

การบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในห้องเรียนแบบยั่งยืนด้วยวิธีการสังเกตพฤติกรรมการใช้งานและค่าทางไฟฟ้า ผ่านระบบอินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

Sustainable classroom energy management using the Internet of Things (IoT) to observe electrical usage behavior and data

ธราวิชญ์ เทพา วัชรภรณ์ ดีพิจารณ์ มณฑล นาวงษ์ ณัฐพล หาญปละ

นิสิต ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และ อนาคตใหม่^{1*}

^{1*}สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ong-art.s@en.rmutt.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอการบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียน เนื่องจากการใช้พลังงานไฟฟ้า นอกเวลาการเรียนการสอนหรือเวลาพักเที่ยง ซึ่งจะไม่อนุญาตให้เปิดใช้ระบบไฟฟ้าแสงสว่างหรือเครื่องปรับอากาศ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์การใช้พลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ไม่จำเป็น โดยการสร้างระบบตรวจจับการใช้พลังงานไฟฟ้าและบริหารจัดการพลังงานไฟฟ้าให้เหมาะสมยิ่งขึ้น ด้วยการประยุกต์ใช้สมาร์ตมิเตอร์ร่วมกับโปรแกรม LabVIEW โดยใช้เทคโนโลยีการสื่อสารแบบ RS485 แปลงสัญญาณเป็น Ethernet หรือ TCP/IP เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายคอมพิวเตอร์และแสดงผลแบบเรียลไทม์

ระบบตรวจวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ประกอบด้วยสมาร์ตมิเตอร์แบบ 1 เฟส สำหรับวัดค่าพลังงาน แรงดัน กระแส กำลังไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง และความถี่ จากนั้นส่งข้อมูลผ่านโปรโตคอล RS485 ไปยังตัวแปลงสัญญาณ Ethernet หรือ TCP/IP เพื่อส่งข้อมูลไปแสดงผล วิเคราะห์ และจัดเก็บข้อมูล ระบบถูกนำไปติดตั้งในห้องเรียน มีโหลดเป็นหลอดไฟ LED จำนวน 48 หลอด และเต้ารับ 9 จุด ประกอบด้วยค่า พลังงานไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และตัวประกอบกำลัง

ผลการทดลองพบว่า ระบบสามารถตรวจวัดและแสดงผลข้อมูลพลังงานได้อย่างถูกต้อง ทำให้ลดการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นได้ จากกระแส กำลังไฟฟ้าจากหน้าจอของคอมพิวเตอร์ ทำให้เป็นประโยชน์ต่อการบริหารจัดการพลังงานในอาคารเรียน และสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในอาคารประเภทอื่นได้ในอนาคต

คำสำคัญ: พลังงานไฟฟ้า พลังงานที่ยั่งยืน การประหยัดพลังงาน

Abstract

This article presents the management of electrical energy in a school building. Since electrical energy is used outside of teaching or lunch time, lighting or air conditioning systems are not allowed to be used. This research aims to reduce electrical energy consumption during unnecessary times by creating a system to detect electrical energy usage and manage electrical energy more appropriately by applying smart meters with

LabVIEW program using RS485 communication technology to convert signals to Ethernet or TCP/IP so that data can be sent and received via a computer network and displayed in real time.

The electrical energy measurement system consists of a single phase smart meter to measure energy, voltage, current, electric power, power factor and frequency. The data is then transmitted via RS485 protocol to an Ethernet or TCP/IP converter for data display, analysis and storage. The system is installed in a classroom with a load of 48 LED lamps and 9 sockets, consisting of electric power, voltage, current, electric power and power factor.

The experimental results show that the system can measure and display energy data accurately, reducing unnecessary electricity consumption from the power flow from the computer screen, which is useful for energy management in school buildings and can be applied to other types of buildings in the future.

