Received: Oct 28, 2021 **Revised:** Feb 7, 2022 **Accepted:** Feb 15, 2022

การบริหารจัดการพลังงานในอาคาร โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม
THE BUILDING ENERGY MANAGEMENT USING MICROPROCESSOR CONTROL

เอกรัตน์ นภกานต์[1] บุญยัง ปลั่งกลาง[1*] ศุภวัฒน์ ลาวัลย์วิสุทธิ์[2]
[1] ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
[2] สาขาเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทพสตรี
Akeratana Noppakant[1] Boonyang Plangklang[1*] Supawat Lawanvisut[2]
[1] Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering,
Rajamangala University of Technology Thanyaburi
[2]Industrial Technology Thepsatri Rajabhat University
E-mail: akeratana_n@mail.rmutt.ac.th, Boonyang.p@en.rmutt.ac.th*, s.lawanwisut@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ นำเสนอแนวทางการจัดการพลังงาน เพื่อให้เกิดความเหมาะสมระหว่างการใช้ พลังงานกับความต้องการที่จะใช้พลังงาน ทั้งนี้เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าต่อการใช้พลังงานมากที่สุด โดยนำเทคโนโลยีที่มีอยู่ในปัจจุบันมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบวงจร โดยวงจรที่ได้ทำการออกแบบนั้นจะเป็นวงจรที่ ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องปรับอากาศ ดวงโคม และคอมพิวเตอร์ โดยใช้เงื่อนไขที่ทำ การควบคุมการเปิด-ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้ามี 2 เงื่อนไข คือ จำนวนคนเข้า-ออก และอุณหภูมิที่เหมาะสมภายในห้อง แบบจำลองที่ได้จัดทำเพื่อแสดงให้เห็นลักษณะการทำงานที่ใช้ควบคุมการเปิด-ปิด เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ ตามความเหมาะสมของสภาพการใช้พลังงาน ซึ่งถ้านำแบบจำลองไปใช้งานจริงจะสามารถช่วยประหยัดพลังงานไฟฟ้า ได้ประมาณ 76,599 วัตต์-สัปดาห์

คำสำคัญ: ต้นทุนการสั่งซื้อ วัตถุดิบ ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด จุดสั่งซื้อใหม่ เวลานำ

Abstract

The purpose of this research is to present the energy management for the building. The power energy appropriate between the use of the energy and the requirements to power consumption in the order to achieve the maximum demand value for using the energy. This research applied the present technology to design the circuits, to control automatic on-off switch for the electric devices, for example, lighting, air conditioning and computer. The conditions of controlling concerned the number of people and the appropriate temperature inside the room. This model is made for to demonstrate the process that are used to control the on-off of the electric devices in accordance with the condition specified that suited for the use of the energy. This model can help to save electric power in lecturer room A 209 about 76,599 Watt per week.

Keywords: Air condition, Solar cell, Inverter.

บทนำ

ปัจจุบันความต้องการใช้พลังงานภายในประเทศ ได้ขยายตัวสูงขึ้นอย่างต่อเนื่องท่ามกลางสถานการณ์ราคาน้ำมันในตลาดโลกที่ปรับตัวสูงขึ้น จึงก่อให้เกิดผลกระทบอย่างรุนแรงที่ไม่อาจปฏิเสธได้ หลายองค์กรทั้งภาครัฐและเอกชนจึงเร่งหามาตรการเพื่อช่วยบรรเทาผลกระทบที่เกิดขึ้น การอนุรักษ์พลังงาน นับเป็นหนทางหนึ่งที่ไม่อาจมองข้ามได้ ซึ่งจะช่วยแก้ไข

ปัญหาด้านพลังงานในปัจจุบัน และในอนาคตได้ดีที่สุด อีกทั้งยังเป็นสิ่งที่ทุกคนในสังคมสามารถมีส่วนร่วมกันช่วยกันได้ง่ายที่สุด หากแต่ต้องอาศัยการสร้างแหล่งความรู้ ช่องทางการถ่ายทอด และที่สำคัญคือการกระตุ้นให้เกิดความร่วมมือจากทุกฝ่ายของสังคมในการอนุรักษ์พลังงานอย่างจริงจัง ดังนั้นโครงการนี้จึงได้ทำการศึกษา และทำแบบควบคุมการอนุรักษ์พลังงานไฟฟ้าในอาคารแยกเป็นห้องต่าง ๆ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุม ซึ่งเราจะทำการศึกษา เพื่อหาแนวทางในการอนุรักษ์พลังงานโดยการนับจำนวนคนเข้า-ออก การวัดอุณหภูมิภายในห้องเพื่อให้ทำการควบคุม การเปิด-ปิด เครื่องปรับอากาศ หลอดไฟ โดยใช้ระบบอัตโนมัติ ส่งส่งข้อมูลผ่านระบบ Iot และสามารถดูข้อมูลย้อนหลังผ่านระบบคลาวน์

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

1. หลักการประหยัดพลังงานไฟฟ้า

1.1 การประหยัดพลังงานมีหลักการพื้นฐานมีดังนี้

1) การลดภาระของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่ใช้พลังงาน

2) การลดความสูญเสีย การสูญเปล่าของพลังงาน

3) ทิ้งพลังงานเมื่อจำเป็นต้องทิ้งหรือไม่คุ้มที่จะนำกลับมาใช้ใหม่

1.2 การอนุรักษ์พลังงานในเครื่องปรับอากาศ

เครื่องปรับอากาศเป็นหนึ่งในอุปกรณ์ที่ใช้กันแพร่หลาย และใช้พลังงานมาก ดังนั้นการประหยัดพลังงาน ในเครื่องปรับอากาศจะเป็นการลดค่าไฟฟ้าอย่างมาก และช่วยชาติประหยัดพลังงานได้มากด้วย การเลือกซื้อเครื่องปรับอากาศเราควรพิจารณาดังนี้

1) ห้องปรับอากาศจะใช้งานในลักษณะใด ใช้เป็นห้องสำนักงาน ห้องเรียน หรือ ห้องนอน

2) ทิศทางของห้องปรับอากาศจะรับแสงแดดมากหรือไม่ เพราะหากรับแสงแดดมากจะเป็น การเพิ่มภาระของเครื่องปรับอากาศ

