

■ Research Article



การพัฒนาระบบต้นแบบป้องกันภัยสำหรับห้องปฏิบัติการโครงการ ด้วยเทคโนโลยีไอโอที

IoT-Based Security and Safety System Prototype for University Project Rooms

ศุภเวช บำรุงสาส์¹, ปัทมกร กาญจนะโกมล¹, พุฒิพงศ์ เกิดพิพัฒน์¹,
ภูสิทธิ์ ประสงค์¹, นรินทร์ จีระนันตสิน², ปิติวัฒน์ จุลเกษมศักดิ์²
และ ธรรมกร ครองไตรภพ^{3*}

¹สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เขตสาทรกรุงเทพฯ E-mail: 635040600671, 635040600200, putthiphong.k, pusit.p{@mail.rmutk.ac.th}

²สาขาวิชาเทคโนโลยียานยนต์สมัยใหม่ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ เขตสาทร กรุงเทพฯ E-mail: narin.j, pitiwat.j{@mail.rmutk.ac.th}

³สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี นครราชสีมา E-mail: thammakorn@rmuti.ac.th

บทคัดย่อ (ภาษาไทย)

ห้องปฏิบัติการโครงการของมหาวิทยาลัยมักมีการใช้งานนอกเวลาทำการโดยไม่มีเจ้าหน้าที่ดูแล ซึ่งก่อให้เกิดความเสี่ยงด้านการควบคุมการเข้าใช้งาน การลืมนปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า และการเกิดไฟฟ้าลัดวงจร งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาระบบต้นแบบป้องกันภัยสำหรับห้องปฏิบัติการโครงการด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) โดยประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ร่วมกับเครื่องสแกนลายนิ้วมือเพื่อยืนยันตัวตนผู้เข้าใช้งาน พร้อมติดตั้งเซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า เช่น เซอร์วัดอุณหภูมิ และเซนเซอร์วัดแรงดันลมเพื่อตรวจสอบสถานะการใช้งานภายในห้องปฏิบัติการ ข้อมูลจำนวนผู้ใช้งาน ค่ากระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิจะถูกส่งไปยังแอปพลิเคชัน Blynk IoT เพื่อให้ผู้ดูแลสามารถติดตามสถานะการใช้งานได้แบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ เมื่อผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้อง ระบบจะตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าภายในห้องโดยอัตโนมัติ และหากตรวจพบว่าเครื่องปรับอากาศยังคงทำงานอยู่ ระบบจะส่งเสียงแจ้งเตือนผ่านไซเรนพร้อมส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชัน Blynk IoT ผลการทดสอบระบบจำนวน 30 ครั้งในแต่ละฟังก์ชัน พบว่าการยืนยันตัวตนด้วยลายนิ้วมือมีความถูกต้องร้อยละ 93.33 การนับจำนวนผู้ใช้งานมีความถูกต้องร้อยละ 90.00 ระบบสามารถตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อเกิดกระแสเกินพิกัดได้ถูกต้องร้อยละ 100 ระบบสามารถตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าภายในห้องเมื่อผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้องได้ถูกต้องร้อยละ 100 และระบบแจ้งเตือนเมื่อลืมนปิดเครื่องปรับอากาศด้วยเสียงไซเรนมีความถูกต้องร้อยละ 100 ส่งผลให้ประสิทธิภาพเฉลี่ยของการทำงานของระบบเท่ากับร้อยละ 96.67 ขณะที่การสื่อสารข้อมูลและการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk IoT มีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 92.50 ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถช่วยเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งานห้องปฏิบัติการโครงการ ลดความเสี่ยงจากการลืมนปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า ป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด และสนับสนุนการติดตามสถานะการใช้งานห้องปฏิบัติการจากระยะไกลได้อย่างมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ: ไอเอสพี32 สแกนลายนิ้วมือ เซนเซอร์วัดกระแส ความปลอดภัยทางไฟฟ้า ไอโอที

Received:
7 November 2025

Revised:
3 June 2026

Accepted:
24 June 2026

Published:
29 June 2026

***Corresponding
Author:**
thamakorn@rmuti.ac.th

Copyright:
© Rajamangala
University of
Technology Lanna.
All right reserved

ISSN
Print: 2586-8500
Electronic: 2586-8632

Abstract

University project laboratories are often used outside official working hours without direct supervision from instructors or staff, creating risks related to access control, unattended electrical equipment, and electrical short circuits. This research aimed to develop an IoT-based security and safety system prototype for university project laboratories. The proposed system employs an ESP32 microcontroller integrated with a fingerprint scanner for user authentication and access control. In addition, current, temperature, and air-pressure sensors were installed to monitor room operating conditions. Information regarding the number of occupants, electrical current consumption, and room temperature is transmitted to the Blynk IoT application, allowing administrators to monitor laboratory status in real time. Furthermore, when the last user leaves the laboratory, the system automatically disconnects the electrical power supply. If the air conditioner is left operating, the system detects the remaining airflow pressure and activates a siren alarm while simultaneously sending a warning notification through the Blynk IoT application. The system was evaluated through 30 test trials for each function. The results showed that the fingerprint authentication function achieved an accuracy of 93.33%, while the occupant counting function achieved 90.00% accuracy. The overcurrent protection function successfully disconnected the electrical circuit with 100% accuracy. The automatic power cut-off function when the last occupant left the laboratory also achieved 100% accuracy. In addition, the air-conditioner reminder function using a siren alarm achieved 100% accuracy. As a result, the average performance of the core system functions was 96.67%. Meanwhile, data communication and notification services through the Blynk IoT application achieved an average accuracy of 92.50%.

Keywords: ESP32, Fingerprint, Current Sensor, Electrical Safety, IoT

1. บทนำ

ในปัจจุบันหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรเป็นหนึ่งหลักสูตรที่ได้รับความนิยมโดยมีนักศึกษาจำนวนมากเข้าศึกษาในสาขาต่าง ๆ เช่น วิศวกรรมไฟฟ้า วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และวิศวกรรมโทรคมนาคม เป็นต้น สำหรับนักศึกษาชั้นปีที่ 4 จะต้องศึกษาในรายวิชาโรงงาน [1] ซึ่งเป็นรายวิชาสำคัญของหลักสูตร โดยนักศึกษามักต้องใช้ห้องปฏิบัติการโรงงานเพื่อดำเนินงานวิจัยและพัฒนาผลงาน ทำให้มีความจำเป็นต้องใช้งานห้องปฏิบัติการนอกเวลาราชการ เช่น ช่วงเวลา 16.30–20.00 น. อย่างไรก็ตาม ในช่วงเวลาดังกล่าวไม่มีอาจารย์หรือเจ้าหน้าที่ประจำอยู่เพื่อกำกับดูแล ส่งผลให้ไม่สามารถตรวจสอบการใช้งานห้องหรือระบุผู้รับผิดชอบได้อย่างชัดเจน หากผู้ใช้งานลืมปิดเครื่องปรับอากาศ ระบบไฟฟ้าแสงสว่าง หรือปลั๊กไฟ อาจก่อให้เกิดความเสี่ยงพลังงานไฟฟ้า รวมถึงความเสียหายต่อการเกิดไฟฟ้าลัดวงจรและเพลิงไหม้ภายในห้องปฏิบัติการโรงงานได้ ดังนั้น การพัฒนาระบบที่สามารถยืนยันตัวตนผู้ใช้งาน ตรวจสอบการใช้พลังงาน และเพิ่มความปลอดภัยทางไฟฟ้าจึงมีความสำคัญต่อการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการโรงงานอย่างมีประสิทธิภาพ

จากการศึกษางานวิจัยที่ผ่านมา พบว่ามีการพัฒนาระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะด้วยระบบสมองกลฝังตัว [2] ซึ่งสามารถตั้งเวลาเปิด-ปิดและบันทึกข้อมูลการทำงานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ แต่ยังไม่มียังมีระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด งานวิจัยการเปิด-ปิดไฟฟ้าด้วยโมโครเซนเซอร์ควบคู่กับแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน [3] สามารถควบคุมการทำงานผ่านเสียงปรบมือและแอปพลิเคชัน Blynk IoT ได้ แต่ไม่สามารถตรวจวัดกระแสไฟฟ้าเกินพิกัดเพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรได้ ขณะที่งานวิจัยระบบสแกนลายนิ้วมือสำหรับควบคุมการเข้าใช้งานห้องแม่ข่ายคอมพิวเตอร์ [4] สามารถยืนยันตัวตนผู้ใช้งานและแจ้งเตือนผ่าน Line Notify ได้ แต่ยังไม่มียังมีระบบป้องกันไฟฟ้าลัดวงจรหรือการตรวจสอบการลืมปิดเครื่องปรับอากาศ นอกจากนี้งานวิจัยระบบเฝ้าระวังเหตุเพลิงไหม้ภายในอาคาร [5] สามารถตรวจวัดควันไฟและแจ้งเตือนผ่าน SMS ได้ แต่มีค่าใช้จ่ายในการส่งข้อความและยังไม่มีระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด จากการทบทวนวรรณกรรมจึงพบว่ายังขาดระบบที่สามารถบูรณาการการยืนยันตัวตน การจัดการพลังงานไฟฟ้า และการป้องกันอันตรายจากกระแสไฟฟ้าเกินพิกัดไว้ในระบบเดียวกัน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงนำเสนอการพัฒนาระบบป้องกันภัยสำหรับห้องปฏิบัติการโรงงานบนพื้นฐานของเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งานห้องปฏิบัติการ โดยประยุกต์ใช้โมดูล ESP32 [6] เป็นหน่วยประมวลผลหลักร่วมกับระบบสแกนลายนิ้วมือสำหรับยืนยันตัวตนผู้ใช้งานและควบคุมการเปิด-ปิดประตูผ่านกลอนประตูไฟฟ้า ข้อมูลการเข้าใช้งานจะถูกบันทึกและส่งไปยัง Blynk IoT เพื่อใช้ในการติดตามจำนวนผู้ใช้งานภายในห้อง เมื่อผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้อง ระบบจะตัดวงจรไฟฟ้าทั้งหมดโดยอัตโนมัติเพื่อป้องกันอันตรายจากการลืมปิดอุปกรณ์ไฟฟ้า นอกจากนี้ยังมีระบบแจ้งเตือนด้วยเสียงไซเรนกรณีลืมปิดเครื่องปรับอากาศ และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk IoT [7] บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ เพื่อให้ผู้ดูแลประเมินความปลอดภัยหลังเลิกใช้งานจากเงื่อนไขกระแสเป็นศูนย์ อุณหภูมิปกติ และจำนวนคนเป็นศูนย์ อันเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพด้านความปลอดภัยและการจัดการพลังงานภายในห้องปฏิบัติการโรงงาน

