

# ชื่อโครงการ: Smart LPWAN Farm

รายวิชา 242-402 Computer Engineering Project II

ภาคการศึกษา 1/2562

## รายชื่อผู้จัดทำ

นายเจษฎากร เกิดหนู รหัสนักศึกษา 5835512119

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.วโรดม วีระพันธ์

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อ.ธรรมรัฐ สมิตะลัมพะ

อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม ดร.ฉกาจกิจ แทนชัยกุล

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

ชื่อโครงการ Smart LPWAN Farm  
ผู้จัดทำ นายเจษฎากร เกิดหนู รหัสนักศึกษา 5835512119  
ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา 2562

### อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

.....  
(ผศ.ดร.วโรตม วีระพันธ์)

### คณะกรรมการสอบ

.....  
(ผศ.ดร.วโรตม วีระพันธ์)

.....  
(อ.ธรรมรัฐ สมิติละมพะ)

.....  
(ดร.ณากกิจ แทนชัยกุล)

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา Computer Engineering Project 2 ตามหลักสูตรปริญญา  
วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์

.....  
( )

ผู้จัดการหลักสูตร  
ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

# หนังสือรับรองความเป็นเอกลักษณ์

ผู้จัดทำที่ได้ลงนามท้ายนี้ ขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้เป็นรายงานที่มีความเป็นเอกลักษณ์ โดยที่ผู้จัดทำไม่ได้มีการคัดลอกมาจากที่ใดเลย เนื้อหาทั้งหมดถูกรวบรวมจากการพัฒนาในขั้นตอนต่าง ๆ ของการจัดทำโครงการ หากมีส่วนใดที่จำเป็นต้องนำเอาข้อความจากผลงานของผู้อื่น หรือบุคคลอื่นใดที่ไม่ใช่ตัวข้าพเจ้า ข้าพเจ้าได้ทำอ้างอิงถึงเอกสารเหล่านั้นไว้อย่างเหมาะสม และขอรับรองว่ารายงานฉบับนี้ไม่เคยเสนอต่อสถาบันใดมาก่อน

ผู้จัดทำ

.....  
(เจษฎากร เกิดหนู)

ชื่อโครงการ	Smart LPWAN Farm
ผู้จัดทำ	นายเจษฎากร เกิดหนู รหัสนักศึกษา 5835512119
ภาควิชา	วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2562

## บทคัดย่อ

ปัจจุบันเกษตรกรต้องใช้เวลาในการรดน้ำต้นไม้กับเครื่องสูบน้ำแรงดันต่ำ ส่งผลให้ต้องใช้เวลาในการจัดการกับน้ำที่มีแรงดันไม่ทั่วถึง ส่งผลให้เกิดความชื้นที่ไม่ทั่วถึงทำให้พืชผลทางการเกษตรไม่สามารถเติบโตได้อย่างสมบูรณ์ ในการทดลองนี้ จะสามารถนำมาแก้ปัญหานี้ได้ โดยใช้เทคโนโลยีเครือข่ายไร้สายระยะไกล ที่มีความสามารถในการส่งสัญญาณต่าง ๆ ได้ไกล และความสามารถเพิ่มเติมคือมีความประหยัดพลังงาน ทำให้มีความสะดวกในการติดตั้ง และ มีความสะดวกในการใช้งาน

คำสำคัญ: LPWAN, NB-IoT, และ LoRaWAN

<b>Project Title</b>	Smart LPWAN Farm
<b>Author</b>	Mr.Jesadakorn Kirtnu 58355512119
<b>Department</b>	Computer Engineering
<b>Academic Year</b>	2562

---

## Abstract

At present, farmers have to spend time watering plants with low pressure pumps. resulting in uneven moisture, causing agricultural crops to not grow completely. In this experiment, the project is created to solve this problem. by using long rang and low power technology which has the ability to send various signals far.In addition it useless energy that make it is convenient to install and use.

**Keywords:** LPWAN, NB-IoT, and LoRaWAN

# คำนำ

รายงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเทคโนโลยีของเครือข่ายไร้สายระยะไกลมาประยุกต์ใช้งาน ให้สามารถทำประโยชน์ให้กับเกษตรกร หรือผู้ที่นำไปศึกษาต่อ โดยขั้นตอนการประยุกต์ใช้นั้นผู้จัดทำสามารถทดลองและนำไปใช้กับระบบนี้ได้ แม้ว่าจะมีข้อจำกัดต่าง ๆ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า การทดลองของผู้จัดทำ จะสามารถก่อให้เกิดประโยชน์แก่ผู้อื่นได้ ทั้งขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วโรดม วีระพันธ์ ผู้ให้คำปรึกษาแก่ผู้จัดทำ

นายเจษฎากร เกิดหนู

ผู้จัดทำ

22 กุมภาพันธ์ 2562

หนังสือรับรองความเป็นเอกลักษณ์.....	ii
บทคัดย่อ .....	iii
Abstract.....	iv
คำนำ.....	v
สารบัญ.....	vi
สารบัญรูปภาพ .....	viii
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1    ความเป็นมา.....	1
1.3    ขอบเขตของโครงการ .....	2
1.4    ขั้นตอนในการดำเนินงาน .....	2
1.5    ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ .....	2
1.6    สถานที่ทำโครงการ.....	2
1.7    เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา.....	3
บทที่ 2 ความรู้พื้นฐาน.....	4
2.1    เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	4
บทที่ 3 รายละเอียดการทำงาน .....	10
3.1    System Specification .....	13
3.2    System Architecture .....	14
3.3    System Design.....	15
3.4.    System Implementation .....	19

3.5	แผนการดำเนินงาน.....	21
บทที่ 4	ผลการดำเนินงานและสรุปผล.....	22
4.1	ผลการดำเนินงาน .....	22
4.2	สรุปผลการทดลอง.....	22
4.3	ปัญหาและอุปสรรค .....	23
4.4	ข้อเสนอแนะ .....	23
บรรณานุกรม	.....	24
ภาคผนวก	.....	25



ภาพที่ 2-1 การเก็บ Database แบบ Collection .....	8
ภาพที่ 3-1 บอร์ด STM32 ของ Cattlecom.....	13
ภาพที่ 3-2 NB-IoT AIS .....	13
ภาพที่ 3-3 โครงข่ายของ LoRa.....	14
ภาพที่ 3-4 เครือข่ายของ LoRa .....	15
ภาพที่ 3-5 Flow Chart การทำงานของ Network ในโครงงานนี้ .....	16
ภาพที่ 3-6 แสดงการเชื่อมต่อของโครงข่ายในโครงงานนี้ .....	17
ภาพที่ 3-7 ทิศทางการไหลของข้อมูลที่ออกแบบ .....	18
ภาพที่ 3-8 ภาพการแสดงผล Navigation Bar.....	20

NB-IoT	Narrow band Internet of Things
Lora	Low Power Wide Area Networks
LPWAN	Low Power Wide Area Networks

# บทที่ 1 บทนำ

## 1.1 ความเป็นมา

ปัญหาในการรดน้ำต้นไม้ที่มีในสวนพืชซึ่งมีหลากหลายชนิดของผู้จัดทำ ปัญหาหลักอยู่ที่ระยะเวลาของการรดน้ำซึ่งในบางครั้งแค่เพียงการจับเวลารดน้ำต้นไม้อาจไม่เพียงพอต่อความต้องการ เนื่องจากในบางวันมีฝนตกในบางวันแดดแรง ในบางครั้งพืชเติบโตต้องการน้ำเพิ่มขึ้น

ปัญหาต่อมาคือเรื่องของเวลา ตัวอย่างเช่น ผู้จัดทำต้องการให้เปิดเครื่องสูบน้ำในเวลากลางคืนเท่านั้น เพราะในตอนกลางวันต้องการเก็บเกี่ยวผลผลิตจึงต้องเดินไปปิดเครื่องสูบน้ำในเวลากลางคืนซึ่งทำให้เสียเวลา

ปัญหาการทำสถิติ ในส่วนของสถิติ เช่น ความชื้น อุณหภูมิ ปริมาณน้ำฝน ล้วนแล้วแต่ไม่อาจมองเห็นได้โดยใช้สัมผัสแค่เพียงร่างกายหรือการมองเห็น การใช้เครื่องมือที่วัดค่าต่าง ๆ ส่งผลให้เกิดประสิทธิภาพในด้านการเติบโต ด้านผลผลิต และบันทึกค่าต่าง ๆ ให้เกิดเป็นมาตรฐานในการเพาะปลูกในครั้งถัดไป ซึ่งครั้งถัดไปการเพาะปลูกจะทำการคาดเดา ประมาณการ ถ้าเราใช้ในส่วนของการเครื่องมือวัดค่า จะสร้างให้เกิดมาตรฐานมากขึ้น ส่งผลให้ได้ผลผลิตที่ต้องการได้ดีกว่าการไม่ใช้เครื่องมือ

ด้วยเหตุนี้ผู้จัดทำจึงได้พัฒนาระบบที่สามารถใช้งานเพื่อลดระยะเวลาในการดูแลรักษาและเพิ่มผลผลิตให้กับพืช และช่วยอำนวยความสะดวกทั้งยังมีความแม่นยำในการจัดการ พร้อมกับสามารถดูสถิติย้อนหลังเพื่อใช้ในการปรับปรุงพัฒนาให้มากขึ้น

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อลดระยะเวลาในการดูแลการรดน้ำพืชผลทางการเกษตร
- 1.2.2 ช่วยอำนวยความสะดวกให้ผู้ใช้ในการจัดการระบบน้ำ
- 1.2.3 เพื่อวิเคราะห์สถิติเพื่อให้สามารถวิเคราะห์และจัดการระบบน้ำที่แตกต่างกันในแต่ละผู้ใช้
- 1.2.4 เพื่อลดค่าใช้จ่ายในระยะยาว
- 1.2.5 เพื่อเพิ่มผลผลิตทางการเกษตรซึ่งเกิดจากการมีน้ำที่เหมาะสม

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

### 1.3.1 ขอบเขตของอุปกรณ์

- ใช้ในการเปิด-ปิด ประตูน้ำแต่ละช่อง
- ใช้บันทึกสถิติเก็บในฐานข้อมูล
- สามารถใช้ระบบอัตโนมัติซึ่งตั้งโดยผู้ใช้ได้
- สามารถใช้แบตเตอรี่เพื่อใช้งานได้ทุกที่

