

VAI TRÒ CỦA BỘ PSS TRONG VIỆC NÂNG CAO KHẢ NĂNG ỔN ĐỊNH CHO NHÀ MÁY THỦY ĐIỆN SÔNG TRANH 2 TRONG CÁC TRƯỜNG HỢP SỰ CỐ

THE ROLE OF PSS IN IMPROVING STABILITY FOR SONGTRANH 2 HYDRO POWER PLANT IN THE EVENT OF INCIDENTS

Ngô Văn Dưỡng¹, Nguyễn Phi Long²

¹Đại học Đà Nẵng, Email: nvduong@ac.udn.vn

²Công ty Thủy điện Sông Tranh

Tóm tắt: Hệ thống kích từ của các máy phát điện Nhà máy Thủy điện Sông Tranh 2 được trang bị bộ PSS2A để góp phần nâng cao ổn định công suất cho máy phát điện. Trong thời gian qua do nền móng công trình của nhà máy chưa ổn định, cho nên nhà máy chưa phát hết công suất và chức năng của bộ PSS2A vẫn để ở chế độ "OFF". Bài báo trình bày kết quả tính toán, đánh giá vai trò của bộ PSS trong việc nâng cao khả năng ổn định cho Nhà máy Thủy điện Sông Tranh 2 trong các trường hợp sự cố. Kết quả cho thấy, bộ PSS đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao khả năng ổn định động cho máy phát điện khi tham gia làm việc trong hệ thống, trong một số trường hợp nhất định nó còn hỗ trợ cho hệ thống kích từ điều chỉnh giữ ổn định điện áp đầu cực máy phát.

Từ khóa: hệ thống kích từ; Nhà máy Thủy điện Sông Tranh 2; bộ ổn định công suất; máy phát điện; ổn định động.

1. Đặt vấn đề

Trong trạng thái hoạt động ổn định của máy phát điện đồng bộ, công suất điện đầu ra cân bằng với công suất cơ đầu vào. Khi hệ thống bị tác động bởi sự cố hoặc phụ tải thay đổi dẫn đến công suất điện từ có thể thay đổi nhanh chóng, nhưng công suất cơ thay đổi tương đối chậm do mô men quán tính của các thiết bị điều chỉnh và cơ cấu chấp hành. Sự mất cân bằng công suất này làm cho rotor của máy phát đồng bộ quay nhanh hơn hoặc chậm đi, tùy thuộc vào xu hướng của sự mất cân bằng. Nếu sự mất cân bằng không được điều chỉnh kịp thời có thể làm cho dao động góc rotor thay đổi với biên độ lớn, dẫn tới cắt máy phát ra khỏi hệ thống làm mất ổn định, thậm chí còn có thể gây tan rã hệ thống điện [1]. Để nâng cao mức độ vận hành ổn định cho các máy phát điện đồng bộ khi xảy ra các nhiễu loạn trên hệ thống một giải pháp được sử dụng rộng rãi hiện nay đó là sử dụng bộ ổn định công suất (PSS) kết hợp với hệ thống kích từ của máy phát điện. Bộ PSS (Power System Stabilizer) là một thiết bị điều khiển phụ, được sử dụng kết hợp với hệ thống kích từ nhằm tạo ra một mô men hãm làm giảm các dao động xảy ra trong máy phát, từ đó làm tăng khả năng ổn định của máy phát và nâng cao khả năng ổn định cho hệ thống điện.

