

อุปกรณ์ควบคุมการทำงานมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน Control Device to Operate Electricity Meter via Application

นิติคม อริยพิมพ์^{1*} และ อนุชา ดีผาง²
Nitikhom Ariyapim^{1*} and Anucha Deepang²

^{*12}สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น 40000

^{*12}Department of Electrical Engineering Faculty of Engineering Northeastern University Khonkaen 40000

Received : 2020-10-08 Revised : 2020-10-14 Accepted : 2020-11-24

บทคัดย่อ

เนื่องจากในปัจจุบันคอนโดมิเนียมหรืออพาร์ทเมนต์แทบจะทุกแห่งจำเป็นต้องมีการควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับห้องพักต่าง ๆ ผ่านมิเตอร์ไฟฟ้า และสำหรับห้องพักที่ไม่ได้ชำระค่าบริการ จำเป็นจะต้องตัดการเชื่อมต่อกระแสไฟฟ้าสำหรับห้องพักดังกล่าว และหากผู้พักได้ชำระค่าบริการไฟฟ้าแล้ว จะต้องทำการเชื่อมต่อกระแสไฟฟ้ากลับคืน จากการสำรวจพบว่าในปัจจุบันคอนโดมิเนียมหรืออพาร์ทเมนต์บางส่วน ได้มีการจ้างหน่วยงานภายนอกเพื่อเข้ามาปฏิบัติงานในเรื่องการตัดต่อมิเตอร์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตามการดำเนินงานไม่ประสบผลสำเร็จเท่าที่ควร จากการทำงานของมนุษย์นั้นเป็นไปอย่างยากลำบาก อีกทั้งยังมีปัญหาในเรื่องการเข้าถึงมิเตอร์ไฟฟ้าในขณะปฏิบัติงาน เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเทคโนโลยีระบบไอโอที มาประยุกต์ใช้เพื่อช่วยดูแลระบบการสั่งงานตัดต่อมิเตอร์ไฟฟ้าห้องพักภายในคอนโดมิเนียมหรืออพาร์ทเมนต์ให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

อุปกรณ์ควบคุมการทำงานมิเตอร์ไฟฟ้านี้ จะสามารถสั่งงานควบคุมการทำงานผ่านแอปพลิเคชันได้ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และสามารถตรวจสอบแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้ ผ่านทางจอ LCD หน้าตู้ควบคุม หรือทางแอปพลิเคชัน จากผลการทดลองพบว่าอุปกรณ์ควบคุมการทำงานมิเตอร์

ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน สามารถตอบสนองตรงกับความต้องการของผู้ใช้และสามารถนำระบบไปใช้งานได้จริงตามวัตถุประสงค์

คำสำคัญ : มิเตอร์ไฟฟ้า, ไมโครคอนโทรลเลอร์, ไอโอที, แอปพลิเคชัน, สมาร์ทโฟน

Abstract

Nowadays, many condominiums or apartments require the system to control the electricity supply to their customer rooms such as the system to cut-off or reconnect the electricity meter according to the payment. From the survey, it was found that many condominiums or apartments have hired some external service providers to cut-off/reconnect electricity meters. However, the implementation is not quite successful since there are uncontrollable factors due to human operation and it also requires high operating cost as well as, sometimes, there is a difficulty in accessing the electricity meters. Therefore, this research has an objective to apply IOT system technology to the electricity meter system of condominiums or apartments in order to control the electricity supply and improve the efficiency of electricity management.

^{*}นิติคม อริยพิมพ์

E-mail : nitikhom.ari@neu.ac.th

The invented control devices can be operated by application via the Internet. The voltage, current and power of the electricity meter can be checked by using the LCD screen on the control cabinet or via the application. From the results of the experiment, it was found that the control device can successfully operate the operation of the electricity meter by application and meet the needs of users. In addition, it can practically be applied to the system according to the objective.

Keywords : Electricity meter, Microcontroller, IoT, Application, Smartphone..