3) มีผนังโปร่งแสงมากหรือไม่ ยิ่งโปร่งแสงมากก็ยิ่งมีแสงแดดที่นำความร้อนเข้ามามาก

4) พิจารณาอุปกรณ์ในห้องว่ามีอุปกรณ์ใดสร้างความร้อนบ้าง แต่วิธีที่ดีที่สุดคือ นำอุปกรณ์สร้าง ความร้อน เช่น กระติกน้ำร้อน ตู้เย็น เครื่องถ่ายเอกสาร ออกไปไว้นอกห้องปรับอากาศ

5) ภาระความร้อนที่จะเข้ามาในห้องจะมีมากเท่าใด เช่น ห้องเรียนที่มีนักศึกษา อาจารย์ เข้ามาใช้ครั้งละมากๆ ย่อมมีภาระความร้อนมาก ทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักขึ้น

โดยทั่วไปการเลือกขนาดอย่างง่ายที่สุดจะคำนวณประมาณ 1,200 บีทียูหรือ 1 ตันความเย็นต่อ 15 ตารางเมตร ทั้งนี้หากเป็นห้องที่รับแสงแดดมากหรือมีผนังโปร่งแสงมาก ควรเลือกให้ขนาดใหญ่ขึ้นเล็กน้อยเพื่อชดเชยภาระที่เกิดขึ้น

1.3 วิธีการใช้เครื่องปรับอากาศให้ประหยัดพลังงาน

เครื่องปรับอากาศในปัจจุบัน ถูกกำหนดให้ต้องติดฉลากประหยัดไฟกำกับ ยิ่งเบอร์สูงยิ่งมีประสิทธิภาพสูง เบอร์ 5 คือ เครื่องปรับอากาศที่มีประสิทธิภาพที่ดีที่สุด แต่จะมีแค่เครื่องปรับอากาศขนาดเล็ก ไม่เกิน 25,000 บีทียู หากเกินกว่านั้นจะมีสูงสุดเพียงเบอร์ 4 เนื่องจากเทคโนโลยีในปัจจุบันยังไม่สามารถ ผลิตเครื่องปรับอากาศที่มีขนาดใหญ่ที่มีประสิทธิภาพสูงได้

การใช้เครื่องปรับอากาศให้ประหยัดพลังงานนั้น เราควรทำความเข้าใจการทำงานของระบบ ปรับอากาศและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ก็สามารถประหยัดพลังงานได้

1) ควรตั้งอุณหภูมิไม่ให้ต่ำเกินไปโดยปกติควรตั้งที่ 25 ℃ ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ร่างกายคนปกติ สามารถอยู่ได้อย่างสบาย (เพียงปรับอุณหภูมิที่เทอร์โมสตัท เราก็สามารถประหยัดพลังงานได้ถึง 10 % ต่อ 1 ℃)

2) การปิดเครื่องปรับอากาศก่อนเลิกงาน เพราะหลังจากปิดเครื่องปรับอากาศแล้ว อากาศในห้องยังมีความเย็นหลงเหลือ อยู่อีกประมาณ 15 นาที

3) เปิดพัดลมดูดอากาศเท่าที่จำเป็น พัดลมดูดอากาศจะทำหน้าที่ดูดกลิ่นและควันที่ไม่พึงประสงค์ออกจากห้องปรับอากาศ แต่ถ้าเปิดทิ้งไว้ซึ่งมีทั้งอุณหภูมิและความชื้นที่ไม่เหมาะสมเข้ามาแทนที่ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงาน ดังนั้น ควรเปิดพัดลมดูดอากาศทิ้งไว้ 15 นาที แล้วค่อยเปิดใช้งานเครื่องปรับอากาศ ขณะเปิดเครื่องปรับอากาศก็เปิดพัดลมดูด อากาศเท่าที่จำเป็นเท่านั้น

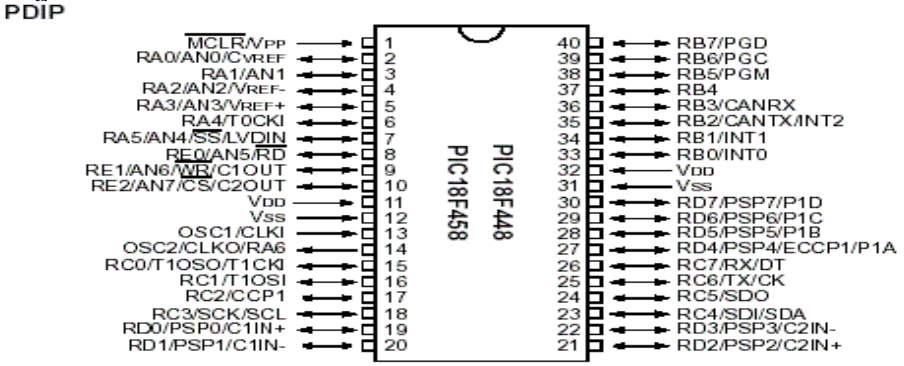
4) ลดความร้อนที่จะเข้ามาในห้องโดยหน้าต่างให้ติดม่าน มู่ลี่ หรือย้ายตู้ไปบังส่วนที่ไม่จำเป็นต้องมีแสงสว่างมาก หรือมีเพียงพออยู่แล้วไม่ต้องใช้แสงสว่างภายนอกช่วย

5) ป้องกันความเย็นไหลออกจากห้อง โดยตามขอบประตู หน้าต่างควรมีขอบซีลกันความเย็นไหลออก