Nhà máy Thủy điện (NMTĐ) Sông Tranh 2 tại huyện Bắc Trà My - tỉnh Quảng Nam gồm 02 tổ máy, có công suất lắp máy 190MW. Nhà máy được đầu nối vào hệ thống điện thông qua trạm biến áp 220kV Tam Kỳ bằng một đường dây kép 220kV dài 60km. Hệ thống kích từ của máy phát là hệ thống kích từ EXC9000 của hãng GUANGZHOU ELECTRICAL, được trang bị 01 bộ PSS2A để góp phần nâng cao ổn định công suất cho máy phát điện [2, 3]. Tuy nhiên từ khi 02 tổ máy được đưa vào vận hành thương mại đến nay chức năng của bộ PSS2A vẫn để ở chế độ "OFF". Trong thời gian qua do nền móng

Abstract: The excitation system of Songtranh 2 Hydro Power Plant's generators are equipped with Type PSS2A power system stabilizers to enhance the power stability for generator. In recent times, due to the unstabilization of the hydro power plant's foundation, the Plant has not fully operated its power and PSS2A power system stabilizers are in the OFF mode. This study presents calculation results, evaluation on the role of PSS in improving stability for Songtranh 2 HydroPower Plant in the event of incidents. The results show that PSS power system stabilizers plays an important role in improving dynamic stability for generators when the generator is used in the operation of the power system. In some certain cases, PSS also assists the excitation system in stabilizing the output voltage of the generator.

Key words: Excitation system; Songtranh 2 hydro power plant; power system stabilizer; generator; dynamic stability.

công trình của nhà máy chưa ổn định, cho nên chưa phát hết công suất và chưa khai thác hết tính năng của hệ thống điều khiển. Để đưa bộ ổn định công suất PSS2A vào vận hành nhằm đảm bảo cho các máy phát vận hành ổn định trong các trường hợp sự cố. Tác giả tiến hành tính toán, đánh giá vai trò của bộ PSS2A đến việc nâng cao khả năng ổn định cho các tổ máy phát, từ đó đề xuất phương án vận hành cho bộ ổn định công suất.

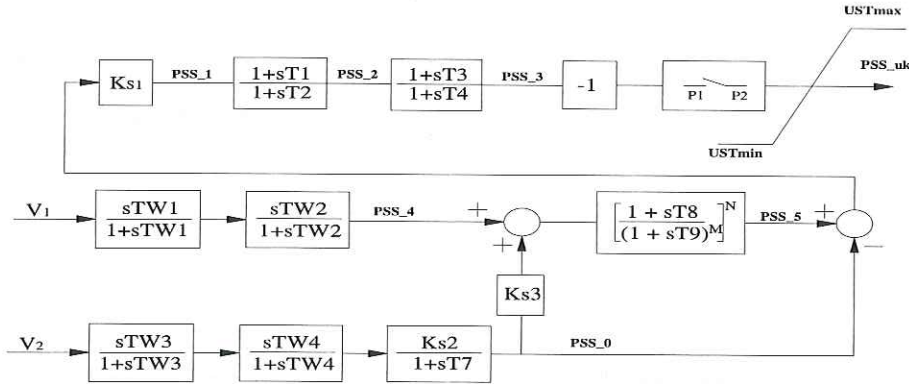
2. Cấu trúc hàm truyền và nguyên lý làm việc của bộ PSS2A

Bộ ổn định công suất PSS2A được trang bị cho hệ thống kích từ EXC9000 của NMTĐ Sông Tranh 2 có cấu trúc hàm truyền như Hình 1 [3, 5]. Nguyên lý làm việc của bộ PSS2A như sau: Tín hiệu đầu vào V_1 (Angular velocity) đây là vận tốc góc ω được lấy từ tín hiệu điện áp bù đo được từ máy biến điện áp (TU), sau đó lọc lấy thành phần ω . Tín hiệu này được chuyển sang mức tỷ lệ với tốc độ (tần số), sau khi qua 2 khâu lọc thông cao loại bỏ mức tốc độ trung bình, tạo ra một tín hiệu sai lệch tốc độ (PSS_4), điều này đảm bảo rằng PSS chỉ tác động với những thay đổi về tốc độ và hoàn toàn không tác động khi điện áp đặt đầu cực máy phát thay đổi.