2. วัตถุประสงค์

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบป้องกันภัยสำหรับห้องปฏิบัติการโรงงาน นักศึกษาด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT)
2. เพื่อทดสอบและประเมินประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์และเซนเซอร์ที่ใช้ในระบบ ได้แก่ ระบบสแกนลายนิ้วมือ เซนเซอร์วัดแรงดันลม เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ
3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพการทำงานของระบบต้นแบบในการนับจำนวนผู้ใช้งาน การแสดงผลค่ากระแสไฟฟ้า การป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด และการแจ้งเตือนเมื่อลิ้มปิดเครื่องปรับอากาศผ่าน Blynk IoT

3. งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ณัฐพงษ์ พลสมย, กาญจนา ดงสงคราม และเกียรติภูมิ ฤาภรณ์ [2] ได้พัฒนาระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัว โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหน่วยประมวลผลหลักและเชื่อมต่อเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อควบคุมการเปิด-ปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าจากระยะไกลผ่านอุปกรณ์เคลื่อนที่ ผลการพัฒนาคพบว่าสามารถควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าได้อย่างถูกต้องและเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวมุ่งเน้นการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าเป็นหลัก และยังไม่มียระบบยืนยันตัวตนผู้ใช้งานหรือระบบบริหารจัดการความปลอดภัยภายในห้องปฏิบัติการ

อภิรักษ์ พันธุ์พนาสกุล, พัตริ ยะปา และอัลนิสฟาร์ เจ๊ะดีอราแม [3] ได้พัฒนาระบบเปิด-ปิดไฟฟ้าผ่านสมาร์ตโฟนโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อควบคุมและติดตามสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้าจากระยะไกล ผลการทดสอบพบว่าสามารถควบคุมอุปกรณ์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวยังไม่สามารถตรวจสอบจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องหรือควบคุมการเข้าถึงพื้นที่ได้

เอกรัตน์ สุขสุคนธ์, สมชิต พวงสันเทียะ, บัณฑิต ศึกดีเจริญชัยกุล และพิชชากร ขอบใจ [4] ได้พัฒนาระบบสแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าสำหรับควบคุมการเข้าใช้งานห้องแม่ข่าย โดยบันทึกข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อเพิ่มความปลอดภัยในการเข้าถึงพื้นที่ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวยังไม่มียระบบจัดการพลังงานไฟฟ้าและการตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้อง

เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล, กนกวรรณ บุญก้อน, นวพร ลาดแก้ว และนพชัย คงเจริญ [5] ได้พัฒนาระบบแจ้งเหตุฉุกเฉินเพื่อส่งสัญญาณขอความช่วยเหลือไปยังผู้ที่เกี่ยวข้องเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติ ช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการตอบสนองต่อเหตุฉุกเฉิน อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวมุ่งเน้นเฉพาะการแจ้งเตือน และยังไม่มีการเชื่อมโยงกับระบบควบคุมการเข้าถึงหรือการจัดการพลังงาน

ศรัณญา นาสิทธิ, สุวิมล สุวรรณรัมย์, สันญา พูลเกิด, จักรพงษ์ วงส์ และณัฐวุฒิ คำมี [8] ได้พัฒนาระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะที่ควบคุมผ่านแอปพลิเคชัน Blynk โดยสามารถสั่งเปิด-ปิดและตรวจสอบสถานะอุปกรณ์ไฟฟ้าผ่านอินเทอร์เน็ตได้ อย่างไรก็ตาม งานวิจัยดังกล่าวยังไม่มียระบบยืนยันตัวตนผู้ใช้งานและระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องพบว่า มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในด้านการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า การยืนยันตัวตน และการแจ้งเตือนเหตุการณ์ต่าง ๆ อย่างแพร่หลาย แต่ส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นการทำงานเฉพาะด้านและขาดการบูรณาการระบบเข้าด้วยกัน งานวิจัยนี้จึงพัฒนาระบบป้องกันภัยสำหรับห้องปฏิบัติการโรงงานบนพื้นฐานเทคโนโลยี IoT โดยใช้ ESP32 ร่วมกับระบบสแกนลายนิ้วมือสำหรับยืนยันตัวตนและควบคุมการเข้าใช้งานห้อง พร้อมทั้งตรวจสอบจำนวน

ผู้ใช้งาน ค่ากระแสไฟฟ้า และอุณหภูมิผ่าน Blynk IoT แบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ระบบยังสามารถตัดกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติเมื่อไม่มีผู้ใช้งานอยู่ภายในห้อง และแจ้งเตือนกรณีลิ้นปิดเครื่องปรับอากาศผ่านไซเรนและแอปพลิเคชัน Blynk IoT เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและประสิทธิภาพในการบริหารจัดการห้องปฏิบัติการโรงงาน

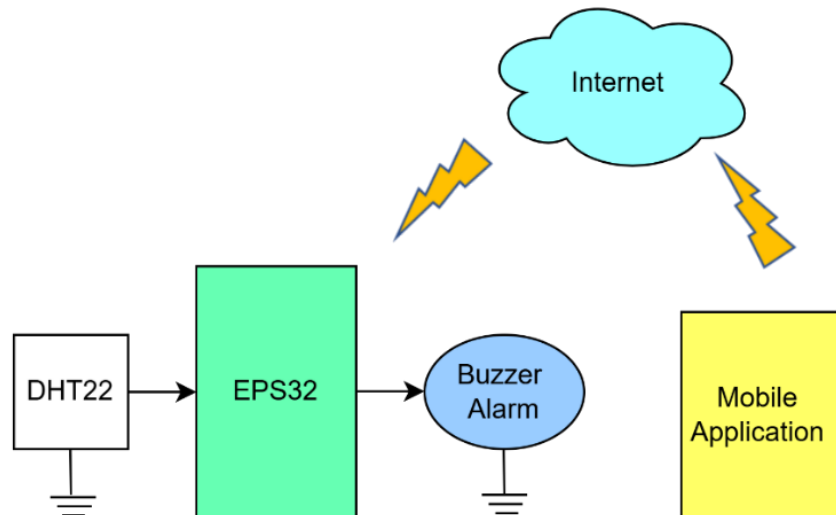
4. แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนาระบบต้นแบบป้องกันภัยสำหรับห้องปฏิบัติการโรงงานด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) จำเป็นต้องอาศัยองค์ความรู้และเทคโนโลยีหลายด้านร่วมกัน ทั้งด้านการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต การประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ การตรวจวัดข้อมูลจากเซนเซอร์ต่าง ๆ และการแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ผ่านแอปพลิเคชันบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาแนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 แพลตฟอร์ม Blynk IoT เซนเซอร์สแกนลายนิ้วมือ เซนเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า เซนเซอร์วัดแรงดันลม เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid State Relay) [9] รวมถึงงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้เป็นแนวทางในการออกแบบและพัฒนาระบบต้นแบบให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 อินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง

อินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) คือแนวคิดการเชื่อมโยงอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซนเซอร์ และระบบควบคุมต่าง ๆ เข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูล ตรวจสอบสถานะ และสั่งงานอุปกรณ์จากระยะไกลได้แบบเรียลไทม์ โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหน่วยประมวลผลร่วมกับเซนเซอร์และอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล แนวคิดดังกล่าวถูกนำมาประยุกต์ใช้ในระบบอาคารอัจฉริยะ (Smart Building) และห้องอัจฉริยะ (Smart Room) อย่างแพร่หลาย เพื่อเพิ่มความสะดวกสบาย ความปลอดภัย และประสิทธิภาพในการใช้พลังงานภายในอาคาร