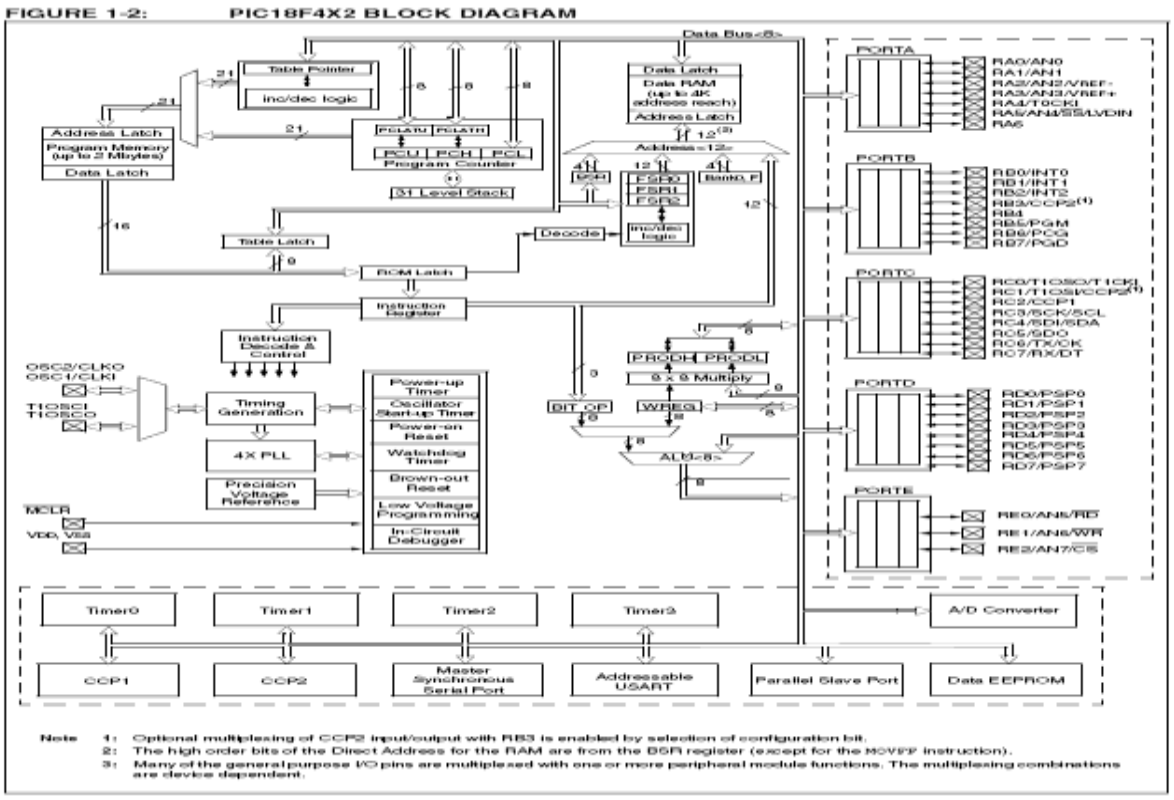
6) ควรปรับปรุงรักษาอย่างสม่ำเสมอ ทำความสะอาดแผ่นกรองอากาศ และแผงระบายความร้อน โดยการใช้ลมเป่าทุกๆ 1 เดือนและควรล้างเครื่องปรับอากาศครั้งใหญ่ โดยใช้น้ำหรือน้ำยาฉีดทุกๆ 6 เดือน

2. โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทลเลอร์ PIC18F458

[1] โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทลเลอร์ PIC18F458 เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ที่มีโครงสร้าง และสถาปัตยกรรมคล้ายกับไมโครคอนโทลเลอร์ในตระกูล PIC18FXXX เป็นไมโครคอนโทลเลอร์ขนาด 8 บิต มี หน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช 8 กิโลไบท์ หน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 368 ไบท์ ขาสัญญาณมี จำนวน 40 ขา แสดงดังภาพที่ 1 และมีโครงสร้างพื้นฐานแสดงดังภาพที่ 2



ภาพที่ 1 การจัดขาสัญญาณของไมโครคอนโทลเลอร์ PIC18F458



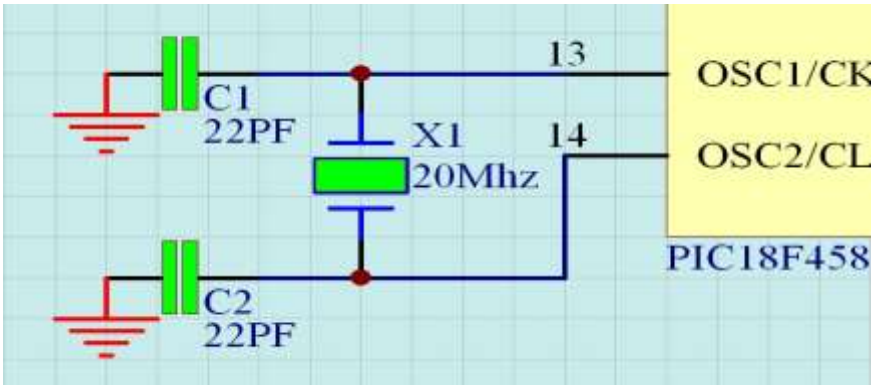
ภาพที่ 2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทลเลอร์ PIC18F458

2.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทลเลอร์ PIC18F458

1) เป็นไมโครคอนโทลเลอร์ที่ใช้งานร่วมกันได้กับไมโครคอนโทลเลอร์ในตระกูล PIC18FXXX
2) มีหน่วยความจำโปรแกรมแบบแฟลช 8 กิโลไบท์ สามารถลบ และเขียนได้ถึง 1,000 ครั้ง
3) ทำงานในช่วงแรงดัน 2 – 5.5 โวลต์
4) สามารถป้องกันการโปรแกรมได้
5) มีหน่วยความจำข้อมูลภายในขนาด 368 ไบท์
6) มีอินพุตและเอาต์พุตขนาด 64 บิต
7) มีวงจรนับและจับเวลาขนาด 32 บิต 3 วงจร
8) สามารถอินเตอร์รัปได้จาก 14 แหล่ง
9) สามารถโปรแกรมการทำงานได้โดยผ่านพอร์ตอนุกรม

2.2 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

[2] [3] ไมโครคอนโทลเลอร์จะทำงานตามสัญญาณนาฬิกาที่ป้อนเข้าระบบ เพื่อกำหนดจังหวะในการทำงานให้กับซีพียู และวงจรต่างๆ ภายในตัวไมโครคอนโทลเลอร์ วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ คริสตอลเป็นตัวกำเนิดความถี่ และต้องใช้ตัวเก็บประจุในโหมด HS ความถี่ 20.0 MHz C1 และ C2 ขนาด 15 – 33 pF แสดงดังภาพที่ 3



