

# ĐỀ XUẤT ĐIỀU KHIỂN DỰ PHÒNG DỰA TRÊN KẾT CHẨN ĐOÁN AN NINH ĐỘNG

## PREVENTIVE DYNAMIC SECURITY CONTROL OF POWER SYSTEMS BASED ON DYNAMIC SECURITY PREDICTION

Quyền Huy Ánh<sup>(1,a)</sup>, Nguyễn Ngọc Âu<sup>(1,b)</sup>, Mai Trần Phương<sup>(1,c)</sup>

<sup>(1)</sup>Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp. Hồ Chí Minh

<sup>(2)</sup>Học viên Cao học Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp. Hồ Chí Minh

<sup>(a)</sup> anhqh@hcmute.edu.vn, <sup>(b)</sup>ngocau@hcmute.edu.vn, <sup>(c)</sup>tranphuong0212@gmail.com

### TÓM TẮT

Bài báo này thực hiện một đề xuất điều khiển dự phòng (PDSC) dựa trên kết quả chẩn đoán an ninh động (DSP). Chẩn đoán an ninh hệ thống điện là việc đánh giá ổn định hệ thống điện dựa trên các biến đặc trưng trước sự cố, các biến này đặc trưng cho tình trạng hoạt động của hệ thống điện ở trạng thái xác lập. Bài báo áp dụng tiêu chuẩn đánh giá đơn biến dùng giải thuật Relief để đánh giá xếp hạng biến đặc trưng [1]. Phương pháp này dùng để giảm biến đầu vào dùng trong mô hình chẩn đoán an ninh hệ thống điện. Nếu trạng thái vận hành hiện tại được đánh giá không ổn định, đây là thông tin giúp đưa ra quyết định điều khiển phòng ngừa (PDSC). Bài báo áp dụng giải thuật mờ hóa đồ thị phụ tải và chia dữ liệu theo mức năng lượng để rút gọn bộ mẫu cho quá trình tìm kiếm làm việc ổn định. Kết quả kiểm tra trên sơ đồ hệ thống điện 4 máy-10 bus.

**Từ khóa:** mạng nơron nhân tạo, chẩn đoán an ninh hệ thống điện, hệ thống điện

### ABSTRACT

The paper proposes a Preventive Dynamic Security Control (PDSC) based on Dynamic Security Prediction (DSP). Dynamic Security Prediction is a systematic assessment of the stability of an electrical system based on the pre-fault characteristic variables, which characterize the operation status of the electrical system in the established state. The paper applies a unified evaluation standard using the Relief algorithm to evaluate the characteristic variable [1]. This method is used to reduce the input variable used in the system security diagnostic model. If the current operating status is assessed unstably, this is information that helps to make a Preventive Dynamic Security Control (PDSC) decision. The paper applies the fuzzy load histogram and energy divide to reduce the sample for stable job find. The study is tested on 4M-10Bus power system network.

**Keywords:** neural network, dynamic security prediction of power systems, power system

## I. GIỚI THIỆU

Ngành công nghiệp đang phát triển đã tạo sức ép lên ngành công nghiệp năng lượng phải cung cấp đủ công suất điện. Khả năng phát điện sẽ tăng theo tỷ lệ gia tăng số lượng phụ tải. Việc truyền tải công suất lớn thông qua lưới điện dẫn đến điều kiện vận hành của các đường dây truyền tải gần với giới hạn làm việc. Ngoài ra, nguồn dự trữ phát điện rất nhỏ và thường là công suất phản kháng. Vì những lý do này, các hệ thống điện trở nên dễ bị nhiễu loạn và mất điện gây thiệt hại nặng nề [2], [3]. Tính cấp thiết đã trở nên hiện hữu khi những năm gần đây, các sự

cố mất điện đã gây ảnh hưởng nghiêm trọng đến nền kinh tế ở nhiều quốc gia trên thế giới

Trong Những năm gần đây, Do khả năng học nhanh quan hệ phi tuyến vào ra của các điều kiện vận hành hệ thống điện nên mạng nơron ANN (Artificial Neural Network) là phương pháp tiếp cận đánh giá ổn định hệ thống điện được nhiều nhà nghiên cứu quan tâm. Qua nghiên cứu tài liệu, đề tài đã đi tìm hiểu, tham khảo những công trình của nhiều nhà nghiên cứu trong nước có liên quan đến ứng dụng mạng nơron đánh giá ổn định hệ thống điện [4][5][6]. Kết quả cho thấy, các tác giả tập trung nghiên cứu kỹ thuật xử lý

mẫu cho bài toán đánh giá ổn định động dựa vào biến đặc trưng sự cố [1]. Tuy nhiên an ninh hệ thống điện có thể được chẩn đoán sớm trước khi sự cố xảy ra dựa trên các biến đặc trưng của trạng thái xác lập hệ thống điện [1]. Khi đó, một điều khiển phòng ngừa sẽ giúp bảo vệ hệ thống điện trước những yếu tố bất ngờ. Vì vậy, nếu cùng lúc kết hợp quá trình chẩn đoán an ninh và đánh giá ổn định hệ thống điện thì hệ thống điện sẽ được bảo vệ tốt hơn trước những yếu tố nguy hiểm. Nghiên cứu được thực hiện trên hệ thống điện 4 máy – 10 bus sử dụng phần mềm mô phỏng và tính toán Matlab R2014a.

