

# NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI VÀ HÒA ĐỒNG BỘ LƯỚI ĐIỆN 6 KV Ở CÁC XÍ NGHIỆP MỎ VÙNG QUẢNG NINH

HÒ VIỆT BUN

Trường Đại học Mỏ-Địa chất

E-mail: hovietbun@gmail.com

T hế giới đang đứng trước một lựa chọn khó khăn cho sự phát triển bền vững trong tương lai khi các nguồn năng lượng đang dần cạn kiệt. Hiện nay, ngành điện chủ yếu dựa trên nhiệt điện và thủy điện, nhưng cũng đã bộc lộ mặt trái của nó đối với môi trường và nguồn nguyên liệu dần cạn kiệt. Điện hạt nhân lại không an toàn và có thể gây ra những hiểm họa và tác hại lâu dài cho môi trường. Vì vậy, với chiến lược phát triển bền vững trên toàn cầu, đặc biệt là thời kỳ phát triển “kinh tế xanh”, “năng lượng xanh” đã bắt đầu chứng kiến những công nghệ mới để sản xuất điện, trong đó việc sản xuất điện từ các nguồn năng lượng tái tạo khá dồi dào, đặc biệt năng lượng mặt trời là hướng đi mới thay thế các nguồn năng lượng hóa thạch, giảm thiểu tác hại tới môi trường.

Ở khu vực Quảng Ninh (vùng Đông Bắc), năng lượng mặt trời có tiềm năng lớn với độ rọi trung bình từ 3,3 đến 4,1 kW/m<sup>2</sup>/ngày và 1600+1750 h/năm [1]. Đặc biệt, các công ty khai thác mỏ ở vùng Quảng Ninh có diện tích mặt bằng lớn, phân bố trên diện rộng, địa hình không bị che khuất. Đó là những điều kiện thuận lợi để có thể nghiên cứu phát triển nguồn năng lượng mặt trời, cung cấp và hòa đồng bộ vào lưới điện phân phối 6 kV hoặc cho các khu vực ở xa trạm biến áp (TBA) chính, hạn chế bớt việc sử dụng điện từ lưới điện Quốc gia.

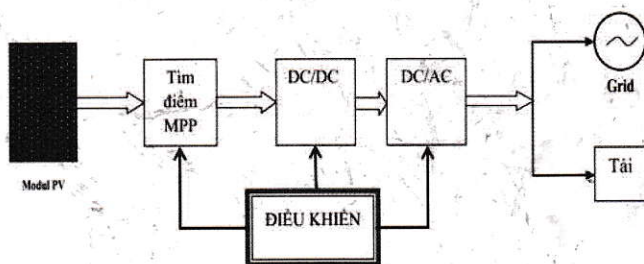
## 1. Nội dung và kết quả nghiên cứu

### 1.1. Mô tả hệ thống điện mặt trời nối lưới

#### a. Sơ đồ khối hệ thống

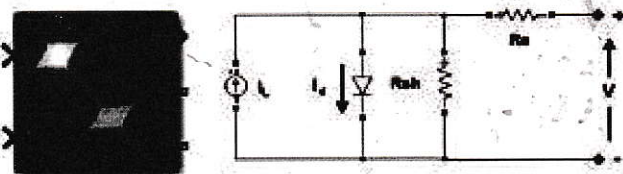
Hệ thống điện mặt trời nối lưới sử dụng cho các xí nghiệp mỏ là một hệ thống điện 3 pha 6 kV có tần số 50 Hz cung cấp trực tiếp cho tải cao áp hoặc nối với thanh cái 6 kV của TBA chính ở các xí nghiệp mỏ để hòa đồng bộ với lưới điện Quốc gia. Hệ thống này rất linh hoạt trong lắp đặt và sử dụng và là một bộ phận không thể thiếu được của lưới điện thông minh.

Cấu trúc tổng thể sơ đồ khối của hệ thống năng lượng mặt trời nối lưới được mô tả trong H.1 [2]. Khối quang điện PV được kết nối với bộ chuyển đổi DC/DC. Các đầu ra của bộ chuyển đổi điện áp phù hợp được kết nối với một khối DC thông thường. Bộ chuyển đổi nguồn điện áp ba pha (Voltage Source Converter) chuyển đổi DC sang AC và duy trì công suất ổn định. Khối dò điểm công suất tối đa với giải thuật tìm điểm công suất cực đại của khối PV ứng với giá trị xác định của bức xạ mặt trời và nhiệt độ. Mô hình khối PV được thể hiện trong H.2 [4].

