



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẰNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ

(11)



1-0038688

(51)^{2020.01} G05B 17/02

(13) B

(21) 1-2021-02926

(22) 21/05/2021

(45) 26/02/2024 431

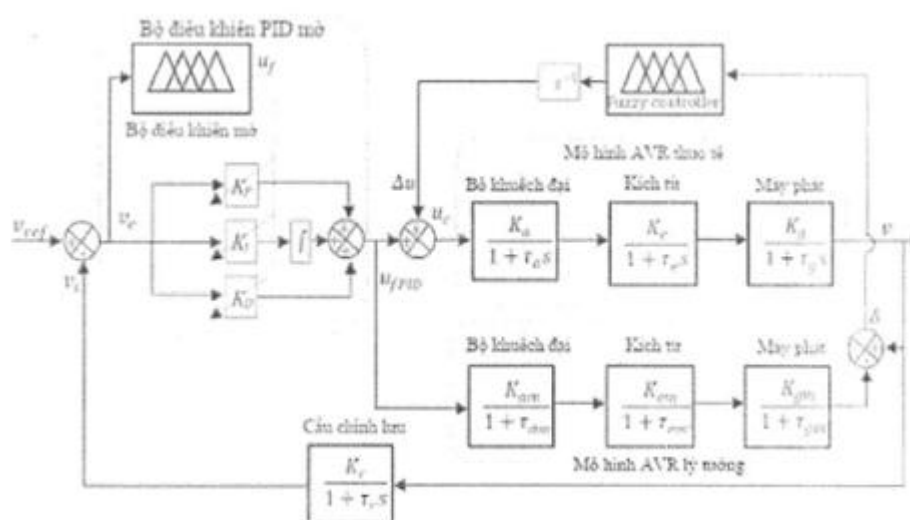
(43) 25/08/2022 413

(76) Đặng Xuân Kiên (VN)

12A-02 Chung cư Opal Riverside, đường số 10, phường Hiệp Bình Chánh, thành phố Thủ Đức, Thành phố Hồ Chí Minh

(54) HỆ THỐNG VÀ PHƯƠNG PHÁP TỰ ĐỘNG CHỈNH ĐỊNH VÀ GIÁM SÁT SỰ ỔN ĐỊNH ĐIỆN ÁP MÁY PHÁT ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp tự động chỉnh định để ổn định điện áp máy phát, sử dụng thuật toán mờ thích nghi có thể tương tác trên nền MATLAB, được sử dụng để điều chỉnh điện áp máy phát trong những hệ thống điện phức tạp, đòi hỏi chất lượng điện ổn định cao, chẳng hạn như hệ thống điện trên tàu thủy. Sáng chế cũng đề cập đến hệ thống tự động chỉnh định để ổn định điện áp đầu ra máy phát, mà có thể kết nối được với máy tính để giám sát đầu ra quá trình và có thể thực hiện sự tùy chỉnh điều khiển theo các thay đổi phù hợp với hệ thống, từ đó tối ưu hóa quá trình điều khiển cho các hệ thống khác nhau.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp tự động chỉnh định để ổn định điện áp máy phát, sử dụng thuật toán mờ thích nghi tương tác trên nền Matlab, được sử dụng để điều chỉnh điện áp máy phát trong những hệ thống điện phức tạp, đòi hỏi chất lượng điện ổn định cao, chẳng hạn như hệ thống điện trên tàu thủy. Sáng chế cũng đề cập đến hệ thống gồm thiết bị để tự động chỉnh định để ổn định điện áp đầu ra máy phát, mà có thể kết nối được với máy tính để giám sát đầu ra quá trình và có thể thực hiện sự tùy chỉnh điều khiển theo các thay đổi phù hợp với hệ thống, từ đó tối ưu hóa quá trình điều khiển cho các hệ thống khác nhau.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Để nâng cao chất lượng vận chuyển hàng hóa bằng đường biển đòi hỏi sự phát triển cao của toàn ngành hàng hải. Như công nghệ cơ khí đóng tàu, chế tạo máy, đặc biệt là công nghệ chế tạo vi xử lý và kỹ thuật số để sản xuất ra những trang thiết bị điện tử phục vụ nghe, định vị v.v.. Bảo đảm cho tàu hoạt động một cách tốt nhất. Hầu như các trang thiết bị trên tàu đều dùng nguồn năng lượng điện.

Năng lượng điện xoay chiều trên tàu thủy thường là dùng động cơ diesel lai máy phát điện. Thông thường người ta sử dụng máy phát điện đồng bộ ba pha.

Vì môi trường làm việc trên tàu là hết sức khắc nghiệt như: không gian chật hẹp, sóng to gió lớn làm rung lắc, không khí ẩm ướt, các phụ tải thay đổi liên tục làm cho hoạt động của máy phát điện không đảm bảo, dẫn đến chất lượng điện áp không tốt, ảnh hưởng lớn đến hoạt động của con tàu.

Hơn nữa, bản chất lưới điện tàu thủy là lưới mềm nên chịu ảnh hưởng mạnh mẽ từ việc khai thác phụ tải trong các chế độ làm việc của tàu, đặc biệt khi tải thay đổi đột ngột (đóng cắt tải công suất lớn, tải thế năng của thiết bị làm hàng thay đổi thất thường, hoặc các chân vịt mũi làm việc khi tàu dịch vụ điều động), do đó việc giữ ổn định là điều rất khó khăn khi vận hành hệ thống. Với những tàu có chân vịt điện, hệ thống điều động tàu chính xác hay không phụ thuộc rất nhiều vào độ ổn định của điện áp máy phát. Chính vì vậy việc giữ ổn định điện áp máy phát điện tàu thủy

rất quan trọng đối với toàn bộ các hoạt động của con tàu. Do đó, người ta luôn tìm cách để nâng cao chất lượng nguồn điện trên tàu, tức là làm cho nguồn điện áp ổn định, mức độ giao động điện áp nhỏ. Để đảm bảo cho máy phát điện hoạt động một cách liên tục và đạt chất lượng ổn định thì hệ thống kích từ của máy phát điện đồng bộ phải làm việc đảm bảo thông số kỹ thuật. Yếu tố quyết định chất lượng nguồn điện đó chính là hệ thống điều chỉnh ổn định điện áp kích từ dẫn đến ổn định điện áp của máy phát điện.

Trên thực tế, các bộ tự động điều chỉnh điện áp máy phát điện (Automatic Voltage regulator, AVR) dùng cho tàu thủy của các hãng được chế tạo đồng bộ, và cải tiến để phù hợp với hệ thống đi kèm, do đó các chủ tàu cần nhập nguyên hệ thống, làm tăng chi phí, và việc chủ động thực hiện các thay đổi, cải tiến sẽ bị ảnh hưởng bởi thời gian đặt hàng. Điều này gây ra những hạn chế trong định hướng phát triển của ngành đóng tàu. Có một số công ty sản xuất bộ AVR nhỏ lẻ theo nguyên tắc độ lệch, độ chính xác không cao và không có tính năng giao tiếp dữ liệu với máy tính để kiểm soát tự động các thông số.

