การพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชัน โดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง

Development of a Prototype In-Home Electricity Calculation System through an Application using Internet Technology of Things

จิรวิญญ์ ดีเจริญชิตพงศ์[1] รัตติกานต์ วิบูลย์พานิช[2] ธีรภัทร ประวัติรุ่งเรือง[3]
โกเมศ ศุภัคธัญญากิจ[4] จีรสิทธิ์ อึ้งรัตนวงศ์[5]

[1]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, jirawin.de@northbkk.ac.th
[2]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, rattikan.vi@northbkk.ac.th
[3]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, theerapath.pr@northbkk.ac.th
[4]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, gomes.ma@northbkk.ac.th
[5]คณะเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล, มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ, jirasith.un@gmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่อง การพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง เป็นการพัฒนาต้นแบบเพื่อใช้สำหรับให้ผู้ใช้ไฟฟ้าสามารถคำนวณค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือน เพื่อช่วยในการวางแผนและจัดการปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในบ้าน วัตถุประสงค์ของการพัฒนาต้นแบบเพื่อช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและวัดปริมาณการใช้งานพลังงานไฟฟ้า และใช้ในการคำนวณและประเมินค่าใช้จ่ายเพื่อเปรียบเทียบจากราคาค่าไฟฟ้าในแต่ละเดือนจากการไฟฟ้านครหลวงหรือการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

การพัฒนาต้นแบบได้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ร่วมกับอุปกรณ์ PZEM-004T เพื่อใช้สำหรับวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า และจะมีการส่งข้อมูลไปที่ NETPIE แพลตฟอร์ม IoT ที่จะทำให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบข้อมูลการใช้งานไฟฟ้าผ่านทางระบบอินเทอร์เน็ตได้ ผลจากการประเมินประสิทธิภาพต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญ มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.43 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.42 ผลประเมินประสิทธิภาพอยู่ในระดับดี และมีการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไป พบว่าผลประเมินความพึงพอใจอยู่ในระดับดีมาก มีค่าเฉลี่ยรวม ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.54 และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.32 ซึ่งสรุปผลได้ว่าการพัฒนาต้นแบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ต่อไป

คำหลัก: พลังงานไฟฟ้า, อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง

Abstract

The research on the development of a prototype of an in-home electricity calculating system using Internet of Things. This prototype is developed for users to calculate their monthly electricity consumption to assist in planning and managing their household electricity usage. The objective of this research is to allow users to monitor and measure their electricity usage and calculate costs to compare with monthly electricity bills from the metropolitan electricity authority or provincial electricity authority.

The prototype was implemented using ESP8266 and PZEM-004T to measure electricity consumption and data will be sent to the NETPIE IoT platform to enable users to monitor their electricity usage via the internet. The developed system was evaluated by experts showed an average score of 4.43 and standard deviation of 0.42, indicating a high level of efficiency and user satisfaction evaluations showed an average score of 4.54 and standard deviation of 0.32, indicating a very high level of satisfaction. In conclusion, this prototype of an in-home electricity calculating system using internet of things could be used properly.

Keywords: Electric Power, Internet of Things

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันปัญหาเรื่อง สภาวะอากาศที่มีความแปรปรวนของโลกทำให้อุณหภูมิพื้นผิวของน้ำทะเลมีการเปลี่ยนแปลงและส่งผลกระทบทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกเพิ่มขึ้นตามไปด้วย อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นสูงนี้ ส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมและสิ่งมีชีวิตรวมทั้งมนุษย์ เนื่องจากสภาพอากาศที่ร้อน ทำให้ผู้อยู่อาศัยมีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ และมีการใช้เปิดอุปกรณ์มากขึ้นตามไปด้วย ส่งผลทำให้มีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้นตามลำดับ และเหตุผลอีกประการหนึ่งก็คือ การที่การไฟฟ้ามีการคิดคำนวณค่าไฟฟ้าแบบอัตราก้าวหน้า [1] จึงทำให้การคิดคำนวณค่าไฟฟ้ามีสูตรคำนวณที่แตกต่างกัน หากมีการใช้งานเพิ่มขึ้นหน่วยของค่าไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้นตามปริมาณการใช้งานที่เพิ่มอีกด้วย ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้ ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากผู้ใช้งานไม่ทราบข้อมูลเกี่ยวกับการคำนวณและการคิดคำนวณค่าไฟฟ้าที่มีสูตรคำนวณต่างกัน และอีกประเด็นหนึ่งก็คือ ผู้ใช้ตามบ้านและที่อยู่อาศัยอาจจะไม่ได้มีเวลาในการตรวจสอบมิเตอร์ไฟฟ้าหรือมีการจดหน่วยการใช้พลังงานไฟฟ้าในแต่ละเดือน ว่ามีการใช้พลังงานไฟฟ้าไปมากน้อยเพียงใด หรืออาจมีการเปิดใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าทิ้งไว้ จึงส่งผลต่อค่าใช้ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น โดยที่ผู้ใช้ไม่ทราบและไม่มีการแจ้งเตือนใดๆ ให้ทราบมาก่อนล่วงหน้า

จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยได้มีการศึกษาค้นคว้าและหาแนวทางในการช่วยให้ ผู้พักอาศัยได้รับความสะดวกในการตรวจสอบค่าไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าโดยการใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ ESP8266 มาประยุกต์ใช้ร่วมกับเทคโนโลยีอินเทอร์ในทุกสิ่ง เพื่อให้สามารถเก็บข้อมูล

ค่าใช้จ่ายในแต่ละเดือน ทำให้ผู้ตามบ้านและที่อยู่อาศัยสามารถที่จะตรวจสอบค่าไฟฟ้าได้สะดวก ทางผู้วิจัยจึงได้พัฒนาต้นแบบเพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบสถานะของการใช้งานผ่านทางแอพพลิเคชัน ที่จะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบและดูสถานะการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านทางสมาร์ทโฟนได้ง่าย และลดปัญหาเรื่องค่าใช้ไฟฟ้าในแต่ละเดือนที่มีความผิดปกติได้

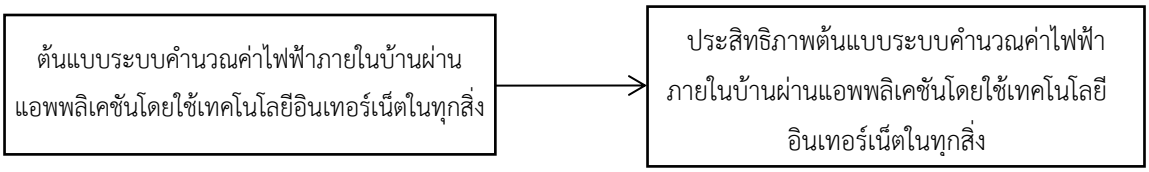
วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง
2. เพื่อพัฒนาระบบคำนวณค่าใช้ไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย
3. เพื่อหาประสิทธิภาพต้นแบบของระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านพักอาศัย

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง
2. ได้แนวทางในการพัฒนาระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งที่มีประสิทธิภาพ

กรอบแนวคิด



ภาพประกอบ 1 กรอบแนวคิด

วิธีดำเนินการวิจัย

ในการพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ได้มีการศึกษาทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานของเซนเซอร์ และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาระบบโดยมีรายละเอียดดังนี้

1. Internet of Thing (IoT)

เทคโนโลยี Internet of Thing (IoT) เป็นเทคโนโลยีเพื่อพัฒนาประเทศไปสู่การเป็น Thailand Industry 4.0 เทคโนโลยีด้าน IoT ถือเป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมภาคอุตสาหกรรม ที่อาศัยการเชื่อมต่อเพื่อการสื่อสารและทำงานร่วมกันระหว่างเครื่องจักร มนุษย์และข้อมูล เพื่อเพิ่มอำนาจในการตัดสินใจที่รวดเร็วและมีความถูกต้องแม่นยำสูง รวมไปถึงการนำไปประยุกต์ใช้ในด้านต่าง ๆ ซึ่งก่อให้เกิดนวัตกรรมและบริการใหม่ ๆ อีกมากมาย

ยกตัวอย่างเช่น เซ็นเซอร์ภายในโรงพยาบาลที่ตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้ป่วย เมื่อผู้ป่วยมีการเคลื่อนไหวหรือผู้ป่วยล้ม จะส่งสัญญาณไปยังบุคลากรทางการแพทย์หรือแผนกฉุกเฉิน เซ็นเซอร์ภายในบ้านใช้สำหรับตรวจจับการเคลื่อนไหวของผู้อยู่อาศัย และส่งสัญญาณสั่งเปิดหรือปิดสวิตช์ไฟตามห้องต่าง ๆ ที่มีคนอาศัยหรือเมื่อไม่มีคนอยู่บ้าน เป็นต้น ยิ่งไปกว่านั้น เทคโนโลยีด้าน IoT เป็นหนึ่งในสิบเทคโนโลยีที่น่าจับตามองตามการวิเคราะห์บริษัท Gartner ที่ปรากฏในรายงาน Gartner's Top 10 Strategic Technology Trends for 2020 และมีการคาดการณ์ว่าจำนวนของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อระบบพื้นฐานสำหรับ IoT จะเพิ่มมากกว่าหลายพันล้านอุปกรณ์ [2] จึงเป็นที่น่าสนใจในการเรียนรู้และพัฒนานวัตกรรมเพื่อตอบสนองเทคโนโลยีดังกล่าว

การพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ได้มีการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งเทคโนโลยีการสื่อสารของอุปกรณ์ ดังนี้

1. ไวไฟ (Wi-Fi) เป็นการสื่อสารไร้สายที่ถูกใช้งานอย่างแพร่หลาย รวมไปถึงการประยุกต์ใช้งานเทคโนโลยี Internet of Things (IoT) ซึ่งไวไฟได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อจุดประสงค์ในการรองรับอุปกรณ์ที่ต้องการการสื่อสารด้วยข้อมูลปริมาณมาก เหมาะสำหรับการสื่อสารของอุปกรณ์ IoT มีการสื่อสารด้วยข้อมูลขนาดเล็ก เน้นการใช้พลังงานต่ำ และรองรับอุปกรณ์ได้เป็นจำนวนมาก [3]

2. ซิกบี (Zigbee) และ บูลทูธ (Bluetooth) ถือเป็นเทคโนโลยีที่สำคัญ เพื่อใช้รองรับการสื่อสารของ IoT เทคโนโลยีทั้งสองถูกออกแบบเพื่อใช้พลังงานต่ำ และรองรับการเชื่อมต่อโหนดจำนวนมาก โดยการทำงานของซิกบีสามารถรองรับการเชื่อมต่อในรูปแบบเมช (Mesh) เพื่อรองรับการเชื่อมต่อโหนดที่มีจำนวนมากได้ อีกหนึ่งโปรโตคอลที่สำคัญในกลุ่มนี้ได้แก่ IPv6 over Wireless Personal Network (6LoWPAN) ซึ่งเป็นโปรโตคอลเพื่อรองรับการสื่อสารของของ IoT ในรูปแบบการใช้ IP Address เพื่อการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ ทำให้การส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์บนเน็ตเวิร์กของ 6LoWPAN และอินเทอร์เน็ต สามารถสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. NB-IoT และ LoRa เป็นอีกหนึ่งเทคโนโลยีที่สำคัญในการรองรับการสื่อสารของอุปกรณ์ IoT โดยความโดดเด่นของทั้งสองเทคโนโลยีคือ การรองรับการสื่อสารระยะไกลและการใช้พลังงานต่ำ ในประเทศไทย NB-IoT มีทำงานอยู่บนเครือข่ายของ 2 ผู้ให้บริการเจ้าใหญ่ คือ บริษัท แอดวานซ์ อินโฟร์ เซอร์วิส และ ทรูคอร์ปอเรชั่น ทำให้สะดวกในการติดตั้ง เนื่องจากทำงานอยู่บนเครือข่ายเซลลูลาร์ที่ได้ติดตั้งไว้เดิมอยู่แล้ว ในส่วนของ LoRa ผู้ให้บริการหลักคือ บริษัท กสท. โทรคมนาคม จำกัด (มหาชน) ซึ่งในช่วงที่ผ่านมาในปี 2561 ได้เริ่มมีการติดตั้งในเมืองใหญ่ต่าง ๆ เช่น ภูเก็ต เชียงใหม่ และขอนแก่น เป็นต้น

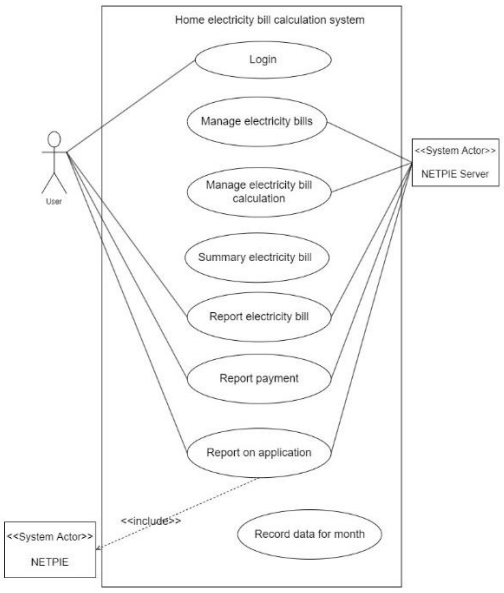
จากความหลากหลายของเทคโนโลยีข้างต้น ได้กล่าวถึงเทคโนโลยีพื้นฐานและผลกระทบที่เกิดขึ้น เมื่อมีการนำเทคโนโลยีไปประยุกต์ใช้ ส่วนที่สำคัญนั้นจะเป็นเรื่องของพื้นฐานการทำงาน และ การเชื่อมต่อของอุปกรณ์เพื่อให้สามารถเข้าใจระบบเน็ตเวิร์กภายใต้การทำงานของเทคโนโลยี IoT [4] ทำให้สามารถเลือกใช้เทคโนโลยีได้อย่างเหมาะสม และทำให้การสื่อสารเน็ตเวิร์กเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

ในการดำเนินการวิจัยพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งนี้ ทางผู้วิจัยได้มีการใช้เครื่องมือในการพัฒนาต้นแบบระบบควบคุม โดยแบ่งออกเป็นส่วนของฮาร์ดแวร์ซึ่งมีการนำเอาไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้ในการควบคุมระบบและซึ่งงานวิจัยนี้ได้มีการเลือกใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล ESP8266 ที่เรียกว่า NodeMCU V2 ซึ่งเป็นโมดูลที่มี Wi-Fi อยู่ในตัวโมดูลสามารถเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายได้ง่าย และมีขนาดเล็ก [5] สามารถทำงานร่วมกับโมดูลของ Arduino UNO R3 ได้ทันที สามารถเชื่อมต่อไปยังโครงข่ายอินเทอร์เน็ตได้ง่าย และใช้แรงดันในการทำงาน 3.3V จึงทำให้ประหยัดพลังงาน และมีราคาค่อนข้างถูก ใช้งานได้ง่าย สามารถอัพเดตเฟิร์มแวร์ (Firmware) ได้ ภาษาที่ใช้เป็นแบบ Open Source เขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ปัจจุบันมีนักพัฒนาได้ปรับปรุงให้สามารถทำงานร่วมกับ Arduino IDE [6] จึงทำให้ใช้งานกับภาษา C/C++ ได้สะดวกยิ่งขึ้น รวมทั้งมีไลบรารี่ (Library) ที่ถูกพัฒนาโดยนักพัฒนาเพิ่มขึ้นและมีโมดูลใช้งานร่วมกับ NodeMCU ได้อย่างมากมาย ดังภาพประกอบ 2

ภาพประกอบ 2 อุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ NodeMCU ESP8266 [5]

ในการพัฒนาต้นแบบได้ทำการวิเคราะห์ระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง โดยได้ทำการวิเคราะห์ระบบโดยใช้เครื่องมือวิเคราะห์ระบบเชิงวัตถุ ได้แก่ Use Case Diagram มีรายละเอียดดังภาพประกอบ 3



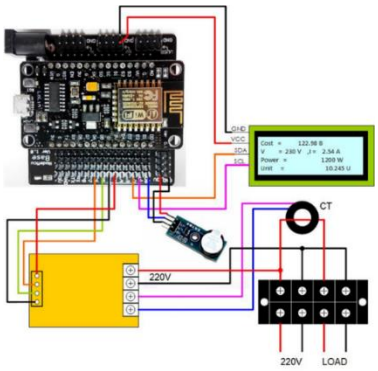
ภาพประกอบ 3 แสดงยูสเคสเคสไดอะแกรมการพัฒนาต้นแบบระบบคำนวนค่าไฟฟ้า

จากภาพประกอบ 3 แสดง Use Case Diagram การพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ประกอบด้วย Actor ที่เกี่ยวข้องกับระบบ ได้แก่ Actor

ผู้ใช้งาน (User), Actor โปรแกรมใช้งาน (Application) ผ่านทาง NET PIE จากภาพแสดงให้เห็นว่า ผู้ใช้งานจำเป็นต้องเข้าใช้งานระบบเพื่อให้ระบบเริ่มทำงาน จากนั้น ระบบจะทำการรับข้อมูลจากอุปกรณ์ หลังจากที่เปิดใช้งาน ก็จะทำการประมวลผล เช่น การใช้พลังงานไฟฟ้า การจัดการค่าไฟฟ้า คำนวณค่าไฟฟ้า การแสดงผลให้แก่ผู้ใช้งาน จากนั้นระบบจะส่งรายละเอียด และรายงานข้อมูลการใช้ไฟฟ้า ผ่านแอพพลิเคชัน NET PIE รวมทั้งเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อใช้สำหรับการวิเคราะห์ผลต่อไป

การพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง มีรายละเอียดขั้นตอนการพัฒนาต้นแบบแบบ สรุปได้ดังนี้

1. การออกแบบต้นแบบมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ตามภาพประกอบ 4



