

เทคนิคทางวิศวกรรมการใช้โมดูล IOT2050 และ NB-IoT เพื่อแสดงผลแบบ
แดชบอร์ด : กรณีศึกษาระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa
ENGINEERING TECHNIQUE FOR USING IOT2050 AND NB-IoT MODULES
FOR DASHBOARD MONITORING : A CASE STUDY OF LoRa-BASED
PARTICULATE MATTER MEASUREMENT SYSTEM



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
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.

ENGINEERING TECHNIQUE FOR USING IOT2050 AND NB-IoT MODULES
FOR DASHBOARD MONITORING : A CASE STUDY OF LoRa-BASED
PARTICULATE MATTER MEASUREMENT SYSTEM



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
SCHOOL 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.


ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2563
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ เทคนิคทางวิศวกรรมการใช้โมดูล IOT2050 และ NB-IoT เพื่อ
แสดงผลแบบแดชบอร์ด : กรณีศึกษาระบบตรวจวัดฝุ่นละอองใน
อากาศด้วยโมดูล LoRa

Thesis Title Engineering Technique for Using IOT2050 and NB-IoT
Modules for Dashboard Monitoring : A Case Study of
LoRa-Based Particulate Matter Measurement System

นักศึกษาผู้จัดทำ นายจอมภพ เหมือนจิตต์ รหัสนักศึกษา 60010127
นายภักคินันท์ บุญศิริชัย รหัสนักศึกษา 60010757
นายมัศดา หิรัญสิริสวัสดิ์ รหัสนักศึกษา 60010831

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ
ปีการศึกษา 2563
อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.กฤษณ์ เสมอพิทักษ์

อาจารย์ที่ปรึกษา	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.กฤษณ์ เสมอพิทักษ์	

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	เทคนิคทางวิศวกรรมการใช้โมดูล IOT2050 และ NB-IoT เพื่อแสดงผลแบบแดชบอร์ด : กรณีศึกษาระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa		
นักศึกษา	นายจอมภพ เหมือนจิตต์	รหัสนักศึกษา	60010127
	นายภักคินันท์ บุญศิริชัย	รหัสนักศึกษา	60010757
	นายมัศดา หิรัญสิริสวัสดิ์	รหัสนักศึกษา	60010831
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.กฤษณ์ เสมอพิทักษ์		
ปีการศึกษา	2563		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอเทคนิคทางวิศวกรรมสำหรับการใช้เกตเวย์ IOT2050 ร่วมกับโมดูล NB-IoT เพื่อแสดงผลค่าพารามิเตอร์ที่สนใจด้วยแดชบอร์ดบนระบบคลาวด์โดยใช้ซอฟต์แวร์ Node-RED โดยมีระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศแบบไร้สายเทคโนโลยี LoRa เป็นกรณีศึกษาซึ่งประกอบไปด้วยโมดูลมาสเตอร์ LoRa หนึ่งชุด และโมดูลสเลฟ LoRa ที่เหมือนกันสามชุด ค่าพารามิเตอร์สำหรับโมดูลสเลฟที่ต้องการแสดงผลบนแดชบอร์ด ได้แก่ ค่าพิกัดบนโลก ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ (AQI) และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ โดยมีการใช้เกตเวย์ IOT2050 เพื่อส่งชุดคำสั่ง 'AT Command' ไปยังโมดูลมาสเตอร์ LoRa สำหรับการอ่านและเขียนข้อมูลบนโมดูลสเลฟ LoRa แต่ละตัว มาสเตอร์สามารถสื่อสารกับสเลฟได้ทีละตัวโดยใช้แอดเดรสเฉพาะของสเลฟ ซึ่งเป็นไปตามหลักการการสื่อสารของมาสเตอร์-สเลฟ โดยเริ่มจากการส่งคำร้องขอจากมาสเตอร์ไปยังสเลฟเพื่ออ่านข้อมูลที่ถูกระบุไว้ ภายหลังเมื่อมาสเตอร์ได้รับการตอบกลับ มาสเตอร์จะส่งคำสั่งเพื่อให้สเลฟตัวดังกล่าวเข้าสู่โหมด 'Sleep' เพื่อประหยัดพลังงาน จากนั้นมาสเตอร์จะส่งคำร้องขอไปยังสเลฟตัวถัดไป การเขียนโปรแกรมสำหรับเกตเวย์ IOT2050 ด้วยซอฟต์แวร์ Node-RED เพื่อแปลงข้อมูลที่ได้รับจากมาสเตอร์ ให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการซึ่งเหมาะสมสำหรับแพลตฟอร์มคลาวด์และเหมาะสมสำหรับการแสดงผลบนแดชบอร์ดที่คอมพิวเตอร์ซึ่งเชื่อมต่อกับเกตเวย์ IOT2050 นอกจากนี้ฐานข้อมูลยังสร้างขึ้นสำหรับการบันทึกข้อมูลที่ต้องการจากเกตเวย์ IOT2050 เพื่อตรวจสอบการแจ้งเตือนโดยใช้ฟังก์ชัน 'LINE Notify' รวมทั้งเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลในฐานข้อมูล ยิ่งไปกว่านั้น ยังมีการใช้ NB-IoT เพื่อรับ-ส่งข้อมูลผ่านบรอดแบนด์เซลลูลาร์ความถี่ 900 MHz ระหว่างเกตเวย์ IOT2050 และแพลตฟอร์มคลาวด์โดยใช้โปรโตคอล UDP เพื่อแสดงผลค่าพารามิเตอร์ที่สนใจจากระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศบนแดชบอร์ด ซึ่งผลการทดลองยืนยันได้ว่า เทคนิคทางวิศวกรรมที่นำเสนอสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุใดเปลี่ยนแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สร้างวิธีการใช้เกตเวย์ IOT2050 และโมดูล NB-IoT เพื่อรับ-ส่งข้อมูลที่ได้จากกรณีศึกษาไปแสดงผล
ด้วยแดชบอร์ดบนระบบคลาวด์ได้สำเร็จ

คำสำคัญ: แดชบอร์ด, IOT2050, โมดูลมาสเตอร์ LoRa, NB-IoT, โมดูลสเลฟ 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.

Thesis Title	Engineering Technique for Using IOT2050 and NB-IoT Modules for Dashboard Monitoring : A Case Study of LoRa-Based Particulate Matter Measurement System		
Students	Mr. Jompop Muanchittra	Student ID	60010127
	Mr. Pakkinun Boonsirichai	Student ID	60010757
	Mr. Masada Hiransiriswad	Student ID	60010831
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Krit Smerpitak		
Academic Year	2020		

ABSTRACT

This thesis presents an engineering technique for utilizing of an IOT2050 gateway in combination with an NB-IoT module to display the interested parameters on Node-RED-based cloud dashboards. The LoRa-based wireless measurement system for particulate matters (PMs) is employed as a case study, which consist of one master LoRa module and three identical slave LoRa modules. The parameters defined for each slave to display on dashboards are geographic coordinates, temperature, humidity, PM2.5 (AQI), and battery percentage. The IOT2050 gateway module is used for sending 'AT Command' instruction set to the master LoRa module to read and write data on each slave LoRa module. Based on master-slave principle, the master can communicate each slave individually using its specific address. The master sends the request to the designed slave for reading its stored data, and after receiving the response from the designed slave, the master sends the command for bringing it to the 'Sleep' mode in order to save its energy power consumption. Next, the master will send the command to request the next slave. The Node-RED programming is performed for running on the IOT2050 gateway to convert the data received from the master into the required format suitable for the cloud platform as well as the required format suitable for dashboard displays at a personal computer connected with the IOT2050 gateway. In addition, the database is also created for recording the selected data from the IOT2050 gateway in order to verify alert notifications using 'LINE Notify'.

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

function as well as to perform historian data analysis. Moreover, the NB-IoT is used for data transfers via 900 MHz cellular broadband between the IOT2050 gateway and the cloud platform using UDP protocol to display dashboards of the interested parameters from the PM measurement system. Experimental results confirm that the proposed engineering technique can provide a solution for using the IOT2050 gateway and NB-IoT module to successfully transfer the measured results from the case study to show on the created cloud dashboards.

Keywords: Dashboard, IOT2050, Master LoRa Module, NB-IoT, Slave LoRa Module



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

III

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

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะสำเร็จลุล่วงไม่ได้ หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์และความช่วยเหลือดูแลเอาใจใส่เป็นอย่างดีจากหลายฝ่าย โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ผศ.ดร.กฤษณ์ เสมอพิทักษ์ อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ ที่กรุณาเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ที่คอยให้คำปรึกษา จุดประกายแนวคิดหลักของปริญญาานิพนธ์ รวมถึงวิธีการแก้ไขปัญหา และอุปสรรคต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นตั้งแต่เริ่มทำปริญญาานิพนธ์จนกระทั่ง ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ทางคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณคณาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ได้เมตตาและให้คำแนะนำ ตลอดจนคอยกำกับติดตาม ไล่ถามความเป็นไปของปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้คณะผู้จัดทำดำเนินงานได้จนสำเร็จตามแผนการดำเนินงาน

ที่ขาดไปไม่ได้เลย คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณกำลังใจที่ดีจากครอบครัว เพื่อน รุ่นพี่ รุ่นน้อง ตลอดจนบุคคลต่าง ๆ ที่ไม่สามารถกล่าวชื่อนามได้ทั้งหมดในที่นี้ ท่านเหล่านี้ล้วนเป็นกำลังใจที่สำคัญคอยให้การสนับสนุนช่วยเหลือที่ดีมาโดยตลอด คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความปรารถนาดีของท่านเป็นอย่างยิ่ง สุดท้ายนี้คุณค่าและประโยชน์ใด ๆ ที่พึงมีจากการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ขอยกให้แก่บิดา มารดา ครูบาอาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่านสืบไป

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	IV
สารบัญ.....	V
สารบัญตาราง.....	IX
สารบัญรูปภาพ.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท.....	2
1.3 ขอบเขตของปริญญาโท.....	2
1.4 แผนการดำเนินงาน.....	3
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	6
2.1 กล่าวนำ.....	6
2.2 IoT Gateway.....	6
2.2.1 Siemens IOT2050.....	7
2.2.2 การประยุกต์ใช้ IOT2050.....	8
2.3 NB-IoT.....	9
2.3.1 คุณสมบัติของ NB-IoT.....	10
2.3.2 การประยุกต์ใช้ NB-IoT.....	11
2.4 เทคโนโลยี LoRa.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่มีเหตุที่สมควรขออนุญาต และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4.2 Network architecture ของ LoRa	14
2.4.3 การประยุกต์ใช้ LoRa	15
2.5 Cloud.....	16
2.5.1 NETPIE.....	16
2.5.2 Ubidots	18
2.6 AT Command.....	22
2.6.1 AT Command ที่ใช้กับ NB-IoT	22
2.6.2 AT Command ที่ใช้กับโมดูลมาสเตอร์ LoRa	23
2.7 Node-RED	23
2.8 Microsoft SQL Server.....	25
บทที่ 3 เทคนิคทางวิศวกรรมการใช้โมดูล IOT2050 และ NB-IoT.....	27
3.1 กล่าวนำ.....	27
3.2 กรณีศึกษาระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa	27
3.2.1 ระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa.....	27
3.2.2 ภาพรวมของระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa ที่ใช้งานร่วมกับ IOT2050 และ NB-IoT	28
3.3 เทคนิคทางวิศวกรรมในส่วนของการตั้งค่าอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง.....	29
3.3.1 การตั้งค่าเริ่มต้นเพื่อใช้งาน IOT2050.....	29
3.3.2 การตั้งค่าระหว่าง IOT2050 และ NB-IoT.....	34
3.3.3 การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง IOT2050 และโมดูลมาสเตอร์ LoRa	37
3.4 เทคนิคทางวิศวกรรมในส่วนของการเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Node-RED	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
3.4.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม..... 38
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.4.2 การเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน NB-IoT	39
3.4.3 การเขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa	42
3.4.4 การเขียนโปรแกรมเพื่อแยกข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa	44
3.4.5 การเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผลบนแดชบอร์ดของซอฟต์แวร์ Node-RED.....	46
3.4.6 การเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE	50
3.4.7 การเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปคลาวด์ Ubidots.....	52
3.4.8 การเขียนโปรแกรมเพื่อแจ้งเตือนบน Line Notify.....	53
3.5 การสร้างฐานข้อมูลบน Microsoft SQL Server	57
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	59
4.1 กล่าวนำ.....	59
4.2 แดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED.....	59
4.3 แดชบอร์ดบนระบบคลาวด์.....	63
4.3.1 แดชบอร์ดบนคลาวด์ NETPIE	63
4.3.2 แดชบอร์ดบนคลาวด์ Ubidots.....	66
4.4 การแจ้งเตือนบน Line Notify.....	67
4.5 Microsoft SQL Server.....	68
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ.....	69
5.1 กล่าวนำ.....	69
5.2 สรุปผลการดำเนินงาน	69
5.3 ปัญหาและวิธีการแก้ไข	70
5.3.1 ปัญหาที่พบ	70
5.3.2 วิธีการแก้ไข.....	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่มีเหตุที่แตกต่างเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	70
เอกสารอ้างอิง	71



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

VIII

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

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 ตารางเวลาการดำเนินงาน	4
3.1 AT Command ที่ใช้กับโมดูลมาสเตอร์ LoRa.....	28
3.2 AT Command ที่ใช้กับ NB-IoT	40



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 IoT Gateway	6
2.2 อินเทอร์เน็ตของ IOT2050	7
2.3 เมนบอร์ดของ SIMATIC IOT2050 พร้อมคำอธิบาย.....	8
2.4 สถาปัตยกรรมระบบที่มี IoT Gateway	9
2.5 NB-IoT รุ่น DEVIO NB-SHIELD I.....	10
2.6 อินเทอร์เน็ตของ NB-IoT รุ่น DEVIO NB-SHIELD I.....	11
2.7 การประยุกต์ใช้ NB-IoT เพื่อตรวจสอบพิกัดด้วย GPS	12
2.8 ลักษณะการทำงานของ LoRa แต่ละคลาส	14
2.9 สถาปัตยกรรมระบบของ LoRa.....	15
2.10 การประยุกต์ใช้ LoRa ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรบนที่สูง	15
2.11 IoT Cloud Platforms ที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน	16
2.12 วิธีการสื่อสารของสิ่งต่าง ๆ ผ่าน NETPIE.....	17
2.13 ตัวอย่างการส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE ผ่านโปรแกรม Hercules	17
2.14 แดชบอร์ดจากการส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE ผ่านโปรแกรม Hercules	18
2.15 การสมัครใช้งาน Ubidots.....	19
2.16 บริการเพิ่มเติมจาก Ubidots.....	19
2.17 จำลองการส่งข้อมูลไปคลาวด์ Ubidots ผ่านโปรแกรม Hercules.....	20
2.18 ตัวเก็บข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นจากการส่งข้อมูลไปคลาวด์ Ubidots ผ่านโปรแกรม Hercules.....	21
2.19 แดชบอร์ดจากการส่งข้อมูลไปคลาวด์ Ubidots ผ่านโปรแกรม Hercules.....	21
2.20 ผลลัพธ์จากการส่ง AT Command ไปที่ NB-IoT.....	22
2.21 การส่งคำสั่ง AT เพื่อให้โมดูลสเลฟ LoRa อ่านค่าจากเซ็นเซอร์และเข้าสู่โหมดหลับ	23
2.22 สัญลักษณ์ของซอฟต์แวร์ Node-RED.....	24
2.23 ตัวอย่างแดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED	24
2.24 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Microsoft SQL Server	25
2.25 การใช้งาน Microsoft SQL Server ผ่านแพลตฟอร์มต่าง ๆ	26
2.26 หน้าแรกของโปรแกรม Microsoft SQL Server.....	26
3.1 ระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด 3.1 ระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa

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

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.2 สถาปัตยกรรมระบบ	29
3.3 การลง Image file ใน Micro SD card	30
3.4 การใส่ Micro SD card เข้าไปใน IOT2050	30
3.5 การตั้งค่าพอร์ตเป็นอัตโนมัติให้ค้นหาไอพีอัตโนมัติ	31
3.6 การเปลี่ยน IP Ethernet ของคอมพิวเตอร์.....	31
3.7 การตั้งค่า Sharing Wi-Fi.....	32
3.8 การค้นหาไอพีของ IOT2050 ผ่านโปรแกรม IP Scanner.....	32
3.9 หน้าแรกของโปรแกรม PuTTY	33
3.10 Enable Auto Start node-red	33
3.11 หน้าแรกของโปรแกรม Node-RED	34
3.12 การเชื่อมต่อ NB-IoT เข้ากับ IOT2050	34
3.13 การดาวน์โหลด Serial port ของ IOT2050 บนโปรแกรม Node-RED	35
3.14 การเข้าโปรแกรม PuTTY ผ่านไอพีเพื่อตั้งค่า IOT2050.....	35
3.15 Enable UART_RX และ UART_TX ของ IOT2050 เพื่อใช้งานกับ NB-IoT	36
3.16 การทดสอบส่ง AT เพื่อให้ NB-IoT ตอบ OK กลับมา	36
3.17 การเชื่อมต่อโมดูลมาสเตอร์ LoRa กับ IOT2050.....	37
3.18 การทดสอบการใช้งานโมดูลมาสเตอร์ LoRa กับ IOT2050	37
3.19 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบ	38
3.20 โฟลว์ทั้งหมดในการเริ่มต้นเพื่อใช้งาน NB-IoT	39
3.21 ฟังก์ชันเลือกระบบคลาวด์ในการส่งข้อมูล.....	40
3.22 ฟังก์ชันกำหนดค่าไอพีและพอร์ตของคลาวด์ที่ต้องการ.....	41
3.23 ขั้นตอนการใช้งาน NB-IoT	41
3.24 โฟลว์ทั้งหมดของการอ่านข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa	42
3.25 ฟังก์ชันรีเซ็ตตัวแปรทั้งหมดให้กลายเป็นศูนย์.....	43
3.26 ฟังก์ชันรันสแต็ปให้ทำงานเป็นลำดับ.....	43
3.27 โฟลว์ทั้งหมดของการแยกข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa	44
3.28 ฟังก์ชันที่ใช้เรียกข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 02. ถ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการแก้ไข	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีสงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด

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

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.29 ฟังก์ชันที่ใช้ตัดข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa	45
3.30 ฟังก์ชันนับเพื่อแยกข้อมูลแล้วเก็บในแต่ละตัวแปร	45
3.31 โฟลว์ทั้งหมดของการทำแดชบอร์ด	46
3.32 แดชบอร์ดที่ออกแบบหน้าที่ 1	47
3.33 แดชบอร์ดที่ออกแบบหน้าที่ 2	47
3.34 แดชบอร์ดที่ออกแบบหน้าที่ 3	48
3.35 ฟังก์ชันที่นำเอาข้อมูลที่ได้จากการตัดข้อความไปใช้บนแดชบอร์ด.....	48
3.36 แดชบอร์ดค่าสถิติจุด.....	49
3.37 แดชบอร์ดค่าอุณหภูมิในรูปแบบเกจวัด.....	49
3.38 แดชบอร์ดตำแหน่งบนโลกโดยใช้สถิติจุดและลองจิจูด.....	50
3.39 โฟลว์ทั้งหมดในการส่งข้อมูลจากโมดูล LoRa ไปคลาวด์ NETPIE	50
3.40 ฟังก์ชันแปลงข้อมูลจาก String เป็น Hex ของคลาวด์ NETPIE.....	51
3.41 ฟังก์ชันเพื่อส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE.....	51
3.42 โฟลว์ทั้งหมดในการส่งข้อมูลจากโมดูล LoRa ไปคลาวด์ Ubidots.....	52
3.43 ฟังก์ชันแปลงข้อมูลจาก String เป็น Hex ของคลาวด์ Ubidots.....	52
3.44 ฟังก์ชันเพื่อส่งข้อมูลไปบนคลาวด์ Ubidots.....	53
3.45 โฟลว์ทั้งหมดของการส่งแจ้งเตือนบน Line Notify.....	54
3.46 ฟังก์ชันที่ระบุชื่ออุปกรณ์และโทเคนที่ต้องการสื่อสาร	55
3.47 ฟังก์ชันเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิในการส่งแจ้งเตือน	55
3.48 ฟังก์ชันเปรียบเทียบค่าความชื้นในการส่งแจ้งเตือน.....	56
3.49 ตัวอย่างข้อความที่ส่งไปยัง Line Notify.....	56
3.50 การกำหนด Token ในการส่งไปยัง Line Notify.....	57
3.51 หน้าจอ Microsoft SQL Server ก่อนเข้าสู่ระบบ	57
3.52 หน้าจอ Microsoft SQL Server ขณะกำหนดชื่อคอลัมน์ และประเภทของข้อมูล	58
3.53 การกำหนดชื่อคอลัมน์ และประเภทของข้อมูล	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้ใช้เฉพาะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใด 4.2 ข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03 ในรูปแบบเกจวัดแล้วของเอกสารทุกครั้งที่มีการปรับปรุงใช้

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

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.3 แผนที่พิกัดของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03.....	60
4.4 ภาพรวมของแดชบอร์ดหน้าที่ 2.....	61
4.5 ข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 04.....	61
4.6 ข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 04 ในรูปแบบเกจวัด.....	62
4.7 แผนที่พิกัดของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 04.....	62
4.8 ภาพรวมของแดชบอร์ดหน้าที่ 3.....	63
4.9 ผลลัพธ์จากการส่งข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa ไปคลาวด์ NETPIE.....	64
4.10 เกจวัดค่าต่าง ๆ บนคลาวด์ NETPIE.....	64
4.11 พิกัดตำแหน่งโมดูลสเลฟ LoRa บนคลาวด์ NETPIE.....	65
4.12 ภาพรวมแดชบอร์ดคลาวด์ NETPIE จากข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa.....	65
4.13 ผลลัพธ์จากการส่งข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa ไปคลาวด์ Ubidots.....	66
4.14 แดชบอร์ดคลาวด์ Ubidots จากข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa.....	66
4.15 การแจ้งเตือนบน Line Notify เมื่อค่าอุณหภูมิหรือความชื้นเกินกว่าค่าที่กำหนด.....	67
4.16 การแจ้งเตือนบน Line Notify เมื่อค่าอุณหภูมิหรือความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนด.....	67
4.17 การแจ้งเตือนบน Line Notify เมื่อค่าอุณหภูมิหรือความชื้นอยู่ในช่วงปกติ.....	67
4.18 หน้าจอข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa บนโปรแกรม Microsoft SQL Server.....	68
4.19 ข้อมูลที่ถูกเก็บในฐานข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 02.....	68

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

IOT2050 [1] เป็นอุปกรณ์ที่เป็นตัวช่วยให้เกิดการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ฟิลด์ (Field device) ให้เข้าสู่อินเทอร์เน็ต (Internet) และระบบคลาวด์ (Cloud) ต่าง ๆ ได้ง่ายขึ้น นำไปสู่การพัฒนางานและบริการประเภท Industrial IoT โดยการใช้งาน IOT2050 สามารถทำการโปรแกรม (Program) ได้หลากหลายแพลตฟอร์ม (Platform) ไม่ว่าจะเป็น Arduino Sketch, C/C++ หรือ Node-red ทั้งยังมีแอปพลิเคชัน (Application) ให้ใช้งานมากมาย ยกตัวอย่างเช่น การทำ Notification, การใช้งาน MQTT, การใช้งานร่วมกับ Dweet.io และ Freeboard.io, การใช้งานร่วมกับ ThingSpeak, การใช้งานร่วมกับ Ubidots, การใช้งานร่วมกับ IFTTT และการใช้งานร่วมกับ IoTtweet

NB-IoT [2] คือ บอร์ดสื่อสารสำหรับเครือข่าย LTE-Cat.NB1 โดยใช้โมดูล (Module) รุ่น BC95-B8 ซึ่งรองรับการใช้งานในย่านความถี่ 900 MHz พร้อมความสะดวกในการใช้งานผ่าน USB โดย NB-IoT เหมาะกับการนำไปพัฒนาแอปพลิเคชันไอโอที (Internet of Things: IoT)

LoRa [3] เป็นเทคโนโลยีการมอดูเลชัน (Modulation) หรือการเข้ารหัสสัญญาณทางไฟฟ้าในรูปแบบเฉพาะ ซึ่งการมอดูเลชันแบบ LoRa เป็นลิขสิทธิ์เฉพาะของบริษัท Semtech ที่ผูกขาดลิขสิทธิ์และเป็นผู้เดียวที่ผลิตชิปไอซี (IC Ship) สื่อสารไร้สายที่มีการมอดูเลชันแบบ LoRa โดยการใช้งาน LoRa สามารถใช้งานได้แบบเสรี คือหากมีฮาร์ดแวร์ (Hardware) ก็สามารถนำมาใช้ในการสื่อสารได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องใช้บริการจากผู้ให้บริการต่าง ๆ โดยคำว่า “LoRa” ย่อมาจาก Long range มักถูกนำไปใช้เรียกอุปกรณ์ที่ใช้การมอดูเลชันแบบ LoRa เนื่องจากอุปกรณ์กลุ่มนี้สามารถสื่อสารด้วยกันได้ในระยะไกล

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นคณะผู้จัดทำมีความต้องการที่จะนำเสนอเทคนิคทางวิศวกรรมสำหรับการใช้โมดูล IOT2050 และ NB-IoT เพื่อการแสดงผลแบบแดชบอร์ด (Dashboard) บนซอฟต์แวร์ (Software) Node-RED และคลาวด์ จัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล แจ้งเตือนสถานะทาง Line Notify โดยเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Node-RED ซึ่งมีระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa เป็นกรณีศึกษา

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.

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท

นำเสนอเทคนิคทางวิศวกรรมสำหรับการใช้โมดูล IOT2050 และ NB-IoT เพื่อการแสดงผลด้วยแดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED และระบบคลาวด์ จัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล แจ้งเตือนสถานะทาง Line Notify โดยเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Node-RED ซึ่งมีระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa เป็นกรณีศึกษา

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

1.3.1 กรณีศึกษาระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa

- ระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa ประกอบไปด้วย โมดูลมาสเตอร์ LoRa (Master LoRa Module) และโมดูลสเลฟ LoRa (Slave LoRa Module)

- โมดูลมาสเตอร์ LoRa มี 1 ชุด โดยประกอบไปด้วย โมดูล LoRa และ ESP32 ซึ่งติดตั้งโมดูลที่ห้องคอนโทรลรูม (Control room)

- โมดูลสเลฟ LoRa มี 3 ชุด โดยประกอบไปด้วย โมดูล LoRa, ESP32, โมดูลตรวจจับตำแหน่งจีพีเอส (Global Positioning System: GPS), เซนเซอร์ (Sensors) วัดอุณหภูมิ ความชื้น และโมดูลตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ ซึ่งโมดูลมีการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดเหมือนกันทั้งสามชุด มีการกำหนดแอดเดรส (Address) โมดูลทั้งสามชุดให้แตกต่างกัน และมีการติดตั้งโมดูลในสถานที่แตกต่างกัน

- ค่าที่ใช้ในการแสดงผลด้วยแดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED และระบบคลาวด์เหมือนกัน ประกอบไปด้วย พิกัดตำแหน่ง ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ (Battery percentage)

1.3.2 การใช้งาน IOT2050 และ NB-IoT

- ใช้ IOT2050 ของบริษัท SIEMENS รุ่น 6ES7647-0BA00-0YA2

- ใช้ NB-IoT รุ่น DEVIO NB-SHIELD I โดยใช้ชิพของ AIS และใช้ความถี่ 900 MHz

1.3.3 เทคนิคทางวิศวกรรม หมายถึง การตั้งค่าอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและการเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Node-RED เพื่อให้ IOT2050 สามารถใช้งานร่วมกับ NB-IoT ส่งข้อมูลจากโมดูล LoRa ไปคลาวด์

- การตั้งค่าอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ประกอบไปด้วย

- การตั้งค่าเริ่มต้นของ IOT2050 เพื่อเริ่มใช้งาน

- การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง IOT2050 และ NB-IoT

- การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง IOT2050 และโมดูลมาสเตอร์ LoRa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ - การเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Node-RED ประกอบไปด้วยให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุที่ - การเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน NB-IoT 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.

- การเขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa
- การเขียนโปรแกรมเพื่อทำการตัดแบ่งข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa
- การเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผลบนแดชบอร์ด
- การเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE
- การเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปคลาวด์ Ubidots
- การเขียนโปรแกรมเพื่อแจ้งเตือนบน Line Notify

1.3.4 การแสดงผลด้วยแดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED และระบบคลาวด์

- แดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED ของ IOT2050 มีทั้งหมดสามหน้า โดยข้อมูลที่แสดงบนนั้นประกอบไปด้วย เกจ (Gauge) วัดแสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ เปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ และแผนที่แสดงตำแหน่งของโมดูลสเลฟ LoRa ซึ่งทั้งสามหน้ามีการแสดงผลที่เหมือนกันต่างกันที่ข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa แต่ละตัว แดชบอร์ดหน้าที่หนึ่งแสดงข้อมูลของโมดูลหมายเลข 02 แดชบอร์ดหน้าที่สอง แสดงข้อมูลของโมดูลหมายเลข 03 และแดชบอร์ดหน้าที่สาม แสดงข้อมูลของโมดูลหมายเลข 04

- แดชบอร์ดบนระบบคลาวด์

- คลาวด์ NETPIE แสดงข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03 ซึ่งแสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศและเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ในรูปแบบเกจวัด และแผนที่แสดงตำแหน่งของโมดูลสเลฟ LoRa

- คลาวด์ Ubidots แสดงข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03 และ 04 ซึ่งแสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นในรูปแบบเกจวัด

1.3.5 Line Notify มีการแจ้งเตือนสามสถานะ โดยใช้ค่าอุณหภูมิและความชื้นเป็นตัวกำหนดเงื่อนไข ซึ่งประกอบไปด้วย เมื่อค่าเกินกว่าที่กำหนด เมื่อค่าต่ำกว่าที่กำหนด และเมื่อค่าอยู่ในช่วงปกติ

1.3.6 ระบบฐานข้อมูลใช้โปรแกรม Microsoft SQL Server เพื่อจัดเก็บข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ สำหรับดูข้อมูลย้อนหลังและใช้ตรวจสอบความถูกต้องของการแจ้งเตือนบน Line Notify ซึ่งข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในฐานข้อมูล ประกอบไปด้วย ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่

1.4 แผนการดำเนินงาน

1.4.1 กำหนดหัวเรื่องที่ต้องการศึกษา

1.4.2 ศึกษาการใช้งาน IOT2050, NB-IoT และโมดูล LoRa

1.4.3 เขียนโปรแกรมเก็บและแสดงผลข้อมูลจากดูล LoRa ผ่านซอฟต์แวร์ Node-RED

1.4.4 นำข้อมูลจากโมดูล LoRa แสดงผลบน Cloud platform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา 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.