### 1.3.2 ข้อจำกัดของอุปกรณ์

- ใช้งานได้เฉพาะบริเวณที่ครอบคลุมสัญญาณ 4G (LTE), 3G, 2G

## 1.4 ขั้นตอนในการดำเนินงาน

### 1.4.1 ทำการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดความชื้น

### 1.4.2 สร้างระบบเก็บข้อมูลความชื้น

### 1.4.3 สร้างแอปพลิเคชันในการรับและส่งข้อมูล

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

### 1.5.1 ช่วยอำนวยความสะดวกสบายให้กับผู้ใช้

### 1.5.2 ลดระยะเวลาในการดูแลระบบน้ำ

### 1.5.3 เพิ่มความแม่นยำให้กับความชื้นในดินส่งผลให้พืชได้รับน้ำอย่างเต็มที่

### 1.5.4 สามารถประหยัดค่าใช้จ่ายในกรณีที่ค่าความชื้นในดินยังมากระบบจะไม่สูบน้ำ

## 1.6 สถานที่ทำโครงการ

### 1.6.1 ห้องปฏิบัติการฮาร์ดแวร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

### 1.6.2 ห้องชมรมฮาร์ดแวร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

### 1.6.3 ห้องปฏิบัติการซอฟต์แวร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตภูเก็ต

## 1.7 เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนา

### 1.7.1 Hardware

- ASUS A550JX Intel Core i7-4720HQ (2.60 - 3.60 GHz) NVIDIA GeForce GTX 950M (4GB GDDR3) 4 GB DDR3L
- Arduino Uno R3
- Devio NB-Shield I (Quectel BC95)
- Solar cell Solar panels 5.5v 110ma 0.6W
- Relay Module 2 CH 5V 10A, 250V
- Stepup and Down USB or microUSB to output adjustable voltage of 1.5 - 24V
- Step up & Down (Buck&Boost) Super XL6009 5-32V to 1.25-32V 4A
- Battery 12V 5Ah
- USB TTL
- Soil Moisture Sensor Module v1

### 1.7.2 ภาษาที่ใช้

- Java
- Java Script
- HTML
- C, C++
- Python
- ATCommand
- Unix Command

### 1.7.3 ระบบฐานข้อมูลที่ใช้

- MongoDB

### 1.7.4 ระบบเบื้องหลังการทำงาน

- Aismagellan
- Cloud Amazon AWS
- Ubuntu Server 18.04 LTS
- NodeJS
- Windows Server 2016

## บทที่ 2 ความรู้พื้นฐาน

### 2.1 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

#### 2.1.1 LoRaWAN (Long Range Low Power Wireless Platform)

ลอราเป็นชื่อที่เรียกย่อมาจาก Long Range Low Power Wireless Platform โดยนำสองตัวอักษรด้านหน้าของสองคำแรกมาใช้ ลักษณะเฉพาะของลอราคือ การมอดูเลตด้วยเทคนิคเชิร์ปสเปกตรัม (Chirp Spread Spectrum Modulation) โดยใช้สัญญาณเชิร์ปความถี่คงที่ (Constant Ramp Chirp Signal) ในการเพิ่มประสิทธิภาพการรับสัญญาณให้มีความไว (Sensitivity) ที่ดีขึ้นกว่ากระบวนการมอดูเลตชนิดอื่นๆ โดยความแตกต่างของค่าความถี่ระหว่างตัวรับและตัวส่งของสัญญาณเชิร์ปความถี่คงที่มีลักษณะคล้ายกับ ความแตกต่างของเวลา ซึ่งง่ายต่อการจัดการ และส่งผลให้วงจรรับและวงจรส่งสามารถใช้อุปกรณ์กำเนิด ความถี่ที่มีราคาไม่สูงได้ ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์กำเนิดความถี่ที่มีความแม่นยำสูง (Augustin, Yi, Clausen, & Townsley, 2016) ซึ่งค่าความถี่ที่แตกต่างกันของตัวรับและตัวส่งอาจมีความแตกต่างมากถึง 20% ได้ โดยค่าความไวของการรับจากการมอดูเลตชนิดนี้สามารถทำให้รับได้ที่ระดับสัญญาณต่ำกว่า -140 dBm ซึ่งถือว่าต่ำมากเมื่อเทียบกับการมอดูเลตชนิดอื่นๆ ที่ใช้อยู่ในซิกบีและไวไฟ ที่อยู่ในระดับ -100 dBm ถึง -110 dBm เท่านั้น อีกหนึ่งประสิทธิภาพที่โดดเด่นของลอราคือ ความสามารถในการตีมอดูเลตหลายสัญญาณ ที่ถูกส่งมาพร้อมกันที่ความถี่เดียวกันได้ โดยสัญญาณที่ถูกส่งมาพร้อมกันจะต้องมีอัตราเชิร์ปที่แตกต่างกัน โดยใช้ค่าสเปกตรัมแฟกเตอร์ที่แตกต่างกัน ผลของการตีมอดูเลตหลายสัญญาณพร้อมกันที่ความถี่เดียวกัน

ลอราสามารถรองรับจำนวนอุปกรณ์ไอโอทีได้จำนวนมาก จากที่กล่าวมา ลอราเป็นกระบวนการในชั้นกายภาพ และมีการจัดเฟรมข้อมูลด้วยรูปแบบเฉพาะในชั้นเส้นทางเชื่อมโยงข้อมูล การนำลอรามาใช้งานไอโอที จำเป็น ต้องส่งต่อข้อมูลจากอุปกรณ์ลอราเข้าสู่อินเทอร์เน็ตผ่านลอราเกตเวย์ (LoRa Gateway) ไปยังลอราแวน (LoRaWAN) ซึ่งมีโพรโทคอลในการส่งผ่านข้อมูลเข้าสู่อินเทอร์เน็ตได้ [1]

#### 2.1.2 NB-IoT (Narrow Band Internet of Things, NB-IoT)

เอ็นบีไอโอที (Narrow Band Internet of Things, NB-IoT) ถูกนำเสนอโดย 3GPP ผู้กำกับดูแลมาตรฐานด้านการสื่อสารบนโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ โดยถูกออกแบบให้ใช้กำลังงานต่ำ ความเร็วในการสื่อสารและความถี่ในการส่งข้อมูลต่ำ อุปกรณ์เอ็นบีไอโอทีทำงานบนย่านความถี่เดียวกันกับที่ GSM, 3G หรือ LTE (Wang et. al, 2016) ซึ่งเป็นย่านความถี่ Licensed Band ที่ต้องได้รับการอนุญาตใช้งานจากหน่วยงาน ที่กำกับดูแลทอพอโลยี การเชื่อมต่อใช้ทอพอโลยีสตาร์ ส่งและรับข้อมูลจากสถานีฐานของเครือข่ายโทรศัพท์ เคลื่อนที่ที่ให้บริการ เอ็นบีไอโอทีใช้แถบความถี่อย่างน้อย 180 kHz ซึ่งสามารถทำได้สามลักษณะคือ ใช้อยู่ บนคลื่นความถี่

หนึ่งช่องของ GSM ให้อยู่บนแถบความถี่ของ LTE หรือให้อยู่บนคลื่นความถี่เดียวกันกับ LTE โดยให้ใช้บนแถบความถี่หนึ่งบล็อก มีความเร็วในการสื่อสาร 250 kbps และมีความไวการรับสัญญาณได้ ในระดับมากกว่า -150 dBm จึงมีระยะทางการสื่อสารที่ไกลมาก โดยมีความไวของการรับสัญญาณดีกว่า GSM และ LTE ที่ให้อยู่เดิมประมาณ 20 dB ด้วย

การที่ผู้ให้บริการโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นผู้ดำเนินการ สื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์เอ็นบีไอโอทีจึงไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์อินเทอร์เน็ตเกตเวย์ ข้อมูลจะถูกส่งจาก อุปกรณ์เอ็นบีไอโอทีผ่านโครงข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ไปยังแอปพลิเคชันเซิร์ฟเวอร์ได้โดยตรง นอกจากนี้ในชั้นกายภาพยังต้องพิจารณาถึงแถบความถี่ที่จะใช้งานในการส่งสัญญาณแบบไร้สายด้วย โดยแบ่งแถบความถี่ออกเป็นสองประเภท คือ 1) Unlicensed Band และ 2) Licensed Band ซึ่งถูกกำหนด การใช้งานในประเทศไทยโดยคณะกรรมการกิจการกระจายเสียง กิจการโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม แห่งชาติ หรือ กสทช. แถบความถี่ย่าน Unlicensed Band ในประเทศไทยมีการกำหนดให้สามารถใช้งานได้ โดยมีค่ากำลังส่งสูงสุดไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 1 นอกจากนี้ที่ประชุม กสทช. มีมติเห็นชอบให้ใช้ คลื่นความถี่ย่าน 920-925 MHz เพื่อรองรับเทคโนโลยีไอโอที ตาม (ร่าง) ประกาศ กสทช. เรื่อง มาตรฐาน ทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์สำหรับเครื่องวิทยุคมนาคมที่ไม่ใช่ประเภท Radio Frequency Identification: RFID ซึ่งใช้คลื่นความถี่ย่าน 920-925 MHz [1]

### 2.1.3 LoRa (CMWX1ZZABZ) Specification

**Interfaces :** I2C, UART, USB, SPI

**Main ICs :** STM32L, SX1276

**Reference Clocks :** Integrated 32MHz clock (TCXO with frequency error=±2 ppm) and 32.768KHz clock (frequency error=±20 ppm)

**Supported Frequencies :** 868 MHz, 915 MHz

**Module Size :** 12.5 mm x 11.6 mm x 1.76 mm (Max)

**Weight :** 0.48g (Typ)

**Package :** Metal Shield can

**RoHS :** This module is compliant with the RoHS directive [3]

### 2.1.4 NB-IoT (Quectel BC95) Specification

**Power Supply :** Supply voltage: 3.1V ~ 4.2V

Typical supply voltage: 3.6V

**Power Saving Mode :** Maximum power consumption in PSM: 5uA

**Transmitting Power :** 23dBm±2dB

<b>Temperature Range :</b>	Operation temperature range: -30°C ~ +75°C1) Extended temperature range: -40°C ~ +85°C2)
<b>USIM Interface :</b>	Only support USIM card: 3.0V UART Interfaces
<b>Main port:</b>	Used for AT command communication and data transmission, and the baud rate is 9600bps  Main port can also be used for firmware upgrading, and the baud rate is 115200bps
<b>Debug port :</b>	Debug port is used for debugging  Only support 921600bps baud rate Internet Protocol
<b>Features :</b>	Support IPV4/IPV6*/UDP/CoAP
<b>SMS* :</b>	Text and PDU mode  Point to point MO and MT
<b>Data Transmission Feature :</b>	Single tone with 15kHz subcarrier: 24kbps (DL), 15.625kbps (UL)
<b>AT Commands :</b>	Compliant with 3GPP TS 27.005, 27.007 and Quectel enhanced AT commands
<b>Physical Characteristics :</b>	Size: (19.9±0.15)mm × (23.6±0.15)mm × (2.2±0.2mm)  Weight: 1.8g±0.2g
<b>Firmware Upgrade :</b>	Firmware upgrade via main port or DFOTA*
<b>Antenna Interface :</b>	Connected to antenna pad with 50 Ohm impedance control
<b>RoHS :</b>	All hardware components are fully compliant with EU RoHS directive

[4]



### 2.1.5 Soil Moisture Sensor V.1

This is a summary of the soil moisture sensor can be used to detect moisture, when the soil is dry, the module outputs a high level, whereas output low. Using this sensor make an automatic watering system, so that your garden plants without people to manage.

