



สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

วฟ.03

แบบเสนอโครงร่างปริญญานิพนธ์

นักศึกษากลุ่ม : ☒ ปกติ ☐ สมทบ
ประเภทของโครงการ : ☒ โครงการนวัตกรรม (section 1) ☐ โครงการวิจัย (section 2)
ลักษณะโครงการ : ☐ พัฒนาจากโครงการเดิม ☒ โครงการใหม่
เทคโนโลยีโครงการ : ☒ Smart City ☐ Smart Farm ☐ Smart Med. ☐ Smart Lab.
: ☐ อื่น ๆ

ชื่อเรื่องภาษาไทย.....ออกแบบเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 1 เฟส.....
.....

ชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ.....Design of single-phase electric energy mete.....
.....

ผู้จัดทำ

1. นายเกียรติกุล เจริญสุข รหัสนักศึกษา.....16440413003-5.....โทร. 0880429482

เสนอต่อ

หลักสูตรสาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะ
วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยี
ราชมงคลศรีวิชัย

1. ที่มาและความสำคัญ

เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าคืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการตรวจสอบและวัดปริมาณพลังงานไฟฟ้าที่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ใช้ผ่านการเชื่อมต่อปลั๊กไฟ โดยเครื่องชนิดนี้สามารถบอกปริมาณพลังงานที่ถูกใช้ได้แบบเรียลไทม์ ทำให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ที่ต่ออยู่กับเครื่องนี้ได้ได้อย่างง่ายดาย ในยุคปัจจุบันที่การใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เนื่องจากความต้องการในการใช้ไฟฟ้าที่สูงขึ้นทั้งในภาคครัวเรือนและอุตสาหกรรม อุปกรณ์นี้จึงมีความสำคัญอย่างยิ่งในการช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และยังช่วยป้องกันการใช้พลังงานเกินความจำเป็น

ความสำคัญของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้านั้นยังเชื่อมโยงกับการป้องกันการเกิดอันตรายทางไฟฟ้าได้อีกด้วย การที่ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ตลอดเวลาช่วยลดความเสี่ยงในการใช้พลังงานไฟฟ้าเกินพิกัด โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่มีการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชิ้นพร้อมกัน หากอุปกรณ์ใดใช้งานเกินกำลัง หรือมีอาการทำงานผิดปกติซึ่งอาจส่งผลให้เกิดไฟฟ้าลัดวงจร หรืออุบัติเหตุ เช่น ไฟไหม้ การมีเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าจึงเป็นการเพิ่มความปลอดภัยในการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านอย่างมาก

เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ายังมีบทบาทสำคัญในด้านการลดต้นทุนค่าไฟฟ้า ผู้ใช้งานสามารถดูข้อมูลการใช้ไฟฟ้ารายวันหรือรายเดือน และสามารถคำนวณค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการใช้พลังงานในแต่ละวันได้อย่างง่ายดาย ซึ่งช่วยให้ผู้ใช้ทราบถึงต้นทุนที่แท้จริงของการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ทำให้สามารถตัดสินใจในการปรับปรุงการใช้พลังงานให้เหมาะสมและประหยัดขึ้น

ดังนั้น โครงการนี้ จึงมีแนวคิดที่จะสร้างนวัตกรรมด้านการตรวจวัดพลังงาน ที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบและควบคุมการใช้ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพส่งเสริมการประหยัดพลังงาน ลดค่าใช้จ่าย ป้องกันอันตรายจากการใช้ไฟฟ้าเกินพิกัด และส่งเสริมการใช้พลังงานยั่งยืนในระยะยาว

2. วัตถุประสงค์ของโครงการ

2.1 เพื่อออกแบบเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 1 เฟสแสดงค่าการใช้ไฟฟ้า

2.2 เพื่อศึกษาปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำ

2.3 เพื่อศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรม

3. ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 3.1 ช่วยให้สามารถวางแผนการใช้ไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 3.2 ช่วยในการประหยัดค่าใช้จ่ายไฟฟ้า
- 3.3 การเห็นค่าการใช้ไฟฟ้าในเวลาจริงจะช่วยให้ผู้ใช้มีสติในการใช้พลังงานและปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้ไฟฟ้าให้เหมาะสมมากขึ้น
- 3.4 ได้รับความรู้จากการออกแบบเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าและความเข้าใจเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินงาน

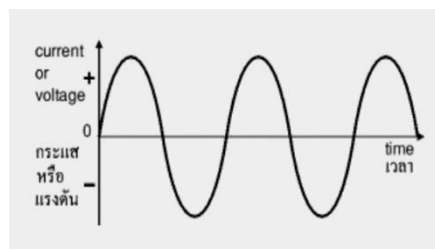
4. ทฤษฎีและหลักการ

4.1 กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้าเกิดขึ้นจากการไหลของอิเล็กตรอนผ่านวัสดุตัวนำชนิดหนึ่งโดยการถ่ายโอนประจุไฟฟ้าของอิเล็กตรอน เหตุที่กระแสไฟฟ้าไหลไปได้เนื่องจากความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุด ในสนามไฟฟ้า ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีความต่างศักย์ไฟฟ้าเพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้

ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current : DC) คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลทิศทางเดียว โดยทั่วไปแล้วกระแสไฟฟ้าจะไหลจากจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าไปยังจุดที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า เคลื่อนที่ไปในทิศทางตรงข้ามกับกระแสไฟฟ้า เมื่ออิเล็กตรอน

ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternative Current : AC) คือ กระแสไฟฟ้าที่มีการสลับเปลี่ยนชั่วอยู่ตลอดเวลาอย่างสม่ำเสมอ โดยที่ทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนสลับไปมาจากบวกไป ลบ และ จากลบไปบวกอยู่ตลอดเวลา ดังในรูปที่ 4.1 :



รูปที่ 1 แสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าสลับ

สูตรที่ใช้คำนวณ

กระแสไฟฟ้า (Electric Current)

กระแสไฟฟ้าคือการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวนำ ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีแรงดันไฟฟ้าขับเคลื่อน กระแสไฟฟ้าสามารถวัดเป็น แอมป์ (Ampere, A) และในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ของประเทศไทย ระบบจะใช้แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์ กระแสไฟฟ้าสลับในวงจรนี้มีความถี่ 50 เฮิรตซ์ (Hz) หมายความว่ากระแสจะเปลี่ยนทิศทางไปมา 50 ครั้งต่อวินาที

การวัดกระแสไฟฟ้าในปลั๊กไฟฟ้าเป็นการติดตามการใช้พลังงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งช่วยให้คุณตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าในช่วงเวลาหนึ่งๆ ได้อย่างแม่นยำ กระแสไฟที่วัดได้นั้นเป็นตัวแปรสำคัญในการคำนวณพลังงานที่ใช้รวมกับแรงดันไฟฟ้า เพื่อหาค่ากำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้าที่ใช้

สูตรคำนวณ

$$I = V/R$$

โดยที่ I คือกระแสไฟฟ้า, V คือแรงดันไฟฟ้า และ R คือความต้านทาน

การติดตั้งอุปกรณ์ที่ตรวจวัดกระแสไฟฟ้าช่วยให้คุณป้องกันการใช้พลังงานเกินพิกัด ซึ่งอาจทำให้เกิดความร้อนสะสมและเป็นอันตรายต่อวงจรไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า หรือ **Voltage** คือความแตกต่างของพลังงานศักย์ไฟฟ้าระหว่างสองจุดในวงจร ซึ่งทำให้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่จากจุดที่มีศักย์สูงไปยังศักย์ต่ำ โดยแรงดันไฟฟ้ามีหน่วยเป็น โวลต์ (Volt, V) การวัดแรงดันไฟฟ้าในปลั๊กไฟฟ้ามีความสำคัญ เนื่องจากสามารถบ่งชี้ได้ว่าอุปกรณ์กำลังทำงานภายใต้แรงดันที่เหมาะสมหรือไม่ การเบี่ยงเบนจากค่าแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดสามารถทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ได้

แรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับของบ้านเรือนจะอยู่ที่ประมาณ 220 โวลต์ การวัดแรงดันไฟฟ้าในปลั๊กไฟฟ้าจึงมีความสำคัญในการตรวจสอบว่าไฟฟ้าถูกจ่ายอย่างถูกต้องหรือไม่ และช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับอุปกรณ์

สูตรคำนวณ

$$V = I \times R$$

โดยที่ V คือแรงดันไฟฟ้า, I คือกระแสไฟฟ้า และ R คือความต้านทาน

กำลังไฟฟ้า (Power)

กำลังไฟฟ้าคืออัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าในวงจร ซึ่งถูกคำนวณจากผลคูณของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (Watt, W) กำลังไฟฟ้าเป็นตัวแปรสำคัญที่แสดงให้เห็นถึงปริมาณพลังงานที่อุปกรณ์ไฟฟ้ากำลังใช้งานในขณะหนึ่ง ซึ่งช่วยในการคำนวณพลังงานที่ใช้ทั้งหมดใน

ช่วงเวลาที่กำหนด กำลังไฟฟ้าที่ถูกใช้ขึ้นอยู่กับความต้านทานของอุปกรณ์ไฟฟ้า การวัดกำลังไฟฟ้าจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการใช้พลังงานของอุปกรณ์ และช่วยให้สามารถลดการใช้พลังงานที่เกินความจำเป็นได้ นอกจากนี้ยังช่วยให้ผู้ใช้งานตัดสินใจเลือกใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพในการประหยัดพลังงานมากขึ้น

สูตรคำนวณกำลังไฟฟ้า

$$P = V \times I$$

โดยที่ P คือกำลังไฟฟ้า, V คือแรงดันไฟฟ้า และ I คือกระแสไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้าคือปริมาณของพลังงานที่ถูกใช้ในช่วงเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมง (kWh) ซึ่งเป็นการรวมพลังงานที่ใช้เป็นจำนวนวัตต์ในช่วงเวลาหนึ่ง พลังงานไฟฟ้านี้คือสิ่งที่ถูกคำนวณเพื่อเรียกเก็บค่าไฟฟ้าของผู้ใช้งาน

การคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในอุปกรณ์ไฟฟ้าสามารถทำได้โดยการคำนวณผลคูณของกำลังไฟฟ้าและเวลาที่อุปกรณ์ถูกใช้งาน การแสดงค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในปลั๊กวัดไฟฟ้าช่วยให้ผู้ใช้งานทราบถึงปริมาณพลังงานที่ถูกใช้ไปในแต่ละช่วงเวลา

สูตรคำนวณพลังงานไฟฟ้า

$$E = P \times t$$

โดยที่ E คือพลังงานไฟฟ้า (kWh), P คือกำลังไฟฟ้า (kW), และ t คือเวลา (ชั่วโมง) [1]

4.2 ทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

Ashwin A. Kumar และคณะ 2023 การพัฒนาปลั๊กอัจฉริยะที่สามารถวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านการเชื่อมต่อกับระบบ IoT โดยข้อมูลต่าง ๆ เช่น กระแสไฟฟ้า, กำลังไฟฟ้า, และแรงดันไฟฟ้า จะถูกส่งไปยังระบบควบคุมแบบออนไลน์ ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบการใช้พลังงานผ่านอุปกรณ์มือถือหรือคอมพิวเตอร์ รวมถึงสามารถกำหนดการใช้งานอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการพลังงาน ซึ่งระบบนี้สามารถช่วยลดการใช้พลังงานและค่าใช้จ่ายได้อย่างมีประสิทธิภาพ ผลการศึกษายังพบว่าสามารถลดการใช้พลังงานในสำนักงานที่ทดสอบได้อย่างชัดเจน [2]

ชัยยศ คำมี,ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ (2566) ได้เสนอบทความเครื่องตรวจสอบกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ แบบอัตโนมัติสำหรับใช้ตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงในการทำงานของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นมีความสะดวกรวดเร็วและช่วยประหยัดแรงงานในการทำงาน เครื่องที่สร้างขึ้นมีการออกแบบให้สามารถใช้งานได้โดยตรงโดยการวัดค่าปริมาณไฟฟ้าและประมวลผลผ่านคอนโทรลเลอร์ ArduinoUNO Rและแสดงผลที่จอแอลซีดี ที่ให้ผลการตรวจสอบ ผ่าน(Pass)หรือไม่ผ่าน(Fail)ซึ่ง

แตกต่างจากแบบเดิมที่ต้องนำไปตรวจสอบและคำนวณค่าที่สำนักงานการไฟฟ้าซึ่งพบว่าการตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงในการทำงานแบบดั้งเดิมที่พบว่ามีความยุ่งยากและใช้เวลานานในการคำนวณผล [3]

F. Sanchez-Sutil 1 มีนาคม 2023 Smart Plug สำหรับ LoRaWAN (SPLW) ได้รับการออกแบบมาเพื่อวัดและควบคุมพลังงานที่ใช้จากโหนดไฟฟ้าในบ้านเรือน อาคารสำนักงาน โรงแรม โรงพยาบาล ฯลฯ เพื่อวัตถุประสงค์ในการประหยัดพลังงาน SPLW ตรวจสอบหลาย ๆ พารามิเตอร์ไฟฟ้า (เช่น แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า พลังงาน) และส่งข้อมูลนี้ไปแบบเรียลไทม์ไปยังคลาวด์ LoRa Bee ที่เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ข้อมูลนี้จะถูกส่งไปยังบริการ The Things of Network (TTN) ซึ่งสร้างขึ้นโดยเฉพาะสำหรับแอปพลิเคชัน LoRaWAN IoT TTN นำเสนอการบูรณาการมากมาย เช่น มีการใช้ Ubidots สำหรับการตรวจสอบ WebApp และสามารถโทร โฟน มีการทดสอบใน 6 ครั้วเรือนสาธิตประสิทธิภาพของ SPLW ในด้านการทำงาน ความเรียบง่าย ความน่าเชื่อถือและค่าใช้จ่าย [4]