ภาพประกอบ 4 แสดงผังการเชื่อมต่ออุปกรณ์

จากภาพที่ 4 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 เพื่อใช้สำหรับประมวลผลข้อมูลที่ได้รับมาจากชุดโมดูล PZEM PZEM-004T [6] ซึ่งทำหน้าที่สำหรับการวัดกระแสไฟฟ้าจากขดลวด CT Current Transformer และมีอุปกรณ์ Buzzer สำหรับส่งเสียงแจ้งสถานะการทำงานของระบบ หลังจากที่ระบบได้มีการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแสดงข้อมูลการใช้กระแสไฟฟ้า จะแสดงรายละเอียดและสถานะต่าง ๆ ผ่านทางหน้าจอ LCD ขนาด 20x4 [7] และยังสามารถใช้แสดงสถานะการทำงานของระบบโดยไม่ต้องใช้งานผ่านทางแอพพลิเคชัน

2. การออกแบบและพัฒนาโปรแกรม มีการกำหนดตัวแปรเพื่อใช้ในการคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า ดังภาพ

ภาพประกอบ 5 แสดงการกำหนดตัวแปรในโปรแกรม

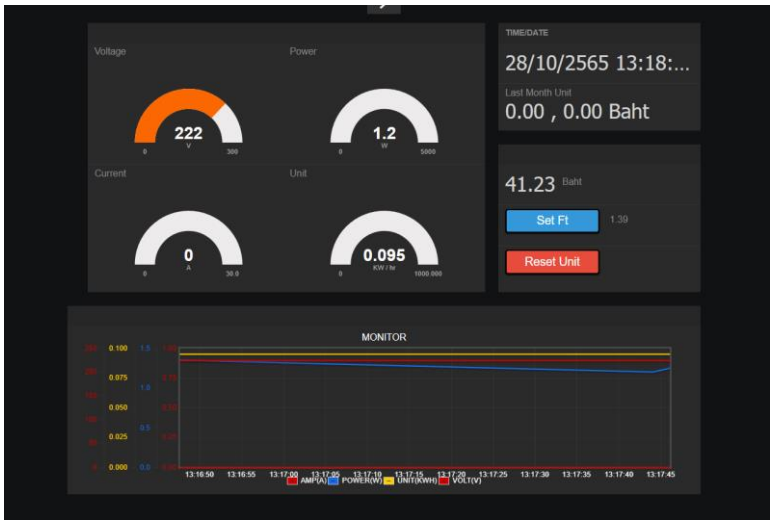
ผลการวิจัย

การพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ได้มีการออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์ที่ใช้สำหรับวัดประมาณกระแสไฟฟ้า และคำนวณค่าของกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานภายในบ้าน หลังจากที่ได้ทำวิจัยและพัฒนาต้นแบบเสร็จสิ้นแล้ว มีผลการวิจัย โดยมีรายละเอียดดังนี้

1. อุปกรณ์ระบบคำนวณค่าไฟภายในบ้านผ่าน Application

ภาพประกอบ 6 แสดงอุปกรณ์ระบบคำนวณค่าไฟภายในบ้านผ่าน Application

2. หน้าจอเมนูแสดงการทำงานของระบบ



ภาพประกอบ 7 แสดงหน้าจอแสดงการทำงานของระบบ

จากภาพประกอบ 7 เป็นหน้าจอเมนูแสดงการทำงานของระบบ แสดงการทำงานของระบบที่แสดงสถานะค่าไฟฟ้าที่ใช้งาน กำลังไฟฟ้าที่ใช้งาน หน่วยของค่าไฟฟ้า และแสดงสถานะการทำงานของระบบทั้งหมด

หลังจากที่ได้มีการทดสอบและพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ทางผู้วิจัยได้มีการเก็บข้อมูลเพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง โดยนำข้อมูลที่ได้เก็บรวบรวม

และนำมาสรุปผลการประเมินโดยใช้วิธีการทางสถิติเพื่อคำนวณค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน เครื่องมือที่ประเมิน จะใช้แบบทดสอบหาความพึงพอใจของผู้ใช้ต้นแบบและแบบทดสอบหาประสิทธิภาพของต้นแบบ เพื่อนำข้อมูลที่ได้ทำจากการประเมิน มาทำการวิเคราะห์สรุปผล รวมทั้งนำมาใช้ในการพัฒนาปรับปรุงระบบฯ และต้นแบบต่อไป

การทดสอบความถูกต้องของระบบ และการประเมินประสิทธิภาพการใช้งานของต้นแบบที่ได้พัฒนาขึ้นนี้ ได้มีการประเมินประสิทธิภาพจากกลุ่มตัวอย่างจากผู้ใช้งาน มาทำการวิเคราะห์และสรุปผล และนำผลที่ได้จากการวิเคราะห์ต้นแบบของระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านมาทำการสรุปผล โดยมีรายละเอียดผลการประเมิน มีดังนี้

1. กลุ่มตัวอย่างที่ใช้ในกรณีศึกษาการพัฒนาต้นแบบจำนวน 33 คน โดยแบ่งเป็น ผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 30 คน