- 1.4.5 เขียนโปรแกรมแจ้งเตือนสถานะต่าง ๆ บน Line Notify
- 1.4.6 จัดทำแดชบอร์ดแสดงค่าต่าง ๆ ของข้อมูลจากโมดูล LoRa
- 1.4.7 ศึกษาการใช้งานฐานข้อมูล
- 1.4.8 เขียนโปรแกรมเก็บข้อมูลจากโมดูล LoRa ในฐานข้อมูล
- 1.4.9 นำเสนอโปรเจค
- 1.4.10 จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์และนำเสนอ

ตารางที่ 1.1 ตารางเวลาการดำเนินงาน

ลำดับ	รายละเอียด	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1	กำหนดหัวเรื่องที่ต้องการศึกษา										
2	ศึกษาการใช้งาน IOT2050, NB-IoT และโมดูล LoRa										
3	เขียนโปรแกรมเก็บและแสดงผลข้อมูลจากโมดูล LoRa ผ่านซอฟต์แวร์ Node-RED										
4	นำข้อมูลจากโมดูล LoRa แสดงผลบน Cloud platform										
5	เขียนโปรแกรมแจ้งเตือนสถานะต่าง ๆ บน Line Notify										
6	จัดทำแดชบอร์ดแสดงค่าต่าง ๆ ของข้อมูลจากโมดูล LoRa										
7	ศึกษาการใช้งานฐานข้อมูล										
8	เขียนโปรแกรมเก็บข้อมูลจากโมดูล LoRa ในฐานข้อมูล										
9	นำเสนอโปรเจค										
10	จัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์และนำเสนอ										

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น 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.

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถนำเสนอเทคนิคทางวิศวกรรมสำหรับการใช้โมดูล IOT2050 และ NB-IoT เพื่อการแสดงผลด้วยแดชบอร์ดและแจ้งเตือนสถานะทาง Line Notify ซึ่งมีระบบตรวจวัดฝุ่นละออง ในอากาศด้วยโมดูล LoRa เป็นกรณีศึกษาได้

1.5.2 สามารถนำข้อมูลจากโมดูล LoRa ไปแสดงผลบนแดชบอร์ดได้อย่างถูกต้องตรงกับที่อ่านได้จากเซนเซอร์และโมดูลตรวจวัดบนซอฟต์แวร์ Node-RED

1.5.3 สามารถนำข้อมูลจากโมดูล LoRa ไปจัดเก็บในฐานข้อมูลได้อย่างถูกต้องตรงกับที่อ่านได้จากเซนเซอร์และโมดูลตรวจวัดบนซอฟต์แวร์ Node-RED



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา 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

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงอุปกรณ์ หลักการและโปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับการใช้เกตเวย์ (Gateway) IOT2050 เป็นตัวกลางในการรับข้อมูลจากโมดูลมาสเตอร์ LoRa ให้สามารถอ่านข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa แล้วไปแสดงผลด้วยแดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED และระบบคลาวด์ จัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล และมีการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify

2.2 IoT Gateway [1]

IoT Gateway คือ อุปกรณ์ที่อยู่ระหว่างเซ็นเซอร์หรือตัวควบคุมและระบบคลาวด์ ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อโปรโตคอล (Protocol) การประมวลผลข้อมูล จัดเก็บข้อมูล กรองข้อมูล รวมทั้งรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์ ซึ่ง IoT Gateway ในปัจจุบันมีการเสริมประสิทธิภาพให้สามารถวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้เฉพาะข้อมูลและการแจ้งเตือนที่สำคัญที่สุดเท่านั้นที่จะถูกส่งไปยังระบบคลาวด์เพื่อดำเนินการต่อไป



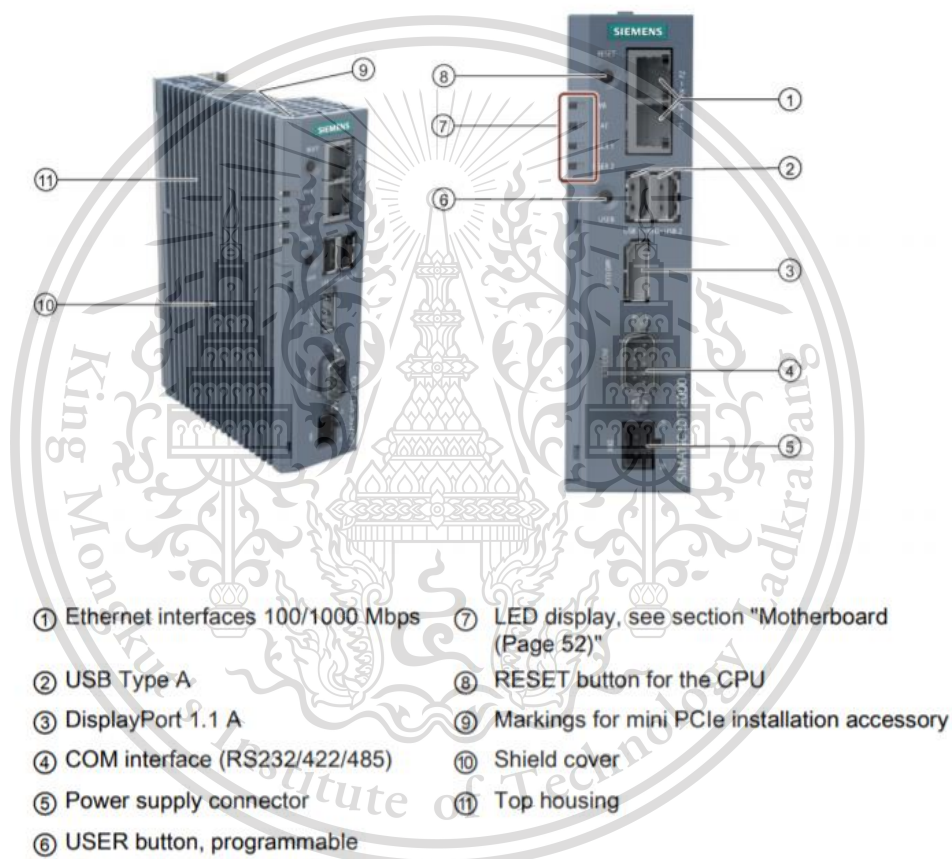
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา **รูปที่ 2.1** IoT Gateway ึ่งเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

2.2.1 Siemens IOT2050

Siemens IOT2050 [1] คือสินค้าในตระกูล SIMATIC IOT2000 series ของบริษัท Siemens ที่ออกแบบมาในระดับ Industrial grade สามารถรองรับไฟเลี้ยงได้ตั้งแต่ 9-36 VDC สามารถติดตั้งบน DIN Rail ได้ รวมทั้งได้มาตรฐาน UL, CE, FCC and Canada, RCM, EAC และ KC mark โดยการใช้งาน IOT2050 สามารถทำการโปรแกรมได้หลากหลายแพลตฟอร์ม ไม่ว่าจะเป็น Arduino Sketch, C/C++ หรือ Node-red



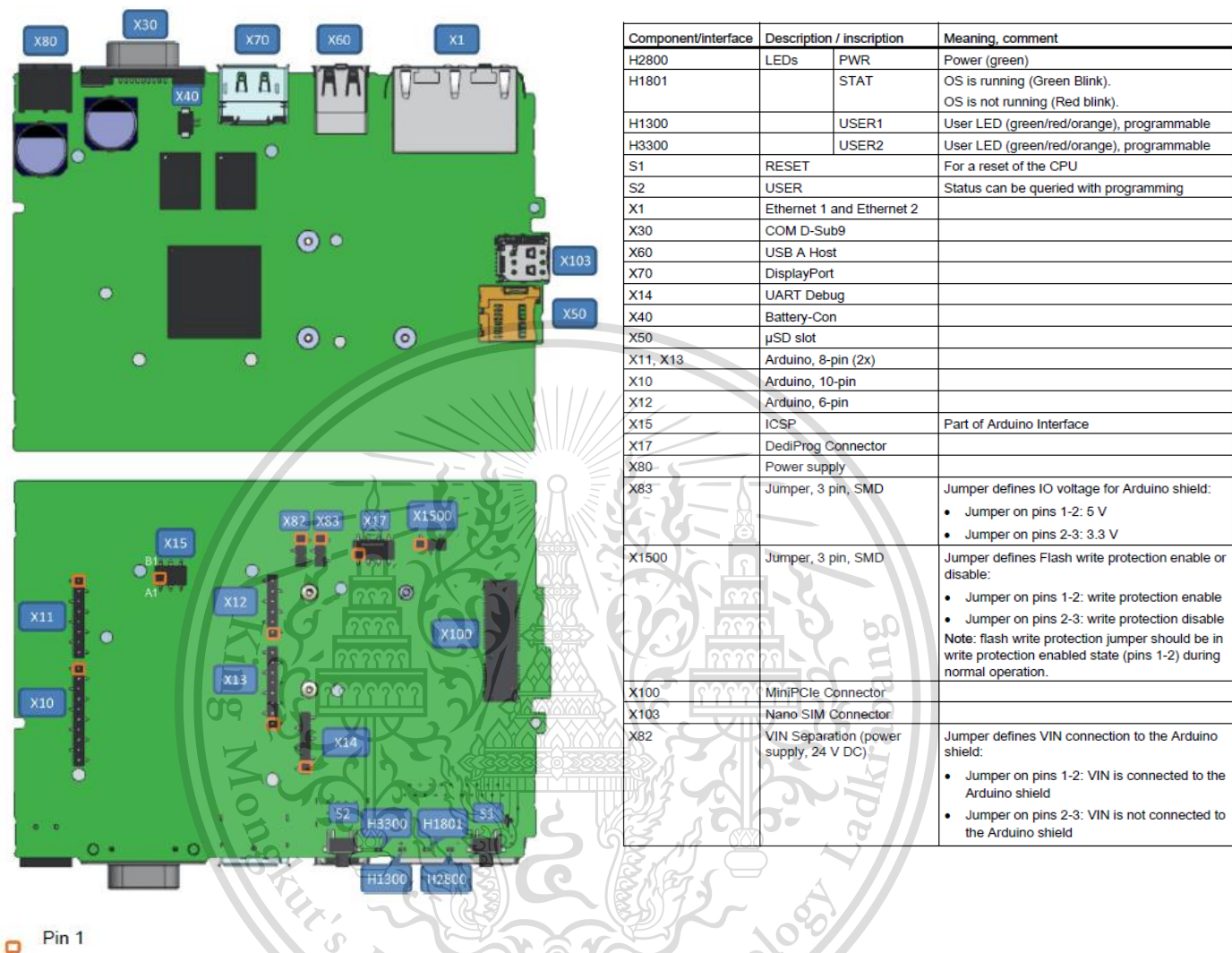
รูปที่ 2.2 อินเทอร์เน็ต เฟส ของ IOT2050

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.

เมนบอร์ด (Mainboard) ของ SIMATIC IOT2050 พร้อมคำอธิบาย



รูปที่ 2.3 เมนบอร์ดของ SIMATIC IOT2050 พร้อมคำอธิบาย

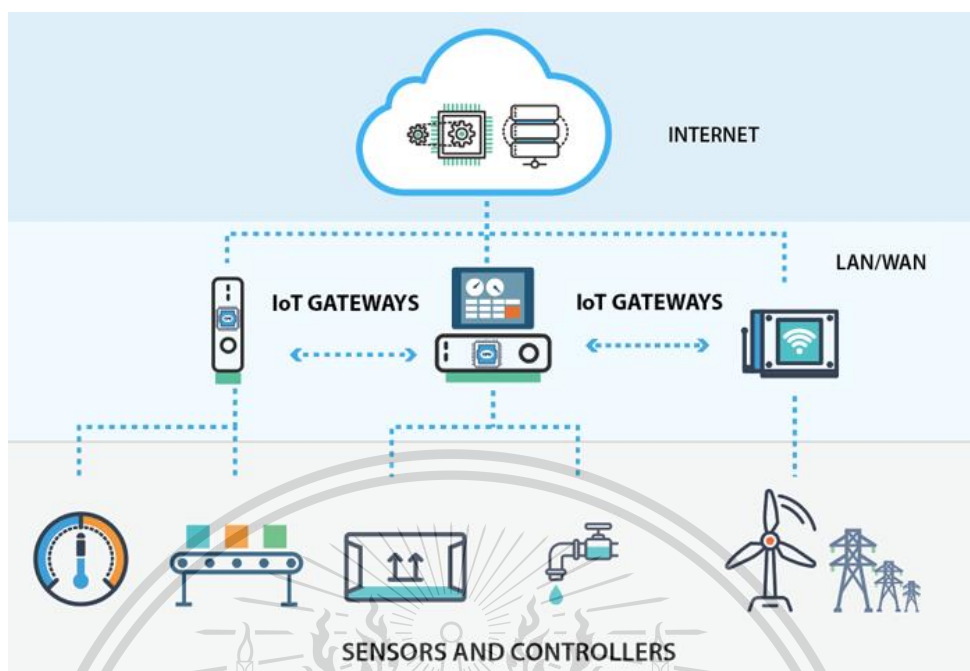
2.2.2 การประยุกต์ใช้ IOT2050

สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายทั้งระบบตรวจวัดสภาพอากาศ ระบบเกษตรกรรม อัจฉริยะ ระบบบ้านอัจฉริยะ ระบบที่ต้องการข้อมูลเพื่อไปแสดงผลและจัดการบนระบบคลาวด์ เมืองอัจฉริยะ รวมทั้งระบบโครงข่ายสำหรับส่งไฟฟ้าอัจฉริยะแบบครบวงจรโดยใช้เทคโนโลยีดิจิทัล (Digital Technology)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น 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 สถาปัตยกรรมระบบที่มี IoT Gateway

2.3 NB-IoT [2,4]

NB-IoT ย่อมาจาก Narrowband Internet of Things เป็นเทคโนโลยี (Technology) เครื่องข่ายพลังงานต่ำ หรือ Low-Power Wide-Area Network (LPWAN) ที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ กับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้ทุกที่ทุกเวลา ด้วยความสามารถนี้ NB-IoT จึงถูกนำมาติดตั้งภายในพื้นที่ควบคุมหรือพื้นที่ที่ยากจะเข้าถึงในระยะไกลจากสถานีปล่อยสัญญาณโทรศัพท์ หรือภายในพื้นที่หนาแน่นซึ่งสัญญาณนั้นยากที่จะทะลุผ่าน เช่น ในตึกสูงหรือใต้ดิน

NB-IoT สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตเข้ากับอุปกรณ์จำนวนมากได้ และทำให้แอปพลิเคชันใหม่ ๆ สามารถใช้งานได้จริง ซึ่งจะเหมาะสมสำหรับการใช้งานแอปพลิเคชันที่ต้องใช้งานผ่านการสื่อสารด้วยสัญญาณข้อมูลขนาดเล็กในระยะเวลานาน เนื่องจาก NB-IoT นั้นใช้งานผ่านย่านความถี่ที่ได้รับการอนุญาตแล้ว จึงสามารถใช้ได้อย่างปลอดภัยและมีความน่าเชื่อถือ

การใช้งานคลื่นสัญญาณโทรศัพท์มือถือสำหรับแอปพลิเคชัน NB-IoT ทั่วไปจะมีราคาแพงเกินไป อีกทั้งแอปพลิเคชันของ NB-IoT ยังไม่สามารถใช้งานได้เต็มที่ประสิทธิภาพ แอปพลิเคชัน

NB-IoT จะเน้นไปที่การถ่ายโอนข้อมูลที่อัดแน่นด้วยความเร็วที่ช้า ซึ่งจะเหมาะสมกับระดับขีดความสามารถของอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์ที่มีราคาถูกและมีอายุการใช้งานยาวนานนั้นจะสามารถตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับออร์แกนไนเซชันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม ลิขสิทธิ์นี้ให้ด้วยเงื่อนไขที่ปรับเปลี่ยนได้ และผู้ถือลิขสิทธิ์เป็นเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

2.3.1 คุณสมบัติของ NB-IoT

NB-IoT ที่ใช้มีชื่อรุ่นว่า DEVIO NB-SHIELD I โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- โมดูลการสื่อสาร : Quectel BC95
- เทคโนโลยีการติดต่อสื่อสาร : LTE Cat NB1 (NB-IoT)
- ความถี่ : 900MHz
- การส่งข้อมูล : Single tone, downlink 24 kbps, uplink 15.625 kbps
- โพรโตคอล : UDP, CoAP
- มี eSIM บนบอร์ด
- ใช้ Serial Command ผ่าน UART ได้
- การใช้พลังงาน
 - 3.6 μ A เมื่ออยู่โหมดหลับ
 - 2 mA เมื่อไม่ได้ใช้งาน
 - 220 mA เมื่อใช้งานที่ 23 dBm
 - 80 mA เมื่อใช้งานที่ 12 dBm
 - 65 mA เมื่อใช้งานที่ 0 dBm

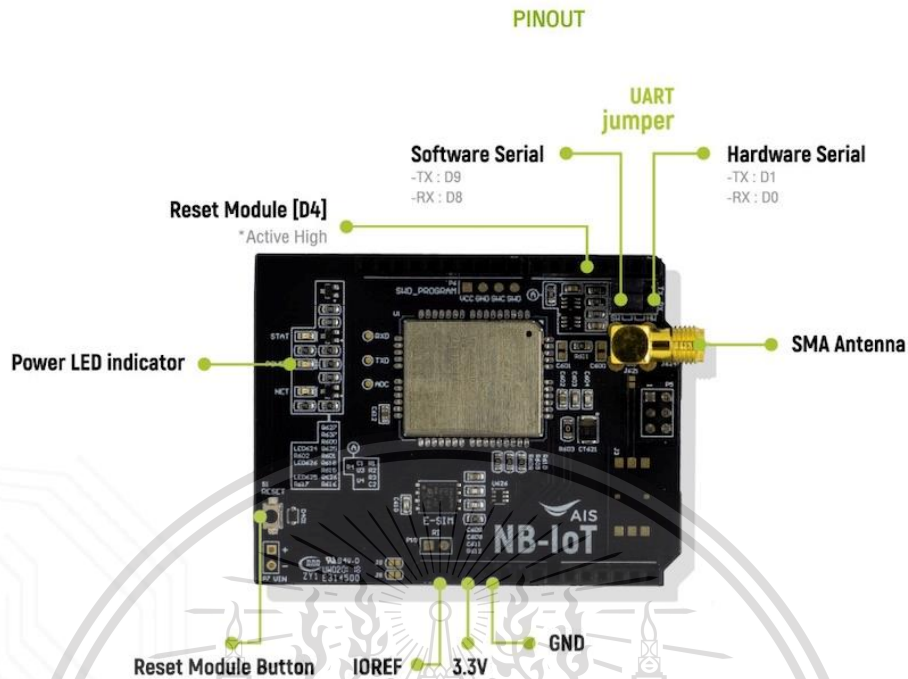


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดต่อหรือแก้ไขเนื้อหาใดๆในเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 NB-IoT รุ่น DEVIO NB-SHIELD I

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 2.6 อินเทอร์เฟซของ NB-IoT รุ่น DEVIO NB-SHIELD 1

2.3.2 การประยุกต์ใช้ NB-IoT

- Smart Metering (ระบบตรวจวัดอัจฉริยะ) : ตรวจวัดปริมาณแก๊สและระดับน้ำผ่านเครื่องส่งสัญญาณข้อมูลขนาดทั่วไปและขนาดเล็ก ความครอบคลุมของเครือข่ายถือเป็นหลักสำคัญในการทำงานของระบบตรวจวัดอัจฉริยะ โดยอุปกรณ์ตรวจวัดนั้นสามารถตรวจวัดได้ในพื้นที่ที่ยากจะเข้าถึง เช่น สถานีปล่อยสัญญาณโทรศัพท์มือถือบริเวณส่วนลึกของชั้นใต้ดิน หรือบริเวณพื้นที่ควบคุมในชนบท ซึ่ง NB-IoT สามารถปล่อยสัญญาณได้ครอบคลุมและทะลุทะลวงไปตามพื้นที่ดังกล่าว
- Smart City (ระบบเมืองอัจฉริยะ) : สามารถช่วยเหลือองค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นในการควบคุมระบบไฟบนท้องถนน แจ้งเตือนเมื่อต้องทำการทิ้งขยะลงถัง ค้นหาพื้นที่จอดรถฟรี ตรวจสอบสภาพสิ่งแวดล้อม และตรวจสอบสภาพถนน
- Smart Building (ระบบอาคารอัจฉริยะ) : เซ็นเซอร์ที่เชื่อมต่อเข้ากับ NB-IoT นั้นสามารถส่งสัญญาณเตือนว่าตัวอาคารสมควรแก่การซ่อมบำรุงและใช้งานในระบบอัตโนมัติ เช่น ส่วนควบคุมระบบไฟและความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

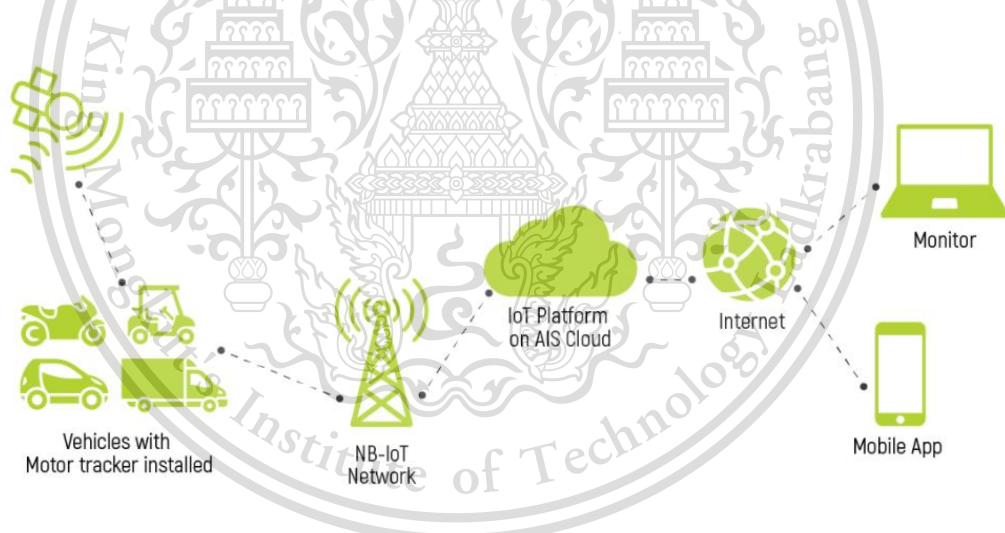
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

- Smart Tracking (ระบบติดตามอัจฉริยะ) : NB-IoT เป็นระบบที่ให้ความปลอดภัย ต้นทุนต่ำและไม่จำเป็นต้องเสียค่าใช้จ่ายเพื่อจัดทำระบบติดตามรถยนต์ ผู้คน สัตว์ และทรัพย์สิน เมื่อใดก็ตามที่ต้องการเปิดระบบติดตามอย่างต่อเนื่อง จึงเป็นระบบที่สมบูรณ์แบบสำหรับใช้ติดตามวัตถุที่ไม่ได้เคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา หรือเป็นระบบที่ติดตามได้ในระยะไกลและมีอัตราสิ้นเปลืองพลังงานต่ำ
- Smart Agriculture and Environment (ระบบตรวจสอบสภาพเกษตรกรรมและสภาพแวดล้อม) : การเชื่อมต่อกับระบบ NB-IoT สู่อุตสาหกรรม 4.0 นั้นจะทำให้เกษตรกรและท้องถิ่นสามารถตรวจจับข้อมูลที่ได้มาจากเซ็นเซอร์ตรวจสอบสภาพสิ่งแวดล้อม สามารถส่งสัญญาณแจ้งเตือนหากมีสิ่งผิดปกติ และสามารถใช้เซ็นเซอร์เพื่อตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้นของดิน

จากรูปที่ 2.7 เป็นการใช้นับ IoT Motor Tracker ทำงานโดยการติดตั้งอุปกรณ์เพื่อตรวจสอบพิกัดด้วยจีพีเอส และส่งข้อมูลผ่านเครือข่าย NB-IoT ไปยังระบบคลาวด์ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตรวจสอบผ่านเว็บไซต์ (Website) หรือแอปพลิเคชันมือถือ (Mobile Application)



รูปที่ 2.7 การประยุกต์ใช้ NB-IoT เพื่อตรวจสอบพิกัดด้วย GPS

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.

2.4 เทคโนโลยี LoRa [3,5]

LoRa หรือ LoRaWAN คือเครือข่ายสื่อสารที่ส่งข้อมูลกำลังต่ำแบบไร้สายและเป็นระบบเครือข่ายที่สามารถส่งสัญญาณทางไกล หรือ “Long Range (LoRa)” โดยเป็นระบบที่สร้างขึ้นเพื่อรองรับตลาดเอ็มทูเอ็ม (Machine-to-Machine: M2M) และไอโอที ซึ่ง LoRaWAN ถือเป็นระบบการเชื่อมต่อข้อมูลกำลังต่ำต้นแบบสำหรับการสื่อสารทางไกล ด้วยคลื่นสัญญาณวิทยุที่ถูกออกแบบขึ้นเพื่อรองรับกับสัญญาณในระดับที่ต่ำมาก และจะได้มาซึ่งการส่งผ่านสัญญาณกำลังต่ำในระยะทางที่ต้องการ

LoRa มีข้อดีหลายข้อ ได้แก่ สามารถสื่อสารได้ในระยะไกล 15 – 20 กิโลเมตร มีช่องรับสัญญาณประมาณหนึ่งล้านช่อง และมีอายุการใช้งานแบตเตอรี่ยาวนานถึง 10 ปี

โดยการนำเทคโนโลยี LoRa มาใช้งานจำเป็นต้องคำนึงถึงเขตโซนหรือประเทศ เนื่องจากมีข้อกำหนดให้แต่ละประเทศที่สามารถใช้งานอุปกรณ์ LoRa ตามความถี่ที่ได้รับไว้ ซึ่งสำหรับประเทศไทยถูกระบุไว้ที่ความถี่ช่วง 920 – 925 MHz ซึ่งถือเป็นความถี่ที่ไม่ต้องมีใบอนุญาต โดยมีกำลังส่ง (EIRP) ไม่เกิน 20 dBm (น้อยกว่าหรือเท่ากับ 100 มิลลิวัตต์)

2.4.1 LoRa class

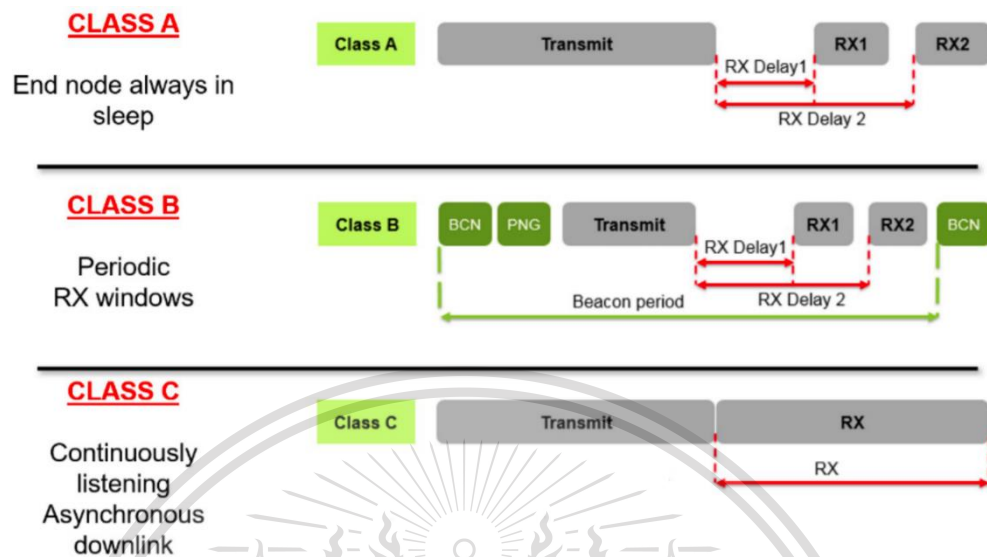
อุปกรณ์ใน LoRaWAN แบ่งออกเป็น 3 คลาส ได้แก่ class A class B และ class C โดยในแต่ละคลาสจะมีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน ดังนี้

- Class A : จะเป็นการสื่อสารแบบสองทาง (Bi-directional) โดยการสื่อสาร uplink ในแต่ละครั้งจะตามด้วยการสื่อสาร downlink ในช่วงเวลาสั้น ๆ อีก 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
- Class C : เป็นการสื่อสารแบบสองทาง (Bi-directional) จะใช้วิธีกำหนดช่วงเวลา รับข้อมูลแบบต่อเนื่อง ทำให้อุปกรณ์ปลายทาง End-device อยู่ในสภาวะทำงานอยู่ตลอดเวลา จึงทำให้ใช้พลังงานมากที่สุด

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 2.8 ลักษณะการทำงานของ LoRa แต่ละคลาส

2.4.2 Network architecture ของ LoRa

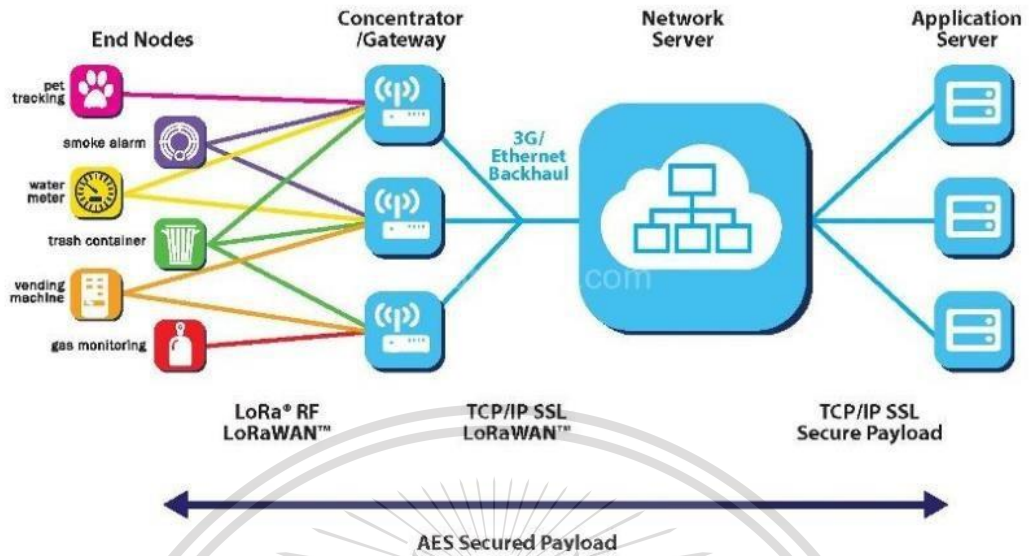
Network architecture ของเทคโนโลยีระบบ LoRa มีดังต่อไปนี้

