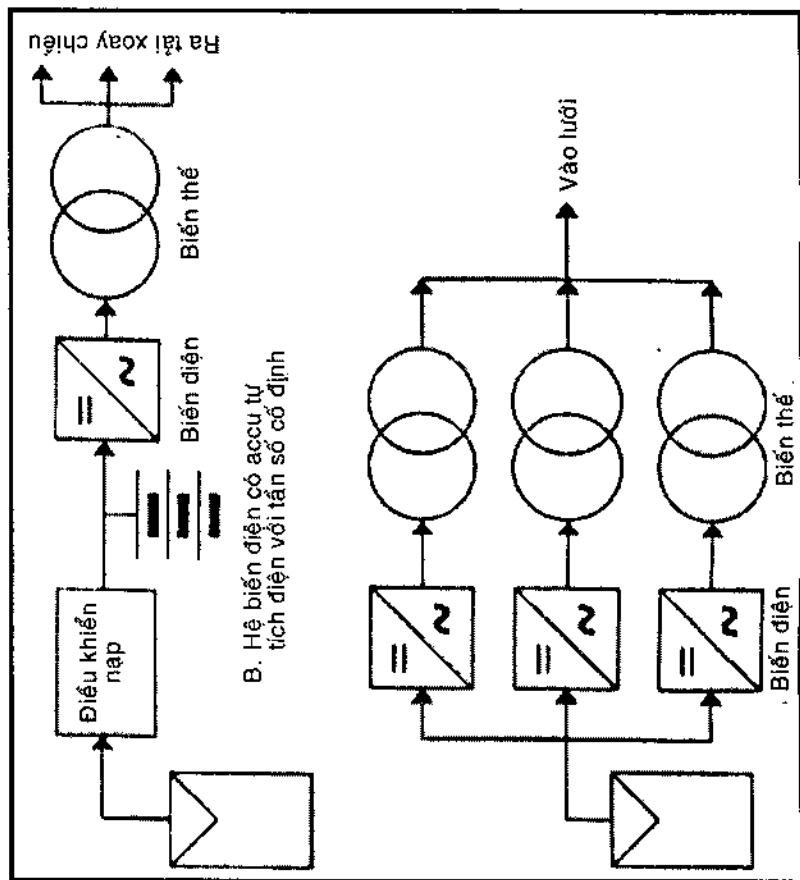
Quá nạp (Overcharge): thông báo tình trạng nạp quá đầy của hệ điện mặt trời (14.5VDC) và tự động ngắt sạc để bảo vệ an toàn cho accu.

Quá tải (overload): thông báo tình trạng sử dụng quá tải của hệ điện mặt trời hoặc thế accu xuống quá dưới mức an toàn (11VDC) và ngắt tải không cho sử dụng để bảo vệ accu.

Các hệ regulator thường sử dụng điện thế 12V, 24V. Tuy nhiên, đối với các máy chuyên dụng người ta tăng thế sử dụng lên 48V để giảm dòng tải và tăng độ bền của thiết bị.

3.2. Hệ đổi điện DC/AC (inverter)

Bộ điện tử này có chức năng chuyển điện một chiều DC thành điện xoay chiều AC để có thể sử dụng các thiết bị điện thông thường. Loại inverter thông thường rẻ tiền cho dòng điện AC có tần số 50Hz-60Hz với dạng sóng hình sin vuông. Loại inverter này có hiệu suất thấp, tối đa là 70% và chất lượng điện bị hạn chế. Loại inverter này dùng cho các thiết bị thấp sáng, tivi, đầu máy video vv... Song nếu dùng cho động cơ thì hiệu suất sẽ giảm. Loại inverter cao cấp có dạng sóng hình sin tròn, có hiệu suất chuyển hóa rất cao, từ 90%-95%. Loại inverter thế hệ mới gần đây đã không còn sử dụng biến thế nữa, loại này rất tiện dụng, gọn nhẹ song công suất nhẹ. Đối với các nhà máy điện mặt trời người ta phải sử dụng các hệ inverter ba pha.



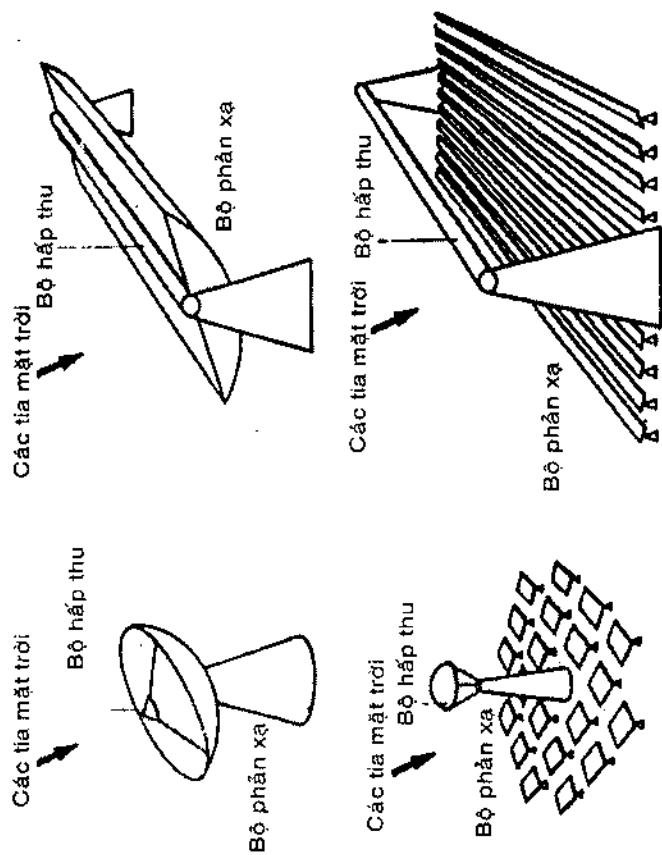
Hình 36: Sơ đồ khối của hệ điện mặt trời sử dụng regulator và inverter

III. CHUYỂN HÓA NHIỆT ĐỘNG - NHIỆT ĐIỆN MẶT TRỜI

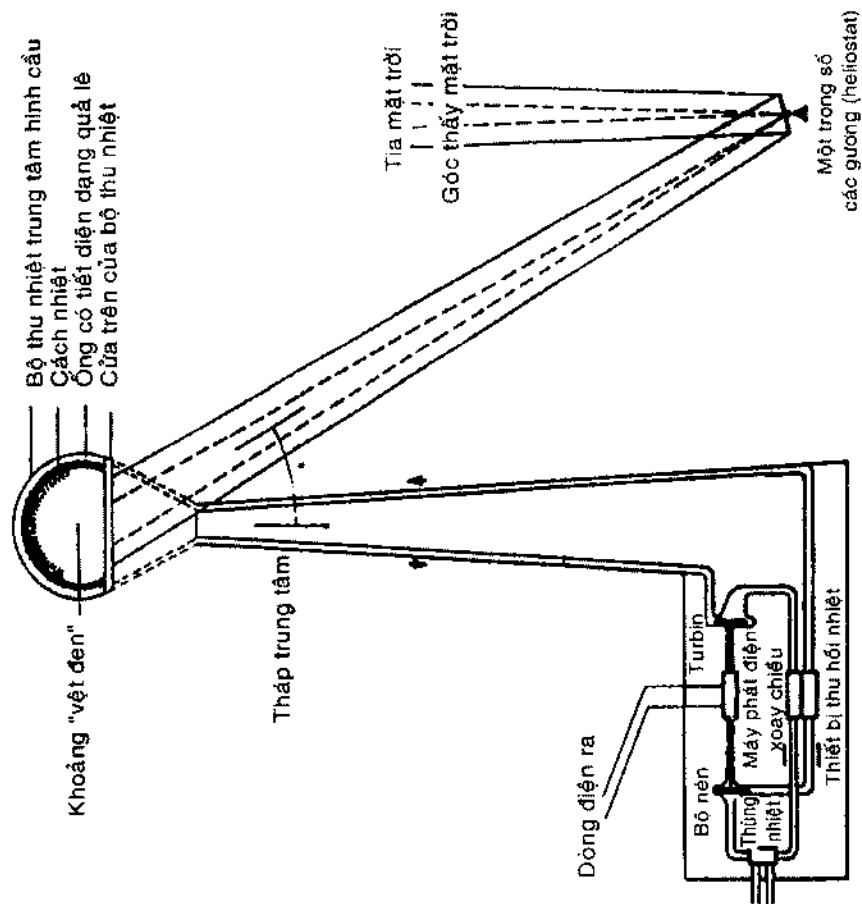
Như chúng ta thấy ở mục 1, năng lượng ánh sáng được chuyển trực tiếp thành năng lượng điện. Tuy nhiên, điện mặt trời còn có thể được tạo ra một cách gián tiếp từ năng lượng ánh nắng thông qua dạng sử dụng nhiệt. Dạng chuyển hóa này có thể thực hiện bởi cơ chế : cơ chế động và cơ chế tĩnh. Cơ chế động là sử dụng nhiệt để hoạt động các động cơ đốt trong, tuốc bin hơi hoặc tuốc bin khí. Cơ chế tĩnh là dùng hiệu ứng nhiệt điện của chất bán dẫn hoặc sự phát xạ nhiệt điện từ từ bề mặt kim loại để tạo ra dòng điện v.v...

Trong thực tiễn người ta sử dụng cơ chế động là chủ yếu vì nó hiệu quả và có tính kinh tế hơn nhiều so với cơ chế tĩnh. Một ví dụ cho thấy rõ ràng điều này là ở 500°C một cặp nhiệt điện đặc trưng PbTe hoạt động với hiệu suất nhiệt động là 6% trong khi đó hiệu suất này đạt 40% đối với tuốc bin hơi ở cùng một nhiệt độ. Để có thể chuyển hóa nhiệt mặt trời thành điện, chu trình này phải qua 2 giai đoạn. Bước một là sử dụng các loại bộ góp để thu nhiệt của mặt trời và bước tiếp theo là xử lý nhiệt lượng đó biến thành điện nhờ các loại thiết bị thích hợp. Hiện nay người ta sử dụng 2 họ bộ góp thu nhiệt hội tụ tâm điểm và bộ thu nhiệt hội tụ ống thẳng như ở trên hình 39.

So với chuyển hóa quang điện, dạng chuyển hóa nhiệt động này được con người biết đến và khai thác sớm hơn nhiều. Bằng các gương parabol hội tụ hoặc kính phản chiếu người ta đã chế tạo ra hàng loạt các loại thiết bị đa dạng khác nhau. Kiểu hội tụ lên tháp - heliostat cũng là một công nghệ hiệu quả. Mô hình đầu tiên loại này của Mouchot được triển lãm tại Paris vào năm 1897 và chỉ một năm sau đã được sử dụng để bơm nước tại Algiers lên độ cao 1m và tốc độ $1\text{m}^3/\text{giờ}$ (hình 10).



