

ĐÁNH GIÁ ỔN ĐỊNH HTĐ TÍCH HỢP ĐIỆN NĂNG LƯỢNG MẶT TRỜI HÒA LƯỚI TẠI AN GIANG

STABILITY ANALYSIS OF PV SYSTEM FED TO AN SG-BASED POWER SYSTEM IN AN GIANG, VIET NAM

Nguyễn Hữu Trí¹

¹Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

TÓM TẮT

Ổn định HTĐ là khả năng của một HTĐ ở một chế độ vận hành ban đầu cho trước lấy lại trạng thái vận hành cân bằng sau khi trải qua một sự cố xảy ra trong hệ thống điện, với tất cả các biến của hệ thống (biến vật lý/trạng thái) nằm trong giới hạn và vẫn duy trì được toàn vẹn của HTĐ.

Vấn đề ổn định của hệ thống quang điện được kết nối với lưới điện là phức tạp do đặc tính $v - i$ phi tuyến của mảng PV cũng như sự tương tác giữa các bộ chuyển đổi năng lượng. Bên cạnh đó, mặc dù lý thuyết hệ thống tuyến tính được sử dụng rộng rãi trong phân tích ổn định của các hệ thống ba pha cân bằng, việc áp dụng cùng một lý thuyết cho các hệ thống một pha đáp ứng là thách thức nghiêm trọng, vì hệ thống một pha không thể biến đổi thành các hệ thống bất biến thời gian tuyến tính sử dụng công cụ chuyển đổi như là hệ thống ba pha cân bằng.

Trong luận bài báo này, phân tích tính ổn định của toàn bộ hệ thống PV được kết nối với lưới điện được trình bày. Cả bộ chuyển đổi DC-DC và bộ chuyển đổi DC-AC cũng được xem xét trong mô hình. Ngoài ra, đặc tính làm việc của tấm PV cũng được trình bày. Để tránh thiếu các tham số cụ thể của tấm PV, mô hình được đề xuất sử dụng các tham số cơ bản được cung cấp trong tất cả các biểu dữ liệu của các tấm PV. Việc áp dụng phương pháp mô hình mẫu quan sát biến đổi thành công hệ thống thành bất biến thời gian. Với mô hình được đề xuất, sự ổn định của hệ thống có thể được nghiên cứu bằng cách tính toán các giá trị riêng của hệ thống và mô hình hóa bằng phần mềm mô phỏng Matlab, phân tích và xuất ra kết quả mô phỏng bằng hình ảnh.

Từ khóa: Ổn định HTĐ, Cải thiện tính ổn định, Lưu trữ năng lượng, giảm thiểu biến động, nâng cao ổn định

ABSTRACT

Stabilization of the Mowers is the ability of a Matter in a given initial operating mode to regain a steady-state operation after experiencing an electrical power failure, with all system variables (physical / state changes) within the limits and maintain the integrity of the Masonry.

The stability problem of the photovoltaic system connected to the grid is complex due to the nonlinear $v-i$ characteristic of the photovoltaic array as well as the interaction between the energy converters. In addition, although linear system theory is widely used in the analysis of stability of balanced three-phase systems. Applying the same theory to one-phase response systems is a serious challenge, since a single-phase system can not be transformed into linear time invariant systems using a transformer such as a system. three phase balance.

In this paper, the stability analysis of the whole PV system connected to the grid is presented. Both DC-DC converters and DC-AC converters are also considered in the model. In addition, the performance characteristics of PV panels are also presented. To avoid specific PV parameters, the proposed model uses the basic parameters provided in all data sheets of the PV panels. The application of the modeling paradigm has successfully transformed the system into time invariants. With the proposed model, system stability can be studied by calculating system specific values and modeling with Matlab simulation software, analyzing and output simulation results by image.

