เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพดินอัจฉริยะแบบพกพาพร้อมระบบติดตามพิกัดเพื่อสร้างแผนที่ดิจิตอลและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์

SMART HANDHELD SOIL QUALITY MONITORING TOOL WITH GPS TRACKING FOR CREATING DIGITAL MAPS AND WEB-BASED DISPLAY

โดย

นายชญานนท์ วงษ์นามใหม่

นายธรรมรัตน์ ไตรสรณอภิรักษ์

นายธศรัณย์ วงศ์ศุภชัยปรีชา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพดินอัจฉริยะแบบพกพาพร้อมระบบติดตามพิกัดเพื่อสร้างแผนที่ดิจิตอลและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์

SMART HANDHELD SOIL QUALITY MONITORING TOOL WITH GPS TRACKING FOR CREATING DIGITAL MAPS AND WEB-BASED DISPLAY

โดย

นายชญานนท์	วงษ์นามใหม่	63010175
นายธรรมรัตน์	ไตรสรณอภิรักษ์	63010448
นายธศรัณย์	วงศ์ศุภชัยปรีชา	63010450

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. ดร.กฤษณ์ วงรุจิระ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2566

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพดินอัจฉริยะแบบพกพาพร้อมระบบติดตามพิกัด เพื่อสร้างแผนที่ดิจิตอลและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์

SMART HANDHELD SOIL QUALITY MONITORING TOOL WITH GPS TRACKING FOR CREATING DIGITAL MAPS AND WEB-BASED DISPLAY

ผู้จัดทำ

1. นายชญานนท์ วงษ์นามใหม่ 63010175
2. นายธรรมรัตน์ ไตรสรณอภิรักษ์ 63010448
3. นายธศรัณย์ วงศ์ศุภชัยปรีชา 63010450

..... **อาจารย์ที่ปรึกษา**

(ผศ. ดร.กฤษณ์ วงรุจิระ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การดำเนินโครงงานเรื่อง “เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพดินอัจฉริยะแบบพกพาพร้อมระบบติดตามพิกัด เพื่อสร้างแผนที่ดิจิตอลและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์” จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความอนุเคราะห์อย่างยิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน คือ ผศ. ดร.กฤษณ์ วงรุจิระ ที่กรุณาให้คำสั่งสอนและแนวทางการแก้ไขปัญหาตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงงานนี้ รวมทั้งสนับสนุนสถานที่ เครื่องมือ และอุปกรณ์ต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ในระหว่างการจัดทำโครงงาน ขอขอบพระคุณท่านในความห่วงใยและความหวังดีที่ให้แก่คณะผู้จัดทำเป็นอย่างยิ่ง

ขอขอบคุณคณาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้อบรมสั่งสอนประสิทธิ์ประสาทวิชา ความรู้ และประสบการณ์ให้แก่ผู้จัดทำ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้ความรัก ความห่วงใย และเป็นกำลังใจที่สำคัญเสมอมาและที่สำคัญคือสนับสนุนให้โอกาสทางด้านการศึกษาอันมีค่ายิ่งแก่ผู้จัดทำ

นายชญานนท์ วงษ์นามใหม่
นายธรรมรัตน์ ไตรสรณอภิรักษ์
นายธศรัณย์ วงศ์ศุภชัยปรีชา
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพดินอัจฉริยะแบบพกพา พร้อมระบบติดตามพิกัด เพื่อสร้างแผนที่ดิจิตอลและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์

SMART HANDHELD SOIL QUALITY MONITORING TOOL WITH GPS TRACKING FOR CREATING DIGITAL MAPS AND WEB-BASED DISPLAY

โดย นายชญานนท์ วงษ์นามใหม่ 63010175
นายธรรมรัตน์ ไตรสรณอภิรักษ์ 63010448
นายธศรัณย์ วงศ์ศุภชัยปรีชา 63010450

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร.กฤษณ์ วงรุจิระ

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้มีจุดประสงค์หลักเพื่อทำการออกแบบอุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพของดินที่สามารถพกพาได้ สามารถเลือกใช้ฟังก์ชันต่างๆในการวัดได้และแสดงตำแหน่งพิกัดข้อมูลที่ทำการวัดเป็นแผนที่ดิจิตอล พร้อมกับแสดงผลข้อมูลที่วัดได้ผ่านหน้าจอ INTERFACE อีกทั้งยังเป็นการศึกษามาตรฐานการรับส่งข้อมูลด้วยสัญญาณ RS485 โมดูลเซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และการออกแบบการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ โดยนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในระบบ IOT ร่วมกับ ZETA SERVER จากนั้นทำการดึงค่าข้อมูลต่างๆจาก ZETA SERVER ที่ได้ไปประมวลผลหาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของดินในการเจริญเติบโตของต้นไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