Hình 37: Công nghệ các bộ thu nhiệt. Bên trái : các bộ thu nhiệt trung tâm (dạng Parabol và các gương phẳng khớp với nhau). Bên phải : các bộ thu nhiệt trung tâm ống thẳng (màng parabol và các gương phẳng khớp với nhau)



Hình 38: Sơ đồ hoạt động nhà máy nhiệt điện

Ngày nay, phương pháp nhiệt Điện mặt trời được sử dụng trên nguyên lý đốt nóng các chất lỏng công nghệ hoặc khí (như He, Ar, để hoạt động tuốc bin phát ra điện).

Một nhà máy nhiệt điện mặt trời theo nguyên lý này thường có 4 hệ thành phần :

1. Hệ thu nhiệt (các tấm góp nhiệt, gương hội tụ nhiệt...).
2. Hệ xử lý nhiệt (tháp trung tâm, ống thẳng vv...) đun nóng các chất lỏng công nghệ).
3. Hệ tồn trữ nhiệt (để chủ động không ảnh hưởng bởi mây).
4. Hệ chuyển hóa nhiệt.

Khí He, Ar hoặc các khí khác có thể được sử dụng, hiệu suất chuyển hóa của nó đạt 30% ở nhiệt độ 60°C . Khi chất khí bị nén và đốt nóng, nó giãn nở ra và là tuốc bin gắn liền với máy phát quay và phát ra điện. Một vấn đề khó khăn đặc biệt của loại nhà máy này là nước giải nhiệt. Sẽ phải cần 30.000m^3 nước để giải nhiệt tháp trong 1 giờ cho nhà máy có công suất 100MW và nó sẽ nảy sinh nghịch lý là nơi có mặt trời tốt cũng là nơi khó khăn về nước.

CHƯƠNG II

CÁC HỆ ĐIỆN MẶT TRỜI PHỤC VỤ NÔNG THÔN

I. HỆ ĐIỆN MẶT TRỜI GIA ĐÌNH

1. Nhu cầu

Sự chuyển hóa quang điện từ năng lượng mặt trời cho phép tạo ra điện năng để cung cấp cho một hộ gia đình hoặc cho một nhóm gia đình mà không cần phải xây dựng mạng lưới điện tốn kém.

2. Các thành phần cơ bản

Hệ thống điện mặt trời gia đình chủ yếu bao gồm một vài modul quang điện, một hệ điều khiển điện tử, một bình accum và các hệ thống bảo vệ tương ứng. Người ta có thể nối hệ thống này với một vài đèn huỳnh quang, một tivi điện một chiều và một máy radio-cassette và còn có thể nối hệ thống vào bộ biến điện để chuyển dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều nhằm cung cấp cho một số thiết bị tương ứng. Tuy nhiên, việc này thường không có hiệu quả cao vì tiêu hao nhiều điện hơn. Do đó hệ thống này thường được khuyến cáo không nên sử dụng bộ biến điện đối với những hệ điện mặt trời có công suất đỉnh lớn hơn 100 W.

Trong thực tế, trên thị trường cũng có các hệ thống điện mặt trời với thành phần bao gồm một vài modul quang điện, một bộ điều khiển điện, vài hộp nối và dây cáp điện. Do đó, việc còn lại chỉ là lắp ráp các bộ phận nói trên và nối vào đó các thiết bị cần sử dụng. Ngoài ra, người dùng cần phải sử dụng sao cho hệ thống đừng bị quá tải, nếu không thì phải trang bị một hệ thống lớn hơn. Nói chung, ta có thể lắp bố

sung thêm các hệ nhỏ bằng cách nối song song một vài modul để có dung lượng điện lớn hơn.

Công suất tiêu biểu của một vài thiết bị điện.

(Các giá trị này chỉ là các dữ liệu tượng trưng mà thôi, xin tham khảo thêm các tài liệu kèm theo thiết bị để biết công suất chính xác của chúng).

Điện một chiều

Thiết bị	Điện thế	Công suất
Đèn huỳnh quang	12 V	3-23W
Tivi đen trắng	12V	15W
Tivi màu	12V	60W
Radio-cassette	9-12V	10-40W
Quạt máy	12V	35W

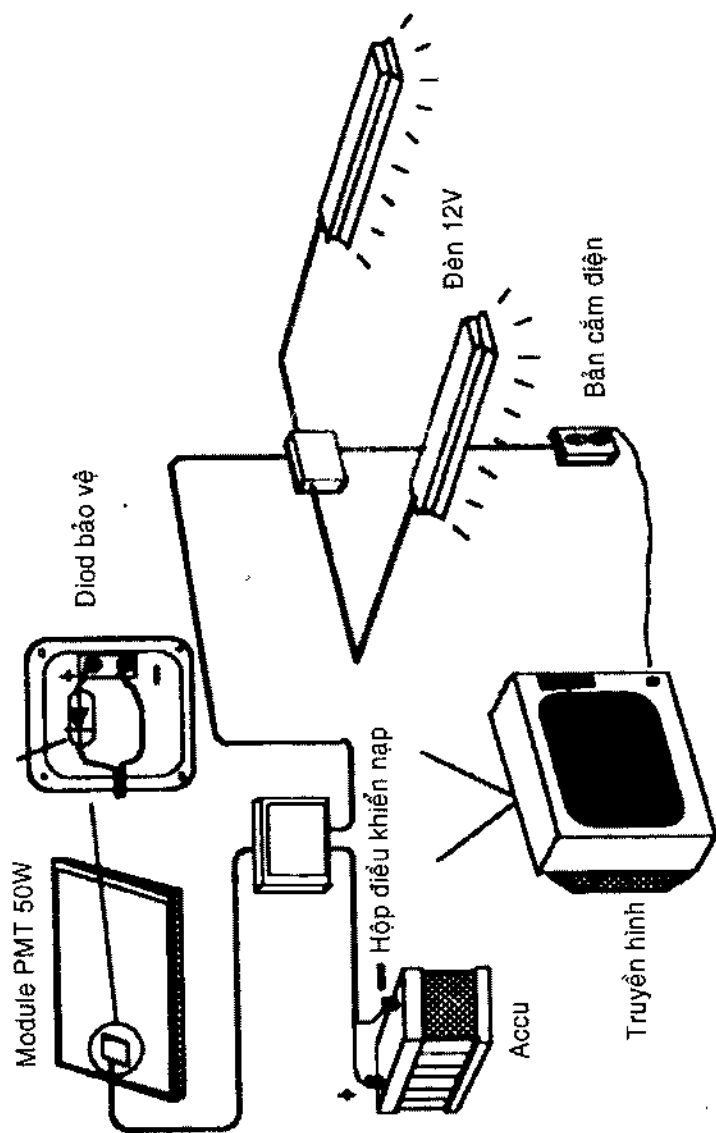
Điện xoay chiều

Thiết bị	Hiệu thế	Công suất
Đèn dây tóc	220 V	40-100W
Tivi đen trắng	220 V	20 W
Đèn huỳnh quang	220 V	20-40 W
Tivi màu	220 V	80 W
Đầu máy video	220 V	40 W
Máy điện toán cá nhân	220 V	200W

Ví dụ về thiết kế hệ thống :

Một modul điện mặt trời có công suất 50 Wp với bức xạ mặt trời trung bình là $5 \text{ kWh/m}^2/\text{ngày}$ sản xuất ra khoảng 200 Wh điện mỗi ngày (đã tính đến sự tiêu hao điện của hệ thống).

Trong cùng một đêm, lượng điện này đủ cung cấp cho hai bóng huỳnh quang công suất 10 W trong 2 giờ rưỡi và cho một máy thu hình đen trắng 12 V trong vòng 3 giờ.



Hình 39: Hệ thống pin quang điện tiêu biểu phục vụ gia đình

Một accu 12V-80Ah khi được nạp đủ điện có thể hoạt động trong vòng ba ngày. Điều quan trọng là ta nên sử dụng một bình accu chuyên dụng phù hợp với các hệ thống điện mặt trời. Thời gian hoạt động của nó gấp từ 5-10 lần một accu tương tự dùng cho xe hơi và cũng ít cần được bảo trì hơn.

Để bảo vệ accu, một bộ điều khiển điện sẽ hạn chế việc accu nạp quá đầy và sẽ ngắt tải vào thiết bị khi accu bị quá tải. Đối với accu điện mặt trời thì giới hạn này được qui định là 30%. Một hộp nối sẽ cho phép tải điện một cách an toàn từ accu đến các thiết bị điện khác nhau. Accu được đặt càng gần modul càng tốt (20m trở xuống) và cáp nối phải có tiết diện 4mm^2 . Tương tự như vậy, bóng đèn huỳnh quang được đặt cách accu không quá 15m và cáp có tiết diện $1,5\text{mm}^2$.

II. HỆ ĐIỆN MẶT TRỜI NẠP PIN VÀ ACCU

Ở nhiều làng mạc trên thế giới, dạng năng lượng điện duy nhất được lấy từ các pin điện hóa và accu chì-axit. Các pin này được sử dụng ngày càng nhiều do nhu cầu sử dụng điện năng như một yếu tố quan trọng thúc đẩy sự phát triển. Chúng được sử dụng trong gia đình để chiếu sáng, để liên lạc hoặc để giải trí, hỗ trợ giáo dục ở nhà trường, nâng cao chất lượng chăm sóc sức khỏe người dân ở các trạm y tế. Tuy nhiên thời gian hoạt động của các loại pin này rất ngắn. Các loại pin thường nếu sử dụng nhiều thì chi phí rất cao (110 USD/kWh) và gây ô nhiễm môi trường. Nếu sử dụng các loại bình accu thì người ta phải thường xuyên đem chúng đi nạp ở những nơi có lưới điện. Chính vì khó khăn này mà thời gian hoạt động của bình bị giảm xuống. Ngoài ra, chi phí vận chuyển pin và các bình accu cũng góp phần nâng giá thành của chúng lên cao. Do đó năng lượng quang điện được đưa ra để giải quyết vấn đề sản xuất điện ở qui mô làng xã và sử dụng để nạp accu và pin tại địa phương.

1. Hệ nạp điện cá nhân

Nạp pin là ứng dụng đơn giản nhất của hệ quang điện. Một modul cỡ vài watt cho phép nạp lại pin Nickel-Cadmium (Ni-Cd). Các pin loại này thay thế cho các pin thường được sử dụng trong bóng đèn, radio hay máy cassette. Tuy rằng pin Ni-Cd có giá thành khá cao nhưng nó có thể được tái sử dụng đến 500 lần. Do đó giá điện sử dụng của pin nạp từ hệ điện mặt trời chỉ ở khoảng 4 USD/kWh.