## II. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

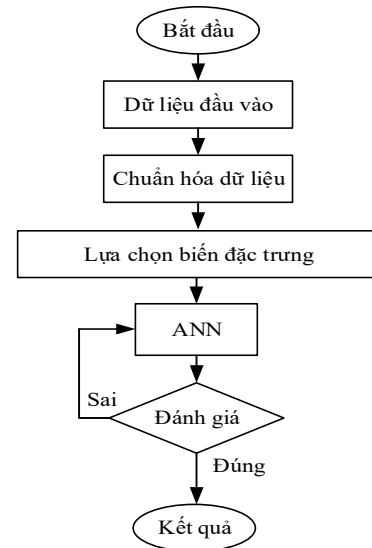
### 1. Mạng nơron nhân tạo

Mạng nơron nhân tạo học quan hệ dữ liệu đầu vào và đầu ra để đánh giá trạng thái hệ thống điện. Dữ liệu đầu vào là các biến đặc trưng trên hệ thống và đại diện cho các chế độ quá độ hệ thống điện bao gồm độ thay đổi công suất phát, độ thay đổi công suất tải, độ sụt điện áp tại các bus, độ thay đổi công suất phân bố trên các đường dây truyền tải. Dữ liệu đầu vào được phân loại thành hai trạng thái ổn định/không ổn định dựa trên quan sát mối quan hệ giữa các góc công suất của các máy phát điện trên hệ thống điện. Dữ liệu đầu ra đại diện cho một trong hai trạng thái của hệ thống là ổn định hoặc không ổn định.

### 2. Xây dựng DSP

Quy trình xây dựng DSP dựa trên kỹ thuật chia dữ liệu và mô hình của mạng nơron đơn, sau đó thêm vào bước chia dữ liệu. DSP được thực hiện cụ thể các bước ở Hình 1. Quy trình đó được tóm lược như sau:

- Bước 1: Tạo cơ sở dữ liệu ổn định động.
- Bước 2: Chọn biến đặc trưng.
- Bước 3: Chia dữ liệu
- Bước 4: Huấn luyện ANN.
- Bước 5: Đánh giá độ chính xác nhận dạng của ANN.



**Hình 1:** Quy trình chẩn đoán an ninh hệ thống điện

#### 2.1. Dữ liệu đầu vào

Dữ liệu đầu vào phải bao quát các chế độ trên hệ thống và đại diện cho các chế độ quá độ hệ thống điện. Dữ liệu được phân loại thành hai trạng thái ổn định/không ổn định dựa trên quan sát mối quan hệ giữa các góc công suất của các máy phát điện trên hệ thống điện. Hệ thống điện ổn định nếu bất kỳ góc công suất tương đối của máy phát thứ  $i$   $\delta_i$  so với máy phát thứ  $j$   $\delta_j$  không vượt quá  $180^\circ$ . Ngược lại, nếu góc công suất tương đối vượt quá  $180^\circ$  thì hệ thống mất ổn định.

Tiêu chuẩn để đánh giá ổn định là:

$$\begin{cases} \text{Nếu: } \Delta\delta_{ij} \leq 180^\circ & \text{ổn định} \\ \text{Nếu: } \Delta\delta_{ij} > 180^\circ & \text{không ổn định} \end{cases} \quad (1)$$

Những trạng thái đặc trưng cho trạng thái vận hành của hệ thống được gọi là mẫu, mỗi mẫu dữ liệu được biểu diễn dưới dạng vector bao gồm một số biến đặc trưng được biểu diễn như sau [5]:

$$X = [V_{bus}, P_{load}, P_{flow}]$$

Dữ liệu đầu vào sẽ được đưa về một dạng chuẩn được quy định trước, được thực hiện theo công thức:

$$z_j = \frac{x_j - m_j}{\sigma_j} \quad (2)$$

Với:  $x_i$ ,  $z_i$  là giá trị ban đầu và giá trị chuẩn hóa của biến đặc trưng thứ  $i$ ,  $m_i$  là giá trị trung bình của dữ liệu,  $\sigma_i$  phương sai chuẩn của dữ liệu.

## 2.2. Lựa chọn biến đặc trưng

Lựa chọn biến đặc trưng để loại bỏ những biến không thích hợp và/hoặc những biến thừa mà không làm ảnh hưởng đến hiệu suất học.

Lựa chọn biến đặc trưng có những ý nghĩa rất lớn sau đây:

- Giảm số cảm biến đo lường thu thập số liệu;
- Giảm thời gian tính toán;
- Nâng cao độ chính xác.

Có nhiều phương pháp lựa chọn biến đặc trưng như: hàm khoảng cách Fisher, hàm khoảng cách Divergence, giải thuật Relief, ... Bài báo áp dụng giải thuật chọn biến Relief [6].

## 2.3. Chia dữ liệu

Để việc huấn luyện và kiểm tra mô hình chẩn đoán khách quan và tổng quát, tập dữ liệu huấn luyện được chia ngẫu nhiên thành tập dữ liệu huấn luyện (75%), kiểm tra (25%).

## 2.4. Huấn luyện

Đề tài áp dụng MLPNN 3 lớp với 1 lớp ngõ vào, 1 lớp ẩn và 1 lớp ngõ ra. Giải thuật học và cập nhật trọng số được chọn là thuật toán Levenberg-Marquardt. Hàm kích hoạt lớp ẩn và lớp ngõ ra là hàm tansig và purelin. Trong Matlab, code hàm mạng newff được gọi theo cú pháp sau:  $net = newff(p,t,n);$

Trong đó:  $p$  là vectơ dữ liệu ngõ vào,  $t$  là ngõ ra mục tiêu,  $n$  là số neuron trong lớp ẩn.

Kết quả tính toán ngõ ra của bộ phân loại MLPNN là số lẻ nên có sai số với giá trị nhị phân của đầu ra  $y$  đã gán nhãn. Để quyết định ngõ ra của bộ phân loại MLPNN, bài báo đề áp dụng luật số lớn để quyết định ngõ ra của bộ phân loại: Nếu mã hóa ngõ ra  $\{1\}$  là ổn định, và  $\{0\}$  là không ổn định thì:

$$\begin{cases} \text{Nếu } y > 0.5 \rightarrow y = 1 & \text{Ổn định} \\ \text{Nếu } y \leq 0.5 \rightarrow y = 0 & \text{Không ổn định} \end{cases} \quad (3)$$

## 2.5. Đánh giá độ chính xác nhận dạng

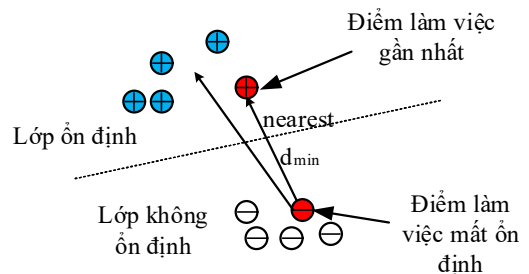
Phần trăm độ chính xác nhận dạng của mô hình trong huấn luyện hoặc kiểm tra được tính trung bình trong  $k$  lần thực hiện. Độ chính xác nhận dạng của mô hình được đánh giá theo tỷ lệ phần trăm huấn luyện đúng hoặc kiểm tra đúng và được xác định theo công thức (4).

$$\% \text{Correct Classification} = \frac{R}{S} \times 100\% \quad (4)$$

Trong đó:  $R$  là tổng số mẫu đúng,  $S$  là tổng số mẫu.

## 3. Đề xuất điều khiển dự phòng (PDSC)

Không gian làm việc của hệ thống điện là tập hợp các điểm làm việc ổn định và không ổn định. Các điểm làm việc này được chia thành hai vùng được minh họa như Hình 2. Trong đó ký hiệu  $\oplus$  tượng trưng cho các điểm làm việc ổn định, ký hiệu  $\ominus$  tượng trưng cho các điểm làm việc mất ổn định. Khi không gian làm việc của hệ thống điện rơi vào vùng ổn định, nếu có sự cố xảy ra hệ thống vẫn duy trì được trạng thái ổn định. Ngược lại ở điểm làm việc mất ổn định, nếu sự cố xảy ra sẽ gây mất ổn định HTĐ. Qua quan sát nhận thấy khi không gian làm việc của HTĐ rơi vào điểm mất ổn định, có thể điều khiển dịch chuyển không gian làm việc của hệ thống điện về vùng ổn định sẽ đảm bảo an toàn cho HTĐ nếu sự cố xảy ra. Việc điều khiển điểm làm việc về vùng ổn định có thể dựa vào bộ dữ liệu ổn định được lưu trữ. Ứng với mẫu lưu trữ thì kịch bản điểm làm việc ổn định đã được định sẵn, cho nên việc thực thi được nhanh chóng. Quá trình dịch chuyển được thực hiện bằng cách tìm điểm làm việc ổn định có khoảng cách Euclide ngắn nhất tới điểm mất ổn định.



**Hình 2:** Minh họa điểm làm việc ổn định gần nhất.

### 3.1 Giới hạn vùng tính toán

Giải thuật mờ hóa đồ thị phụ tải được sử dụng để giới hạn vùng tính toán tìm điểm làm việc ổn định trong vùng mẫu có cùng mức công suất phát với điểm mất ổn định.

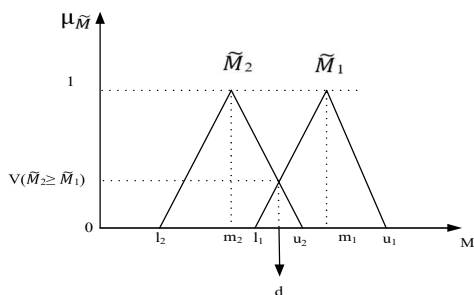
Fuzzy logic được phát triển từ lý thuyết tập mờ để thực hiện lập luận một cách xấp xỉ thay vì lập luận chính xác theo logic vị từ cổ điển. Logic mờ có thể được coi là mặt ứng dụng của lý thuyết tập mờ để xử lý các giá trị trong thế giới thực cho các bài toán phức tạp. Hàm thành viên  $\tilde{M}(x): R \rightarrow [0,1]$  của tam giác số mờ hóa  $\tilde{M}=(l,m,u)$  xác định trên  $R$  thì:

$$\tilde{M}(x) = \begin{cases} \frac{x-l}{m-l} & \text{if } x \in [l, m] \\ \frac{m-x}{m-u} & \text{if } x \in [m, u] \\ 0, & \text{trường hợp khác} \end{cases} \quad (5)$$

Ở đây:  $l$  và  $m$  là giá trị tốt nhất của các số mờ  $M$ ,  $l$  và  $u$  là giá trị biên dưới và biên trên tương ứng. Theo nguyên lý mở rộng Zadeh's cho hai tam giác số mờ hóa

$$\tilde{M}_1=(l_1,m_1,u_1) \text{ và}$$

$$\tilde{M}_2=(l_2,m_2,u_2) \text{ (} l_1 \text{ và } l_2 \geq 0 \text{)}$$



**Hình 3:** Mô hình cạnh tranh giữa  $\tilde{M}_1, \tilde{M}_2$

### 3.2 Tìm mẫu đại diện cho chiến lược PDSC

Dựa vào mờ hóa đồ thị phụ tải, bài toán tìm điểm làm việc ổn định đã được giới hạn trong vùng mẫu có mức công suất tương ứng với vùng điểm làm việc mất ổn định ban đầu. Tuy nhiên, số lượng mẫu ổn định tương ứng từng mức công suất vẫn còn lớn nên việc tìm điểm làm việc ổn định gặp phải hai khó khăn sau đây: Thứ nhất khối lượng tính toán lớn làm tốn nhiều thời gian, điều này dẫn đến chậm trễ khi đưa ra quyết định điều khiển (PDSC). Thứ hai với khối lượng tập mẫu lớn đòi hỏi nhiều dung lượng lưu trữ dữ liệu. Để giải quyết hai vấn đề trên,

phương án rút gọn mẫu được đề xuất. Trong đề tài này người thực hiện sử dụng phương pháp năng lượng mẫu để chia dữ liệu thành các nhóm.

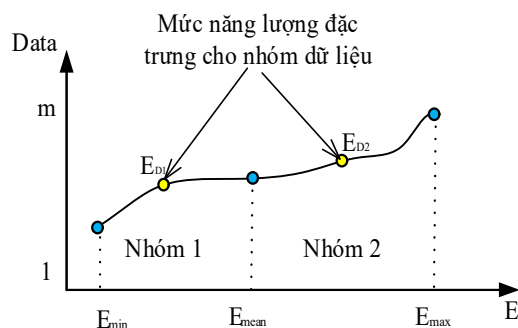
Việc chia nhóm dữ liệu nhằm mục đích chia một bộ dữ liệu đầu vào có kích cỡ lớn thành nhiều nhóm dữ liệu con nhỏ hơn. Các nhóm dữ liệu con sẽ chứa các mẫu có mức năng lượng gần nhau. Các mẫu thuộc về nhóm dữ liệu này thì sẽ không thuộc nhóm dữ liệu khác, vì mỗi một mẫu chỉ có duy nhất một mức năng lượng [4]. Một mẫu đầu vào thứ “ $i$ ” được biểu diễn như một điểm trong không gian đa chiều:

$$x_i = [x_1, x_2, \dots, x_n]$$

Ở đây:  $x_1, x_2, \dots, x_n$  là giá trị đại diện cho các biến trên hệ thống điện như: ( $V_{bus}, P_{load}, P_G, P_{flow}$ ). Thì năng lượng của mẫu  $E_i$  được tính toán theo biểu thức sau:

$$E_i = x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2 \quad (6)$$

Sau khi mức năng lượng cho từng mẫu được tính toán, các mẫu có mức năng lượng gần nhau được xếp chung một nhóm. Trong mỗi nhóm, cần xác định một mẫu làm đại diện cho nhóm. Mẫu đại diện là tâm nhóm hay mẫu có mức năng lượng trung bình của nhóm. Ví dụ trong Hình 4, bộ dữ liệu ‘ $m$ ’ mẫu được chia thành 2 nhóm, mức năng lượng trung bình cho 2 nhóm là  $E_{D1}$  và  $E_{D2}$ . Vì thế, bộ dữ liệu ‘ $m$ ’ mẫu được giảm còn 2 mẫu có mức năng lượng là  $E_{D1}$  và  $E_{D2}$ .



**Hình 4:** Chia dữ liệu theo mức năng lượng

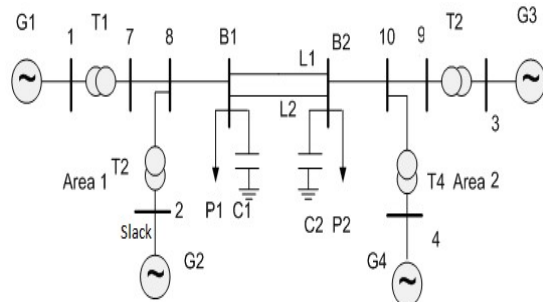
Bộ mẫu được chia theo mức năng lượng nên việc tìm điểm làm việc ổn định cũng sẽ dựa trên mức năng lượng của dữ liệu. Cụ thể, nếu điểm làm việc mất ổn định có mức năng

nằm trong nhóm này thì điểm làm việc của HTĐ sẽ được dịch chuyển về mẫu có mức năng đại diện trong nhóm đó.

### III. KẾT QUẢ - THẢO LUẬN

#### 1. Dữ liệu đầu vào

Bài báo tiến hành kiểm tra độ chính xác của mô hình trên hệ thống điện 4 máy – 10 bus. Hệ thống gồm 4 máy phát, 4 máy biến áp, 6 đường dây truyền tải và 2 tải. Bốn máy phát được kết nối từ bus 1 đến bus 4 trong đó bus 2 được coi là bus Slack, 3 bus máy phát còn lại là bus PV, 6 bus không kết nối máy phát là bus PQ. Hệ thống có 2 cấp điện áp khác nhau là 230kV và 20kV. Hệ thống được cho như ở Hình 5.



**Hình 5:** Mô hình hệ thống điện 4-máy 10-bus

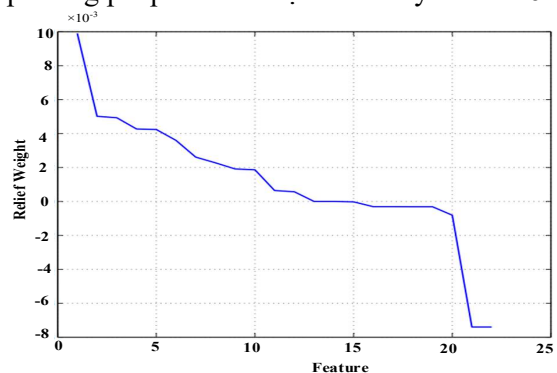
Dữ liệu được tạo ra thông qua mô phỏng offline trên phần mềm Matlab, xét sự cố ngắn mạch 3 pha cân bằng tại đường dây liên vùng với các mức tải 90%, 100%, 110% tải cơ bản, với thời gian cắt ngắn mạch cài đặt là 3 chu kỳ sau ngắn mạch. Kết quả thu được tập mẫu dữ liệu gồm 3200 mẫu, trong đó có 1845 mẫu ổn định và 1394 mẫu không ổn định, Data(2400,800). Dữ liệu được chuẩn hóa về dạng chuẩn áp dụng theo công thức (2)

#### 2. Lựa chọn biến đặc trưng

Biến được biểu diễn dưới dạng vector  $x=[V_{bus}, P_{load}, P_{flow}]$ . Tổng số biến đầu vào là 22 biến bao gồm 10 biến điện áp tại các bus, 2 biến công suất tác dụng phụ tải, 4 biến công suất tác dụng phát và 6 biến công suất tác dụng phân bố trên đường dây truyền tải

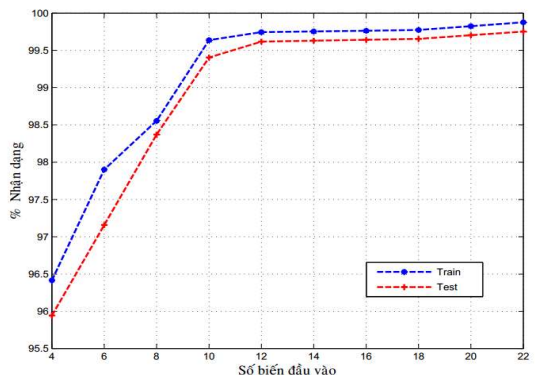
Sau khi đã xếp hạng biến ổn định động đặc trưng sử dụng giải thuật Relief nhờ kết quả huấn luyện ANN với sự hỗ trợ của phần mềm Matlab.

Bài báo thực hiện chọn biến đặc trưng như trong [3] và kết quả tính toán xếp hạng biến của phương pháp Relief được trình bày ở Hình 6.



**Hình 6:** Xếp hạng biến theo trọng số Relief

Thực nghiệm thử sai huấn luyện nhiều lần với tập con biến khác nhau để tìm kết quả tốt nhất. Phần trăm độ chính xác chẩn đoán của mô hình trong huấn luyện hoặc kiểm tra được tính trung bình trong 10 lần thực hiện. Tỷ lệ huấn luyện đúng hoặc kiểm tra đúng được xác định theo công thức (4). Độ chính xác chẩn đoán với số biến khác nhau được thể hiện ở Hình 7.



**Hình 7:** Kết quả đánh giá Train, Test với tập con biến khác nhau cho DSP

**Bảng 1:** Kết quả đánh giá với tập con biến đầu vào là 10 và 22 (DSP).

Số biến	10	22
Train (%)	99.6	99.8
Test (%)	99.4	99.7

Dựa vào kết quả ở Bảng 1 và Hình 7, với số biến đầu vào là 10 cho ra kết quả độ chính xác kiểm tra đạt 99.4%. Kết quả này cho thấy số biến được giảm 54% trong khi đó độ chính xác chỉ giảm 0.3%. Vì thế đề tài chọn hệ thống nhận

dạng MLPNN với số biến đặc trưng là 10 nhờ giải thuật chọn biến Relief.

### 3. Mô hình điều khiển (PDSC)

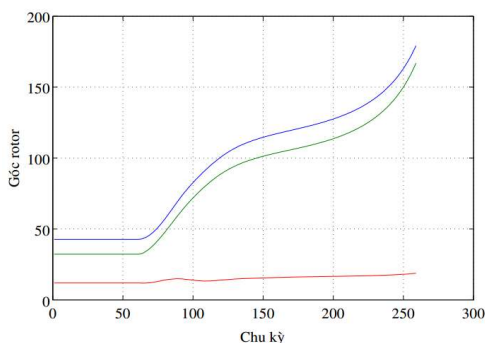
#### 3.1. Điều khiển phòng ngừa với bộ mẫu ban đầu

Các vùng ổn định / không ổn định được đại diện bởi các mẫu tương ứng thể hiện như Hình 8. Ứng với mỗi vùng làm việc, các mẫu được gán địa chỉ và lưu trữ vào bộ nhớ như Hình 8.

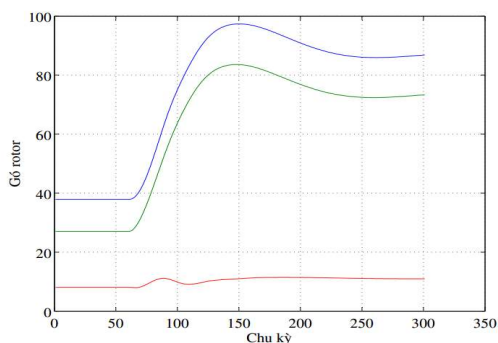


**Hình 8:** Biểu diễn bảng lưu trữ dữ liệu

Nhằm thuận tiện cho việc đánh giá mô hình điều khiển phòng ngừa, người thực hiện đề tài chọn ra một điểm vận hành mất ổn định. Vị trí điểm vận hành trong bộ nhớ là UU737 có tổ hợp công suất phát cấp cho phụ tải ở 100% tải định mức. Kết quả chạy mô phỏng điểm làm việc mất ổn định khi có sự cố xảy ra tại vị trí 75% L1,L2 được thể hiện như Hình 9.



**Hình 9:** Các đường cong góc quay Rotor khi mất ổn định gây ra.



**Hình 10:** Đường cong góc quay Rotor điểm làm việc tìm được khi có sự cố

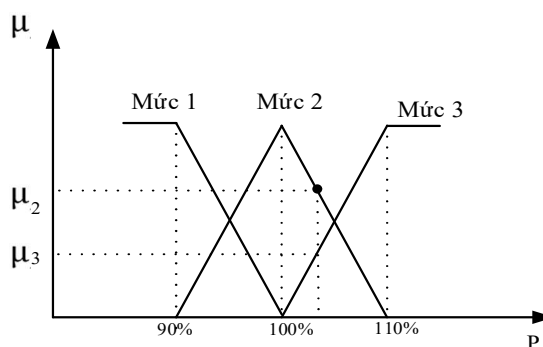
Để tránh nguy cơ mất ổn định, chiến lược điều khiển PDSC được thực hiện. Điểm việc ổn định gần nhất được tính toán có vị trí trong bộ nhớ là SS887. Kết quả mô phỏng điểm làm việc này khi sự cố xảy ra được thể hiện ở Hình 5.6.

Hình 9, 10 cho thấy chiến lược điều khiển PDSC đã phát huy được hiệu quả, đảm bảo cho HTĐ duy trì được ổn định khi gặp sự cố.

#### 3.2 Giới hạn vùng làm việc

Để đơn giản trong tính toán và điều khiển như đã trình bày trong mục 3.1, thực hiện mờ hóa đồ thị phụ tải như trình bày ở Hình 11. Trong đó bộ mẫu được tách làm 3 nhóm, mỗi nhóm có mức công suất dao động trong khoảng  $\pm 5\%$  tải cơ bản. Kết quả mờ hóa đồ thị phụ tải được trình bày trong Bảng 2.

Giả sử phụ tải đang vận hành ở mức 103% tải cơ bản, kết quả cho thấy  $\mu_2 > \mu_3$  do đó mức tải 2 được lựa chọn. Kết quả mờ hóa bộ mẫu ổn định 1845 mẫu được chia thành 3 mức được trình bày trong Bảng 2.



**Hình 11:** Mờ hóa đồ thị phụ tải

**Bảng 2** Kết quả tính toán mờ hóa đồ thị

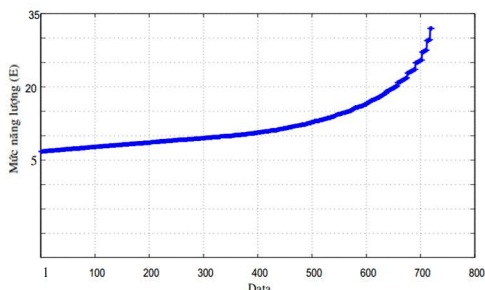
phụ tải

Giá trị % tải	Mức tải	Số mẫu
85%- 95%	Mức 1 (90%)	720
95%-105%	Mức 2 (100%)	666
105% - 115%	Mức 3 (110%)	459

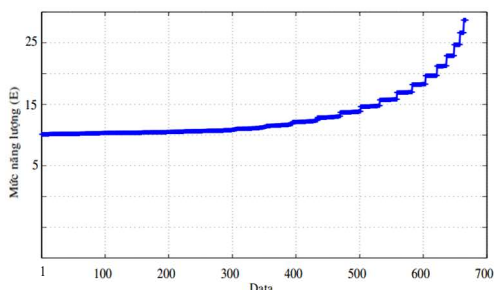
#### 3.3 Tìm mẫu đại diện cho chiến lược PDSC

Nhằm giảm khối lượng tính toán, đề tài sử dụng phương pháp năng lượng mẫu để chia dữ liệu thành các nhóm. Áp dụng hàm năng lượng

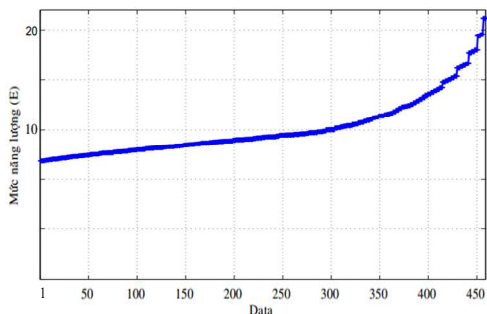
cho từng mức tải, năng lượng của tập dữ liệu được trình bày ở đồ thị Hình 5.8, 5.9, 5.10.



**Hình 12:** Phân bố mức năng lượng của dữ liệu ổn định Mức tải 1



**Hình 13:** Phân bố mức năng lượng của dữ liệu ổn định Mức tải 2



**Hình 14:** Phân bố mức năng lượng của dữ liệu ổn định Mức tải 3

Công suất ở mỗi mức tải sau mờ hóa đồ thị phụ tải dao động trong khoảng  $\pm 5\%$  giá trị mức tải. Dựa vào yếu tố này người thực hiện đề tài chia bộ dữ liệu ra thành hai nhóm: Nhóm 1 ( $E_{\min} \leq E_x \leq E_{\text{mean}}$ ), Nhóm 2 ( $E_{\text{mean}} < E_x \leq E_{\max}$ ). Mẫu đại diện cho nhóm dữ liệu phải là mẫu có mức công suất phát lớn đủ bao phủ cho các trường hợp điều khiển. Chính vì thế mẫu đại diện cho nhóm dữ liệu sẽ là mẫu có mức năng lượng cao của nhóm dữ liệu. Cụ thể kết quả chia nhóm và chọn mẫu đại diện được trình bày trong Bảng 3.

**Bảng 3:** Nhóm dữ liệu trên từng mức tải

Mức tải		Mức năng lượng	Số mẫu	Mức năng lượng của mẫu đại diện	
Mức tải 1 (90%)	Nhóm 1	$6.76 \leq E_i \leq 19.4$	645	19.4	$M_{S1}$
	Nhóm 2	$19.4 < E_i \leq 31.9$	75	31.9	$M_{S2}$
Mức tải 2 (100%)	Nhóm 3	$5.5 \leq E_i \leq 14.4$	604	14.4	$M_{S3}$
	Nhóm 4	$14.4 < E_i \leq 23.7$	62	23.7	$M_{S4}$
Mức tải 3 (110%)	Nhóm 5	$6.9 \leq E_i \leq 14.0$	412	14.0	$M_{S5}$
	Nhóm 6	$14.0 < E_i \leq 21.1$	47	21.1	$M_{S6}$

Sau quá trình mờ hóa đồ thị phụ tải và tìm mẫu đại diện cho chiến lược điều khiển PDSC, kết quả bộ mẫu ổn định SS(1845) được thu gọn còn 6 mẫu đại diện cho kịch bản điều khiển.

Để thuận tiện cho việc đánh giá chiến lược điều khiển PDSC, tương ứng với mỗi mức tải người thực hiện đề tài chọn ra ba mẫu không ổn định có các mức năng lượng max, mean, min. Mức năng lượng của các mẫu được trình bày trong Bảng 4.

