ระบบต้นแบบ IoT สำหรับการตรวจสอบสถานะเครื่องสำรองไฟ

IoT-Based UPS Monitoring Prototype System

พิชญาภัค เทพท้าว กษิรา อุฬารกุล

สาธิต ธรรมขันทา[1] มนัสชนก ตามวงค์[1]

[1]โรงเรียนวิทยาศาสตร์จุฬาภรณราชวิทยาลัย เชียงราย อำเภอเมืองเชียงราย จังหวัดเชียงราย 57000

Email: kasira090552@gmail.com

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันเครื่องสำรองไฟ (UPS) มีความสำคัญเป็นอย่างมากต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์ กล้องวงจรปิด เนื่องจาก UPS สามารถป้องกันอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จากเหตุการณ์ไฟฟ้าดับหรือไฟกระชากได้ เป็นการยืดอายุการใช้งานอุปกรณ์ที่มีราคาแพง อีกทั้งช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายในส่วนของการซ่อมแซมอุปกรณ์หรือการซื้ออุปกรณ์ใหม่ โรงเรียนหรือองค์กรต่าง ๆ ก็ได้มีการติดตั้ง UPS ไว้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่สำคัญเพื่อรองรับเหตุการณ์ไฟฟ้าดับหรือไฟกระชาก ดังนั้น UPS จึงเป็นสิ่งที่สำคัญ อย่างไรก็ตามการตรวจสอบสถานะแบตเตอรี่และการทำงานของ UPS แต่ละเครื่องยังต้องอาศัยการเดินตรวจด้วยตนเอง ซึ่งใช้เวลานานและอาจทำให้เกิดการละเลยเครื่องที่มีปัญหาได้

จากปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาโครงงานระบบตรวจสอบสถานะ UPS ผ่านเครือข่าย Wi-Fi โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์กับตัวเครื่อง UPS เพื่อส่งข้อมูลสถานะแบตเตอรี่และการทำงานไปยังแพลตฟอร์มที่สามารถดูผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้แบบเรียลไทม์ ซึ่งจะช่วยให้สามารถดูแลและจัดการเครื่อง UPS ที่กระจายตัวอยู่ในพื้นที่ต่าง ๆ ได้สะดวกยิ่งขึ้น ช่วยลดเวลาในการเดินตรวจสอบ ลดความเสี่ยงจากความขัดข้องของระบบไฟฟ้า เพิ่มประสิทธิภาพในการบำรุงรักษาและบริหารจัดการพลังงาน ทั้งยังลดการสูญเสียทรัพยากร และสนับสนุนการใช้เทคโนโลยีอย่างคุ้มค่าและยั่งยืน โครงงานนี้จึงมีความสำคัญต่อการพัฒนาระบบดูแลอุปกรณ์ไฟฟ้าในองค์กรขนาดใหญ่ โดยเป็นการนำเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ในชีวิตจริง อีกทั้งยังสามารถต่อยอดไปใช้ในสถานศึกษาหรือหน่วยงานอื่น ๆ ที่มีการใช้งาน UPS อย่างแพร่หลายได้ในอนาคต

คำสำคัญ: เครื่องสำรองไฟ (UPS), เทคโนโลยี IoT, เครือข่าย Wi-Fi, การติดตามแบบเรียลไทม์, ระบบตรวจสอบสถานะแบตเตอรี่

1. บทนำ

ปัจจุบันไฟฟ้าเป็นทรัพยากรที่มีความสำคัญต่อการดำเนินงานของสถานศึกษา หน่วยงานราชการ และองค์กรต่าง ๆ เนื่องจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เช่น คอมพิวเตอร์ เซิร์ฟเวอร์ อุปกรณ์เครือข่าย และระบบกล้องวงจรปิด จำเป็นต้องอาศัยแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าที่มีความต่อเนื่องและมีเสถียรภาพในการทำงาน หากเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ ไฟตก หรือไฟกระชาก อาจส่งผลให้ข้อมูลที่กำลังประมวลผลสูญหาย ระบบสารสนเทศหยุดทำงาน และก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีมูลค่าสูง ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อการดำเนินงานขององค์กรทั้งในด้านประสิทธิภาพและค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุง (Group, 2566)