Về mặt nguyên tắc, các hệ thống điều chỉnh điện áp hiện nay trên thế giới chủ yếu sử dụng phương pháp ổn định chất lượng điện áp đầu ra sử dụng nguyên tắc điều chỉnh theo sai lệch, với các thuật toán điều khiển kinh điển như thuật toán điều khiển PID.

Phương pháp điều chỉnh dựa trên thuật toán PID có mô hình thuật toán đơn giản, tính ổn định cao, tuy nhiên sai số giữa tín hiệu điều khiển và tín hiệu đầu ra tương đối lớn, tốc độ bám sát chậm, khi có tải lớn thì sai số lớn nên không đáp ứng yêu cầu đòi hỏi chất lượng sai số thấp. Phương pháp điều khiển Fuzzy PID.

Ngoài ra, một số thuật toán điều mới hơn chẳng hạn như khiển mờ-PID (Fuzzy PID) cũng đang được quan tâm, tuy nhiên kết quả thực tế đạt được vẫn còn hạn chế về tính ổn định, và có những nhược điểm nhất định trong đáp ứng đầu ra chẳng hạn như biến động điện áp ra mạnh hơn trong trường hợp lượng tải thay đổi hoặc sụt áp xảy ra trong quá trình chạy.

Do đó nhu cầu cần có phương pháp và thiết bị để điều khiển ổn định điện áp máy phát trong những trường hợp cần độ ổn định cao của điện áp đầu ra trong khi

phụ tải biến động liên tục, chẳng như máy phát điện trên tàu thủy, có thể kết nối được với máy tính để ứng dụng công nghệ nhúng các thuật toán điều khiển, để có thể ứng dụng các thuật toán điều khiển khác nhau và linh động điều chỉnh theo những yêu cầu thay đổi của hệ thống mà tiết kiệm thời gian và chi phí, là cần thiết.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Để giải quyết các vấn đề trên, sáng chế đề xuất thiết bị tự động điều chỉnh điện áp (AVR) và phương pháp để điều khiển điện áp đầu ra của máy phát điện mà có thể:

(i) Kết nối được với máy tính để có thể: theo dõi được điện áp đầu ra trên máy tính, thuận tiện cho quá trình hiệu chỉnh các tham số hệ thống, hoặc thuật toán điều khiển, khi có sự thay đổi cấu hình hệ thống, để ổn định chất lượng điện áp đầu ra máy phát; và

(ii) Điều khiển chính xác và có thể ổn định điện áp đầu ra máy phát trong các trường hợp tải biến động hoặc sụt áp đầu ra máy phát.

Theo một khía cạnh, sáng chế đề xuất phương pháp điều khiển điện áp đầu ra của máy phát, phương pháp bao gồm các bước:

phát hiện điện áp đầu ra máy phát điện;

tính toán sai lệch, tốc độ sai lệch của điện áp đầu ra so với điện áp đặt;

thực hiện tính toán các tham số điều khiển dựa trên điều khiển PID mờ thích nghi tương tác, mà trong đó, điều khiển PID mờ kết hợp với điều khiển mờ thích nghi tương tác. Phương pháp bao gồm các bước: Tính toán các tham số (điều khiển tỷ lệ, điều khiển tích hợp và điều khiển vi phân) cho quá trình điều khiển PID dựa trên quá trình suy luận mờ (điều khiển mờ), đầu ra thứ nhất của quá trình điều khiển PID mờ này được đưa vào mô hình tham chiếu (là mô hình có các quá trình giống với quá trình thực tế), tính toán sai lệch đầu ra giữa mô hình tham chiếu và mô hình thực tế, tính toán các giá trị chỉnh định cho bộ điều khiển PID mờ dựa trên quá trình suy luận mờ thích nghi tương tác dựa trên sai lệch đầu ra này, và cuối cùng kết hợp giá đầu ra quá trình điều khiển PID mờ và giá trị đầu ra của quá trình điều khiển mờ tương tác làm giá trị điều khiển đầu vào của quá trình thực tế. Bằng cách đó làm cho giá trị đầu ra quá trình bám theo giá trị đặt được tối ưu hóa; và

giám sát điện áp đầu ra máy phát thông bộ hiển thị hoặc trên máy tính thông qua truyền thông với máy tính.

Theo một khía cạnh khác, sáng chế đề xuất hệ thống giám sát và điều khiển tự động điện áp đầu ra máy phát bao gồm:

máy tính, gồm máy tính laptop, máy tính để bàn, hoặc máy tính công nghiệp, có bộ nhớ lưu trữ các lệnh của trình điều khiển matlab và các lệnh chương trình mà khi máy tính thực thi lệnh các lệnh này, máy tính có thể truyền thông với bộ tự động điều chỉnh điện áp (AVR) của máy phát điện;

bộ tự động điều chỉnh điện áp (AVR) của máy phát điện, bao gồm vi điều khiển KIT STM32F4 DISCOVERY, mà có thể thực hiện chương trình điều khiển để điều khiển dòng điện kích từ máy phát điện, có thể nhận tín hiệu phản hồi từ đầu ra máy phát điện thông qua khối phản hồi tín hiệu, và chứa các lệnh chương trình mà khi được thực thi, AVR có thể truyền thông được với máy tính để truyền và nhận các tín hiệu với máy tính, từ đó có thể giám sát đầu ra điều khiển, và thực hiện điều chỉnh điện áp đầu ra máy phát từ máy tính thông qua AVR;

khối công suất, sử dụng các linh kiện công suất IGBT, để thực hiện điều chỉnh điện áp kích từ của máy phát;

khối phản hồi tín hiệu, để nhận hồi tín hiệu đầu ra máy phát điện, chuyển đổi tín hiệu phù hợp để đưa vào khối điều khiển. Khối phản hồi có thể bao gồm một hoặc nhiều cảm biến để thực hiện đo điện áp; và

khối nguồn nuôi để cung cấp nguồn nuôi cho hệ thống.

Bằng cách sử dụng phương pháp điều khiển với các quá trình PID, tương tác thích nghi, kết hợp với các quá trình suy luận mờ dựa trên kinh nghiệm thực tế, điện áp đầu ra máy phát có thể được điều khiển để bám theo điện áp đặt một cách tối ưu hóa.

