วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม – มิถุนายน 2567
Journal of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University, Vol. 2 No. 3 May – June 2024

บทความวิจัย (Research Article)

การพัฒนาระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้า

พิมพ์มาดา ขุมดินพิทักษ์[1], ธัญลักษณ์ กัลปดี[1] และ เอกชัย แน่นอุดร[1,*]

[1] สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

*ผู้ประสานงานบทความต้นฉบับ: ekkachai.n@mbs.msu.ac.th โทรศัพท์: 064-8538555
(รับบทความ: 4 มีนาคม 2567; แก้ไขบทความ: 18 มิถุนายน 2567; ตอบรับบทความ: 24 มิถุนายน 2567)

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้เพื่อพัฒนาระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้า ในการพัฒนาเว็บไซต์มีเครื่องมือที่ใช้ในการดำเนินงานคือ Visual Studio Code, Node-RED, PHP, Bootstrap, phpMyAdmin, Python, Apache และ MariaDB มาช่วยในการจัดเก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล และได้ทำการออกแบบระบบโดยใช้ ไมโครคอลโทรลเลอร์ คือ ออเรนจ์พายซีโร 3 (Orange Pi Zero 3) เป็นหลักในการทำงานและมีการเขียนโปรแกรมเพื่อนำข้อมูลที่ดึงได้จากเครื่องสำรองไฟฟ้าไปแสดงผลผ่านทางเว็บแดชบอร์ด (Web Dashboard) เช่น ข้อมูลแรงดันไฟฟ้าขาเข้า แรงดันไฟฟ้าขาออก ความถี่ไฟฟ้า ระดับแบตเตอรี่ ระดับการใช้ไฟฟ้า ระดับแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ ระดับอุณหภูมิในเครื่องสำรองไฟ ระดับอุณหภูมิและความชื้นภายในห้อง เป็นต้น เมื่อมีข้อมูลผิดปกติระบบสามารถแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้งานผ่านแอปพลิเคชันไลน์ (Line Notify) และเทเลแกรม (Telegram) เพื่อให้ผู้ใช้งานมีความสะดวกมากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถดูสถานะของเครื่องสำรองไฟฟ้าผ่านเว็บไซต์เพื่อให้ทราบข้อมูลการทำงานปัจจุบันของเครื่องสำรองไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา และมีการประเมินความพึงพอใจที่มีต่อระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้า ได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูลจากนิสิตสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ จำนวน 40 คน และบุคลากรในคณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม จำนวน 10 คน ที่ได้จากการคัดเลือกโดยวิธีการเลือกแบบเฉพาะเจาะจง และวิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้สถิติเชิงพรรณนา ประกอบด้วย ค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการวิจัย พบว่าความพึงพอใจในภาพรวม อยู่ในระดับพอใจมาก ($\bar{X}$=4.11, S.D.= 0.82) เมื่อพิจารณารายด้าน พบว่า ด้านการใช้งาน ($\bar{X}$=4.14, S.D.= 0.86) และด้านความพึงพอใจ ($\bar{X}$=4.08, S.D.= 0.79) ตามลำดับ

คำสำคัญ: เครื่องสำรองไฟฟ้า การตรวจสอบ การพัฒนาระบบ

การอ้างอิงบทความ: พิมพ์มาดา ขุมดินพิทักษ์, ธัญลักษณ์ กัลปดี และ เอกชัย แน่นอุดร, "การพัฒนาระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้า," *วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์*, ปีที่ 2, ฉบับที่ 3, หน้า 11-24, 2567.

วารสารวิศวกรรมและเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยกาฬสินธุ์ ปีที่ 2 ฉบับที่ 3 พฤษภาคม – มิถุนายน 2567
Journal of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University, Vol. 2 No. 3 May – June 2024

บทความวิจัย (Research Article)

UPS Monitoring and Management System

Pimmada Khumdinpithak[1], Thanyalak Kanlapadee[1] and Ekkachai Naenudorn[1,*]

[1]Department of Business Computer, Mahasarakham Business School, Mahasarakham University

* Corresponding Author: ekkachai.n@mbs.msu.ac.th, Tel: 064-8538555
(Received: March 4, 2024; Revised: June 18, 2024; Accepted: June 24, 2024)

Abstract

The purpose of this research is to develop a system for monitoring and managing uninterruptible power supplies. In website development, various tools are employed for operation, including Visual Studio Code, Node-RED, PHP, Bootstrap, phpMyAdmin, Python, Apache, and MariaDB to assist in organizing and storing data in a database. The website is designed using the Orange Pi Zero 3 microcontroller as the main working principle, with programming implemented to extract data from the UPS for display on a web dashboard such as Input Voltage, Output Voltage, Power frequency, Battery Charge, UPS load, Battery Voltage, UPS Temperature, Temperature and Humidity Room, etc. When there is abnormal information, the system can notify users through the LINE application and Telegram. The goal is to enable users to view the status of the uninterruptible power supply on the website, providing real-time information on its latest operating status The satisfaction with the system for monitoring and managing uninterruptible power supplies. Data were collected on 40 students in the business computer field and personnel in the Mahasarakham Business School, Mahasarakham University, 10 people, selected by a specific selection method. and analyzed the data using descriptive statistics consisting of mean and standard deviation. The research results found that overall satisfaction is at a very high level ($\bar{X}$=4.11, S.D.= 0.82). When considering each aspect, it was found that the usage aspect ($\bar{X}$=4.14, S.D.= 0.86) and the satisfaction aspect ($\bar{X}$=4.08, S.D.= 0.79), respectively.

Keywords: UPS, Monitoring, System development

Please cite this article as: P. Khumdinpithak, T. Kanlapadee and E. Naenudorn, UPS Monitoring and Management System," *The Journal of Engineering and Industrial Technology, Kalasin University*, vol. 2, no. 3, pp. 11-24, 2024.

บทความวิจัย (Research Article)

1. บทนำ

ปัจจุบันในบริษัทหรือองค์กรต่าง ๆ มักเต็มไปด้วยเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ช่วยอำนวยความสะดวกแก่องค์กรแทบจะเรียกได้ว่าไฟฟ้าคือสิ่งจำเป็นที่สุด ดังนั้น เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉินอย่างไฟฟ้าดับ อาจทำให้ข้อมูลที่ยังไม่ได้บันทึกในระบบสูญหายไป ซึ่งอาจเป็นข้อมูลที่กำลังทำงานอยู่หรือข้อมูลที่ยังไม่ได้ทำการสำรอง และเมื่อไฟฟ้าดับ เซิร์ฟเวอร์และระบบคอมพิวเตอร์จะหยุดทำงานทันที ส่งผลให้บริการต่าง ๆ ขององค์กรไม่สามารถใช้งานได้ ซึ่งอาจรวมถึงระบบอีเมล เว็บไซต์ ฐานข้อมูล และแอปพลิเคชันต่าง ๆ หรืออาจก่อให้เกิดอุบัติเหตุและที่สำคัญคืออาจสร้างผลเสียให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ ได้ เพราะเมื่อไฟฟ้าดับอาจเกิดไฟกระชากหรือทำให้แผงวงจรไฟฟ้าทำงานผิดปกติ