2. เครื่องมือที่ใช้ในการประเมินแบบสอบถามโดยแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป แสดงจำนวนและร้อยละของผู้ตอบแบบสอบถาม

ส่วนที่ 2 ผลการประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง โดยผู้เชี่ยวชาญ

ส่วนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการพัฒนาของต้นแบบโดยผู้ใช้งานทั่วไป

3. การรวบรวมข้อมูล โดยทางผู้วิจัยได้ทำการแจกแบบสอบถามให้แก่บุคคลผู้มีส่วนเกี่ยวข้องกับการทดสอบต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านตาม กลุ่มตัวอย่าง 33 ชุด ได้รับคืนมา 33 ชุด

4. การวิเคราะห์ข้อมูลทั่วไปของผู้ตอบแบบสอบถามโดยใช้ค่าร้อยละ และการวิเคราะห์ประสิทธิภาพของต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้าน ใช้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) และส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.)

ส่วนที่ 1 วิเคราะห์ข้อมูลทั่วไป มีการเก็บข้อมูลจากจำนวนผู้ตอบแบบสอบถาม 33 คน โดยแบ่งออกเป็นเพศชาย ร้อยละ 74.43 และเพศหญิง ร้อยละ 28.51 ส่วนใหญ่อายุของผู้ตอบแบบสอบถามอยู่ที่ 31 - 40 ปี คิดเป็นร้อยละ 71.43 และระดับการศึกษาส่วนใหญ่อยู่ในระดับปริญญาตรี คิดเป็นร้อยละ 57.14

ส่วนที่ 2 เป็นส่วนของผลการประเมินประสิทธิภาพของการพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง โดยผู้เชี่ยวชาญ ผลการประเมินประสิทธภาพของต้นแบบโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไป จำนวน 30 คน สามารถสรุปผลในแต่ละด้าน ได้ดังต่อไปนี้

1) ด้านลักษณะการออกแบบ ค่าเฉลี่ย ($\overline{\mathbf{X}}$) เท่ากับ 4.67 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.47 ซึ่งแปลผลประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดีมาก เมื่อพิจารณาผลการประเมินรายข้อโดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความสามารถของระบบในด้านการแสดงตัวเลขการวัดค่า โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.71 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.46 ซึ่งอยู่ในในเกณฑ์ดีมาก และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ความสามารถในการจัดการข้อมูลของระบบ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.63 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.45 ซึ่งอยู่ในในเกณฑ์ดีมาก

2) ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.33 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.45 ซึ่งแปลผลประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อพิจารณาผลการประเมินรายข้อโดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความน่าเชื่อถือของระบบ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.51 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.45 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ความรวดเร็วในการประมวลผล โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.17 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.41 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

3) ด้านประสิทธิภาพของแอพพลิเคชัน ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.03 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.43 ซึ่งแปลผลประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อพิจารณาผลการประเมินรายข้อโดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ระบบมีการใช้เทคโนโลยีไร้สายทันสมัย โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.30 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.45 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ลักษณะรูปแบบมีความสวยงาม โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.29 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.69 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

4) ด้านการใช้งานของแอพพลิเคชัน ค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.31 และค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.63 ซึ่งแปลผลประสิทธิภาพอยู่ในเกณฑ์ดี เมื่อพิจารณาผลการประเมินรายข้อโดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ การตรวจสอบสิทธิ์ของผู้ใช้งาน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.48 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.57 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ การกำหนดรหัสการเข้าในงานระบบ โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.29 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.69 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

ส่วนที่ 3 ผลการประเมินความพึงพอใจในการใช้งานต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่งโดยผู้ใช้งานทั่วไป ผลการประเมินความพึงพอใจของผู้ใช้งานทั่วไป ในการใช้งานตัวต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้าน จำนวน 30 คน มีค่าเฉลี่ยรวมของค่าเฉลี่ย ($\bar{X}$) เท่ากับ 4.54 ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D.) เท่ากับ 0.32 ซึ่งแปลผล การประเมินความพึงพอใจของเครื่องต้นแบบอยู่ในระดับดีมาก เมื่อพิจารณาผลการประเมินรายข้อโดยข้อที่มีค่าเฉลี่ยสูงสุด คือ ความสามารถในการนำไปใช้งานได้จริง โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.76 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.29 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดีมาก และข้อที่มีค่าเฉลี่ยต่ำสุด คือ ความสวยงามของหน้าจอแอพพลิเคชัน โดยมีค่าเฉลี่ยอยู่ที่ 4.29 และมีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานอยู่ที่ 0.33 ซึ่งอยู่ในเกณฑ์ดี