This thesis is to design a portable soil quality assessment device that is capable of being carried and used in the field. This device allows users to select various functions for soil measurement and displays the measured data on a digital map, as well as on the device's interface screen. Additionally, the project involves studying the RS485 communication standard, sensor modules, microcontrollers, and designing the collaborative operation of these components. Subsequently, the collected data is applied within an IoT system in conjunction with Zeta Server. Following this, the data is retrieved from the ZETA Server and processed to identify factors that influence soil quality, particularly concerning the growth of trees and plants.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	XIV
สารบัญตาราง	XXII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ศึกษาและหาข้อมูลหัวข้อที่ต้องการทำโครงงาน	2
2.2 ศึกษาการทำงานของระบบภายในเบื้องต้น	4
2.2.1 ศึกษาระบบ IoT	4
2.2.2 MQTT	4
2.3 ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ภายในระบบ	6
2.3.1 ESP32	6
2.3.2 GY-NEO-6M GPS Module	7
2.3.3 485 Transceiver	9
2.3.4 MAX485 module	10
2.3.5 OLED i2c	11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.6 Buzzer Module	12
2.3.7 RS485 Soil NPK Sensor	12
2.3.8 Push Button Switch	13
2.3.9 ZiFiSense APZT-GO01 ZETA AP Low Power Wide Area Networks	14
2.4 ศึกษามาตรฐานการรับส่งข้อมูลของเซนเซอร์ภายในระบบ	16
2.4.1 RS485	16
2.4.2 UART	18
2.4.3 LPWAN	18
2.5 ศึกษาโปรแกรมและภาษาที่ใช้ในการทำโครงงาน	19
2.5.1 HTML	19
2.5.2 CSS	19
2.5.3 JavaScript	20
2.5.4 Solidworks	21
2.5.5 SQL	21
2.5.6 MySQL	22
2.5.7 DNS	22
2.5.8 MySQL Workbench	23
2.5.9 PHP	23
2.5.10 Leaflet	24
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์	
3.1 การออกแบบ	25
3.1.1 การออกแบบการทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์	25
3.1.1.1 การออกแบบการทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS-485	26
3.1.1.2 การออกแบบการทดสอบการสั่งการด้วย ZETA SERVER ไปยัง 485 TRANSCEIVER	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.1.3 การออกแบบการทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Soil Sensor 485	28
3.1.1.4 การออกแบบการทดสอบสั่งการจาก ZETA Server ไปยัง Soil Sensor 485	28
3.1.1.5 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ OLED Display Module	29
3.1.1.6 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ Button Switch Module	30
3.1.1.7 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ Buzzer Module	31
3.1.1.8 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ GY-NEO-6M GPS Module	32
3.1.1.9 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ MAX485 module	32
3.1.1.10 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32	33
3.1.1.11 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32	35
3.1.1.12 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485	37
3.1.1.13 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module	40
3.1.1.14 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด	43
3.1.1.15 การออกแบบการทดสอบจ่ายไฟของระบบด้วย USB จากคอมพิวเตอร์	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.1.16 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ 485 Transceiver โดยการใช้ไฟกระแสตรงเป็นไฟเลี้ยง	46
3.1.1.17 การออกแบบการทดสอบการใช้ไฟเลี้ยงของระบบโดยใช้แบตเตอรี่ 18650	46
3.1.1.18 การออกแบบแผงวงจร PCB	47
3.1.1.19 การออกแบบและจัดทำอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงาน	47
3.1.2 การออกแบบการทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์	48
3.1.2.1 การออกแบบการทดสอบการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens	49
3.1.2.2 การออกแบบการทดสอบการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ที่เขียนด้วยภาษา Python	50
3.1.2.3 การออกแบบการทดสอบการแปลงค่าที่ได้จาก Protocol MQTT	51
3.1.2.4 การออกแบบการเชื่อมต่อระหว่าง Protocol MQTT กับ Database	51
3.1.2.5 การออกแบบการทดสอบเก็บข้อมูลที่ได้ลงฐานข้อมูล	52
3.1.2.6 การออกแบบการดึงค่าข้อมูลจาก Database มาแสดงผลบนเว็บไซต์ Dashboard	52
3.1.2.7 การออกแบบทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ 485 Transceiver	53
3.1.2.8 การออกแบบทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ ESP32	53
3.1.2.9 การออกแบบทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์	53
3.1.2.10 การออกแบบการทำงานแผนที่ดิจิตอลบนเว็บไซต์	54
3.1.2.11 การออกแบบการทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.3 การออกแบบการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด	55
3.1.3.1 การออกแบบการทดสอบการทำงานของชิ้นงานทั้งระบบ	55
3.1.3.2 การออกแบบการทดสอบความแม่นยำในการทำงานของเซนเซอร์	56
3.1.3.3 การออกแบบการทดสอบการทำงานของชิ้นงานในสถานที่จริง	56
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	57
3.2.1 อุปกรณ์ในส่วนฮาร์ดแวร์	57
3.2.1.1 ZiFiSense ZETA AP Low Power Wide Area Networks	57
3.2.1.2 ZETA 485 Transceiver	57
3.2.1.3 ESP32	57
3.2.1.4 Soil Sensor 485	57
3.2.1.5 GY-NEO-6M GPS Module	57
3.2.1.6 MAX485 Module	57
3.2.1.7 RS485 to USB Module	57
3.2.1.8 OLED Display Module	57
3.2.1.9 Button Switch Module	57
3.2.1.10 Buzzer Module	57
3.2.1.11 Breadboard	57
3.2.1.12 Charger Module Board	57
3.2.1.13 18650 Lithium Battery	57
3.2.1.14 Print Circuit Board	57
3.2.2 อุปกรณ์ในส่วนซอฟต์แวร์	57
3.2.2.1 Visual Studio Code Program	57
3.2.2.2 MQTT Protocol	57
3.2.2.3 MySQL Workbench Program	57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.2.4 MQTTlens	57
3.2.2.5 Arduino IDE	57
3.2.2.6 SOLIDWORKS	57
3.2.2.7 Proteus	57
3.2.2.8 Realterm	57
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	58
3.3.1 ทดสอบการทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์	58
3.3.1.1 ทดสอบการรับส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS-485	58
3.3.1.2 ทดสอบการสั่งการด้วย ZETA Server ไปยัง 485 Transceiver	58
3.3.1.3 ทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Soil Sensor 485	58
3.3.1.4 ทดสอบสั่งการจาก ZETA Server ไปยัง Soil Sensor 485	58
3.3.1.5 ทดสอบการทำงานของ OLED Display Module	58
3.3.1.6 ทดสอบการทำงานของ Button Switch Module	58
3.3.1.7 ทดสอบการทำงานของ Buzzer Module	58
3.3.1.8 ทดสอบการทำงานของ GY-NEO-6M GPS Module	58
3.3.1.9 ทดสอบการทำงานของ MAX485 module	58
3.3.1.10 ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32	58
3.3.1.11 ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32	58
3.3.1.12 ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485	58
3.3.1.13 ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module	58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.1.14 ทดสอบการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรล-เลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด	58
3.3.1.15 ทดสอบการจ่ายไฟให้กับระบบด้วย USB จากคอมพิวเตอร์	58
3.3.1.16 ทดสอบการทำงานของ 485 Transceiver โดยการใช้ไฟกระแสตรงเป็นไฟเลี้ยง	58
3.3.1.17 ทดสอบการใช้ไฟเลี้ยงของระบบโดยใช้แบตเตอรี่ 18650	58
3.3.1.18 จัดทำแผงวงจร PCB	58
3.3.1.19 จัดทำอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานจากโปรแกรม SOLIDWORKS	58
3.3.2 ทดสอบการทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์	59
3.3.2.1 ทดสอบการทำงานของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens	59
3.3.2.2 ทดสอบการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ที่เขียนด้วยภาษา Python	59
3.3.2.3 ทดสอบการแปลงค่าที่ได้จาก Protocol MQTT	59
3.3.2.4 ทดสอบการเชื่อมต่อ Protocol MQTT กับ Database	59
3.3.2.5 ทดสอบเก็บข้อมูลที่ได้ลงฐานข้อมูล	59
3.3.2.6 ทดสอบการดึงค่าข้อมูลจาก Database มาแสดงผลบน Dashboard	59
3.3.2.7 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ 485 Transceiver	59
3.3.2.8 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ ESP32	59
3.3.2.9 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	3.3.2.10 ทดสอบการทำงานแผนที่ดิจิตอลแมพ	59
	3.3.2.11 ทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว	59
	3.3.3 ทดสอบการทำงานของระบบชิ้นงาน	59
	3.3.3.1 การออกแบบการทดสอบการทำงานของชิ้นงานทั้งระบบ	59
	3.3.3.2 การออกแบบการทดสอบความแม่นยำในการทำงานของเซนเซอร์	59
	3.3.3.3 การออกแบบการทดสอบการทำงานของชิ้นงานในสถานที่จริง	59
บทที่ 4	**ผลการทดลอง**	
	4.1 ทดสอบการทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์	60
	4.1.1 ทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS-485	60
	4.1.2 ทดสอบการสั่งการด้วย Zeta server ไปยัง 485 Transceiver	62
	4.1.3 ทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Soil sensor 485	63
	4.1.4 ทดสอบสั่งการจาก ZETA Server ไปยัง Soil sensor 485	64
	4.1.5 ทดสอบการทำงานของ OLED Display Module	68
	4.1.6 ทดสอบการทำงานของ Button Switch Module	69
	4.1.7 ทดสอบการทำงานของ Buzzer Module	71
	4.1.8 ทดสอบการทำงานของ GY-NEO-6M GPS Module	72
	4.1.9 ทดสอบการทำงานของ MAX485 module	74
	4.1.10 ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32	77
	4.1.11 ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32	79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.1.12 ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485	81
4.1.13 ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module	84
4.1.14 ทดสอบการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด	87
4.1.15 ทดสอบการจ่ายไฟของระบบด้วย USB จากคอมพิวเตอร์	91
4.1.16 ทดสอบการทำงานของ 485 Transceiver โดยการใช้ไฟกระแสตรงเป็นไฟเลี้ยง	92
4.1.17 ทดสอบการใช้ไฟเลี้ยงของระบบโดยใช้แบตเตอรี่ 18650	93
4.1.18 จัดทำแผงวงจร PCB	95
4.1.19 จัดทำอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานจากโปรแกรม SOLIDWORKS	97
4.2 ทดสอบการทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์	99
4.2.1 ทดสอบการทำงานของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens	99
4.2.2 ทดสอบการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ที่เขียนด้วยภาษา Python	100
4.2.3 ทดสอบการแปลงค่าที่ได้จาก Protocol MQTT	101
4.2.4 ทดสอบการเชื่อมต่อ Protocol MQTT กับ Database	102
4.2.5 ทดสอบการเก็บข้อมูลที่ได้ลงฐานข้อมูล	103
4.2.6 ทดสอบการดึงค่าข้อมูลจาก Database มาแสดงผลบน Dashboard	104
4.2.7 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ 485 Transceiver	106
4.2.8 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ ESP32	107

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

		หน้า
	4.2.9 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์	108
	4.2.10 ทดสอบการทำงานของแผนที่ดิจิตอลบนเว็บไซต์	110
	4.2.11 ทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว	111
	4.3 ทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด	112
	4.3.1 ทดสอบการทำงานของชิ้นงานทั้งระบบ	112
	4.3.2 ทดสอบความแม่นยำในการทำงานของเซนเซอร์	114
	4.3.3 ทดสอบการทำงานของชิ้นงานในสถานที่จริง	116
บทที่ 5	**สรุปผลและข้อเสนอแนะ**	
	5.1 สรุปผล	120
	5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	120
บรรณานุกรม		121
ภาคผนวก ก	คำสั่งการควบคุมการสื่อสารของ ESP32 โดยใช้ FreeRTOS	124
ภาคผนวก ข	โปรแกรม ESP32 Web Server (SuperMon.h)	186
ภาคผนวก ค	คำสั่งควบคุมการรับข้อมูลจาก MQTT และแปลงค่าเพื่อส่งไปยัง MySQL Database	211
ภาคผนวก ง	โปรแกรม Web Dashboard (Index.php)	216
ภาคผนวก จ	โปรแกรม Web Dashboard (history.php)	239
ภาคผนวก ฉ	โปรแกรม Web Dashboard (history2.php)	244
ภาคผนวก ช	โปรแกรม Web Dashboard (history3.php)	249
ภาคผนวก ซ	โปรแกรม Web Dashboard (history4.php)	254
ภาคผนวก ฌ	โปรแกรม Web Dashboard (historynew.php)	259
ภาคผนวก ญ	โปรแกรม Web Dashboard (about.php)	264
ภาคผนวก ฎ	โปรแกรม Web Dashboard (index.js)	269
ภาคผนวก ฏ	โปรแกรม Web Dashboard (style.css)	271

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่

2.1 แสดงขาการเชื่อมต่อของ ESP32 6
2.2 แสดงรูป GY-NEO-6M GPS Module 8
2.3 485 Transceiver 9
2.4 MAX485 module 10
2.5 OLED i2c 11
2.6 Buzzer Module 12
2.7 Soil Sensor 485 12
2.8 Push Button Switch 14
2.9 รูปลักษณ์และอินเทอร์เฟซ ZETA access point 14
2.10 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ 16
2.11 ตัวอย่างการทำงานของ RS485 แบบ Network 17
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์ 25
3.2 แผนผังการทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์ 26
3.3 การรับ-ส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS-485 27
3.4 แผนผังการรับ-ส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS-485 27
3.5 การออกแบบการสั่งการด้วย Zeta server ไปยัง 485 Transceiver 27
3.6 แผนผังการสั่งการด้วย Zeta server ไปยัง 485 Transceiver 27
3.7 การออกแบบการรับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Sensor โดยใช้สัญญาณ RS-485 28
3.8 แผนผังการรับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Sensor โดยใช้สัญญาณ RS-485 28
3.9 การออกแบบการสั่งการจาก ZETA Server ไปยัง Soil Sensor 485 28
3.10 แผนผังการสั่งการจาก ZETA Server ไปยัง Soil Sensor 485 29
3.11 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ OLED Display Module 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.12 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ Button Switch Module 30
3.13 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ Buzzer Module 31
3.14 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ GY-NEO-6M GPS Module 32
3.15 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ MAX485 module 33
3.16 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32 34
3.17 แผนผังการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32 35
3.18 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง RS485 Soil Sensor 485 และ ESP32 36
3.19 แผนผังการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32 37
3.20 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485 38
3.21 แผนผังการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485 39
3.22 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, RS485 Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module 41
3.23 แผนผังการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module 42
3.24 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด 44
3.25 แผนผังการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด 45
3.26 การจ่ายไฟให้กับระบบด้วย USB จากคอมพิวเตอร์ 46
3.27 การจ่ายไฟให้กับระบบด้วยแบตเตอรี่ 18650 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