เครื่องสำรองไฟ (Uninterruptible Power Supply : UPS) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรองให้แก่อุปกรณ์ไฟฟ้าเมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับหรือแรงดันไฟฟ้าผิดปกติ พร้อมทั้งช่วยปรับแรงดันไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมก่อนส่งต่อไปยังอุปกรณ์ที่เชื่อมต่ออยู่ ภายในเครื่องสำรองไฟประกอบด้วยแบตเตอรี่สำหรับกักเก็บ

พลังงาน ซึ่งจะทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าทันทีเมื่อแหล่งจ่ายไฟหลักขัดข้อง ทำให้อุปกรณ์สามารถทำงานต่อได้ในช่วงเวลาหนึ่ง ช่วยให้ผู้ใช้งานมีเวลาบันทึกข้อมูล ปิดระบบได้อย่างถูกต้อง และลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ (ธำรงธรรม, 2552)

เครื่องสำรองไฟมีบทบาทสำคัญในการป้องกันความเสียหายของระบบไฟฟ้า แต่การตรวจสอบสถานะการทำงานของ UPS ในหลายหน่วยงานยังคงอาศัยการตรวจสอบด้วยตนเอง โดยผู้ดูแลระบบต้องเดินตรวจสอบแต่ละเครื่องเพื่อดูสถานะแบตเตอรี่หรือความพร้อมในการทำงาน วิธีการดังกล่าวใช้เวลาค่อนข้างมาก (ทัพวัตร และ โพธิ์กลิ่น, 2565) โดยเฉพาะในสถานที่ที่มีการติดตั้ง UPS จำนวนหลายเครื่องหรือกระจายอยู่หลายอาคาร นอกจากนี้ หากแบตเตอรี่เกิดการเสื่อม สภาพหรือเครื่องสำรองไฟเกิดความผิดปกติ ผู้ดูแลอาจไม่สามารถทราบได้ทันที ส่งผลให้เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ เครื่องสำรองไฟไม่สามารถจ่ายพลังงานสำรองได้ตามปกติ และอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์และข้อมูลสำคัญได้

ปัจจุบันเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ได้เข้ามามีบทบาทในการพัฒนาระบบตรวจติดตามอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยสามารถรวบรวมข้อมูลจากเซนเซอร์ ส่งข้อมูลไปยังระบบประมวลผล และแสดงผลผ่านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ได้แบบเรียลไทม์ ผู้ดูแลระบบจึงสามารถติดตามสถานะของอุปกรณ์จากระยะไกล ลดระยะเวลาในการตรวจสอบ เพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการ และสามารถวางแผนการบำรุงรักษาได้อย่างเหมาะสม (Wiboonyasake, 2565)

จากปัญหาดังกล่าว ผู้จัดทำจึงมีแนวคิดในการพัฒนาระบบต้นแบบ IoT สำหรับการตรวจสอบสถานะเครื่องสำรองไฟ โดยผู้ดูแลสามารถตรวจสอบข้อมูลแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และสถานะแบตเตอรี่ของเครื่องสำรองไฟผ่านคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ตโฟนได้ทุกที่ภายในเครือข่าย โดยไม่จำเป็นต้องเดินตรวจสอบแต่ละเครื่องเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการติดตามสถานะของเครื่องสำรองไฟ ลดระยะเวลาในการตรวจสอบ ลดความเสี่ยงจากการที่แบตเตอรี่เสื่อมสภาพโดยไม่ทราบล่วงหน้า และช่วยสนับสนุนการวางแผนบำรุงรักษาอุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2. วิธีดำเนินการ

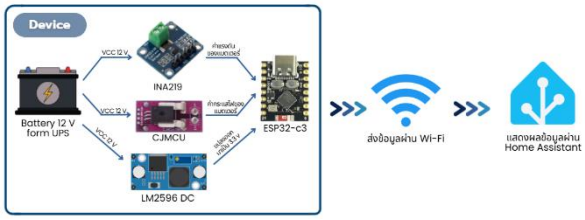
2.1 ศึกษาปัญหาของเครื่องสำรองไฟ (UPS)

