ระบบวัดสถานะเสาไฟฟ้าส่องสว่าง

LIGHTING STATUS MONITORING SYSTEM

ฉันทพัฒน์ อัมพรพัฒน์

CHANTAPAT AMPORNPAT

ชายน้อย นายใส่

CHAYNOI NAISAI

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

LIGHTING STATUS MONITORING SYSTEM

CHANTAPAT AMPORNPAT

CHAYNOI NAISAI

THE THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ใบรับรองปริญญานิพนธ์
สาขาวิศวกรรมสารสนเทศ ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบวัดสถานะเสาไฟฟ้าส่องสว่าง
Thesis Title	Lighting Status Monitoring System
ชื่อนักศึกษา	นายฉันทพัฒน์ อัมพรพัฒน์ รหัสนักศึกษา 60010175
	นายชายน้อย นายใส่ รหัสนักศึกษา 60010232
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ได้รับการอนุมัติให้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

(.....)
รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบวัดสถานะเสาไฟฟ้าส่องสว่าง
Thesis Title	Lighting Status Monitoring System
ชื่อนักศึกษา	นายฉันทพัฒน์ อัมพรพัฒน์ รหัสนักศึกษา 60010175
	นายชายน้อย นายใส่ รหัสนักศึกษา 60010232
ระดับปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2563
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์	รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล

บทคัดย่อ

ในเวลากลางคืนหรือในสถานที่ที่มืดแสงน้อย มักจะเป็นสถานที่ที่มีอันตรายและสามารถเกิดอุบัติเหตุได้บ่อย แสงสว่างจากดวงไฟเป็นสิ่งที่สำคัญที่จะช่วยลดความอันตรายและอุบัติเหตุลงได้ แต่ในบางครั้งหลอดไฟที่ให้ความสว่างอาจจะเสียหรือมีอาการผิดปกติไป ซึ่งอาจจะต้องใช้ระยะเวลาตรวจสอบที่นานและเกิดความล่าช้าในการเข้าแก้ไข เนื่องจากในบางสถานที่ไม่ได้มีการตรวจสอบเช็คสภาพของหลอดไฟบ่อย จึงได้จัดทำระบบที่สามารถตรวจเช็คสถานะของหลอดไฟได้แบบเรียลไทม์ โดยการใช้โมดูลวัดไฟติดเอาไว้ที่หลอดไฟจากนั้นทำการรับ-ส่งค่าด้วย LoRa จากนั้นส่งค่าขึ้นบน Cloud และดึงข้อมูลนั้นมาแสดงบน Dashboard ที่หน้าจอในสำนักงานเพื่อตรวจเช็คข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Thesis Title	Lighting Status Monitoring System			
Student	Mr. Chantapat	Ampornpat	Student ID.	60010175
	Mr. Chaynoi	Naisai	Student ID.	60010232
Degree	Bachelor of Engineering			
Program	Information Engineering			
Department	Computer Engineering			
Academic Year	2020			
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Attasit Lasakul			

Abstract

In Thailand, despite the importance of streetlight to the safety of drivers & pedestrains who commune the road, the light lacks proper system to frequently check the status of each lamp; therefore, in case of breakage, the maintenance agency relies on the information & report from the people in the area; however, such method is time consuming & unreliable.

In this project, the Lighting Status Monitoring System, which works as real-time check the status of light bulbs on electricity poles, using Digital Power Energy Meter Module to measure values and then use LoRa to send and receive values aims to introduce a new efficient way to track the status of all streetlight in the area with real-time information update to the agency.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยความกรุณาจาก รศ.ดร.อรรถสิทธิ์ หล่าสกุล อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่ได้ให้คำแนะนำ ข้อเสนอแนะ แนวคิด และคำปรึกษาต่างๆ มาโดยตลอด จนปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้และคำแนะนำที่มีคุณค่ามากมาย ขอบคุณคุณพ่อ คุณแม่ ญาติสนิท มิตรสหาย ที่คอยให้คำปรึกษาและเป็นกำลังใจที่ดีให้เสมอมา

สุดท้ายอยากจะขอขอบคุณ เว็บไซต์ ต่างๆ ที่ได้ลงข้อมูลดีๆให้ศึกษาและนำมาปรับปรุงพัฒนาชิ้นงานนี้จนออกมาใช้งานได้ และทำให้ผู้จัดทำสามารถทำปริญญานิพนธ์ออกมาได้สำเร็จสมบูรณ์ด้วยดี

ฉันทพัฒน์ อัมพรพัฒน์
ชายน้อย นายใส่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญรูป VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 จุดประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ทฤษฎีหลักและอุปกรณ์การทำงานของเครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน 3

2.1.1 Heltec ESP32 Wifi LoRa Oled 3

2.1.2 Pzem-004t 11

2.1.3 rak811 LoRa breakout module 13

2.1.4 arduino nano 18

2.2 โปรแกรมและเฟรมเวิร์ดที่ใช้พัฒนาโครงงาน 19

2.2.1 Angular 19

2.2.2 Cloud mqtt 19

2.2.3 Firebase 21

2.2.4 Arduino IDE 22

2.3 ทฤษฎีอื่น 22

2.3.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอัตราการไฟฟ้า 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 24

3.1 ศึกษาระบบและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา 24

3.1.1 การศึกษาระบบ 24

3.1.2 การศึกษาเครื่องมือที่ในการพัฒนา 24

3.2 การออกแบบระบบและภาพรวมของระบบ 25

3.3 การออกแบบและพัฒนาระบบของฮาร์ดแวร์ 27

3.3.1 อุปกรณ์สถานีฐานหรือสถานีแม่ 27

3.3.2 วงจรและอุปกรณ์สถานีลูก 28

3.4 การเขียนโปรแกรมการทำงานของอุปกรณ์ 29

3.4.1 โปรแกรมในส่วนของอุปกรณ์สถานีหลัก 29

3.4.2 โปรแกรมในส่วนของอุปกรณ์สถานีลูก 35

3.5 การออกแบบและพัฒนาระบบซอฟต์แวร์ 38

3.5.1 การออกแบบฐานข้อมูล 38

3.5.2 การออกแบบเว็บแอพพลิเคชั่น 38

3.6 การเขียนโปรแกรมการทำงานของเว็บแอพพลิเคชั่น 40

3.6.1 การติดตั้งเครื่องมือที่จำเป็นต่อการพัฒนา 40

3.6.2 สร้างโปรเจคและเซตอัพต่างๆให้เรียบร้อย 42

บทที่ 4 ผลการวิจัยและอภิปรายผล 47

4.1 การทดลองการส่งข้อมูลและรับข้อมูลของสถานีฐานและสถานีลูก 47

4.2 การทดลองกับระบบจำลองวงจรเสาไฟฟ้าบนถนน 48

4.3 การทดลองแสดงผลข้อมูลที่ได้ผ่านเว็บแอพพลิเคชัน 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 56
5.1 สรุปผลการวิจัย....56
5.2 ประโยชน์ของโครงงาน 56
5.3 ปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินโครงงาน 57
5.4 แนวทางในการพัฒนาโครงงาน 57
เอกสารอ้างอิง 58
ภาคผนวก....60
ภาคผนวก ก Poster 61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ตารางขั้นตอนการทำงาน....2

2.1 ตารางช่วงความถี่ LoRa ที่ใช้งานในแต่ล่ะประเทศ....8

4.1 ตารางแสดงผลการส่งและรับค่าจากที่ที่มีสิ่งกีดขวาง(กำแพงห้อง)....47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ภาพแสดงหน้าตา Heltec ESP32 Wifi LoRa Oled 3
2.2 ภาพแสดงหน้าตาโลโก้ LoRa 4
2.3 ภาพแสดงสัญญาณคลื่นและชิปจากบริษัท Semtech 4
2.4 ภาพแสดงภาพรวมข้อดีของ LoRa 5
2.5 ภาพแสดงฟีเจอร์นี้เหมาะ 5
2.6 ภาพแสดงรูปแบบการใช้งาน LoRa 5
2.7 ภาพการสื่อสารแบบ Point to Point 6
2.8 ภาพการสื่อสารแบบ LoRa 6
2.9 ภาพสถาปัตยกรรม LoRaWAN Network 7
2.10 ภาพอธิบายเพิ่มเติม LoRa 8
2.11 ภาพอธิบายการใช้งาน pzem-004t 12
2.12 ภาพอธิบายการใช้งาน pzem-004t 2 12
2.13 RAK811 pinout 13
2.14 RAK811 USB-UART 13
2.15 เชื่อมต่อผ่านพอร์ท 14
2.16 Download สำเร็จ 14
2.17 ภาพแสดงโปรแกรม Rak loraButton upgrade tool.exe 15
2.18 ภาพแสดงการใส่เฟิมแวร์ 15
2.19 ภาพแสดงหน้าต่างหลังกด Start 16
2.20 ภาพแสดงหน้าต่างพร้อมใช้งาน 17
2.21 ภาพแสดงการทำงานเป็นตัวกลางของ MQTT broker 19
2.22 ภาพแสดงการเป็นตัวกลางของ messenger 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.1 ภาพรวมของระบบ....25
3.2 ภาพแสดงการทำงานของสถานีแม่....26
3.3 ภาพแสดงการทำงานของสถานีลูก....26
3.4 ภาพแสดงภาพรวมของระบบ....27
3.5 บอร์ด heltect esp32 Lora ที่ใช้เป็นสถานีฐาน....27
3.6 วงจรการต่อ Arduino nano เข้ากับ rak811 และ PZEM-004t....28
3.7 ภาพแสดงหน้า Boards Manager....29
3.8 ภาพแสดง Library ที่ติดตั้ง....30
3.9 ภาพแสดงการเซ็ตค่าต่างๆ....30
3.10 ภาพแสดงการตั้งชื่อ การประกาศ และชนิดของตัวแปร....31
3.11 ภาพแสดงการตั้งค่าเริ่มต้น เชื่อมต่อ WiFi และ firebase....31
3.12 ภาพแสดงการ setup Lora....32
3.13 เป็นการแสดงว่าเราส่งหมายเลขใดออกไป ให้แสดงผ่านจอ OLED....32
3.14 แสดง While loop มีการนับเวลาหากเกิน 4-5 วิถือว่าเสีย....33
3.15 แสดงกรณีที่สถานีฐานรอจนเกินกว่าเวลาจะแสดงผลและส่งค่าว่าโหนดไม่ทำงาน....33
3.16 เงื่อนไข else ในกรณีที่สถานีฐานรอและได้รับค่าอยู่ในช่วงเวลา 4 – 5 วินาที....34
3.17 แสดงการส่งค่าที่วัดได้จากสถานีลูกไปเก็บยัง Firebase....34
3.18 ภาพแสดงการเรียกใช้ Library ที่จำเป็น....35
3.19 ภาพแสดงฟังก์ชั่น f2a ที่เป็นฟังก์ชันการจัดฟอร์แมตข้อมูลก่อนส่งด้วย Lora....35
3.20 แสดงการกำหนดค่าต่างไว้สามารถ debug ได้ง่ายขึ้น....36
3.21 โปรแกรมรับค่าจาก Lora....36
3.22 แสดงการทำงานของโปรแกรมเริ่มต้น....36
3.23 โปรแกรมนำค่าที่วัดได้ไปผ่านฟังก์ชันแปลงข้อมูล f2a....37
3.24 รูปโค้ดจัดข้อมูลก่อนส่งไปยังสถานีแม่....37
3.25 ภาพแสดงการเก็บข้อมูลบน Firebase Realtime Database....38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.26 แสดงภาพรวมของสถานะเสาไฟฟ้าทั้งหมด....39
3.27 แสดงแดชบอร์ดสถานะต่างๆของเสาแต่ละต้น....39
3.28 หน้าเว็บสำหรับโหลด Node JS....40
3.29 ภาพแสดงการเช็คเวอร์ชั่นของโหนดเมื่อติดตั้งสำเร็จ....40
3.30 หน้าเว็บสำหรับโหลดโปรแกรม Vs Code....41
3.31 หากติดตั้งสำเร็จ พิมพ์ng version จะแสดงดังนี้....42
3.32 แสดงการ import 1....42
3.33 แสดงการ import 2....43
3.34 แสดงหน้า Add Project firebase....43
3.35 ไปที่หน้า project setting....43
3.36 รูปโค้ด Script ที่นำไปใช้ในการ config....44
3.37 นำโค้ดจาก Firebase config มาใช้งาน....44
3.38 การ Import firebase ไปใช้งาน....45
3.39 การประกาศค่าตัวแปรต่างๆของ Firebase....45
3.40 ฟังก์ชันดึงข้อมูลจาก Firebase....45
3.41 ใช้ cosole.log จะได้ข้อมูลดังภาพ....46
4.1 การต่อวงจรแบบขนาน....48
4.2 จำลองวงจรหลอดไฟบนเสาไฟฟ้า1 (ปกติ)....48
4.3 จำลองวงจรหลอดไฟบนเสาไฟฟ้า1 (กรณีมีสายไฟขาด)....49
4.4 เชื่อมต่อวงจรของอุปกรณ์เข้ากับระบบจำลองของหลอดไฟบนถนน....49
4.5 เชื่อมต่ออุปกรณ์สถานีฐาน....50
4.6 สถานีฐานเริ่มส่งหมายเลขเครื่องออกไป....50
4.7 สถานีฐานเริ่มส่งหมายเลขสถานีลูกออกไป....51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.8 สถานีฐานไม่ได้รับข้อมูลตอบกลับจากสถานีลูก 51
4.9 สถานีฐานได้รับค่า แรงดัน และ กระแส ปกติ 51
4.10 สถานีฐานได้รับค่าแรงดันปกติแต่ ไม่ได้รับค่า กระแส สันนิษฐานว่า หลอดไฟเสีย.....52
4.11 ผลการวัดค่าที่สถานีลูกและส่งค่าที่วัดได้ออกไปหาสถานีฐาน.....52
4.12 ผลการส่ง Lora สำเร็จผ่านทาง RAK SERIAL PORT.....53
4.13 แสดงฐานข้อมูลจาก Firebase Realtime Database.....53
4.14 แสดงผลการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล Firebase Realtime Database.....54
4.15 หน้า Dashboard แสดงผลค่าที่วัดและสถานะแบบ Realtime 54
4.16 หน้า Overview แสดงภาพรวมของสถานีลูกทั้งหมดว่ามีสถานะแต่ละอย่างเท่าไหร่ 55
4.17 การแสดงผลแบบตารางของค่าที่วัดได้แต่ละเสาไฟฟ้า ให้ดูง่ายขึ้น 55
ก.1 poster 62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความมืด คือสิ่งที่นำมาซึ่งอันตรายและอุบัติเหต จากสถิติของกลุ่มพัฒนาความปลอดภัย สำนักแผนความปลอดภัย สำนักงานนโยบายและแผนการขนส่งและจราจรชี้ว่าอุบัติเหตุบนถนนกว่า 50% เกิดขึ้นในเวลากลางคืนและสถานที่ที่มักจะเกิดอันตราย อาทิเช่นจี้ชิงทรัพย์ ฉุดข่มขืน ดักอุ้มฆ่า ลักพาตัวฯลฯ คือสถานที่ที่มืดและเปลี่ยว ฉะนั้นจึงเป็นเรื่องสำคัญมากที่จะต้องมีแสงสว่างในสถานที่มืดหรือตอนกลางคืน ตามปกติแล้วตามสถานที่ดังกล่าวจะมีเสาไฟอยู่ซึ่งหลอดไฟบนเสาจะทำหน้าที่ให้แสงสว่างทำให้ทั่วบริเวณนั้นมีความสว่างไม่มืดจนเกินไปอีกทั้งยังช่วยลดอุบัติเหตและความอันตรายของพื้นที่ลง แต่ในบางครั้งที่หลอดไฟบนเสาเกิดความเสียหายหรือมีความผิดพลาดบางอย่าง การตรวจสอบ ซ่อมแซมและแก้ไข อาจจะต้องใช้ระยะเวลาที่ค่อนข้างนาน เนื่องจากหน่วยงานต่างๆที่รับผิดชอบไม่ได้มีรอบการตรวจสอบที่ถี่และในการตรวจสอบอาจต้องใช้ทรัพยากรที่มากเพื่อตรวจเช็คเสาไฟทุกต้น ซึ่งในระหว่างนั้นก็อาจเกิดอุบัติเหตหรือเรื่องไม่ดีขึ้นได้

กลุ่มของเราจึงเกิดแนวคิดที่ว่าถ้าเราสามารถตรวจเช็คสถานะการทำงานของหลอดไฟได้แบบเรียลไทม์ เวลาที่หลอดไฟเกิดเสียหรือมีปัญหาเกิดขึ้นก็จะสามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็วและยังไม่เปลืองทรัพยากรในการส่งคนไปตรวจสอบที่เสาไฟโดยตรงอีกด้วย

1.2 จุดประสงค์

1.2.1 เพื่อสามารถวัดสถานะของหลอดไฟบนเสาไฟได้
1.2.2 เพื่อสามารถรับ-ส่ง ค่าที่วัดได้ระหว่างตัว RoLa
1.2.3 เพื่อนำค่าที่วัดได้ขึ้นบน Cloud จากนั้นนำค่าไปแสดงบน Dashboard

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 พัฒนาระบบตรวจเช็คสถานะของหลอดไฟโดยใช้โมดูล pzem-004t เพื่อวัดกระแสและใช้ LoRa esp32 ในการรับ-ส่งค่า
1.3.2 ส่งค่าที่วัดได้ขึ้น Firebase เพื่อเก็บค่า
1.3.3 ตรวจเช็คสถานะบน Dashboard โดยการดึงค่ามาจากบน Cloud

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ตารางขั้นตอนการทำงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2020							2021		
	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar
กำหนดหัวข้อ										
ศึกษาข้อมูล										
สั่งอุปกรณ์										
ดำเนินการทำโครงงาน										
ทดสอบและแก้ไข										
จัดทำสไลด์										
จัดทำเล่มโครงงาน										

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ระบบที่พัฒนาขึ้น สามารถเช็คสถานะหลอดไฟได้แบบเรียลไทม์

1.5.2 ระบบที่พัฒนาช่วยให้การซ่อมแซมและแก้ไขหลอดไฟที่ชำรุดหรือผิดพลาดสามารถทำได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว

1.5.3 ช่วยลดการเกิดอุบัติเหตุในเวลากลางคืนหรือในที่ที่แสงน้อย ในกรณีที่หลอดไฟชำรุดหรือผิดพลาด แล้วเกิดความล่าช้าในการตรวจสอบ

1.5.4 เพิ่มความสะดวกและลดการใช้ทรัพยากรของหน่วยงานที่ดูแล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในโปรเจค “ระบบวัดสถานะเสาไฟฟ้าส่องสว่าง” จะมีการแบ่งเทคโนโลยีที่เลือกใช้ออกได้หลักๆ 2 ตัวคือ ทางฝั่ง Hardware จะใช้เป็นเทคโนโลยี LoRa ส่วนทางฝั่ง Software จะเลือกใช้เป็นเทคโนโลยี Firebase โดยมีเหตุผลที่เลือกใช้เทคโนโลยีเหล่านี้ คือ

LoRa หรือ Long Range เป็นเทคโนโลยีการส่งข้อมูลแบบไร้สายในระยะไกล มีย่านความถี่ที่รองรับการใช้งานในประเทศไทยได้คือ AS923 MHz ซึ่งเป็นย่านความถี่แบบ unlicensed band สามารถใช้งานได้ โดยที่ไม่ต้องขออนุญาต อีกทั้ง LoRa ยังมีจุดเด่น คือ กินกำลังไฟต่ำ สามารถทำงานโดยใช้แบตเตอรี่ได้หลายปี และยังส่งข้อมูลได้ไกล หลายกิโลเมตร นอกจากนี้ ยังสามารถเชื่อมต่อกับ Gateway เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย Internet เรียกว่า LoRAWAN อีกด้วย

Firebase คือ หนึ่งในผลิตภัณฑ์ของ Google โดย Firebase คือ Platform ที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการจัดการในส่วนของ Backend หรือ Server side ซึ่งทำให้สามารถ Build Mobile Application ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการทำ Server side หรือการวิเคราะห์ข้อมูลให้อีกด้วย โดยมีทั้งเครื่องมือที่ฟรี และเครื่องมีที่มีค่าใช้จ่าย ซึ่ง Firebase มีบริการต่างๆให้ใช้มากมาย แต่เหตุผลหลักๆที่เลือกใช้งานเทคโนโลยีนี้ เพราะ บริการ Realtime Database ของ Firebase นั้นเหมาะที่จะนำมาใช้กับโปรเจคชิ้นนี้ โดยตัว LoRa สามารถส่งค่าที่วัดได้ขึ้นไปเก็บไว้บน Firebase Realtime Database ได้โดยตรง จากนั้นทำการดึงค่ามาโชว์บน web application dashboard ที่สร้างขึ้นมาได้แบบ realtime

2.1 ทฤษฎีหลักและอุปกรณ์การทำงานของเครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงาน

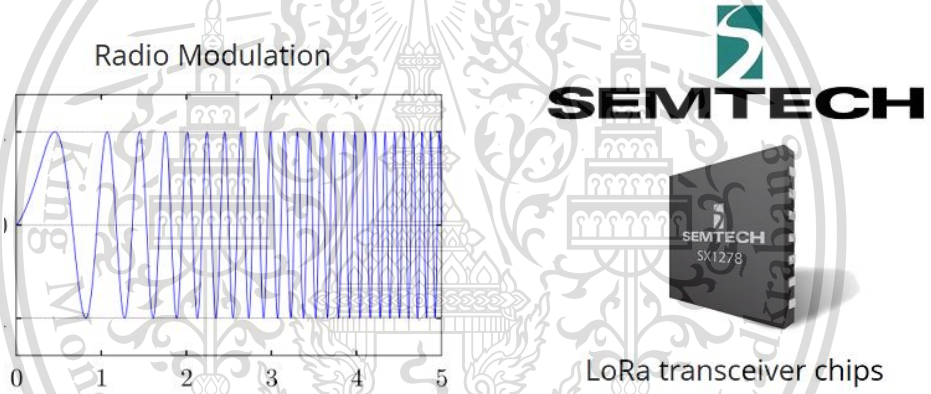
2.1.1 Heltec ESP32 Wifi LoRa Oled

รูปที่ 2.1 ภาพแสดงหน้าตา Heltec ESP32 Wifi LoRa Oled

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.2 ภาพแสดงหน้าตาโลโก้ LoRa

LoRa คือชื่อเรียกของเทคโนโลยี่การมอดูเลชั่น เพื่อเข้ารหัสข้อมูลกับสัญญาณทางไฟฟ้าส่งออกในรูปแบบของคลื่นความถี่วิทยุ โดยวิธีการนี้เป็นลิขสิทธิ์ของบริษัท Semtech และเป็นผู้ผลิตชิฟ สำหรับส่งข้อมูลสื่อสารไร้สายแบบ LoRa



รูปที่ 2.3 ภาพแสดงสัญญาณคลื่นและชิปจากบริษัท Semtech

คำว่า LoRa ย่อมาจากคำว่า Long Range = LoRa เป็นชื่อที่ใช้เรียกอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารแบบ LoRa ซึ่งสามารถสร้างการสื่อสารแบบนี้ได้โดยใช้ชิฟ Semtech LoRa Chip

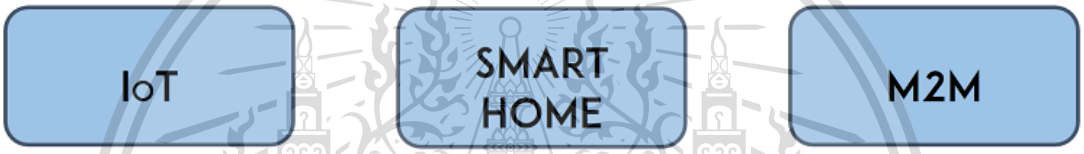
เทคนิคการมอดูเลชัน LoRa นี้ช่วยให้สามารถสื่อสารข้อมูลในปริมาณน้อยหรือแบนด์วิธต่ำได้ในระยะไกล มีความสามารถในการป้องกันสัญญาณรบกวนได้สูง และใช้พลังงานต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 2.4 ภาพแสดงภาพรวมข้อดีของ LoRa