ภาพที่ 3 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

2.3 วงจรรีเซต

[4] [5] การรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทลเลอร์จะต้องป้อนสัญญาณลอจิก “1” เข้าที่ขา Reset นานไม่ต่ำกว่า 2 แมชชีนไซเคิล โดยที 1 แมชชีนไซเคิลจะใช้เวลา 12 คาบเวลา ดังนั้นจึงสามารถคำนวณหาค่าเวลา ของ แมชชีนไซเคิลได้จาก

1 คาบเวลา = 1 / ความถี่ของสัญญาณนาฬิกา

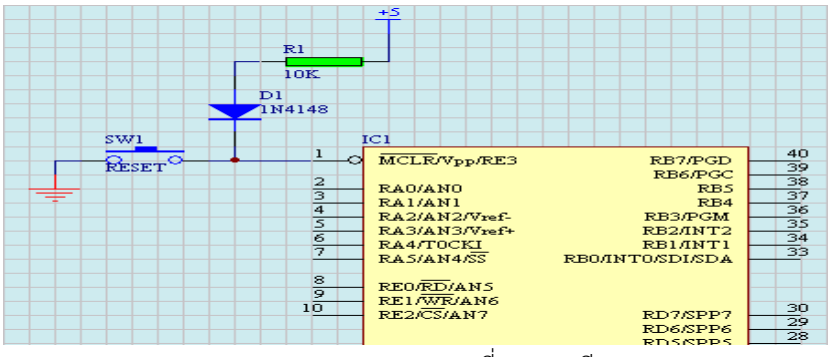
กำหนดให้ไมโครคอนโทลเลอร์ใช้ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเท่ากับ 12 MHz

ดังนั้น 1 คาบเวลา = 1 / 12 x 106 = 0.08333 μsec

และ 1 แมชชีนไซเคิล = 12 x คาบเวลา = 12 x 0.08333 = 1 μsec

ดังนั้น 2 แมชชีนไซเคิล = 2 x 1 = 2 μsec

ดังนั้นในการออกแบบวงจรรีเซตจะต้องให้วงจรค้างสถานะ เป็นลอจิก “1” ไม่น้อยกว่า 2 μsec



ภาพที่ 4 วงจรรีเซต

2.3 ไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820

DS1820 เป็นไอซีตรวจจับอุณหภูมิที่ใช้การติดต่อแบบระบบบัส 1 สาย มีขาต่อใช้งานเพียง 3 ขา คือ DQ ซึ่งเป็นขาเชื่อมต่อกับระบบบัส ขาต่อไฟเลี้ยงภายนอก ขากราวด์

หัวใจสำคัญของ DS1820 อยู่ที่ตัวตรวจจับอุณหภูมิและหน่วยความจำความเร็วสูงที่เรียกว่า สแครตช์แพด (Scratchpad) ซึ่งมีขนาด 9 ไบต์

เมื่อวัดอุณหภูมิได้ก็จะนำค่าที่วัดได้นี้มาเก็บไว้ในสแครตช์แพดที่ไบต์ 0 และ 1 ทั้งที่เนื่องจากไอซี DS1820 สามารถให้ข้อมูลของอุณหภูมิได้ละเอียดถึง 16 บิต เมื่อนำมาแปลงเป็นข้อมูลเลขฐานสิบจึงสามารถแสดงความละเอียดของค่าอุณหภูมิได้ถึง 0.5 ℃ และ 0.9 °F โดยมีย่านวัดอุณหภูมิ - 55 ถึง + 125 ℃ หรือ - 67 ถึง + 257 °Fโดยค่าของ °F ต้องใช้การแปลงหน่วยเข้ามาช่วยใช้เวลาในการแปลงค่าอุณหภูมิเป็นข้อมูลดิจิตอลประมาณ 200 มิลลิวินาที สามารถกำหนดขอบเขตของอุณหภูมิที่ทำการวัดได้ และแจ้งเตือนเมื่อค่าของอุณหภูมิสูงขึ้นหรือลดต่ำลงถึงค่าที่กำหนด โดยค่า อุณหภูมิที่กำหนดนี้จะเก็บไว้ที่ สแครตช์แพดในไบต์ 2 และ 3

ภาพที่ 5 รูปร่างของไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS1820

3. การดำเนินงาน

โครงสร้างของระบบ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วนหลักๆ ดังนี้คือ

3.1 ส่วนของออกแบบระบบตรวจวัดค่าพลังงาน ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

การออกแบบในระบบที่ใช้ในการควบคุมการสั่งงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าตามห้องต่างๆ การออกแบบจะใช้ Pic Microcontroller เชื่อมต่อกับเซ็นเซอร์ต่างๆ ที่ได้นำมาใช้งานสำหรับการตรวจจับค่าอุณหภูมิ จำนวนคนที่อยู่ในห้อง การควบคุมระบบแสงสว่าง ในส่วนของอุปกรณ์ตรวจวัดค่าที่ติดตั้งอยู่กับโหลด สำหรับใช้วัดค่าแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า, พลังงานไฟฟ้า แล้วแสดงผลออกทางจอ LCD ด้านหน้าให้สามารถอ่านค่าต่างๆ ได้

ภาพที่ 6 ไดอะแกรมของวงจรระบบแบบจำลองการอนุรักษ์พลังงาน โดยใช้ PIC ควบคุม

3.2 ส่วนของระบบการแสดงผลการทำงานผ่าน LoRa Gateway ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