การประยุกต์ใช้ IoT ในระบบ Smart Room สามารถทำได้หลายรูปแบบ เช่น การควบคุมระบบแสงสว่างและเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติตามสถานะการใช้งานห้อง การตรวจสอบจำนวนผู้เข้าใช้งาน การติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้า การตรวจวัดอุณหภูมิและสภาพแวดล้อมภายในห้อง ตลอดจนการแจ้งเตือนผู้ดูแลเมื่อเกิดเหตุการณ์ผิดปกติผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยข้อมูลจากเซนเซอร์จะถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์หรือแพลตฟอร์ม IoT เพื่อแสดงผลและสั่งงานผ่านคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้ ปัจจุบันมีการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อเครือข่าย Wi-Fi ในตัว เช่น โมดูล ESP8266 [10] และ ESP32 ซึ่งสามารถเชื่อมต่อกับแพลตฟอร์ม IoT เพื่อรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้โดยตรง จึงได้รับความนิยมในการพัฒนาระบบอาคารอัจฉริยะ ระบบรักษาความปลอดภัย และระบบบริหารจัดการพลังงานภายในอาคาร ดังตัวอย่างแนวคิดของระบบ Smart Room ที่แสดงในรูปที่ 1



รูปที่ 1 แนวคิดการประยุกต์ใช้ IoT สำหรับตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้อง Smart Room

จากรูปที่ 1 แสดงตัวอย่างการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) สำหรับห้องอัจฉริยะ โดยเซ็นเซอร์ DHT22 [11] ทำหน้าที่ตรวจวัดอุณหภูมิภายในห้องและส่งข้อมูลไปยังโมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อประมวลผลข้อมูล จากนั้น ESP32 จะส่งข้อมูลอุณหภูมิผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยังแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ นอกจากนี้ หากอุณหภูมิสูงเกินค่าที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งให้ Buzzer ทำงานเพื่อแจ้งเตือนผู้ใช้งานให้ทราบถึงสภาวะที่ผิดปกติภายในห้อง

4.2 Mobile Application

Mobile Application เป็นแอปพลิเคชันที่ใช้งานบนโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อแสดงผลหรือควบคุมการทำงานบนพื้นฐานของอินเทอร์เน็ตสำหรับทุกสรรพสิ่งในปัจจุบันมีแอปพลิเคชันสำเร็จรูปที่สามารถลงทะเบียนเพื่อนำมาติดตั้งใช้งานได้ฟรี เช่น Line Notify [12], Blynk IoT และ App Inventor [13] เป็นต้น ซึ่งการลงทะเบียนเพื่อขอใช้งานจะต้องมี E-Mail และ Password นอกจากนี้หากผู้ใช้งานมีความประสงค์จะพัฒนาแอปพลิเคชันเพื่อใช้งานเองโดยไม่ใช้แอปพลิเคชันดังกล่าวย่อมสามารถทำได้เช่นเดียวกัน

4.3 เซ็นเซอร์ต่างๆ

เซ็นเซอร์ DHT22 เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศ โดยภายในประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดความชื้นและเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิพร้อมวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัล ข้อมูลที่ตรวจวัดได้จะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลและแสดงผลต่อผู้ใช้งาน DHT22 มีความแม่นยำและช่วงการวัดที่กว้าง จึงนิยมประยุกต์ใช้ในระบบ Internet of Things (IoT) สำหรับการตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในอาคารและห้องปฏิบัติการ

4.4 ทฤษฎีของเซ็นเซอร์ที่เกี่ยวข้องกับการพัฒนาต้นแบบระบบป้องกันภัย

เซ็นเซอร์ ACS712 [14] ทำงานตามหลักการ Hall Effect โดยตรวจจับสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าและแปลงเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า ทำให้สามารถวัดได้ทั้งกระแสตรง (DC) และกระแสสลับ (AC) งานวิจัยนี้เลือกใช้เซ็นเซอร์ดังกล่าวเนื่องจากมีขนาดเล็ก ติดตั้งง่าย ราคาประหยัด และสามารถเชื่อมต่อกับ ESP32 ได้โดยตรงผ่านสัญญาณแอนะล็อก นอกจากนี้ยังช่วยเพิ่มความปลอดภัย

ให้กับวงจรควบคุมเนื่องจากใช้หลักการตรวจวัดแบบไม่สัมผัสทางไฟฟ้า เมื่อค่ากระแส RMS ที่วัดได้สูงกว่าค่าพิกัดที่กำหนด ระบบจะสั่งตัดการทำงานของรีเลย์และแจ้งเตือนผู้ใช้งานผ่านระบบ IoT เพื่อป้องกันความเสียหายและเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งาน

เซนเซอร์สแกนลายนิ้วมือ AS608 [15] เป็นเทคโนโลยีชีวมิติ (Biometrics) ที่ใช้ลักษณะเฉพาะของลายนิ้วมือในการระบุตัวตน โดยเซนเซอร์จะอ่านและแปลงลักษณะลายนิ้วมือเป็นข้อมูลดิจิทัล จากนั้นนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่บันทึกไว้ในระบบ หากข้อมูลตรงกัน ระบบจะอนุญาตให้เปิดประตู แต่หากไม่ตรงกันจะปฏิเสธการเข้าถึง งานวิจัยนี้เลือกใช้เซนเซอร์ลายนิ้วมือเนื่องจากมีความแม่นยำสูง ใช้งานสะดวก ไม่ต้องพกพาอุปกรณ์หรือบัตรประจำตัว และสามารถเชื่อมต่อกับ ESP32 ได้โดยตรง ช่วยเพิ่มความปลอดภัยและป้องกันบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้าสู่พื้นที่ควบคุม

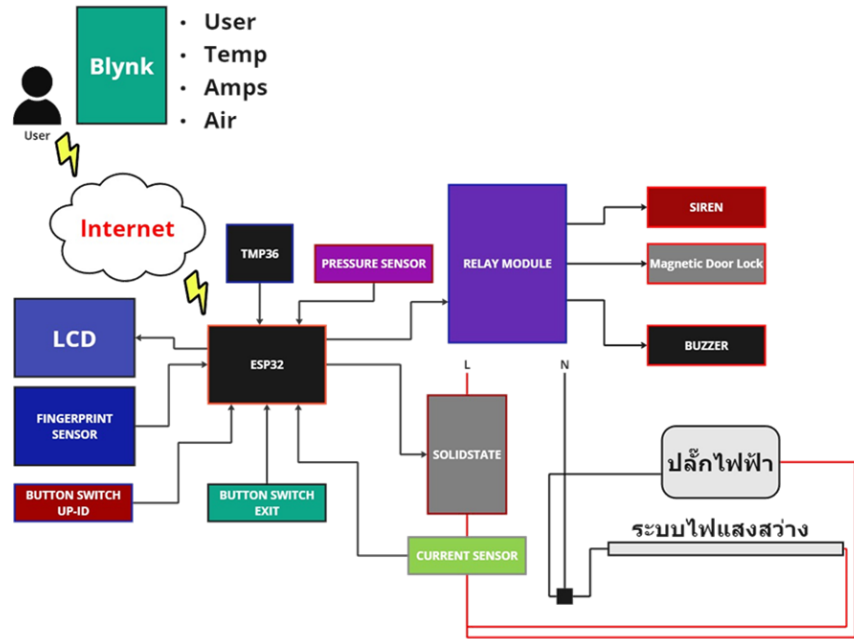
โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid State Relay: SSR) เป็นอุปกรณ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้าที่ใช้สารกึ่งตัวนำในการสวิตช์การทำงานแทนหน้าสัมผัสเชิงกลเหมือนรีเลย์ทั่วไป โดยรับสัญญาณควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อเปิดหรือปิดการจ่ายไฟให้โหลดกระแสสลับ (AC) ข้อดีของ SSR คือไม่มีการสึกหรอจากหน้าสัมผัส ไม่มีประกายไฟขณะสวิตช์ ทำงานได้รวดเร็ว เจียบ และมีอายุการใช้งานยาวนาน จึงเหมาะสำหรับระบบควบคุมโหลดไฟฟ้ากระแสสลับที่ต้องการความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือสูง

5. วิธีดำเนินการวิจัย

การพัฒนาระบบป้องกันภัยแบบจำลองสำหรับห้องปฏิบัติการโครงงานประกอบด้วยวงจรฮาร์ดแวร์และการพัฒนาโปรแกรมซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ดังต่อไปนี้

