เครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

Home Electrical Appliances Energy Consumption Recorder

พรเทพ วิจิตรโสภณ

Pornthep Wijitsophon

เพชรมณีกาญจน์ อุตตะมูลทนไทย

Phetmaneekan Utamooltonthai

อรอนงค์ การไร่

Onanong Karnrai

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน
Home Electrical Appliances Energy Consumption Recorder

โดย

พรเทพ วิจิตรโสภณ รหัสนักศึกษา 63010637

เพชรมณีกาญจน์ อุตตะมูลทนไทย รหัสนักศึกษา 63010706

อรอนงค์ การไร่ รหัสนักศึกษา 63011061

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. จิรวัฒน์ ปานกลาง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญา

วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2566ภาคเรียนที่ 2 พ.ศ. 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2566

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

Home Electrical Appliances Energy Consumption Recorder

ผู้จัดทำ นาย พรเทพ วิจิตรโสภณ รหัสนักศึกษา 63010637

นางสาว เพชรมณีกาญจน์ อุตตะมูลทนไทย รหัสนักศึกษา 63010706

นางสาว อรอนงค์ การไร่ รหัสนักศึกษา 63011061

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

.....

(รศ. จิรวัฒน์ ปานกลาง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน เครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

นักศึกษา นายพรเทพ วิจิตรโสภณ รหัสนักศึกษา 63010637

นางสาวเพชรมณีกาญจน์ อุตตะมูลทนไทย รหัสนักศึกษา 63010706

นางสาวอรอนงค์ การไร่ รหัสนักศึกษา 63011061

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ปีการศึกษา 2566

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน รศ. จิรวัฒน์ ปานกลาง

บทคัดย่อ

โครงงานเล่มนี้ เป็นการกล่าวถึงกระบวนการสร้างเครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในครัวเรือน เพื่อใช้ในการตรวจสอบ วิเคราะห์ บันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า และคำนวณค่าไฟจากพลังงานไฟฟ้าที่ตรวจสอบได้ โดยระบบของเครื่องตรวจวัดการใช้พลังงานไฟฟ้าแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟต์แวร์ ส่วนของฮาร์ดแวร์ คือ การต่อวงจรวัดพลังงานไฟฟ้า และส่วนของซอฟต์แวร์ คือ การเขียนโปรแกรมผ่าน Arduino IDE โดยมี PZEM-004T เป็นโมดูลที่วัดค่าการใช้พลังงาน ไฟฟ้า จากนั้นจะแสดงออกทางเอาต์พุตในรูปแบบที่กำหนดไว้ คือ OLED, Google Sheets และ Line Notify โดยจะทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า พลังงานไฟฟ้า กำลังไฟฟ้า และคำนวณค่าไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title Home Electrical Appliances Energy Consumption Recorder

Student Mr. Pornthep Wijitsophon Student ID 63010637

Miss Phetmaneekan Utamooltonthai Student ID 63010706

Miss Onanong Karnrai Student ID 63011061

Degree Bachelor of Engineering

Program Electronics Engineering

Year 2023

Project Advisor Assoc. Prof. Jirawat Panklang

ABSTRACT

The objective of this research is to illustrate the process of creating a recorder of home electrical appliances energy consumption recorder. This recorder is designed to check, analyze, and record the electrical energy usage of electrical appliances, as well as calculate the electricity costs based on verified energy consumption. The system for measuring electrical energy use is divided into two main components: hardware and software. The hardware component involves setting up the electrical energy measuring circuit, while the software component entails programming using the Arduino IDE. A crucial element in this system is the PZEM-004T module, which is responsible for measuring electrical energy consumption and displaying the data on an OLED, Google Sheets, and Line Notify. It provides measurements for voltage, current, electrical energy, power, and calculates the electricity costs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการทำโครงงานสร้างเครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในครัวเรือน สามารถเกิดขึ้นได้จากคำแนะนำและความช่วยเหลือ จาก รศ. จิรวัฒน์ ปานกลาง และเพื่อน ๆ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ชั้นปีที่ 4 ที่ช่วยให้คำแนะนำและตรวจสอบแก้ไขข้อผิดพลาดต่าง ๆ ของโครงงานนี้ ไม่ว่าจะเป็นในเรื่องของพื้นฐานทางอิเล็กทรอนิกส์ และการควบคุมระบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ผู้จัดทำรู้สึกขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จนทำให้โครงงานนี้สำเร็จไปได้ด้วยดี กลุ่มของข้าพเจ้าขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง

ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้ที่สนใจระบบเครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้า หากผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำขออภัยมา ณ ที่นี้

พรเทพ วิจิตรโสภณ
เพชรมณีกาญจน์ อุตตะมูลทนไทย
อรอนงค์ การไร่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญ ..... ช
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูปภาพ ..... ฎ
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 สมมติฐานของโครงงาน 2
1.4 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.6 ระยะเวลาในการทำโครงงาน 3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี 4
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) 4
2.1.1 โครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ 4
2.2 WeMos D1 mini NodeMCU WIFI ESP8266 6
2.2.1 ข้อมูลจำเพาะของ WeMos D1 Mini 7
2.3 OLED Monitor 8
2.3.1 รายละเอียดโครงสร้างของ OLED 8
2.3.2 จุดเด่นของ OLED 9
2.3.3 จุดด้อยของ OLED 9
2.4 WeMos D1 MINI OLED 0.66 นิ้ว 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 PZEM-004T 10
2.5.1 คุณสมบัติของ PZEM-004T 11
2.6 การคำนวณพลังงานไฟฟ้า 11
2.7 ระบบควบคุมไฟฟ้าแบบเครือข่ายไร้สาย 12
2.7.1 วายฟาย (Wi-Fi) 12
2.8 Google Sheets 13
2.9 Line Notify 14
บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบ 15
3.1 วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ หรือโปรแกรมที่ใช้ 15
3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน 16
3.3 การออกแบบและจัดระบบ 17
3.4 หลักการทำงาน 18
3.5 การออกแบบวงจร (Schematic) และผังงาน (Flowchart) 18
3.5.1 วงจร (Schematic) 18
3.5.2 ผังงาน (Flowchart) 19
บทที่ 4 ผลการทดลอง 20
4.1 การทดสอบวัดค่าพลังงานไฟฟ้าโดยแสดงผลผ่านหน้าจอ Serial Monitor 20
4.2 การทดสอบวัดค่าพลังงานไฟฟ้าของโหลดจาก Serial Monitor 21
4.3 การทดสอบวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของโหลดจากมิเตอร์ 24
4.4 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของโหลดจากหน้าจอ OLED 24
4.5 การเก็บข้อมูลค่าไฟลง Google Sheets ของโหลด 26
4.6 การแจ้งเตือนค่าไฟผ่าน Line Notify ของโหลด 27
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 28
5.1 สรุปผลการทดลอง 28
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ 28
เอกสารอ้างอิง 30
ภาคผนวก 32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ระยะเวลาในการทำโครงงานตั้งแต่วันที่ 10 สิงหาคม 2566 จนถึง 17 ตุลาคม 2566.....3

2.1 แสดงการเปรียบเทียบขาของ WeMos D1 mini กับ NodeMCU ESP8266.....7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ **หน้า**

2.1.1 โครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์....4
2.2.1 WeMos D1 mini NodeMCU WIFI ESP8266....6
2.3.1 แผงไฟ OLED ต้นแบบ....8
2.3.2 โครงสร้างของ OLED แบบมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบอยู่ 2 ชั้น....8
2.4.1 WeMos D1 MINI OLED 0.66 นิ้ว....10
2.5.1 PZEM-004T....10
2.8.1 Google Sheets....13
2.9.1 Line Notify....14
3.2.1 แผนภาพ Flowchart ขั้นตอนการทำงาน....16
3.3.1 โครงสร้างการทำงาน....17
3.5.1 วงจรการทำงานของโครงงาน....18
3.5.2 ผังงานแสดงขั้นตอนการทำงาน....19
4.1.1 WeMos D1 MINI OLED เชื่อมต่อ WiFi สำเร็จ จะแสดง logo บนหน้าจอ....20
4.1.2 อ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจาก Serial Monitor....21
4.1.3 อ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจากหน้าจอ OLED....21
4.2.1 เก็บค่ากระแสไฟฟ้าของพัดลมจาก Serial Monitor....22
4.2.2 เก็บค่ากระแสไฟฟ้าของไดร์เป่าผมจาก Serial Monitor....22
4.2.3 เก็บค่ากระแสไฟฟ้าของตู้เย็นจาก Serial Monitor....23
4.2.4 เก็บค่ากระแสไฟฟ้าของหม้อไฟฟ้าจาก Serial Monitor....24
4.3.1 วัดค่าแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ในบ้านด้วยมิเตอร์....24
4.4.1 ค่ากระแสไฟฟ้าของพัดลมจากหน้าจอ OLED....24
4.4.2 ค่ากระแสไฟฟ้าของไดร์เป่าผมจากหน้าจอ OLED....25
4.4.3 ค่ากระแสไฟฟ้าของตู้เย็นจากหน้าจอ OLED....25
4.4.4 ค่ากระแสไฟฟ้าของหม้อไฟฟ้าจากหน้าจอ OLED....25
4.5.1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลค่าไฟลง Google Sheets ของพัดลม....26
4.6.1 ตัวอย่างการแจ้งเตือนค่าไฟด้วย Line Notify ของพัดลม....27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นหนึ่งปัจจัยที่สำคัญต่อการดำรงชีวิตของมนุษย์เป็นอย่างมาก ทั้งในระดับครัวเรือน บริษัท รวมไปถึงโรงงาน มนุษย์ได้ทำการคิดค้นสร้างสิ่งประดิษฐ์ที่อำนวยความสะดวกสบายสำหรับการดำรงชีวิตล้วนจำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้อง ยิ่งมีการใช้พลังงานไฟฟ้าที่มากเกินความจำเป็น จะส่งผลให้เกิดปัญหามลภาวะและปัญหาสิ่งแวดล้อมตามมาอย่างมากมาย เช่น เกิดปัญหาโลกร้อน เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบนิเวศน์ที่ส่งผลต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตทั้งพืช สัตว์และมนุษย์ เป็นต้น ดังนั้นรัฐบาลจึงได้ให้ความสำคัญกับเรื่องอนุรักษ์พลังงานและผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมซึ่งเกิดจากการผลิตพลังงานเป็นอย่างมาก