Hơn nữa, với việc sử dụng hệ thống mà có thể truyền thông giữa máy tính và các AVR, cho giám sát các thông số đầu ra trên máy tính, đồng thời tùy chỉnh các quá trình điều khiển để tối ưu hóa kết quả đầu ra, kể cả khi thay đổi cấu hình của hệ thống.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Hình 1 là sơ đồ tự động điều chỉnh điện áp AVR máy phát điện;

Hình 2 là mô hình toán học hệ thống tự động điều chỉnh điện áp máy phát điện đơn giản;

Hình 3 là sơ đồ điều khiển PID của hệ thống tự động điều chỉnh điện áp máy phát điện;

Hình 4 là mô hình điều khiển fuzzy cho đối tượng;

Hình 5a thể hiện hàm liên thuộc sai số;

Hình 5b thể hiện hàm liên thuộc của khối tích phân sai số;

Hình 6 là sơ đồ điều khiển PID mờ thích nghi tương tác;

Hình 7 là sơ đồ thể hiện kết nối máy tính và bộ tự động điều chỉnh điện áp (AVR) của máy phát điện theo phương án ví dụ;

Hình 8a và Hình 8b là các kết quả mô phỏng sự đáp ứng của bộ điều khiển theo phương pháp điều khiển PID mờ; và

Hình 8c và Hình 8d là các kết quả mô phỏng sự đáp ứng của bộ điều khiển theo phương pháp điều khiển PID mờ thích nghi tương tác.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các ưu điểm, hiệu quả và bản chất của sáng chế có thể được hiểu rõ hơn thông qua việc mô tả chi tiết các phương án ưu tiên thực hiện có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Tuy nhiên, cần hiểu rằng các phương án này chỉ được mô tả với mục đích làm ví dụ giúp cho việc hiểu rõ hơn về bản chất và các ưu điểm của sáng chế, mà không giới hạn phạm vi của sáng chế theo các phương án được mô tả này.

Hình 1 là sơ đồ tự động điều chỉnh điện áp AVR máy phát điện.

Căn cứ vào sơ đồ nguyên lý ta xây dựng được mô hình toán học tổng thể cho hệ thống như sau :

Khối phản hồi tín hiệu gồm: biến áp và chỉnh lưu (Rectifier). Trong mô hình này, máy biến thế nhận điện áp đầu cực của máy phát và đưa qua chỉnh lưu làm tín hiệu phản hồi cho hệ thống điều chỉnh điện áp (V_s). Hàm truyền của khối phản hồi này được mô tả như sau :

$$\frac{V_s(s)}{V_i(s)} = \frac{K_R}{1 + \tau_R s} \quad (1)$$

Khối khuếch đại (Amplifier): ta có V_E là điện áp sai số giữa hai điện áp tức của máy phát được so sánh với điện áp đặt $V_{ref} = V_B(s)$ và sai số, $V_E = (V_{ref} - V_S)$ sau đó được khuếch đại trong mô hình này. Hàm truyền của mô hình này được biểu diễn bởi.

$$\frac{V_B(s)}{V_E(s)} = \frac{K_A}{1 + \tau_A s} \quad (2)$$

Khối kích từ máy phát (Exciter): mô hình này là một máy phát điện một chiều kích từ độc lập có hằng số thời gian là τ_E và hệ số khuếch đại K_E . Điện áp kích từ V_R của cuộn dây kích từ độc lập máy phát điện một chiều có liên hệ tỷ lệ với điện áp kích từ máy phát điện đồng bộ chính và điện áp đầu ra của máy phát điện đồng bộ. Hàm truyền của mô hình này được viết dưới đây:

$$\frac{V_F(s)}{V_B(s)} = \frac{K_E}{1 + \tau_E s} \quad (3)$$

Điện áp đầu ra của máy phát đồng bộ phụ thuộc vào điện áp kích từ V_f và tốc độ quay của động cơ lai, mức độ tải và tính chất của tải. Mô hình máy phát điện có hằng số thời gian và hằng số khuếch đại lần lượt là τ_G và K_G . Hàm truyền của máy phát được cho bởi như sau:

$$\frac{V_t(s)}{V_F(s)} = \frac{K_G}{1 + \tau_G s} \quad (4)$$

Kết hợp mô hình hàm truyền công thức : 1; 2; 3; 4 ta có sơ đồ hàm truyền như được thể hiện trên Hình 2.

Bộ điều khiển Tỷ lệ-Tích phân-Đạo hàm (PID) được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng công nghiệp, đặc biệt là hệ thống điều khiển AVR. Giải pháp này có lợi thế cấu trúc đơn giản và đầu ra ổn định. Tuy nhiên, những hoạt động này bao gồm các hoạt động bị ràng buộc mà không xem xét sự giảm điện áp ở đầu ra máy phát điện.

P Là phương pháp điều chỉnh tỉ lệ, giúp tạo ra tín hiệu điều chỉnh tỉ lệ với sai lệch đầu vào theo thời gian lấy mẫu.

I Là tích phân của sai lệch theo thời gian lấy mẫu. Điều khiển tích phân là phương pháp điều chỉnh để tạo ra các tín hiệu điều chỉnh sao cho độ sai lệch giảm về 0. Từ đó, tổng sai số tức thời theo thời gian hay sai số tích lũy trong quá khứ. Thời gian càng nhỏ tác động điều chỉnh tích phân càng mạnh.

D Là vi phân của sai lệch điều khiển, tạo ra tín hiệu điều chỉnh sao cho tỉ lệ với tốc độ thay đổi sai lệch đầu vào. Thời gian càng lớn thì mức độ chỉnh vi phân càng mạnh.

Chức năng truyền của bộ điều khiển PID có hàm truyền là:

$$G_e(s) = K_p + \frac{K_i}{s} + K_d s \quad (3.52)$$

Với việc bổ sung bộ điều khiển PID, sơ đồ khối của AVR sau đó được thể hiện trên hình 3.

Điều chỉnh điện áp máy phát điện đồng bộ với thuật toán mờ (fuzzy)

Tuy nhiên AVR sử dụng PID như được thể hiện ở trên không đáp ứng được các thay đổi đầu ra mong muốn. Để nâng cao chất lượng điều khiển của hệ thống AVR, quá trình mờ hóa lựa chọn các tham số cho bộ điều khiển PID có thể được bổ sung.

Thiết kế bộ điều khiển Fuzzy Logic Controller bao gồm ba khâu cơ bản là : mờ hóa; cơ chế suy luận mờ (luật mờ) và giải mờ.

Thứ nhất, để thiết kế bộ điều khiển mờ ta phải chỉ định các giá trị đầu vào như là: sai số e và tích phân sai số $\int e$ là hai thành phần tín hiệu đầu vào.

Thứ hai, hệ thống suy luận mờ phải được xác định bao gồm một loạt các quy tắc: “nếu ... thì ...”, đó là quy tắc ngôn ngữ.

Thứ ba, các chức năng giải mờ đầu ra phải được thực hiện để tìm tín hiệu ra cuối cùng.

Một cấu trúc của bộ điều khiển mờ được thể hiện như Hình 4. Trong đó:

r là tín hiệu điều khiển đặt.