5.1 การออกแบบวงจรฮาร์ดแวร์

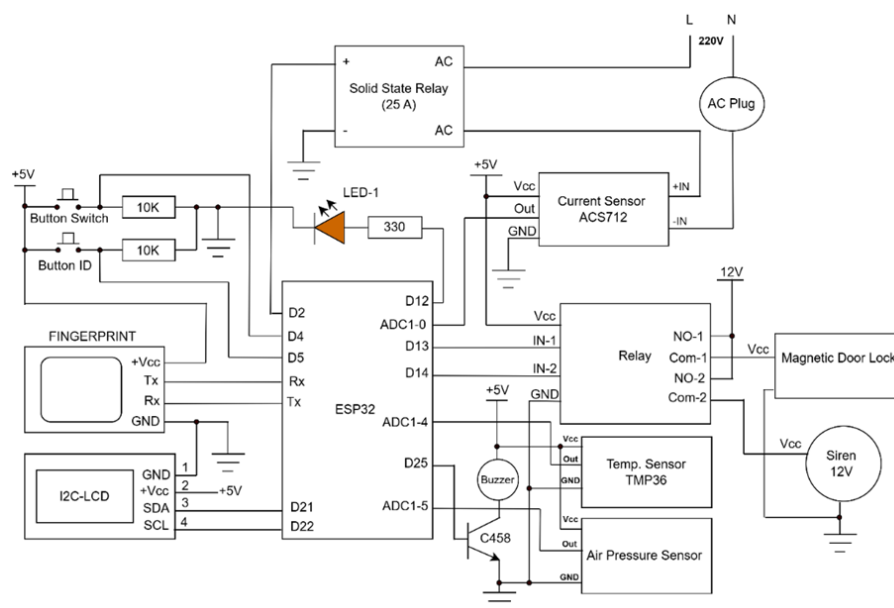
การออกแบบวงจรฮาร์ดแวร์ระบบป้องกันภัยแบบจำลองห้องปฏิบัติการโครงงานประกอบด้วย การสแกนลายนิ้วมือ (AS608) การตรวจวัดกระแสไฟฟ้า (ACS712) การตรวจวัดแรงดันอากาศ (0–40 kPa) และการตรวจวัดอุณหภูมิ (TMP36) รวมถึงสวิตช์ทางออก โดยอุปกรณ์ต่าง ๆ เชื่อมต่อกับโมดูล ESP32 ทั้งนี้ เซนเซอร์ TMP36 ถูกเลือกใช้เนื่องจากสามารถวัดอุณหภูมิได้อย่างต่อเนื่อง มีความแม่นยำเพียงพอสำหรับการตรวจสอบสภาพแวดล้อมภายในห้อง และเชื่อมต่อกับ ESP32 ได้ง่ายผ่านสัญญาณแอนะล็อก ส่วนเซนเซอร์วัดแรงดันอากาศถูกเลือกใช้เพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากแรงลมที่เป่าออกมา โดยไม่ต้องดัดแปลงวงจรไฟฟ้าภายในเครื่องปรับอากาศ นอกจากนี้ยังมีโซลิดสเตตรีเลย์ (ขนาด 25A) เพื่อควบคุมระบบไฟฟ้าและแจ้งเตือนการลัดวงจรเครื่องปรับอากาศด้วยไซเรน โดยโมดูล ESP32 เชื่อมต่อระบบ Wi-Fi เพื่อส่งข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตไปยัง Blynk IoT บนโทรศัพท์เคลื่อนที่ ทำให้ผู้ดูแลสามารถติดตามสถานะการใช้งานห้องได้แบบเรียลไทม์ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมดังแสดงในรูปที่ 2



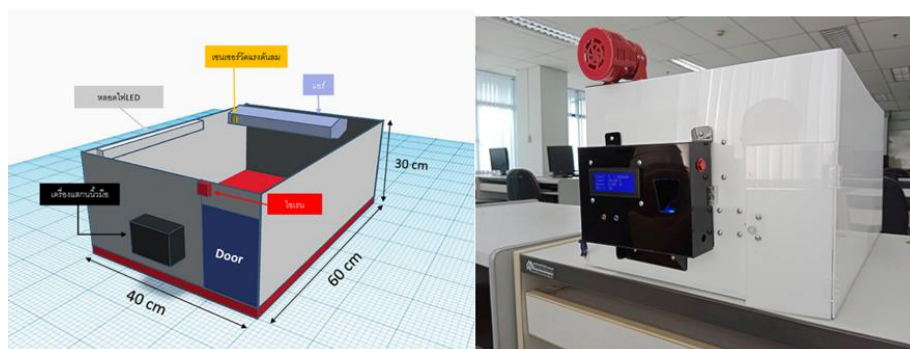
รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมระบบป้องกันภัยห้องปฏิบัติการโรงงาน

จากรูปที่ 2 เมื่อผู้ใช้งานเข้าสู่ห้องปฏิบัติการโรงงาน จะต้องสแกนลายนิ้วมือเพื่อยืนยันตัวตน โดยโมดูล ESP32 จะประมวลผลข้อมูลส่งเปิดกลอนไฟฟ้า และนับจำนวนผู้ใช้งานภายในห้อง พร้อมทั้งเปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างและปลั๊กไฟให้พร้อมใช้งาน เมื่อมีการใช้งานหลอดไฟฟ้า ระบบจะตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้า และเมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศ ระบบจะตรวจวัดค่าแรงดันอากาศและอุณหภูมิภายในห้อง โดยแสดงผลผ่านจอแอลซีดีและส่งข้อมูลไปยัง Blynk IoT ซึ่งประกอบด้วยจำนวนผู้ใช้งานภายในห้อง ค่ากระแสไฟฟ้า ค่าแรงดันอากาศ และอุณหภูมิ ทั้งนี้ระบบได้กำหนดค่าเกณฑ์ (Threshold) สำหรับการพิจารณาสถานะการทำงาน ได้แก่ ค่ากระแสไฟฟ้าที่มากกว่าหรือเท่ากับ 5.5 A สำหรับการป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินพิทัด ค่าแรงดันอากาศมากกว่า 2 kPa ซึ่งบ่งชี้ว่าเครื่องปรับอากาศกำลังทำงาน และอุณหภูมิห้องต่ำกว่า 30°C ซึ่งถือเป็นสภาวะปกติของห้องปฏิบัติการ เมื่อผู้ใช้งานออกจากห้องกดปุ่ม Exit Switch ระบบจะลดจำนวนผู้ใช้งานลงครึ่งละ 1 คน และเมื่อผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้อง (จำนวนผู้ใช้งานเท่ากับ 0) ระบบจะตัดวงจรไฟฟ้าทั้งหมดเพื่อความปลอดภัย พร้อมตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศจากค่าแรงดันอากาศ โดยใช้ค่า Threshold ที่ 2 kPa เป็นเกณฑ์ในการตัดสินใจ หากค่าแรงดันอากาศน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 kPa แสดงว่าเครื่องปรับอากาศปิดการทำงานแล้ว แต่ถ้าไม่ใช่ระบบจะส่งเสียงไซเรนแจ้งเตือนให้ผู้ใช้งานกลับมาปิดเครื่องปรับอากาศ

การยืนยันความถูกต้องหลังเลิกใช้งานสามารถตรวจสอบได้จากข้อมูลบนแอปพลิเคชัน Blynk IoT โดยจำนวนผู้ใช้งาน ค่ากระแสไฟฟ้า และค่าแรงดันอากาศจะมีค่าเป็นศูนย์ ขณะที่อุณหภูมิภายในห้องจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นตามสภาพแวดล้อมภายหลังการปิดเครื่องปรับอากาศ รายละเอียดการเชื่อมต่อวงจรของระบบแสดงดังรูปที่ 3 และแบบจำลองระบบป้องกันภัยห้องปฏิบัติการโรงงานแสดงดังรูปที่ 4 ซึ่งมีขนาดกว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 60 เซนติเมตร และสูง 30 เซนติเมตร



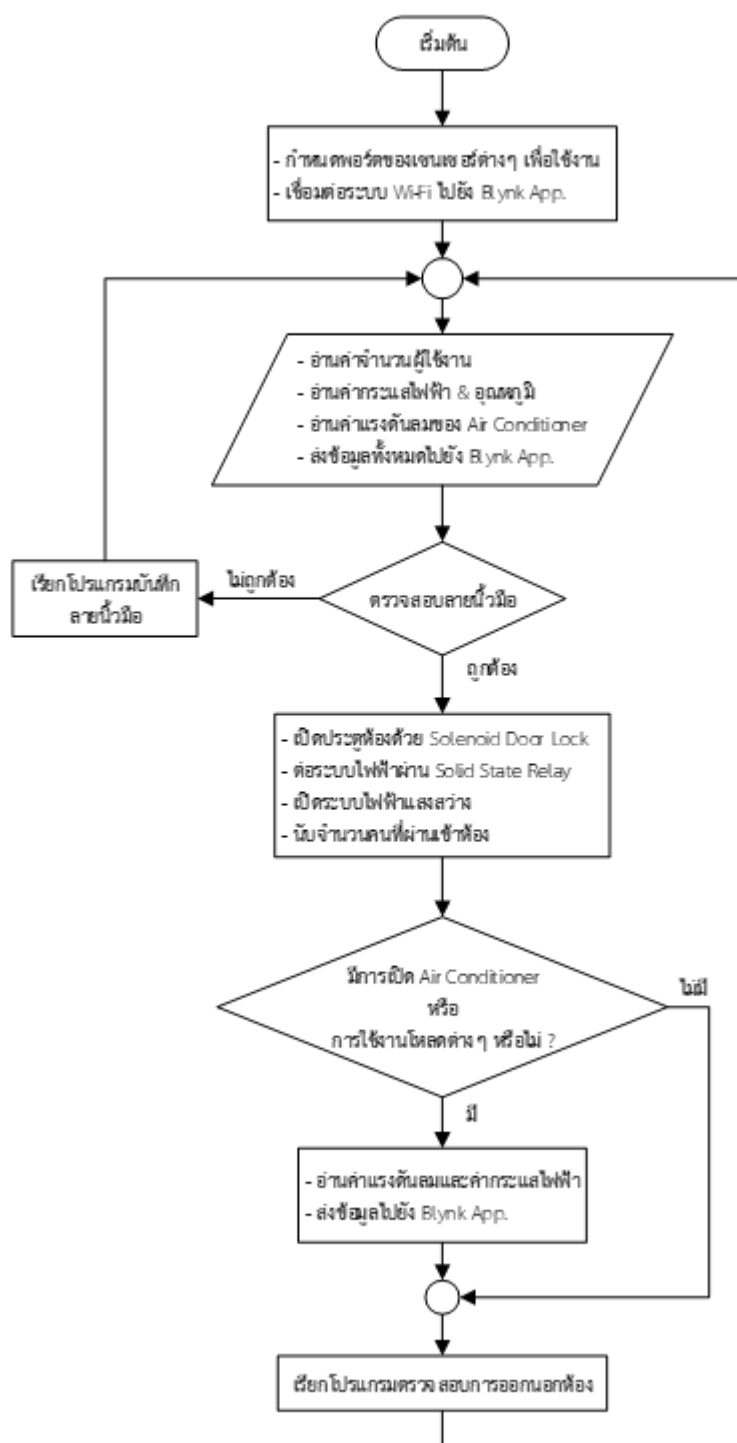
รูปที่ 3 วงจรระบบป้องกันภัยห้องปฏิบัติการโรงงาน