LoRa แอพพลิเคชั่น

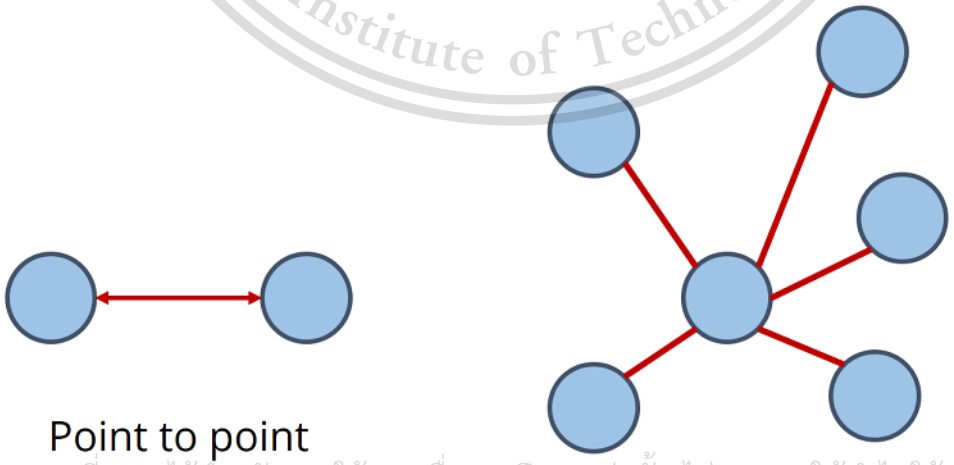
LoRa ส่งข้อมูลได้ระยะไกล ใช้พลังงานน้อย ฟีเจอร์นี้เหมาะเป็นอย่างมากสำหรับเซนเซอร์ที่ใช้พลังงานต่ำ เช่น IoT , สมาร์ทฟาร์ม , การสื่อสารระหว่างเครื่องจักร



รูปที่ 2.5 ภาพแสดงฟีเจอร์นี้เหมาะ

ดังนั้น LoRa จึงเป็นตัวเลือกที่ดีสำหรับ โหนดเซนเซอร์ ทำงานได้เพียงแค่แบตเตอร์รี่ก้อนเล็ก ๆ ก้อนเดียว หรือแม้กระทั่งใช้พลังงานจากโซล่าเซลล์ ก็สามารถส่งข้อมูลข้อมูลเล็ก ๆ ระหว่างอุปกรณ์ได้

รูปแบบการใช้งาน LoRa



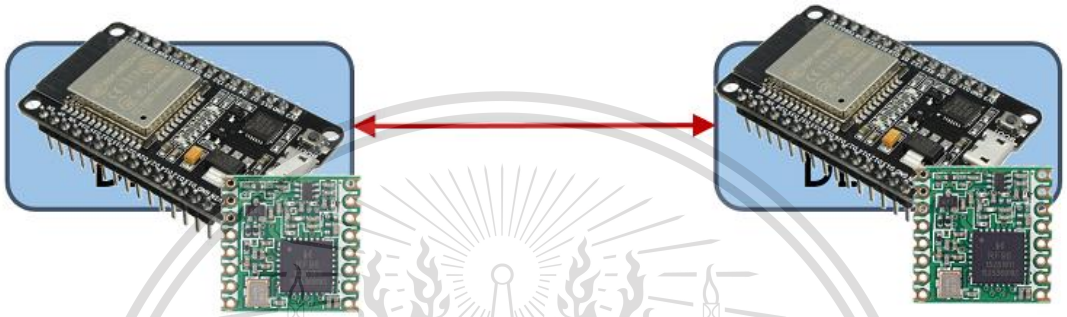
รูปที่ 2.6 ภาพแสดงรูปแบบการใช้งาน LoRa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สามารถใช้ LoRa ในรูปแบบ

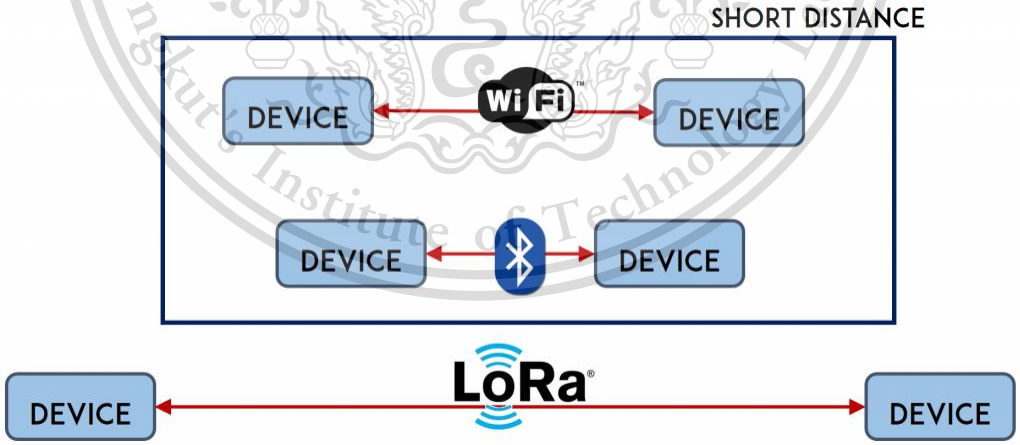
- สื่อสารแบบ Point to Point
- สื่อสารแบบเครือข่าย LoRa network โดยใช้ LoRaWAN

การสื่อสารแบบ Point to Point



รูปที่ 2.7 ภาพการสื่อสารแบบ Point to Point

การสื่อสารแบบ LoRa สามารถส่งข้อมูลได้ไกลกว่า Wi-Fi หรือ Bluetooth



รูปที่ 2.8 ภาพการสื่อสารแบบ LoRa

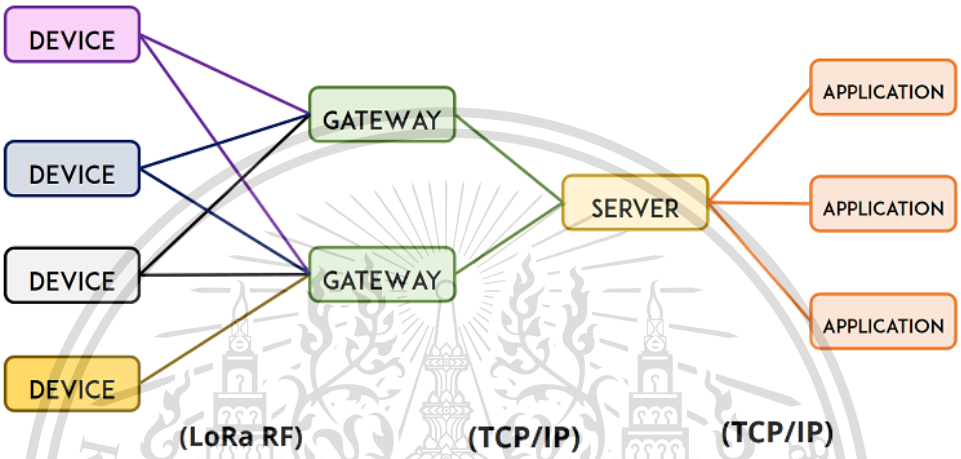
การส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi ได้โดยทั่วไปได้ระยะประมาณ 100-200 เมตร ในขณะที่ LoRa สามารถส่งข้อมูลได้มากกว่า 30 กิโลเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สถาปัตยกรรม LoRaWAN Network

LoRa network ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

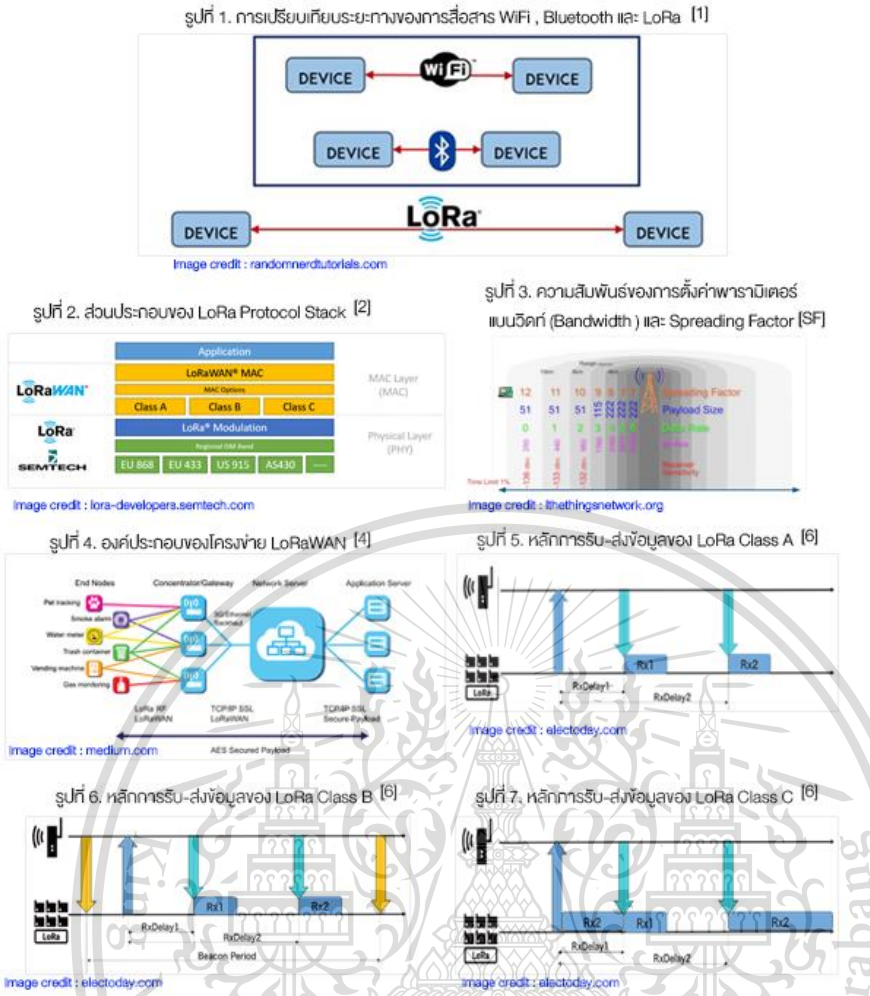
- Device : อุปกณ์/เซนเซอร์ ส่งสัญญาณแบบ LoRa
- gateways : อุปกรณ์รับข้อมูลแบบ LoRa
- Network server : สำหรับส่งข้อมูลขึ้นบน server
- Application : สำหรับประมวลผล/แสดงผลข้อมูล



รูปที่ 2.9 ภาพสถาปัตยกรรม LoRaWAN Network

LoRa หมายถึง โปรโตคอลการเชื่อมต่อเฉพาะในส่วนของ Link ในขณะที่ LoRaWAN จะหมายถึง การเชื่อมต่อในลักษณะของการเป็นโครงข่าย LoRa ถือเป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่เหมาะสำหรับการใช้งาน IOT เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย ซึ่งมีจุดเด่นการสื่อสารได้ระยะทางไกล แต่ใช้พลังงานต่ำ ราคาประหยัด ถ้าเปรียบเทียบระยะการเชื่อมต่อจากที่เคยคุ้นเคยกัน และมีการใช้งานแพร่หลายในปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.10 ภาพอธิบายเพิ่มเติม LoRa

Internet of Thing (IoT) ถือเป็นส่วนหนึ่งในการส่งเสริมภาคอุตสาหกรรม ภาคเกษตรกรรม โดยอาศัยการเชื่อมต่อสื่อสารและการทำงานร่วมกันระหว่างเครื่องจักร (Machine) มนุษย์ (Human) และข้อมูล (Data) เพื่อให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพ และต้องการลดความผิดพลาดให้น้อยที่สุด เราจึงต้องสร้างระบบสื่อสารเพื่อส่งข้อมูลจากเครื่องจักรมาวิเคราะห์ถึงสถานะการผลิต จำนวนชิ้นงานที่ผลิตได้ รวมถึงสถานะความผิดพลาดของเครื่องจักร ซึ่งวิธีการที่นิยมมากที่สุดคือ การใช้อุปกรณ์ Smart Device ที่มีความสามารถในการเชื่อมต่อกับเครื่องจักรและดึงข้อมูลที่ได้ส่งผ่านระบบไร้สายไปยังเครื่องแม่ข่าย (Server) ซึ่งเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สาย Wifi ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย แต่ก็ยังมีขีดจำกัดเรื่องของระยะทางและไวต่อสัญญาณรบกวน จึงเป็นเหตุผลที่ทำให้มนุษย์คิดค้นและหาวิธีสื่อสารรูปแบบใหม่ๆ หนึ่งในวิธีการสื่อสารที่กำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างมากคือ เทคโนโลยีสัญญาณการสื่อสาร LoRa ซึ่งถูกคิดค้นและเป็นลิขสิทธิ์ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บริษัท Semtech หากเปรียบเทียบเทคโนโลยี WiFi ,Bluetooth และ LoRa สิ่งที่แตกต่างกันชัดเจนมากคือเรื่องของระยะทางในการสื่อสาร

องค์ประกอบสำคัญของเทคโนโลยีระบบสื่อสารแบบ LoRa มีดังต่อไปนี้

- สื่อสารทางไกลระยะ 15 – 20 กิโลเมตร
- มีช่องรับสัญญาณนับล้าน
- มีอายุการใช้งานแบตเตอรี่ยาวนาน มากถึง 10 ปี

ตารางที่ 2.1 ตารางช่วงความถี่ LoRa ที่ใช้งานในแต่ละประเทศ

โซนหรือประเทศ	ช่วงความถี่ที่ใช้งานได้
ไทย	920 – 925 MHz
ยุโรป	867 – 869 MHz
อเมริกาเหนือ	902 – 928 MHz
จีน	470 – 510 MHz
เกาหลี	920 – 925 MHz
ญี่ปุ่น	920 – 925 MHz
อินเดีย	865 – 870 MHz

การนำเทคโนโลยี LoRa มาใช้งานจำเป็นต้องคำนึงถึงเขตโซนหรือประเทศ เนื่องจากมีข้อกำหนดให้แต่ละประเทศสามารถใช้งานอุปกรณ์ LoRa ตามความถี่ที่ได้ระบุไว้ ดังแสดงในตารางที่ 1 สำหรับประเทศไทยถูกระบุไว้ที่ความถี่ช่วง 920 – 925 MHz ซึ่งถือเป็นความถี่ที่ไม่ต้องมีใบอนุญาต (unlicensed) โดยมีกำลังส่ง (EIRP) ไม่เกิน 20 dBm (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 มิลลิวัตต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ส่วนประกอบของ LoRa Protocol Stack

โปรโตคอล LoRa แบ่ง layer ออกได้เป็น 2 layer หลัก ได้แก่ ส่วนของ Physical layer(PHY) และ MAC layer การสื่อสารใน physical layer (PHY) ของLora รองรับการส่งระยะไกล ใช้พลังงานต่ำ โดยสามารถส่งข้อมูลที่ความเร็วสูงสุดที่ 50 Kbps เพื่อการใช้งานที่เหมาะสม เราสามารถปรับพารามิเตอร์ในส่วนของ physical layer เพื่อให้ได้อัตราเร็วของการส่งข้อมูล (Data Rate) และค่าความไวต่อการรับสัญญาณให้เหมาะสมด้วยการปรับค่าแบนวิดท์ (BW), สเปรดแฟกเตอร์ (Spreading Factor : SF)

โดยค่า Spreading Factor สามารถตั้งค่าได้ตั้งแต่ SF7-SF12 ซึ่งหากเราต้องการใช้งานด้วย Bandwidth ที่สูงจะต้องตั้งค่าเป็น SF7 ซึ่งจะทำให้ระยะทางของการส่งข้อมูลต่ำ แต่อัตราการส่งข้อมูลสูง (Bit rate) แต่ถ้าเราต้องการให้การส่งข้อมูลได้ระยะทางที่ไกลก็จะต้องตั้งค่าเป็น SF12 ซึ่งจะส่งผลต่ออัตราการส่งข้อมูลน้อยที่สุด แต่ได้ระยะทางไกลที่สุด โดยการตั้งค่าพารามิเตอร์ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ออกแบบระบบ

องค์ประกอบของ LoRaWAN เน็ตเวอร์ก

LoRaWAN ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก ได้แก่ อุปกรณ์ (End-devices) , เกตเวย์ (Gateway) และเน็ตเวิร์คเซิร์ฟเวอร์ (Network Server)

- อุปกรณ์ (End-device) เป็นอุปกรณ์พลังงานต่ำที่สื่อสารไปยังเกตเวย์ โดยไม่เจาะจงเกตเวย์ใดเกตเวย์หนึ่งโดยเฉพาะ (กรณีเกตเวย์มีมากกว่า 1 ตัว)
- เกตเวย์ (Gateway) ทำหน้าที่รับแพ็กเก็ตจากอุปกรณ์ LoRa (End-devices) เพื่อส่งต่อไปยัง (Network Server)
- เน็ตเวิร์คเซิร์ฟเวอร์ (Network Server) ทำหน้าที่กำจัดแพ็กเก็ตที่ซ้ำและส่งแพ็กเก็ตกลับไปยังอุปกรณ์ปลายทางเพื่อรองรับการใช้งานที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์ใน LoRaWAN แบ่งออกเป็น 3 คลาส ได้แก่ class A, class B, class C โดยในแต่ละคลาสจะมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน ดังนี้

- Class A จะเป็นการสื่อสารแบบสองทาง (Bi-directional) โดยการสื่อสาร uplink ในแต่ละครั้ง จะตามด้วยการสื่อสาร downlink ในช่วงเวลาสั้นๆอีก 2 ครั้ง การสื่อสาร downlink ในรอบถัดไปต้องรอ uplink ทำงานอีกครั้ง ซึ่งทำให้การทำงานของ Class A ใช้พลังงานในการทำงานน้อยที่สุด
- Class B เป็นการสื่อสารแบบสองทาง (Bi-directional) พร้อมการใช้ (Beacon) จากเกตเวย์เพื่อให้ Network server ทราบว่าเวลาใดที่อุปกรณ์ End-Device พร้อมที่จะรับข้อมูล ซึ่งอุปกรณ์ End-device จะเปิดช่วงเวลาของการรับข้อมูล (Receive Window) ตามเวลาที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Class C เป็นการสื่อสารแบบสองทาง (Bi-directional) จะใช้วิธีกำหนดช่วงเวลารับข้อมูลแบบต่อเนื่อง (Continuous) ทำให้อุปกรณ์ปลายทาง End-device อยู่ในสภาวะทำงานอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ใช้พลังงานมากที่สุด

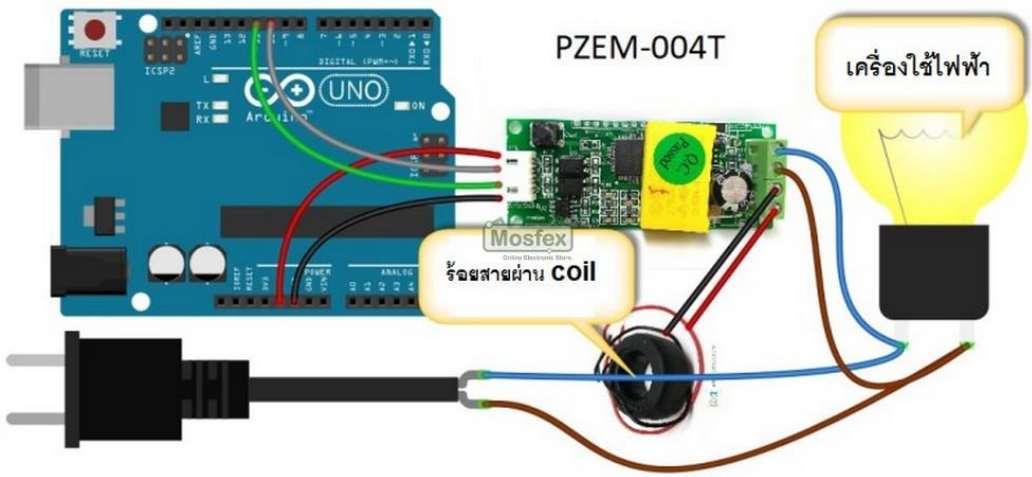
เทคโนโลยีการสื่อสารแบบ LoRa ถือเป็นเทคโนโลยีทางด้าน IoT ที่สามารถรับและส่งข้อมูลได้ระยะไกลและใช้พลังงานต่ำ อีกทั้งยังสามารถทนต่อการรบกวนจากสัญญาณภายนอกได้ดี แต่การจะนำเทคโนโลยี LoRa มาใช้งานนั้นจำเป็นต้องพิจารณาถึง ความถี่ของสัญญาณ ซึ่งในไทยจะใช้ 920-925 MHz และควรมีกำลังส่งที่ต่ำกว่า 100 mW เพื่อให้รองรับกับมาตรฐานที่ กสทช ได้กำหนดไว้ การรับส่งข้อมูลผ่าน LoRaWan จะมีอยู่ 3 คลาส คือ A,B และ C หากต้องการให้อุปกรณ์รับส่งข้อมูลแล้วใช้พลังงานต่ำควรเลือกใช้ Class A แต่ถ้าต้องการความต่อเนื่องของข้อมูลควรเลือกใช้เป็น Class C ซึ่งกินพลังงานมากที่สุดเมื่อเทียบกับ Class A และ Class B และสุดท้ายแล้วการจะนำเทคโนโลยี LoRa ไปประยุกต์ใช้งาน ผู้ใช้จำเป็นต้องรู้หลักการทำงานของ LoRa เป็นอย่างดีเพื่อเป็นแนวทางในการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้งาน

2.1.2 Pzem-004t

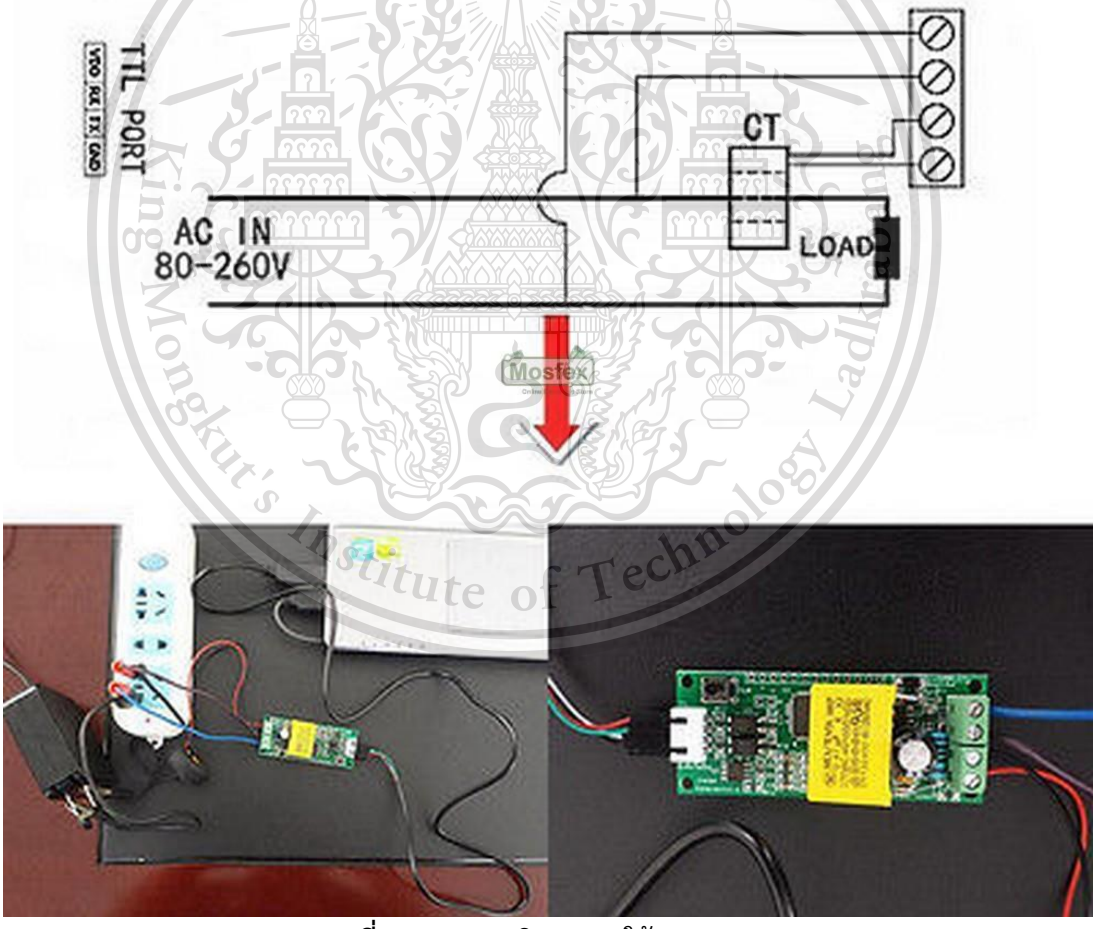
PZEM-004T คือโมดูลวัดไฟ AC 220v โมดูลเดียวสามารถวัดได้ทั้ง แรงดัน (V) ตั้งแต่ 80-260VAC และ กระแส (A) โดยรองรับกระแสสูงสุด 0-100A โดยวัดกระแสผ่าน Coil ไม่สัมผัสกับสายไฟโดยตรง Output ออกผ่านทาง Serial TX RX สามารถต่อกับ Arduino ESP32 Raspberry Pi หรือ ESP8266 NodeMCU นิยมทำเป็นโปรเจค Meter IoT แสดงผลการใช้กระแสแบบ Online