$e = r - y$ là sai số tín hiệu điều khiển

u là tín hiệu ra của bộ điều khiển

y là tín hiệu ra của đối tượng

Ở đây sai số e và tích phân $\int e$ của sai số e là các tín hiệu đầu vào cho bộ điều khiển. Đối với điều khiển AVR logic mờ, sai số giữa điện áp đặt V_{ref} và điện áp đầu ra V_t tức là e và tích phân $\int e$ của sai số e được coi là đầu vào của bộ điều khiển còn đầu ra là V_t .

Các biến đầu vào là các biến ngôn ngữ có các giá trị ngôn ngữ được sử dụng tương ứng với giá trị thực được đo đạc hay kinh nghiệm của chuyên gia cho đối tượng điều khiển.

Ta có bảng ngôn ngữ mờ được chọn như sau:

Bảng 1: Ngôn ngữ mờ cho các mức điện áp khác nhau

Âm rất lớn:	-1	“Negative Very large” (NV)
Âm lớn:	-0,8	“Negative Large” (NL)
Âm hơi lớn:	-0,6	“Negative Big” (NB)
Âm trung bình:	-0,4	“Negative Medium” (NM)
Âm nhỏ	-0,2	“Negative Small” (NS)
Không:	0	“Zero” (Z)
Dương nhỏ:	0,2	“Positive Small” (PS)
Dương trung bình:	0,4	“Positive Medium” (PM)
Dương hơi lớn:	0,6	“Positive Big” (PB)
Dương lớn:	0,8	“Positive Large” (PL)
Dương rất lớn:	1	“Positive Very large” (PV)

Các biến đầu vào này được gán các giá trị số là (-1, -0,8, -0,6, -0,4, -0,2, 0, 0,2, 0,4, 0,6, 0,8 và 1) là viết tắt của : âm rất lớn, âm lớn, âm hơi lớn, âm trung bình, nhỏ âm, không, dương nhỏ, dương trung bình, dương hơi lớn, dương lớn và dương tương ứng rất lớn. Việc sử dụng số cho các mô tả ngôn ngữ chỉ đơn giản là định lượng dấu hiệu của sai số và cho biết kích thước liên quan đến các giá trị ngôn ngữ khác. Tuy nhiên, nó không đại diện cho bất kỳ giá trị cụ thể của sai số điện áp. Trong thực tế, số lượng giá trị đo là số thực.

Biến ngôn ngữ đầu vào được gán với các hàm liên thuộc tương ứng. Mỗi hàm liên thuộc thành viên biểu diễn một giá trị ngôn ngữ cụ thể. Biểu diễn mỗi hàm liên thuộc thành viên có thể đảm nhận các giá trị từ 0 đến 1 cho mỗi biến ngôn ngữ. Khi các chức năng thành viên cho các đầu vào được thực hiện, một quy tắc quyết định thông minh sẽ được thực hiện dựa trên đầu ra sẽ là gì. Quá trình ra quyết định này được gọi là cơ chế suy luận.

Các hình ảnh dạng hàm liên thuộc, hàm liên thuộc sai số và hàm liên thuộc của khối tích phân sai số được thể hiện trên Hình 5a và Hình 5b.

Luật điều khiển chi phối thông số đầu ra của bộ điều khiển. Trong thiết kế bộ điều khiển logic mờ các quy tắc ngôn ngữ cho phép người vận hành thay đổi quyết định điều khiển. Bộ điều khiển logic mờ có hai đầu vào sai số điện áp giữa đầu vào và tín hiệu phản hồi e và là tích phân sai số $\int e$, dựa vào kinh nghiệm hoặc có thể được đo thực tế bằng thực nghiệm, điện áp điều khiển u đầu ra có thể được chọn theo quy tắc suy luận mờ được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 2: Bảng diễn tả quy tắc thay đổi tín hiệu vào ra Fuzzy-AVR controller

u		e										
		NV	NL	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB	PL	PV
$\int e$	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NL	NB	NM	NS	Z
	NL	NV	NV	NV	NV	NV	NV	NB	NM	NS	Z	PM
	NB	NV	NV	NV	NV	NL	NB	NM	NS	Z	PS	PM
	NM	NV	NV	NV	NL	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB
	NS	NV	NV	NL	NB	NM	NS	Z	PM	PB	PL	PV
	Z	NV	NL	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB	PL	PV
	PS	NL	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB	PL	PV	PV
	PM	NB	NM	NS	Z	PS	PM	PB	PL	PV	PV	PV
	PB	NM	NS	Z	PS	PM	PB	PL	PV	PV	PV	PV
	PL	NS	Z	PS	PM	PB	PL	PV	PV	PV	PV	PV
	PV	Z	PS	PM	PB	PL	PV	PV	PV	PV	PV	PV

Tuy nhiên kết quả thực tế đạt được vẫn còn hạn chế về tính ổn định, và có những nhược điểm nhất định trong đáp ứng đầu ra chẳng hạn như biến động điện áp ra mạnh hơn trong trường hợp lượng tải thay đổi hoặc sụt áp xảy ra trong quá trình chạy.

Điều khiển PID mờ thích nghi tương tác

Để khắc phục nhược điểm của thuật toán PID mờ, sáng chế đề xuất sử dụng mô hình lý tưởng để thực hiện hiệu chỉnh phản hồi AVR để thích ứng với mô hình lý

tưởng, được gọi là phương pháp điều khiển PID mờ thích nghi tương tác. Sơ đồ của phương pháp được thể hiện trên Hình 7.

Ngoài bước suy luận mờ các tham số điều khiển PID như được thể hiện ở trên, với quy tắc suy luận mờ tương tự, phương pháp này còn bổ sung bước suy luận mờ giá trị chỉnh định cho các tham số của bộ điều khiển PID, với quy tắc mờ như được thể hiện trong bảng sau:

Bảng 3: Bảng diễn tả quy tắc thay đổi tín hiệu chỉnh định

	Δu	$d\delta/d(t)$		
		Ns	Ze	Ps
$\delta(t)$	Ne	$Ne_{\Delta u}$	$Nss_{\Delta u}$	$Ns_{\Delta u}$
	Ns	$Nss_{\Delta u}$	$Ns_{\Delta u}$	$Ze_{\Delta u}$
	Ze	$Ns_{\Delta u}$	$Ze_{\Delta u}$	$Ps_{\Delta u}$
	Ps	$Ze_{\Delta u}$	$Ps_{\Delta u}$	$Pss_{\Delta u}$
	Po	$Ps_{\Delta u}$	$Pss_{\Delta u}$	$Po_{\Delta u}$

Phương pháp bao gồm các bước:

phát hiện điện áp đầu ra máy phát điện;

tính toán sai lệch, tốc độ sai lệch của điện áp đầu ra so với điện áp đặt;

thực hiện tính toán các tham số điều khiển dựa trên điều khiển PID mờ thích nghi tương tác, mà trong đó, điều khiển PID mờ kết hợp với điều khiển mờ thích nghi tương tác. Phương pháp bao gồm các bước: Tính toán các tham số (điều khiển tỷ lệ, điều khiển tích hợp và điều khiển vi phân) cho quá trình điều khiển PID dựa trên quá trình suy luận mờ (điều khiển mờ), đầu ra thứ nhất của quá trình điều khiển PID mờ này được đưa vào mô hình tham chiếu (là mô hình có các quá trình giống với quá trình thực tế), tính toán sai lệch đầu ra giữa mô hình tham chiếu và mô hình thực tế, tính toán các giá trị chỉnh định cho bộ điều khiển PID mờ dựa trên quá trình suy luận mờ thích nghi tương tác dựa trên sai lệch đầu ra này, và cuối cùng kết hợp giá đầu ra quá trình điều khiển PID mờ và giá trị đầu ra của quá trình điều khiển mờ tương tác làm giá trị điều khiển đầu vào của quá trình thực tế. Bằng cách đó làm cho giá trị đầu ra quá trình bám theo giá trị đặt được tối ưu hóa.