1. บทนำ

ปัจจุบันมีห้องพักในคอนโดมิเนียมหรือพาวิลเลียนจำนวนมากที่ต้องดูแลระบบไฟฟ้าหรือ เก็บเงินค่าไฟฟ้าเอง การปฏิบัติงานในการตัดต่อมิเตอร์มีความยากลำบาก และค่าใช้จ่ายสูงถึงเครื่องละ 160 บาท ซึ่งปัจจุบันการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ได้จ้างผู้รับเหมาเพื่อเข้ามาปฏิบัติงานในส่วนนี้ แต่ก็ไม่ประสบผลสำเร็จนัก เนื่องจากการเข้าไม่ถึงจุดที่จะปฏิบัติงาน จึงให้พนักงานต้องเข้าไปเจรจาขอย้ายจุดติดตั้งมิเตอร์ออกมาข้างนอก แต่ก็ต้องเสียค่าใช้จ่ายเพิ่ม ทั้งค่าปากเสา พาดสายใหม่บริเวณหน้าบ้าน หรือการได้รับอันตรายจากคนหรือสัตว์เลี้ยงบริเวณจุดที่ปฏิบัติงาน และปัญหาในการดำเนินงานอื่น ๆ ได้แก่ การตัดต่อมิเตอร์กรณีมีน้ำท่วมหรือน้ำขังทำให้ไม่ปลอดภัยในการปฏิบัติงาน การตัดต่อมิเตอร์คอนโดเนื่องจากการเข้าคอนโด ซึ่งเป็นพื้นที่ส่วนบุคคลจึงต้องมีคีย์การ์ดหรือต้องรอเจ้าของคอนโด การเดินทางไปปฏิบัติงานแล้วไม่ได้ตัดหรือต่อมิเตอร์ไฟฟ้าทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าน้ำมัน และการเกิดมิเตอร์ฟาล์ววงจรระเบิดใส่ผู้ปฏิบัติงาน เนื่องจากการปฏิบัติงานไม่มีการดับกระแสไฟฟ้า เป็นต้น

จากเหตุผลที่กล่าวมาแล้วข้างต้น ด้วยเทคโนโลยีในปัจจุบัน อินเทอร์เน็ตมีการใช้งานอย่าง

แพร่หลาย รวมถึงสมาร์ทโฟนที่มีราคาถูกและสามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้ ผู้วิจัยจึงได้มองเห็นถึงแนวทางการนำมาใช้ประโยชน์ จึงได้คิดสร้างอุปกรณ์ควบคุมการทำงานมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน ซึ่งการตัดหรือต่อมิเตอร์นั้น เราสามารถสั่งงานได้จากที่ไกล ๆ หรือที่มีอินเทอร์เน็ต ไม่ว่าจะอยู่จุดไหนก็สามารถสั่งการทำงานได้ โดยไม่ต้องปลดสายหรือถอดมิเตอร์ จากเดิมการทำงานต้องใช้คนไปตัดหรือปลดสายมิเตอร์ที่หน้างาน ซึ่งทำให้เสียเวลาและสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายผู้วิจัยจึงได้นำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยแก้ปัญหา

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 2.1 เพื่อศึกษาระบบไอโอทีและแอปพลิเคชันที่จะประยุกต์ใช้งาน
- 2.2 เพื่อออกแบบระบบประยุกต์ใช้ระบบไอโอทีกับการตัดต่อมิเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในปัจจุบัน

3. ขอบเขตของงานวิจัย

- 3.1 ออกแบบและสร้างอุปกรณ์ควบคุมการทำงานมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน โดยมีหลอด LED แสดงสถานะ ดับ/ติด
- 3.2 สร้างวงจรแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 12 V
- 3.3 มีการแสดงค่าเพื่อสาธิตการตัดต่อมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านจอ LCD
- 3.4 ออกแบบเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อสั่งงานแอปพลิเคชัน ผ่านระบบ Android และเชื่อมต่อสัญญาณผ่าน Wifi
- 3.5 สามารถตรวจสอบค่ากระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า ที่ใช้จริงผ่านจอ LCD 16X2
- 3.6 สร้างชุดทดลองภาระทางไฟฟ้า ขนาดเล็ก และชุดวัดกำลังไฟฟ้าโดยใช้มิเตอร์ 4 เครื่อง

4. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

4.1 อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง

เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) หรือ อินเทอร์เน็ตในทุกสรรพสิ่ง หมายถึงการที่สิ่งต่าง ๆ ถูกเชื่อมโยงทุกสิ่งทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ตทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการแพทย์ เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่าง ๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยเทคโนโลยีนี้จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และความเสี่ยงไปพร้อม ๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์ และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามามีการกระทำที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศ หรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้ ดังนั้นการพัฒนาไปสู่ Internet of Things จึงมีความจำเป็นต้อง พัฒนามาตรการและเทคนิคในการรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

