วารสารวิชาการ
สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

INSTITUTE OF VOCATIONAL EDUCATION : EASTERN REGION JOURNAL



ประจำปี 2569

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม – มิถุนายน 2569

VOL. 5 NO. 1 JANUARY – JUNE 2026

IVEE - JOURNAL

ISSN 3057-0565 (Online)

ISSN 2821-9422 (Print)

ระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

Development and Performance Evaluation of an IoT-Based Automatic Electrical Energy Efficiency Improvement System Using Power Factor Correction

ดวงพร ศรีสวัสดิ์[1*] นายสุภชัย ศรีนวล[1] ปาริชาต จันทร์ประเสริฐ[1]
วิรัช เหลืองอนุศาสตร์[1] เมธา เกิดแก้ว[1] ภัสพร ชัชวาล[1]
Duangporn Srisawat[1*] Supachai Srinual[1] Parichat Chanprasert[1]
Wirat Luanganusart[1] Metha Kerdkeaw[1] Patsaporn Chatchawan[1]

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนานวัตกรรม โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ (1) เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT ที่สามารถตรวจวัด วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ (2) เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบ โดยพิจารณาการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าและการลดการสูญเสียพลังงาน และ (3) เพื่อประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานต่อระบบที่พัฒนา

กลุ่มตัวอย่าง ได้แก่ ครูและนักเรียน นักศึกษา แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลังและแผนกวิชาช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี จำนวน 30 คน โดยใช้วิธีการเลือกแบบเจาะจง เครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยประกอบด้วย แบบบันทึกผลการทดลอง และแบบสอบถามความพึงพอใจ วิเคราะห์ข้อมูลโดยใช้ค่าเฉลี่ย $\overline{X}$ และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ผลการวิจัยพบว่า ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยมีความถูกต้องในการตรวจจับค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ร้อยละ 90 และมีประสิทธิภาพในการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ร้อยละ 90 นอกจากนี้ ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานโดยรวม อยู่ในระดับมาก ($\overline{X}$= 4.32, S.D. =0.65) แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดการสูญเสียในระบบได้อย่างเหมาะสม

คำสำคัญ การจัดการพลังงานไฟฟ้า, ประสิทธิภาพพลังงาน, อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง, ระบบตรวจสอบพลังงาน, การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

[1] วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี
[1]Chonburi Technical College
* Corresponding Author, Email : duangporn@chontech.ac.th
Received: October 7,2025 Revised: April 30, 2026 Accepted: May 25, 2026

Abstract

This study aimed to develop and evaluate an innovative system for improving electrical energy efficiency. The objectives were: (1) to design and develop an IoT-based automatic electrical energy efficiency system capable of real-time monitoring, analysis, and visualization of electrical energy data; (2) to evaluate the performance of the developed system in terms of power factor correction and energy loss reduction; and (3) to assess user satisfaction with the developed system.

The sample consisted of 30 participants, including teachers and students from the Electrical Power and Mechanical departments at Chonburi Technical College, selected using purposive sampling. The research instruments included experimental record forms and a satisfaction questionnaire. Data were analyzed using the mean ($\bar{X}$) and standard deviation (S.D.).

The results indicated that the developed system operated efficiently, achieving 90% accuracy in power factor detection and 90% effectiveness in power factor correction. In addition, overall user satisfaction was at a high level ($\bar{X}$= 4.32, S.D. =0.65). These findings demonstrate that the system can effectively enhance electrical energy efficiency and reduce energy losses.

Keyword: Electrical Energy Management, Energy Efficiency, Internet of Things (IoT), Energy Monitoring System, Power Factor Correction

1. บทนำ

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นทรัพยากรสำคัญต่อภาคอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นภาคส่วนที่มีการใช้พลังงานสูงที่สุดของประเทศ ส่งผลโดยตรงต่อค่าใช้จ่ายในการผลิตและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม รัฐบาลจึงได้กำหนดนโยบายด้านการอนุรักษ์พลังงาน โดยมีมติคณะรัฐมนตรีให้หน่วยงานต่าง ๆ ลดการใช้พลังงานลงอย่างน้อยร้อยละ 10 อย่างไรก็ตาม การดำเนินงานด้านการจัดการพลังงานในหลายองค์กรยังขาดระบบติดตามและวิเคราะห์ข้อมูลพลังงานแบบเรียลไทม์ ส่งผลให้ไม่สามารถควบคุมและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งปัญหาค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ ยังเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้เกิดการสูญเสียพลังงานในรูปของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ และเพิ่มค่าใช้จ่ายด้านพลังงานในระบบไฟฟ้า (Shareef et al., 2021) [1]

จากการศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้อง พบว่า มีการนำเสนอแนวทางการอนุรักษ์พลังงานในหลากหลายรูปแบบ เช่น การปรับปรุงระบบไฟฟ้า ระบบแสงสว่าง และการจัดการพฤติกรรมการใช้พลังงาน ซึ่งสามารถช่วยลดการใช้พลังงานได้ในระดับหนึ่ง อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่ยังมุ่งเน้นเฉพาะการตรวจวัดหรือการปรับปรุงระบบในลักษณะแยกส่วน และยังขาดการพัฒนาระบบ

ที่สามารถบูรณาการการตรวจวัด วิเคราะห์ และควบคุมค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าแบบอัตโนมัติผ่านเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ในรูปแบบเรียลไทม์ ซึ่งถือเป็นช่องว่างขององค์ความรู้ (Research Gap) ที่สำคัญ (A. G. Tsikalakis & N. D. Hatziargyriou., 2020) [2], (Singh, A., & Kumar, P., 2022) [3], (Rahman, M., et al., 2021) [4], (Kim, H., et al., 2020) [5]

เทคโนโลยี IoT มีบทบาทสำคัญในการพัฒนาระบบบริหารจัดการพลังงาน เนื่องจากสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า ตรวจวัด และส่งข้อมูลแบบเรียลไทม์ ทำให้สามารถวิเคราะห์และควบคุม การใช้พลังงานได้อย่างแม่นยำ ขณะเดียวกัน การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเป็นวิธีการที่มีประสิทธิภาพในการลดการสูญเสียในระบบไฟฟ้าและลดค่าใช้จ่ายด้านพลังงาน

ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติแบบอัจฉริยะ ด้วยเทคโนโลยี IoT ร่วมกับการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงาน ลดการสูญเสีย และสนับสนุนการบริหารจัดการพลังงานให้สอดคล้องกับนโยบายของประเทศ ตลอดจนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในสถานศึกษาและภาคอุตสาหกรรมได้อย่างเหมาะสม

2. วัตถุประสงค์

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานและลดการสูญเสียในระบบไฟฟ้า โดยมีวัตถุประสงค์ย่อยดังนี้