ผู้จัดทำได้ศึกษาปัญหาการตรวจสอบสถานะเครื่องสำรองไฟ (UPS) ภายในสถานศึกษาและหน่วยงานที่มีการติดตั้งเครื่องสำรองไฟหลายจุด พบว่าการตรวจสอบส่วนใหญ่ยังอาศัยการเดินตรวจสอบด้วยตนเอง ทำให้ใช้เวลาในการตรวจสอบแต่ละเครื่องค่อนข้างมาก อีกทั้งไม่สามารถติดตามสถานะการทำงานของ UPS ได้แบบเรียลไทม์ (Prasath et al., 2023) หากแบตเตอรี่เกิดความเสื่อมสภาพหรือเครื่องสำรองไฟเกิดความผิดปกติ ผู้ดูแลอาจไม่สามารถทราบข้อมูลได้ทันที ส่งผลให้เกิดความเสี่ยงต่อการเกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับ

2.2 การวิเคราะห์และออกแบบระบบ

ผู้จัดทำได้ออกแบบระบบโดยแบ่งการทำงานออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่ ส่วนตรวจวัดข้อมูล ส่วนประมวลผล ส่วนสื่อสารข้อมูล และส่วนแสดงผล

ส่วนตรวจวัดข้อมูลประกอบด้วยเซนเซอร์ INA219 สำหรับวัดแรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า เซนเซอร์ ACS758 สำหรับวัดกระแสไฟฟ้าของเครื่องสำรองไฟ และ LM2596 DC สำหรับแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 12 โวลต์ ให้เหลือ 3.3 โวลต์ เพื่อใช้เป็นแรงดันจ่ายให้กับบอร์ด ESP32-C3 เพื่อประมวลผล ก่อนส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย Wi-Fi ไปยังแพลตฟอร์ม Home Assistant สำหรับแสดงผลบน Dashboard แบบเรียลไทม์ การออกแบบภาพรวมของระบบแสดงดัง รูปที่ 1

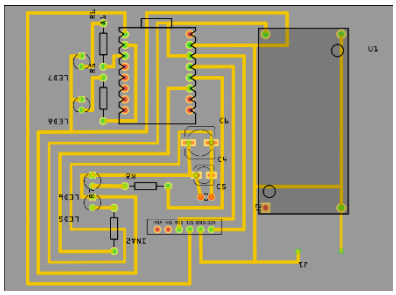


รูปที่ 1 แผนภาพการทำงานของระบบ

2.3 การพัฒนาระบบต้นแบบ

2.3.1 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

ออกแบบวงจรตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของเครื่องสำรองไฟ โดยใช้โปรแกรม Fritzing ออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ จากนั้นจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการติดตั้งภายในเครื่องสำรองไฟ ก่อนสร้างแผงวงจรต้นแบบ (PCB) และประกอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้ากับแผงวงจร



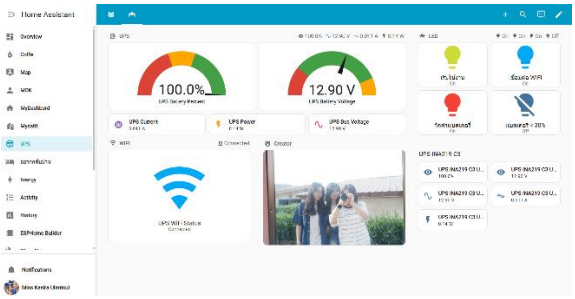
รูปที่ 2 ตัวอย่างการออกแบบแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

2.3.2 การพัฒนาระบบควบคุม

พัฒนาแพลตฟอร์มสำหรับ ESP32-C3 ด้วย ESPHome เพื่ออ่านค่าจากเซนเซอร์ INA219 และ ACS758 จากนั้นประมวลผลข้อมูลแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และคำนวณเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ ก่อนส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย Wi-Fi ไปยัง Home Assistant