Ngoài ra khi AVR kết nối với máy tính hoặc sử dụng các thiết bị hiển thị, có thể hiển thị giá trị điện áp đầu ra trên máy tính hoặc trên thiết bị hiển thị để người vận hành có thể quan sát.

Để thấy rõ được ưu điểm của phương pháp điều khiển PID mờ thích nghi tương tác tự động điều chỉnh điện áp máy phát so với phương pháp điều khiển PID mờ đã biết, tiến hành các kết nối với máy tính và thực hiện thử nghiệm để so sánh. Các kết quả được thể hiện trên các Hình 8a-8d.

Dễ thấy từ các hình vẽ là các kết quả có thể đạt được dưới đây.

Đáp ứng trong quá trình có tải 240W với điện áp đặt cố định 180V: cả hai phương pháp điều khiển là điều khiển PID mờ và điều khiển PID mờ thích nghi tương tác đều khá tốt.

Tuy nhiên trong điều kiện điện áp hạ từ 180V xuống 150V, bộ điều khiển PID mờ thích nghi tương tác đáp ứng tốt hơn.

Như vậy có thể thấy rõ được ưu điểm của phương pháp điều khiển PID mờ thích nghi tương tác là đáp ứng tốt hơn trong các điều kiện làm việc khác nhau so với các phương pháp khác đã biết, chẳng hạn như điều khiển PID và điều khiển PID mờ. Kết nối bộ điều khiển AVR và máy tính

Hình 7 là sơ đồ thể hiện kết nối máy tính và bộ tự động điều chỉnh điện áp (AVR) của máy phát điện theo phương án ví dụ.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất AVR sử dụng bộ xử lý tín hiệu số STMS32F407G – DISC1. Các tác giả cũng tiến hành viết chương trình phù hợp để có thể truyền thông AVR với máy tính, và có thể điều khiển, lựa chọn thông số, và quan sát điện áp đầu ra máy phát thông qua phần mềm Matlab trên máy tính.

Ưu điểm của hệ thống này là có thể tùy chỉnh các thuật toán hoặc các luật điều khiển, cũng như các tham số khác để điều khiển điện áp đầu ra máy phát mà có thể phù hợp với các cấu hình tải khác nhau cũng như các tùy chỉnh hệ thống, nhờ vào khả năng truyền thông kết nối giữa máy tính và AVR, và có thể quan sát các giá trị điện áp ra trên máy tính.

Trên đây, sáng chế đã được mô tả chi tiết theo các phương án ưu tiên thực hiện, và có thể kèm theo các phương án thay thế hoặc tương đương hoặc các ví dụ cụ

thể, sử dụng các mô tả và thuật ngữ phù hợp để người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật này có thể hiểu và thực hiện được giải pháp theo sáng chế. Vì vậy, người có hiểu biết trung bình về lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể dễ dàng tạo ra các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương dựa vào các nội dung và phương án được mô tả. Do đó, các thay đổi, cải biến, hoặc thay thế tương đương này được coi là không nằm ngoài phạm vi của sáng chế, và phạm vi bảo hộ của sáng chế hiển nhiên là không bị giới hạn bởi các nội dung và phương án được mô tả mà được xác định trong yêu cầu bảo hộ dưới đây.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp tự động chỉnh định và giám sát sự ổn định điện áp đầu ra của máy phát, dựa trên thuật toán điều khiển PID mờ thích nghi tương tác, phương pháp bao gồm các bước:

phát hiện điện áp đầu ra máy phát điện;

tính toán các giá trị sai lệch của điện áp đầu ra máy phát so với điện áp đặt;

thực hiện tính toán các tham số điều khiển dựa trên thuật toán điều khiển PID mờ thích nghi tương tác, mà được kết hợp giữa các thuật toán điều khiển PID mờ và điều khiển mờ thích nghi tương tác, bước này bao gồm các bước cụ thể sau:

bộ điều khiển mờ thứ nhất tính toán các tham số điều khiển (K_P , K_I và K_D) cho quá trình điều khiển PID (bộ điều khiển PID) dựa trên quá trình suy luận mờ thứ nhất;

trong đó phép suy luận mờ thứ nhất của bộ điều khiển mờ thứ nhất dựa trên sai lệch giữa điện áp đặt với điện áp phản hồi (e), và giá trị tích phân của sai lệch ($\int e$);

đầu ra của bộ điều khiển PID (u_{PID}) được đưa vào mô hình tham chiếu của bộ tự động điều chỉnh điện áp AVR (mô hình lý tưởng có các quá trình giống với quá trình thực tế),

tính toán sai lệch δ giữa giá trị điện áp đầu ra thực tế và giá trị điện áp đầu ra của mô hình tham chiếu,

tính toán các giá trị chỉnh định cho bộ điều khiển PID mờ (Δu) dựa trên quá trình suy luận mờ thứ hai – quá trình suy luận mờ thích nghi tương tác dựa trên sai lệch đầu ra δ ,

trong đó phép suy luận mờ thứ hai dựa trên sai lệch đầu ra giữa giá trị đặt và mô hình tham chiếu (δ), và tốc độ thay đổi của sai lệch theo thời gian $d\delta/d(t)$;

trong đó các quy tắc suy luận mờ thứ nhất và quy tắc suy luận mờ thứ hai có tập các giá trị là các ngưỡng đặt trước được phân loại thành (dương, không, âm, lớn, trung bình, nhỏ) mà có thể được lựa chọn theo kinh nghiệm hoặc theo quá trình đo thực tế;

kết hợp giá trị đầu ra của quá trình điều khiển PID mờ, và giá trị đầu ra của quá trình suy luận mờ tương tác làm giá trị điều khiển đầu vào của quá trình thực tế (u_c), bằng cách đó làm cho giá trị đầu ra quá trình bám theo giá trị đặt được tối ưu hóa; và

giám sát điện áp đầu ra máy phát thông qua bộ hiển thị hoặc máy tính thông qua quá trình truyền thông của bộ điều khiển với máy tính.