- Operating voltage: 3.3V~5V.
- Adjustable sensitivity (shown in blue digital potentiometer adjustment)
- Dual output mode, analog output more accurate.
- A fixed bolt hole for easy installation.
- With power indicator (red) and digital switching output indicator (green).
- Having LM393 comparator chip, stable.
- Panel PCB Dimension: 3cm x 1.5cm.
- Soil Probe Dimension: 6cm x 2cm.
- Cable Length: 21cm.
- VCC: 3.3V-5V.
- GND: GND.
- DO: digital output interface (0 and 1).
- AO: analog output interface. [5]

### 2.1.6 Solar cell Solar panels

Solar cell Solar panels โซลาร์เซลล์ 5.5v 110ma 0.6W ขนาด 84.5x55.5mm

- Gross weight: 0.02KG
- Current: 110MA
- Voltage: 5.5V
- Power: 0.605W
- Material: Epoxy
- Weight: 0.02KG
- Product specifications 84.5\*55.5MM [2]

### 2.1.7 ระบบเบื้องหลัง (Backend)

สำหรับระบบเบื้องหลังนั้นหมายถึงในส่วนของการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ IoT ของเรากับอุปกรณ์

- NodeJS เป็น service ที่ใช้ในการจัดการกับภาษา Javascript ซึ่งช่วยในการ
- Express ชุดคำสั่งเพื่อใช้ในการสร้างเส้นทางติดต่อระหว่าง backend กับ frontend
- Mongoose คือชุดคำสั่งที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่าง backend กับ database
- Cors เครื่องมือที่ใช้ในการจัดการ เชื่อมต่อข้อมูล backend frontend เพื่อให้รับและส่งหากันได้
- bodyParser ชุดคำสั่งเพื่อใช้ในการจัดการ url เพื่อช่วยในการประมวลผล
- socketIO ชุดคำสั่งที่ใช้ในการกระจายข้อมูลเพื่อให้กราฟข้อมูลมีการอัปเดตตลอดเวลา

### 2.1.8 ระบบการแสดงผลและตอบสนองกับผู้ใช้ (Frontend)

ระบบการแสดงผลนั้นใช้ในการแสดงค่าต่าง ๆ ที่ได้รับจากการประมวลผล ทางด้านของฝั่ง backend ซึ่งสามารถแสดงผลและตอบสนองกับผู้ใช้ ดังรายละเอียดด้านล่าง

- HTML คือส่วนในการใช้ Tag เป็นขอบเขตแสดงผล เช่น <h1>ข้อความ</h1> จะแสดงผลคำว่า “ข้อความ” ออกทางหน้าจอ
- CSS เป็นส่วนที่ใช้ในการแก้ไขเรื่องของ สี ขนาด ขนาดตัวอักษร สีพื้นหลัง ตำแหน่ง ฯลฯ โดยตัวอย่างของการใช้งาน เช่น “h1{ font-size : 20px}” จะส่งผลให้ Tag ด้านบนแสดงผลตัวอักษรขนาด 20
- React เป็นส่วนหลักที่ใช้ในการพัฒนาโดยมีส่วนหลักคือ Javascript ซึ่งมีคุณสมบัติในการใช้งาน ฟังก์ชันในการส่ง HTML CSS นำไปแสดงผล ตัวอย่างการใช้งาน เช่น return (<h1>ข้อความ</h1>)

### 2.1.9 ระบบฐานข้อมูล (Database)

การเก็บข้อมูลใช้การเก็บแบบ Collection ในภาพที่ 2-1 แสดงการเก็บแบบ Collection เนื่องจากเป็นเทคโนโลยีแบบใหม่ซึ่งมีประสิทธิภาพ โดยข้อมูลต่าง ๆ ดังนี้

- MongoDB เนื่องจากสามารถตอบสนองได้รวดเร็วและเป็นเทคโนโลยีที่ใหม่จึงเลือกนำมาใช้งานในการเก็บข้อมูล

```
[
  {
    name: 'Naree',
    lastName: 'Srisiam',
    age: 25
  },
  {
    name: 'Somchal',
    lastName: 'Jaidee',
    age: 16
  }
]
```

ภาพที่ 2-1 การเก็บ Database แบบ Collection

### 2.1.10 โพรโทคอล UDP (User Datagram Protocol)

หลังจากเราได้อ่านบทความ TCP คืออะไร โพรโทคอลหลักบน internet หรือ TCP/IP ที่นิยมกัน ซึ่งในชุด Internet protocol suite ยังมีอีก protocol ที่นิยมใช้งานกัน คือ User Datagram Protocol หรือ UDP ซึ่งก่อนที่จะเรามาดูว่า UDP คืออะไร ? ขอเล่าประวัติก่อนว่า UDP ถูกออกแบบโดย David P. Reed ในปี 1980 และด้วย UDP protocol ทำให้ computer สามารถส่งข้อมูล ไปยัง computer เครื่องอื่นโดยในระบบ IP network แต่ UDP มีความพิเศษตรงที่เป็น connectionless model คือจะไม่มีการรอลำดับของข้อมูล หาก packet ที่มาถึงมีการข้ามลำดับไปแล้ว UDP จะไม่รอ ข้อมูลลำดับก่อนหน้าอีกต่อไป และจะข้าม packet นั้นไปเลย ทำให้ไม่ต้องทำ handshaking ซึ่งทาง user ต้องยอมรับว่าข้อมูล จะไม่สามารถเชื่อถือลำดับได้ เพราะไม่มีการรับประกันว่าจะส่งข้อมูลทั้งหมดถึงปลายทาง ซึ่งถ้า application ต้องการให้มีการ retransmit ข้อมูลให้ครบ จำเป็นต้องเปลี่ยนไปใช้ TCP หรือ Stream Control Transmission Protocol (SCTP) แทน เพราะถูกออกแบบมาเพื่องานชนิดนั้น

ที่นี้หลายคนอาจเกิดคำถามว่าแล้ว UDP มันคืออะไร เพราะจริงๆ แล้วมันก็เหมาะกับงานบางประเภทที่ต้องการข้อมูลที่รวดเร็วและ realtime โดนที่ไม่ต้องการความถูกต้องของข้อมูลครบถ้วนทั้งหมดก็ได้ เช่น ใช้งาน VoIP เพราะการสื่อสารพูดคุยเราต้องที่จะสามารถโต้ตอบกันได้ทันที ต่อให้เสียงที่ได้ยินอาจจะขาดหายไปบ้าง แต่ผู้ใช้งานต้องการได้ยินเสียงโต้ตอบกลับมาทันทีโดยไม่ต้องรอ คุณลักษณะของ UDP พิเศษตรงที่ใช้ header ของ packet น้อยมาก เพราะไม่ต้องรับประกันการส่งทุก packet ด้วยเหตุนี้ UDP บางครั้งจึงหมายถึง *Unreliable* Datagram Protocol และด้วยคุณสมบัติต่อไปนี้ทำให้ application บางชนิดนิยมใช้แทน TCP

- เป็น *transaction-oriented* เหมาะสำหรับงานค้นหาข้อมูล เช่น DNS หรือ NTP ที่ใช้ข้อมูลขนาดเล็ก
- ทำ datagrams คือ ไม่รับประกันข้อมูล เหมาะสำหรับ IP tunneling, Remote Procedure Call และ Network File System
- ไม่ซับซ้อน จึงเหมาะสำหรับงานที่เริ่มทำงานตั้งแต่ boot เช่น DHCP
- Stateless คือไม่ต้องมี acknowledge กลับมาบอก จึงเหมาะกับงานที่มี client จำนวนมากเช่น streaming, IPTV
- ไม่มีการ retransmit จึงเหมาะกับ VoIP, Game online

หลักการเรื่อง Reliability and congestion ด้วยเรื่อง reliability ทำให้ UDP application ต้องยอมรับข้อมูลที่อาจจะสูญหายไปบ้าง บาง application เช่น TFTP จึงได้เพิ่มหลักการบางอย่างเข้าไปเพื่อให้เกิด reliability ขึ้น แต่ application อื่นส่วนใหญ่ไม่ค่อยจะใช้หลักการนี้ อย่างเช่น VoIP ตามที่เคยอธิบายไปด้วยหลักการใช้งานการสูญเสียข้อมูลไปบางส่วนไม่ได้ทำให้เกิดความเสียหายมากมาย อย่างเช่นเสียงที่เราได้ยิน ถ้า

ขาดๆหายๆไม่มากเราก็ยังสามารถสื่อสารกันได้อยู่ดี แต่เรื่อง delay เป็นสิ่งร้ายแรงที่ทำให้ผู้ใช้งานเกิดความไม่พอใจ เพราะทำให้การใช้งานเกิดสะดุดต้องรอให้ข้อมูลถูก retransmit จนครบสมบูรณ์ถึงจะได้ยินเสียง ซึ่งนั่นคือหลักการของ TCP แต่สำหรับ UDP ผู้ใช้งานจะได้ยินเสียงโดนทันทีไม่มี delay ทำให้เกิดความเป็นธรรมชาติเหมือนคุยกันปกติจริงๆ [6]