Keywords: Electrical energy, Sustainable Energy, Energy Saving

1. บทนำ

ที่ผ่านมา นักวิจัยได้มีการนำเอาสมาร์ตมิเตอร์มาใช้อย่างแพร่หลาย เนื่องจากการมีความสะดวกในการนำข้อมูลที่ได้ไปแสดงผล ด้วยเทคโนโลยี อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่งและบอร์ด Arduino มาประยุกต์ใช้เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการวัดและความสะดวกในการจัดการพลังงานไฟฟ้าในบ้าน [1] อย่างไรก็ตาม ระบบเหล่านี้ยังมีข้อจำกัด เช่น ค่าใช้จ่ายสูง และขาดการสื่อสารแบบครบวงจร [2] จึงได้มีการเสนอแนวคิด Advanced Smart Metering Infrastructure (AMI) สำหรับบ้านอัจฉริยะ ซึ่งสามารถวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า น้ำ และระบบทำความร้อนได้แบบรวมศูนย์ พร้อมระบบควบคุมเรียลไทม์ [2] [3] ได้มีการพัฒนาระบบ Smart Energy Management System (SEMS) ที่นำเอาสมาร์ตมิเตอร์กับ IoT ทำงานร่วมกันเพื่อควบคุมโหลด วิเคราะห์คุณภาพพลังงานไฟฟ้า และลดการใช้พลังงานจริงในอาคาร[4] นำเสนอสมาร์ตมิเตอร์ มาทำงานร่วมกับ ESP32

และเซนเซอร์วัดพลังงาน ส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi พร้อมแสดงผลผ่านจอ LCD เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการบริหารพลังงานภายในบ้าน[5] ได้นำเสนอแนวทาง Intrusive Energy Management (IEM) ที่ใช้เซนเซอร์ตรวจจับพฤติกรรมการใช้พลังงานของอุปกรณ์แต่ละชนิด ช่วยเพิ่มความแม่นยำและความปลอดภัยในการจัดการโหลด รองรับแนวคิด Smart Grid อย่างยั่งยืน

ปัจจุบันเทคโนโลยีสมาร์ทมิเตอร์ได้เข้ามามีบทบาทในการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถวัดพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ได้อย่างแม่นยำอย่างใดก็ตาม การนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด จำเป็นต้องอาศัยระบบวิเคราะห์ข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ โปรแกรม LabVIEW ซึ่งเป็นเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์และแสดงผลข้อมูลแบบเรียลไทม์ จึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมสำหรับระบบบริหารจัดการพลังงาน

อาคารเรียนรวม ถูกใช้ในการจัดการเรียน การสอน ทุกวันทำให้การใช้พลังงานไฟฟ้าค่อนข้างสูงต่อเนื่อง และมักพบปัญหาการลืมนปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างอยู่เสมอ เช่นในเวลาเที่ยง เจ้าหน้าที่ลืมนปิดหลังการใช้งานห้องเรียนนั้นๆ เพื่อลดการใช้พลังงานไฟฟ้าแสงสว่างที่ไม่จำเป็น และมีการจัดการใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพเป็นสิ่งจำเป็น โดยการนำ Smart Meter ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถวัดและส่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ ผ่านการใช้งานด้วยสาย RS485 ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้สามารถควบคุมและวางแผนการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม ด้วยการแปลงข้อมูลจาก RS485 เป็น TCP/IP แล้วอ่านข้อมูลทางไฟฟ้า ด้วยโปรแกรม LabVIEW ช่วยให้การสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์มีความสะดวกและรวดเร็วมากขึ้น

งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบและพัฒนาระบบบริหารจัดการพลังงานในอาคารเรียน โดยใช้สมาร์ทมิเตอร์ควบคู่กับโปรแกรม LabVIEW เพื่อเสริมสร้างการจัดการพลังงานอย่างยั่งยืนและสามารถประยุกต์ใช้กับอาคารประเภทอื่นในอนาคตได้