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติโดยประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT สำหรับการตรวจวัด วิเคราะห์ และแสดงผลข้อมูลพลังงานไฟฟ้าแบบเรียลไทม์

2. เพื่อพัฒนาและทดสอบระบบปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ (Automatic Power Factor Correction) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าและลดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในระบบ

3. เพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบที่พัฒนาขึ้น โดยพิจารณาความถูกต้องในการตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า ประสิทธิภาพในการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า และผลต่อการลดการสูญเสียพลังงานในระบบ

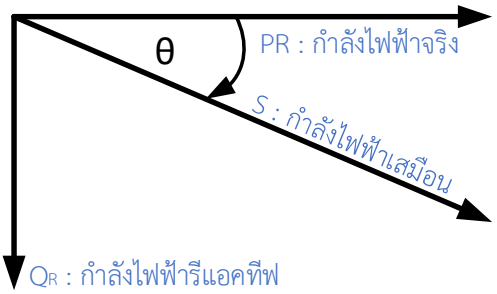
4. เพื่อศึกษาความพึงพอใจของผู้ใช้งานที่มีต่อระบบที่พัฒนาขึ้น ในด้านการใช้งาน ความสะดวกและประโยชน์ที่ได้รับจากระบบ

3. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

3.1 ศึกษา/หลักวิชาการ ชุดเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติ

3.1.1 การเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้า คือ ในระบบไฟฟ้ากำลัง การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า หรือการปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ (Power Factor Correction) มีความสำคัญอย่างยิ่ง เนื่องจากเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลให้ค่าใช้จ่ายด้านพลังงานไฟฟ้าต่าง ๆ เพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ ระบบไฟฟ้าที่มีค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ต่ำจะทำให้เกิดความสูญเสียในระบบสูง ส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่นำมาใช้งานจำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ขึ้นตามไปด้วย ซึ่งทำให้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนซื้ออุปกรณ์ต่าง ๆ เพิ่มขึ้น โดยไม่จำเป็น ดังนั้น การปรับปรุงค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ให้มีค่าสูงขึ้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต่ออาคารสำนักงานและโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ โดยในความเป็นจริงนั้น โหลดไฟฟ้าในอาคารหรือโรงงานอุตสาหกรรมต้องการทั้งกำลังไฟฟ้าจริง (Real Power: P) และกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Reactive Power: Q) เพื่อใช้ในการทำงานขับเคลื่อนเครื่องจักรและอุปกรณ์

ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าจริง (P) กำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ (Q) และกำลังไฟฟ้าปรากฏ (Apparent Power: S) สามารถอธิบายได้ด้วยทฤษฎีสามเหลี่ยมกำลังไฟฟ้า (Power Triangle) โดยค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor: PF) จะมีค่าเท่ากับอัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าจริงต่อกำลังไฟฟ้าปรากฏ (P/S) ซึ่งการที่ระบบไฟฟ้ามีค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าต่ำ จะส่งผลให้กระแสไฟฟ้าในระบบรวมสูงขึ้นเกินความจำเป็น ก่อให้เกิดความร้อนสะสมและความสูญเสียทางพลังงานขึ้นในสายส่งรวมถึงหม้อแปลงไฟฟ้า ดังนั้น การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้อยู่ในระดับที่เหมาะสมและใกล้เคียง 1.0 จึงเป็นแนวทางหลักในการลดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่สูญเสียไปในระบบ และช่วยเพิ่มขีดความสามารถในการจ่ายโหลดของระบบไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ (สันติ มโนวชิรสรรค์, 2561) [8], Ugur Celteklingil, 2016) [9]



ภาพที่ 1 การเกิดเพาเวอร์แฟคเตอร์ในระบบไฟฟ้า

นอกจากนี้ การจัดการพลังงานแบบดั้งเดิมมักประสบปัญหาด้านความต่อเนื่อง เนื่องจากขาดการติดตามข้อมูลพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าในลักษณะเรียลไทม์ การนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) เข้ามาประยุกต์ใช้ จึงเป็นกุญแจสำคัญที่ช่วยให้ระบบสามารถตรวจวัดและส่งผ่านข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่สำคัญ เช่น แรงดัน กระแส และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ขึ้นสู่ระบบประมวลผลบนคลาวด์ได้ทันที (Singh & Kumar, 2022) [3] การติดตามข้อมูลแบบเรียลไทม์นี้ช่วยให้ผู้บริหารจัดการพลังงานสามารถวิเคราะห์แนวโน้มและการเปลี่ยนแปลงของสภาวะโหลดได้อย่างแม่นยำ ทั้งในสภาวะที่ไม่มีโหลด (No Load) และสภาวะที่มีโหลด (On Load) ซึ่งนำไปสู่การ

วางแผนประหยัดพลังงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น (Shareef et al., 2021) [1], (Kim et al., 2020) [5]

เพื่อให้การเพิ่มประสิทธิภาพเป็นไปอย่างสมบูรณ์ ระบบจำเป็นต้องขับเคลื่อนด้วยกลไกการควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control) โดยอาศัยไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นหน่วยประมวลผลหลักในการรับสัญญาณข้อมูลจากเซนเซอร์ตรวจวัด และทำการคำนวณเพื่อสั่งการตัดต่อคาปาซิเตอร์แบงก์ (Capacitor Bank) เข้าสู่ระบบไฟฟ้าผ่านรีเลย์โดยอัตโนมัติทันทีเมื่อค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าลดต่ำลงกว่าเกณฑ์ที่กำหนด (เดชฤทธิ์ มณีธรรม 2560) [6], (นิติคม อริยพิมพ์ และคณะ, 2562) [7] กระบวนการจัดสรรพลังงานในลักษณะวงรอบปิด (Closed-loop Control) นี้ ไม่เพียงแต่ช่วยลดความผิดพลาดจากมนุษย์ แต่ยังเพิ่มความเร็วในการตอบสนองต่อระบบ ทำให้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าคงที่และอยู่ในระดับที่เหมาะสมตลอดเวลา ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดการพัฒนาระบบบริหารจัดการพลังงานอัจฉริยะในยุคปัจจุบัน (Rahman et al., 2021) [4], (Kumar et al., 2023) [11]

3.1.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย

อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยได้แก่

3.1.2.1 มิเตอร์วัดค่าทางไฟฟ้า (Power meter) อุปกรณ์แสดง "ค่าพารามิเตอร์และปริมาณพลังงานไฟฟ้า" เช่น แรงดัน, กระแส, กำลังงานไฟฟ้าจริง, กำลังงานไฟฟ้า รีแอคทีฟ และ Harmonic เป็นต้น เพื่อให้ทราบถึงค่าทางไฟฟ้าในกระบวนการผลิตและการใช้พลังงานไฟฟ้าได้ โดยส่วนใหญ่แล้วในภาคอุตสาหกรรม จะนำ Power Meter ไปใช้ในการควบคุมหรือปรับปรุงการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการทำงานได้อย่างเต็มที่ อีกทั้งยังเป็นการช่วยจัดการพลังงาน