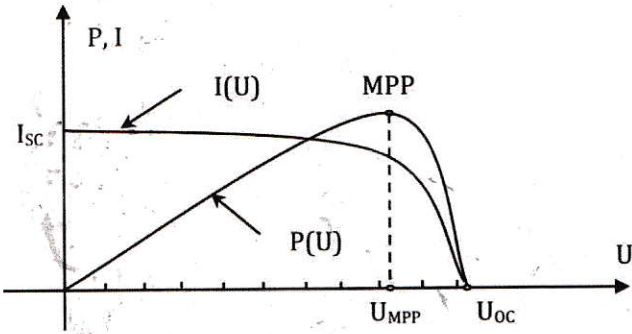


H.1. Sơ đồ khối hệ thống năng lượng mặt trời nối lưới

Đặc tính làm việc của pin mặt trời thể hiện qua đường đặc tính I(U) hai thông số là điện áp hở mạch  $U_{oc}$  (khi dòng điện ra bằng 0) và dòng điện ngắn mạch  $I_{sc}$  (khi điện áp ra bằng 0) (xem H.3).



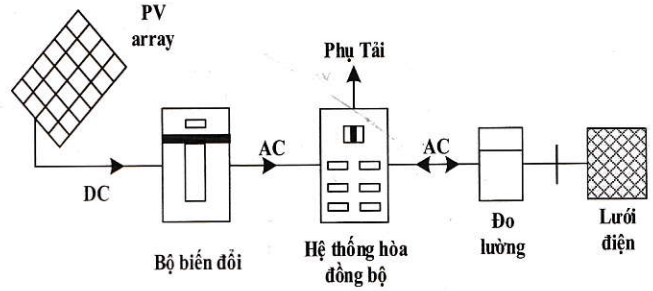
H.2. Sơ đồ khối quang điện PV [3]:  $I_L$  - Dòng quang điện (A),  $I_d$  - Dòng đi qua diốt (A),  $R_{sh}$  - Điện trở song song



H.3. Quan hệ  $I(U)$  và  $P(U)$  của P

**b. Chế độ làm việc với hệ thống điện**

Để đảm bảo cung cấp điện khối PV cung cấp điện trực tiếp cho các tải tiêu thụ trong lưới điện. Nhưng khi tiêu thụ không hết, hệ thống năng lượng này có thể cung cấp điện trực tiếp vào hệ thống điện còn khi không cung cấp đủ thì các phụ tải lại tiêu thụ điện từ hệ thống điện Quốc gia. Do đó, hệ thống năng lượng mặt trời phải hòa đồng bộ với hệ thống điện để đảm bảo cung cấp điện liên tục cho các mỏ.

