

ระบบตรวจจับความผิดปกติและการแจ้งเตือนระบบไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง

Electrical Fault detection and Warning system over Internet of Things

ไชโย ธรรมรัตน์^{1*}, ธีชนนท์ ศิริประดิษฐ์², สาโรจน์ หลั่งน้ำทิพย์¹ และ จิระศักดิ์ สินสุขอุดมชัย¹

¹สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์

²นักวิจัยอิสระ

*ติดต่อ : chaiyot@sau.ac.th , เบอร์โทรศัพท์ : 0814079353

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบตรวจจับความผิดปกติและการแจ้งเตือนระบบไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง โดยระบบมีความสามารถตรวจวัดค่า กระแส แรงดันและกำลังไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าสาธารณะที่จ่ายเข้ามาในสำนักงาน จากนั้นตัวระบบจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ตรวจจับความผิดปกติของสัญญาณไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามาจากระบบไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้าเกิน /ตก กระแสไฟฟ้าเกิน และ กระแสไฟฟ้ารั่ว ตลอดจนตรวจจับเปลวไฟที่เกิดขึ้นในตู้ควบคุม นอกจากนี้ยังมีระบบหรีไฟได้ด้วย ถ้าไมโครโปรเซสเซอร์ตรวจพบความผิดปกติของระบบไฟฟ้าที่จ่ายเข้ามาในสำนักงาน จะสั่งให้ตัดอุปกรณ์ใช้งานนั้น ๆ ออกจากระบบไฟฟ้าทันที รวมทั้งมีการส่งสัญญาณเตือนผ่าน UART ไปแสดงผลที่หน้าจอ LCD และส่งผ่านเครือข่ายการสื่อสาร (Blink) ไปยังสมาร์ทโฟน ซึ่งสมาร์ทโฟนสามารถสั่งการตัดต่อโหลดไฟฟ้าจากระบบได้ อีกทั้งยังมีการบันทึกเหตุการณ์ต่างๆ เก็บไว้เป็นหลักฐาน

คำหลัก : ระบบตรวจจับความผิดปกติและการแจ้งเตือนระบบไฟฟ้า, แรงดันไฟฟ้าเกิน /ตก, กระแสไฟฟ้าเกิน, กระแสไฟฟ้ารั่ว, การตรวจจับเปลวไฟ, อินเทอร์เน็ตประสาทรพสิ่ง

Abstract

This research presents electrical fault detection and warning system via the Internet of Things (IoT). The system is capable of measuring electrical signals incoming from electric utility system, including current, voltage, and power. A microprocessor is employed to detect the electric faults supplied from electric utility system, such as overvoltage, undervoltage, overcurrent, leakage current, and flame occurrence inside the control cabinet. In addition, the system also includes a light dimming function. When the microprocessor detects any electric faults in the electrical system, it immediately disconnects the affected electrical loads from the electric utility system. Furthermore, warning signals are transmitted through UART communication to display status information on an LCD screen and are also sent via a communication network (Blynk) to a smartphone application. The smartphone can remotely control the connection and disconnection of electrical loads from the electric utility system. Moreover, all events and fault detections are recorded and stored as evidence for future records.

Keywords: Electrical fault detection and warning system, Overvoltage, Undervoltage, Overcurrent, Leakage current, Flame detection, Internet of Things (IoT)

1. บทนำ (Introduction)