ปัญหาสำคัญคือการที่เราไม่สามารถรับรู้ได้ด้วยตัวเองว่า การที่เครื่องใช้ไฟฟ้าเสื่อมประสิทธิภาพทำให้เกิดการใช้พลังงานไฟฟ้ามากกว่าปกติหรือไม่ หรืออุปกรณ์ไฟฟ้านั้นมีอัตราการใช้พลังงานเท่าไร ซึ่งปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นทั้งในภาคครัวเรือน โดยการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นเหล่านี้สามารถเป็นปัญหาเชื่อมโยงไปถึงการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยรวมของประเทศอีกด้วย การประหยัดพลังงานที่ดีที่สุดคือต้องแก้ไขที่ต้นเหตุ นั้นคือ ผู้ใช้งาน

โครงงานนี้จัดทำขึ้นโดยออกแบบระบบที่สามารถตรวจสอบเครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้าน ว่ามีค่าแรงดันไฟฟ้าและค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านอุปกรณ์มากน้อยเพียงใด หากมีค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากเกินไป ก็จะสามารถรับรู้ได้และสามารถวางแผนแก้ไขอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องเหมาะสม ซึ่งจะช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้มากขึ้น แล้วยังช่วยลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นจากความเสียหายของอุปกรณ์ภายในเครื่องใช้ไฟฟ้าอีกด้วย โดยการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบเครือข่ายไร้สายในการตรวจสอบประเมินค่าปริมาณแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในครัวเรือน เพื่อสนับสนุนให้การวิเคราะห์ข้อมูลไฟฟ้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีความปลอดภัยและเกิดประโยชน์สูงสุด ซึ่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าที่บันทึกค่าได้จะนำมาเก็บรวบรวมและวิเคราะห์ เพื่อเป็นข้อมูลในการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้านั้น ๆ ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ WeMos D1 mini

1.2.2 เพื่อฝึกการคิดวิเคราะห์และการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.2.3 เพื่อออกแบบและพัฒนาเครื่องมือวัดกระแสไฟฟ้า เพื่อตรวจวัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าอย่างมีประสิทธิภาพ

1.3 สมมติฐานของโครงงาน

1.3.1 สามารถออกแบบเครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้า

1.3.2 สามารถออกแบบระบบตรวจสอบการใช้ไฟฟ้าอัตโนมัติแบบใช้เทคโนโลยี Wireless Sensor Network

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

1.4.1 ออกแบบวงจรโดยใช้ WeMos D1 mini เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.2 ควบคุมการทำงาน และการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วยเทคโนโลยี Wireless Sensor Network เพื่อนำมาประยุกต์ใช้เพื่อเก็บรวบรวมข้อมูลการใช้ไฟฟ้าของเครื่องใช้ไฟฟ้า

1.4.3 กำหนดการทำงานของระบบให้ทำงานแบบอัตโนมัติ

1.4.4 ข้อมูลการใช้ไฟฟ้าข้างต้น จะถูกนำมาใช้เพื่อลดการสิ้นเปลืองพลังงาน และเพิ่มความปลอดภัยให้กับชีวิต

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถอำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน

1.5.2 ได้รับความรู้ และเข้าใจเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่นำมาใช้

1.5.3 สามารถทราบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยหรือมากไป

1.5.4 สามารถวิเคราะห์และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ระยะเวลาในการทำโครงงาน

เริ่มตั้งแต่วันที่ 1 ธันวาคม พ.ศ. 2566 จนถึงวันที่ 29 กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2567

รายละเอียด / สัปดาห์ที่	ธันวาคม				มกราคม					กุมภาพันธ์			
	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4
1. ได้รับหัวข้อโครงงาน	←	—	—	→									
2. ศึกษาหาข้อมูลที่เกี่ยวข้อง				←	—	—	→						
3. ออกแบบโครงสร้าง						←	—	→					
4. จัดซื้ออุปกรณ์									←	—	→		
5. ทดสอบและประกอบวงจร										←	—	—	→
6. จัดทำรูปเล่มรายงาน			←	—	—	—	—	—	—	—	—	—	→

ตารางที่ 1.1 ระยะเวลาในการทำโครงงานตั้งแต่ 1 ธันวาคม 2566 จนถึง 29 กุมภาพันธ์ 2567

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

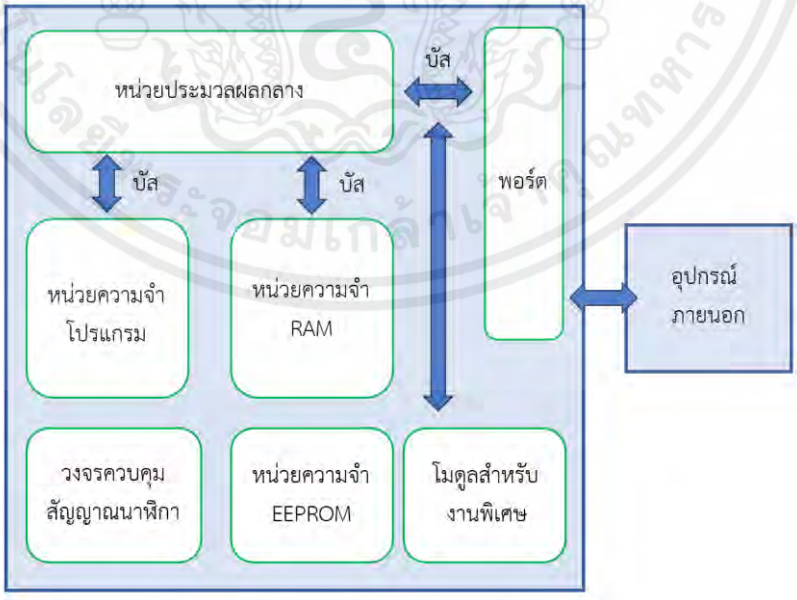
หลักการและทฤษฎี

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คือ ชิปอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประมวลผลอย่างหนึ่ง ทำหน้าที่ประมวลผลตามโปรแกรมหรือชุดคำสั่ง โครงสร้างภายในเป็นวงจรรวมขนาดใหญ่ประกอบไปด้วยหน่วยคำนวณทางคณิตศาสตร์และลอจิก บัสต่างๆ พอร์ต รีจีสเตอร์ หน่วยความจำ วงจรนับและวงจรจับเวลารวมกันอยู่ภายในชิป ไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในงานควบคุมสามารถติดต่อกับอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตได้สะดวก ใช้งานง่ายสามารถทำงานได้โดยใช้ชิปเดียว สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ มีภาษาที่ใช้ระดับสูงและหลายภาษาทำให้ง่ายต่อการศึกษาเรียนรู้ออกแบบวงจรพัฒนาระบบกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่มีความสามารถ ในการประมวลผลและตัดสินใจ สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมได้อย่างอิสระ ทำให้สามารถนำไปใช้งานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ซับซ้อนได้เป็นอย่างดี เหมาะกับการนำไปใช้ในงานควบคุมต่าง ๆ

2.1.1 โครงสร้างทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 6 ส่วนใหญ่ ๆ ดังต่อไปนี้



รูปที่ 2.1.1 โครงสร้างเบื้องต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)

เป็นหน่วยประมวลผลกลางซึ่งภายในมีหน่วยพื้นฐานต่าง ๆ ได้แก่ หน่วยควบคุม(Control Unit) เป็นหน่วยที่ใช้สร้างสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงานอย่างมีระเบียบและสัมพันธ์กัน และหน่วยกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิก (Arithmetic Logical Unit : ALU) ทำหน้าที่ทางคณิตศาสตร์และลอจิก เช่น การบวก การลบ ลอจิก AND ลอจิก OR ลอจิก EX-OR การเปรียบเทียบ การเลื่อนบิต การเพิ่มค่า การลดค่า การเซตบิต การรีเซตบิต เป็นต้น โดยมีรีจิสเตอร์หลักที่เรียกว่า แอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator Register)

2. หน่วยความจำ (Memory)

สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใด ๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกับกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่ว ๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port)

มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS)

บัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

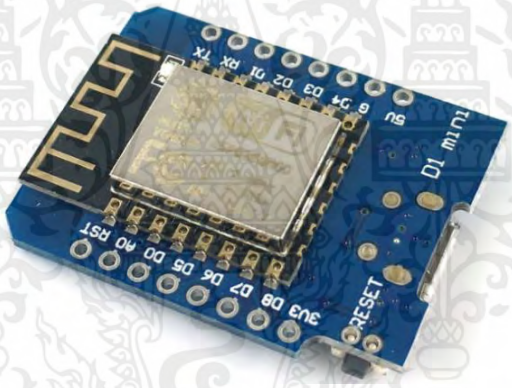
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วงจรควบคุมสัญญาณนาฬิกา

เป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

6. โมดูลสำหรับงานพิเศษ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกบรรจุวงจรการทำงานพิเศษ เช่น วงจรแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอล วงจรสร้างสัญญาณควบคุมแบบ PWM วงจรส่งข้อมูลแบบอนุกรม วงจรตรวจจับสัญญาณอินพุต เป็นต้น ทำให้การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ทำได้ง่ายขึ้น

