ST-004

ระบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าจำลองที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

Energy Usage Data Recording System for Model Rental Rooms Controlled by Microcontroller

ชัยพร อัดโดดดร[1,*] และ นิติคม อริยพิมพ์[2]
Chaiporn Addoddorn[1,*] and Nitikom Ariyapim[2]
[1,2]สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น 40000
*Corresponding author's e-mail: chaiporn.add@neu.ac.th

บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอระบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าจำลองที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อสร้างอุปกรณ์ที่ช่วยอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันประกอบกับในปัจจุบันมีประชากรที่ใช้บริการห้องเช่าเป็นจำนวนมากอีกด้วย งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่า โดยผู้ใช้บริการจะสามารถตรวจสอบอัตราการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายผ่านระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าผ่านทางแอพพลิเคชั่น ปกติการใช้พลังงานของห้องเช่าจะแจ้งยอดค่าใช้ไฟฟ้าและค่าใช้น้ำให้ทราบในช่วงสิ้นเดือนเท่านั้น ผู้เช่าไม่สามารถทราบยอดการใช้งานในแต่ละวันว่าใช้ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำวันละกี่หน่วยและยอดที่ต้องชำระสะสมเท่าไร จากการทดสอบ จะพบว่า การทดสอบการส่งแจ้งเตือนไปทางแอพพลิเคชั่น LINE Notify สามารถนำค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำทั้ง 2 ห้องไปแจ้งเตือนที่แอพพลิเคชั่น LINE Notify ได้ ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถตรวจสอบอัตราการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายผ่านระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าผ่านทางแอพพลิเคชั่นแบบเวลาจริงได้

คำสำคัญ: ระบบบันทึกข้อมูล การใช้พลังงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์

ABSTRACT

This article presents an energy usage data recording system for model rental rooms controlled by a microcontroller to create equipment that helps facilitate daily life, coupled with the fact that at present there is a large population of people using rental rooms as well. This research therefore has an idea to develop a system for recording data on energy use for rental rooms. Users will be able to check energy usage rates and expenses through the energy

usage data recording system for rental rooms through the application. Normally, the energy usage of the rental room will be reported to you only at the end of the month. Tenants are unable to know the total daily usage, how many units of electricity and water are used per day and how much the cumulative amount must be paid. From the test, it was found that the test of sending notifications via the LINE application Notify can bring the electricity and water usage values for both rooms to notify on LINE application Notify, allowing users to check energy usage rates and expenses through the energy usage data recording system for rental rooms through the application in real time.

Keywords: data recording system, energy usage, microcontroller.

บทนำ

ไฟฟ้าและน้ำเป็นปัจจัยสำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์ในปัจจุบัน ผู้ที่เลือกพักอาศัยในห้องเช่าส่วนใหญ่จะทำงานในโรงงานเป็นกลุ่มคนที่มีรายได้ต่ำ ภาระค่าใช้จ่ายต่างๆในการดำรงชีวิตในปัจจุบันเป็นภาระอย่างมากแก่ผู้พักอาศัย โดยเฉพาะค่าไฟฟ้าและค่าน้ำ (ชูชาติ ผาระนัด, 2553) โดยมิเตอร์ที่ถูกใช้ในการติดตั้งเพื่อวัดปริมาณไฟฟ้าและน้ำส่วนใหญ่จะทำการเก็บข้อมูลในทุกๆครั้งที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำ มิเตอร์ไฟฟ้าและน้ำมีการเสื่อมสภาพลงตามกาลเวลาอีกทั้งการตรวจสอบจะต้องไปอ่านค่าจากมิเตอร์ที่ติดตั้งอยู่หน้าห้องเช่า ทำให้ผู้พักอาศัยไม่สนใจที่จะทำการตรวจสอบดูปริมาณการใช้ไฟฟ้าและน้ำของตน เจ้าของห้องเช่ายังมีค่าใช้จ่ายในส่วนของพนักงานดูแลที่จะทำการจดบันทึกมิเตอร์ไฟฟ้าและน้ำในแต่ละเดือน อีกทั้งยังมีโอกาศที่จะผิดพลาดสูง ระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าและน้ำถูกสร้างขึ้นมาเพื่อเพิ่มความสะดวกสบายในการตรวจสอบปริมาณการใช้งานพลังงานไฟฟ้าและน้ำ (ญาณพล กลับเจริญ, 2560) และส่งข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูลเพื่อนำไปคำนวนค่าไฟฟ้าและค่าน้ำที่เกิดขึ้นและแสดงบนเว็บแอพพลิเคชั่น ปกติการใช้พลังงานของห้องเช่าจะแจ้งยอดค่าใช้ไฟฟ้าและค่าใช้น้ำให้ทราบในช่วงสิ้นเดือนเท่านั้น ผู้เช่าไม่สามารถทราบยอดการใช้งานในแต่ละวันว่าใช้ค่าไฟฟ้าและค่าน้ำวันละกี่หน่วยและยอดที่ต้องชำระสะสมเท่าไร (Fransiscus Yudi Limpraptono, 2020) ปัจจุบันมีประชากรที่ใช้บริการห้องเช่าเป็นจำนวนมากอีกด้วย งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่า เพื่อที่ผู้ใช้บริการจะสามารถตรวจสอบอัตราการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายผ่านระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าผ่านทางแอพพลิเคชั่น (Weerathum Chaiyong, 2022) และทำการสร้างระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงาน รวมทั้งอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงาน จากนั้นทำการทดสอบการทำงานและประเมินประสิทธิภาพของ

ระบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าที่สร้างขึ้น สามารถทำการตรวจสอบอัตราการใช้พลังงานและคำนวณค่าใช้จ่ายแบบเวลาจริง (Suhanto, 2020 และนิติคม อริยพิมพ์, 2565) ได้อีกด้วย

วัตถุประสงค์

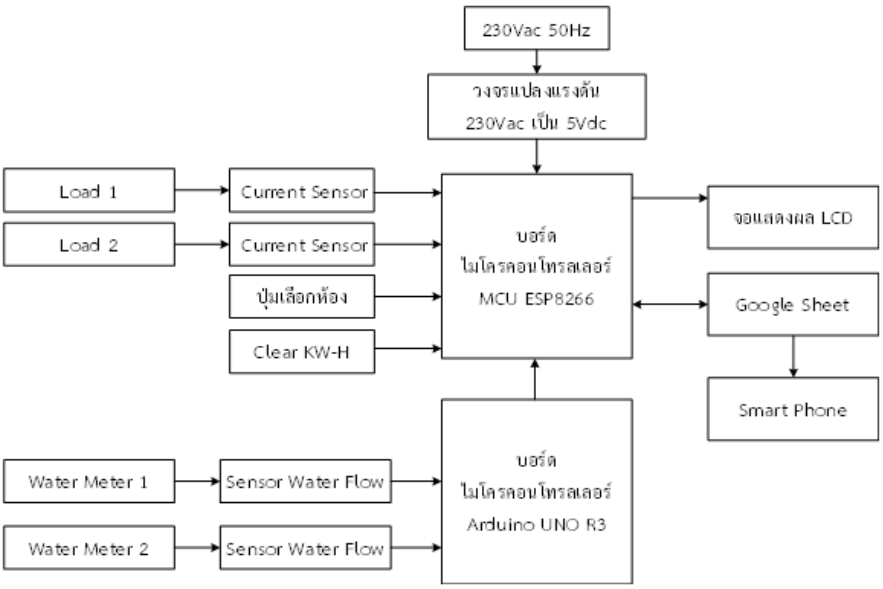
1. ออกแบบและสร้างระบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าจำลองที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อให้ผู้ใช้บริการสามารถตรวจสอบอัตราการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายผ่านระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าจำลองผ่านทางแอพพลิเคชั่นแบบเวลาจริงได้

2. เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าจำลองที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ อันได้แก่ การทดสอบการอ่านค่าแรงดันผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ การทดสอบการกดสวิตช์เพื่อเปลี่ยนห้อง การทดสอบการอ่านค่าการใช้น้ำประปาผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และการทดสอบการส่งแจ้งเตือนไปทางแอพพลิเคชั่น LINE Notify