Tương tự tín hiệu đầu vào V_2 là công suất điện P_c được lấy từ máy biến điện áp và máy biến dòng (TI) đặt tại đầu cực máy phát. Với thuật toán được lập trình sẵn, từ hai đại lượng U và I sẽ cho ra giá trị công suất điện tương ứng, sau đó tín hiệu này được lọc qua hai khâu lọc thông cao đặc trưng bởi hằng số thời gian $T_{w1} \div T_{w4}$ (hằng số quán tính của khâu lọc đạo hàm) sau đó qua khâu tích phân với hằng số thời gian trong ứng là T_7 và hệ số khuếch đại K_{S2} . Tiếp tục giá trị công suất điện này được tích phân và chia cho hằng số quán tính máy phát 2H để tạo ra tín hiệu tích phân sai lệch công suất điện (PSS_0). Tín hiệu PSS_0 sau khi được khuếch đại bằng K_{S3} cộng với tín hiệu PSS_4 để tạo

ra một tín hiệu công suất cơ. Tín hiệu công suất cơ này sau đó qua bộ lọc Ramp-tracking để lọc các thành phần xoắn hoặc nhiễu (mức điều chỉnh hằng số thời gian bộ lọc này là T_8 và T_9) cho ra tín hiệu PSS_5. Tín hiệu PSS_5 sau đó được so sánh với tín hiệu công suất điện PSS_0 để tìm ra giá trị sai lệch, tín hiệu sai lệch này sau khi được khuếch đại bằng K_{s1} (PSS_1) và bù pha bằng hai khâu lead - lag

mục đích là bù vào sự trễ pha do bộ điều chỉnh điện áp vòng kín với hằng số thời gian là T_1, T_2 (PSS_2) và T_3, T_4 (PSS_3), tiếp tục qua một khâu đảo, một khâu ON/OFF và giới hạn đầu ra. Tín hiệu đầu ra của bộ PSS2A là điện áp PSS_uk được cộng vào điện áp điều khiển của module AVR hệ thống kích từ.



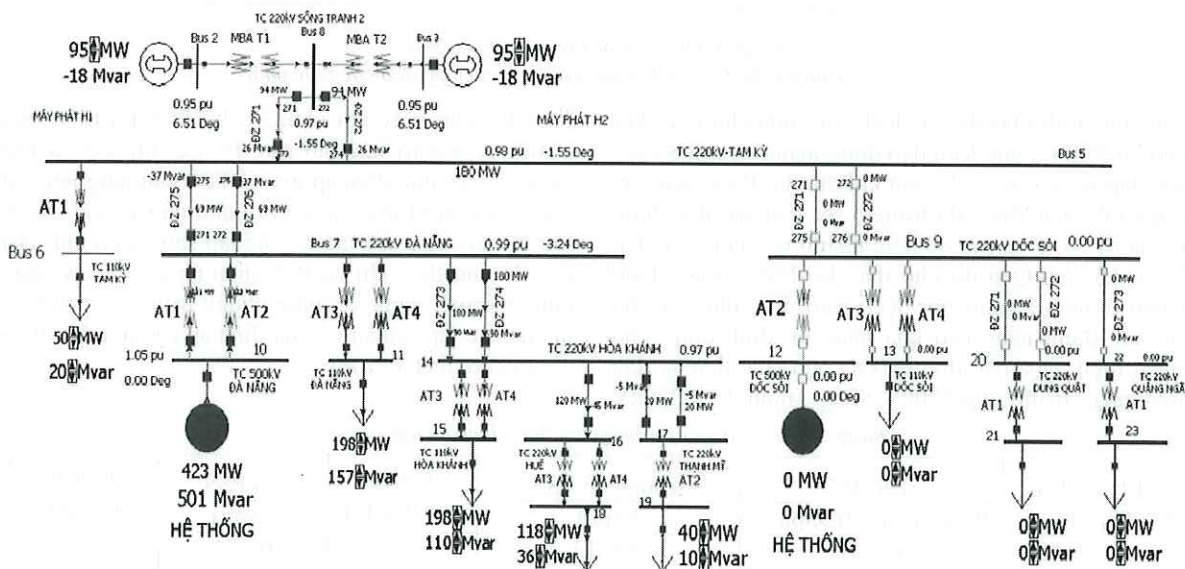
Hình 1. Cấu trúc hàm truyền bộ PSS2A của NMTĐ Sông Tranh 2

