

ỨNG DỤNG MẠNG NƠN MỜ ĐỂ ĐIỀU KHIỂN BỘ BÙ TĨNH

Đoàn Quang Vinh, Trần Đình Tân*

Khoa Điện, trường Đại học Bách Khoa, Đại học Đà Nẵng

* Điện lực Bình Định

TÓM TẮT

Việc nghiên cứu bộ điều khiển của bộ bù SVC để làm tăng khả năng đáp ứng của nó là hết sức cần thiết và có ý nghĩa. Một trong những hướng nghiên cứu để làm tăng khả năng đáp ứng này là ứng dụng mạng nơon mờ trong việc xây dựng bộ điều khiển. Thông qua những yếu tố biến thiên của hệ thống (thông tin đầu vào của bộ điều khiển), bộ điều khiển sẽ suy luận để xác định được góc mở của các Thyristor trong các cụm TCR để đảm bảo được các yêu cầu vận hành đặt ra: Ổn định điện áp, thời gian đáp ứng, ...

ABSTRACT

It's very necessary and significance that researching SVC control system for improving adaptive ability. One of researched ideas is application neuron-fuzzy system to control SVC. SVC control system will "reason" and "find" the angle on TCR through the vary parameters of the power system in order to stabilize operation needs: Voltage stabilize, adaptive period,...

1. MỞ ĐẦU

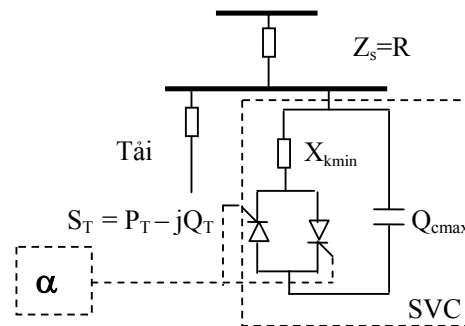
Điều khiển SVC hiện nay được dựa trên cơ sở so sánh độ lệch điện áp tại vị trí đặt với độ lệch điện áp được cài đặt trước để điều khiển góc mở α của các thyristor trong các cụm TCR nhằm mục đích cuối cùng là giữ điện áp tại điểm đặt nằm trong một giới hạn cho trước. Với các bộ điều khiển sử dụng phương pháp điều khiển kinh điển thì giữa đáp ứng đầu ra với đầu vào luôn tồn tại một khoảng thời gian trễ nhất định, phụ thuộc vào cấu trúc bên trong của từng khối điều khiển.

Với yêu cầu ngày càng cao về khả năng đáp ứng nhanh của hệ thống điều khiển thì một hướng điều khiển khác có thể áp dụng là: Sử dụng mạng nơon mờ để xây dựng bộ điều khiển góc mở α của thyristor dựa trên sự biến thiên của các yếu tố đầu vào làm ảnh hưởng đến điện áp hệ thống.

Tuy nhiên việc xét hết tất cả các yếu tố đầu vào cho bài toán dùng mạng nơon mờ này là hết sức phức tạp. Do đó trong phạm vi bài báo này, chúng tôi chỉ đề cập đến việc xây dựng hệ điều khiển dùng mạng nơon mờ mà trong đó chỉ xét đến hai thông số đầu vào thay đổi là công suất tác dụng tải (P) và công suất phản kháng tải (Q). Việc xây dựng bài toán điều khiển cho một hệ thống

hoàn chỉnh cũng là một vấn đề hết sức phức tạp và cần được tiếp tục nghiên cứu phát triển.

2. BÀI TOÁN CỤ THỂ



Hình 1: Sơ đồ mô tả hệ thống

Với việc lắp đặt bộ SVC tại điểm nút cần điều chỉnh điện áp như Hình 1 thì việc điều khiển để giữ điện áp tại thanh cái U không đổi khi phụ tải (P_T , Q_T) thay đổi liên tục là hoàn toàn thực hiện được nhờ việc điều khiển thay đổi góc mở α cho bộ TCR. Một trong những hướng nghiên cứu xây dựng bộ điều khiển này là sử dụng điều khiển mờ và mạng nơon, và bài toán cụ thể được đặt ra như sau: Xây dựng hệ điều

khởi ứng dụng mạng NƠRON - Mờ để điều khiển góc mở α của thyristor trong TCR, nhằm mục đích giữ điện áp U tại thanh cái phụ tải không thay đổi khi tải (P_T, Q_T) biến thiên (Hình 1).