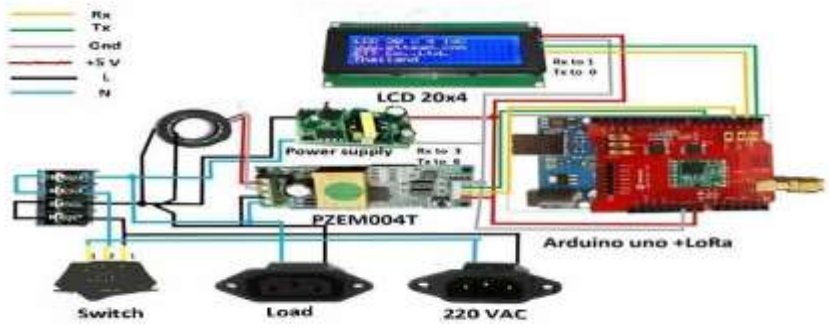
LoRa Gateway จะใช้บอร์ด Arduino MEGA 2560 จำนวน 2 ชุดในการประมวลผลโดยแบ่งบอร์ด Arduino MEGA 2560 ชุดที่1ต่อคล่อมด้วยบอร์ดของ NB - IoT AIS Shield เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลขึ้นสู่ Cloud ของAIS Magellan ส่วนบอร์ด Arduino MEGA 2560 ชุดที่ 2 ต่อคล่อมด้วยบอร์ด LoRa Shield เพื่อใช้เป็นตัวรับข้อมูลระหว่างชุด Lora Meter กับชุด Lora Gateway

3.3 ส่วนการเก็บข้อมูลด้วยระบบ Cloud ของAIS Magellan

ในส่วนของ AIS Magellan จะให้เก็บข้อมูลผ่าน Cloud โดยให้มาพร้อมกับชุดของ NB - IoT AIS Shield พร้อมรหัสผ่านและจะเรียกเก็บค่าบริการเป็นรายปีโดยในการนำมาใช้สำหรับทำการรับค่าข้อมูลที่ส่งมาจากส่วนของชุด LoRa Gateway ซึ่งเป็นข้อมูลจากการที่วัดของโหลดมาจากชุดของ LoRa Meter ใน Cloud ของ AIS Magellan จะสามารถแสดงผลของค่าที่วัดต่างๆ ทั้งหมดได้ในขณะนั้น (Realtime) ให้ทราบรวมทั้งยังเก็บบันทึกข้อมูลไว้ให้ตรวจย้อยหลังได้

3.4 ส่วน Web Server

เนื่องจาก Cloud ของAIS Magellan ต้องมีการใช้ร่วมกับผู้ใช้รายอื่นๆ ที่ทาง AIS จำหน่ายชุด NB - IoT AIS Shield ด้วยทางผู้จัดทำโครงการเห็นว่าอาจจะเก็บได้น้อยไม่เพียงพอกับการต้องบันทึกข้อมูลกับเนื้อที่ที่ให้มาของ Cloud AIS Magellan ดังนั้นจึงได้เพิ่มการส่งข้อมูลเข้าเก็บในWeb Server คู่ขนานไปกับ Cloud AIS Magellan ให้สามารถตรวจสอบข้อมูลการใช้ไฟฟ้าได้ตลอดเวลาและตรวจสอบได้ทุกสถานที่ที่มีเครือข่าย Internet



ภาพที่ 7 การต่อวงจรชุด LoRa Gateway

ผลการทดลองและอภิปรายผลการทดลอง

ในการทำงานของวงจรได้แบ่งการทำงานของวงจรออกเป็น 3 แบบคือ วงจรวัดอุณหภูมิ วงจรการนับจำนวนคนเข้า-ออก และวงจรรีเลย์โดยทั้ง 3 วงจรจะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์เป็นตัวประมวลผลและควบคุมการทำงานหลักการทำงานของวงจรคือ วงจรวัดอุณหภูมิทำหน้าที่วัดอุณหภูมิแล้วส่งค่าที่วัดได้แสดงผลที่ LCD เพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการควบคุม โดยใช้อินฟราเรดทำหน้าที่เป็นเซนเซอร์จำนวน 2 ชุดติดไว้ที่หน้าโต๊ะบริเวณทางเข้า ในแต่ละห้อง โดยมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

ข้อกำหนด ถ้าอุณหภูมิ 25 °C แอร์จะทำงาน 1 ตัว ถ้าอุณหภูมิ 27 °C แอร์จะทำงาน 2 ตัว
1-2 คน ไฟติด 15 หลอด แอร์ทำงาน 1 ตัว 1-4 คน ไฟติด 30 หลอด แอร์ทำงาน 1 ตัว
1-6 คน ไฟติด 30 หลอด แอร์ทำงาน 2 ตัว 7 คนขึ้นไป ไฟติด 30 หลอด แอร์ทำงาน 2 ตัว

หมายเหตุ : ในแบบจำลองจะควบคุมในการเปิด–ปิด แบบอัตโนมัติเฉพาะแอร์ และหลอดไฟเท่านั้น ส่วนเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ จะสามารถเปิด–ปิด การใช้งานตามความต้องการ

การแสดงผลของข้อมูลและสถานะการทำงานที่หน้าจอ แอลซีดี โดยมีการแสดงผลการทำงานในลักษณะและเงื่อนไขที่แตกต่างกันและมีการแสดงข้อความ ดังนี้

Temp = XX °C ซึ่งเป็นการบอกอุณหภูมิของห้องทำงานขณะนั้น
People = X เป็นการแสดงจำนวนคนในห้องทำงานขณะนั้น

Air 1 = เครื่องปรับอากาศตัวที่ 1
Air 2 = เครื่องปรับอากาศตัวที่ 2
Relay = โหลดอุปกรณ์ไฟฟ้า
Lamp = ฟูลออเรสเซนต์
เมื่อ 1 = Status Open
0 = Status Close

ภาพที่ 8 สถานะการแสดงผลของจอแอลซีดี

การเก็บผลค่าพลังงานในแต่ละห้องภายในอาคาร โดยในแต่ละห้องมีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าพื้นฐานที่มีอยู่ในห้องซึ่งมีการใช้งานตามจำนวนชั่วโมงและปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ในแต่ละวันดังแสดงตาม ตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การใช้พลังงานไฟฟ้าในห้องพักอาจารย์

อุปกรณ์	จำนวน	วัตต์	ช.ม./วัน	วัตต์-ช.ม./วัน
Notebook	7	50	8	2,800
Com-PC 1	1	150	11	1,650
Com-PC 2	1	150	11	1,650
กาต้มน้ำ	1	2,100	2	4,200
ตู้เย็น 4 Cu	1	210	24	5,040
หลอดไฟ 38 w	10	11	11	1,210
อุปกรณ์	**จำนวน**	**วัตต์**	**ช.ม./วัน**	**วัตต์-ช.ม./วัน**
แอร์	2	1,500	11	33,000
TV LCD 21	1	60	3	180
			รวม	**51,680**