3. Tính toán, đánh giá vai trò bộ PSS đối với các chế độ vận hành của NMTĐ Sông Tranh 2

3.1. Cơ sở tính toán

Trên cơ sở cấu trúc hàm truyền của bộ PSS và sơ đồ đầu nối NMTĐ Sông Tranh 2 vào hệ thống, sử dụng phần mềm PowerWorld Simulator để mô phỏng sơ đồ lưới điện đầu nối NMTĐ Sông Tranh 2 vào hệ thống điện Việt Nam (HTĐVN). Thông số hệ thống điện được lấy từ số liệu thực tế [2, 3] để cập nhật vào phần mềm tính toán, thông số vận hành được lấy tương ứng với chế độ cao điểm lúc 9h ngày 04/8/2013, sử dụng chức năng simulator để mô phỏng sơ

đồ lưới điện đầu nối nhà máy như Hình 2. Để tính toán phân tích các chế độ vận hành, xét 2 trường hợp: Trường hợp nhà máy đầu nối lên HTĐVN qua trạm biến áp (TBA) 500kV Đà Nẵng [3,6], khi đó cắt đường dây kép 220kV Tam Kỳ - Dốc Sỏi và chọn thanh góp 500kV (TC500kV) Đà Nẵng làm nút cân bằng (Slack) với điện áp đặt bằng điện áp thực tế của hệ thống; Trường hợp nhà máy đầu nối lên HTĐVN qua TBA 500kV Dốc Sỏi, khi đó cắt đường dây kép 220kV Tam Kỳ - Đà Nẵng và chọn thanh góp 500kV Dốc Sỏi làm nút cân bằng với điện áp đặt bằng điện áp thực tế của hệ thống.



Hình 2. Sơ đồ lưới điện đầu nối NMTĐ Sông Tranh 2

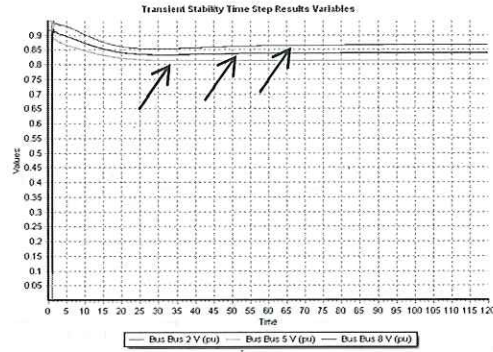
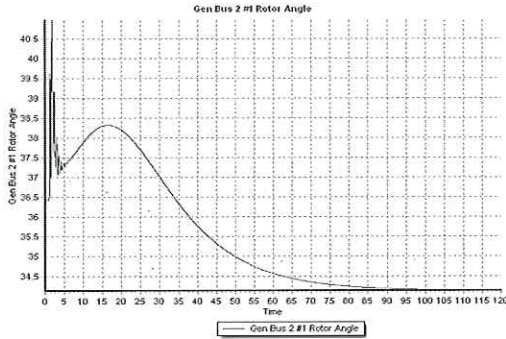
3.2. Tính toán, đánh giá vai trò của bộ PSS

Thực hiện tính toán các chế độ vận hành bình thường và sự cố của 2 cấu trúc lưới điện đầu nối NMTĐ Sông Tranh 2 với HTĐVN [4], xét với các chế độ phụ tải khác