UPS ย่อมาจากคำว่า Uninterruptible Power Supply คือ เครื่องสำรองไฟฟ้าสำหรับจ่ายไฟและปรับแรงดันไฟให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ทำให้เครื่องมีกำลังไฟสำหรับการเปิดใช้งานที่สม่ำเสมอและปลอดภัย แม้จะเป็นช่วงที่กระแสไฟฟ้าดับหรือเกิดไฟกระชาก เครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) ก็จะทำหน้าที่ปรับแรงดันและจ่ายไฟฟ้าในระดับที่เหมาะสมให้แก่เครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานต่อไปได้ในระยะเวลาหนึ่ง โดยหน้าที่หลักของเครื่องสำรองไฟฟ้า คือ การป้องกันความเสียหายที่อาจจะเกิดขึ้นกับคอมพิวเตอร์จากสาเหตุที่ไม่คาดฝันเกี่ยวกับไฟฟ้าที่จะส่งผลโดยตรงต่อเครื่องคอมพิวเตอร์ที่กำลังทำงานอยู่ ซึ่งผลร้ายแรงที่สุดคือการสูญเสียอุปกรณ์และข้อมูลสำคัญที่อาจกู้กลับคืนมาไม่ได้

หน้าที่หลักของเครื่องสำรองไฟฟ้าคือ ป้องกันความเสียหายที่สามารถเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ) โดยมีสาเหตุจากความผิดปกติของพลังงานไฟฟ้า เช่น ไฟตก ไฟดับ ไฟเกิน และไฟกระชาก เป็นต้น รวมถึงมีหน้าที่ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองจากแบตเตอรี่ให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เมื่อเกิดปัญหาทางไฟฟ้า หลักการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้าก็คือการรับพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่ตัวเครื่องซึ่งเป็นไฟฟ้ากระแสสลับแล้วทำการเปลี่ยนให้กลายเป็นไฟฟ้ากระแสตรง จากนั้นตัวเครื่องก็จะทำการเก็บไฟฟ้าสำรองไว้ที่แบตเตอรี่ และทำการจ่ายไฟให้กับคอมพิวเตอร์อีกทีหนึ่ง ซึ่งกระแสไฟที่จ่ายไปนั้นจะเป็นกระแสที่มีความสม่ำเสมอ และมีแรงดันของไฟฟ้าที่เหมาะสมที่มีความปลอดภัยต่อการทำงานของเครื่องและอุปกรณ์ภายในต่าง ๆ และเครื่องสำรองไฟฟ้า มีเว็บไซต์ในการดูข้อมูล (Monitor) โดยจะบอกสถานะการทำงานทั้งตอนที่เครื่องสำรองไฟฟ้าทำงานปกติและตอนที่เครื่องเกิดเหตุขัดข้องหรือแบตเตอรี่หมดอีกทั้งยังสามารถดูข้อมูลการจ่ายไฟเข้า-ออกของเครื่องสำรองไฟฟ้า แต่ยังไม่สามารถส่งข้อมูลแจ้งเตือนผ่าน LINE ได้ ดังนั้นส่งผลให้ผู้ดูแลระบบไม่สามารถรู้สถานะของเครื่องสำรองไฟได้ตลอดเวลา หากเกิดเหตุการณ์กระแสไฟฟ้าผิดปกติหรือปัญหาไฟฟ้าดับที่ห้องเซิร์ฟเวอร์จะไม่สามารถรู้ได้ทันที ซึ่งอาจส่งผลเสียทำให้เครื่องเซิร์ฟเวอร์ดับ ก่อให้เกิดปัญหาต่อข้อมูลและเกิดความเสียหายต่อระบบการทำงานขององค์กรได้

ทีมผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะแก้ไขปัญหาที่ได้เกิดขึ้นมาดังกล่าวข้างต้น โดยทำการสร้างระบบจัดการฐานข้อมูลในรูปแบบของเว็บไซต์ และระบบการแจ้งเตือนข้อมูลจากเครื่องสำรองไฟ ส่งข้อมูลแจ้งเตือนไปยัง LINE ของผู้ดูแล เพื่อให้ทราบข้อมูลการทำงานล่าสุดของเครื่องสำรองไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา และยังสามารถช่วยลดการทำงานของผู้ดูแลระบบได้

2. วัตถุประสงค์

เพื่อพัฒนาระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้า และใช้เก็บรวมรวบข้อมูลเครื่องสำรองไฟฟ้า เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลต่าง ๆ จากเครื่องสำรองไฟแบบ Real time ผ่านทางเว็บไซต์

3. ทฤษฎีและวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

3.1.1 Internet of Things

การที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ สามารถเชื่อมโยงหรือส่งข้อมูลถึงกันได้ด้วยอินเทอร์เน็ต หรือ Internet of Things โดยไม่ต้องป้อนข้อมูล การเชื่อมโยงนี้ง่ายจนทำให้สามารถสั่งการควบคุมการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ ไปจนถึงการเชื่อมโยงการใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ตเข้ากับการใช้งานอื่น ๆ จนเกิดเป็นบรรดา Smart ต่าง ๆ ได้แก่ Smart Device, Smart Grid, Smart Home, Smart Network, Smart Intelligent Transportation [1] [2] ซึ่งแตกต่างจากในอดีตที่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นเพียงสื่อกลางในการส่งและแสดงข้อมูลเท่านั้น

3.1.2 เครื่องสำรองไฟ (Uninterruptible Power Supply: UPS)

เครื่องสำรองไฟ คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่สามารถทำการจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้อย่างต่อเนื่องแม้ในเวลาที่เกิดไฟดับหรือเกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าผันผวนหรือผิดปกติ โดย UPS จะทำการปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้คงที่อยู่ในระดับที่ปลอดภัยต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ประโยชน์ของ UPS คือ สามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องแม้ในยามที่ไฟฟ้าดับให้ผู้ใช้งานได้มีเวลามากเพียงพอที่จะสำรองข้อมูลก่อนเกิดความสูญหาย ให้ลิฟท์ในคอนโดสามารถทำงานต่อได้เมื่อไฟฟ้าดับ หรือให้เครื่องมือทางการแพทย์สามารถใช้งานต่อได้เมื่อไฟฟ้าผิดปกติและยืดอายุการใช้งานให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า เพราะเครื่องใช้ไฟฟ้ามีมูลค่าสูง การช่วยถนอมการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าด้วยเครื่องสำรองไฟช่วยให้เครื่องใช้ไฟฟ้ามีผลกระทบจากความผิดปกติของไฟฟ้า

3.1.3 Orange pi Zero 3

Orange Pi เป็นแบรนด์ของคอมพิวเตอร์บอร์ดเดี่ยว (SBC) ที่คล้ายกับ Raspberry Pi ที่เป็นที่นิยม คอมพิวเตอร์ขนาดเล็กเหล่านี้ได้รับการออกแบบมาสำหรับโปรเจกต์ DIY และวัตถุประสงค์ด้านการศึกษา และสามารถใช้สำหรับงานต่าง ๆ เช่น Multimedia Center สร้างคอนโซลเกม หรือสร้างระบบอัตโนมัติภายในบ้าน

3.1.4 LINE Notify

คือการเชื่อมต่อแอปพลิเคชันไลน์เข้ากับระบบหรือเว็บบอร์ด เว็บไซต์ E-commerce ข้อมูลของ LINE จะเชื่อมต่อกับ Account ของเว็บไซต์ เมื่อเว็บไซต์ หรือเว็บบอร์ดมีการตอบกระทู้ อัปเดตข่าวสาร และตอบคำถามต่าง ๆ ระบบจะทำการแจ้งเตือนไปยังไลน์ของผู้ใช้งาน ผู้ใช้สามารถรับรู้ข่าวสารจากเว็บบอร์ด ได้จากการแจ้งเตือนผ่านช่องทางไลน์ ซึ่งการทำงานของระบบ LINE Notify กรณีเป็นเว็บบอร์ด ซัพพอร์ท ผู้ใช้จำเป็นต้องมี Account ของเว็บบอร์ด โดยทางเว็บบอร์ดจะมีช่องทางในการเพิ่มเพื่อนด้วยไลน์ เมื่อเพิ่มเพื่อนแล้วระบบจะแจ้งโค้ดผ่านแชทไลน์ และนำโค้ดมาใส่ที่เว็บบอร์ด ก็สามารถรับการแจ้งเตือนจากเว็บบอร์ดผ่านช่องทางแอปพลิเคชันไลน์