2.3.3 การออกแบบหน้าจอแสดงผล

ออกแบบ Dashboard บนแพลตฟอร์ม Home Assistant สำหรับแสดงข้อมูลของเครื่องสำรองไฟประกอบด้วย ค่าแรงดันไฟฟ้า (Voltage), ค่ากระแสไฟฟ้า (Current), กำลังไฟฟ้า (Power) และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ (Battery Percentage) ข้อมูลทั้งหมดสามารถอัปเดตได้แบบเรียลไทม์ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะของเครื่องสำรองไฟผ่านคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ตโฟนได้



รูปที่ 3 ตัวอย่างหน้าจอ Dashboard บน Home Assistant

2.4 การทดสอบระบบ

นำระบบไปติดตั้งร่วมกับเครื่องสำรองไฟ (UPS) ที่ใช้แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เพื่อทดสอบการทำงานภายใต้สภาพการใช้งานจริง โดยการทดสอบดำเนินการเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ (2 เดือน) โดยทำการตรวจสอบข้อมูลสัปดาห์ละ 1 ครั้ง รวมทั้งสิ้น 8 ครั้ง ในแต่ละครั้ง ผู้จัดทำจะวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ด้วยเครื่องมัลติมิเตอร์ดิจิทัล ซึ่งใช้เป็นค่าอ้างอิง (Reference Value) และเปรียบเทียบกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่แสดงบนแพลตฟอร์ม Home Assistant จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาคำนวณหาเปอร์เซนต์ค่าความคลาดเคลื่อน (Percentage Error) เพื่อประเมินความถูกต้องของระบบต้นแบบ (Rathod et al., 2024)

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

ข้อมูลที่ได้จากการทดลองนำมาวิเคราะห์ โดยเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้จากระบบต้นแบบกับค่าที่วัดได้จากเครื่องมัลติมิเตอร์ ซึ่งถือเป็นค่าอ้างอิงค่าความถูกต้องของระบบประเมินจากค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ (Percentage Error) โดยใช้สมการ

% Error = (|ค่าอ้างอิง - ค่าต้นแบบ| ÷ ค่าอ้างอิง) × 100

จากนั้นนำค่าความคลาดเคลื่อนของการตรวจวัดทั้ง 8 ครั้ง มาคำนวณหาค่าเฉลี่ย เพื่อใช้ประเมินประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของระบบต้นแบบในการตรวจสอบสถานะเครื่องสำรองไฟ

3. ผลและอภิปรายผล

3.1 ผลการแสดงผลแบบเรียลไทม์

ระบบสามารถส่งข้อมูลจาก ESP32-C3 ไปยังแพลตฟอร์ม Home Assistant ผ่านเครือข่าย Wi-Fi ได้อย่างต่อเนื่อง โดยข้อมูลแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่จะแสดงผลบน Dashboard แบบเรียลไทม์ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามสถานะของเครื่องสำรองไฟได้โดยไม่จำเป็นต้องเดินตรวจสอบที่ตัวเครื่อง นอกจากนี้ ระบบยังสามารถแสดงการเปลี่ยนแปลงของค่าต่าง ๆ ได้ทันทีเมื่อสถานะของเครื่องสำรองไฟเปลี่ยนแปลง เช่น เมื่อแบตเตอรี่มีระดับแรงดันลดลงหรือเมื่อเครื่องสำรองไฟเปลี่ยนโหมดการทำงาน

3.2 ผลการทดสอบความถูกต้องของระบบ

ผู้จัดทำได้ทดสอบระบบต้นแบบเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยทำการตรวจสอบสัปดาห์ละ 1 ครั้ง เปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากระบบต้นแบบกับค่าที่วัดได้จากเครื่องมัลติมิเตอร์ ซึ่งใช้เป็นค่าอ้างอิง เพื่อนำมาคำนวณค่าความคลาดเคลื่อน (Percentage Error)

ตารางที่ 1 ผลการเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างระบบต้นแบบกับเครื่องมัลติมิเตอร์

สัปดาห์	มัลติมิเตอร์ (V)	ระบบต้นแบบ (V)	Error (%)
1	12.62	12.59	0.24
2	12.58	12.52	0.48
3	12.60	12.56	0.32
4	12.54	12.49	0.40
5	12.57	12.54	0.24
6	12.50	12.44	0.48
7	12.48	12.41	0.56
8	12.46	12.42	0.32
ค่าเฉลี่ย			0.38