ระบบไฟฟ้าในอาคารสำนักงานทั่วๆ ไปจำเป็นต้องมีเสถียรภาพในการจ่ายกระแสและแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ เพื่อให้อุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในอาคาร ทำงานได้อย่างปลอดภัยและมีประสิทธิภาพ ดังนั้นภายในอาคารจำเป็นต้องมีระบบตรวจจับความผิดปกติของสัญญาณไฟฟ้า (Fault detection) ที่จ่ายเข้ามาจากระบบไฟฟ้าสาธารณะภาค ปัญหาที่พบคือระบบป้องกันแบบดั้งเดิมจะใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ (MCCB- Molded Case Circuit Breaker) เป็นตัวป้องกันความเสียหายเบื้องต้น แต่ยังมีข้อจำกัดในด้านการตรวจสอบแบบเรียลไทม์จากการเข้าถึงข้อมูลจากระยะไกล ซึ่งเทคโนโลยีที่ผ่านๆ มา มีการพัฒนาการด้านเทคโนโลยีทางด้านวิศวกรรมจากอุตสาหกรรมยุค 3.0 ที่มีการใช้อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติจะสามารถอำนวยความสะดวกได้ระดับหนึ่ง จนถึงปัจจุบันนี้เข้าสู่อุตสาหกรรมยุค 4.0 มีการใช้งานระบบควบคุมด้วยอินเทอร์เน็ตประสาทรฟส์ [1] ที่พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบตรวจจับและสั่งตัด/ต่อระบบไฟฟ้าในสำนักงานผ่านเครือข่ายการสื่อสาร โดยระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถตรวจจับความผิดปกติของระบบไฟฟ้า เช่น แรงดันไฟฟ้าเกิน (Over Voltage), แรงดันไฟฟ้าตก (Under Voltage), กระแสไฟฟ้าเกิน (Over Current), กระแสไฟฟ้ารั่ว (Leakage Current) และตรวจจับเพลิงไหม้ (Fire Detection) ภายในตู้ควบคุมได้ นอกจากนี้ยังมีการวัดกำลังไฟฟ้า และ ระบบหรี่ไฟ (Dimmer system) รวมทั้งระบบยังรองรับการแสดงผลข้อมูลผ่านหน้าจอ LCD และการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไปยังอุปกรณ์เคลื่อนที่ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะและควบคุมการทำงานของโหลดไฟฟ้าได้จากระยะไกล

ระบบดังกล่าวใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เป็นหน่วยประมวลผลหลักในการ ตรวจจับความผิดปกติของระบบจ่ายไฟฟ้าซึ่งถ้าตรวจพบความผิดปกติของระบบจ่าย

ไฟฟ้าจะสั่งตัด/ต่อโหลดไฟฟ้า และมีระบบบันทึกเหตุการณ์ (event log) เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการวิเคราะห์และปรับปรุงระบบในอนาคต และมีการใช้อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เพื่อสื่อสารการเตือนหรือสั่งการตัดอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านเครือข่ายสื่อสาร

งานวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อเพิ่มความปลอดภัย ความน่าเชื่อถือ และประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าในสำนักงาน โดยการพัฒนาระบบที่สามารถตรวจจับควบคุม และตอบสนองต่อเหตุการณ์ผิดปกติได้แบบเรียลไทม์ผ่านเครือข่ายการสื่อสาร

2. ทบทวนวรรณกรรม (Literature Review)

ในปัจจุบัน มีการนำเทคโนโลยีเครือข่ายการสื่อสารและอินเทอร์เน็ตประสาทรฟส์มาประยุกต์ใช้ในงานตรวจสอบ ควบคุม และบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความปลอดภัย และความน่าเชื่อถือของระบบไฟฟ้าในอาคารและโรงงานอุตสาหกรรม



รูปที่ 1 แพลตฟอร์ม IoT [1]

โดยในงานวิจัย [2] ได้นำเสนอระบบตรวจสอบโหลดไฟฟ้าระยะไกลผ่านเทคโนโลยี IoT ซึ่งสามารถตรวจจับความผิดปกติของระบบไฟฟ้าและสั่งตัดโหลดโดยอัตโนมัติเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ พร้อมทั้งมีระบบบันทึกข้อมูลเหตุการณ์ เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และปรับปรุงระบบในอนาคต

งานวิจัยใน [3] ได้พัฒนาระบบตรวจจับความผิดปกติในระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยใช้โหนดเซนเซอร์ IoT ซึ่งสามารถตรวจจับและจำแนกประเภทของความผิดปกติ (fault) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ช่วยลดระยะเวลาในการตรวจพบปัญหาเมื่อเทียบกับวิธีการแบบดั้งเดิม อีกทั้งยังสามารถส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายเพื่อการติดตามแบบเรียลไทม์

นอกจากนี้ งานวิจัย [4] ได้นำเสนอระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าอัจฉริยะโดยใช้ IoT ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลผ่านแพลตฟอร์มออนไลน์และอุปกรณ์เคลื่อนที่ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะของระบบไฟฟ้าได้จากระยะไกล สอดคล้องกับแนวคิดของระบบอาคารอัจฉริยะ (Smart Building)