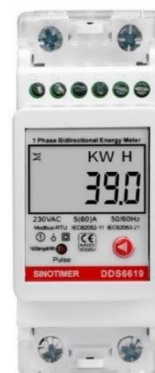
2. ระเบียบวิธีวิจัย

การวิจัยนี้เป็นการศึกษาเชิงทดลอง (Experimental Research) มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องเรียน เพื่อปิดระบบไฟฟ้าแสงสว่างในช่วงเวลาที่ไม่ได้ใช้งาน เช่นตอนเย็น ตอนกลางวัน ซึ่งไม่มีการเรียน การสอน ทำให้สามารถบริหารและจัดการพลังงานไฟฟ้าในห้องเรียนได้เป็นอย่างดี การวัดค่าพลังงานไฟฟ้ามีการนำสมาร์ทมิเตอร์มาตรวจวัดค่าการใช้ไฟฟ้าและประยุกต์ให้ใช้งานด้วยการใช้โปรแกรม LabVIEW อ่านค่าพารามิเตอร์ต่างๆที่ต้องการ ผ่านการสื่อสารแบบ RS485 ที่มีสายสองเส้น A, B ผ่านโมดูลแปลงข้อมูล RS485 เป็น Ethernet(TCP/IP) เพื่อนำไปแสดงผลบนจอคอมพิวเตอร์ และวิเคราะห์การใช้พลังงานไฟฟ้าด้วยข้อมูลทางไฟฟ้า เช่น หลังจากหมดเวลาการเรียน การสอนพบว่ากำลังไฟฟ้าจริง กระแสไฟฟ้า ยังคงมีค่าแสดงอยู่ แสดงว่ามีการเปิดไฟอยู่ ในเวลาที่ไม่ได้มีการเรียน การสอน ทั้งนี้ระเบียบวิธีวิจัยแบ่งออกเป็น 4 ขั้นตอนหลัก ดังนี้

2.1 การออกแบบระบบ

ผู้วิจัยได้ดำเนินการออกแบบระบบตรวจวัดพลังงานไฟฟ้าในห้องเรียน ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก ได้แก่

2.1.1 สมาร์ทมิเตอร์แบบ 1 เฟส 60A รุ่น DDS6619 ถูกนำมาใช้สำหรับวัดแรงดัน กระแส กำลังไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า ตัวประกอบกำลัง และความถี่ ของห้องเรียน ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 สมาร์ทมิเตอร์ รุ่น DDS6619

2.1.2 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ RS485 เป็น Ethernet หรือ TCT/IP แสดงรูปที่ 2 สำหรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่ายแบบสาย ซึ่งต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ส่วนตัวที่ทำหน้าที่เฝ้าดูและตรวจจับการทำงานของระบบไฟฟ้าแสงสว่างภายในห้องเรียน ในห้องควบคุมงานอาคารสถานที่และยานพาหนะ

2.1.3 โปรแกรม LabVIEW ใช้สำหรับแสดงผลและวิเคราะห์ข้อมูล โดยอ่านข้อมูลที่ส่งมาจากสาย Lan ก่อนที่จะเชื่อมต่อด้วยหมายเลข IP address ของสมาร์ทมิเตอร์ โดยอ่านผ่าน RS485 to Ethernet(TCP/IP) ค่าที่ส่งได้จะอ่านด้วย Register Address

2.1.4 ห้องเรียนประกอบไปด้วย โหลดแสงสว่าง LED T8 จำนวน 24 โคมๆหนึ่งมีหลอดอยู่ 2 หลอด รวมเป็น 48 หลอด ควบคุมด้วยสวิตช์จำนวน 6 ตัว โดยสวิตช์แต่ละตัวควบคุมหลอดไฟดังนี้ สวิตช์ที่ 1 คุมหลอดไฟจำนวน 4 โคมรวม 8 หลอด กระแสที่ใช้ 0.8A โดยมีการต่อสวิตช์ที่ 2 – 6 ในลักษณะที่คล้ายกัน กระแสรวม 4.8A



รูปที่ 2 อุปกรณ์แปลงสัญญาณ RS485 to Ethernet (TCP/IP)

ตารางที่ 1 กระแสไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของตำแหน่งการปิด-เปิดของสวิตช์

หลอดไฟ LED T8	LabVIEW	
	กระแส	กำลังไฟฟ้า
สวิตช์ที่ 1 หลอดไฟ 8 หลอด	0.73A	159W
สวิตช์ที่ 2 หลอดไฟ 16 หลอด	1.52A	321W
สวิตช์ที่ 3 หลอดไฟ 24 หลอด	2.34A	485W
สวิตช์ที่ 4 หลอดไฟ 32 หลอด	2.96A	612W
สวิตช์ที่ 5 หลอดไฟ 40 หลอด	3.67A	758W
สวิตช์ที่ 6 หลอดไฟ 48 หลอด	4.2A	846W