3.28 การออกแบบการทดสอบ 485 Transceiver โดยการใช้ไฟกระแสตรงเป็นไฟเลี้ยง 47
3.29 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์ 48
3.30 แผนผังการทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์ 49
3.31 การจับข้อมูลของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens 49
3.32 แผนผังการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens 50
3.33 การจับข้อมูลของ Protocol MQTT ที่เขียนด้วยภาษา Python 50
3.34 แผนผังการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens 50
3.35 แผนผังการทำงานของการแปลงค่าที่ได้รับจาก Protocol MQTT 51
3.36 แผนผังการเชื่อมต่อระหว่าง Protocol MQTT กับ Database 51
3.37 แผนผังการทำงานของการเก็บข้อมูลลง Database 52
3.38 แผนผังการดึงค่าข้อมูลจาก Database มาแสดงบน Dashboard 53
3.39 แผนผังการแสดงข้อมูลที่ได้บน Web Server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์ 54
3.40 แผนผังการทำงานของแผนที่ดิจตอลบนเว็บไซต์ 54
3.41 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบทั้งหมด 55
3.42 แผนผังการทำงานของระบบทั้งหมด 56
4.1 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สองเครื่องด้วยสายสัญญาณ RS-485 60
4.2 การตั้งค่าการเชื่อมต่อการรับ-ส่งสัญญาณ RS-485 61
4.3 ตัวอย่างข้อมูลรูปแบบ ASCII ที่รับได้ 61
4.4 ตัวอย่างข้อมูลรูปแบบเลขฐาน 16 ที่รับได้ 61
4.5 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับ 485 Transceiver ด้วยสายสัญญาณ RS-485 62
4.6 การตั้งค่าพารามิเตอร์หนึ่งตัวใน ZETA Server 62
4.7 ข้อมูล Output ของ 485 Transceiver เมื่อได้รับคำสั่งจาก ZETA Server 63
4.8 เฟรมข้อมูล Out put ของ 485 Transceiver 63
4.9 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับ Soil sensor 485 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.10	การถาม-ตอบของ Soil sensor 485	64
4.11	เฟรมข้อมูล Out put ของ Soil sensor 485	64
4.12	ตัวอย่างการตั้งค่า Parameter Reporting Cycle	64
4.13	ตัวอย่างการตั้งค่า Address Code	65
4.14	ตัวอย่างการตั้งค่า Acquisition parameter	66
4.15	ตัวอย่างการตั้งค่า Serial port parameter	66
4.16	ตัวอย่างการตั้งค่า Register function code	67
4.17	ตัวอย่างข้อมูลจาก sensor ที่ส่งมายัง ZETA Server	67
4.18	แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานของ OLED Display Module ร่วมกับ ESP32	68
4.19	แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่แสดงบน OLED Display Module	69
4.20	แสดงโค้ดการทำงานของ Button Switch Module ร่วมกับ ESP32 และ LED	70
4.21	แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ในการใช้ Button Switch Module ร่วมกับ หลอดไฟ LED	70
4.22	แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ในการใช้ Buzzer Module ร่วมกับ ESP32	71
4.23	แสดงโค้ดการทำงานของ Buzzer Module ร่วมกับ ESP32	72
4.24	แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานของ GY-NEO-6M GPS MODULE ร่วมกับ ESP32	73
4.25	แสดงผลลัพธ์จาก SERIAL MONITOR ที่ได้จากการทำงานของ GY-NEO-6M GPS MODULE	73
4.26	แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อ GY-NEO-6M GPS MODULE ร่วมกับ ESP32	74
4.27	แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานของ MAX485 MODULE ร่วมกับ ESP32	75
4.28	แสดงผลลัพธ์จาก SERIAL MONITOR ที่ได้จากการทำงานของ MAX485 MODULE	75
4.29	แสดงผลลัพธ์จากโปรแกรม REALTERM ที่ได้จากการทำงานของ MAX485 MODULE	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.30	แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อ MAX485 module ร่วมกับ ESP32	76
4.31	แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32	77
4.32	แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32	78
4.33	แสดงผลลัพธ์จาก ZETA Server ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32	78
4.34	แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32	79
4.35	แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32	80
4.36	แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32	80
4.37	แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32	81
4.38	แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485	82
4.39	แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485	83
4.40	แสดงผลลัพธ์จาก ZEATA Server ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485	83
4.41	แสดงผลลัพธ์จาก ZEATA Server ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485	84
4.42	แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module	85
4.43	แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module	86

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.44 แสดงผลลัพธ์จาก ZEATA Server ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module 86

4.45 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อ ระหว่าง 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module 87

4.46 แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด 89

4.47 แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด 89

4.48 แสดงผลลัพธ์จาก ZEATA Server ที่ได้จากการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด 90

4.49 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด 90

4.50 แสดงการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output 5V โดยใช้แหล่งจ่าย USB จากคอมพิวเตอร์ 91

4.51 แสดงการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output 3.3V โดยใช้แหล่งจ่าย USB จากคอมพิวเตอร์ 92

4.52 แสดงตัวอย่างการทดสอบใช้ไฟฟ้ากระแสตรงกับ 485 Transceiver 92

4.53 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่แสดงบน ZETA server 93

4.54 แสดงการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output 5V โดยใช้แหล่งจ่ายแบตเตอรี่ 18650 94

4.55 แสดงการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output 3.3V โดยใช้แหล่งจ่ายแบตเตอรี่ 18650 94

4.56 แสดง Schematic Circuit ของระบบ 95

4.57 แสดง PCB Layout ของระบบ 95

4.58 แสดงแผงวงจร PCB ของระบบ 96

4.59 แสดงการออกแบบโมเดลของอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานส่วนบน 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.60 แสดงการออกแบบโมเดลของอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานส่วนล่าง 98
4.61 แสดงการรวม (Assemble) ชิ้นงานส่วนบนและชิ้นงานส่วนล่าง 98
4.62 แสดงอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานส่วนบนและส่วนล่าง 99
4.63 การตั้งค่าการเชื่อมต่อของโปรแกรม MQTTlens 99
4.64 ตัวอย่างข้อมูลที่สามารถ Subscribe ได้ 100
4.65 โค้ดการเชื่อมต่อ Protocol MQTT โดยใช้ภาษา Python 100
4.66 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้รับจากการ Subscribe 101
4.67 โค้ดเงื่อนไขในการแยกส่วนข้อมูลเพื่อทำการแปลงค่า 101
4.68 ตัวอย่างข้อมูลที่ทำการแปลงค่าเสร็จเรียบร้อย 102
4.69 โค้ดการเชื่อมต่อกับ Database โดยใช้ภาษา Python 102
4.70 โค้ดการแยกเก็บข้อมูลลง Database เมื่อ Protocol MQTT จับข้อมูลได้ 103
4.71 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลลงใน MYSQL WORKBENCH 104
4.72 โค้ดการเชื่อมต่อและเรียกใช้ข้อมูลจาก Database ด้วยภาษา PHP 105
4.73 ทดสอบการดึงค่าข้อมูลจาก Database มาแสดงผลบน Dashboard 105
4.74 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS 106
4.75 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน DASHBOARD แบบเรียลไทม์และย้อนหลัง กรณีใช้ 485 TRANSCEIVER 107
4.76 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน DASHBOARD แบบเรียลไทม์และย้อนหลัง กรณีใช้ 485 TRANSCEIVER 108
4.77 แสดงสถานการณ์เชื่อมต่อบน OLED Module กรณีที่ยังไม่ถูกเชื่อมต่อ 109
4.78 แสดงสถานะการเชื่อมต่อบน OLED MODULE กรณีที่ถูกเชื่อมต่อ 109
4.79 แสดงโค้ดการแสดงผลข้อมูลที่ได้บน WEB SERVER ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์ 109
4.80 แสดงการทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web Server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์ 110
4.81 แสดงการทำงานของแผนที่ดิจิตอลบนเว็บไซต์ 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

หน้า

รูปที่

4.82 ทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว 111

4.83 ทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว แสดงผลบน Dashboard 112

4.84 แสดงการทำงานระหว่างแผงวงจร PCB ของระบบ, ZETA 485 Transceiver, OLED Module, GY-NEO-6M GPS Module, Charger Module Board และ Soil Sensor 113