Younjoo Cho และคณะ 1 มิถุนายน 2022 ปลั๊กอัจฉริยะกำลังได้รับความสนใจเนื่องจากเป็นอุปกรณ์อัจฉริยะที่ช่วยประหยัดพลังงานด้วยให้ฟังก์ชันต่างๆ เช่น การตัดไฟสแตนด์บาย การตรวจสอบการใช้พลังงาน และการควบคุมระยะไกลการควบคุมพลังงาน หากผู้ใช้สังเกตเห็นการใช้ปลั๊กอัจฉริยะเนื่องจากมีปัญหาในการใช้งานดังนั้นจึงจำเป็นต้องปรับปรุงการใช้งานของปลั๊กอัจฉริยะผ่านแอปพลิเคชันการออกแบบที่เป็นมิตรต่อผู้ใช้เพื่อส่งเสริมพฤติกรรมการประหยัดพลังงาน การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเสนอแนะวิธีการปรับปรุงการใช้งานโดยอำนวยความสะดวกในการรับรู้และการทำให้เป็นจริงของปลั๊กอัจฉริยะ เพื่อให้บรรลุเป้าหมาย เราได้สัมภาษณ์เชิงลึกกับผู้ใช้ 26 รายผู้ใช้ปลั๊กอัจฉริยะจะสำรวจประสบการณ์ผู้ใช้ (UX) สำหรับรายการตรวจสอบ ในที่สุด ขึ้นอยู่กับผลการสัมภาษณ์ เราเสนอแนะแนวทางการออกแบบปลั๊กอัจฉริยะที่อำนวยความสะดวกการรับรู้และการทำให้เป็นจริง [5]

ณัฐดนัย สิงห์คลีวรรณ และคณะ 2565 บทความนี้นำเสนอการพัฒนาต้นแบบปลั๊กไฟอัจฉริยะสำหรับช่วยแก้ปัญหาในการตรวจสอบการใช้งานและ การจัดการพลังงานซึ่งเชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชัน SMARTPLUG ที่พัฒนาขึ้นสำหรับการบันทึกข้อมูลค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า การใช้พลังงานไฟฟ้าและระยะเวลาการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละปลั๊ก โดยจะสามารถควบคุมการจ่าย กระแสไฟฟ้าให้แต่ละปลั๊กได้อย่างอิสระและจะตัดกระแสไฟฟ้าออกจากปลั๊กไฟโดยอัตโนมัติเมื่อตรวจพบว่ามีกระแสไฟฟ้า ไหลมากกว่า 10 แอมแปร์ การทดสอบการทำงานพบว่าต้นแบบปลั๊กไฟอัจฉริยะที่พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้แต่ละปลั๊ก ได้อย่างมีประสิทธิภาพสามารถแสดงผลค่าแรงดัน กระแสไฟฟ้าและค่ากำลังงานที่ใช้ของแต่ละปลั๊กได้ โดยมีค่าความคลาดเคลื่อนในการวัดแรงดันไฟฟ้าน้อยกว่าร้อยละ 1 ส่วนค่าเฉลี่ยการวัดค่ากระแสไฟฟ้ามีความ

คลาดเคลื่อนไม่เกินร้อยละ 10 ผลการตัดกระแสไฟฟ้าออกจากเต้าเสียบเมื่อตรวจพบว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลเกิน 10 A นั้นพบว่าสามารถทำได้อย่างถูกต้องตาม เงื่อนไขที่กำหนด [6]

Sri Ramya Siraparapu, S.M.A.K. Azad 2024 ในยุคปัจจุบัน อินเทอร์เน็ต หรือ IoT ได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งของชีวิตผู้คน เชื่อมโยงอุปกรณ์และสิ่งต่าง ๆ เข้าด้วยกันผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้เกิดการแลกเปลี่ยนข้อมูลอย่างมหาศาล อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถรับรู้ เรียนรู้ และทำงานร่วมกันได้อย่างชาญฉลาด การพัฒนานี้ได้ส่งผลกระทบต่อหลายด้านของสังคม ไม่ว่าจะเป็นการดูแลสุขภาพ เมืองอัจฉริยะ หรือการจัดการด้านการก่อสร้างแม้ว่า IoT จะนำความสะดวกสบายมาให้ แต่ปัญหาด้านความปลอดภัยและความเป็นส่วนตัวของข้อมูลยังคงเป็นความท้าทายที่สำคัญ อุปกรณ์ IoT มักมีข้อจำกัดด้านทรัพยากร ทำให้การป้องกันข้อมูลและการรักษาความปลอดภัยกลายเป็นสิ่งจำเป็นยิ่งขึ้น มาตรการป้องกันข้อมูลและการเข้าถึงที่เหมาะสมจึงเป็นสิ่งสำคัญเพื่อป้องกันการถูกแฮ็ก การรั่วไหลของข้อมูล และการใช้งานข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาตการพัฒนาสถาปัตยกรรมระบบที่มีความปลอดภัย (Secure System Architecture - SSA) เป็นสิ่งจำเป็น เพื่อสร้างสรรค์ IoT ที่ปลอดภัย น่าเชื่อถือ และให้ความเป็นส่วนตัวแก่ผู้ใช้งาน ทั้งนี้เพื่อให้การเชื่อมโยงของ IoT สามารถสร้างสรรคคุณค่าในชีวิตผู้คนได้อย่างแท้จริง [7]