3.1.5 Node-RED

เป็นซอฟต์แวร์ที่ทำงานแบบ Flow-based programming แบบ Low-Code สามารถสร้างและเชื่อมต่อฟังก์ชันต่าง ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์แบบ Open source ที่ช่วยให้นักพัฒนาโปรแกรมสามารถทำงานให้เครื่องมือ IoT (Internet of Things) ทำงานได้ตามที่ต้องการได้ง่ายโดยทำผ่านเว็บเบราว์เซอร์ ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่สามารถนำมาพัฒนา ได้แก่ Raspberry Pi, Orange Pi, Arduino UNO R3, ESP8266 และ ESP32 เป็นต้น

3.1.6 Apache

คือ Web Server พัฒนามาจาก HTTPD Web Server โดยทำหน้าที่ในการจัดเก็บเว็บเพจและส่งเว็บเพจไปยัง Browser ที่มีการเรียกเข้ายัง Web Server ที่เก็บเว็บเพจนั้นอยู่ และยังเป็นซอฟต์แวร์แบบ Open source ที่เปิดให้บุคคลทั่วไปสามารถเข้ามาร่วมพัฒนาส่วนต่าง ๆ ได้

3.1.7 PHP

เป็นโปรแกรมภาษาคอมพิวเตอร์ประเภท Scripting Language ซึ่งภาษาประเภทนี้เก็บคำสั่งต่าง ๆ ในไฟล์ที่เรียกว่า Script และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง สามารถใช้งานได้ผ่านอินเทอร์เน็ต มีความสามารถสูง และมีผู้นิยมใช้เป็นจำนวนมาก อีกทั้งยังสามารถดาวน์โหลดใช้งานได้ฟรี

3.1.8 phpMyAdmin

คือ โปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL แทนการพิมพ์คำสั่ง เพราะหากใช้ฐานข้อมูลที่เป็น MySQL บางครั้งจะมีความลำบากและยุ่งยากในการใช้งาน [3]

3.1.9 MariaDB

คือ ฟรีซอฟต์แวร์แบบโอเพนซอสต์สำหรับจัดการกับฐานข้อมูลแบบ Relational database เริ่มต้นเมื่อปี 2009 พัฒนาโดยทีมผู้สร้าง MySQL ดังนั้นรากฐานของ MariaDB จึงมาจากฐานข้อมูล MySQL โดย MariaDB เป็นหนึ่งในระบบจัดการฐานข้อมูลแบบโอเพ่นซอร์สที่ได้รับความนิยมมากในวงการพัฒนาซอฟต์แวร์ [4]

3.1.10 Network UPS Tools (NUT)

คือ การให้การสนับสนุนอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น เครื่องสำรองไฟ หน่วยจ่ายไฟ สวิตช์ถ่ายโอนอัตโนมัติ หน่วยจ่ายไฟ และตัวควบคุมพลังงานแสงอาทิตย์ NUT จัดเตรียมโพรโทคอลทั่วไปและชุดเครื่องมือสำหรับตรวจสอบและจัดการอุปกรณ์ดังกล่าว และตั้งชื่อคุณสมบัติและจุดข้อมูลที่เทียบเท่ากันอย่างสม่ำเสมอในโพรโทคอลเฉพาะของผู้จำหน่ายและประเภทสื่อการเชื่อมต่อที่หลากหลาย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถควบคุมและดูแลรักษาสถานะของเครื่องสำรองไฟ (UPS) ได้อย่างมีประสิทธิภาพผ่านทางเครือข่าย [5]

3.1.11 Advanced IP Scanner

ระบบสแกนเครือข่ายสำหรับการวิเคราะห์ระบบ LAN โปรแกรมจะสแกนอุปกรณ์ระบบเครือข่ายทั้งหมด สามารถเข้าถึงโฟลเดอร์แบ่งปันและเซิร์ฟเวอร์ FTP ให้การควบคุมคอมพิวเตอร์จากระยะไกล (ผ่าน RDP และ Radmin) และยังสามารถปิดคอมพิวเตอร์ได้จากระยะไกลด้วย ใช้งานง่ายและงานในรูปแบบระบบเคลื่อนที่ เป็นทางเลือกอันดับแรกสำหรับผู้ดูแลระบบเครือข่าย [6]

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

เจตนันต์ เจือจันทร์ [7] ได้ทำวิจัยเรื่องระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นห้องเซิร์ฟเวอร์ด้วย IoT งานวิจัยนี้เสนอเกี่ยวกับการพัฒนาระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นห้องเซิร์ฟเวอร์โดยการประยุกต์ IoT โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสร้างระบบในการเก็บข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นมาวิเคราะห์สภาพแวดล้อมของห้องเซิร์ฟเวอร์ ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นจากอุปกรณ์ IoT Device ในห้องเซิร์ฟเวอร์ของสนักคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยบูรพา แล้วแสดงผลแบบ Data Visualization ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ เพื่อตรวจสอบและวิเคราะห์อุณหภูมิและความชื้น หากค่าอุณหภูมิและความชื้นของห้องเซิร์ฟเวอร์มีค่าเกินจุดวิกฤตที่ได้กำหนดไว้ ระบบ IoT ที่พัฒนาสามารถทำการแจ้งเตือนผ่าน Email, Line และ Microsoft Teams ของผู้ดูแลระบบได้ ช่วยลดภาระหน้าที่ และความผิดพลาดของข้อมูลจากการจัดเก็บข้อมูลด้วยการจดบันทึกลงเอกสารกระดาษได้

สามารถลดงบประมาณในการจัดซื้อระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นห้องเซิร์ฟเวอร์ได้

สุชาติ ดุมนิล [8] ได้ทำวิจัยเรื่องการพัฒนาระบบควบคุมการวัดค่าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี IoT โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพประเมินคุณภาพระบบควบคุมการวัดค่าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี IoT และความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อพัฒนาระบบควบคุมการวัดค่าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี IoT กระบวนการวิจัยได้ดำเนินการผ่านการประเมินโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 5 ท่าน ผลการวิจัยพบว่า การพัฒนาระบบควบคุมการวัดค่าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี IoT นั้น สามารถช่วยแก้ปัญหาที่ผู้วิจัยพบเจอในปัจจุบัน คือ สามารถแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ควบคุมแบบทันเวลา สามารถช่วยแจ้งเตือนกรณีอุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุด และสามารถควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้น ซึ่งสอดคล้องกับความต้องการของผู้วิจัยที่ต้องการตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้าและควบคุมการจ่ายพลังงานไฟฟ้าแก่อุปกรณ์ด้วย IoT