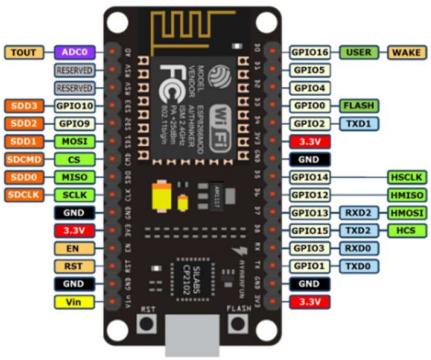
ภาพที่ 2 มิเตอร์วัดค่าทางไฟฟ้า (Power meter)

3.1.2.2 ตัวเก็บประจุ (Capacitor) เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่ง ทำหน้าที่เก็บพลังงานในรูปสนามไฟฟ้า ที่สร้างขึ้นระหว่างคู่ฉนวน โดยมีค่าประจุไฟฟ้าเท่ากัน แต่มีชนิดของประจุตรงข้ามกัน บ้างเรียกตัวเก็บประจุนี้ว่า คอนเดนเซอร์ (condenser) แต่ส่วนใหญ่เรียกสั้น ๆ ว่า แคป (Cap) เป็นอุปกรณ์พื้นฐานสำคัญในงานอิเล็กทรอนิกส์ และพบได้แทบทุกวงจร มีคุณสมบัติตรงข้ามกับตัวเหนี่ยวนำ จึงมักใช้หักล้างกันหรือทำงานร่วมกันในวงจรต่าง ๆ เป็นหนึ่งในสามชิ้นส่วนวงจรเชิงเส้นแบบพาสซีฟที่ประกอบขึ้นเป็นวงจรไฟฟ้า ในระบบจ่ายไฟฟ้าใช้ตัวเก็บประจุเป็นชุดหลายตัวเพิ่มค่าตัวประกอบกำลัง (Power factor) ให้กับระบบไฟฟ้าที่เรียกว่า แคปแบงค์ (Cap Bank) ตัวเก็บประจุบางชนิดในอนาคตมีความเป็นไปได้สูงที่จะถูกนำมาใช้แทนแบตเตอรี่ เช่น ตัวเก็บประจุยิ่งยวด (Supercapacitor)



ภาพที่ 3 ตัวเก็บประจุ (Capacitor)

3.1.2.3 ESP8266 เป็นชื่อเรียกของชิฟของโมดูล ESP8266 สำหรับติดต่อสื่อสารบนมาตรฐาน WiFi ทำงานที่แรงดันไฟฟ้า 3.0-3.6V ทำงานใช้กระแสโดยเฉลี่ย 80mA รองรับคำสั่ง deep sleep ในการประหยัดพลังงาน ใช้กระแสน้อยกว่า 10 ไมโครแอมป์ สามารถ wake up กลับมาส่งข้อมูลใช้เวลาน้อยกว่า 2 มิลลิวินาที ภายในมี Low power MCU 32bit ทำให้เราเขียนโปรแกรมสั่งงานได้มีวงจร analog digital converter ทำให้สามารถอ่านค่าจาก analog ได้ความละเอียด 10 bit ทำงานได้ที่อุณหภูมิ -40 ถึง 125 องศาเซลเซียส รายละเอียดเพิ่มเติมจากผู้ผลิตอ้างอิงตามลิงค์นี้ ESP8266 Datasheet



ภาพที่ 4 โมดูล ESP8266 (ดร.จักรกฤษณ์ แสงแก้ว,2561)

3.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ผลงานการวิจัยที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยฉบับนี้ผู้วิจัยได้ศึกษาผลงานวิจัยประกอบด้วย

Shareef และคณะ (2021) [1] ได้ศึกษาและทบทวนวรรณกรรมเกี่ยวกับระบบบริหารจัดการพลังงานภายในบ้าน โดยพิจารณาถึงการตอบสนองต่อระบบความต้องการพลังงาน เทคโนโลยีอัจฉริยะ และอุปกรณ์ควบคุมอัจฉริยะ ซึ่งช่วยเพิ่มความแม่นยำและการจัดสรรพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด

Rahman และคณะ (2021) [4] ได้ออกแบบและพัฒนาระบบการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าแบบเรียลไทม์โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) ผลการวิจัยแสดงให้เห็นว่าระบบสามารถควบคุมการทำงานของคาปาซิเตอร์แบงก์เพื่อเพิ่มค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์ให้เข้าใกล้ 1 และลดการ

สูญเสียกำลังไฟฟ้าในระบบได้อย่างมีนัยสำคัญ

Kim และคณะ (2020) [5] ได้นำเสนอการประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT ในการพัฒนาระบบบริหารจัดการพลังงานอัจฉริยะผ่านกระบวนการเก็บข้อมูลและการวิเคราะห์พฤติกรรมการใช้พลังงาน ซึ่งพบว่าระบบดังกล่าวสามารถช่วยลดต้นทุนค่าใช้จ่ายทางไฟฟ้าและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานในภาพรวมได้เป็นอย่างดี

Zhang และคณะ (2022) [10] ได้พัฒนาระบบตรวจสอบและวัดผลพลังงานไฟฟ้าด้วยเทคโนโลยี IoT สำหรับการประยุกต์ใช้ในระบบโครงข่ายไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) โดยอาศัยระบบการประมวลผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยสนับสนุนการตัดสินใจในการจัดการพลังงานและแสดงผลข้อมูลพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำ

Kumar และคณะ (2023) [11] ได้ดำเนินงานวิจัยเกี่ยวกับการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าอัจฉริยะโดยใช้ระบบการตรวจวัดและควบคุมบนพื้นฐานของเทคโนโลยี IoT ผลการทดลองพบว่าระบบสามารถบริหารจัดการและควบคุมค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าให้สอดคล้องกับสภาวะโหลดที่เปลี่ยนแปลงไปได้อย่างมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ Celteklingil (2016) [9] ได้ศึกษาการแก้ไขคุณภาพไฟฟ้าและค่าตัวประกอบกำลังในระบบขนส่งมวลชนทางรางในเขตเมือง โดยมุ่งเน้นการประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่ผันผวนแบบไดนามิกในสถานีย่อยของระบบรถไฟฟ้าใต้ดินขนาดสายนำส่ง 34.5 kV ซึ่งระบบดังกล่าวก่อให้เกิดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟต่ำมาก เทคนิคที่นำเสนอจึงช่วยให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถปรับสมดุลของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในระบบและหลีกเลี่ยงค่าปรับจากการไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ขณะที่ นิติคม อริยพิมพ์, ชัยพร อัดโดดดร และวินัย คำทวี (2562) [7] ได้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบ IoT สำหรับบ้านจำลองที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ในการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและระดับนานาชาติ ครั้งที่ 7 (CASNIC2019) ซึ่งชี้ให้เห็นถึงความล้ำสมัยของการนำเทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่งร่วมกับบอร์ดสมองกลฝังตัวมาช่วยสนับสนุนการตัดสินใจและการควบคุมสภาพแวดล้อมจำลองได้อย่างแม่นยำ