วิธีดำเนินการวิจัย

1. บล็อกไดอะแกรมการทำงาน

จากภาพที่ 1 เมื่อเริ่มระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่า โดยแต่ละห้องจะมี Watt-Hour meter เป็นอินพุตส่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าไปยังเซนเซอร์วัดพลังงาน ในส่วนอินพุตของมิเตอร์น้ำจะมี Sensor Water Flow เป็นตัวจับสัญญาณความเร็วรอบในการหมุนของใบพัดขณะน้ำไหลผ่าน โดยใช้บอร์ด Arduino UNO R3 รับข้อมูลอินพุต จากนั้นจะใช้โปรแกรมภาษา C++ ของอาร์ดูโน่เขียนเพื่อเป็นการแสดงข้อมูลในการใช้พลังงาน จะส่งข้อมูลเอาต์พุตไปยัง ESP8266 แสดงผลผ่านจอ LCD สมาร์ทโฟนรับข้อมูลและเก็บข้อมูลไว้ใน Google Sheet

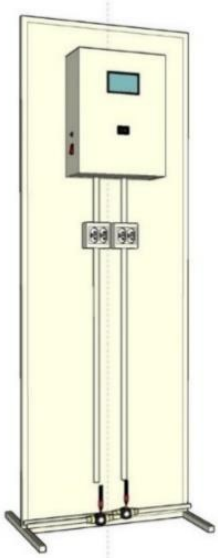


ภาพที่ 1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานระบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่า

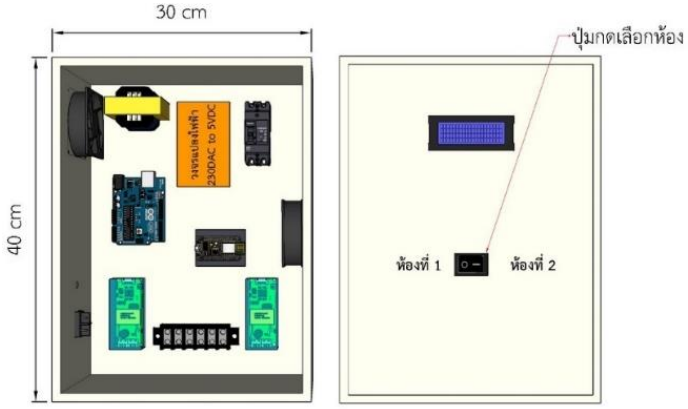
2. โครงสร้างระบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงาน

จากภาพที่ 2 และภาพที่ 3 แสดงโครงสร้างระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่า โดยมีขนาดกว้าง 30 ซม. ยาว 39.90 ซม. สูง 13.90 ซม. ทำมาจากพลาสติก ซึ่งภายในกล่องจะมีอุปกรณ์ทั้งหมดดังนี้

1. บอร์ด Node MCU V3
2. บอร์ด Arduino UNO R3
3. Energy meter
4. Water meter
5. Current Sensor
6. Sensor Water Flow
7. Smart Phone
8. จอแสดงผล LCD
9. Terminal Block



ภาพที่ 2 โครงสร้างภายนอกของระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่า



ภาพที่ 3 โครงสร้างภายในของระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่า