ผลการดำเนินงานการเก็บค่าพลังงานที่นำมาทดสอบและนำมาเปรียบเทียบกับระบบการจัดการ ทั้งหมด 7 ห้อง เพื่อหาค่าปริมาณสูงสุดที่สามารถประหยัดพลังงานได้ มีการสำรวจจำนวนชั่วโมงการทำงานของอุปกรณ์ และความสัมพันธ์ของจำนวนชั่วโมงการใช้งานและจำนวนคนที่อยู่ในห้อง ตามเวลาที่แสดงการทำงานในแต่ละวัน และแสดงจำนวนปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ในแต่ละวัน ดังแสดงตามตารางที่ 2

ตารางที่ 2 แบบสำรวจการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเฉพาะแอร์ และหลอดไฟในห้องพักอาจารย์

ช่วงเวลา	จำนวนคน	แอร์ 1	วัตต์	แอร์ 2	วัตต์	หลอดไฟ	วัตต์	รวมวัตต์
9.00 - 10.00	1 - 8	ON	1,500 x 1 = 1,500	ON	1,500 x 1 = 1,500	On, 30 หลอด	11 x 1= 11	**3,011**

10.00 -13.00	1 - 4	ON	1,500 x 3 = 4,500	ON	1,500 x 3 = 4,500	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	**9,033**
13.00 -18.00	1 - 2	ON	1,500 x 5 = 7,500	ON	1,500 x 5 = 7,500	On, 30 หลอด	11 x 5= 55	**15,055**
18.00 -21.00	1 - 4	ON	1,500 x 3 = 4,500	ON	1,500 x 3 = 4,500	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	**9,033**
เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ							เท่ากับ	**51,680**
							รวม	**87,812**

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเฉพาะแอร์ และหลอดไฟ ห้องที่ 1

ช่วงเวลา	**จำนวนคน**	**แอร์ 1**	**วัตต์**	**แอร์ 2**	**วัตต์**	**หลอดไฟ**	**วัตต์**	**รวมวัตต์**
9.00 - 10.00	1 – 8	ON	1,500 x 1 = 1,500	ON	1,500 x 1 = 1,500	On, 30 หลอด	11 x 1= 11	**3,011**
10.00 -13.00	1 – 4	ON	1,500 x 3 = 4,500	-	-	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	**4,533**
13.00 -18.00	1 – 2	ON	1,500 x 5 = 7,500	-	-	On, 15 หลอด	11 x 2.5= 27.5	**7,527.5**
18.00 -21.00	1 – 4	ON	1,500 x 3 = 4,500	-	-	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	**4,533**
เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ							เท่ากับ	**51,680**
							รวม	**71,284.5**

สรุปผลการทดสอบ ห้องที่ 1 พบได้ว่าเมื่อมีการบริหารจัดการพลังงานที่โดยใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาจัดการบริหารปริมาณของเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถประหยัดพลังงาน 87,812 – 71,284.5 = 16,527.5 วัตต์-ชม./วัน

ตารางที่ 4 แบบสำรวจการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเฉพาะแอร์ และหลอดไฟในห้องพักอาจารย์ ห้องที่ 2

ช่วงเวลา	**จำนวนคน**	**แอร์ 1**	**วัตต์**	**แอร์ 2**	**วัตต์**	**หลอดไฟ**	**วัตต์**	**รวมวัตต์**
9.00 - 10.00	1 - 5	ON	1,500 x 1 = 1,500	ON	1,500 x 1 = 1,500	On, 30 หลอด	11 x 1= 11	3,011
10.00 -13.00	1 - 2	ON	1,500 x 3 = 4,500	-	-	On, 15 หลอด	11 x 3= 33	4,533
13.00 -18.00	1 - 9	ON	1,500 x 5 = 7,500	ON	1,500 x 1 = 1,500	On, 30 หลอด	11 x 5= 55	9,055
18.00 -21.00	1 - 3	ON	1,500 x 3 = 4,500	-	-	On, 15 หลอด	11 x 3= 33	4,533
เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ							เท่ากับ	51,680
							รวม	72,812

สรุปผลการทดสอบ ห้องที่ 2 พบได้ว่าเมื่อมีการบริหารจัดการพลังงานที่โดยใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาจัดการบริหารปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถประหยัดพลังงาน 87,812 – 72,812 = 15,000 วัตต์-ชม./วัน

ตารางที่ 5 แบบสำรวจการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเฉพาะแอร์ และหลอดไฟในห้องพักอาจารย์ ห้องที่ 3

ช่วงเวลา	จำนวนคน	แอร์ 1	วัตต์	แอร์ 2	วัตต์	หลอดไฟ	วัตต์	รวมวัตต์
9.00 - 10.00	1 - 12	ON	1,500 x 1 = 1,500	ON	1,500 x 1 = 1,500	On, 30 หลอด	11 x 1= 11	3,011
10.00 -13.00	1 - 8	ON	1,500 x 3 = 4,500	ON	1,500 x 3 = 4,500	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	9,033
13.00 -18.00	1 - 9	ON	1,500 x 5 = 7,500	ON	1,500 x 5 = 7,500	On, 30 หลอด	11 x 5= 55	15,055
18.00 -21.00	1 - 4	ON	1,500 x 3 = 4,500	-	-	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	4,533
เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ							เท่ากับ	51,680
							รวม	83,312

สรุปผลการทดสอบ ห้องที่ 3 พบได้ว่าเมื่อมีการบริหารจัดการพลังงานที่โดยใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาจัดการบริหารปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถประหยัดพลังงาน 87,812 – 83,312 = 4,500 วัตต์-ชม./วัน

ตารางที่ 6 การทดสอบการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเฉพาะแอร์ และหลอดไฟ ห้องที่ 4

