

NGHIÊN CỨU, LẮP ĐẶT MÔ HÌNH ĐIỆN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI CÓ NỐI LƯỚI ĐIỆN TIÊU THỤ

RESEARCH AND INSTALLATION OF A MODEL OF SOLAR ENERGY WITH CONSUMPTION ELECTRICITY GRID

Lê Quang Nam¹, Trần Thanh Sơn²

¹Sở Khoa học và Công nghệ Tp. Đà Nẵng; Email: namlq@danang.gov.vn

²Trường Đại học Bách khoa, Đại học Đà Nẵng; Email: ttson@hde.vn

Tóm tắt - Bài báo này trình bày những nội dung cơ bản về xây dựng hệ thống điện mặt trời nối lưới quy mô nhỏ. Trong đó, nhóm tác giả tập trung vào miêu tả đặc điểm công nghệ, thiết kế và quy trình triển khai mô hình điện mặt trời nối lưới. Mô hình này đã được lắp đặt và vận hành thành công tại một cơ sở điển hình. Bài báo cũng nêu ra một số kết quả đánh giá, phân tích tính ổn định và ảnh hưởng của hệ thống lên lưới điện tiêu thụ. Các kết quả chỉ ra rằng, hệ thống điện mặt trời được lắp đặt đã vận hành ổn định, an toàn và cấp điện cho rất nhiều hộ tiêu thụ có tính chất khác nhau. Một điều bất tiện của hệ thống nối lưới là hệ thống sẽ không sản xuất ra điện khi mất điện lưới.

Từ khóa - năng lượng mặt trời; điện mặt trời; hệ thống nối lưới; hộ tiêu thụ; biến tần.

1. Đặt vấn đề

Khai thác nguồn năng lượng tái tạo, đặc biệt là năng lượng mặt trời để bổ sung, thay thế một phần năng lượng hóa thạch đang dần cạn kiệt, đồng thời giảm thiểu ô nhiễm môi trường là một nhu cầu thực sự cần thiết đối với mọi quốc gia [1]. Ở Việt Nam, trong định hướng chiến lược phát triển năng lượng quốc gia mà chính phủ đã đề ra đến năm 2020, tầm nhìn đến năm 2050 đã chỉ rõ “phần đầu tăng tỷ lệ các nguồn năng lượng mới và tái tạo lên khoảng 3% tổng năng lượng sơ cấp vào năm 2010, khoảng 5% vào năm 2020 và khoảng 11% vào năm 2050”.

Ở các tỉnh Nam Trung bộ và Nam bộ nguồn năng lượng mặt trời rất phong phú, có tiềm năng khai thác nhằm bổ sung cho nhu cầu tiêu thụ điện của các địa phương. Mặt khác, những tiến bộ về công nghệ điện năng lượng mặt trời trong thời gian gần đây là cơ sở để triển khai mô hình điện mặt trời nối lưới. Việc triển khai mô hình với giá thành hợp lý sẽ thúc đẩy hoạt động ứng dụng và giảm phụ tải điện cho hệ thống lưới điện quốc gia. Tuy nhiên, các mô hình điện mặt trời nối lưới hiện nay vẫn đang triển khai ở phạm vi nghiên cứu và hoàn thiện.

2. Kết quả nghiên cứu, lắp đặt mô hình điện mặt trời có nối lưới điện tiêu thụ

2.1. Khảo sát và đánh giá tiềm năng năng lượng mặt trời của thành phố Đà Nẵng

2.1.1. Khảo sát và đánh giá tiềm năng năng lượng mặt trời tại Đà Nẵng

Căn cứ vào các số liệu về diện tích tự nhiên của thành phố và bảng số liệu bức xạ tổng cộng trung bình tại thành phố Đà Nẵng, nhóm tác giả đã tính toán sơ bộ tổng tiềm năng lý thuyết của nguồn năng lượng mặt trời.

Xét đối với hệ pin NLMT 1 kWp lắp đặt trên phần diện

Abstract - This article presents the basic contents of building small scale grid-tied solar power systems. Particularly, the authors focus on describing characteristics of technology, design and implementation process of grid-tied solar power models. The model has been successfully implemented and operated in a typical unit. The article also points out several assessments and analysis on the stability and the influence of the system on the consumption power grid. The results show that the installed solar power system operated stably, safely, and provided power for many households with different properties. One disadvantage of the system is that it will not produce electricity when the power grid is off.