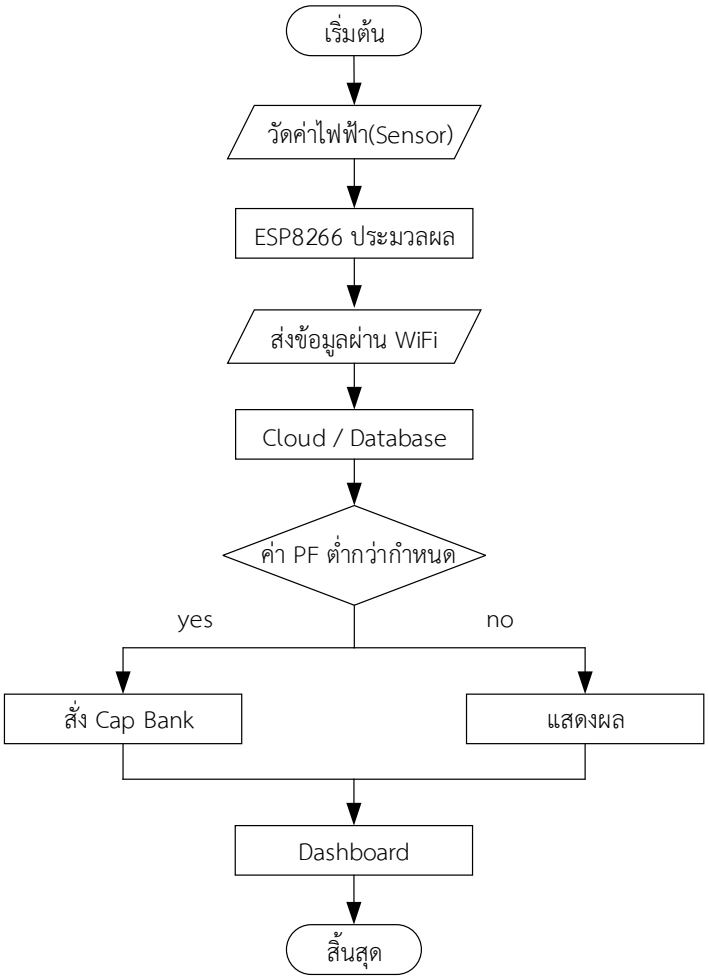
จากงานวิจัยที่เกี่ยวข้องทั้งในและต่างประเทศ พบว่ามีการพัฒนาเทคโนโลยี IoT และระบบปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานอย่างต่อเนื่อง อย่างไรก็ตาม งานวิจัยส่วนใหญ่ยังเน้นการพัฒนาแยกส่วนกันระหว่างระบบตรวจวัดพารามิเตอร์พลังงานและระบบปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ดังนั้น งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการบูรณาการทั้งสองเทคโนโลยีเข้าด้วยกันในรูปแบบระบบอัตโนมัติ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความต่อเนื่องในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้า ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของ Zhang และคณะ (2022) [10] รวมถึง Kumar และคณะ (2023) [11] ที่ได้นำเทคโนโลยี IoT มาประยุกต์ใช้ในการตรวจวัด บันทึกผล และควบคุมระบบพลังงานไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการพลังงานได้อย่างเหมาะสม

4. วิธีดำเนินการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้เป็นการวิจัยและพัฒนวัตกรรม (Research and Development) ซึ่งผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบ สร้าง และประเมินประสิทธิภาพระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ซึ่งระบบที่พัฒนาขึ้นมีรายละเอียดและขั้นตอนกระบวนการทำงานดังต่อไปนี้

4.1 การออกแบบโครงสร้างและการทำงานของระบบ ระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าที่พัฒนาขึ้นในงานวิจัยนี้ เป็นระบบอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (Internet of Things: IoT) ที่มุ่งเน้นการควบคุมการประหยัดพลังงานแบบวงรอบปิด โดยกระบวนการทำงานเริ่มต้นจากการใช้เซนเซอร์ตรวจวัดค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายและโหลด ได้แก่ แรงดันไฟฟ้า (Voltage) กระแสไฟฟ้า (Current) และค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) จากนั้นจะส่งสัญญาณข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์หลัก (ESP8266) เพื่อดำเนินการประมวลผลข้อมูลในส่วนฮาร์ดแวร์ ก่อนจะทำการส่งผ่านข้อมูลผ่านเครือข่ายไร้สายไร้สาย (Wi-Fi) ไปจัดเก็บและวิเคราะห์ผลบนระบบคลาวด์ (Cloud Computing) แบบเรียลไทม์ ซึ่งระบบจะแสดงผลข้อมูลในรูปแบบแดชบอร์ด (Dashboard) เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าได้ทันที

ในส่วนของกลไกการควบคุมระบบอัตโนมัติ เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลแล้วพบว่าค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าของระบบมีค่าลดต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐานที่ผู้ใช้วิจัยได้กำหนดไว้ ระบบจะทำการคำนวณขนาดพิกัดและส่งสัญญาณเอาต์พุตไปควบคุมชุดรีเลย์เพื่อสั่งงานให้ชุดตัวเก็บประจุไฟฟ้า (Capacitor Bank) ตัดต่อเข้าระบบไฟฟ้าเพื่อทำการชดเชยและปรับปรุงค่าพาวเวอร์แฟกเตอร์ (Power Factor Correction) โดยอัตโนมัติในทันที ซึ่งกระบวนการดังกล่าวสามารถช่วยลดกระแสไฟฟ้าที่สูญเสียไปในรูปกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ ส่งผลให้ระบบทำงานได้อย่างต่อเนื่องและเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าในภาพรวมได้อย่างมีนัยสำคัญ