รูปที่ 4 แบบจำลองระบบป้องกันภัยห้องปฏิบัติการโรงงาน

5.2 การพัฒนาโปรแกรม

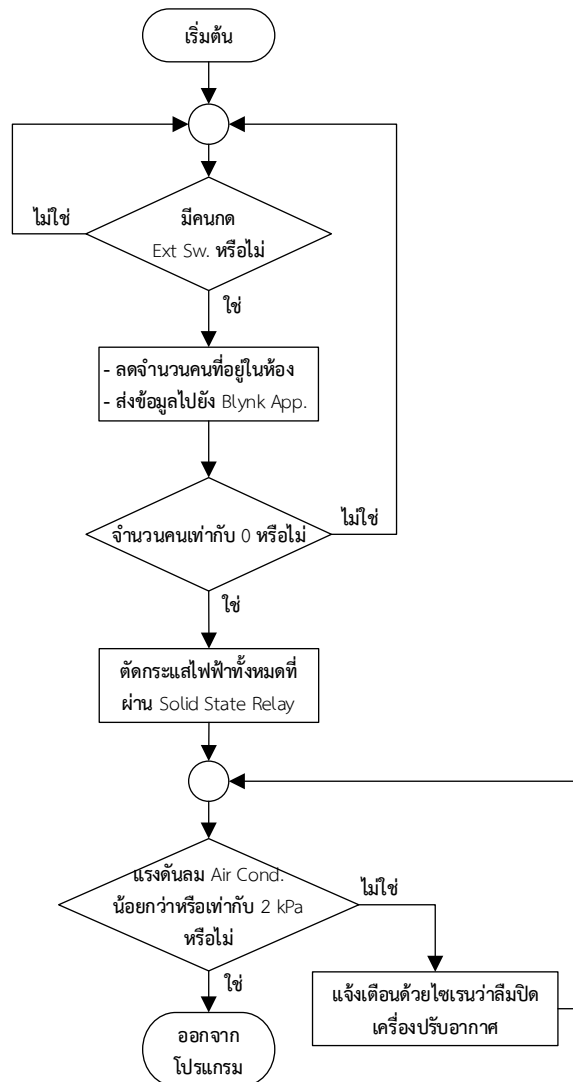
การพัฒนาโปรแกรมแบ่งเป็น 3 ส่วน โดยส่วนที่ 1 เป็นโปรแกรมหลัก ส่วนที่ 2 เป็นโปรแกรมตรวจสอบการออกนอกห้อง และส่วนที่ 3 เป็นโปรแกรมบันทึกการแจ้งเตือน ดังแสดงในรูปที่ 5 รูปที่ 6 และรูปที่ 7 ตามลำดับ



รูปที่ 5 แผนผังแสดงการทำงานของระบบโปรแกรมควบคุมหลัก

จากรูปที่ 5 เป็นแผนผังแสดงการทำงานของระบบโปรแกรมควบคุมหลักโดยเริ่มจากการกำหนดพอร์ตสำหรับเซนเซอร์และอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ต่าง ๆ จากนั้นเชื่อมต่อเครือข่าย Wi-Fi เพื่อสื่อสารกับ Cloud Server ของ Blynk IoT และเริ่มอ่านค่าจากเซนเซอร์ต่าง ๆ โดยในสถานะเริ่มต้นข้อมูลทั้งหมดจะมีค่าเป็นศูนย์เนื่องจากยัง

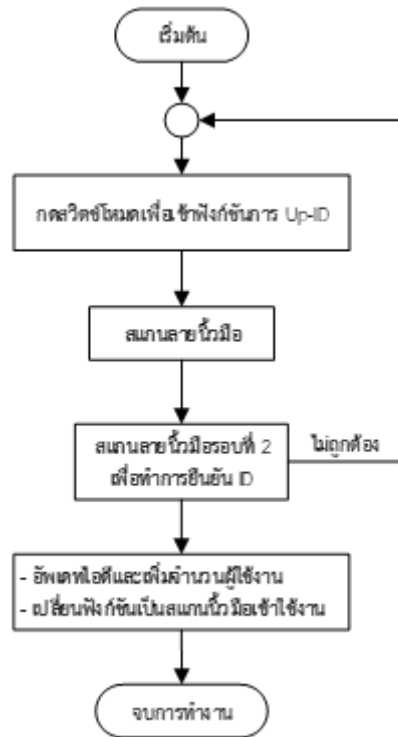
ไม่มีการใช้งานระบบ เมื่อมีผู้ขอเข้าใช้งานห้องปฏิบัติการโครงการงาน ระบบจะตรวจสอบลายนิ้วมือ หากไม่พบข้อมูลในฐานข้อมูลจะเข้าสู่กระบวนการลงทะเบียนลายนิ้วมือ แต่หากพบข้อมูลที่ตรงกัน ระบบจะส่งปลดล็อกประตูผ่านโซลินอยด์ล็อก พร้อมนับจำนวนผู้ใช้งานภายในห้อง และสั่งงาน Solid State Relay (SSR) ให้ง่ายไฟไปยังระบบแสงสว่างและปลั๊กไฟ จากนั้นข้อมูลจำนวนผู้ใช้งานจะถูกส่งไปยัง Blynk IoT ระหว่างการใช้งาน ระบบจะตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ และแรงดันลมจากเครื่องปรับอากาศ พร้อมส่งข้อมูลไปยัง Blynk IoT โดยค่ากระแสไฟฟ้าปกติจะไม่เกิน 5.5 A และเมื่อเครื่องปรับอากาศทำงาน ค่าแรงดันลมจะมีค่ามากกว่า 2 kPa เมื่อผู้ใช้งานต้องการออกจากห้อง สามารถกด Exit Switch เพื่อออกจากระบบ



รูปที่ 6 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการออกจากห้องปฏิบัติการโครงการงาน

จากรูปที่ 6 เป็นแผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบการออกจากห้องปฏิบัติการโครงการงาน โดยระบบจะลดจำนวนผู้ใช้งานลงครั้งละ 1 คน เมื่อมีการกด Exit Switch หากจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องเท่ากับ 0 ระบบจะตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ทั้งหมดทันทีเพื่อความปลอดภัย จากนั้นจะตรวจสอบค่า

แรงดันอากาศจากระบบปรับอากาศ โดยกำหนดค่าเกณฑ์ (Threshold) ที่ 2 kPa หากตรวจพบค่าแรงดันอากาศน้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 kPa แสดงว่าเครื่องปรับอากาศหยุดทำงานแล้ว แต่ถ้าไม่ใช่แสดงว่าผู้ใช้งานลืมปิดเครื่องปรับอากาศ ระบบจะส่งสัญญาณแจ้งเตือนด้วยเสียงไซเรนเพื่อให้ผู้ใช้งานคนสุดท้ายกลับมาปิดเครื่องปรับอากาศ ส่วนโปรแกรมบนก็กลายนิ้วมือมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 7