2.2 WeMos D1 mini NodeMCU WIFI ESP8266



รูปที่ 2.2.1 WeMos D1 mini NodeMCU WIFI ESP8266

WeMos D1 Mini เป็นบอร์ดที่พัฒนามาจาก ESP8266 บนบอร์ด WeMos D1 Mini มีชิปสำหรับ USB to TTL อยู่บนบอร์ดแล้ว ทำให้ WeMos D1 Mini สามารถเสียบเข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB ได้โดยตรง สามารถใช้ NodeMCU เฟิร์มแวร์ ในการเขียนโปรแกรมสั่งงาน หรือใช้โปรแกรม Arduino IDE ก็ได้เช่นกัน โดยสามารถใช้งานได้เหมือนกับบอร์ด NodeMCU ทุกประการ โดยที่ WeMos D1 Mini เป็นบอร์ดที่สามารถใช้ Arduino IDE และ syntax สำหรับ arduino มาเขียนได้เลย และในตัวบอร์ดได้มีการฝังชิป Wi-Fi มาให้เรียบร้อยโดยจะใช้ความถี่ที่ 2.4 Ghz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 ข้อมูลจำเพาะของ WeMos D1 Mini

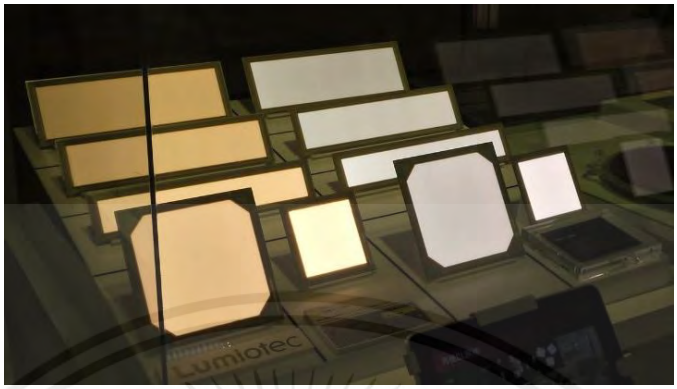
- ขนาด 34.2 x 25.6 มม.
- น้ำหนัก 10 กรัม
- สัญญาณนาฬิกา 80MHz/160MHz
- ดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต 11 ช่อง
- ใช้ Microcontroller ESP-8266EX มีหน่วยความจำ 4 MB

WeMos D1 Pin	Function	ESP 8266 Pin
TX	TXD	TXD
RX	RXD	RXD
A0	Analog input, max 3.3V input	A0
D0	IO	GPIO16
D1	IO, SCL	GPIO5
D2	IO, SDA	GPIO4
D3	IO, 10k Pull-up	GPIO0
D4	IO, 10k Pull-up, BUILTIN_LED	GPIO2
D5	IO, SCK	GPIO14
D6	IO, MISO	GPIO12
D7	IO, MOSI	GPIO13
D8	IO, 10k Pull-down, SS	GPIO15
G	Ground	GND
5V	5V	-
3V3	3.3V	3.3V
RST	Reset	RST

ตารางที่ 2.1 แสดงการเปรียบเทียบขาของ WeMos D1 mini กับ NodeMCU ESP8266

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 OLED Monitor

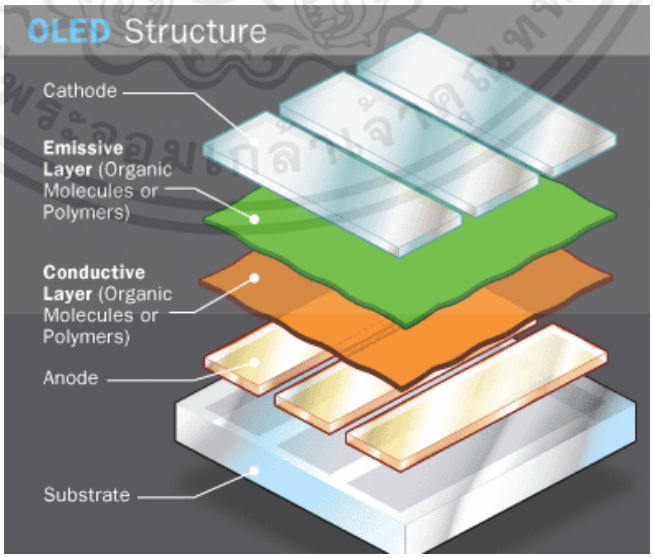


รูปที่ 2.3.1 แผงไฟ OLED ต้นแบบ

OLED (Organic Light Emitting Diodes) คือจอภาพที่มีลักษณะคล้ายแผ่นฟิล์ม มีส่วนประกอบเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถเปล่งแสงเองได้เมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า เรียกว่า Electroluminescence โดยที่ไม่ต้องพึ่งพาแสง Backlight และจะไม่มีการเปล่งแสดงในบริเวณที่เป็นภาพสีดำ ส่งผลให้สีดำนั้นดำสนิท อีกทั้งยังช่วยเรื่องพลังงานด้วย

นอกจากนี้จอภาพแบบ OLED ยังมีความบางกว่า LCD รวมทั้งมีความยืดหยุ่น สามารถโค้งงอได้ เนื่องจาก OLED มีโครงสร้างที่แตกต่างจาก LCD โดยโครงสร้างของ OLED นั้นประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำไฟฟ้าที่เป็นของแข็ง ทำจากวัสดุอินทรีย์มีทั้งแบบ Polymer และโมเลกุลขนาดเล็ก ซึ่งมีความหนาเพียง 100-500 นาโนเมตร และอาจมีชั้นสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบอยู่ 2 หรือ 3 ชั้น

2.3.1 รายละเอียดโครงสร้างของ OLED



รูปที่ 2.3.2 โครงสร้างของ OLED แบบมีสารอินทรีย์เป็นองค์ประกอบอยู่ 2 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Substrate

ชั้นผิวหน้าของจอภาพ อาจทำจากกระจก, ฟลอยด์โลหะ หรือพลาสติกใส ซึ่งหากทำจากฟลอยด์หรือพลาสติกใสจะทำให้ได้จอภาพที่มีความยืดหยุ่นสูง

2. Anode

เป็นขั้วบวก ทำด้วยวัสดุโปร่งใส (Indium Tinn Oxide ; ITO) เป็นตัวทำหน้าที่ดึงกระแสอิเล็กตรอน

3. Organic Layer

ทำจากสารประกอบอินทรีย์ หรือโพลิเมอร์ของสารอินทรีย์ โดยถูกแบ่งออกเป็น 2 ชั้นย่อย ๆ ได้แก่ Conducting Layer ทำจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่เป็นสี ทำหน้าที่ส่ง Hole ของอิเล็กตรอนจาก Anode และ Emissive Layer ทำจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่เป็นสี ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายอิเล็กตรอนจาก Cathode โดยชั้นนี้เป็นชั้นที่ทำให้เกิดการเปล่งแสง

4. Cathode

เป็นขั้วลบ อาจทำด้วยวัสดุโปร่งใสหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของ OLED เป็นตัวทำหน้าที่ปล่อยกระแสอีเล็กตรอน

2.3.2 จุดเด่นของ OLED

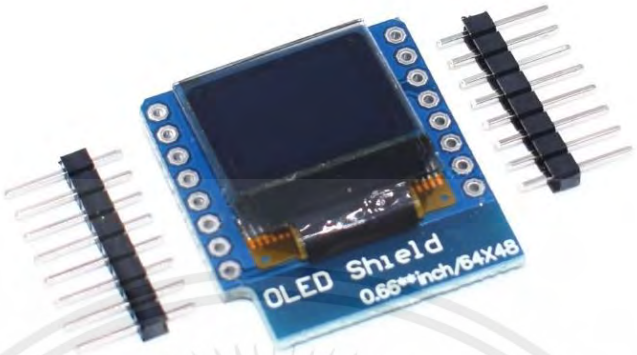
- บาง เบา และมีความยืดหยุ่นสูง
- เมื่อนำพลาสติกมาทำจอของ OLED แทนกระจก ทำให้จอมีความยืดหยุ่นสูง
- สามารถปรับให้โค้งงอได้ สามารถทำเป็นจอแบบโปร่งใส และมองเห็นได้จากทั้งสองด้าน
- ให้ความสว่างได้มากกว่าจอปกติ
- ดำสนิทกว่าจอปกติ เนื่องจากไม่มีแสง Backlight
- สามารถสร้างเป็นขนาดใหญ่ และมีความปลอดภัยสูงเพราะสามารถสร้างจากพลาสติกได้
- มีมุมมองกว้างถึงเกือบ 180 องศา

2.3.3 จุดด้อยของ OLED

- ฟิล์มที่ให้กำเนิดสีน้ำเงินมีอายุการใช้งานสั้นเพียง 1,000 ชั่วโมง (แต่สำหรับสีแดงและเขียว มีอายุการใช้งานที่ยาวนานถึงประมาณ 10,000-40,000 ชั่วโมง
- สารอินทรีย์ที่ใช้ทำ OLED จะเสียหายได้ง่ายเมื่อโดนน้ำหรือออกซิเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 WeMos D1 MINI OLED 0.66 นิ้ว



รูปที่ 2.4.1 WeMos D1 MINI OLED 0.66 นิ้ว

จอแสดงผล OLED สำหรับ WeMos D1 Mini เป็นแบบ Shield สามารถเสียบซ้อนทับแล้วแสดงผลได้ทันที ไม่ต้องต่อสาย จอมีขนาด 64x48 พิกเซล ใช้ IC Driver SSD1306 ติดต่อแบบ I2C

2.4.1 ข้อมูลจำเพาะของ WeMos D1 Mini

- ขนาด 27 x 28 มม.
- มุมของการมองเห็น มากกว่า 160 องศา
- สัญญาณนาฬิกา 80MHz/160MHz
- ไดรเวอร์ OLED : SSD1306
- แรงดันไฟฟ้าขาเข้าประมาณ 3.3V ~ 6V