Internet of Things (IoT) หรือบางแห่งเรียก M2M ย่อมาจาก Machine to Machine คือ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์กับเครื่องมือต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ ตู้เย็น โทรศัพท์ และอื่น ๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยการ เชื่อมโยงช่วยให้สื่อสารกันได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต จากการคาดการณ์ ใน ปี ค.ศ. 2020 สิ่งต่าง ๆ กว่าแสนล้านชิ้นจะสามารถเชื่อมต่อกันได้ด้วยระบบ IoT ซึ่งจะส่งผลให้ผู้บริโภคทั่วไปจะเริ่มคุ้นเคยกับเทคโนโลยีที่ทำให้ สามารถควบคุมสิ่งของต่าง ๆ ทั้งจากในบ้านและสำนักงานหรือจากที่ไหนก็ได้ทั้งนั้น [3]

จากทฤษฎีไอโอทีข้างต้นจึงได้นำมาศึกษาและปรับใช้กับการสร้างระบบไอโอทีที่ทำงาน ตัดต่อมิตเตอร์เพื่อใช้ในการควบคุม การ เปิด-ปิด วงจรผ่านรีเลย์ และให้สามารถสั่งงานได้ผ่านสมาร์ทโฟน เพิ่มประสิทธิภาพให้ดียิ่งขึ้น

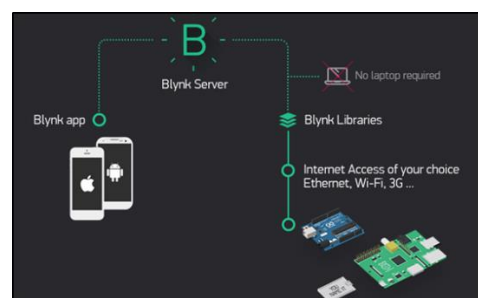
ดังนั้นจึงจัดทำงานวิจัยนี้ขึ้นมา เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ที่สนใจและง่ายต่อการใช้งาน ซึ่งใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ราคาไม่แพงมากและสามารถหาซื้อได้ง่ายรวมทั้งอุปกรณ์ชนิดนี้ยังมีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบันซึ่งมีการพัฒนามาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ใช้งานโดยเมื่อเชื่อมต่อ กับคอมพิวเตอร์สามารถสั่งงานผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์หรือผ่านสมาร์ทโฟนได้ ในที่ ๆ มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต ซึ่งแสดงผลผ่านแอปพลิเคชัน ได้อย่างชัดเจน พร้อมโชว์ค่าสถานะการทำงาน กระแสและแรงดันที่ใช้งานจริง

4.2 แอปพลิเคชัน blynk



รูปที่ 1 แอปพลิเคชัน blynk

Blynk คือ แอปพลิเคชันสำเร็จรูปสำหรับสำเร็จรูปสำหรับงาน IoT มีความน่าสนใจคือการเขียนโปรแกรมที่ง่าย ไม่ต้องเขียน App เองสามารถใช้งานได้ อย่าง Real time สามารถเชื่อมต่อ Device ต่าง ๆ เข้ากับ Internet ได้อย่างง่ายดาย ไม่ว่าจะเป็น Arduino, Esp8266, Esp32, Nodemcu, Raspberry pi นำมาแสดงบน แอปพลิเคชัน ได้อย่างง่ายดาย ดังภาพที่ 1 และที่สำคัญแอปพลิเคชัน Blynk ยังฟรีและรองรับในระบบ IOS และ Android อีกด้วย [4]



รูปที่ 2 การเชื่อมต่อของระบบ Network Blynk



รูปที่ 3 ข้อมูลหน้าจอที่จะมาแสดงในแอปพลิเคชัน

ในรูปที่ 3 เป็นข้อมูลต่าง ๆ ที่จะสามารถออกแบบได้เองอย่างอิสระและเลือกได้ตามความต้องการ ที่จะมาแสดงบนหน้าจอในแอปพลิเคชันเหมือนในรูปที่ 1

4.3 บอร์ด PZEM-004T

PZEM-004T AC Digital Power Energy Meter Module แสดงในรูปที่ 4 เป็นโมดูลวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าของไฟฟ้า วัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ วัดค่ากำลังไฟฟ้า และวัดค่ากำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง (Wh) ซึ่งสามารถนำค่าเหล่านี้ไปใช้คำนวณค่าไฟฟ้าได้ หรือวัดการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชิ้น [4]



รูปที่ 4 บอร์ด PZEM-004T

4.4 Node MCU ESP8266

NodeMCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจกต์ Internet of Things (IoT) ที่

ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source สามารถเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Lau ได้ ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WIFI (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชันแรกที่เป็น ESP-01 ไปเรื่อย ๆ จนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU version แรกนั้นก็จะเป็น ESP-12 แต่ใน version 2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU ในรูปที่ 5 นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output built in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่น ๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะเป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WIFI และอื่น ๆ อีกมากมาย [4]



รูปที่ 5 Node MCU ESP8266

4.5 Solid State Relay (SSR Relay)

Solid State Relay จะมีการทำงานเมื่อมีสัญญาณ input ตามย่านของแรงดันควบคุมเข้ามา โดยรีเลย์จะสั่งให้เอาต์พุตส่งสัญญาณ ON ออกไป

และเมื่อไม่มีสัญญาณอินพุตตามย่านแรงดันเข้ามา รีเลย์ จะทำการหยุดส่งเอาต์พุตออกไป ซึ่งภายในตัว รีเลย์นั้น จะประกอบไปด้วย เซมิคอนดักเตอร์ (Semiconductor) ทำให้ไม่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ เพื่อลดเสียงรบกวนที่เกิดขึ้น และเพิ่มประสิทธิภาพในการใช้งานระยะยาว

Solid state Relay ในรูปที่ 6 เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างภาคควบคุม (Control) ซึ่งเป็นส่วนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ กับวงจรภาคไฟฟ้ากำลัง (Power) โดยที่ภาคทั้งสองจะมีระบบกราวด์ (Ground) ที่แยกออกจากกันทำให้สามารถป้องกันการลัดวงจร (Short circuit) และการรบกวนซึ่งกันและกันได้ Solid State Relay อาจถือได้ว่าเป็นสิ่งประดิษฐ์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้แทนอาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay) แต่มีข้อดีกว่าคือ มีขนาดเล็กกว่า มีความไวในการทำงานที่สูงกว่า มีอายุการทำงานนานกว่าเป็นต้น [5]



รูปที่ 6 Solid State Relay (SSR Relay)

4.6 แหล่งจ่ายไฟ สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย

วงจรสวิตซ์ชิง (Switching) ในภาพที่ 7 นั้น เป็นวงจรที่ใช้ในการทำงานร่วมกับวงจรควบคุมแรงดัน (Control Circuit) เพื่อตรวจสอบว่าควรจ่ายแรงดันทั้งหมดให้กับระบบหรือไม่ โดยถ้าวงจรควบคุมส่งสัญญาณมาให้กับวงจรสวิตซ์ชิงว่าให้ทำงานก็จะเริ่มจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเรกติไฟเออร์ไปให้กับหม้อแปลงต่อไป [5]



รูปที่ 7 สวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย

4.7 จอแสดงผล LCD



รูปที่ 8 จอแสดงผล LCD 16X2

จอ Liquid Crystal Display (LCD) เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งานกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย จอ LCD มีทั้งแบบแสดงผลเป็นตัวอักษรเรียกว่า Character LCD ซึ่งมีการกำหนดตัวอักษรหรืออักขระที่สามารถแสดงผลไว้ได้อยู่แล้ว และแบบที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานเรียกว่า Graphic LCD นอกจากนี้บางชนิดเป็นจอที่มีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่น นาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ เป็นต้น

จอ LCD ที่แสดงผลเป็นอักขระหรือตัวอักษรตามท้องตลาดทั่วไปจะมีหลายแบบด้วยกัน มีทั้ง 16 ตัวอักษร 20 ตัวอักษรหรือมากกว่า และจำนวนบรรทัดจะมีตั้งแต่ 1 บรรทัด 2 บรรทัด 4 บรรทัดหรือมากกว่าตามแต่ความต้องการและลักษณะของงานที่

ใช้ หรืออาจจะมีแบบสั่งทำเฉพาะงานก็เป็นได้ ในบทความนี้เราจะยกตัวอย่างจอ LCD ขนาด 16x2 Character หรือที่นิยมเรียกกันว่าจอ LCD 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด สามารถหาซื้อได้ง่ายและมีราคาไม่สูง เหมาะสมกับการใช้งานแสดงผลไม่มากในหน้าจอเดียว [5]