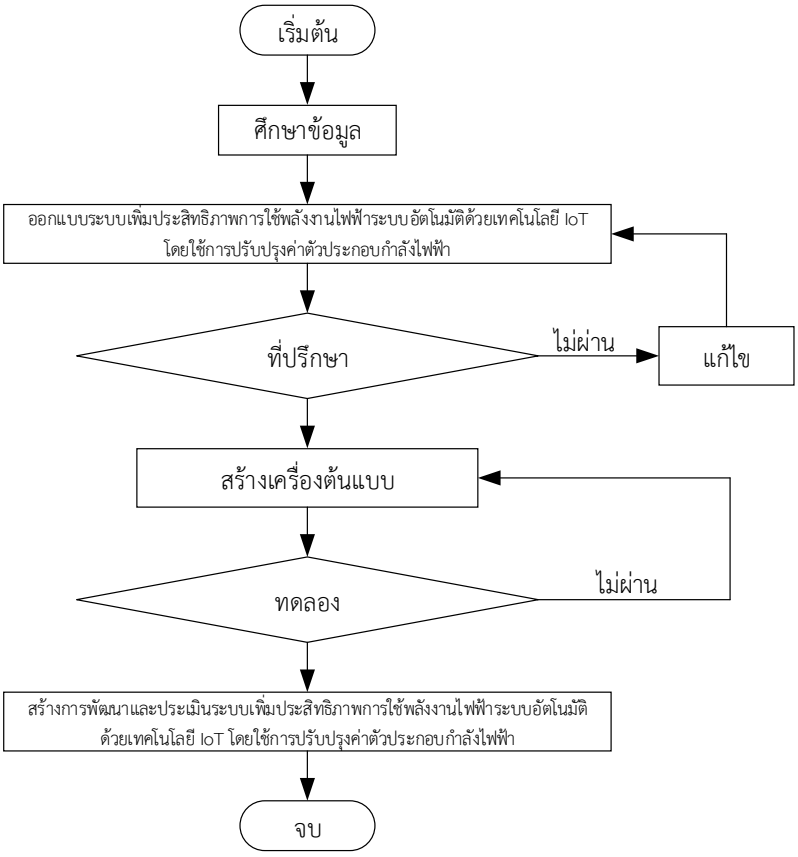


ภาพที่ 5 แผนผังการทำงานของระบบ IoT สำหรับการเพิ่มประสิทธิภาพพลังงานไฟฟ้า

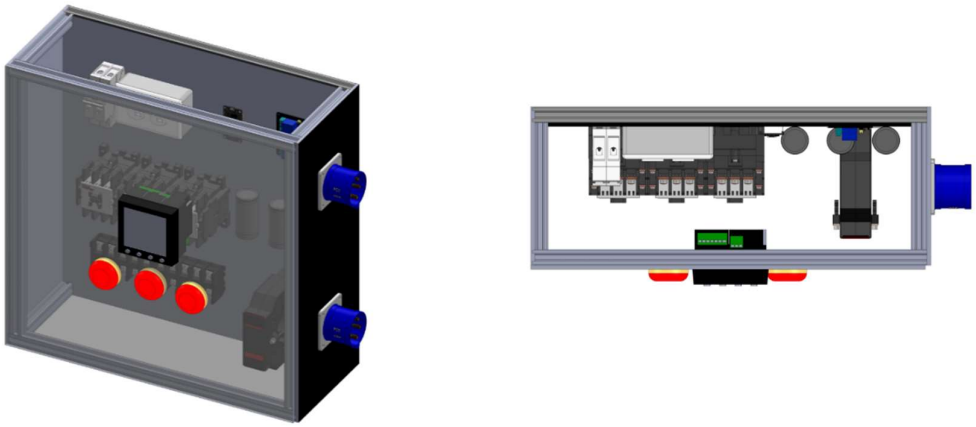
5. ผลการวิจัย

ในการทำวิจัยเรื่อง ออกแบบการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพระบบเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า ผู้วิจัยได้เตรียมวัสดุ อุปกรณ์เครื่องมือ และดำเนินการทดลอง ดังนี้

1) การสร้างการออกแบบการพัฒนาและประเมินประสิทธิภาพระบบเพิ่มประสิทธิภาพ การใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยีไอโอที โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า



ภาพที่ 6 ขั้นตอนการดำเนินการสร้างระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า



ภาพที่ 7 รูปเขียนทางวิศวกรรม “ระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า”

2) การทดสอบหาประสิทธิภาพการเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

วัสดุอุปกรณ์

ลำดับที่	รายการ	จำนวน
1.	ระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า	1 เครื่อง
2.	มอเตอร์ขนาด 1 เฟส ¼ PH.	3 ตัว
3.	ชุด Servo – Machine Test System	1 ชุด
4.	อุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า	1 ชุด

วิธีการทดสอบ

- ต่อสายมอเตอร์ขนาด 1 เฟส ¼ HP (220V, 50Hz) เข้ากับขั้ว Motor Input ของ Servo – Machine Test System ตามคู่มือ (สาย L, N, และ Ground)
- ต่อเอาต์พุตของมอเตอร์เข้ากับ Input ของระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT
- จ่ายไฟ AC 220V เข้าระบบ และเปิดสวิตช์ Power ON ของมอเตอร์
- สั่งงาน Run มอเตอร์จาก Servo – Machine Test System และตรวจสอบการหมุนทิศทางถูกต้อง
- ตรวจวัดและแสดงค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า ได้แก่ กระแส แรงดัน กำลังไฟฟ้า และค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor: PF) ผ่านระบบ IoT แบบเรียลไทม์
- ข้อมูลการทำงานของระบบจะถูกส่งไปยังระบบแสดงผล (Monitoring System) เพื่อใช้ในการติดตามและวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้พลังงาน

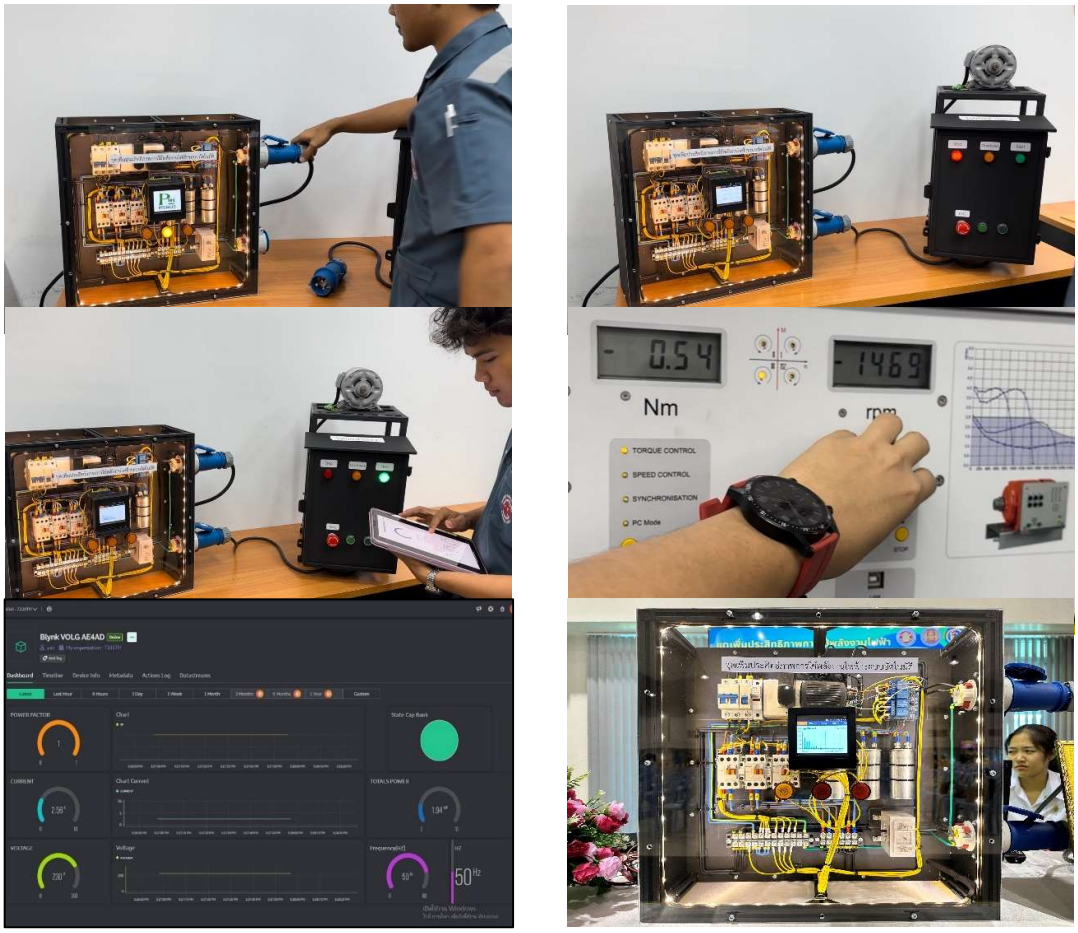
- บันทึกเวลาในการสั่งต่อคาปาซิเตอร์และเวลาที่ค่า PF เข้าสู่สภาวะคงที่ เพื่อวิเคราะห์เวลาที่ระบบเข้าสู่สภาวะเสถียร