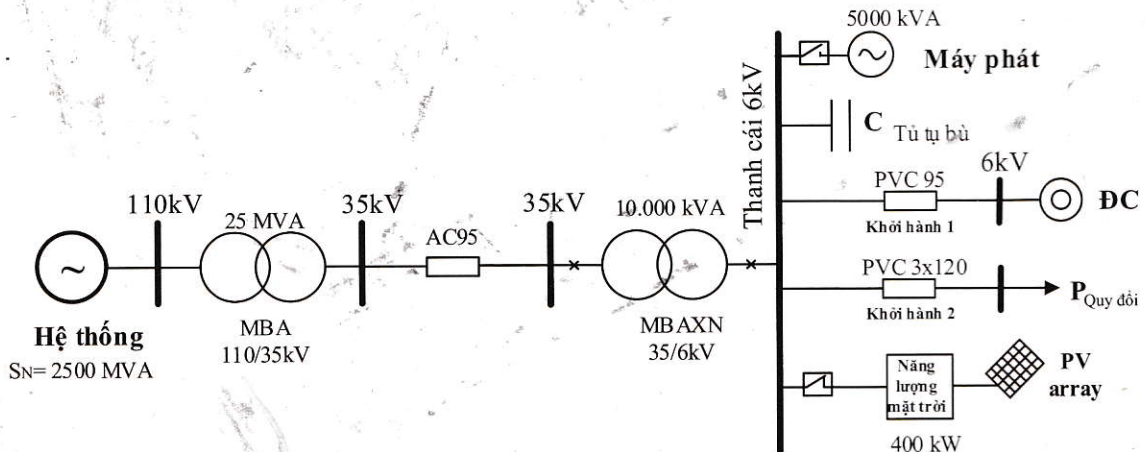


H.4. Chế độ làm việc hòa đồng bộ

**1.2. Mô phỏng hệ thống điện mặt trời kết nối lưới điện**

Dựa trên sơ đồ nguyên lý cung cấp điện tổng quát của một xí nghiệp mỏ, các khởi hành ở các mỏ được nhận điện từ TBA chính 35/6 kV.

Sử dụng nguồn điện năng lượng mặt trời cung cấp hòa đồng bộ trực tiếp vào thanh cái 6 kV để kiểm tra khả năng làm việc của hệ thống với các phụ tải tương đương được quy đổi đặt ở đầu các khởi hành và các động cơ cao áp như trên H.5.



H.5. Mô hình đơn giản hóa sơ đồ mô phỏng

Để xem xét ảnh hưởng của hệ thống năng lượng mặt trời khi hòa đồng bộ lưới điện của xí nghiệp, tiến hành đưa một mô hình hệ thống điện mặt trời PV 400 kW (năng lượng bức xạ tiêu chuẩn giả định là 1 kW/m<sup>2</sup>/ngày). Sơ đồ mô phỏng hệ thống điện của một xí nghiệp mỏ thể hiện trên H.6.

Để đánh giá khả năng hoạt động của hệ thống năng lượng mặt trời (PV) hòa đồng bộ với lưới điện 6 kV, ta xem xét một số trường hợp cụ thể sau.

**a. Hệ thống ở trạng thái làm việc ổn định**

Giả thiết năng lượng bức xạ mặt trời vẫn không đổi trong suốt thời gian mô phỏng, sự hình thành điện năng từ hệ thống năng lượng mặt trời với công suất cố định tối đa 400 kW. Điện áp và dòng điện tại vị trí hòa mạng 6 kV được thể hiện trong H.7. Điện năng cung cấp cho tất cả các phụ tải còn

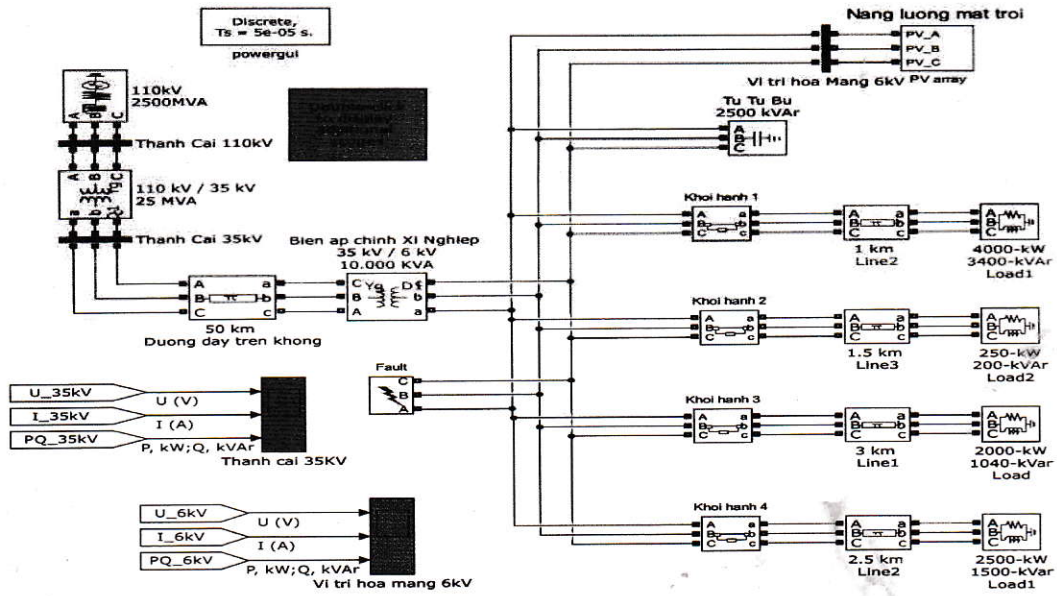
lại được lấy từ MBA chính 35/6 kV của mỏ.