Có thể mô tả hết sức sơ lược nguyên tắc hoạt động của bộ điều khiển này như sau: Thông qua tập mẫu (P_T, Q_T, α) xây dựng được từ một hệ thống cho trước cùng với các công cụ thiết kế phù hợp ta sẽ xây dựng được một bộ điều khiển có khả năng “học tập” và “cập nhật” kiến thức cho nó, từ đó trong hoạt động thực tế nó có thể “suy luận” để tìm được đáp ứng thích hợp (α) với đầu vào bất kỳ (P_T, Q_T).

3. SỰ KẾT HỢP GIỮA MẠNG NƠ RON VÀ ĐIỀU KHIỂN MỜ

3.1 Mạng nơron

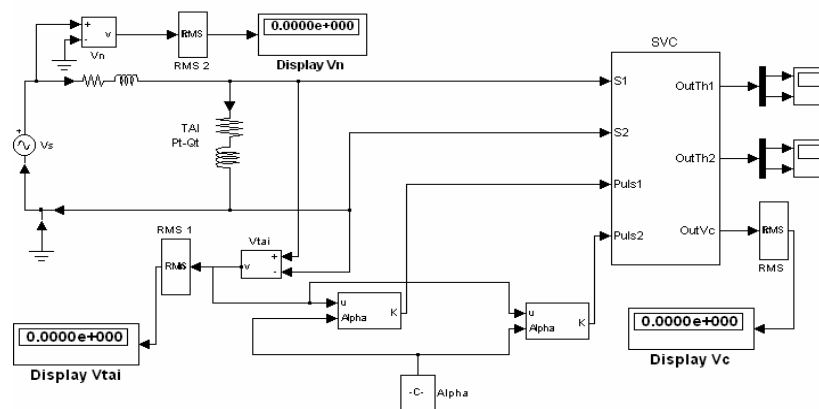
Mạng nơron có thể được xem như là một mô hình tính toán học: $Y = F(X)$, với X là véctơ số liệu vào và Y là véctơ số liệu ra. Chỉ cần đưa vào mạng một tập hợp mẫu dữ liệu, trong quá trình học thì mạng có khả năng phát hiện những đặc trưng, ràng buộc của dữ liệu và áp dụng những ràng buộc này trong quá trình sử dụng mạng. Mạng nơron còn có khả năng học những mối quan hệ phức tạp giữa những mẫu đầu vào và đầu ra, mà rất khó để mô tả bởi các biểu thức toán học tường minh.

3.2 Điều khiển mờ

Trên cơ sở nền tảng lý thuyết tập mờ, một kỹ thuật điều khiển hiện đại đã được phát triển mạnh mẽ và mang lại nhiều thành công bất ngờ đó là điều khiển mờ. Những vấn đề khó khăn gặp phải trong việc tổng hợp các bộ điều khiển phức tạp khi sử dụng phương pháp kinh điển như: độ phức tạp của hệ thống cao, độ phi tuyến lớn, sự thường xuyên thay đổi trạng thái và cấu trúc của đối tượng,... sẽ được giải quyết khá hoàn hảo khi sử dụng các bộ điều khiển mờ. Đặc điểm chung cơ bản của các bộ điều khiển mờ là chúng làm việc theo nguyên tắc sao chép lại kinh nghiệm, tri thức của con người trong điều khiển, vận hành máy móc thiết bị.

3.3 Sự kết hợp giữa điều khiển mờ và mạng nơron

Những ưu điểm của mạng nơron là nhược điểm của bộ điều khiển mờ và ngược lại, từ đó để có được ưu điểm của cả điều khiển mờ và mạng nơron trong một bộ điều khiển, người ta đã ghép chúng chung thành một hệ thống. Việc ghép nối này có thể được thực hiện theo nhiều cách khác nhau và mỗi cách ghép nối sẽ có một giá trị riêng cho một hệ thống điều khiển nhất định nào đó. Một kỹ thuật ghép nối giữa điều khiển mờ và mạng nơron đã mang lại nhiều thành công trong kỹ thuật điều khiển đó là hệ thống suy luận nơron-mờ thích nghi – ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System).