2. Hệ nạp pin tập thể

Với nguyên lý tương tự như việc bán gaz, một tổ chức ở làng xã có thể kinh doanh pin nạp ở qui mô địa phương bằng cách sử dụng số tiền bán điện để đầu tư vào chi phí nạp pin. Như vậy, người ta có thể đem đổi số pin đã hết hoạt động để lấy số pin mới đã được nạp lại với một giá nhất định. Doanh nghiệp đứng ra kinh doanh sẽ nạp lại những pin vừa thu vào bằng bộ nạp của hệ điện mặt trời trong vòng 24 giờ.

Ưu điểm của dịch vụ này là người sử dụng chỉ trả tiền cho việc ký gửi pin lúc ban đầu. Doanh nghiệp hoặc tổ chức ở địa phương phải chịu phí tổn trang bị bộ nạp điện mặt trời, nhưng bù lại sẽ nhận được lợi tức từ việc bán điện. Bán thân bộ nạp cũng khá đơn giản và có thể được thiết kế trong nước. Một bộ nạp nhỏ có thể nạp cho 24 pin /ngày bao gồm 1 modul 20 Wp, 1 bình accu 12V-60 Ah và một mạch điều khiển nạp điện cho pin.

3. Bộ nạp bình accu

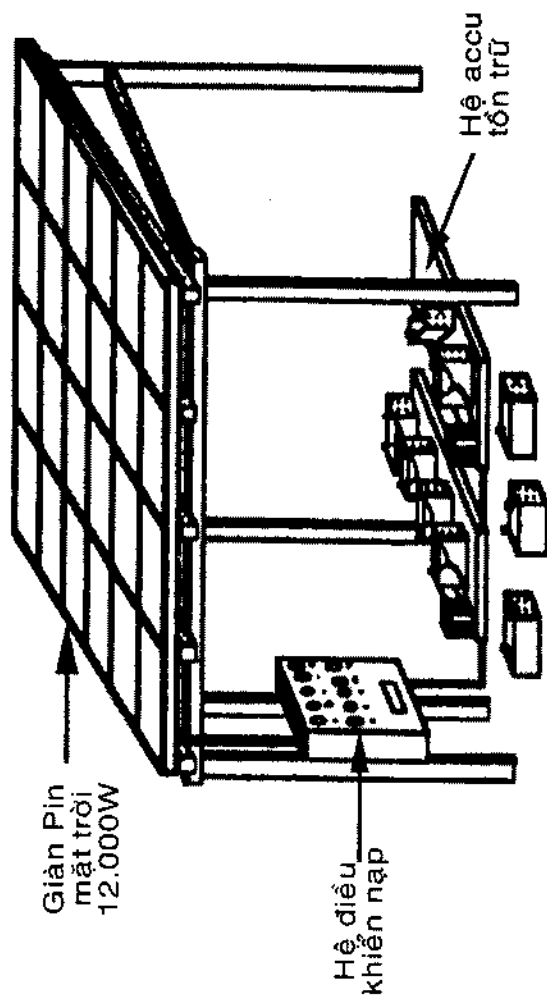
Phương pháp thông thường để nạp accu là đem bình lên thành phố hay thị trấn gần đó, nơi có lưới điện công nghiệp. Cho nên ngoài việc người sử dụng phải thường xuyên tiêu tốn một số chi phí vận chuyển thì phương pháp trên còn làm giảm đáng kể thời gian hoạt động của bình accu. Các bình

accu thường bị quá tải trước khi được nạp lại, mà chúng cũng tương tự như các bình accu cho xe hơi là chịu quá tải rất kém. Hơn nữa, người dân chỉ có thể lên thị trấn (hay thành phố) chỉ một vài giờ đồng hồ nên các bình accu thường được nạp một cách vội vàng. Chính vì vậy mà hoặc chúng không được nạp đủ điện khiến khả năng hoạt động của bình giảm hoặc bị nạp quá đầy dẫn tới các vấn đề về dung dịch điện giải, tiêu hao nước và kết quả là bình đã bị hư. Mặt khác, vận chuyển accu không phải là một việc dễ dàng và có thể gây hư hại cho chúng trong quá trình thực hiện, chưa kể đến khả năng gây ô nhiễm axit cho người vận chuyển.

Có hai phương pháp để nạp điện accu bằng năng lượng quang điện:

Bộ nạp điện cá nhân: Gồm một hoặc hai modul quang điện cho mỗi bình accu giúp người dùng nối trực tiếp các thiết bị điện vào. Bình accu tự động được nạp điện mỗi ngày bởi các modul. Thực tế đây là hệ thống điện mặt trời gia đình được sử dụng ở các vùng nông thôn. Phương pháp này rất khả thi và được khuyến khích sử dụng đối với các hộ gia đình có đủ chi phí trang bị một hệ thống điện mặt trời riêng. Ngoài ra cần lưu ý là kích thước của các modul cũng có hạn, có thể không đáp ứng được nhu cầu gia tăng của người sử dụng. Do đó, tình trạng nạp điện của bình accu cần được theo dõi thường xuyên.

Bộ nạp điện tập thể: Gồm nhiều modul điện mặt trời và một bộ điều khiển để giới hạn điện lượng của bình accu. Cũng giống như việc phục hồi bình nơi có mạng lưới điện, người dân phải đem bình accu đến trạm để nạp điện. Tuy nhiên, bộ nạp được đặt ngay trong làng và bình accu có thể được đem phục hồi ngay khi nó vừa hết điện. Hơn nữa bộ nạp này đáp



Hình 40: Bộ nạp quang điện tập trung công suất 1200W 10 accu từ 30 – 100A, có thể được nạp cùng một lúc

ứng được khả năng trữ điện của bình accu trong thời gian một hay nhiều ngày tùy theo bình. Như vậy bình được đảm bảo luôn đủ điện và tránh được các hư hao. Bộ nạp có ưu điểm rất lớn trong việc đem đến cho người dân một nguồn điện ổn định đối với chi phí đầu tư cho một bình accu cộng với các khoản tiền nạp bình.

Tóm lại, bộ nạp điện tập thể có nhiều ưu điểm như sau:

- Người sử dụng chỉ phải tốn chi phí cho lượng điện đã sử dụng.
- Một doanh nghiệp hay một tổ chức có thể đứng ra kinh doanh điện trong phạm vi một làng.
- Không phải tiếp nhiên liệu.
- Các bình accu có thể được nạp điện trước khi chúng bị hoàn toàn quá tải.
- Người sử dụng không phải vận chuyển bình đi xa.

III. HỆ ĐIỆN MẶT TRỜI CHIẾU SÁNG

Ở những vùng chưa nối với lưới điện thì việc chiếu sáng cũng như việc nấu nướng thức ăn, là nguồn tiêu thụ năng lượng thường xuyên nhất. Năng lượng được sử dụng dưới dạng từ đước đến pin, từ đèn cây, đèn dầu đến gaz butan. Đôi khi người ta còn sử dụng máy nổ để cung cấp cho một dãy các đèn điện nhưng nói chung phương pháp này tương đối tốn kém.

Đèn cây hay đèn dầu có nhược điểm là cho ánh sáng yếu và dễ gây hỏa hoạn. Tuy giá thành của các loại đèn này tương đối thấp nhưng chi phí sử dụng lại khá cao. Đèn khí butan thì dễ nổ và lại phụ thuộc vào hệ thống phân phối khó khăn. So sánh với các dạng năng lượng nói trên thì điện mặt

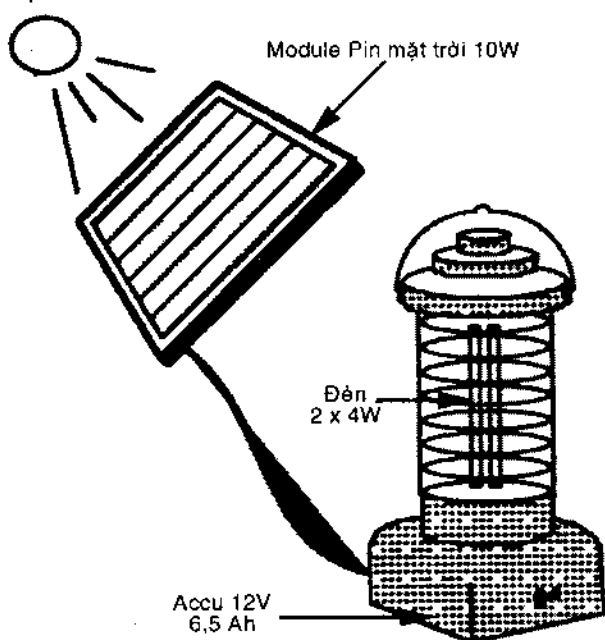
trời dùng cho việc chiếu sáng thì tiện lợi, dễ sử dụng và an toàn hơn.

Điểm khác nhau chính yếu giữa hệ thống chiếu sáng điện mặt trời và hệ thống chiếu sáng bằng điện thông thường là năng lượng mặt trời sản xuất ra dòng điện một chiều và điện được trữ vào accu để sử dụng vào ban đêm. Hệ thống chiếu sáng bằng điện mặt trời thường gồm những đèn điện một chiều.

1. Đèn điện mặt trời xách tay

Đèn điện mặt trời xách tay có thể được sử dụng để chiếu sáng ở bất kỳ nơi nào vào ban đêm, còn accu sẽ được nạp đầy vào ban ngày tại một trạm phục hồi. Trạm này có thể là một modul điện mặt trời hoặc nhiều modul có khả năng nạp nhiều bình cùng một lúc. Ưu điểm của trạm nạp gồm nhiều modul là người sử dụng chỉ phải tốn tiền mua đèn xách tay rồi sau đó trả tiền điện khi nạp lại accu của đèn mà không cần phải mua modul điện mặt trời.

Một đèn điện mặt trời xách tay tiêu biểu thường sử dụng một accu có dung tích từ 6-10Ah, điện thế 12V và một đèn huỳnh quang dạng thẳng hoặc chữ U, công suất từ 4-10W. Một đèn như vậy có thể được dùng trong vòng 5-10 giờ mà không cần nạp lại. Tuy nhiên, nếu đèn được nối trực tiếp với một modul đặc biệt thì thời gian hoạt động sẽ tùy thuộc vào dung lượng nạp của modul và thời gian nạp. Modul càng nhỏ thì thời gian nạp càng dài và thời hạn sử dụng cũng ngắn hơn. Một modul 10Wp có khả năng cung cấp đủ năng lượng cho một bóng đèn huỳnh quang 8W trong 4 giờ, với bức xạ mặt trời trung bình mỗi ngày là 5kWh/m^2 .