Keywords: Stability, stability improvement, energy storage, mitigating fluctuations, improve stability

1. GIỚI THIỆU

Nguồn năng lượng mặt trời đang là một giải pháp hữu hiệu không gây tác hại đến môi trường. Do đó việc nghiên cứu thiết kế điều khiển hệ thống triển khai ứng dụng vào thực tế là điều hết sức cần thiết và có ý nghĩa thực tiễn cao. Các hệ thống quang điện (PV) sẽ có ý nghĩa rất lớn trong tương lai. Tuy nhiên, hệ thống PV có một số nhược điểm như: 1. Hiệu quả chuyển đổi thấp; 2. điện áp đầu ra không ổn định.

Trong một HTĐ thì nó có rất nhiều dao động do vậy mà tích hợp Năng lượng mặt trời vào để đánh giá và nâng cao là rất quan trọng. Chính vì thế đề tài mới tiến hành thực hiện đánh giá một HTĐ có tích hợp NLMT hòa lưới.

2. Đánh giá ổn định hệ thống điện

2.1 Khái niệm

Hệ thống điện (HTĐ) là tập hợp các phần tử phát, dẫn, phân phối có mối quan hệ tương tác lẫn nhau rất phức tạp, tồn tại vô số các nhiễu tác động lên hệ thống. Hệ thống phải đảm bảo được tính ổn định khi có tác động của những nhiễu này.

2.2 Ổn định tĩnh

Ổn định tĩnh là khả năng của hệ thống sau những kích động nhỏ (nhiều nhỏ) phục hồi được chế độ ban đầu.

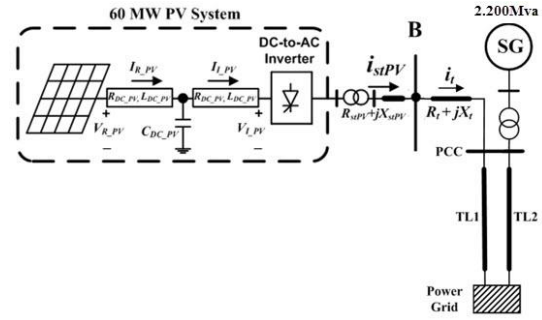
Nhiều nhỏ: sự thay đổi bức xạ tấm pin, thay đổi tải nhỏ,...

2.3 Ổn định động

Ổn định động của hệ thống: là khả năng của hệ phục hồi được trạng thái ban đầu gần với trạng thái ban đầu sau những kích động lớn (nhiều lớn).

Nhiều lớn: Ngắn mạch đường dây 3 pha, thay đổi công suất phụ tải lớn.

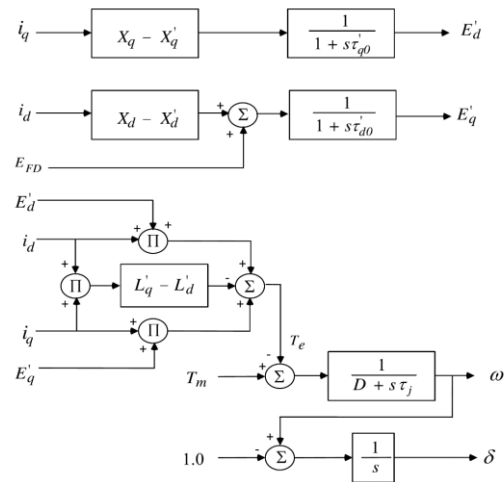
2.4 Sơ đồ kết nối lưới



Hình 3.1 Sơ đồ kết nối lưới

Trên hình 3.1 là sơ đồ cấu trúc của hệ thống, HT gồm có một máy phát đồng bộ SG công suất 2.200MVA hòa vào lưới trên hai đường dây song song TL1 và TL2, ngoài ra HT có tích hợp với hệ năng lượng mặt trời có tổng công suất 60MW. Để hòa lưới thì tín hiệu điện một chiều đi qua bộ nghịch lưu DC/AC, điện AC này sẽ được kết nối chung với Bus PCC cùng với máy SG để đẩy công suất về lưới.