4.85 แสดงการบันทึกข้อมูลลง Database 113

4.86 แสดงผลบน ESP32 Web Server แบบเรียลไทม์ 114

4.87 แสดงผลบน Dashboard แบบเรียลไทม์ 114

4.88 แสดงผลการทดสอบคุณภาพดินจากปฏิกิริยาทางเคมี 115

4.89 แสดงผลการทดสอบคุณภาพดินจากปฏิกิริยาทางไฟฟ้า 115

4.90 แสดงการแผนที่ดิจิตอลของสวนมะม่วง 119

4.91 แสดงความเข้ม-อ่อนตามปริมาณของข้อมูล 119

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1	ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ ESP32	7
2.2	ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ GY-NEO6MV2 Module	8
2.3	ชุดข้อมูลสำหรับการสื่อสาร Modbus	10
2.4	ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ Soil Sensor 485	13
2.5	ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ ZETA access point	15
3.1	แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32 กับ OLED Display Module	29
3.2	แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, Button Switch Module และ LED	30
3.3	แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, Buzzer Module และ Button Switch Module	31
3.4	แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32 กับ GY-NEO-6M GPS Module	32
3.5	แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, MAX485 module และ RS485 to USB module	33
3.6	แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, MAX485 module และ 485 Transceiver	34
3.7	แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, RS485 to MAX485 module และ Soil Sensor 485	36
3.8	แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, MAX485 module, 485 Transceiver และ Soil Sensor 485	38
3.9	แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, MAX485 module, 485 Transceiver, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module	40
3.10	แสดงขาการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด	43
4.1	ตารางแสดงการทดสอบการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output ของ ESP32	93
4.2	ตารางแสดงค่าที่วัดจากการทดสอบจากปฏิกิริยาทางเคมีและทดสอบจากปฏิกิริยาทางไฟฟ้า	116
4.3	ตารางแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์	116
4.4	ตารางแสดงค่าที่วัดได้ฝั่งที่ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีและเยอะทั้ง 5 ต้น	117
4.5	ตารางแสดงค่าที่วัดได้ฝั่งที่ได้ผลผลิตไม่ดีเท่าและน้อยกว่า ทั้ง 5 ต้น	118

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากปัจจุบันการตรวจสอบคุณภาพของดินไม่ว่าจะเป็นแร่ธาตุในดิน ความนำไฟฟ้าของดินและอื่นๆ จำเป็นต้องนำตัวอย่างของดินมาทำการตรวจสอบผ่านห้องแลปตรวจวัดคุณภาพ อีกทั้งยังใช้เวลาเป็นอย่างมาก และไม่สามารถรู้ข้อมูลคุณภาพดินแบบเรียลไทม์ ณ ตำแหน่งนั้นๆได้ โครงงานนี้จึงมีจุดประสงค์หลักเพื่อทำการออกแบบอุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพของดินที่สามารถพกพาได้ สามารถเลือกใช้ฟังก์ชันต่างๆในการวัดได้และแสดงตำแหน่งพิกัดข้อมูลที่ทำการวัดเป็นแผนที่ดิจิตอล พร้อมกับแสดงผลข้อมูลที่วัดได้ผ่านหน้าจอ Interface อีกทั้งยังเป็นการศึกษามาตรฐานการรับส่งข้อมูลด้วยสัญญาณ RS485 โมดูลเซนเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ และการออกแบบการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ โดยนำข้อมูลมาประยุกต์ใช้ในระบบ IoT ร่วมกับ Zeta Server จากนั้นทำการดึงค่าข้อมูลต่างๆจาก ZETA Server ที่ได้ไปประมวลผลหาปัจจัยที่ส่งผลต่อคุณภาพของดินในการเจริญเติบโตของต้นไม้

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษามาตรฐานการรับส่งข้อมูลด้วยสัญญาณ RS485
2) เพื่อศึกษาการทำงานของโมดูลเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์
3) เพื่อออกแบบและสร้างอุปกรณ์วัดค่าคุณภาพของดินที่สามารถพกพาได้
4) เพื่อศึกษาวิธีการเก็บฐานข้อมูลและแสดงผลข้อมูลบนเว็บไซต์
5) เพื่อนำพิกัดตำแหน่งของผลข้อมูลที่วัดได้มาทำเป็นแผนที่ดิจิตอล

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

ศึกษาและวิเคราะห์มาตรฐานการรับส่งข้อมูลด้วยสัญญาณ RS485 จากนั้นทำการดึงค่าจากเซ็นเซอร์โดยสร้างการสื่อสารระหว่างโมดูลเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ RS485 และทำการส่งข้อมูลไปที่ Access point เพื่อนำข้อมูลที่ได้เชื่อมต่อเข้าสู่อินเตอร์เน็ต โดยทำการออกแบบสร้างฐานข้อมูลและการแสดงผลข้อมูลบนเว็บไซต์ และออกแบบและสร้างอุปกรณ์วัดค่าคุณภาพของดินที่สามารถพกพาได้ อีกทั้งยังติดตามและบันทึกพิกัดตำแหน่งที่วัดค่าความชื้นในดินและคุณภาพดินพร้อมแสดงผลเป็นแผนที่ดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ปริญญานิพนธ์เรื่อง “เครื่องมือตรวจสอบคุณภาพดินอัจฉริยะแบบพกพา พร้อมระบบติดตามพิกัด เพื่อสร้างแผนที่ดิจิตอลและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์” ได้ทำการออกแบบระบบโดยใช้ RS-485 และ ESP32 ดังนั้นโครงงานที่นำเสนอจึงมีหลักการที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

2.1 ศึกษาและหาข้อมูลหัวข้อที่ต้องการทำโครงงาน

บริการตรวจวัดและวิเคราะห์ด้านดิน ห้องปฏิบัติการสิ่งแวดล้อมและมาตรฐานสากล คณะสิ่งแวดล้อมและทรัพยากรศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล สามารถให้บริการตรวจวิเคราะห์หาปริมาณธาตุอาหารของพืชในดิน เช่น ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม ค่าปริมาณสารอินทรีย์วัตถุ ค่าความเป็นกรดเป็นด่าง และขนาดอนุภาพของดิน เป็นต้น ดังนั้น การนำดินมาวิเคราะห์ที่ให้ผลวิเคราะห์ออกมาได้ถูกต้อง จึงควรคำนึงถึงการเก็บตัวอย่างดิน และการเตรียมตัวอย่างดินก่อนนำมาวิเคราะห์ ดังนี้

การเก็บตัวอย่างดินที่นิยมทำกันมีอยู่ 2 ประเภท ประเภทแรกเป็นการเก็บตัวอย่างดินเพื่อใช้ในการจำแนกดิน และประเภทที่ 2 เป็นการเก็บตัวอย่างดินเฉพาะหน้าดิน เพื่อใช้ตรวจวิเคราะห์สำหรับประเมินความอุดมสมบูรณ์ของดินหรือเพื่อนำมาใช้แนะนำการใช้ปุ๋ยสำหรับพืชที่ต้องการปลูก

การเก็บตัวอย่างดิน

1) เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างดิน

- อุปกรณ์ขุดดิน ได้แก่ เสียม จอบ พลั่ว ออร์เกอร์ (Auger) เป็นต้น
- ถังพลาสติก หรือแผ่นพลาสติกขนาด 1x1 เมตร
- กระดาษกาว หรือสติ๊กเกอร์ สำหรับเขียนชื่อตัวอย่าง
- ถุงพลาสติกร้อน ขนาด 10 x 15 นิ้ว และยางรัดของ

2) หลักการในการเก็บตัวอย่างดิน เพื่อให้ได้ข้อมูลจากการศึกษาและวิเคราะห์ที่ถูกต้องควรมีหลักการดังนี้

- ตัวอย่างดินจะต้องเป็นตัวแทนที่ดีของดินในบริเวณที่ศึกษา โดยใช้วิธีการเก็บดินที่ถูกต้องเหมาะสม
- อุปกรณ์และภาชนะต่าง ๆ ที่ใช้ในการเก็บและเตรียมตัวอย่างดินจะต้องสะอาด
- พื้นที่ในการเก็บตัวอย่างดินต้องไม่เกิน 50 ไร่ ซึ่งต้องเป็นดินลักษณะเหมือนกัน หากมีลักษณะแตกต่างกันต้องแยกเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การเก็บตัวอย่างดินควรเก็บหลังจากการเก็บเกี่ยวผลผลิต หรือก่อนการเตรียมดินในการปลูกพืชครั้งต่อไป แนะนำให้เก็บก่อนปลูก 2 เดือน

- เพื่อแนะนำการจัดการดินที่ถูกต้อง และเหมาะสม ควรบันทึกข้อมูลการใช้และการจัดการดินในช่วงเวลาที่ผ่านมาอย่างละเอียด

3) วิธีการเก็บตัวอย่างดิน

- การเก็บตัวอย่างดินในกรณีที่เป็นที่นาหรือ ที่ยังไม่มีการเพาะปลูกให้เก็บตัวอย่างดินแปลงละ 15 จุด

- ก่อนการเก็บตัวอย่างดินให้นำเศษหญ้า เศษใบไม้ที่คลุมดินออก แล้วทำการเก็บตัวอย่างดินดังนี้

1) ใช้พลั่วขุดดินเป็นรูปลิ่มลึก 15 เซนติเมตร หลังจากนั้นเก็บดิน ใช้พลั่วแซะข้างหลุมที่เรียบหนา 2 – 3 เซนติเมตร จนถึงก้นหลุม ดินที่เก็บได้ใส่ถังพลาสติก หรือถุงพลาสติกคลุกเคล้าให้เข้ากัน ถ้าเป็นไม้ผลให้เก็บในส่วนที่เป็นทรงพุ่มต้นละหนึ่งจุด ทั้งหมด 15 ต้น

2) นำดินที่เก็บทั้ง 15 จุด เทรวมกันอีกครั้งบนแผ่นพลาสติกที่เป็นรูปสี่เหลี่ยมแล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน โดยยกมุมพลาสติกทีละสองมุมที่อยู่ฝั่งตรงข้ามกัน ให้สลับมุมกัน 3 – 4 ครั้ง

3) ทำกองดินเป็นรูปฝาชี ใช้มือขีดเป็นเครื่องหมายบวก (+) ซึ่งดินจะถูกแบ่งเป็น 4 ส่วน นำ 1 ส่วนไปวิเคราะห์ ให้ได้น้ำหนักประมาณ 1 กิโลกรัม เขียนชื่อตัวอย่าง วันที่เก็บตัวอย่าง บนกระดาษกาว ให้ถูกต้อง ชัดเจน