**b. Khi ngắn mạch pha A ở thanh cái 6 kV**

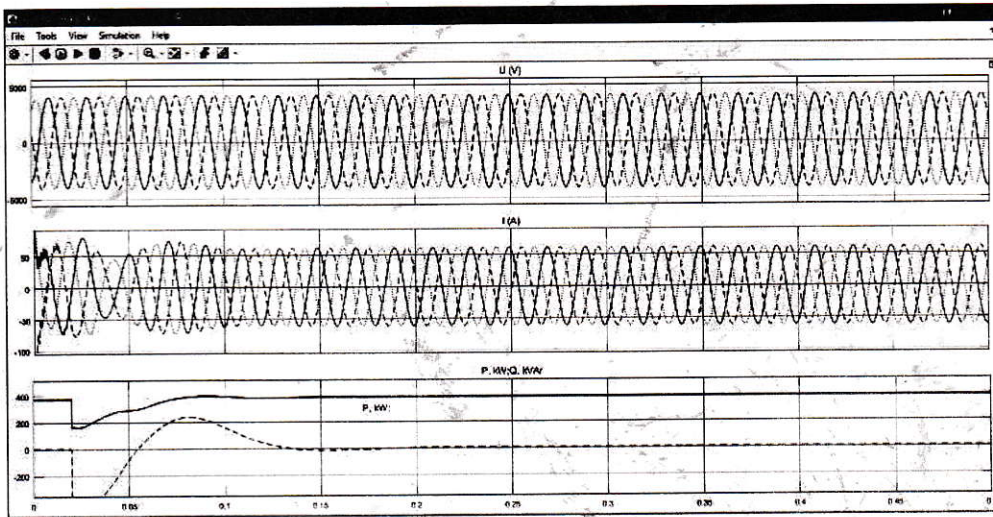
Khi ngắn mạch pha A xuống đất tại thời điểm 1,5 s thì xuất hiện hiện tượng quá điện áp và dòng điện trong mạng điện thể hiện trong H.8. Hệ thống điện năng lượng mặt trời cũng bị quá độ tại thời điểm ngắn mạch nhưng nhanh chóng phục hồi trạng thái phát điện ổn định vào hệ thống.

**c. Sự biến thiên năng lượng bức xạ mặt trời**

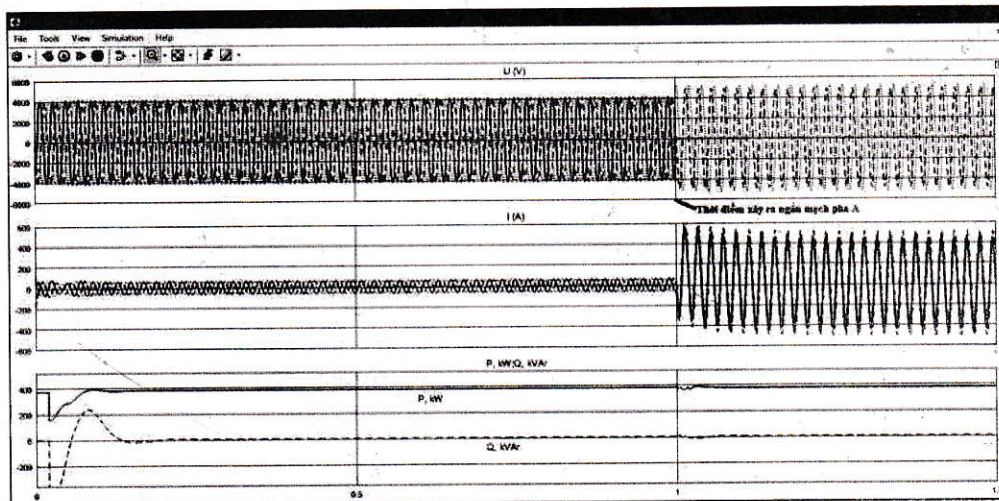
Kết quả mô phỏng trên H.9, cho thấy rằng năng lượng mặt trời thay đổi theo năng lượng bức xạ khác nhau tương ứng (1000 W/m<sup>2</sup>-500 W/m<sup>2</sup>-1000 W/m<sup>2</sup>-0 W/m<sup>2</sup>). Năng lượng 0 W/m<sup>2</sup> thường vào thời gian ban đêm, khi đó hệ thống PV không thể phát điện vào lưới điện 6 kV mà các các phụ tải điện được cung cấp điện từ TBA 35/6 kV.