Hình 41: Đèn xách tay điện mặt trời

Trong một số đèn xách tay, người ta lắp một modul mặt trời nhỏ và một accu kích thước vừa đủ nhỏ vào hộp đèn huỳnh quang. Các loại đèn này tương đối rẻ nhưng thời gian sử dụng khá hạn chế: 1-2 giờ/ngày. Đối với các loại đèn này cần phải để đèn ra ngoài ánh sáng mặt trời vào ban ngày.

2. Hệ thống chiếu sáng trong gia đình

Hệ thống này chủ yếu được dùng để chiếu sáng trong nhà. Tuy nhiên nó cũng có thể được sử dụng cho phòng học, trạm y tế, phòng làm việc ... Hệ thống này góp phần nâng cao đáng kể chất lượng cuộc sống do nó có thể cải thiện sinh hoạt gia đình vào buổi tối. Nói chung, hệ thống chiếu sáng điện mặt trời gia đình thường bao gồm một hoặc hai modul quang

điện và một accu với bộ điều khiển nạp. Với hệ thống như vậy, người ta có thể sử dụng thêm một hay hai ổ cắm 12V để cung cấp cho một vài thiết bị khác.

Các hệ thống chiếu sáng điện mặt trời bao gồm 2 bóng huỳnh quang (8W mỗi bóng), một modul 10-50 Wp, một bộ điều khiển nạp và 1 accu 12V-50Ah. Một modul 20 Wp dưới bức xạ trung bình $5\text{kWh/m}^2/\text{ngày}$ có thể cung cấp đủ cho hai đèn huỳnh quang 8W mỗi ngày 4 giờ.

3. Hệ thống đèn đường dùng điện mặt trời

Hệ thống chiếu sáng điện mặt trời ở một làng chưa được nối với mạng điện thường là các đèn quang điện tự động được lắp trên các trụ. Những đèn này thường là các đèn huỳnh quang hoặc là các đèn khí thủy ngân hoặc đèn Natri hạ áp.

Modul điện mặt trời được lắp phía trên đèn, accu được đặt trong một hộp có khả năng chịu được thời tiết xấu. Hộp này được gắn cố định trên trụ hoặc là một bộ phận của trụ. Hệ thống đèn đường phải hoạt động suốt đêm nên chúng tiêu hao khá nhiều điện. Để giải quyết vấn đề này người ta thường trang bị thêm một đồng hồ hẹn giờ để định khoảng thời gian chiếu sáng.

Một đèn natri hạ áp công suất 18 W (1800 lumen) với một pin mặt trời 80 Wp và một accu 12 V, 100 Ah có thể hoạt động khoảng 10 giờ mỗi ngày.

4. Hệ thống chiếu sáng bằng lưới điện mặt trời

Hệ thống chiếu sáng của một làng có thể được cung cấp bởi một mạng lưới điện mặt trời. Nó có ưu điểm là cung cấp điện cho tất cả các hộ gia đình và nối toàn bộ đèn đường vào một trung tâm. Một trung tâm cung cấp điện mặt trời như

vậy rất dễ quản lý và có thể tiết kiệm được năng lượng cũng như thiết bị (đặc biệt là bình accu). Khi thiết kế hệ thống người ta phải trừ liệu khả năng mở rộng của làng và sự gia tăng nhu cầu tiêu thụ điện.

IV. THIẾT BỊ LÀM LẠNH DÙNG ĐIỆN MẶT TRỜI DÀNH CHO CÁC TRẠM Y TẾ

Rất nhiều chương trình tiêm chủng vaccin được tiến hành ở các nước đang phát triển nhằm ngăn ngừa các căn bệnh truyền nhiễm. Để chương trình tiêm chủng này có hiệu quả thì việc phòng chống phải được thực hiện vào tận các làng quê nông thôn. Phần lớn vaccin phải được bảo quản ở nhiệt độ thấp. Vì thế việc bảo quản vaccin ở nhiệt độ thấp không đổi từ lúc sản xuất cho đến nơi sử dụng, rất khó thực hiện ở nông thôn. Các tủ lạnh sử dụng dầu hoặc khí propane đã được chứng minh là không thích hợp do việc cung ứng chất đốt kém hữu hiệu. Tủ lạnh dùng máy phát điện diesel cũng gặp những vấn đề tương tự. Trong khi đó, tủ lạnh sử dụng quang điện không đòi hỏi bất kỳ một nhiên liệu nào khác ngoài năng lượng mặt trời.

1. Tính chất vật lý

Tủ lạnh sử dụng năng lượng mặt trời được cách điện nhiều hơn là những tủ lạnh thông thường. Thể tích chứa thường nhỏ hơn 100 lít, đủ dùng cho những trạm tiêm chủng. Đa phần thì việc sử dụng tủ lạnh là để chứa thuốc và vaccin cho các trung tâm chăm sóc sức khỏe ở vùng sâu vùng xa trở nên dễ dàng hơn.

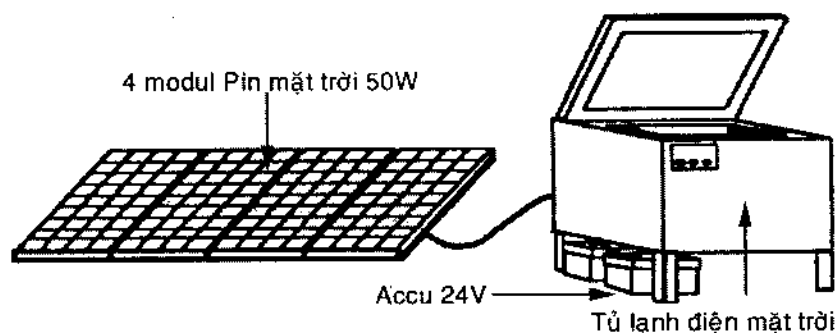
Tủ lạnh phải giữ được vaccin ở một khoảng nhiệt độ nhất định từ 0 - 8°C. Khoang đông đá của tủ lạnh phải có khả năng tạo ít nhất 1kg đá trong 24 giờ.

Những tủ lạnh được thiết kế một cánh cửa ở phía trên tỏ ra hữu hiệu hơn là những cửa hông do hơi lạnh thường dễ dàng thổi lên cao.

2. Tính chất điện

Những tủ lạnh này thường hoạt động ở điện áp thấp (12V – 24V) của dòng điện một chiều để giảm bớt sự hao phí năng lượng. Thiết bị được trang bị một bộ accu đủ để đảm bảo tủ lạnh hoạt động được trong 5 ngày khi trời không có nắng. Ngoài ra còn có bộ điều hòa nhiệt độ nhằm kiểm soát lượng điện của bộ accu để tránh quá tải và để thông báo cho người sử dụng biết khi dòng điện có điện áp quá yếu để có thể vận hành tủ lạnh.

Lượng điện tiêu thụ mỗi ngày của một tủ lạnh như vậy là khoảng 500 – 800 Wh (thay đổi tùy theo việc có tạo đá hay không). Đối với những vùng có bức xạ mặt trời khoảng 5 kW/m² thì các tủ lạnh này cần có các modul quang điện có công suất đỉnh từ 100 – 200 Wp.



Hình 42: Tủ lạnh mặt trời 200W sử dụng cho trạm y tế

Các tủ lạnh này có thể được sử dụng cho các mục đích cá nhân. Tuy nhiên, việc ứng dụng tủ lạnh mặt trời vẫn hãy còn hạn chế do giá thành còn khá cao, gấp 5 – 10 lần tủ lạnh thông thường.

V. BƠM NƯỚC SỬ DỤNG ĐIỆN MẶT TRỜI

1. Các loại bơm

Các máy bơm nước thường được phân chia thành hai loại là bơm thể tích và bơm ly tâm.

Ngoài cách phân loại trên, người ta còn phân biệt dựa trên hai phương pháp hoạt động của máy bơm là hút và nén.

Máy bơm hút phải được lắp đặt ở độ cao dưới 10m so với mực nước bơm và luôn đòi hỏi một lượng nước nhất định để mỗi.

Máy bơm nén được nhấn chìm dưới nước hoặc cùng với động cơ hoặc với động cơ được đặt trên mặt đất (thông qua trục truyền động).

** Bơm thể tích :*

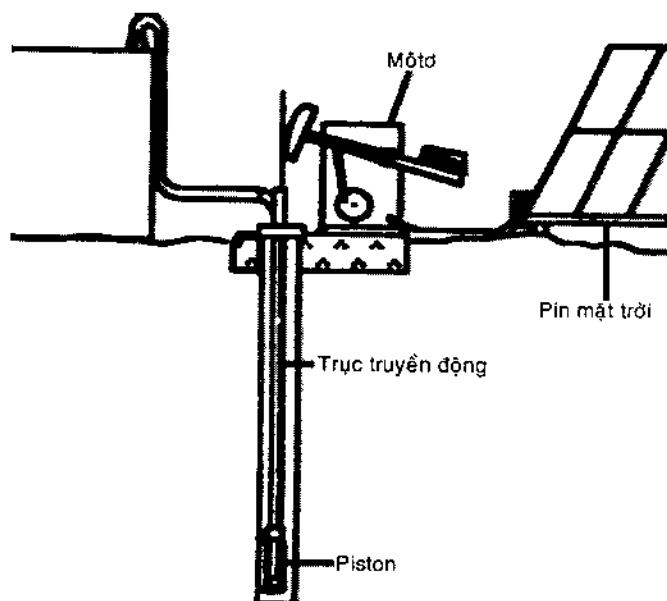
- Biến đổi động năng giúp dòng chảy thắng được lực hấp dẫn nhờ vào sử dụng thay đổi liên tục thể tích nối lần lượt qua miệng ống hút và miệng ống nén.

- Các loại bơm thể tích: Bơm vít, bơm cánh quạt (palette), bơm piston và bơm màng ngăn (à diapragine). Bơm piston và bơm màng ngăn thường được sử dụng cho những giếng hoặc lỗ khoan có độ sâu trên 10m.

- Hoạt động của bơm thường được đảm bảo bởi một thanh truyền lực rất dài nối liền với động cơ điện trên mặt đất.

- Lưu lượng của một máy bơm thể tích tỷ lệ với vận tốc của động cơ nhưng ngẫu lực của động cơ biến đổi chủ yếu theo tổng độ cao đo áp (HMT) và không thay đổi theo vận tốc của động cơ.

Vì thế bơm thể tích thường được sử dụng cho những giếng và những lỗ khoan có độ sâu lớn và lưu lượng nhỏ. Đôi khi người ta sử dụng những bơm thể tích này như một máy bơm bề mặt, trong trường hợp ngẫu lực yếu và không đều, lưu lượng nước yêu cầu không lớn, ví dụ như những bơm tay hay bơm gió nhiều cánh quạt.