- ค่อย ๆ ปรับเพิ่มค่า Torque Load จาก Servo – Machine Test System ทีละขั้น

- หยุดเมื่อค่ากระแสมอเตอร์ถึงค่าพิกัดตาม Nameplate

- บันทึกค่า กระแส, แรงดัน, PF, กำลังไฟฟ้า เพื่อใช้ในการวิเคราะห์

- เปรียบเทียบค่าก่อนและหลังการปรับปรุงค่า PF เพื่อประเมินประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าและการลดการสูญเสียในระบบ



ภาพที่ 9 การทดลองหาประสิทธิภาพ

3) การทดสอบค่าความเชื่อมั่นในระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

<u>วิธีการทดสอบ</u> (จากการทดลองประสิทธิภาพ นำผลการทดสอบที่มีประสิทธิภาพ ของเครื่องสูงสุดมาทำการทดสอบซ้ำ)

- นำมอเตอร์ขนาด 1 เฟส ¼ HP (220V, 50Hz) จำนวน 1 ตัว

- นำมอเตอร์ขนาด 1 เฟส ¼ HP (220V, 50Hz) จำนวน 1 ตัว ต่อเข้ากับระบบเพิ่ม

ประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

- ทำการ Run มอเตอร์ทีละตัวและจับเวลาตามผลการทดสอบที่มีประสิทธิภาพ ของเครื่องสูงสุด
- บันทึก เวลาที่สั่งต่อคาปาซิเตอร์และเวลาที่ค่า PF เข้าสู่ค่าคงที่เพื่อหาค่า เวลาการทำงานที่ระบบเสถียร
- ค่อย ๆ ปรับเพิ่มค่า Torque Load จาก Servo – Machine Test System ทีละขั้น
- บันทึกค่า กระแส, แรงดัน, PF, กำลังไฟฟ้า เพื่อใช้ในการวิเคราะห์
- ทำซ้ำตามข้อ 2 – 6 โดยทำการทดสอบ 3 ครั้ง

4) การเปรียบเทียบระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าระหว่างมอเตอร์ที่ไม่มีโหลด กับมอเตอร์ที่มีโหลดตามกระแสพิกัด

- เปรียบเทียบค่า PF. ขณะไม่มีโหลดของมอเตอร์จำนวน 3 ตัว
- เปรียบเทียบค่า PF. ขณะมีโหลดของมอเตอร์จำนวน 3 ตัว
- เปรียบเทียบค่าไฟฟ้าก่อนและหลังใช้ระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

5) ตารางการทดสอบหาประสิทธิภาพระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

ตารางที่ 1 Run มอเตอร์ขนาด 1 เฟส ¼ HP (220V, 50Hz) 1 ตัว ขณะNo Load

ครั้งที่	Cap ต่อแล้ว (ตัว)	ค่า Power Factor		V (V)	I (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	เวลาเสถียร (s)
		ก่อน	หลัง				
1	1	0.7	0.78	219.8	0.98	125.31	12
	2	0.78	0.83	220.1	0.97	137.02	15
	3	0.83	0.86	220.2	0.96	144.3	18
2	1	0.69	0.77	219.9	0.99	124.31	13
	2	0.77	0.82	220	0.97	135.31	16
	3	0.82	0.85	220.3	0.96	141.95	17
3	1	0.71	0.79	219.7	0.98	127.18	11
	2	0.79	0.84	220	0.97	138.94	14
	3	0.84	0.86	220.2	0.96	145.83	16

จากตารางที่ 1 พบว่า การทดสอบมอเตอร์ขนาด 1 เฟส ¼ HP ในสภาวะไม่มีโหลด (No Load) ระบบสามารถปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง โดยค่า Power Factor (PF) ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.70 (S.D. ≈ 0.01) และหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็น 0.84 (S.D. ≈ 0.03) คิดเป็นการเพิ่มขึ้นเฉลี่ยประมาณ 20.00% แสดงให้เห็นว่าระบบสามารถยกระดับค่า PF ให้เข้าใกล้ 1 ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ในส่วนของแรงดันไฟฟ้า พบว่ามีค่าค่อนข้างคงที่อยู่ในช่วง 219–220 โวลต์ ซึ่งบ่งชี้

ถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า ขณะที่เวลาในการเข้าสู่สภาวะเสถียรมีค่าเฉลี่ยประมาณ 14.67 วินาที (S.D. ≈ 2.52)

ตารางที่ 2 Run มอเตอร์ขนาด 1 เฟส ¼ HP (220V, 50Hz) 1 ตัว ขณะOn Load

ครั้งที่	Cap ต่อแล้ว (ตัว)	ค่า Power Factor		V (V)	I (A)	กำลังไฟฟ้า (W)	เวลาเสถียร (s)
		ก่อน	หลัง				
1	1	0.65	0.79	219.8	2.49	358.44	13
	2	0.65	0.84	220.1	2.48	360.33	14
	3	0.65	0.87	220.2	2.47	364.33	17
2	1	0.65	0.78	219.9	2.5	357.54	14
	2	0.65	0.83	220	2.48	358.84	16
	3	0.65	0.86	220.3	2.47	363.18	17
3	1	0.65	0.8	219.7	2.49	360.23	15
	2	0.65	0.85	220	2.48	362.07	14
	3	0.65	0.86	220.2	2.47	365.34	19