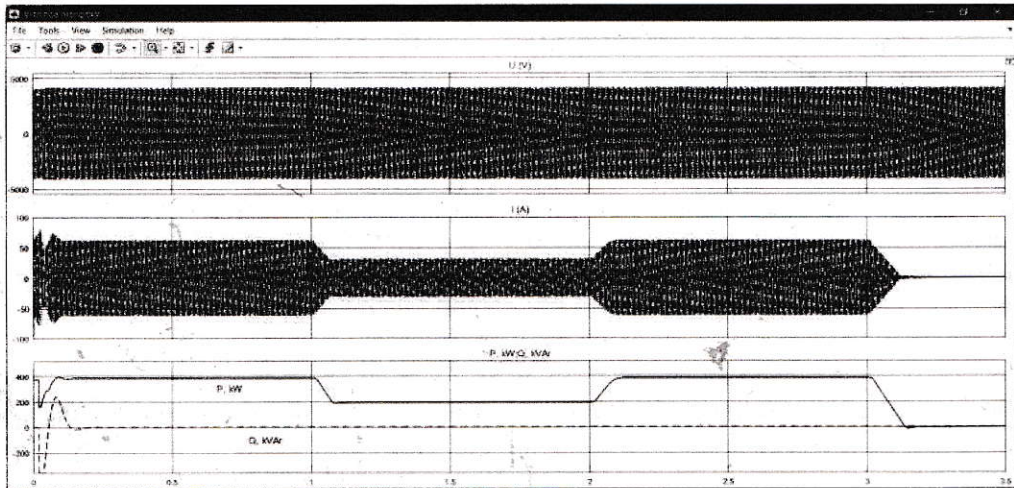
H.6. Sơ đồ mô phỏng hệ thống điện trời hòa đồng bộ lưới điện 6kV



