

THIẾT BỊ ĐO ĐIỆN NĂNG THÔNG MINH SỬ DỤNG ỨNG DỤNG CAYENNE

Nguyễn Bá Thành⁽¹⁾

(1) Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài 4/3/2024; Ngày gửi phản biện 6/3/2024; chấp nhận đăng 22/3/2024

Liên hệ email: thanhnb@tdmu.edu.vn

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2024.02.532>

Tóm tắt

Sử dụng điện năng tiết kiệm và hiệu quả là một trong những giải pháp quan trọng để đảm bảo an ninh năng lượng, phát triển bền vững cho quốc gia và đây cũng là vấn đề thiết thực được các hộ dân quan tâm. Để thực hiện tiết kiệm điện năng hiệu quả cần phải có thiết bị đo lường, giám sát thời gian thực. Bài báo này trình bày thiết kế, thi công thiết bị giám sát điện năng cho hộ gia đình sử dụng ứng dụng Cayenne. Thiết bị giám sát các thông số cường độ dòng điện, điện áp, công suất, hệ số công suất, năng lượng tiêu thụ và gửi lên internet, và LCD. Các hộ gia đình có thể truy cập xem các thông tin điện năng tiêu thụ online. Nghiên cứu này góp phần thúc đẩy ứng dụng IoT trong đời sống, hỗ trợ việc quản lý, tiết kiệm năng lượng cho hộ gia đình.

Từ khóa: Cayenne, ESP8266, giám sát năng lượng, IoT

Abstract

SMART ELECTRICAL ENERGY METER USING CAYENNE APP

Using electrical energy economically and effectively is one of the important solutions to ensure energy security and sustainable development for the country, and this is also a practical issue of concern to households. To effectively save energy, it is necessary to have real-time measurement and monitoring equipment. This paper presents the design and construction of an electricity monitoring device for households using the Cayenne application. The device monitors the parameters of current, voltage, capacity, power factor, energy consumption and sends them to the internet, and LCD. Households can access and view electricity consumption information online. This research contributes to promoting IoT applications in life, supporting management, and saving energy for households.

1. Giới thiệu

Nền kinh tế Việt Nam sau thời kỳ đổi mới đã có những bước tiến vượt bậc, kéo theo đó là nhu cầu sử dụng năng lượng ngày càng cao (Nguyen và nnk., 2021; Nguyen và nnk., 2021). Sử dụng điện năng là một nhu cầu thiết yếu của người dân ngày nay, gần như 100% hộ dân ở Việt Nam đều được sử dụng điện từ lưới điện quốc gia (Asian Development Bank, 2016). Công ty điện lực quốc gia (EVN) có hệ thống mạng lưới truyền tải rộng khắp để đưa điện đến tận mỗi hộ gia đình. Các hộ gia đình phải trả tiền điện theo giá bán lẻ đa bậc. Điện năng tiêu thụ được đo bằng đồng hồ kWh do chính công ty điện lực cấp. Các giá trị đo được do nhân viên điện lực đến tại nhà lấy số liệu định kỳ hàng tháng. Tuy vậy, đã có những than phiền từ phía khách hàng sử dụng điện về sai số của đồng hồ, không đảm bảo minh bạch trong đo lường do đồng hồ hoặc do nhân viên điện lực (Vietnam Investment Review, 2014).

Mặt khác, nhu cầu giám sát, theo dõi điện năng thời gian thực, đóng cắt thiết bị từ xa là nhu cầu của các hộ tiêu thụ điện. Giám sát thời gian thực giúp hộ gia đình giảm tiêu thụ năng lượng hơn giám sát qua hóa đơn tiền điện hàng tháng (Vishwakarma và nnk., 2019).

Ngày nay, IoT (Internet of Things) đang trở thành công nghệ phổ biến nhất (Tesch da Silva và nnk., 2020). Mục đích chính của IoT là cung cấp môi trường sống tốt hơn bằng cách giám sát các hoạt động khác nhau như quản lý năng lượng (Motlagh và nnk., 2020). Đã có nhiều nghiên cứu đồng hồ đo điện ứng dụng IoT như:

Nguyen và nnk. (2018) đã đề xuất một nguyên mẫu thiết bị cảm thông minh có thể phát hiện và nhận ra các thiết bị đang chạy, quản lý thời gian sử dụng của chúng, đóng cắt các thiết bị ở khoảng cách xa, tạm dừng các thiết bị không đủ tiêu chuẩn hoặc nhận thông báo cảnh báo.