Prince Bharti [9] ได้นำเสนอระบบ Smart-UPS พร้อมระบบการจัดการโหลดตามลำดับความสำคัญ โดยการเชื่อมไฟ LED จำนวน 5 ดวงเชื่อมต่อกับเครื่องสำรองไฟฟ้าและแหล่งจ่ายไฟที่ให้กับบอร์ด Arduino และแสดงแบตเตอรี่ โดยจะเรียงลำดับความสำคัญตามสีคือ สีเขียว สีขาว สีน้ำเงินและสีเหลือง โดยสีเขียว มีระดับความสำคัญสูงสุดและสีเหลืองมีระดับความสำคัญต่ำสุด ในกรณีระหว่างการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS) เมื่อสุขภาพแบตเตอรี่สูงกว่า 80% โหลดทั้งหมดจะทำงานได้ เมื่อแบตเตอรี่ลดลงจากค่าเกณฑ์ที่โหลดลำดับความสำคัญต่ำสุด 80% จะปิดและโหลดที่เหลือจะทำงานต่อไป ในทำนองเดียวกัน เมื่อสุขภาพของแบตเตอรี่ถึง 60% 30% และ 10% ระบบจะปิดโหลดโดยอัตโนมัติตามลำดับความสำคัญ

Goncalo Marques, Cristina Roque Ferreira, Rui Pitarma [10] ได้นำเสนอระบบที่ใช้ Internet of Things (IoT) สำหรับการตรวจสอบอนุภาคแบบเรียลไทม์ในอาคาร เนื่องจากฝุ่นละอองเป็นอนุภาคที่ลอยอยู่ในอากาศ ถือเป็นมลพิษที่ส่งผลกระทบต่อคนจำนวนมาก ซึ่งสามารถส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดโรคหลอดเลือดหัวใจและระบบเดินทางหายใจ โดยนำเสนอระบบ IoT สำหรับการตรวจสอบ PM แบบเรียลไทม์ชื่อ iDust ระบบนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็ก WeMos D1 และเซนเซอร์ PMS5003 PM โดยการแสดงค่าผ่านเว็บแดชบอร์ดสำหรับการแสดงภาพข้อมูลและการแจ้งเตือน โดยมีข้อดีหลายประการ เช่น ความสามารถในการแยกส่วน ความสามารถในการปรับขนาด การติดตั้งที่ง่ายและต้นทุนต่ำ

กุลธิดา ดีเม็ด และคณะ [11] ได้นำเสนอเครื่องตรวจจับควันและแจ้งเตือนเหตุการณ์ไฟไหม้ผ่าน Line Notify ด้วยการใช้เซนเซอร์ตรวจจับแก๊สควัน เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ เมื่อเกิดเหตุการณ์ขึ้น Buzzer จะทำหน้าที่ส่งเสียงเตือน เว็บแคมทำหน้าที่ถ่ายภาพ และแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ผลที่ได้จากการทดลองคือเครื่องตรวจจับควันสามารถทำงานได้ดี เซนเซอร์สามารถตรวจจับแก๊ส ควัน และตรวจจับความร้อนได้กล้องเว็บแคมสามารถจับภาพเหตุการณ์ได้ และข้อมูลทั้งหมดถูกส่งให้ผู้ใช้งานผ่าน Line Notify ทำให้สามารถควบคุมไฟไหม้หรือแก้ไขปัญหาได้เร็วขึ้น ซึ่งทำให้ความเสียหายที่เกิดจากเหตุการณ์ไฟไหม้ลดน้อยลง

4. วิธีการดำเนินงาน

4.1 ศึกษาปัญหาของเครื่องสำรองไฟ (UPS)

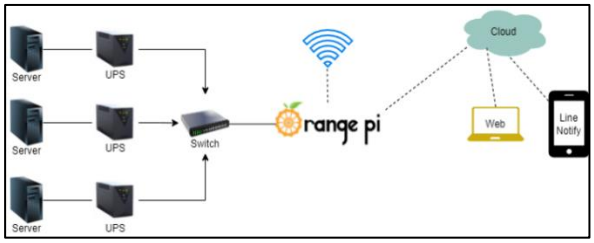
เนื่องจากองค์กรขนาดใหญ่ส่วนมากจะมีเครื่องสำรองไฟฟ้าในห้องเซิร์ฟเวอร์ เพื่อวัตถุประสงค์คือป้องกันความเสียหายที่สามารถเกิดขึ้นกับอุปกรณ์

บทความวิจัย (Research Article)

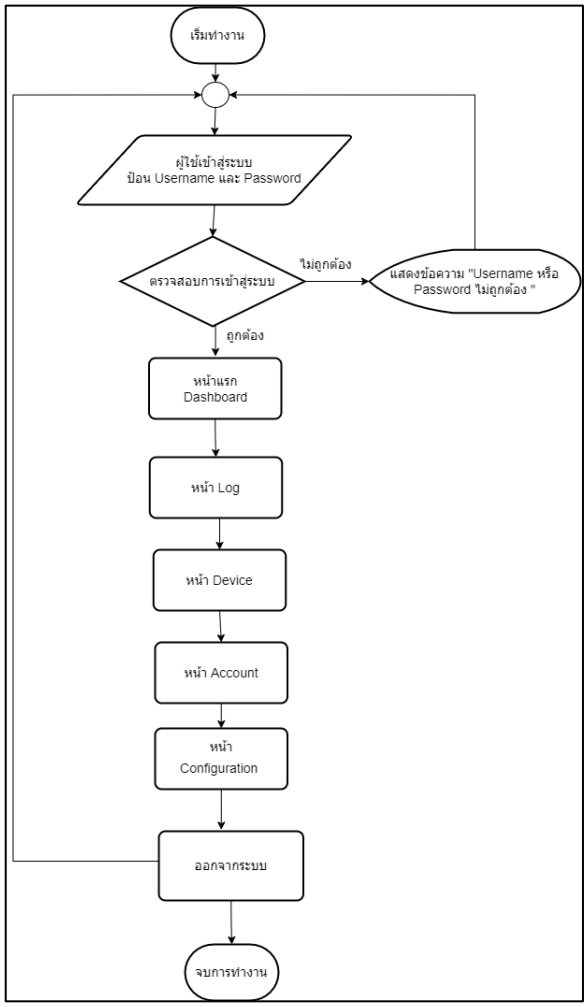
ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (โดยเฉพาะคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์เชื่อมต่อ) โดยมีสาเหตุจากความผิดปกติของพลังงานไฟฟ้า เช่น ไฟตก ไฟดับ ไฟเกิน และไฟกระชาก เป็นต้น รวมถึงมีหน้าที่ในการจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองจากแบตเตอรี่ให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เมื่อเกิดปัญหาทางไฟฟ้า ซึ่งการตรวจสอบระบบภายในเครื่องสำรองไฟฟ้า จะต้องใช้สายเพื่อเชื่อมต่อจากเครื่องสำรองไฟฟ้าเข้ากับคอมพิวเตอร์และจำเป็นที่จะต้องใช้งานผ่านซอฟต์แวร์ที่แต่ละบริษัทมีไว้ให้สำหรับเครื่องสำรองไฟรุ่นนั้น ๆ ทำให้การทราบข้อมูลของเครื่องสำรองไฟล่าช้า จึงไม่สามารถดูข้อมูลได้แบบ Real time ซึ่งส่วนใหญ่ผู้ดูแลจะเข้าเช็คระบบเป็นครั้งคราว และถ้าหากเกิดปัญหาขึ้นอาจแก้ไม่ทันเวลา ซึ่งอาจทำให้ส่งผลต่อความเสียหายต่ออุปกรณ์สำรองไฟฟ้าเป็นอย่างมาก

4.2 วิเคราะห์ระบบงานใหม่

การตรวจสอบระบบภายในเครื่องสำรองไฟฟ้าต้องใช้สายเพื่อเชื่อมต่อจากเครื่องสำรองไฟฟ้าเข้ากับคอมพิวเตอร์และจำเป็นที่จะต้องใช้งานผ่านซอฟต์แวร์ ซึ่งอุปกรณ์ที่จำเป็น ได้แก่ เครื่องเซิร์ฟเวอร์ เครื่องสำรองไฟฟ้า และ Orange pi ที่เป็นตัวกลางที่ทำให้สามารถทราบข้อมูลได้แบบ real time ซึ่งถ้าหากเกิดปัญหาขึ้นทำให้แก้ปัญหาได้ทันเวลา แสดงได้ดังรูปที่ 1 และรูปที่ 2