- Module PZEM-004T ถูกออกแบบมาให้ใช้ร่วมกับ Arduino Nodemcu esp8266 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้หลากหลาย
- การเชื่อมต่อสื้อสาร ระหว่าง Arduino Nodemcu esp8266 ไมโครคอนโทรลเลอร์ อื่นๆ ผ่าน TTL UART (Serial)
- เหมาะสำหรับใช้งานภายในบ้าน วัดแรงดันไฟฟ้า (VAC) วัดกระแสไฟฟ้า (A) วัดค่ากำลังไฟฟ้า (W) และนำมาคำนวณหาค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าต่อชั่วโมง (Wh) ได้อีกด้วย
- PZEM-004T ออกแบบมาให้สามารถวัดแรงดันไฟฟ้า AC 80-260 VAC ความถี่ 45-65 Hz
- วัดกระแส 0-100 A ใช้วิธีการวัดกระแสด้วย CT Current Transformer ไม่ต้องไปยุ่งกับวงจรไฟฟ้า
- โมดูล PZEM-004T ถูกออกแบบมาให้แยกแรงดันสูงและแรงดันต่ำออกจากกันด้วย Opto จะได้ไม่เสี่ยงทำให้อุปกรณ์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Nodemcu Arduino เสียหาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.11 ภาพอธิบายการใช้งาน pzem-004t



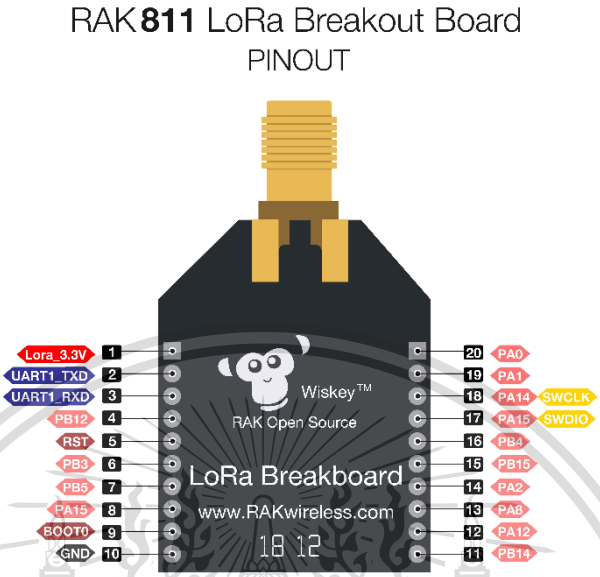
รูปที่ 2.12 ภาพอธิบายการใช้งาน pzem-004t 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

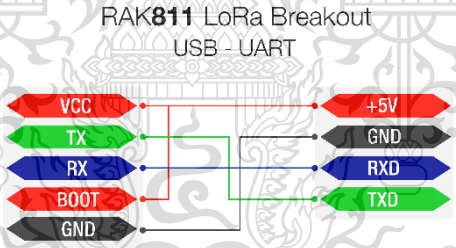
2.1.3 rak811 LoRa breakout module

<u>การใช้งาน RAK811 breakout board กับ Arduino nano</u>

รูปอุปกรณ์และ pin out แสดงดังรูป



รูปที่ 2.13 RAK811 pinout



รูปที่ 2.14 RAK811 USB-UART

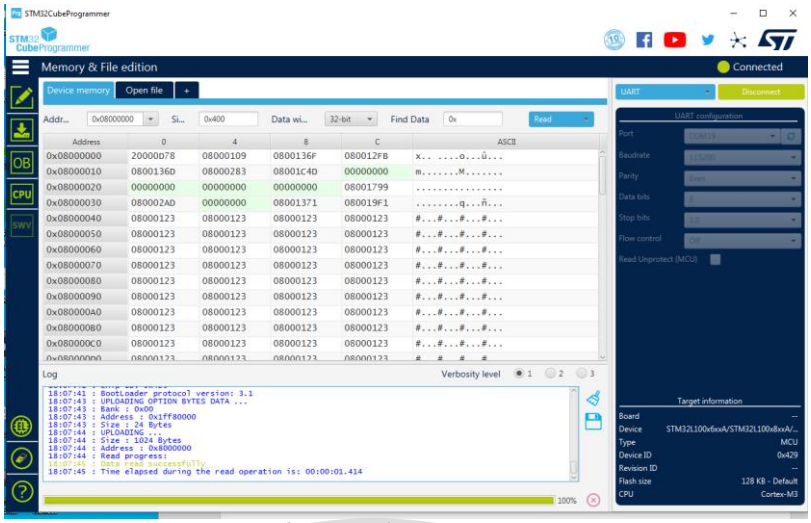
****** สำคัญมาก คือ แรงดันไฟฟ้าให้ใช้ 5 VDC ต่อดังรูปกับการใช้งานทุกครั้ง(หากใช้ เฟิมแวร์ต่อไปนี้)**

เพื่อให้ใช้งานกับ Library Arduino nano (คำสั่งใช้ได้ส่วนใหญ่เท่านั้น) ในโมด P2P ได้

ขั้นตอนที่ 1 หากตัวโมดูลไม่มี Boot loader ในตัวต้องทำการใส่ Boot loader ก่อน ดังนี้

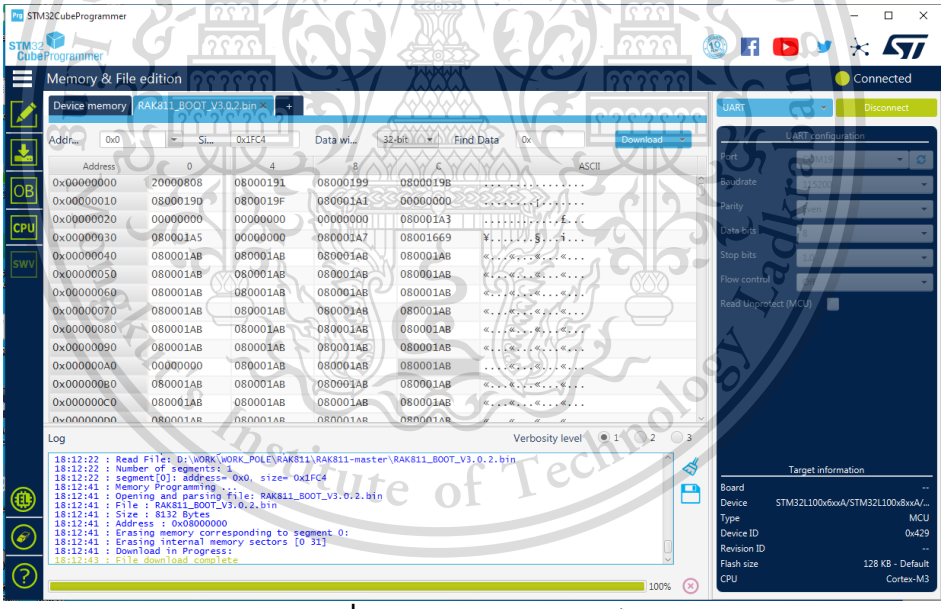
- เปิดโปรแกรม st32CubeProgrammer
- ทำการเชื่อมต่อผ่านพอร์ทที่ถูกต้องด้านซ้าย Com, 115200, even

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.15 เชื่อมต่อผ่านพอร์ท

- เลือกกดลบ boot เดิม ด้านซ้ายล่าง
- กด Open file (ด้านบน)เพื่อเลือก ไฟล์ boot ที่ต้องการ ดังตัวอย่างคือ RAK811_BOOT_V3.0.2.bin
- กด Download เมื่อสำเร็จจะแสดงดังรูป



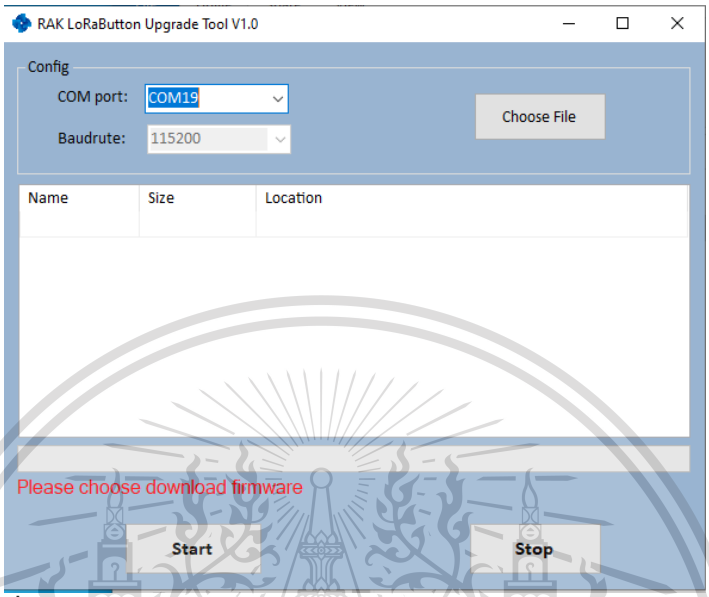
รูปที่ 2.16 Download สำเร็จ

- ทำการปิด disconnect โปรแกรม St32CubeProgrammer และ ถอดสายไฟจั่มที่ขา ติดกับขา GND ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

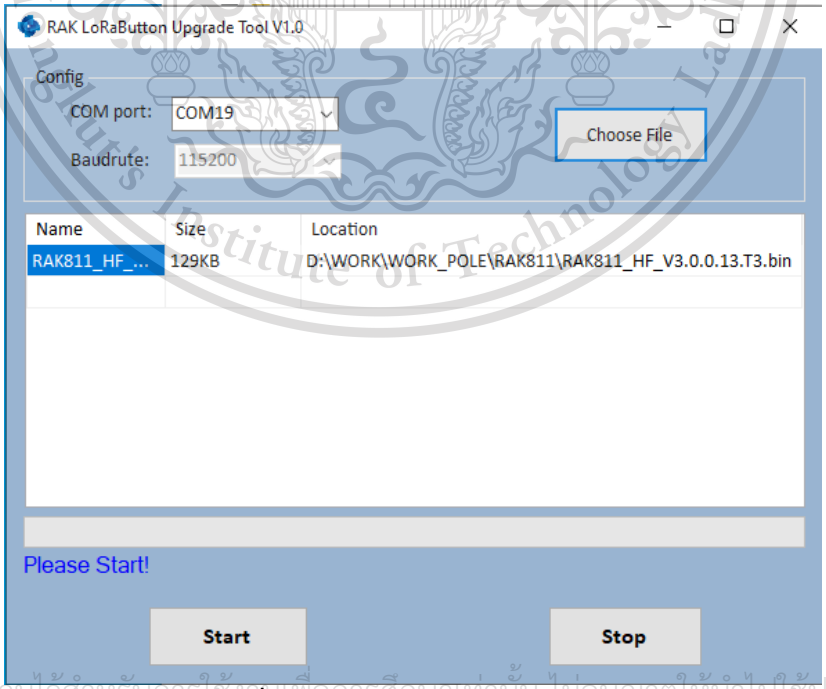
ขั้นตอนที่ 2 ทำการใส่ firm ware version 3.0.0.13.H.T0 ซึ่งเป็นเวอร์ชั่นใช้งานร่วมกับไลบรารี่ของ Arduino ได้ (ได้ทำการ set up mode P2P ไว้แล้ว) ดังนี้

เปิดโปรแกรม Rak loraButton upgrade tool.exe



รูปที่ 2.17 ภาพแสดงโปรแกรม Rak loraButton upgrade tool.exe

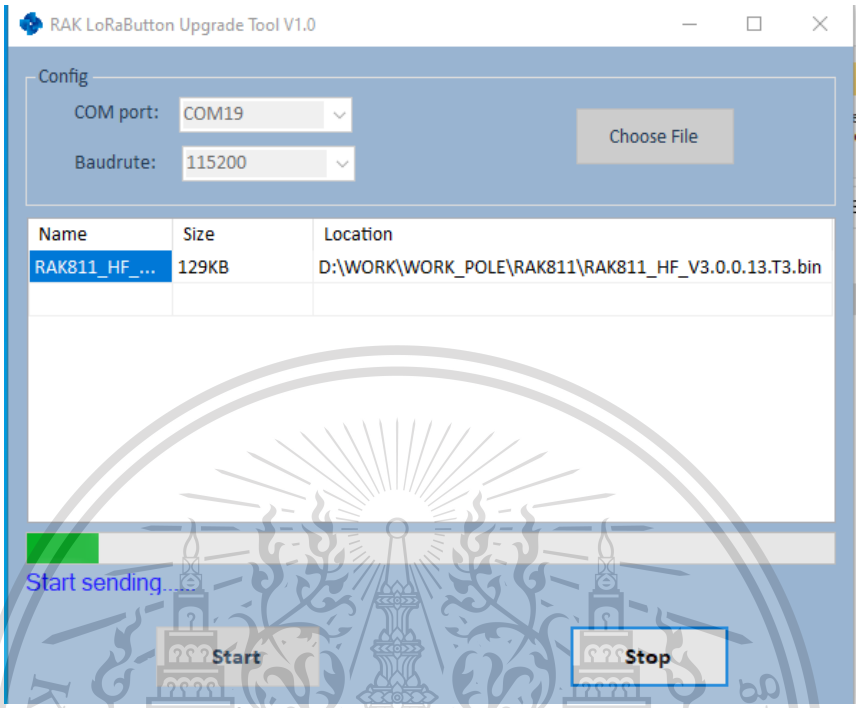
และกดเลือกไฟล์ (Choose File) ทำการใส่เฟิมแวร์ตามรูปดังนี้



รูปที่ 2.18 ภาพแสดงการใส่เฟิมแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- กด Start แล้วรอจนเสร็จ



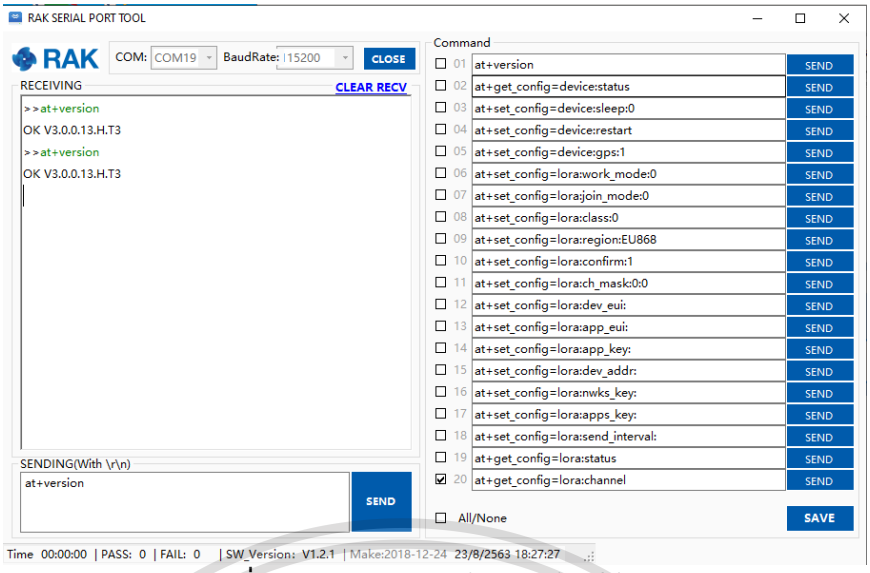
รูปที่ 2.19 ภาพแสดงหน้าต่างหลังกด Start

กดปุ่ม Stop เป็นอันเสร็จการโปรแกรม firmware

ทำการทดสอบโดย เปิดโปรแกรม RAK_SERIAL_PROT_TOOL

- กดปุ่มเชื่อมต่อ และกด ปุ่ม อ่าน firmware จากเมนูด้านซ้าย คือคำสั่ง at+version ก็จะได้ผลแสดงดังรูป (แรงไฟเลี้ยงให้เลือกเป็น +5 VDC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.20 ภาพแสดงหน้าต่างพร้อมใช้งาน

เป็นอันแสดงว่าสามารถใช้งานได้แล้วนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.1.4 arduino nano

บอร์ด Arduino Nano ออกแบบมาให้มีขนาดเล็ก และใช้กับงานทั่วๆไป ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ ATmega168 หรือเบอร์ ATmega328 โปรแกรมผ่านโปรโตคอล UART มีชิปUSB to UART มาให้ ใช้ Mini USB เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ มีพอร์ตดิจิตอลอินพุตเอาต์พุต 14 พอร์ต มีพอร์ตอนาล็อกอินพุต 8 พอร์ต บนบอร์ดยังมีเรกกูเลเตอร์ สามารถจ่ายไฟได้ตั้งแต่ 7 – 12V เพื่อให้บอร์ดทำงานได้ (จ่ายไฟที่ขา VIN)กรณีมีแหล่งจ่ายไฟ 5V อยู่แล้วก็จ่ายเข้าได้เลยที่ขา 5V

ข้อมูลจำเพาะ

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega168 หรือ ATmega328
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20V
พอร์ต Digital I/O	14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	6 พอร์ต
กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40mA
กระแสไปที่จ่ายได้ในพอร์ต 3.3V	50mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	16KB หรือ 32KB พื้นที่โปรแกรม, 500B ใช้โดย Booloader
พื้นที่แรม	1 หรือ 2KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	512B หรือ 1KB
ความถี่คริสตัล	16MHz
ขนาด	45x18 mm
น้ำหนัก	5 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2 โปรแกรมและเฟรมเวิร์ดที่ใช้พัฒนาโครงงาน

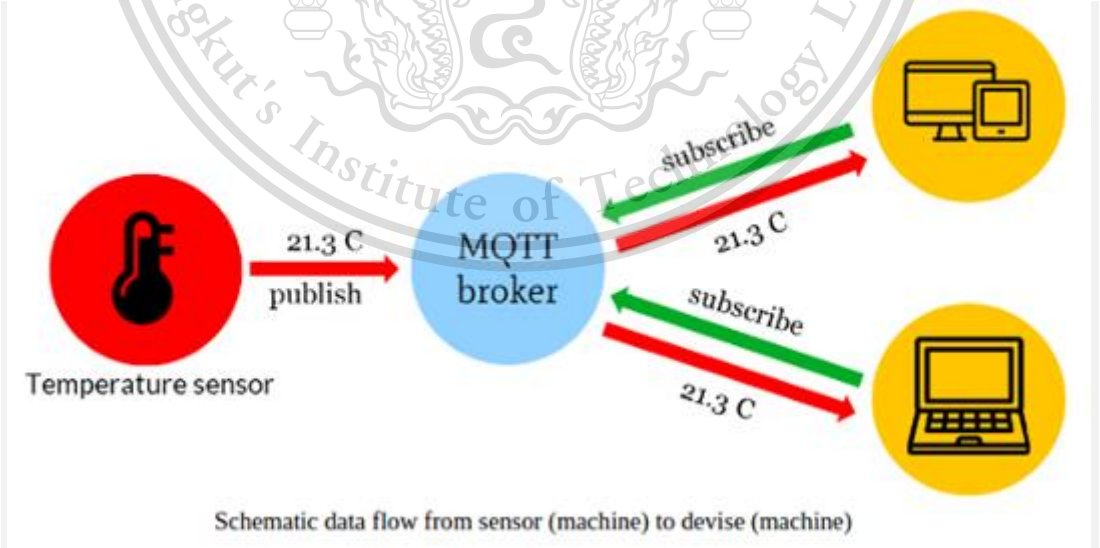
2.2.1 Angular

Angular คือ เฟรมเวร์ค (framework) สำหรับสร้างแอพลิเคชั่นในฝั่งไคลเอ็นในรูปแบบของ HTML, CSS และ JavaScript/TypeScript ซึ่ง TpyeScript จะถูก compile ไปเป็น JavaScript หากเราต้องการใช้งาน JavaScript ในเว็บไซต์เราอาจเขียนด้วย JavaScript ปกติ หรืออาจใช้ jQuery เขียน จริงๆ ก็ทำงานได้นะ แต่เมื่อเว็บไซต์มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้นการเขียน JS ปกติ หรือ jQuery นั้นจะมีความยากลำบากในการ Maintain นั่นเอง

2.2.2 Cloud mqtt

Message Queuing Telemetry Transport (MQTT) เป็น Protocol ที่ออกแบบมาเพื่อการเชื่อมต่อแบบ M2M (machine-to-machine) คือ อุปกรณ์ติดต่อหรือสื่อสารกับอุปกรณ์ โดยเป็นส่วนหนึ่งของเทคโนโลยี IoT (Internet of Things) ซึ่งเป็นเทคโนโลยีที่อินเทอร์เน็ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ โทรทัศน์ ตู้เย็น เข้ากับอินเทอร์เน็ตทำให้สามารถเชื่อมโยงสื่อสารกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ โดยผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้มนุษย์สามารถควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ จากที่อื่นได้ เช่นการสั่งปิดเปิดไฟในบ้านจากที่อื่น ๆ

ซึ่ง MQTT เป็นชื่อเรียกสำหรับโปรโตคอลนี้เท่านั้น โดยหลักการทำงานของ MQTT จริง ๆนั้นมีส่วนประกอบ 3 อย่างคือ ผู้ส่ง (publish) , ผู้รับ (subscribe) และ ตัวกลาง (MQTT broker) โดยผู้รับหรือผู้ส่งจะใช้อุปกรณ์ชนิดไหนก็ได้ ขอเพียงมีแอพพลิเคชั่นหรือโปรแกรมที่รองรับโปรโตคอล MQTT ก็เพียงพอแล้ว



รูปที่ 2.21 ภาพแสดงการทำงานเป็นตัวกลางของ MQTT broker

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

แอพ Messenger ของ Facebook ในเวอร์ชั่นปี 2016–17 ก็ได้มีการนำเอา MQTT มาประยุกต์ใช้กับแอพพลิเคชั่นตัวเองนั้นเอง

รูปที่ 2.22 ภาพแสดงการเป็นตัวกลางของ messenger

องค์ประกอบของ MQTT

1. ผู้ส่ง (publish) มีหน้าที่ในการส่งข้อมูล/ข้อความไปยังตัวกลาง (MQTT Broker) โดยสิ่งที่ส่งจะประกอบด้วย หัวข้อ (Topic) และข้อความ (Message)

2. ผู้รับ (subscribe) มีหน้าที่คือจะต้องเชื่อมต่อกับตัวกลาง และติดตาม topic ให้ตรงกับผู้ส่ง โดยเมื่อตรงกันเรียบร้อย เมื่อผู้ส่ง ส่งข้อความมาผู้รับก็จะสามารถรับข้อความนั้นได้ หากมีอย่างใดอย่างหนึ่งที่ไม่ตรงกันก็จะไม่สามารถรับข้อความได้นั้นเอง

3. ตัวกลาง (MQTT Broker) มีหน้าที่รับข้อความจากผู้ส่งและกระจาย (Broadcast) ให้กับผู้ติดตามที่มี topic ตรงกับผู้ส่งเท่านั้น

MQTT BROKER

ในการใช้งาน Protocol MQTT นั้นจะต้องมี MQTT Broker เสียก่อน โดยตัว Broker นั้นสามารถหามาใช้งานได้อยู่ 3 วิธีด้วยกันคือ

1. เช่า Broker ของผู้ให้บริการ โดยจะมีค่าใช้จ่ายและมีข้อจำกัดแล้วแต่ผู้ให้บริการ บางรายก็มีให้ทดลองฟรีเช่นกัน

2. สร้าง Broker ขึ้นมาด้วยตนเอง โดยการเช่าเซิร์ฟเวอร์และทำการติดตั้งโปรแกรม MQTT Broker ด้วยตนเอง วิธีนี้เป็นที่นิยมแต่จะต้องมีเซิร์ฟเวอร์เป็นของตัวเองและจะต้องวางระบบรักษาความปลอดภัยด้วยตนเอง

3. ใช้งาน Broker ฟรีที่ทาง MQTT มีไว้ให้ แต่ข้อเสียคือเป็น Broker สาธารณะทุกคนสามารถดูข้อมูลที่เราส่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2.3 Firebase

Firebase คือ Platform ที่รวบรวมเครื่องมือต่าง ๆ สำหรับการจัดการในส่วนของ Backend หรือ Server side ซึ่งทำให้สามารถ Build Mobile Application ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และยังลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการทำ Server side หรือการวิเคราะห์ข้อมูลให้อีกด้วย โดยมีทั้งเครื่องมือที่ฟรี และเครื่องมือที่มีค่าใช้จ่าย