2. Hệ thống tự động chỉnh định và giám sát sự ổn định điện áp máy phát bao gồm:

máy tính, có bộ nhớ lưu trữ các lệnh của trình điều khiển matlab và các lệnh chương trình mà khi máy tính thực thi lệnh các lệnh này, máy tính có thể truyền thông với bộ tự động điều chỉnh điện áp (AVR) của máy phát điện;

bộ tự động điều chỉnh điện áp (AVR) của máy phát điện, bao gồm vi điều khiển KIT STM32F4 DISCOVERY, mà có thể thực hiện chương trình điều khiển để điều khiển dòng điện kích từ máy phát điện, có thể nhận tín hiệu phản hồi từ đầu ra máy phát điện thông qua khối phản hồi tín hiệu, và chứa các lệnh chương trình mà khi được thực thi, AVR có thể truyền thông được với máy tính để truyền và nhận các tín hiệu với máy tính, từ đó có thể giám sát đầu ra điều khiển, và thực hiện điều chỉnh điện áp đầu ra máy phát từ máy tính thông qua AVR;

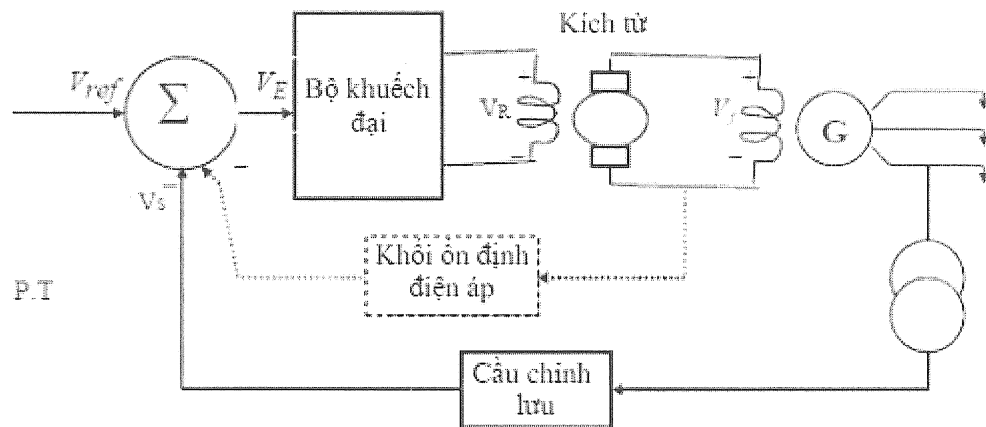
khối công suất, sử dụng các linh kiện công suất IGBT, để thực hiện điều chỉnh điện áp kích từ của máy phát;

khối phản hồi tín hiệu, để nhận hồi tín hiệu đầu ra máy phát điện, chuyển đổi tín hiệu phù hợp để đưa vào khối điều khiển, khối phản hồi có thể bao gồm một hoặc nhiều cảm biến để thực hiện đo điện áp; và

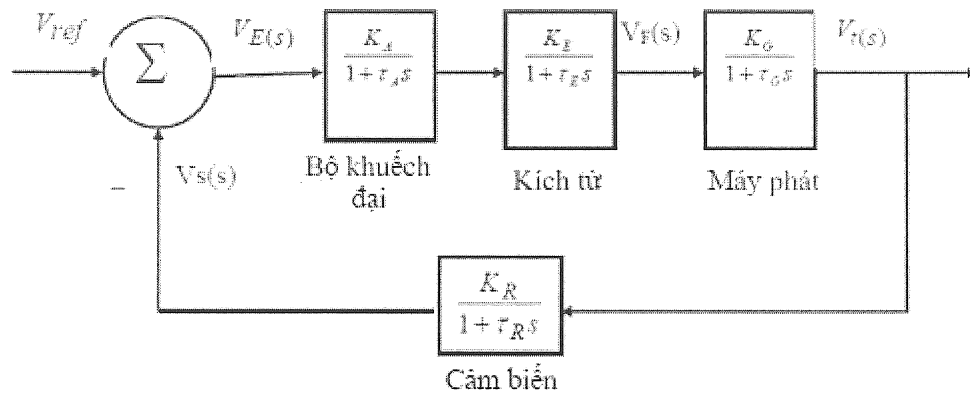
khối nguồn nuôi để cung cấp nguồn nuôi cho hệ thống;

trong đó, khi chương trình được thực thi, AVR có thể thực hiện phương pháp điều khiển theo điểm 1.