2.5 Mô hình toán học máy phát điện SG



$$\tau'_{q0i} p(E'_{di}) = -E'_{di} - (X_{qi} - X'_{qi}) i_{qi}$$

$$\tau'_{q0i} p(E'_{di}) = -E'_{di} + E_{FDi} + (X_{qi} - X'_{qi}) i_{qi}$$

$$\tau_{ji} p(\omega_i) = T_{mi} - [i_{di} E'_{di} + i_{qi} E'_{qi} - (L'_{qi} - L_{qi}) i_{di} i_{qi}] - D_i \omega_i$$

$$p(\delta_i) = \omega_b (\omega_i - 1)$$

Trong đó:

T_{mi} là mômen cơ;

và là các điện áp quá độ trục d và q;

E_{FDi} là điện áp kích từ,

và D_i là hằng số quán tính và hệ số giảm chấn (giảm dao động);

và θ là góc rotor và tốc độ;

ω là tốc độ cơ bản;

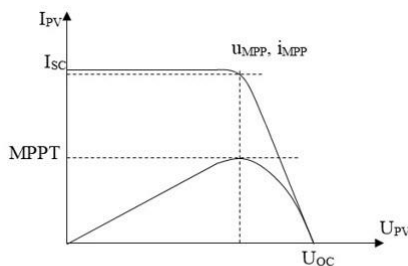
và T là hằng số thời gian của trục d và q ;

i_{di} và i_{qi} là dòng điện của trục d và q ;

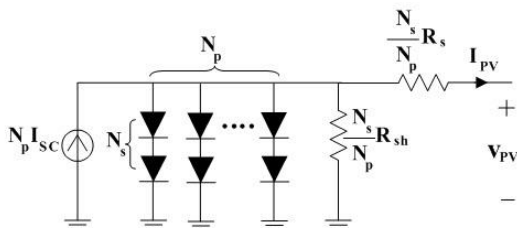
và R là điện kháng đồng bộ của trục q của máy phát điện đồng bộ SG thứ i .

2.6 Đặc tính làm việc của pin mặt trời

Một tấm pin năng lượng mặt trời PV (Photovoltaic cell) gồm các lớp bán dẫn chịu tác dụng của quang học để biến đổi các năng lượng photon bức xạ mặt trời thành điện năng. Theo quan điểm năng lượng điện tử, thì pin mặt trời có thể được coi như những nguồn dòng biểu diễn mối quan hệ phi tuyến $I(V)$ như hình 3.2, còn sơ đồ tương đương trên hình 3.3. Hiệu suất tấm pin NLMT lớn nhất khi pin mặt trời cung cấp cho ta công suất cực đại. Theo đặc tính phi tuyến trên hình 3.2 thì nó sẽ xảy ra khi $P(V)$ là cực đại tức là $P(V)=P_{max}$ tại điểm (I_{max}, V_{max}) được gọi là điểm cực đại (MPP(Maximum Point Power)). Hệ bám điểm công suất cực đại MPPT (Maximum Point Power Tracking) được sử dụng để đảm bảo rằng pin mặt trời sẽ luôn luôn làm việc ở điểm MPP bất chấp tải được nối vào pin.



Hình 3. 2: Đường đặc tính làm việc $U-I$ của pin mặt trời



Hình 3. 3: Sơ đồ tương đương pin mặt trời

$$I = I_{SC} - I_{01} \left(e^{\frac{q \cdot (V + IR_s)}{kT}} - 1 \right) - \frac{(V + IR_s)}{R_{sh}}$$

Trong đó:

I_{sc} là dòng quang điện (dòng ngắn mạch khi không có R_s và R_{sh}) (A/m²)

I_{01} là dòng bão hòa (A/m²)

q là điện tích của điện tử (C) = 1,6.10⁻¹⁹

k là hằng số Boltzman = 1,38.10⁻²³(J/k)

T là nhiệt độ (K)

I , V , R_s , R_{sh} lần lượt là dòng điện ra, điện áp ra, điện trở R_s và R_{sh} của pin trong mạch tương đương ở hình 3.3