2.5 PZEM-004T

รูปที่ 2.5.1 PZEM-004T

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PZEM-004T ใช้สำหรับการวัดค่าเพื่อบันทึกการใช้งานไฟฟ้า เพื่อการตรวจสอบวัดค่าการใช้พลังงานและควบคุมค่าไฟฟ้า อุปกรณ์การวัดจำเป็นต้องให้ข้อมูลหลายๆ ค่า ได้แก่ แรงดัน (VAC) กระแส (IAC) กำลังไฟฟ้าจริง (Active power) ค่าตัวประกอบกำลัง (Power Factor) ค่าพลังงานไฟฟ้า (Energy) เพื่อมาใช้ในการคำนวณ หรือควบคุม โมดูล PZEM รับหน้าที่การคำนวณค่าต่าง ๆ ไปเรียบร้อย และส่งผลการคำนวณต่าง ๆ ออกมาจากโมดูลผ่านการสื่อสารแบบ serial (TX, RX) ซึ่งสามารถใช้เพื่อควบคุมสั่งการต่อด้วยบอร์ด Arduino หรือ ส่งค่าต่อไปที่คอมพิวเตอร์

2.5.1 คุณสมบัติของ PZEM-004T

- ใช้วัดแรงดันไฟฟ้าของไฟบ้าน วัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ วัดค่ากำลังไฟฟ้าและวัดค่ากำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง (Wh)
- วัดค่าแรงดันไฟฟ้าได้ที่ 80 - 260VAC วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้ที่ 0 - 100A และสามารถทำงานได้ที่ความถี่ 45 - 65Hz
- สามารถแยกไฟสูงออกจากไฟต่ำด้วยออปโต้คัปเปลอร์ ทำให้เมื่อใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วไม่เสี่ยงโดนไฟดูด
- วัดค่ากระแสไฟฟ้าด้วย CT Current Transformer
- สื่อสารกับไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย UART (หรือ Serial)

2.6 การคำนวณพลังงานไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (วัตต์) = พลังงานไฟฟ้า (จูล) / เวลา (วินาที)

ดังนั้น พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) X เวลา (วินาที)

ตัวอย่าง

หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า 800 วัตต์ ถ้าใช้หม้อหุงข้าวนี้นาน 1 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้าเท่าไร

วิธีคิด หม้อหุงข้าวไฟฟ้าใช้กำลังไฟฟ้า = 800 วัตต์ ใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้านาน 1 ชั่วโมง = 60 X 60 วินาที

จากความสัมพันธ์

พลังงานไฟฟ้า (จูล) = กำลังไฟฟ้า (วัตต์) X เวลา (วินาที)

ดังนั้น พลังงานไฟฟ้า (จูล) = 800 X 60 X 60 = 2,880,000 จูล

จะได้คำตอบ ใช้หม้อหุงข้าวไฟฟ้านี้นาน 1 ชั่วโมง สิ้นเปลืองพลังงาน 2,880,000 จูล โดยทั่วไปนิยมวัดพลังงานไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหน่วยที่ใหญ่กว่าหน่วยจูล โดยวัดกำลังไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นกิโลวัตต์และคิดช่วงเวลาเป็นชั่วโมง ดังนั้น พลังงานไฟฟ้าจึงวัดได้เป็น กิโลวัตต์/ชั่วโมง หรือเรียกว่าหน่วยหรือยูนิต เนื่องจากกำลังไฟฟ้า 1 กิโลวัตต์เท่ากับ 1,000 วัตต์ดังนั้น ถ้าใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1 กิโลวัตต์/ชั่วโมง จึงหมายถึง มีการใช้พลังงานไฟฟ้าไป 1,000 วัตต์เป็นเวลานาน 1 ชั่วโมง นั่นคือใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นกิโลวัตต์/ชั่วโมง หรือหน่วยยูนิต คำนวณได้จาก

พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) X เวลา (ชั่วโมง)

<u>ตัวอย่าง</u>

พัดลมตั้งพื้น 75 วัตต์ 4 ตัว ถ้าเปิดพร้อมกันจะใช้กำลังไฟฟ้ารวมกันกี่กิโลวัตต์และถ้าเปิดอยู่นาน 5 ชั่วโมง จะสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้ากี่หน่วย

วิธีคิด พัดลมตั้งพื้น 75 วัตต์ 4 ตัว ใช้กำลังไฟฟ้ารวม = 75 X 4 วัตต์ = 300 วัตต์ กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) = 300/1,000 กิโลวัตต์

นั่นคือ พัดลมตั้งพื้นทั้ง 4 ตัว ใช้กำลังไฟฟ้า 0.3 กิโลวัตต์

พลังงานไฟฟ้า (หน่วย) = กำลังไฟฟ้า (กิโลวัตต์) X เวลา (ชั่วโมง)

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ = 0.3 กิโลวัตต์ X 5 ชั่วโมง = 1.5 หน่วย

ผลลัพธ์ พัดลมตั้งพื้น 4 ตัวนี้เปิดนาน 5 ชั่วโมง สิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า = 1.5 หน่วย

2.7 ระบบควบคุมไฟฟ้าแบบเครือข่ายไร้สาย

ระบบเครือข่ายไร้สาย เป็นเทคโนโลยีที่ช่วยให้เกิดการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ สื่อสารหรือระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่อง หรือ ระหว่างกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ สามารถสื่อสารกันได้ รวมถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่ายคอมพิวเตอร์ โดยปราศจากการใช้สายสัญญาณในการเชื่อมต่อ แต่จะใช้คลื่นวิทยุเป็นช่องทางการ ติดต่อสื่อสารแทน ซึ่งในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างกันผ่านทางอากาศ ทำให้ไม่ต้องมีการเดินสายสัญญาณซึ่งจะช่วยในเรื่องความสะดวกในการติดตั้งและการใช้งานที่ง่ายขึ้น โดยนำเทคโนโลยีการเข้าถึงข้อมูลเฉพาะในส่วนที่เป็นการเข้าถึงไร้สาย (Broadband Wireless Access: BWA)

2.7.1 วายฟาย (Wi-Fi)

วายฟาย (Wi-Fi) มาจากคำว่า wireless fidelity หมายถึง องค์กรที่ทำหน้าที่ทดสอบผลิตภัณฑ์ระบบเครือข่ายแบบไร้สาย (Wireless Lan) ภายใต้เทคโนโลยีการสื่อสารมาตรฐาน IEEE 802.11 ว่าอุปกรณ์แต่ละยี่ห้อกันนั้นสามารถติดต่อสื่อสารกันได้โดยไม่มีปัญหา ซึ่งเมื่ออุปกรณ์เหล่านั้นผ่านการตรวจสอบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว อุปกรณ์ก็จะถูกประทับตราสัญลักษณ์ Wi-Fi Certified รับรองว่าอุปกรณ์ชิ้นนั้นสามารถติดต่อสื่อสารกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ตัวอื่นๆ ที่มีตราสัญลักษณ์Wi-Fi Certified ได้ ซึ่งนี่คือ ที่มาของคำว่า วายฟาย (Wi-Fi) ที่ใช้เรียกแทนอุปกรณ์เชื่อมต่อไร้สาย

ลักษณะการเชื่อมต่อของวายฟาย มีลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ภายในเครือข่าย WLAN ไว้สองลักษณะคือโหมด Infrastructure และโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

ประเภทของอุปกรณ์วายฟาย (Wi-fi) สามารถแยกได้ดังนี้

(1) 802.11a มาตรฐานนี้จะมีความเร็ว และความเสถียรภาพของการเชื่อมต่อสูง แต่ไม่สามารถที่จะทำงานร่วมกับ 802.11b ได้สำหรับ 802.11a นี้สามารถที่จะส่งถ่ายข้อมูลได้ที่ความเร็วสูงถึง 54 Mbps และทำงานที่ความถี่ 5 GHz

(2) 802.11b มาตรฐานนี้จะนิยมใช้ตามสนามบินใหญ่ๆ หรือบริการในร้านอินเตอร์เน็ต ซึ่งจะทางานที่ความถี่ 2.4 GHz (เป็นความถี่เดียวกับมือถือ และไมโครเวฟ ซึ่งไม่มีอันตราย) และสามารถที่จะส่งถ่ายข้อมูลได้ที่ความเร็วถึง 11 Mbps

(3) 802.11g มาตรฐานนี้ทำงานได้ที่ความถี่ 2.4 GHz และสามารถเข้ากับมาตรฐาน 802.11b แต่มีอัตราการส่งถ่ายข้อมูลได้ที่ความเร็วสูงสุดถึง 54 Mbps มักนำมาใช้กับงานที่ต้องการความแน่นอน และความเร็วในการเชื่อมต่อรวมถึงการแชร์ไฟล์ขนาดใหญ่

2.8 Google Sheets

รูปที่ 2.8.1 *Google Sheets*

Google Sheets หรือเรียกย่อ ๆ ว่า Sheets เป็นซอฟต์แวร์ด้าน Spreadsheet สร้างตารางคำนวณ ทำงานแบบ Online บน Cloud ใช้งานได้ฟรี ทำหน้าที่คล้าย ๆ กับ Microsoft Excel สามารถแชร์ให้กับคนอื่น เข้ามาทำงานร่วมกันได้ พร้อมแจ้งเตือนได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1 ความสามารถของ Google Sheets

