

Bù sai số cho cảm biến ZMPT101B gây ra bởi các yếu tố ảnh hưởng trong đo lường cảm biến sử dụng mạng nơ ron nhân tạo hiệu chỉnh

Trần Đức Anh*, Trần Thị Hồng Phượng**, Nguyễn Văn Thọ**

*KS, **ThS. Trường Cao đẳng Nghề An Giang

Received: 27/6/2024; Accepted: 2/7/2024; Published: 6/7/2024

Abstract: Conversion of measurement values often has subjective or objective errors, caused by influencing factors other than standard conditions or conversion operations in programming... These errors are called errors. number caused by influencing factors. Eliminating these errors is the task of measurement techniques in data collection and monitoring systems. Currently, artificial neural networks are one of the modern methods to solve problems with uncertain objects. In this study, artificial neural networks are used to eliminate errors in measurement sensors, caused by factors that directly affect the results.

Keywords: Voltage sensor, sensor calibration, load monitoring, power measurement, artificial neural network.

1. Giới thiệu

Điện áp và dòng điện là các đại lượng cơ bản của hệ thống điện; do đó các phép đo chính xác của chúng rất quan trọng trong việc giám sát tải điện. Giám sát tải chính xác là cần thiết để hỗ trợ quản lý năng lượng, một trong những yếu tố quan trọng nhất đảm bảo tính bền vững trong hệ thống điện, tất nhiên bằng cách loại bỏ lãng phí năng lượng và các hoạt động không mong muốn [1-3]. Mặt khác, thế giới đang trở nên tự động hóa hơn và linh hoạt hơn trong việc sử dụng năng lượng, do đó tầm quan trọng của việc có các phép đo chính xác về đại lượng điện cần được quan tâm nhiều hơn.

Hiệu quả năng lượng trong sử dụng điện thông qua đo lường và giám sát chính xác là cần thiết để xây dựng giám sát trong tương lai của hệ thống điện [4, 5]. Hiệu chuẩn cảm biến là một trong những khía cạnh quan trọng nhất của giám sát năng lượng. Việc đo lường, điều khiển và quản lý thiết bị điện đều phụ thuộc vào cảm biến chính xác và đáng tin cậy.

Hơn nữa, điện áp và dòng điện là những đại lượng cơ bản mà từ đó tất cả các đại lượng điện khác được xác định. Nhưng đối với cảm biến điện áp ZMPT101B, người dùng phải cung cấp cài đặt thông qua chiết áp hiệu chỉnh. Cách dễ nhất để thực hiện hiệu chuẩn cảm biến là áp dụng đa thức hiệu chỉnh cho đầu ra của cảm biến để phục vụ cho độ méo trong hệ thống [6].

Cảm biến ZMPT101B hoạt động dựa trên điện trường cảm ứng từ cuộn dây. Hơn nữa, việc phân tích

trong nghiên cứu này chỉ giới hạn huấn luyện mạng nơ ron nhân tạo dùng để hiệu chỉnh nhằm giảm sai số trong kết quả đo.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Tổng quan về đo điện áp

Công nghệ cảm biến đã đạt đến trình độ tiên tiến mà một số phép đo trước đây không thể (trực tiếp) giờ đây có thể thực hiện được và dễ dàng nhờ sự sẵn có của cảm biến và đầu dò. Hiệu chuẩn cảm biến là một trong những khía cạnh quan trọng nhất của tất cả các phép đo. Công việc nghiên cứu hiệu chuẩn cảm biến đã được thực hiện bởi một số nhà nghiên cứu [6-11]. Ramos PM và cộng sự [6] trình bày một phương pháp hiệu chỉnh các cảm biến hiệu ứng Hall dòng điện và điện áp dành riêng cho các phép đo chất lượng điện năng. Việc hiệu chỉnh cảm biến trên tín hiệu DC và AC được kết hợp để đưa ra đa thức hiệu chỉnh thông qua việc giảm thiểu độ méo đầu ra. Phân tích trên hệ thống cho thấy nó có thể cải thiện tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu và méo (SINAD) thêm 14,8 dB đối với cảm biến điện áp và 8,7 dB đối với cảm biến dòng điện. Lambrecht S. và cộng sự [7] đã trình bày một cách hiệu chuẩn đơn giản và phức tạp thông qua việc so sánh giữa Bộ lọc Kalman hợp tác và cục bộ.