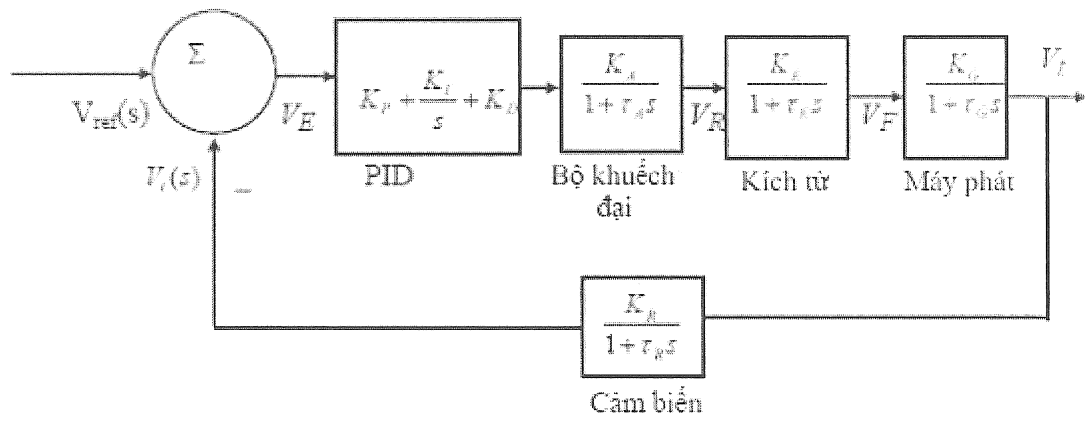
Hình 1



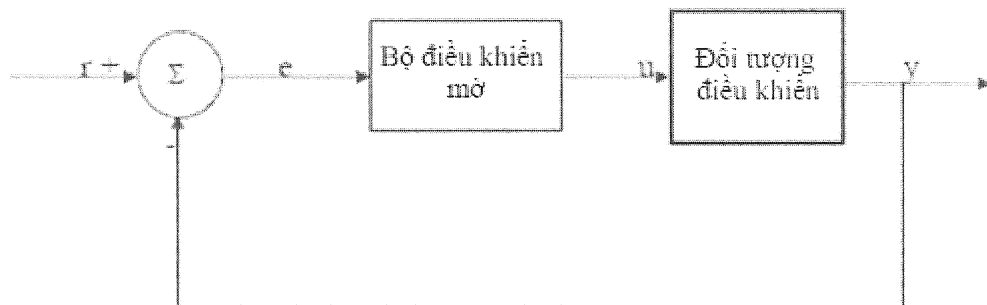
Hình 2



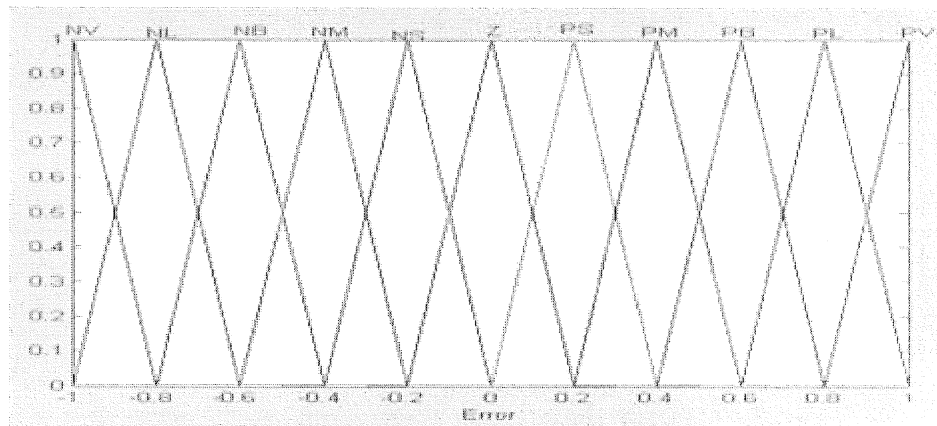
Hình 3



Hình 4

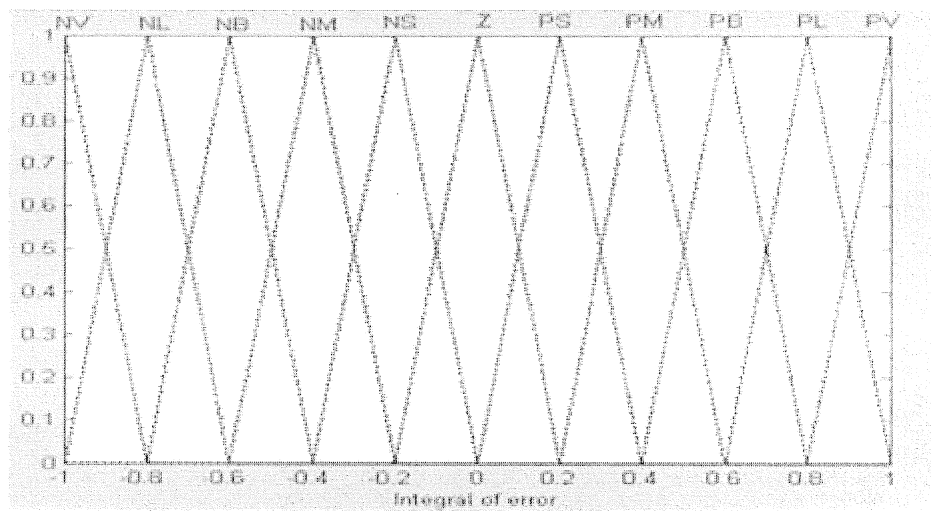


Hình 5a



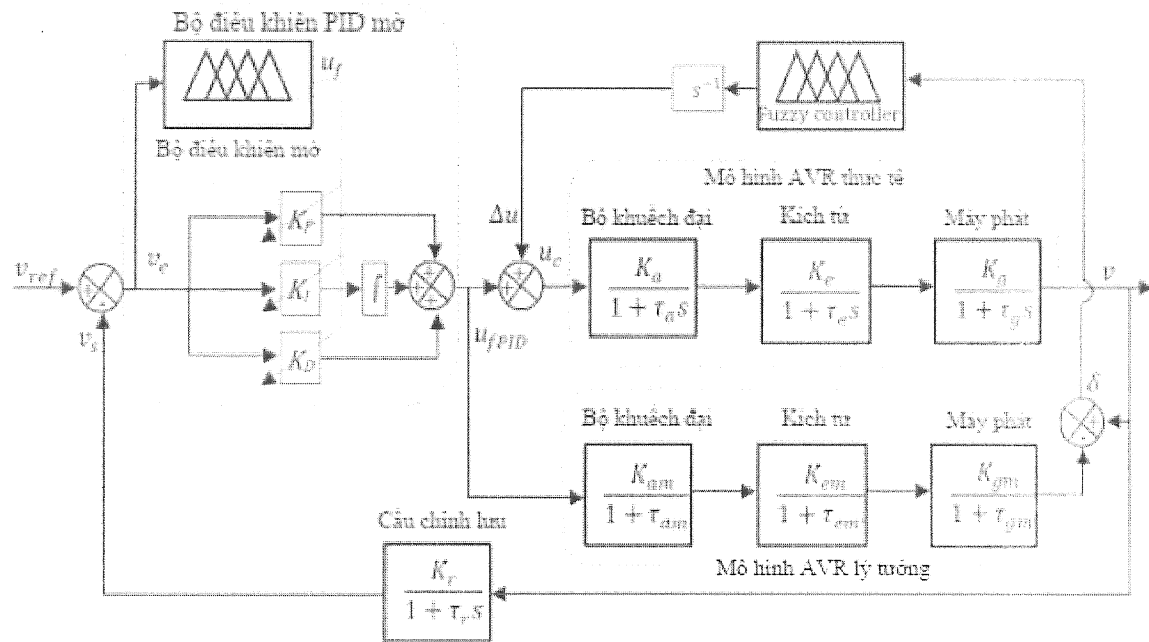
Sai số