- สร้างตาราง สร้างเอกสารคำนวณ
- สามารถจัดรูปแบบอัตโนมัติได้ คล้าย ๆ Conditional Formatting ใน Excel
- ทำการสรุปข้อมูลได้ด้วย Pivot Table
- ทำงานได้โดยใช้ Browser เท่านั้น ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมใด ๆ
- มีการบันทึกข้อมูลให้อัตโนมัติ (Autosave)
- สามารถนำเอา Excel แปลงเป็น Sheets ได้
- สามารถ Download เอกสาร Sheets เป็นไฟล์ Excel, CSV, PDF ได้
- สามารถใช้เป็น Data Source ให้กับ Power BI หรือ Google Data Studio ได้

2.9 Line Notify

รูปที่ 2.9.1 Line Notify

LINE Notify คือ บริการที่สามารถรับข้อความแจ้งเตือนจากเว็บเซอร์วิสต่าง ๆ ที่สนใจได้ทาง LINE โดยหลังเสร็จสิ้นการเชื่อมต่อกับทางเว็บเซอร์วิสแล้วจะได้รับการแจ้งเตือนจากบัญชีทางการของ “LINE Notify” ซึ่งให้บริการโดย LINE ซึ่งบริการหลักๆ ที่สามารถเชื่อมต่อได้แก่ GitHub, IFTTT หรือ Mackerel เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

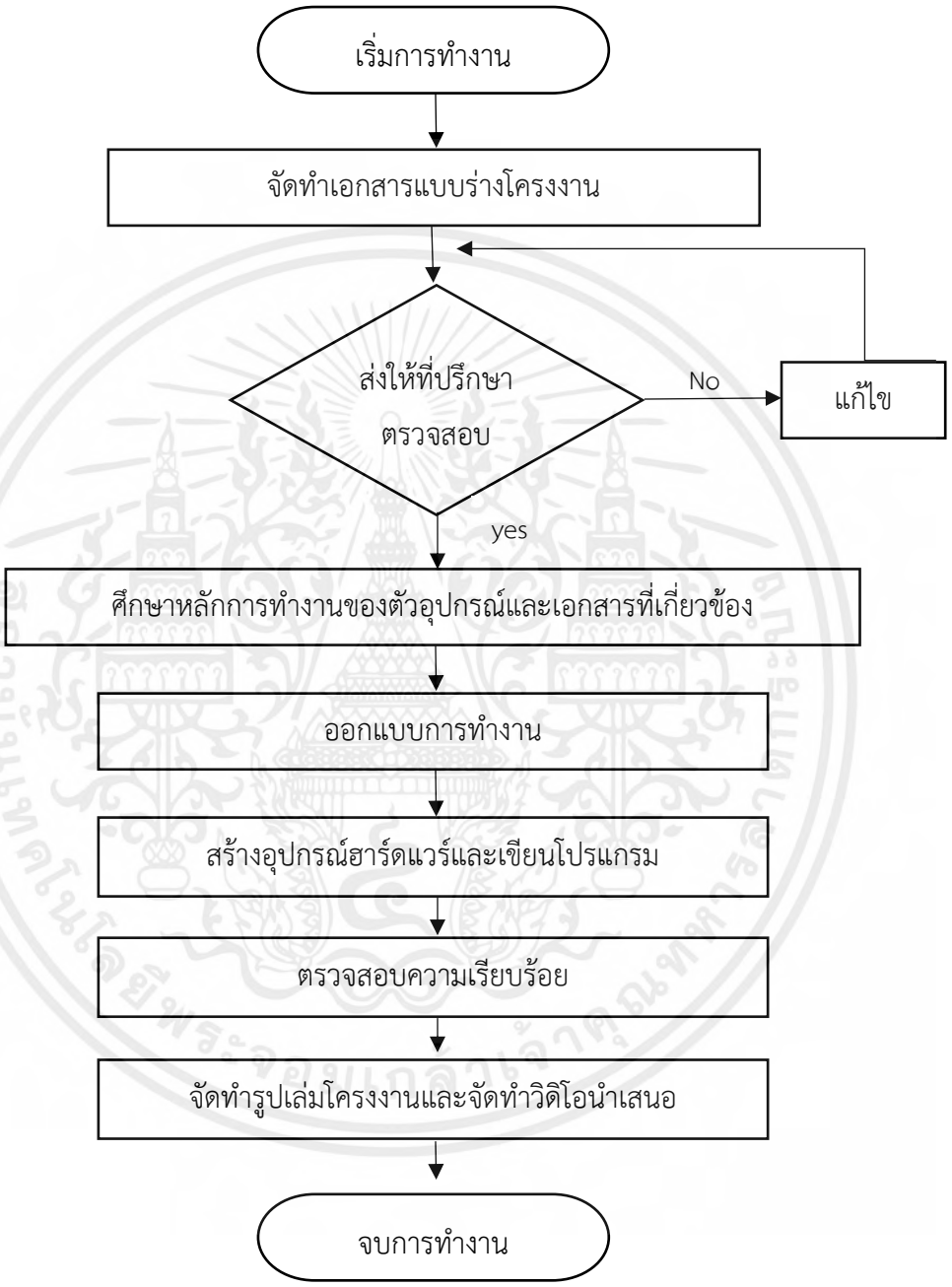
หลักการทำงานและการออกแบบ

3.1 วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ หรือโปรแกรมที่ใช้

- WeMos D1 mini NodeMCU WIFI ESP8266
- WeMos D1 mini-OLED 0.66 นิ้ว
- WeMos Dual Base shield
- PZEM-004T 100A
- ปลั๊กไฟ 220V 10A
- สายไฟ
- สายไมโคร USB
- Terminal Block
- Google Sheets
- โปรแกรม Arduino IDE
- โปรแกรม Line Notify

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการดำเนินโครงงาน

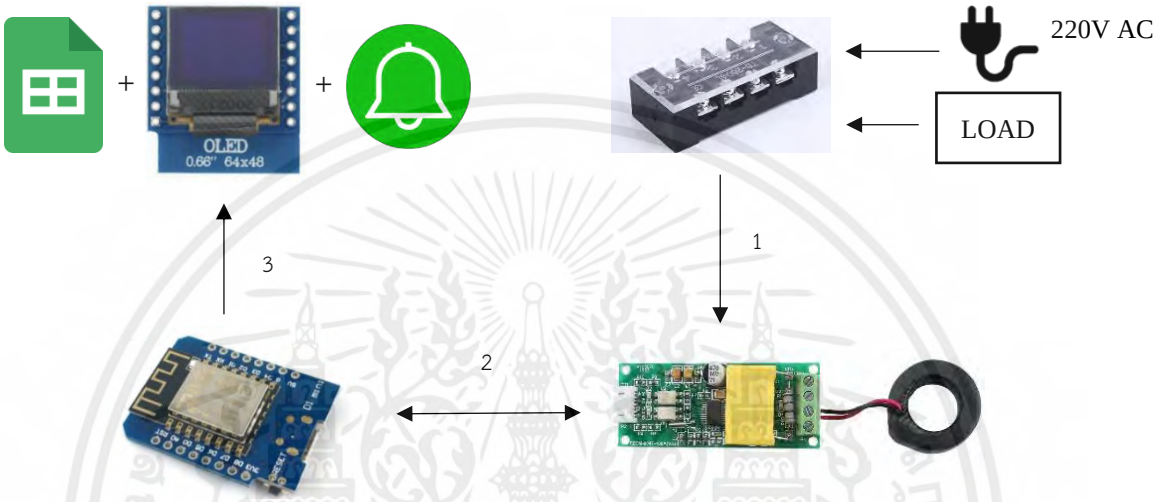


รูปที่ 3.2.1 แผนภาพ Flowchart ขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบและจัดระบบ

โครงสร้างการทำงานของระบบ ส่วนนี้อธิบายถึงขั้นตอนการทำงานของระบบ แสดงตามรูปที่ 3.3.1



รูปที่ 3.3.1 โครงสร้างการทำงาน

จากรูปที่ 3.3.1 เป็นโครงสร้างและขั้นตอนการทำงาน แบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

ส่วนที่ 1 ทำการต่อไฟ AC 220V และโหลดเข้าที่เทอร์มินอล หลังจากนั้นเชื่อมต่อกับโมดูล PZEM-004T เพื่อวัดค่าเพื่อบันทึกการใช้งานไฟฟ้าของโหลด

ส่วนที่ 2 การทำงานของ WeMos D1 mini NodeMCU ESP8266 เพื่อวัดค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้ โมดูล PZEM-004T และให้อุปกรณ์ส่งกลับมายัง WeMos D1 mini NodeMCU ESP8266

ส่วนที่ 3 การทำงานของ WeMos D1 mini NodeMCU ESP8266 ที่จะแสดงผลผ่านจอ WeMos D1 mini OLED เก็บข้อมูลลงใน Google Sheets และแจ้งเตือนด้วย Line Notify

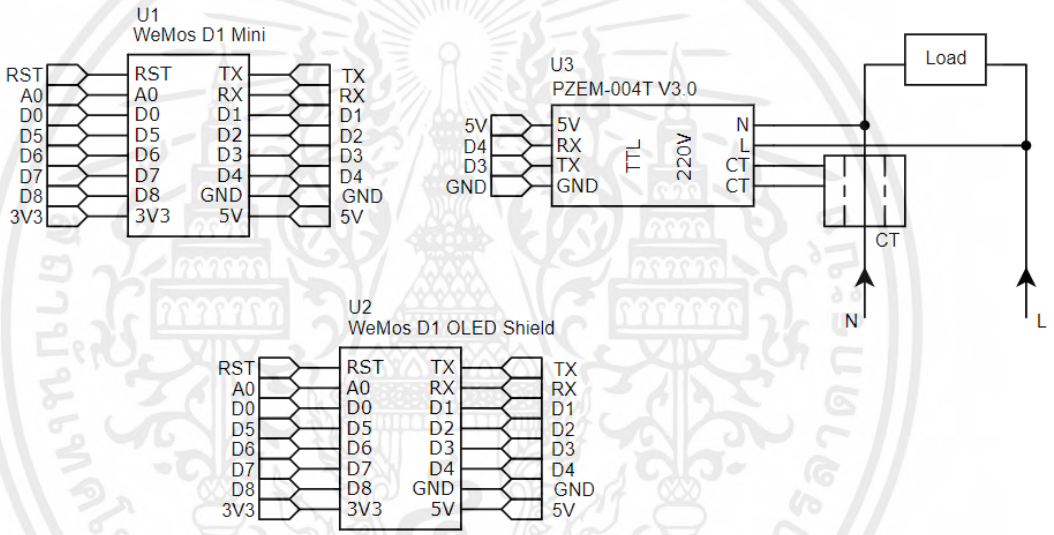
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 หลักการทำงาน

โมดูลวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า PZEM-004T จะทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จะวัดกำลังไฟฟ้า และวัดค่ากำลังไฟฟ้าต่อชั่วโมง ซึ่งสามารถนำค่าเหล่านี้ไปใช้คำนวณค่าไฟฟ้าได้ หรือวัดการใช้พลังงานของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละชิ้น และจะส่งข้อมูลไปยัง WeMos D1 mini NodeMCU ESB8266 เพื่อประมวณผลและจะแสดงผลออกทางเอาต์พุตในรูปแบบของ WeMos D1 mini OLED, Google Sheets และแจ้งเตือนด้วย Line Notify

3.5 การออกแบบวงจร (Schematic) และผังงาน (Flowchart)

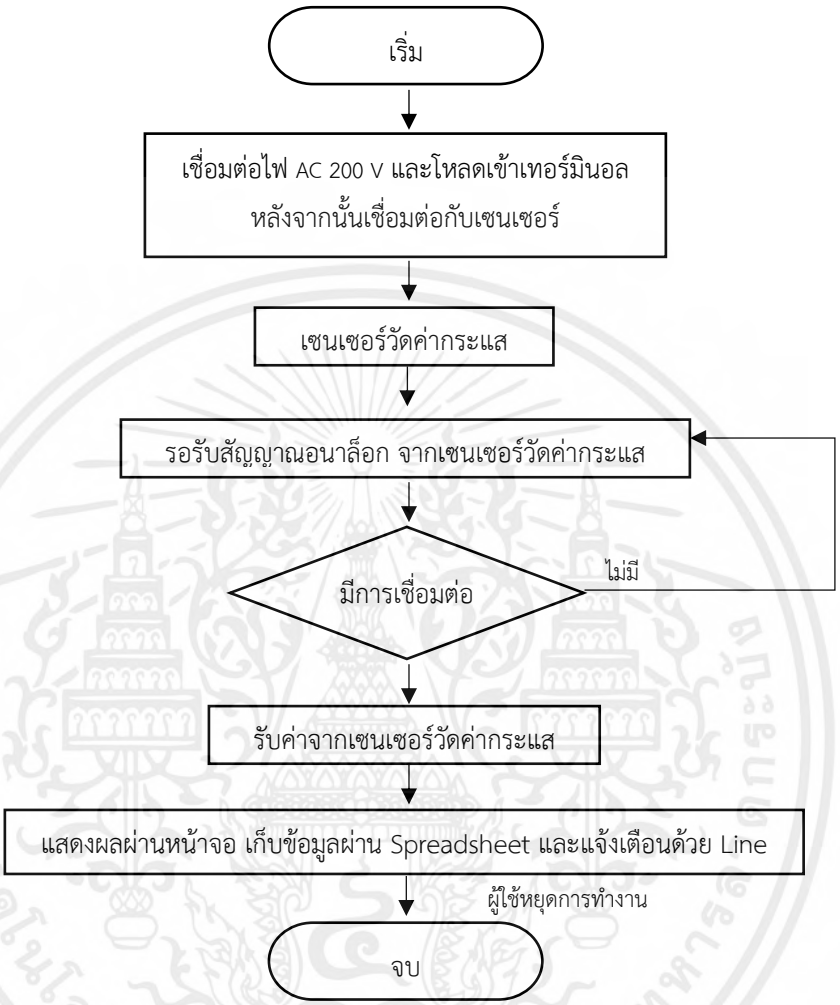
3.5.1 วงจร (Schematic)



รูปที่ 3.5.1 วงจรการทำงานของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ผังงาน (Flowchart)



รูปที่ 3.5.2 ผังงานแสดงขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

จากการทดลองต่อวงจรละเขียนคำสั่งโค้ดโครงงานเรื่องเครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านพบว่า

4.1 การทดสอบวัดค่าพลังงานไฟฟ้าโดยแสดงผลผ่านหน้าจอ Serial Monitor

1. เปิดโปรแกรม Arduino IDE ที่เขียนคำสั่งไว้ จากนั้นเรียกใช้ Serial Monitor โดยคลิกที่ Tools > Serial Monitor หรือกดปุ่ม Ctrl + Shift + M

2. อ่านค่าพลังงานไฟฟ้า จาก Serial Monitor และดูค่าที่ได้จากจอ OLED

3. นำมาวัดค่าพลังงานไฟฟ้า แบบไม่ต่อโหลด ทุกๆ 5 วิ เป็นจำนวน 5 ครั้ง

รูปที่ 4.1.1 WeMos D1 MINI OLED เชื่อมต่อ WiFi สำเร็จ จะแสดง logo บนหน้าจอ

```
Voltage: 227.20V
Current: 0.00A
Power: 0.00W
Energy: 0.007kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 227.20V
Current: 0.00A
Power: 0.00W
Energy: 0.007kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 227.20V
Current: 0.00A
Power: 0.00W
Energy: 0.007kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 227.20V
Current: 0.00A
Power: 0.00W
Energy: 0.007kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 227.20V
Current: 0.00A
Power: 0.00W
Energy: 0.007kWh
Frequency: 50.0Hz
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Voltage: 227.20V
Current: 0.00A
Power: 0.00W
Energy: 0.007kWh
Frequency: 50.0Hz
```

รูปที่ 4.1.2 อ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจาก Serial Monitor

รูปที่ 4.1.3 อ่านค่าพลังงานไฟฟ้าจากหน้าจอ OLED

4.2 การทดสอบวัดค่าพลังงานไฟฟ้าของโหลดจาก Serial Monitor

4.2.1 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของพัดลม ทุกๆ 5 วิ เป็นจำนวน 5 ครั้ง

```
Voltage: 226.10V
Current: 0.21A
Power: 46.10W
Energy: 0.007kWh
Frequency: 49.9Hz
Voltage: 226.10V
Current: 0.21A
Power: 46.10W
Energy: 0.008kWh
Frequency: 49.9Hz
Voltage: 226.10V
Current: 0.21A
Power: 46.10W
Energy: 0.008kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 226.10V
Current: 0.21A
Power: 46.00W
Energy: 0.008kWh
Frequency: 49.9Hz
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Voltage: 226.10V
Current: 0.21A
Power: 46.00W
Energy: 0.008kWh
Frequency: 49.9Hz
```

รูปที่ 4.2.1 เก็บค่ากระแสไฟฟ้าของพัดลมจาก Serial Monitor

4.2.2 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของไดร์เป่าผม ทุกๆ 5 วิ เป็นจำนวน 5 ครั้ง

```
Voltage: 221.50V
Current: 5.30A
Power: 1173.10W
Energy: 0.016kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 221.60V
Current: 5.30A
Power: 1174.30W
Energy: 0.016kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 221.60V
Current: 5.30A
Power: 1173.40W
Energy: 0.016kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 221.60V
Current: 5.30A
Power: 1173.40W
Energy: 0.017kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 221.50V
Current: 5.30A
Power: 1172.80W
Energy: 0.017kWh
Frequency: 50.0Hz
```

รูปที่ 4.2.2 เก็บค่ากระแสไฟฟ้าของไดร์เป่าผมจาก Serial Monitor

4.2.3 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของตู้เย็น ทุกๆ 5 วิ เป็นจำนวน 5 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Voltage: 224.90V
Current: 0.38A
Power: 52.70W
Energy: 0.018kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 225.00V
Current: 0.38A
Power: 52.60W
Energy: 0.019kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 225.00V
Current: 0.38A
Power: 52.60W
Energy: 0.019kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 225.00V
Current: 0.38A
Power: 52.60W
Energy: 0.019kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 225.10V
Current: 0.38A
Power: 52.50W
Energy: 0.019kWh
Frequency: 50.0Hz
```

รูปที่ 4.2.3 เก็บค่ากระแสไฟฟ้าของตู้เย็นจาก Serial Monitor

4.2.4 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของหม้อไฟฟ้า ทุกๆ 5 วิ เป็นจำนวน 5 ครั้ง