H.7. Kết quả mô phỏng trạng thái làm việc ổn định

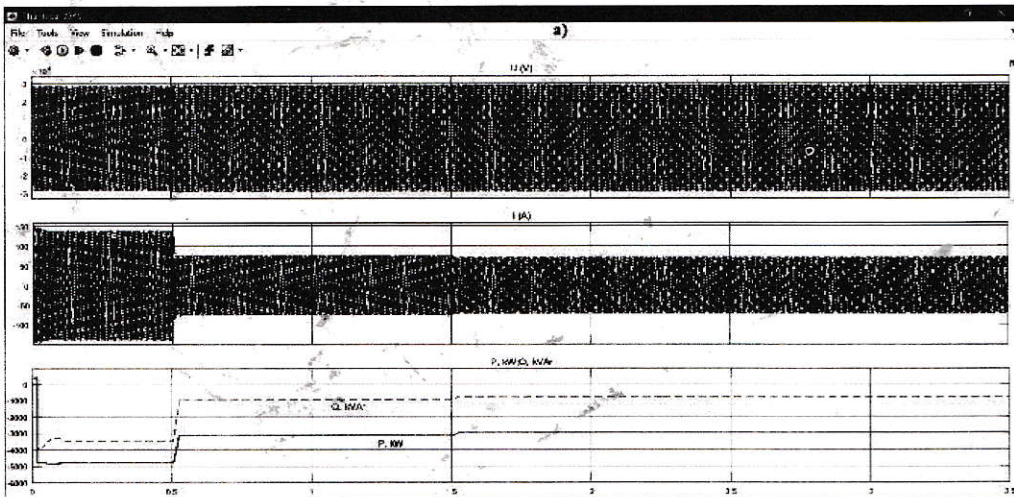


H.8. Khi ngắt mạch pha A trên thanh cái 6 kV

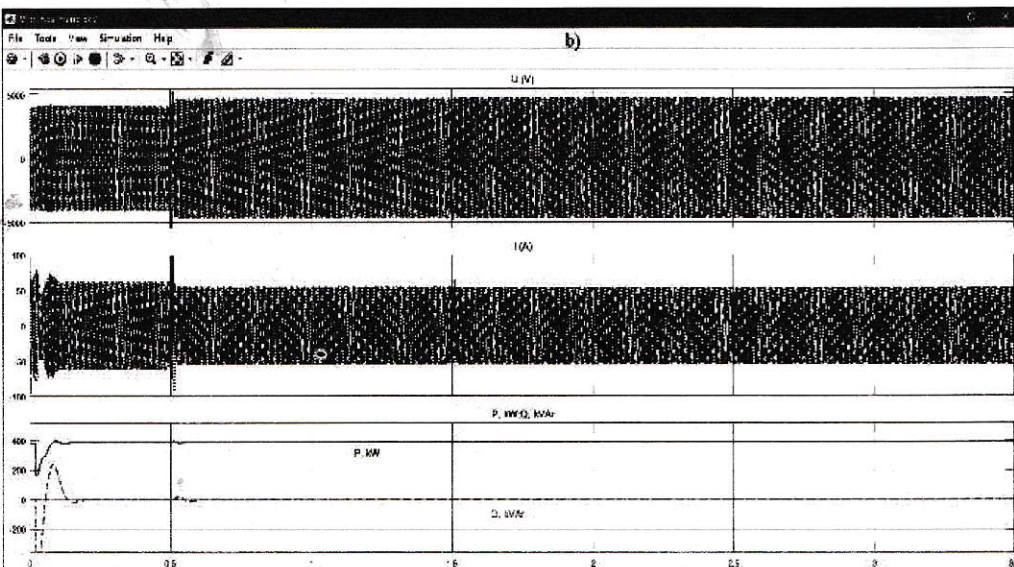


H.9. Khi biến thiên năng lượng bức xạ mặt trời

a)



b)