#### 2.1.11 TCP (Transmission Control Protocol)

TCP (Transmission Control Protocol) คือ หนึ่งในหลักโพรโตคอลของชุดโพรโตคอลอินเทอร์เน็ต มีต้นกำเนิดมาจากการใช้งานเครือข่ายเริ่มแรกซึ่งเสริมด้วยInternet Protocol (IP) ดังนั้นชุดทั้งหมดจะถูกเรียกกันทั่วไปว่าTCP / IP TCP ให้การจัดส่งที่เชื่อถือได้และส่งและตรวจสอบข้อผิดพลาดของสตรีม octets (ไบนารี) ระหว่างโปรแกรมประยุกต์ที่ทำงานบนโฮสต์ที่สื่อสารผ่านเครือข่าย IP แอปพลิเคชันอินเทอร์เน็ตที่สำคัญเช่นWorld Wide Web , อีเมล , การดูแลระบบระยะไกลและการถ่ายโอนไฟล์อาศัย TCP แอปพลิเคชันที่ไม่ต้องการบริการสตรีมข้อมูลที่เชื่อถือได้อาจใช้โพรโตคอลผู้ใช้เตตาแกรม (UDP) ซึ่งให้บริการดัดแปลงเพิ่มเติมที่เชื่อมต่อ ซึ่งเน้นการลดเวลาในการตอบสนองต่อความล่าช้า

ในช่วงเดือนพฤษภาคม 1974 สถาบันวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ (IEEE) ตีพิมพ์บทความข้อพิพาทสำหรับแพ็คเกจเครือข่ายการสื่อสารถึงกัน [1]ผู้เขียนกระดาษของ, Vint Cerfและบ็อบคาห์น , อธิบาย Internetworkingโพรโตคอลสำหรับทรัพยากรที่ใช้ร่วมกันโดยใช้การเปลี่ยนแพ็คเกจในหมู่โหนดการทำงานร่วมกับเจราลโด Lannจะรวมแนวคิดจากฝรั่งเศสCYCLADESโครงการ [2]องค์ประกอบควบคุมกลางของรุ่นนี้คือโปรแกรมควบคุมการส่งผ่านที่รวมการเชื่อมต่อที่มุ่งเน้นการเชื่อมโยงและบริการดัดแปลงระหว่างโฮสต์ เสาหินโครงการควบคุมเกียรติถูกแบ่งออกเป็นสถาปัตยกรรมแบบโมดูลาร์ประกอบด้วยControl Protocol เกียรติที่ชั้นการขนส่งและInternet Protocolที่ชั้นอินเทอร์เน็ต รูปแบบที่เป็นที่รู้จักกันเป็นทางการว่าTCP / IPแม้ว่ายังเป็นทางการต่อจากนี้ไปมันถูกเรียกว่า Internet Protocol สวิท

โพรโตคอลควบคุมการส่งผ่าน (Transmission Control Protocol) ให้บริการสื่อสารในระดับกลางระหว่างโปรแกรมประยุกต์กับโพรโตคอลอินเทอร์เน็ต มันมีการเชื่อมต่อโฮสต์ที่จะเป็นเจ้าภาพในชั้นการขนส่งของรูปแบบอินเทอร์เน็ต แอปพลิเคชันไม่จำเป็นต้องรู้กลไกเฉพาะสำหรับการส่งข้อมูลผ่านทางลิงค์ไปยังโฮสต์อื่น เช่นการแยกส่วน IP ที่จำเป็นเพื่อรองรับหน่วยส่งข้อมูลสูงสุดของสื่อการส่งข้อมูล ที่ชั้นการขนส่ง TCP จะจัดการรายละเอียดการแอคเคอูเลชันและการส่งข้อมูลทั้งหมดและนำเสนอสิ่งที่เป็นามธรรมของการเชื่อมต่อเครือข่ายไปยังแอปพลิเคชันโดยทั่วไปผ่านอินเทอร์เน็ตเฟส ซ็อกเก็ตเครือข่าย

ที่ระดับล่างของโพรโตคอล แสดงเนื่องจากความแออัดของเครือข่ายการถ่วงดุลการรับส่งข้อมูลหรือพฤติกรรมของเครือข่ายที่คาดเดาไม่ได้แพ็คเกจ IP อาจสูญหายทำซ้ำหรือไม่สามารถจัดส่งได้ TCP ตรวจสอบปัญหาเหล่านี้ข้อส่งข้อมูลที่หายไปจัดเรียงข้อมูลข้อมูลที่ไม้อยู่ในคำสั่งซื้อและยังช่วยลดความแออัดของเครือข่าย

เพื่อลดปัญหาอื่น ๆ หากข้อมูลยังคงไม่ได้รับแจ้งแหล่งที่มาจะได้รับแจ้งถึงความล้มเหลวนี้ เมื่อตัวรับ TCP ได้ประกอบลำดับของ octets ที่ส่งครั้งแรกแล้วจะส่งผ่านไปยังแอปพลิเคชันรับ ดังนั้น TCP จะสรุปการสื่อสารของแอปพลิเคชันจากรายละเอียดเครือข่ายพื้นฐาน

TCP ถูกนำมาใช้อย่างกว้างขวางโดยการใช้งานหลายอินเทอร์เน็ตรวมทั้งเว็บไซต์ไวด์เว็บ (WWW), อีเมล , การถ่ายโอนไฟล์ , Secure Shell , แบบ peer-to-peer ไฟล์ร่วมกันและสตรีมมิ่งสื่อ

TCP เหมาะสำหรับการจัดส่งที่ถูกต้องแทนที่จะส่งทันเวลาและอาจทำให้เกิดความล่าช้าเป็นเวลานาน (ตามลำดับวินาที) ขณะที่รอข้อความที่ไม่อยู่ในคำสั่งซื้อหรือส่งข้อความสูญหายไปอีกครั้ง ดังนั้นจึงเป็นเรื่องไม่เหมาะสมอย่างยิ่งสำหรับการใช้งานแบบ real-time เช่น voice over IP สำหรับแอปพลิเคชันดังกล่าวมักมีการแนะนำให้ใช้โปรโตคอลเช่น RTP ( Real-time Transport Protocol ) ที่ทำงานผ่าน User Datagram Protocol (UDP) แทน [7]

## บทที่ 3 รายละเอียดการทำงาน

การดำเนินการในการติดตั้งระบบ ผู้จัดทำได้ดำเนินการตามขั้นตอนดังนี้

### 3.1 จุดเด่นของโครงการ

โครงการนี้ มีจุดเด่นคือ ระบบมีความง่ายต่อการติดตั้งและใช้งานเนื่องจากใช้การส่งการบนเว็บไซต์ (HTTP) ใช้ระบบ Solar Cell ทำให้สามารถอยู่ได้นานหลายเดือนหรืออาจถึงปี มี Data Analysis ให้เนื่องจากมีระบบเก็บข้อมูลและประมวลผล ผู้ใช้สามารถเลือก Preset หรือ โปรไฟล์ที่ทางผู้จัดทำได้ทำผ่านกระบวนการ Data Analysis สามารถสรุปได้ดังในตารางที่ ๒-๑

เรื่อง \ โครงการ	โครงการของผู้จัดทำ	โครงการอื่น
การเชื่อมต่อ (Network connection)	ใช้ Narrow Band หรือ LTE ในช่วงของ Guard Band ทำให้ครอบคลุมเท่าสัญญาณโทรศัพท์	ใช้ WiFi ทำให้ต้องอยู่แค่ในบริเวณจำกัด
แหล่งพลังงาน (Energy saving)	ใช้ Solar Cell ทำให้ใช้ได้โดยไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายอื่น ๆ	ใช้แบตเตอรี่ หรือ พลังงานจากแหล่งจ่าย มีระยะทางจำกัด เนื่องจากต้องเชื่อมต่อสายไฟทุกจุด
การติดตั้ง (Installation/Deployment)	สามารถติดตั้งได้ง่ายและรวดเร็วเพียงแต่ใช้กล่องติดตั้งที่เราให้ ไม่ต้อง Configure WIFI หรือต่อแหล่งพลังงานเพิ่มเติม	ต้องตั้งค่า WiFi และ password ทำให้ติดตั้ง และการเคลื่อนย้ายใช้ระยะเวลาที่นาน
การสั่งงาน (Command)	สามารถเข้าถึงพร้อมสั่งงานได้ทันที และครอบคลุมในทุกอุปกรณ์ที่มี Browser	ถ้าใช้งานแอปพลิเคชันในโทรศัพท์ อาจทำให้ไม่ครอบคลุมทุกอุปกรณ์
โปรไฟล์ (Data analytic/profile)	มีการเรียนรู้และบันทึกการทำงานเพื่อวิเคราะห์หาผลลัพธ์ของการทำงานที่ดีที่สุดเพื่อใช้เป็นโปรไฟล์สำหรับการปลูกพืชชนิดเดียวกันในที่อื่น ๆ ต่อไป ลดเวลาในการตั้งค่าการขึ้น	ไม่มี หรือ หาได้ยาก มีราคาสูง

## 3.1 System Specification

### 3.1.1 ซอฟต์แวร์ที่จำเป็น

- Arduino Software (IDE) เพื่อใช้สำหรับการโปรแกรม ในที่นี้ใช้ได้ทั้งตัวของ QC95 (NB-IoT) และ STM32 (LoRa)
- Node.js ใช้เพื่อสร้าง Socket ในการติดต่อระหว่าง Client กับ Server ของ LoRa หรือ NB-IoT
- Web Framework – React ใช้สำหรับการสร้างส่วนของการแสดงผล (View)
- Redux เป็นตัวช่วยในการเก็บค่าของตัวแปรที่ส่งไปมาระหว่าง React

### 3.1.2 ฮาร์ดแวร์ที่จำเป็น

- LoRa ในการทดลองนี้ใช้ของ Catelecom ในการทดลอง ดังภาพที่ 3-1
- NB-IoT โดยใช้ของ AIS การทดลอง ดังภาพที่ 3-2