งานวิจัยที่กล่าวมามุ่งเน้นเกี่ยวกับตรวจจับกระแสแรงดันและกำลังไฟฟ้าที่ ยังขาดการบูรณาการการตรวจจับกระแสรั่ว การตรวจจับเปลวไฟและระบบหรีไฟ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้เพิ่มเติมให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น โดยจะประกอบด้วยการตรวจจับ แรงดันไฟฟ้าเกิน/ตก กระแสไฟฟ้าเกิน กระแสไฟฟ้ารั่ว และเปลวไฟภายในตู้ควบคุมรวมรวมทั้งมีระบบหรีไฟ

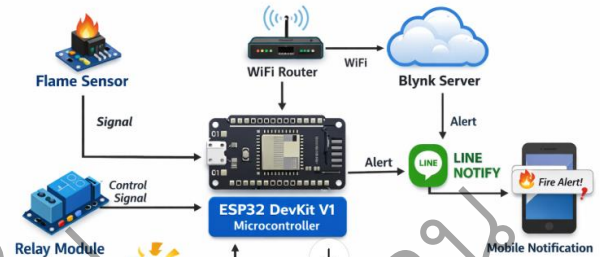
3. เปรียบวิธีวิจัย (Methodology)

3.1 โครงสร้างระบบ (System Architecture)

ขั้นตอนการวิจัยระบบตรวจจับร่วมกับระบบ IoT ประกอบด้วย

- 1.การตรวจจับสถานะ: เซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับ ESP32 ประกอบด้วย เซนเซอร์วัด กระแส /แรงดัน/กำลังไฟฟ้า และ เซนเซอร์จับเปลวไฟ
- 2.การประมวลผลและตัดสินใจ: ESP32 ประมวลผลค่าที่วัดได้ หากค่าเกิดความผิดปกติจากเกณฑ์ที่กำหนด จะเข้าสู่ขั้นตอนการแจ้งเตือน และตัดวงจร
- 3.การส่งคำขอ HTTP: ESP32 ทำการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่าน Wi-Fi และส่งคำขอ HTTP POST ไปยังเซิร์ฟเวอร์ของ LINE พร้อมกับข้อความแจ้งเตือน โดยมี การระบุ Token ของกลุ่ม LINE ที่ต้องการส่งไป

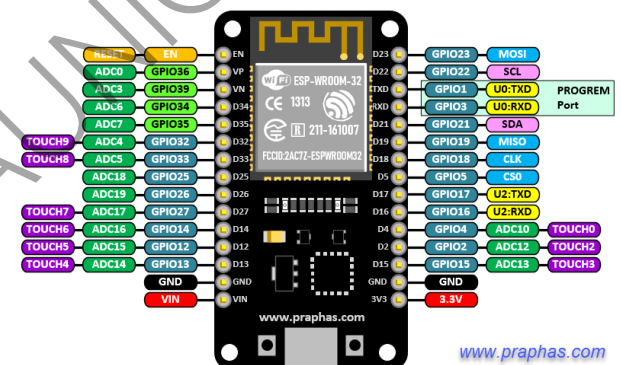
4.การแจ้งเตือนใน LINE: เซิร์ฟเวอร์ของ LINE รับคำขอ และส่งข้อความแจ้งเตือน ไปยังกลุ่ม LINE ที่กำหนดไว้ทันที



รูปที่ 2 โครงสร้างการทำงานโดยรวมด้วยระบบ IoT [5]

3.2 ESP32 DevKit V1 Development Board WiFi + Bluetooth

ESP32 เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กมี CPU ขนาด Dual-core 32-bit Xtensa LX6 มีความเร็ว 240 MHz มีความสามารถในการเชื่อมต่อ Wi-Fi (802.11 b/g/n (2.4 GHz)) มีช่องสื่อสารเป็นแบบ UART, SPI, I2C, I2S, CAN และสามารถรองรับการเชื่อมต่อกับระบบ IoT [6] สำหรับการนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับและส่งข้อมูลสถานะของระบบไปยังเซิร์ฟเวอร์



รูปที่ 3 ESP32 DevKit V1 [6]

3.2 PZEM-016 MODBUS

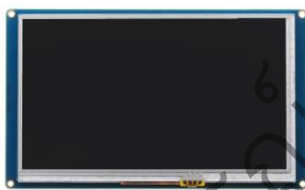
PZEM-016 MODBUS เป็น METER ใช้กับระบบไฟ 220VAC แบบ 1 PHASE ทำงานร่วมกับ SPLIT CORE CURRENT ใช้ในการวัดกระแส (0-100A), แรงดัน (80-260VAC) และ กำลังไฟฟ้า (0-23kW) ข้อมูลจาก PZEM-