รูปที่ 3 การต่อมิเตอร์และชุดตรวจวัดค่าไฟฟ้า

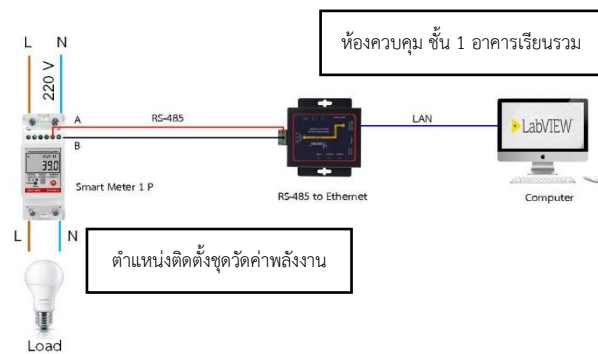
จากรูปที่ 3 แสดงการติดตั้งชุดตรวจวัดค่าพลังงานไฟฟ้า ภายในห้องเรียน ชั้น 4 เห็นตำแหน่งของ Consumer Unit ภายในห้องเรียน โดยมีการต่อสาย Lan ไปยังห้องผู้ควบคุม บริเวณชั้น 1 ของอาคารเรียนรวม



รูปที่ 4 หลอดไฟแสงสว่างภายในห้อง

จากรูปที่ 4 โหลดแสงสว่างภายในห้องเรียน ที่ติดตั้งโคมแบบฝังผ้า โดย 1 โคมจะมีสองหลอด LED T8 โดยมีสวิตช์ควบคุมที่หน้าห้องเรียน

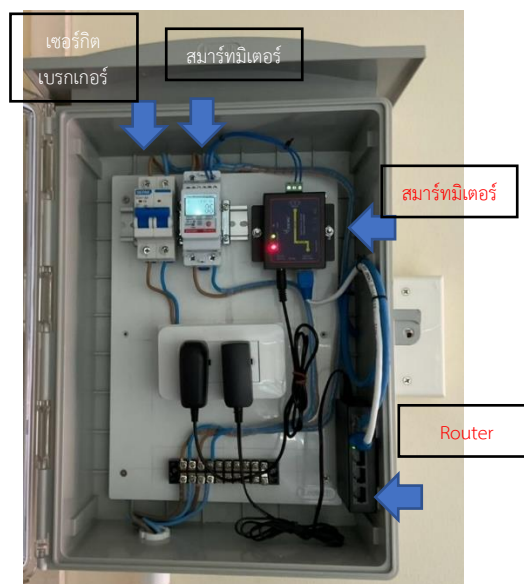
รูปที่ 5 แสดงไดอะแกรมการต่อสาย RS485 ของสมาร์ทมิเตอร์กับกล่องแปลงสัญญาณ RS485 to Ethernet ไปยังคอมพิวเตอร์ในห้องควบคุม



รูปที่ 5 การต่อสมาร์ทมิเตอร์และชุดตรวจวัดค่าไฟฟ้า

2.2 การติดตั้งและเชื่อมต่ออุปกรณ์

จากรูปที่ 6 อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในกล่องประกอบไปด้วย เบรกเกอร์ สมาร์ทมิเตอร์ และโมดูลแปลง RS485 to Ethernet(TCP/IP) โดยมี Switch หรือ Router ทำหน้าที่รับสัญญาณจากสาย Ethernet(Rj45) และส่งสัญญาณไปยังห้องควบคุม ที่ชั้น 1 อาคารเรียนรวม



รูปที่ 6 การต่อมิเตอร์และชุดตรวจวัดค่าไฟฟ้า

การติดตั้งสมาร์ทมิเตอร์ในห้องเรียนต้นแบบที่มีการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ หลอดไฟ LED จำนวน 48 หลอด และเต้ารับ 9 จุด ทำการเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าให้ข้อมูลจากสมาร์ทมิเตอร์สามารถส่งผ่าน RS485 ไปยังโมดูลแปลงสัญญาณ และรับข้อมูลเข้าสู่คอมพิวเตอร์ผ่านโปรโตคอล TCP/IP

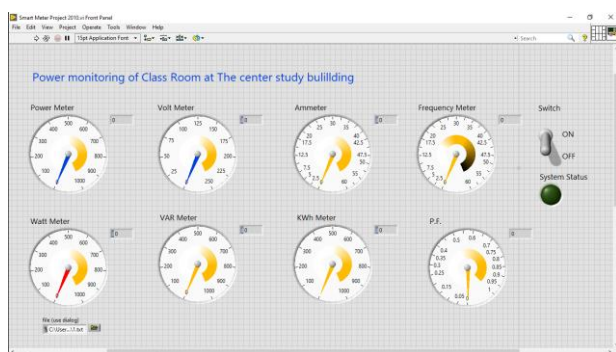
3. การทดลองและวิเคราะห์ผล

รูปที่ 7 ก. และ ข. แสดงการอ่านค่าแรงดันที่อ่านได้จากสมาร์ทมิเตอร์ ค่าที่อ่านได้ 234.6V และกระแสที่ใช้งาน 4.16A ขณะเปิดหลอดไฟ ใช้งาน