ภาพที่ 3-1 บอร์ด STM32 ของ Catelecom



ภาพที่ 3-2 NB-IoT AIS

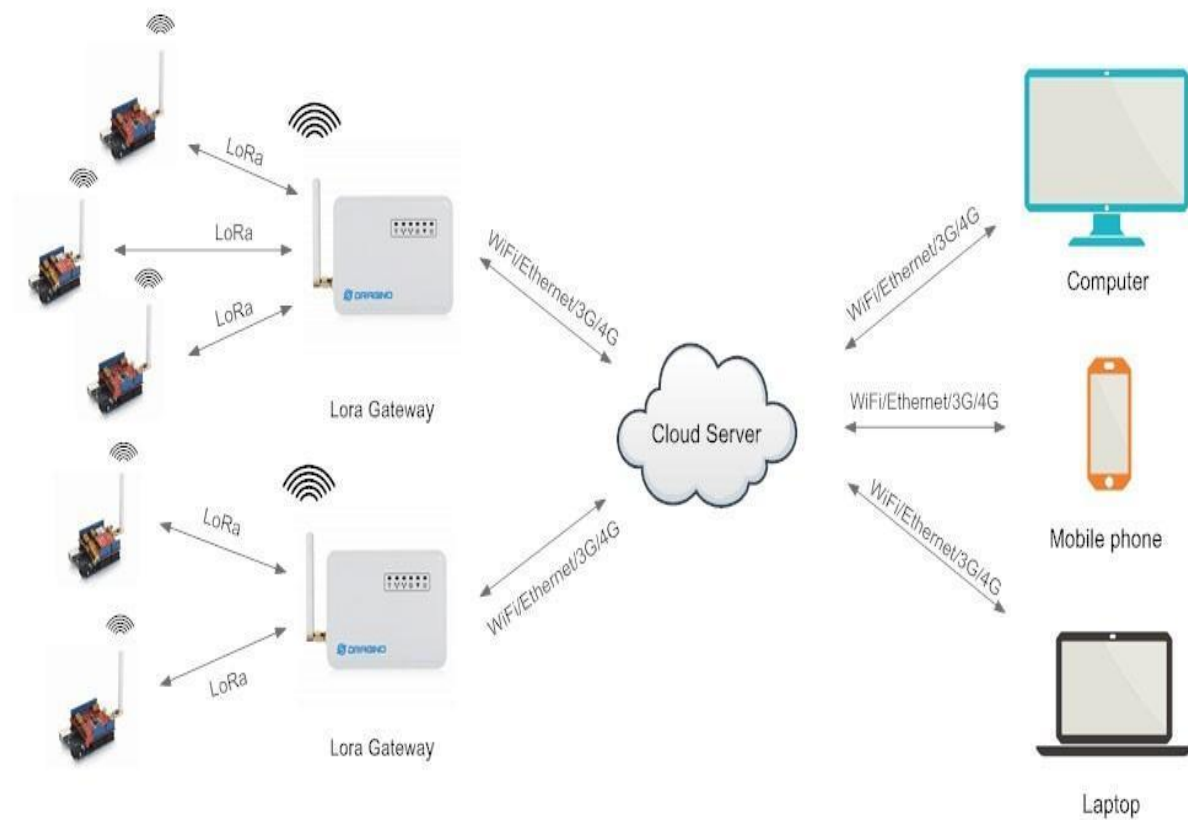
### 3.1.3 อุปกรณ์ต่อพ่วง

- Soil Moisture Sensor Module v1
- Step up & Down (Buck and Boost) Super XL6009 5-32V to 1.25-32V 4A

## 3.2 System Architecture

### 3.2.1 การเชื่อมต่อของ LoRa

การเชื่อมต่อ สามารถอธิบายได้จากรูป 3-3 จากด้านซ้าย เราเรียกตัวที่นำไปใช้งานว่า End-Device ซึ่งเป็นตัวที่เราจะโปรแกรมลงไปใช้งาน ถัดมาเรียกว่า Gateway ซึ่งเปรียบเสมือนตัว Access Point ในระบบ Wireless ถัดมา Cloud Server คือการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต และภาพด้านขวาสุด คือ Application Server ทำหน้าที่ในการร้องขอข้อมูล หรือสั่งการต่าง ๆ

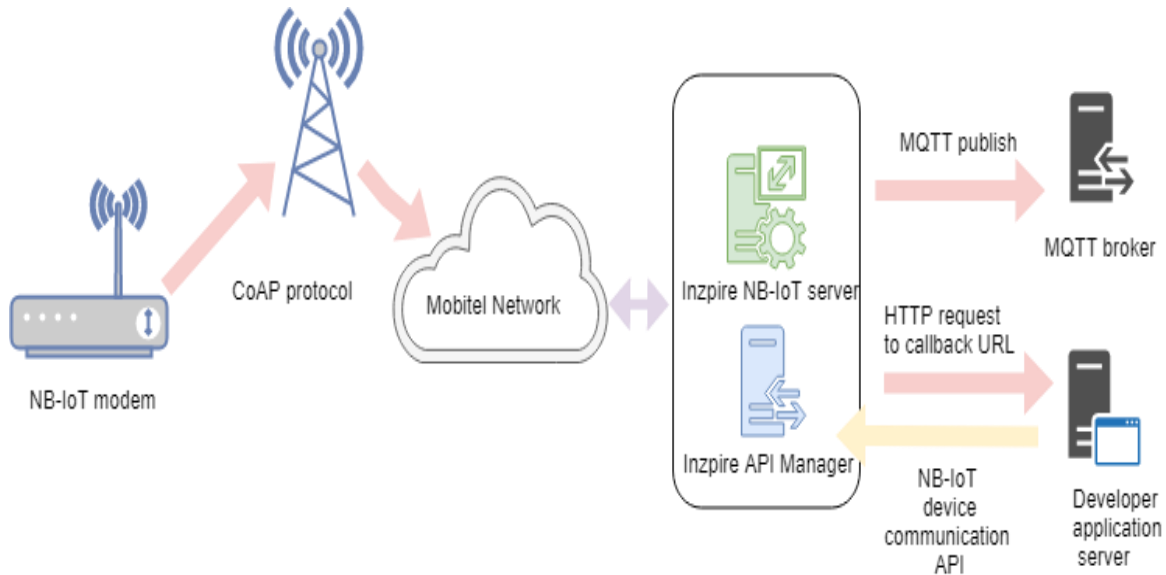


ภาพที่ 3-3 โครงข่ายของ LoRa



### 3.2.2 การเชื่อมต่อของ NB-IoT

การเชื่อมต่อของ NB-IoT นั้นจากรูป 3-4 จากทางด้านซ้ายคือตัว NB-IoT ถัดมา เป็นเสาสัญญาณของ ซึ่งรับ-ส่งโดยใช้โปรโตคอล UDP/CoAP ถัดมาเป็นตัว Server เพื่อใช้รับค่าข้อมูลต่าง ๆ สุดท้ายทางด้านขวาสุด คือตัว Application Server ที่ใช้สั่งการหรือรับข้อมูล

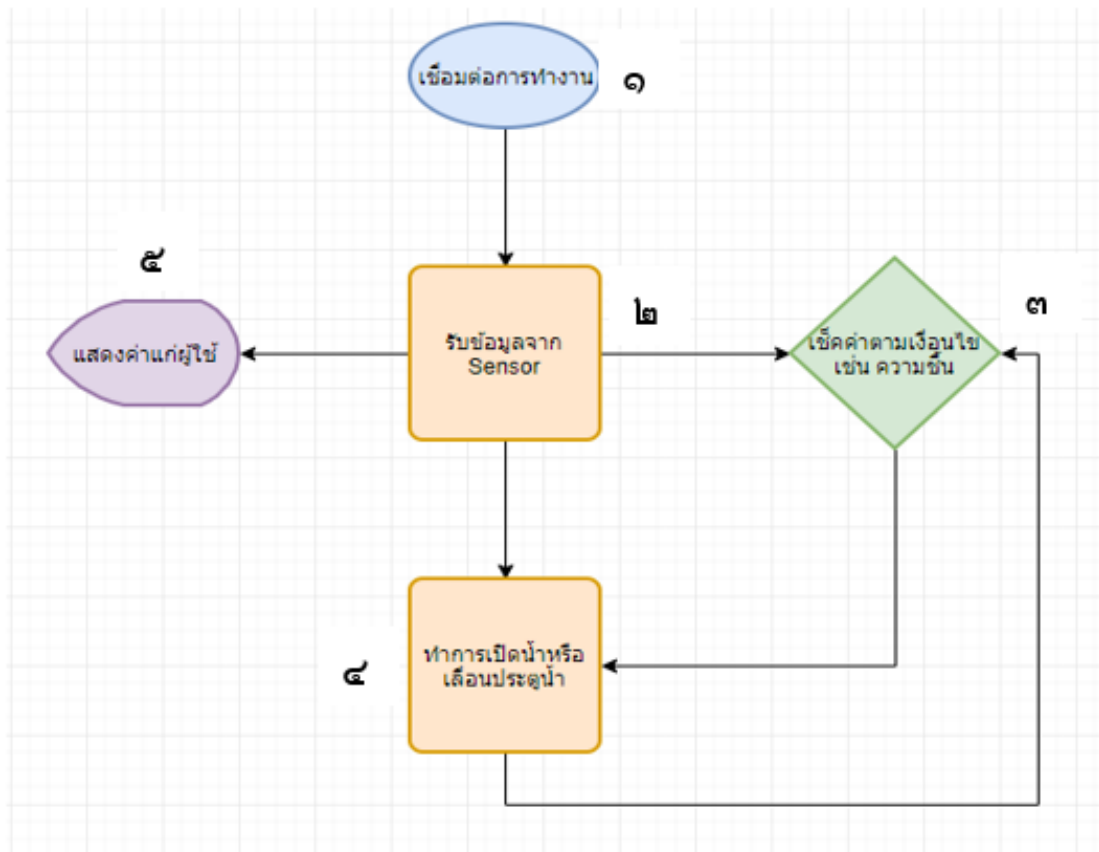


ภาพที่ 3-4 เครือข่ายของ LoRa

### 3.3 System Design

#### 3.3.1 รูปภาพที่ 3-5 ด้านล่างแสดงถึงการดีไซน์การออกแบบในรูปแบบของ Flow Chart

- หมายเลข ๑ หมายถึงสถานะการเชื่อมต่อจาก NB-IoT สู่อินเตอร์เน็ต
- หมายเลข ๒ หมายถึงการรับข้อมูลที่ได้มาจาก sensor แล้วส่งต่อข้อมูลที่ได้ให้กับหมายเลข ๓ และ ยังแสดงค่าที่ได้ให้กับผู้ใช้ทันทีในหมายเลข ๕
- หมายเลข ๓ ระบบจะทำการประมวลผลเพื่อเลือกเงื่อนไขว่าจะให้เปิดหรือปิดน้ำ
- หมายเลข ๔ ดำเนินการมาจากหมายเลข ๓ โดยใช้ solenoid valve ในการสั่งการเปิดหรือปิด
- หมายเลข ๕ แสดงค่าให้กับผู้ใช้