และถ้า ESP32 ตรวจพบความผิดปกติจะส่งข้อความแจ้งเตือนผ่าน WiFi เชื่อมต่อเครือข่าย Internet ส่งข้อมูลไปที่สมาร์ตโฟน ดังแสดงในรูปที่ 8

3.6 จอ Nextion HMI Display

จอ Nextion HMI Display ทำหน้าที่เป็น GUI Engine, มี MCU ภายในของตัวเองที่โหลดไฟล์ .TFT และจัดการการแสดงผลกราฟิก, ภาพพื้นหลัง, การวาด Widgets, และการตรวจจับการสัมผัสทั้งหมด

- การสื่อสารกับ MCU ภายนอก: การสื่อสารจะเกิดขึ้นผ่านพอร์ตอนุกรม (Serial) เท่านั้น โดยใช้ชุดคำสั่งมาตรฐาน, MCU ส่งไป Nextion: เพื่ออัปเดตค่าตัวแปรบนจอ (เช่น ส่งค่าอุณหภูมิไปแสดงผล), เปลี่ยนหน้าจอ, หรือเปลี่ยนคุณสมบัติของวัตถุ



รูปที่ 9 จอ Nextion NX8048T070_011 [13]

3.7 Dimmer Module PWM control 220VAC 10A

Dimmer Module เป็นโมดูลหรี่ไฟใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ

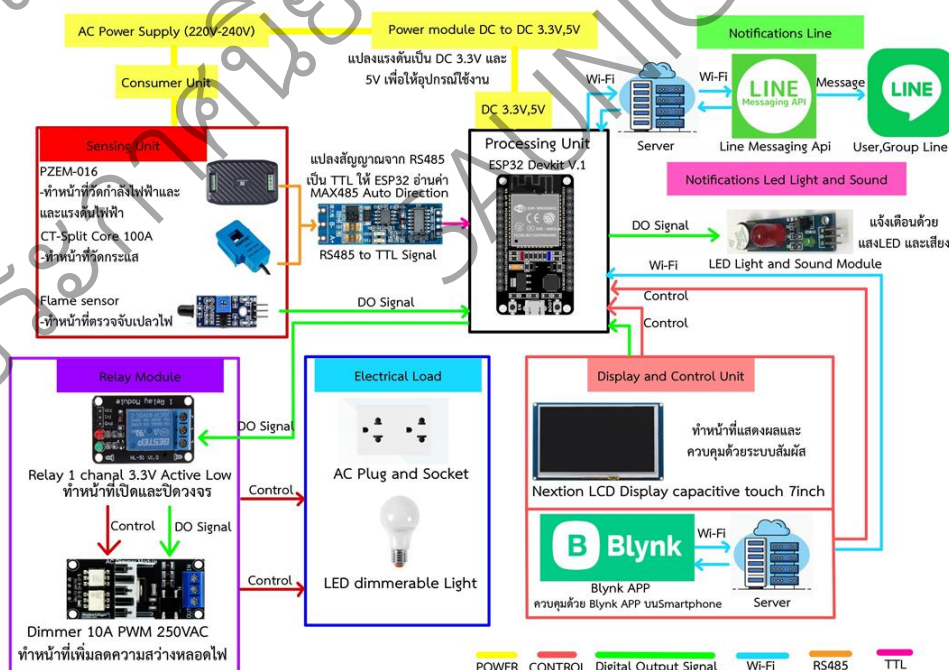
แรงดัน 100V ถึง 250V รองรับกระแสไฟฟ้าสูงสุด 10A รองรับแรงดันที่ใช้การสั่งงาน ทั้ง 3.3V และ 5V ควบคุมจาก Arduino ผ่านขาติจิตอลสองตัว คือ 1. First (Zero) เพื่อควบคุมการส่งผ่าน Phase Null ของ AC ซึ่งใช้ในการเริ่มต้นสัญญาณซิงค์จังหวะ 2. (DIM / PSM) เพื่อควบคุมการหรี่ไฟ เตาไรต์ หลอดไฟแบบไส้ มอเตอร์และ ฮีตเตอร์



รูปที่ 10 Dimmer Module PWM control 220VAC 10A [14]

4. การทำงานของระบบ (System Operation)