Hình 43: Máy bơm Piston

** Bơm ly tâm :*

- Loại bơm này cung cấp động năng cho chất lỏng thông qua chuyển động quay của bánh xe nước (gàu hoặc cánh).

- Bơm ly tâm bao gồm các loại bơm tràn với động cơ trên mặt đất hoặc động cơ chìm, các động cơ có đệm nhún và các loại bơm xoay hút.

- Lưu lượng của máy bơm ly tâm biến đổi tỷ lệ với vận tốc quay của động cơ. Ngẫu lực của nó tăng lên rất nhanh

theo vận tốc này và tổng độ cao đo áp HMT là hàm bậc hai theo vận tốc máy.

- Vận tốc quay của động cơ phải rất lớn để đạt được lưu lượng cần thiết. Thông thường người ta sử dụng bơm ly tâm khi cần có lưu lượng nước lớn và ở độ sâu không quá 100m.

- Những loại bơm này phụ thuộc vào chiều cao mực nước, do vậy tốt nhất để máy hoạt động ở vận tốc thấp nhất ứng với HMT cao cho trước nhằm đạt được một lưu lượng nước ban đầu không đổi.

- Các bơm ly tâm có thể sử dụng năng lượng quang điện do động cơ của các máy này có thể duy trì ở một vận tốc không đổi có tốc độ quay nhanh.

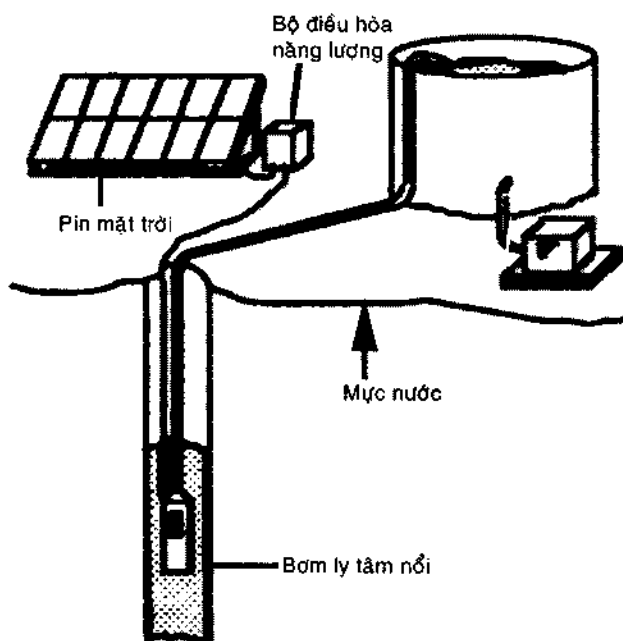
Các thiết bị hút nước ngầm ở gia đình được thiết kế cho những giếng có độ sâu từ 10-15m tương ứng với các bơm ly tâm nhiều tầng. Các máy bơm loại này có thể đáp ứng cho việc sử dụng cho các giếng hoặc lỗ khoan nhỏ hoặc để bơm lớp nước ngầm sâu có mực nước động học từ 30-100m.

Các máy bơm quang điện cũng có thể được sử dụng cho việc dẫn nước vào những vườn rau nhỏ, trong trường hợp HMT không quá lớn, có nghĩa là bơm từ sông, hồ và các lớp nước bề mặt.

- Công suất của các máy phát quang điện phù hợp với lưu lượng. HMT các vườn rau thường đòi hỏi phải được cung cấp một lượng nước lớn. Nếu HMT quá cao, trở thành vấn đề chính xác thì lúc này bơm sử dụng năng lượng mặt trời sẽ không cạnh tranh được với các loại bơm thủy lợi thông thường (bơm diesel).

Vì thế việc lựa chọn khả năng sử dụng bơm quang điện cần được xem xét một cách thực tế. Dưới đây là một số

phương pháp nhận biết đơn giản khả năng lắp đặt máy bơm điện mặt trời.

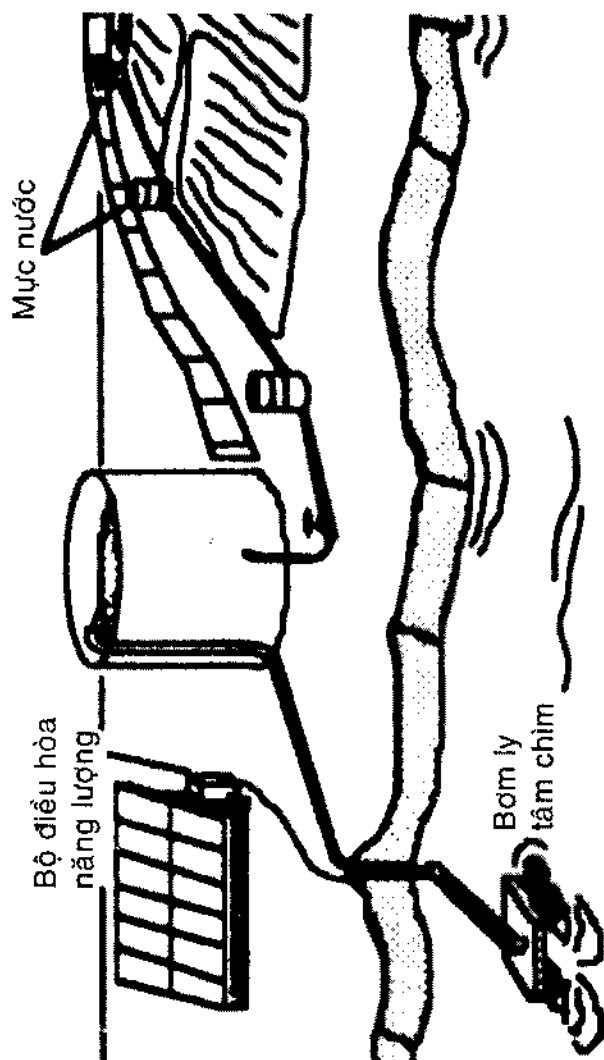


Hình 44: Máy bơm ly tâm

* Các điểm chính yếu khi lựa chọn hệ bơm nước mặt trời

1. Bơm mặt trời dùng để hút nước từ giếng hoặc lỗ khoan với lưu lượng nhỏ. Tuy nhiên, lưu lượng này có thể quan trọng hơn là khả năng cung cấp nước của lớp nước ngầm khảo sát và mực nước động của lớp nước ngầm sẽ hạ xuống.

Miệng ống bơm phải ngập đến một mực nước cần thiết. Để bảo vệ bơm thì cần trang bị thêm cầu dao xác định mực nước, khi ống bơm ở phía trên mực nước này cầu dao sẽ ngắt điện và máy bơm sẽ ngưng lại.



Hình 45: Máy bơm ly tâm chìm

1. Mức nước ngầm có thể thay đổi tùy theo mùa và theo từng năm. Mức độ thay đổi rất khó dự đoán và phụ thuộc một số tính chất của nước và nhịp bơm. Mỗi giếng và lỗ khoan cần được kiểm tra trước khi lắp đặt máy bơm nhằm xác định mức nước hút.

2. Có thể sử dụng hệ thống accu phối hợp để điều hòa lưu lượng suốt trong một khoảng thời gian dài hơn. Vì thế có thể sử dụng một máy bơm khác nhỏ hơn có khả năng hút một lượng với phương pháp thích hợp để hút nước.

3. Nhằm tăng hiệu suất của bơm mặt trời hoạt động trực tiếp nhờ vào năng lượng mặt trời (không sử dụng hệ accu), ta cần trang bị thêm một bộ biến áp trở kháng (bộ điều chỉnh công suất cực đại). Bộ biến áp này cho phép việc vận hành máy bơm vào thời điểm năng lượng cao nhất bằng cách giảm dần điện áp và tăng cường độ dòng điện ra từ trường quang điện trong trường hợp bức xạ yếu.

4. Những động cơ điện sử dụng năng lượng mặt trời có thể sử dụng dòng điện một chiều hoặc dòng xoay chiều. Những động cơ điện một chiều được nối trực tiếp với trường quang điện và thường vận hành đơn giản hơn so với động cơ xoay chiều. Những động cơ một chiều thường có những chổi than và những chổi này phải được thay đổi định kỳ, việc này rất khó thực hiện đối với những máy bơm chìm. Một số loại động cơ một chiều chỉ có công tắc điện và không có chổi quét. Các động cơ xoay chiều đòi hỏi phải sử dụng một biến điện khi sử dụng hệ thống quang điện. Nhưng những động cơ xoay chiều này không đòi hỏi việc bảo trì và luôn được chứng minh là có hiệu quả hơn những động cơ một chiều.

2. Phương pháp thiết kế đơn giản

Phương pháp này cho phép việc dự đoán nhanh chóng

kích thước bơm mặt trời. Nó chỉ có tính tương đối và chỉ phục vụ cho việc đánh giá khả năng thực hiện công nghệ năng lượng mặt trời cho những nhu cầu sử dụng điện.

Việc lắp đặt thực tế một bơm mặt trời đòi hỏi việc tính toán nghiêm ngặt hơn và thiết kế chặt chẽ hơn nhằm rút ra những lợi nhuận cao nhất.

3. Lưu lượng và HMT

Dữ liệu quan trọng nhất để dự toán cho tất cả những hệ thống bơm là lượng nước yêu cầu thường nhật và độ cao mực nước có thể được lấy lên sử dụng.

Bảng dưới đây cho phép xác định nhu cầu nước hàng ngày. Số liệu này được lấy những vùng thuộc Sahel. Đối với vùng có độ ẩm cao hơn thì lượng nước đòi hỏi ít hơn.

Độ cao đo áp tổng (HMT) được tính toán thống kê tùy theo giếng hoặc lỗ khoan, cộng thêm độ cao dự trữ và phần thất thoát dọc theo đường ống. Thường thì người ta cộng thêm 10% độ cao vật lý để bù lấp sự thất thoát này.

Đối tượng tiêu thụ nước	Lượng nước sử dụng (lít/ngày)
1 người	20
1 con bò	40
1 con cừu	5
1 con ngựa	40
1 con lừa	20
1 con lạc đà	20
1 ha ruộng vườn	70

$HMT = \text{độ sâu của lớp nước ngầm} + \text{độ cao dự trữ} + \text{thất thoát.}$

4. Tính toán yêu cầu năng lượng thường nhật

Năng lượng yêu cầu để lấy một lưu lượng nước lên một độ cao nào đó trong một ngày được tính toán từ những dữ liệu về lưu lượng và HMT đã được tính toán ở trên không được biểu diễn là Watt/giờ. Kết quả thu được phù hợp với hằng số thủy lợi và tỷ lệ nghịch với hiệu suất của một nhóm bơm đơn được sử dụng.