```
Voltage: 223.40V
Current: 2.62A
Power: 585.00W
Energy: 0.024kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 223.40V
Current: 2.62A
Power: 584.70W
Energy: 0.024kWh
Frequency: 49.9Hz
Voltage: 223.40V
Current: 2.62A
Power: 584.70W
Energy: 0.024kWh
Frequency: 50.0Hz
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Voltage: 223.40V
Current: 2.62A
Power: 584.60W
Energy: 0.024kWh
Frequency: 50.0Hz
Voltage: 223.40V
Current: 2.62A
Power: 584.60W
Energy: 0.024kWh
Frequency: 50.0Hz
```

รูปที่ 4.2.4 เก็บค่ากระแสไฟฟ้าของหม้อไฟฟ้าจาก Serial Monitor

4.3 การทดสอบวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของโหลดจากมิเตอร์

4.3.1 การทดสอบวัดค่าแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน

รูปที่ 4.3.1 วัดค่าแรงดันไฟฟ้าของอุปกรณ์ในบ้านด้วยมิเตอร์

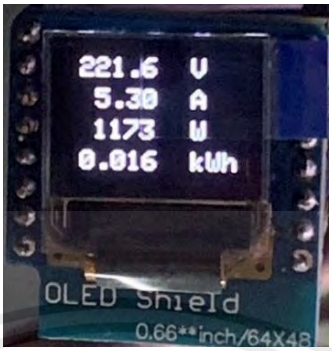
4.4 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของโหลดจากหน้าจอ OLED

4.4.1 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของพัดลม

รูปที่ 4.4.1 ค่ากระแสไฟฟ้าของพัดลมจากหน้าจอ OLED

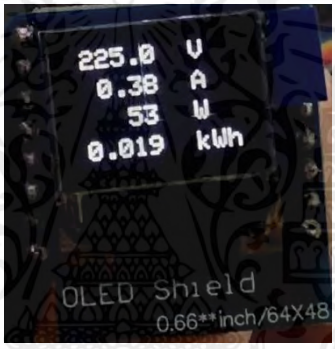
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของไดร์เป่าผม



รูปที่ 4.4.2 ค่ากระแสไฟฟ้าของไดร์เป่าผมจากหน้าจอ OLED

4.4.3 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของตู้เย็น



รูปที่ 4.4.3 ค่ากระแสไฟฟ้าของตู้เย็นจากหน้าจอ OLED

4.4.4 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของหม้อไฟฟ้า

รูปที่ 4.4.4 ค่ากระแสไฟฟ้าของหม้อไฟฟ้าจากหน้าจอ OLED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 การเก็บข้อมูลค่าไฟลง Google Sheets ของโหลด

4.5.1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลค่าไฟลง Google Sheets ของพัดลม ทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง

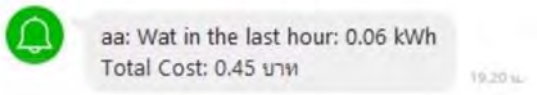
5/3/2024	18:36:45	0.03	0.26
5/3/2024	18:37:52	0.03	0.27
5/3/2024	18:39:04	0.03	0.27
5/3/2024	18:40:07	0.04	0.28
5/3/2024	18:41:11	0.04	0.28
5/3/2024	18:42:25	0.04	0.29
5/3/2024	18:43:41	0.04	0.3
5/3/2024	18:44:45	0.04	0.3
5/3/2024	18:46:02	0.04	0.3
5/3/2024	18:47:08	0.04	0.31
5/3/2024	18:48:11	0.04	0.31
5/3/2024	18:49:17	0.04	0.32
5/3/2024	18:50:33	0.04	0.32
5/3/2024	18:51:45	0.04	0.33
5/3/2024	18:52:56	0.04	0.34
5/3/2024	18:54:12	0.04	0.34
5/3/2024	18:55:22	0.04	0.34
5/3/2024	18:56:27	0.04	0.35
5/3/2024	18:57:39	0.04	0.35
5/3/2024	18:58:42	0.05	0.36
5/3/2024	19:00:00	0.05	0.36
5/3/2024	19:01:14	0.05	0.37
5/3/2024	19:02:18	0.05	0.38
5/3/2024	19:03:32	0.05	0.38
5/3/2024	19:04:45	0.05	0.38
5/3/2024	19:05:49	0.05	0.39
5/3/2024	19:06:53	0.05	0.39
5/3/2024	19:07:57	0.05	0.4
5/3/2024	19:09:12	0.05	0.4
5/3/2024	19:10:25	0.05	0.41
5/3/2024	19:11:42	0.05	0.42
5/3/2024	19:12:55	0.05	0.42
5/3/2024	19:14:00	0.05	0.42
5/3/2024	19:15:07	0.05	0.42
5/3/2024	19:16:11	0.05	0.43
5/3/2024	19:17:14	0.05	0.44
5/3/2024	19:18:19	0.05	0.44
5/3/2024	19:19:22	0.06	0.45
5/3/2024	19:20:26	0.06	0.45

รูปที่ 4.5.1 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลค่าไฟลง Google Sheets ของพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การแจ้งเตือนค่าไฟผ่าน Line Notify ของโหลด

4.6.1 ตัวอย่างการแจ้งเตือนค่าไฟผ่าน Line Notify ของพัดลม ทุก 1 ชั่วโมง



รูปที่ 4.6.1 ตัวอย่างการแจ้งเตือนค่าไฟด้วย Line Notify ของพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

การจัดทำโครงงานวิจัยเรื่องเครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน สามารถสรุปผลการทดลอง ได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทำโครงงานเรื่องเครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ได้มีการศึกษา และออกแบบเครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน ได้มีการทดลองระบบใช้โมดูลวัดการใช้ไฟฟ้า PZEM-400T ทำการวัดค่าพลังงานไฟฟ้า โดยวัดค่าพลังงานไฟฟ้าจากโหลดหลาย ๆ แบบ และทำการวัดค่าด้วยมิเตอร์ เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากโมดูล จากนั้นจะทำการเขียนคำสั่งให้ WeMos D1 mini NodeMCU ESP8266 ทำการรับค่าอินพุตจาก PZEM-004T เพื่อทำการประมวณผล และแสดงผลเอาต์พุตผ่าน WeMos D1 mini OLED สามารถเก็บข้อมูลลง Google Sheets และสามารถแจ้งเตือนด้วย Line Notify ได้

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทำโครงงานเรื่องเครื่องบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้าน จากการวัดแรงดันและกระแสไฟฟ้าด้วยมิเตอร์เทียบกับค่าที่ได้จาก PZEM-004T มีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากตัวอุปกรณ์ PZEM-004T ที่ใช้ อาจยังมีประสิทธิภาพไม่เพียงพอ และจากการทดลองเก็บข้อมูลลง Google Sheets ทุกๆ 1 นาที เป็นเวลา 1 ชั่วโมง เกิดปัญหาการส่งข้อมูลDelay เพราะเกิดปัญหา WiFi Delayหรือเน็ตอืด เนื่องจากการส่งข้อมูลนั้นต้องใช้เวลา และมีการแชร์สัญญาณกับเครื่องอื่นด้วย ปัจจัยอีกอย่างคือมีสัญญาณรบกวนคลื่นความถี่วิทยุ เนื่องจากมีค่า Latency ที่สูงเกินไป ซึ่งส่งผลให้เกิดปัญหา WiFi Delay นั้นเอง

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 การทดลองมีปัญหาเกี่ยวกับการเขียนคำสั่งให้กับฮาร์ดแวร์ทำงาน ควรศึกษาการทำงานของฮาร์ดแวร์ให้เข้าใจ เพื่อไม่ให้เกิดความผิดพลาดในการเขียนโปรแกรมคำสั่ง

5.3.2 การทดลองมีปัญหาเกี่ยวกับการจ่ายไฟให้กับโมดูลวัดการใช้พลังงานไฟฟ้า PZEM-004T ควรศึกษาการจ่ายไฟให้ดีก่อนลงมือทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.3 การออกแบบระบบการบันทึกการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในบ้านและการใช้วัสดุในการประกอบมีผลต่อความปลอดภัยของผู้ทดลองและผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Arduino 4. (2023). *WeMos D1 Mini NodeMCU Wifi ESP-8266 พร้อม Pin Header*. สืบค้น 8 กันยายน 2566, //////// จาก https://www.arduino4.com/product/418/wemos-d1-mini-nodemcu-wifi-esp

[2] สมชาย เบียนสูงเนิน. (2011). *ปฐมบท : ไมโครคอนโทรลเลอร์.* สืบค้น 8 กันยายน 2566, //////// จาก https://microbysom.blogspot.com/2011/03/blog-post.html

[3] ec-bot. (2023). *WeMos D1 mini NodeMCU ESP8266 Wi-Fi*. สืบค้น 9 กันยายน 2566, //////// จาก https://www.ec-bot.com/product/299/wemos-d1-mini-nodemcu-esp8266-wi-fi

[4] CybertTice. (2023). *Wemos D1 MINI OLED 0.66-inch จอ OLED 0.66 นิ้ว แบบ Shield สำหรับ Wemos D1 Mini*. สืบค้น 16 กันยายน 2566, //////// จาก https://www.cybertice.com/product/1098/wemos-d1-mini-oled-0-66-inch

[5] Men.kapook. (2013). *ทำความรู้จัก OLED เทคโนโลยีจอภาพแห่งอนาคต.* สืบค้น 13 กันยายน 2566, //////// จาก https://men.kapook.com/view54324.html

[6] Wikipedia. (2023). *OLED.* สืบค้น 20 กันยายน 2566, //////// จาก https://en.wikipedia.org/wiki/OLED

[7] Arduitronics. (2023). *PZEM-004T (V3.0) AC Digital Power Energy Meter Module*. สืบค้น 20 กันยายน 2566, //////// จาก https://www.arduitronics.com/product/2047/pzem-004t-v3-0-ac-digital-power-energy-meter-module

[8] สุเมธี อินคำเชื้อ. (2017). *การออกแบบและพัฒนาระบบตรวจวัดการใช้กระแสไฟฟ้าด้วยเครือข่ายไร้สาย.* สืบค้น 20 กันยายน 2566, //////// จาก https://ethesisarchive.library.tu.ac.th/thesis/2017/TU_2017_5910037489_7858_6921.pdf

[9] rhydoLABZ. (2023). *Esp8266 D1 Mini NodeMCU Wifi Development Board*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2566, //////// จาก https://www.rhydolabz.com/wireless-wifi-c-130_134/esp8266-d1-mini-nodemcu-wifi-development-board-p-2691

[10]NETTIGO. (2023). *Wemos D1 mini OLED 0.66" I2C shield*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2566, //////// จาก https://nettigo.eu/products/wemos-d1-mini-oled-0-66-i2c-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

shield#:~:text=Resolution%3A%2064%20%C3%97%2048,Driver%20IC%3A%20SSD1306

[11]OPENCIRCUIT. (2023). *WeMos D1 mini Dual base shield*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2566, //////// จาก https://opencircuit.shop/product/wemos-d1-mini-dual-base-shield

[12]RCSCOMPONENTS. (2023). *PZEM-004T-info*. สืบค้น 20 ธันวาคม 2566, //////// จาก https://www.rcscomponents.kiev.ua/datasheets/pzem-004t-info.pdf

[13]9EXPERT. (2024). *Google Sheets คืออะไร เริ่มต้นอย่างไร.* สืบค้น 15 มกราคม 2567, //////// จาก https://www.9experttraining.com/articles/google-sheets

[14]IBUDDYWEB. (2024). *Line notify ตัวช่วยใหม่ให้คุณไม่พลาดข่าวสารสำคัญทางธุรกิจ.* สืบค้น 20 มกราคม 2567, //////// https://www.ibuddyweb.com/news/line-notify/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Code Arduino IDE

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include <PZEM004Tv30.h>