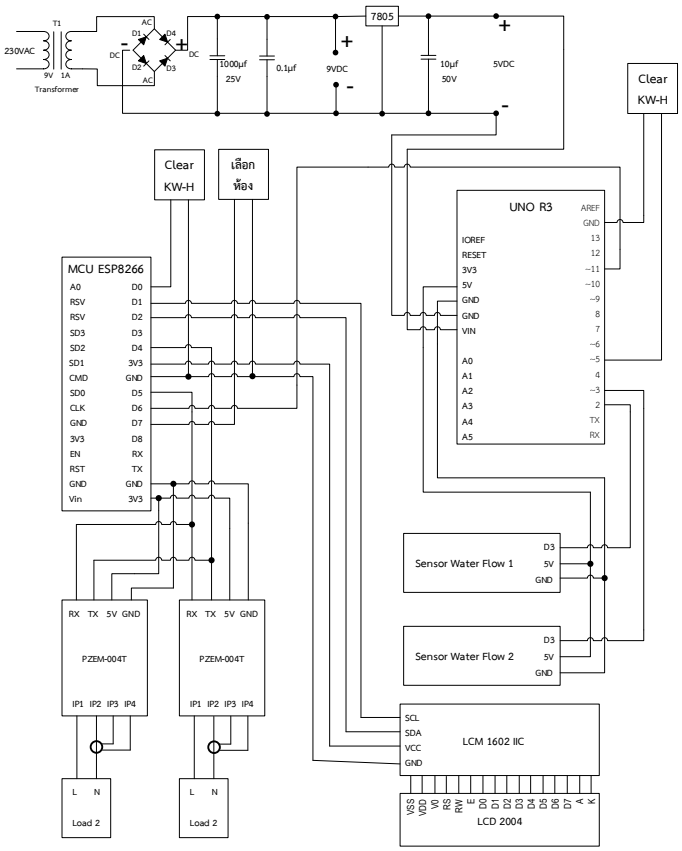
3. การออกแบบเซนเซอร์วัดแรงดัน กระแส และกำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง

ในงานวิจัยนี้จะทำการต่อวงจรของ Current Sensor โดยใช้โมดูล PZEM-004T รับแรงดันมาจาก Load ของแต่ละห้องจากนั้นต่อเข้ากับบอร์ด NodeMCU ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า วัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ วัดค่ากำลังไฟฟ้า และวัดค่ากำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง (Wh) ซึ่งนำค่าเหล่านี้ไปใช้คำนวณค่าไฟฟ้า สำหรับการวัดค่าเพื่อบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า จะใช้โมดูล PZEM-004T ทั้งหมด 2 ตัว ในการต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยจะใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ จากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4. การออกแบบเครื่องวัดการไหลของปริมาตรน้ำ

ในงานวิจัยนี้จะทำการวัดน้ำไหลในท่อ Sensor Water flow โดยใช้ Sensor ของ DIY MALL รุ่น FZ1478 ที่ทำหน้าที่วัดปริมาณอัตราการไหลของน้ำที่ไหลผ่านใน Sensor โดยนำมาต่อเข้ากับท่อที่ออกมาจากมิเตอร์น้ำเพื่อวัดปริมาณอัตราการไหลของน้ำ โดยสัญญาณที่ได้จาก Sensor จะออกมาเป็นแบบ Pulse จากนั้นเขียนโปรแกรม Arduino เพื่อรับค่า Interrupt นับรอบของมอเตอร์ที่ส่งไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ การต่อ Sensor Water flow จะใช้จำนวน 2 ตัวต่อเข้ากันบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยอาศัยแรงไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ ทางด้านอินพุตของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับ Sensor Water flow

5. วงจรควบคุมการทำงาน



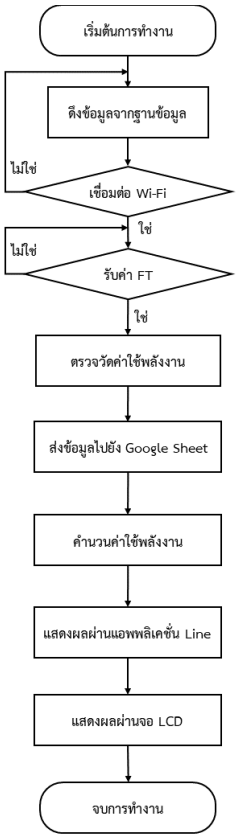
ภาพที่ 4 วงจรควบคุมการทำงานระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่า

ภาพที่ 5 วงจรควบคุมการทำงานระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าที่ถ่ายจากภาพจริง