Hình 5b

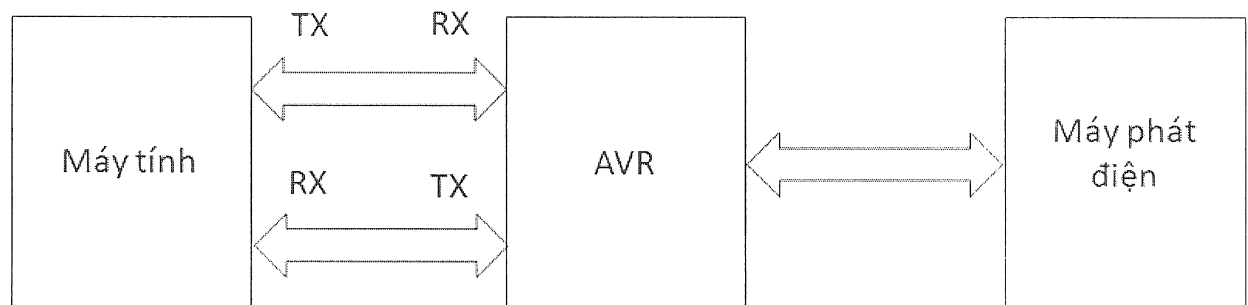


Tích phân của sai số

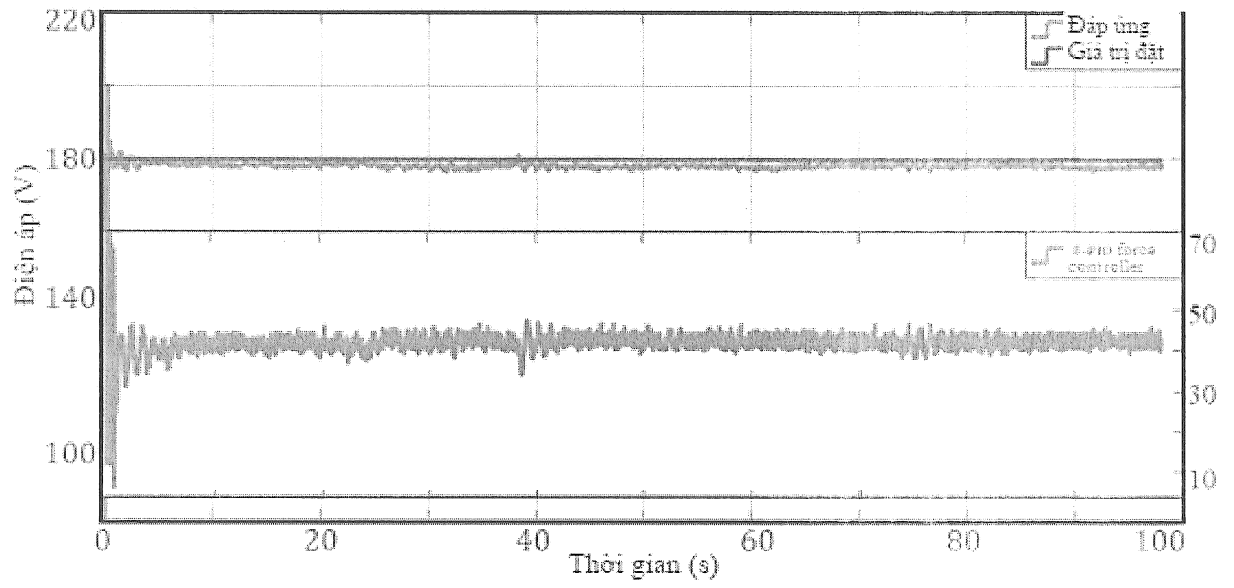
Hình 6



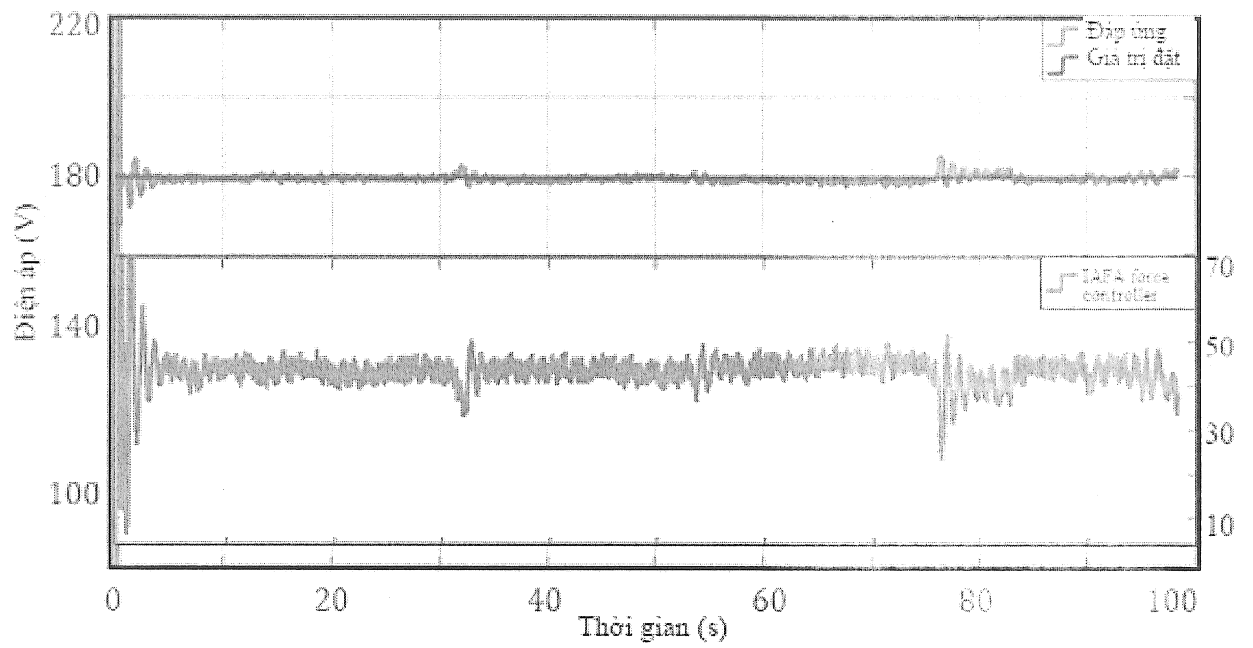
Hình 7



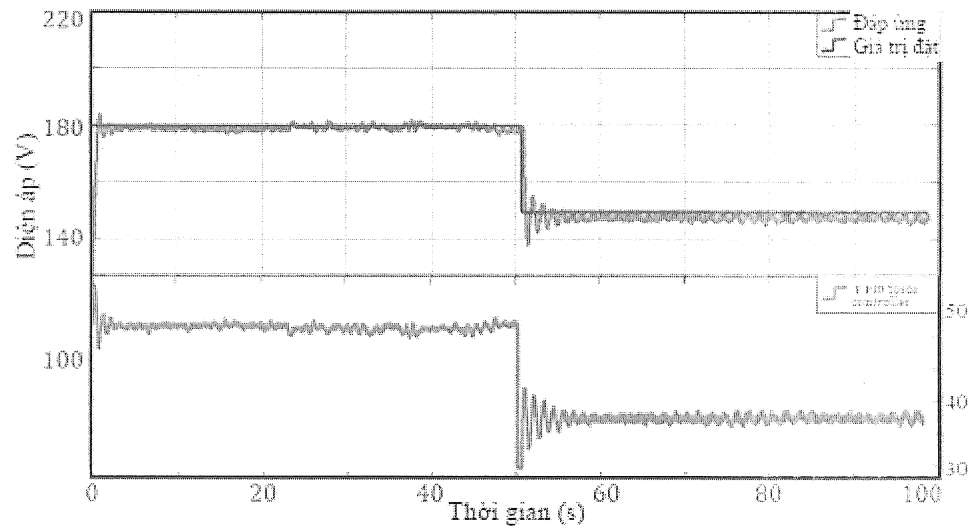
Hình 8a



Hình 8b



Hình 8c



Hình 8d