- กรณีต้องการศึกษาคุณสมบัติในแต่ละชั้นดินให้ใช้ออร์เกอร์ (Auger) ในการเก็บ เก็บตัวอย่างดินส่วนที่ไม่ได้สัมผัสออร์เกอร์ (Auger) ใส่ถุงพลาสติก แยกส่วนที่ความลึกต่าง ๆ กัน

การเตรียมตัวอย่างดินที่นำมาวิเคราะห์จะต้องปฏิบัติดังนี้

- จะต้องนำดินผึ่งตากให้แห้งในที่ร่ม การผึ่งดินต้องวางในห้องที่สะอาด ไม่มีฝุ่นหรือสารเคมีปนเปื้อน เลือกเศษพืชหรือเศษกรวดหินทิ้งให้หมด ซึ่งระยะเวลาในการตากให้แห้งขึ้นอยู่กับความชื้นของตัวอย่างดิน ซึ่งอาจใช้เวลาประมาณ 1 – 2 สัปดาห์ ควรเขียนชื่อตัวอย่างดินให้ชัดเจน

- ดินที่แห้งแล้วให้บดด้วยเครื่องบดดินที่สะอาดไม่มีสิ่งเจือปน และร่อนด้วยตะแกรงขนาด 2 มิลลิเมตร หลังจากนั้นนำดินที่ร่อนผ่านตะแกรงเก็บใส่ในถุงพลาสติกหรือกระบอกเก็บตัวอย่างดิน เขียนชื่อตัวอย่างให้ถูกต้อง ชัดเจน

ซึ่งการเก็บตัวอย่างดินเพื่อมาตรวจสอบคุณภาพของดินในการปลูกพืชนี้ใช้เวลานานเป็นอย่างมาก ทางผู้จัดทำจึงได้คิดไอเดียในการทำเครื่องมือวัดคุณภาพดินที่สามารถพกพาได้ และแสดงตำแหน่งพิกัดที่สามารถบอกละติจูด ลองจิจูด ของดินในพื้นที่นั้นๆได้ [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ศึกษาการทำงานของระบบภายในเบื้องต้น

2.2.1 ศึกษาระบบ IoT

IoT หรืออินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things) หมายถึงเครือข่ายรวมของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อถึงกันและเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับระบบคลาวด์ตลอดจนระหว่างอุปกรณ์ด้วยกันเอง จากการเกิดขึ้นของชิปคอมพิวเตอร์ราคาไม่แพงและการสื่อสารโทรคมนาคมที่มีแบนด์วิดท์สูง จึงทำให้ตอนนี้มีอุปกรณ์หลายพันล้านเครื่องที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ซึ่งหมายความว่าอุปกรณ์ต่างๆ ในชีวิตประจำวัน สามารถใช้เซ็นเซอร์เพื่อรวบรวมข้อมูลและตอบสนองต่อผู้ใช้ได้

ระบบ IoT โดยทั่วไปทำงานด้วยการรวบรวมและแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบเรียลไทม์ โดยระบบ IoT มีองค์ประกอบสามส่วน ได้แก่

1) อุปกรณ์อัจฉริยะ: คืออุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากสภาพแวดล้อม ข้อมูลที่ได้รับจากผู้ใช้ หรือรูปแบบการใช้งาน และสื่อสารข้อมูลดังกล่าวผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังและจากแอปพลิเคชัน IoT

2) แอปพลิเคชัน IoT: แอปพลิเคชัน IoT คือชุดของบริการและซอฟต์แวร์ที่ผสานรวมข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์ IoT ต่างๆ โดยใช้เทคโนโลยีแมชชีนเลิร์นนิงหรือปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลนี้และตัดสินใจ จากนั้นจะสื่อสารการตัดสินใจเหล่านี้กลับไปยังอุปกรณ์ IoT และอุปกรณ์ IoT จะตอบสนองต่อข้อมูลที่ได้รับ

3) ส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก: คุณสามารถจัดการอุปกรณ์ IoT หรือฟลีตอุปกรณ์ได้ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก โดยตัวอย่างทั่วไป ได้แก่ แอปพลิเคชันมือถือหรือเว็บไซต์ที่สามารถใช้เพื่อลงทะเบียนและควบคุมอุปกรณ์อัจฉริยะได้ [2]

2.2.2 MQTT

MQTT หมายถึง Message Queuing Telemetry Transport ซึ่งเป็นโปรโตคอลการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์แบบแมคโรไบโลเว็บ (M2M) หรืออุปกรณ์อินเทอร์เน็ตของสรรพสิ่ง (IoT) โดยใช้โครงสร้างการส่งข้อมูลแบบแต่ละข้อความ (Message-Oriented Middleware) โดยที่หลักการทำงานของ MQTT มีลักษณะดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Publisher-Subscriber Model (โมเดลผู้ส่ง-ผู้รับ): MQTT ใช้โมเดลนี้เพื่อให้รองรับการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ แม้ว่าอุปกรณ์จะไม่รู้จักกันก็ตาม โดยมีส่วนสำคัญคือ Publisher (ผู้ส่ง) และ Subscriber (ผู้รับ) โดย Publisher จะส่งข้อมูลไปยัง Topic (หัวข้อ) และ Subscriber จะสมัครรับข้อมูลจาก Topic ที่สนใจ ซึ่ง Topic เป็นชื่อหรือรูปแบบของข้อมูลที่ถูกส่ง โดย Subscriber จะได้รับข้อมูลที่ถูกส่งไปยัง Topic ที่ตนสมัครรับเท่านั้น แบบนี้ทำให้การสื่อสารเป็นเรื่องอิสระและยืดหยุ่นมากขึ้น

2) Quality of Service (QoS) Levels (ระดับคุณภาพการบริการ): MQTT มีระดับ QoS ที่สามารถกำหนดได้ตามความต้องการของแอปพลิเคชัน ระดับ QoS มี 3 ระดับคือ:

- QoS 0 (At most once): การส่งข้อมูลโดยไม่รับรองการส่งถึงผู้รับ อาจมีการสูญหายข้อมูล
- QoS 1 (At least once): การส่งข้อมูลแน่นอนว่าถึงผู้รับ แต่อาจมีการส่งข้อมูลซ้ำ
- QoS 2 (Exactly once): การส่งข้อมูลแน่นอนว่าถึงผู้รับและไม่มีการส่งข้อมูลซ้ำ

3) Broker (เบรกเกอร์): MQTT ใช้ระบบเบรกเกอร์ (broker) เป็นกลางในการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์ Publisher จะเชื่อมต่อกับเบรกเกอร์เพื่อส่งข้อมูล และอุปกรณ์ Subscriber จะเชื่อมต่อกับเบรกเกอร์เพื่อรับข้อมูล โดยเบรกเกอร์จะเป็นผู้จัดการและส่งข้อมูลไปยัง Subscriber ที่สนใจ

4) Retained Messages (ข้อความที่ถูกเก็บไว้): MQTT สามารถเก็บข้อความไว้ใน Topic โดยจะส่งข้อมูลนี้ให้ Subscriber ที่เชื่อมต่อมาใหม่ ซึ่งเป็นมีประโยชน์ในกรณีที่อุปกรณ์ Subscriber ไม่อยู่ออนไลน์ตลอดเวลา

5) Last Will and Testament (LWT): MQTT สามารถกำหนดข้อความที่จะถูกส่งไปยัง Topic เมื่ออุปกรณ์ Subscriber หรือ Publisher ตัดการเชื่อมต่อออกเป็นอย่างน้อย ซึ่งมีประโยชน์ในการจัดการเหตุการณ์ที่อุปกรณ์หลุดการเชื่อมต่อ

6) Lightweight Protocol: MQTT ถูกออกแบบให้มีขนาดเล็กและใช้ทรัพยากรน้อยมากเมื่อเทียบกับโปรโตคอลอื่น ๆ ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานในอุปกรณ์ที่มีทรัพยากรจำกัด

โดยทั่วไป MQTT นิยมใช้ในงาน IoT, การควบคุมอุปกรณ์ระยะไกล หรือในระบบการสื่อสารแบบที่ต้องการประหยัดพลังงานและทรัพยากร [3]

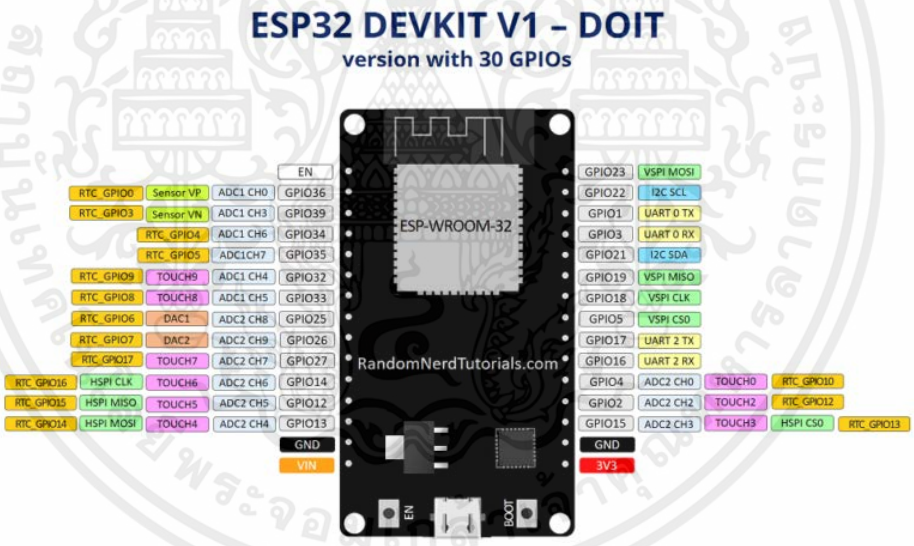
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ภายในระบบ