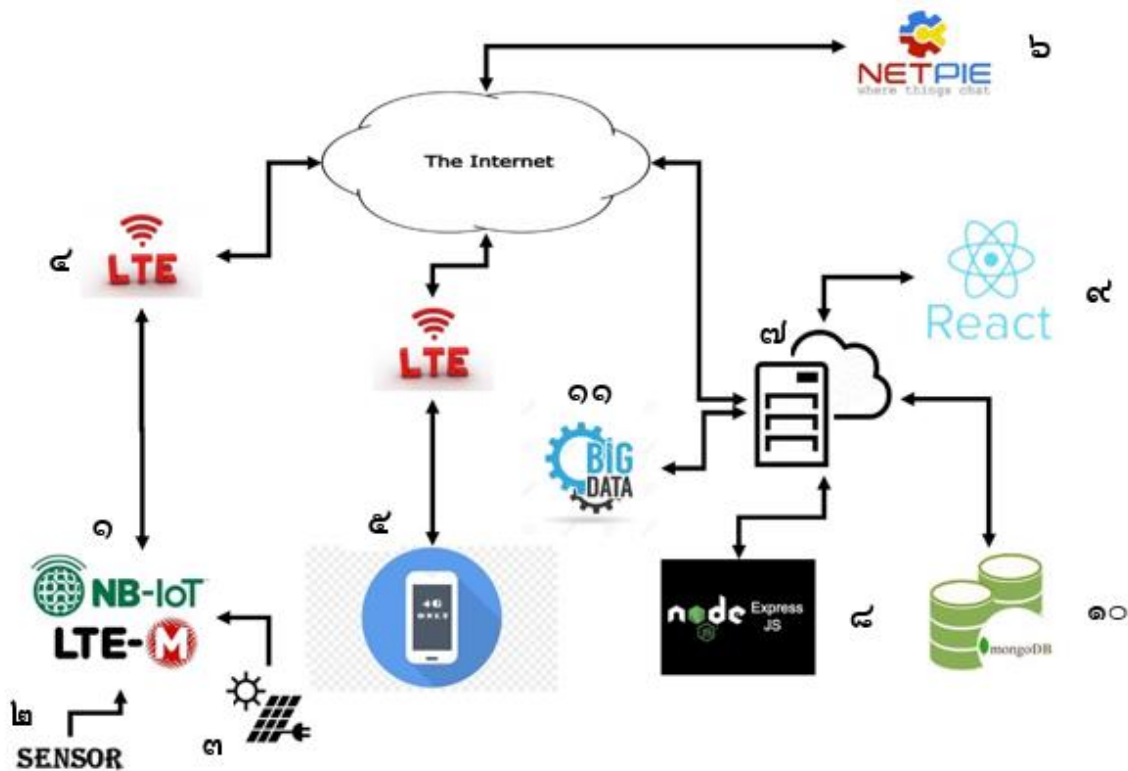


ภาพที่ 3-5 Flow Chart การทำงานของ Network ในโครงงานนี้

### 3.3.2 รูปภาพที่ 3-6 ด้านล่างแสดงถึงการเชื่อมโยงของส่วนต่าง ๆ ในโครงงานนี้

- หมายเลข ๑ คืออุปกรณ์ NB-IOT ทางอุปกรณ์ มีจุดเชื่อมต่อ แยกออกเป็น ส่วน ๆ
- หมายเลข ๒ คือ Input เป็นส่วนของ Sensor วัดความชื้น
- หมายเลข ๓ คือแหล่งจ่ายพลังงาน Solar Cell ถัดมาจุดเชื่อมโยง
- หมายเลข ๔ คือส่วนของการใช้สัญญาณ LTE มาต่อกับส่วนของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต
- หมายเลข ๕ คือส่วนของในส่วนที่เราใช้สั่งงาน สามารถใช้ทุกอุปกรณ์ที่สามารถเข้าอินเทอร์เน็ต ด้วย Browser ได้
- หมายเลข ๖ คือการส่งข้อมูลเพื่อแสดงเป็นกราฟจาก Netpie โดยนำเอา library มาใช้งาน
- หมายเลข ๗ เป็นส่วนของเครื่อง server ที่เป็นส่วนในการประมวลผลและเชื่อมโยงระหว่าง NB-IoT กับส่วนของการสั่งงานของภาพที่ ๕, ๘ และ ๙
- หมายเลข ๘ คือส่วนของเบื้องหลังการทำงานเว็บไซต์หรือ backend

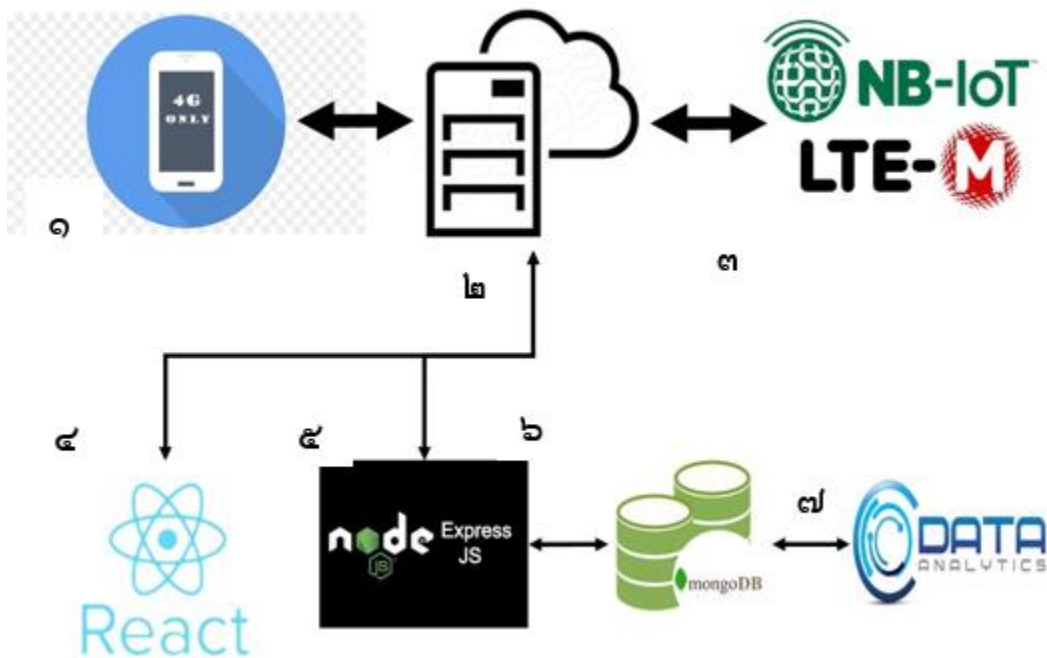
- หมายเลข ๙ เป็นส่วนของการแสดงผลด้าน UX/UI เพื่อแสดงผลกับผู้ใช้และตอบสนองกับการสั่งการเพื่อส่งไปยังส่วนของเบื้องหลังหรือ backend
- หมายเลข ๑๐ คือส่วนของการเก็บข้อมูล โดยจะรับเข้ามาผ่านทางด้านของ ระบบเบื้องหลัง
- หมายเลข ๑๑ เป็นส่วนที่ผู้จัดทำนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์และเก็บค่าไว้เพื่อใช้ในการปรับแต่งให้แก่ผู้นำไปใช้งานเบื้องต้น ทำให้ลดระยะเวลาการตั้งค่าด้วยตนเอง



ภาพที่ 3-6 แสดงการเชื่อมต่อของโครงข่ายในโครงงานนี้

### 3.3.3 ภาพที่ 3-7 ทิศทางของข้อมูล

- หมายเลข ๑ คือส่วนแสดงผลและสั่งงานให้กับผู้ใช้
- หมายเลข ๒ เป็นตัวกลางและส่วนของการประมวลผลระหว่างผู้ใช้กับ NB-IoT
- หมายเลข ๓ คืออุปกรณ์ NB-IoT
- หมายเลข ๔ ส่วนเครื่องมือในการแสดงผลกับผู้ใช้
- หมายเลข ๕ ส่วนเบื้องหลังการทำงานของเว็บไซต์
- หมายเลข ๖ หมายถึงส่วนเก็บข้อมูลซึ่งใช้ MongoDB
- หมายเลข ๗ เป็นส่วนที่ใช้ในการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลมาประมวลค่าต่าง ๆ เพื่อเป็นค่าพื้นฐานให้กับผู้ใช้งานในต่อไป



ภาพที่ 3-7 ทิศทางการไหลของข้อมูลที่ออกแบบ

## 3.4. System Implementation

### 3.4.1 อัฟโพลด์โปรแกรมให้ LoRa

การอัฟโพลด์โปรแกรมเราสามารถทำได้โดยใช้ Arduino IDE ขึ้นต่อไปหลังจากอัฟโพลด์แล้วนั้น เมื่อทำการทดสอบการเชื่อมต่อแล้วนั้นสามารถใช้งานได้โดย Join เข้าไปในระบบของ Cat ซึ่งมี Gateway ครอบคลุมจังหวัดภูเก็ต ผู้จัดทำได้ทำการทดลองใช้ Light sensor เพื่อทดลองรับและส่งค่าของข้อมูลต่าง ๆ ขึ้นไปในระบบพบว่าสามารถใช้งานได้

### 3.4.2 อัฟโพลด์โปรแกรมขึ้น NB-IoT

ในการอัฟโพลด์โปรแกรมขึ้นไปนั้นสามารถดูข้อมูลได้ที่ [www.aismagellen.com](http://www.aismagellen.com) ได้ซึ่งเราสามารถนำข้อมูลที่ได้นำมาใช้ ซึ่งการเชื่อมต่อจะใช้โปรโตคอล UDP/CoAP เราสามารถนำข้อมูลออกมาได้ในรูปแบบของ JSON ซึ่งจะนำมาประมวลผลต่อไปใน React-Native