รูปที่ 7 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมบนก็กลายนิ้วมือ

5.3 รูปแบบและวิธีการทดสอบระบบ

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบแบ่งออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่ 1) การทดสอบความถูกต้องของการสแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดประตูห้องปฏิบัติการโรงงาน 2) การทดสอบการนับจำนวนผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการโรงงานและการแสดงผลผ่าน Blynk IoT 3) การทดสอบการแสดงผลค่ากระแสไฟฟ้าและการตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อมีการใช้งานเกินค่าพิกัด 4) การทดสอบการตัดกระแสไฟฟ้าภายในห้องเมื่อผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้อง และ 5) การทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อลืมปิดเครื่องปรับอากาศ ตามลำดับ โดยการทดสอบได้พิจารณาร้อยละของความถูกต้องโดยใช้สมการที่ 5.1

$$Average\ Accuracy = \frac{\sum_{i=1}^n Ti}{n} \times 100\% \quad (5.1)$$

เมื่อ Ti คือจำนวนความถูกต้องครั้งที่ i

n คือจำนวนครั้งที่ทดลอง

สำหรับรายละเอียดของการทดสอบทั้ง 5 ส่วน มีดังต่อไปนี้

1) การทดสอบความถูกต้องของการสแกนลายนิ้วมือเพื่อเปิดประตูห้องปฏิบัติการโรงงาน

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความถูกต้องของระบบสแกนลายนิ้วมือในการยืนยันตัวตนและควบคุมการเปิดประตูห้องปฏิบัติการโรงงาน โดยใช้กลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คนที่ได้บันทึกลายนิ้วมือไว้ในระบบแล้วทำการทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง ซึ่งในแต่ละครั้งจะสุ่มเลือกบุคคลจากกลุ่มตัวอย่างเพื่อสแกนลายนิ้วมือ และกำหนดระยะเวลาระหว่างการสแกนแต่ละครั้งเท่ากับ 15 วินาทีเนื่องจากการวิจัยนี้เป็นารทดสอบประสิทธิภาพของระบบต้นแบบ ผู้วิจัยจึงกำหนดกลุ่มตัวอย่างจำนวน 5 คนที่ได้ลงทะเบียนลายนิ้วมือไว้ในระบบและดำเนินการทดสอบซ้ำจำนวน 30 ครั้ง เพื่อประเมินความถูกต้องและความเสถียรของการทำงานภายใต้สภาวะการใช้งานจริง โดยจำนวนครั้งของการทดสอบถือเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการทดลองทางวิศวกรรมจากนั้นนำผลการทดสอบมาคำนวณหาค่าร้อยละความถูกต้องเฉลี่ยของระบบ

2) การทดสอบการนับจำนวนผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการโรงงาน

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความถูกต้องของระบบในการนับจำนวนผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการโรงงานและการแสดงผลผ่าน Blynk IoT โดยใช้การสแกนลายนิ้วมือเพื่อยืนยันตัวตนก่อนเข้าห้อง เมื่อระบบตรวจสอบลายนิ้วมือถูกต้อง จะสั่งเปิดประตูและเพิ่มจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องครั้งละ 1 คนพร้อมส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไปยัง Blynk IoT เพื่อบันทึกและแสดงผลจำนวนผู้ใช้งาน ทั้งนี้กำหนดให้ผู้ใช้งานทุกคนต้องสแกนลายนิ้วมือก่อนเข้าห้องเพื่อให้ระบบสามารถนับจำนวนผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง โดยทำการทดสอบจำนวน 30 ครั้ง และนำผลที่ได้ไปประเมินความถูกต้องของระบบ

3) การทดสอบการแสดงผลและตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อมีการใช้งานเกินค่าพิกัด

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการทำงานของระบบป้องกันกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด โดยใช้เซนเซอร์ ACS712 เชื่อมต่อกับวงจรปลั๊กไฟฟ้าเพื่อตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน ระบบกำหนดค่าเกณฑ์ (Threshold) ของกระแสไฟฟ้าไว้ที่ 5.5 A หากตรวจพบค่ากระแสไฟฟ้าสูงกว่าค่าเกณฑ์ดังกล่าว ระบบจะสั่งตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่าน Solid State Relay และส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังแอปพลิเคชัน Blynk IoT โดยทำการทดสอบจำนวน 30 ครั้ง ในแต่ละครั้งมีการต่อโหลดไฟฟ้าในระดับต่าง ๆ เพื่อให้เกิดสภาวะกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด (Over Current) และตรวจสอบความสามารถของระบบในการแสดงผลค่ากระแสไฟฟ้าการตัดวงจรไฟฟ้า และการแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk IoT

4) การทดสอบการตัดกระแสไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการโรงงาน

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินการทำงานของระบบในการตัดกระแสไฟฟ้าภายในห้องเมื่อไม่มีผู้ใช้งานอยู่ภายในห้อง โดยกำหนดจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องในระดับต่าง ๆ ผ่านการสแกนลายนิ้วมือเพื่อยืนยันตัวตนก่อนเข้าห้อง จากนั้นให้ผู้ใช้งานออกจากห้องทีละ 1 คน และกด Exit Switch ทุกครั้งก่อนออกจากห้องเพื่อให้ระบบลดจำนวนผู้ใช้งานได้อย่างถูกต้อง เมื่อจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องมีค่าเท่ากับศูนย์ (User = 0) ระบบจะสั่งงาน Solid State Relay ให้ตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าภายในห้องทั้งหมด โดยทำการทดสอบจำนวน 30 ครั้ง และตรวจสอบผลการทำงานจากค่ากระแสไฟฟ้าที่ต้องมีค่าเท่ากับ 0 A

5) การทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อลืมนปิดเครื่องปรับอากาศ

การทดสอบนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประเมินความสามารถของระบบในการตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศและการแจ้งเตือนเมื่อผู้ใช้งานลืมนปิดเครื่องปรับอากาศหลังจากออกจากห้อง โดยกำหนดให้ผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้องจนจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องมีค่าเท่ากับศูนย์ (User = 0) จากนั้นจำลอง

สถานการณ์ลิมปิดเครื่องปรับอากาศ โดยใช้เซนเซอร์วัดแรงดันลมที่ติดตั้งบริเวณหน้าเครื่องปรับอากาศเพื่อตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศ หากตรวจพบค่าแรงดันลมสูงกว่าค่าเกณฑ์ (Threshold) ที่กำหนด ระบบจะส่งงานไซเรนให้ส่งเสียงแจ้งเตือน พร้อมส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังผู้ดูแลผ่านแอปพลิเคชัน Blynk IoT โดยทำการทดสอบจำนวน 30 ครั้ง

6. ผลการวิจัย

6.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยืนยันตัวตนด้วยลายนิ้วมือ

ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยืนยันตัวตนด้วยลายนิ้วมือของระบบที่พัฒนาขึ้น เพื่อใช้ในการควบคุมการเข้าใช้งานห้องปฏิบัติการโรงงาน แสดงดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 ผลการทดสอบประสิทธิภาพการยืนยันตัวตนด้วยลายนิ้วมือ

ครั้งที่	จำนวนการแสดงผล (LCD)	จำนวนผลที่ทำงานได้
1-5	5	5
6-10	5	5
11-15	4	4
16-20	5	5
21-25	4	4
26-30	5	5

จากผลการทดลองในตารางที่ 6.1 พบว่าระบบสแกนลายนิ้วมือสามารถตรวจสอบและเปิดประตูห้องปฏิบัติการโรงงานได้ถูกต้องจำนวน 28 ครั้ง จากการทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 93.33 ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในบางครั้งมีสาเหตุมาจากการวางตำแหน่งนิ้วมือไม่ตรงกับบริเวณตรวจจับของเซนเซอร์ลายนิ้วมือ ส่งผลให้ระบบไม่สามารถอ่านข้อมูลลายนิ้วมือได้อย่างสมบูรณ์

6.2 ผลการทดสอบการนับจำนวนผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการโรงงาน

ผลการทดสอบการนับจำนวนผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการโรงงานและการแสดงผลผ่าน Blynk IoT แสดงดังตารางที่ 6.2

ตารางที่ 6.2 ผลการทดสอบการนับจำนวนผู้ใช้งานห้องปฏิบัติการโรงงาน

ครั้งที่	จำนวนการแสดงผลบน Blynk IoT
1-5	5
6-10	4
11-15	5
16-20	4
21-25	5
26-30	4



รูปที่ 8 การนับจำนวนผู้ใช้งานจากการสแกนลายนิ้วมือและแสดงผลผ่าน Blynk IoT

จากผลการทดลองในตารางที่ 6.2 และรูปที่ 8 พบว่าระบบสามารถนับจำนวนผู้เข้าใช้งานห้องปฏิบัติการโครงงานและแสดงผลผ่าน Blynk IoT ได้อย่างถูกต้องในส่วนใหญ่ของการทดสอบ อย่างไรก็ตาม พบความผิดพลาดในการแสดงผลจำนวน 3 ครั้ง จากการทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง ส่งผลให้มีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 90 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถติดตามและอัปเดตจำนวนผู้ใช้งานผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจมีสาเหตุมาจากความล่าช้าในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายหรือการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับ Cloud Server ของ Blynk IoT

6.3 ผลการทดสอบการตรวจจับและตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อเกิดกระแสเกินพิกัด