ที่ห้องเรียนทั้งหมด ส่วนหน้าจอของคอมพิวเตอร์แสดงผลที่ห้องควบคุม ดังรูปที่ 8 คือหน้าจอของโปรแกรมที่ได้ออกแบบไว้

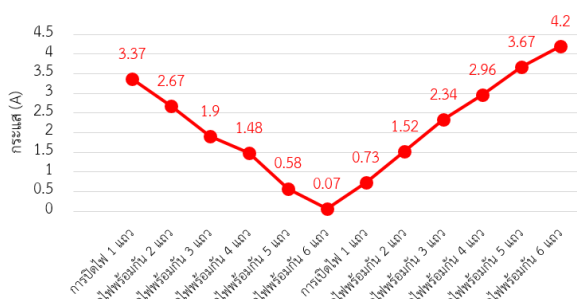


ก. การอ่านค่าแรงดัน ข. การอ่านค่ากระแสไฟฟ้า
รูปที่ 7 การอ่านค่าจากสมาร์ตมิเตอร์



รูปที่ 8 หน้าจอของคอมพิวเตอร์ในห้องควบคุม

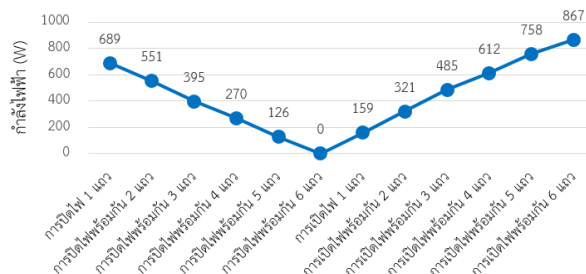
รูปที่ 8 แสดงเกจของการวัดค่าแรงดัน กำลังไฟฟ้า แรงดัน ความถี่ พลังงานและตัวประกอบกำลังในช่วงเวลาที่ทำกรวัด



รูปที่ 9 กระแสไฟฟ้าที่ได้จากโปรแกรมมาทำการพล็อตกราฟ

จากกราฟของรูปที่ 9 แสดงค่ากระแสไฟฟ้า ที่วัดได้จากการทดลองในเงื่อนไข “การเปิด-ปิดไฟฟ้า” จำนวน 12 ชุด พบว่าค่ากระแสมีแนวโน้มเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจน โดยในช่วงต้นของการทดลอง ค่ากระแสเริ่มต้นที่ระดับสูง คือ 3.37 แอมแปร์ จากการปิดสวิตช์ไป 1 ชุด หลังจาก

นั้น ก็ปิดสวิตช์ของหลอดไฟ ไปที่ละสวิตช์เพื่อสังเกตและอ่านค่ากระแสที่ได้จากการทดลอง พบว่ามีการลดลงอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งถึงค่าต่ำสุดที่ 0.07 แอมแปร์ จากการพบค่าเมื่อปิดสวิตช์ในห้องทั้งหมด กระแสที่วัดได้จะมีค่า 0.07A หลังจากนั้น ได้เปิดสวิตช์ที่ละตัวขึ้นใหม่อีกครั้ง เริ่มตั้งแต่สวิตช์ที่ 1 - 6 ค่ากระแสมีการเพิ่มขึ้นและกลับขึ้นไปถึงค่าสูงสุดใหม่ที่ 4.2 แอมแปร์ในการเปิดสวิตช์ไฟครบทุกจุด การเปลี่ยนแปลงของค่ากระแสในลักษณะนี้เป็นข้อมูลสำคัญที่สามารถนำไปวิเคราะห์ เพื่อหาสาเหตุของการใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น หรือลดลงได้ ทำให้สามารถควบคุมการปิด เปิดของระบบไฟฟ้าที่ในสถานการณ์จริงได้อย่างเหมาะสม รูปที่ 10 แสดงค่ากำลังไฟฟ้าของหลอดในห้องเรียน ตามการปิด เปิด สวิตช์แต่ละจุดซึ่งแสดงค่ากำลังไฟฟ้าตามการใช้งานเช่น กำลังไฟฟ้าในห้องเรียนเมื่อหลอดไฟสว่างทั้งหมดในห้อง พบว่ามีค่ากำลังไฟฟ้า 867 วัตต์ และเมื่อปิดสวิตช์ไฟจำนวน 1 ตัว พบว่ากำลังไฟฟ้าที่วัดได้ลดลงมาอ่านได้ 689 วัตต์ดังรูป โดยค่ากำลังไฟฟ้าที่ใช้งานลดลง อย่างต่อเนื่องตามการปิดจำนวนสวิตช์ลงตามลำดับ อย่างไรก็ตามพบว่าค่ากำลังไฟฟ้าก่อนและหลังปิดสวิตช์มีค่ากำลังไฟฟ้าที่แตกต่างกัน หรือคลาดเคลื่อนเล็กน้อย โดยมีร้อยละของความคลาดเคลื่อนของค่ากำลังไฟฟ้าที่ร้อยละ 10 ของหลอดเดิมที่ติด