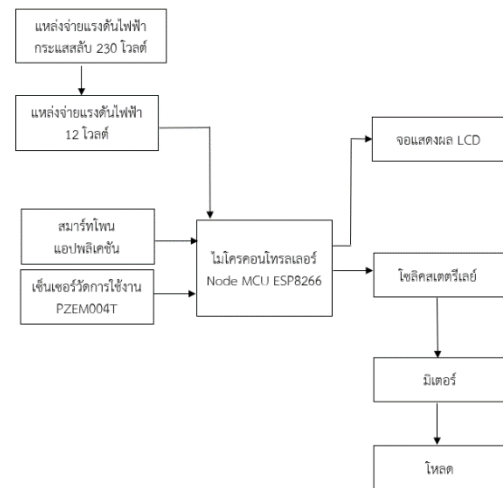
ในภาพที่ 8 แสดงจอ LCD 16x2 Character ที่นิยมนำมาใช้งานจะมีอยู่ 2 แบบด้วยกันคือ LCD แบบปกติที่เชื่อมต่อแบบขนาน (Parallel) และ LCD แบบที่เชื่อมต่ออนุกรม (Serial) แบบ I2C โดยทั้ง 2 แบบตัวจอมีลักษณะเหมือนกันเพียงแต่แบบ I2C จะมีบอร์ดเสริมทำให้สื่อสารแบบ I2C ได้เชื่อมต่อได้สะดวกขึ้น

5. การออกแบบ

จากการที่ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบโอโอทีและไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงได้ออกแบบสร้างระบบโอโอที เพื่อส่งงานรีเลย์ ให้ทำการ เปิด-ปิดวงจร ตัด-ต่อมิเตอร์ไฟฟ้าขึ้นมา โดยการสร้างตู้ควบคุมไฟฟ้าภายในประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในการประมวลผลสั่งการไมโครคอนโทรลเลอร์และระบบโอโอที รวมไปถึงอุปกรณ์ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ มีไฟแสดงสถานะการทำงานของตู้ควบคุมไฟฟ้า และสามารถสั่งงานผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ทโฟนหรือคอมพิวเตอร์ ที่มีอินเทอร์เน็ตเป็นตัวส่งสัญญาณได้

5.1 หลักการทำงาน

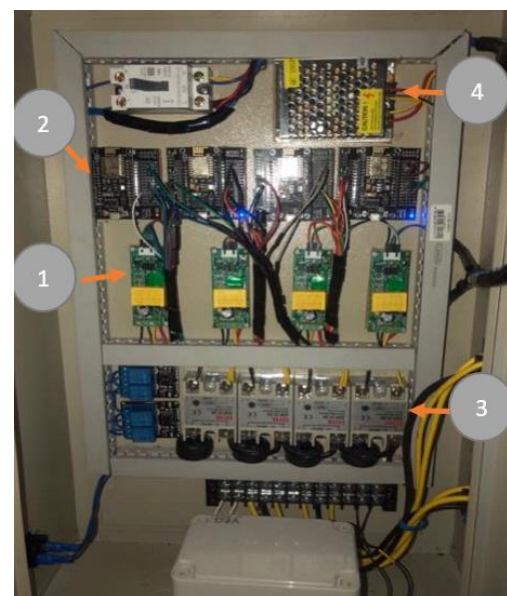
สามารถออกแบบและสร้างวงจรตัดต่อมิเตอร์ชุดวัดกำลังไฟฟ้า และโหลดเทียม โดยจะมองเห็นได้จากแผนภาพการทำงานในรูปที่ 9 ซึ่งลักษณะการทำงานสามารถควบคุมผ่านสมาร์ทโฟนได้ หรือคอมพิวเตอร์ที่มีอินเทอร์เน็ตเป็นตัวส่งสัญญาณได้ มีไฟบอกสถานะการทำงาน ตัด-ต่อมิเตอร์จริง บอกสถานะห้องหรือหมายเลขมิเตอร์ที่ตัดบนตู้ควบคุม และสร้างวงจรแหล่งจ่าย จาก AC เป็น DC และส่งข้อมูลผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ ไปให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สั่งให้บอร์ดทำงาน



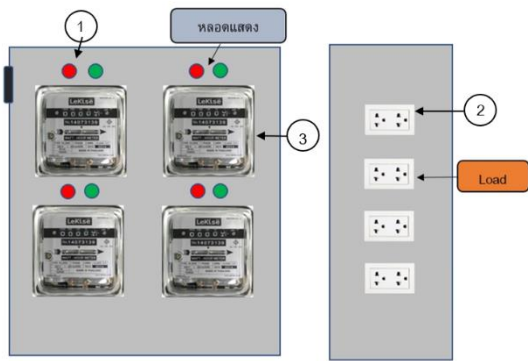
รูปที่ 9 แผนภาพการทำงาน

5.2 โครงสร้างชิ้นส่วนและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน ส่วนประกอบตามรูปที่ 10 มีดังนี้