สรุปผลการวิจัย

การประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 3 คน และผู้ใช้งานทั่วไปจำนวน 30 คน ในส่วนของการประเมินประสิทธิภาพโดยผู้เชี่ยวชาญ แบ่งเป็น 4 ด้าน คือ ด้านลักษณะการออกแบบ ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ด้านความถูกต้องของระบบ และด้านการใช้งานของแอพพลิเคชัน ซึ่งหลังจากทำการรวบรวมแบบประเมินหลังจากได้ให้ทำการทดลองใช้งานระบบสามารถสรุปได้ดังตาราง 1

ตาราง 1 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้าน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	μ	σ	แปลผล
1. ลักษณะการออกแบบ	4.67	0.47	ดีมาก
2. ประสิทธิภาพการทำงานของระบบ	4.33	0.45	ดี
3. ความถูกต้องของระบบ	4.03	0.43	ดี
4. ด้านความปลอดภัยของระบบ	4.67	0.34	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	**4.43**	**0.42**	**ดี**

จากตาราง 1 แสดงข้อมูลสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญสรุปได้ดังนี้ ด้านลักษณะการออกแบบ ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.67 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.47 ด้านประสิทธิภาพการทำงานของระบบ ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.33 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.45 ด้านความถูกต้องของระบบ ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.03 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.43 ด้านลักษณะการออกแบบ ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.67 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.34 เมื่อแปลผลออกมาทั้งหมดได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.43 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.42 ซึ่งอยู่ในระดับดี

ตาราง 2 แสดงค่าเฉลี่ย ส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน และผลการประเมินความพึงพอใจของต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้าน

รายการประเมิน	ผลการประเมิน		
	μ	σ	แปลผล
1. ความสวยงามของหน้าจอแอพพลิเคชัน	4.83	0.17	ดีมาก
2. ความง่ายในการเรียนรู้การใช้งานแอพพลิเคชัน	4.67	0.19	ดีมาก
3. ความเร็วในการตอบสนองในการแสดงผล	4.27	0.19	ดี
4. ความสามารถในการนำไปใช้งานได้จริง	4.75	0.12	ดีมาก
ค่าเฉลี่ย	**4.57**	**0.16**	**ดีมาก**

จากตาราง 2 แสดงข้อมูลสรุปผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบโดยผู้เชี่ยวชาญสรุปได้ดังนี้ ด้านความสวยงามของหน้าจอแอพพลิเคชัน ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.83 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.17

ด้านความง่ายในการเรียนรู้การใช้งานแอพพลิเคชัน ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.67 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.19 ด้านความเร็วในการตอบสนองในการแสดงผล ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.27 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.19 ด้านความสามารถในการนำไปใช้งานได้จริง ได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.75 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.12 เมื่อแปลผลออกมาทั้งหมดได้ค่าเฉลี่ย ($\overline{X}$) เท่ากับ 4.57 และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน (S.D) เท่ากับ 0.16 ซึ่งอยู่ในระดับดีมาก

อภิปรายผล

การพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP8266 ทำงานร่วมกับอุปกรณ์ PZEM-004T พบว่าคุณลักษณะที่สำคัญของต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้าน คือ การลักษณะของการออกแบบ ที่สามารถใช้งานได้ง่าย และสะดวกในการใช้งาน อีกทั้งผู้ใช้งานสามารถดูสถานะการทำงานและปริมาณของกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานผ่านทางอุปกรณ์ ได้หลายประเภท เนื่องจากระบบมีการนำ NETPIE มาช่วยในการแสดงผลข้อมูลบนอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบสถานะได้ทุกที่ และทุกเวลา ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ อภิรักษ์ พันธุ์พณาสกุล และคณะ [9] กับงานวิจัยของ ณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ และ สมบูรณ์ ชาวชายโขง [9] ซึ่งผลการประเมินประสิทธิภาพของต้นแบบและความพึงพอใจของผู้ใช้ต้นแบบโดยรวมที่ได้ทำพัฒนาขึ้นนี้ อยู่ในระดับ ดี แสดงให้เห็นว่าต้นแบบนี้สามารถนำไปใช้ประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ ได้ต่อในอนาคต

ข้อเสนอแนะ

การพัฒนาต้นแบบระบบคำนวณค่าไฟฟ้าภายในบ้านผ่านแอพพลิเคชันโดยใช้เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง ในการวิจัยครั้งต่อไปควรมีการพัฒนาระบบให้สามารถรับข้อมูลการคำนวณค่าไฟฟ้าจากการไฟฟ้ามาช่วยให้ระบบสามารถคำนวณค่าพลังงานได้เป็นปัจจุบันทันที และการจัดทำรายงานสรุปออกมาในรูปแบบเอกสาร รวมทั้งควรมีการสรุปการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละประเภทออกมา [8] เนื่องจากต้นแบบที่พัฒนาขึ้นมานี้ เป็นการคิดค่าพลังงานไฟฟ้ารวมทั้งหมด ไม่ได้มีการแยกประเภทของอุปกรณ์แต่ละชนิด ที่มีการใช้พลังงานไฟฟ้าไม่เท่ากัน