Key words - Solar energy; solar electricity; grid-tied system; consumer; inverter.

tích đất liền ($937,3.10^6 \text{ m}^2$) của thành phố Đà Nẵng, tổng tiềm năng NLMT lý thuyết trung bình được tính bằng công thức [2]:

$$A_{LT} = Q_{TB} \cdot S_{DN}$$

Trong đó:

- A_{LT} : Tổng tiềm năng năng lượng lý thuyết;
- Q_{TB} : Tổng bức xạ trung bình;
- S_{DN} : Diện tích tự nhiên Đà Nẵng (phần đất liền)

$$A_{LT} = 4,89 \text{ (kWh/m}^2\text{/ngày)} \times 937,3.10^6 \text{ (m}^2\text{)} \\ = 4.583,4.10^6 \text{ (kWh/ngày)}$$

Toàn bộ tiềm năng lý thuyết trên nếu ta dùng để sản xuất điện và sử dụng công nghệ pin mặt trời với hiệu suất lớn nhất hiện nay là 20% thì tiềm năng phát điện của năng lượng mặt trời thu được là:

$$A'_{LT} = 4.583,4 \times 10^6 \text{ (kWh/ngày)} \times 20\% \\ = 916,7.10^6 \text{ (kWh/ngày)} \\ = 334,6.10^9 \text{ (kWh/năm)}$$

Nếu dùng lượng NLMT ở trên để sản xuất nhiệt với công nghệ hiệu ứng nhà kính, hiệu suất 40% thì tiềm năng nhiệt của năng lượng mặt trời là:

$$Q_{LDN} = A_{LT} \times 40\% \\ = 4583,4.10^6 \text{ (kWh/ngày)} \times 40\% \\ = 1833,4.10^6 \text{ (kWh/ngày)} \\ = 6600,2 \times 10^9 \text{ (KJ/ngày)} \\ = 2.409 \times 10^{12} \text{ (KJ/năm)}.$$

2.1.2. Đánh giá tiềm năng kinh tế kỹ thuật

Khi đánh giá tiềm năng kinh tế kỹ thuật của năng lượng mặt trời cần phải quan tâm đến những hạn chế của điều kiện địa hình, điều kiện thi công, lắp đặt, cơ sở hạ tầng, trình độ công nghệ... người ta chỉ có thể khai thác được một phần của tiềm năng lý thuyết. Do đó khi triển khai các mô hình ứng dụng năng lượng mặt trời phải phân tích đầy

đủ các yếu tố trên để sao cho khi khai thác phải đem lại hiệu quả kinh tế nhất. Tại Đà Nẵng, diện tích đất khu dân cư, đất chuyên dụng và các cơ sở sản xuất chỉ chiếm 36% diện tích thành phố. Trong đó, nguồn năng lượng mặt trời chỉ đem lại hiệu quả kinh tế, khả năng triển khai khi được ứng dụng ở những nơi có dân cư sinh sống.

Từ những phân tích trên ta có thể tính toán sơ bộ tiềm năng kinh tế - kỹ thuật sản xuất điện của NLMT:

$$\begin{aligned} A_D &= A'_{LT} \cdot S_{dc} = 916,7 \cdot 10^6 \text{ (kWh/ngày)} \times 36\% \\ &= 330 \cdot 10^6 \text{ (kWh/ngày)} \\ &= 120,1 \cdot 10^9 \text{ (kWh/năm)} \end{aligned}$$

Và tiềm năng kinh tế - kỹ thuật sản xuất nhiệt:

$$\begin{aligned} Q_N &= Q_{LDN} \cdot S_{dc} = 2409 \cdot 10^{12} \left(\frac{KJ}{\text{năm}} \right) \times 36\% \\ &= 867,2 \cdot 10^{12} \text{ (KJ/năm)} \end{aligned}$$

So với nhu cầu tiêu thụ điện của thành phố Đà Nẵng năm 2011 là 1,6 tỷ kWh, tiềm năng kinh tế kỹ thuật sản xuất điện của năng lượng mặt trời gấp 68 lần lượng điện tiêu thụ. Bên cạnh đó, các dự án triển khai lắp đặt hệ nước nóng năng lượng mặt trời tại địa phương thời gian qua cũng đã cho thấy tiềm năng ứng dụng nhiệt từ NLMT là rất lớn và hiệu quả tại Đà Nẵng. Qua đó có thể khẳng định Đà Nẵng có tiềm năng rất lớn trong việc ứng dụng NLMT trong việc đáp ứng nhu cầu năng lượng địa phương. Ngoài ra, việc ứng dụng NLMT có thể khắc phục được tình trạng thiếu điện và giảm áp lực phụ tải đỉnh và kích cầu các nhóm ngành sản xuất – kinh doanh cần tiêu thụ năng lượng lớn.