Tóm lại hiệu suất của một nhóm bơm đơn nằm trong khoảng từ 25 – 45%, tùy theo kiểu máy bơm và động cơ.

Đối với thiết kế của chúng tôi, giá trị hiệu suất trung bình cho nhóm các bơm đơn là 30%.

Năng lượng cần cung cấp cho một máy bơm :

$$\begin{aligned} E_{\text{bnc}} &= \frac{\text{Hệ số thủy lực} \times \text{lưu lượng} \times \text{HMT}}{\text{Hiệu suất của nhóm bơm}} \\ &= \frac{2.725 \times Q \text{ (m}^3\text{)} \times h \text{ (m)}}{0,35} \end{aligned}$$

Mỗi công suất đỉnh (W_P) của một máy phát quang điện một chiều cung cấp xấp xỉ 4 Wh điện mỗi ngày dưới bức xạ hàng ngày là 5kW/m^2 nếu người ta cộng cả sự mất mát năng lượng cho mẫu thiết kế này.

Vì thế, máy bơm của chúng tôi cần có một máy phát như sau:

$$\text{Công suất của máy phát quang điện} = \frac{2.725 \times Q \text{ (m}^3\text{)} \times h \text{ (m)}}{0,35}$$

$$W_c \approx 2x Q \times h$$

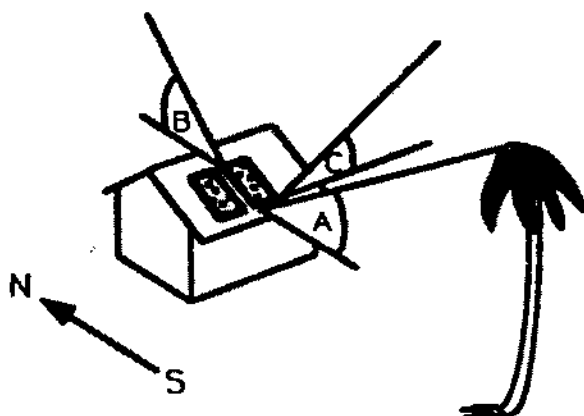
Như vậy, ở những vùng có nắng, công suất của máy phát quang điện một chiều cao đo áp tổng không đổi.

VI. KỸ THUẬT LẮP ĐẶT VÀ BẢO TRÌ CÁC HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI

1. Lắp đặt

Để hệ thống điện mặt trời đạt được hiệu suất cao nhất và bảo vệ được các thành phần của nó thì ta cần lưu ý một số điểm cơ bản trong quá trình lắp đặt.

1. Pin mặt trời



Vĩ độ	Nam	Bắc
0 - 10°	$A < 55^\circ$	$B < 67^\circ$
10 - 20°	$A < 45^\circ$	$B < 77^\circ$
20 - 30°	$A < 35^\circ$	
30 - 40°	$A < 27^\circ$	
40 - 50°	$A < 17^\circ$	

Hình 46: Các góc đặt tương đối để tranh bóng râm xuất hiện trên modul quang điện

Để thu được năng lượng cao nhất, ta cần phải hướng các tấm pin mặt trời trên cùng một mặt phẳng, theo hướng xích đạo, ở độ nghiêng đã tính toán. Hệ thống có thể được đặt

chính xác sao cho các tấm pin mặt trời có thể hướng trực tiếp theo sự di chuyển của mặt trời trong suốt cả ngày.

Phải bảo đảm không có bóng râm trên tấm pin trong bất kỳ giai đoạn nào trong năm. Dù chỉ bị che một phần nhưng pin sẽ giảm khả năng hoạt động đi rất nhiều và thậm chí có thể bị hư vĩnh viễn.

Phải bảo đảm có không khí lưu thông dưới tấm pin ít nhất từ 30 – 50 cm vì các pin mặt trời hoạt động kém hiệu quả khi nhiệt độ tăng cao.

2. Accu

Để giảm lượng bay hơi của dung dịch điện giải trong bình accu ở những xứ nhiệt đới, nên đặt chúng ở chỗ nào càng mát càng tốt. Còn ở những nước hàn đới, các bình accu cần được bảo vệ chống đóng băng.

Phải bảo đảm nơi đặt accu được thông gió, sự tích tụ khí trong trường hợp accu bị nạp quá đầy sẽ gây nổ.

Sau khi lắp đặt xong, nên đợi một vài ngày cho accu được nạp đầy từ modul pin mặt trời trước khi nối tải để sử dụng.

3. Bộ điều khiển

Bảo đảm điểm ngắt mạch khi accu nạp đầy hoặc quá tải đã được chỉnh đúng. Kiểm tra tín hiệu chỉ thị của hệ thống.

4. Tổng quát

- Bảo đảm các điểm nối đã được xác định và tuân theo các tiêu chuẩn lắp đặt tại địa phương.

- Bảo đảm rằng tất cả các mối nối phải sạch và được xiết kỹ.

2. Bảo trì

Một hệ thống điện mặt trời được xây dựng để hoạt động lâu dài. Bản thân các tấm pin có tuổi thọ trên 20 năm. Nhưng tuổi thọ này có thể giảm xuống nếu các thành phần khác của hệ thống không hỗ trợ tốt. Đừng bao giờ đợi đến khi hệ thống bị hư, không hoạt động rồi mới đem ra sửa. Do đó, ta cần có một chương trình bảo trì đều đặn, khoảng 3 tháng một lần. Nếu cần, hãy dành ra một cuốn sổ bảo trì để ghi lại các mục cần được kiểm tra như sau:

1. Modul Pin MT

- Làm vệ sinh, lau chùi (mỗi tuần một lần), đặc biệt vào mùa khô

- Kiểm tra dòng đoản mạch (I_{sc}) và thế hở mạch (V_{oc}) mỗi năm ở cùng mức bức xạ mặt trời.

- Kiểm tra hướng lắp modul.

2. Accu

- Kiểm tra, lau chùi và xiết chặt các đầu nối

- Kiểm tra bằng mắt thường để phát hiện các chỗ nứt, chỗ rỉ của vỏ bình.

- Kiểm tra mực dung dịch và châm nước đúng hạn

- Kiểm tra tình trạng hoạt động của bình accu bằng cách đo thế và đo mật độ dung dịch điện giải. Các thông số này phải nằm trong giới hạn đã được xác định trong quá trình lắp đặt.

3. Bộ điều khiển nạp

- Kiểm tra tình trạng hoạt động, đảm bảo các bộ điều khiển ngắt mạch lúc nạp đầy hoặc quá tải vận hành tốt.

- Kiểm tra, lau chùi và xiết lại các đầu nối.

4. Tổng quát

Làm theo các qui định về an toàn

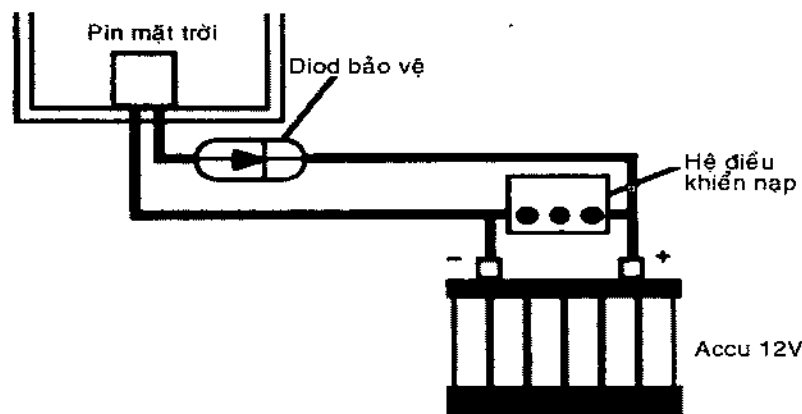
- Kiểm tra, làm vệ sinh và xiết lại kỹ tất cả các đầu nối, lon, vít ...
- Kiểm tra thường xuyên các cầu chì, cầu dao
- So sánh các thông số đo thực tế với các giá trị dự đoán
- Kiểm tra các dụng cụ đo hoạt động có chính xác không.

II. MẠCH ĐIỆN CỦA CÁC HỆ THỐNG ĐIỆN MẶT TRỜI

Modul quang điện là khối cơ bản của tất cả các máy phát điện mặt trời. Thông thường một modul chuẩn được thiết kế để cung cấp điện 12V với cường độ dòng từ 0,8 A (10 Wp) đến 4 A (60 Wp). Người ta có thể sử dụng chỉ một modul hoặc nối song song hay nối tiếp nhiều modul để tăng thế và cường độ dòng ở đầu ra. Trường quang điện được thiết kế sao cho thế cung cấp điện trực tiếp hay trữ điện vào bình accu để sử dụng trong tương lai.

1. Nối dây một modul

Ở nông thôn, thông thường chỉ cần tiêu thụ một lượng điện cung cấp bởi một đến hai modul. Việc kết nối ở đây khá đơn giản. Các đầu nối âm và dương của một (hoặc hai) modul sẽ được nối với đầu âm và dương tương ứng của bình accu. Trên nguyên tắc, tất cả các modul quang điện phải được bảo vệ bởi một diode chặn (blocking) để modul không bị nạp ngược. Một bộ điều khiển nạp thường được sử dụng để theo dõi tình trạng nạp điện của accu và ngắt điện từ modul hoặc từ bình vào thiết bị.



2. Nối dây một dàn pin quang điện

Đối với một số ứng dụng quan trọng hơn, ở đó yêu cầu phải sử dụng một dàn nhiều modul quang điện để đạt được điện thế và cường độ dòng mong muốn, ta phải thiết kế một số mạch bảo vệ (bypass) để bảo đảm an toàn cho người sử dụng và cho máy phát.

1. Diode bảo vệ song song (bypass)

Trong trường hợp một trong các modul nối tiếp hoạt động không tốt, diode này cho phép hạn chế tình trạng tăng nhiệt của các tế bào quang điện mà không làm giảm cường độ dòng nhưng thế của mạch nối tiếp sẽ giảm xuống 12V. Diode nói trên được mắc song song vào mỗi modul hoặc mỗi nhóm modul nối song song. Nó không tiêu thụ điện khi hệ vận hành bình thường.

2. Diode chặn (blocking)

Để tránh việc một modul hoặc một bộ modul nối tiếp trở thành nguồn thu nếu thế của chúng thấp hơn các modul hoặc bộ modul nối tiếp khác, một diode thuận nghịch sẽ được mắc trên mỗi nhánh song song. Các con diode này có khả

năng giới hạn dòng điện ngược từ accu. Tuy nhiên, chúng sẽ làm hạ thế xuống khoảng 0,6V ở các đầu nối của mỗi nhánh. (Xem hình trang 106).

3. Nối đất

Người ta cần nối đất các máy phát điện mặt trời quan trọng để bảo vệ các thiết bị và người sử dụng khi hệ thống bị hở hoặc bị sét đánh. Cần phải thực hiện nối đất cho mạch điện lần thiết bị.

Trong mạch điện, dây âm được nối đất để hạn chế dòng rỉ nếu hệ thống bị hở hoặc bị vọt điện nếu hệ thống gặp sét đánh.

Trong thiết bị, tất cả các vỏ kim loại và khung của máy phát phải được nối đất để tránh cho người sử dụng bị điện giật khi chạm vào chỗ hở mạch.

4. Bộ điều khiển nạp accu

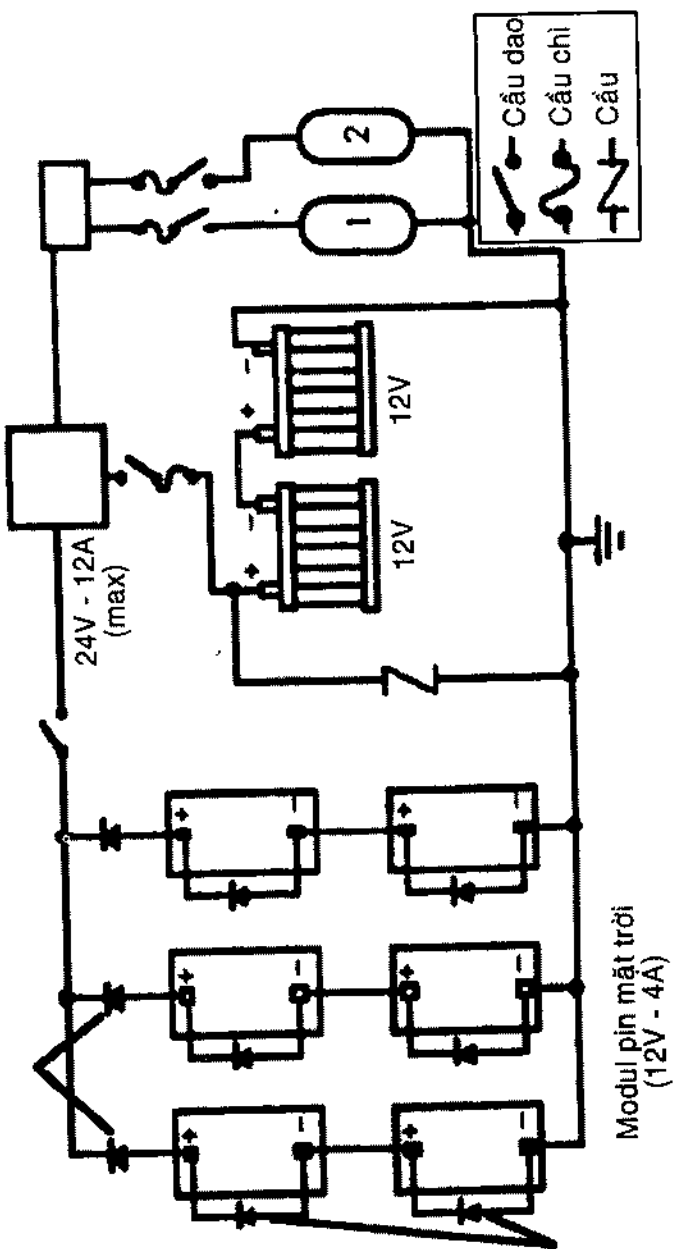
Bộ điều khiển này có nhiệm vụ kiểm soát quá trình nạp điện và khả năng quá tải của bình accu. Nó có khả năng ngắt điện từ modul vào accu một khi accu đã nạp quá đầy, giúp accu tránh được tình trạng cạn nước và xuống cấp sớm.

Bộ điều khiển này có thể được thiết kế tự động bởi mạch điện tử hoặc thủ công do người sử dụng một khi được báo động về tình trạng của accu. Ta cũng có thể tăng kích thước của accu để dòng sinh ra từ các modul không gây hư hại cho accu.

5. Cầu chì và cầu dao

Cầu chì và cầu dao được sử dụng để bảo vệ thiết bị và người sử dụng. Cầu dao có thể ngắt điện ở các phần khác nhau của hệ thống trong trường hợp khẩn cấp hoặc lúc cần

Hệ điều khiển



sửa chữa bảo trì thiết bị. Cần lưu ý rằng các modul quang điện sinh ra điện ngay khi thu ánh sáng mặt trời. Một cầu dao được đặt gần modul nhất có khả năng cô lập phần còn lại của mạch nối vào các thiết bị. Các cầu chì bảo đảm việc tự động ngắt mạch khi quá tải trong trường hợp bị đoản mạch hoặc nối đất bị hở. Nói chung, accu của hệ thống điện mặt trời đòi hỏi sự cẩn trọng đặc biệt bởi vì nó có thể cho ra dòng rất lớn trong trường hợp bị đoản mạch. Mỗi mạch điện cần được bảo vệ đầy đủ bằng cầu chì.

6. Nối cáp

Hệ thống cáp nối phải được tính toán cẩn thận để tránh được sự sụt thế do điện trở dây dẫn. Điều này cực kỳ quan trọng đối với phần cáp nối từ modul đến accu bởi không thể bỏ qua sự sụt thế này khi một dòng điện mạnh được sinh ra dưới một thế thấp: nó có thể làm giảm đáng kể dòng điện từ accu. Do đó, người ta thường sử dụng các loại cáp lớn hơn so với qui định trong mã quốc gia. Ta có thể biết độ sụt thế trên đường cáp theo công thức sau:

Độ sụt thế (V) = Điện trở dây dẫn (Ω/m) $\times$ 2 lần khoảng cách (m) $\times$ Cường độ dòng (A)

Điện trở cáp điện loại HO7RNF						
Tiết diện (mm^2)	1,5	2,5	4	6	10	16
Điện trở R (Ω/m)	0,0274	0,01642	0,01018	0,00678	0,0039	0,00248

VIII. BỘ BIẾN ĐIỆN MẶT TRỜI

Bộ biến điện mặt trời có nhiệm vụ chuyển dòng điện một chiều từ trường quang điện hoặc từ accu sang dòng 2 điện xoay chiều giống như dòng điện được cung cấp từ điện lưới. Có những bộ biến điện có thể đạt được chất lượng tương đương như của lưới điện (về mặt ổn định tần số, thế và dạng sóng của dòng điện). Tuy nhiên, ta có thể tiết kiệm nếu sử dụng một bộ biến điện có chất lượng thấp hơn, nhất là đối với các hệ thống tự động, không nối với mạng điện công nghiệp.

1. Các loại biến điện

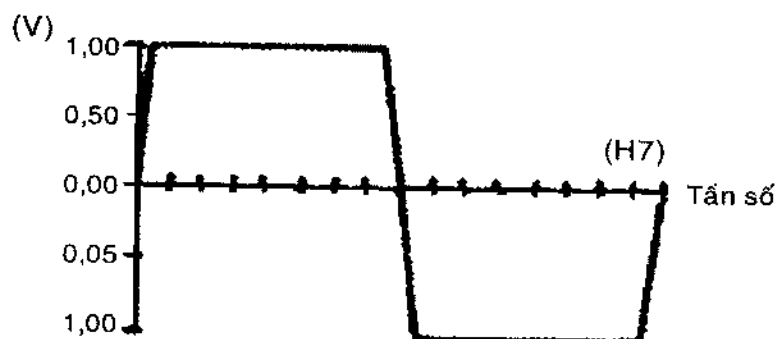
Có ba loại biến điện tự động, tùy thuộc vào dạng sóng ở đầu ra: sóng hình vuông, sóng hình sin hoặc sóng hình sin biến đổi.

1. Biến điện sóng hình vuông

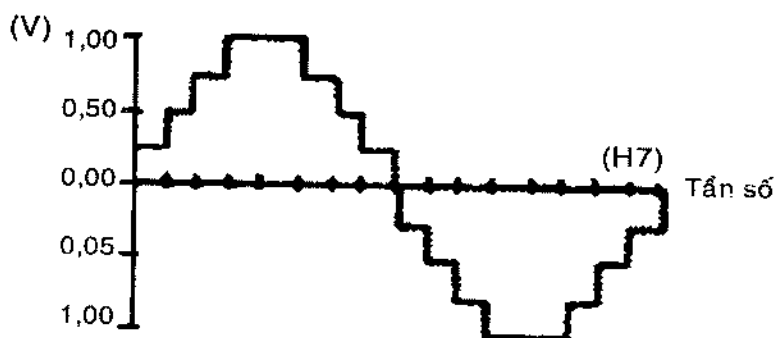
Loại biến điện này tương đối rẻ tiền và chỉ thực hiện việc chuyển đổi đơn giản dòng điện một chiều đầu vào thành dòng điện xoay chiều đầu ra. Độ hiệu chỉnh thế ra bình thường, khả năng chịu tải đầy thấp và độ nhiễu (distortion harmonique) khá rõ ràng và có thể làm cho moteur nóng lên. Sóng loại này thích hợp với các hệ thống đun nấu bằng điện hoặc các hệ thống chiếu sáng và không nên sử dụng nó cho các moteur hoạt động lâu.

2. Biến điện sóng hình sin biến đổi

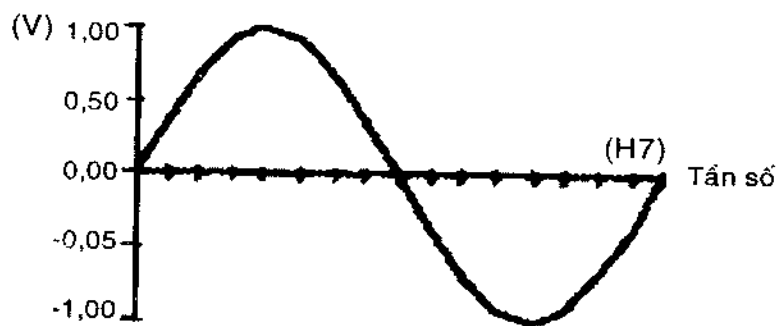
Bộ biến điện này gồm một bộ hiệu chỉnh trang bị transistor hoặc một thyristor silic. Nó có thể chịu tải đầy đến 400% và độ nhiễu tương đối yếu cho nên nó thích hợp với phần lớn các moteur.



Bộ biến điện cho ra sóng hình vuông



Bộ biến điện cho ra sóng hình sine nhiều



Bộ biến điện cho ra sóng hình sine

3. Biến điện sóng hình sin

Bộ biến điện này có khả năng lọc gần hết các nhiễu (độ méo $< 5\%$). Nói chung bộ này không có khả năng chịu tải đây.

Một bộ biến điện mặt trời lý tưởng phải có các tính chất như sau:

* Khả năng chịu tải đây:

Nhiều máy điện (ví dụ như moteur) đòi hỏi một dòng điện tải đây vài giây lúc khởi động, rồi sau đó hoạt động ở cường độ dòng thấp hơn. Nếu một hệ điện mặt trời, phục vụ cho nhiều máy thì nó phải đáp ứng đây đủ và đồng thời lượng điện cho nhu cầu nói trên trong vòng vài phút. Một bộ biến phải hoạt động được ở mức điện bình thường nhưng nó gian ngắn và chịu được tải đây gấp 3 lần mức cơ bản.

* Ổn thế

Thế điện xoay chiều ở đầu ra của biến điện phải được hiệu chỉnh để nó được giữ ổn định, khoảng 5%, ngay cả khi thế một chiều ở đầu vào giảm (do tình trạng quá tải của accu chẳng hạn).

* Độ nhiễu tối thiểu:

Độ nhiễu tần số của sóng xoay chiều ở đầu ra phải được giảm thiểu để hạn chế tối đa tình trạng tăng nhiệt của moteur.

* Hiệu suất:

Bộ biến điện phải tiêu thụ điện thật ít để tăng tối đa hiệu suất của toàn bộ hệ thống. Phải bảo đảm một hiệu suất cao ($> 90\%$) cho các thiết bị điện sử dụng và không hao tổn

nhiều năng lượng khi trong trạng thái nghỉ (nghĩa là không có thiết bị nào đang hoạt động).

*** Bảo trì:**

Bộ biến điện phải dễ bảo trì và thích ứng với modul để người ta có thể dễ dàng thay đổi các mạch điện tử ngay tại chỗ trong trường hợp bị hư.

*** Tự động:**

Một bộ biến điện được sử dụng trong vào một hệ độc lập phải có khả năng tự động.

ĐIỆN MẶT TRỜI PHỤC VỤ PHÁT TRIỂN NÔNG THÔN

Trịnh Quang Dũng - Lê Hoàng Tố

* * *

Chịu trách nhiệm xuất bản

LÊ VĂN THỊNH

Phụ trách bản thảo: **PHƯƠNG LỰU**

Trình bày - Bìa: **PHƯƠNG LỰU**

Sửa bản in: **HOÀNG PHƯƠNG**

NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

D14 - Phương Mai - Đống Đa - Hà Nội

Điện thoại: (04) 8523887 - 8521940

CHI NHÁNH NHÀ XUẤT BẢN NÔNG NGHIỆP

58 Nguyễn Bình Khiêm, quận 1, TP. Hồ Chí Minh

Điện thoại: (08) 8297157 - 8299521

In 1030 bản. Khổ sách 14,5 x 20,5cm tại Công ty In Bao bì và XNK.

*Giấy chấp nhận đề tài số: 1486/XB-QLXB do Cục Xuất bản
cấp ngày 15/12/2000. In xong và nộp lưu chiểu tháng 12/2000.*



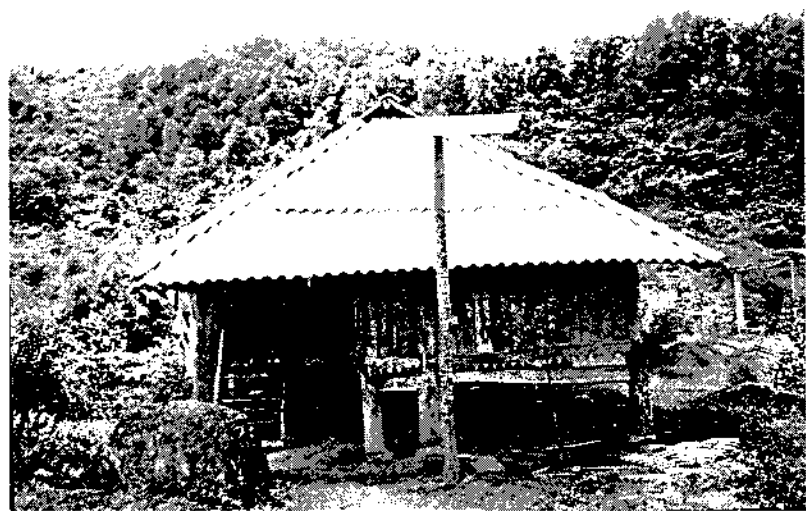
Trạm điện mặt trời ở huyện Cần Giờ



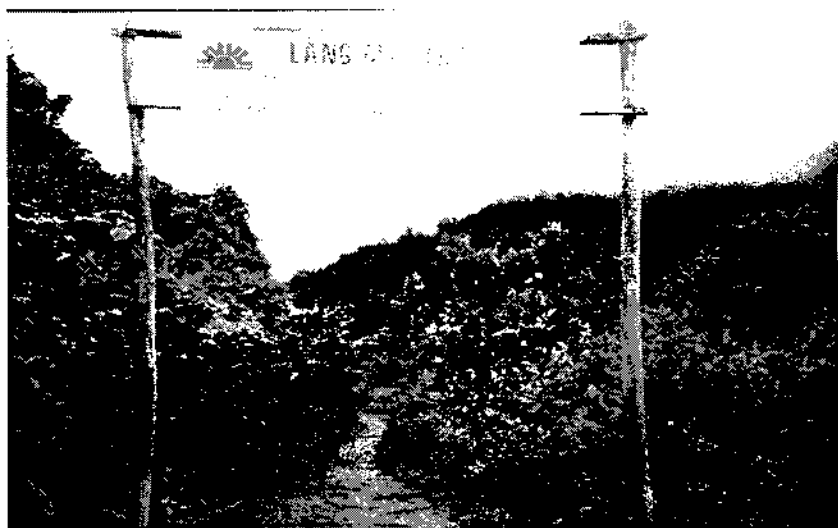
Trạm điện mặt trời sóc Suối Đá – Bình Phước



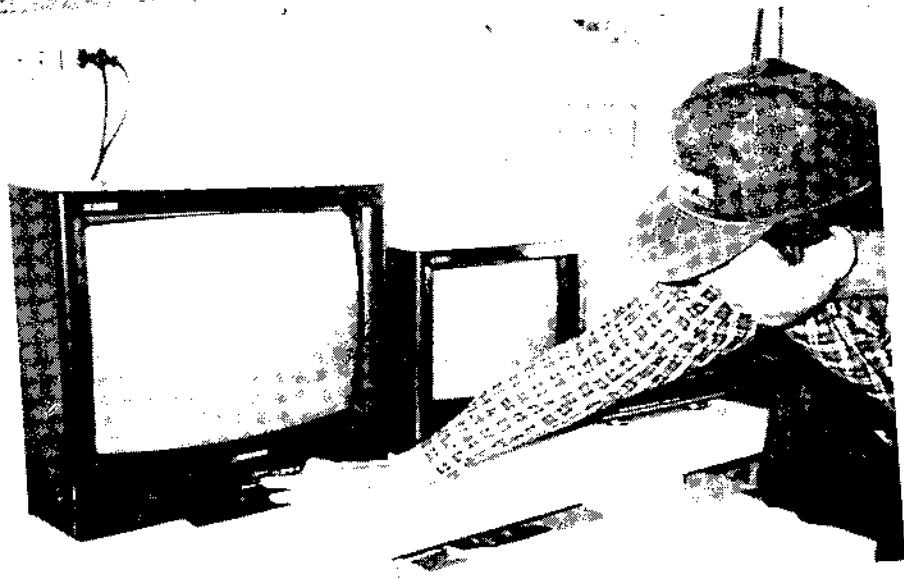
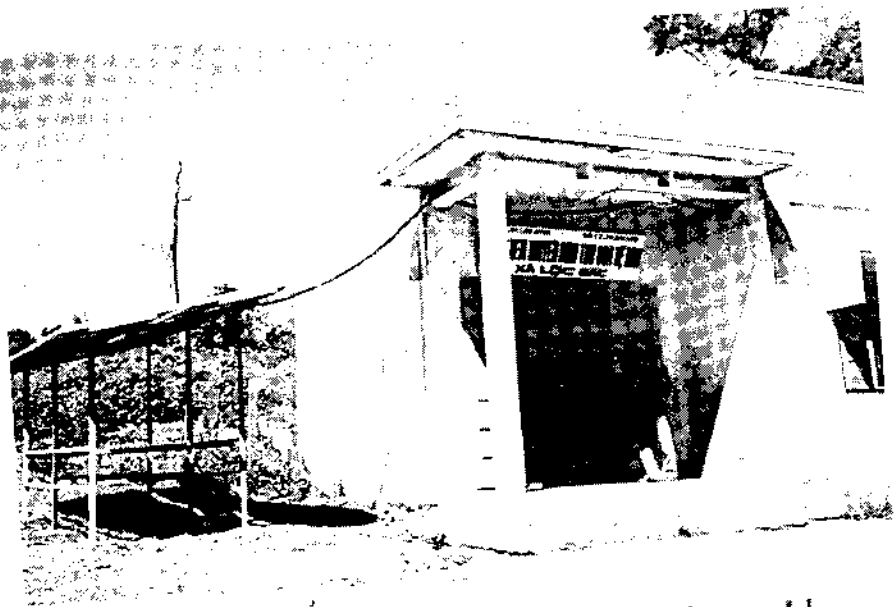
*Điện mặt trời
phục vụ Y tế*



Làng điện mặt trời ở Ba Vì – Hà Tây



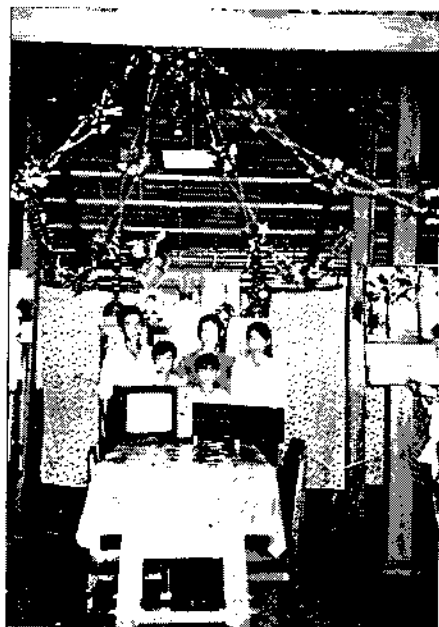
Làng điện mặt trời ở Tam Lộc – Quảng Nam



Điện mặt trời phục vụ Trạm thu vệ tỉnh



Hệ diện mặt trời gia đình





*Hệ diện một
trời gia đình*

SÁCH ĐƯỢC NHÀ NƯỚC TRỢ GIÁ