ระบบตรวจจับความผิดปกติและการแจ้งเตือนระบบไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง แสดงดังรูปที่ 11 ซึ่งประกอบด้วย 1) ส่วนรับข้อมูล (Pzem-016-power meter, Frame sensor) 2) ส่วนสั่งการ 3) ส่วนแสดงผล และ 4) เครือข่ายระยะไกล



รูปที่ 11 การทำงานรวมของระบบระบบตรวจจับความผิดปกติและการแจ้งเตือนระบบไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตประสานสรรพสิ่ง

ส่วนรับข้อมูล ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนแรก Pzem-016-power meter ทำหน้าที่รับค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ส่งผ่าน RS-485 เปลี่ยนระดับแรงดันเป็นสัญญาณTTL ส่งให้กับ ESP-32

ส่วนส่งการจะเป็นหน่วยควบคุมหลัก NodeMCU ESP32 DevKit V1 ซึ่งทำหน้าที่รับข้อมูลจาก โมดูลวัดพลังงานไฟฟ้า PZEM-016 ข้อมูลสัญญาณไฟฟ้ามารวมผลเพื่อตรวจสอบความผิดปกติของระบบ เช่น แรงดันไฟตก, แรงดันไฟเกิน, กระแสไฟฟ้าเกิน และกระแสรั่วไหล หากค่าที่ตรวจวัดได้เกินกว่าค่าที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งตัดการจ่ายไฟโดยอัตโนมัติผ่าน โมดูลรีเลย์ควบคุม 1 ช่อง (1 Channel Relay Low-Level Trigger Module) เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้า

อีกทั้ง Node MCU ESP32 DevKit V1 ยังทำหน้าที่รับข้อมูลจาก Flame Sensor ที่ตรวจจับแสงอินฟราเรดจากเปลวไฟ ซึ่งถ้าตรวจพบเปลวไฟ ระบบจะทำการตัดวงจรที่เกี่ยวข้องทันที พร้อมส่งสัญญาณแจ้งเตือนผ่านทั้ง แสงและเสียง (LED Sound and Light Alarm Module) เพื่อให้ผู้ใช้งานรับทราบสถานะความผิดปกติได้ในทันที

สำหรับจอแสดงผลระบบสัมผัส Nextion NX8048T070_011 ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลและสั่งงาน Node MCU ผ่าน TX₂- RX₂ ของ Node MCU ในรูปกราฟฟิก

5. ผลการทดลอง

การแสดงผลการเตือนบนหน้าจอ Nextion ซึ่งประกอบด้วย Over Voltage, Under Voltage, Leakage Current, !FIRE!, Over Current (Light) และ Over Current (Plug) ถ้าเกิดความผิดปกติในส่วนใด แถบของส่วนนั้นจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีม่วงแดงตามที่แสดงในรูปที่ 12



รูปที่ 12 การแสดงผลบนหน้าจอ Nextion

การทดลองขณะวัดค่าสัญญาณไฟฟ้าจะเปรียบเทียบระหว่าง ผลบนหน้าจอ Nextion จาก Pzem-016-with CT กับผลจาก มัลติมิเตอร์ UNI-T รุ่น UT204 ดังต่อไปนี้

5.1 การวัดค่าสัญญาณไฟฟ้า

วัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้า โดยใช้หลอดไฟฟ้ขนาดตั้งแต่ 1000วัตต์ ถึง 1,800 วัตต์ ดังแสดงในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 แสดงผลการวัดค่ากระแส แรงดันและกำลังไฟฟ้า

อุปกรณ์	ระบบจัดการพลังงาน			มัลติมิเตอร์ UNI-T รุ่น UT204+		
	ค่าแรงดันไฟฟ้า	ค่ากระแสไฟฟ้า	ค่ากำลังไฟฟ้า	ค่าแรงดันไฟฟ้า	ค่ากระแสไฟฟ้า	ค่ากำลังไฟฟ้า
หลอดไฟ 1000 วัตต์	233.00 V	4.57 A	1064.90 W	233.20 V	4.57 A	1065.72 W
หลอดไฟ 1200 วัตต์	231.80 V	5.47 A	1267.90 W	231.70 V	5.48 A	1269.71 W
หลอดไฟ 1400 วัตต์	230.80 V	6.03 A	1390.70 W	230.40 V	6.04 A	1391.61 W
หลอดไฟ 1600 วัตต์	230.60 V	6.93 A	1596.50 W	230.60 V	6.93 A	1598.05 W
หลอดไฟ 1800 วัตต์	229.80 V	7.79 A	1788.80 W	230.10 V	7.79 A	1792.47 W