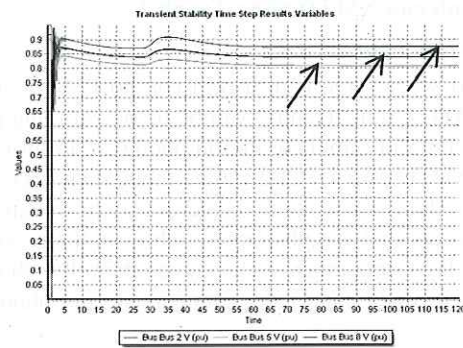
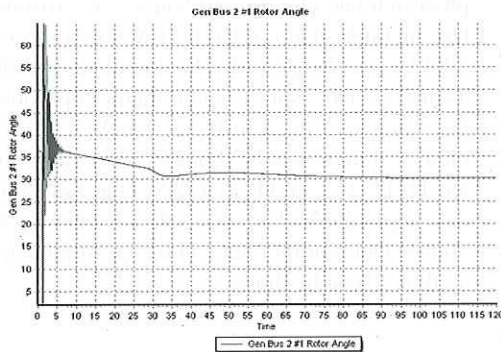
nhau tương ứng với điện áp trên thanh góp hệ thống và đầu cực máy phát thay đổi 0,95pu, 1,00pu và 1,05pu, trong 2 trường hợp có và không có sự tham gia của bộ PSS. Khảo sát các thông số chế độ hệ thống điện ở trạng thái xác lập

bình thường và xác lập sau sự cố [4], kết quả cho thấy bộ PSS không có tác dụng cải thiện nhiều về thông số chế độ ở các trạng thái xác lập. Tuy nhiên trong quá trình quá độ thì bộ PSS có tác dụng hãm dao động điện áp, giảm góc lệch pha δ và giảm thời gian xác lập sau sự cố [4]. Xét cụ thể cho 2 trường hợp với 2 cấu trúc lưới như sau:

3.2.1. Cấu trúc lưới nối NMTĐ Sông Tranh 2 với HTĐVN qua TBA 500kV Đà Nẵng



Hình 3. Đặc tính $\delta(t)$ và $u(t)$ khi chưa có PSS
 a. TC220kV Tam Kỳ, b. TC220kV Sông Tranh, c. điện áp đầu cực máy phát



Hình 4. Đặc tính $\delta(t)$ và $u(t)$ khi có PSS
 TC220kV Tam Kỳ, b. TC220kV Sông Tranh, c. điện áp đầu cực máy phát

Qua đặc tính QTQĐ góc lệch roto $\delta(t)$ cho thấy khi chưa có bộ PSS thì góc lệch dao động mạnh và sau 85 sec mới xác lập về giá trị $34,1^{\circ}$, sau khi đưa bộ PSS tham gia vào quá trình điều khiển thì trong 5 sec đầu $\delta(t)$ dao động quanh giá trị $36,4^{\circ}$ và sau đó hãm nhanh về giá trị xác lập $30,2^{\circ}$ sau 65 sec. Qua đó cho thấy bộ PSS có tác dụng giảm dao động và giảm góc lệch roto $\delta(t)$, như vậy bộ PSS có tác dụng nâng cao khả năng ổn định động cho máy phát điện. Qua đặc tính QTQĐ $u(t)$ của điện áp đầu cực máy phát, thanh góp 220kV Sông Tranh 2 và 220kV

Tam Kỳ cho thấy khi chưa có bộ PSS thì điện áp giảm nhanh về giá trị xác lập sau 25 sec, khi có bộ PSS thì trong 25 sec đầu điện áp giảm sau đó lại tăng lên cao hơn giá trị xác lập trước sự cố và giảm dần về giá trị xác lập sau 60 sec. Kết quả giá trị xác lập sau sự cố như Bảng 1, qua đó cho thấy khi có PSS điện áp các nút có nâng lên nhưng không đáng kể, nhìn chung trong cả 2 trường hợp giá trị xác lập sau sự cố của điện áp các nút đều thấp hơn giá trị cho phép (<10%).