จากภาพที่ 4 และภาพที่ 5 วงจรควบคุมการทำงานจะแบ่งเป็น 4 ส่วน ดังนี้ ส่วนที่ 1 วงจรแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์ เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ และจะทำการจ่ายแรงดันให้กับโมดูลทุกๆ ตัว ส่วนที่ 2 วงจรตรวจจับพลังงานของห้องเช่า เพื่อวัดข้อมูลในการใช้พลังงานไฟฟ้า โดยแต่ละห้องจะมี Watt-Hour meter เป็นอินพุตส่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าไปยังเซนเซอร์วัดพลังงาน ในส่วนอินพุตของมิเตอร์น้ำจะมี Turbine Flow Meter เป็นตัวจับสัญญาณความเร็วรอบในการหมุนของใบพัดขณะน้ำไหลผ่าน โดยจะใช้อุปกรณ์ตรวจจับพลังงานอย่างละ 2 ชุด ส่วนที่ 3 ส่วนแสดงผลผ่านทางจอ LCD ส่วนที่ 4 ส่วนแสดงผลผ่านทางแอพพลิเคชั่น Line Notify โดยรับสัญญาณมาจากการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

6. โปรแกรมควบคุมการทำงาน

จากภาพที่ 6 การทำงานของโปรแกรมเริ่มจากอุปกรณ์ที่เป็นขาอินพุตประกอบด้วยอุปกรณ์ตรวจจวัดค่าพลังงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ตรวจวัดค่าพลังงานน้ำ โดยเมื่อเงื่อนไขเป็นจริง จะส่งค่าพลังงานไปแสดงที่ Google Sheet ถ้าเงื่อนไขเป็นเท็จจะวนกลับไปตรวจสอบการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลอีกครั้ง การคำนวณค่าใช้พลังานจะส่งข้อมูลไปยังแอพพลิเคชั่น Line และจอแสดงผล



ภาพที่ 6 โปรแกรมควบคุมการทำงานระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่า

ผลการวิจัย

1. **การทดสอบการอ่านค่าแรงดันผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์**

ทำการต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จากนั้นทำการอ่านค่าแรงดันจากหน้าจอ LCD ดังแสดงในภาพที่ 7

ภาพที่ 7 การทดสอบการอ่านค่าแรงดัน

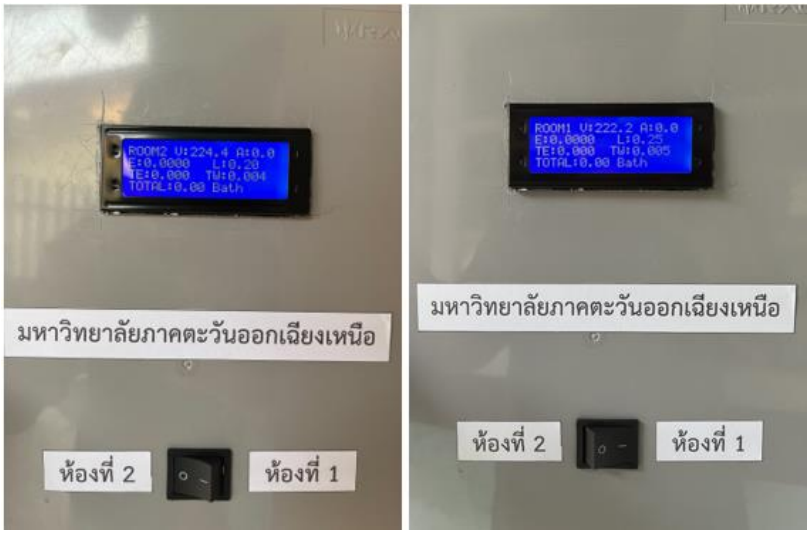
ตารางที่ 1 ผลการทดสอบการอ่านค่าแรงดันผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

ครั้งที่	ค่ามาตรฐาน (โวลต์)	ค่าที่วัดได้ ห้องที่ 1 (โวลต์)	ความผิดพลาดเฉลี่ย (%)	ค่าที่วัดได้ ห้องที่ 2 (โวลต์)	ความผิดพลาดเฉลี่ย (%)
1	230	227.7	1.00	227.4	1.13
2	230	227.8	0.96	227.5	1.09
3	230	227.9	0.91	227.6	1.04
4	230	227.8	0.96	227.7	1.00
5	230	227.9	0.91	227.7	1.00
6	230	227.4	1.13	227.7	1.00
7	230	227.5	1.09	227.8	0.96
8	230	227.6	1.04	227.9	0.91
9	230	227.7	1.00	227.8	0.96
10	230	227.7	1.00	227.5	1.09
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ย (%)			1.00		1.02