H.10. Sơ đồ diễn biến sự thay đổi tải ở các thanh cái: a - 35 kV; b - 6 kV

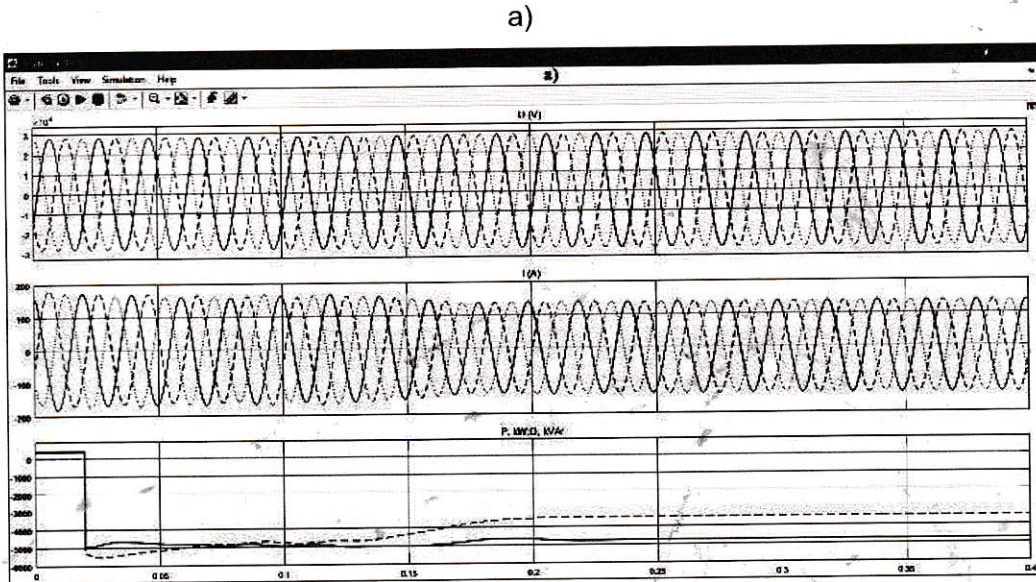
**d. Thay đổi phụ tải**

Thực hiện mô phỏng với giả định thời điểm cắt bớt phụ tải: 0,5 s - cắt phụ tải 2000 kW và 1 s - cắt thêm 250 kW. Thay đổi điện áp và dòng điện tại thanh cái 35 kV được thể hiện trong H.10.a. Trong khi năng lượng mặt trời vẫn có công suất ra 400 kW nhưng biên độ điện áp tại chỗ hòa lưới 6 kV tăng lên đến giá trị cao hơn là do bộ tụ bù phát có giá trị 2500 kVAR không đổi (H.10.b). Do đó, cần thiết phải điều chỉnh công suất bù để đạt được giá

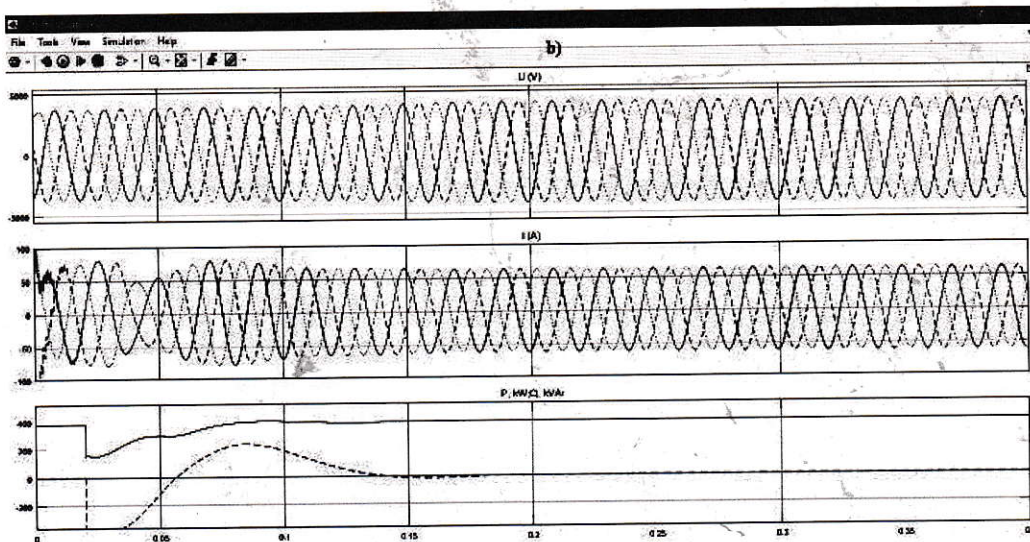
trị tối ưu nhằm duy trì giá trị điện áp cơ bản.

**e. Khi có động cơ điện áp cao 6 kV khởi động**

Trong đó sử dụng mô hình đơn giản của máy điện không đồng bộ có công suất 250 kW để xem xét tác động của nó đối với hệ thống điện. Do quá trình khởi động của động cơ điện với dòng điện khởi động cao ở giai đoạn đầu trên thanh cái 35 kV và giảm dần vào hoạt động trạng thái ổn định (H.11 a), hệ thống năng lượng mặt trời vẫn hoạt động bình thường (H.11.b).



a)



b)

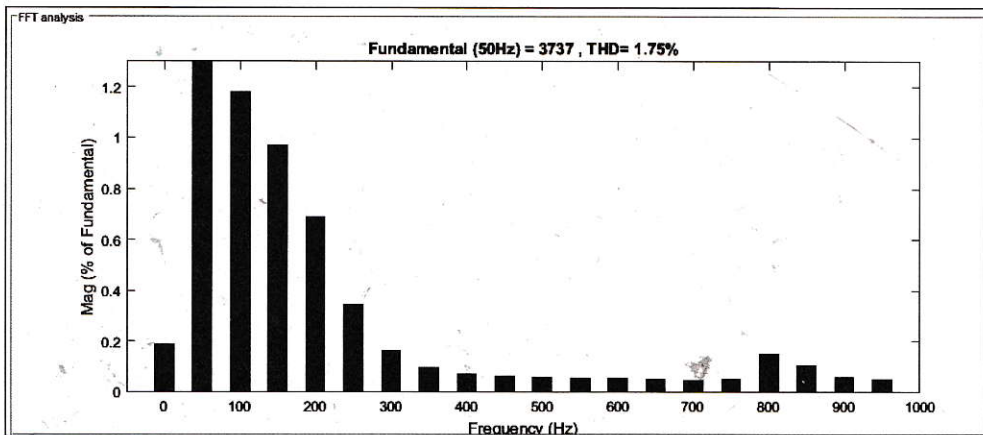
H.11. Diễn biến quá trình khởi động động cơ cao áp