2.3.1 ESP32

MCU – ESP32 เป็น Micro Controller ที่รองรับการเชื่อมต่อ WiFi, Bluetooth – BLE ในตัว ภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมคือ ภาษา C หรือ Python ภาษา Python ต้องทำการอัพเกรดเฟิร์มแวร์ให้รองรับ Python การพัฒนาโปรแกรมขึ้นอยู่กับผู้ที่พัฒนา โปรแกรม IDE ที่ใช้พัฒนาคือ Arduino IDE หรือ Visual Studio สำหรับ Visual Studio จำเป็นต้องติดตั้ง Plugin Espressif IDF หรือ PlatformIO IDE และต้อง Enable (Arduino)

ESP32 รองรับการเชื่อมต่อ WiFi และ BLE หรือ Bluetooth ได้โดยไม่ต้องซื้อโมดูลเพิ่มเติม บอร์ด ESP32 เองยังมีการทำงานที่แบ่งเป็น 2 Core และ Pin I/O เลือกฟังชั่นการทำงานได้ใน Pin เดียวกัน เช่น การแปลง Analog to Digital หรือ Digital to Analog การเชื่อมต่อ SD Card Camera PWD RTC และ Touch เป็นต้น [4]



รูปที่ 2.1 แสดงขาการเชื่อมต่อของ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ ESP32

Number of cores	2 (dual core)
Wi-Fi	2.4 GHz up to 150 Mbits/s
Bluetooth	BLE (Bluetooth Low Energy) and legacy Bluetooth
Architecture	32 bits
Clock frequency	Up to 240 MHz
RAM	512 KB
Pins	30 or 38 (depends on the model)
Peripherals	Capacitive touch, ADC (analog to digital converter), DAC (digital to analog converter), I2C (Inter-Integrated Circuit), UART (universal asynchronous receiver/transmitter), CAN 2.0 (Controller Area Netwokr), SPI (Serial Peripheral Interface), I2S (Integrated Inter-IC Sound), RMII (Reduced Media-Independent Interface), PWM (pulse width modulation), and more.

2.3.2 GY-NEO-6M GPS Module

GPS Module คือเป็นชิ้นส่วนอุปกรณ์รับสัญญาณของฮาร์ดแวร์ ที่สามารถเพิ่มเข้ากับชิ้นส่วนอื่นๆของฮาร์ดแวร์ต่างๆได้ เพื่อให้สามารถรับข้อมูลจากดาวเทียม GPS ได้ ซึ่งประกอบไปด้วยเสาอากาศเป็นตัวรับสัญญาณหลายช่องสัญญาณและการคำนวนในการรับส่งข้อมูลระยะทาง, เวลาที่ส่งไป แล้วถอดรหัสข้อมูลเหล่านั้นออกมาเป็นพิกัด ที่ส่งจากดาวเทียม และโปรเซสเซอร์ที่อยู่ใน GPS Module จะจัดการกับข้อมูลเหล่านี้และรายงานออกมาเป็น ตำแหน่ง พิกัด ความเร็ว และข้อมูลสำคัญต่างๆ

โมดูล GY-NEO6MV2 Ublox GPS สำหรับระบุตำแหน่งต่างๆบนโลกเป็นค่า ละติจูด ลองจิจูด มี Library พร้อมใช้งาน รองรับไฟ 3-5V การใช้งานโมดูล GPS ครั้งแรก (Cold Start) จะต้องรอล็อคสัญญาณประมาณ 15 นาที ระหว่างล็อคสัญญาณครั้งแรกต้องเอาโมดูลภายนอกอาคาร หากล็อกสัญญาณได้แล้วไฟ Led จะกระพริบ [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ GY-NEO6MV2 Module

Power Supply Range	3 V to 5 V
Model	GY-GPS6MV2
Antenna	Ceramic antenna
EEPROM for saving the configuration data when powered off	Yes
Backup battery	Yes
LED signal indicator	Yes
Antenna Size	25 x 25 mm
Module Size	25 x 35 mm
Mounting Hole Diameter	3 mm
Default Baud Rate	9600 bps

รูปที่ 2.2 แสดงรูป GY-NEO-6M GPS Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 485 Transceiver

ZETA 485 Transceiver เป็นโมดูลพลังงานต่ำที่ใช้มาตรฐานอินเทอร์เฟซ RS485 (Modbus RTU) เพื่อรวบรวมข้อมูลจากมัลติฟังกชันมิเตอร์ไฟฟ้า

ฟังก์ชันที่รองรับ

1) หมายเลขเวอร์ชัน : รายงานหมายเลขเวอร์ชันซอฟต์แวร์ของเซ็นเซอร์ ครั้งเดียวหลังจากเปิดเครื่อง

2) รายงานสถานะ : รายงานข้อมูลสถานะเป็นระยะตามการตั้งค่า

3) ตั้ง / สืบค้นช่วงเวลาการรายงานพารามิเตอร์ : สามารถตั้งค่าหรือสืบค้นข้อมูลรอบการรายงาน (ช่วง: 1~65535 นาที ค่าเริ่มต้น: 12*60 นาที)

4) ตั้งรหัสที่อยู่ / สอบถาม : การสื่อสาร 485 ต้องใช้รหัสที่อยู่ (ช่วง: 1~247 ค่าเริ่มต้น

5) ตั้งค่า/ค้นหารหัสฟังก์ชันรีจิสเตอร์ : สืบค้นหรือตั้งรหัสฟังก์ชันของ Modbus (ช่วง: 03 หรือ 04)

6) ตั้งค่า/ค้นหาพารามิเตอร์การได้มา : เมื่อตั้งค่าต้องป้อนที่อยู่ลงทะเบียนที่จะอ่านและจำนวนไบต์ที่อ่าน สามารถตั้งค่าพารามิเตอร์การได้มาหลายรายการในครั้งเดียว

7) ตั้งค่า/สอบถามพารามิเตอร์พอร์ตอนุกรม : พารามิเตอร์พอร์ตอนุกรมประกอบด้วย: อัตราบอด, data bit, parity bit, stop bit และพารามิเตอร์ที่จำเป็นจับคู่กับเครื่องอ่านข้อมูลได้ปกติ

8) สืบค้นข้อมูล : สามารถสอบถามข้อมูลปัจจุบันที่รวบรวมโดยอุปกรณ์อย่างแข็งขัน

9) สอบถามหมายเลขเวอร์ชัน : สามารถสอบถามหมายเลขเวอร์ชันซอฟต์แวร์ของเซ็นเซอร์ปัจจุบัน [6]

รูปที่ 2.3 485 Transceiver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 ชุดข้อมูลสำหรับการสื่อสาร Modbus

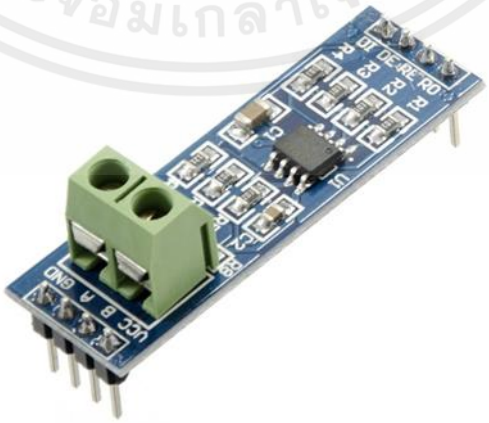
Field Name	Bit length	Function
Start	28	At least 3.5-character times of silence (mark condition)
Address	8	Station address
Function	8	Indicates function code e.g., read coils/holding registers
Data	n X 8	Data + length will be filled depending on message type
CRC	16	Cyclic Redundancy Check
End	28	At least 3.5-character times of silence between frames

2.3.4 MAX485 module

MAX485 module เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณ RS485 เป็น UART TTL level เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ที่เป็น Serial UART TTL กับ อุปกรณ์ต่างๆ ที่อยู่ในรูปแบบ RS485

Specification:

- เปลี่ยนสัญญาณจาก RS485 เป็น UART (TTL)
- เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับ Serial UART ได้ (Pin Header)
- สามารถกำหนดการทำงานได้ระหว่าง รับ-ส่ง ข้อมูลโดยจ่ายสัญญาณให้กับขา DIR (TXEN) [7]



รูปที่ 2.4 485 MAX485 module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 OLED i2c

OLED (Organic Light Emitting Diodes) คือจอภาพที่มีลักษณะคล้ายแผ่นฟิล์ม ซึ่งมีส่วนประกอบเป็นสารอินทรีย์ที่สามารถเปล่งแสงเองได้เมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า เรียกว่ากระบวนการอิเล็คโทรลูมิเนเซนส์ (Electroluminescence) โดยที่ไม่ต้องพึ่งพาแสง Backlight และจะไม่มีการเปล่งแสดงในบริเวณที่เป็นภาพสีดำ ส่งผลให้สีดำนั้นดำสนิท อีกทั้งยังช่วยพลังงานด้วย

รายละเอียดโครงสร้างของ OLED (แบบที่มีสารอินทรีย์ประกอบ 2 ชั้น)

1) Substrate เป็นชั้นผิวหน้าของจอภาพ อาจทำจากกระจก, ฟลอยด์โลหะ หรือพลาสติกใส ซึ่งหากทำจากฟลอยด์หรือพลาสติกใสจะทำให้ได้จอภาพที่มีความยืดหยุ่นสูง

2) Anode (ขั้วบวก) ทำด้วยวัสดุโปร่งใส (Indium Tinn Oxide; ITO) เป็นตัวทำหน้าที่ดึงกระแสอิเล็กตรอน