#include <Wire.h>
#include <SFE_MicroOLED.h>
#include <TridentTD_LineNotify.h>

#define ssid "BBANK"
#define password "0638230444"
#define LINE_TOKEN "VrzqG2ZQZozKt5CRF2Wrvfig18yWwXxYOD8VhyLgga1"

float watcal =0;
float watperSec = 0;
float watperHr = 0;
float fee = 0;
float watperMin;
float feeMin;

unsigned long oneMin = 0;
unsigned long IntervaloneMin = 1000;

String GAS_ID =
"AKfycbxx_1rRylkv_uwtJYnEFzKZ91IQylslxVE19Kpb4gKfKy8BHw9U2GMe_SC2t-RtqVyF";
const char* host = "script.google.com";
const int httpsPort = 443;


const long interval = 300000;     //หน่วงเวลาการแจ้งเตือนซ้ำ [millisecond]
int Power_Alert = 1000;          //ค่ากำลังไฟฟ้าที่ต้องการให้แจ้งเตือน [watt]
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define PIN_RESET -1
#define DC_JUMPER 0

MicroOLED oled(PIN_RESET, DC_JUMPER); //Example I2C declaration, uncomment if
using I2C
PZEM004Tv30 pzem(D3, D4); //rx,tx pin
WiFiClientSecure client;

unsigned long previousMillis = 0, previousMillis_line = interval;
float voltage, current, power, energy, frequency;

  // float electric_fee(power/1000)*1*8

uint8_t logo_bmp[] = {
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x80,
0xC0, 0xE0, 0xC0, 0xF0, 0xE0, 0x78, 0x38, 0x78, 0x3C, 0x1C, 0x3C, 0x1C, 0x1E, 0x1E,
0x1E, 0x1E, 0x1E, 0x1E, 0x1E, 0x1E, 0x1E, 0x1E, 0x1C, 0x3C, 0x1C, 0x3C, 0x78, 0x38,
0xF0, 0xE0, 0xF0, 0xC0, 0xC0, 0xC0, 0x80, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x01, 0x03, 0x03, 0x01, 0x00, 0x00, 0xF0,
0xF8, 0x70, 0x3C, 0x3C, 0x1C, 0x1E, 0x1E, 0x0E, 0x0E, 0x0E, 0x0F, 0x0F, 0x0E, 0x0E,
0x1E, 0x1E, 0x1E, 0x3C, 0x1C, 0x7C, 0x70, 0xF0, 0x70, 0x20, 0x01, 0x01, 0x03, 0x03,
0x01, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x08, 0x1C, 0x3E,
0x1E, 0x0F, 0x0F, 0x07, 0x87, 0x87, 0x07, 0x0F, 0x0F, 0x1E, 0x3E, 0x1C, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x06, 0x1F, 0x1F, 0x3F, 0x3F,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0x1F, 0x1F, 0x06, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00
};
void sendData(float value, float value2) {
  Serial.println("==========");
  Serial.print("connecting to ");
  Serial.println(host);

  //----------------------------------Connect to Google host
  if (!client.connect(host, httpsPort)) {
    Serial.println("connection failed");
    return;
  }


  String url = "/macros/s/" + GAS_ID + "/exec?watt=" + value + "&Price=" + value2;  //
2 variables
  Serial.print("requesting URL: ");
  Serial.println(url);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" + "Host: " + host + "\r\n" + "User-
Agent: BuildFailureDetectorESP8266\r\n" + "Connection: close\r\n\r\n");

  Serial.println("request sent");
  //----------------------------------------

  //----------------------------------------
  while (client.connected()) {
    String line = client.readStringUntil('\n');
    if (line == "\r") {
      Serial.println("headers received");
      break;
    }
  }
  String line = client.readStringUntil('\n');
  if (line.startsWith("{\"state\":\"success\"")) {
    Serial.println("esp8266/Arduino CI successfull!");
  } else {
    Serial.println("esp8266/Arduino CI has failed");
  }
  Serial.print("reply was : ");
  Serial.println(line);
  Serial.println("closing connection");
  Serial.println("==========");
  Serial.println();
}
unsigned long previousMillis_line_notify = 0;
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.mode(WIFI_OFF);
  Wire.begin();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  previousMillis_line_notify = millis();

  //------Display LOGO at start------
  oled.begin();
  oled.clear(PAGE);
  oled.clear(ALL);
  oled.drawBitmap(logo_bmp);//call the drawBitmap function and pass it the array
from above
  oled.setFontType(0);
  oled.setCursor(0, 36);
  oled.print("      Iot      ");
  oled.display();

  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  client.setInsecure();

  LINE.setToken(LINE_TOKEN);
   // Reset energy value
  pzem.resetEnergy(); // Reset energy kWh value to 0

}

void cal_wat(){
  voltage = pzem.voltage(); // Read voltage
  current = pzem.current(); // Read current
  watcal = current * voltage;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  //  220W = 1A*220V
}



void displayValue() {
  //------read data------
  voltage = pzem.voltage();
  current = pzem.current();
  power = pzem.power();
  energy = pzem.energy();
  frequency = pzem.frequency();



  //------Update OLED display------
  oled.clear(PAGE);
  oled.setFontType(0);

  //display voltage
  oled.setCursor(3, 0);  oled.print(voltage, 1); oled.setCursor(46, 0); oled.println("V");

  //display current
  if (current < 10) oled.setCursor(9, 12);
  else oled.setCursor(3, 12);
  oled.print(current, 2); oled.setCursor(46, 12); oled.println("A");

  //display power
  if (power < 10) oled.setCursor(26, 24);
  else if (power < 100)  oled.setCursor(20, 24);
  else if (power < 1000)  oled.setCursor(14, 24);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  else if (power < 10000)  oled.setCursor(8, 24);
  else  oled.setCursor(2, 24);
  oled.print(power, 0); oled.setCursor(46, 24); oled.println("W");

  //display energy
  oled.setCursor(3, 36);
  if (energy < 10) oled.print(energy, 3);
  else if (energy < 100) oled.print(energy, 2);
  else if (energy < 1000) oled.print(energy, 1);
  else {
    oled.setCursor(8, 36);
    oled.print(energy, 0);
  } oled.setCursor(46, 36); oled.println("kWh");

  //on error
  if (isnan(voltage)) {
    oled.clear(PAGE);
    oled.setCursor(0, 0);
    oled.printf("Please\n\nConnect\n\nPZEM004T");
  }
  oled.display();

  //------Serial display------
  Serial.print("Voltage: "); Serial.print(voltage); Serial.println("V");
  Serial.print("Current: "); Serial.print(current); Serial.println("A");
  Serial.print("Power: "); Serial.print(power); Serial.println("W");
  Serial.print("Energy: "); Serial.print(energy, 3); Serial.println("kWh");
  Serial.print("Frequency: "); Serial.print(frequency, 1); Serial.println("Hz");
}
unsigned long currentMillis_line = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void loop() {

  if(WiFi.status() == WL_CONNECTED)
{


  float watcal =0;
  float watperSec = 0;
  float watperHr = 0;
  float fee = 0;

  if (millis() - oneMin >= 60000)
  {

    watperMin = watperSec;
    feeMin = energy*8;
    sendData(energy,feeMin);
    oneMin = millis();
    Serial.println("Send to DB");


  }


   unsigned long pre_calwat = 0;
   if(millis()-pre_calwat >= 360000)
     {
    watperHr = watperSec;
    float fee  = watperHr*8; //ค่าไฟหน่วยบาท ต่อชั่วโมง
    String msg = "ค่าไฟ " + String(fee) + "บาท" ;  //ข้อความที่จะส่ง LINE
    LINE.notify(msg);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    watperSec = 0;
    pre_calwat = millis();

    }

//------read data------


  unsigned long initialReadTime = 0;
  if (millis() - initialReadTime >= 1000)
    {
     cal_wat(); //wat/s
     watperSec += watcal; // สร้างอุปกรณ์แรงดันคูณกระแส (power = current * voltage)
     initialReadTime = millis() ;
     displayValue(); //update OLED


    }

  //------Line NOTIFY------

  if (millis() - previousMillis_line_notify >= 300000) { // เช็คเงื่อนไขสำหรับส่งข้อความไลน์
ทุกๆ 1 s
          // ส่งข้อมูลไลน์
          float fee  = watperHr * 8; //คำนวณค่าไฟ
          String msg = "ค่าไฟ " + String(fee) + " บาท";  //ข้อความที่จะส่ง LINE
            bool A = true;
            Serial.print("Pol");


            Serial.print("-------------------------");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        //   while(1)
        // {
        //     LINE.notify(msg);
        //     delay(100);
        //     A = false;
        // }

        LINE.setToken(LINE_TOKEN);
        LINE.notify(msg);
        previousMillis_line_notify = millis(); // อัพเดตค่าเวลาล่าสุดที่ส่งข้อมูลไลน์

  }

}
else{
  Serial.println("No wifi");
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้