- อินเทอร์เฟซ (Interface) ของ LoRa PHY / RF interface : ในทางกายภาพของ LoRa คือส่วนสำคัญในการทำงานของระบบ โดยที่จะเป็นตัวควบคุมดูแลทิศทาง การส่งสัญญาณ RF ซึ่งจะเป็นการส่งสัญญาณกันไประหว่างช่องรับสัญญาณกับ จุดหมายปลายทาง เช่น การส่งสัญญาณระหว่างเซ็นเซอร์กับตัวรับสัญญาณของ LoRa ซึ่งส่วนกายภาพหรือส่วนอินเทอร์เฟซของวิทยุจะควบคุมดูแลสัญญาณต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นคลื่นความถี่ รูปแบบการปรับคลื่น ระดับกำลังส่งสัญญาณ การส่งและ ถ่ายทอดสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ตัวรับสัญญาณและอุปกรณ์อื่น ๆ
- ซอฟต์แวร์ LoRa protocol stack : นอกเหนือจากส่วนกายภาพของ LoRa แล้ว ทางบริษัท LoRa Alliance ยังได้กำหนดการใช้งานเพื่อเปิดซอฟต์แวร์ Protocol Stack โดยการเปิดใช้งานซอฟต์แวร์ดังกล่าวนี้จะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพของ LoRa
- โครงสร้างเครือข่ายของ LoRa หรือ (LoRaWAN) : นอกเหนือจากส่วนประกอบ RF ของระบบไร้สาย LoRa ยังมีส่วนประกอบโครงสร้างเครือข่ายอื่น ๆ เช่น โครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามนำเนื้อหาไปใช้ในการนำ
ของระบบทั้งหมด ช่องสื่อสารภาคพื้นดิน เซิร์ฟเวอร์ (Server) และแอปพลิเคชันการค้ำ
คอมพิวเตอร์ทั้งหมด ซึ่งโครงสร้างเครือข่ายโดยรวมจะถูกรเรียกว่า LoRaWAN

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

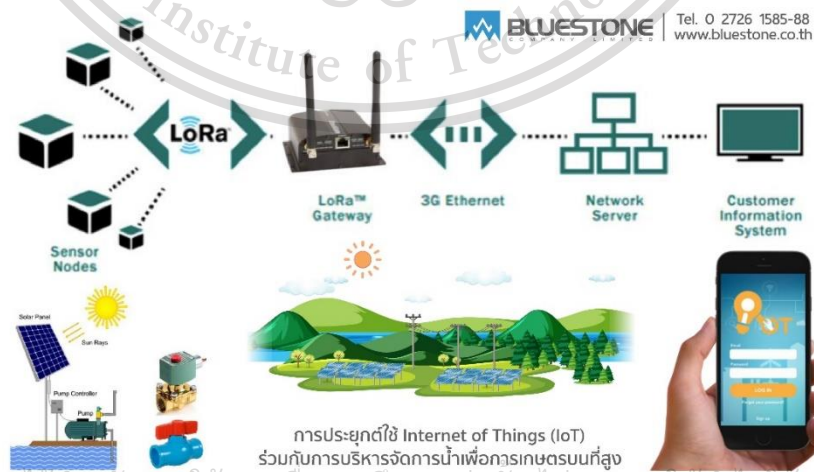
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.9 สถาปัตยกรรมระบบของ LoRa

2.4.3 การประยุกต์ใช้ LoRa

สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ยกตัวอย่างเช่น ตัววัดสัญญาณอัจฉริยะ ระบบตรวจสอบสินค้าคงคลัง ข้อมูลตู้ขายสินค้าอัตโนมัติ และระบบตรวจสอบต่าง ๆ เช่น ระบบภายในอุตสาหกรรมยานยนต์ และแอปพลิเคชันโทรศัพท์ต่าง ๆ ซึ่งอาจกล่าวได้ว่าสามารถใช้งานได้ในทุกที่ต้องการรายงานและควบคุมข้อมูล



รูปที่ 2.10 การประยุกต์ใช้ LoRa ในการบริหารจัดการน้ำเพื่อการเกษตรบนที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

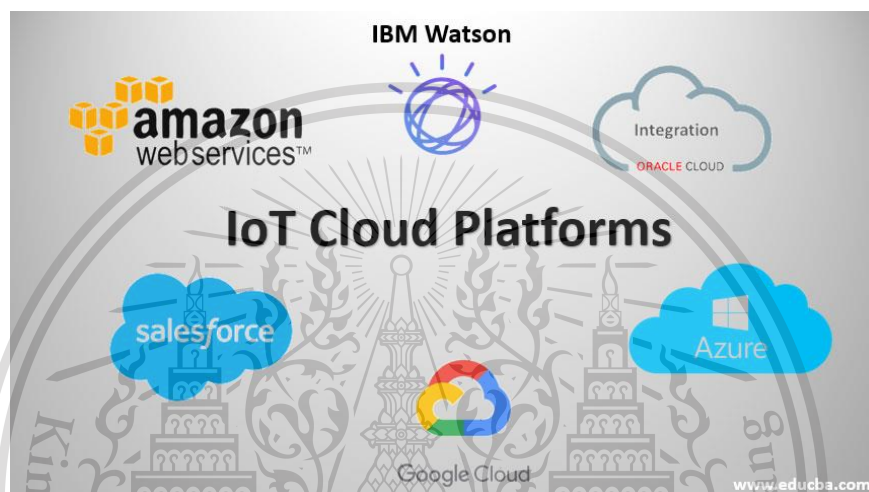
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ถือว่าห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตัดทอนอ้างอิงถึงเนื้อหาเอกสารหรือสิ่งที่มีการนำไปใช้

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

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

2.5 Cloud [6]

Cloud คือ บริการที่ให้ใช้หรือเช่าใช้ระบบคอมพิวเตอร์ (Computer) หรือทรัพยากรด้านคอมพิวเตอร์ของผู้ให้บริการ โดยครอบคลุมทั้งฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการประมวลผล การจัดเก็บข้อมูล และระบบออนไลน์ (Online) ต่าง ๆ ผ่านอินเทอร์เน็ต ซึ่งสามารถเลือกกำลังการประมวลผล และเลือกจำนวนทรัพยากรได้ตามความต้องการในการใช้งาน นอกจากนี้ยังสามารถเข้าถึงข้อมูลบน Cloud จากที่ไหนก็ได้ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต



รูปที่ 2.11 IoT Cloud Platforms ที่นิยมใช้งานในปัจจุบัน

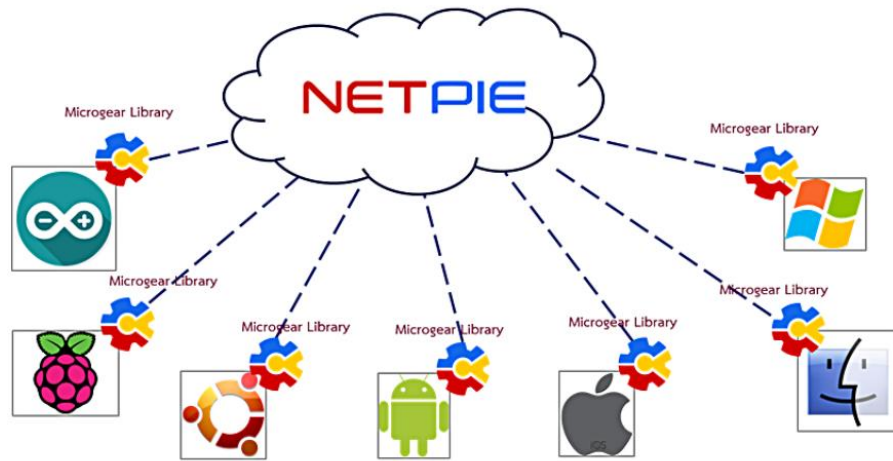
2.5.1 NETPIE [7]

NETPIE เป็น IoT Cloud Platform ที่พัฒนาขึ้นโดยทีมงานวิจัยและเปิดให้บุคคลทั่วไปใช้งาน โดยมี Web Portal ที่ให้สามารถลงทะเบียนและจัดการตัวตนและสิทธิ์ของแอปพลิเคชัน และอุปกรณ์ได้ที่เว็บไซต์ <https://netpie.io> โดย NETPIE เป็น Middleware ที่มีหัวใจหลักเป็น Distributed MQTT Brokers ซึ่งเป็นเสมือนจุดนัดพบให้สิ่งต่าง ๆ มาติดต่อสื่อสารและทำงานร่วมกันผ่านวิธีการส่งข้อความแบบ Publisher/Subscriber และ NETPIE ยังมีโครงสร้างสถาปัตยกรรมเป็นคลาวด์อย่างแท้จริงในทุกองค์ประกอบ ทำให้สามารถขยายตัวได้อย่างอัตโนมัติ สามารถดูแลและซ่อมแซมตัวเองได้อัตโนมัติเมื่อส่วนหนึ่งส่วนใดในระบบมีปัญหาโดยไม่ต้องพึ่งผู้ดูแลระบบ การบริหารจัดการระบบเป็นแบบ Plug-and-Play ไม่ต้อง Configure หรือปรับแต่งในฝั่งอุปกรณ์ และ NETPIE มี Client Library หรือที่เรียกว่า Microgear ซึ่งทำหน้าที่สร้างและดูแลช่องทางสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับ NETPIE รวมไปถึงรักษาความปลอดภัยในการส่งข้อมูล Microgear เป็น Open Source และสามารถดาวน์โหลดได้จาก <https://github.com/netpieio>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่เชิงพาณิชย์ การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

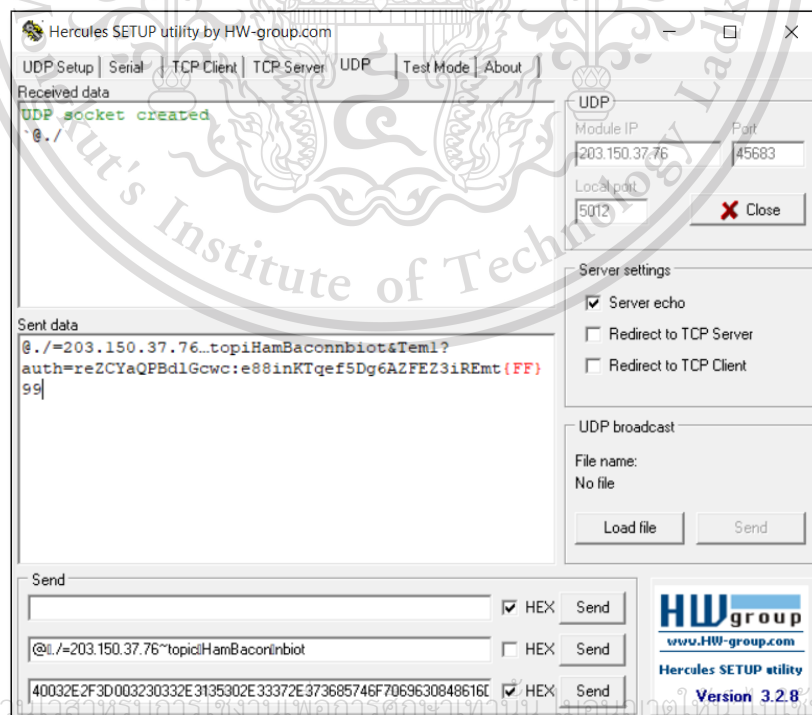
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



รูปที่ 2.12 วิธีการสื่อสารของสิ่งต่าง ๆ ผ่าน NETPIE

ตัวอย่างการส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE ผ่านโปรแกรม Hercules โดยการส่งแบบ UDP ซึ่งไอพี (IP) ของเว็บไซต์ NETPIE คือ 203.150.37.76 พอร์ต (Port) คือ 4583 โลคอลพอร์ต (Local port) คือ 5012 ซึ่งเป็นการส่งชุดข้อมูล Hex ที่ประกอบไปด้วย เลขไอพีเน็ตพาย (NETPIE IP) ชื่อฟรีบอร์ด (Freeboard) ชื่อตัวเก็บรับข้อมูล คีย์ (Key) ซีเคร็ต (Secret) และข้อมูลตามลำดับ โดยผลลัพธ์จากการส่งได้รับข้อความตอบกลับมาว่า '@./

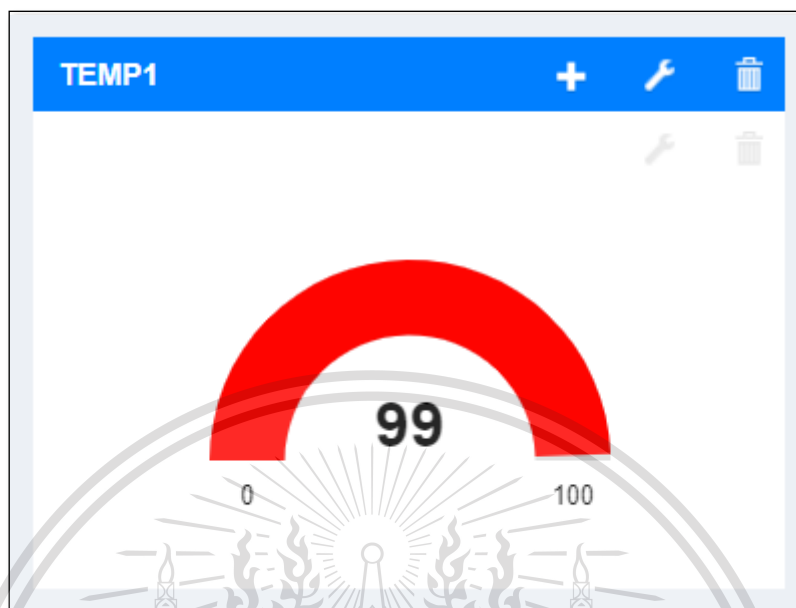


รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE ผ่านโปรแกรม Hercules

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

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

คลาวด์ NETPIE ทำการสร้างและเก็บข้อมูลที่ถูกส่งมาจากโปรแกรม Hercules จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวไปแสดงผลในรูปแบบเกจ



รูปที่ 2.14 แดชบอร์ดจากการส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE ผ่านโปรแกรม Hercules

2.5.2 Ubidots [8]

Ubidots เป็น IoT Cloud Platform ชนิดหนึ่งที่อนุญาตให้ผู้ใช้งานส่งข้อมูลต่าง ๆ ขึ้นไปเก็บบนคลาวด์ ทั้งยังสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ (Web browser) ทั่วไปได้จากที่ต่าง ๆ ผ่านการใช้งานเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเป็นการเข้าถึงข้อมูลในรูปแบบไอโอที โดยมีแดชบอร์ดที่มีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานได้อย่างหลากหลาย โดยการสมัครใช้งาน Ubidots มีให้เลือกใช้อยู่สองแบบคือ

1. Ubidots For Educational or Personal Use
2. Ubidots For Business

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 การสมัครใช้งาน Ubidots

โดย Ubidots For Educational or Personal Use เป็นบริการฟรีแต่มีข้อจำกัดการใช้งาน เช่น การจำกัดจำนวนอุปกรณ์ที่รับข้อมูลได้ แต่สามารถเพิ่มได้จากการซื้อบริการเพิ่มเติม

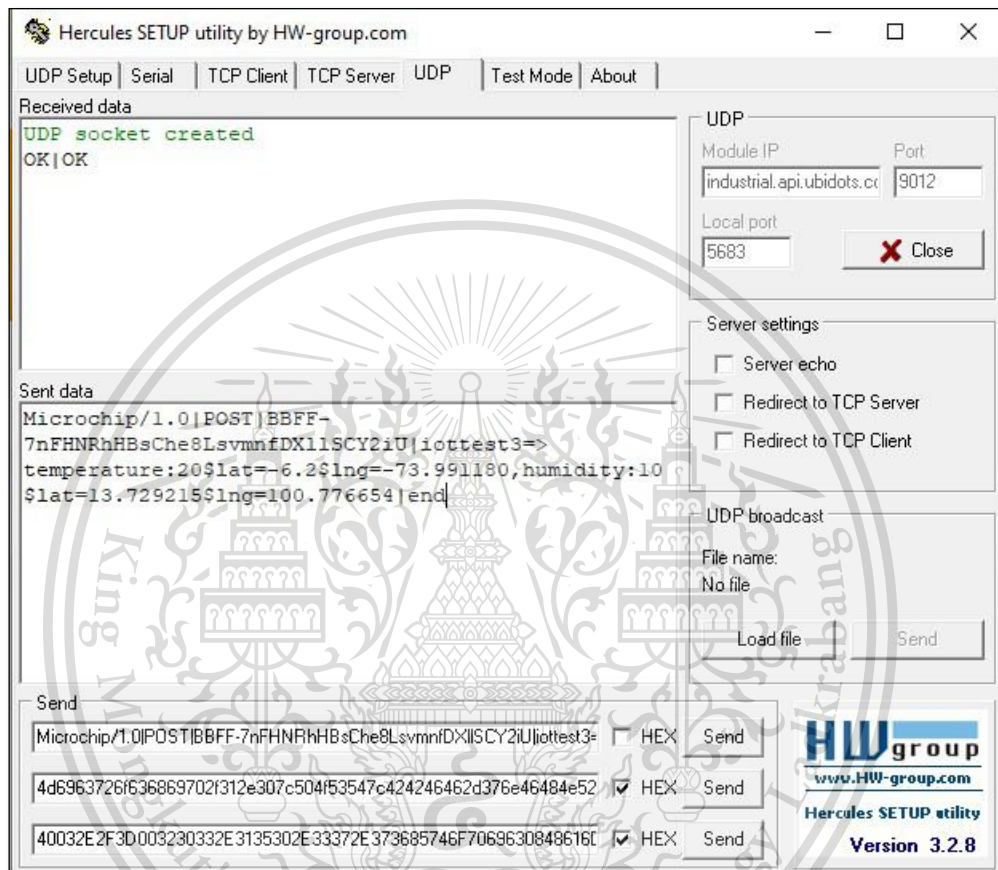
รูปที่ 2.16 บริการเพิ่มเติมจาก Ubidots

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น 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.

ตัวอย่างการส่งข้อมูลไปคลาวด์ Ubidots ผ่านโปรแกรม Hercules โดยการส่งแบบ UDP ซึ่งไอพีของเว็บไซต์ Ubidots คือ industrial.api.ubidots.com พอร์ต คือ 9012 โคลคอลพอร์ต คือ 5683 ซึ่งเป็นการส่งชุดข้อมูล Hex ที่ประกอบไปด้วย ชื่อชิป (Ship) ลักษณะการส่ง คีย์ ชื่อตัวแปรรับข้อมูล และข้อมูลตามลำดับ โดยผลลัพธ์จากการส่งได้รับข้อความตอบกลับมาว่า OK



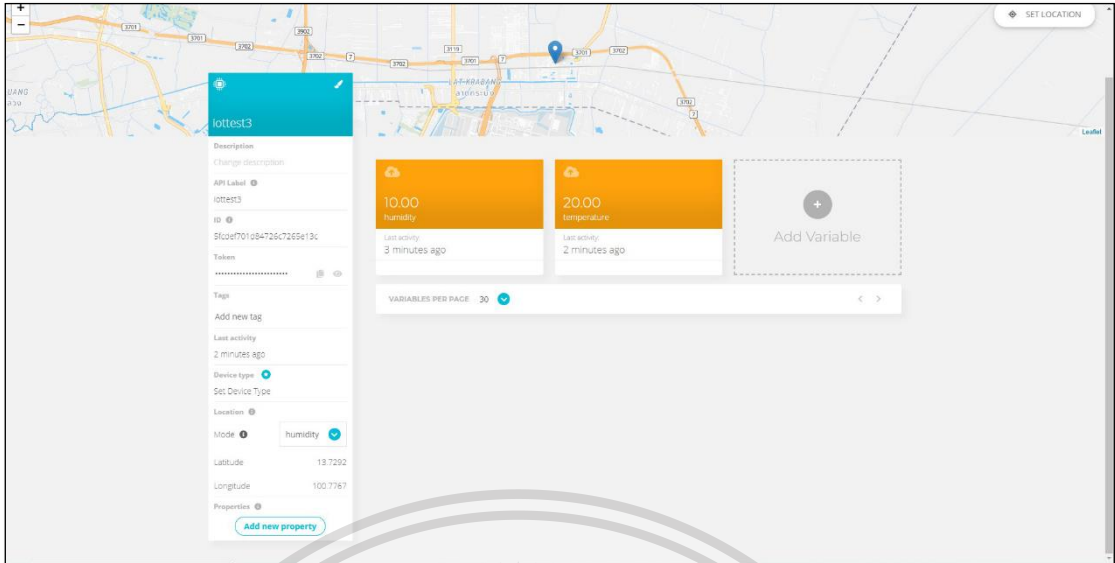
รูปที่ 2.17 จำลองการส่งข้อมูลไปคลาวด์ Ubidots ผ่านโปรแกรม Hercules

คลาวด์ Ubidots สร้างและเก็บข้อมูลที่ถูกส่งมาจากโปรแกรม Hercules จากนั้นนำข้อมูลดังกล่าวไปแสดงผลในรูปแบบเกจและพิกัดบนแผนที่

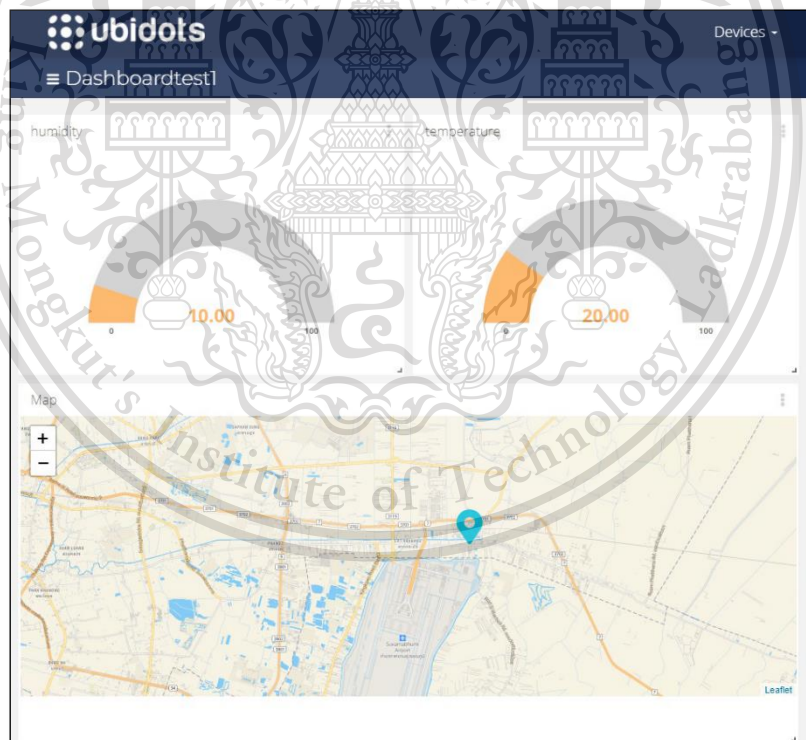
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 2.18 ตัวเก็บข้อมูลที่ถูกสร้างขึ้นจากการส่งข้อมูลไปคลาวด์ Ubidots ผ่านโปรแกรม Hercules



รูปที่ 2.19 แดชบอร์ดจากการส่งข้อมูลไปคลาวด์ Ubidots ผ่านโปรแกรม Hercules

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.

2.6 AT Command [9]

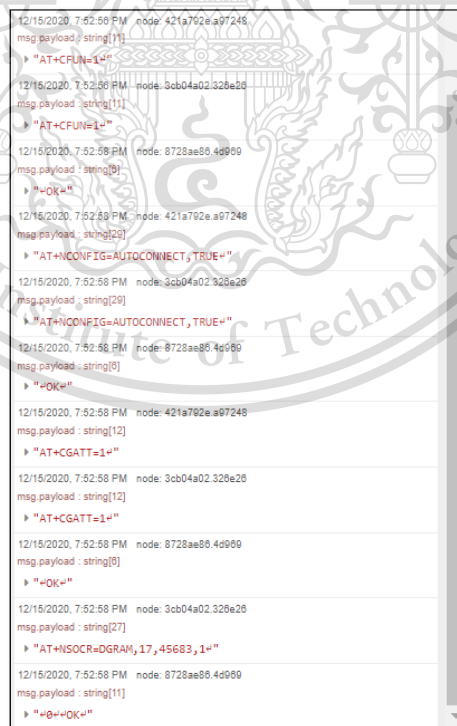
AT Command คือ ชุดคำสั่งมาตรฐานที่สามารถใช้ติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ เช่น โมเด็ม (Modem) หรืออุปกรณ์ดีทีอี (Data Terminal Equipment: DTE) เพื่อโต้ตอบตั้งค่าหรือสั่งงานอุปกรณ์เหล่านั้น ให้ทำงานตามที่ต้องการ

2.6.1 AT Command ที่ใช้กับ NB-IoT

คำสั่งที่ใช้กับ NB-IoT ประกอบไปด้วย

- AT+NRB : รีบูต (Reboost) โมดูล
- AT+CFUN=1 : ตั้งค่าฟังก์ชัน (Function) โมดูลให้ทำงานอยู่ในระดับสูงสุด
- AT+NCONFIG=AUTOCONNECT,TRUE : ตั้งให้ NB-IoT เชื่อมต่ออัตโนมัติ
- AT+CGATT=1 : Attach เข้า Packet Domain Service
- AT+NSOCR=DGRAM,17,"+String(port)+",1 : ตั้งค่าพอร์ตในการเชื่อมต่อ