Gunturi và Reddy (2018) đã thiết kế một thiết bị giám sát năng lượng tại nhà dựa trên IoT khả thi về mặt kinh tế, kỹ thuật và nhỏ gọn để đo các chỉ số kWh của một thiết bị điện.

Chooruang và Meekul (2019) đã phát triển một hệ thống giám sát năng lượng chi phí thấp IoT sử dụng Wi-Fi và giao thức MQTT. Hệ thống được phát triển có thể cung cấp phép đo chi tiết về việc sử dụng năng lượng và các mô hình tiêu thụ năng lượng.

Othman và Zakaria (2020) trình bày thiết bị giám sát tiêu thụ năng lượng hàng ngày trong ứng dụng điện thoại thông minh được giao diện với máy chủ Blynk. Hệ thống này đã sử dụng ESP32 làm bảng điều khiển vi mô với mô-đun Wi-Fi để cung cấp giao tiếp IoT với nền tảng IoT như ứng dụng Blynk.

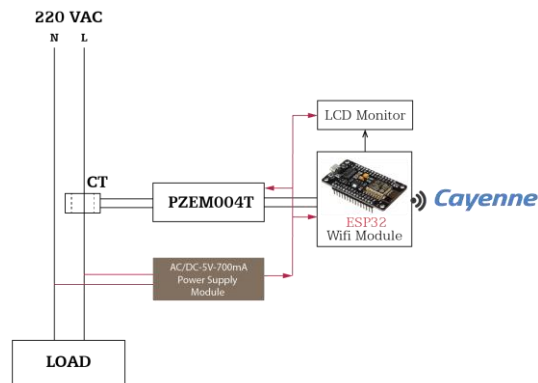
Khalid và nnk. (2021) đề xuất hệ thống giám sát năng lượng sử dụng vi điều khiển ATmega328P để giao tiếp với ESP8266.

Tiếp nối các nghiên cứu trước, nghiên cứu này thực hiện thiết kế, thi công thiết bị đo lường, giám sát điện năng cho hộ gia đình sử dụng các linh kiện như ESP8266, PZEM004T, LCD. Thiết bị có khả năng đo lường, hiển thị thời gian thực, và gửi thông tin hiển thị trên LCD, nền tảng web Cayenne.

2. Cơ sở khoa học và phương pháp nghiên cứu

2.1 Cấu trúc của thiết bị

Các thành phần chính của thiết bị gồm có bộ nguồn, PZEM004T, NodeMCU ESP8266, LCD được mô tả như hình 1. Phần sau đây trình bày chi tiết về thông số các thiết bị được chọn.



Hình 1. Sơ đồ khối thiết bị đo điện năng thông minh

2.1.1 Bộ nguồn

Bộ nguồn được sử dụng trong nghiên cứu này là bộ chuyển đổi AC-DC 220V/5V-700mA (hình 2). Khối này cung cấp năng lượng cho PZEM004T (100mA), ESP8266 (240mA), và 1 LCD (600uA).



Hình 2. Bộ nguồn AC-DC 220V/5V-700mA

2.1.2 PZEM004T

Trong nghiên cứu này, PZEM004T được chọn vì nó có khả năng hoạt động chính xác, lắp đặt đơn giản, dễ sử dụng (Khwanrit và nnk., 2018). PZEM004T là thiết bị đo điện AC đa năng giao tiếp theo chuẩn UART, nó có chức năng đo và theo dõi các thông số về điện năng AC của phụ tải như điện áp hoạt động, dòng tiêu thụ, công suất và năng lượng tiêu thụ, tần số, hệ số công suất. Mạch sử dụng giao tiếp UART để dàng kết nối truyền dữ liệu với vi điều khiển hoặc máy tính, thích hợp cho các ứng dụng theo dõi năng lượng,

IoT, v.v. PZEM-004T có cấu tạo nhỏ gọn, dễ lắp đặt, sử dụng cách đo dòng cách ly an toàn và khả năng đo dòng lên đến 100A, mạch có chất lượng gia công và linh kiện tốt, độ bền cao. Hình 3 mô tả cấu tạo của PZEM004T, thông số của nó được mô tả như bảng 1.