2.7 Bộ chuyển đổi DC-DC

Các bộ biến đổi DC/DC được chia làm 2 loại: Có cách ly và loại không cách ly. Loại cách ly sử dụng máy biến áp cao tần, chúng cách ly nguồn điện một chiều đầu vào với nguồn một chiều ra và tăng hay giảm áp bằng cách điều chỉnh hệ số biến áp. Loại này thường được sử dụng cho các nguồn cấp một chiều sử dụng khoá điện tử và cho hệ thống lai. Loại DC/DC không cách ly không sử dụng máy biến áp cách ly. Chúng luôn được dùng trong các bộ điều khiển động cơ một chiều. Các loại bộ biến đổi DC/DC thường dùng trong hệ PV gồm:

- Bộ giảm áp (buck)
- Bộ tăng áp (boost)
- Bộ biến đổi tăng - giảm áp Curk

Bộ giảm áp buck có thể định điểm làm việc có công suất tối ưu mỗi khi điện áp vào vượt quá điện áp ra của bộ biến đổi, trường hợp này ít thực hiện được khi cường độ bức xạ của ánh sáng xuống thấp.

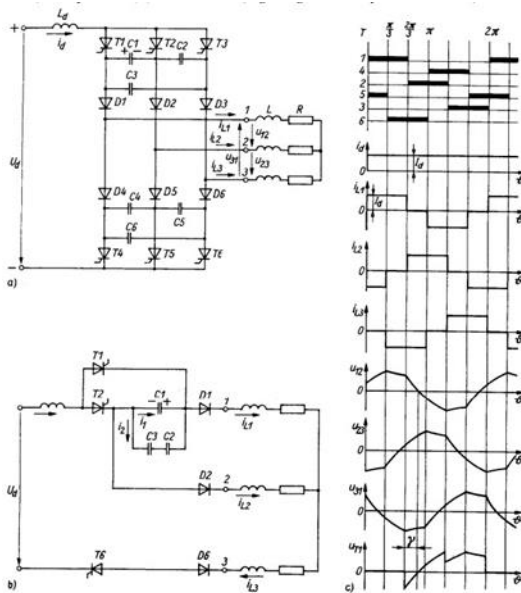
Bộ tăng áp boost có thể định điểm làm việc tối ưu ngay cả với cường độ ánh sáng yếu. Hệ thống làm việc với lưới dùng bộ Boost để tăng điện áp ra cấp cho tải trước khi đưa vào bộ biến đổi DC/AC.

2.8 Bộ chuyển đổi DC-AC

Việc tính toán gần đúng nghịch lưu nguồn dòng 3 pha thực hiện giống như sơ đồ 1 pha

nhưng với quan hệ giữa biên độ và thành phần cơ bản (hệ số a) của dòng thay đổi.

Một nhận xét khác là năng lượng chỉ chảy qua một chiều từ nguồn qua tải, làm áp ra thay đổi theo tải, tăng cao khi không tải vì năng lượng trữ ở tải tăng cao.



Hình 3. 29: Sơ đồ dạng áp, dòng của nghịch lưu nguồn dòng 3 pha

Hình 3.29 (a) cho ta một ví dụ về nghịch lưu nguồn dòng cụ thể. Có thể thấy đây là sự phát triển sơ đồ 3.29 thành 3 pha, SCR đang dẫn sẽ tắt khi một SCR nối chung anod (catod) được tính theo logic mỗi lúc có 2 ngắt điện làm việc. Quá trình tắt T1 khi T3 được kích vẽ trên hình (b), các tụ điện sẽ đặt điện áp âm vào T1 và nạp đến cực tính ngược lại, chuẩn bị tắt T3 ở xung dòng kế tiếp. Các diốt được thêm vào để tránh tình trạng tụ điện C bị xả qua tải ở tần số làm việc thấp. Hình (c) cho ta các dạng sóng trên acc1 phần tử của mạch.

2.9 Nguyên tắc hòa đồng bộ

Hòa đồng bộ là một trong các điều kiện để nguồn điện (từ máy phát, pin mặt trời...) có thể hoạt động ở chế độ làm việc song song hoặc cùng nối chung vào một mạng lưới điện

Các nguồn điện khi hoạt động ở chế độ làm việc song song với một nguồn khác, hoặc nhiều nguồn cùng nối chung vào một mạng lưới điện luôn đòi hỏi một số điều kiện. Một trong các điều kiện đó là các nguồn điện phải hoạt động đồng bộ với nhau.