ช่วงเวลา	จำนวนคน	แอร์ 1	วัตต์	แอร์ 2	วัตต์	หลอดไฟ	วัตต์	รวมวัตต์
9.00 - 10.00	1 - 7	ON	1,500 x 1 = 1,500	ON	1,500 x 1 = 1,500	On, 30 หลอด	11 x 1= 11	3,011
10.00 -13.00	1 - 10	ON	1,500 x 3 = 4,500	ON	1,500 x 3 = 4,500	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	9,033
13.00 -18.00	1 - 5	ON	1,500 x 5 = 7,500	-	-	On, 15 หลอด	11 x 2.5= 27.5	7,527.5
18.00 -21.00	1 - 7	ON	1,500 x 3 = 4,500	ON	1,500 x 3 = 4,500	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	9,033
เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ							เท่ากับ	51,680
							รวม	80,284.5

สรุปผลการทดสอบ ห้องที่ 4 พบได้ว่าเมื่อมีการบริหารจัดการพลังงานที่โดยใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาจัดการบริหารปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถประหยัดพลังงาน 87,812 – 80,284.5 = 7,527.5 วัตต์-ชม./วัน

ตารางที่ 7 การทดสอบการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเฉพาะแอร์ และหลอดไฟ ห้องที่ 5

ช่วงเวลา	จำนวนคน	แอร์ 1	วัตต์	แอร์ 2	วัตต์	หลอดไฟ	วัตต์	รวมวัตต์
9.00 - 10.00	1 - 3	ON	1,500 x 1 = 1,500	ON	1,500 x 1 = 1,500	On, 30 หลอด	11 x 1= 11	3,011
10.00 -13.00	1 - 4	ON	1,500 x 3 = 4,500	-	-	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	4,533

13.00 -18.00	1 - 2	ON	1,500 x 5 = 7,500	-	-	On, 15 หลอด	11 x 2.5= 27.5	7,527.5
18.00 -21.00	1 - 2	ON	1,500 x 3 = 4,500	-	-	On, 15 หลอด	11 x 1= 11	4,511
เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ							เท่ากับ	51,680
							รวม	71,262.5

สรุปผลการทดสอบ ห้องที่ 5 พบได้ว่าเมื่อมีการบริหารจัดการพลังงานที่โดยใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาจัดการบริหารปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถประหยัดพลังงาน 87,812 – 71,262.5 = 16,549.5 วัตต์-ชม./วัน

ตารางที่ 8 การทดสอบการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเฉพาะแอร์ และหลอดไฟ ห้องที่ 6

ช่วงเวลา	จำนวนคน	แอร์ 1	วัตต์	แอร์ 2	วัตต์	หลอดไฟ	วัตต์	รวมวัตต์
9.00 - 10.00	1 - 2	ON	1,500 x 1 = 1,500	-	-	On, 15 หลอด	11 x 1= 11	3,011
10.00 -13.00	1 - 4	ON	1,500 x 3 = 4,500	-	-	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	4,533
13.00 -18.00	1 - 4	ON	1,500 x 5 = 7,500	-	-	On, 30 หลอด	11 x 5= 55	7,555
18.00 -21.00	1 - 2	ON	1,500 x 3 = 4,500	-	-	On, 15 หลอด	11 x 3= 33	4,533
เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ							เท่ากับ	51,680
							รวม	71,312

สรุปผลการทดสอบ ห้องที่ 6 พบได้ว่าเมื่อมีการบริหารจัดการพลังงานที่โดยใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาจัดการบริหารปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถประหยัดพลังงาน 87,812 – 71,312 = 16,500 วัตต์-ชม./วัน

ตารางที่ 9 การทดสอบการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเฉพาะแอร์ และหลอดไฟ ห้องที่ 7

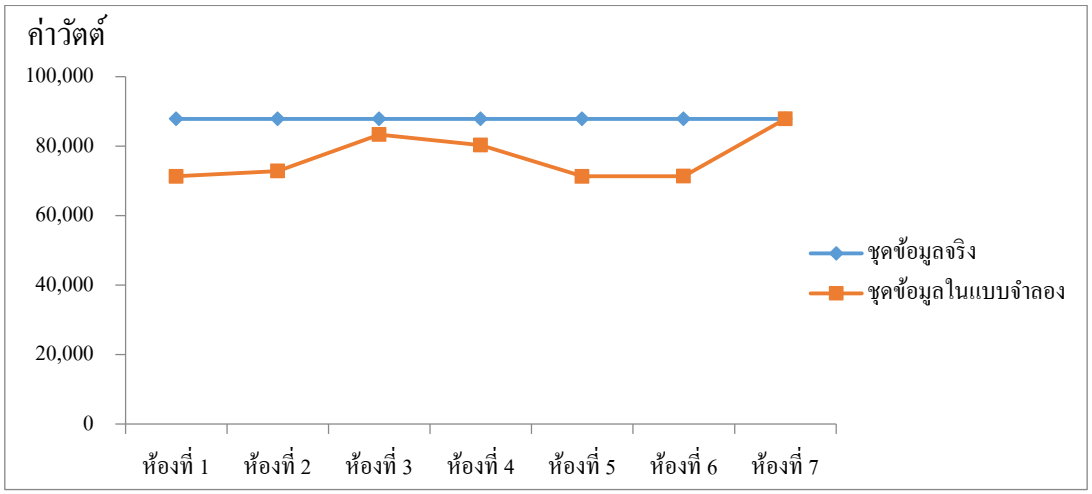
ช่วงเวลา	จำนวนคน	แอร์ 1	วัตต์	แอร์ 2	วัตต์	หลอดไฟ	วัตต์	รวมวัตต์
9.00 - 10.00	1 - 12	ON	1,500 x 1 = 1,500	ON	1,500 x 1 = 1,500	On, 30 หลอด	11 x 1= 11	3,011
10.00 -13.00	1 - 14	ON	1,500 x 3 = 4,500	ON	1,500 x 3 = 4,500	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	9,033
13.00 -18.00	1 - 9	ON	1,500 x 5 = 7,500	ON	1,500 x 5 = 7,500	On, 30 หลอด	11 x 5= 55	15,055
18.00 -21.00	1 - 8	ON	1,500 x 3 = 4,500	ON	1,500 x 3 = 4,500	On, 30 หลอด	11 x 3= 33	9,033
เครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ							เท่ากับ	51,680
							รวม	87,812