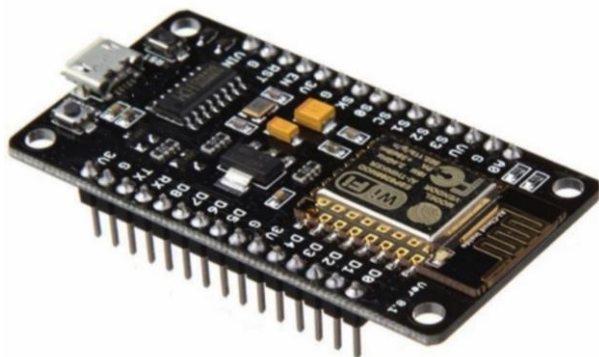


Hình 3. Mô-đun PZEM-Z004T
Bảng 1. Thông số của PZEM004T.

Thông số	Mô tả
Cấp nguồn	5VDC – 100mA
Điện áp hoạt động	80 ~ 260VAC/50-60Hz
Dòng điện hoạt động	0 – 100 A
Công suất định mức	22kW
Tần số hoạt động	45-65Hz
Độ chính xác	Cấp 1.0
Giao tiếp	UART TTL 5V

2.1.3 NodeMCU ESP8266

Có nhiều vi điều khiển trên thị trường, tuy nhiên, trong bài báo này NodeMCU ESP8266 được lựa chọn bởi nó là một mô-đun hỗ trợ Wi-Fi trên được phát triển bởi Espressif (Yildiz và Burunkaya, 2019; Gnana Swathika và nnk., 2021). Nó chủ yếu được sử dụng để phát triển các ứng dụng nhúng IoT. Mô-đun này cho phép hệ thống của người dùng kết nối với mạng internet một cách dễ dàng và thực hiện kết nối TCP / IP một cách đơn giản (Nguyen và nnk., 2018). Cấu hình mô tả và cơ bản thông tin của ESP8266 được mô tả ở cấu hình 43 và bảng 2.



Hình 3. Mô-đun ESP32

Bảng 2. Thông số kỹ thuật của NodeMCU ESP8266

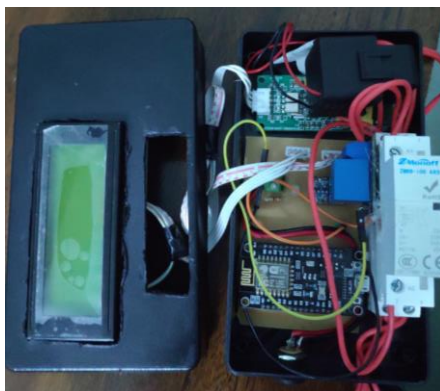
Thông số	Mô tả
Microcontroller	ESP8266 Wifi SoC
NodeMCU Model	NodeMCU Lua
Clock Speed	80 MHz
USB to Serial	CH340
USB Connector	Micro USB
Input Voltage	5VDC MicroUSB or VinS
Flash Memory/SRAM	4 MB / 64 KB
Digital I/O Pins	11
Analog In Pins	1
UART/SPI/I2C	1/1/1
WiFi Built-In	802.11 b/g/n

2.1.5 Mô đun LCD 2004

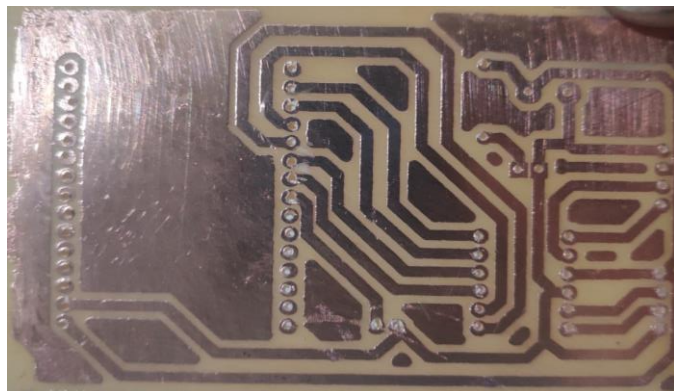
Trong đề tài này, LCD 2004 được chọn vì giá thành rẻ, dễ sử dụng. I2C LCD này có thể hiển thị 20 ký tự trên 4 dòng và nó có tính năng điều chỉnh độ tương phản và đèn nền. Nó sẽ chỉ cần hai dây để điều khiển màn hình LCD này, khiến nó trở nên hoàn hảo cho các dự án IoT. Thiết bị LCD giúp hộ gia đình có thể xem số liệu ngay tại thiết bị đo.