จากตารางที่ 1 การอ่านค่าแรงดันผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านหน้าจอ LCD โดยทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้ง จะพบว่า เปอร์เซ็นความผิดพลาดเป็น 1 % สำหรับห้องที่ 1 และเปอร์เซ็นความผิดพลาดเป็น 1.02 % สำหรับห้องที่ 2

2. การทดสอบการกดสวิตช์เพื่อเปลี่ยนห้อง

ทำการต่อสวิตช์กดเลือกห้องเข้าที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 V3 เพื่อทำการทดสอบการกดเลือกห้อง โดยที่ใช้ฝั่งที่เป็นสัญลักษณ์ I คือ ห้องที่ 1 และสัญลักษณ์ O คือ ห้องที่ 2 ดังแสดงในภาพที่ 8



ภาพที่ 8 การกดสวิตช์เพื่อเปลี่ยนห้อง

3. การทดสอบการอ่านค่าการใช้น้ำประปาผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

ทำการต่ออุปกรณ์ตรวจจับวัดอัตราการไหลของน้ำเข้าที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ใช้ขวดน้ำขนาด 1.95 ลิตร ทำการเปิดน้ำใส่โดยจะผ่านอุปกรณ์ตรวจจับวัดอัตราการไหลของน้ำให้เต็มขวด ดังแสดงในภาพที่ 9

ภาพที่ 9 การอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำ

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบการอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำห้องที่ 1

ครั้งที่	ขวดน้ำ (ลิตร)	ค่าน้ำ (บาท)	ค่าที่วัดได้ (ลิตร)	ความผิดพลาดเฉลี่ย(%)	ค่าน้ำ (บาท)	ความผิดพลาดเฉลี่ย(%)
1	1.95	0.039	2.00	2.56	0.040	2.56
2	1.95	0.039	1.93	1.02	0.039	0.00
3	1.95	0.039	1.98	1.54	0.040	2.56
4	1.95	0.039	1.96	0.51	0.039	0.00
5	1.95	0.039	1.95	0.00	0.039	0.00
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ย(%)				1.13		1.02

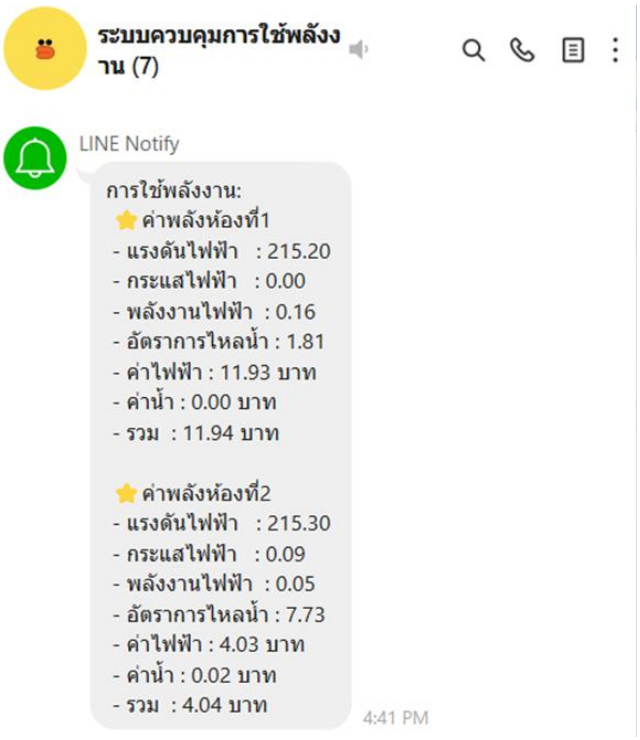
ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการอ่านค่าอัตราการไหลของน้ำห้องที่ 2

ครั้งที่	ขวดน้ำ (ลิตร)	ค่าน้ำ (บาท)	ค่าที่วัดได้ (ลิตร)	ความผิดพลาดเฉลี่ย (%)	ค่าน้ำ (บาท)	ความผิดพลาดเฉลี่ย(%)
1	1.95	0.039	1.96	0.51	0.039	0.00
2	1.95	0.039	1.95	0.00	0.039	0.00
3	1.95	0.039	1.97	1.02	0.039	0.00
4	1.95	0.039	1.93	1.02	0.039	0.00
5	1.95	0.039	1.96	0.51	0.039	0.00
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ย(%)				0.61		0.00