Firebase มีบริการให้ใช้หลายอย่าง สามารถแบ่งเป็นหมวดหมู่ดังนี้

Build Better Apps

- Cloud Firestore – จัดเก็บและซิงค์ข้อมูลระหว่างผู้ใช้และอุปกรณ์ในระดับโลกโดยใช้ฐานข้อมูล NoSQL ที่โฮสต์บนคลาวด์ Cloud Firestore ให้การซิงโครไนซ์แบบสดและการสนับสนุนออฟไลน์พร้อมกับการสืบค้นข้อมูลที่มีประสิทธิภาพ การผสานรวมกับผลิตภัณฑ์ Firebase อื่น ๆ ช่วยให้สร้างแอปแบบไร้เซิร์ฟเวอร์ได้อย่างแท้จริง
- Authentication – จัดการผู้ใช้ของคุณด้วยวิธีที่ง่ายและปลอดภัย Firebase Auth มีหลายวิธีในการตรวจสอบสิทธิ์รวมถึงอีเมลและรหัสผ่านผู้ให้บริการบุคคลที่สามเช่น Google หรือ Facebook และใช้ระบบบัญชีที่คุณมีอยู่โดยตรง สร้าง interface ของคุณเองหรือใช้ประโยชน์จากโอเพ่นซอร์ส UI ที่ปรับแต่งได้อย่างเต็มที่
- Hosting – ลดความซับซ้อนของเว็บ hosting ของด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้นเฉพาะสำหรับเว็บแอปสมัยใหม่ เมื่ออัปโหลดเนื้อหาเว็บเราจะส่งเนื้อหาเหล่านั้นไปยัง CDN ทั่วโลกของเราโดยอัตโนมัติและมอบใบรับรอง SSL ฟรีเพื่อให้ผู้ใช้ได้รับประสบการณ์ที่ปลอดภัยเชื่อถือได้และมีเวลาแฝงต่ำไม่ว่าจะอยู่ที่ใดก็ตาม
- Realtime Database – Realtime Database คือฐานข้อมูลดั้งเดิมของ Firebase เป็นโซลูชันที่มีประสิทธิภาพและมีเวลาแฝงต่ำสำหรับแอปบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ที่ต้องการสถานะการซิงค์ระหว่างไคลเอนต์แบบเรียลไทม์

Improve app quality

- Crashlytics – ลดเวลาในการแก้ไขปัญหาด้วยการเปลี่ยนข้อขัดข้องจากหิมะถล่มให้เป็นรายการปัญหาที่จัดการได้ รับข้อมูลเชิงลึกที่ชัดเจนและนำไปปฏิบัติได้ว่าปัญหาใดที่ต้องจัดการก่อนโดยเห็นผลกระทบของผู้ใช้ในแดชบอร์ด Crashlytics การแจ้งเตือนแบบเรียลไทม์จะช่วยให้มีความเสถียรแม้ในขณะเดินทาง Crashlytics เป็นตัวรายงานข้อขัดข้องหลักของ Firebase
- Performance Monitoring – วินิจฉัยปัญหาประสิทธิภาพของแอปที่เกิดขึ้นบนอุปกรณ์ของผู้ใช้ ใช้การติดตามเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของบางส่วนของแอปและดูมุมมองสรุปในคอนโซล Firebase อยู่เหนือเวลาเริ่มต้นของแอปและตรวจสอบคำขอ HTTP โดยไม่ต้องเขียนโค้ดใด ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Test Lab – เรียกใช้การทดสอบอัตโนมัติและกำหนดเองสำหรับแอปของคุณบนอุปกรณ์เสมือนและจริงที่โฮสต์โดย Google ใช้ Firebase Test Lab ตลอดวงจรการพัฒนาเพื่อค้นหาจุดบกพร่องและความไม่สอดคล้องกันเพื่อให้สามารถนำเสนอประสบการณ์ที่ยอดเยี่ยมบนอุปกรณ์หลากหลายประเภท

Grow your business

- Google Analytics – วิเคราะห์คุณลักษณะและพฤติกรรมของผู้ใช้ในแดชบอร์ดเดียวเพื่อทำการตัดสินใจอย่างชาญฉลาดเกี่ยวกับแผนงานผลิตภัณฑ์ของคุณ รับข้อมูลเชิงลึกแบบเรียลไทม์จากรายงานหรือส่งออกข้อมูลเหตุการณ์ดิบไปยัง Google BigQuery สำหรับการวิเคราะห์ที่กำหนดเอง
- Remote Config – กำหนดวิธีการแสดงผลแอปของคุณสำหรับผู้ใช้แต่ละคน เปลี่ยนรูปลักษณ์เปิดตัวฟีเจอร์ทีละน้อยเรียกใช้การทดสอบ A / B ส่งมอบเนื้อหาที่กำหนดเองให้กับผู้ใช้บางรายหรือทำการอัปเดตอื่น ๆ โดยไม่ต้องปรับใช้เวอร์ชันใหม่ทั้งหมดนี้ทำได้จากคอนโซล Firebase ตรวจสอบผลกระทบของการเปลี่ยนแปลงของคุณและทำการปรับเปลี่ยนในเวลาไม่กี่นาที
- Cloud Messaging – ส่งข้อความและการแจ้งเตือนไปยังผู้ใช้ข้ามแพลตฟอร์มทั้ง Android, iOS และเว็บได้ฟรี สามารถส่งข้อความไปยังอุปกรณ์เดียวกลุ่มอุปกรณ์หรือหัวข้อเฉพาะหรือกลุ่มผู้ใช้ Firebase Cloud Messaging (FCM) ปรับขนาดเป็นแอปที่ใหญ่ที่สุดโดยส่งข้อความหลายแสนล้านข้อความต่อวัน

2.2.4 Arduino IDE

Arduino IDE คือโปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรม, คอมไพล์ และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่นๆ ที่คล้ายกัน เช่น Generic ESP8266 modules, NodeMCU หรือ WeMos D1 เป็นต้น

2.3 ทฤษฎีอื่น

2.3.1 ตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับอัตราการไฟฟ้า

ตัวแปรด้านไฟฟ้าจะมีด้วยกัน 3 ตัว คือ แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานทางไฟฟ้า ด้วยตัวแปร 3 ตัวนี้ สามารถแตกแยกตัวแปรที่ใช้ในการวัดอัตราการใช้ไฟฟ้าได้อีก 2 ตัว คือ กำลังไฟฟ้า วัตต์ชั่วโมง

- แรงดันไฟฟ้า (E) มีหน่วยเป็นโวล์ (V)
- กระแสไฟฟ้า (I) มีหน่วยเป็นแอมป์ (A)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- ความต้านทานทางไฟฟ้า (R หรือ อิมพีแดนซ์) มีหน่วยเป็น โอห์ม
- กำลังไฟฟ้า (P) มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)
- วัตต์ชั่วโมง (Wh) มีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

ค่าที่ต้องวัด แล้วทราบจริง ๆ จะมีเพียง 2 ค่า คือแรงดันไฟฟ้า (E) และกระแสไฟฟ้า (I) ส่วนค่าอื่น ๆ จะสามารถหาได้โดยใช้สูตร

- ค่าความต้านทานทางไฟฟ้า (R หรือ อิมพีแดนซ์) สามารถหาได้จากสูตร R = E / I แต่โดยทั่วไปจะไม่หาค่านี้อยู่แล้ว และไม่ถูกนำมาใช้แสดงเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า
- กำลังไฟฟ้า (P) สามารถหาได้จากสูตร P = E * I มักใช้ระบุการใช้พลังงานไฟฟ้า ณ ขณะนั้น
- วัตต์ชั่วโมง (Wh) สามารถหาได้จาก P * T เมื่อ T คือเวลาในหน่วยวินาที แต่ในความเป็นจริงแล้ว ค่า P มักจะแปรผันไปตามค่า E และ I ซึ่งแต่ละช่วงเวลาค่า E และ I สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตลอดเวลา ดังนั้นวิธีการหาวัตต์ชั่วโมง จึงใช้การจับเวลาให้ครบ 1 วินาที นำค่า P มาบวกเข้าไปเรื่อย ๆ ก็จะได้ค่าวัตต์ชั่วโมงออกมา

ในการคำนวณค่าไฟฟ้า เรามักจะใช้หน่วย ยูนิต เป็นหน่วยใช้ในการคำนวณ โดย 1 ยูนิต = 1kWh หรือ 1 ยูนิต = 1000Wh ดังนั้นหากต้องการหาค่ายูนิต จะหาได้จาก วัตต์ชั่วโมง / 1000 สมมุตวัตต์ชั่วโมงได้ 750Wh จะได้ 750 / 1000 = 0.75 ยูนิต

จะเห็นว่าค่าที่เราวัดออกมาทั้งหมด สุดท้ายแล้วจะได้ค่าออกมาเป็นยูนิตที่นำไปคำนวณเป็นค่าไฟฟ้าได้ ซึ่งจะทำให้สามารถทราบได้ว่าเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น ๆ ใช้จำนวนเงินได้เท่าไรเมื่อเปิดใช้งานเป็นเวลาหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะศึกษาเกี่ยวกับการดำเนินงาน การศึกษาอุปกรณ์และเครื่องมือในการพัฒนา และการออกแบบระบบของการใช้งานอุปกรณ์

3.1 ศึกษาระบบและเครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

3.1.1 การศึกษาระบบ

ระบบของ Lighting Status Monitoring System จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์ ส่วนของเซิร์ฟเวอร์ และส่วนของโปรแกรมซอร์ฟแวร์ ส่วนของฮาร์ดแวร์นั้นเราจะแบ่งแยกอีกเป็นสองส่วนคือส่วนของตัวแม่กับตัวลูก ส่วนของตัวแม่นั้นเราจะใช้บอร์ด Heltec esp32 wifi lora จะคอยส่งสัญญาณติดต่อไปยังตัวลูกให้ตัวลูกทำการวัดค่าสถานะของหลอดไฟโดยใช้ Arduino nano ต่อกับโมดูล pzem-004t และต่อกับ LoRa Rak811 แล้วส่งสัญญาณกลับมายังตัวแม่ให้ตัวแม่ที่ใช้บอร์ด heltec esp32 wifi LoRa นั้นที่สามารถส่งสัญญาณติดต่อการเชื่อมต่อแบบไร้สายหรือที่เรียกว่า LoRa และสามารถติดต่อกับ Internet หรือบอร์ด Esp32 อยู่ในตัวเดียวกันนั้นนำข้อมูลที่ได้ส่งข้อมูลไปยัง Firebase หรือส่วนของเซิร์ฟเวอร์ที่เป็นชนิด Real time Database เพื่อสำหรับการเก็บข้อมูลแบบเรียลไทม์สำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลทางฝั่งฮาร์ดแวร์และซอร์ฟแวร์ จากนั้นส่วนของซอร์ฟแวร์เราจะเขียนเว็บโดยใช้ Angular นำข้อมูลจาก Firebase มาแสดงสถานะของหลอดไฟ

3.1.2 การศึกษาเครื่องมือที่ในการพัฒนา

3.1.2.1 Visual Studio Code เป็นโปรแกรม Code Editor ที่ใช้ในการแก้ไขและปรับแต่งโค้ด จากค่ายไมโครซอฟท์ มีการพัฒนาออกมาในรูปแบบของ OpenSource จึงสามารถนำมาใช้งานได้แบบฟรี ๆ ที่ต้องการความเป็นมืออาชีพ ซึ่ง Visual Studio Code นั้น เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานข้ามแพลตฟอร์ม รองรับการใช้งานทั้งบน Windows, macOS และ Linux สนับสนุนทั้งภาษา JavaScript, TypeScript และ Node.js สามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ นำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อน มีเครื่องมือส่วนขยายต่าง ๆ ให้เลือกใช้อย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็น 1.การเปิดใช้งานภาษาอื่น ๆ ทั้ง ภาษา C++, C#, Java, Python, PHP หรือ Go 2.Themes 3.Debugger 4.Commands เป็นต้น

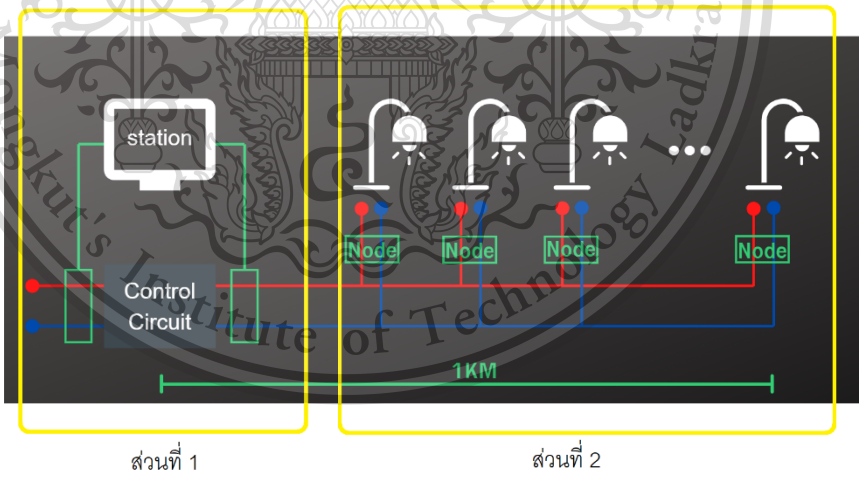
3.1.2.2 Arduino IDE คือโปรแกรมสำหรับใช้เขียนโปรแกรม, คอมไพล์ และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino หรือบอร์ดตัวอื่นๆ ที่คล้ายกัน เช่น ESP8266, NodeMCU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.2.3 Angular คือ เฟรมเวิร์ค (framework) สำหรับสร้างแอพลิเคชันในฝั่งไคลเอ็นในรูปแบบของ HTML, CSS และ JavaScript/TypeScript ซึ่ง TypeScript จะถูก compile ไปเป็น JavaScript

3.2 การออกแบบระบบและภาพรวมของระบบ

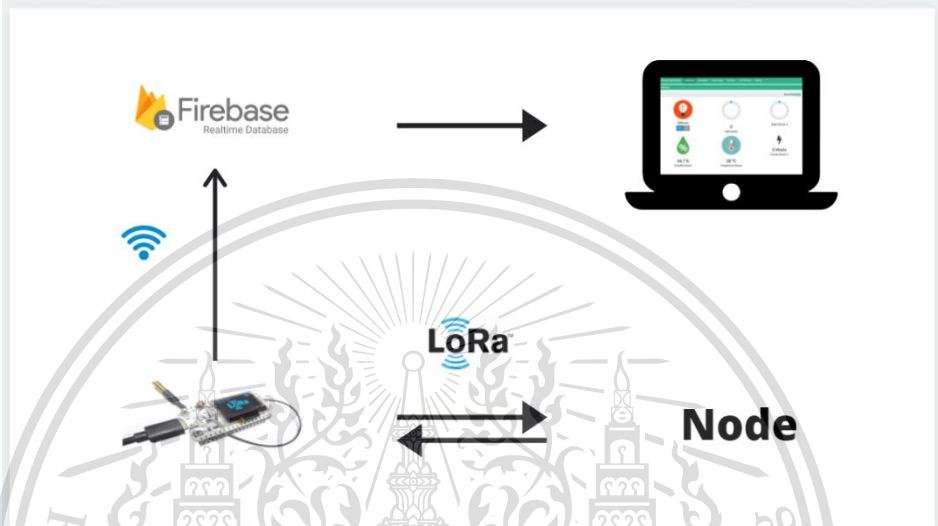
การออกแบบระบบนั้นเนื่องจากโปรเจคของเรานั้นเป็นการใช้โมดูล pzem004t ซึ่งเป็นโมดูลวัดกระแส แรงดันไฟฟ้า จากหลอดไฟส่องสว่างตามถนนแล้วส่งค่าที่วัดได้ไปวิเคราะห์ว่าหลอดไฟส่องสว่างนั้นใช้งานได้ หรือชำรุด เช็คกระแสไฟฟ้าที่หลอดนั้นค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสผิดปกติหรือไม่จากหลายเสาไฟฟ้า นำมาแสดงผ่านเว็บไซต์ที่เขียนขึ้นเอง ซึ่งเสาไฟฟ้าแต่ละต้นนั้นก็อยู่ห่างกันหลายเมตร หลายกิโลเมตร หรือบางเสาไฟฟ้านั้นอยู่ห่างจากบ้านเรือน หรือที่ๆมีสัญญาณอินเทอร์เน็ตจึงยากที่จะส่งข้อมูลจากหลอดไฟที่ชำรุดส่งขึ้นเซิร์ฟเวอร์ได้ทันที เราจึงออกแบบส่วนของฮาร์ดแวร์เป็นสองส่วนหลักๆนั่นคือส่วนของสถานีหลัก และส่วนของโหนดหรือเรียกง่ายๆว่าสถานีแม่กับสถานีลูก โดยสถานีแม่นั้นจะเป็นส่วนที่คอยส่งสัญญาณติดต่อกับสถานีลูกโดยผ่านเครือข่าย LoRa ที่สามารถส่งข้อมูลได้ระยะไกลและไม่ใช้อินเทอร์เน็ต โดยภาพที่ 3.1 เป็นภาพรวมง่ายๆที่แสดงให้เห็นการออกแบบที่แบ่งเป็นส่วนของสถานีแม่และสถานีลูกเป็น



รูปที่ 3.1 ภาพรวมของระบบ

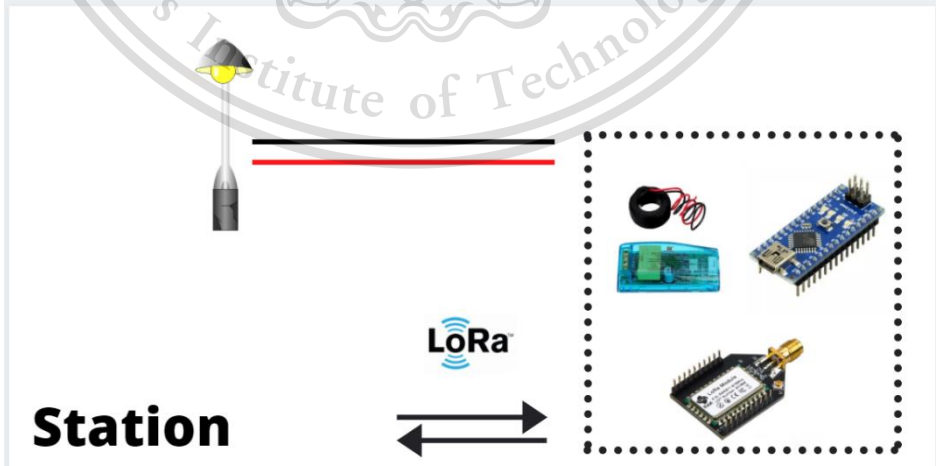
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.1 แสดงภาพรวมของโปรเจคที่ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักๆ ส่วนของสถานีแม่และสถานีลูก โดยสภานีแม่นั้นเป็นส่วนที่คอยติดต่อติดต่อสื่อสารกับสถานีลูกผ่านเครือข่าย LoRa รับค่าที่วัดได้และทำการวิเคราะห์ส่งไปบันทึกค่าที่ firebase ที่เป็น Realtime Database โดยใช้ mqtt cloud เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลจากบอร์ด heltec esp32 Lora ไปยัง Firebase แล้วเว็บที่เราสร้างขึ้นก็จะนำข้อมูลที่อยู่บน Firebase มาแสดงผล แสดงสถานะของหลอดไฟ



รูปที่ 3.2 ภาพแสดงการทำงานของสถานีแม่

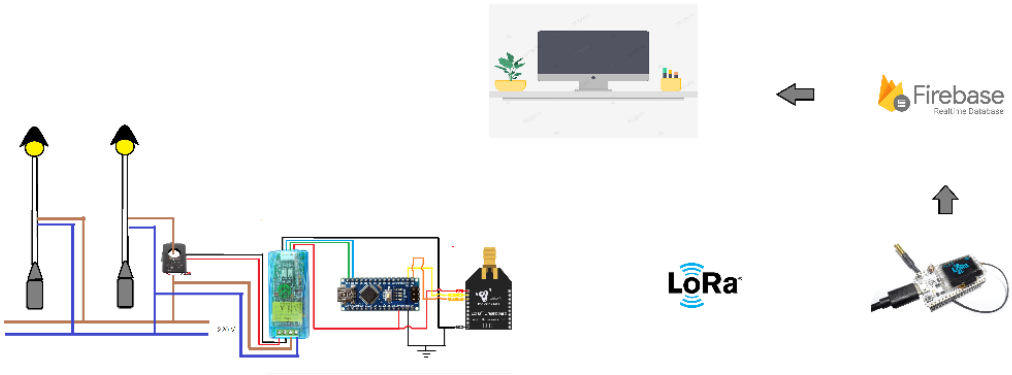
จากรูปที่ 3.2 เป็นภาพแสดงการทำงานของสถานีแม่ โดยสถานีแม่นั้นจะคอยติดต่อกับสถานีลูกผ่านเครือข่าย LoRa โดยสถานีลูกนั้นจะใช้ Arduino nano เชื่อมต่อกับโมดูล pzem004t ที่เป็นโมดูลวัดกระแสและแรงดันไฟฟ้า และต่อกับ LoRa Rak811 เพื่อไว้ติดต่อสื่อสารกับสถานีแม่หรือสถานีหลัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.3 ภาพแสดงการทำงานของสถานีลูก

3.3 การออกแบบและพัฒนาระบบของฮาร์ดแวร์



รูปที่ 3.4 ภาพแสดงภาพรวมของระบบ

จากภาพรวมของระบบนั้นเราจะเห็นว่าการทำงานของส่วนฮาร์ดแวร์นั้นจะมีสองส่วนคือส่วนของสถานีแม่กับส่วนของสถานีลูก โดยเราต้องเข้าใจหลักการทำงานของ Lora ก่อนว่า Lora นั้นจะส่งสัญญาณออกไปแบบไม่ระบุเจาะจงว่าเครื่องไหนเป็นคนรับและส่งกลับมา โดยทุกเครื่องนั้นจะได้รับสัญญาณหรือข้อมูลที่ส่งมาเหมือนกัน ดังนั้นถ้าเครื่องที่มี Lora ที่มีความถี่เดียวกันก็สามารถรับข้อมูลได้ ดังนั้นก็จะเกิดปัญหาที่ว่าถ้าที่สถานีแม่ส่งสัญญาณออกไปแล้วสถานีลูกรับ(มีหลายตัว) เวลาที่ส่งข้อมูลกลับสถานีแม่จะรับได้แค่สถานีเดียวที่มีสัญญาณแรงที่สุด เราจึงต้องเขียนโปรแกรมบางอย่างที่สามารถกำหนดได้ว่า ณ เวลานี้เครื่องใดเป็นเครื่องรับและส่งกลับมานั่นเอง

3.3.1 อุปกรณ์สถานีฐานหรือสถานีแม่

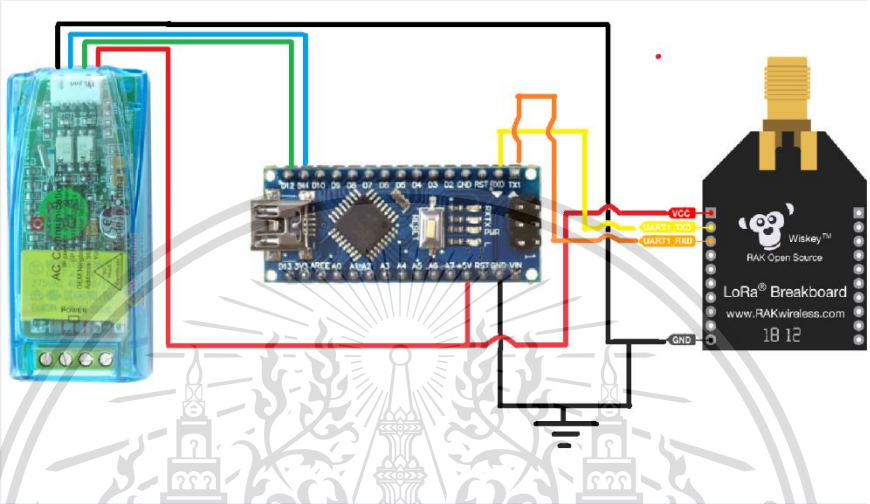
รูปที่ 3.5 บอร์ด heltect esp32 Lora ที่ใช้เป็นสถานีฐาน

อุปกรณ์ที่เรานำมาใช้เป็นสถานีฐานนั้นจะต้องสามารถเชื่อมต่อ internet ได้ และสามารถส่งข้อมูลด้วย Lora ความถี่ที่สามารถใช้งานในประเทศไทยได้โดยเราเลือกใช้บอร์ด heltec esp32 Lora บอร์ดตัวนี้ทำให้เราไม่ต้องทำการหาซื้อบอร์ดต่างๆมาประกอบให้วุ่นวายใช้เพียงแค่บอร์ดนี้บอร์ดเดียวก็สามารถทำงานได้ครบตามต้องการแล้วการทำงานของสถานีแม่เราจะใช้บอร์ด heltect esp32 Lora โดยบอร์ดนี้จะเป็นบอร์ดที่สามารถเชื่อมต่อ internet และสามารถส่งข้อมูลด้วย Lora