2.2 Thi công phần cứng

Thiết bị được vẽ mạch in trên phần mềm Proteus 8.9, sau đó thi công mạch. Kết quả thi công được mô tả như hình 5, 6.



Hình 5. Thiết bị giám sát điện năng thông minh



Hình 6. Mạch in thực tế

2.3 Phần mềm

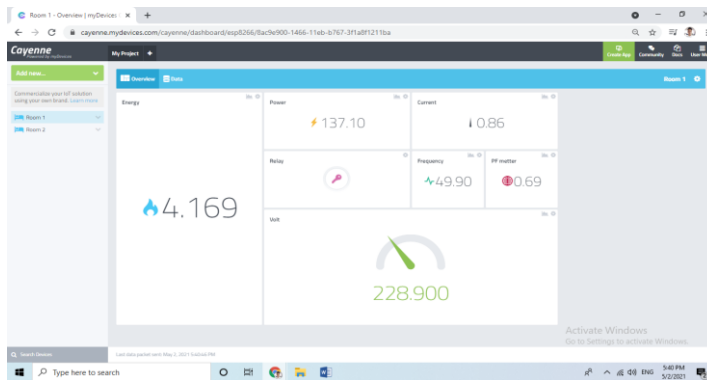
Khi hoạt động, đầu tiên sẽ thực hiện việc khởi tạo hệ thống. Kiểm tra hệ thống có được thiết lập hay chưa. Hệ thống sẽ thực hiện việc kiểm tra xem có nhận được tín hiệu điều khiển hay chưa. Nếu có nhận được tín hiệu thì bắt đầu quá trình xử lý (hình 8).

Bắt đầu ta sẽ kết nối tất cả thiết bị lại với nhau, sau đó ta sẽ lập trình thiết lập các cổng đầu vào và đầu ra cho các thiết bị, tiếp theo sau đó sẽ khởi động LCD và PZEM004T và các giá trị ban đầu $W = 0$, $V = 0$, $I = 0$, $U = 0$, $Wh = 0$. Sau đó cho tải 1 và tải 2 hoạt

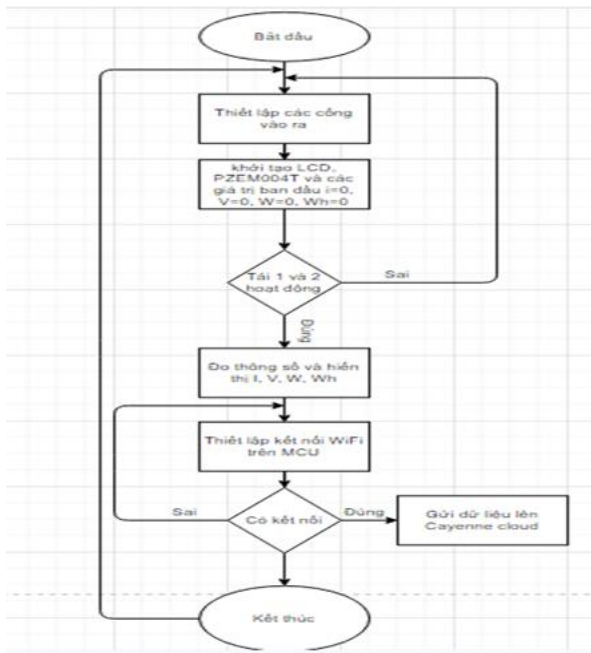
động, nếu sai thì quay lại bước thiết lập các cổng vào và ra của thiết bị, đúng sẽ thực hiện đo thông số hiển thị I, W, Wh, tiếp theo sẽ thiết lập kết nối WiFi trên MCU. Đợi có tín hiệu kết nối, nếu sai thì quay lại bước thiết lập kết nối WiFi trên MCU, đúng sẽ gửi dữ liệu lên Cayenne cloud và kết thúc.