จากรูปที่ 2.20 แสดงผลลัพธ์จากการส่ง AT Command ไปที่ NB-IoT โดยส่งคำสั่ง AT+CFUN=1 NB-IoT ส่งคำสั่ง AT+NCONFIG=AUTOCONNECT,TRUE ส่งคำสั่ง AT+CGATT=1 และส่งคำสั่ง AT+NSOCR=DGRAM,17,"+String(port)+",1 ซึ่ง NB-IoT ตอบกลับมามีว่า OK



```

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 421a792e.a97248
msg.payload : string[11]
▶ "AT+CFUN=1"

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 3cb04a02.328e28
msg.payload : string[11]
▶ "AT+CFUN=1"

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 8728ae86.4d9899
msg.payload : string[9]
▶ "OK"

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 421a792e.a97248
msg.payload : string[20]
▶ "AT+NCONFIG=AUTOCONNECT,TRUE"

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 3cb04a02.328e28
msg.payload : string[20]
▶ "AT+NCONFIG=AUTOCONNECT,TRUE"

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 8728ae86.4d9899
msg.payload : string[9]
▶ "OK"

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 421a792e.a97248
msg.payload : string[12]
▶ "AT+CGATT=1"

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 3cb04a02.328e28
msg.payload : string[12]
▶ "AT+CGATT=1"

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 8728ae86.4d9899
msg.payload : string[9]
▶ "OK"

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 3cb04a02.328e28
msg.payload : string[27]
▶ "AT+NSOCR=DGRAM,17,45683,1"

12/15/2020, 7:52:58 PM node: 8728ae86.4d9899
msg.payload : string[11]
▶ "OK"
  
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามรูปที่ 2.20 ผลลัพธ์จากการส่ง AT Command ไปที่ NB-IoT ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

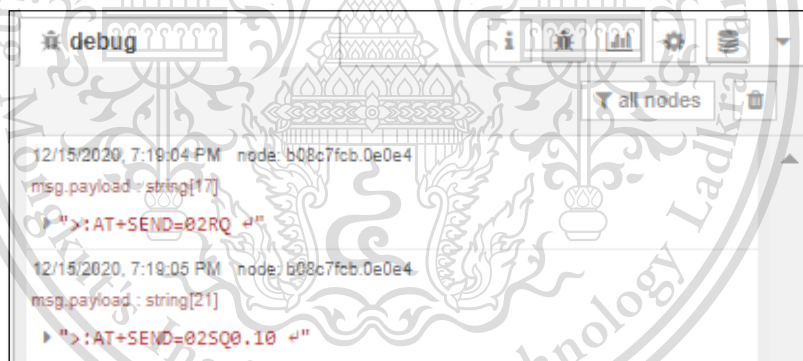
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

2.6.2 AT Command ที่ใช้กับโมดูลมาสเตอร์ LoRa

คำสั่งที่ใช้กับโมดูลมาสเตอร์ LoRa ประกอบไปด้วย

- AT : สำหรับตรวจสอบการเชื่อมต่อระหว่างโมดูลมาสเตอร์ LoRa
- AT + SEND : สำหรับส่งข้อมูลผ่านระบบ LoRa ไปยังโมดูลสเลฟ LoRa
- AT+INFO : ดูข้อมูลโมเดล (Model) ของโมดูล
- AT+NCONFIG : แสดงค่าที่มีการตั้งค่าปัจจุบันในโมดูล
- AT+SAVE : บันทึกค่าที่มีการตั้งค่าปัจจุบันลงในโมดูล
- AT+CLASS = A : ตั้งค่า Node ของเซ็นเซอร์เป็น Class A หรือ C
- AT+ISMBAND = 6 : เลือกความถี่ AS1 (Default ISMBAND = 2 คือ AS2)
- AT+CHSET : แสดงช่องความถี่ใช้งาน
- AT+CLAC : ดูคำสั่ง AT Command ที่สามารถใช้งานได้
- AT + SEND = xxRQ : สำหรับสั่งให้โมดูลสเลฟ LoRa อ่านค่าจากเซ็นเซอร์
- AT +SEND = xxSQ0.10 : สำหรับสั่งให้โมดูลสเลฟ LoRa เข้าสู่โหมดหลับ



รูปที่ 2.21 การส่งคำสั่ง AT เพื่อให้โมดูลสเลฟ LoRa อ่านค่าจากเซ็นเซอร์และเข้าสู่โหมดหลับ

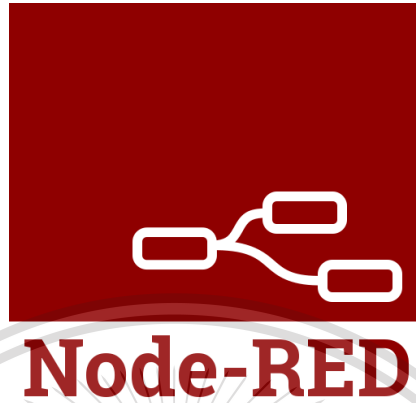
2.7 Node-RED [10]

Node-RED คือ เครื่องมือสำหรับนักพัฒนาโปรแกรมในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เข้ากับ เอพีไอ (Application Programming Interface: APIs) ซึ่งเป็นการพัฒนาโปรแกรมแบบ Flow-Based Programming ที่มีหน้ายูไอ (User interface: UI) สำหรับนักพัฒนาให้ใช้งานผ่านเว็บ เอกสารนี้เป็นเบราวเซอร์ ทำให้การเชื่อมต่อเส้นทางการทำงานของข้อมูลนั้นเป็นเรื่องง่าย ทำให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

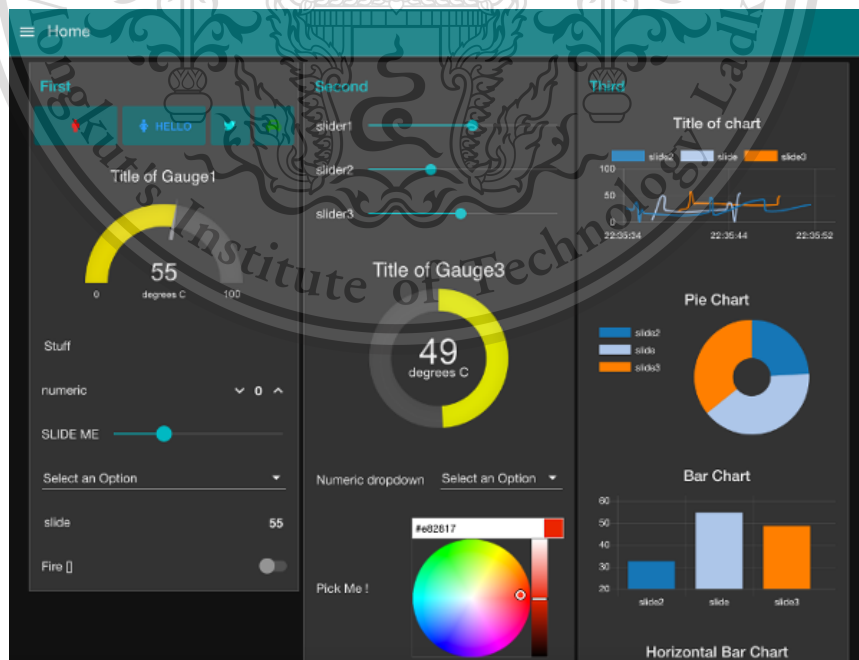
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Node-RED ทำงานบน Node.js ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานกับ Raspberry Pi เนื่องจากใช้ทรัพยากรน้อย ขนาดไฟล์เล็กและ Node.js ยังทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้ Raspberry Pi สามารถติดต่อกับเว็บเบราว์เซอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ ได้



รูปที่ 2.22 สัญลักษณ์ของซอฟต์แวร์ Node-RED

ตัวอย่างการใช้งานซอฟต์แวร์ Node-RED ในการทำแดชบอร์ดเพื่อแสดงค่าต่าง ๆ สามารถแสดงในรูปแบบเกจวัด กราฟ (Graph) รวมทั้งใช้ป้อนค่าจากสไลด์เตอร์ (Slider) คัลเลอร์ พิกเจอร์ (Color Picker) และปุ่มกด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.23 ตัวอย่างแดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา 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.

2.8 Microsoft SQL Server [11]

Microsoft SQL Server เป็นโปรแกรมในการบริหารจัดการฐานข้อมูลของบริษัท Microsoft โดยเป็นในรูปแบบของอาร์ตบีเอ็มเอส (Relational Database Management System: RDBMS) ซึ่งจะเป็นการบริหารข้อมูลให้กับผู้ใช้บริการต่าง ๆ มีคุณสมบัติเด่นเรื่องของ User Interface ที่ใช้งานได้ง่าย นอกจากนี้ยังทำงานกับแพลตฟอร์มข้อมูลที่มีความยืดหยุ่น รองรับการประมวลผลข้อมูลขนาดใหญ่ระดับเพตะไบต์ (Petabyte: PB) โดยใช้การประมวลผลแบบขนานที่เรียกว่าเอ็มพีพี (Massive Parallel Processing: MPP) ที่พัฒนาขึ้นจากเอสเอ็มพี (Symmetric Multi-Processing: SMP) ที่ใช้กันในเซิร์ฟเวอร์ทั่วไป นอกจากนี้สถิติของ SQL Server เป็นฐานข้อมูลที่ค้นพบช่องโหว่น้อยที่สุดในตลาด จากการเก็บสถิติของเอ็นไอเอสที (National Institute of Standards and Technology: NIST) สถาบันของรัฐบาลสหรัฐอเมริกา ทั้งยังมีฟีเจอร์ Always Encrypted เข้ารหัสข้อมูลตลอดเวลาไม่ว่าข้อมูลนั้นจะถูกเก็บอยู่ในฐานข้อมูลหรืออยู่ระหว่างโอนถ่ายและยังสามารถเข้ารหัสได้โดยไม่ส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพของฐานข้อมูล มีความสามารถด้านการวิเคราะห์ข้อมูลเชิงลึกทางธุรกิจแบบครบวงจร (End-to-end Business Intelligence) สามารถใช้งานได้จากอุปกรณ์ทุกประเภท รวมอุปกรณ์พกพาทั้ง Windows, iOS, Android, HTML5 และสามารถทำงานออฟไลน์ (Offline) ได้ ดูรายงานข้อมูลได้แบบเรียลไทม์ (Real-time) ผ่านระบบ data visualization



รูปที่ 2.24 สัญลักษณ์ของโปรแกรม Microsoft SQL Server

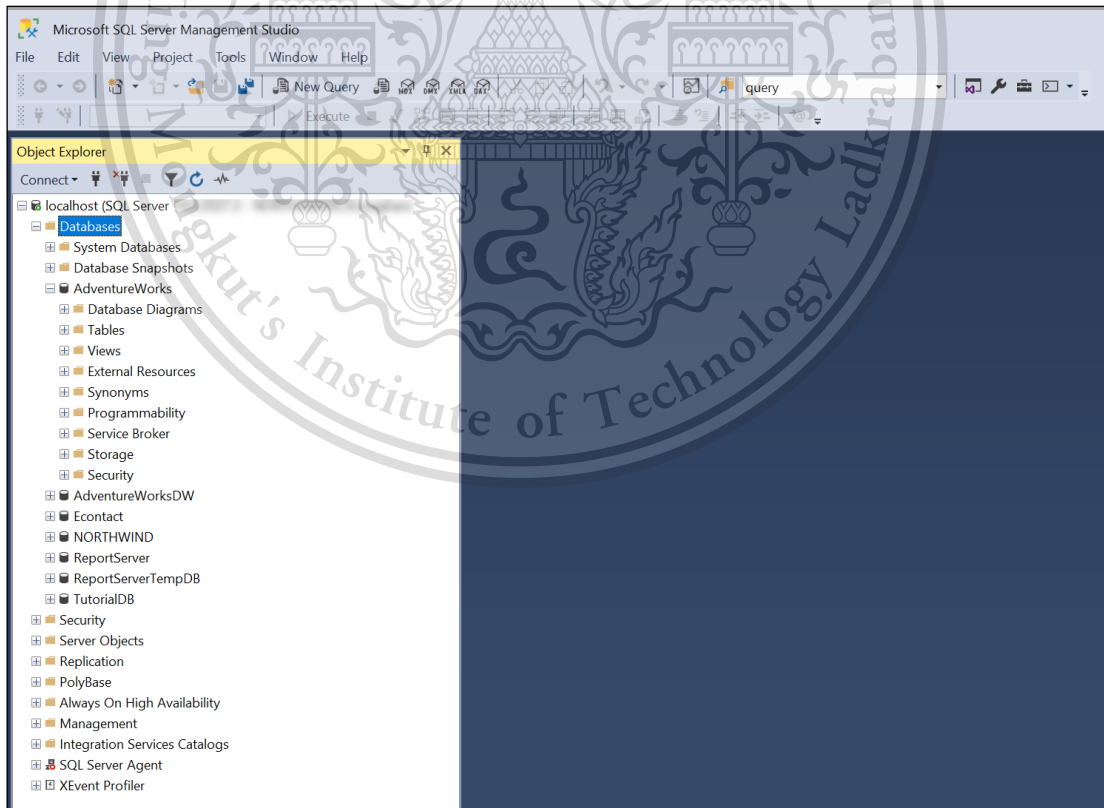
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 2.25 การใช้งาน Microsoft SQL Server ผ่านแพลตฟอร์มต่าง ๆ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเว็บไซต์ต่างๆนำเนื้อหาเอกสารไปลงบนเว็บไซต์ของตนเองโดยไม่ได้รับอนุญาต
รูปที่ 2.26 หน้าแรกของโปรแกรม Microsoft SQL Server

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

เทคนิคทางวิศวกรรมการใช้โมดูล IOT2050 และ NB-IoT

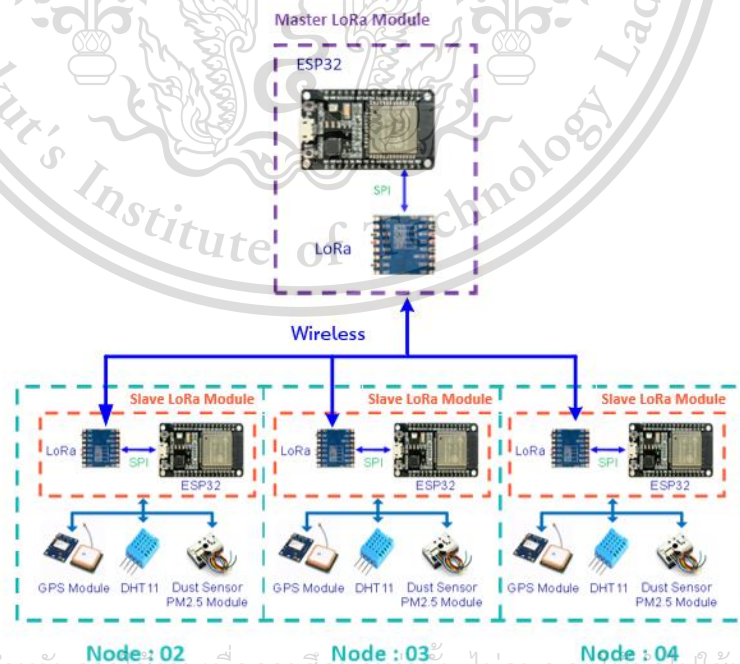
3.1 กล่าวนำ

นำเสนอเทคนิคทางวิศวกรรมในการตั้งค่าอุปกรณ์ต่าง ๆ และการใช้เกตเวย์ IOT2050 เป็นตัวกลางในการรับข้อมูลจากโมดูลมาสเตอร์ LoRa ผ่านซอฟต์แวร์ Node-RED ให้สามารถอ่านค่าพิกัดบนโลก ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ของโมดูลสเลฟ LoRa แล้วไปแสดงผลบนแดชบอร์ดด้วยรูปแบบเกจและพิกัดบนแผนที่ จัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล และมีการแจ้งเตือนผ่าน Line Notify นอกจากนี้ IOT2050 ส่งข้อมูลผ่าน NB-IoT เป็นคำสั่ง AT Command เพื่อส่งข้อมูลไปยังระบบคลาวด์

3.2 กรณีศึกษาระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa

ระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa ได้ถูกเลือกมาเป็นกรณีศึกษาในการทำงานร่วมกันระหว่าง IOT2050 และ NB-IoT เพื่อนำข้อมูลไปแสดงผลแบบแดชบอร์ด เนื่องจากโมดูล LoRa สามารถใช้งานได้ในระยะไกล ประหยัดพลังงาน และมีอายุการใช้งานยาวนาน

3.2.1 ระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม **รูปที่ 3.1** ระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 แสดงระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa ซึ่งประกอบไปด้วย โมดูลมาสเตอร์ LoRa และโมดูลสเลฟ LoRa

โมดูลมาสเตอร์ LoRa ประกอบไปด้วยโมดูล LoRa และ ESP32 โดยใช้โปรโตคอล SPI ในการติดต่อสื่อสารระหว่างกัน ส่วนโมดูลสเลฟ LoRa ประกอบไปด้วยโมดูล LoRa ESP32 โมดูลตรวจจับตำแหน่ง (GPS) เซนเซอร์วัดอุณหภูมิความชื้น และโมดูลตรวจวัดค่าฝุ่นละอองในอากาศ โดย เซ็นเซอร์และโมดูลของโมดูลสเลฟ LoRa เชื่อมต่อกับ ESP32 โดยตรง และให้โมดูล LoRa ติดต่อสื่อสารกันระหว่างมาสเตอร์และสเลฟผ่านสัญญาณวิทยุ

ซึ่งการทำงานนั้นจะให้ IOT2050 ส่ง AT Command ไปที่โมดูลมาสเตอร์ LoRa เพื่อส่งค่า ไปยังโมดูลสเลฟ LoRa อ่านข้อมูลในขณะนั้นแล้วตอบกลับมายังโมดูลมาสเตอร์ LoRa

ตารางที่ 3.1 AT Command ที่ใช้กับโมดูลมาสเตอร์ LoRa

AT Command	คำอธิบาย
AT	สำหรับเช็คการเชื่อมต่อระหว่างโมดูลมาสเตอร์ LoRa
AT + SEND	สำหรับส่งข้อมูลผ่านระบบ LoRa ไปยังโมดูลสเลฟ LoRa
AT + SEND = xxRQ	สำหรับสั่งให้โมดูลสเลฟ LoRa อ่านค่าจากเซ็นเซอร์
AT +SEND = xxSQ0.10	สำหรับสั่งให้โมดูลสเลฟ LoRa เข้าสู่โหมดหลับ

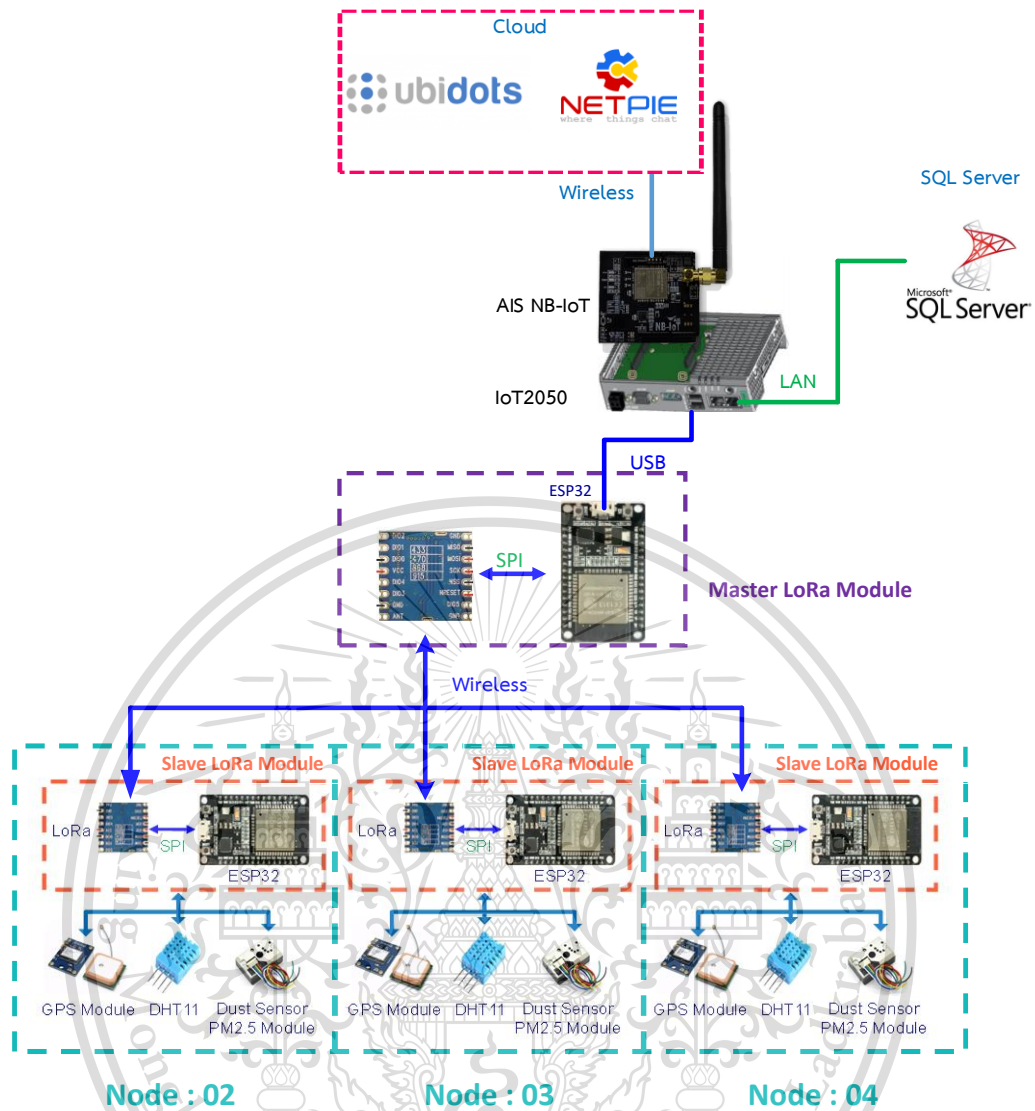
3.2.2 ภาพรวมของระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยโมดูล LoRa ที่ใช้งานร่วมกับ IOT2050 และ NB-IoT

จากรูปที่ 3.2 เกตเวย์ IOT2050 เป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa ไปยัง อินเทอร์เน็ต โดยการส่งคำสั่ง AT Command ไปที่โมดูลมาสเตอร์ LoRa เพื่อเรียกข้อมูลจากโมดูล สเลฟ LoRa ซึ่งมีการสื่อสารผ่านสัญญาณวิทยุพลังงานต่ำ จากนั้นส่งข้อมูลไปยังอินเทอร์เน็ตผ่าน NB-IoT เพื่อนำข้อมูลไปแสดงผลบนระบบคลาวด์ด้วยคำสั่ง AT command และมีการนำข้อมูลจาก โมดูลสเลฟ LoRa ส่งไปยังฐานข้อมูลผ่านสายแลนที่เชื่อมระหว่างเกตเวย์ IOT2050 และโฮสต์ คอมพิวเตอร์ที่ติดตั้งโปรแกรม Microsoft SQL Server

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 3.2 สถาปัตยกรรมระบบ

3.3 เทคนิคทางวิศวกรรมในส่วนของการตั้งค่าอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

เทคนิคทางวิศวกรรมในส่วนของการตั้งค่าอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง ประกอบไปด้วย การตั้งค่าเริ่มต้นเพื่อใช้งาน IOT2050 การตั้งค่าระหว่าง IOT2050 และ NB-IoT และการตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง IOT2050 และโมดูลมาสเตอร์ LoRa

3.3.1 การตั้งค่าเริ่มต้นเพื่อใช้งาน IOT2050

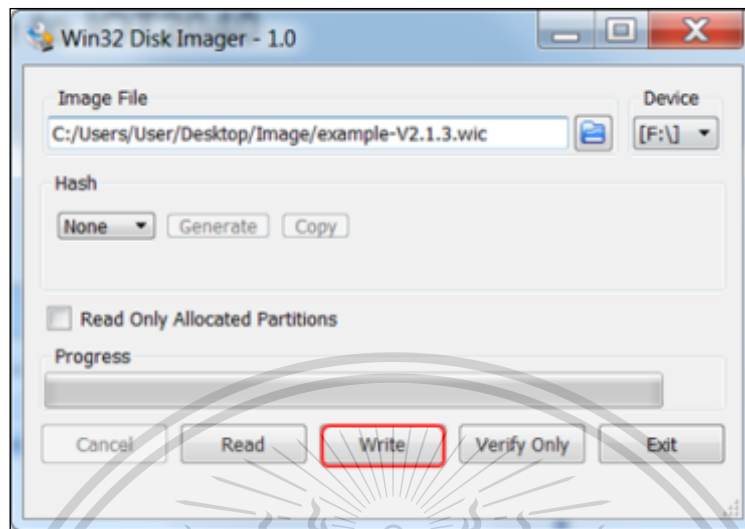
การเริ่มต้นใช้งาน IOT2050

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 1) ดาวน์โหลดซอฟต์แวร์ Image file จากเว็บไซต์ของ Siemens

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

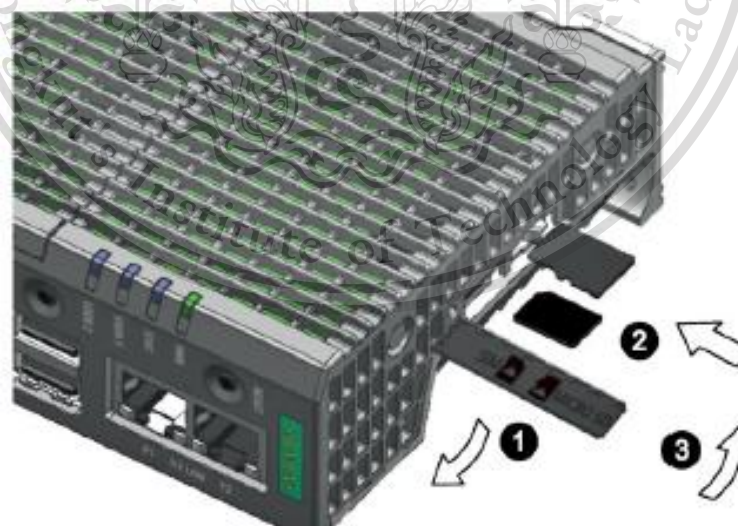
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2) ทำการฟอร์แมต Micro SD card จากนั้นเขียนซอฟต์แวร์ Image file ลงใน Micro SD card โดยลงผ่านโปรแกรม Win32 Disk Imager



รูปที่ 3.3 การลง Image file ใน Micro SD card

3) เมื่อลงเสร็จให้ถอด Micro SD card จากคอมพิวเตอร์ มาใส่ในตัว IOT2050 แล้วทำการจ่ายไฟให้กับ IOT2050 จากนั้นต่อสายแลนเข้ากับคอมพิวเตอร์และ IOT2050



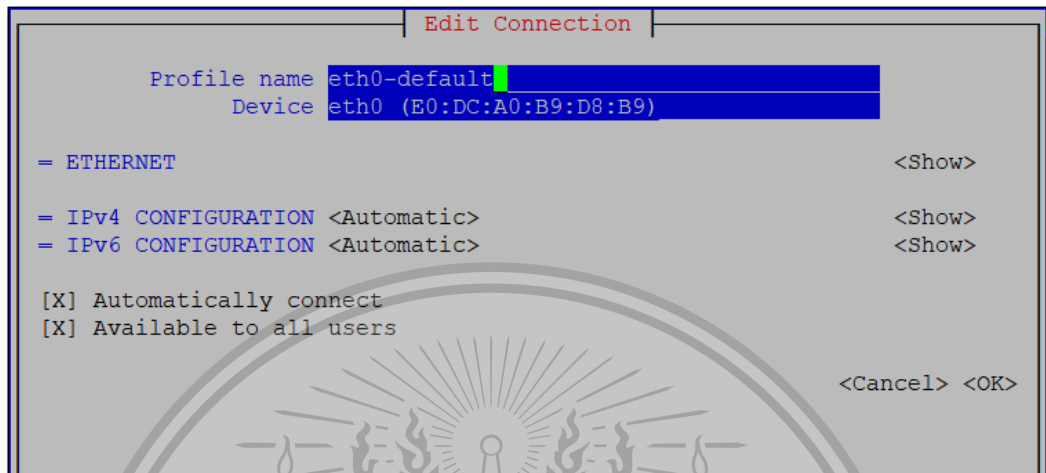
รูปที่ 3.4 การใส่ Micro SD card เข้าไปใน IOT2050

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิได้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

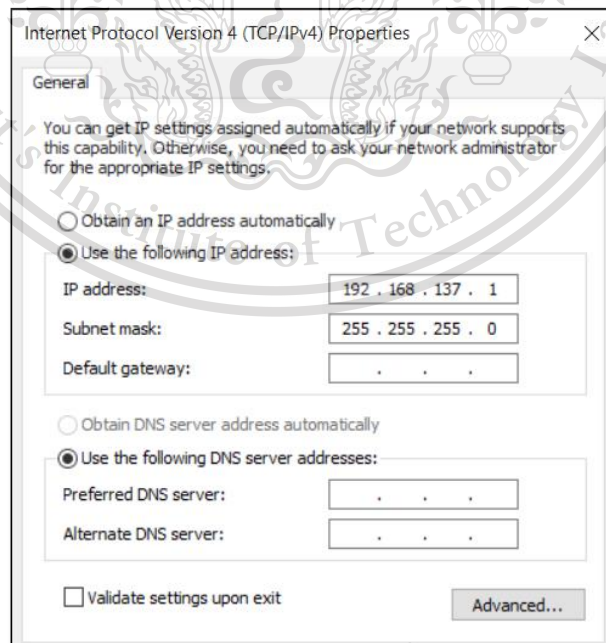
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4) ตั้งค่าพอร์ตที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และ IOT2050 โดยเข้าผ่านโปรแกรม PuTTY จากนั้นทำการตั้งค่า IPv4 ให้เป็น Automatic เพื่อให้สามารถค้นหา IP ของ IOT2050 ได้ อัตโนมัติ จากนั้นกด OK เพื่อรีบูตโมดูล IOT2050



รูปที่ 3.5 การตั้งค่าพอร์ตเป็นอัตโนมัติให้ค้นหาไอพีอัตโนมัติ

5) เปลี่ยน IP Ethernet ของคอมพิวเตอร์เป็น 192.168.137.1 และตั้ง Subnet mask เป็น 255.255.255.0



รูปที่ 3.6 การเปลี่ยน IP Ethernet ของคอมพิวเตอร์

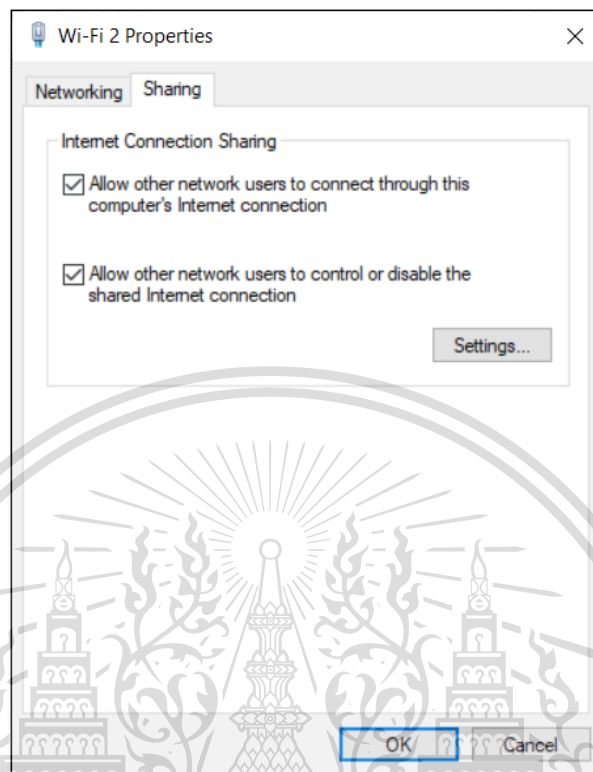
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา หรืออ้างถึงลิขสิทธิ์เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

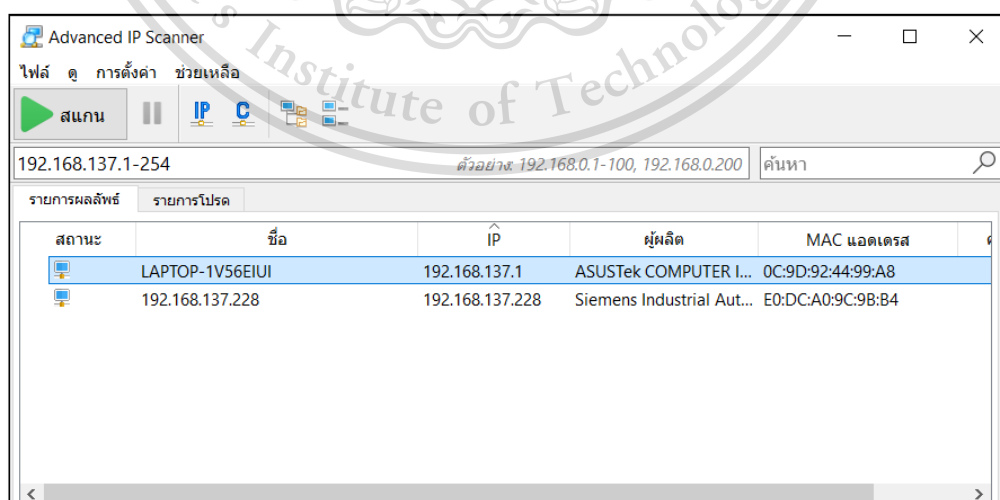
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

6) ที่หน้า Wi-Fi Properties คลิกเครื่องหมายถูกหน้า Allow other network users to connect through this computer's Internet connection จากนั้นกด OK



รูปที่ 3.7 การตั้งค่า Sharing Wi-Fi

7) ค้นหาไอพีของ IOT2050 ผ่านโปรแกรม IP Scanner



รูปที่ 3.8 การค้นหาไอพีของ IOT2050 ผ่านโปรแกรม IP Scanner

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

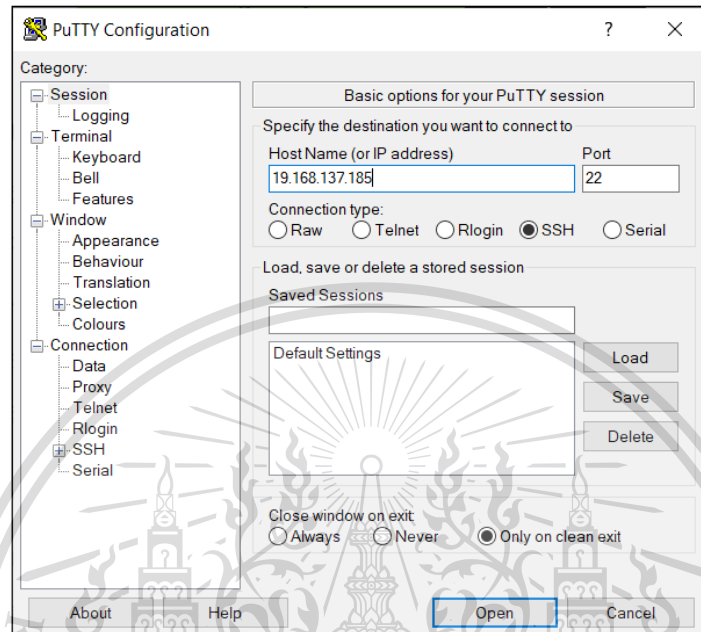
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามแก้ไขข้อมูลเปลี่ยนแปลงข้อมูล และต้องอ้างอิงเป็นชื่อของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

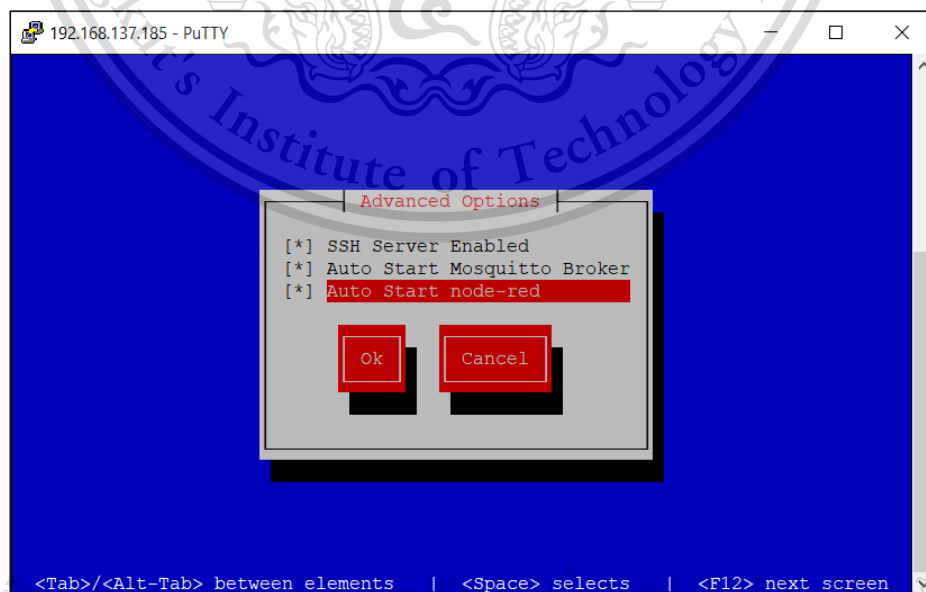
การใช้งานซอฟต์แวร์ Node-RED บน IOT2050

- 1) เข้าโปรแกรม PuTTY เพื่อตั้งค่าซอฟต์แวร์ของ IOT2050 โดยใช้โปรแกรม IP Scanner ค้นหาไอพีของ IOT2050



รูปที่ 3.9 หน้าแรกของโปรแกรม PuTTY

- 2) Enable Auto Start node-red จากนั้น Ok แล้วรีเซ็ต IOT2050



รูปที่ 3.10 Enable Auto Start node-red

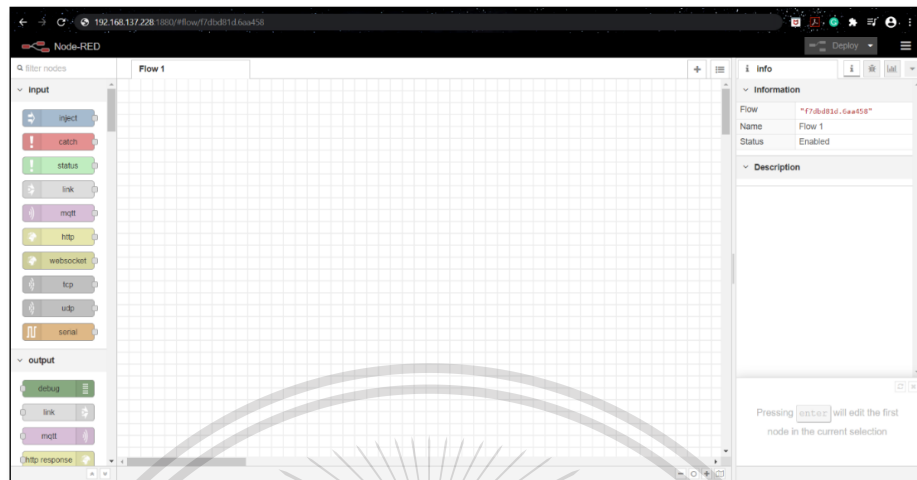
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา กรุณาอย่าเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

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.

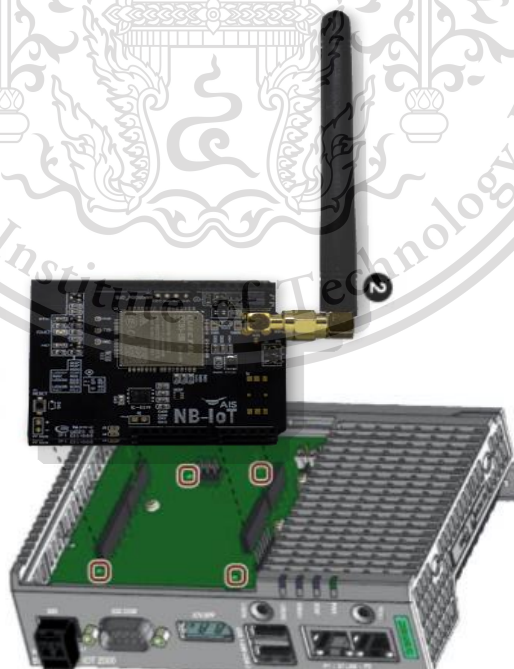
3) หลังจากรีบูต IOT2050 ใช้โปรแกรม IP Scanner เพื่อค้นหาไอพีของ IOT2050 แล้วเข้าเว็บเบราว์เซอร์ โดยเติม :1880 หลังไอพี (192.168.137.228:1880) เพื่อเข้าสู่โปรแกรม Node-RED



รูปที่ 3.11 หน้าแรกของโปรแกรม Node-RED

3.3.2 การตั้งค่าระหว่าง IOT2050 และ NB-IoT

เมื่อเปิด Shield cover ของ IOT2050 ออก พบว่ามีบอร์ดที่สามารถเสียบ NB-IoT ได้โดยตรง สามารถเสียบลงไปได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.12 การเชื่อมต่อ NB-IoT เข้ากับ IOT2050
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

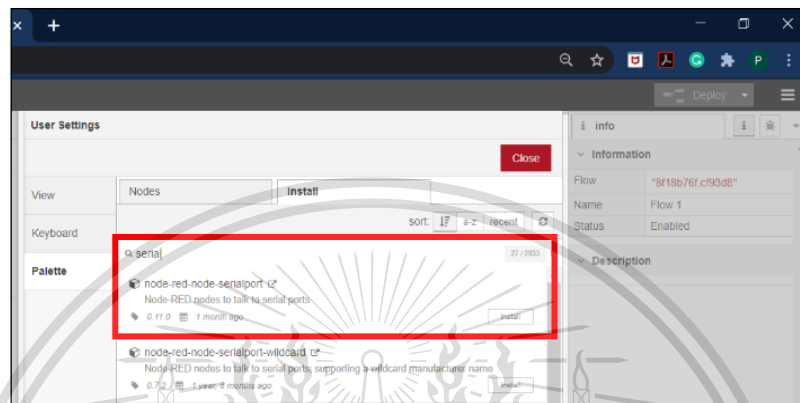
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง IOT2050 และ NB-IoT

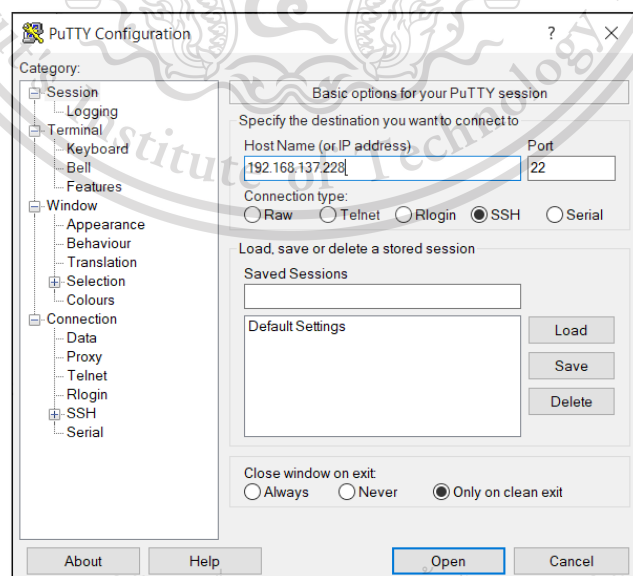
1) หลังจากค้นหาไอพีของ IOT2050 จากโปรแกรม IP Scanner ให้เข้าโปรแกรม Node-RED โดยเติม :1880 หลังไอพี (192.168.137.228:1880)

2) ดาวน์โหลดพาเลตที่จำเป็นต้องใช้ โดยเข้าโปรแกรม Node-RED ของ IOT2050 แล้วเข้า User Setting ค้นหา Serial port ของ IOT2050 จากนั้นกด install แล้วรอให้ดาวน์โหลดเสร็จสิ้น



รูปที่ 3.13 การดาวน์โหลด Serial port ของ IOT2050 บนโปรแกรม Node-RED

3) เข้าโปรแกรม PuTTY ผ่านไอพี จากนั้นตั้งค่า IOT2050 ให้สามารถใช้งานร่วมกับ NB-IoT ได้โดยการกด Enable UART on IO0-IO3 เพื่อให้ตำแหน่งขา IO0 และ IO1 ของ IOT2050 ตรงกับตำแหน่ง RX และ TX ของ NB-IoT จากนั้นกด OK เพื่อรีเซ็ต IOT2050

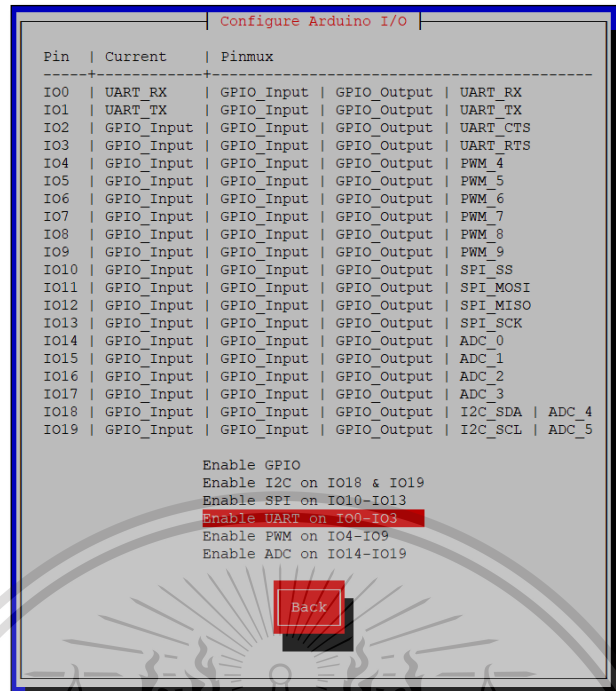


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.14 การเข้าโปรแกรม PuTTY ผ่านไอพีเพื่อตั้งค่า IOT2050

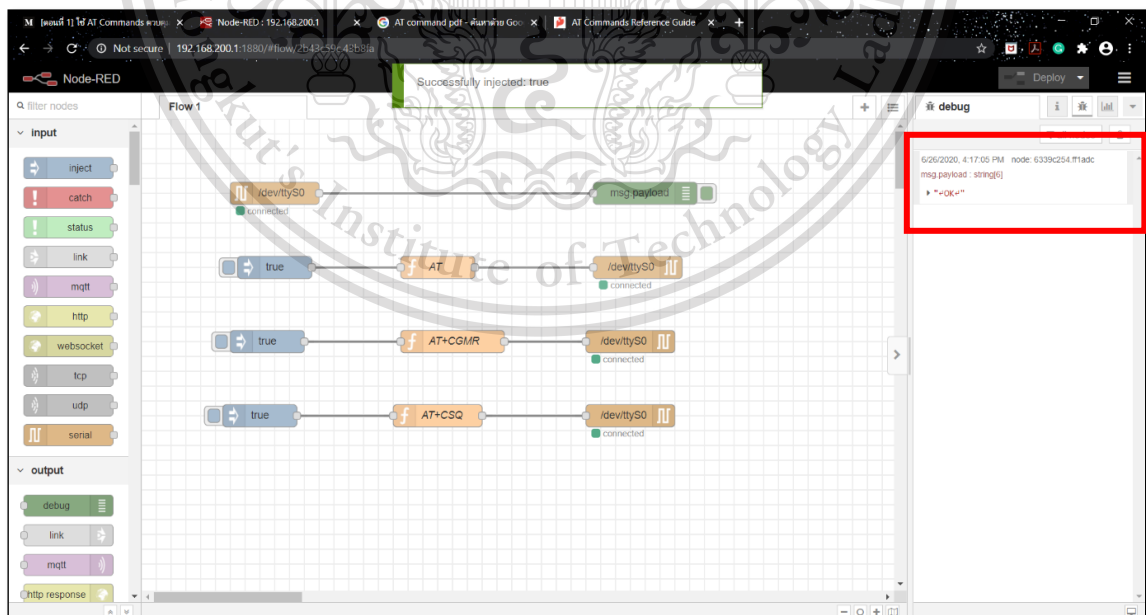
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



รูปที่ 3.15 Enable UART_RX และ UART_TX ของ IOT2050 เพื่อใช้งานกับ NB-IoT

4) ทดสอบการเชื่อมต่อระหว่าง NB-IoT กับ IOT2050 ผ่านโปรแกรม Node-RED โดยการส่งคำสั่ง AT จากนั้น NB-IoT ตอบ OK กลับมา



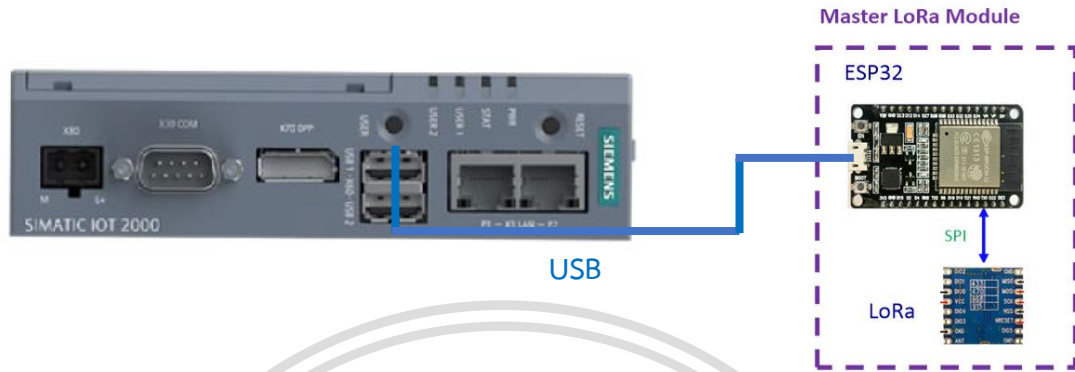
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.16 การทดสอบส่ง AT เพื่อให้ NB-IoT ตอบ OK กลับมา
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

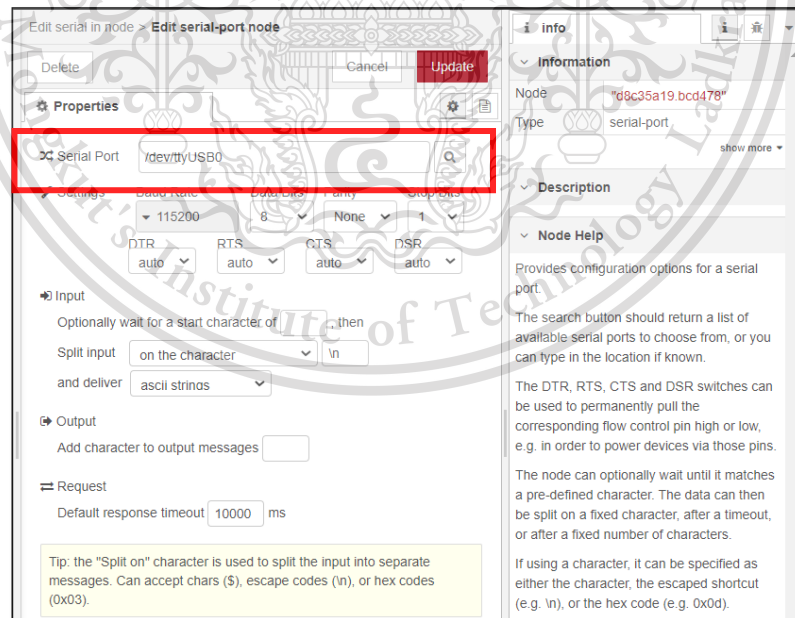
3.3.3 การตั้งค่าการเชื่อมต่อระหว่าง IOT2050 และโมดูลมาสเตอร์ LoRa

IOT2050 เชื่อมต่อกับโมดูลมาสเตอร์ LoRa ผ่านสาย USB โดยการเสียบได้โดยตรง



รูปที่ 3.17 การเชื่อมต่อโมดูลมาสเตอร์ LoRa กับ IOT2050

ทดสอบการใช้งานโมดูลมาสเตอร์ LoRa กับ IOT2050 โดยเสียบสาย USB เข้ากับ IOT2050 และโมดูลมาสเตอร์ LoRa จากนั้นเปิดโปรแกรม Node-RED แล้วนำกล่อง serial-port-node ออกมาพบว่าที่ช่อง Serial port จะขึ้นพอร์ต USB0 ที่เชื่อมต่อระหว่างโมดูลมาสเตอร์ LoRa และ IOT2050



รูปที่ 3.18 การทดสอบการใช้งานโมดูลมาสเตอร์ LoRa กับ IOT2050

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ภายใต้การดูแลของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

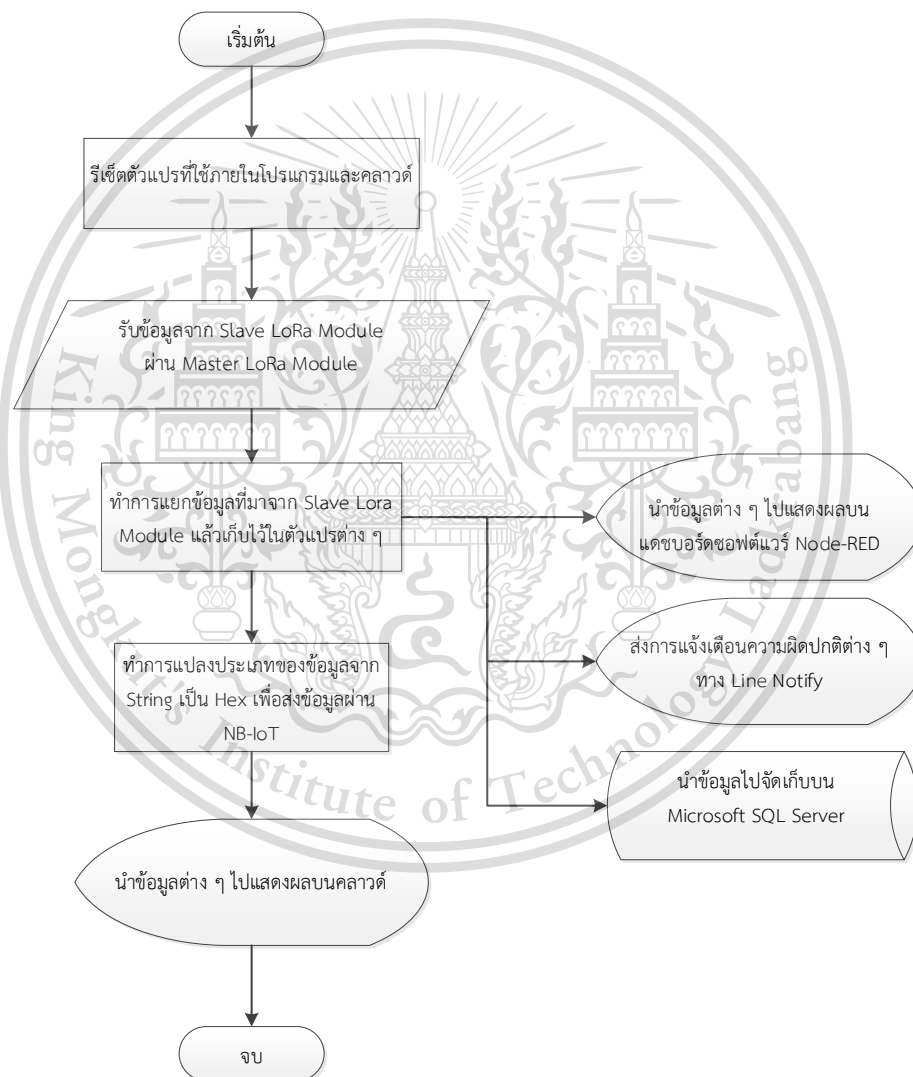
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

3.4 เทคนิคทางวิศวกรรมในส่วนของ การเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Node-RED

เทคนิคทางวิศวกรรมในส่วนของ การเขียนโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ Node-RED ประกอบไปด้วย โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม การเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน NB-IoT การเขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa การเขียนโปรแกรมเพื่อแยกข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa การเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผลบนแดชบอร์ดของซอฟต์แวร์ Node-RED การเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE กับคลาวด์ Ubidots และการเขียนโปรแกรมเพื่อแจ้งเตือนบน Line Notify

3.4.1 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.19 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

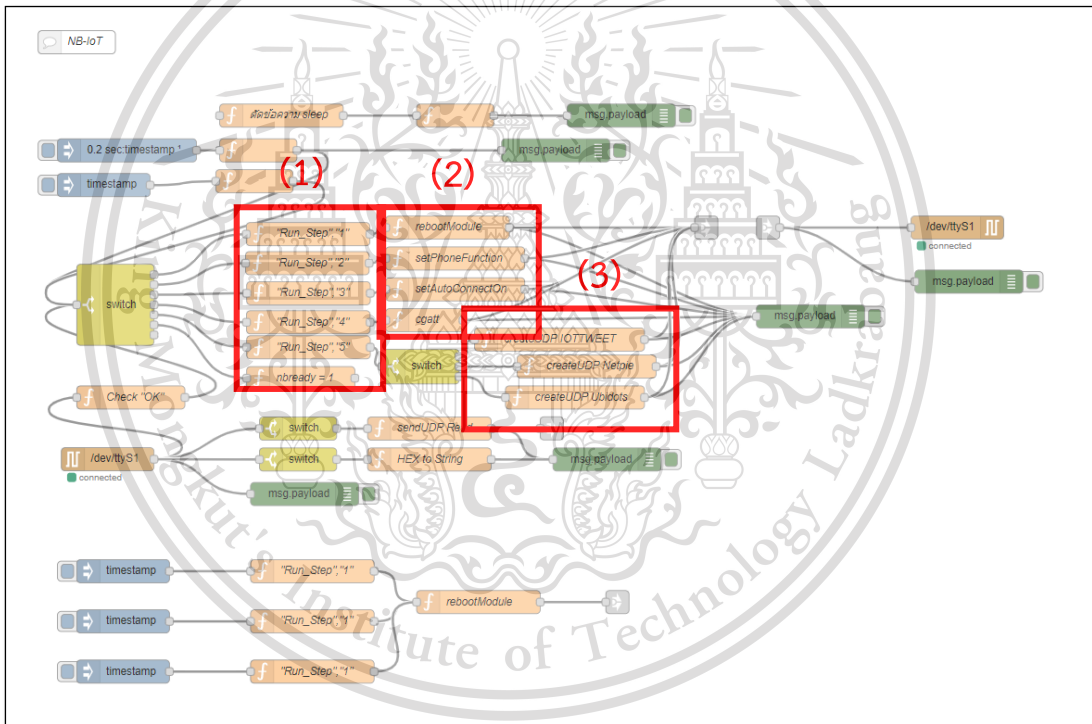
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

จากรูปที่ 3.19 เริ่มต้นโดยการรีเซ็ตตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ภายในโปรแกรมและระบบคลาวด์ จากนั้นทำการรับข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa โดยส่งคำสั่ง AT Command ไปที่โมดูลมาสเตอร์ LoRa จากนั้นทำการแยกข้อมูลที่ได้แล้วเก็บในตัวแปรต่าง ๆ แล้วทำการแสดงผลข้อมูลบน แดชบอร์ด ของโปรแกรม Node-RED ทำการเขียนเงื่อนไขในการส่งแจ้งเตือนบน Line Notify แล้วนำข้อมูลไปเก็บในฐานข้อมูล จากนั้นทำการแปลงประเภทของข้อมูลจาก String เป็น Hex แล้วส่งไประบบคลาวด์ ผ่าน NB-IoT เป็นคำสั่ง AT Command เพื่อนำข้อมูลไปแสดงผลบนระบบคลาวด์

3.4.2 การเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งาน NB-IoT

จากรูปที่ 3.20 แสดงโฟลว์การทำงานของ NB-IoT โดยเริ่มแรกเมื่อจ่ายไฟให้กับเกตเวย์ IOT2050 จะเกิดการรีเซ็ตโมดูลตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ ซึ่งเป็นการทำงานตามลำดับ



รูปที่ 3.20 โฟลว์ทั้งหมดในการเริ่มต้นเพื่อใช้งาน NB-IoT

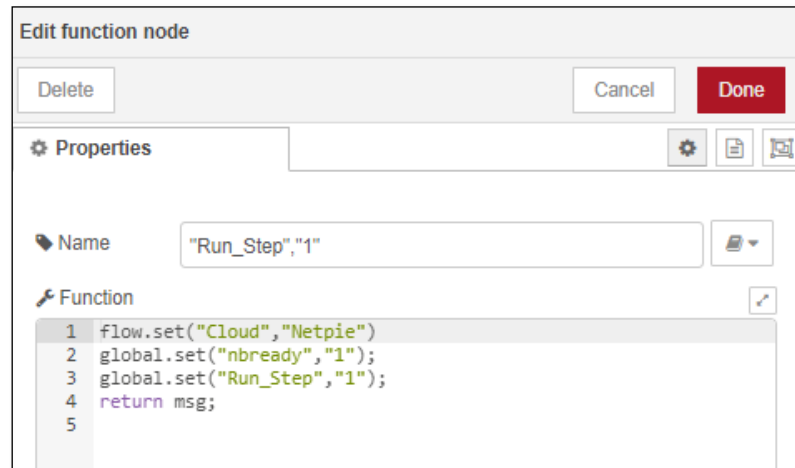
(1) เป็นชุดฟังก์ชันที่ทำให้เกิดการ ทำงานเป็นลำดับ เมื่อผ่านสแต็ปหนึ่งไปแล้วจะให้ทำงานต่อไปในสแต็ปสอง แล้วทำต่อไปเรื่อย ๆ จนถึงสแต็ปสุดท้าย จากรูปที่ 3.21 เป็นฟังก์ชันการทำงานของสแต็ปหนึ่ง เป็นการเลือกระบบคลาวด์ที่ต้องการส่งข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa ไปแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ห้ามมิให้เผยแพร่หรือใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

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 3.21 ฟังก์ชันเลือกระบบคลาวด์ในการส่งข้อมูล

(2) เป็นชุดฟังก์ชันการทำงานของ AT Command เพื่อใช้กับ NB-IoT

ตารางที่ 3.2 AT Command ที่ใช้กับ NB-IoT

AT Command	คำอธิบาย
AT+NRB	สำหรับรีบูตโมดูล
AT+CFUN=1	การตั้งค่าฟังก์ชันโมดูลให้ทำงานอยู่ในระดับสูงสุด
AT+NCONFIG=AUTOCONNECT,TRUE	สำหรับตั้งให้ NB-IoT เชื่อมต่ออัตโนมัติ
AT+CGATT=1	สำหรับ Attach เข้า Packet Domain Service
AT+NSOCR=DGRAM,17,"+String(port)+",1	สำหรับตั้งค่า port ในการเชื่อมต่อ

(3) เป็นชุดฟังก์ชันที่กำหนดไอพีและพอร์ตของระบบคลาวด์ที่ได้ทำการเลือกจากสแต็ปหนึ่ง
จากรูปที่ 3.22 เป็นการกำหนดไอพีและพอร์ตของคลาวด์ NETPIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

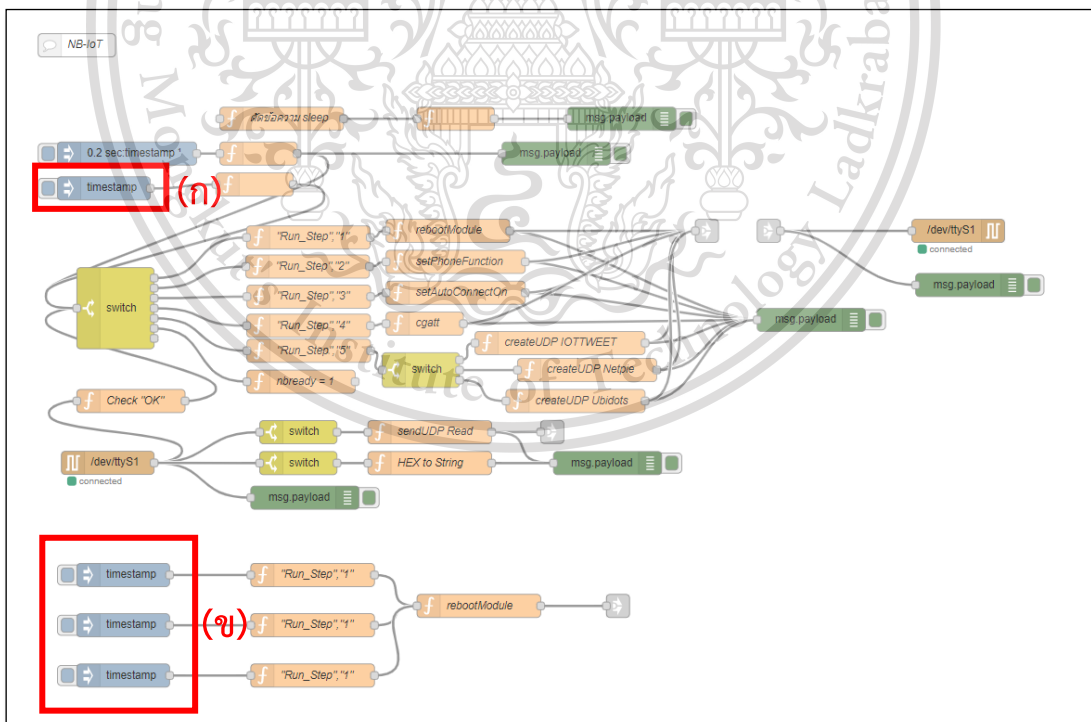
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

```

Edit function node
Delete Cancel Done
Properties
Name createUDP Netpie
Function
1 flow.set("ip","203.150.37.76");
2 global.set("port","45683");
3
4 var port = global.get("port");
5
6 msg.payload = "AT+NSOCR=DGRAM,17,"+String(port)+"\r\n";
7 return msg;
    
```

รูปที่ 3.22 ฟังก์ชันกำหนดค่าไอพีและพอร์ตของคลาวด์ที่ต้องการ

ขั้นตอนในการใช้งานโพล์ NB-IoT เริ่มแรกกดปุ่ม timestamp (ก) เพื่อรีเซ็ตโมดูล NB-IoT จากนั้นกดปุ่ม timestamp (ข) เพื่อเลือกระบบคลาวด์ที่ต้องการ



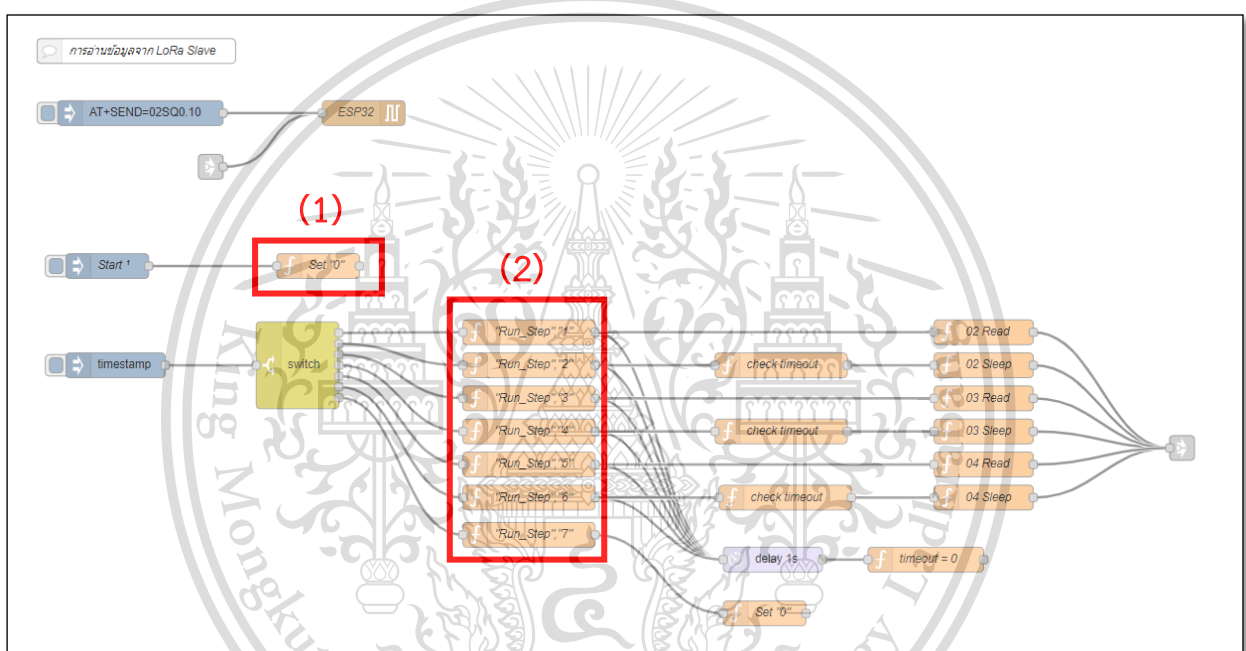
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 รูปที่ 3.23 ขั้นตอนการใช้งาน NB-IoT
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

3.4.3 การเขียนโปรแกรมเพื่อรับข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa

การรับข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa โดยให้ IOT2050 ส่ง AT Command ไปที่โมดูลมาสเตอร์ LoRa เพื่อเรียกข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa ในขณะนั้น ซึ่งการทำงานเป็นลำดับขั้นตอนโดยอ่านข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 02 03 และ 04 ตามลำดับ ขั้นตอนแรกคืออ่านข้อมูลด้วยคำสั่ง AT+SEND=02RQ แล้วสั่งให้โมดูลสเลฟ LoRa เข้าสู่โหมดหลับด้วยคำสั่ง AT+SEND=02SQ0.10 ลำดับถัดไปส่ง AT+SEND=03RQ เพื่ออ่านข้อมูลแล้วทำการส่ง AT+SEND=03SQ0.10 เพื่อให้เข้าสู่โหมดหลับ ลำดับถัดไปส่ง AT+SEND=04RQ เพื่ออ่านข้อมูลแล้วทำการส่ง AT+SEND=04SQ0.10 เพื่อให้เข้าสู่โหมดหลับ



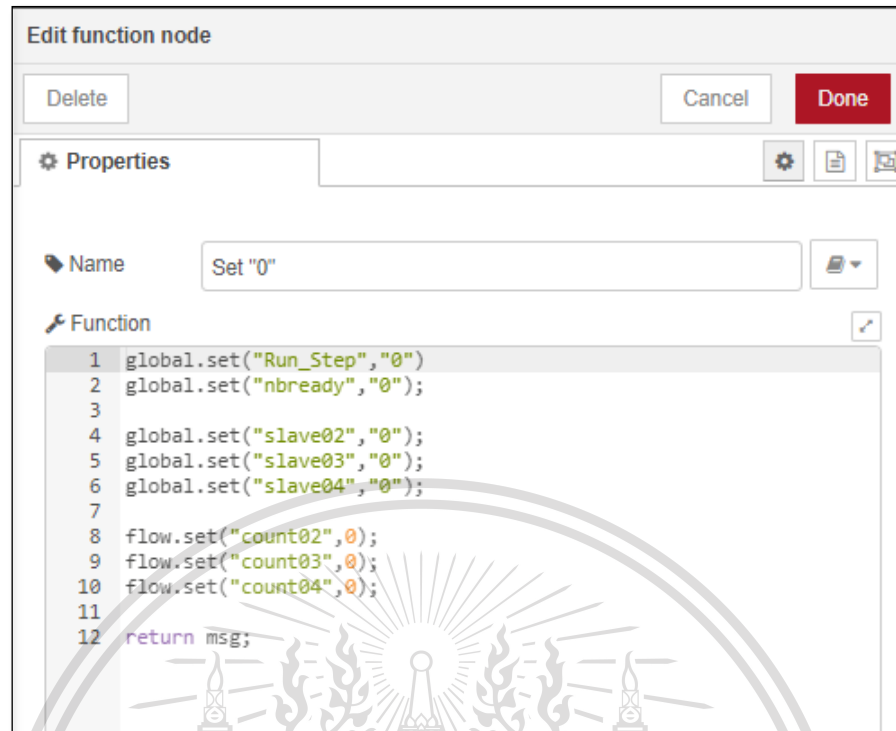
รูปที่ 3.24 โฟลว์ทั้งหมดของการอ่านข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa

(1) เป็นฟังก์ชันที่รีเซ็ตตัวแปรทั้งหมดที่ใช้ในโปรแกรมให้กลายเป็นศูนย์

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 3.25 ฟังก์ชันรีเซ็ตตัวแปรทั้งหมดให้กลายเป็นศูนย์

(2) เป็นชุดฟังก์ชันที่ทำให้การทำงานเป็นลำดับ เมื่อผ่านสเต็ปหนึ่งไปแล้วก็จะให้ทำงานต่อไปในสเต็ปสองทำต่อไปเรื่อย ๆ จนถึงสเต็ปสุดท้ายแล้วทำการรีเซ็ตตัวแปรที่ใช้งานในชุดที่ (2)



รูปที่ 3.26 ฟังก์ชันรันสเต็ปให้ทำงานเป็นลำดับ

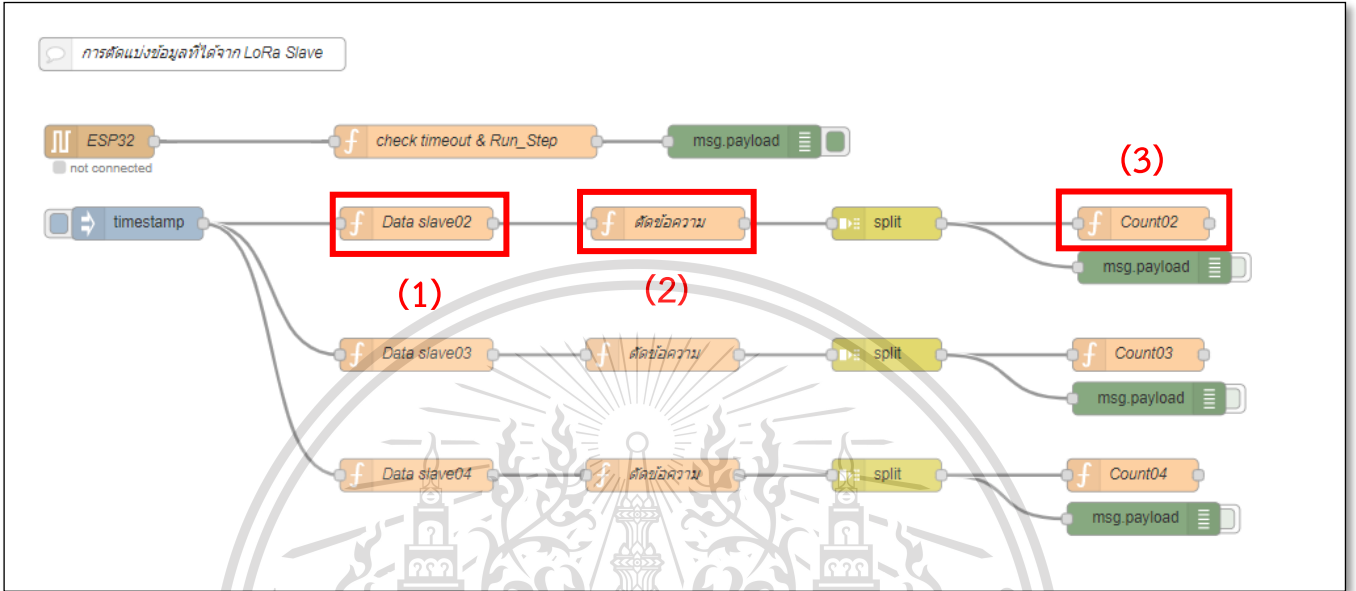
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาหรือข้อมูลใดๆซึ่งรวมถึงการนำเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

3.4.4 การเขียนโปรแกรมเพื่อแยกข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa

หลังจากได้รับข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa ทำการตัดข้อความที่ได้เพื่อเอาค่ามาแยกเก็บในแต่ละตัวแปร



รูปที่ 3.27 โฟลว์ทั้งหมดของการแยกข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa

(1) เป็นฟังก์ชันที่ใช้เรียกข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 02

Edit function node

Delete Cancel Done

Properties

Name: Data slave02

Function

```

1 msg.payload = global.get("slave02");
2 return msg;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้เฉพาะเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้แก้ไขหรือดัดแปลงเนื้อหาในเอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสาร

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) เป็นฟังก์ชันที่ใช้ตัดข้อความที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa จากรูปที่ 3.29 เป็นการเก็บเฉพาะข้อมูลที่อยู่ระหว่างตัวอักษร P และ S

```

1 var index = msg.payload.toString().indexOf('P') ;
2 var index2 = msg.payload.toString().indexOf('S') ;
3 var data = msg.payload.toString().slice(index+1,index2-1) ;
4
5 msg.payload = data.toString() ;
6
7
8 return msg;

```

รูปที่ 3.29 ฟังก์ชันที่ใช้ตัดข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa

(3) เป็นฟังก์ชันนับเพื่อแยกข้อมูลไปเก็บไว้ในแต่ละตัวแปรที่กำหนดขึ้นมา เนื่องจากการใช้ฟังก์ชันตัดข้อความก่อนหน้าทำให้ได้ข้อมูลแยกออกมา จึงใช้ฟังก์ชันนับเพื่อเก็บข้อมูลตามลำดับหลังจากทำการตัดข้อความ

```

1 count = flow.get('count02')
2 if(count === undefined){
3   count = 0;
4 }
5 if(count === 0){
6
7   flow.set('A02',msg.payload);
8 }
9 if(count == 1){
10
11   flow.set('B02',msg.payload);
12 }
13 if(count == 2){
14   flow.set('C02',msg.payload);
15 }
16 if(count == 3){
17   count = -1 ;
18   flow.set('D02',msg.payload);
19 }
20 /*if(count == 4){
21
22 }*/
23
24 msg.payload = count + 1
25 flow.set('count02',msg.payload);
26 return msg;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เนื้อหาใดๆของเอกสารนี้ไปยังบุคคลอื่นที่มิควรนำไปใช้

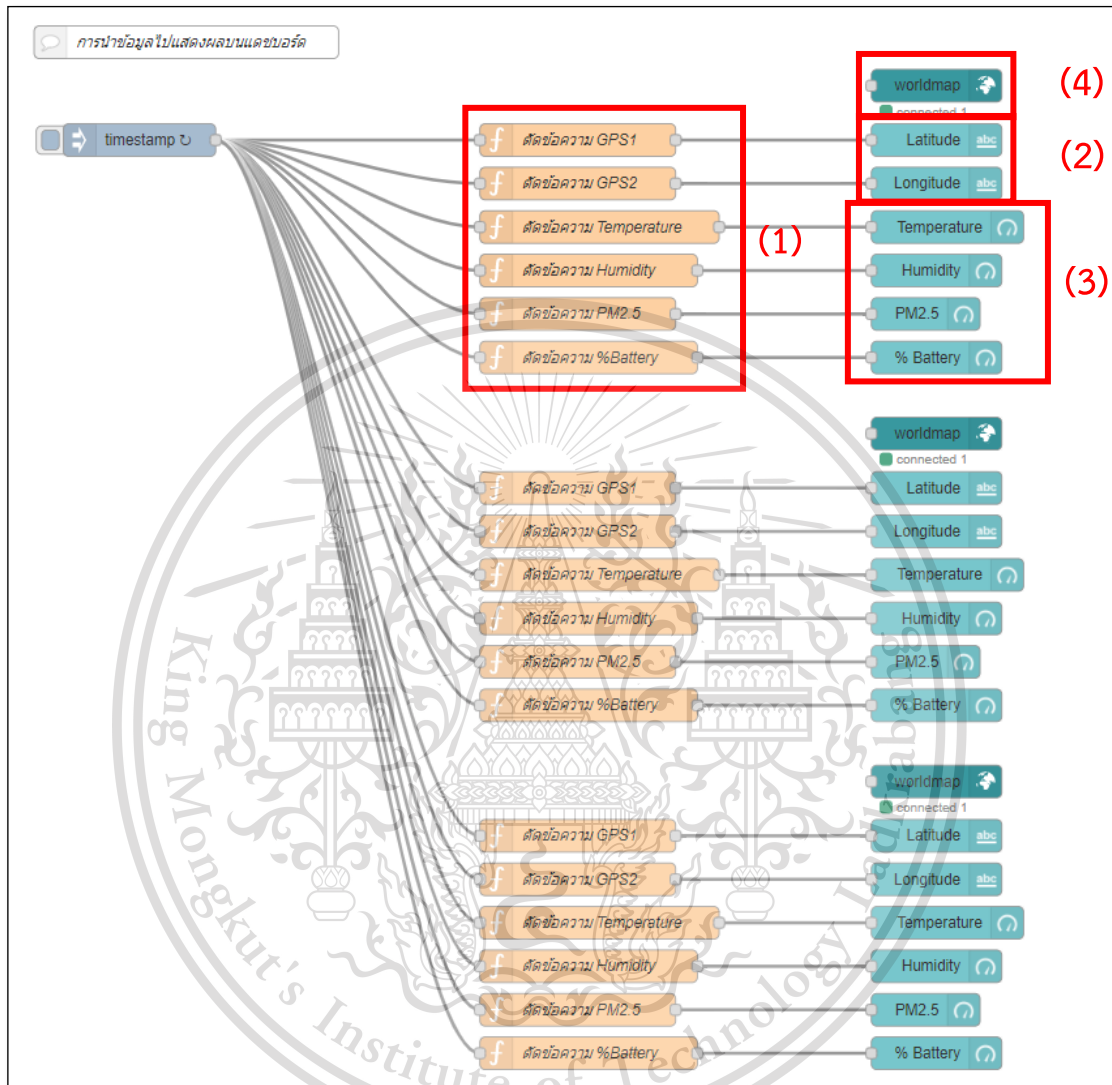
รูปที่ 3.30 ฟังก์ชันนับเพื่อแยกข้อมูลแล้วเก็บในในแต่ละตัวแปร

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

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

3.4.5 การเขียนโปรแกรมเพื่อการแสดงผลบนแดชบอร์ดของซอฟต์แวร์ Node-RED

โฟลว์โปรแกรมที่เกี่ยวข้องกับแดชบอร์ดทั้งหมด ประกอบไปด้วย ฟังก์ชันตัดข้อความ gauge node text node และ worldmap node



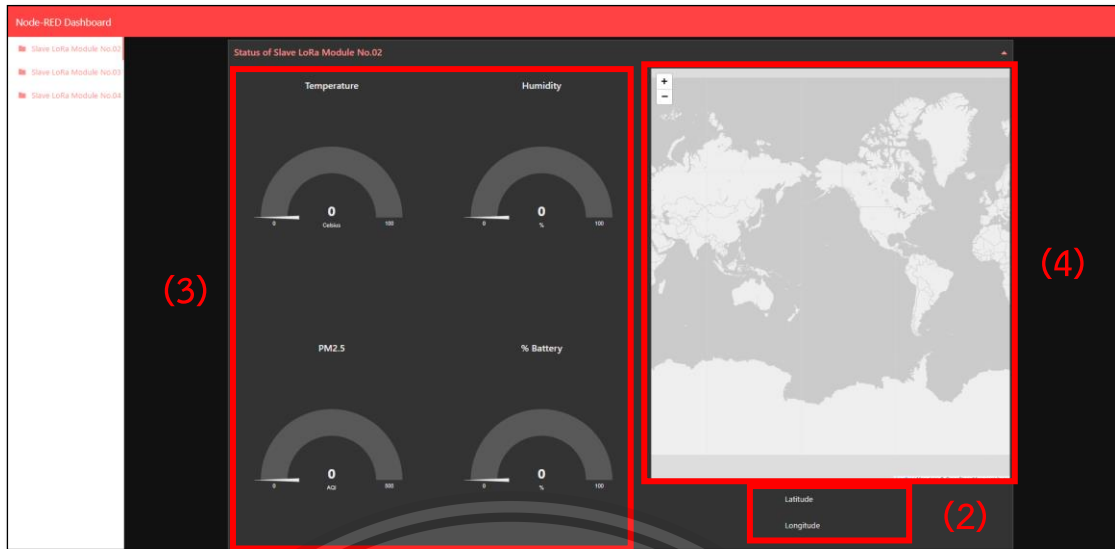
รูปที่ 3.31 โฟลว์ทั้งหมดของการทำแดชบอร์ด

หน้าแดชบอร์ดที่ออกแบบไว้แบ่งออกเป็น 3 หน้า ได้แก่ Status of Slave LoRa Module No.02, Status of Slave LoRa Module No.03 และ Status of Slave LoRa Module No.04

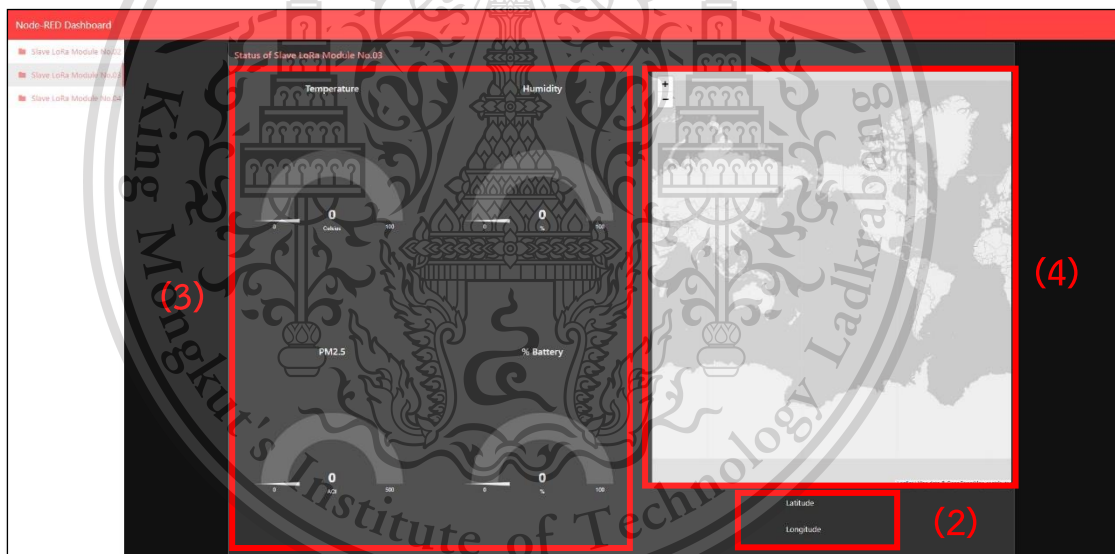
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 3.32 แดชบอร์ดที่ออกแบบหน้าที่ 1

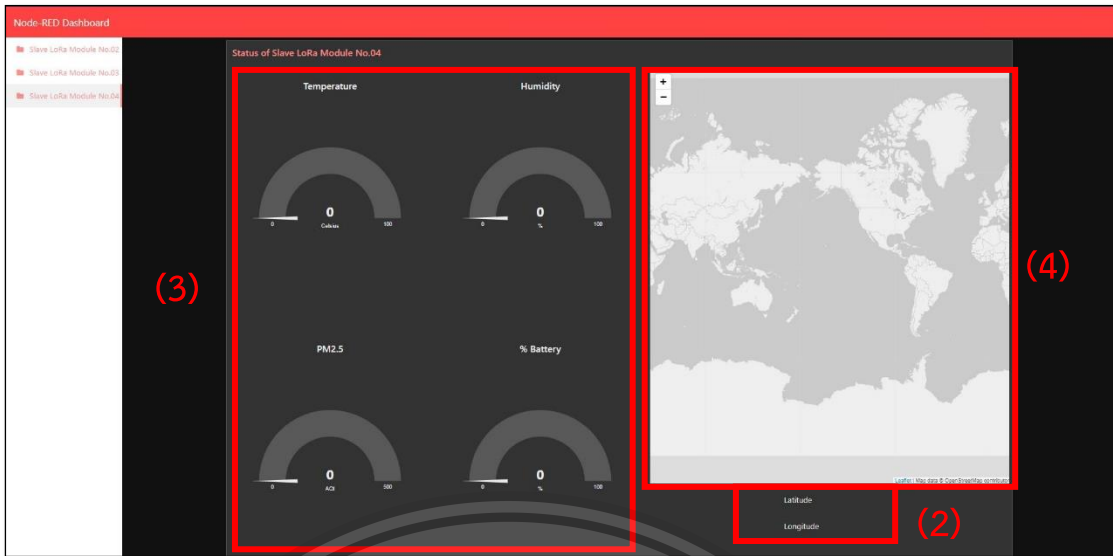


รูปที่ 3.33 แดชบอร์ดที่ออกแบบหน้าที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

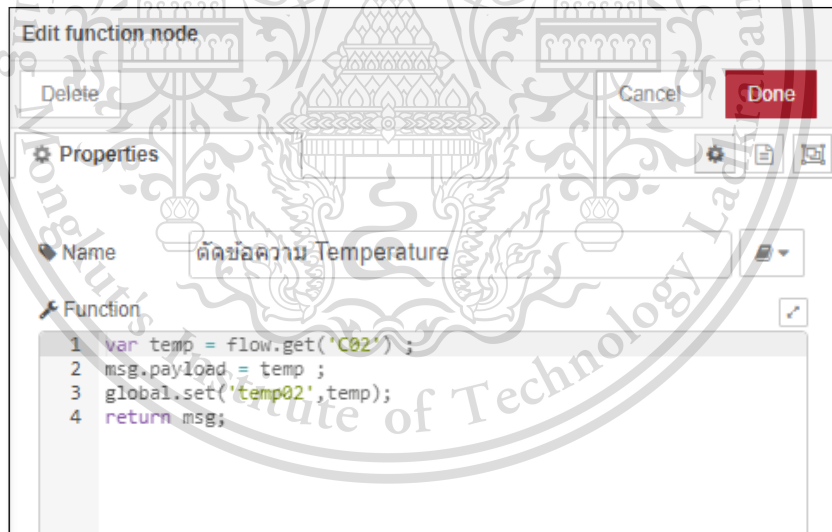
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



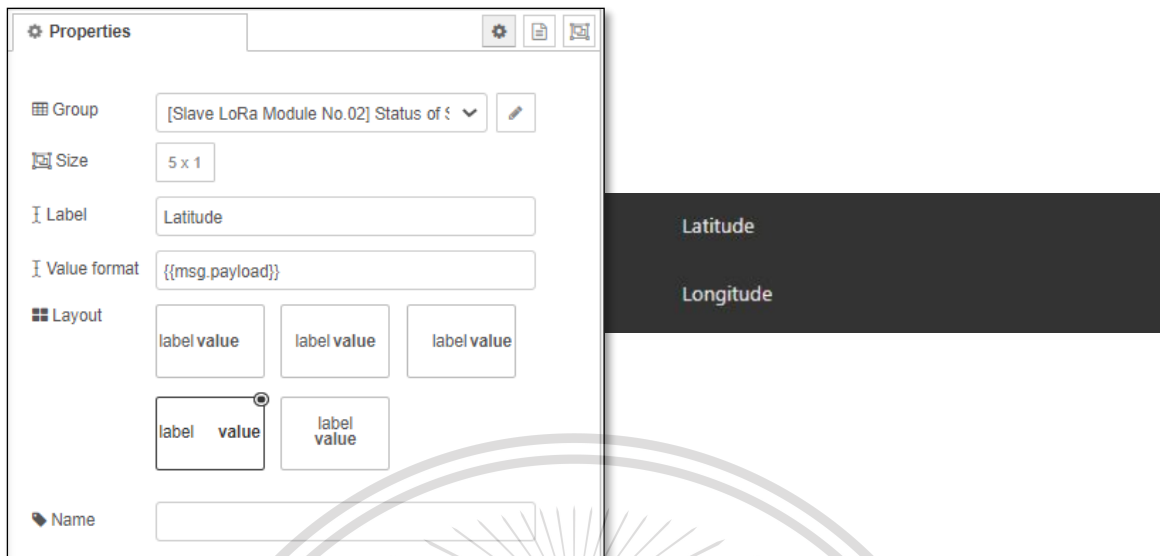
รูปที่ 3.34 แดชบอร์ดที่ออกแบบหน้าที่ 3

- (1) เป็นชุดฟังก์ชันที่นำเอาข้อมูลที่ได้จากการตัดไปแสดงผลบนแดชบอร์ด จากรูปที่ 3.35 เป็นการกำหนดตัวแปร C02 ให้กลายเป็นตัวแปร temp02



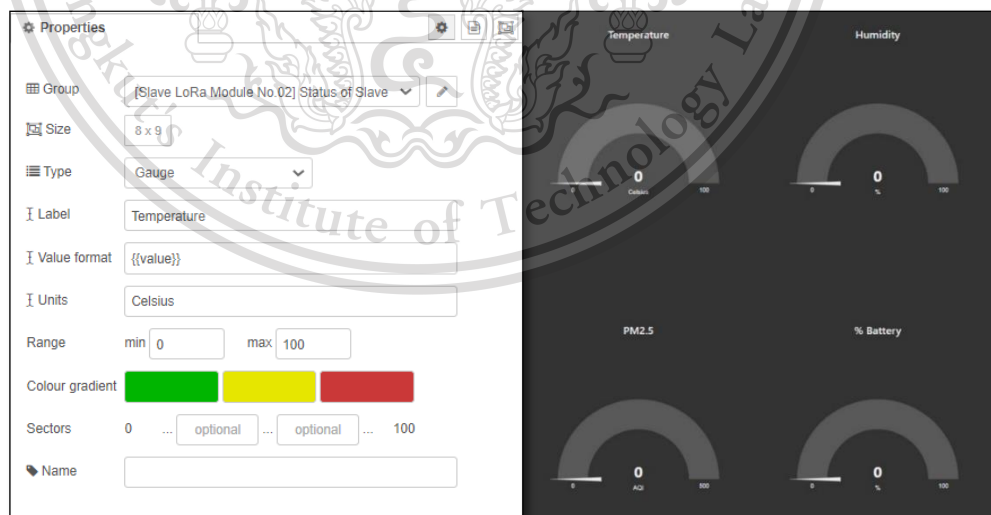
รูปที่ 3.35 ฟังก์ชันที่นำเอาข้อมูลที่ได้จากการตัดข้อความไปใช้บนแดชบอร์ด

- (2) เป็นการตั้งค่า text node เพื่อแสดงผลบนแดชบอร์ด จากรูปที่ 3.36 กำหนด Tab ไปที่เอกสารนี้เป็น [Slave LoRa Module No.2] กำหนด Group เป็น Status of Slave LoRa Module No.02 และกำหนด Label เป็น Latitude



รูปที่ 3.36 แดชบอร์ดค่าละติจูด

(3) เป็นการตั้งค่า gauge node เพื่อแสดงผลบนแดชบอร์ด จากรูปที่ 3.37 กำหนด Tab ไปที่ [Slave LoRa Module No.2] กำหนด Group เป็น Status of Slave LoRa Module No.02 และกำหนด Label เป็น Temperature



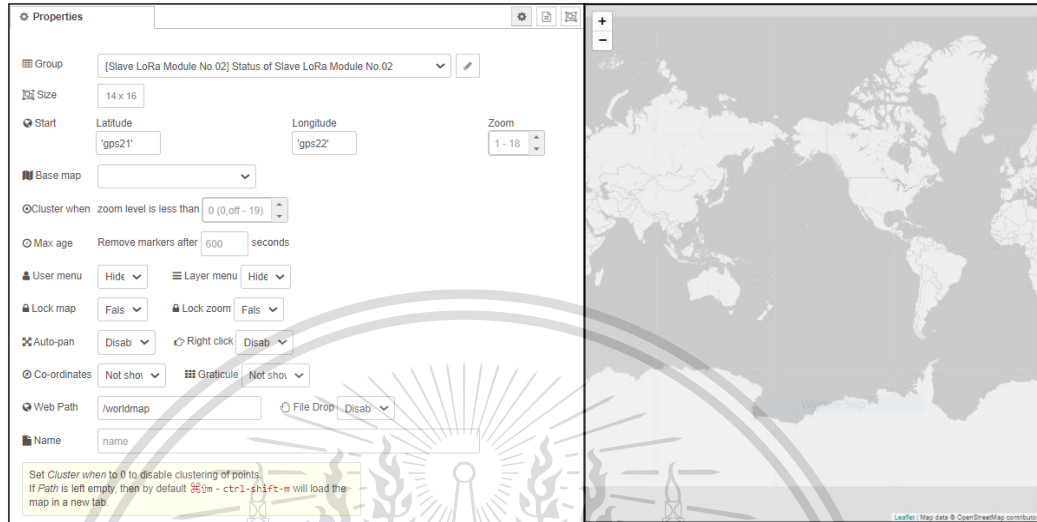
รูปที่ 3.37 แดชบอร์ดค่าอุณหภูมิในรูปแบบเกจวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น 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.

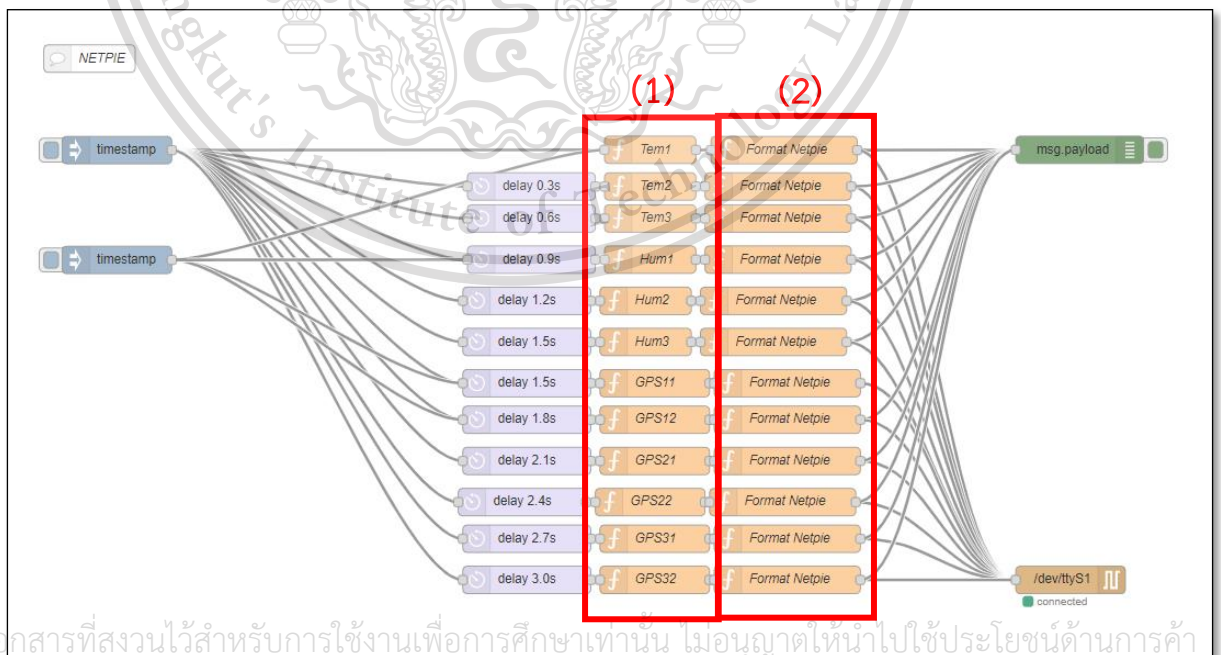
(4) เป็นการตั้งค่า worldmap node เพื่อแสดงผลบนแดชบอร์ด จากรูปที่ 3.38 กำหนด Tab ไปที่ [Slave LoRa Module No.2] กำหนด Group เป็น Status of Slave LoRa Module No.02 กำหนดละติจูดเป็นตัวแปร gps021 และกำหนดลองจิจูดเป็นตัวแปร gps022



รูปที่ 3.38 แดชบอร์ดตำแหน่งบนโลกโดยใช้ละติจูดและลองจิจูด

3.4.6 การเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE

จากรูปที่ 3.39 แสดงไฟล์ทั้งหมดในการส่งข้อมูลจากโมดูล LoRa ไปคลาวด์ NETPIE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.39 ไฟล์ทั้งหมดในการส่งข้อมูลจากโมดูล LoRa ไปคลาวด์ NETPIE

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) เป็นชุดฟังก์ชันที่เรียกตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa แล้วทำการแปลงข้อมูลนั้นจาก String ให้เป็น Hex จากนั้นทำการเก็บไว้ในตัวแปรที่สร้างขึ้นใหม่ จากรูปที่ 3.40 เป็นการเรียกตัวแปร temp02 ขึ้นมาแล้วเปลี่ยนข้อมูลให้กลายเป็น Hex จากนั้นเก็บไว้ในตัวแปร DataToTem1

```

Edit function node
Delete Cancel Done
Properties
Name Tem1
Function
1 var data01 = global.get('temp02');
2 const buf = Buffer.from(data01, 'utf8').toString('hex');
3 global.set('DataToTem1',buf)
4 return msg;

```

รูปที่ 3.40 ฟังก์ชันแปลงข้อมูลจาก String เป็น Hex ของคลาวด์ NETPIE

(2) เป็นชุดฟังก์ชันเพื่อนำข้อมูลไปแสดงผลบนคลาวด์ NETPIE โดยการส่งไปคลาวด์มีรูปแบบในการส่ง คือ ใ่อพีตามด้วยพอร์ตตามด้วยความยาวของข้อมูลและตามด้วยข้อมูล Hex ซึ่งทั้งหมดนี้ถูกส่งเป็น AT Command

```

Edit function node
Delete
Properties
Name Format Netpie
Function
1 function strophex(datastr){
2   var hex, i;
3
4   var result = "";
5   for (i=0; i<datastr.length; i++) {
6     hex = datastr.charCodeAt(i).toString(16);
7     result += (hex).slice(-2);
8   }
9
10  return result
11 }
12
13 var value;
14
15 var hexdata ;
16 var ip = "203.150.37.76";
17 var port = "45683";
18 hexdata1 = "40832E2F3008230332E3135302E33372E373685746F706963084861604261636F6E056E62696F740D26546560D3";
19 hexdata2 = global.get('DataToTem1')
20 hexdata = hexdata1 + hexdata2 ;
21 var len = String((hexdata.length)/2);
22 msg.payload = "AT+NSOST=0,\"+ip+\",\"+port+\",\"+len+\",\"+hexdata+\"\\r\\n\";
23
24 return msg;

```

รูปที่ 3.41 ฟังก์ชันเพื่อส่งข้อมูลไปคลาวด์ NETPIE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

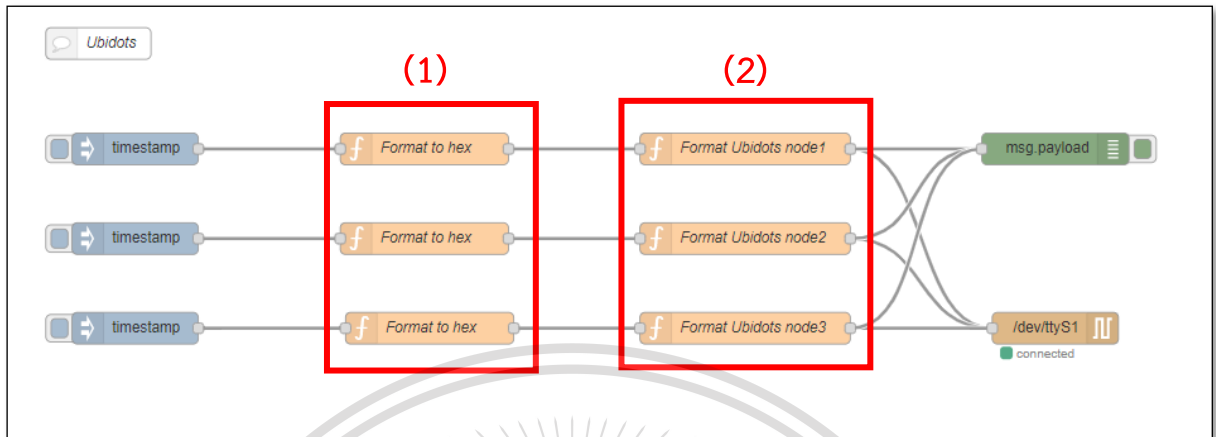
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

3.4.7 การเขียนโปรแกรมเพื่อส่งข้อมูลไปคลาวด์ Ubidots

จากรูปที่ 3.42 แสดงโฟลว์ทั้งหมดในการส่งข้อมูลจากโมดูล LoRa ไปคลาวด์ Ubidots



รูปที่ 3.42 โฟลว์ทั้งหมดในการส่งข้อมูลจากโมดูล LoRa ไปคลาวด์ Ubidots

(1) เป็นชุดฟังก์ชันที่เรียกตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa แล้วทำการแปลงข้อมูลนั้นจาก String ให้เป็น Hex จากนั้นทำการเก็บไว้ในตัวแปรที่สร้างขึ้นใหม่ จากรูปที่ 3.43 เป็นการเรียกตัวแปรที่ใช้เก็บข้อมูลทั้งหมดของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 02 ขึ้นมาแล้วเปลี่ยนข้อมูลให้กลายเป็น Hex จากนั้นเก็บไว้ในตัวแปรที่สร้างขึ้นใหม่

```

Edit function node
Delete Cancel Done
Properties
Name Format to hex
Function
1 var dataUB1 = global.get('temp02');
2 var dataUB2 = global.get('gps021');
3 var dataUB3 = global.get('gps022');
4 var dataUB4 = global.get('hum02');
5 var dataUB5 = global.get('gps021');
6 var dataUB6 = global.get('gps022');
7 //var data01 = "48";
8 const buff0 = Buffer.from(dataUB1, 'utf8').toString('hex');
9 const buff1 = Buffer.from(dataUB2, 'utf8').toString('hex');
10 const buff2 = Buffer.from(dataUB3, 'utf8').toString('hex');
11 const buff3 = Buffer.from(dataUB4, 'utf8').toString('hex');
12 const buff4 = Buffer.from(dataUB5, 'utf8').toString('hex');
13 const buff5 = Buffer.from(dataUB6, 'utf8').toString('hex');
14 global.set('DUB1',buff0);
15 global.set('DUB2',buff1);
16 global.set('DUB3',buff2);
17 global.set('DUB4',buff3);
18 global.set('DUB5',buff4);
19 global.set('DUB6',buff5);
20 return msg;

```

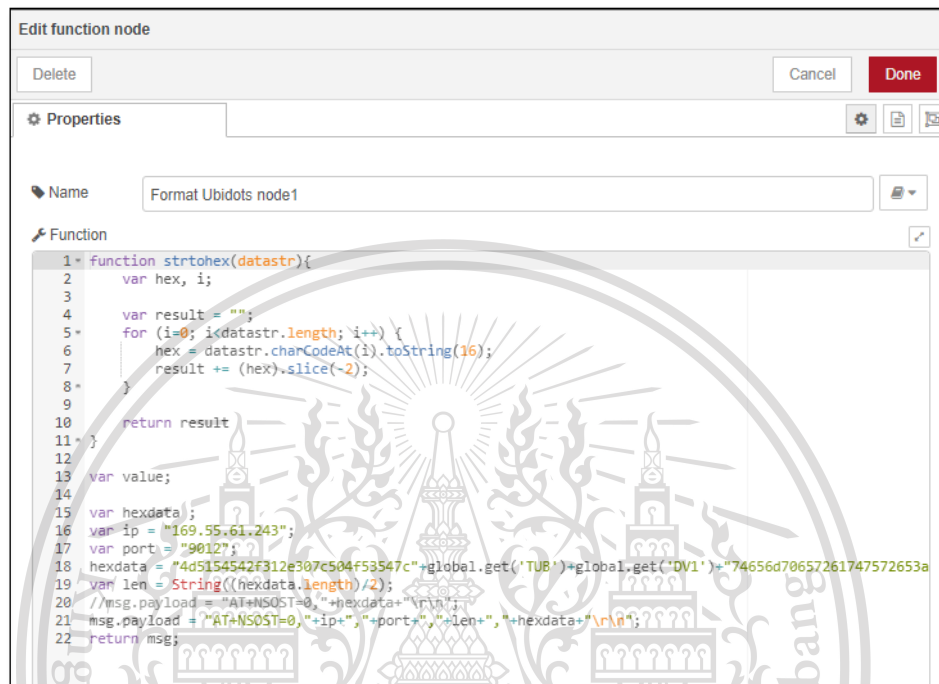
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมิได้สงวนลิขสิทธิ์ และต้องอ้างถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.43 ฟังก์ชันแปลงข้อมูลจาก String เป็น Hex ของคลาวด์ Ubidots

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) เป็นชุดฟังก์ชันเพื่อนำข้อมูลไปแสดงผลบนคลาวด์ Ubidots โดยการส่งไปคลาวด์มีรูปแบบในการส่ง คือ ใอพีตามด้วยพอร์ตตามด้วยความยาวของข้อมูลและตามด้วยข้อมูล Hex ซึ่งทั้งหมดนี้ถูกส่งเป็น AT Command



```

1 function strtohex(datastr){
2   var hex, i;
3
4   var result = "";
5   for (i=0; i<datastr.length; i++) {
6     hex = datastr.charCodeAt(i).toString(16);
7     result += (hex).slice(-2);
8   }
9
10  return result
11 }
12
13 var value;
14
15 var hexdata;
16 var ip = "169.55.61.243";
17 var port = "9012";
18 hexdata = "4d5154542f312e307c504f53547c"+global.get('TUB')+global.get('DV1')+"74656d7065572617475726553a
19 var len = String((hexdata.length)/2);
20 //msg.payload = "AT+NSOST=0,"+hexdata+"\r\n";
21 msg.payload = "AT+NSOST=0,"+ip+","+port+","+len+","+hexdata+"\r\n";
22 return msg;

```

รูปที่ 3.44 ฟังก์ชันเพื่อส่งข้อมูลไปบนคลาวด์ Ubidots

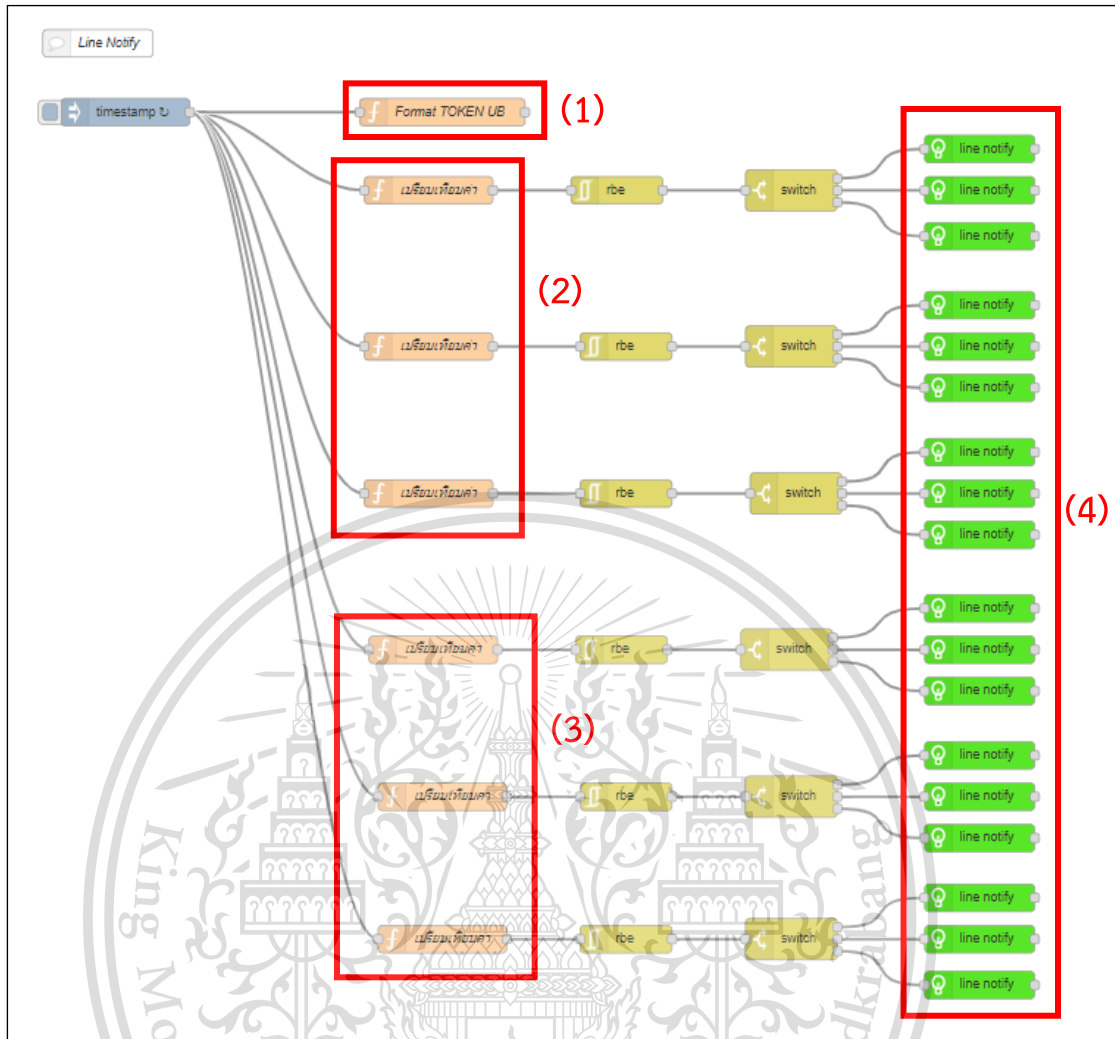
3.4.8 การเขียนโปรแกรมเพื่อแจ้งเตือนบน Line Notify

เขียนโปรแกรมแจ้งเตือนสถานะแก่ผู้ใช้ไปยัง Line Notify โดยแบ่งออกเป็น สามสถานะ ได้แก่ เมื่อค่าเกินกว่าที่กำหนด เมื่อค่าต่ำกว่าที่กำหนด และค่าปกติ โดยใช้uhnหภูมิและความชื้นเป็นตัวกำหนด การใช้ Line Notify ต้องทำการสมัครสมาชิกและทำการออก Token เพื่อนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่ง Token มีความเป็นเอกลักษณ์ไม่ซ้ำกัน

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 3.45 โฟลว์ทั้งหมดของการส่งแจ้งเตือนบน Line Notify

(1) เป็นฟังก์ชันที่กำหนดโทเคนยูบีเพื่อใช้งานกับ Line Notify โดย Line Notify แต่ละห้องมีเลขโทเคนยูบีที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น 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 var TokenUB = "BBFF-hMhg1ULWC5JTR0QUA11DVvtSmDechS";
2 var Device1 = "|iottest1->";
3 var Device2 = "|iottest2->";
4 var Device3 = "|iottest3->";
5 //var data01 = "48";
6 const buffTUB = Buffer.from(TokenUB, 'utf8').toString('hex');
7 const bufDV1 = Buffer.from(Device1, 'utf8').toString('hex');
8 const bufDV2 = Buffer.from(Device2, 'utf8').toString('hex');
9 const bufDV3 = Buffer.from(Device3, 'utf8').toString('hex');
10 global.set('TUB',buffTUB);
11 global.set('DV1',bufDV1);
12 global.set('DV2',bufDV2);
13 global.set('DV3',bufDV3);
14 return msg;

```

รูปที่ 3.46 ฟังก์ชันที่ระบุชื่ออุปกรณ์และโทเคนที่ต้องการสื่อสาร

(2) เป็นชุดฟังก์ชันที่ใช้กำหนดเงื่อนไขของอุณหภูมิจน เพื่อแสดงสถานะข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa โดยกำหนดเป็นสามเงื่อนไข แสดงดังรูปที่ 3.47

```

1 if(80 >= flow.get('C02') >= 20){
2
3     msg.payload = 0;
4 }
5 if(flow.get('C02') >= 80){
6
7     msg.payload = 1;
8 }
9 if(20 >= flow.get('C02')){
10
11     msg.payload = 2;
12 }
13 return msg;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามรูปที่ 3.47 ฟังก์ชันเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิในการส่งแจ้งเตือนทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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) เป็นชุดฟังก์ชันที่ใช้กำหนดเงื่อนไขของความชื้น เพื่อแสดงสถานะข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa โดยกำหนดเป็นสามเงื่อนไข แสดงดังรูปที่ 3.48

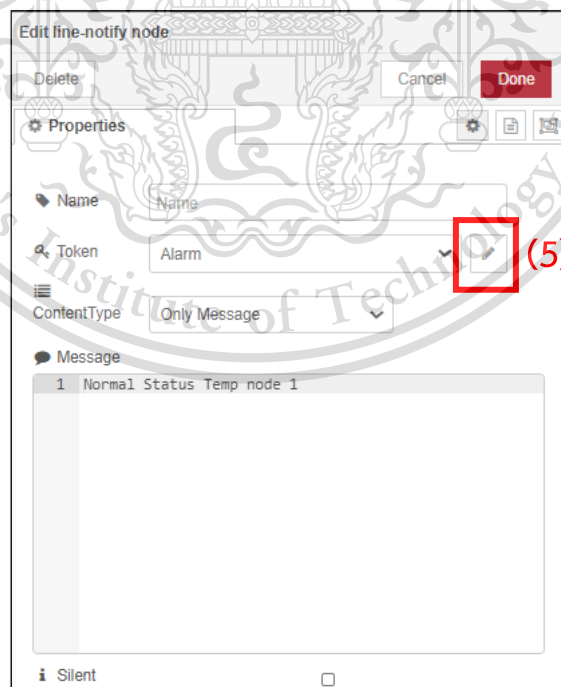
```

1 if(80 >= flow.get('D02') && flow.get('D02') >= 20){
2
3   msg.payload = 0;
4 }
5 if(flow.get('D02') >= 80){
6
7   msg.payload = 1;
8 }
9 if(20 >= flow.get('D02')){
10
11   msg.payload = 2;
12 }
13 return msg;

```

รูปที่ 3.48 ฟังก์ชันเปรียบเทียบค่าความชื้นในการส่งแจ้งเตือน

(4) เป็นชุดฟังก์ชันที่กำหนดข้อความเมื่อตรงกับเงื่อนไขใด ๆ เพื่อไปแสดงบน Line Notify จากรูปที่ 3.49 ให้ส่งข้อความว่า Normal Status Temp node 1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.49 ตัวอย่างข้อความที่ส่งไปยัง Line Notify
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา 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) กำหนดโทเคนเพื่อใช้งานกับ Line Notify โดย Line Notify แต่ละห้องมีเลขโทเคนที่แตกต่างกัน

รูปที่ 3.50 การกำหนด Token ในการส่งไปยัง Line Notify

3.5 การสร้างฐานข้อมูลบน Microsoft SQL Server

ฐานข้อมูลที่ใช้ คือ Microsoft SQL Server โดยหลังจากติดตั้งโปรแกรมลงบนคอมพิวเตอร์แล้ว ทำการกำหนดชื่อ User name และ Password เพื่อใช้ในการเข้าใช้งาน จากนั้นกด Connect เพื่อเข้าสู่ระบบแล้วใช้งานโปรแกรม

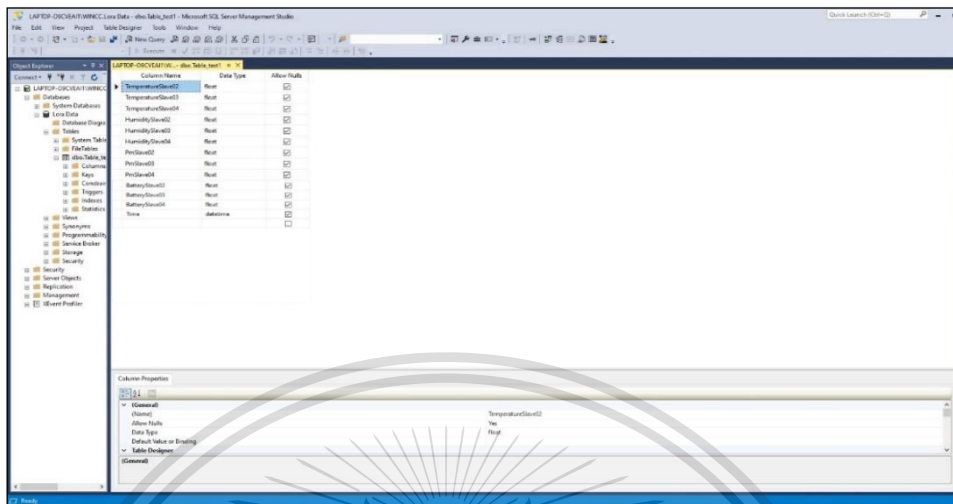


รูปที่ 3.51 หน้าจอ Microsoft SQL Server ก่อนเข้าสู่ระบบ

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

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

กำหนดชื่อคอลัมน์ ประเภทของข้อมูล และตั้งค่าต่าง ๆ เพื่อใช้เก็บข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa และใช้ในการแสดงผลบนโปรแกรม Microsoft SQL Server



รูปที่ 3.52 หน้าจอ Microsoft SQL Server ขณะกำหนดชื่อคอลัมน์ และประเภทของข้อมูล

จากรูปที่ 3.54 กำหนดชื่อคอลัมน์เป็น TemperatureSlave02 TemperatureSlave03 TemperatureSlave04 HumiditySlave02 HumiditySlave03 HumiditySlave04 PmSlave02 PmSlave03 PmSlave04 BatterySlave02 BatterySlave03 และ BatterySlave04 โดยกำหนดข้อมูลให้เป็น float และคอลัมน์ Time กำหนดข้อมูลให้เป็น datetime

Column Name	Data Type	Allow Nulls
TemperatureSlave02	float	<input checked="" type="checkbox"/>
TemperatureSlave03	float	<input checked="" type="checkbox"/>
TemperatureSlave04	float	<input checked="" type="checkbox"/>
HumiditySlave02	float	<input checked="" type="checkbox"/>
HumiditySlave03	float	<input checked="" type="checkbox"/>
HumiditySlave04	float	<input checked="" type="checkbox"/>
PmSlave02	float	<input checked="" type="checkbox"/>
PmSlave03	float	<input checked="" type="checkbox"/>
PmSlave04	float	<input checked="" type="checkbox"/>
BatterySlave02	float	<input checked="" type="checkbox"/>
BatterySlave03	float	<input checked="" type="checkbox"/>
BatterySlave04	float	<input checked="" type="checkbox"/>
Time	datetime	<input checked="" type="checkbox"/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามรูปที่ 3.53 การกำหนดชื่อคอลัมน์ และประเภทของข้อมูล ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

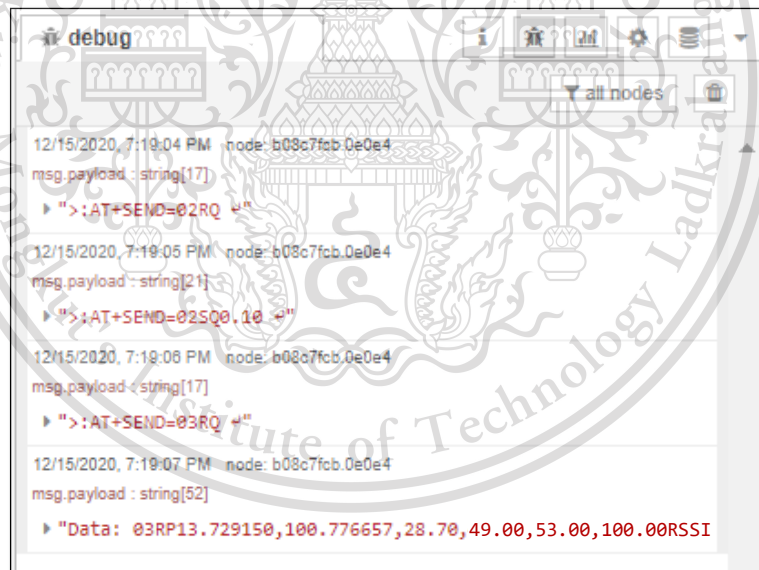
ผลการดำเนินงาน

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการดำเนินงานจากการนำข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa ไปแสดงผลแดชบอร์ด ส่งการแจ้งเตือนบน Line Notify รวมทั้งจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล Microsoft SQL Server

4.2 แดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED

จากการให้ IOT2050 ส่ง AT Command ไปที่โมดูลมาสเตอร์ LoRa เพื่อเรียกข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03 โดยข้อมูลที่ได้มานั้นมาในรูปแบบตัวเลขที่ถูกค้นด้วยเครื่องหมายจุลภาค ซึ่งประกอบไปด้วยค่าละติจูด ค่าลองจิจูด ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ ตามลำดับ



```
debug
12/15/2020, 7:19:04 PM node: b08c7fcb.0e0e4
msg.payload : string[17]
▶ ">:AT+SEND=02RQ <"
12/15/2020, 7:19:05 PM node: b08c7fcb.0e0e4
msg.payload : string[21]
▶ ">:AT+SEND=02SQ0.10 <"
12/15/2020, 7:19:06 PM node: b08c7fcb.0e0e4
msg.payload : string[17]
▶ ">:AT+SEND=03RQ <"
12/15/2020, 7:19:07 PM node: b08c7fcb.0e0e4
msg.payload : string[52]
▶ "Data: 03RP13.729150,100.776657,28.70,49.00,53.00,100.00RSSI"
```

รูปที่ 4.1 ข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03

แดชบอร์ดแสดงข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa โดยแสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศและเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ในรูปแบบเกจวัด แสดงค่าละติจูดและลองจิจูดเป็นพิกัดบนแผนที่

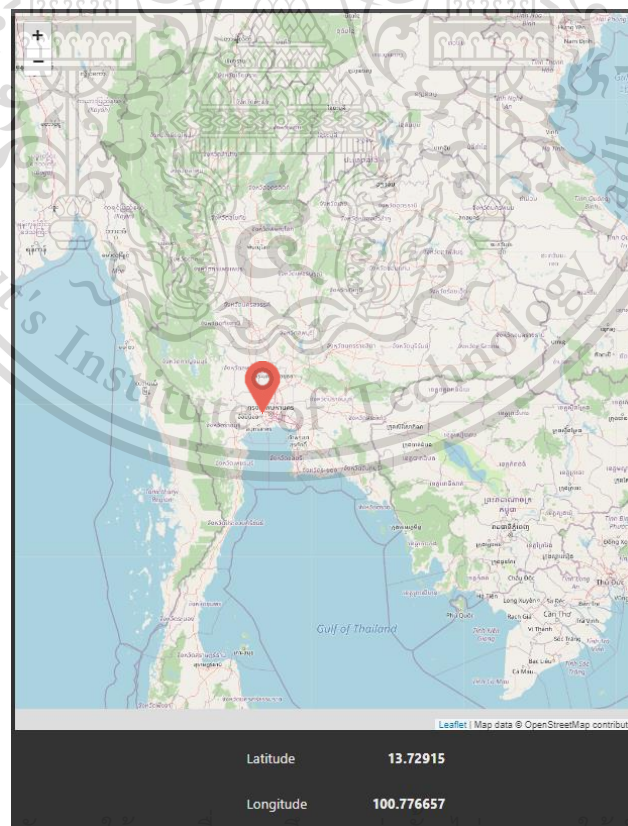
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับอาจารย์และบุคลากรในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ไม่อนุญาตให้นำไปใช้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากฝ่ายไอซีที
ซึ่งการเข้าแดชบอร์ดบน Node-RED ทำได้โดยกดปุ่ม Ctrl+Shift+D พร้อมกับบนคีย์บอร์ด
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 4.2 ข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03 ในรูปแบบเกจวัด

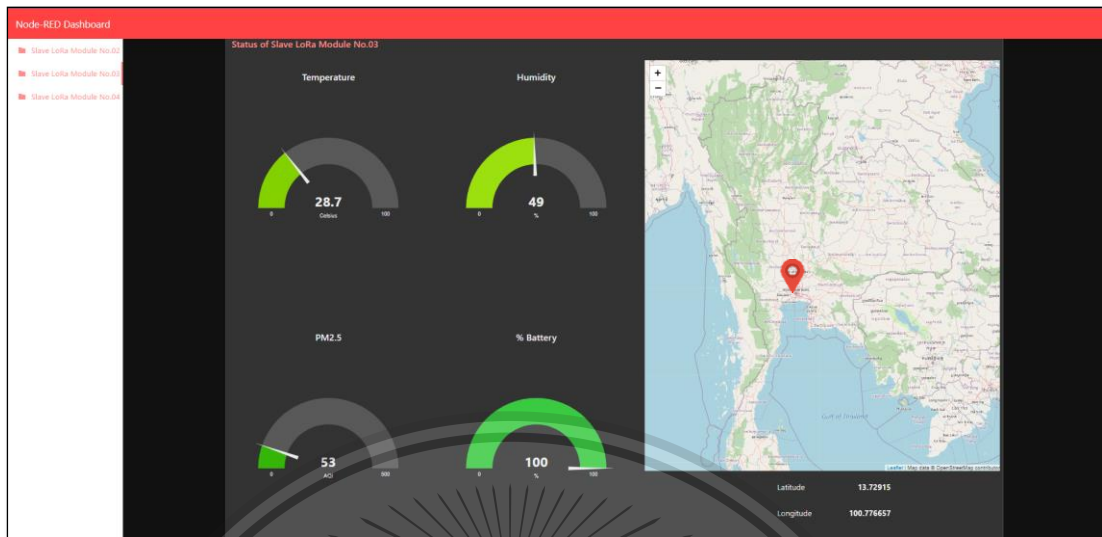


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาดูแลเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามรูปที่ 4.3 แผนที่พิกัดของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03

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

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

ภาพรวมทั้งหมดของแดชบอร์ดหน้าที่ 2



รูปที่ 4.4 ภาพรวมของแดชบอร์ดหน้าที่ 2

จากการให้ IOT2050 ส่ง AT Command ไปที่โมดูลมาสเตอร์ LoRa เพื่อเรียกข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 04 โดยข้อมูลที่ได้มานั้นมาในรูปแบบตัวเลขที่ถูกคั่นด้วยเครื่องหมายจุลภาค ซึ่งประกอบไปด้วยค่าละติจูด ค่าลองจิจูด ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ ตามลำดับ