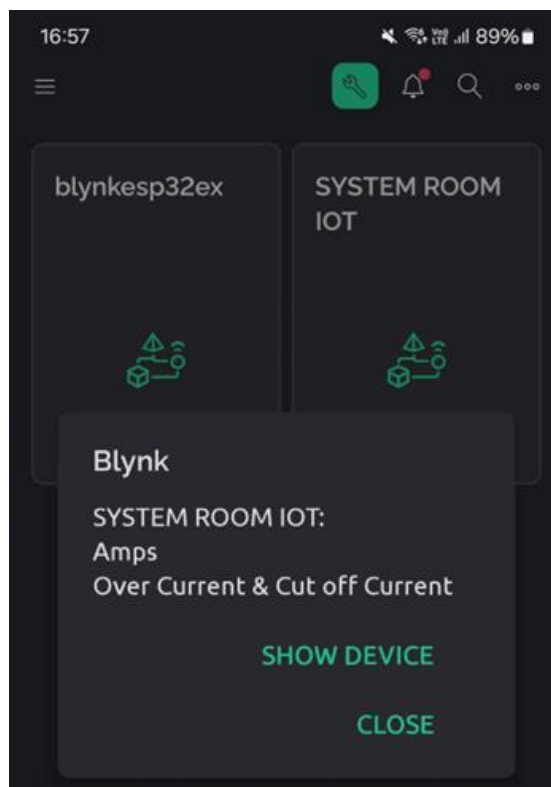
ผลการทดสอบการตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อใช้งานเกินค่าพิกัด โดยกำหนดค่าเกณฑ์ (Threshold) ของกระแสไฟฟ้าไว้ที่ 5.5 A และแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk IoT แสดงดังตารางที่ 6.3

ตาราง 6.3 ผลการทดสอบการตรวจจับและตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อเกิดกระแสเกินพิกัด

ครั้งที่	กระแสไฟฟ้าสูงสุด ในแต่ละครั้งที่ทดสอบ	ผลการทำงาน	จำนวนแจ้งข้อความผ่าน Blynk IoT
1-5	6A,7A,8A,9A,10A	ทำงานทุกครั้ง	5
6-10	7A,8A,6A,7A,10A	ทำงานทุกครั้ง	5
11-15	7A,8A,6A,7A,6A	ทำงานทุกครั้ง	5
16-20	10A,9A,7A,10A,8A	ทำงานทุกครั้ง	5
21-25	8A,7A,6A,7A,8A	ทำงานทุกครั้ง	4
26-30	7A,6A,9A,8A,10A	ทำงานทุกครั้ง	5



รูปที่ 9 การแสดงค่ากระแสไฟฟ้าปกติและการตัดวงจรเมื่อกระแสไฟฟ้าเกินพิกัด



รูปที่ 10 การแสดงข้อความแจ้งเตือนผ่าน Blynk IoT

จากผลการทดลองในตารางที่ 6.3 รูปที่ 9 และรูปที่ 10 เมื่อทดลองอ่านค่ากระแสไฟฟ้าที่ได้จากเซนเซอร์ที่เชื่อมต่อกับปลั๊กไฟเพื่อทดลองตัดกระแสไฟฟ้าออกจากวงจรโดยผ่านโซลิดสเตตรีเลย์เมื่อใช้งานกระแสไฟฟ้าเกินพิกัดพบว่าระบบโซลิดสเตตรีเลย์สามารถตัดวงจรไฟฟ้าเพื่อความปลอดภัยได้ถูกต้อง 100% แต่พบความล่าช้าหรือข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายไปยังแอปพลิเคชัน Blynk 1 ครั้ง คิดเป็นความถูกต้องของการแจ้งเตือนที่ 96.66%

6.4 ผลการทดสอบการตัดกระแสไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการโรงงานเมื่อผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้องปฏิบัติการโรงงาน

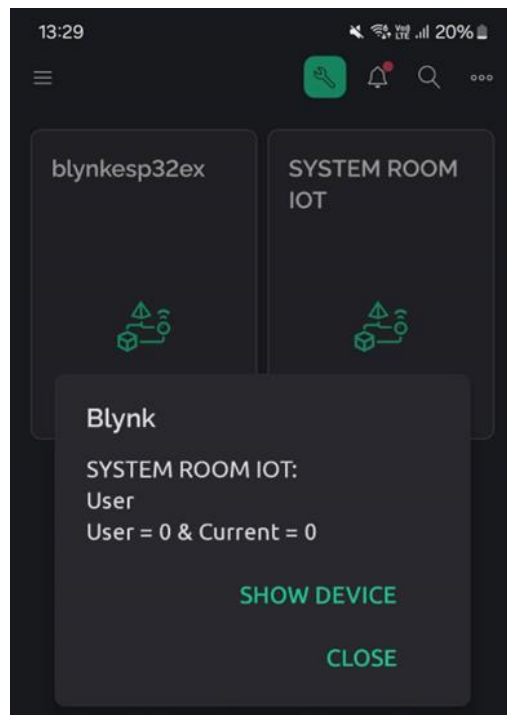
ผลการทดสอบการตัดกระแสไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการโรงงานเมื่อผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้องปฏิบัติการโรงงาน แสดงดังตารางที่ 6.4

ตาราง 6.4 ผลการทดสอบตัดกระแสไฟฟ้าเมื่อคนสุดท้ายเดินออกจากห้อง

ครั้งที่	จำนวนผู้อยู่ในห้องและ ลดลงตามลำดับ	จำนวนการ แสดงผล ด้วย LCD	จำนวนแจ้ง ข้อความผ่าน Blynk IoT
1-5	3->2->1->0	5	5
6-10	1->0	5	4
11-15	2-1-0	5	5
16-20	5-4-3-2-1-0	5	4
21-25	2-1-0	5	5
26-30	4-3-2-1-0	5	5



รูปที่ 11 ค่ากระแสไฟฟ้าภายในห้องปฏิบัติการโรงงาน ขณะมีผู้ใช้งานและหลังผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้องปฏิบัติการโรงงาน



รูปที่ 12 การแจ้งเตือนผ่าน Blynk IoT เมื่อไม่มีผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการโรงงาน และค่ากระแสไฟฟ้าเท่ากับ 0 A

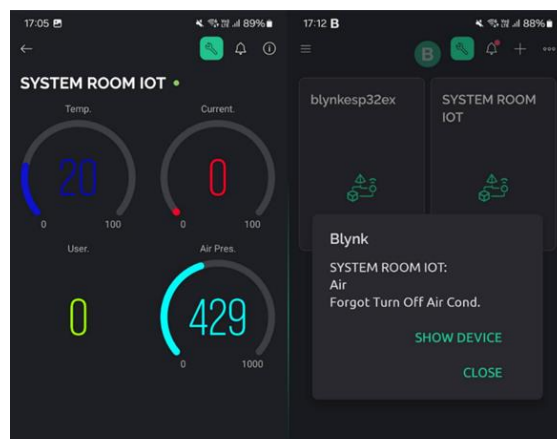
จากผลการทดลองในตารางที่ 6.4 รูปที่ 11 และรูปที่ 12 พบว่า เมื่อมีผู้ใช้งานภายในห้องจำนวนแตกต่างกัน ระบบสามารถแสดงผลจำนวนผู้ใช้งานผ่านจอ LCD และแอปพลิเคชัน Blynk IoT ได้อย่างถูกต้อง และเมื่อผู้ใช้งานออกจากห้องโดยกด Exit Switch จำนวนผู้ใช้งานจะลดลงตามลำดับ กระทั่งผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้องจนค่าการนับมีค่าเท่ากับ 0 ระบบสามารถสั่งตัดการจ่ายกระแสไฟฟ้าภายในห้องให้มีค่ากระแสเท่ากับ 0 A ได้ทุกครั้ง อย่างไรก็ตาม พบความผิดพลาดในการแสดงผลผ่าน Blynk IoT จำนวน 2 ครั้ง จากการทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง ส่งผลให้ระบบมีค่าความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 93.33 แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถควบคุมและตัดกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติเมื่อไม่มีผู้ใช้งานอยู่ภายในห้องได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งนี้ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจมีสาเหตุมาจากความล่าช้าในการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือ Cloud Server ของ Blynk IoT

6.5 ผลการทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อลืมนปิดเครื่องปรับอากาศ

ผลการทดสอบการแจ้งเตือนเมื่อลืมนปิดเครื่องปรับอากาศแสดงดังตารางที่ 6.5

ตารางที่ 6.5 ผลการทดสอบแจ้งเตือนเมื่อลืมนปิดเครื่องปรับอากาศ

ครั้งที่	จำนวนเสียง ไซเรน	จำนวนแสดงผล ด้วย LCD	จำนวนข้อความผ่าน Blynk App.
1-5	5	5	5
6-10	5	5	4
11-15	5	5	5
16-20	5	5	4
21-25	5	5	5



รูปที่ 13 การแจ้งเตือนเมื่อลืมนปิดเครื่องปรับอากาศผ่าน Blynk IoT

จากผลการทดลองในตารางที่ 6.5 พบว่า เมื่อจำลองสถานการณ์ลืมนปิดเครื่องปรับอากาศหลังจากผู้ใช้งานคนสุดท้ายออกจากห้อง ระบบสามารถส่งเสียงไซเรนแจ้งเตือนได้ครบทั้ง 30 ครั้ง คิดเป็นความถูกต้องร้อยละ 100 และสามารถแสดงผลแจ้งเตือนผ่านจอ LCD ได้ครบทั้ง 30 ครั้ง คิดเป็นความถูกต้องร้อยละ 100 เช่นกัน ขณะที่การส่งข้อความแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชัน Blynk IoT สามารถแจ้งเตือนได้สำเร็จจำนวน 27 ครั้ง จากการทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง คิดเป็นความถูกต้องร้อยละ 90 โดยความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นอาจมีสาเหตุมาจากความล่าช้าหรือความไม่เสถียรของการสื่อสารข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตและ Cloud Server ของ Blynk IoT อย่างไรก็ตาม ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของเครื่องปรับอากาศและแจ้งเตือนผู้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