2.2. Nghiên cứu, lắp đặt mô hình điện năng lượng mặt trời quy mô nhỏ có nối lưới điện

Trong bài báo này nhóm tác giả đã xây dựng hệ thống điện năng lượng mặt trời công suất 4000Wp có nối lưới điện tiêu thụ (GRID - TIE) cung cấp nguồn điện 1 pha

220VAC/50HZ. Sơ đồ đấu nối hệ thống như trình bày trong Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ đấu nối các thiết bị trong hệ thống

* Nguyên lý hoạt động hệ pin NLMT GRID – TIE:

Các tấm pin năng lượng mặt trời IREX 250Wp sẽ chuyển hóa năng lượng mặt trời sang năng lượng điện một chiều (DC), sau đó được đưa vào bộ chuyển đổi nguồn Inverter SMA Sunny Boy 4000TL (Grid-tie Inverter) nhằm chuyển đổi nguồn điện DC sang AC và đấu nối vào lưới điện hộ tiêu thụ. Các phụ tải tiêu thụ điện tại đơn vị được triển khai sẽ được ưu tiên sử dụng nguồn điện từ năng lượng mặt trời, nếu thiếu sẽ được bổ sung từ điện lưới Quốc gia, đây là chế độ thông minh của bộ Grid-tie Inverter. Chế độ hoạt động của hệ thống này được điều khiển và giám sát từ xa thông qua bộ Sunny Webbox (thiết bị kết nối và điều khiển từ xa Inverter qua mạng Lan, Internet).

* Đặc tính thiết bị của hệ thống pin NLMT nối lưới:

Bảng 1. Thống kê thiết bị hệ thống

TT	Tên hàng hóa	Ký hiệu, mã	Hình ảnh	Đơn vị tính	Số lượng	Xuất xứ
1	Tấm hấp thụ năng lượng mặt trời Irex 250Wp loại polycrystalline.	IR250P-60		Tấm	16	Việt Nam
2	SMA Sunny Boy 4000TL - Grid-tie Inverter, hiệu suất 97%, 4000W (Sunny Inverter4KGR)	SB 4000TL		Bộ	01	Đức
3	Thiết bị giám sát và vận hành hệ thống điện mặt trời từ xa (hệ lớn) Sunny Webbox	Sunny-Web		Bộ	01	Đức
4	Khung đỡ tấm PV – thép nhúng kẽm nóng – kết cấu chịu gió cấp 12 – bao gồm cả móng (hệ khung cho 16 tấm PV)	SUP-PV		Hệ thống	01	Việt Nam
5	Tủ điện, dây điện, CB, ống luồn dây,...			Cụm	01	Việt Nam

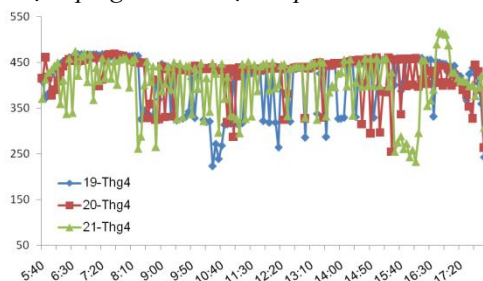
Trong báo cáo “nghiên cứu, lựa chọn công nghệ điện mặt trời quy mô nhỏ có nối lưới điện tiêu thụ” [2] của đề tài này, nhóm tác giả cũng đã phân tích ưu, nhược điểm của từng loại thiết bị của hệ pin NLMT (pin, inverter, hệ thống

giám sát...) và đã đề xuất các thiết bị phù hợp để xây dựng hệ thống điện NLMT nối lưới quy mô nhỏ. Thông tin cơ bản của các thiết bị như được nêu trong Bảng 2.

Tất cả các thiết bị trên đã được lắp đặt tại Trung tâm Công nghệ Sinh học (TT CNSH) thuộc Sở Khoa học và Công nghệ thành phố Đà Nẵng có địa chỉ tại phường Hòa Thọ Tây, quận Cẩm Lệ, thành phố Đà Nẵng.