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ได้ โดยเขียนโค้ดจาก Arduino IDE บอร์ด heltect esp32 Lora จะเซ็ตอัพการเชื่อมต่อ internet ต่างๆ การดึง Library ของ firebase มาใช้งาน การตั้งค่าคลื่นของ Lora ในการใช้งาน การนั้น เครื่องจะทำการส่งหมายเลขเครื่องออกไป เช่น เครื่องหมายเลข 0 , 1 , 2 เป็นต้น

3.3.2 วงจรและอุปกรณ์สถานีลูก



รูปที่ 3.6 วงจรการต่อ Arduino nano เข้ากับ rak811 และ PZEM-004t

การต่อวงจรของสถานีลูกเราจะใช้บอร์ด Arduino nano ในการควบคุมการทำงานต่างๆ โดยเราจะต่อวงจรของ Lora rak811 breakboard โดยต่อ vcc ที่ 5v กับ Arduino nano ขา rx ต่อกับ ขา tx ของ Arduino nano ขา tx ต่อกับ rx ของ Arduino nano ส่วนของโมดูลวัดค่ากระและโวลต์ PZEM-004t นั้นจะมีสองส่วนที่ให้ต่อคือส่วนที่จะต้องต่อกับไฟ 220V และ ส่วนที่ต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยส่วนที่ต่อกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อ 5v GND ตรงกันตามปกติ และขาที่เหลือของโมดูล PZEM-004t นั้นคือ rx กับ tx ให้ต่อกับ ขา D11 และ D12 ตามแต่ที่เราโปรแกรมไว้

3.3.2.1 Arduino nano

บอร์ด Arduino Nano ออกแบบมาให้มีขนาดเล็ก และใช้กับงานทั่วๆไป ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์เบอร์ ATmega168 หรือเบอร์ ATmega328 (มีรุ่น 2.3 กับ 3 ตอนซื้อต้องเช็คดีๆก่อน) โปรแกรมผ่านโปรโตคอล UART มีชิปUSB to UART มาให้ ใช้ Mini USB เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ มีพอร์ตดิจิตอลอินพุตเอาต์พุต 14 พอร์ต มีพอร์ตอนาล็อกอินพุต 8 พอร์ต บนบอร์ดยังมีเรกกูเลเตอร์ สามารถจ่ายไฟได้ตั้งแต่ 7 – 12V เพื่อให้บอร์ดทำงานได้ (จ่ายไฟที่ขา VIN)กรณีมีแหล่งจ่ายไฟ 5V อยู่แล้วก็จ่ายเข้าได้เลยที่ขา 5V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3.2.2 โมดูล PZEM-004t

PZEM-004T คือโมดูลวัดไฟ AC 220v โมดูลเดียวสามารถวัดได้ทั้ง แรงดัน (V) ตั้งแต่ 80-260VAC และ กระแส (A) โดยรองรับกระแสสูงสุด 0-100A โดยวัดกระแสผ่าน Coil ไม่สัมผัสกับสายไฟโดยตรง Output ออกผ่านทาง Serial TX RX สามารถต่อกับ Arduino ESP32 Raspberry Pi หรือ ESP8266 NodeMCU นิยมทำเป็นโปรเจค Meter IoT แสดงผลการใช้กระแสแบบ Online

3.3.2.3 RAK811 Breakout Board

RAK811 Breakout Board เป็นเทคโนโลยี LoRa ระยะไกลที่ใช้งานง่ายขนาดกะทัดรัดและใช้พลังงานต่ำพร้อมความสามารถในการรับส่งสัญญาณไร้สาย การรวมกันของชิปเซ็ต RAK811 และ RAK811 Breakout Board กับ Semtech SX1276 ที่แกนกลางซึ่งใช้ประโยชน์จากคุณสมบัติทั้งหมดของ LoRa

RAK811 Breakout Board เป็นไปตามข้อกำหนดโปรโตคอล LoRaWAN Class A & C ล่าสุดพร้อมสแต็ก LoRaWAN 1.0.2 ที่รองรับอย่างเต็มที่ในเฟิร์มแวร์ มีการตั้งค่าที่ง่ายและตรงไปตรงมาและสามารถเข้าถึงแพลตฟอร์ม LWPA IOT ได้อย่างรวดเร็ว นอกจากนี้ยังรองรับการสื่อสาร LoRa Point to Point (P2P) ซึ่งช่วยลูกค้าในการติดตั้งเครือข่าย LoRa ส่วนตัวของตนเอง

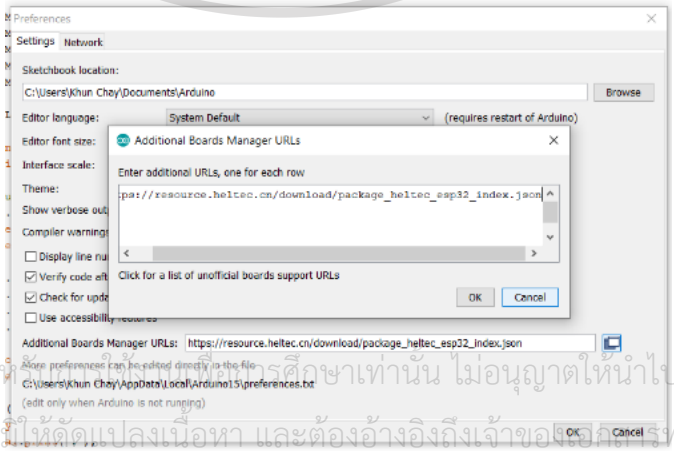
3.4 การเขียนโปรแกรมการทำงานของอุปกรณ์

ในส่วนของโปรแกรมของอุปกรณ์นั้นจะแบ่งเป็นสองส่วนหลักๆ คือส่วนของอุปกรณ์สถานีหลักและ อุปกรณ์ที่สถานีลูกที่ไปติดตั้งที่เสาไฟฟ้าบนถนน

3.4.1 โปรแกรมในส่วนของอุปกรณ์สถานีหลัก

- **การเพิ่มบอร์ดลง Arduino IDE**

บอร์ด Heltec Esp32 wifi LoRa นั้นจะต้องเพิ่มบอร์ดลงไปที่ Arduino IDE ก่อน หลังจากนั้น ในโปรแกรม Arduino IDE เข้าไปที่ File->Preference



รูปที่ 3.7 ภาพแสดงหน้า Boards Manager

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หลังจากนั้นให้เข้าไปที่ Tools->Board->Boards Manager ให้ทำการค้นหา Heltec ESP32 ทำการ Install จากนั้นทำการเชื่อมต่อบอร์ด Heltec Esp32 ด้วยสาย USB กับคอมพิวเตอร์ ทำการเลือกบอร์ดเป็น WiFi LoRa 32(V2) จากนั้นไปที่ File>Examples->Heltec ESP32 DEV-Boards->Factory_test->WiFi_Kit_32_Factorytest จากนั้นทำการอัพโหลดโค๊ดเพื่อทดสอบ

- **ติดตั้ง Library ที่จำเป็นต่ออุปกรณ์**

ติดตั้ง Library ที่จำเป็น เช่น IOXhop_FirebaseESP32 เพื่อติดต่อกับ Firebase Realtime Database , Wifi , LoRa เป็นต้น

```
#include <Wire.h>  // Only needed for
#include "SSD1306.h" // alias for `#in
//                 #include <WiFi.h>
//                 #include <PubSubClient
#include <SPI.h>
#include <LoRa.h>
#include<Arduino.h>

SSD1306 display(0x3c, 4, 15);

#define SS 18
#define RST 14
#define DI0 26
//////////////////////////////////////////

// ***** ส่วนตรงนี้กำหนดค่าของ WIFI เพื่อส่งต่อ

#include <WiFi.h>
#include <IOXhop_FirebaseESP32.h>
```

รูปที่ 3.8 ภาพแสดง Library ที่ติดตั้ง

- **การเซ็ตค่าต่างๆ**

เช่น Wifi ,Firebase_Host ค่าความแรงของ LoRa

```
// Set these to run example.
#define FIREBASE_HOST "https://project-lighting-status-default-rtdb.firebaseio.com/"
#define FIREBASE_AUTH "gFL2cICRlkLZkpbTP598HKQQ3KdJpvVBqmUfJPGY"
#define WIFI_SSID "Wifi_name"
#define WIFI_PASSWORD "Password_WIFI"

//////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////////

#define LED_PIN 22
//-----------------------------------------------------------------------------------------

// ส่วนตรงนี้กำหนด LoRA ความถี่ที่ใช้ในไทย
// และค่าความแรงและอื่นๆ
#define BAND 923000000.00
#define spreadingFactor 9
#define SignalBandwidth 62.5E3
#define SignalBandwidth 31.25E3
#define SignalBandwidth 125E3
#define preambleLength 8
#define codingRateDenominator 8
```

รูปที่ 3.9 ภาพแสดงการเซ็ตค่าต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- **การตั้งชื่อตัวแปร การประกาศตัวแปร ชนิดของตัวแปร**

```
long lastMsg = 0;
byte counter = 0;      // ใช้เริ่มนับสแกน แต่ละตัวรับ LoRA
byte node_num = 0;     // จำนวน โนดทั้งหมด (มี สองโหมด คือ โหมดศูนย์ มีเลขอุปกรณ์คือ 0..31 และโหมดหนึ่ง มีเลขอุปกรณ์คือ 32...63)
byte end_counter = 0; // เก็บหมายเลขสุดท้ายของจำนวนโหนดที่เลือกไว้ โดย node_num
String data;
String scan_num;
    //ขนาดของอะเรย์ด่อไปนี้จะต้องมีขนาดที่แปลตามจำนวนเสาหรือข้อมูลที่เราต้องการใช้ ปัจจุบันตัวอย่างจำนวน 2 โนด โดยโนดหมายเลข "0" เป็นการวัดค่าต่างๆ เช่น อุณหภูมิ ที่สถานี
    // และ หมายเลข "1" เป็น เสาต้นที่หนึ่ง ซึ่งมีค่าที่ต้องการวัดคือ Volt, Amp ส่งกลับมาเพื่อประมวลผลค่าต่างๆอีกที เช่น หากมีการเปิดไฟส่องสว่างแต่อ่านค่ากระแสได้น้อยมาก
    // หรือเท่ากันศูนย์ก็แสดงว่าหลอดขาด, หรือไม่มี Volt ก็แสดงว่าสายไฟขาด, หรือหากยังไม่มีการเปิดไฟส่องสว่างแต่กลับวัดได้ค่ากระแสไหลในระดับหนึ่งก็แสดงว่าไฟรั่ว ที่เสานั้น
    // เหล่านี้เป็นต้น ส่วนกรณีตัวโมดูลวัดเสียหายไม่ทำงาน ตัวแม่นี้จะกำหนดค่าว่า "DOWN" ขึ้นสู่ MQTT Cloud เพื่อแสดงให้ทราบว่าตัววัดเสียหายไม่ทำงาน..
    // โดยตัวแปร V[..], A[..], S[..] ก็คือ Volt, Amp และ Status ของตัวโมดูลวัด ตามลำดับ
String V[64]={"V00","V01","V02","V03","V04","V05","V06","V07","V08","V09","V10","V11","V12","V13","V14","V15",
              "V16","V17","V18","V19","V20","V21","V22","V23","V24","V25","V26","V27","V28","V29","V30","V31",
              "V32","V33","V34","V35","V36","V37","V38","V39","V40","V41","V42","V43","V44","V45","V46","V47",
              "V48","V49","V50","V51","V52","V53","V54","V55","V56","V57","V58","V59","V60","V61","V62","V63"};
String A[64]={"A00","A01","A02","A03","A04","A05","A06","A07","A08","A09","A10","A11","A12","A13","A14","A15",
              "A16","A17","A18","A19","A20","A21","A22","A23","A24","A25","A26","A27","A28","A29","A30","A31",
              "A32","A33","A34","A35","A36","A37","A38","A39","A40","A41","A42","A43","A44","A45","A46","A47",
              "A48","A49","A50","A51","A52","A53","A54","A55","A56","A57","A58","A59","A60","A61","A62","A63"};
String S[64]={"S00","S01","S02","S03","S04","S05","S06","S07","S08","S09","S10","S11","S12","S13","S14","S15",
              "S16","S17","S18","S19","S20","S21","S22","S23","S24","S25","S26","S27","S28","S29","S30","S31",
              "S32","S33","S34","S35","S36","S37","S38","S39","S40","S41","S42","S43","S44","S45","S46","S47",
```

รูปที่ 3.10 ภาพแสดงการตั้งชื่อ การประกาศ และชนิดของตัวแปร

- **ฟังก์ชัน void setup()**

  การตั้งค่าเริ่มต้น เชื่อมต่อ WiFi และ firebase

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);

  // connect to wifi.
  WiFi.begin(WIFI_SSID, WIFI_PASSWORD);
  Serial.print("connecting");
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
    delay(500);
  }
  Serial.println();
  Serial.print("connected: ");
  Serial.println(WiFi.localIP());


  Firebase.begin(FIREBASE_HOST, FIREBASE_AUTH);
```

รูปที่ 3.11 ภาพแสดงการตั้งค่าเริ่มต้น เชื่อมต่อ WiFi และ firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การตั้งค่า setup Lora

```
107  //------------ Lora setup --------------------------------
108  pinMode(25,OUTPUT); //Send success, LED will bright 1 second
109  //set for thump wheel switch
110  pinMode(36, INPUT_PULLUP);
111  pinMode(37, INPUT_PULLUP);
112  pinMode(38, INPUT_PULLUP);
113  pinMode(39, INPUT_PULLUP);
114  pinMode(32, INPUT_PULLUP);
115  pinMode(33, INPUT_PULLUP);
116  pinMode(0, INPUT_PULLUP);
117  pinMode(23, INPUT_PULLUP);
118  pinMode(16,OUTPUT);
119  digitalWrite(16, LOW); // set GPIO16 low to reset OLED
120  delay(50);
121  digitalWrite(16, HIGH);
122  node_num = 2 ;  // อ่านจำนวนทั้งหมดของโนด ที่จะต้องแสกน  (อาจกำหนดเองตายตัวเลยก็ได้)
123  //Serial.begin(9600);
124  while (!Serial); //If just the the basic function, must connect to a computer
125  // pin for select mode
126  pinMode(2,INPUT_PULLUP);
127  if(digitalRead(2)){counter = 0; sw_mode = false;}  // อ่านค่า โมดสวิทช์ ( mode 0, 1)
128  else {counter = 32; sw_mode = true;}
129  end_counter = counter + node_num +1;
130
131  Serial.println(counter);
132  Serial.println(end_counter);
133  Serial.println("..............................");
134
```

รูปที่ 3.12 ภาพแสดงการ setup Lora

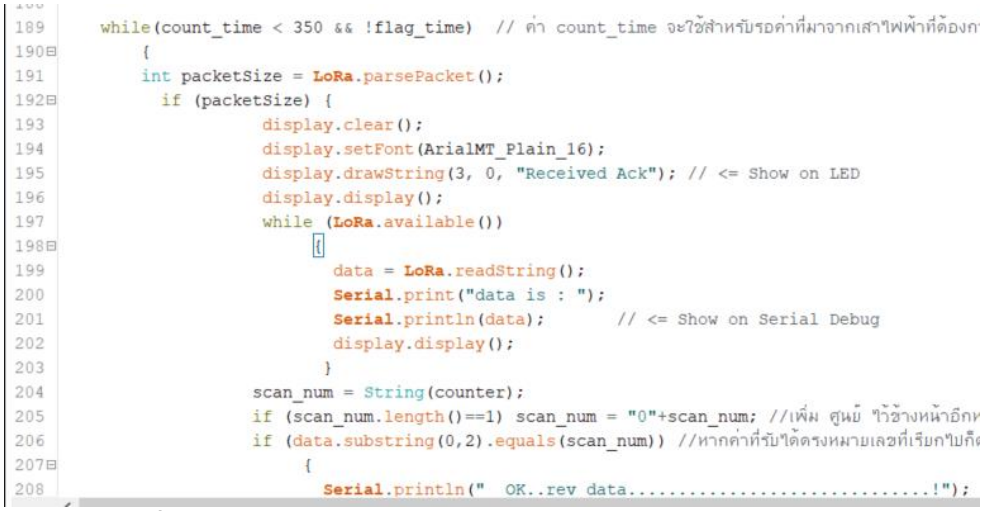
- **ฟังก์ชันลูป (void loop)**

  เป็นฟังก์ชันการทำงานหลักของอุปกรณ์

```
164  void loop() {
165
166      /////============  LOOP RECIEVED DATA FROM LORA (POLE) FOREVER ==
167    //[1] send request node
168    //== Show on Serial debug
169        Serial.print("Sending node number: ");
170        Serial.println(counter);
171
172    //== show Node number on LED ==
173        display.clear();
174        display.setFont(ArialMT_Plain_16);
175        display.drawString(3, 5, "Sending node : ");
176        display.drawString(50, 30, String(counter));
177        display.display();
178
179    // ======== Send Node number on Lora ===================
180        LoRa.beginPacket();
181        LoRa.print(counter);
182        LoRa.endPacket();
183
```

รูปที่ 3.13 เป็นการแสดงว่าเราส่งหมายเลขใดออกไป ให้แสดงผ่านจอ OLED

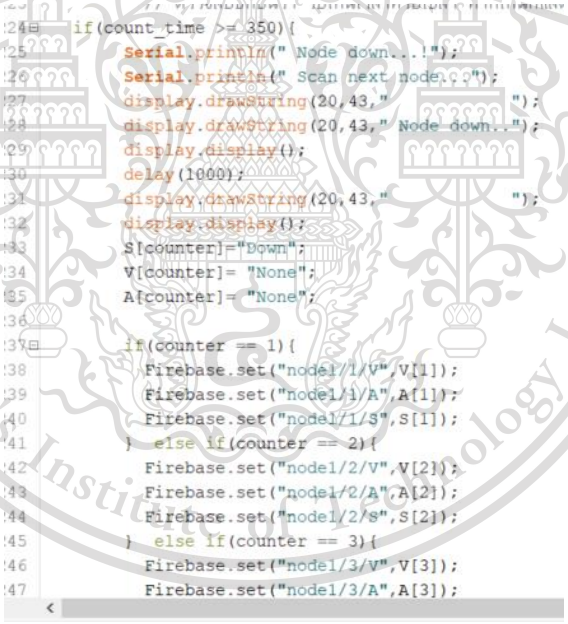
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



```
while(count_time < 350 && !flag_time)  // ค่า count_time จะใช้สำหรับรอค่าที่มาจากเสาไฟฟ้าที่ต้องก
    {
    int packetSize = LoRa.parsePacket();
      if (packetSize) {
                display.clear();
                display.setFont(ArialMT_Plain_16);
                display.drawString(3, 0, "Received Ack"); // <= Show on LED
                display.display();
                while (LoRa.available())
                     {
                       data = LoRa.readString();
                       Serial.print("data is : ");
                       Serial.println(data);       // <= Show on Serial Debug
                       display.display();
                      }
               scan_num = String(counter);
               if (scan_num.length()==1) scan_num = "0"+scan_num; //เพิ่ม ศูนย์ ไว้ข้างหน้าอีกห
               if (data.substring(0,2).equals(scan_num)) //หากค่าที่รับได้ตรงหมายเลขที่เรียกไปก็
                    {
                      Serial.println("  OK..rev data.............................!");
```

รูปที่ 3.14 แสดง While loop มีการนับเวลาหากเกิน 4-5 วิถือว่าเสีย

ใน while loop จะมีการกำหนดเวลาหากเกิน 4 – 5 วินาทีถือว่าโหนดนั้นไม่ทำงานอาจจะเสียได้ จะไปเข้าเงื่อนไข IF และส่งขาขึ้น Firebase



```
if(count_time >= 350){
  Serial.println(" Node down...!");
  Serial.println(" Scan next node...");
  display.drawString(20,43,"                ");
  display.drawString(20,43," Node down..");
  display.display();
  delay(1000);
  display.drawString(20,43,"                ");
  display.display();
  S[counter]="Down";
  V[counter]= "None";
  A[counter]= "None";

  if(counter == 1){
    Firebase.set("node1/1/V",V[1]);
    Firebase.set("node1/1/A",A[1]);
    Firebase.set("node1/1/S",S[1]);
  } else if(counter == 2){
    Firebase.set("node1/2/V",V[2]);
    Firebase.set("node1/2/A",A[2]);
    Firebase.set("node1/2/S",S[2]);
  } else if(counter == 3){
    Firebase.set("node1/3/V",V[3]);
    Firebase.set("node1/3/A",A[3]);
```

รูปที่ 3.15 แสดงกรณีที่สถานีฐานรอจนเกินกว่าเวลาจะแสดงผลและส่งค่าว่าโหนดไม่ทำงาน

ในกรณีที่สถานีฐานรอจนเกินกว่าเวลาจะแสดงผลและส่งค่าว่าโหนดไม่ทำงาน แต่ถ้าอยู่ในช่วงเวลาไม่เกิน 4-5 วิ จะแสดงค่าที่วัดได้ออกหน้าจอ OLED และส่งข้อมูลที่วัดได้ขึ้นไปที่ Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
                }
}else{          // หากไม่ใช่ก็ทำการส่ง MQTT ต่อไป
        digitalWrite(25, HIGH); // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
        delay(1000); // wait for a second

  //============ manag data send to MQTT ============================
        if ((counter==0 && sw_mode == false)||(counter==32 && sw_mode == true)){ //
           Station_sensor[0]=data.substring(0,5);
           Station_sensor[1]=data.substring(6,11);
        }else{   //กรณีวัดวิ่งและกระแส ก็กำหนดให้เอาอักษรมาแสดงเป็น  0-5 (000.00) Volt และ
                 V[counter]=data.substring(1,6);
                 A[counter]=data.substring(8,12);
                 S[counter]="OK";
                 Serial.print(V[counter]);
                 Serial.print(A[counter]);
                 Serial.print(S[counter]);
                  if (V[counter] ==  "999.9"){
                    S[counter]="BAD";
                  }else {
                    S[counter]="OK";
                  }
```

รูปที่ 3.16 เงื่อนไข else ในกรณีที่สถานีฐานรอและได้รับค่าอยู่ในช่วงเวลา 4 – 5 วินาที

ในรูปที่ 3.16 มีการกำหนดเงื่อนไขอื่นอีกด้วยถ้าหากวัดค่าโวลต์ได้ 999.9 แสดงว่าวงจรไฟ 220V ของสถานีลูกที่ตำแหน่งนั้น ขาด ชำรุด

```
if (sw_mode == false){
   if(counter == 0){
      Firebase.set("node1/0/t",Station_sensor[0]);
      Firebase.set("node1/0/h",Station_sensor[1]);
    }else if(counter == 1){
      Firebase.set("node1/1/V",V[1]);
      Firebase.set("node1/1/A",A[1]);
      Firebase.set("node1/1/S",S[1]);
    } else if(counter == 2){
      Firebase.set("node1/2/V",V[2]);
      Firebase.set("node1/2/A",A[2]);
      Firebase.set("node1/2/S",S[2]);
    } else if(counter == 3){
      Firebase.set("node1/3/V",V[3]);
      Firebase.set("node1/3/A",A[3]);
      Firebase.set("node1/3/S",S[3]);
   }
```

รูปที่ 3.17 แสดงการส่งค่าที่วัดได้จากสถานีลูกไปเก็บยัง Firebase

จากนั้นจบลูปแล้ววนกลับขึ้นไปรับข้อมูลจากสถานีลูกต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4.2 โปรแกรมในส่วนของอุปกรณ์สถานีลูก

- **การเพิ่มบอร์ด Arduino nano**

  ไม่ต้องทำการเพิ่มบอร์ดเพราะใน Arduino IDE มี มาให้อยู่แล้ว

- **การตั้ง Library ที่จำเป็นต่ออุปกรณ์สถานีลูก**

  ได้แก่

  - RAK811.h
  - SoftwareSerial.h
  - PZEM004T30.h

```
7  //node 1
8  #include "RAK811.h"
9  #include "SoftwareSerial.h"
10 //#include "DHT.h"
11 #include <PZEM004Tv30.h>
12
13 PZEM004Tv30 pzem(11, 12); //tx rx
14
```

รูปที่ 3.18 ภาพแสดงการเรียกใช้ Library ที่จำเป็น

- **ฟังก์ชัน f2a**

  เป็นฟังก์ชั่นที่จัดการเรื่อง ฟอร์แมตเพื่อส่งผ่าน Lora เพราะการส่ง Lora ต้องไม่เกิน 64 byte

```
30 void f2a(float number, char* dest){
31  char num[20];
32  int last_index, st;
33   dtostrf(number,3,2,num);
34  char buffer[4*sizeof(num)]; //sized for the worst case scenario of each being
35  char* buffPtr = buffer;
36
37  for(byte i = 0; i < sizeof(num) - 1; i++){
38    itoa((int)num[i],buffPtr,16); //convert the next character to a string and s
39    buffPtr += strlen(buffPtr); //move on to the position of the null character
40    *buffPtr = ' '; //replace with a space
41  }
42  buffPtr--; //move back a character to where the final space (' ') is
43  *buffPtr++ = '\0'; //replace it with a null to terminate the string
44
45  for (int i = 0;i<12;i++){
46   if (buffer[i]=='e') last_index = i;
47  }
48  for (int i = 0;i<last_index+5;i++){
49   dest[i]=buffer[i];
50  }
51 }
```