3ป Organic Layer ทำจากสารประกอบอินทรีย์ หรือโพลิเมอร์ของสารอินทรีย์ โดยถูกแบ่งออกเป็น 2 ชั้นย่อย ๆ ได้แก่ Conducting Layer ทำจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่เป็นสี ทำหน้าที่ส่ง Hole ของอิเล็คตรอนจาก Anode Emissive Layer ทำจากโมเลกุลของสารอินทรีย์ที่เป็นสี ทำหน้าที่เคลื่อนย้ายอิเล็คตรอนจาก Cathode โดยชั้นนี้เป็นชั้นที่ทำให้เกิดการเปล่งแสง

4) Cathode (ขั้วลบ) อาจทำด้วยวัสดุโปร่งใสหรือไม่ก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของ OLED เป็นตัวทำหน้าที่ปล่อยกระแสอีเล็กตรอน [8]

รูปที่ 2.5 OLED i2c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 Buzzer Module

Buzzer Module คืออุปกรณ์หรือโมดูลที่ใช้สร้างเสียงเสียงดังเป็นระเบียบหรือแสดงสัญญาณเสียงตามโปรแกรมหรือคำสั่งที่กำหนดไว้ ใช้ไฟเลี้ยง 3.3 - 5V โมดูลนี้มักจะมีไดรเวอร์และวงจรควบคุมเสียงที่สร้างเสียงของปลอกไฟ (Piezoelectric Element) ซึ่งเป็นชิ้นส่วนที่สามารถสร้างเสียงได้เมื่อได้รับกระแสไฟฟ้า โดยมีวงจรภายในที่สร้างการเคลื่อนไหวของปลอกไฟเพื่อให้เกิดความสั่นเป็นเสียง [9]

รูปที่ 2.6 Buzzer Module

2.3.7 Soil Sensor 485

เซนเซอร์วัดธาตุอาหารในดิน วัดปุ๋ยในดิน วัดค่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม สามารถเชื่อมต่อกับ Arduino, ESP8266 และ ESP32 ได้ ส่งข้อมูลแบบ RS485 [10]

รูปที่ 2.7 Soil Sensor 485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ Soil Sensor 485

Power supply	5-30VDC	
Maximum power consumption	<=0.15W	
Operating temperature	-40-800C	
NPK parameters	Range	1-1999 mg/kg(mg/L)
	Resolution	1 mg/kg(mg/L)
	Precision	±2%FS
Response time	<=1S	
Protection grade	IP68	
Probe material	316 stainless steels	
Sealing material	Black flame-retardant epoxy resin	
Default cable length	2 meters, cable length can be customized	
Dimensions	45*15*123mm	
Output signal	RS485/4-20ma/0-5v/0-10v	

2.3.8 Push Button Switch

Push Button Switch หรือที่เรียกกันว่าสวิตซ์ปุ่มกด เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรทางไฟฟ้าและ ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ หรือการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ

โครงสร้างของสวิตช์ปุ่มกดสามารถแยกได้ 4 ส่วน ได้แก่

- ปุ่มกดทำด้วยโลหะหรือพลาสติกซึ่งจะมีหลายหลายสีให้เลือกใช้งาน
- ฐานยึดระหว่างปุ่มกดและตัวล็อกหน้าสัมผัส โดยจะมีเกลียวที่ฐานเพื่อไว้สำหรับยึดอุปกรณ์กับชิ้นงานด้วย [11]
- หน้าสัมผัส NO และ NC
- หลอดไฟ LED ที่ใช้แสดงสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 Push Button Switch

2.3.9 ZiFiSense APZT-GO01 ZETA AP Low Power Wide Area Networks

ZETA AP (ZETA access point) เป็นเกตเวย์ระหว่างเครือข่ายไร้สาย ZETA และเซิร์ฟเวอร์ ZETA การโต้ตอบทั้งหมดระหว่างอุปกรณ์ในเครือข่าย ZETA และเซิร์ฟเวอร์ ZETA นั้นทำผ่าน AP AP สื่อสารกับอุปกรณ์เครือข่าย ZETA ที่เหลือผ่านโปรโตคอล ZETA และสื่อสารกับเซิร์ฟเวอร์ ZETA ผ่านโปรโตคอล IP มาตรฐาน ZETA AP รองรับการสื่อสารสองทางแบบหลายช่องสัญญาณ ซึ่งไม่เพียงแต่รองรับการส่งสัญญาณอัปลิงก์ของอุปกรณ์ปลายทางเท่านั้น แต่ยังรองรับคำสั่งดาวน์ลิงก์อีกด้วย [12]

รูปที่ 2.9 รูปลักษณ์และอินเทอร์เฟซ ZETA access point

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์

ตารางที่ 2.5 ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ ZETA access point

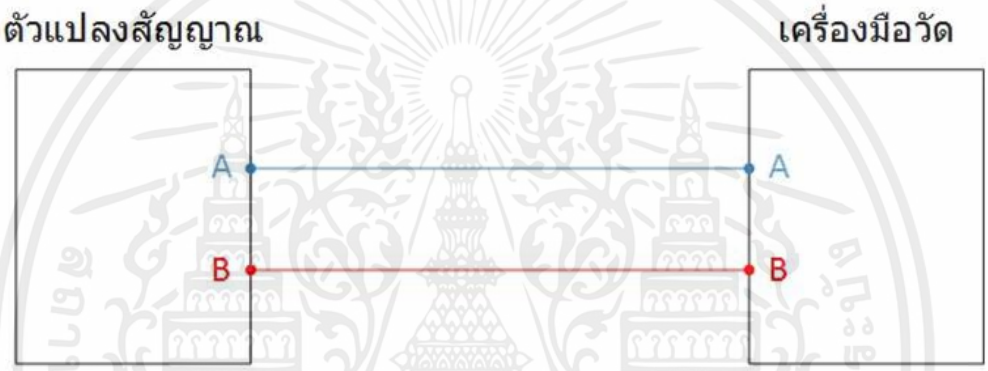
Model No.		APZT-GO01/APTG-GO01
Wireless	Protocol	ZETA
	Frequency band	920-925
	Output power	20 mW
	Number of channels	1 (expandable to 3 channels)
	Coverage	Urban area/complex environment: 200m-2km Line-of-sight/open environment: 10-15km
Electrical	Power supply	PoE/AC100- 240V to DC 5V
	Standby current	<100mA
	Power	5W
Physical	Weight	1.5kg
	Size	256*200*86mm
	Enclosure material	Aluminum alloy
	Ingress level	IP67
	Antenna	FRP Antenna
Environmental	Operating temperature	-20°C~+60°C
	Storage temperature	-30°C~+85°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ศึกษามาตรฐานการรับส่งข้อมูลของเซนเซอร์ภายในระบบ

2.4.1 RS485

RS485 (ย่อมาจาก: Recommended Standard no. 485) คือมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิตอลแบบอนุกรม (serial communication) ถูกใช้อย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถส่งสัญญาณได้ไกลและยังสามารถส่งพร้อมๆกันได้หลายจุด าตรฐาน RS485 เป็นมาตรฐานที่รับ/ส่งข้อมูลในแบบที่เรียกว่า Half duplex คือสามารถรับและส่งข้อมูลได้ทีละอย่างเท่านั้นไม่สามารถทำทั้งสองอย่างได้ในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการเชื่อมต่อ RS485 ระหว่างเครื่องมือวัดกับตัวแปลงสัญญาณ

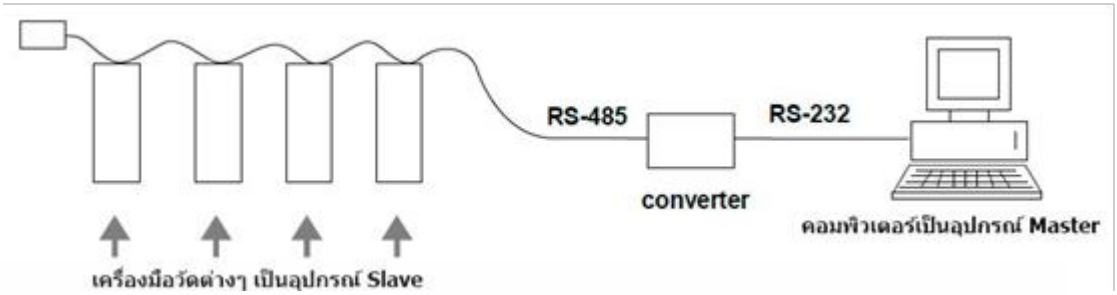
สำหรับการรับ/ส่งข้อมูลดิจิตอลแบบ RS485 นั้น จะส่งข้อมูลโดยใช้สายไฟเพียงแค่ 2 เส้นคือ A และ B เป็นตัวบอกค่ารหัสดิจิตอล (Digital code) โดยใช้ความแตกต่างของแรงดันไฟฟ้าระหว่างขั้ว A และ B เป็นตัวบอกดังนี้

เมื่อ Va - Vb ได้แรงดันไฟฟ้าน้อยกว่า -200 mV คือสัญญาณดิจิตอลเป็น 1

เมื่อ Va - Vb ได้แรงดันไฟฟ้ามากกว่า +200 mV คือสัญญาณดิจิตอลเป็น 0

มาตรฐาน RS485 สามารถเชื่อมต่อการรับส่งข้อมูลแบบเครือข่าย (Network) โดยมีอุปกรณ์ในเครือข่ายได้สูงสุดถึง 32 ตัว ซึ่งในเครือข่ายนั้น จะต้องมีอุปกรณ์อยู่ 1 ตัว ทำหน้าที่คอยจัดคิวการสื่อสารในเครือข่าย ซึ่งจะเรียกอุปกรณ์ตัวนี้ว่า "Master" และอุปกรณ์ส่วนที่เหลือจะเรียกว่า "Slave" โดยที่ Slave แต่ละตัวจะมีหมายเลข Address ของตัวเอง และเมื่อตัว Master ต้องการสั่งการตัว Slave ตัว Master จะส่งชุดคำสั่งพร้อมระบุหมายเลข Address ไปยังอุปกรณ์ Slave ทุกตัว เมื่ออุปกรณ์ Slave ได้รับคำสั่งและคำสั่งนั้นมีหมายเลข Address ตรงกับตัวเอง อุปกรณ์ Slave ถึงจะทำตามคำสั่งของ Master เป็นลำดับไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการทำงานของ RS485 แบบ Network