### 3.4.3 เขียนโครงสร้างแอปพลิเคชัน

ใช้ React เพื่อสร้าง User Interface ในการเชื่อมต่อกับ Arduino Nb-IoT โดยสามารถใช้งานได้ทั้งระบบ Android และ ระบบ IOS โดย UI พื้นฐานจะมีการกดปิดน้ำ – เปิดน้ำ เพื่อให้ Solenoid Valve เปิด – ปิด ตามคำสั่งที่ส่งมาจากแอปพลิเคชัน

### 3.4.4 สร้างเซิร์ฟเวอร์เพื่อเป็นตัวกลางการติดต่อ

เพื่อให้การเชื่อมต่อมีความเสถียรผู้จัดทำจึงใช้ Cloud VPS ในการเป็นตัวกลางการติดต่อ โดยใช้ของ Amazon AWS ซึ่งมีทั้ง Linux, Windows โดยผู้จัดทำใช้ระบบปฏิบัติการ Linux เนื่องจากใช้ทรัพยากรน้อย และ สนับสนุนการใช้งานด้านการพัฒนาโปรแกรมต่าง ๆ ได้ง่ายมากกว่าของ Windows

### 3.4.5 สร้าง server ด้วย NodeJS

ในการสร้างระบบเบื้องหลังเพื่อติดต่อกับฐานข้อมูลและเบื้องหน้าการนำไปใช้จะเป็นการเขียนในเรื่องของฟังก์ชันต่าง ๆ ซึ่งแบ่งเป็นรูปแบบหลัก ๆ โดยจะเรียกว่า method ซึ่งแบ่งได้ 4 แบบที่นำมาใช้ในโครงงานนี้

- Method Get เป็นการใช่วิธีการส่งของข้อมูลไปสู่ระบบเบื้องหน้าเพื่อแสดงผล
- Method Post เป็นการนำข้อมูลที่ได้เปิดรอรับมาจากผู้ใช้งาน
- Method Delete คือวิธีการรับข้อมูลจากผู้ใช้งานลบค่าในฐานข้อมูล
- Method Put เป็นวิธีการในการแก้ไขฐานข้อมูลที่มีอยู่แล้ว

### 3.4.6 สร้างส่วนของการแสดงผลด้วย React

โดยในการออกแบบในตอนนี้อยู่จัดทำได้ออกแบบให้มีหน้าที่แสดงผลและตอบสนองกับผู้ใช้ 4 แบบ ซึ่งประกอบไปด้วย Home, Graph, Control, Profile ในภาพที่ 3-8 ซึ่งรายละเอียดดังนี้

- Home ใช้ในการแสดงผลข้อมูลทั่วไป
- Graph เพื่อแสดงค่าต่าง ๆ แบบทันที
- Control ใช้ควบคุมปิดเปิดด้วยตนเอง
- Profile ใช้เลือก profile หรือ preset ในการใช้งาน



ภาพที่ 3-8 ภาพการแสดงผล Navigation Bar

### 3.4.7 สร้าง Line Bot ด้วย messaging API

สร้างโดยใช้ NodeJS และ Ngrok ซึ่งสามารถทำได้โดยสมัครสมาชิกในส่วนของ Line Developer จากนั้นจึงนำ Token และ Channel ID ซึ่ง Line ได้มอบให้เพื่อนำมาพัฒนาต่อ โดยในส่วนของการพัฒนา ต้องใช้การพัฒนาที่เรียกว่า Webhook ซึ่งคล้ายกับการรับและส่งดังข้อที่ 3.4.6 ส่วน Line ต้องการเช็คความถี่ของ Server มีอยู่จริงหรือไม่ โดยการทดสอบการส่งข้อมูลโดยใช้ Method GET ซึ่งให้เราออกแบบให้ส่วนของ Server ตอบกลับสถานะด้วย Code 200 ซึ่งหมายถึงการรับและส่งข้อมูลสำเร็จ แล้วนำมาพัฒนาค่าต่าง ๆ ซึ่งใช้ในการควบคุมให้อุปกรณ์ IoT ของเราทำงานได้อย่างสะดวกมากขึ้น

### 3.5 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน / ระยะเวลา	ปี พ.ศ.2562 - พ.ศ. 2563																			
	ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
แก้ไขข้อผิดพลาดของอุปกรณ์																				
ทดลองใช้งานในสภาพแวดล้อมจริง																				
เพิ่มเติมส่วนของ Line Frontend Framework																				
เริ่มต้นใช้งาน Data Analysis																				
สรุปผลและประเมินราคาเพื่อเสนอขาย																				
เพิ่มเติมฟังก์ชันการทำงานจากผู้ใช้งานจริง																				

## บทที่ 4 ผลการดำเนินงานและสรุปผล

### 4.1 ผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานสามารถสร้างระบบการเชื่อมต่อพื้นฐานได้และสร้างหน้า UI พื้นฐาน พร้อมทั้งสร้างระบบหลังบ้าน และใช้งาน Database ในการเก็บและเรียกใช้ข้อมูล ส่วนของอุปกรณ์ hardware นั้นได้ปรับแต่งการเชื่อมต่อให้สามารถใช้งานได้เสถียรแต่ยังพบปัญหาการส่งเนื่องจาก library ไม่สามารถใช้งานได้ทันที จึงต้องเขียน library เองเพื่อให้ใช้งานได้ตามต้องการ

### 4.2 สรุปผลการทดลอง

ในโครงการนี้สามารถดำเนินการจนสามารถใช้งานได้บางส่วนแล้ว ยังมีในบางส่วนที่รอการประกอบใช้งานในส่วนต่าง ๆ ที่ยังต้องปรับแต่ง และยังเหลือในเรื่องของ data analytics เพื่อให้ใช้งานได้ตามแบบที่ผู้ใช้งานต้องการ

#### 4.2.1 การเชื่อมต่อระบบหลังบ้านกับฐานข้อมูล

สามารถเชื่อมต่อกันได้โดยอาจต้องเพิ่มเติมค่าของ sensor อื่น ๆ โดยในการทดลองใช้ 3 ตัวเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิในการเชื่อมต่อและส่งค่าให้กับระบบเบื้องหลังพร้อมจัดเก็บเข้าฐานข้อมูลได้อย่างเป็นระบบ

#### 4.2.2 NB-IoT

- ใช้งานในการส่ง Relay เพื่อเปิด-ปิดการทำงานของโมเดลจำลองเพื่อผ่านไฟได้
- สามารถรับส่งข้อมูลความชื้นในอากาศได้
- สามารถส่งข้อมูลความชื้นในดินได้

#### 4.2.3 ระบบแสดงผลกับผู้ใช้ (frontend)

ระบบหน้าบ้านมีความคืบหน้าในด้านการใช้งาน ส่วนของการออกแบบและความสวยงามต้องมีการออกแบบเพิ่มเติม คาดว่าในส่วนต่อไปจะนำการพัฒนาไปใช้กับ Line Front end Framework ซึ่งมีความสามารถในการแสดงผลส่วนของเว็บไซต์ในแอปพลิเคชันที่มีผู้ใช้งานอยู่ถึง 44 ล้านคนในประเทศไทยทำให้เป็นที่น่าสนใจในการพัฒนาเป็นอย่างยิ่ง

#### 4.2.4 ระบบฐานข้อมูล (database)

ใช้งานได้ดีในส่วนของการรับส่งข้อมูลซึ่ง MongoDB สามารถทำได้ดีกว่าในเรื่องของการอ่านข้อมูลเมื่อเทียบกับคู่แข่งอย่าง MySQL



#### 4.2.5 แบบจำลอง (model)

ส่วนของแบบจำลองค่อนข้างมีปัญหาเกี่ยวกับระบบไฟเนื่องจากแหล่งจ่ายใช้งานได้ไม่ดี ต้องกาแหล่งจ่ายใหม่ในการใช้งานอาจมีการ Restart เกิดขึ้นเนื่องจากไฟที่จ่ายไปไม่เสถียรต้องแก้ไขปัญหาเพิ่มเติมเรื่องระบบไฟ

### 4.3 ปัญหาและอุปสรรค

ในส่วนของ library ของ AIS ที่ใช้ในการอัปโหลดขึ้น Arduino การรับข้อมูลจากทางฝั่งระบบหลังบ้านมีปัญหาเล็กน้อยเนื่องจากต้องรับ IP ก่อนจึงจะนำมาใช้งานได้ อาจต้องทำการเขียนกฎการเชื่อมต่อใหม่ให้กับอุปกรณ์

ส่วนของ Hardware ไม่ได้ใช้การบัดกรีกับแผงรวมอุปกรณ์ ทำให้อุปกรณ์ไม่สามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพทำให้

### 4.4 ข้อเสนอแนะ

ควรหาตัวบอร์ดหรือชิปควบคุมที่มีราคาถูก เนื่องจากยังเป็นเทคโนโลยีใหม่ อาจมีราคาแพง แต่ปัจจุบันเริ่มมีผู้ผลิตเพิ่มมากขึ้น ผู้นำไปใช้สามารถใช้ชิปตัวอื่นนอกจากที่ได้นำเสนอในโครงการนี้การตั้งค่าในการติดต่อกับ NB-IoT บางครั้งข้อมูลที่ส่งระหว่างกันอาจเกิดการสูญหายเนื่องจากโปรโตคอลที่ใช้ เป็นโปรโตคอล UDP ซึ่งการใช้งานควรเพิ่มเงื่อนไขในการเช็คค่าข้อมูลรับและส่งสมบูรณ์หรือไม่

ตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ ควรใช้งานอุปกรณ์ที่มีราคาที่ไม่ต่ำเกินไป เพราะว่าประสิทธิภาพของเซ็นเซอร์ที่ได้ อาจไม่แม่นยำอีกทั้งความทนทานที่ได้ต่ำกว่าที่ควรได้รับ

## บรรณานุกรม

- [1] ร. กอเจริญ, “เอ็นบีไอโอที,” Wireless Technologies for Internet of Things, pp. 14, 15, 2017.
- [2] ArduinoAll. All rights reserved, 21 March 2019. [Online]. Available: <https://tinyurl.com/yxste6wo>.
- [3] Murata Manufacturing Co., Ltd., “www.murata.com,” Murata, 16 10 2018. [https://wireless.murata.com/RFM/data/type\\_abz.pdf](https://wireless.murata.com/RFM/data/type_abz.pdf). [%1 ที่เข้าถึง 26 02 2019].
- [4] Quectel Wireless Solutions Co., Ltd, “www.quectel.com,” quectel.com, 15 06 2017. [https://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/Quectel\\_BC95\\_Hardware\\_Design\\_V1.3.pdf](https://www.quectel.com/UploadImage/Downlad/Quectel_BC95_Hardware_Design_V1.3.pdf). [%1 ที่เข้าถึง 02 26 2019].
- [5] บ. โค้ดโมบายส์. จำกัด, “<http://www.arduino.codemobiles.com/>,” 2 August 2018. [Online]. Available: <https://tinyurl.com/y25z956o>
- [6] Saixiii , 5 Febuary 2020. [Online]. Available: <https://saixiii.com/what-is-udp> [วันที่เข้าถึง 6 02 2020]
- [7] BEST INTERNET, “<https://www.bestinternet.co.th/>” bestinternet.com. 5 02 2016. <https://bit.ly/3br4lGy>. [%1 ที่เข้าถึง 26 02 2019].