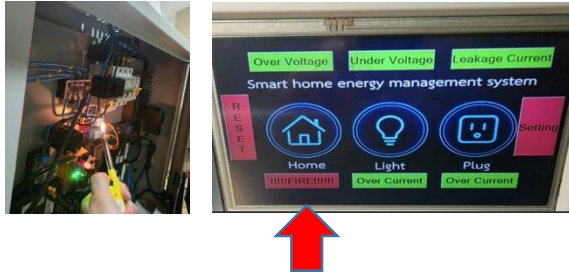
5.2 การแจ้งเตือนความผิดปกติแรงดัน

การทดลองปรับเพิ่ม-ลด แรงดันไฟฟ้า ถ้าแรงดันไฟฟ้าเข้าระบบเกิน หรือ ต่ำกว่า 10% ของค่ามาตรฐาน(220VAC) ระบบจะแสดงข้อความเตือน Over Voltage /Under Voltage และตัดวงจรทันที ตารางที่ 2 แสดงการแจ้งเตือนความผิดปกติแรงดันเกินและแรงดันตก

แรงดันที่ส่งค่าแจ้งเตือน	แรงดันที่วัดได้จาก VARIAC	แรงดันบนหน้าจอชุดทดลอง	สถานะการแจ้งเตือนที่หน้าจอ	สถานะรีเลย์โหลดทั่วไป	สถานะรีเลย์โหลดแสงสว่าง
242V (+10% ของ 220V)	242.0V	242.3V	Over Voltage	เปิดวงจร	เปิดวงจร
231V (+5% ของ 220V)	231.6V	232.0V	Over Voltage	เปิดวงจร	เปิดวงจร
198V (-10% ของ 220V)	197.7V	198.0V	Under Voltage	เปิดวงจร	เปิดวงจร
209V (-5% ของ 220V)	208.9V	209.0V	Under Voltage	เปิดวงจร	เปิดวงจร

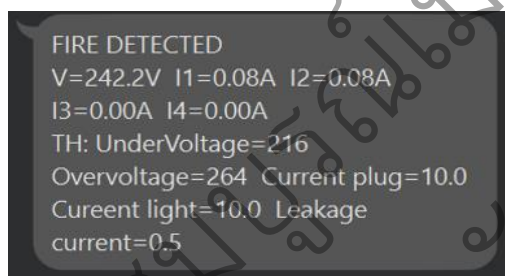
5.3 การแจ้งเตือนความผิดปกติแรงดันเกิดเปลวไฟในตู้อุปกรณ์

ทดลองจุดเปลวไฟบริเวณ เบรกเกอร์และรีเลย์จะแสดงสถานะการแจ้งเตือนที่หน้าจอ “!!!!FIRE!!!!!!”



รูปที่ 13 การแจ้งเตือนความผิดปกติเกิดเปลวไฟในตู้บนอุปกรณ์บนจอ Nextion

แจ้งเตือนข้อความผิดปกติขณะเกิดเปลวไฟในตู้ อุปกรณ์บน สมาร์ทโฟน ในรูปที่ 14



รูปที่ 14 การแจ้งเตือนความผิดปกติเกิดเปลวไฟในตู้ อุปกรณ์บน สมาร์ทโฟน

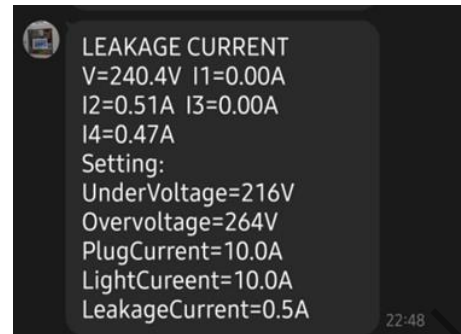
5.4 การทดลองการเกิดกระแสรั่วไหลก่อนเข้าเบรกเกอร์

ทดลองวัดกระแสรั่วโดยใช้ Pzem-016-with CT กับชุดสายไฟทดสอบกระแสรั่ว IEC 53 3 x1.5 sq.mm เปรียบเทียบกระแสรั่วไหลเข้ากับกระแสออกจากเบรกเกอร์ ถ้ากระแสรั่วไหลเข้ากับกระแสออกจากเบรกเกอร์นี้ไม่เท่ากันจะแสดงแจ้งเตือนที่แถบ Leakage Current ด้านมุมขวามือจะเปลี่ยนจากสีเขียวเป็นสีแดง