รูปที่ 1 วิเคราะห์ระบบงานใหม่



รูปที่ 2 Flowchart

4.3 การดำเนินการพัฒนาระบบ

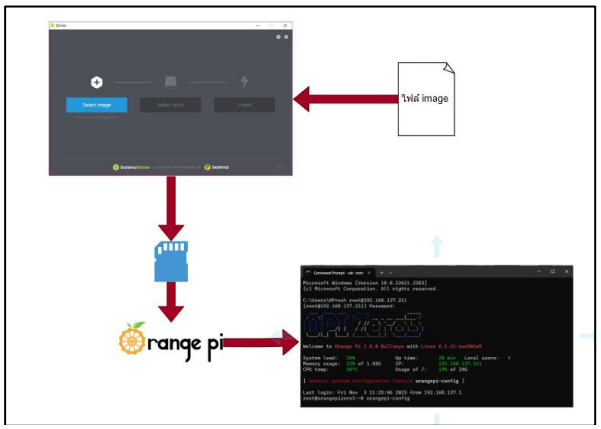
การดำเนินการพัฒนาระบบจะแบ่ง เป็น 6 ส่วน ด้วยกัน คือ Config Wi-Fi ให้กับ Orange Pi Zero 3, การดึงข้อมูลจากเครื่องสำรองไฟ, การออกแบบ Node-RED ของระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้า ส่วนของฐานข้อมูล การออกแบบหน้าจอแสดงผล และการทำงานของระบบ

4.3.1 Config Wi-Fi ให้กับ Orange Pi Zero 3

ในขั้นตอนนี้เป็นการ Config Wi-Fi ให้กับ Orange Pi Zero 3 เพื่อใช้ในการเชื่อมเว็บไซต์เข้าระบบอินเทอร์เน็ต โดยโหลดไฟล์ image ของตัว Orange Pi หลังจากนั้นทำการดาวน์โหลดโปรแกรม

บทความวิจัย (Research Article)

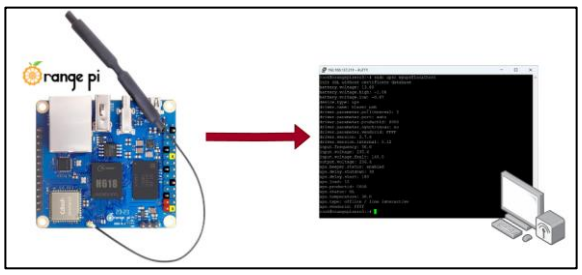
balenaEtcher เพื่อนำไปเบิร์นไฟล์ image ของระบบปฏิบัติการไปยัง Micro SD card จากนั้นทำการรีบูตเป็น Debian 11 ในขั้นตอนนี้ใช้ระยะเวลาไม่เกิน 5-10 นาที หลังจากนั้นนำเอา SD Card ต่อเข้ากับ Orange Pi เพื่อนำไป Config Wi-Fi ให้กับ Orange Pi Zero 3 และพิมพ์คำสั่งใน Command Prompt ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 Config Wi-Fi ให้กับ Orange Pi Zero 3

4.3.2 การดึงข้อมูลจากเครื่องสำรองไฟ

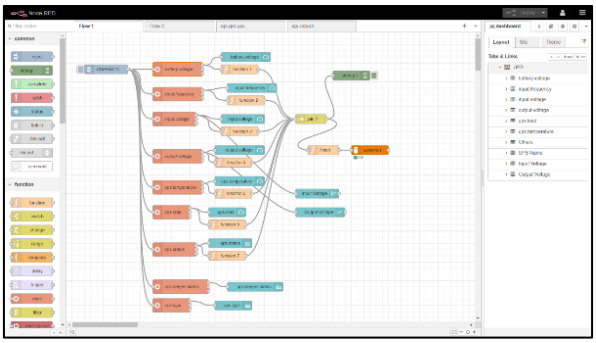
หลังจากที่ทำการ Config Wi-Fi ให้กับ Orange Pi Zero 3 ทำการดึงข้อมูลเพื่อที่จะนำข้อมูลมาแสดงผลบนเว็บแดชบอร์ด ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 การดึงข้อมูล

4.3.3 ออกแบบ Node-RED ของระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้า

สำหรับ Flow ชุดนี้ของ Node-RED เป็นฟังก์ชันส่วนหนึ่งของระบบหลังบ้าน (Back End) ใช้สำหรับบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ของเครื่องสำรองไฟฟ้าตามรอบเวลาที่กำหนดลง Log ในฐานข้อมูล โดยค่าเริ่มต้นคือทุก 1 ชั่วโมง แต่สามารถปรับเปลี่ยนความถี่ของรอบเวลาที่บันทึกข้อมูลได้ตามความเหมาะสมของผู้ใช้งาน แสดงได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 หน้าการออกแบบ Node-RED

4.3.4 ออกแบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลสามารถจัดการการเข้าถึงข้อมูลได้รวดเร็ว สามารถจัดการข้อมูลจำนวนมากได้และสามารถดึงข้อมูล แก้ไขข้อมูล และบันทึกข้อมูลได้ตามต้องการ ระบบนี้มีตารางที่สำคัญ 4 ตาราง ดังนี้

1) Log ตารางนี้เก็บบันทึกข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสถานะและการทำงานของอุปกรณ์ เช่น แรง ดันไฟฟ้า อุณหภูมิ ความชื้น และข้อมูลอื่น ๆ ที่สำคัญในการตรวจสอบและวิเคราะห์การทำงานของอุปกรณ์

2) Devices ตารางนี้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อในระบบ เช่น รุ่นของอุปกรณ์ ชื่ออุปกรณ์ ประเภทอุปกรณ์ และข้อมูลอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานและการตั้งค่าอุปกรณ์ เชื่อมโยงกับ

บทความวิจัย (Research Article)

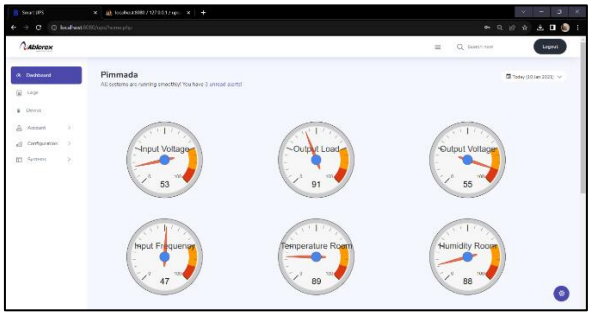
ตาราง Member เพื่อระบุว่าอุปกรณ์นั้นเป็นของสมาชิกคนใด

3) Member ตารางนี้เก็บข้อมูลของสมาชิกที่ใช้งานระบบ เช่น ชื่อ นามสกุล วันเดือนปีเกิด ที่อยู่ ข้อมูลการติดต่อ และข้อมูลการเข้าสู่ระบบ

4) Detail ตารางนี้เก็บรายละเอียดเพิ่มเติมเกี่ยวกับอุปกรณ์ เช่น ที่อยู่ IP ประเภทอุปกรณ์ เวอร์ชันเฟิร์มแวร์ การตั้งค่าเครือข่าย และ URL สำหรับ API เชื่อมโยงกับตาราง Devices เพื่อระบุว่าเป็นรายละเอียดของอุปกรณ์ใด และเชื่อมโยงกับตาราง Member เพื่อระบุว่าสมาชิกคนใดเป็นเจ้าของ