- Điều kiện về tần số: Hai nguồn phải bằng tần số với nhau, hoặc tần số nguồn điện phải bằng với tần số lưới

- Điều kiện về điện áp: Hai nguồn phải cùng điện áp với nhau, hoặc điện áp nguồn phải bằng điện áp lưới.

Điều kiện về pha: Hai nguồn phải cùng thứ tự pha nếu số pha lớn hơn 1, và góc pha phải trùng nhau.

3 Đánh giá ổn định hệ thống điện tích hợp điện năng lượng mặt trời hòa lưới

A. Đánh giá ổn định tĩnh

Các phương trình phi tuyến của hệ thống nghiên cứu lần đầu tiên được tuyến tính quanh một điểm vận hành danh nghĩa với trạng thái ổn định được lựa chọn để có được các phương trình tuyến tính của hệ thống động, nó có thể được thể hiện dưới dạng ma trận như sau:

$$p(X) = AX + BU + VW$$

$$Y = CX + DU$$

Trị riêng của hệ thống (PV)

STT	Hệ thống	Trị riêng
Λ ₁	VqbusB0	-753.32 + 17980i
Λ ₂	VqbusB0	-753.32 - 17980i
Λ ₃	VdubusB0	-742.46 + 17979i
Λ ₄	VdubusB0	-742.46 - 17979i
Λ ₅	ILO	-1.5067 + 1.229i
Λ ₆	ILO	-1.5067 - 1.229i
Λ ₇	ED0	-17.706 + 44.167i
Λ ₈	ED0	-17.706 - 44.167i
Λ ₉	II_PV0	-89.634 + 37.474i
Λ ₁₀	II_PV0	-89.634 - 37.474i
Λ ₁₁	vqinv_PV0	-749.81 + 5542.2i
Λ ₁₂	vqinv_PV0	-749.81 - 5542.2i
Λ ₁₃	vdinv_PV0	-681.6 + 5517.2i
Λ ₁₄	vdinv_PV0	-681.6 - 5517.2i

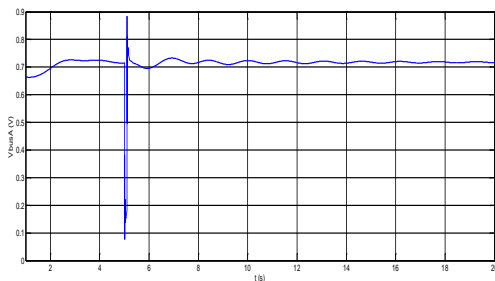
Trị riêng của hệ thống (SG)

STT	Hệ thống	Trị riêng
Λ_{15}	iD	-1
Λ_{16}	iF	-0.1
Λ_{17}	Vd	-75.419 + 376.4i
Λ_{18}	Vq	-75.419 - 376.4i
Λ_{19}	Wr	-63.948 + 123.48i
Λ_{20}	delta	-63.948 - 123.48i
Λ_{21}	Efd	-152.52
Λ_{22}	Xmq, XQ, WB	-44.467
Λ_{23}	Xmd, XD, WB	-35.531
Λ_{24}	TFF, KF	-9.0328 + 25.796i
Λ_{25}	l.0	-0.4835 + 9.5104i
Λ_{26}	l.0	-0.4835 - 9.5104i
Λ_{27}	tRH	-0.14286
Λ_{28}	idT	-5

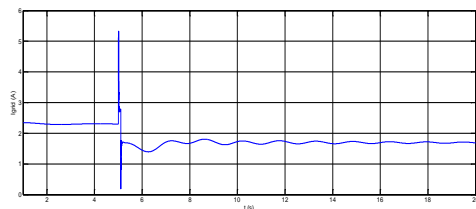
Qua quan sát các trị riêng của hệ thống pin NLMT và máy phát đồng bộ ta thấy kết quả phân thực đa phần có giá trị âm hay nói cách khác là nằm bên trái mặt phẳng phức, điều này chứng tỏ HT là ổn định tĩnh.