ตารางที่ 3 แสดงการเตือนกระแสรั่ว

ขนาดโหลด	กระแสที่วัดได้บนจอ	กระแสที่วัดได้ด้วยเครื่องมือมาตรฐาน	สถานะการแจ้งเตือนบนจอ
โหลดไส้ 100W	0.51A	0.52A	Leakage Current
โหลดไส้ 200W	0.89A	0.90A	Leakage Current

แจ้งเตือนข้อความกระแสรั่ว ในรูปที่ 15



รูปที่ 15 การแจ้งเตือนการเกิดกระแสรั่วไหลก่อนเข้าเบรกเกอร์บนสมาร์ตโฟน

5.5 การทดลองขณะกระแสเกิน

การทดสอบตัวระบบสามารถตั้งขนาดกระแสเกินได้เช่น 1A, 5A และ 10A แล้วต่อกับชุดต่อโหลดหลอดไฟ ตามตารางที่ 4 ผลการทดลองพบว่าถ้ากระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าโหลดเกินค่าที่ตั้งไว้ในระบบ ตัวระบบจะตัดวงจรทันที

ตารางที่ 4 แสดงผลการทดลองขณะกระแสเกิน

ค่ากระแสเกินที่ตั้งในระบบ	ขนาดโหลดทางไฟฟ้า	กระแสที่วัดได้บนจอ	กระแสที่วัดได้ด้วยเครื่องมือมาตรฐาน	สถานะการทำงาน	สถานะการแจ้งเตือน
1A	หลอดไฟ 300 วัตต์	1.37 A	1.36 A	เปิดวงจรที่ 1	Over Current Plug
5A	หลอดไฟ 1200 วัตต์	5.47 A	5.48A	เปิดวงจรที่ 1	Over Current Plug
10A	หลอดไฟ 2400 วัตต์	10.79A	10.84A	เปิดวงจรที่ 1	Over Current Plug

5.6 การทดลองการปรับความสว่างของ LED

ทดลองวัดการปรับความสว่างของ LED dimmable ตามระดับ % dimmer ในตารางที่ 5 ปรากฏความสว่างเพิ่มขึ้นตาม % dimmer

ตารางที่ 5 แสดงผลการปรับความสว่างของ LED

% dimmer	แรงดันไฟฟ้า(V)	กระแสไฟฟ้า(A)	ความสว่าง(LUX)	%ความสว่างเทียบกับความสว่าง 100%
0	236.0	0	0	0
25	236.2	0.02	24.0	18.14
50	236.3	0.02	35.1	26.5
75	235.9	0.03	117.7	88.96
100	235.2	0.04	132.3	100

6. สรุป

เบื้องต้นระบบสามารถตรวจวัด กระแส แรงดัน และกำลังไฟฟ้าได้ รวมทั้งระบบสามารถตรวจจับเหตุการณ์ผิดปกติ เช่น แรงดันไฟฟ้าเกิน แรงดันไฟฟ้าตก กระแสเกิน กระแสรั่วไหล และการเกิดเปลวไฟ และดำเนินการตัดวงจรอัตโนมัติ พร้อมส่งสัญญาณเสียงเตือนผ่าน Led Light and sound module ผ่าน จอสัมผัส Nextion NX8048K070_011ได้ พร้อมแจ้งเตือนผ่าน LINE ให้ผู้ใช้งานทราบแบบเรียลไทม์ ได้ และ แอปพลิเคชัน Blynk Legacy ผ่านการเชื่อมต่อ Wi-Fi

ค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าและสถานะของระบบ ทั้งหมดจะถูกแสดงผลและควบคุมได้แบบเรียลไทม์ผ่านทั้ง แอปพลิเคชัน Blynk จอแสดงผลระบบสัมผัส Nextion NX8048T070_011 และ กลุ่ม Line เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบและสั่งงานระบบได้

รวมทั้งสามารถสั่งควบคุมวงจรไฟฟ้าและหลอดไฟแบบหรี่แสง (LED Dimmable)