4.3 อุปกรณ์ที่สำคัญ

4.3.1 NodeMCU ESP32 คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มาพร้อมกับ Wi-Fi และ Bluetooth ในตัวเดียวกันและมีความสามารถในการประมวลผลสูง รองรับการทำงานแบบ dual-core ซึ่งทำให้มันเป็นที่นิยมในการทำโปรเจก IoT หรือโปรเจกที่ต้องการการเชื่อมต่อไร้สาย โมดูล Wi-Fi ESP-32 รุ่น ESP-WROOM-32 โมดูล Wifi + Bluetooth 4.2 + Touch/Temp Sensor ทำงานแบบ Dual Core ที่ความเร็ว 160Mhz มี SRAM 512K หน่วยความจำ Flash สำหรับอัปโหลดโปรแกรมขนาด 16M มีขา GPIO 30 ขา ความละเอียดในการอ่านค่า ADC 12Bit สามารถเขียนโปรแกรม ผ่าน Arduino IDE เหมือนเขียน Arduino ได้



รูปที่ 2 NodeMCU ESP32

4.3.2 เป็นจอแสดงผล ขนาด 20x4 ตัวอักษร สีเขียว มาพร้อมบอร์ดแปลง I2C เชื่อมต่อกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่าย ใช้สายเชื่อมต่อเพียง 4 เส้น หมายเลข I2C คือ 0x3F / 0x27 สามารถเปลี่ยนหมายเลขได้โดยบัดกรีจุด A0 A1 A2 เปลี่ยนได้สูงสุด 7 หมายเลข (0x38 - 0x3F, 0x20 - 0x27) ใช้งานได้กับบอร์ด Arduino, ESP32, ESP8266, NodeMCU, IOXESP32, Farm1, RP2 Nano และ

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อื่น ๆ ทุกรุ่น จะมีไฟแบล็คไลต์สีเขียว เขียนโปรแกรมควบคุมเปิด-ปิดไฟแบล็คไลต์ได้ หน้าจอขนาด 98 x 60 มิลลิเมตร



รูปที่ 3 จอ LCD 20x4 สีเขียว I2C

4.3.3 โมดูลบันทึกข้อมูลลง Micro SD Card , Micro SD Card Module สำหรับเพิ่มความสามารถในการบันทึกข้อมูลต่าง ๆ จากบอร์ด Arduino ลงบน Micro SD Card มีอินเตอร์เฟสแบบ SPI ใช้งานง่าย มีไลบรารีสำเร็จรูปให้พร้อมใช้งาน มีวงจรเรกูเลต 3.3V มาให้ในตัวบอร์ด สามารถใช้ไฟได้ในช่วง 4.5V - 5.5V อินเทอร์เฟซการควบคุม: พินทั้งหมด 6 พิน (GND, VCC, MISO, MOSI, SCK, CS), GND ถึงกราวด์, VCC คือแหล่งจ่ายไฟ, MISO, MOSI, SCK คือบัส SPI, CS คือพินสัญญาณเลือกชิป วงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้า 3.3V: เอาต์พุตของตัวควบคุม LDO เป็นชิปแปลงระดับ 3.3V แหล่งจ่ายการ์ด Micro SD วงจรแปลงระดับ: การ์ด Micro SD ในทิศทางของสัญญาณจะถูกแปลงเป็น 3.3V อินเทอร์เฟซการ์ด MicroSD เพื่อควบคุมทิศทางของสัญญาณ MISO ก็จะถูกแปลงเป็น 3.3V เช่นกัน ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ทั่วไปสามารถอ่านสัญญาณได้



รูปที่ 4 SD Card Module

4.3.4 เซนเซอร์ ACS712 ประกอบด้วยวงจร Hall Effect เอาต์พุตแบบเชิงเส้น มีวงจรเหนี่ยวนำไฟฟ้าทองแดงตั้งอยู่รอบ ๆ พื้นผิวของตัวชิป ACS712 เมื่อกระแส AC หรือ DC ผ่านเส้นทองแดงจะเกิดการสร้างสนามแม่เหล็ก สนามแม่เหล็กไฟฟ้านี้ทำปฏิกิริยากับเซนเซอร์ Hall Effect แปลงแม่เหล็กไฟฟ้านี้ เป็นแรงดันตามสัดส่วนของกระแสไฟฟ้าได้ทั้ง AC หรือ DC ขึ้นอยู่กับชนิดของกระแสไฟฟ้าอินพุต เราสามารถใช้บอร์ด Arduino หรือไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่นอื่น ๆ วัดค่าแรงดันนี้ได้โดยตรง เพื่อแปลงค่ากลับมาเป็นกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 5 เซนเซอร์ ACS712 Current Sensor