2.3. Khảo sát, đánh giá tính ổn định và tác động của hệ pin NLMT lên lưới điện tiêu thụ

2.3.1. Điện áp ngõ ra của hệ các pin NLMT

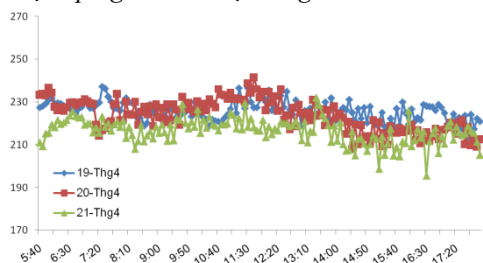


Hình 2. Biểu đồ điện áp ngõ ra của hệ các tấm pin NLMT

Hình 2 thể hiện điện áp ra của hệ pin NLMT trong 03 ngày liên tiếp 19-21/04/2014. Phân tích dữ liệu đã cho thấy điện áp ngõ ra đo được từ hệ các tấm pin NLMT đạt giá trị trung bình là 410,39 V. Giá trị cao nhất đạt 485V và thấp nhất là 200V.

Đối chiếu với thông số điện áp DC đầu vào của thiết bị inverter SMA Sunny Boy 4000TL là 175-480V thì thấy hệ thống điện mặt trời lắp đặt có thể tạo ra nguồn điện 220V ổn định.

2.3.2. Điện áp ngõ ra của hệ thống

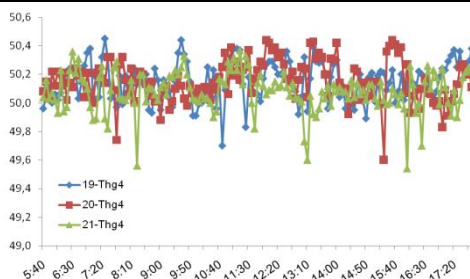


Hình 3. Biểu đồ điện áp ngõ ra của hệ thống

Hình 3 thể hiện điện áp ra của hệ thống ương ứng với điện áp đầu vào ở Hình 2. Điện áp ngõ ra của hệ pin NLMT đo được đạt giá trị cao nhất là 237,22V và thấp nhất là 188,40V. Giá trị trung bình của điện áp đầu ra này là 222,1V. Như đã nêu ra ở trên, điện áp đầu ra của hệ thống có ổn định cao và đảm bảo biên độ dao động điện áp luôn nằm trong phạm vi cho phép của tiêu chuẩn IEE 522-8

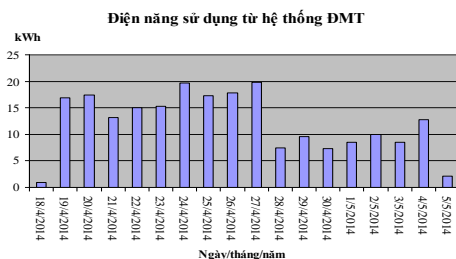
2.3.3 Tần số ngõ ra của hệ thống

Tương ứng với các điện áp đầu vào ở Hình 2 và 3, Hình 4 thể hiện tần số ra của dòng điện. Tần số ngõ ra của hệ điện NLMT đo được với giá trị trung bình 50,13 Hz. Giá trị tần số thấp nhất là 49,55Hz và cao nhất là 50,45 Hz. Biên độ dao động của tần số chỉ ở mức 0,9 Hz. Kết quả này cho thấy độ ổn định tần số đầu ra và khả năng đảm bảo biên độ dao động tần số luôn nằm trong phạm vi cho phép của tiêu chuẩn IEE 522-8.



Hình 4. Biểu đồ tần số ngõ ra

2.3.3. Điện năng tạo ra từ hệ thống pin NLMT



Hình 5. Biểu đồ điện năng tạo ra

Biểu đồ trong Hình 5 cho thấy từ ngày 19/4/2014 đến ngày 27/4/2014 lượng điện sử dụng từ điện NLMT tương đối ổn định. Điện năng trung bình trong thời gian này nằm trong khoảng 16,5 kWh/ngày. Đối với các thời gian còn lại trong hình trên, điện năng thay đổi theo chiều giảm giá trị nhiều.