Bảng 1. Giá trị điện áp xác lập và thời gian xác lập sau sự cố

TT	Bus	Tên TC	Không có PSS	T/gian	Có PSS	T/gian
			V(pu)	xác lập (s)	V(pu)	xác lập (s)
U _{H1} =U _{H2} = 0.95pu; U _{HT} = 0.95pu						
1	2	MF - H1	0.8614	25	0.874	60
2	3	MF - H2	0.8614	25	0.874	60
3	8	220kV ST2	0.840	45	0.842	70
4	5	220kV TK	0.815	45	0.820	70

3.2.2. Cấu trúc lưới nối NMTĐ Sông Tranh 2 với HTĐVN qua TBA 500kV Đốc Sỏi

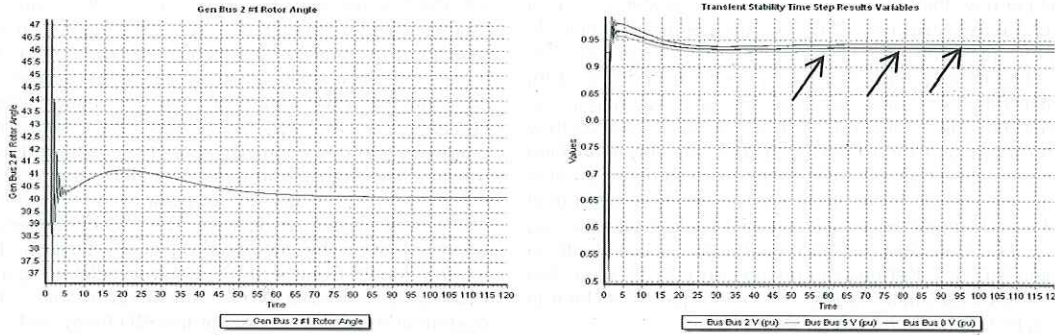
Xét trường hợp hệ thống đang vận hành với

U_{H1}-U_{H2} = 0.95pu, U_{HT} = 0.95pu, xảy ra sự cố ngắn mạch 3 pha trên thanh góp 110kV của TBA 220kV Tam Kỳ và được giải trừ bằng việc cắt TBA sau 120ms. Sau khi tính

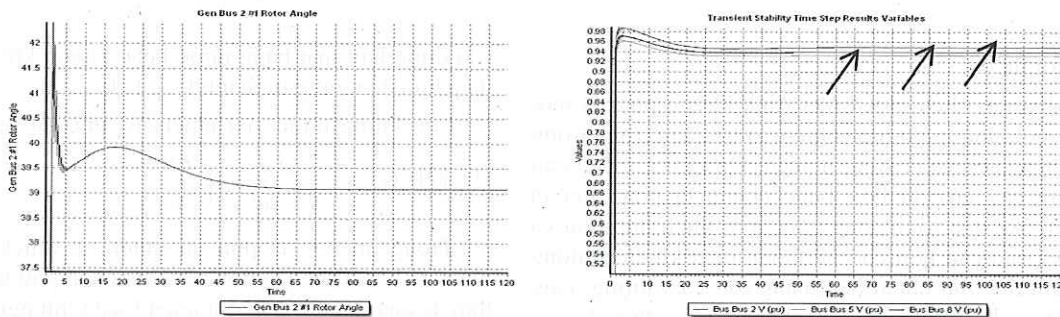
toán kết quả các đường đặc tính dao động góc lệch roto $\delta(t)$ và điện áp $u(t)$ đầu cực máy phát H1-H2, điện áp thanh cái (TC) 220kV Sông Tranh 2, điện áp thanh cái 220kV Tam Kỳ khi chưa có PSS như Hình 5 và có PSS như Hình 6.

Qua đặc tính QTQĐ $\delta(t)$ cho thấy khi đưa bộ PSS vào làm việc biên độ và tần số dao động của góc lệch roto máy phát $\delta(t)$ được cải thiện rõ rệt. Biên độ dao động của góc lệch roto $\delta(t)$ khi chưa có PSS là $36,5^0 \div 47,2^0$ (Hình 5), khi có PSS biên độ dao động giảm chỉ còn $37,5^0 \div 42,5^0$ (Hình 6), trong khoảng 4s đầu sau khi xảy ra sự cố góc lệch roto máy phát $\delta(t)$ khi có PSS ít dao động hơn so với khi