4.3.5 เบรกเกอร์ 20 แอมป์มีหน้าที่ ป้องกันกระแสไฟเกินและการลัดวงจร โดยจะตัดกระแสไฟฟ้าอัตโนมัติเมื่อมีการใช้ไฟเกิน 20 แอมป์หรือเกิดความผิดปกติในวงจร ภายในเบรกเกอร์มีแผ่นโลหะที่จะร้อนและงอตัวเมื่อกระแสเกิน ทำให้สวิตช์ตัดไฟทันที เพื่อป้องกันความเสียหายของสายไฟและอุปกรณ์



รูปที่ 6 Breaker Chang 20 A

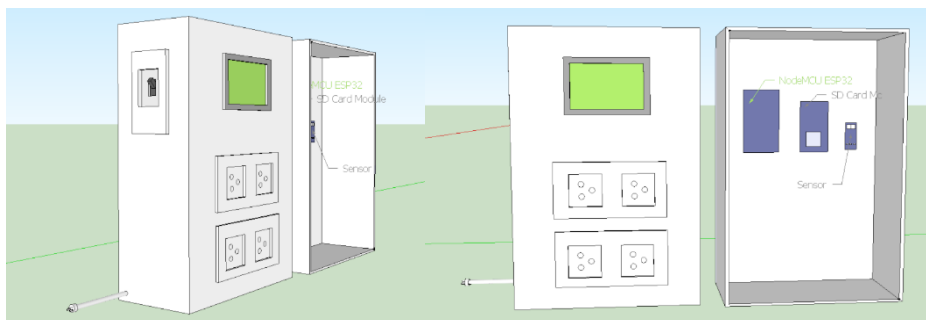
4.3.6 กล่องกันน้ำพลาสติก Nano ผลิตจากพลาสติกคุณภาพสูงที่มีความทนทานต่อแรงกระแทกและไม่เปราะแตกง่าย มาพร้อมคุณสมบัติในการกันน้ำและฝุ่นได้ดีเยี่ยมตามมาตรฐาน IP65 หรือสูงกว่า จึงสามารถใช้งานได้ในทุกสภาพอากาศ ทั้งทนต่อความร้อน รังสี UV และความชื้น ตัวกล่องน้ำหนักเบา ทำให้ง่ายต่อการเคลื่อนย้ายและติดตั้ง และมีการออกแบบที่ทันสมัย สามารถติดตั้งได้กลมกลืนในพื้นที่ต่าง ๆ เหมาะสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ในพื้นที่กลางแจ้งหรือบริเวณที่มีความชื้น



รูปที่ 7 กล่องพลาสติกกันน้ำ 200x300x104.50 mm.

4.4 การออกแบบชิ้นงาน

แบบจำลองเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ด้วย SketchUp



รูปที่ 8 รูปชิ้นงานเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

4.5 หลักการทำงาน

แรงดันไฟฟ้า 220 โวลต์จากแหล่งจ่ายไฟถูกต่อเข้ากับเซนเซอร์แรงดันไฟฟ้า เพื่อลดขนาดแรงดันให้ต่ำลงสำหรับการตรวจวัดในระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะถูกแปลงเป็นสัญญาณแบบอนาล็อกส่งเข้าสู่ ADC (Analog-to-Digital Converter) ใน ESP32 เพื่อประมวลผลและแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าผ่านจอ LCD กระแสไฟฟ้าถูกตรวจวัดด้วยเซนเซอร์ ACS712 ซึ่งใช้หลักการของ Hall Effect ในการแปลงค่ากระแสไฟฟ้าให้เป็นแรงดันไฟฟ้าที่แปรผันตามขนาดกระแส จากนั้นสัญญาณอนาล็อกจะถูกส่งไปยัง ADC ของ ESP32 เพื่อคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ใช้จริงเมื่อได้ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ระบบ ESP32 จะคำนวณหากำลังไฟฟ้า (Power) โดยใช้สูตร $P = V \times I$ ซึ่ง P คือกำลังไฟฟ้า V คือแรงดันไฟฟ้า และ I คือกระแสไฟฟ้า จากนั้น ระบบจะคำนวณพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง (kWh) โดยนำกำลังไฟฟ้าไปคูณกับเวลาที่ใช้ระบบ มีเซนเซอร์ที่ตรวจจับกระแสไฟฟ้าที่รั่วไหลออกจากวงจร หากตรวจพบกระแสที่เกินค่าที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งการตัดไฟฟ้าทันทีผ่านรีเลย์ เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นข้อมูลการใช้งานไฟฟ้า เช่น แรงดัน กระแส กำลังไฟฟ้า และพลังงานไฟฟ้าทั้งหมด จะถูกแสดงบนจอ LCD 20x4 ผ่านการเชื่อมต่อแบบ I2C นอกจากนี้ ESP32 ยังมีความสามารถในการเชื่อมต่อ Wi-Fi ทำให้ผู้ใช้สามารถควบคุมและตรวจสอบการใช้พลังงานผ่านแอปพลิเคชันหรือเว็บไซต์เบราว์เซอร์ระบบจะบันทึกข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าลงใน MicroSD card ทุก ๆ 1 นาที เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถติดตามการใช้พลังงานย้อนหลังและวิเคราะห์ข้อมูลการใช้พลังงานในระยะยาว