จากการทดสอบ จะพบว่า ค่าที่วัดได้มีความใกล้เคียงกับค่าที่ใช้ทดสอบ และทำการคำนาณหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 2.56 เปอร์เซ็นต์ ดังตารางที่ 2 และตารางที่ 3 ดังนั้น ส่วนค่าน้ำที่คำนวณออกมาได้ยังไม่รวมค่าบริการและค่า vat 7%

4. การทดสอบการส่งแจ้งเตือนไปทางแอพพลิเคชั่น LINE Notify

ทำการเขียนโค้ดลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 V3 เพื่อนำค่าการใช้พลังงานของทั้งสองห้องไปแจ้งเตือนที่ LINE Notify ดังแสดงในภาพที่ 10



ภาพที่ 10 การแจ้งเตือนทาง LINE Notify

สรุปและอภิปรายผลการวิจัย

จากการทดสอบระบบบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าจำลองที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะพบว่า การอ่านค่าแรงดันผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านหน้าจอ LCD โดยทดสอบเป็นจำนวน 10 ครั้ง จะมีเปอร์เซ็นความผิดพลาดเป็น 1 เปอร์เซ็นต์ สำหรับห้องที่ 1 และเปอร์เซ็นความผิดพลาดเป็น 1.02 เปอร์เซ็นต์ สำหรับห้องที่ 2 การทดสอบการอ่านค่าการใช้น้ำประปาผ่านบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ค่าที่วัดได้มีความใกล้เคียงกับค่าที่ใช้ทดสอบ และทำการคำนาณหาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเฉลี่ยสูงสุดอยู่ที่ 2.56 เปอร์เซ็นต์ ส่วนค่าน้ำที่คำนวณออกมาได้ยังไม่รวมค่าบริการและค่า vat 7% และการทดสอบการส่งแจ้งเตือนไปทางแอพพลิเคชั่น LINE Notify สามารถนำค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าและน้ำทั้ง 2 ห้องไปแจ้งเตือนที่ LINE Notify ได้ ทำให้ผู้ใช้บริการสามารถตรวจสอบอัตราการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายผ่านระบบบันทึกข้อมูลในการใช้พลังงานสำหรับห้องเช่าจำลองผ่านทางแอพพลิเคชั่นแบบเวลาจริงได้

เอกสารอ้างอิง

ชูชาติ ผาระนัด จักรกฤษณ์ จันทรศิริ และสุจิตรา ผาระนัด. (2553). การใช้พลังงานไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพภายในคณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม. *วารสารมหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม*, *4*(2), 25-37.

ญาณพล กลับเจริญ. (2560). *พัฒนาระบบตรวจสอบปริมาณไฟฟ้าสำหรับอพาร์ทเม้นท์ขนาดเล็ก.* วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและการจัดการ. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ. 2560.

นิติคม อริยพิมพ์ และชัยพร อัดโดดดร. (2565). การออกแบบและสร้างระบบไอโอทีสำหรับบ้านจำลองแบบอัจฉริยะที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. *วารสารวิศวกรรมศาสตร์มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ*, *17*(1), 29-39.

Fransiscus Yudi Limpraptono, Eko Nurcahyo, Mochammad Ibrahim Ashari, Erkata Yandri and Yahya Jani. (2020). *Design of Power Monitoring and Electrical Control Systems to Support Energy Conservation.* Proceedings of the Pakistan Academy of Sciences: A Physical and Computational Sciences 2020, 58(S): 1-7.

Suhanto, Achmad Setiyo Prabowo, Rifdian Indrianto Sudjoko, Wiwid Suryono. (2020). *The electrical energy usage of monitoring system at real-time using IoT as the primary policy of energy efficiency.* International Conference on Advanced Mechanical and Industrial engineering. 2020, 1-8.

Weerathum Chaiyong, Somchat Sonasang. (2022). Applications of energy monitoring using the IoT. *SNRU Journal of Science and Technology*: 14 (2) May – August (2022),1-9.