- หมายเลข 1 บอร์ด PZEM-004T AC Digital Power Energy Meter Module
- หมายเลข 2 Node MCU ESP8266
- หมายเลข 3 Solid State Relay (SSR Relay)
- หมายเลข 4 แหล่งจ่ายไฟ สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย



รูปที่ 10 โครงสร้างชิ้นส่วนภายในของอุปกรณ์ควบคุมการทำงานมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน



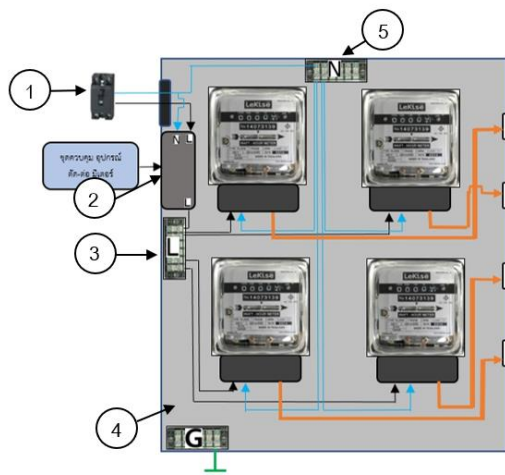
รูปที่ 11 อุปกรณ์ที่ใช้ติดตั้งภายนอก

ส่วนประกอบตามรูปที่ 11 มีดังนี้

หมายเลข 1 หลอด LED แสดงสถานะ ตัด-ต่อ
กระแสไฟฟ้า

หมายเลข 2 เตาสำหรับใช้งานต่อโหลดต่างๆ

หมายเลข 3 มิเตอร์ไฟฟ้า



รูปที่ 12 ชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งในตู้มิเตอร์

ส่วนประกอบตามรูปที่ 12 มีดังนี้

หมายเลข 1 เซอร์กิตเบรกเกอร์

หมายเลข 2 ชุดอุปกรณ์ ตัด-ต่อมิเตอร์ผ่านแอปพลิเคชัน

หมายเลข 3 เทอร์มินอลใช้ต่อสายเมนแรงดันเข้ามิเตอร์

หมายเลข 4 เทอร์มินอลใช้ต่อสายดิน

หมายเลข 5 เทอร์มินอลใช้ต่อสายนิวตรอน

6. การทดสอบและผลการทดสอบ

จากการศึกษาค้นคว้าและทดสอบออกแบบ
อุปกรณ์ควบคุมการทำงานมิเตอร์ไฟฟ้าผ่าน
แอปพลิเคชัน การทดสอบการสั่งการของ PZEM-

004T เพื่อใช้วัดค่าแรงดันไฟฟ้า วัดค่ากระแสไฟฟ้า
ของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ วัดค่ากำลังไฟฟ้า โดยการป้อน
โหลดของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จัดเตรียมไว้ เพื่อเชื่อมต่อไป
ยัง NodeMCU ESP8266 เพื่อเชื่อมต่อกับ Wifi ใน
การทำงาน เปิดหรือปิด อุปกรณ์ไฟฟ้าที่จัดเตรียมไว้
โดยการสั่งการตัด-ต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าผ่าน Solid State
Relay (SSR) จะมีการทำงานเมื่อมีสัญญาณ input
ตามย่านของแรงดันควบคุมเข้ามา โดย รีเลย์ จะสั่งให้
เอาต์พุตส่งสัญญาณ ON ออกไป และเมื่อไม่มีสัญญาณ
อินพุตตามย่านแรงดันเข้ามา รีเลย์ จะทำการหยุดส่ง
เอาต์พุตออกไป โดยเขียนโปรแกรม คำสั่งภาษา C
เพื่อสั่งการไมโครคอนโทรลเลอร์ของอุปกรณ์ทั้ง 4 ชุด
สามารถแบ่งการทดลองได้ดังนี้

6.1 การทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ควบคุม
การทำงานมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ต
โฟน

เขียนโปรแกรม ภาษา C เพื่อป้อนให้
NodeMCU ESP8266 สั่งงานอุปกรณ์ควบคุมการ
ทำงานมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน ในการสั่งงาน
ผ่านสมาร์ตโฟนหรือคอมพิวเตอร์ โดยทางผู้วิจัย
เลือกใช้สมาร์ตโฟนระบบ Android เนื่องจากการ
ทำงานเสถียรกว่าระบบอื่น โดยผ่านโปรแกรมใน
สมาร์ตโฟนที่มีชื่อว่า Blynk ให้ทำการสั่งงานระบบอีก
รอบผ่านเครือข่ายมือถือ 4G+