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณมหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพ สำหรับทุนอุดหนุนในการทำวิจัยประจำปีการศึกษา 2565 และขอขอบคุณเจ้าของบทความวิชาการ บทความวิจัย เอกสาร ตำรา รวมถึงแหล่งสืบค้นข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้ในเอกสารอ้างอิงทุกท่าน ที่ทางผู้วิจัยได้ศึกษาและนำข้อมูลมาใช้สำหรับการอ้างอิง ทำให้เบทความวิจัยนี้เสร็จสมบูรณ์ และเกิดความสมบูรณ์ของเนื้อหาและสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี และขอบคุณนักศึกษาสาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศและนวัตกรรมดิจิทัล มหาวิทยาลัยนอร์ทกรุงเทพที่ได้ร่วมพัฒนาต้นแบบนี้ ได้แก่ นายณัฐพล อินลี และนายวิริยะ ใหมละออง จนสามารถนำงานวิจัยนี้ไปใช้จริง

เอกสารอ้างอิง

[1] กรุงเทพธุรกิจ, (21 เมษายน 2563), “ทำไม 'ค่าไฟ' แพง? เปิดวิธีคำนวณพร้อมดูอัตรา ‘ค่าไฟฟ้า’ ในบ้าน,” [Online]. แหล่งที่มา: จาก https://www.bangkokbiznews.com

[2] สำนักงานส่งเสริมเศรษฐกิจดิจิทัล, (13 กรกฎาคม 2563), “ไทยแลนด์ 4.0 ยุคแห่งการใช้ดิจิทัลพลิกโฉมเกษตรไทย Smart Farm Series: Digital Transformation in the Agricultural Sector,” [Online]. แหล่งที่มา: จาก https://www.depa.or.th

[3] ชัชชัย คุณบัว, “IoT สถาปัตยกรรมการสื่อสาร: Internet of Things,” ซีเอ็ดยูเคชั่น, กรุงเทพฯ, 2562.

[4] กุลชาติ มีทรัพย์หลาก, (28 กรกฎาคม 2563), “แพลตฟอร์มอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง ฐานรากสำคัญสู่การสร้างสรรค์นวัตกรรมดิจิทัล,” [Online]. แหล่งที่มา: https://btfp.nbtc.go.th

[5] ธีรวุธ จิตพรมมา และชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล. (2560). เริ่มต้นเรียนรู้และพัฒนาอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) กับ NodeMCU, กรุงเทพฯ, บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์ จำกัด.

[6] Arduitronics, (18 เมษายน 2563), “การใช้งาน PZEM-004T เพื่อวัดกำลังและพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ,” [Online]. แหล่งที่มา: จาก https://www.arduitronics.com

[7] Cybertice, (10 เมษายน 2563), “โมดูลจอ LCD08x2 LCD with backlight of the LCD screen,” [Online]. แหล่งที่มา: จาก https://www.cybertice.com

[8] กิตติเชษฐ์ นนทะสุด และ พีรพนธ์ ตัณฑ์จยะ, “ระบบควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าภายในห้องเรียนแบบอัตโนมัติ ด้วยเทคโนโลยี Internet of things: กรณีศึกษามหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย,” *วารสารวิชาการมหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย ฉบับวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี*, ปีที่ 13 ฉบับที่ 1 ประจำเดือน มกราคม-เมษายน 2562 หน้า 159-171.

[9] อภิรักษ์ พันธุ์พนาสกุล ธิดารัตน์ ศรีระสันต์ ภูวนาท จันทร์ขาว และ กนกรัตต์ จันทร์มโณ, “การพัฒนาระบบควบคุม เปิด-ปิด ไฟฟ้าและเครื่องปรับอากาศผ่านสมาร์ทโฟน,” *การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติครั้งที่ 10*, จังหวัดสงขลา, 12 – 13 กรกฎาคม 2562 หน้า 645-659.

[10] ณัฐภัทร อภิรัชภิญโญ และ สมบูรณ์ ชาวชายโขง, “ระบบการจัดการพลังงานไฟฟ้าในอาคารด้วยอินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) กรณีศึกษา อาคารศรีโคตรบูรณ์มหาวิทยาลัยนครพนม,” *วารสารวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี*, จังหวัดอุดมธานี, 28 พฤศจิกายน 2565 หน้า 43-62.