## ภาคผนวก

โค้ดที่ใช้ในการพัฒนา	
ส่วนของ Backend	<a href="https://github.com/fluke-jesadakorn/Smart_Farm_ALL_File/blob/master/Server/backend/">https://github.com/fluke-jesadakorn/Smart_Farm_ALL_File/blob/master/Server/backend/</a>
ส่วนของ Front End	<a href="https://github.com/fluke-jesadakorn/Smart_Farm_ALL_File/tree/master/Server">https://github.com/fluke-jesadakorn/Smart_Farm_ALL_File/tree/master/Server</a>
ส่วนของ Line Server	<a href="https://github.com/fluke-jesadakorn/Smart_Farm_ALL_File/blob/master/Server/backend/main/lineAPI.js">https://github.com/fluke-jesadakorn/Smart_Farm_ALL_File/blob/master/Server/backend/main/lineAPI.js</a>
ส่วนของ Nb-IoT	<a href="https://github.com/fluke-jesadakorn/Smart_Farm_ALL_File/tree/master/Arduino/upload">https://github.com/fluke-jesadakorn/Smart_Farm_ALL_File/tree/master/Arduino/upload</a>

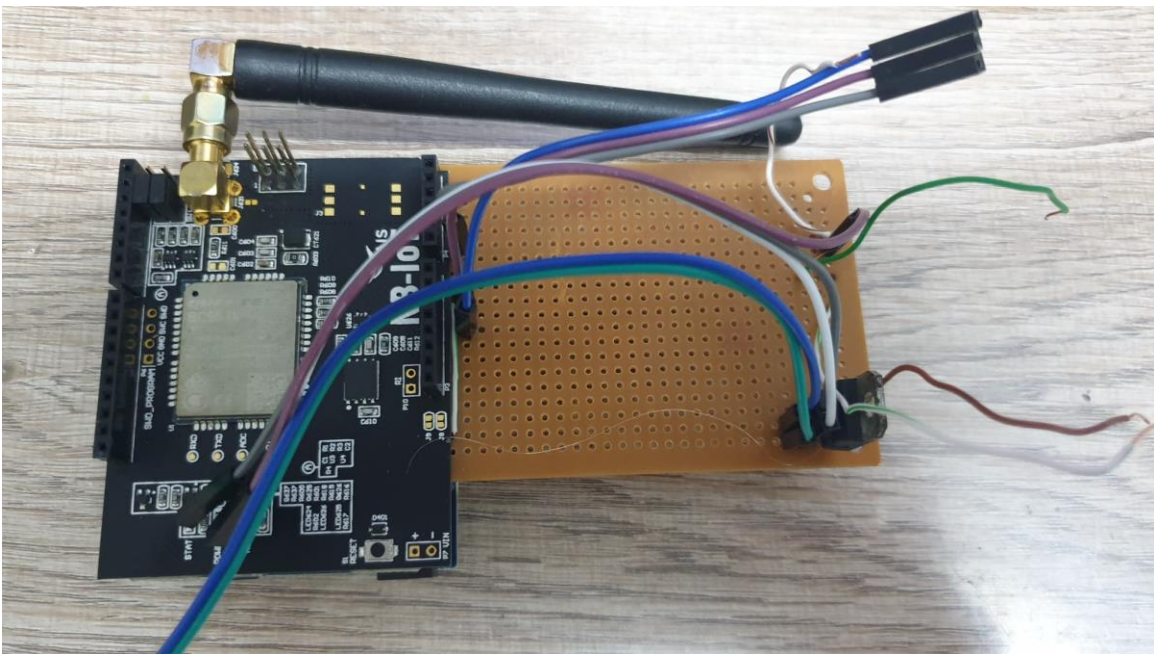
ส่วนของภาพขั้นตอนการพัฒนา



ภาพระหว่างการพัฒนาด้านแบบ

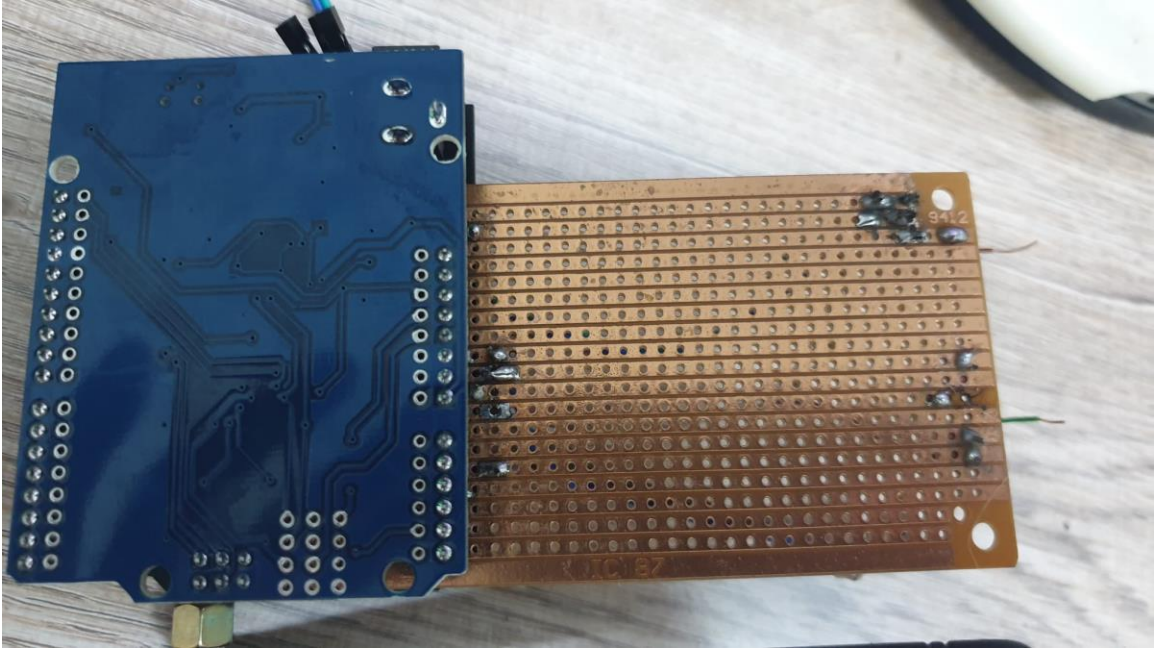


ภาพของแผงรับพลังงานแสงอาทิตย์



ภาพของอุปกรณ์ NB-IoT ที่บัดกรีวงจรเรียบร้อยแล้ว

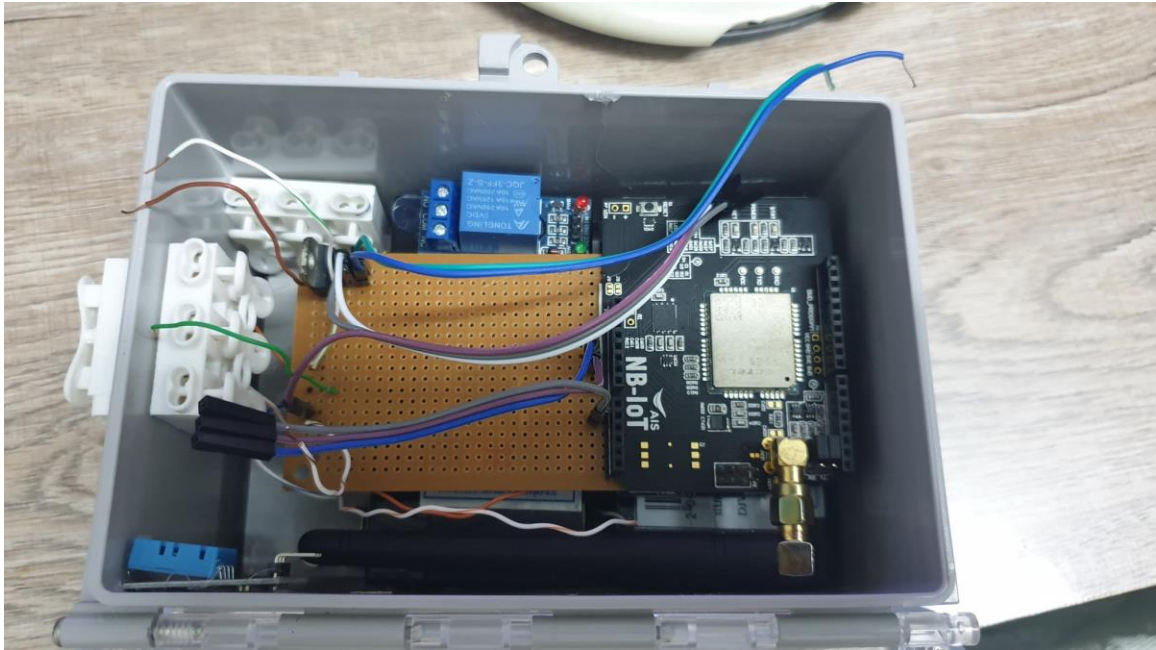




ภาพของด้านหลังอุปกรณ์ NB-IoT ที่บัดกรีวงจรเรียบร้อยแล้ว



ภาพของแบตเตอรี่ที่ใช้ขับเคลื่อนอุปกรณ์



ภาพเมื่อประกอบอุปกรณ์หลายชิ้นรวมกัน