การทดสอบการเชื่อมต่อและสั่งงานด้วย Wifi
จะทำงานผ่าน NodeMCU ESP8266 เนื่องจากเป็น
บอร์ด Wifi ในตัวเอง สามารถรับสัญญาณได้จาก
เครื่องปล่อยสัญญาณอื่น ๆ เพื่อใช้สั่งควบคุมการ
ทำงานของระบบผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือสมาร์ต
โฟนได้ ดังรูปที่ 13

6.2 การทดสอบภาระทางไฟฟ้า เทียบกับการ
ทำงานของมิเตอร์

ทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมการทำงาน
มิเตอร์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชันกับตู้มิเตอร์ หรือภาระ
ทางไฟฟ้าที่เตรียมไว้ เพื่อทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า
กระแสไฟฟ้า หรือค่ากิโลวัตต์ของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ
ในหน้าจอ LCD 16X2 ในโปรแกรม Blynk ของสมาร์ต

โพน เพื่อทำการทดสอบการทำงานอุปกรณ์ควบคุมการทำงานมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน ว่าการทำงาน ตัด-ต่อ นั้น สถานะไฟ ติดหรือดับจริงหรือไม่ และตรวจสอบแรงดันไฟฟ้าในจอ LCD 16X2 และในโปรแกรม Blynk ของสมาร์ตโฟน ทำงานตรงกันหรือไม่ เมื่อเทียบกับมิเตอร์ที่ใช้ทดลอง ดังรูปที่ 14



รูปที่ 13 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ตโฟน



รูปที่ 14 การทดสอบการทำงานของแอปพลิเคชัน Blynk เทียบกับการทำงานของมิเตอร์ และจอ LCD 16X2

6.3 การทดสอบ การสั่งตัด-ต่อ มิเตอร์ 4 เครื่อง

การทดสอบภาระทางไฟฟ้า เทียบกับการทำงานของมิเตอร์ มิเตอร์เครื่องที่ 1-3 ตั้งการทำงานปกติเพื่อวัดค่า กำลังไฟฟ้า และมิเตอร์เครื่องที่ 4 ตั้ง

ค่าจำกัดการทำงานของกระแสไฟฟ้าได้ ไม่เกิน 2 แอมป์ แล้วสั่งตัดอัตโนมัติ เพื่อป้องกันอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าชำรุด โหลดเกิน หรืออันตรายจากไฟฟ้าลัดวงจร พร้อมแจ้งเตือนผ่านแอปพลิเคชันบนสมาร์ตโฟน ในการทดสอบจะมีการกดสั่งตัดต่อมิเตอร์จำนวน 10 ครั้ง

ตารางที่ 1 ผลการทดสอบสั่งตัดมิเตอร์ไฟฟ้า เครื่องที่ 1-3

การกดสั่งตัดมิเตอร์ / จำนวนครั้ง	ผลการทดสอบ
1	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
2	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
3	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
4	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
5	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
6	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
7	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
8	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
9	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
10	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)

ตารางที่ 2 ผลการทดสอบสั่งต่อมิเตอร์ไฟฟ้า เครื่องที่ 1-3

การกดสั่งต่อมิเตอร์ / จำนวนครั้ง	ผลการทดสอบ
1	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
2	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
3	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
4	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
5	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
6	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
7	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
8	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
9	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
10	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบสั่งตัดมิเตอร์ไฟฟ้า เครื่องที่ 4

การกดสั่งตัด มิเตอร์/จำนวน ครั้ง	กระแส (แอมป์)	ผลการทดสอบ
1	0.70	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
2	0.70	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
3	1	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
4	1	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
5	1.5	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
6	1.5	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
7	2	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
8	2	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
9	3	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)
10	3	มิเตอร์ตัด (ไม่ทำงาน)

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสั่งต่อมิเตอร์ไฟฟ้า เครื่องที่ 4

การกดสั่งต่อ มิเตอร์/จำนวน ครั้ง	กระแส (แอมป์)	ผลการทดสอบ
1	0.70 แอมป์	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
2	0.70 แอมป์	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
3	1 แอมป์	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
4	1 แอมป์	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)

ตารางที่ 4 ผลการทดสอบสั่งต่อมิเตอร์ไฟฟ้า เครื่องที่ 4 (ต่อ)