จากตารางที่ 1 พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้จากระบบต้นแบบมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่วัดได้จากเครื่องมัลติมิเตอร์ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยอยู่ที่ร้อยละ 0.38 ซึ่งมีความคลาดคลื่อนในระดับต่ำ

4. สรุปผล

จากการพัฒนาระบบต้นแบบ IoT สำหรับการตรวจสอบสถานะเครื่องสำรองไฟ สามารถตรวจวัดและแสดงผลค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และสถานะแบตเตอรี่ผ่านแพลตฟอร์ม Home Assistant ได้แบบเรียลไทม์ ผลการทดสอบเป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ โดยเปรียบเทียบค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตรวจวัดได้จากระบบต้นแบบกับค่าที่วัดได้จากเครื่องมัลติมิเตอร์ พบว่าระบบมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย 0.38% และมีค่าความถูกต้องเฉลี่ย 99.62% แสดงให้เห็นว่าระบบมีความแม่นยำเพียงพอสำหรับการนำไปใช้ตรวจสอบสถานะเครื่องสำรองไฟในการใช้งานจริง เพื่อช่วยลดระยะเวลาในการตรวจสอบและเพิ่มความสะดวกในการติดตามสถานะของเครื่องสำรองไฟจากระยะไกล

ข้อเสนอแนะ

ควรเพิ่มความสามารถในการรองรับเครื่องสำรองไฟหลายรุ่น เพิ่มระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดความผิดปกติของแรงดันไฟฟ้าหรือแบตเตอรี่ และพัฒนาระบบให้สามารถจัดเก็บข้อมูลย้อนหลังและเชื่อมต่อผ่านระบบ Cloud เพื่อให้สามารถติดตามสถานะของเครื่องสำรองไฟได้จากทุกสถานที่อย่างมีประสิทธิภาพ

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความอนุเคราะห์และการสนับสนุนจากบุคคลหลายฝ่าย ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ และคำแนะนำที่เป็นประโยชน์ตลอดการดำเนินโครงงาน ขอขอบพระคุณโรงเรียนจุฬาภรณราชวิทยาลัย เชียงราย ที่ให้การสนับสนุนด้านสถานที่และอุปกรณ์ในการดำเนินงาน ตลอดจนขอ ขอบพระคุณผู้ปกครองและผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจ จนทำให้โครงงานวิจัยฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

ธำรงธรรม, น. (2552). *ระบบไฟฟ้าสำรองต่อเนื่อง (UPS) สำหรับศูนย์คอมพิวเตอร์*. มหาวิทยาลัยธุรกิจบัณฑิตย์.

ทัพวัตร, น., และ โพธิ์กลิ่น, น. (2565). *การติดตั้งระบบสำรองไฟฟ้า UPS สำหรับโรงพยาบาล*. มหาวิทยาลัยสยาม.

Wiboonyasake, M. (2565). *ทำความรู้จักกับ Internet of Things*. สืบค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2569, จาก https://www.aware.co.th/th/iot-%e0%b8%84%e0%b8%b7%e0%b8%ad%

e0%b8%ad%e0%b8%b0%e0%b9%84%e0%b8%a3/

Group, M. (2566). *ไขข้อสงสัย UPS คืออะไร? รู้จักฟังก์ชันและประโยชน์ที่อาจมองข้าม*. สืบค้นเมื่อ 14 กรกฎาคม 2569, จาก https://chuphotic.com/knowledge/what-is-ups/

Prasath, C., Darwin, Ramkumar, Nithishkumar, & Somasundharam. (2023). *IoT-Powered UPS Battery Monitoring: Ensuring High Availability and Reliability for Critical Systems.*

Rathod, A. S. A., Khadgir, T. S. P., Shinde, D. G. D., Bahiram, G. K. K., & Matale, N. S. P. (2024). *IoT Based UPS with Source Reliability and Graphical Audit*. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(11), 3486–3489.