รูปที่ 10 กำลังไฟฟ้าที่ได้จากโปรแกรมมาทำการพล็อตกราฟ

กราฟแสดงค่ากำลังไฟฟ้า ภายใต้เงื่อนไขการเปิด-ปิดไฟฟ้าจำนวน 12 ชุด พบว่าค่ากำลังไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงและลดลงตามการปิด เปิดสวิตช์ โดยเริ่มต้นที่ 689 วัตต์ในช่วงแรก (ปิดสวิตช์ไฟไป 1 สวิตช์) และมีการลดลง จนถึงค่าต่ำสุดที่ 0 วัตต์ ซึ่งแสดงว่าในช่วงเวลานี้ ห้องเรียนได้ถูกปิด สวิตช์แล้วเรียบร้อย ซึ่งหมายถึงไม่มีการเปิดหลอดไฟแสงสว่างทิ้งไว้ในช่วงที่ไม่มีการเรียน การสอน หรือไม่มีการใช้พลังงานเลย จากนั้นทดลองเปิดสวิตช์ 1 - 7 ขึ้นมาใหม่อีกครั้ง ที่ละสวิตช์เพื่ออ่านค่ากำลังไฟฟ้าเก็บไว้วิเคราะห์ต่อไป โดยมีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่ 867 วัตต์ จากข้อมูลที่จัดเก็บนี้ สามารถบอกได้ว่าค่ากำลังไฟฟ้านี้ ค่าที่อ่านได้ 0W แสดงว่าเป็นช่วงที่มีการปิดอุปกรณ์หรือหลอดทั้งหมดแล้วเรียบร้อย หากในช่วงเวลาที่ยังมีค่ากำลังไฟฟ้าเกิดขึ้น แสดงว่าอาจจะมีการลืมปิดสวิตช์ไฟฟ้า หรือมีการเข้าใช้ห้องเรียน โดยไม่ได้มีการแจ้งผู้เกี่ยวข้องทราบ ข้อมูลเหล่านี้มีประโยชน์ต่อการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของระบบการจัดการพลังงาน หรือการควบคุมหลอดในอาคารหรือระบบไฟฟ้าเฉพาะทาง ซึ่งสามารถนำไปใช้ในการวางแผนลดการใช้พลังงานหรือเพิ่มความมั่นคงของระบบไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสม

4. สรุป

การประยุกต์ใช้งานสมาร์ตมิเตอร์ร่วมกับโปรแกรม LabVIEW ในการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าภายในอาคารเรียนรวม เพื่อลดระยะเวลาในการจดบันทึกหน่วยพลังงานไฟฟ้า ระบบที่สร้างขึ้นมานี้ สามารถวัดแรงดันไฟฟ้าแบบ 1 เฟส และแสดงผลข้อมูลระบบแสงสว่างของห้องเรียนผ่าน LabVIEW ได้แบบเรียลไทม์ พร้อมทั้งบันทึกข้อมูลในรูปแบบไฟล์ สำหรับใช้งานกับ Microsoft Excel โดยเปรียบเทียบความถูกต้องกับเครื่องมือวัดมาตรฐาน ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่าแรงดัน (V) และค่ากระแส (A) จากสมาร์ตมิเตอร์มีค่าคลาดเคลื่อนน้อยและสามารถรับส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย Ethernet (LAN) ได้ ระบบสามารถแสดงผลข้อมูลจำนวน 8 ค่า ได้แก่ พลังงาน (kWh), แรงดัน (V), กระแส (A), กำลังไฟฟ้า (W), ตัวประกอบกำลัง (P.F), ความถี่ (Hz), วันที่ และเวลา โดยมีอาการหน่วงเวลา ระหว่างการประมวลผลเล็กน้อยซึ่งอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้