Hình 2. Mô phỏng hệ thống điều khiển SVC trên MATLAB

4. ỨNG DỤNG MẠNG NƠ RON MỜ ANFIS ĐỂ ĐIỀU KHIỂN SVC

Xét bài toán đã nêu trên (Phần 2 – Hình 1) với các thông số cụ thể: Điện áp định mức hệ thống $E = 35\text{kV}$; Công suất ngắn mạch $S_{sc} = 250\text{MVA}$, $\text{tg}\varphi_{sc} = 5$; Phụ tải biến thiên $P_T = 0 \div 40$ (MW), $Q_T = 0 \div 40$ (Mvar); Bộ bù SVC có Q_c thay đổi được từ 0 đến Q_{cmax} nhờ thay đổi góc mở α kích vào thyristor trong TCR.

4.1 Mô phỏng hệ thống trên phần mềm SIMULINK

Lần lượt đưa từng cặp giá trị (P_T , Q_T) vào mạng, điều chỉnh góc mở α của thyristor, tiến hành mô phỏng, ghi nhận điện áp U trên thanh cái. Lặp lại quá trình mô phỏng này cho đến khi đạt được điện áp U mong muốn. Cứ như thế ta sẽ thu được các bộ (P_T , Q_T , α) của hệ thống qua các lần mô phỏng, và đó là cơ sở để xây dựng các tập mẫu học cho hệ điều khiển dùng mạng nơ-ron-mờ sau này.

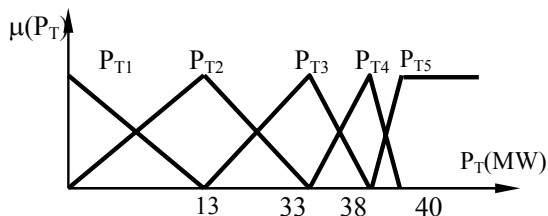
4.2 Ứng dụng điều khiển mờ để xác định góc mở α theo (P_T , Q_T)

4.2.1 Các bước giải bài toán

Trên cơ sở tập mẫu (P_T , Q_T , α) đã được xây dựng, ta tiến hành mờ hoá các tín hiệu đầu vào/ra, xây dựng các luật hợp thành ban đầu cho hệ thống.

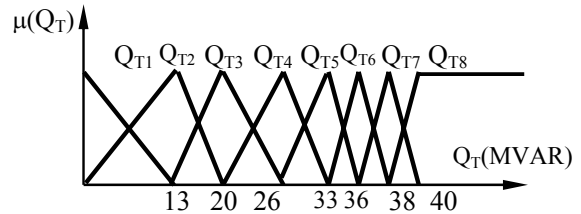
Bước 1: Mờ hoá tín hiệu đầu vào (P_T , Q_T)

* Tín hiệu đầu vào P_T



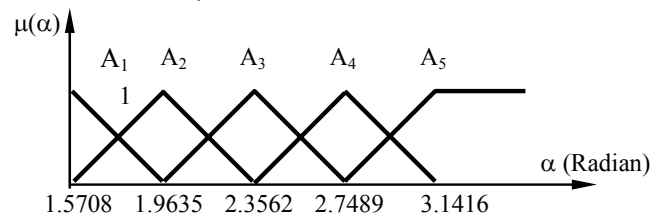
Hình 3. Hàm thuộc $\mu(P_T)$ của tập mờ P_T (MW)

* Tín hiệu đầu vào Q_T



Hình 4. Hàm thuộc $\mu(Q_T)$ của tập mờ Q_T (MVAR)

* Tín hiệu đầu ra α :



Hình 5. Hàm đặc trưng $\mu(\alpha)$ của tập mờ α (Radian)

Bước 2: Xây dựng bảng luật hợp thành

	P_{T1}	P_{T2}	P_{T3}	P_{T4}	P_{T5}
Q_{T1}	A_1	A_1	A_1	A_2	A_2
Q_{T2}	A_1	A_1	A_2	A_2	A_2
Q_{T3}	A_1	A_2	A_3	A_3	A_3
Q_{T4}	A_2	A_2	A_3	A_3	A_3
Q_{T5}	A_2	A_3	A_3	A_4	A_4
Q_{T6}	A_3	A_3	A_3	A_4	A_4
Q_{T7}	A_3	A_3	A_4	A_4	A_4
Q_{T8}	A_3	A_3	A_4	A_5	A_5

Bước 3: Sử dụng qui tắc hợp thành sum-MIN để xác định tập mờ đầu ra tương ứng với mỗi cặp giá trị rõ (P_T , Q_T).

Bước 4: Giải mờ để tìm giá trị rõ bằng phương pháp điểm trọng tâm.