**f. Chất lượng sóng hài**

Do sử dụng các thiết bị biến đổi, điện tử công suất nên trong lưới điện có xuất hiện một lượng thành phần sóng hài nhất định.

Trong trường hợp sử dụng bộ lọc thụ động

(bộ lọc LC) với các thông số cụ thể: điện cảm  $L=45 \cdot 10^{-6}$  H và tụ điện C với công suất phản kháng 40 kVAR, tổng méo bậc hài trong tỷ lệ phần trăm của giá trị danh định (THD) sẽ là 1,75 % (H.12).



H.12. Phân tích thành phần sóng hài của hệ thống

Rõ ràng, các thông số của bộ lọc thụ động có thể điều chỉnh đến giá trị tối ưu làm giảm các thành phần hài hòa để nâng cao chất lượng điện năng.

**2. Kết luận**

➢ Dựa trên các kết quả mô phỏng nhận thấy khả năng ứng dụng năng lượng mặt trời để cung cấp điện cho các phụ tải sau khi hòa đồng bộ vào lưới điện 6 kV ở các xí nghiệp mỏ là phù hợp, đảm bảo chất lượng điện áp.

➢ Để đảm bảo tối ưu khi cung cấp điện năng lượng mặt trời cần phải nghiên cứu phối hợp hệ thống lưu trữ năng lượng (sử dụng ắc quy) trong một số trường hợp đảm bảo hoạt động ổn định khi không có năng lượng mặt trời hoặc vào buổi tối.

➢ Để nghiên cứu chi tiết và khả năng ứng dụng năng lượng mặt trời cho các xí nghiệp mỏ cần phải đưa ra thêm nhiều phương án phù hợp với điều kiện thực tế cụ thể, phù hợp với sự biến động của thời tiết, thời gian vận hành, biến động của phụ tải,... □

**TÀI LIỆU THAM KHẢO**

1. Vu Phong. <http://solarpower.vn/cuong-do-buc-xa-nang-luong-mat-troi-tai-cac-khu-vuc-viet-nam/>. 2016.
2. Havard Breisnes Vika. Modelling of Photovoltaic Modules with Battery Energy Storage in Simulink/Matlab. Master thesis. Norwegian University of Science and Technology. 2014.
3. Mathworks, 2015. Examples of PV array.
4. Moacyr A.G. de Brito at el. Comparative analysis of MPPT Techniques for PV Applications. Clean Electrical Power (ICCEP) (p.99-104). International Conference, IEEE. 2011.

Ngày nhận bài: 05/07/2017

Ngày gửi phản biện: 14/09/2017

Ngày nhận phản biện: 25/10/2017

Ngày chấp nhận đăng bài: 10/12/2017

**Từ khóa:** năng lượng mặt trời; lưới điện phân phối ở các xí nghiệp mỏ; hòa đồng bộ; chỉ tiêu chất lượng điện năng

**SUMMARY**

Vietnam is located in a tropical climate with many favorable conditions for solar energy using, supplying and synchronize with the electrical distribution network of mining enterprises. The paper proposes a general scheme of the overall power supply system to the mine where simultaneous using the solar energy provides direct synchronization of the 6 kV bus bar station and the results of research on interconnected problems to meet the power supply indicators.

**XÁC ĐỊNH MỨC ĐỘ...**

(Tiếp theo trang 63)

**SUMMARY**

This article introduces a method of determining the appropriate level of rock breaking for building material mines in Bà Rịa-Vũng Tàu province based on the principle "Total cost of drilling, blasting and transportation is the smallest".