Sau khi thiết lập các phần cứng như trên. Dữ liệu có trước đó đã thực hiện đúng sẽ được gửi lên website, sau đó ta bật WiFi để thiết bị và web Cayenne cloud được đồng bộ với nhau. Sau đó kiểm tra kết nối MQTT đăng nhập tài khoản và mật khẩu ta đã tạo từ trước đó, thiết lập kết nối giữa điều khiển và Network sau đó ta đợi yêu cầu kết nối. Các thiết bị đã kết nối, nếu sai thì quay lại bước đợi yêu cầu kết nối, đúng sẽ tới bước đọc dữ liệu từ MCU và tải dữ liệu lên cloud (hình 9).

Phần thiết kế giao diện trên Cayenne được mô tả như hình 7.



Hình 7. Giao diện trên ứng dụng Cayenne



Hình 8. Lưu đồ kết nối phần cứng



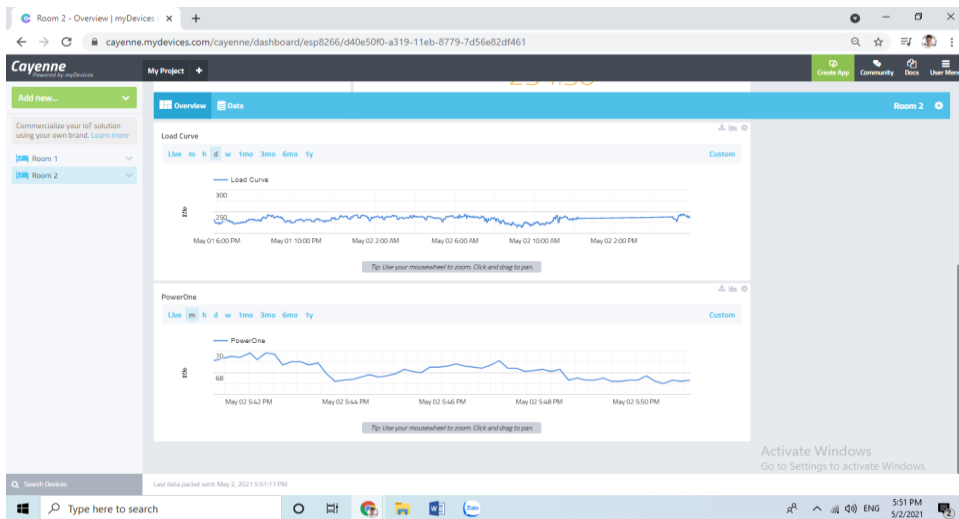
Hình 9. Lưu đồ kết nối WiFi

3. Kết quả và thử nghiệm

Sau khi thi công, hệ thống hoàn thiện được mô tả như hình 10, hiển thị trên giao diện Cayenne được mô tả như hình 11. Kết quả thử nghiệm đo năng lượng tiêu thụ cho tải là tủ lạnh, ấm đun nước, các thử nghiệm cho thấy thiết bị hoạt động ổn định.



Hình 10. Mô hình hoàn thiện



Hình 11. Kết quả hiển thị trên Cayenne

4. Kết luận

Nghiên cứu này đã thiết kế, thi công thiết bị giám sát các đại lượng điện như dòng điện, điện áp, công suất, hệ số công suất, tần số, điện năng. Hộ gia đình có thể xem các thông số điện trực tiếp tại nơi thiết bị đo được lắp đặt nhờ có hiển thị LCD hoặc qua internet với nền tảng Cayenne. Thiết bị này hữu ích cho các hộ gia đình trong việc giám sát và quản lý năng lượng một cách hiệu quả. Ngoài ra, nó còn là một công cụ hỗ trợ đắc lực cho việc dạy học STEAM.