Chương trình được viết trên phần mềm MATLAB trong file anglefuzzy.m

4.2.2 Đánh giá kết quả đầu ra so với thực tế:

Sai số còn khá lớn do những nguyên nhân sau đây: Việc phân vùng giá trị cho các biến ngôn ngữ đầu vào (P_{Ti} , Q_{Ti}) và đầu

ra (A_i) chưa thật sự tối ưu. Việc gán các hàm thuộc cho các biến ngôn ngữ, bảng luật điều khiển cũng chưa thật sự tối ưu.

Để tăng độ chính xác cho bộ điều khiển mờ này, cần thiết phải tiến hành hiệu chỉnh đồng thời cả 3 yếu tố: định nghĩa lại các giá trị biến ngôn ngữ đầu vào/ra, lựa chọn lại dạng hàm thuộc cho phù hợp hơn và xây dựng lại bảng luật điều khiển thích hợp hơn.

Một giải pháp đưa ra để xử lý là kỹ thuật lai ghép giữa hệ mờ và nơ-ron, ở đó tín hiệu được xử lý đồng thời bằng cả hai kỹ thuật trên, cách ghép này có tên gọi là hệ thống suy luận neuro-fuzzy thích nghi: ANFIS (Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System).

4.3 Ứng dụng mạng Nơron-mờ ANFIS để tính góc mở alpha theo (P_T , Q_T)

4.3.1 Giới thiệu chung về mạng nơron-mờ ANFIS

Mạng nơron-mờ ANFIS là một ứng dụng được chạy trên phần mềm MATLAB, ý tưởng cơ bản của kỹ thuật này là như sau:

- Mạng đưa ra các phương pháp để hệ thống mờ có thể học từ các thông tin vào/ra cho trước (thông tin huấn luyện), từ đó xây dựng một hệ thống các hàm liên thuộc cho phép hệ thống này có thể suy luận các đáp ứng ra của hệ thống từ các kích thích ngõ vào dựa trên cấu trúc của hệ thống đã được học. Cấu trúc của các hàm liên thuộc này đóng vai trò như cấu trúc của một mạng nơron.

- Các tham số kết hợp với các hàm liên thuộc sẽ thay đổi trong quá trình huấn luyện cho mạng. ANFIS sử dụng phương pháp ước lượng bình phương tối thiểu (least mean square) và lan truyền ngược sai số theo hướng giảm gradien (back-propagation gradien descent) để xây dựng các tham số hàm liên thuộc.

4.3.2 Lược đồ tính toán cơ bản trong huấn luyện mạng nơron-mờ ANFIS trên phần mềm MATLAB

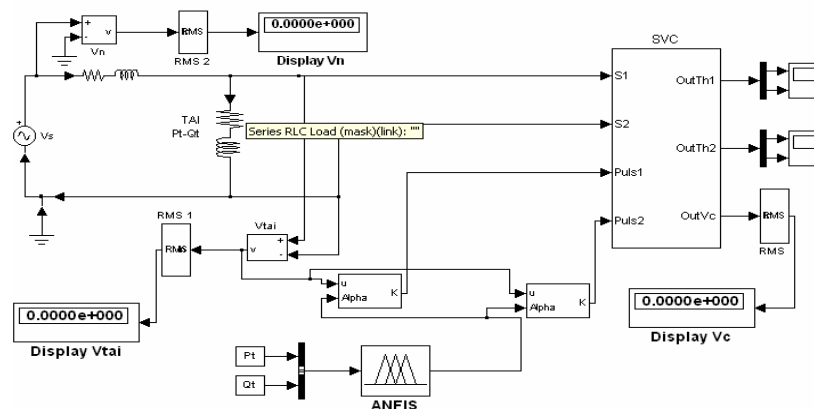
Tính toán cơ bản trong hệ thống mờ (FIS) có thể được xem như là một ánh xạ phi tuyến được tham số hoá được mô tả bằng hàm f như sau:

$$f(x) = \frac{\sum_{l=1}^m y^l \left(\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^l}(x_i) \right)}{\sum_{l=1}^m \left(\prod_{i=1}^n \mu_{A_i^l}(x_i) \right)} \quad (1)$$

Trong đó y^l là đầu ra, $\mu_{A_i^l}$ là hàm thuộc của đầu vào tương ứng với luật hợp thành thứ l . Luật hợp thành max-PROD và phương pháp giải mờ là phương pháp điểm trọng tâm được sử dụng.