สรุปผลการทดสอบ ห้องที่ 7 พบได้ว่าเมื่อมีการบริหารจัดการพลังงานที่โดยใช้ระบบไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาจัดการบริหารปริมาณการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า สามารถประหยัดพลังงาน 87,812 – 87,812 = 0 วัตต์-ชม./วัน

ตารางที่ 10 สรุปผลการทดสอบหมด 7 ห้อง

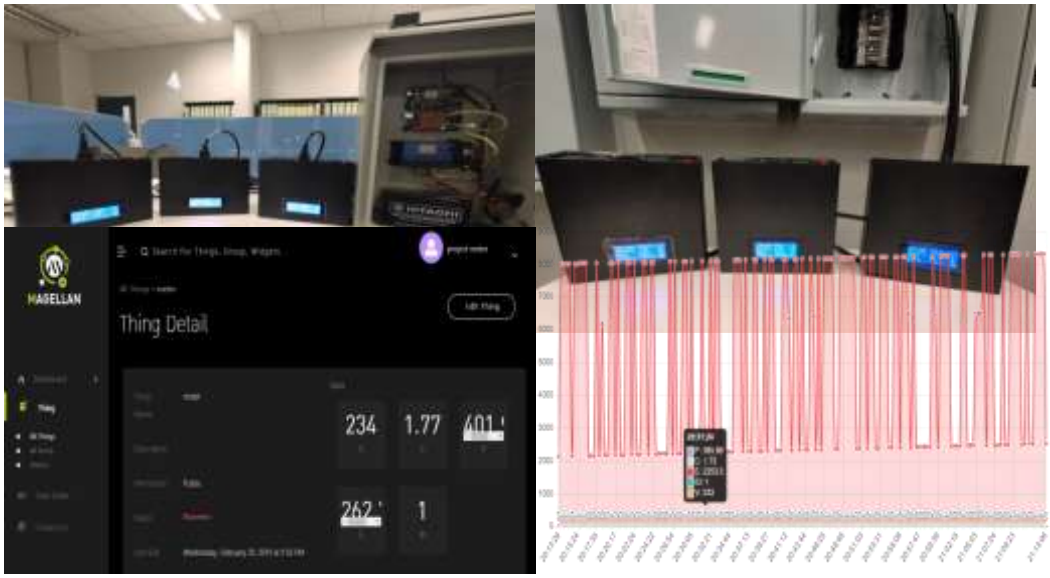
วันที่	ค่าพลังงานที่ใช้งาน (kWh)	ค่าข้อมูลหลังจากการควบคุม (kWh)	ปริมาณพลังงานที่สามารถประหยัดได้ (kWh)
1	87,812	71,284.5	16,527.50
2	87,812	72,812	15,000
3	87,812	83,312	4,500
4	87,812	80,284.5	7,527.5
5	87,812	71,262.5	16,549.5
6	87,812	71,312	16,500
7	87,812	87,812	0
		จะสามารถประหยัดได้	76,604.50 วัตต์/สัปดาห์

จากแบบสำรวจการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าในห้องที่ได้ทำการทดสอบจำนวน 7 ห้อง พบว่า สามารถประหยัดไฟฟ้าได้เท่ากับ 76,604.5 วัตต์-สัปดาห์



ภาพที่ 9 กราฟเปรียบเทียบการใช้งานข้อมูลจริงกับในแบบจำลองใน 1 สัปดาห์

ภาพที่ 9 แสดงค่าเปรียบเทียบการใช้งานระหว่างการใช้งานปกติกับการใช้งานแบบมีการควบคุมด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ พบว่า ค่าพลังงานเฉลี่ยที่มีการควบคุมนั้น สามารถลดการใช้พลังงานลงได้ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์



ภาพที่ 10 การแสดงผลและการเข้าดูผลการตรวจวัด AIS **NB-IoT**

อภิปรายผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบการบริหารจัดการพลังงานทั้งหมด 7 ห้อง พบว่า การบริหารจัดการพลังงานโดยใช้เงื่อนไขจากการตรวจจับปริมาณคนที่อยู่ในแต่ละห้อง เพื่อกำหนดและตรวจจับอุณหภูมิภายในห้องและตั้งค่าการควบคุมการทำงานของแสงสว่างและอุปกรณ์ทำความเย็น พบว่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าลดลง เมื่อปริมาณคนในห้องมีจำนวนน้อยและสามารถลดเวลาการทำงานของอุปกรณ์ต่างลงได้ประมาณ 15 เปอร์เซ็นต์

ผลการทำงานสำหรับการอ่านและวัดค่าได้ตามที่ต้องการคือสามารถวัดค่าพร้อมแสดงผลของแรงดันไฟฟ้า, ค่ากระแสไฟฟ้า, ค่ากำลังไฟฟ้าและค่าพลังงานไฟฟ้าและยังสามารถส่งข้อมูลผ่านระบบคลื่นวิทยุเข้าเข้าชุด LoRa Gateway ที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ AIS **NB - IoT** ได้เป็นอย่างดีและสามารถรับข้อมูลมาส่งเข้า Cloud ของ AIS Magellan เพื่อนำไปแสดงผลให้สามารถอ่านขณะนั้นได้และรวมทั้งสามารถเก็บบันทึกไว้ใน Cloud ให้สามารถดูผลย้อนหลังได้

เอกสารอ้างอิง

ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2550. PIC MICROCONTROLLER LEARNING BY DOING. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : สมาร์ทเลิร์นนิ่ง

ณัฏจพล วงศ์สุนทรชัย. 2543. เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F628. ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์. บจก.

ดอนสัน ปงผาบ. 2551. ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC และการประยุกต์ใช้งาน. ครั้ง 2. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 18F458. บริษัท อีเลคทรอนิกส์ ซอร์ท จำกัด. เข้าถึงได้จาก : www.es.co.th/index.asp.

วงจร PROPICUSBV 1.0. เข้าถึงได้จาก : www.thaimicrotron.com.