Trong tương lai, thiết bị sẽ được hoàn thiện thiết bị theo hướng tinh gọn, đa năng, dễ sử dụng hơn, và tiến hành kiểm nghiệm, so sánh với các thiết bị chuẩn để đánh giá sai số đo lường. Bài báo này góp phần thúc đẩy ứng dụng IoT trong thực tiễn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Asian Development Bank.(2016). *Viet Nam Energy Sector Assessment, Strategy, and Road Map*.
- [2] Chooruang, K., & Meekul, K. (2019). Design of an IoT Energy Monitoring System. *International Conference on ICT and Knowledge Engineering, 2018-Novem*, 48-51. <https://doi.org/10.1109/ICTKE.2018.8612412>
- [3] Gnana Swathika, O. V., Kanimozhi, G., Umamaheswari, E., Rujay, S., & Saha, S. (2021). IoT-Based Energy Management System with Data Logging Capability. *Lecture Notes in Electrical Engineering*, 688, 547-555. https://doi.org/10.1007/978-981-15-7241-8_41
- [4] Gunturi, S. K. S., & Reddy, M. S. K. (2018). IoT Based Domestic Energy Monitoring Device. *2018 3rd International Conference for Convergence in Technology, I2CT 2018*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/I2CT.2018.8529756>
- [5] Khalid, S., Sarfraz, M., Singh, V., Aafreen, & Allahloh, A. (2021). A Novel Model for IoT-Based Meter Using ATmega328P Microcontroller and Google Cloud Store. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 639-648. https://doi.org/10.1007/978-981-15-5463-6_57
- [6] Khwanrit, R., Kittipiyakul, S., Kudtonagngam, J., & Fujita, H. (2018). Accuracy Comparison of Present Low-cost Current Sensors for Building Energy Monitoring. *2018 International Conference on Embedded Systems and Intelligent Technology and International Conference on Information and Communication Technology for Embedded Systems, ICESIT-ICICTES 2018*. <https://doi.org/10.1109/ICESIT-ICICTES.2018.8442066>
- [7] Motlagh, N. H., Mohammadrezaei, M., Hunt, J., & Zakeri, B. (2020). Internet of things (IoT) and the energy sector. *Energies*, 13(2), 1-27. <https://doi.org/10.3390/en13020494>
- [8] Nguyen, D. P., Vo, X. V., Nguyen, V. C., Mai, X. D., & Duong, Q. K. (2021). Sustainable Development for Vietnam's Economy in the Context of Globalization and Industrial Revolution 4.0. *Sustainability and Environmental Decision Making*, 281–310. https://doi.org/10.1007/978-981-15-9287-4_15
- [9] Nguyen, T. D., Tran, V. K., Nguyen, T. D., Le, N. T., & Le, M. H. (2018). IoT-Based Smart Plug-In Device for Home Energy Management System. *Proceedings 2018 4th International Conference on Green Technology and Sustainable Development, GTSD 2018*, 734-738. <https://doi.org/10.1109/GTSD.2018.8595615>
- [10] Nguyen, V. C., Vu, D. B., Nguyen, T. H. Y., Pham, C. Do, & Huynh, T. N. (2021). Economic Growth, Financial Development, Transportation Capacity, and Environmental Degradation: Empirical Evidence from Vietnam*. *Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(4), 93-104. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2021.vol8.no4.0093>
- [11] Othman, A., & Zakaria, N. H. (2020). Energy Meter based Wireless Monitoring System using Blynk Application via smartphone. *IEEE International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology, IICAIET 2020*, 0-4. <https://doi.org/10.1109/IICAIET49801.2020.9257827>

- [12] Tesch da Silva, F. S., da Costa, C. A., Paredes Crovato, C. D., & da Rosa Righi, R. (2020). Looking at energy through the lens of Industry 4.0: A systematic literature review of concerns and challenges. *Computers and Industrial Engineering*, 143(March), 106426. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2020.106426>
- [13] Vietnam Investment Review (2014). *Households urged to check their electricity meters after complaints* | *Corporate News, Latest Business*. Vietnam Investment Review. <https://www.vir.com.vn/households-urged-to-check-their-electricity-meters-after-complaints-28902.html>
- [14] Vishwakarma, S. K., Upadhyaya, P., Kumari, B., & Mishra, A. K. (2019). Smart Energy Efficient Home Automation System Using IoT. *Proceedings - 2019 4th International Conference on Internet of Things: Smart Innovation and Usages, IoT-SIU 2019*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/IoT-SIU.2019.8777607>
- [15] Yildiz, S., & Burunkaya, M. (2019). Web Based Smart Meter for General Purpose Smart Home Systems with ESP8266. *3rd International Symposium on Multidisciplinary Studies and Innovative Technologies, ISMSIT 2019 - Proceedings*. <https://doi.org/10.1109/ISMSIT.2019.8932931>