chưa có PSS. Bộ PSS đã tác động hãm dao động góc lệch roto $\delta(t)$, trong chu kỳ đầu khi có PSS góc lệch roto $\delta(t)$ giảm từ $38,8^0$ xuống $37,4^0$, so với khi chưa có bộ PSS góc lệch roto $\delta(t)$ tăng từ $38,8^0$ đến $47,2^0$. Đồng thời sau quá trình dao động $\delta(t)$ đã xác lập ổn định ở giá trị $39,1^0$ khi có PSS và $40,2^0$ khi không có PSS. Qua các đặc tính QTQĐ $u(t)$ của điện áp cho thấy trong trường hợp này bộ PSS ít ảnh hưởng đến điện áp các nút và sau khi sa thải phụ tải 110kV của TBA 220kV Tam Kỳ thì điện áp đầu cực máy phát giữ ổn định 0,95pu, còn điện áp trên thanh góp 220kV Sông Tranh 2 và thanh góp 220kV Tam Kỳ đều tăng lên 0,01pu.



Hình 5. Đặc tính $\delta(t)$ và $u(t)$ khi chưa có PSS
a. TC220kV Tam Kỳ, b. TC220kV Sông Tranh, c. điện áp đầu cực máy phát



Hình 6. Đặc tính $\delta(t)$ và $u(t)$ khi có PSS
a. TC220kV Tam Kỳ, b. TC220kV Sông Tranh, c. điện áp đầu cực máy phát

4. Kết luận

Qua tính toán phân tích các chế độ vận hành trên 2 cấu trúc lưới đấu nối NMTĐ Sông Tranh 2 vào HTĐVN trong trường hợp có và không có sự tham gia của bộ ổn định công suất PSS cho thấy: Bộ PSS đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao khả năng ổn định động cho máy phát điện khi tham gia làm việc trong hệ thống, trong một số trường hợp nhất định nó còn hỗ trợ cho hệ thống kích từ điều chỉnh giữ ổn định điện áp đầu cực máy phát.

Đối với NMTĐ Sông Tranh 2 khi đưa vào vận hành hết công suất thiết kế thì cần lưu ý các vấn đề sau đây:

- Phải đưa bộ ổn định công suất PSS2A vào làm việc để hỗ trợ cho hệ thống kích từ tác động hãm nhanh góc lệch roto máy phát trong các trường hợp sự cố,

- Khi nhà máy đầu nối lên HTĐVN qua TBA 500kV Đà Nẵng và điện áp trên thanh góp 500kV ở mức thấp 0.95pu thì cần chọn giá trị đặt của điện áp đầu cực máy phát 1.0pu hoặc 1.05pu. Đồng thời cần tính toán lắp đặt tụ bù tại TBA 220kV Đà Nẵng hoặc tại TBA 220kV Hòa Khánh [4] để nâng điện áp trên các thanh góp 220kV nằm

trong giới hạn cho phép trong các trường hợp sự cố,

- Khi nhà máy đầu nối lên HTĐVN qua TBA 500kV Dốc Sỏi và điện áp trên thanh góp 500kV ở mức cao 1,0pu hoặc 1,05pu thì cần chọn giá trị đặt của điện áp đầu cực máy phát 0,95pu để hạn chế điện áp bị tăng cao trong các trường hợp non tải hoặc mất tải.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Lã Văn Út (2011), Phân tích và điều khiển ổn định hệ thống điện, Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2]. Nhà máy thủy điện Sông Tranh 2, Quy trình vận hành và xử lý sự cố máy phát SFSF95-32/8030.
- [3]. Nhà máy thủy điện Sông Tranh 2, Quy trình vận hành và xử lý sự cố hệ thống kích từ EXC9000.
- [4]. Nguyễn Phi Long (2013), Tính toán, đánh giá hiệu quả của bộ PSS trong việc nâng cao ổn định vận hành cho nhà máy thủy điện Sông Tranh 2, Luận văn thạc sỹ kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng.
- [5]. IEEE Recommended Practice for Excitation System Models for Power System Stability Studies, IEEE Standard 421.5-2005, April 2006.
- [6]. User's manual, EXC9000 static excitation system, Guangzhou electrical Aparatus Research Institute, 2009.