รูปที่ 3.19 ภาพแสดงฟังก์ชั่น f2a ที่เป็นฟังก์ชั่นการจัดฟอร์แมตข้อมูลก่อนส่งด้วย Lora

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- **ฟังก์ชัน void setup()**

เป็นฟังก์ชันที่จะเริ่มทำงานเป็นอันดับแรกเมื่อ Arduino เริ่มทำงานโดยจะมีการกำหนดหมายเลขเครื่องไว้

```
64 void setup() {
65   //pinMode(sw_mode_pin,INPUT_PULLUP);
66   DebugSerial.begin(9600);
67   while(DebugSerial.available())
68   {
69     DebugSerial.read();
70   }
71 //  dht.begin();
72   ATSerial.begin(9600);
73   DebugSerial.println("Start rev....");
74
75     sw_mode = true;
76     own_number = "31";
77     DebugSerial.println(" Mode 0 ");
```

รูปที่ 3.20 แสดงการกำหนดค่าต่างไว้สามารถ debug ได้ง่ายขึ้น

- **ฟังก์ชัน void loop()**

```
92
93     String ret = RAKLoRa.rk_recvP2PData();
94     if(ret != NULL)
95     {
96
```

รูปที่ 3.21 โปรแกรมรับค่าจาก Lora

เริ่มต้นจะมีการรับค่า จาก Lora ถ้าค่าไม่เท่ากับ Null ก็ทำเงื่อนไขต่อไป

```
String ret = RAKLoRa.rk_recvP2PData();
 if(ret != NULL)
 {

 //  if((ret.substring(ret.length()-2,ret.length()))=="30") // <=== NUMBER OF STATION NODE
  if((ret.substring(ret.length()-2,ret.length()))== own_number) // <=== NUMBER OF STATION NODE
      {
          // ๑) อ่าน อุณหภูมิ
           delay(2000);
          // h = dht.readHumidity();
          // t = dht.readTemperature();
               // ที่ให้ voltage >1 เพราะ ในกรณีที่ volt เป็น NAN พอดังเงื่อนไข != NAN แล้ว พอมิดเครื่องได้ค่า na
               if (voltage > 1){
                 a = pzem.current();
                 v = pzem.voltage();
               } else {
                 a = 9.99;
                 v = 999.99;
               }
```

รูปที่ 3.22 แสดงการทำงานของโปรแกรมเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 3.22 จะเป็นโปรแกรมรับค่าจาก Lora ถ้าหากรับค่ามาแล้วเป็นหมายเลยเครื่องเดียวกับอุปกรณ์อุปกรณ์นี้ก็จะทำงานต่อโดนวัดค่า V และ A จาก วงจรของหลอดไฟ โดยเงื่อนไขถ้าวัดค่าอะไรไม่ได้จะให้ส่งค่าเป็น V = 999.9 และ A = 9.99 เพื่อให้สถานีแม่รู้ว่าเครื่องนี้สายไฟขาดหรือแหล่งจ่ายไฟของวงจรหลอดไฟไม่ทำงานนั่นเอง

```
// ๒) เปลี่ยนเป็น สตริงและหาความยาวไว้
v_str = String(v);
Serial.print(v_str);
ind_v = v_str.length();
a_str = String(a);
Serial.print(a_str);
ind_a = a_str.length();

// ๒) ใช้ ฟังชั่นก์ f2a เพื่อเปลี่ยนค่าเป็น ascii code
f2a(v, result);

// ๓) ใส่ระหัสศูนย์ที่ท้าย อาเรย์ เพราะค่าที่ได้เดิมจะไม่มีกรณีตัวท้ายมีค่าเป็นศูนย์

f2a(a, result1);
```

รูปที่ 3.23 โปรแกรมนำค่าที่วัดได้ไปผ่านฟังก์ชันแปลงข้อมูล f2a

รูปที่ 3.23 นำค่าที่วัดได้มาเปลี่ยนเป็นสตริง และใช้ f2a เพื่อเปลี่ยนค่าเป็น ascii code

```
if(sw_mode){
 send_lora[0]='3';send_lora[1]='0';   //
 send_lora[2]='3';send_lora[3]='1';   //  number 1 nodeที่ 1
 send_lora[4]='2';send_lora[5]='0';   //
}
   //จากนั้นก็เติมต่อ ด้วยข้อมูล tmp (5 หลัก) & Humi ( 6 หลัก) ก่อนส่งค่าผ่าน LoRa กลับไปสู่ตัวแม่
     //ใส่ค่าอุณหภูมิ
 for(i_v = 6;i_v<(6+ind_v*2);i_v++)
           send_lora[i_v]=result[i_v-6];
    // เว้นวรรค หนึ่งอักษร
 send_lora[i_v]='2';send_lora[i_v+1]='0';
 for(i_a = i_v+2;i_a<((i_v+2)+ind_a*2);
            i_a++) send_lora[i_a]= result1[i_a-(i_v+2)];
    // ปิดท้ายด้วย เว้นวรรคและ "\0" เพื่อให้เป็น String
 send_lora[i_a]='2';
 send_lora[i_a+1]='0';
 send_lora[i_a+2]='\0';


 DebugSerial.println(send_lora);
 DebugSerial.println("====================");
 RAKLoRa.rk_send82Data(send_lora);
```

รูปที่ 3.24 รูปโค้ดจัดข้อมูลก่อนส่งไปยังสถานีแม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

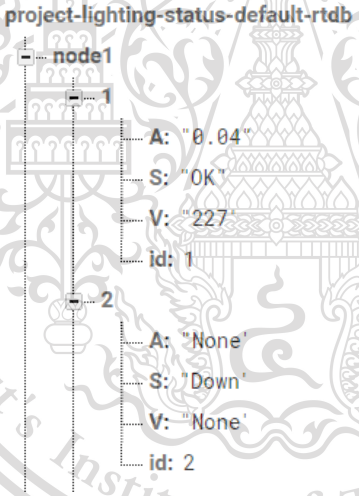
จากรูปที่ 3.24 เป็นรูปที่ส่งด้วยค่า ascii code ที่ส่งหมายเลขเครื่องตนเองพร้อมกับ ข้อมูลต่อท้าย และส่งค่าออกไปด้วยคำสั่ง RAKLoRa.rk_sendP2PData(send_lora);

3.5 การออกแบบและพัฒนาระบบซอฟต์แวร์

ระบบซอฟต์แวร์ของโปรเจคเรานั้นจะใช้ Angular Frame work ในการเขียนหน้าเว็บ และใช้ Firebase Realtime Database เป็นฐานข้อมูลในการจัดเก็บค่าที่ส่งมาจากระบบฮาร์ดแวร์

3.5.1 การออกแบบฐานข้อมูล

ฐานข้อมูลเราเลือกใช้ Firebase เนื่องจากเป็น service ที่ใช้งานง่าย สามารถนำมาใช้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่ยากนัก และเป็น Realtime Database อีกด้วย Service ต่างๆของ Firebase มีเยอะมากพร้อมที่จะทำโปรเจคได้สะดวกไม่ต้องมากังวลว่าเราจะต้องตั้งค่าฐานข้อมูลเองเลย การเก็บข้อมูลของเรานั้นหลักๆเลยจะมีแค่ ค่า โวลต์ (V) กระแส (A) และ สถานะ (S)



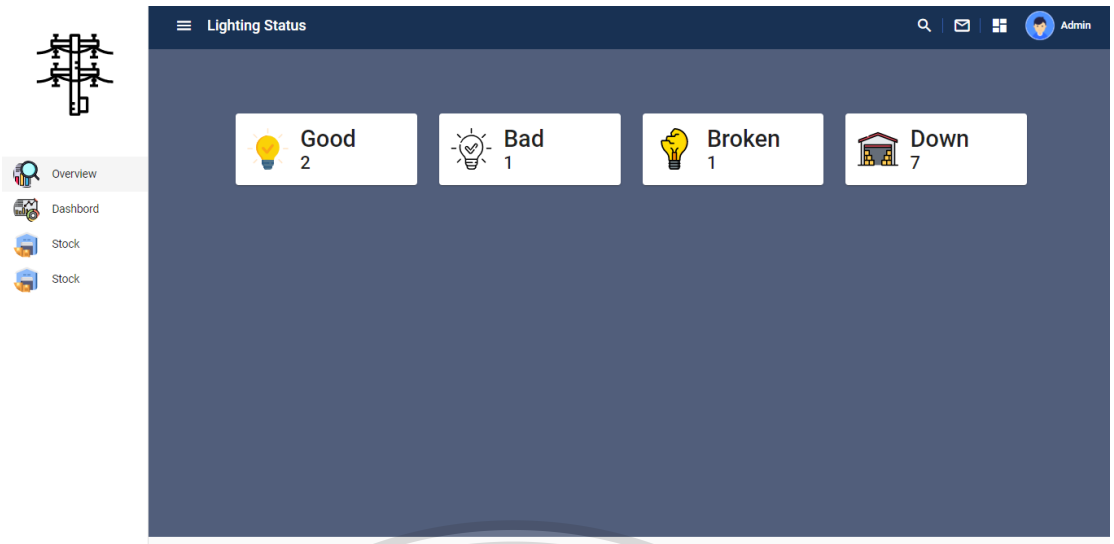
รูปที่ 3.25 ภาพแสดงการเก็บข้อมูลบน Firebase Realtime Database

3.5.2 การออกแบบเว็บแอพพลิเคชั่น

การออกแบบเว็บแอพพลิเคชั่นนั้นเราจะเลือกใช้ Angular Frame work เนื่องจากเป็น Frame work ที่คล้ายคลึงกับการเขียน Html, JavaScript, CSS ทั่วๆไป แต่มี Service Angular material ที่นำมาช่วยให้เราเขียนเว็บได้สวยงามและทำให้เขียนเป็นระบบและดูง่ายขึ้นต่อการพัฒนา

หน้าเว็บแอพพลิเคชั่นนั้นจะมีสองหน้าหลักๆที่ใช้แสดงผลข้อมูลคือ หน้า Overview ที่จะแสดงผลเป็นหน้าภาพรวมหลักๆว่า ที่เสาไฟฟ้าต้นไหนมีสถานะเป็นอย่างไรบ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.26 แสดงภาพรวมของสถานะเสาไฟฟ้าทั้งหมด

ในรูปที่ 3.26 จะแสดงถึงสถานะภาพรวมต่างๆของหลอดไฟเราว่า สถานะปกติ มีกี่เสา เสาไหน แหล่งจ่ายไฟถูกตัดขาดหรือชำรุด หรือแม้แต่เสาไฟฟ้าต้นไหนที่ หลอดไฟเสียหายก็สามาถบอกจำนวนได้

รูปที่ 3.27 แสดงแดชบอร์ดสถานะต่างๆของเสาแต่ละต้น

ในรูปที่ 3.27 เป็นรูปหน้าเว็บที่แสดงผลสถานะของหลอดไฟต่างๆ ไว้อย่างชัดเจนด้วยสีสัญลักษณ์ มีการแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแส สามารถนำไปวิเคราะห์ต่อได้หากเกิดการไฟรั่ว เป็นต้น

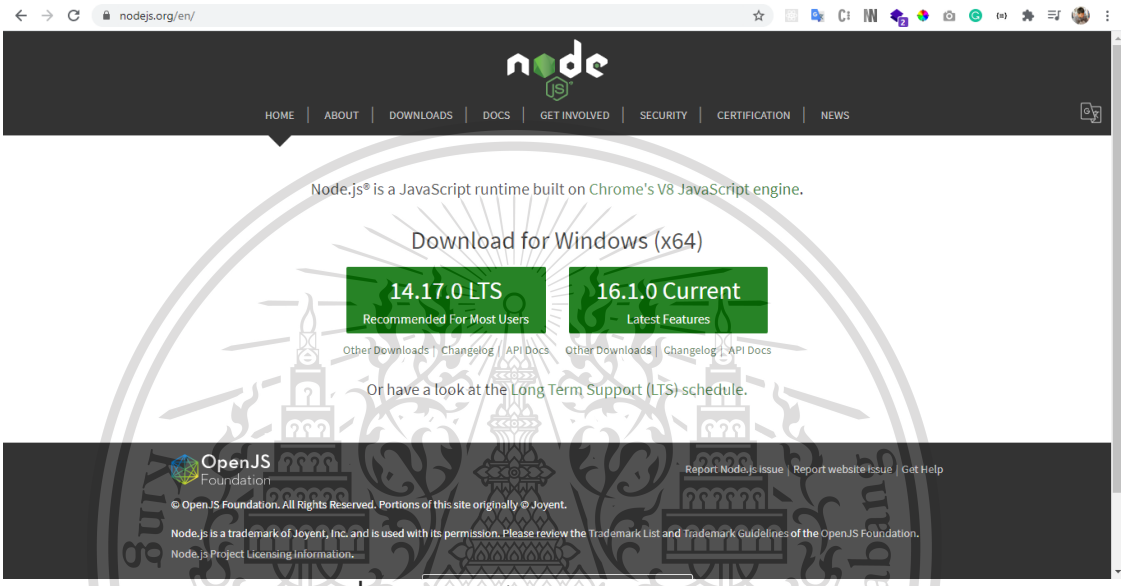
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.6 การเขียนโปรแกรมการทำงานของเว็บแอพพลิเคชั่น

3.6.1 การติดตั้งเครื่องมือที่จำเป็นต่อการพัฒนา

- Node js

Node.js คือ Cross Platform Runtime Environment สำหรับฝั่ง Server และเป็น Open Source ซึ่งเขียนด้วยภาษา JavaScript สรุปรวมๆ NodeJS ก็คือ Platform ตัวหนึ่งที่เขียนด้วย JavaScript สำหรับเป็น Web Server นั่นเอง



รูปที่ 3.28 หน้าเว็บสำหรับโหลด Node JS

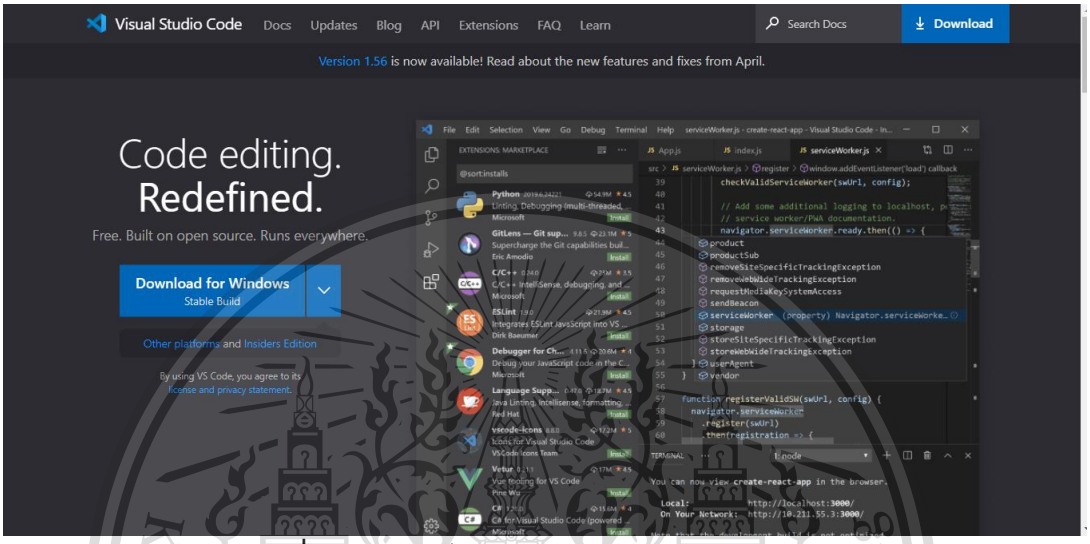
รูปที่ 3.29 ภาพแสดงการเช็คเวอร์ชั่นของโหนดเมื่อติดตั้งสำเร็จ

- VS Code

Visual Studio Code จากบริษัทไมโครซอฟต์ เป็นโปรแกรมประเภท Editor ใช้ในการแก้ไขโค้ดที่มีขนาดเล็ก แต่มีประสิทธิภาพสูง เป็น OpenSource โปรแกรมจึงสามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่มีค่าใช้จ่าย เหมาะสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมที่ต้องการใช้งานหลายแพลตฟอร์ม รองรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การใช้งานทั้งบน Windows , macOS และ Linux รองรับหลายภาษาทั้ง JavaScript , TypeScript และ Node.js ในตัว และสามารถเชื่อมต่อกับ Git ได้ง่าย สามารถนำมาใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อนมีเครื่องมือและส่วนขยายต่างๆ ให้เลือกใช้มากมาย รองรับการเปิดใช้งานภาษาอื่นๆ ทั้งภาษา C++ , C# , Java , Python , PHP หรือ Go สามารถปรับเปลี่ยน Themes ได้มีส่วน Debugger และ Commands เป็นต้น



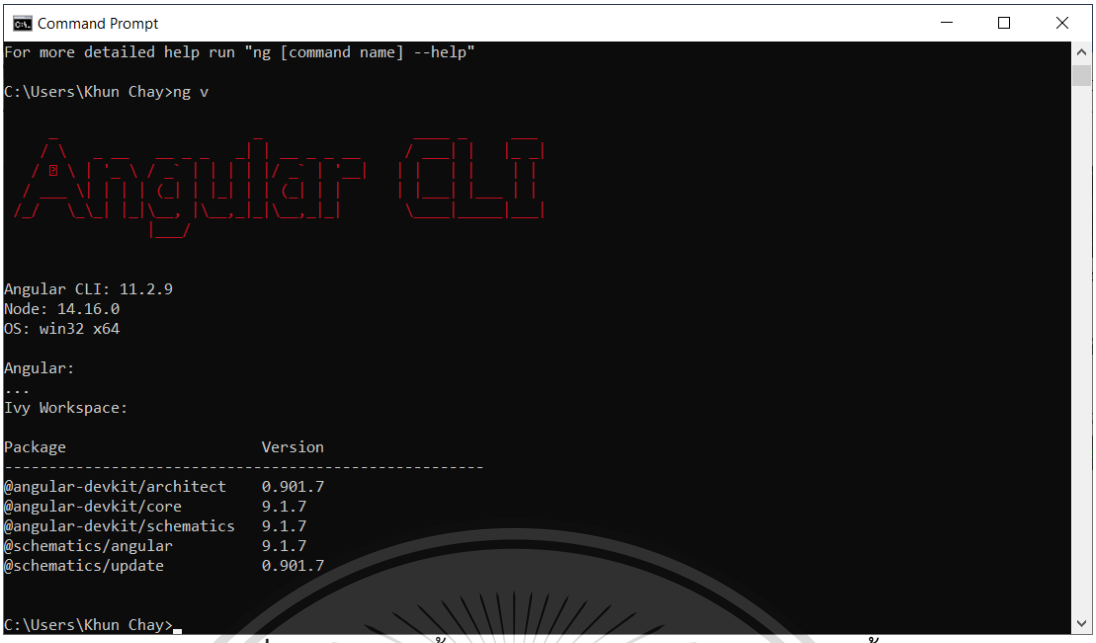
รูปที่ 3.30 หน้าเว็บสำหรับโหลดโปรแกรม Vs Code

- Angular

Angular คือ เฟรมเวิร์ค (framework) สำหรับสร้างแอพลิเคชั่นในฝั่งไคลเอ็นในรูปแบบของ HTML, CSS และ JavaScript/TypeScript ซึ่ง TypeScript จะถูก compile ไปเป็น JavaScript

วิธีการติดตั้ง Angular นั้น ต้องลอง node js ก่อน เมื่อลงเสร็จแล้วเราจึงจะสามารถลอง Angular Frame work ได้นั่นเอง โดยใช้คำสั่ง **npm install -g @angular/cli**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.31 หากติดตั้งสำเร็จ พิมพ์ ng version จะแสดงดังนี้

3.6.2 สร้างโปรเจคและเซตอัพต่างๆให้เรียบร้อย

การเขียนเว็บนั้นมีขั้นตอนหลายอย่างมากดังนั้นจะแสดงสิ่งที่จำเป็นต่อโปรเจคนี้การลง Library ที่จำเป็นต่อโปรเจค การตั้งค่าเชื่อมต่อฐานข้อมูลและการดึงข้อมูลมาแสดงผลของ Firebase เป็นต้น

- **การสร้างโปรเจคของ Angular**
  - เริ่มสร้างโปรเจค Angular โดยใช้คำสั่ง ng new ตามด้วยชื่อโปรเจค
  - สามารถทดสอบการทำงานของโปรเจคโดยพิม ng serve –open
- **ติดตั้ง Library ของ Firebase**
  - ติดตั้งโดยใช้คำสั่ง ng add @angular/fire
  - เมื่อเพิ่ม Lib เรียบร้อยแล้วต้องทำการ import ที่ app.module.ts ด้วย

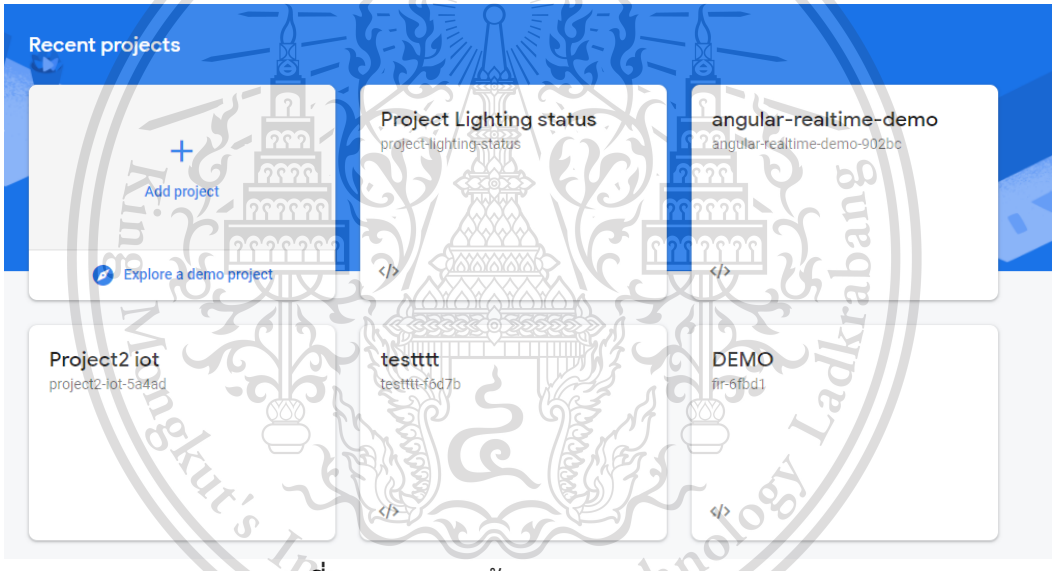
```
10
11  //firebase
12  import { AngularFireModule } from '@angular/fire';
13  import { environment } from '../environments/environment';
14  import { AngularFireDatabaseModule } from '@angular/fire/database';
15
```

รูปที่ 3.32 แสดงการ import 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

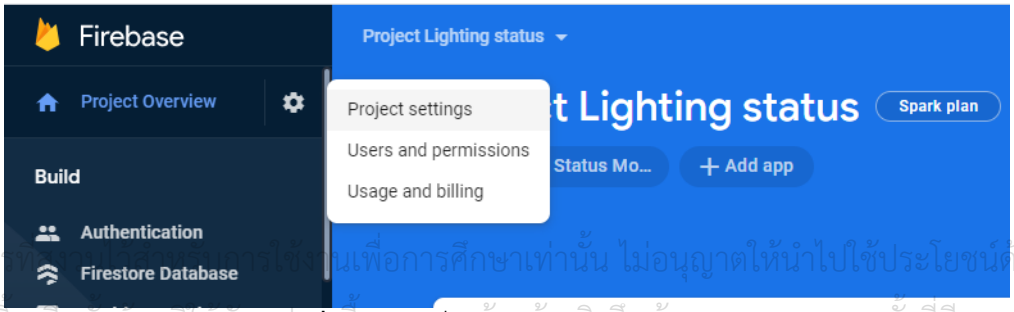
รูปที่ 3.33 แสดงการ import 2

- การ config Database ของ Firebase
  - เริ่มจากการ Create project บน firebase ก่อน
  - ไปที่ https://firebase.google.com/



รูปที่ 3.34 แสดงหน้า Add Project firebase

- เมื่อสร้างโปรเจคเสร็จแล้วให้ไปที่ Project Setting



รูปที่ 3.35 ไปที่หน้า project setting

เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
<!-- The core Firebase JS SDK is always required and must be listed
<script src="https://www.gstatic.com/firebasejs/8.6.1/firebase-app.j

<!-- TODO: Add SDKs for Firebase products that you want to use
     https://firebase.google.com/docs/web/setup#available-libraries
<script src="https://www.gstatic.com/firebasejs/8.6.1/firebase-analy

<script>
  // Your web app's Firebase configuration
  // For Firebase JS SDK v7.20.0 and later, measurementId is optiona
  var firebaseConfig = {
    apiKey: "AIzaSyAqe7bfmpeDpNJIi1vBcBvSva4QHkxG5hI",
    authDomain: "project-lighting-status.firebaseapp.com",
    databaseURL: "https://project-lighting-status-default-rtdb.fireb
    projectId: "project-lighting-status",
    storageBucket: "project-lighting-status.appspot.com",
    messagingSenderId: "582260894098",
    appId: "1:582260894098:web:d3af8577da7b9bfc79f94b",
    measurementId: "G-DQQ6S71KTP"
  };
  // Initialize Firebase
  firebase.initializeApp(firebaseConfig);
  firebase.analytics();
</script>
```

รูปที่ 3.36 รูปโค้ด Script ที่นำไปใช้ในการ config

- **นำโค้ดสคริปต์ดังรูป Copy และนำไปใช้กับโปรเจคที่ไฟล์ environment.ts**

```
environment.ts
src > environments > TS environment.ts > [o] environment
1  // This file can be replaced during build by using the `fileReplacements` array.
2  // `ng build --prod` replaces `environment.ts` with `environment.prod.ts`.
3  // The list of file replacements can be found in `angular.json`.
4
5  export const environment = {
6    production: false,
7
8    firebaseConfig : {
9      apiKey: "AIzaSyAqe7bfmpeDpNJIi1vBcBvSva4QHkxG5hI",
10     authDomain: "project-lighting-status.firebaseapp.com",
11     databaseURL: "https://project-lighting-status-default-rtdb.firebaseio.com",
12     projectId: "project-lighting-status",
13     storageBucket: "project-lighting-status.appspot.com",
14     messagingSenderId: "582260894098",
15     appId: "1:582260894098:web:d3af8577da7b9bfc79f94b",
16     measurementId: "G-DQQ6S71KTP"
17   }
18 };
19
```

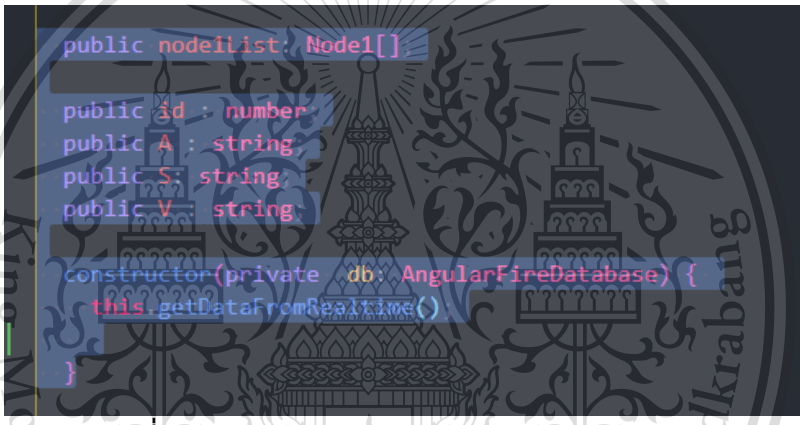
รูปที่ 3.37 นำโค้ดจาก Firebase config มาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

- Config Firebase กับโปรเจค Angular เรียบร้อย
- การเรียกใช้งานเบื้องต้น Database เบื้องต้น

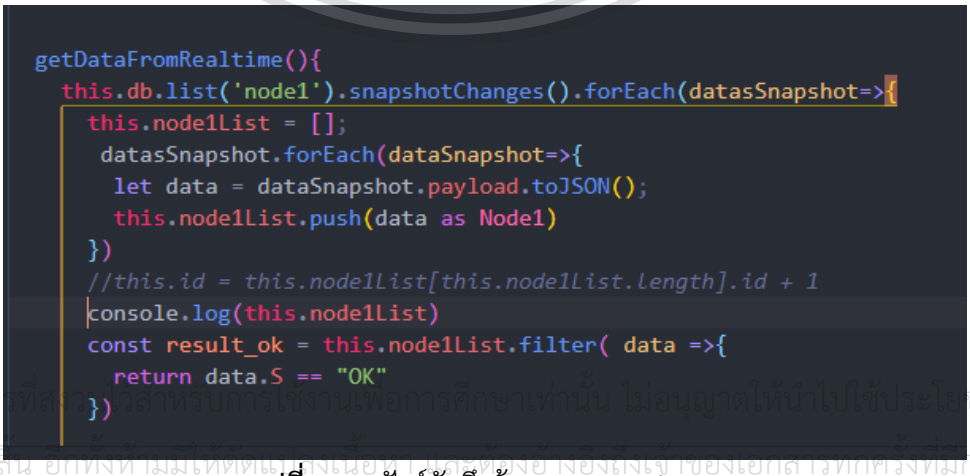
รูปที่ 3.38 การ Import firebase ไปใช้งาน

- เริ่มจากการ import มาที่ ไฟล์ TypeScript ของ component ที่จะต้องการนำข้อมูลไปแสดง



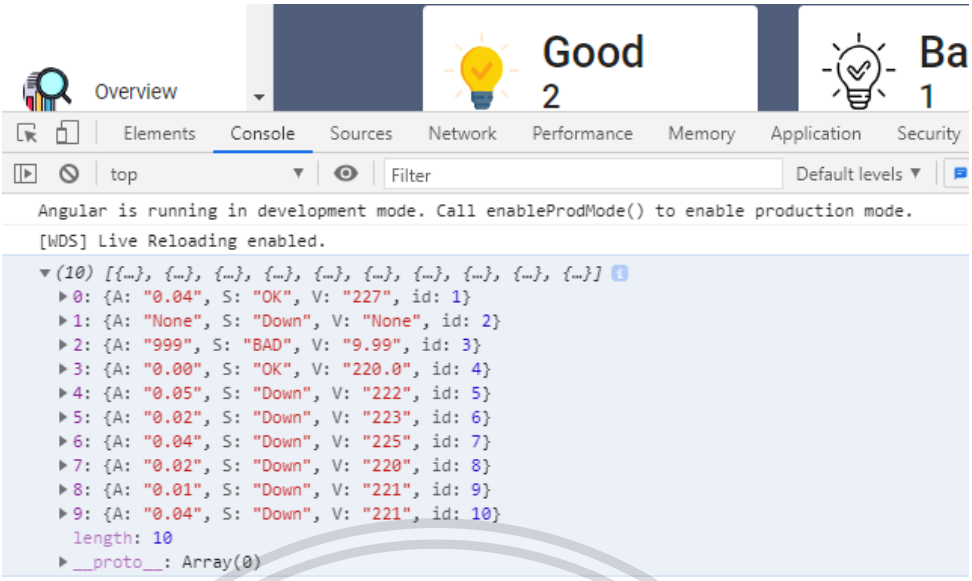
รูปที่ 3.39 การประกาศค่าตัวแปรต่างๆของ Firebase

- ทำการประกาศตัวแปรที่จะใช้ในการดึงข้อมูลจาก Firebase
- สร้างฟังก์ชันดึงข้อมูลจาก Firebase



รูปที่ 3.40 ฟังก์ชันดึงข้อมูลจาก Firebase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.41 ใช้ cosole.log จะได้ข้อมูลดังภาพ

- จากรูปที่ 3.41 แสดงว่าเราสามารถดึงข้อมูลจาก Firebase ได้แล้ว
- เมื่อเราดึงข้อมูลจาก Firebase ได้แล้วจากนั้นเราจะไปจัดการข้อมูลการแสดงผลต่างๆตามต้องการได้เลย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4
ผลการวิจัยและอภิปรายผล

การออกแบบการทดลองในโครงงานนี้สามารถบางออกได้เป็น 3 ส่วนคือ

4.1 การทดลองการส่งข้อมูลและรับข้อมูลของสถานีฐานและสถานีลูก

4.2 การทดลองกับระบบจำลองวงจรเสาไฟฟ้าบนถนน

4.3 การทดลองแสดงผลข้อมูลที่ได้ผ่านเว็บแอพพลิเคชัน

4.1 การทดลองการส่งข้อมูลและรับข้อมูลของสถานีฐานและสถานีลูก

เนื่องจากอยู่ในรสถานการณ์โควิดจึงทำการทดลองลำบากไม่อยากออกจากที่พักไปไหนไกลนักจึงได้ทดลองแค่อยู่ภายในระยะซอยหอพักเท่านั้น

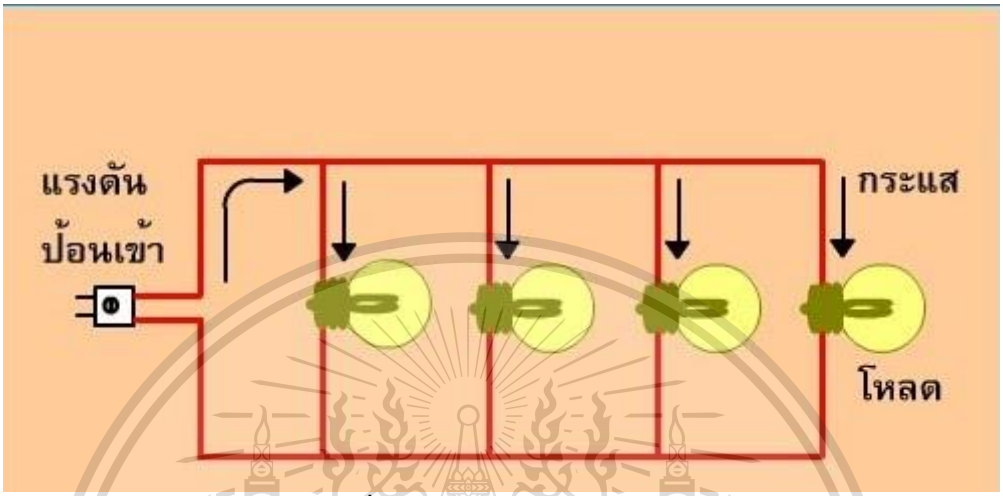
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงผลการส่งและรับค่าจากที่ที่มีสิ่งกีดขวาง(กำแพงห้อง)

ระยะทางจากสถานีฐาน ถึง สถานีลูก (เมตร)	ผลที่วัดได้
2	สำเร็จ
5	สำเร็จ
10	สำเร็จ
20	สำเร็จ
50	สำเร็จ
100	สำเร็จ
200	สำเร็จ
300	ไม่สำเร็จ

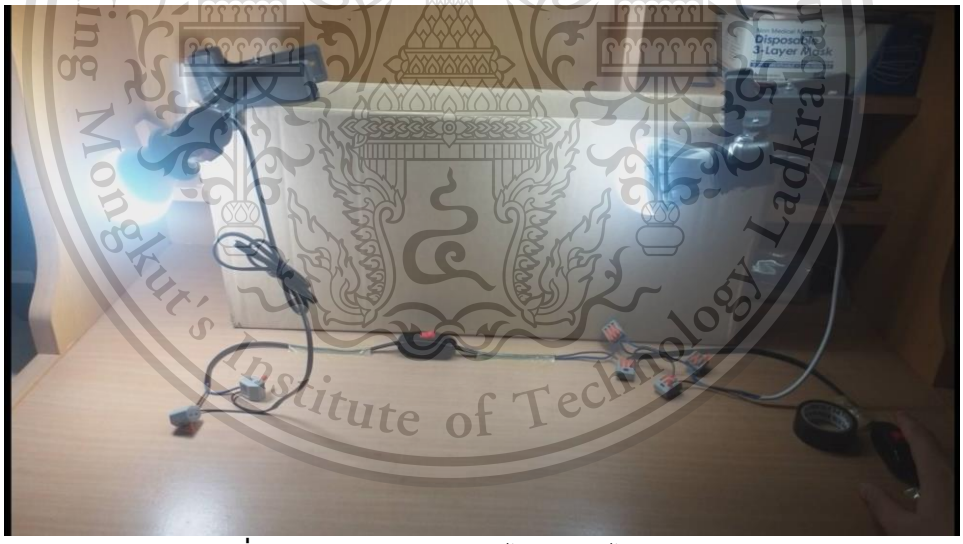
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 การทดลองกับระบบจำลองวงจรเสาไฟฟ้าบนถนน

การทดลองนี้เราจะจำลองโดยนำวงจรไฟฟ้า 220V มาต่อวงจรกับหลอดไฟสองดวงต่อวงจรแบบขนานเช่นเดียวกับวงจรของหลอดไฟฟ้าบนเสาไฟฟ้าบนถนน ซึ่งวงจรนี้ถ้าหากบางส่วนขาดหลอดไฟบางดวงก็สามารถทำงานต่อได้

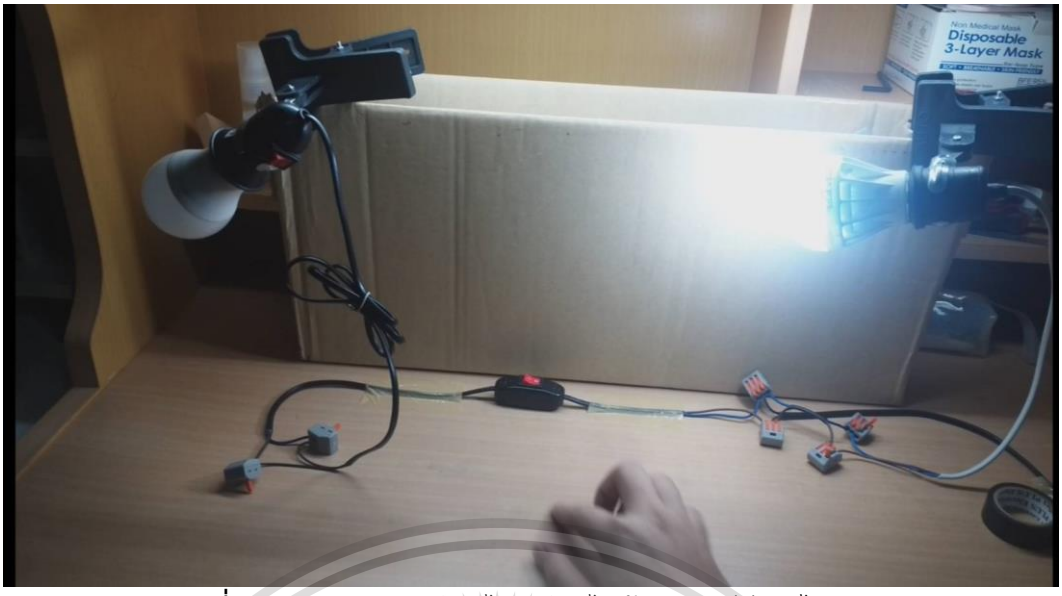


รูปที่ 4.1 การต่อวงจรแบบขนาน



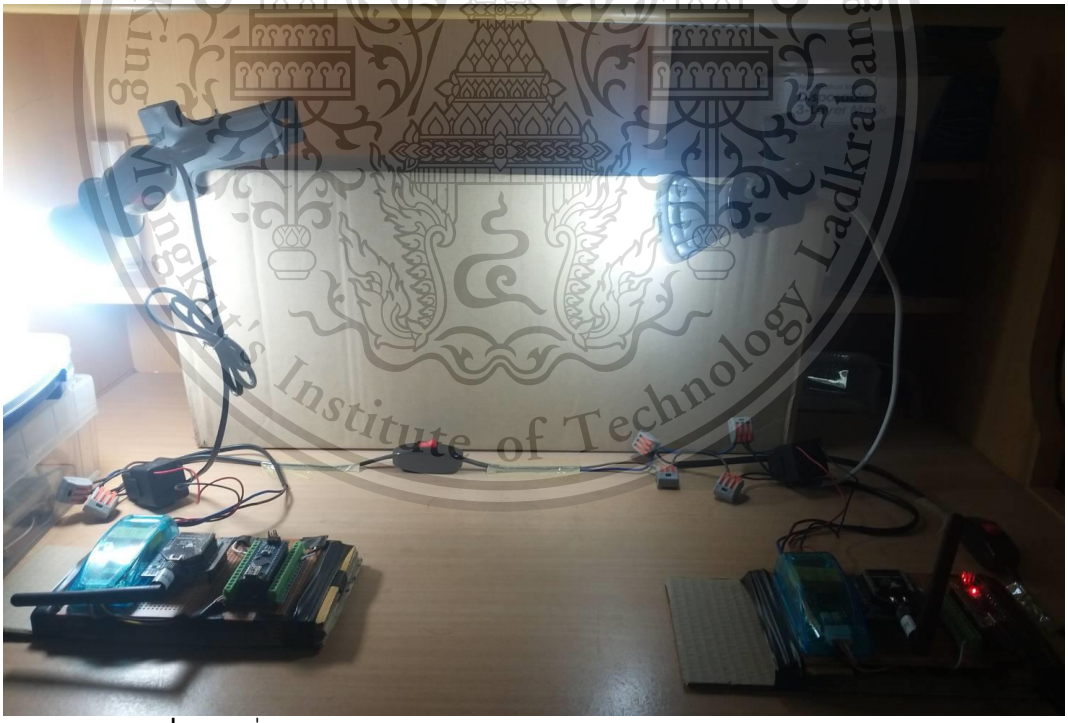
รูปที่ 4.2 จำลองวงจรหลอดไฟบนเสาไฟฟ้า1 (ปกติ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.3 จำลองวงจรหลอดไฟบนเสาไฟฟ้า1 (กรณีมีสายไฟขาด)

เมื่อเราทำการจำลองวงจรของระบบหลอดไฟบนเสาไฟฟ้าบนถนนแล้วเราก็ทำการติดตั้งอุปกรณ์สถานีลูกกับหลอดไฟแต่ละชุด เพื่อทำการวัดและเริ่มการทำงานของอุปกรณ์

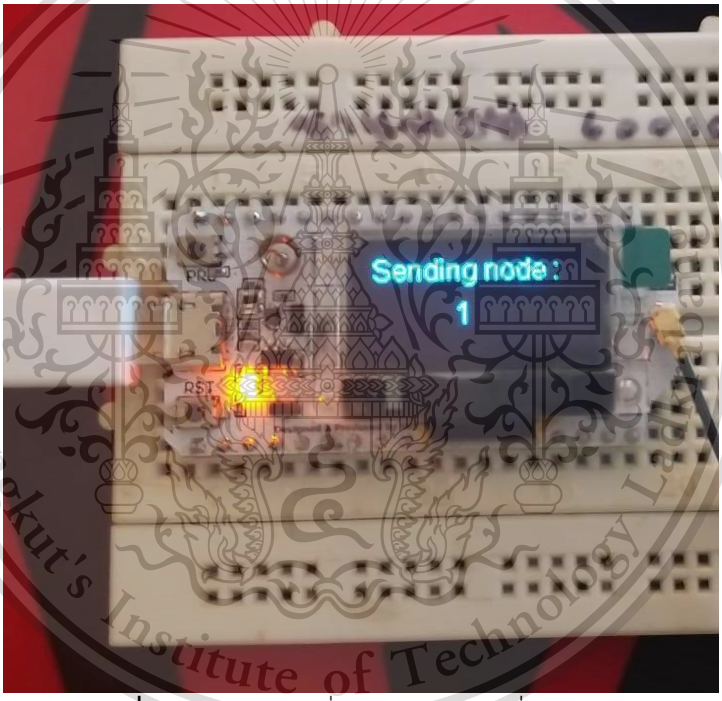


รูปที่ 4.4 เชื่อมต่อวงจรของอุปกรณ์เข้ากับระบบจำลงของหลอดไฟบนถนน

จากนั้นให้ทำการเชื่อมต่อสถานีฐานกับแหล่งจ่ายไฟและเชื่อมต่อ WiFi ของอุปกรณ์สถานีฐานเพื่อส่งข้อมูลไปยังสถานีลูกเพื่อรับค่ากลับมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.5 เชื่อมต่ออุปกรณ์สถานีฐาน

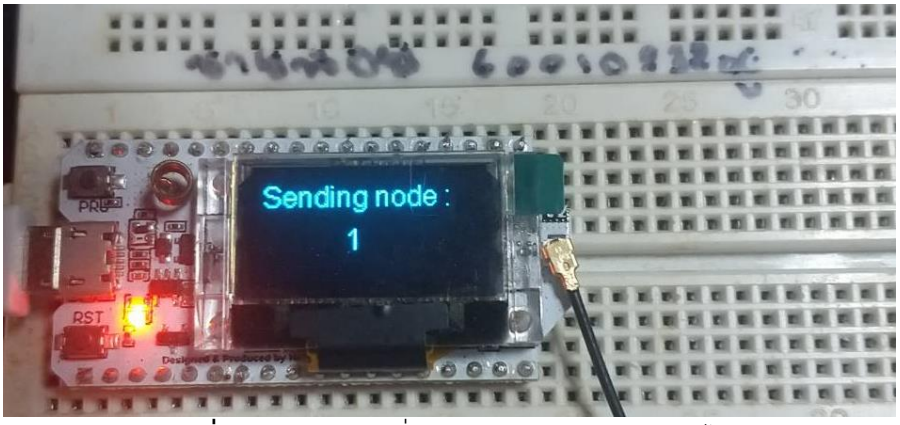


รูปที่ 4.6 สถานีฐานเริ่มส่งหมายเลขเครื่องออกไป

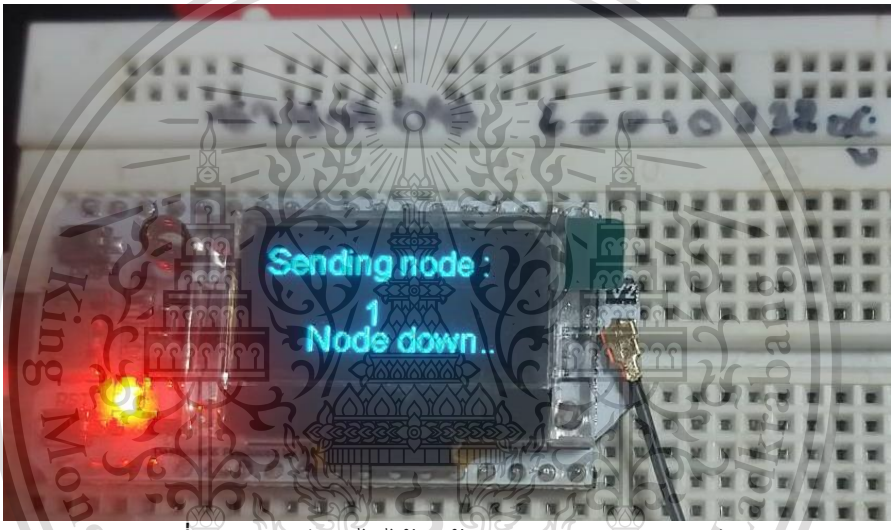
จากการทดลองเราได้พบว่าระบบวงจรของหลอดไฟแบบขนานนั้นจะมีอยู่ 4 กรณีหลักๆด้วยกัน นั่นก็คือ

1. กรณีส่งและรับข้อมูลได้ปกติได้ค่าแรงดันและกระแส
2. กรณีที่ส่งหมายเลขจากสถานีฐานไปยังสถานีลูกแล้วสถานีลูกไม่มีการส่งข้อมูลกลับมา
3. กรณีที่วงจรขาดระหว่างชุด(หมายถึงระหว่างเสาไฟฟ้า)
4. กรณีที่หลอดไฟเสีย กรณีนี้จะวัดค่ากระแสได้ 0.00 แอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.7 สถานีฐานเริ่มส่งหมายเลขสถานีลูกออกไป

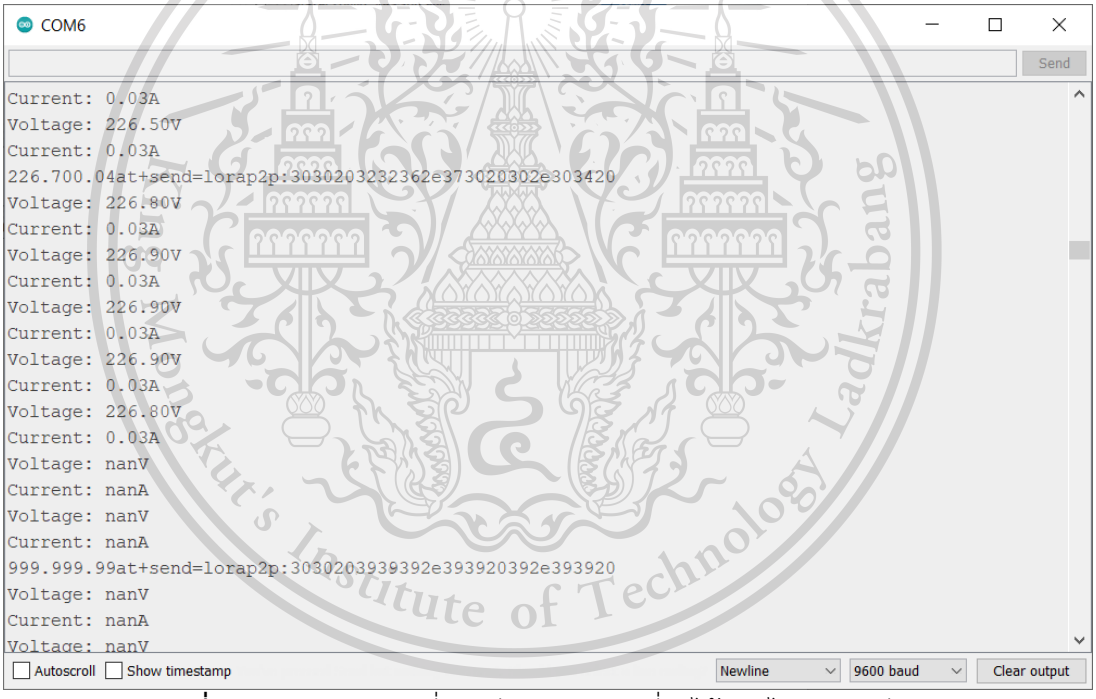


รูปที่ 4.8 สถานีฐานไม่ได้รับข้อมูลตอบกลับจากสถานีลูก

รูปที่ 4.9 สถานีฐานได้รับค่า แรงดัน และ กระแส ปกติ

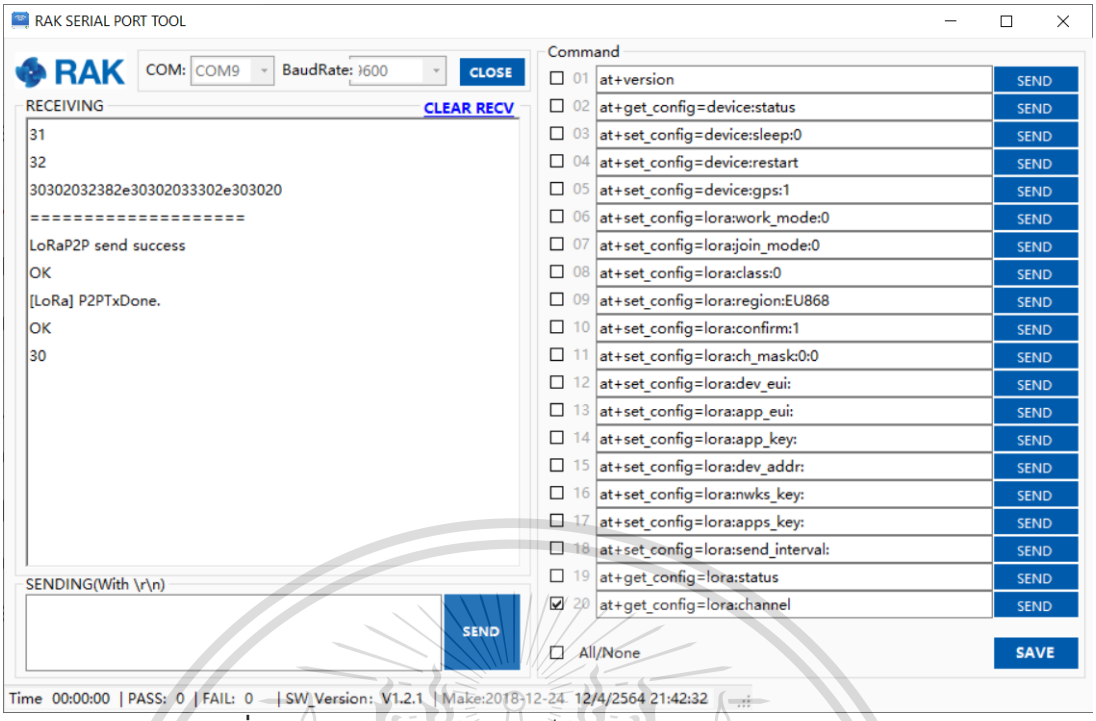
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.10 สถานีฐานได้รับค่าแรงดันปกติแต่ ไม่ได้รับค่า กระแส สันนิษฐานว่า หลอดไฟเสีย



รูปที่ 4.11 ผลการวัดค่าที่สถานีลูกและส่งค่าที่วัดได้ออกไปหาสถานีฐาน

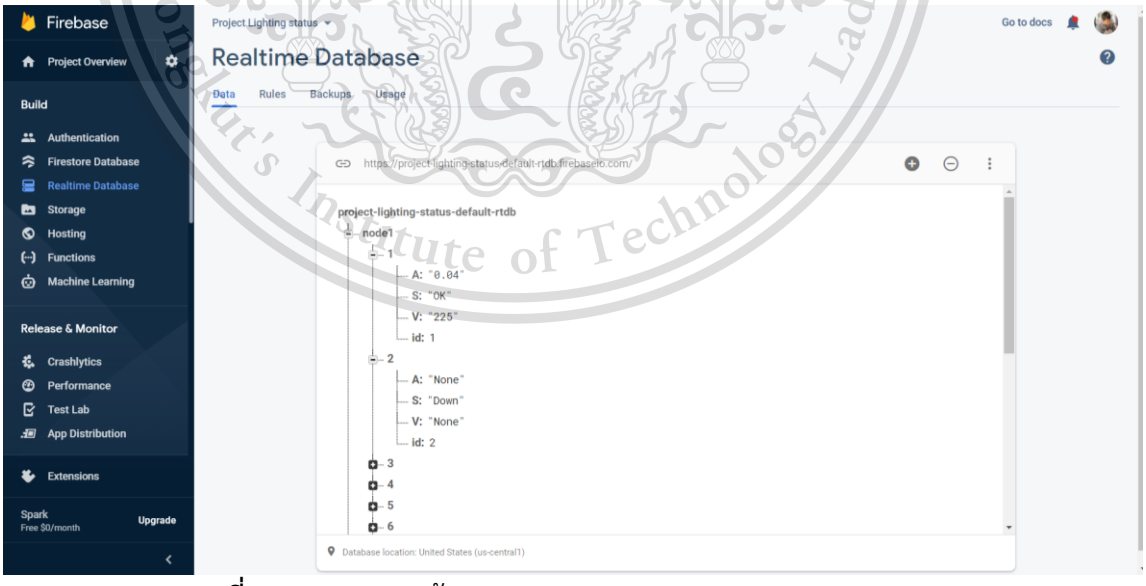
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.12 ผลการส่ง Lora สำเร็จผ่านทาง RAK SERIAL PORT

4.3 การทดลองแสดงผลข้อมูลที่ได้ผ่านเว็บแอพพลิเคชัน

ในการทดลองที่จะแสดงผลผ่านเว็บแอพพลิเคชั่นนั้น เราต้องทดสอบการเชื่อมต่อของเว็บแอพพลิเคชันกับฐานข้อมูล Firebase Realtime Database ก่อน

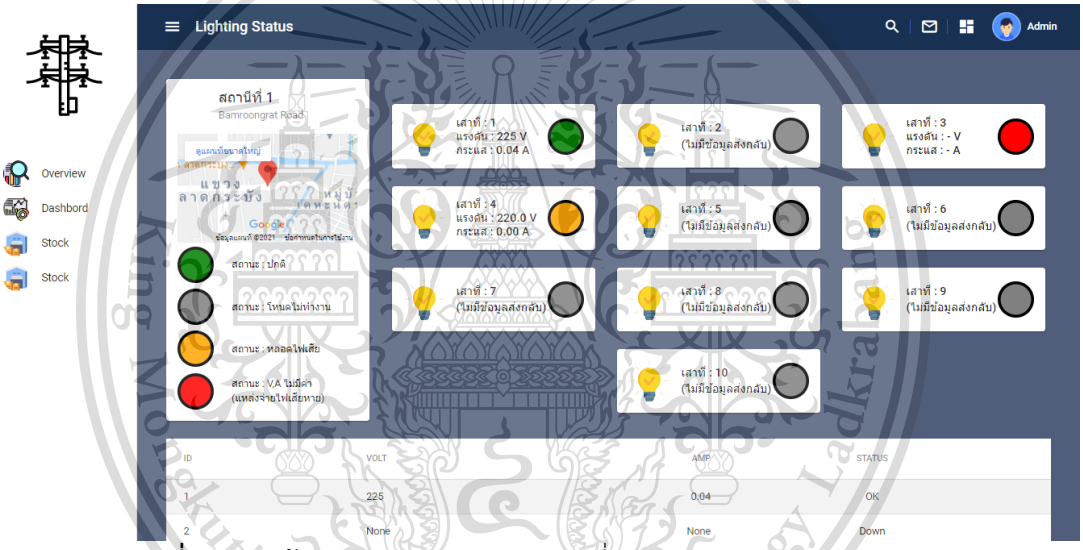


รูปที่ 4.13 แสดงฐานข้อมูลจาก Firebase Realtime Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```
[WDS] Live Reloading enabled.
▼(10) [{…}, {…}, {…}, {…}, {…}, {…}, {…}, {…}, {…}, {…}]
  ▶0: {A: "None", S: "Down", V: "None", id: 1}
  ▶1: {A: "None", S: "Down", V: "None", id: 2}
  ▶2: {A: "999", S: "BAD", V: "9.99", id: 3}
  ▶3: {A: "0.00", S: "OK", V: "220.0", id: 4}
  ▶4: {A: "0.05", S: "Down", V: "222", id: 5}
  ▶5: {A: "0.02", S: "Down", V: "223", id: 6}
  ▶6: {A: "0.04", S: "Down", V: "225", id: 7}
  ▶7: {A: "0.02", S: "Down", V: "220", id: 8}
  ▶8: {A: "0.01", S: "Down", V: "221", id: 9}
  ▶9: {A: "0.04", S: "Down", V: "221", id: 10}
   length: 10
  ▶__proto__: Array(0)
```