4.3.5 การออกแบบหน้าจอแสดงผล

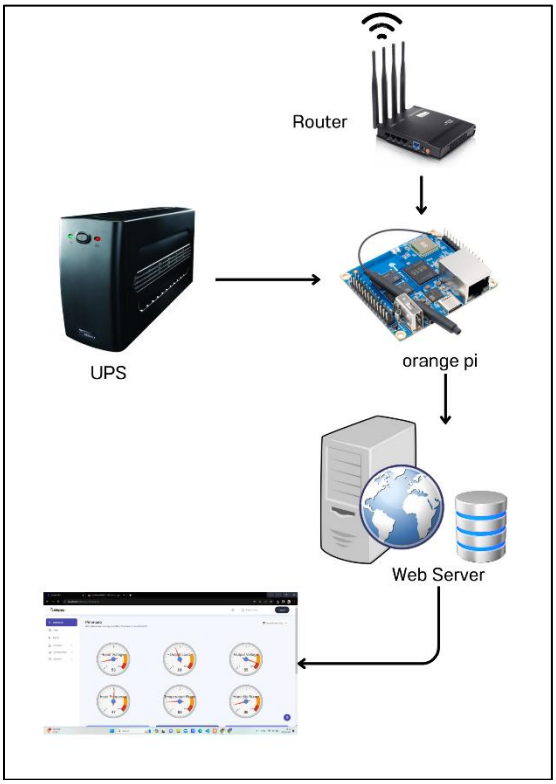
การใช้งานระบบทั้งหมดนั้น สามารถควบคุมได้โดยผ่าน หน้า Dashboard ที่ออกแบบไว้สำหรับการใช้งาน แสดงได้ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 ตัวอย่างการออกแบบหน้าจอ

4.3.6 การทำงานของระบบ

ภาพรวมของการพัฒนาระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้า โดยการเชื่อม Wi-Fi ให้กับ Orange Pi Zero 3 ให้สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ ต่อกับสาย USB Type A จากเครื่องสำรองไฟเข้ากับ Orange Pi Zero 3 ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การทำงานของระบบ

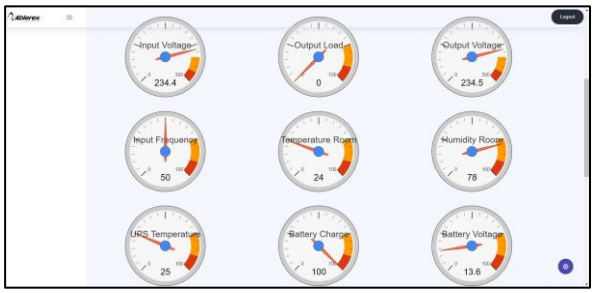
5. ผลการดำเนินงาน

จากผลการดำเนินงานการการพัฒนาระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้าพบว่าการทำงานของระบบมีความเสถียรภาพ โดยผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลของเครื่องสำรองไฟได้แบบ Real time และมีระบบการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันเมื่ออุณหภูมิและความชื้นในห้องเซิร์ฟเวอร์เกินหรือต่ำกว่าค่ามาตราฐานที่ผู้ใช้ได้กำหนด โดยเว็บไซต์ของการพัฒนาระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้า แบ่งเป็นระบบการใช้งาน ดังรูปที่ 8

รูปที่ 8 หน้า Dashboard ของระบบ

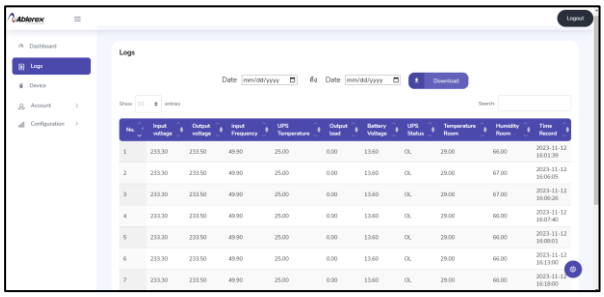
บทความวิจัย (Research Article)

จากรูปที่ 8 บอกสถานะการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้า (UPS)



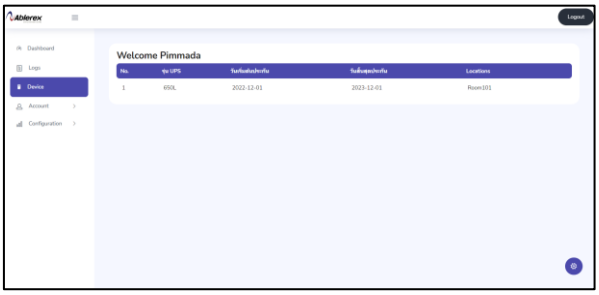
รูปที่ 9 หน้า Dashboard ของระบบ

จากรูปที่ 9 หน้าจอจะแสดงแรงดันไฟฟ้าขาเข้า ระดับการใช้ไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าขาออก ความถี่ขาเข้า ความจุแบตเตอรี่ของเครื่อง UPS รวมถึงแสดงอุณหภูมิและความชื้นของห้องควบคุม



รูปที่ 10 หน้าเมนู Logs

จากรูปที่ 10 หน้าจอ Logs ของเครื่องสำรองไฟฟ้า ซึ่งจะแสดงข้อมูลแรงดันไฟฟ้าขาเข้า แรงดันไฟฟ้าขาออก ระดับความถี่ไฟฟ้าขาเข้า ระดับความจุของแบตเตอรี่ ระดับการใช้ไฟฟ้า ระดับแรงดันของแบตเตอรี่ การเชื่อมต่อไฟ AC สถานะการเชื่อมต่อ UPS กับ Box อุณหภูมิห้อง ความชื้นห้อง วันเวลาที่บันทึกข้อมูล และสามารถกดปุ่ม “Download” เพื่อดาวน์โหลดข้อมูล Logs ออกมาเป็นไฟล์ Excel/CSV ได้



รูปที่ 11 หน้า Device

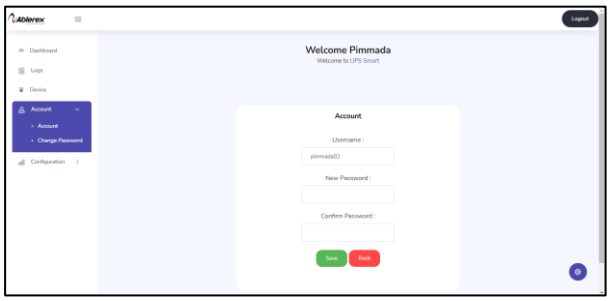
จากรูปที่ 11 เป็นการแสดงรายละเอียด รุ่นของเครื่องสำรองไฟฟ้า วันเริ่มต้นประกัน วันสิ้นสุดประกัน และ Location

รูปที่ 12 หน้า Account

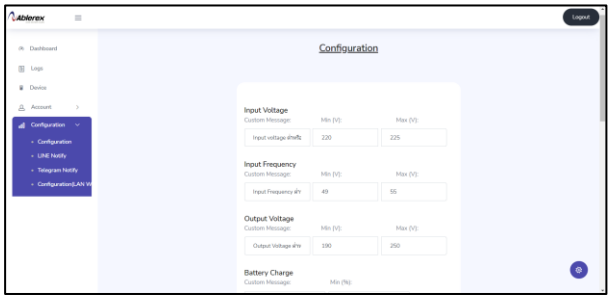
จากรูปที่ 12 เป็นการแสดงรายละเอียดข้อมูลของผู้ใช้งานและสามารถแก้ไขข้อมูลของผู้ใช้งานได้โดยคลิกที่ปุ่ม Edit