แนวทางพัฒนาในอนาคต ควรพัฒนาแอปพลิเคชันควบคุมใหม่แทน Blynk Legacy ที่ยุติการสนับสนุนเพื่อความยั่งยืนของระบบ, เพิ่มระบบแจ้งเตือนสำรอง เช่น การส่งอีเมล เพื่อรองรับกรณี Line ไม่ทำงาน, จัดทำกล่องควบคุมให้ได้มาตรฐาน IP ให้เหมาะสมกับการใช้งานจริงในสภาพแวดล้อมต่าง ๆ และ เพิ่มระบบตรวจจับอุณหภูมิ / ความชื้น เพื่อขยายขอบเขตการป้องกันอัคคีภัย

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการ สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์ ที่ให้การสนับสนุนเป็นอย่างดี

8. เอกสารอ้างอิง

[1] SUMIPOL CORPORATION LIMITED. (2561). IoTสู่ยุคการเปลี่ยนแปลงของอุตสาหกรรม. URL:<https://www.sumipol.com/knowledge/transformation-iot>, access on 15/10/2013.

[2] Anwar, M.A. , Hazari, Md. ,R. , and Mannan, M.A. (2023). Design and Analysis of IoT-based Remote Load Monitoring and Outage Management System, *Journal of Science and Engineering (AJSE)*, Vol. 22 No 1, pp. 94-104.

[3] Mnyanghwalo D. and Kawambw S. (2024). Deployment of an IoT based sensor node for faults detection and classification in electrical secondary distribution networks, *Cogent-Engineering*, Vol. 11 No 1, pp. 1-17.

[4] Khandare, K. K. and Jape, M. V. (2024). Research on smart power monitoring system using IoT, *IJIREICE*, Vol. 12, No. 6, pp. 43-53.

[5] ภาสกร พาเจริญ. (2565). พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino ด้วย ESP32, บริษัท พิมพ์ดี จำกัด.

[6] RandomNerdTutorials (2013). *ESP32 Pinout Reference*, URL:<https://randomnerdtutorials.com/esp32-pinout-reference-gpios/>, access on 15/10/2025.

[7] User Guideline (2023). *PZEM-014/016 AC communication module*. <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81GtKI0yZaL.pdf>, access on 5/08/2025.

[8] Gautam, P., Lodhi, A.S., Kachhi, A.K., Uikey, O., Dahayat, S. and Sandu, D. (2026). IOT Based Smart Power Monitoring, *International Journal of Scientific Research and Engineering Development*, Vol. 9 Issue 2, pp. 3523-3528.

[9] Friedrich, G. R. and Reggiani, G. H. (2024). Data Communication for Low Resources IoT Devices: RS485 over Electrical Wires, *IEEE Embedded Systems Letters*, Vol. 16, No. 1, pp. 53–56.

[10] บริษัท โมดูลมอร์ จำกัด (2023). *Module More*, URL:https://www.modulemore.com/product/825/3-3v-5-0v-ttl-to-rs485-converter-module-hardware-auto-control-for-arduino-avr?srltid=AfmBOoo6O_x8S4Xszsnfnc2Q0yd0pgLdlXNAxets8QwjcDn3iKwycT5, access on 5/08/2025.

[11] AllNewStep (2023). *Infrared IR Flame Detector Sensor Module*, URL: <https://www.allnewstep.com/product/835/infrared-ir-flame-detector-sensor-module->, access on 5/08/2025.

[12] Artronshop (2023). *LINE Messaging library for ESP32*, URL:<https://www.artronshop.co.th/article/166/esp32-line-messaging->, access on 5/08/2025.

[13] Nextion Company (2023), *What's HMI Nextion*, URL:<https://nextion.tech/>, access on 5/08/2025.

[14] Cyber Tice (2025), *Dimmer Module PWM control 2 Channel โมดูลหรี่ไฟ Arduino 220VAC 10A*, URL: <https://www.cybertice.com/product/3162/dimmer-module-pwm-control-2-channel>, access on 5/08/2025.

ประวัติผู้เขียนบทความ



ผศ. ไชโย ธรรมรัตน์
อาจารย์ประจำ
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์



อัครนนท์ ศิริประดิษฐ์
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์
(นักวิจัยอิสระ)



ผศ. สารโจน์ หลั่งน้ำทิพย์
อาจารย์ประจำ
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์



ผศ. จิระศักดิ์ ลินสุกุดมชัย
อาจารย์ประจำ
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเอเชียอาคเนย์