ระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น

APPLICATION FOR MONITORING ELECTRONICS EQUIPMENT

ธีระพล โฆษิตานนท์

THEERAPOL KHOSITANONT

พิมพวดี ฮ้อแสงชัย

PIMOAVADEE HORSEANGCHAI

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

ระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น

APPLICATION FOR MONITORING ELECTRONICS EQUIPMENT

ธีระพล โฆษิตานนท์

THEERAPOL KHOSITANONT

พิมพวดี ฮ้อแสงชัย

PIMOAVADEE HORSEANGCHAI

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น

Application for monitoring electronics equipment

โดย

ธีระพล โฆษิตานนท์

พิมพวดี ฮ้อแสงชัย

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น

Application for monitoring electronics equipment

ผู้จัดทำ นายธีระพล โฆษิตานนท์ รหัสประจำตัว 58010612

นางสาวพิมพวดี ฮ้อแสงชัย รหัสประจำตัว 58010896

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

.....

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

20 / พ.ค / 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น
นักศึกษา	นายธีระพล โฆษิตานนท์ รหัสประจำตัว 58010612
	นางสาวพิมพวดี ฮ้อแสงชัย รหัสประจำตัว 58010896
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2561
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีจุดประสงค์คือศึกษาและออกแบบวงจรไฟฟ้า ระบบการสื่อสาร และการนำเสนอในรูปแบบแอพพลิเคชั่น เพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการจัดการบริหารการใช้พลังงานได้เต็มที่และคุ้มค่า ซึ่งสามารถแบ่งระบบได้เป็น 2 ส่วนคือ 1.) ส่วนตรวจวัดการใช้พลังงาน 2.) ส่วนคอมพิวเตอร์ศูนย์กลางเก็บข้อมูล โดยผลที่ได้นั้นมาจากเซ็นเซอร์และการคำนวณจากซอฟต์แวร์ตัวตรวจวัด และส่งไปยังตัวรับสัญญาณข้อมูลของทางคอมพิวเตอร์ส่วนกลาง และเก็บข้อมูลไว้ยังคอมพิวเตอร์ที่ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ส่วนที่ทำหน้าที่รับค่าจากส่วนตรวจวัดการใช้พลังงานจากการติดต่อสื่อสารไร้สายชนิด LoRa ซึ่งเป็นการสื่อสารที่ใช้พลังงานต่ำ และนำเสนอข้อมูลเป็นแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Application for monitoring electronics equipment		
Student	Mr. Theerapol Khositanont	Student ID	58010612
	Miss. Pimpavadee Horseangchai	Student ID	58010896
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Electronics Engineering		
Year	2018		
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Dr. Surapan Airphaiboon		

ABSTRACT

The purposes of this thesis are study and design a system for monitoring electricity consumption for improve performance managing electricity consumption skill. In this system, it has 2 section for working. First part is power meter for calculate electricity consumption and send data with wireless communication in LoRa type that use low power to connect the second. And second part is data center and display the data in application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่นได้นั้น ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ และอาจารย์ในภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่คอยชี้แนะให้ความรู้เกี่ยวกับเรื่องวงจร และทำงานของการสื่อสารระบบไร้สาย ให้คำแนะนำและช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ และนำความรู้มาประยุกต์ใช้ รวมถึงสถานที่และอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน อีกทั้งการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณบิดา มารดาที่ช่วยเหลือในเรื่องค่าใช้จ่ายต่าง ๆ อีกทั้งยังคอยสนับสนุนและเป็นกำลังใจให้เสมอรวมทั้งรุ่นพี่และเพื่อนๆ ในภาควิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์และอื่น ๆ ที่ให้ยืมอุปกรณ์ รวมถึงให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรมในการสร้างเว็บไซต์

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำหวังว่าปริญญานิพนธ์นี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้สนใจและผู้นำแนวคิดของปริญญานิพนธ์นี้ไปใช้งานได้

ธีระพล โฆษิตานนท์
พิมพวดี ฮ้อแสงชัย
คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย i

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ii

กิตติกรรมประกาศ iii

สารบัญ iv

สารบัญตาราง vi

สารบัญรูปภาพ vii

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ 1

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา 1

1.4 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎี 3

2.1 หลักการทำงานของระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น 3

2.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง 4

2.2.1 เซ็นเซอร์ 4

2.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 5

2.2.3 MicroSD Card Adapter 7

2.2.4 Real-Time Clock Module 8

2.3 หลักการทำงานของการสื่อสารแบบ Long-Range 9

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 11

3.1 ศึกษาข้อมูล และออกแบบ 11

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน 11

3.2.1 ส่วนของมิเตอร์วัดการใช้พลังงาน 11

3.2.2 ส่วนการเก็บข้อมูลและแสดงผล 12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

บทที่ 4 ผลการทดลอง 13
4.1 การทำงานของมิเตอร์วัดไฟฟ้า 13
4.2 การรับส่งข้อมูลระหว่างสองส่วน 14
4.3 การแสดงผลบนเว็บไซต์ 14
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 15
5.1 สรุปผลการทดลอง 15
5.2. วิจารณ์ผลการทดลอง 15
เอกสารอ้างอิง 16
ภาคผนวก 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

4.1 ผลการทดลองการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า 13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า .

2.1 กระบวนการทำงานของระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น..... 3

2.2 ZMPT101B เซ็นเซอร์วัดปริมาณแรงดันไฟฟ้า 4

2.3 ACS712 5A เซ็นเซอร์วัดปริมาณกระแสไฟฟ้า 4

2.4 แผนผังโครงสร้างของ Microcontroller 5

2.5 Arduino Uno LoRa SX1278 433 MHz 6

2.6 micro sd card adapter v1.0 7

2.7 DS3231 Real-Time Clock Module..... 8

2.8 รูปภาพของเครือข่ายตัวอย่างของ LoRa 9

3.1 บล็อกไดอะแกรมของการทำงานของส่วนของมิเตอร์วัดการใช้พลังงาน
ในระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น 11

3.2 บล็อกไดอะแกรมของการทำงานของส่วนการเก็บข้อมูลและแสดงผล
ในระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น 12

4.1 รูปการณ์รับส่งข้อมูลระหว่างสองส่วน 14

4.2 ผลการแสดงค่าบนเว็บไซต์ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันมนุษย์รู้จักการใช้ทรัพยากรธรรมชาติเพื่อนำมาใช้เป็นพลังงานเชื้อเพลิงในการนำไปใช้ในชีวิตประจำวัน เช่น น้ำมันใช้ขับเคลื่อนรถยนต์เพื่อใช้ในระบบขนส่ง หรือนำมาเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ตามอาคาร บ้าน และโรงงาน เป็นต้น ซึ่งพลังงานเหล่านี้มีการใช้อย่างแพร่หลาย มากมายทั่วทุกมุมโลก

แต่ปัญหาเรื่องทรัพยากรธรรมชาติที่กำลังหมดเป็นปัญหาที่สำคัญต่อสังคมโลก ถึงแม้ปัจจุบันมีพลังงานทดแทนที่หลากหลายและมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นอยู่ตลอด แต่ปัญหาด้านพลังงานนี้ ก็ยังเป็นปัญหาที่ยังมีอยู่ในปัจจุบัน รวมถึงยังมีการใช้พลังงานอย่างสิ้นเปลือง

ดังนั้นผู้จัดทำโครงงานจึงออกแบบระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่นที่ใช้พลังงานในการทำงานน้อยและสะดวกต่อผู้ใช้ระบบเพื่อหวังว่าเป็นอีกทางหนึ่งที่ช่วยในการจัดการการใช้พลังงานในสถานที่ต่าง ๆ ให้มีประสิทธิภาพและคุ้มค่าที่สุด เพื่อลดปัญหาด้านพลังงานและทรัพยากรธรรมชาติดังที่กล่าวไว้ในข้างต้น

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งาน

1.2.2 เพื่อศึกษาการสื่อสารข้อมูลโดยเทคโนโลยี LoRa (Long Range)

1.2.3 นำชิ้นผลงานในปริญญานิพนธ์นี้ไปใช้วัดพลังงานได้จริง และมีความได้แม่นยำ

1.2.4 นำชิ้นผลงานในปริญญานิพนธ์นี้ไปพัฒนาใช้ในสถานที่ต่าง ๆ ได้จริง

1.3 สมมุติฐานของการศึกษา

สร้างระบบการเก็บข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าได้จริง แม่นยำ และแสดงข้อมูลได้แบบปัจจุบัน และบันทึกข้อมูลเก็บไว้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อผู้นำไปใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของโครงงาน

ผลงานในโครงงานมีขอบเขตการทำงานคือ

1. สามารถวัดระดับแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ AC 220 โวลต์ (สายไฟที่ใช้ตามอาคาร)
2. สามารถวัดระดับกระแสไฟฟ้าได้สูงสุดที่ 5 แอมป์
3. สามารถติดต่อสื่อสารได้ในระยะทางภายในช่วงตึก

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

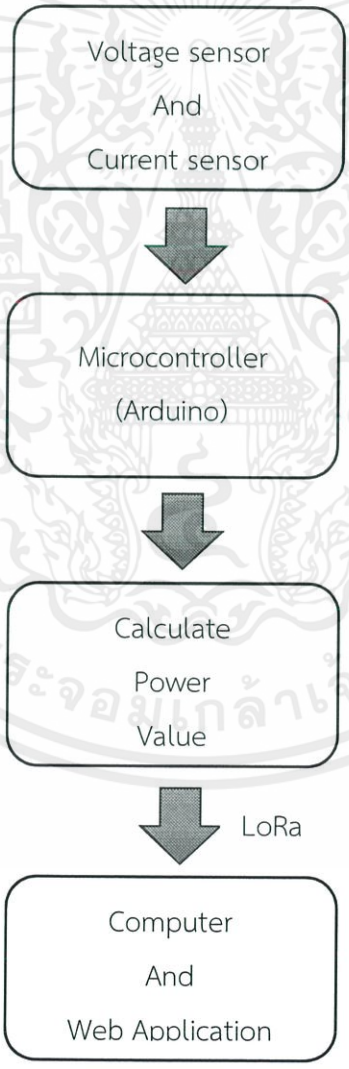
1. เรียนรู้การทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เซ็นเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์และการสื่อสารแบบไร้สาย
2. ฝึกการวางแผนงาน ปฏิบัติงานร่วมกัน และแก้ไขปัญหาที่พบเจอระหว่างวางแผน และปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

2.1 หลักการทำงานของระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น

หลักการทำงานเบื้องต้นของระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่นนั้น ใช้เซ็นเซอร์ที่เปลี่ยนปริมาณแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าไปเป็นข้อมูลอนาล็อกเข้าทางไมโครคอนโทรลเลอร์ ไปคำนวณ หาค่ากำลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไป เก็บรวบรวมเป็นการใช้พลังงาน และส่งข้อมูลกำลังงานผ่านการสื่อสารแบบไร้สายไปยังคอมพิวเตอร์ บันทึกเก็บไปฐานข้อมูล แล้วนำไปแสดงที่เว็บไซต์ที่ออกแบบไว้



รูปที่ 2.1 กระบวนการทำงานของระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หลักการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

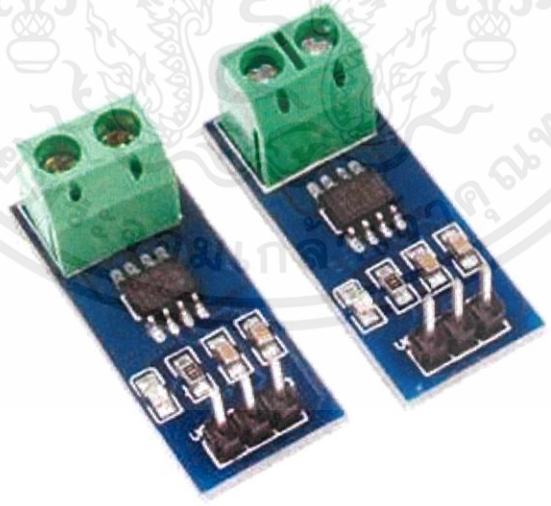
2.2.1 เซ็นเซอร์

เซ็นเซอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่าง ๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง เป็นต้น ซึ่งระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่นได้มีการใช้เซ็นเซอร์อยู่ 2 ประเภทคือ

1.) เซ็นเซอร์วัดแรงดันไฟฟ้า คือเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดความต่างศักย์ของไฟฟ้า และตอบสนองต่อแรงดันไฟฟ้าฟ้าที่เข้ามาเป็นแรงดันไฟฟ้ามาที่ขาเอาต์พุตเป็นสัดส่วนซึ่งกันและกัน ซึ่งสามารถปรับขนาดแอมพลิจูดของสัญญาณไฟฟ้าที่ออกจากโมดูลได้โดยตัวต้านทานภายในโมดูลของเซ็นเซอร์

รูปที่ 2.2 ZMPT101B เซ็นเซอร์วัดปริมาณแรงดันไฟฟ้า

2.) เซ็นเซอร์วัดกระแสไฟฟ้า คือเซ็นเซอร์ที่ใช้วัดกระแสไฟฟ้าที่เดินทางจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าผ่านเซ็นเซอร์ไปยังโหลดภาระทางไฟฟ้า ซึ่งตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้าฟ้าที่เข้ามากลายเป็นแรงดันไฟฟ้าค่าหนึ่งซึ่งเป็นสัดส่วนต่อกระแสไฟฟ้าที่วัดที่ได้

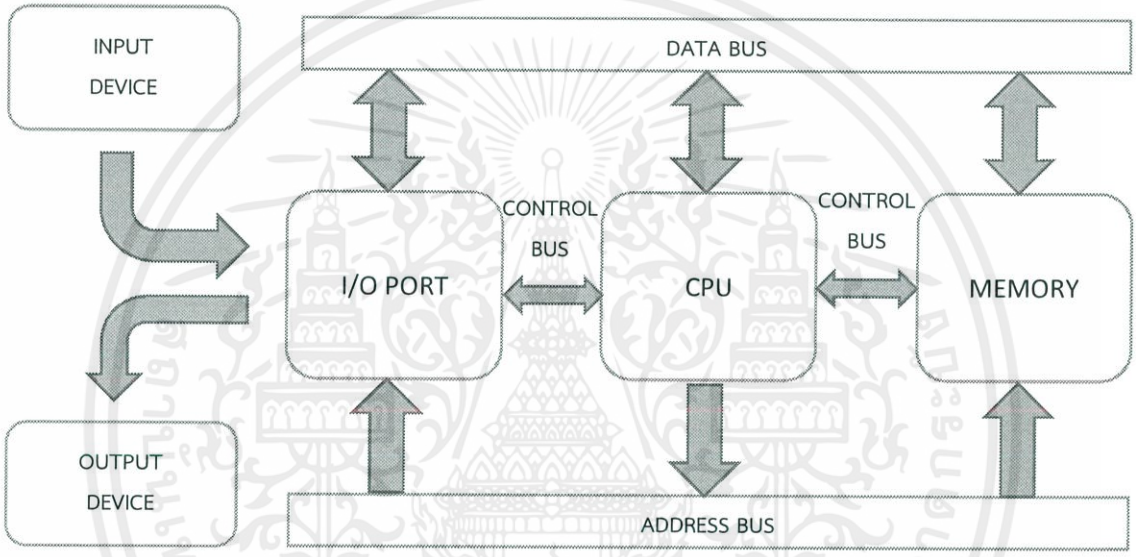


รูปที่ 2.3 ACS712 5A เซ็นเซอร์วัดปริมาณกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็ก ใช้ในการประมวลผลและควบคุมการทำงานของวงจร ซึ่งมีระบบโครงสร้างภายในคล้ายระบบของคอมพิวเตอร์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นประกอบไปด้วย หน่วยประมวลผล (Central Processing Unit : CPU) หน่วยความจำ (Memory) และพอร์ต (I/O Port) มารวมกันอยู่ในรูปแพ็คเกจเดียว และอาจมีอุปกรณ์อื่น ๆ ต่อเสริมเพิ่มเติมเพื่อให้ตรงกับจุดประสงค์การนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้งานในวงจรเฉพาะ (embedded systems)

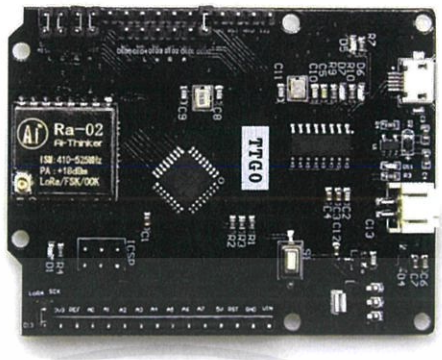


รูปที่ 2.4 แผนผังโครงสร้างของ Microcontroller

ซึ่งในระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่นใช้ Arduino Uno LoRa SX1278 433Mhz เป็น Arduino ที่ติดตั้งโมดูล LoRa RA-02 มากับบอร์ดสำเร็จรูป

Arduino คือ บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software โดยด้าน Hardware คือ บอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กสามารถเคลื่อนย้ายพกพาได้สะสวดโดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอุปกรณ์หลักที่สำคัญและมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆมาประกอบรวมกัน ต่อมาในด้าน Software ตัวบอร์ด Arduino เป็นบอร์ดที่ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ดังนั้นจึงมีลักษณะภาษาแบบเดียวกับ ภาษา C/C++ซึ่งเป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมที่แพร่หลาย ดังนั้นตัวบอร์ด Arduino จึงสามารถใช้งานได้ง่าย จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 Arduino Uno LoRa SX1278 433 MHz

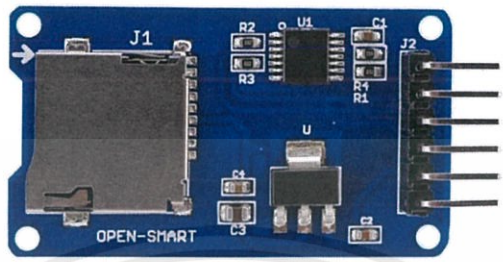
<u>คุณสมบัติ</u>

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega328
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20 V
พอร์ต Digital I/O	12 พอร์ต
พอร์ต Analog Input	8 พอร์ต
กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต	40 mA
กระแสไปที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V	50 mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 MicroSD Card Adapter

เป็นอุปกรณ์เสริมส่วนการรับและเก็บรักษาข้อมูล ซึ่งนำมาสำรองข้อมูลไว้ใน MicroSD Card



รูปที่ 2.6 micro sd card adapter v1.0

คุณสมบัติ

Working voltage: VCC 4.5~5.5V;

Current: 0.2~200mA;

Interface electrical level: 3.3V / 5V;

Onboard 3.3V voltage regulator circuit;

Supports Micro SD up to 2GB;

Micro SDHC up to 32GB;

Leads: GND, VCC, MISO, MOSI, SCK, CS;

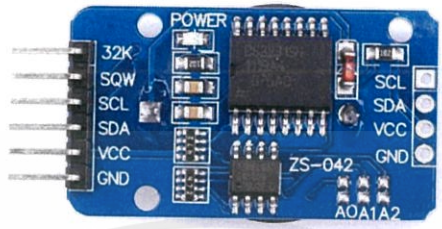
SPI standard interface ;

4 M2 2.2mm screw installation holes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.4 Real-Time Clock Module

เป็นอุปกรณ์เสริมส่วนการรับและเก็บรักษาข้อมูล เพื่อกำหนดเวลาเพื่อนำไปบันทึกข้อมูล



รูปที่ 2.7 DS3231 Real-Time Clock Module

คุณสมบัติ

Ultra low power consumption: 40 nA

High precision: ± 3 ppm, ± 0.25s/day

Smallest package: 3.2 x 1.5 x 0.8 mm

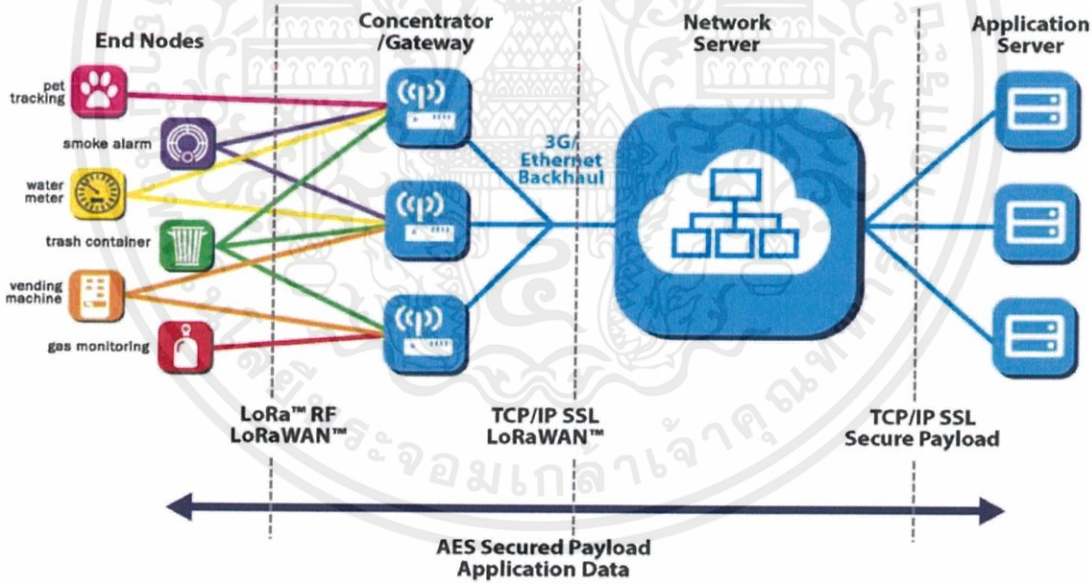
Extended temperature range up to +125°C including AEC-Q200

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการทำงานของการสื่อสารแบบ Long-Range

LoRa (Long Range) เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย อีกรูปแบบหนึ่ง โดย LoRa เป็นการใช้พลังงานที่ต่ำ ซึ่งทำให้ลดการสิ้นเปลืองของการใช้พลังงานในการใช้อุปกรณ์เพื่อสื่อสาร และครอบคลุมพื้นที่กว้าง และเป็นส่วนสำคัญต่อนวัตกรรม IOT (Internet of Things)

โดยใช้เทคนิค Proprietary Spread Spectrum technology ซึ่งสามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางไกล แต่ Data Rate หรือความเร็วในการส่งข้อมูลต่ำ โดยที่แบนวิทด์ ช่องสัญญาณ และค่า SF ที่ปรับได้อาจจะเปลี่ยนแปลงตาม Frequency plan ของขอบเขตระยะทาง และสามารถปรับ Spreading Factor แบบอัตโนมัติเพื่อประสิทธิภาพในการส่งโดยดูจากระยะการเชื่อมต่อระหว่าง Gateway และ Device โดยสามารถเลือกได้ว่าต้องที่จะปรับเพื่อส่งข้อมูลได้เร็วที่สุดหรือปรับเพื่ออายุการใช้งานแบตเตอรี่ที่ยาวนานที่สุด



รูปที่ 2.8 รูปภาพของเครือข่ายตัวอย่างของ LoRa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของการใช้ LoRaWAN

1. ระยะทางไกล

- ใช้ย่านความถี่ไม่สูงมาก จึงมีความทนต่อสิ่งกีดขวางได้มาก (long range up to 15km)
- สัญญาณต่ำสุดของเครื่องลูกข่ายที่สามารถใช้งานได้คือ -137 dBm (End point Sensitivity up to -137 dBm)
- กระจายสัญญาณเข้าไปในอาคารที่ดี (up to 20dB penetrate for deep indoor)

2. ประหยัดพลังงาน

- เครื่องลูกข่ายใช้ไฟแบตเตอรี่น้อยทำให้สามารถใช้งานได้หลายปี
- กำลังส่งของสถานีฐานต่ำเนื่องจากใช้ความถี่ต่ำ ทนต่อสัญญาณรบกวน

3. รองรับปริมาณเครื่องลูกข่ายได้เยอะ

- Modulation ใช้ LoRa Modulation แบบ CSS (Chirp Spread Spectrum)
- 125kHz Channel Bandwidth

4. ราคาถูก

- ย่านความถี่เป็น Light-License จึงทำให้ต้นทุนต่ำ
- ระบบเครือข่ายการให้บริการไม่ยุ่งยากซับซ้อน (เมื่อเทียบกับ 3G, 4G LTE)
- อุปกรณ์สถานีฐาน เช่น ระบบส่งสัญญาณ สายอากาศ มีราคาถูก
- 1 สถานีฐาน สามารถให้บริการได้พื้นที่กว้าง
- ปัจจุบันมีเครื่องลูกข่ายในตลาดมากมาย หลากหลายยี่ห้อ Economies of Scale มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

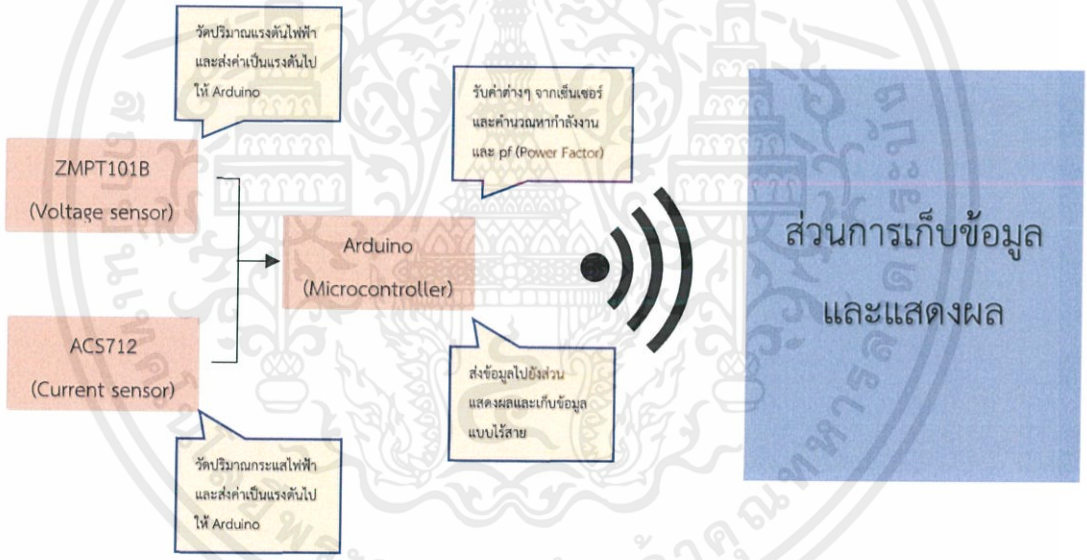
บทที่ 3
วิธีดำเนินงาน

3.1 ศึกษาข้อมูล และออกแบบ

จากการศึกษาการใช้งานของเซ็นเซอร์ทั้งสองชนิดแล้วได้วางแผนว่าจะทำส่วนของการเก็บข้อมูลเป็นอุปกรณ์ลักษณะปลั๊กพ่วงสายไฟ ซึ่งมี Arduino รับค่าจากเซ็นเซอร์และส่งไปยัง Arduino อีกตัวซึ่งคอยรับข้อมูลและเก็บข้อมูลไปแสดงบนเว็บไซต์

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

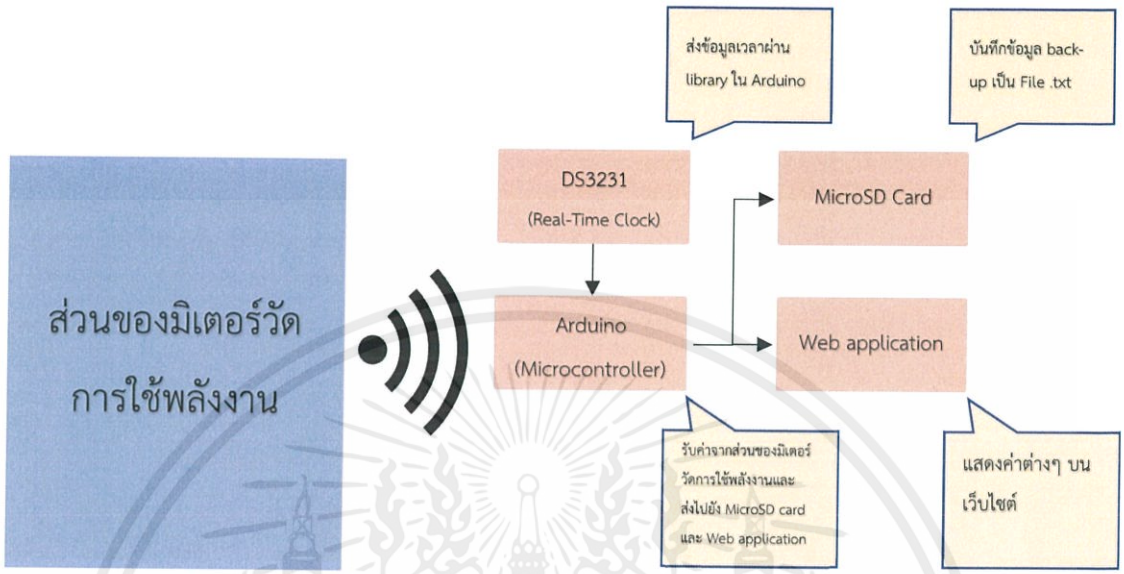
3.2.1 ส่วนของมิเตอร์วัดการใช้พลังงาน



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของการทำงานของส่วนของมิเตอร์วัดการใช้พลังงาน
ในระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ส่วนการเก็บข้อมูลและแสดงผล



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมของการทำงานของส่วนการเก็บข้อมูลและแสดงผลในระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การทำงานของมิเตอร์วัดไฟฟ้า

4.1.1 วิธีการทดลอง

1) ประกอบตัวต้นแบบมิเตอร์และต่อโหลดภาระ (พัดลม 33W)

1) หลังจากประกอบตัวแบบมิเตอร์ตามที่ออกแบบแล้วส่งค่าไปยัง Arduino เพื่อคำนวณให้ได้ค่าแรงดันและกระแสไฟฟ้าก่อนที่จะเข้ามายังเซ็นเซอร์

2) เมื่อได้ค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าออกมาแล้ว นำไปเปรียบเทียบกับค่าที่วัดจากมิเตอร์ไฟฟ้าจริง ๆ

4.1.2 ผลการทดลอง

ครั้งที่	$V_{product}$	V_{meter}	$C_{product}$	C_{meter}	$P_{product}$	P_{meter}	%Error
1	217.05	227.9	4.24	4.45	920.292	1014.155	9.255291
2	217.05	227.8	4.24	4.45	920.292	1013.71	9.215456
3	217.76	227.9	4.24	4.46	923.3024	1016.434	9.162582
4	217.05	227.9	4.24	4.45	920.292	1014.155	9.255291
5	217.76	227.3	4.24	4.44	923.3024	1009.212	8.512542

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การรับส่งข้อมูลระหว่างสองส่วน

4.2.1 วิธีการทดลอง

1) เปิดการทำงานของ Arduino ทั้งสองตัว (ทั้งตัวรับและตัวส่ง)

2) สังเกตผลการทดลองผ่านหน้าจอ Serial Monitor ของ Arduino ทั้งสองตัว

4.2.2 ผลการทดลอง

รูปที่ 4.1 รูปการณ์รับส่งข้อมูลระหว่างสองส่วน

4.3 การแสดงผลบนเว็บไซต์

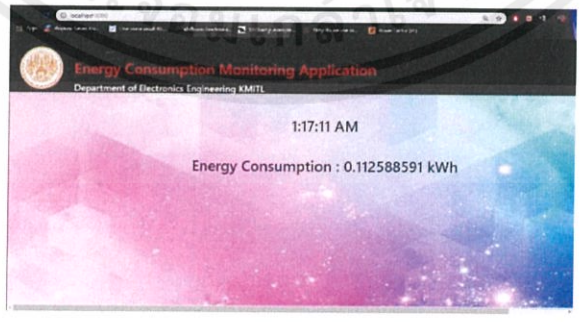
4.3.1 วิธีการทดลอง

1) ทดลองกับข้อมูลที่จัดเตรียมกับการทดลอง (Excel ที่ทำขึ้น)

2) เปลี่ยนแปลง/เพิ่มค่าใน Excel

3) ใช้ข้อมูลที่ได้จากตัวส่งข้อมูลจริง ๆ

4.3.2 ผลการทดลอง



รูปที่ 4.2 ผลการแสดงค่าบนเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1. สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลองของระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่นพบว่าค่าจากการใช้ระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่นได้ค่าใกล้เคียงกับการใช้มิเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้ในชีวิตประจำวันและรับส่งข้อมูลได้ แต่ไม่สามารถส่งแบบต่อเนื่องได้เนื่องจากเกิดความผิดพลาดจากโปรแกรมของ Arduino ที่ใช้กับการใช้รับส่งข้อมูลของ LoRa ทำให้ต้องทำการเริ่มการทำงานใหม่ของ Arduino และระยะที่ทำการทดลองไม่สามารถรับส่งข้อมูลในระยะไกลจากกันได้ เนื่องจากเกิดความผิดพลาดจากโปรแกรมของ Arduino รวมถึงตัวอุปกรณ์ที่ตำแหน่งไม่สามารถเคลื่อนได้ ทำไม่สามารถทดลองในระยะไกลจากกันได้

ส่วนการแสดงผลบนเว็บไซต์ไม่สามารถทำการแสดงแบบ Real-Time เนื่องจากต้องทำการบันทึกข้อมูลใน Excel ที่นำมาจากข้อมูลใน Arduino ก่อนข้อมูลบนเว็บไซต์ถึงอัพเดต และยังเสียเวลาในการโปรแกรมข้อมูลจาก Excel เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปแสดงบนเว็บไซต์ได้

5.2. วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการปฏิบัติงานในการออกแบบ สร้าง และทดลองระบบมิเตอร์แสดงการใช้ไฟฟ้าบนแอพพลิเคชั่น พบว่าเกิดปัญหาตัวอุปกรณ์ที่ไม่คุ้นเคย และการแก้ไขปัญหาที่ช้า ทำให้ไม่สามารถทำผลงานได้ตามวัตถุประสงค์ทุกข้อได้ รวมถึงการศึกษาการเขียนเว็บไซต์ที่ล่าช้าเกินไป ทำให้เว็บไซต์ที่เขียนขึ้นมานั้นไม่สมบูรณ์ ซึ่งด้วยปัญหาต่าง ๆ นี้ทำให้การวางแผนการปฏิบัติงานนั้นไม่เป็นไปตามที่วางแผนเอาไว้ ซึ่งระยะเวลาในการแก้ไขปัญหานั้นไม่เพียงพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] *ไมโครคอนโทรลเลอร์*. (2019). ไมโครคอนโทรลเลอร์ (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 3 ตุลาคม 2561 , แหล่งข้อมูล : https://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครคอนโทรลเลอร์

[2] Allegro MicroSystems, Inc. (ม.ป.ป.). ACS712 (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2562 , แหล่งข้อมูล : https://www.sparkfun.com/datasheets/BreakoutBoards/0712.pdf.

[3] David Flanagan. (2011). "JavaScript: The Definitive Guide", O'Reilly Media

[4] Interplus Industry Co. Ltd. (ม.ป.ป.). ZMPT101B (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 5 เมษายน 2562 , แหล่งข้อมูล : https://bit.ly/2w4m5Ur

[5] kritsada arjchariyaphat. (2018). LoRA, LoRaWAN คืออะไร มารู้จักกันดีกว่า (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 4 ตุลาคม 2561 , แหล่งข้อมูล : https://bit.ly/2LT1xcx

[6] PoundXI. (2016). What is Arduino (ออนไลน์). สืบค้นเมื่อ 4 เมษายน 2562 , แหล่งข้อมูล : https://poundxi.com/arduino-คืออะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LoRa - Sender

```
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4);
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  lcd.begin();
  lcd.backlight();

  while (!Serial);
  Serial.println("LoRa Sender");
  if (!LoRa.begin(915E6)) {
    Serial.println("Starting LoRa failed!");
    while (1);
  }
  LoRa.setSpreadingFactor(10);
  LoRa.setSignalBandwidth(62.5E3);
  LoRa.crc();
}
void loop() {
  // Readsensor and transfrom
  int sensorV, sensorA;
  float outputV = 0, outputA = 0;

  // Calculate
  float v, vmax = 0, vmin = 1000, vmid;
  float a, amax = 0, amin = 1000;
  float f, p, pf, q, x, y, z, power;

  // Loop And Counter
  int i, k, l, fl, r, s, t = 0;
  float counter;

  for (int i = 0; i < 1000; i++) {

   /* ReadingSensor */
    sensorV = analogRead(A6);
    if (sensorV >= 512) outputV =
map(sensorV, 512, 1023, 0, 688);    //688
    else  outputV = map(sensorV, 0, 512, -
311, 0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  sensorA = analogRead(A0);
  outputA = (.0098 * sensorA - 5.0016);

  /* Max-Min value */
  if (vmax <= outputV) vmax = outputV;
  if (vmin > outputV)  vmin = outputV;
  if (amax <= outputA) amax = outputA;
  if (amin > outputA)  amin = outputA;
  delay(1);
}

/* Calculation */
v = (vmax - vmin) * 0.707 / 2;
a = (amax - amin) * 0.707 / 2;

if (v < 180) {
  v = 0;
  a = 0;
}
p = v * a;

/* Monitoring */
counter++;
q = q + (p / 3600);

Serial.print(v);
Serial.print("\t");
Serial.print(a);
Serial.print("\t");
Serial.println(p);

lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("V = ");
lcd.print(v);
lcd.print(" Volt");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("I = ");
lcd.print(a);
lcd.print(" Amp");
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("P = ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  lcd.print(p);
  lcd.print(" Watt");
  // lcd.setCursor(0, 3);
  // lcd.print("F = ");
  // lcd.print(f);
  // lcd.print(" Hz");


  /* Frequancy */
  // for (int k = 0; k > 300; k++) {
  //   sensorV = analogRead(A0);
  //   outputV = map(sensorV, 0, 1023, 0,
417);
  //   if (outputV == vmid) {
  //     delay(2);
  //     for (int l = 0; l < 20000; l++) {
  //       sensorV = analogRead(A0);
  //       outputV = map(sensorV, 0, 1023, 0,
417);
  //       if (outputV == vmid) {
  //         l = 10000;
  //       }
  //       fl++;
  //       delayMicroseconds(1);
  //     }
  //     f = ((fl + 2000) / 1000) * 2;
  //   }
  //   delay(1);
  // }


  /* Power Factor */
  // for (r = 0; r < 100; r++) {
  //   sensorV = analogRead(A0);
  //   if (sensorV >= 512) outputV =
map(sensorV, 512, 1023, 0, 639);
  //   else  outputV = map(sensorV, 0, 512, -
311, 0);
  //   sensorA = analogRead(A1);
  //   outputA = .0098 * sensorA - 5.0016;
  //
  // if (outputV == vmax)
  //  {
  //    for (s = 0; s < 1500; s++)
  //    {
  //      if (sensorA == amax) s = 2000;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  //        delayMicroseconds(1);
  //        t++;
  //      }
  //      Serial.println(t);
  //      x = (t * 360) / 20000;
  //    }
  //  }

  /* Sending Data */

  LoRa.beginPacket();
  LoRa.print(v);
  LoRa.print("\t");
  LoRa.print(a);
  LoRa.print("\t");
  LoRa.println(p);
  LoRa.endPacket();
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LoRa - Receiver

/*

  SD card read/write

  ** MOSI - pin 11

  ** MISO - pin 12

  ** SCK - pin 13

  ** CS - pin 4 (for MKRZero SD:
SDCARD_SS_PIN)

  RTC

  ** SDA -> A4

  ** SCL -> A5

*/

#include <Wire.h>

#include <SPI.h>

#include <LoRa.h>

#include <SD.h>

#include <RTClib.h>

File myFile;

RTC_DS3231 RTC;


void setup() {

  Serial.begin(9600);

  while (!Serial);

  Serial.println("LoRa Receiver");

  if (!LoRa.begin(915E6)) {

    Serial.println("Starting LoRa failed!");

    while (1);

  }

  LoRa.setSpreadingFactor(10);

  LoRa.setSignalBandwidth(62.5E3);

  LoRa.crc();

  if (!SD.begin(4)) {

    Serial.println("SD Card failed!");

    while (1);

  }

  Serial.println("Connect done.");

  Wire.begin();

  RTC.begin();

  RTC.adjust(DateTime(__DATE__,
__TIME__));


  if (! RTC.isrunning()) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Serial.println("RTC is NOT running!");
    // following line sets the RTC to the date
& time this sketch was compiled
    RTC.adjust(DateTime(__DATE__,
__TIME__));
  }
}
void loop() {
  // try to parse packet
  int value;
  int packetSize = LoRa.parsePacket();
  DateTime now = RTC.now();
  if (packetSize) {
    Serial.print("DATA,TIME,");
    // read packet
    myFile = SD.open("data.txt", FILE_WRITE);
    if (myFile) {
      myFile.print(now.year(), DEC);
      myFile.print("/");
      myFile.print(now.month(), DEC);
      myFile.print("/");
      myFile.print(now.day(), DEC);
      myFile.print("\t");
      myFile.print(now.hour(), DEC);
      myFile.print(":");
      myFile.print(now.minute(), DEC);
      myFile.print(":");
      myFile.print(now.second(), DEC);
      myFile.print("\t");

      myFile.close();
    }
    while (LoRa.available()) {
      Serial.print((char)LoRa.read());
      myFile = SD.open("data.txt",
FILE_WRITE);
      if (myFile) {
        myFile.print((char)LoRa.read());
        myFile.close();
      }
    }
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WEB APPLICATION CODE (Front-end working)

```
import React, { Component } from 'react';
import './counter.css';
import axios from 'axios';

class Counter extends Component {

    constructor() {
        super()
        this.state={
            time : new Date(),
            data : 0
        }
    }

        async componentDidMount() {
        let a = await
axios.get("http://localhost:4000/api/courses")
        this.setState({ data: a.data })
    }

    currentTime() {
        this.setState( {
            time : new Date(),
        }
        )
    }
    componentWillMount() {
        setInterval(()=>this.currentTime(),100
        0)
        setInterval(()=>this.componentDidMo
        unt(),1000)
    }

    render() {
        return (
        <div className='allin'>
            <header className='top'>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <img className='weblogo'
src='/image/kmitl logo.gif' width='100'
height='100' ></img>
        </header>
        <header className='blocktop'>
            <h2
className='tophead'>Energy Consumption
Monitoring Application</h2>
        </header>

        <header className='subblock'>
            <h5
className='subhead'>Department of
Electronics Engineering KMITL</h5>
        </header>

        <h2
className='timer'>{this.state.time1}
{this.state.time.toLocaleTimeString()}</h2>

        <h2 className='power'>Energy
Consumption : {this.state.data} kWh</h2>
            </div>
        );
    }
}

export default Counter;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WEB APPLICATION CODE (Back-end)

```
const Joi = require('joi');
const express = require('express');
const cors = require('cors');
const fs = require('fs');
const app = express();
const xlsxj = require("xlsx-to-json");
var bodyParser = require('body-parser');
let convertxlsxtojson =
require("./components/convertxlsxtojson")
app.use(express.json());

app.use(bodyParser.urlencoded({ extended:
false }))
// parse application/json
app.use(bodyParser.json())
app.use(cors())

const courses = [
    { id: 1, name: 'course1'},
    { id: 2, name: 'course2'},
    { id: 3, name: 'course3'}
];
app.get('/',(req, res) => {
    res.send('Hello World');
})

app.get('/api/courses', async (req, res) => {
    await
convertxlsxtojson('test.xlsm','test.json');
    let rawdata = await
fs.readFileSync('test.json');
    let student = JSON.parse(rawdata);
    student.filter(stu => stu.Energy !== "" ?
stu.Energy : "").map(std => {
      res.send(std.Energy)
    })
});

app.get('/api/courses/:id', (req, res) => {
    const course = courses.find(c => c.id ===
parseInt(req.params.id));
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if(!course) res. status(404).send("The ID
Not Found");
    res.send(course);
});


app.listen(4000, () => console.log('listening
on port 4000 ...'));
app.post('/api/courses', (req, res) => {

    const { error } =
validateCourse(req.body); //result.error
    if (error) {

res.status(400).send(error.details[0].message);
        return;
    }

    const course = {
        id : courses.length + 1,
        name : req.body.name
    };
        courses.push(course);
        res.send(course);
});


app.put('/api/courses/:id', (req, res) => {
        const course = courses.find(c => c.id ===
parseInt(req.params.id));
        if(!course) res.status(404).send('Not find
this ID');

        const { error } =
        validateCourse(req.body);
        if (error) {

res.status(400).send(error.details[0].message);
            return;
        }

        course.name = req.body.name;
        res.send(course);
});
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
function validateCourse(course) {
    const schema = {
        name : Joi.string().min(3).required()
    };

    return Joi.validate(course, schema);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WEB APPLICATION CODE (JSON Converter)

```
const xlsxj = require("xlsx-to-json");

convertxlsxtojson = async (file, output) => {

    await xlsxj ({

        input: file,

        output: output,

    }, (err, result) => {

        if (err) {

            console.err(err);

        } else {

            console.log(result);

        }

    })

}


module.exports = convertxlsxtojson
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้