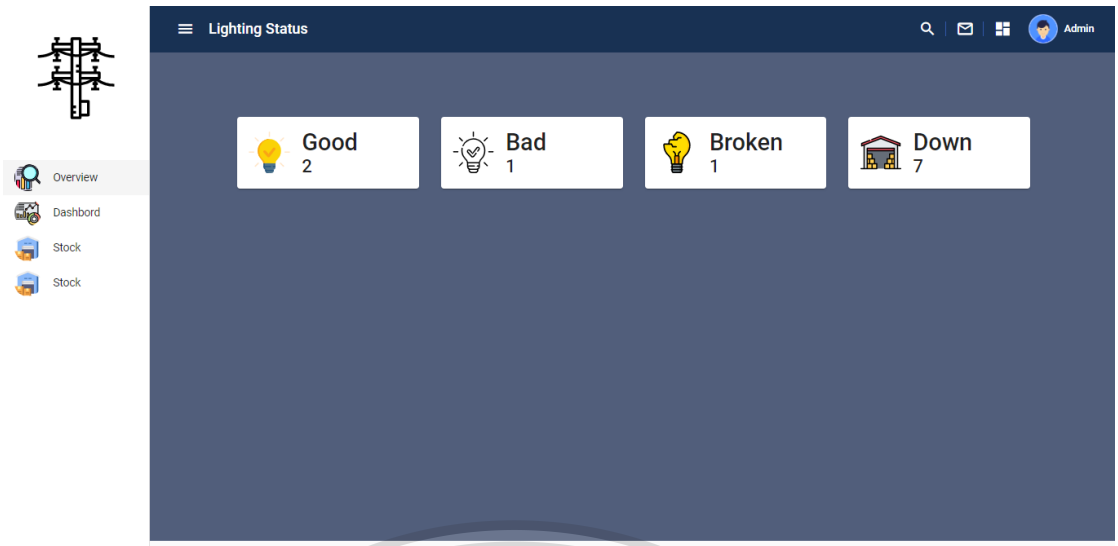

รูปที่ 4.14 แสดงผลการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูล Firebase Realtime Database



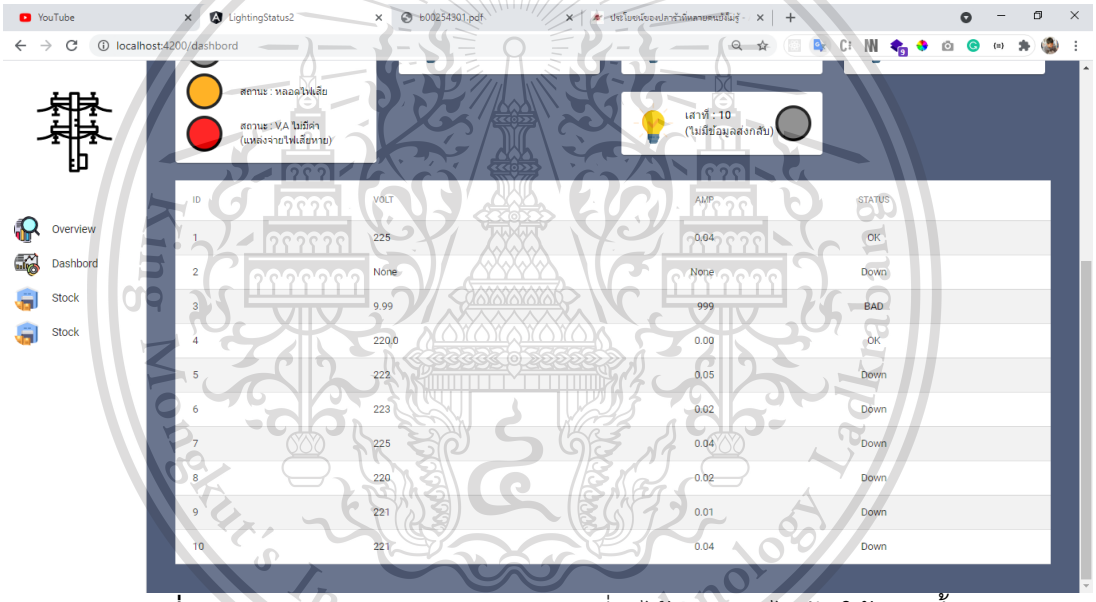
รูปที่ 4.15 หน้า Dashboard แสดงผลค่าที่วัดและสถานะแบบ Realtime

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.16 หน้า Overview แสดงภาพรวมของสถานีลูกทั้งหมดว่ามีสถานะแต่ละอย่างเท่าไหร่



รูปที่ 4.17 การแสดงผลแบบตารางของค่าที่วัดได้แต่ละเสาไฟฟ้า ให้ดูง่ายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

โปรเจค LIGHTING STATUS MONITORING SYSTEM นั้นถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการตรวจสอบสถานะของหลอดไฟที่อยู่บนเสาไฟฟ้าบนถนน เพื่อสามารถให้เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องสามารถตรวจสอบได้ผ่านทางเว็บแอพพลิเคชันและสามารถแจ้งให้กับเจ้าหน้าที่ไปบำรุงรักษาซ่อมแซม หลอดไฟ หรือวงจรของหลอดไฟบนถนนได้อย่างทันท่วงที ซึ่งโปรเจคนี้จะถูดพัฒนาด้วย Angular Frame work เป็นส่วนของ Front-end ที่ใช้งานค่อนข้างง่ายหากมีความรู้เกี่ยวกับ การพัฒนาเว็บด้วยภาษาโปรแกรมพื้นฐานเช่น Html , JavaScript และ CSS และ Back- end หรือฐานข้อมูลของโปรเจคนี้เราจะใช้ Firebase Realtime Database เนื่องจากเป็น Service ที่มี Library อยู่ที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ต่างๆของ Arduino สามารถเชื่อมต่อกันได้ง่าย ถึงแม้โปรเจคนี้จะเป็นการแค่วัดค่าแรงดันหรือกระแสจากเสาไฟฟ้าและส่งขึ้นเก็บข้อมูลบน internet และนำมาแสดงผล แต่โปรเจคนี้ยังใช้เทคโนโลยีที่จำเป็นและเหมาะกับโปรเจคนี้ที่ส่งข้อมูลได้ระยะไกลโดยไม่ใช้ internet หาก สถานที่นั้นอับสัญญาณ WIFI นั่นก็คือเทคโนโลยี Lora

LoRa คือ เครือข่ายสื่อสารที่ส่งข้อมูลกำลังต่ำแบบไร้สาย และ เป็นระบบเครือข่ายที่สามารถส่งสัญญาณทางไกล หรือ “**Lo**ng **Ra**nge (LoRa)” โดยเป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อรองรับตลาด M2M และ IoT ซึ่ง LoRaWAN ถือเป็นระบบการเชื่อมต่อข้อมูลกำลังต่ำต้นแบบสำหรับการสื่อสารทางไกล ด้วยคลื่นสัญญาณวิทยุที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อรองรับกับสัญญาณในระดับที่ต่ำมาก และจะได้มาซึ่งการส่งผ่านสัญญาณกำลังต่ำในระยะทางที่ต้องการ

5.2 ประโยชน์ของโครงงาน

1. สามารถตรวจสอบสถานะของหลอดไฟบนเสาไฟฟ้าบนถนนจากที่ไหนก็ได้
2. สามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสจากหลอดไฟบนเสาไฟฟ้าบนถนนเพื่อวิเคราะห์หากเกิดการชำรุดเสียหาย
3. สามารถแสดงผลให้กับผู้ที่เกี่ยวข้องในการซ่อมแซมระบบหลอดไฟบนเสาไฟฟ้าบนถนนมาบำรุงรักษาซ่อมแซมได้อย่างทันท่วงที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

5.3 ปัญหาและอุปสรรคของการดำเนินโครงงาน

1. การแสดงผลผ่านเว็บนั้นอาจจะไม่รองรับทุกขนาดหน้าจอ หากเปิดในโทรศัพท์อาจจะดูผลได้ไม่สะดวกนัก

2. การบัดกรีวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากเป็นเรื่องละเอียดอ่อนหากบัดกรีผิดพลาดนิดเดียวอาจจะทำให้อุปกรณ์ของเราใช้งานไม่ได้

3. ยังไม่ได้ทดลองในสถานที่จริงจึงยังไม่ทราบว่าหากส่งในพื้นที่ที่ไม่มีสิ่งกีดขวางมากนักจะส่งได้ระยะไกลเท่าไหร่

5.4 แนวทางในการพัฒนาโครงงาน

1. การออกแบบอุปกรณ์สถานีลูกให้แข็งแรงทนทานเพื่อที่จะทดลองในสถานที่จริง

2. การเพิ่มแหล่งจ่ายไฟเข้าไปในอุปกรณ์เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานได้ดี

3. ออกแบบหน้าเว็บแอพพลิเคชั่นให้ Responsive เพื่อที่จะสามารถดูผลผ่านทางมือถือได้

4. เพิ่มฟังก์ชันต่างๆให้เว็บเช่น ระบบเพิ่มสถานที่ที่ไปติดตั้งเพื่อสะดวกในการตรวจสอบและรู้ได้ทันทีว่าจะต้องไปซ่อมแซมที่ไหน

5.ติดตั้งโมดูลเช็คไฟที่หลอดไฟเพื่อเช็คสถานะของหลอดไฟในเวลากลางวันที่ไม่ได้เปิดไฟ โดยโมดูลทำงานโดยการส่งกระแสไฟฟ้าไปเช็คที่หลอดไฟเป็นระยะๆ เพื่อเช็คว่าหลอดขาดหรือไม่

6.ติดตั้งโมดูลโซลาร์เซลล์เพื่อใช้เป็นพลังงานให้ LoRa ทำให้ไม่ต้องกังวลว่าถ่านจะหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

[1] ESP32 Arduino: Interacting with a SSD1306 OLED display. [online], Nov.2018, Available : https://techtutorialsx.com/2017/12/02/esp32-arduino-interacting-with-a-ssd1306-oled-display/

[2] PZEM-004T AC Digital Power Energy Meter Module V3.0 10A. [online], 8 Oct.2019, Available : https://www.myarduino.net/product/3367/pzem-004t-ac-digital-power-energy-meter-module-v3-0-100a-%E0%B9%82%E0%B8%A1%E0%B8%94%E0%B8%B9%E0%B8%A5%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%94%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%9E%E0%B8%A5%E0%B8%B1%E0%B8%87%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99

[3] LoRa P2P Mode. [online], 10 May.2021, Available : https://docs.rakwireless.com/Product-Categories/WisDuo/RAK811-Breakout-Board/Quickstart/#lora-p2p-mode

[4] การใช้งาน Firebase บน ESP32. [online], 2019, Available : http://www.ioxhop.com/article/88/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-firebase-%E0%B8%9A%E0%B8%99-esp32

[5] LoRaWAN คืออะไร? แล้วมันเกี่ยวข้องกับ IoT อย่างไร?. [online], 30 Sep.2019, Available : https://siambc.com/lorawan-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3-%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B9%89%E0%B8%A7%E0%B8%A1%E0%B8%B1%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%81%E0%B8%B5%E0%B9%88%E0%B8%A2%E0%B8%A7%E0%B8%82/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

[6] Heltec ESP32+LoRa Series Quick Start. [online], 2019,
Available : https://heltec-automation-docs.readthedocs.io/en/latest/esp32/quick_start.html

[7] flaticon icon. [online],
Available : https://www.flaticon.com/

[8] Angular The modern web developer's platform. [online],
Available : https://angular.io/

[9] Angular Material Material Design components for Angular. [online],
Available : https://material.angular.io/

[10] Firebase คืออะไร. [online], 20 Nov.2020,
Available : https://www.4xtreme.com/2020/11/20/firebase-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3/

[11] LoRA WAN Workshop [online], 2 Feb.2018,
Available : https://werapun.com/lora-wan-workshop-f6e90efdd576

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก ก

Poster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Department of Computer Engineering
(Information Engineering)

Lighting Status Monitoring System

Author : Chantapat Ampornpat, Author : Chaynoi Naisai
and Advisor : Assoc.Prof.Dr. Attasit Lasakul

Abstract

In Thailand, despite the importance of streetlight to the safety of drivers & pedestrains who commune the road, the light lacks proper system to frequently check the status of each lamp; therefore, in case of breakage, the maintenance agency relies on the information & report from the people in the area; however, such method is time consuming & unreliable.

In this project, the Lighting Status Monitoring System, which works as real-time check the status of light bulbs on electricity poles, using Digital Power Energy Meter Module to measure values and then use LoRa to send and receive values aims to introduce a new efficient way to track the status of all streetlight in the area with real-time information update to the agency.

Introduction

On public streets in both urban and suburban areas, insufficient lighting caused by light poles failing to turn on is one of the major causes for dangerous accident on the road as supported by a survey of the Office of Transport and Traffic Policy and Planning. The survey concludes that over 50% of all road accidents occur at night.

Failure of light pole's operation can be caused by external/internal damages or by equipment malfunction; thus, in order to keep up the maintenance, periodic surveys and checkings have to be done in order to ensure safe travels of those who use the public street at night. However, the current survey method includes manual checking by surveyors which is undeniably a time and resource consuming chore.

Our group, therefore, came up with the idea that if we can check the operating status of a lamp in real time with a remotely operated system; when the lamp is broken or there is a problem, the system can notify the firm responsible for the repair, and the repair can then be done quickly with optimum resources.

Methodology

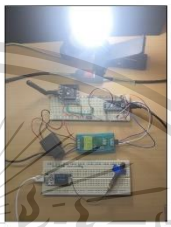
The making of Lighting Status Monitoring System can be separated into 2 parts: Hardware and Software with further components & detail as follow:

1.Hardware
The system operates with the following components:
- Heltec ESP32 Wifi LoRa connects and transfers data between Heltec ESP32 Wifi LoRa and Firebase
- Module pzem-004t connects Arduino Nano and rak811 Breakout Board
- rak811 Breakout Board sends the measurement readings to Heltec ESP32 Wifi LoRa, where the data is uploaded to Firebase

2.Software
The digital dashboard is made with HTML CSS JavaScript where the stored measurement readings would be shown on the website.

Results

- Measure and record Volt and Amp readings of all individual light poles
- Store recorded measurements in Firebase
- Display recorded data stored in Firebase on the website's Dashboard



Conclusion

Lighting Status Monitoring System checks the state of all individual light poles remotely and in real-time; thus, enables a quick repair process when a faulty light is found. After implementation, the system would reduce the steps, and the time it take to complete each step during repair with improved resource usage.

References

1. ESP32 Arduino: Interacting with a SSD1306 OLED display ,
From : https://techtutorialsx.com/2017/12/02/esp32-arduino-interacting-with-a-ssd1306-oled-display/

2. การใช้งาน Firebase บน ESP32 ,
From :
https://www.ioxhop.com/article/88/%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%A3%E0%B9%83%E0%B8%8A%E0%B9%89%E0%B8%87%E0%B8%B2%E0%B8%99-firebase-%E0%B8%9A%E0%B8%99-esp32

3. RAK811 Breakout Board ,
From : https://docs.rakwireless.com/Product-Categories/WisDuo/RAK811-Breakout-Board/Quickstart/#prerequisites

รูปที่ ก.1 poster

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.