การกดสั่งต่อ มิเตอร์/จำนวน ครั้ง	กระแส (แอมป์)	ผลการทดสอบ
5	1.5 แอมป์	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
6	1.5 แอมป์	มิเตอร์ต่อ (ทำงาน)
7	2 แอมป์	มิเตอร์ต่อ (ไม่ทำงาน)
8	2 แอมป์	มิเตอร์ต่อ (ไม่ทำงาน)
9	3 แอมป์	มิเตอร์ต่อ (ไม่ทำงาน)
10	3 แอมป์	มิเตอร์ต่อ (ไม่ทำงาน)

7. สรุปผลการวิจัย

อุปกรณ์ควบคุมการทำงานมิเตอร์ไฟฟ้าผ่านแอปพลิเคชัน สรุปได้ว่า สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าได้ แสดงผลผ่านทาง จอ LCD ขนาด 16X2 และแอปพลิเคชัน Blynk บนสมาร์ทโฟน ในระบบ Android และสามารถทำงานผ่านสัญญาณ Wifi หรือ เครือข่ายมือถือ 4G+ เพื่อตัดต่อมิเตอร์ไฟฟ้า แสดงผลผ่านหลอด LED ติดดับ เพื่อบอกสถานะตามขอบเขตที่กำหนดไว้ได้

8. ข้อเสนอแนะในการทำวิจัยครั้งต่อไป

8.1 ควรเพิ่มการสั่งงานในกรณี กระแสไฟฟ้าสูงเกินขนาดของมิเตอร์ แล้วสั่งตัดกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติ พร้อมทั้งแจ้งผลผ่านแอปพลิเคชัน เพื่อป้องกันการเกิดเหตุไฟไหม้จากไฟฟ้าลัดวงจร หรือเพื่อป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดเสียหาย

8.2 ควรเพิ่มการแจ้งเตือนกรณีไฟฟ้าดับจากระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค ผ่านทางแอปพลิเคชันไลน์ ในกรณีที่ไม่ได้อยู่ในพื้นที่

8.3 ควรเพิ่มอุปกรณ์ตรวจจับไฟรั่ว กรณีมีสัตว์เข้าไปก่อดังสร้างความเสียหายในตู้คอนโทรล เพื่อป้องกันกระแสฟ้าดูดคนที่มาสัมผัสตู้คอนโทรล

8.4 ควรเพิ่มข้อมูลจากการนำไปทดลองใช้ในสถานที่หรือคอนโดมิเนียมจริง ถ้ากรณีมีจำนวนห้องจำนวนมาก เช่น 50 ห้อง การควบคุมผ่านมือถือจะมีปัญหาหรือไม่

8.5 ควรเพิ่มผลประโยชน์จากผู้ใช้อื่นที่เกี่ยวข้อง เช่น คอนโด หรือผู้เชี่ยวชาญ

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ที่ให้คำปรึกษาและดำเนินงานวิจัยนี้ ให้สำเร็จไปตามวัตถุประสงค์

เอกสารอ้างอิง

- [1] K. R. Siddhapura and DB Raval, "Electrical Machines", New Delhi : Vikas Publishing House P. Ltd., 2014.
- [2] Thunyasit Pholprasit, Suttipong Thajchayapong and Chalernpol Saiprasert, "Detection of Driving Events using Sensory Data on Smartphone," ITS World Congress, Oct 2013.
- [3] นิติคม อริยพิมพ์, ชัยพร อัดโดดดร และวินัย คำทวี, "การออกแบบและสร้างระบบ IoT สำหรับบ้านจำลองที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (The Design and Construction of the IoT System for Modeling House Controlled by Microcontroller)", การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยระดับชาติและระดับนานาชาติ ครั้งที่ 7 (CASNIC2019), 2562, หน้า 1535-1545.
- [4] กอบเกียรติ สระอุบล, พัฒนา IoT บนแพลตฟอร์ม Arduino และ Raspberry Pi. อินเทอร์เน็ต สนพ. กรุงเทพฯ, 2561.
- [5] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, "การออกแบบระบบไฟฟ้า," ไซตอแนนด์ ครีเอชั่น, กรุงเทพฯ, 2556.
- [6] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์, "มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย," ว.ส.ท., 2545.
- [7] อิศระพงศ์ เศษวิสัย, การพัฒนาระบบสารสนเทศทางภูมิศาสตร์บนเว็บแอปพลิเคชันและไอโฟน กรณีศึกษาแปลงทดลองมอสิงโตอุทยานแห่งชาติเขาใหญ่, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, 2554.