Quá trình huấn luyện trong ANFIS được thực hiện qua các thủ tục: **GENFIS1**, **ANFIS**, **EVALFIS**.

4.3.3 Chương trình tính toán dùng mạng Nơron-mờ ANFIS



Hình 6. Mô phỏng hệ thống điều khiển SVC dùng ANFIS

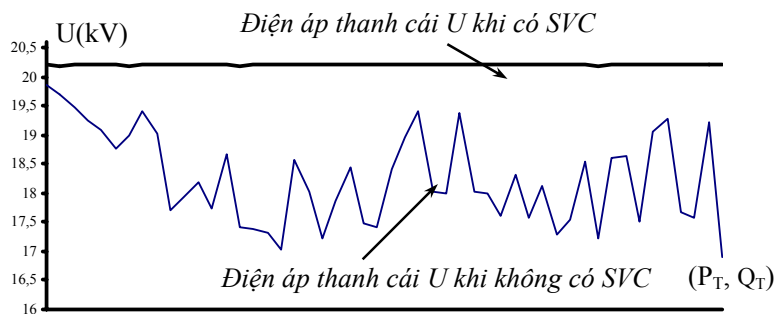
+ Tên chương trình : **angleanfis.m**
 + Sai số huấn luyện đạt được ở bước lặp thứ 100: 0,00316257
 + Sai số kiểm tra đạt được ở bước lặp thứ 100: 0,00375607

Sơ đồ mô phỏng hệ thống hệ thống điều khiển bộ bù tĩnh dùng mạng nơron-mờ ANFIS trên phần mềm SIMULINK được trình bày trên hình H.6

Kết quả tính toán được thể hiện trên đồ thị như hình H.7 (cho 50 cặp giá trị (P_T , Q_T) ngẫu nhiên).

Nhận xét:

Với bộ điều khiển SVC dùng mạng nơron-mờ ANFIS thì điện áp tại thanh cái phụ tải được duy trì tại điện áp định mức với độ lệch tối đa là 0,1% khi phụ tải liên tục thay đổi.



Hình 7: Biểu diễn điện áp U khi có và không có SVC

đó số lượng biến đầu vào của bộ điều khiển, số lượng qui tắc điều khiển, số lượng mẫu để huấn luyện mạng cũng sẽ tăng theo.

- Mở rộng bộ điều khiển bằng cách phối hợp thêm mạch vòng điều khiển độ lệch điện áp dùng mạng nơron mờ.

-Mở rộng mô hình cho hệ thống 3 pha không đối xứng.

-Với các kết quả đạt được từ các định hướng mở rộng trên, tiến hành xây dựng bộ điều khiển SVC có khả năng đáp ứng nhanh giữ vai trò ổn định hệ thống điện.

Trên cơ sở xây dựng mô hình lý thuyết hoàn chỉnh trên thì việc ứng dụng mạng nơron mờ để điều khiển SVC cho một hệ thống điện thực tế là hoàn toàn có thể thực hiện được.

5. KẾT LUẬN

Qua các nội dung nghiên cứu đã đạt được, ta có thể khẳng định khả năng ứng dụng của mạng nơron mờ ANFIS trong công nghệ điều khiển SVC. Tuy nhiên trong phạm vi bài báo này, chúng tôi chỉ mới đề cập đến vấn đề đã đặt ra ở mức độ đơn giản khi xét ảnh hưởng của hệ thống chỉ với hai thông số đầu vào là P_T , Q_T . Để giải quyết vấn đề được hoàn chỉnh và có khả năng ứng dụng trong thực tế đối với một hệ thống cụ thể cần tiếp tục phát triển đề tài ở các bước sau:

- Mở rộng việc xây dựng hệ thống điều khiển với các ảnh hưởng đầu vào bổ sung khác như: ảnh hưởng của hệ thống điện khác, các khả năng thay đổi thông số cấu trúc hệ thống,... Khi

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] P.X. Minh, N.D. Phước, *Lý thuyết điều khiển mờ*, NXB KHKT, 2002.
- [2] L.V. Út, *Các thiết bị bù tĩnh có điều khiển-ứng dụng trong hệ thống điện*, Trường ĐHBK Hà Nội, 1996.
- [3] C. T. Lin and C.S. George Lee, *Neural fuzzy systems*, International edition.
- [4] H. B. Verbruggen, *Fuzzy logic control advances in applications*, World Scientific Publishing Co.Pte.Ltd., 1999.