4.5.1 สูตรพื้นฐานในการคำนวณกระแสไฟฟ้า

โดยที่:

$$I = \frac{P}{V \cdot \cos(\phi)}$$

P = กำลังไฟฟ้า (วัตต์, W) ซึ่งในกรณีนี้ไม่ต่ำกว่า 3,000 W

V = แรงดันไฟฟ้า (โวลต์, V) ซึ่งใช้ 220 โวลต์

$\cos(\phi)$ = ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (power factor) ปกติสำหรับโหลดทั่วไปจะอยู่ที่ 0.8 - 1.0 (ในกรณีนี้สมมติว่า $\cos(\phi) = 0.9$)

แทนค่าในสูตร:

$$I = \frac{3000}{220 \times 0.9} \approx 15.15 \text{ A}$$

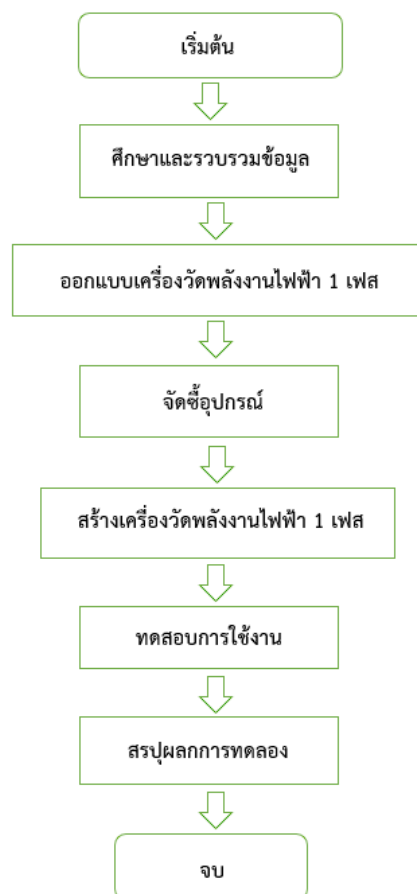
ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ใช้งานจะประมาณ 15.15 แอมป์

4.5.2 เลือกขนาดสายไฟที่สามารถรับกระแสไฟฟ้า 15.15 A ได้อย่างปลอดภัย โดยพิจารณาขนาดสายไฟทั่วไปที่สามารถใช้ได้

ขนาดสายไฟ (mm ²)	กระแสที่รับได้สูงสุด (A)
1.5	16
2.5	20-25
4	30-35

จากตารางจะเห็นว่า ขนาดสาย 1.5 mm² สามารถรับกระแสได้ 16 A ซึ่งพอเพียง แต่หากต้องการให้สายไฟมีความทนทานในระยะยาว แนะนำให้ใช้สายไฟขนาด 2.5 mm² ขึ้นไป เลือกขนาดเบรกเกอร์ที่รองรับกระแสไฟฟ้ามากกว่า 15.15 A โดยควรเลือกเบรกเกอร์ที่มีค่าใกล้เคียงแต่สูงกว่าเล็กน้อย เช่น 20 A ขนาดสายไฟที่แนะนำ 2.5 mm² ขึ้นไป ขนาดเบรกเกอร์ที่แนะนำ เบรกเกอร์ขนาด 20 A

Flowchart ขั้นตอนการดำเนินงาน



รูปที่ 10 Flowchart การดำเนินโครงการ

5. ขอบเขตของโครงการ

- 5.1 ออกแบบเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 1 เฟส ไม่น้อยกว่า 3000 W
- 5.2 แสดงผลค่า Watt Volt Ampere Kilowatt-hour ในจอ LCD
- 5.3 วัดการรั่วไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร และสามารถตัดไฟได้ ตามกระแสรั่วไหลที่กำหนด
- 5.4 สามารถควบคุมแสดงผลค่าผ่านทาง Wi-Fi และสามารถบันทึกค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ ค่า Watt, Volt, Ampere, Kilowatt-hour ได้ต่ำสุด 1 นาทีต่อการเก็บค่า 1 ครั้ง

6. ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

- 6.1 ศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ
- 6.2 เข้าปรึกษาอาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ
- 6.3 ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ที่นำมาทำโครงการ
- 6.4 สอบหัวข้อโครงการ
- 6.5 จัดซื้ออุปกรณ์ และเริ่มทำชุดควบคุม
- 6.6 รายงานความก้าวหน้า
- 6.7 ทดสอบการทำงาน
- 6.8 แก้ไขข้อผิดพลาด
- 6.9 สรุปผลการทำงาน
- 6.10 จัดทำปริญญานิพนธ์
- 6.11 สอบจบโครงการ

7. แผนการดำเนินงาน

ที่	กิจกรรม	ก.ค. 67	ส.ค. 67	ก.ย. 67	ต.ค. 67	พ.ย. 67	ธ.ค. 67	ม.ค. 68	ก.พ. 68	มี.ค. 68	เม.ย. 68
1.	ศึกษาหลักการ ทำงานของ แหล่งจ่าย พลังงานไฟฟ้า										
2.	สร้างแบบร่าง (sketch) และ โมเดล 3D ของ แหล่งจ่าย พลังงานไฟฟ้า										
3.	เลือกอุปกรณ์ และชิ้นส่วนที่ใช้ในการผลิต สร้างต้นแบบ แรก										
4.	ทดสอบฟังก์ชัน การทำงานต่าง ๆ เช่น การวัด ค่า, การ ตรวจจับการ รั่วไหล										
5.	ทำการทดสอบ ความปลอดภัย ของอุปกรณ์										
6.	พัฒนา ซอฟต์แวร์ สำหรับการ ควบคุมและ การแสดงผล บน LCDทำ การทดสอบ										

	ปลั๊กวัดไฟฟ้า สภาพแวดล้อม การใช้งานจริง										
7.	ทำการทดสอบ แหล่งจ่าย พลังงานไฟฟ้า สภาพแวดล้อม การใช้งานจริง										
8.	สรุปผลการ ทดลอง										
9.	เขียนสรุป โครงงาน										

8. บรรณานุกรม

- [1] Abnurlion (2023) Ohm's Law Definition, Formula สืบค้นเมื่อ 11 ตุลาคม 2567 จาก เว็บไซต์ Physicscalculations.com
- [2] Ashwin A. Kumar และคณะ (2023) การพัฒนาปลั๊กอัจฉริยะที่สามารถวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าผ่านการเชื่อมต่อกับระบบ IoT จาก Thesai.org
- [3] ชัยยศ คำมี, & ศุภวัฒน์ ลาวัณย์วิสุทธิ (2566) เครื่องตรวจสอบกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์แบบอัตโนมัติ สำหรับใช้ตรวจสอบความถูกต้องเที่ยงตรงในการทำงานของกิโลวัตต์ฮาวร์มิเตอร์ จาก Itechjournal.tru.ac.th
- [4] Sanchez-Sutil, F (2023, March 1) Smart Plug for LoRaWAN (SPLW): A Design for Measuring and Controlling Energy Use in Residential and Commercial Buildings. Sensors จาก Sciencedirect
- [5] Cho, Y., & Colleagues (2022, June 1) Smart plugs as energy-saving devices: Enhancing user experience to encourage energy-saving behaviors จาก Sciencedirect
- [6] ณัฐดนัย สิงห์คสิวรรณ และคณะ (2565) การพัฒนาต้นแบบปลั๊กไฟอัจฉริยะสำหรับการตรวจสอบการใช้งานและการจัดการพลังงานที่เชื่อมต่อกับเว็บแอปพลิเคชัน SMARTPLUG จาก Itechjournal.tru.ac.th
- [7] Siraparapu, S.R., & Azad, S.M.A.K. (2024) The Impact and Challenges of IoT in Modern Society: Focusing on Security and Privacy จาก Sciencedirect

9. งบประมาณ

ที่	รายการ	จำนวน	ราคา	ราคารวม
1.	NodeMCU ESP32	1	290.00	290.00
2.	จอ LCD 20x4 สีเขียว	1	292.00	292.00
3.	SD Card Module	1	35.00	35.00
4.	เซนเซอร์ ACS712 Current Sensor	1	40.00	40.00
5.	เบรกเกอร์ข้าง 20 A	1	55.00	55.00
6.	กล่องกันน้ำพลาสติก	1	145.00	145.00
รวม				857.00

ลงชื่อ.....ไกรยรต์กุล.....(นักศึกษา)

ลงชื่อ.....(นักศึกษา)

ลงชื่อ.....ZSM.....(อาจารย์ที่ปรึกษา)