5. ข้อเสนอแนะและการอภิปรายผล

เพื่อให้ระบบมีความยืดหยุ่นและใช้งานได้สะดวกยิ่งขึ้น ควรพัฒนาให้ระบบสามารถรับส่งข้อมูลจากสมาร์ตมิเตอร์ผ่านเครือข่ายไร้สาย ต่อกับระบบอินเทอร์เน็ต เพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น เพื่อลดข้อจำกัดเรื่องการเข้าถึงข้อมูลจากภายนอกได้ นอกจากนี้ การวางโครงข่ายไร้สายที่ครอบคลุมภายในอาคารจะช่วยรองรับการขยายจุดวัดพลังงานในแต่ละห้องเรียนได้อย่างมีประสิทธิภาพ หลีกเลี่ยงการเดินสายระบบอินเทอร์เน็ตจากระยะไกลๆ ได้ ทั้งนี้งานที่ต้องการพัฒนาต่อคือการแสดงผลแบบไร้สาย อินเทอร์เน็ตทุกสรรพสิ่ง โดยการใช้การบันทึกข้อมูลผ่าน Influxdb แสดงผลด้วย Grafana หรือ Google Dashboard

ข้อมูลที่ได้จากหน้าจอบคอมพิวเตอร์ ที่ห้องควบคุมระบบไฟฟ้า ทำให้เจ้าหน้าที่ตรวจสอบได้ว่า ห้องเรียนมีการเปิดไฟแสงสว่างโดยไม่จำเป็นหรือไม่ และเปิดไว้จำนวนกี่หลอด โดยพิจารณาจากค่ากระแสไฟฟ้า หรือกำลังไฟฟ้าที่จัดเก็บไว้เป็นฐานข้อมูลได้ว่า มีการเปิดหลอดไฟ ไว้จำนวนกี่หลอด กี่แถว หรือเปิดแสงสว่างไว้ทั้งห้อง ข้อมูลมีความสำคัญในการพิจารณาออกนโยบาย ในการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารเรียนรวมได้อย่างมีประสิทธิภาพ

6. กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้ทำงานขอขอบคุณ งานอาคารสถานที่และยานพาหนะ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี สนับสนุนอุปกรณ์และสถานที่ในการจัดเก็บข้อมูล ขอขอบคุณนักศึกษา ผู้เกี่ยวข้องทุกท่านที่ทำให้บทความฉบับนี้ สำเร็จไปได้ด้วยดี

เอกสารอ้างอิง

- [1] B. K. Barman, S. N. Yadav, S. Kumar and S. Gope, "IoT Based Smart Energy Meter for Efficient Energy Utilization in Smart Grid," 2018 2nd International Conference on Power, Energy and Environment: Towards Smart Technology (ICEPE), Shillong, India, 2018, pp. 1-5, doi: 10.1109/EPETSG.2018.8658501
- [2] E. Rodriguez-Diaz, E. J. Palacios-Garcia, M. Savaghebi, J. C. Vasquez, J. M. Guerrero and A. Moreno-Munoz, "Advanced smart metering infrastructure for future smart homes," 2015 IEEE 5th International Conference on Consumer Electronics - Berlin (ICCE-Berlin), Berlin, Germany, 2015, pp. 29-31, doi: 10.1109/ICCE-Berlin.2015.7391260
- [3] S. Kumar, K. Suneetha and A. Gill, "Utilization of IoT and Smart Meters for Energy Management," 2023 International Conference on Power Energy, Environment & Intelligent Control (PEEIC), Greater Noida, India, 2023, pp. 1254-1258, doi: 10.1109/PEEIC59336.2023.10450474
- [4] G. Mehta, R. Khanam and V. K. Yadav, "A Novel IoT based Smart Energy Meter for Residential Energy Management in Smart Grid Infrastructure," 2021 8th International Conference on Signal Processing and Integrated Networks (SPIN), Noida, India, 2021, pp. 47-52, doi: 10.1109/SPIN52536.2021.9566032
- [5] S. P, R. G, S. K, S. R., D. R and L. P, "Intrusive Energy Management with advanced smart metering and monitoring using IoT," 2022 4th International Conference on Inventive Research in Computing Applications (ICIRCA), Coimbatore, India, 2022, pp. 359-364, doi: 10.1109/ICI