7. บทสรุป

งานวิจัยนี้บรรลุวัตถุประสงค์ในการพัฒนาระบบต้นแบบการเฝ้าระวังและป้องกันภัยสำหรับห้องปฏิบัติการโรงงานด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) โดยระบบสามารถติดตามสถานะการใช้งานห้องปฏิบัติการโรงงาน ตรวจสอบการใช้พลังงานไฟฟ้า และแจ้งเตือนเหตุการณ์ที่อาจส่งผลกระทบต่อความปลอดภัยได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ผลการทดสอบพบว่าฟังก์ชันหลักของระบบมีประสิทธิภาพเฉลี่ยร้อยละ 96.67 ขณะที่การสื่อสารข้อมูลและการแจ้งเตือนผ่าน Blynk IoT มีความถูกต้องเฉลี่ยร้อยละ 92.50 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความเหมาะสมต่อการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง

นอกจากนี้ ระบบยังช่วยลดภาระของผู้ดูแลห้องปฏิบัติการโรงงาน ในการตรวจสอบความพร้อมและความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการโรงงาน ด้วยตนเอง ตลอดจนสนับสนุนการบริหารจัดการทรัพยากรด้านพลังงานและอุปกรณ์ภายในระดับมหาวิทยาลัยให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น อันเป็นแนวทางในการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT เพื่อยกระดับความปลอดภัยและการจัดการห้องปฏิบัติการโรงงาน ในสถานศึกษาได้อย่างเป็นรูปธรรม

7.1 ข้อจำกัดของงานวิจัย

ระบบที่พัฒนายังมีข้อจำกัดด้านการนับจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการโรงงาน เนื่องจากการเข้าใช้งานใช้การยืนยันตัวตนด้วยลายนิ้วมือ ขณะที่การออกจากห้องปฏิบัติการโรงงานใช้การกดสวิตช์ด้วยตนเอง ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของข้อมูลในกรณีที่ผู้ใช้ใช้งานออกจากห้องปฏิบัติการโรงงานพร้อมกันหลายคน ซึ่งอาจส่งผลกระทบต่อความแม่นยำของการสั่งตัดระบบไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศอัตโนมัติเมื่อไม่มีผู้ใช้งานอยู่ภายในห้องปฏิบัติการโรงงาน

7.2 ข้อเสนอแนะสำหรับการนำไปใช้งาน

ควรพัฒนาระบบให้รองรับการตรวจวัดและควบคุมระบบไฟฟ้า 3 เฟส เพื่อให้สามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้พลังงานสูงภายในห้องปฏิบัติการโรงงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ ควรเชื่อมต่อบริษัทยืนยันตัวตนเข้ากับฐานข้อมูลกลางของมหาวิทยาลัยผ่าน API เพื่อเพิ่มความปลอดภัย ความถูกต้องของข้อมูล และรองรับผู้ใช้งานจำนวนมากได้ดียิ่งขึ้น

7.3 ข้อเสนอแนะสำหรับการวิจัยในอนาคต

ควรพัฒนาระบบนับจำนวนบุคคลอัตโนมัติด้วยเซนเซอร์ตรวจจับการเข้า-ออกหรือเทคโนโลยีปัญญาประดิษฐ์ เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบจำนวนผู้ใช้งานภายในห้องปฏิบัติการโรงงาน นอกจากนี้ ควรนำข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าและข้อมูลสภาพแวดล้อมที่เก็บรวบรวมได้มาวิเคราะห์ด้วยเทคนิคการเรียนรู้ของเครื่อง (Machine Learning) เพื่อสนับสนุนการบำรุงรักษาเชิงคาดการณ์ (Predictive Maintenance) และยกระดับความปลอดภัยของห้องปฏิบัติการโรงงานให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ผู้จัดทำวิจัยขอขอบพระคุณสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ อุปกรณ์สำหรับการทดลอง และสัญญาณอินเทอร์เน็ต ตลอดจนการสนับสนุนด้านต่าง ๆ อันเป็นประโยชน์ต่อการดำเนินงานวิจัยครั้งนี้ จนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ. (2566). หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม (หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2566). มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลกรุงเทพ.
- [2] ญัฐพงศ์ พลสมม, กาญจนา ดงสงคราม, และเกียรติภูมิ ฤาพันธ์. (2562). การพัฒนาระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชันแบบสมองกลฝังตัว. วารสารวิชาการการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีสารสนเทศ, 5(2), 84–93. สืบค้นจาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/project-journal/article/view/232109/158469>
- [3] อภิรักษ์ พันธุ์พนาสกุล, พัทธี ยะปา, และ อัลนิสฟาร์ เจเดือราแม. (2563). การพัฒนาระบบเปิด-ปิดไฟด้วยไมโครเซนเซอร์ควบคุมคู่กับแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน. ในการประชุมมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 11 (น. 994–1012). มหาวิทยาลัยมหาดใหญ่.
- [4] เอกรัตน์ สุขสุคนธ์, สมชิต พวกสันเทียะ, บัณฑิต คุ้มเจริญชัยกุล และ พิชชากร ขอบใจ. (2565). การพัฒนาระบบสแกนลายนิ้วมือและจับภาพใบหน้าด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ททุกสรรพสิ่งสำหรับห้องแม่ข่าย. วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี, 10(1), 61–72. สืบค้นจาก <https://ph01.tci-thaijo.org/index.php/scudru/article/view/245001/168502>
- [5] เกียรติสิน กาญจนวนิชกุล, กนกวรรณ บุญก้อน, นวพร ลาดแก้ว, และ นพชัย คงเจริญ. (2562). ระบบแจ้งเหตุฉุกเฉิน: กดเพื่อขอความช่วยเหลือ. Journal of Information Science and Technology (JIST), 9(1), 18–27. สืบค้นจาก <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/JIST/article/view/170120/137704>
- [6] Ariyapim, N., & Addoddorn, C. (2022). The design and construction of smart the IoT system for modeling house controlled by microcontroller. Srinakharinwirot University Engineering Journal, 17(1), 29–39. Retrieved from <https://ph02.tci-thaijo.org/index.php/sej/article/view/244764/167214>
- [7] Narayana, L., & Deepthi, B. (2022). Real Time Automatization of Agriculture Environment for Social Modernization Using ESP32 and Cloud Computing. International Research Journal of Education and Technology. vol.4, pp.60-66. Retrieved from https://www.irjweb.com/user_upload/Real%20Time%20Automatization%20of%20Agriculture%20Environment%20for%20Social%20Modernization%20Using%20ESP32%20and%20Cloud%20Computing.pdf
- [8] ศรัณญา นาสิกรี, สุวิมล สุวรรณศรี, สันญา พูลเกิด, จักรพงษ์ วงศ์ และ ญัฐวุฒิ คำมี. (2567). การพัฒนาระบบปลั๊กไฟอัจฉริยะควบคุมผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟนด้วย Blynk. วารสารสถาบันการอาชีวศึกษาภาคใต้ 3, 9(1).
- [9] Bishop, A. (1986). Solid-state relay handbook with applications. H.W. Sams.

- [10] Mustafa, M., Mishra, A., Yadav, S., & Mandal, NK. (2022). Smart Home Automation System using NodeMCU with Blynk App. International Research Journal of Modernization in Engineering Technology and Science. 2022, 4(3), 2219-2221. Retrieved from https://www.irjmets.com/uploadedfiles/paper/issue_3_march_2022/19997/final/fin_irjmets1648720893.pdf
- [11] Aosong Electronics Co., Ltd. (2015). DHT22 (AM2302) digital-output relative humidity & temperature sensor/module datasheet. from <https://www.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temperature/DHT22.pdf>
- [12] Line Notify. (2025, May 1). LINE Notify service has been terminated as of March 31, 2025. Retrieved June 5, 2026, from **ผิดพลาด! การอ้างอิงไฮเปอร์ลิงก์ไม่ถูกต้อง**
- [13] IoT Projects Ideas (2025, May 5). Home automation with MIT App Inventor and ESP8266. Retrieved June 5, 2026, from <https://iotprojectsideas.com/home-automation-mit-app-inventor-esp8266/>
- [14] Allegro MicroSystems. (2006). ACS712: Fully integrated, Hall-effect-based linear current sensor IC with 2.1 kVRMS isolation and a low-resistance current conductor (Datasheet), from **ผิดพลาด! การอ้างอิงไฮเปอร์ลิงก์ไม่ถูกต้อง**
- [15] Grablo Co. (n.d.). AS608, FPM10A fingerprint sensor user manual. Retrieved June 8, 2026, from <https://doc.grablo.co/en/docs/user-manuals/i-o-device/as608-fpm10a-fingerprint-sensor/>