Việc hiệu chuẩn đơn giản hóa có thể được nhân rộng ở hầu hết các phòng thí nghiệm và kết quả chỉ ra rằng việc hiệu chuẩn càng phức tạp thì hiệu suất càng tốt bất kể phân đoạn và bộ lọc được sử dụng. Công trình của Huiskamp T. và cộng sự [11] đã trình bày một hệ thống đo bằng thông lớn, dòng điện cao và

điện áp cao cho hệ thống điện xung. P. Srividyađevi và cộng sự [12] sử dụng bộ vi điều khiển arduino để đo công suất và năng lượng của hệ thống một pha.

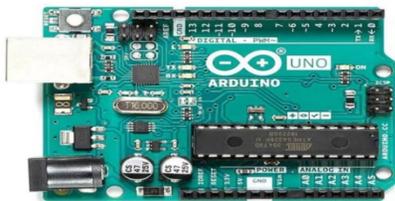
2.2. Cảm biến điện áp ZMPT101B và bộ vi xử lý Arduino

Cảm biến điện áp ZMPT101B là mô đun cảm biến điện áp được chế tạo từ máy biến thế ZMPT101B có khả năng đo lên đến 250 V AC. Cảm biến đi kèm với một chiết áp hiệu chỉnh để điều chỉnh đầu ra ADC. Không giống như cảm biến hiện tại mà việc chia tỷ lệ được hiệu chỉnh bởi biến áp, cảm biến ZMPT101B phải được người dùng cài đặt các thông số và hiệu chỉnh biến trở. Hình 2.1 là mô-đun cảm biến điện áp ZMPT101B.



Hình 2.1. Mô-đun cảm biến điện áp ZMPT101B

Bo mạch vi xử lý Arduino là bộ vi xử lý một bo mạch được sử dụng trong các dự án thông minh và tạo mẫu. Các chức năng được thực hiện bởi bộ vi xử lý bao gồm; các ứng dụng cảm biến, điều khiển, logic và tính toán. Phần mềm được sử dụng trong lập trình Arduino là phiên bản đơn giản của ngôn ngữ C/C++, giúp dễ dàng sử dụng trong việc thiết kế và tạo mẫu.

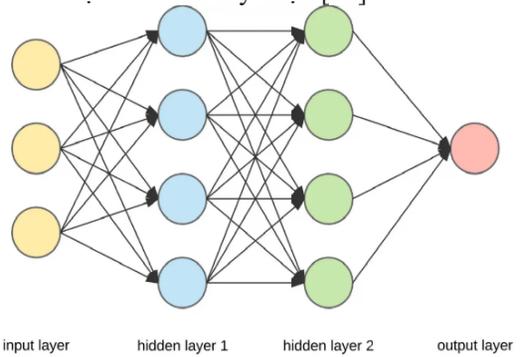


Hình 2.2. Board Arduino UNO R3

2.3. Mạng nơ ron nhân tạo

Mạng nơ ron nhân tạo là một mô hình toán, gồm có một nhóm các nơ ron nhân tạo nối với nhau và xử lý thông tin bằng cách truyền theo các kết nối tại các nút. Với các phân tử nơ ron, ta có thể xây dựng một mạng với cách ghép nối tùy ý. Tuy nhiên trong thực tế, để thuận tiện cho việc lập trình tính toán, ta sử dụng mô hình mạng MLP (Multi-layer perceptron), trong đó các nơ ron được xếp thành nhiều lớp, bao gồm lớp đầu vào, lớp đầu ra và một số lớp ở giữa gọi là lớp ẩn. tại mỗi lớp (trừ lớp đầu vào ta có các nơ

ron), giữa hai lớp có thể mô hình hoá một hàm phi tuyến với độ chính xác tùy chọn [12].



Hình 2.3. Cấu trúc một mạng nơ ron điển hình

Trên hình 2.3 là ví dụ về một mạng nơ ron với lớp đầu vào input layer, lớp đầu ra output layer, và có hai lớp ẩn là hidden layer 1 và hidden layer 2.

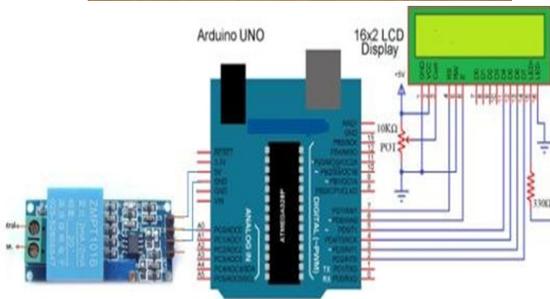
Để khắc phục sai số của cảm biến, nghiên cứu này sử dụng mô hình mạng nơ ron nhân tạo gồm hai lớp ẩn và lớp đầu ra. Thông số đầu vào là giá trị đọc về từ cảm biến được Arduino xử lý. Đầu ra là giá trị sau khi hiệu chỉnh bù sai số. Tập dữ liệu huấn luyện mạng gồm 195 giá trị thu thập bằng thực nghiệm đo từ 25 V – 230 V.

Huấn luyện mạng được thực hiện trên phần mềm Matlab & Simulink, đây là quá trình hiệu chỉnh các trọng số liên kết giữa các nơ ron để đạt được tập giá trị đầu ra mong muốn. Thông số mạng nơ ron khi huấn luyện gồm 1 ngõ vào, lớp ẩn gồm 10 nơ ron, 1 đầu ra, dữ liệu Training data 70 %, test data 15 %, validation data 15 %, kết quả đánh giá bằng sai số toàn phương MSE.

Mạng được kiểm tra bằng sai số toàn phương trung bình và hệ số tương quan R [13]. Mạng trí tuệ nhân tạo được đánh giá độ chính xác sau khi huấn luyện không bị quá khớp. Việc kiểm tra của luyện mạng này nhờ số dữ liệu dùng để kiểm tra. Sau đó sử dụng dữ liệu trung gian để kiểm tra chéo với mục đích biết được sai số để độ quá khớp không có. Kết quả được hiển thị trên các đồ thị.

2.4. Thu thập dữ liệu

Máy đo Kyoritsu Kew1061 được sử dụng để đo điện áp đầu vào thay đổi từ 25 đến 230V AC. Đầu ra ADC của cảm biến ở điện áp đầu vào 0 là 512 do đó nếu 512 đến 1024 được phép phản ánh phạm vi 0 đến 1000 V [11] thì 512 đến 640 sẽ phù hợp với phạm vi 250 V. Sau khi kết nối Arduino với cảm biến và LCD ta tiến hành thu thập dữ liệu đo được với thiết bị chuẩn Kyoritsu Kew1061.



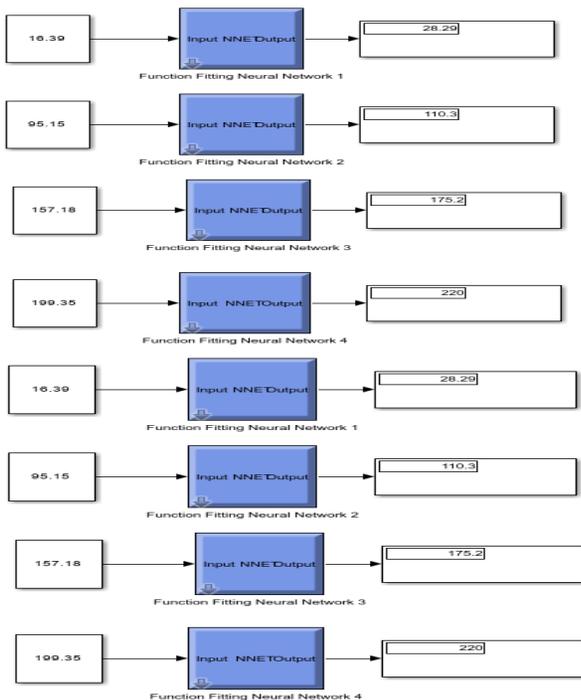
Hình 2.4. Bố trí thí nghiệm

2.5. Kết quả huấn luyện

Giá trị đạt được sau huấn luyện được test ngẫu nhiên trong 195 mẫu thu thập

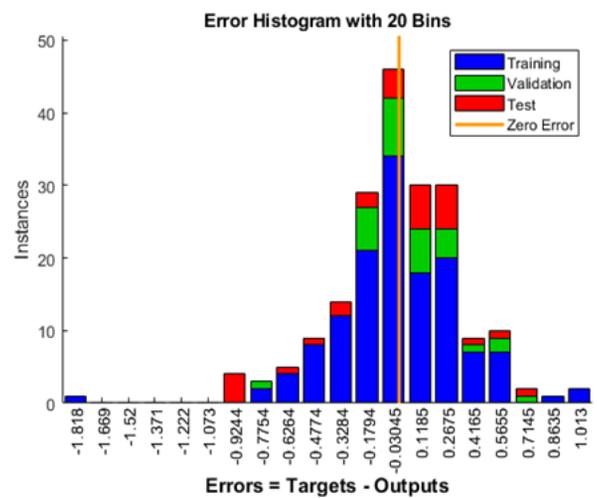
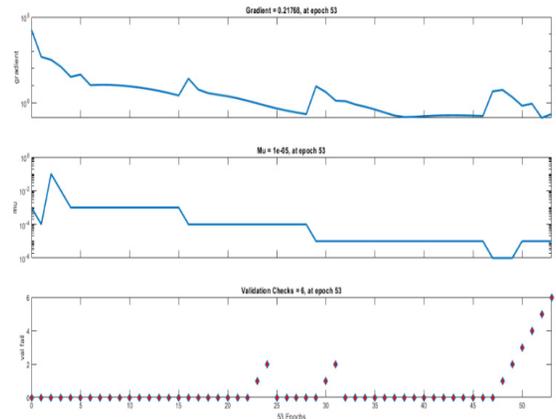
Bảng 2.1. Giá trị test kiểm chứng giữa VOM và Senser

	Trước	Sau	Trước	Sau	Trước	Sau	Trước	Sau
VOM	28.48	28.48	110.37	110.37	175.60	175.60	220.10	220.10
Sensor	16.39	28.29	95.15	110.30	157.18	175.2	199.35	220.00

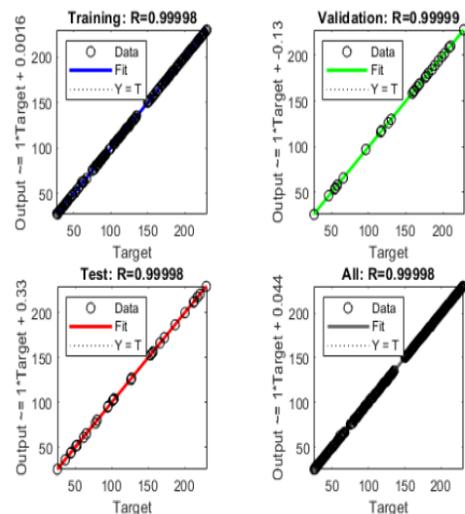


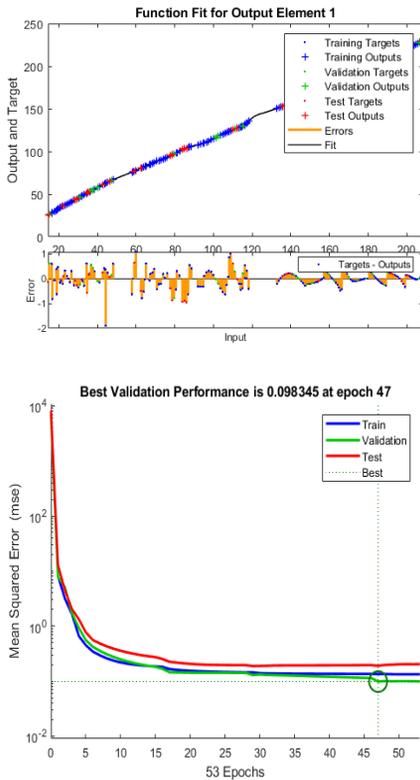
Hình 2.5. Kết quả sau khi hiệu chỉnh sai số

2.6. Các đồ thị kết quả huấn luyện mạng



Biểu đồ 2.1. Trạng thái đào tạo và biểu đồ lỗi





Biểu đồ 2.2. Các kết quả huấn luyện

3. Kết luận

Công trình này đã trình bày phương pháp hiệu chỉnh module cảm biến điện áp ZMPT101B bằng phương pháp huấn luyện mạng nơ ron. Cảm biến được hiệu chỉnh để đọc đầu ra tối đa 640 ADC ở điện áp đầu vào 230V (giá trị rms) AC, dùng làm tham chiếu. các thông số huấn luyện mạng đáp ứng yêu cầu đề ra. Phân tích cho thấy thiết bị cho giá trị tốt nhất. Sau đó, phương pháp đã cho giá trị sau khi huấn luyện mạng đạt kết quả sai số giảm đáng kể.

Các kết quả được cho là chính xác với sai số sau hiệu chỉnh biến trở lấy mẫu và các thông số trong thư viện nhằm giảm tối đa khoảng 10 % trước khi huấn luyện, sau khi huấn luyện các kết quả đo được đáp ứng yêu cầu và khi so sánh với máy đo Kyoritsu Kew1061 tiêu chuẩn, sai số giảm từ 10 % xuống trong ngưỡng 0.5 % đến 1 % . Phương pháp này sử dụng các cài đặt thông số của cảm biến trước khi huấn luyện mạng nơ ron bù sai số và với những gì đạt được ở đây, phép đo chính xác hơn và do đó có thể đạt được việc giám sát, quản lý và kiểm soát mức tiêu thụ năng lượng.

Tài liệu tham khảo

[1]. G. Anastasi, F. Corucci, and F. Marcelloni. 2011. An intelligent system for electrical energy

management in buildings. in Intelligent Systems Design and Applications (ISDA), 2011 11th International Conference on. pp. 702-707.

[2]. M. K. Ghodki. 2013. Microcontroller and solar power based electrical energy management system for renewable energy applications. International Journal of Electrical Power & Energy Systems. 44: 852-860.

[3]. I. Abubakar, S. Khalid, M. Mustafa, H. Shareef and M. Mustapha. 2015. An overview of Non-intrusive load monitoring methodologies. in 2015 IEEE Conference on Energy Conversion (CENCON). pp.54-59.

[4]. G. Benetti, D. Caprino, M. L. Della Vedova and T. Facchinetti. 2015. Electric Load Management approaches for peak load reduction: a systematic literature review and state of the art. Sustainable Cities and Society.

[5]. A. Miquel Murcia, R. Belda Ortega, I. De Fez Lava, P. Arce Vila, F. Fraile Gil, J. C. Guerri Cebollada, et al. 2013. A power consumption monitoring, displaying and evaluation system for home devices. In Waves. pp. 5-13.

[6]. P. M. Ramos, N. B. Brás and A. C. Serra. 2006. A new calibration method for current and voltage sensors used in power quality measurements. in 2006 IEEE Instrumentation and Measurement Technology Conference Proceedings. pp. 2283-2288.

[7]. S. Lambrecht, S. L. Nogueira, M. Bortole, A. A. Siqueira, M. H. Terra, E. Rocon, et al. 2016. Inertial Sensor Error Reduction through Calibration and Sensor Fusion. Sensors. 16: 235.

[8]. P. Pai, L. Chen, F. K. Chowdhury and M. Tabib-Azar. 2012. Non-intrusive electric power sensors for smart grid. in Sensors, 2012 IEEE. pp. 1-4.

[9]. F. Beyeler, S. Muntwyler and B. J. Nelson. 2009. Design and calibration of a microfabricated 6-axis force-torque sensor for microrobotic applications. In ICRA. pp. 520-525.

[10]. S. L. Chen and J. Z. Hong. 2012. Hybrid Neural Network Models of Six-Axis Force Sensor. In Advanced Materials Research. pp. 1450-1456.

[11]. makemyproduct.in. (www.makemyproduct.com). AC Voltage Sensor (ZMPT101B).

[12]. Trần Hoài Linh (2014), Mạng nơ ron và ứng dụng xử lý tín hiệu, NXB khoa học Hà Nội.

[13]. Tạ Quốc Dũng, Lê Thế Hà, Phạm Duy Khang (2019), Ứng dụng mạng nơ ron nhân tạo (ANN) trong dự báo độ rỗng, tạp chí Dầu khí, số 7.