```

debug
12/15/2020, 7:17:17 PM node: b08c7fcb.0e0e4
msg.payload : string[17]
▶ ">:AT+SEND=02RQ ←"
12/15/2020, 7:17:18 PM node: b08c7fcb.0e0e4
msg.payload : string[17]
▶ ">:AT+SEND=03RQ ←"
12/15/2020, 7:17:21 PM node: b08c7fcb.0e0e4
msg.payload : string[17]
▶ ">:AT+SEND=04RQ ←"
12/15/2020, 7:17:21 PM node: b08c7fcb.0e0e4
msg.payload : string[55]
▶ "Data: 04RP13.524571,100.512745,26.10,60.00,48.00,100.00RSSI:"

```

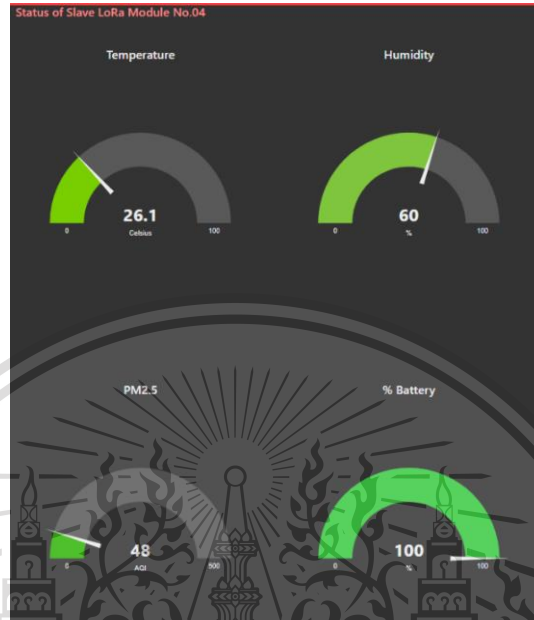
รูปที่ 4.5 ข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

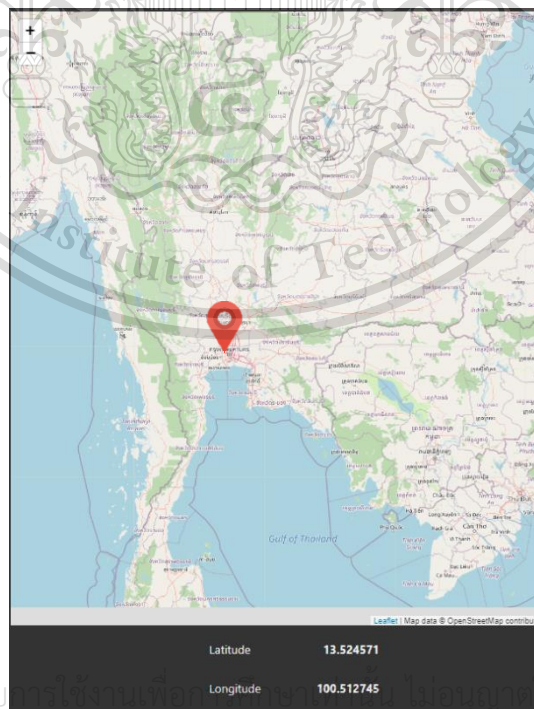
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

แดชบอร์ดแสดงข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa โดยแสดงค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละออง ในอากาศและเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ในรูปแบบเกจวัด แสดงค่าละติจูดและลองจิจูดเป็นพิกัดบนแผนที่ ซึ่งการเข้าแดชบอร์ดบน Node-RED ทำได้โดยกดปุ่ม Ctrl+Shift+D พร้อมกันบนคีย์บอร์ด



รูปที่ 4.6 ข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 04 ในรูปแบบเกจวัด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

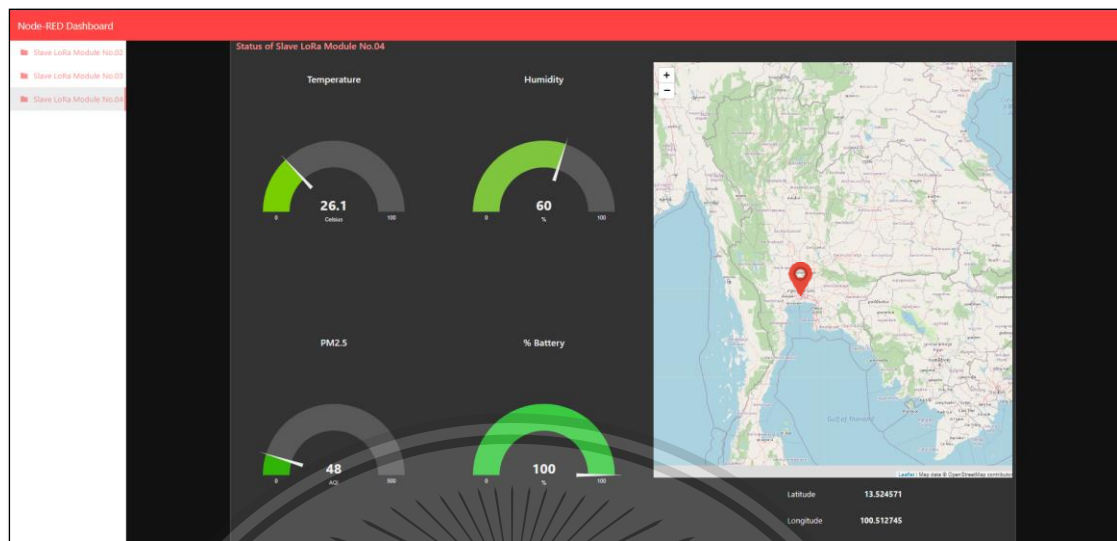
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.7 แผนที่พิกัดของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 04

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

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

ภาพรวมทั้งหมดของแดชบอร์ดหน้าที่ 3



รูปที่ 4.8 ภาพรวมของแดชบอร์ดหน้าที่ 3

4.3 แดชบอร์ดบนระบบคลาวด์

โดยหลังจากกดเพื่อรีเซ็ตโมดูล NB-IoT ทำการกดเลือกระบบคลาวด์ กดอ่านข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa ทำการแยกเก็บในแต่ละตัวแปร จากนั้นทำการแปลงข้อมูลจาก String เป็น Hex แล้วกดส่งไประบบคลาวด์ผ่าน NB-IoT ด้วยคำสั่ง AT Command ข้อมูลอันประกอบไปด้วย ค่าพิกัดโลก ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ถูกนำไปแสดงผลด้วยแดชบอร์ดของคลาวด์ NETPIE และคลาวด์ Ubidots

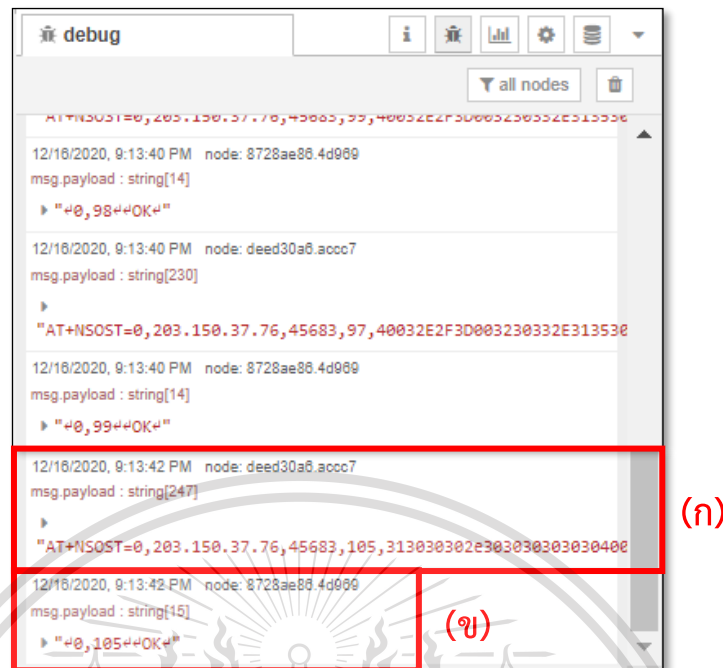
4.3.1 แดชบอร์ดบนคลาวด์ NETPIE

จากรูปที่ 4.9 แสดงการส่งข้อมูลบนซอฟต์แวร์ Node-RED จากโมดูลสเลฟ LoRa ไปคลาวด์ NETPIE (ก) ข้อความที่ส่งไประบบคลาวด์เป็น AT Command (ข) ข้อความตอบกลับจาก NB-IoT เมื่อส่งข้อมูลสำเร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

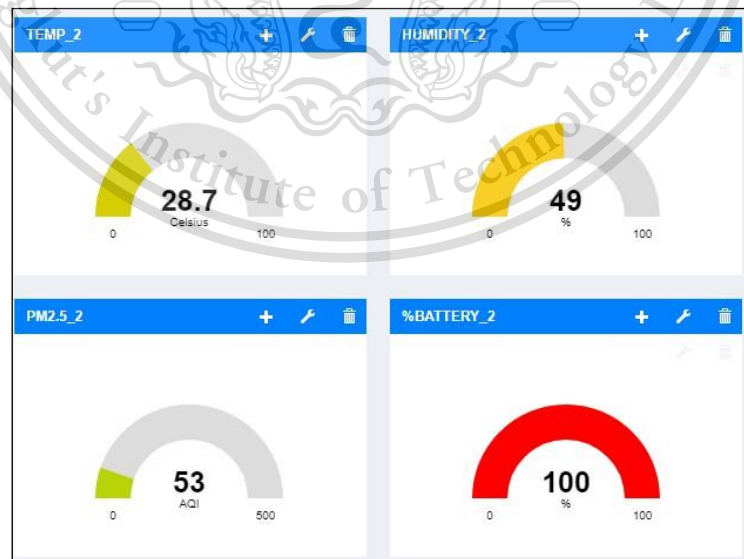
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



รูปที่ 4.9 ผลลัพธ์จากการส่งข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa ไปคลาวด์ NETPIE

แดชบอร์ดแสดงข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03 โดยแสดงค่าอุณหภูมิความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศและเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ในรูปแบบเกจวัด แสดงค่าสถิติและลงจุดเป็นพิกัดบนแผนที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้รูปที่ 4.10 เกจวัดค่าต่าง ๆ บนคลาวด์ NETPIE เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

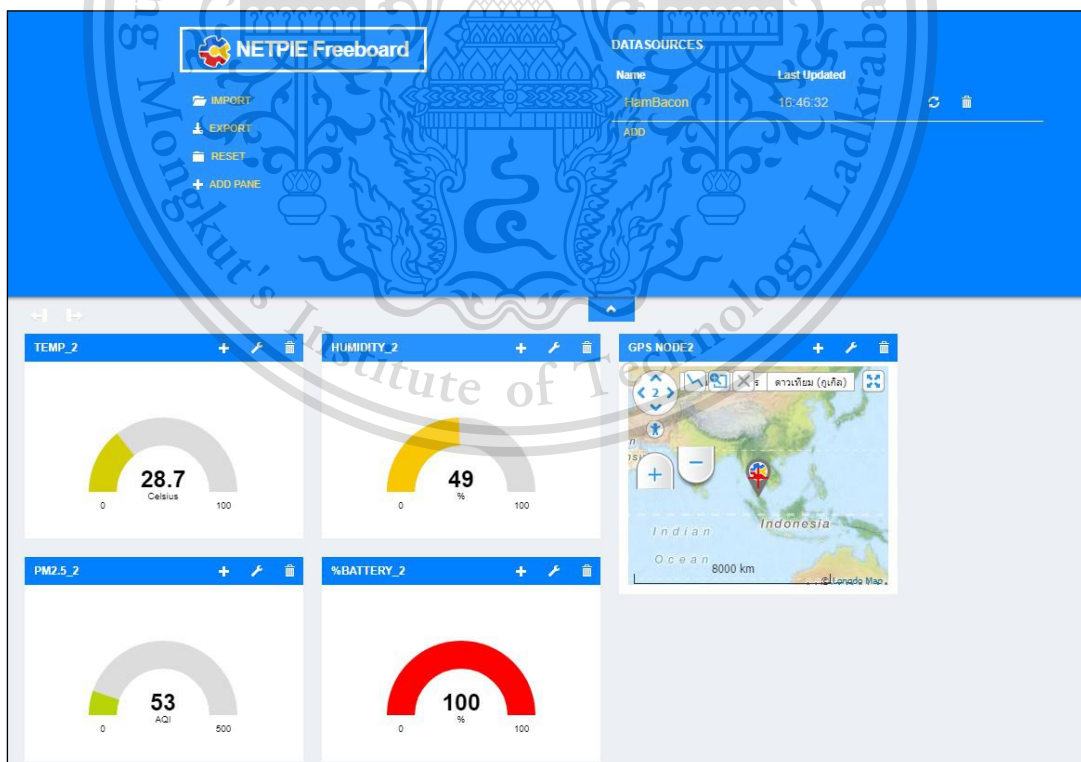
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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



รูปที่ 4.11 พิกัดตำแหน่งโมดูลสเลฟ LoRa บนคลาวด์ NETPIE

ภาพรวมแดชบอร์ดจากคลาวด์ NETPIE แสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ เปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ และพิกัดบนโลกของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03 ที่ส่งมาผ่าน NB-IoT ด้วยคำสั่ง AT Command



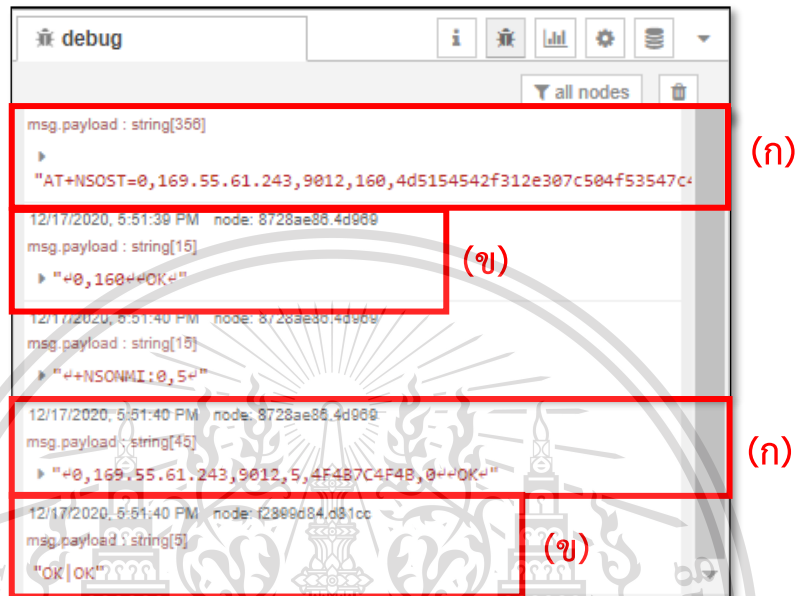
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รูปที่ 4.12 ภาพรวมแดชบอร์ดคลาวด์ NETPIE จากข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa ที่มีการนำไปใช้

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

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

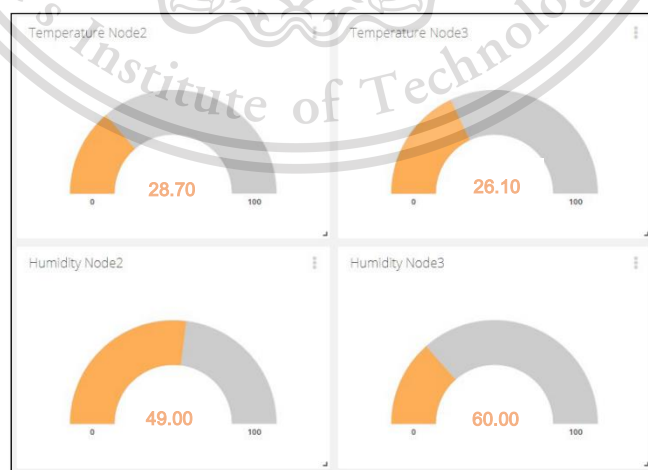
4.3.2 แดชบอร์ดบนคลาวด์ Ubidots

จากรูปที่ 4.13 แสดงการส่งข้อมูลบนซอฟต์แวร์ Node-RED จากโมดูลสเลฟ LoRa ไปคลาวด์ Ubidots (ก) ข้อความที่ส่งไประบบคลาวด์เป็น AT Command (ข) ข้อความตอบกลับจาก NB-IoT เมื่อส่งข้อมูลสำเร็จ



รูปที่ 4.13 ผลลัพธ์จากการส่งข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa ไปคลาวด์ Ubidots

แดชบอร์ดจากคลาวด์ Ubidots แสดงค่าอุณหภูมิและความชื้นของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 03 และ 04 ที่ส่งมาผ่าน NB-IoT ผ่านคำสั่ง AT Command



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีลิขสิทธิ์และสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และหากมีการนำออกไปใช้

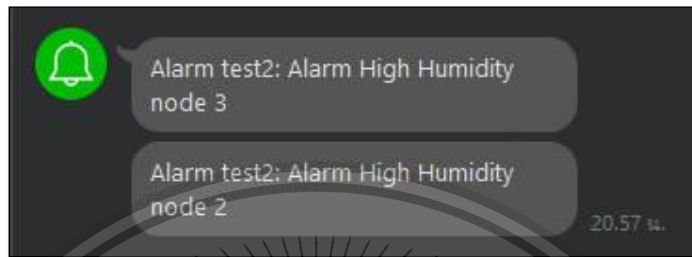
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

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

4.4 การแจ้งเตือนบน Line Notify

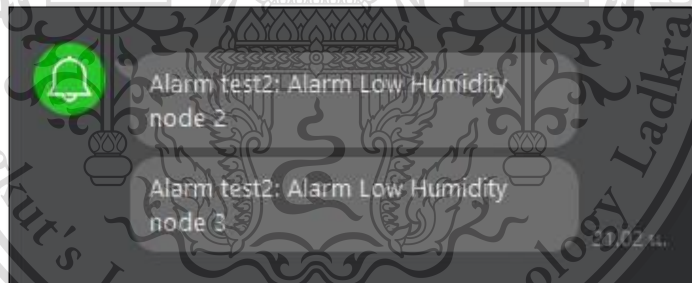
เมื่อข้อมูลจากโมดูล LoRa ตรงกับเงื่อนไขที่กำหนดไว้ จะส่งแจ้งเตือนไปยัง Line Notify เพื่อแจ้งสถานะแก่ผู้ใช้

การแจ้งเตือนบน Line Notify เมื่อค่าอุณหภูมิหรือความชื้นเกินกว่าค่าที่กำหนด



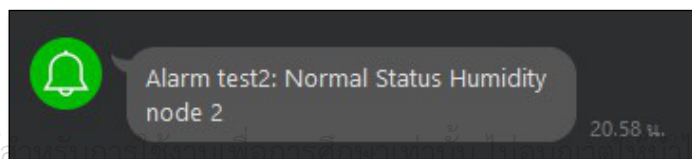
รูปที่ 4.15 การแจ้งเตือนบน Line Notify เมื่อค่าอุณหภูมิหรือความชื้นเกินกว่าค่าที่กำหนด

การแจ้งเตือนบน Line Notify เมื่อค่าอุณหภูมิหรือความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนด



รูปที่ 4.16 การแจ้งเตือนบน Line Notify เมื่อค่าอุณหภูมิหรือความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนด

การแจ้งเตือนบน Line Notify เมื่อค่าอุณหภูมิหรือความชื้นอยู่ในช่วงปกติ



รูปที่ 4.17 การแจ้งเตือนบน Line Notify เมื่อค่าอุณหภูมิหรือความชื้นอยู่ในช่วงปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ประโยชน์ด้านการค้า

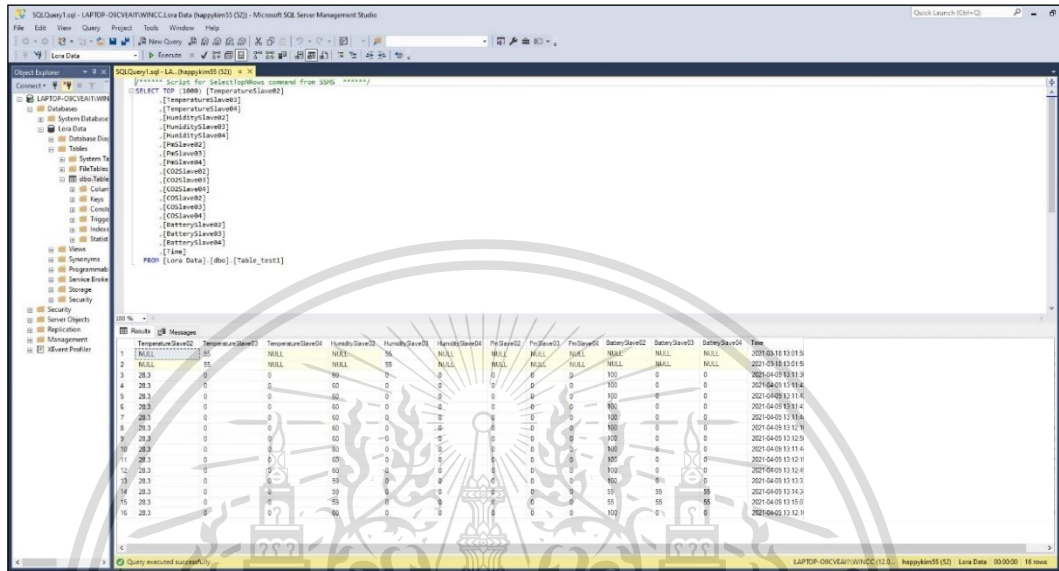
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

4.5 Microsoft SQL Server

บนโปรแกรม Microsoft SQL Server แสดงฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa โดยข้อมูลที่แสดงนั้น ประกอบไปด้วย ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ เปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ และเวลาที่เก็บข้อมูลเข้ามา ตามลำดับ



รูปที่ 4.18 หน้าจอข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa บนโปรแกรม Microsoft SQL Server

	TemperatureSlave02	HumiditySlave02	PmSlave02	BatterySlave02	Time
1	NULL	NULL	NULL	NULL	2021-03-18 13:01:51
2	NULL	NULL	NULL	NULL	2021-03-18 13:01:51
3	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:11:31
4	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:11:41
5	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:11:41
6	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:11:41
7	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:11:41
8	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:12:11
9	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:12:51
10	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:11:41
11	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:12:11
12	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:12:41
13	28.3	59	0	100	2021-04-09 13:13:31
14	28.3	59	0	55	2021-04-09 13:14:31
15	28.3	59	0	55	2021-04-09 13:15:01
16	28.3	60	0	100	2021-04-09 13:12:11

รูปที่ 4.19 ข้อมูลที่ถูกเก็บในฐานข้อมูลของโมดูลสเลฟ LoRa หมายเลข 02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้งานเห็นใบลิขสิทธิ์นี้เป็นการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่มีเหตุที่เปลี่ยนแปลงข้อมูลของเอกสารนี้โดยผู้ใช้งานที่มีการนำไปใช้

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

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการดำเนินงานจากการอ่านข้อมูลจากโมดูลสเลฟ LoRa ผ่านเกตเวย์ IOT2050 เพื่อนำข้อมูลไปแสดงผลบนแดชบอร์ด จัดเก็บในฐานข้อมูล และส่งข้อมูลผ่าน NB-IoT ไปแสดงผลบนระบบคลาวด์ รวมทั้งการส่งการแจ้งเตือนผ่าน LINE Notify รวมถึงปัญหา วิธีการแก้ไขและข้อเสนอแนะ

5.2 สรุปผลการดำเนินงาน

จากกรณีศึกษาระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศด้วยเทคโนโลยีไร้สาย LoRa ที่ประกอบไปด้วยโมดูลมาสเตอร์ LoRa หนึ่งชุด และโมดูลสเลฟ LoRa สามชุด มีโมดูลสเลฟที่ติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดเหมือนกัน มีการกำหนดแอตเตรสและติดตั้งในสถานที่แตกต่างกัน ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่สนใจได้แก่ ค่าพิกัดบนโลก ค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ และเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ เริ่มต้นด้วยการตั้งค่า IOT2050 NB-IoT และโมดูล LoRa ให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ เพื่อใช้เกตเวย์ IOT2050 รุ่น 6ES7647-0BA00-0YA2 ในการส่งชุดคำสั่ง AT Command ไปยังโมดูลมาสเตอร์ LoRa สำหรับการอ่านและเขียนข้อมูลบนโมดูลสเลฟ LoRa แต่ละตัว ด้วยการเขียนโปรแกรมสำหรับเกตเวย์ IOT2050 จากซอฟต์แวร์ Node-RED จากนั้นแปลงข้อมูลที่ได้รับจากมาสเตอร์ ให้อยู่ในรูปแบบที่ต้องการในการแสดงผลบนแดชบอร์ด นอกจากนี้ยังมีการสร้างฐานข้อมูลบนโปรแกรม Microsoft SQL Server เพื่อจัดเก็บข้อมูลในช่วงเวลาต่าง ๆ สำหรับดูข้อมูลย้อนหลังและใช้ตรวจสอบความถูกต้องของการแจ้งเตือนบน Line Notify ยิ่งไปกว่านั้น ยังมีการใช้ NB-IoT รุ่น DEVIO NB-SHIELD I โดยใช้ซิมของ AIS เพื่อรับ-ส่งข้อมูลผ่านบรอดแบนด์เซลลูลาร์ความถี่ 900 MHz ระหว่างเกตเวย์ IOT2050 และแพลตฟอร์มคลาวด์โดยใช้โปรโตคอล UDP เพื่อแสดงผลค่าพารามิเตอร์ที่สนใจจากระบบตรวจวัดฝุ่นละอองในอากาศบนแดชบอร์ด ซึ่งผลการทดลองแสดงให้เห็นว่า แดชบอร์ดบนซอฟต์แวร์ Node-RED และแดชบอร์ดบนคลาวด์ NETPIE แสดงข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa เป็นค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศและเปอร์เซ็นต์แบตเตอรี่ในรูปแบบเกจวัด แสดงค่าละเอียดและลองจิจูดเป็นพิกัดบนแผนที่ แดชบอร์ดบนคลาวด์ Ubidots แสดงค่าอุณหภูมิ ความชื้นในรูปแบบเกจวัด การแจ้งเตือนด้วย Line Notify มีสามสถานะ ได้แก่ เมื่อค่าอุณหภูมิหรือความชื้นเกินกว่าค่าที่กำหนด ค่าอุณหภูมิหรือความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนด และค่าอุณหภูมิหรือความชื้นอยู่ในช่วงปกติ บนโปรแกรม Microsoft SQL Server แสดงฐานข้อมูลที่จัดเก็บข้อมูลที่ได้จากโมดูลสเลฟ LoRa

ไม่ว่ากรณีใด โดยข้อมูลที่แสดงนั้นประกอบไปด้วยค่าอุณหภูมิ ค่าความชื้น ค่าฝุ่นละอองในอากาศ เปอร์เซ็นต์

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

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

แบตเตอรี่ และเวลาที่เก็บข้อมูลเข้ามา ซึ่งจากผลการทดลองดังกล่าวจึงยืนยันได้ว่า เทคนิคทางวิศวกรรมที่นำเสนอสามารถสร้างวิธีการใช้เกตเวย์ IOT2050 และโมดูล NB-IoT เพื่อรับ-ส่งข้อมูลที่ได้จากกรณีศึกษาไปแสดงผลด้วยแดชบอร์ดบนระบบคลาวด์ จัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล และแจ้งเตือนสถานะทาง Line Notify ได้สำเร็จ

5.3 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

5.3.1 ปัญหาที่พบ

5.3.1.1 ค่าพิกัด (GPS) บนระบบคลาวด์แสดงผลไม่ถูกต้อง : เนื่องจากเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการระบุพิกัดบนจุดต่าง ๆ ไม่สามารถสื่อสารกับดาวเทียมเพื่อรับค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดได้ในบางช่วงเวลา ส่งผลให้เกิดข้อผิดพลาดของข้อมูลขึ้น

5.3.1.2 เกตเวย์ IOT2050 มีปัญหาในการระบายความร้อน : หลังจากจ่ายไฟไปยังเกตเวย์ IOT2050 ได้ระยะเวลาหนึ่ง เกตเวย์จะเกิดความร้อนขึ้นอย่างมาก

5.3.1.3 จากสถานการณ์การระบาดของไวรัสโคโรนาทำให้ไม่สามารถทำงานให้เสร็จสมบูรณ์ จึงเกิดการปรับลดปริมาณงานที่ต้องทำลง

5.3.2 วิธีการแก้ไข

5.3.2.1 เปลี่ยนเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการระบุพิกัด (GPS) : จากปัญหาที่เซ็นเซอร์ตัวเก่าไม่สามารถรับค่าพิกัดละติจูดและลองจิจูดจากดาวเทียมได้ จึงจำเป็นต้องเปลี่ยนไปใช้เซ็นเซอร์ที่มีความต่อเนื่องในการรับสัญญาณจากดาวเทียมมากกว่าเซ็นเซอร์ตัวเก่า

5.3.2.2 รอกการอัปเดต file image : บริษัท Siemens ได้อธิบายว่าจะทำการแก้ไขปัญหา file image ของ IOT2050 ในรุ่นถัดไป

5.4 ข้อเสนอแนะ

การประยุกต์ใช้งานการสื่อสารข้อมูลผ่าน NB-IoT ไปยังระบบคลาวด์จำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานในเรื่องของโปรโตคอลที่ใช้ เพื่อให้เข้าใจหลักการพื้นฐานของการสื่อสารผ่านโปรโตคอลนั้น ๆ ซึ่งต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ IoT ความรู้พื้นฐานของชุดคำสั่งมาตรฐาน AT Command นอกจากนี้ควรมีความรู้พื้นฐานในการประยุกต์ใช้งานเครื่องมือการพัฒนาโปรแกรมที่นำมาใช้ เพื่อการสร้างฟังก์ชันการทำงานที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น และใช้เวลาในการดำเนินการน้อยลง

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] OAS. “What is an IoT Gateway?.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://openautomationsoftware.com/open-automation-systems-blog/what-is-an-iot-gateway/>. 2019
- [2] SIAMBC. “NB-IoT คืออะไร? แล้วมันจะมาเปลี่ยนโลกการเกษตร และ โลกธุรกิจอย่างไร.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://siambc.com/nb-iot-คืออะไร-แล้วมันจะมาเปล/>. 2019
- [3] MOSTORI. “LoRa Technology.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : https://www.mostori.com/blog_detail.php?b_id=81. 2020
- [4] AIS. “DEVIO NB-SHIELD I.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://aiap.ais.co.th/iotdevcenter/loTDevice/DevioNBShield>. 2018
- [5] SIAMBC. “LoRaWAN คืออะไร? แล้วมันเกี่ยวข้องกับ IoT อย่างไร?” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://siambc.com/lorawan-คืออะไร-แล้วมันเกี่ยวข/>. 2019
- [6] กลุ่มภาระงานด้านเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยขอนแก่น. “Cloud Computing คืออะไร?” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://sc2.kku.ac.th/office/sci-it/index.php/29-cloud-computing.html#:~:text=Cloud%20Computing%20>. 2021
- [7] GitBook. “แนะนำ NETPIE.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://netpie.gitbooks.io/doc/content/chapter1.html>. 2018
- [8] Automation 360. “Ubidots ทั้ง Dashboard และเก็บข้อมูล จบในตัวเดียว.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://automation360blog.wordpress.com/2018/08/13/ubidots/>. 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ Automation 360 ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น 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.

- [9] วิสิทธิ์ เวียงนาค. “[ตอนที่ 1] ใช้ AT Commands ควบคุมบอร์ด AIS DEVIO NB-DEVKIT I เชื่อมต่อเครือข่าย NB-IoT.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://medium.com/@visitwnk/ตอนที่-1-ใช้-at-commands-ควบคุมบอร์ด-ais-devio-nb-devkit-i-เชื่อมต่อเครือข่าย-nb-iot-bd71b1370af2>. 2018
- [10] Automation 360. “ติดตั้ง Node-red บน IOT2040.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://automation360blog.wordpress.com/2018/05/24/node-red-install/>. 2018
- [11] blognone. “5 เหตุผลที่คุณควรใช้ Microsoft SQL Server 2016.” [Online]. เข้าถึงได้จาก : <https://www.blognone.com/node/80251>. 2016



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.