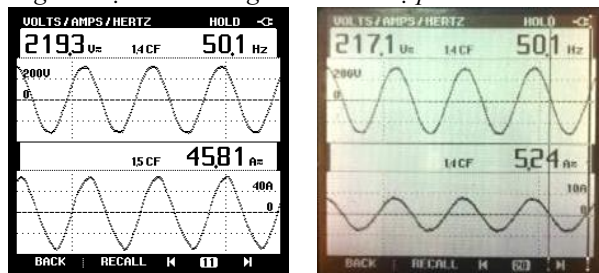
Đối với các kết quả phân tích điện áp hệ các tấm pin, điện áp ngõ ra hệ thống, tần số ngõ ra đã cho thấy tính ổn định cao. Điện áp đầu ra trung bình của hệ thống là 222,1V và tần số trung bình là 50,1 Hz. Các giá trị này đều nằm trong giới hạn cho phép của tiêu chuẩn IEE 522-8.

Tuy nhiên, ngoài các yếu tố ảnh hưởng chung lên bất kỳ hệ pin NLMT nào như yếu tố thời tiết, môi trường, ..., hiệu suất của hệ pin NLMT nối lưới (grid-tie) còn chịu tác động từ đặc tính mang tính đặc trưng riêng là giá trị điện áp, tần số và các thông số của nguồn đầu ra hệ thống được lấy mẫu theo đặc tính của lưới điện cơ sở. Do đó, trong trường hợp điện áp, tần số, sóng hài lưới điện bị thay đổi lớn, dưới ngưỡng cho phép hay bị mất điện thì hệ thống sẽ tự khởi động lại hoặc tự ngắt theo chế độ bảo vệ đã được mặc định.

Những lý do trên đã giải thích rõ nguyên nhân cho những giá trị thấp mà nhóm tác giả đo được. Cụ thể, trong Hình 5, trong ngày 18/4/2014 và từ ngày 28/4 đến 5/5/2014, điện năng tiêu thụ có sự thay đổi theo xu hướng giảm như đã chỉ ra trong phần trên. Nguyên nhân chính đó là vào ngày 18/4/2014 điện lưới cơ sở bị mất; ngày 5/5/2014 lượng điện sử dụng từ điện NLMT thấp do điện áp lưới điện giảm sâu dưới tác động của các máy cơ khí: hàn, khoan, cắt... trong quá trình thi công tại TT CNSH và gây tình trạng khởi động liên tục của hệ pin NLMT và từ ngày 28/4/2014 đến ngày 3/5/2014 lượng điện sử dụng ít vì đây là các ngày nghỉ lễ, tải cơ sở dụng ít nên điện năng mà hệ pin NLMT cấp cho cơ sở cũng giảm theo.

Như vậy, ngoài trừ các yếu tố ảnh hưởng mang tính hệ thống thì hệ pin NLMT được lắp đặt tại TT CNSH có tính ổn định cao.

2.3.4. Đặc trưng điện áp, dòng và tần số của lưới điện trong chế độ có và không kết nối với hệ pin NLMT



a. Không kết nối hệ pin

a. Có kết nối hệ pin

Hình 6. Đặc trưng điện áp, dòng và tần số lưới điện trong chế độ có và không kết nối với hệ pin NLMT

Để phân tích tác động của hệ pin NLMT lên lưới điện cơ sở, nhóm tác giả đã phân tích các đặc trưng về điện áp, dòng và tần số trong cả 02 chế độ: có và không kết nối lưới điện với hệ pin NLMT. Dữ liệu được đo trong hai thời điểm liên tục tại thời điểm TT CNSH sử dụng tải bình thường để cho thấy rõ được tác động này.

Theo kết quả trong Hình 6 a và b, điện áp, dòng và tần số của lưới điện trong chế độ không và có kết nối với hệ pin NLMT có giá trị lần lượt là 219,3V - 217,1V, 45,81A - 5,24A và 50,1Hz - 50,1Hz.

Tương tự, điện năng tiêu thụ trên pha điện có kết nối với hệ pin NLMT đã cho thấy giá trị điện năng không và có kết nối với hệ pin lần lượt là 9,2 kWh - 1,08 kWh.

Như vậy ngay cả trường hợp hệ pin NLMT cấp điện cho tải thì điện áp và tần số có biên độ dao động rất nhỏ, không đáng kể.

Bên cạnh các kết luận về mức độ không gây ảnh hưởng lên lưới điện tại TT CNSH đã chỉ ra ở trên với việc so sánh điện áp, tần số và các thông số khác, nhóm tác giả cũng đã phân tích nhu cầu tiêu thụ so với công suất tạo ra bởi hệ pin NLMT tại Trung tâm.