จากตารางที่ 2 พบว่า ในสภาวะมีโหลด (On Load) ค่า Power Factor ก่อนการปรับปรุงมีค่าเฉลี่ยเท่ากับ 0.65 (S.D. ≈ 0.00) และหลังการปรับปรุงเพิ่มขึ้นเป็น 0.84 (S.D. ≈ 0.03) คิดเป็นการเพิ่มขึ้นประมาณ 29.23% ซึ่งสูงกว่าสภาวะไม่มีโหลด แสดงให้เห็นว่า ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพแม้ในสภาวะโหลดจริง และสามารถปรับปรุงค่า PF ได้ใกล้เคียง 0.86 ซึ่งเป็นค่าที่เหมาะสมในระบบไฟฟ้า เวลาในการเข้าสู่สภาวะเสถียรมีค่าเฉลี่ยประมาณ 15.11 วินาที (S.D. ≈ 1.90)

ตารางที่ 3 ค่าไฟฟ้าก่อนและหลังใช้ระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

ครั้งที่	แรงดันไฟฟ้า	กระแสไฟฟ้า		Power Factor		การใช้พลังงานไฟฟ้า (W)		Cost ก่อน (บาท)	Cost หลัง (บาท)	ประหยัดค่าไฟขึ้น (%)
		I ก่อน (A)	I หลัง (A)	PF. ก่อน	PF. หลัง	P ก่อน	P หลัง			
1	220.2	1.1	0.96	0.83	0.86	200.42	181.73	649.34	588.77	9.34
2	220.3	1.1	0.96	0.82	0.85	198.53	179.96	638.76	583.06	9.22
3	220.2	1.1	0.96	0.84	0.86	203.37	181.79	656.25	589.02	10.25

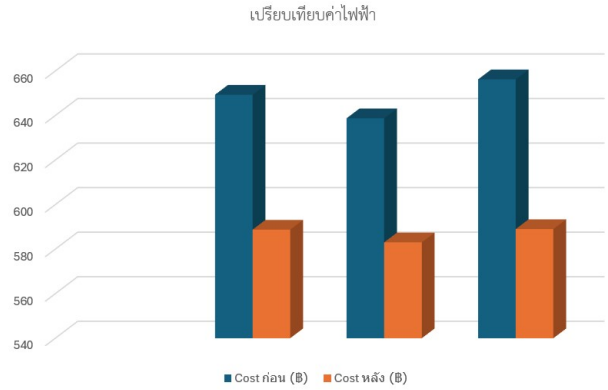
จากตารางที่ 3 หลังการใช้ระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT โดยใช้การปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า

- ค่า Power Factor เพิ่มขึ้นจากเฉลี่ย 0.83 เป็น 0.86
- กำลังไฟฟ้าลดลงจากเฉลี่ย 200.77 W เหลือ 181.16 W

- ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าได้เฉลี่ย 9.60%
- ลดค่าใช้จ่ายไฟฟ้าได้ประมาณ 9–10%

จากการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงสถิติพบว่าค่าเฉลี่ยของค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าหลังการปรับปรุงมีค่าสูงกว่าก่อนการปรับปรุงอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ($p < 0.05$)

แผนภูมิที่ 1 แสดงการเปลี่ยนแปลงค่า Power Factor แบบเรียลไทม์ผ่านระบบ IoT



จากแผนภูมิที่ 1 แสดงให้เห็นความแตกต่างของการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อนและหลังการใช้ระบบอย่างชัดเจน โดยค่าพลังงานไฟฟ้ามีแนวโน้มลดลงอย่างต่อเนื่องหลังการปรับปรุงค่า Power Factor ข้อมูลดังกล่าวถูกส่งและแสดงผลผ่านระบบ IoT แบบเรียลไทม์ ทำให้สามารถติดตามและวิเคราะห์แนวโน้มของค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าได้อย่างต่อเนื่อง

6. อภิปรายผล

ผลการวิจัยครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า การพัฒนาระบบเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าระบบอัตโนมัติด้วยเทคโนโลยี IoT ร่วมกับการปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor Correction) สามารถเพิ่มประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีนัยสำคัญ โดยเฉพาะในโหลดประเภทมอเตอร์เหนี่ยวนำ ซึ่งมีค่า Power Factor ต่ำในสภาวะเริ่มต้น ผลการทดลองพบว่าค่า Power Factor สามารถปรับปรุงจากช่วง 0.65–0.71 เป็น 0.85–0.87 ซึ่งเข้าใกล้ค่า 1 มากขึ้น ส่งผลให้กระแสไฟฟ้าลดลงและลดการสูญเสียในระบบตามหลัก I^2R Loss

ผลการวิจัยนี้สอดคล้องกับงานของ Celteklingil (2016) [9] ที่ระบุว่าการปรับปรุงค่า Power Factor สามารถช่วยลดกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟที่สูญเสียไปในระบบและเพิ่มเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าได้ นอกจากนี้ในส่วนของเทคโนโลยีการตรวจวัดและควบคุมแบบเรียลไทม์ยังสอดคล้องกับแนวคิดระบบบริหารจัดการพลังงานอัจฉริยะผ่านเทคโนโลยี IoT ของ Singh และ Kumar (2022) [3] รวมถึง Rahman และคณะ (2021) [4] ที่ช่วยเพิ่มความต่อเนื่องในการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ในมุมของทฤษฎีด้าน IoT Energy Analytics ระบบที่พัฒนาขึ้นสามารถรวบรวมข้อมูลพลังงานไฟฟ้า เช่น แรงดัน กระแส และค่า Power Factor และส่งข้อมูลไปยังระบบประมวลผล ซึ่งสอดคล้องกับแนวคิดของการบริหารจัดการพลังงานสมัยใหม่ที่เน้นการใช้ข้อมูล (Data-driven Energy Management)

เพื่อวิเคราะห์และตัดสินใจในการควบคุมพลังงานอย่างเหมาะสม

อย่างไรก็ตาม งานวิจัยนี้ยังมีข้อจำกัดบางประการ ได้แก่ การทดลองดำเนินการกับระบบไฟฟ้า 1 เฟส และโหลดขนาดเล็ก (มอเตอร์ ¼ HP) ซึ่งอาจยังไม่ครอบคลุมการใช้งานในระบบไฟฟ้าขนาดใหญ่หรือระบบ 3 เฟส นอกจากนี้ ระยะเวลาในการเข้าสู่สภาวะเสถียรของระบบเฉลี่ย 14–16 วินาที อาจยังต้องมีการปรับปรุงให้ตอบสนองได้รวดเร็วยิ่งขึ้นในงานอุตสาหกรรมจริง