B. Đánh giá ổn định động

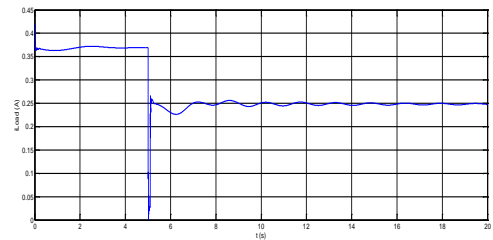
Để đánh giá ổn định hệ thống điện vận hành khi xảy ra sự cố, trong phần này tác giả tiến hành mô phỏng hệ thống khi bị sự cố nghiêm trọng đó là ngắn mạch 3 pha xảy ra tại thời điểm 5s và kéo dài sau 5,1 giây.



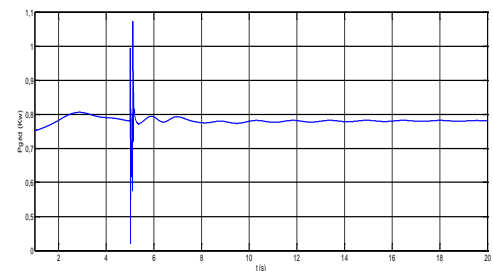
Hình 5. 5 Điện áp tại bus trước và sau khi sự cố xảy ra



Hình 5. 6 Dòng điện tại Bus trên lưới trước và sau khi sự cố xảy ra



Hình 5. 7 Dòng điện tải trước và sau khi sự cố xảy ra



Hình 5. 8 Công suất tác dụng trên lưới trước và sau khi sự cố xảy ra

4 KẾT LUẬN

Các kết quả tính toán và mô phỏng trong miền tần số và miền thời gian cũng được trình bày để chứng minh tính ổn định của hệ thống sau khi xảy ra các sự cố.

Để nâng cao tính ổn định hệ thống điện thì tác giả đề xuất các phương pháp để nâng cao ổn định HTĐ như: Đưa các thiết bị FACTS (Flexible AC Transmission Systems) vào vận hành cùng hệ thống điện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Xiong, X.; Chi, K.T.; Ruan, X. Bifurcation Analysis of Standalone Photovoltaic-Battery Hybrid Power System. IEEE Trans. Circuits Syst. I Regul. Pap. 2013, 60, 1354–1365. [CrossRef]

[2] Deivasundari, P.; Uma, G.; Poovizhi, R. Analysis and experimental verification of Hopf bifurcation in a solar photovoltaic powered hysteresis current-controlled cascaded-boost converter. IET Power Electron. 2013, 6, 763–773. [CrossRef]

[3] International Electrical Engineering Congress, iEECON2016, 2-4 March 2016, Chiang Mai, Thailand. Voltage Stability Analysis of Grid-Connected Photovoltaic Power Systems Using CPFLOW

[4] International Science Index, Electrical and Computer Engineering Vol:4, No:6, 2010 waset.org/Publication/11326. Genetic Algorithm Based Design of FuzzyLogic Power System Stabilizers in Multimachine Power System.

[5] Takenori Yonezu, Tanzo Nitta The University of Tokyo Tokyo, Japan. ON-LINE MEASUREMENT OF THE EIGENVALUES OF MULTI-MACHINE POWER SYSTEM BY USE OF SMES. 15th PSCC, Liege, 22-26 August 2005.

[6] Huynh Chau Duy, Huynh Quang Minh and Ho Dac Loc Faculty of Electrical and Electronics Engineering HoChiMinh City University of Technology, VietNam. TRANSIENT STABILITY ANALYSIS OF A MULTI MACHINE POWER SYSTEM. 18/07/2015

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: **Nguyễn Hữu Trí**

Đơn vị:

Điện thoại: 0947477522

Email: nguyenhuutri.tsag658@gmail.com

Xác nhận của giáo viên hướng dẫn

TS. Nguyễn Thị Mi Sa

BÀI BÁO KHOA HỌC

THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SĨ

Bài báo khoa học của học viên

có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn



Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.