Trong đó, kết quả phân tích đã chỉ ra công suất tiêu thụ đỉnh vào các ngày làm việc trong tuần tại Trung tâm là 41,2 kW và công suất tiêu thụ đỉnh vào các ngày không làm việc (thứ 7 và chủ nhật) là từ 7 đến 8,5 kW (do yêu cầu công nghệ, một số thiết bị như điều hòa phòng nuôi cấy, giàn đèn, tủ lạnh, ... vẫn phải hoạt động 24/24 nên vẫn phải sử dụng một lượng điện). Lượng công suất đỉnh tạo ra từ hệ thống pin mặt trời đo được là 3,4 kW. Như vậy, công suất đỉnh tạo ra từ hệ thống điện NLMT chiếm tỉ lệ 45,33% giá

trị phụ tải đỉnh vào các ngày thứ 7, chủ nhật và chiếm 8,23% giá trị phụ tải đỉnh vào các ngày làm việc. Do đó, điện tạo ra từ hệ thống điện mặt trời chỉ hỗ trợ giảm phụ tải cho hệ thống điện tại Trung tâm, không có quá trình phát ngược lại và ảnh hưởng lên lưới điện tại TT CNSH.

3. Kết luận

- Điện áp đầu ra, tần số của các hệ thống luôn duy trì ở mức trung bình là 222,1V và 50,13 Hz đáp ứng tiêu chuẩn IEE 522-8 và yêu cầu đặt ra với hệ thống ĐMT lắp đặt.

- Đây là hệ thống điện năng lượng mặt trời quy mô nhỏ có nối lưới điện Quốc gia không có hệ thống trữ điện bằng ắc quy đã được lắp đặt tại Trung tâm Công nghệ Sinh học, giá trị điện năng tạo ra cao nhất trong ngày cấp tải cho tòa nhà là 21,49 kWh/ngày và trung bình là 11,44 kWh/ngày. Sau thời gian đưa vào vận hành, tính đến ngày 3/6/2014, hệ pin NLMT nối lưới đã giúp tiết kiệm được 540 kWh, giảm phát thải CO₂ và giảm chi phí tiền điện sử dụng cho đơn vị thụ hưởng.

- Từ các kết quả dữ liệu thu thập và phân tích, hệ thống pin mặt trời nối lưới đáp ứng đầy đủ các yêu cầu theo Điều 43 trong thông tư 32/2010/TT-BCT ngày 30 tháng 7 năm 2010 về việc quy định hệ thống điện phân phối.

- Khả năng đáp ứng các tiêu chuẩn nối lưới của bộ inverter SMA Sunny Boy 4000TL đã được chứng minh, kiểm nghiệm và sử dụng rộng rãi ở nhiều nước. Do đó, hệ thống nối lưới từ pin mặt trời trong dự án chắc chắn hoạt động tốt với lưới điện ở Việt Nam hiện nay.

- Hệ thống tự động ngưng hoạt động trong trường hợp điện lưới bị mất để đảm bảo an toàn cho lưới điện và người sử dụng đây cũng là ưu điểm của hệ thống và cũng là nhược điểm khi điện lưới bị ngắt nhưng hộ tiêu thụ không sử dụng được ĐMT.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] R. Foster, M. Ghassemi, A. Cota, "Solar Energy - Renewable energy and the environment", CRC Press, 2010.
- [2] T. T. Sơn, "Khảo sát, đánh giá tiềm năng năng lượng mặt trời tại TP Đà Nẵng", TT TKNL& TVCNCN, Sở KH-CN ĐN, Báo cáo tổng kết.
- [3] T. T. Sơn, "Nghiên cứu, lựa chọn công nghệ điện mặt trời quy mô nhỏ có nối lưới điện tiêu thụ", TT TKNL& TVCNCN, Sở KH-CN ĐN, Báo cáo tổng kết.
- [4] T. T. Sơn, "Đánh giá tính hiệu quả và độ ổn định của hệ thống điện năng lượng mặt trời grid-tie tại Trung tâm công nghệ sinh học Đà Nẵng", TT TKNL& TVCNCN, Sở KH-CN ĐN, Báo cáo tổng kết.

(BBT nhận bài: 22/10/2014, phân biện xong: 19/11/2014)