สำหรับแนวทางการพัฒนาในอนาคต ควรมีการขยายการทดลองไปสู่ระบบไฟฟ้า 3 เฟส และโหลดที่หลากหลายมากขึ้น รวมถึงการพัฒนาระบบ Cloud Computing เพื่อจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลระยะยาว และการประยุกต์ใช้เทคนิคการวิเคราะห์ข้อมูลขั้นสูง (Advanced Analytics) หรือปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการพยากรณ์และควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าให้ มีความแม่นยำมากยิ่งขึ้น

7. ข้อเสนอแนะ

1. ควรพัฒนาระบบให้รองรับโหลดไฟฟ้าแบบ 3 เฟส เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานในภาคอุตสาหกรรมจริงได้ เนื่องจากระบบไฟฟ้าส่วนใหญ่เป็นระบบ 3 เฟส

2. ควรพัฒนาแพลตฟอร์ม IoT ให้สามารถจัดเก็บและวิเคราะห์ข้อมูลบน Cloud ในระยะยาว เพื่อใช้ในการวิเคราะห์แนวโน้มการใช้พลังงาน (Energy Analytics)

3. ควรเพิ่มการวิเคราะห์เชิงสถิติขั้นสูง เช่น การทดสอบสมมติฐาน (t-test) เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือของผลการวิจัย

4. ควรพัฒนา Mobile Application สำหรับการแสดงผลข้อมูลแบบ Real-time เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งานและการบริหารจัดการพลังงาน

นอกจากนี้ ควรมีการพัฒนาระบบจัดเก็บข้อมูลบน Cloud Computing เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลพลังงานในระยะยาว และประยุกต์ใช้เทคนิค Data Analytics หรือ Machine Learning เพื่อพยากรณ์แนวโน้มการใช้พลังงานในอนาคต ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารจัดการพลังงานให้มีความชาญฉลาดมากยิ่งขึ้น

8. องค์ความรู้ใหม่

องค์ความรู้ใหม่จากงานวิจัยนี้ คือ การบูรณาการเทคโนโลยี IoT ร่วมกับระบบปรับปรุง ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ ทำให้สามารถตรวจวัด วิเคราะห์ และควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ ซึ่งช่วยลดการสูญเสียพลังงานและเพิ่มประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าได้ดียิ่งขึ้น เมื่อเทียบกับวิธีการเดิม

9. เอกสารอ้างอิง

[1] Shareef, H., Ahmed, M. S., Mohamed, A., & Al Hassan, E. (2021). Review on home energy management system considering demand responses, smart technologies, and intelligent controllers. *IEEE Access*, *6*, 24498–24509.

[2] A. G. Tsikalakis and N. D. Hatziargyriou, (2020) "Centralized Control for Optimizing Microgrids Operation," IEEE Transactions on Energy Conversion, vol. 29, no. 4, pp. 906–915,

[3] Singh, A., & Kumar, P. (2022). IoT-Based Smart Energy Monitoring System. IEEE Access, 10, 12345–12356.

[4] Rahman, M., et al. (2021). Real-Time Power Factor Correction Using IoT. IEEE Transactions on Industry Applications, 57(3), 2456–2464.

[5] Kim, H., et al. (2020). Smart Energy Management System Using IoT. Elsevier Energy Reports, 6, 123–130.

[6] เดชฤทธิ์ มณีธรรม. (2560). *คัมภีร์และการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino*. กรุงเทพมหานคร: ซีเอ็ดยูเคชัน.

[7] นิติคม อริยพิมพ์, ชัยพร อัดโดดดร และวินัย คำทวี. (2562). *การออกแบบและสร้างระบบ IoT สำหรับบ้านจำลองที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (The Design and Construction of the IoT System for Modeling House Controlled by Microcontroller)*, การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและระดับนานาชาติ ครั้งที่ 7(CASNIC2019), 1535-1545

[8] สันติ มโนวชิรสรรค์ (2561). การปรับปรุงประสิทธิภาพการใช้พลังงานไฟฟ้าของ UPS ขนาดเล็ก. วารสารวิศวกรรมพลังงาน, 12(2), 45-52.

[9] Ugur Celteklingil (2016). Power Quality and Power Factor Correction in Urban Rail Transit Systems. IEEE Transactions on Industry Applications, 52(4), 3205-3212.

[10] Zhang, Y., Wang, J., & Li, X. (2022). IoT-Based Energy Monitoring System for Smart Grid Applications. IEEE Access, 10, 45678–45689.

[11] Kumar, R., Singh, A., & Patel, S. (2023). Smart Power Factor Correction Using IoT-Based Monitoring and Control System. Energy Reports, 9, 1123–1135.

ประจำปี 2569

ปีที่ 5 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม - มิถุนายน 2569
VOL. 5 NO. 1 JANUARY - JUNE 2026

วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
Institute Of Vocational Education : Eastern Region Journal

บรรณาธิการ วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
นายวิรัตน์ เศรษฐสถาพร สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

ผู้ช่วยบรรณาธิการ วารสารวิชาการ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ธัญญพัฒน์ กิตติโพธิกลาง สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
นางสาวภารดี สาระวงษ์ เจ้าหน้าที่ สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก

กองบรรณาธิการภายนอก
1. ศาสตราจารย์ ดร.ปริยาภรณ์ ตั้งคุณานันต์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าคุณทหารลาดกระบัง
2. รองศาสตราจารย์ ดร.อัคครัตน์ พูลกระจ่าง
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
3. รองศาสตราจารย์ ดร.กัญฐณา ดิษฐ์แก้ว
คณะบริหารธุรกิจและศิลปะศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา
4. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรวุฒิ เพ็งพันธ์
คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา
5. ดร.ผดุงชัย ภู่พัฒน์
ข้าราชการบำนาญ ผู้ทรงคุณวุฒิ มหาวิทยาลัยนเรศวร
6. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เมธา อึ่งทอง
อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิตและอุตสาหการ
คณะครุศาสตร์อุตสหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ
7. รองศาสตราจารย์ดร.สันติ ตันตระกูล
ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
8. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จุรี ทัพวงศ์
ข้าราชการบำนาญ
9. ดร.สมชาย ธำรงสุข
ข้าราชการบำนาญ

กองบรรรณาธิการภายใน
1. รองศาสตราจารย์ประภาส พวงชื่น วิทยาลัยเทคนิคระยอง
2. ดร.ประทีป ผลจันทร์งาม สถาบันการอาชีวศึกษาภาคตะวันออก
3. ดร.พีรพงษ์ พันธ์โสดา วิทยาลัยอาชีวศึกษาเทคโนโลยีฐานวิทยาศาสตร์ (ชลบุรี)
4. ดร.อภิชาติ อนุกุลเวช วิทยาลัยเทคนิคชลบุรี

038 616 343
https://so10.tci-thaijo.org/index.php/ivee
IVEE - JOURNAL
ISSN 3057-0565 (Online)
ISSN 2821-9422 (Print)