รูปที่ 13 หน้า Edit Profile

บทความวิจัย (Research Article)



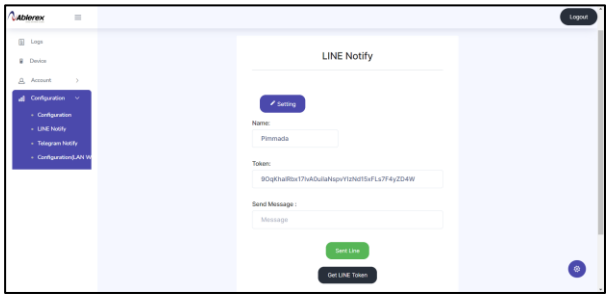
รูปที่ 14 หน้าเมนู Change Password



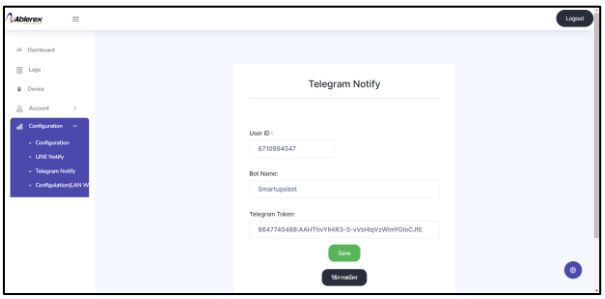
รูปที่ 15 หน้าจอ Configuration

จากรูปที่ 15 ระบบจะมีค่า Default ของ Min และ Max มาให้ เมื่อค่าต่าง ๆ ต่ำหรือสูงกว่าค่าที่กำหนด Box จะทำการส่ง แจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ ผู้ใช้งานสามารถปรับเปลี่ยนค่า Min และ Max ได้ตามความต้องการ เมื่อปรับเปลี่ยนแล้วให้คลิกที่ปุ่ม “Save Config” เพื่อทำการบันทึกค่า

การตั้งค่า Token ของ Line Notify โดยผู้ใช้ต้องมี Token ของตนเอง ดังรูปที่ 16

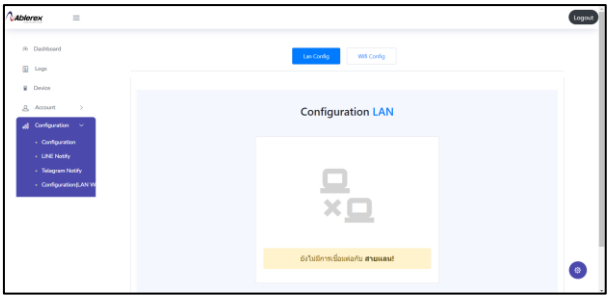


รูปที่ 16 หน้า Line Notify



รูปที่ 17 หน้า Telegram Notify

จากรูปที่ 17 โดยผู้ใช้ต้องมี User ID, Bot Name และ Telegram Token ก่อน จึงจะนำมาใส่ในช่องกรอกข้อมูล ได้ หากผู้ใช้งานยังไม่มี สามารถดูวิธีการสมัครได้โดยคลิกปุ่ม “วิธีการสมัคร” และหลังจากทำการกรอกข้อมูลเรียบร้อยแล้ว คลิกที่ปุ่ม Save จะถูกบันทึกและส่ง Message ไปยัง Telegram

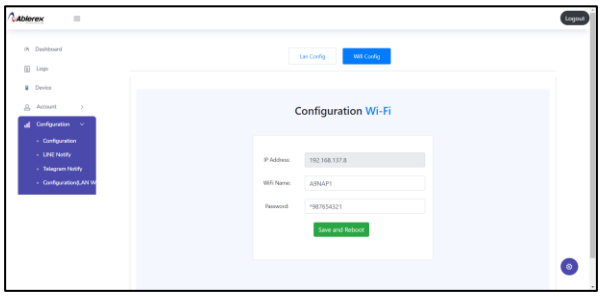


รูปที่ 18 หน้า Configuration LAN

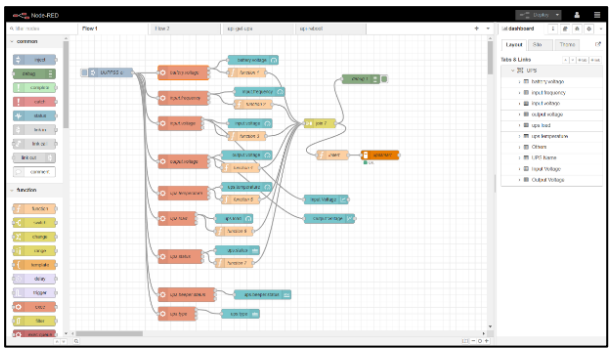
จากรูปที่ 18 ตั้งค่า Network โดยคลิกที่ Configuration (LAN, Wi-Fi) จะปรากฏหน้าจอตามภาพ โดยค่า Default จะอยู่ที่หน้า Lan Config หากมีการเสียบสายแลน ข้อมูลของการเชื่อมต่อจะขึ้นโดยอัตโนมัติ

หากต้องการเชื่อมโดยใช้ Wi-Fi คลิกที่ปุ่ม Wi-Fi Config จะปรากฏหน้าจอตามภาพ หากต้องการเปลี่ยนเครือข่ายเชื่อมต่อสามารถเปลี่ยนได้ในช่อง Wi-Fi หลังจากนั้นคลิก Save and Reboot และใน

ขั้นตอนนี้หมายเลข IP Address จะเปลี่ยนใหม่เมื่อทำการ Config Wi-Fi ใหม่ แสดงได้ดังรูปที่ 19

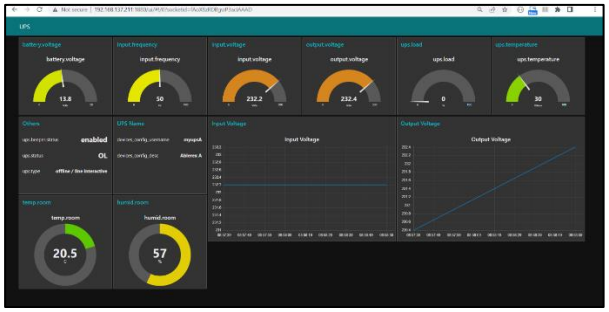


รูปที่ 19 หน้า Configuration Wi-Fi



รูปที่ 20 Flow การเชื่อมต่อ Node-RED

จากรูปที่ 20 เป็นการแสดง flow การเชื่อมต่อ Node-RED เพื่อนำข้อมูลไปแสดงในหน้า Dashboard และนำข้อมูลที่ได้ไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล



รูปที่ 21 การแสดงข้อมูลบน Dashboard ของ Node-RED

จากรูปที่ 21 การแสดงข้อมูลบน Dashboard ของ Node-RED สามารถทำการวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้น เช่น การดูกราฟ การตรวจสอบ และการเปรียบเทียบข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ ของการดึงข้อมูลจากเครื่องสำรองไฟฟ้า

6. อภิปรายและสรุปผล

จากการพัฒนาระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้า โดยจะเสนอระบบการทำงานของเครื่องสำรองไฟฟ้า ทำให้สามารถทราบเหตุการณ์ต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับเครื่องสำรองไฟฟ้าได้อย่างทันที โดยผู้ใช้งานจะสามารถตรวจสอบและจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้าได้แบบ Real-time ผ่านเว็บไซต์ และสามารถแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Line Notify, Telegram รวมถึงการดาวน์โหลดข้อมูลเป็นไฟล์ Excel และทำการวิเคราะห์ความต้องการและศึกษาระบบที่มีอยู่ในปัจจุบัน เพื่อเข้าใจปัญหาและข้อจำกัดที่เกิดขึ้น