**Bảng 4:** Mẫu không ổn định ở 3 Mức tải

Mức tải	Mức năng lượng	
Mức tải 1 (90%)	$M1_{\max}$	29.2
	$M1_{\text{mean}}$	15.22
	$M1_{\min}$	6.63
Mức tải 2 (100%)	$M2_{\max}$	22.62
	$M2_{\text{mean}}$	13.21
	$M2_{\min}$	5.1
Mức tải 3 (110%)	$M3_{\max}$	20.91
	$M3_{\text{mean}}$	13.56
	$M3_{\min}$	6.81

Tiến hành kiểm tra mô hình điều khiển phòng ngừa bằng 9 dữ liệu không ổn định (Bảng

4) trên cơ sở dữ liệu được điều khiển là 6 mô hình ổn định (Bảng 3). Kết quả điều khiển được thể hiện trong Bảng 5

**Bảng 5:** Kết quả điều khiển phòng ngừa

Trước điều khiển		Sau điều khiển	
Điểm làm việc mất ổn định	Tổng công suất tác dụng phát(MW)	Điểm làm việc dịch chuyển về	Tổng công suất tác dụng phát (MW)
M1 <sub>min</sub>	2546	M <sub>S1</sub>	2550
M1 <sub>mean</sub>	2571	M <sub>S1</sub>	2575
M1 <sub>max</sub>	2600	M <sub>S2</sub>	2630
M2 <sub>min</sub>	2656	M <sub>S3</sub>	2661
M2 <sub>mean</sub>	2784	M <sub>S3</sub>	2793
M2 <sub>max</sub>	2823	M <sub>S4</sub>	2830
M3 <sub>min</sub>	2868	M <sub>S5</sub>	2890
M3 <sub>mean</sub>	2946	M <sub>S5</sub>	2953
M3 <sub>max</sub>	2970	M <sub>S6</sub>	3018

#### 4. Thảo luận

#### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Y. Xu, “Feature selection for intelligent stability assessment of power systems,” *2012 IEEE Power Energy Soc. Gen. Meet.*, pp. 1–7, 2012.
- [2] Y. V. Makarov, V. I. Reshetov, V. A. Stroeve, and N. I. Voropai, “Blackout prevention in the United States, Europe, and Russia,” *Proc. IEEE*, vol. 93, no. 11, pp. 1942–1954, 2005.
- [3] N. D. Hatziaargyriou *et al.*, “Causes of the 2003 Major Grid Blackouts in North America and Europe , and Recommended Means to Improve System Dynamic Performance Causes of the 2003 Major Grid Blackouts in North America and Europe , and Recommended Means to Improve System Dynamic Perform,” vol. 20, no. February 2016, pp. 1922–1928, 2005.
- [4] Nguyễn Thái Bình, “Luận văn Thạc sĩ: Mạng noron song song đánh giá ổn định động hệ thống điện,” *Trường đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TP.Hồ Chí Minh*, 2017.
- [5] Võ Thành AN, “Luận văn Thạc sĩ: Nghiên cứu các phương pháp nhận dạng ổn định hệ thống điện,” *Trường đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TP.Hồ Chí Minh*, 2016.
- [6] Phan Viết Thịnh, “Luận văn Thạc sĩ: Phân tích và Điều khiển Ổn định hệ thống điện,” *Trường đại học Sư Phạm Kỹ Thuật TP.Hồ Chí Minh*, p. 201, 2015.

**Thông tin liên hệ tác giả chính (người chịu trách nhiệm bài viết):**

**Họ tên:** Mai Trần Phương  
**Đơn vị:** Học viên Cao học Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật Tp. Hồ Chí Minh  
**Điện thoại:** 0907. 852. 369  
**Email:** tranphuong0212@gmail.com

**XÁC NHẬN CỦA GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN**

Thông qua đánh giá tính ổn định HTĐ sau khi điều khiển PDSC ở Bảng 5 cho thấy mức công suất phát sau khi điều khiển PDSC đủ đảm bảo cung cấp cho nhu cầu phụ tải. Đồng thời khối lượng tính toán được giảm xuống 300 lần so với không giảm mẫu..

#### IV. KẾT LUẬN

Bài báo nghiên cứu đề xuất quy trình chẩn đoán an ninh động và đưa ra được đề xuất điều khiển phòng ngừa. Kiểm chứng hiệu quả của mô hình trên hệ thống điện 4 máy – 10 bus bằng mô hình đề xuất. Kết quả mạng MLPNN được dùng cho mô hình chẩn đoán an ninh động với số biến đầu vào được chọn là 10 nhờ vào giải thuật Relief. Ngoài ra, chiến lược điều khiển phòng ngừa (PDSC) cũng được trình bày. Với phương pháp mờ hóa đồ thị phụ tải và chia dữ liệu theo mức năng lượng đã giúp rút gọn bộ mẫu ổn định.



# 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!