จากนั้นได้ออกแบบโซลูชันที่จะตอบสนองความต้องการของผู้ใช้งาน เช่น การตรวจสอบสถานะของเครื่องสำรองไฟฟ้า การแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ และทำการทดสอบระบบอย่างละเอียดในทุกฟังก์ชัน เพื่อให้แน่ใจว่าระบบสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้และไม่มีข้อผิดพลาด รวมถึงการทดสอบการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify และ Telegram ซึ่งข้อดีคือทำให้ผู้ใช้สามารถรู้สถานะการทำงานของอุปกรณ์สำรองไฟฟ้าได้ซึ่งสะดวกสามารถดูข้อมูลของเครื่องสำรองไฟฟ้าได้แบบ Real time ทำให้ดูข้อมูลจากที่ใดก็ได้ และจะแจ้งเตือนไปยัง Line Notify และ Telegram เมื่อเครื่องเกิดความผิดปกติ หรืออุณหภูมิของเครื่องสำรองไฟสูงเกินกำหนดได้

6.1 ผลการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้ใช้งาน

ตารางที่ 1 ด้านการใช้งาน

ด้านการใช้งาน			
รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลการประเมิน
1.1 เว็บไซต์ทำงานได้สะดวกรวดเร็ว	4.12	0.87	มาก
1.2 เว็บไซต์ใช้งานง่ายไม่ซับซ้อน	4.02	0.89	มาก
1.3 เว็บไซต์สามารถตอบสนองตามความต้องการของผู้ใช้	4.14	0.75	มาก
1.4 เว็บไซต์มีการแจ้งเตือนเมื่อกรอกข้อมูลผิดพลาด	4.28	0.83	มาก
1.5 เว็บไซต์มีความครอบคลุมใช้งานได้จริง	4.20	0.88	มาก
1.6 เว็บไซต์มีความปลอดภัย	4.08	0.94	มาก
รวม	4.14	0.86	มาก

ตารางที่ 2 ด้านความพึงพอใจ

ด้านความพึงพอใจ			
รายการ	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลการประเมิน
2.1 เว็บไซต์มีประโยชน์ต่อผู้ใช้งาน	4.12	0.82	มาก
2.2 เว็บไซต์มีความดึงดูด และน่าใช้งาน	4.00	0.83	มาก
2.3 ข้อมูลมีความเหมาะสมครบถ้วน	4.04	0.78	มาก
2.4 การใช้งานเว็บไซต์มีความเสถียร	4.06	0.76	มาก
2.5 เว็บไซต์มีความปลอดภัยสำหรับข้อมูล	4.18	0.74	มาก
รวม	4.08	0.79	มาก

ตารางที่ 3 การประเมินประสิทธิภาพ

รายการประเมิน	ค่าเฉลี่ย	ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน	ผลการประเมิน
ด้านการใช้งาน	4.14	0.86	มาก
ด้านความพึงพอใจ	4.08	0.79	มาก
ภาพรวมทั้ง 2 ด้าน	4.11	0.82	มาก

จากตารางที่ 1 ตารางที่ 2 และตารางที่ 3 พบว่าผลการประเมินประสิทธิภาพและความพึงพอใจของระบบการตรวจสอบและการจัดการเครื่องสำรองไฟฟ้าจากกลุ่มตัวอย่างคือ นิสิตสาขาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ จำนวน 40 คน และบุคลากรในคณะการบัญชีและการจัดการ มหาวิทยาลัยมหาสารคามจำนวน 10 คน ในด้านการใช้งานระบบโดยรวมมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.14 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.86 อยู่ในระดับมาก ด้านความพึงพอใจมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.08 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.79 อยู่ในระดับมาก และมี

ค่าเฉลี่ยโดยรวมอยู่ที่ 4.11 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.82 อยู่ในระดับมาก

7. ข้อเสนอแนะ

ในการศึกษาครั้งต่อไปควรทำการสำรวจและปรับปรุงระบบตรวจสอบและควบคุมเครื่องสำรองไฟ (UPS) อย่างต่อเนื่อง โดยการนำเทคโนโลยีใหม่ ๆ มาใช้และปรับปรุงกระบวนการทำงานเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความปลอดภัยของระบบ และควรมีการวางแผนการสำรองข้อมูลในกรณีที่เกิดการขัดข้องของระบบไฟฟ้า เพื่อให้สามารถกู้คืนข้อมูลและระบบได้อย่างรวดเร็ว โดยไม่กระทบต่อการดำเนินงานของธุรกิจ และเว็บแดชบอร์ดรองรับการใช้งานหลายภาษา

8. เอกสารอ้างอิง

[1] Al-Fuqaha A., Guizani M., Mohammadi M. et al., "Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications," *IEEE Communications Surveys & Tutorials*, vol. 17, no. 4, pp. 2347-2376, 2015, doi: https://doi.org/10.1109/COMST.2015.2444095.

[2] Kaewta C., Savithi C., Naenudorn E., "An optimization of multiple gateway location selection in long range wide area network networks," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 30, no. 2, pp. 1011-1020, 2023, doi: 10.11591/ijeecs.v30.i2.pp1011-1020.

[3] phpMyAdmin, "Bringing MySQL to the web," [ออนไลน์]. Available: https://www.phpmyadmin.net. [เข้าถึงเมื่อ: 10 มกราคม 2567].

[4] MariaDB, "MariaDB Server: The open source relational database," [ออนไลน์]. Available: https://mariadb.org. [เข้าถึงเมื่อ: 15 มกราคม 2567].

[5] NUT, "Network UPS Tools Power Devices support," [ออนไลน์]. Available: https://networkupstools.org. [เข้าถึงเมื่อ: 20 มกราคม 2567].

[6] Advanced IP Scanner, [ออนไลน์]. Available: https://www.advanced-ip-scanner.com/th/. [เข้าถึงเมื่อ: 25 มกราคม 2567].

[7] เจตนันต์ เจือจันทร์, “รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์ โครงการวิจัยเรื่องระบบตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นห้องเซิร์ฟเวอร์ด้วย IoT,” Computer Center, Burapha University, 2019.

[8] สุชาติ ดุมนิล, “การพัฒนาระบบควบคุมการวัดค่าอุปกรณ์ไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี IoT,” *วารสารวิชาการเทพสตรี I-TECH*, ปีที่ 18, ฉบับที่ 1, หน้า 1, มกราคม – มิถุนายน, 2566.

[9] Prince Bharti, Abhijeet Singh, and Pushpendra Singh, “Smart-UPS with a priority-based load management system,” pp. 2-3, 2021, doi: 10.1088/1742-6596/2007/1/012006.

[10] Gonçalo Marques, Cristina Roque Ferreira, and Rui Pitarma, “A System Based on the Internet of Things for Real-Time Particle Monitoring in Buildings,” Apr. 2018, doi: 10.3390/ijerph15040821.

[11] กุลธิดา ดีเม็ด, ศิรินภา บัวเก่า, ธงรบ อักษร และธนพงศ์ นิตยะประภา, “เครื่องตรวจจับควันและแจ้งเตือนเหตุการณ์ไฟไหม้ผ่าน Line Notify,” *Rattanakosin Journal of Science and Technology: RJST2023*, มหาวิทยาลัยราชภัฏพิบูลสงคราม, 2023.