ข้อดีของสัญญาณ RS485

1) สามารถส่งสัญญาณได้ไกล: RS485 สามารถส่งสัญญาณได้ไกลสูงสุดถึง 1,200 เมตร ซึ่งถือว่าเป็นระยะทางที่ไกลมาก เพียงพอต่อการใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างแน่นอน

2) สามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายได้: นอกจากจะส่งสัญญาณได้ไกลแล้ว RS485 ยังสามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่าย (Network) แบบ Multipoint ได้ด้วย ซึ่งสามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ในระบบได้สูงสุดถึง 32 ตัว

3) ประหยัดงบประมาณในการเดินสาย: มาตรฐาน RS485 เป็นมาตรฐานที่ใช้สายไฟเพียง 2 เส้นในการรับส่งข้อมูล เมื่อเปรียบเทียบกับมาตรฐานรุ่นเก่าที่สามารถส่งสัญญาณในระยะเท่ากัน อย่าง RS422 ที่ต้องใช้สายไฟถึง 4 เส้นในการรับส่งข้อมูล ซึ่งราคาสายเคเบิลแบบ 2 แกน จะถูกกว่าสายเคเบิลแบบ 4 แกน ถึงเกือบครึ่ง

ข้อเสียของสัญญาณ RS485

1) ต้องใช้ตัวแปลงสัญญาณในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์: เนื่องจากปัจจุบันคอมพิวเตอร์ที่ใช้กันอยู่นั้นไม่มี port เชื่อมต่อสัญญาณ RS485 โดยตรง จะมีก็แต่ USB หรือ RS232 เท่านั้น ฉนั้นหากจะเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ RS485 กับคอมพิวเตอร์นั้นต้องเสียงบประมาณเพิ่มขึ้นในการซื้อตัวแปลงสัญญาณ (Converter) เพื่อแปลงสัญญาณจาก RS485 เป็น USB หรือ RS232 ในการเชื่อมต่อนั้นเอง

2) ความเร็วในการรับส่งข้อมูล: แม้ RS485 จะถูกพัฒนาด้านความเร็วในการรับส่งข้อมูลขึ้นมากแล้วก็ตามเมื่อเทียบกับมาตรฐานเก่า แต่ก็ยังมีความล่าช้าอยู่เมื่อเชื่อมต่อในลักษณะเครือข่ายจำนวนมากๆ [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 UART

UART หรือชื่อเต็ม Universal Asynchronous Receiver and Transmitter เป็นการสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมแบบอะซิงโครนัส (asynchronous serial communication) ระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ ซึ่งนิยมใช้เป็นการสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยกัน การทำงานแบบอะซิงโครนัสหมายความว่าจะไม่มีสัญญาณนาฬิกา (clock signal) ส่งออกมาจากตัวส่งหรือตัวรับเพื่อกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูล แต่จะกำหนดผ่านโดยการตั้งความเร็วในการรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ดังกล่าวแทน

UART จะอนุญาตให้มีการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์เพียงสองชิ้นเท่านั้น ซึ่งได้แก่ตัวส่ง (transmitter) และตัวรับ (receiver) และยังเป็นแบบฟูลดูเพล็กซ์ (full duplex) หรือสามารถสื่อสารได้สองทิศทางในเวลาเดียวกัน เมื่อการทำงานเริ่มต้นขึ้น ตัวส่งจะแปลงข้อมูลแบบขนานให้เป็นข้อมูลแบบอนุกรม แล้วส่งข้อมูลดังกล่าวไปยังตัวรับ ซึ่งจะแปลงข้อมูลอนุกรมนั้นกลับไปเป็นแบบขนานตามเดิม

การกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ผ่านการเพิ่มบิตเริ่มต้น (start bit) และบิตปิดท้าย (stop bit) ลงไปในข้อมูล บิตเหล่านี้จะทำหน้านี้เป็นตัวบ่งบอกถึงจุดเริ่มต้นและจุดจบของข้อมูลที่จะส่งออกไป ซึ่งจะทำให้ตัวรับรู้ว่าจะต้องเริ่มอ่านข้อมูลดังกล่าวได้เมื่อใด เมื่อตัวรับสามารถตรวจจับบิตเริ่มต้นได้ ตัวรับจะเริ่มอ่านบิตที่ตามมาด้วยความถี่ที่เรียกว่าอัตราบอด (baud rate) ทั้งตัวรับและตัวส่งจะต้องทำงานในอัตราบอดเดียวกัน หรือต้องมีค่าคลาดเคลื่อนไม่สูงกว่า 10 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น อัตราบอดที่นิยมใช้จะอยู่ที่ 9,600 บิตต่อวินาที

ข้อมูลที่ส่งผ่าน UART จะถูกจัดระเบียบให้เป็นแพ็กเก็ต (packet) แต่ละแพ็กเก็ตจะประกอบด้วยบิตเริ่มต้น 1 ตัว (start bit) บิตข้อมูล 5 ถึง 9 ตัว (data bit) บิตพาริตี 0 ถึง 1 ตัว (parity bit) และบิตปิดท้าย (stop bit) 1 หรือ 2 ตัว [14]

2.4.3 LPWAN

LPWAN (Low Power Wide Area Network) คือ เทคโนโลยี ที่ทำให้เครือข่ายเชื่อมต่อในระยะทางไกลได้โดยใช้พลังงานต่ำ ซึ่งเหมาะกับการสื่อสารระหว่าง IoT หรือการสื่อสารแบบระหว่างเครื่องจักร (M2M) ซึ่งมีโซลูชั่นที่เกี่ยวข้องในปัจจุบันอยู่หลายตัวอาทิเช่น LoRa (ลอรา), Narrowband-IoT (NB-IoT), เครือข่าย LPWAN ของ Sigfox, หรือ Random Phase Multiple Access (RPMA) จาก Ingenu ซึ่งให้ระยะการเชื่อมต่อได้ไกลถึง 100 กิโลเมตร [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการถ่ายโอนข้อมูล LPWAN ต่ำมากเช่นเดียวกับการใช้พลังงานของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ LPWAN ช่วยให้สามารถเชื่อมต่อเครือข่ายของอุปกรณ์ที่ต้องการแบนด์วิดท์น้อยกว่าอุปกรณ์มาตรฐานที่ใช้ในบ้าน นอกจากนี้ LPWAN สามารถทำงานได้ในราคาที่ต่ำกว่าด้วยประสิทธิภาพพลังงานที่มากขึ้น เครือข่ายยังสามารถสนับสนุนอุปกรณ์อื่น ๆ ในพื้นที่ครอบคลุมที่ใหญ่กว่าเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือของผู้บริโภคและมีทิศทางที่ดีขึ้น เช่น Bluetooth, ZigBee และ Wi-Fi (ไว ไฟ) เพียงพอสำหรับการติดตั้ง IOT ระดับผู้บริโภค ความจำเป็นในการใช้เทคโนโลยีเช่น LPWAN มีมากขึ้นในอุตสาหกรรม IoT, พลเมืองและการใช้งานเชิงพาณิชย์ ในสภาพแวดล้อมเหล่านี้อุปกรณ์เชื่อมต่อจำนวนมากสามารถรองรับได้หากการสื่อสารมีประสิทธิภาพและต้นทุนพลังงานต่ำเท่านั้น

2.5 ศึกษาโปรแกรมและภาษาที่ใช้ในการทำโครงงาน

2.5.1 HTML

HTML ย่อมาจาก Hyper Text Markup Language คือภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลของเอกสารบน website หรือที่เรียกกันว่าเว็บเพจ ถูกพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) และจากการพัฒนาทางด้าน Software ของ Microsoft ทำให้ภาษา HTML เป็นอีกภาษาหนึ่งที่ใช้เขียนโปรแกรมได้ หรือที่เรียกว่า HTML Application HTML เป็นภาษาประเภท Markup สำหรับการการสร้างเว็บเพจ โดยใช้ภาษา HTML สามารถทำโดยใช้โปรแกรม Text Editor ต่างๆ เช่น Notepad, Editplus หรือจะอาศัยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเว็บเพจ เช่น Microsoft FrontPage, Dream Weaver ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้า HTML ส่วนการเรียกใช้งานหรือทดสอบการทำงานของเอกสาร HTML จะใช้โปรแกรม web browser เช่น (IE), Mozilla Firefox, Safari, Opera, และ Netscape Navigator เป็นต้น [16]

2.5.2 CSS

CSS ย่อมาจาก Cascading Style Sheet มักเรียกโดยย่อว่า "สไตล์ชีต" คือภาษาที่ใช้เป็นส่วนของการจัดรูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML โดยที่ CSS กำหนดกฎเกณฑ์ในการระบุรูปแบบ (หรือ "Style") ของเนื้อหาในเอกสาร อันได้แก่ สีของข้อความ สีพื้นหลัง ประเภทตัวอักษร และการจัดวางข้อความ ซึ่งการกำหนดรูปแบบ หรือ Style นี้ใช้หลักการของการแยกเนื้อหาเอกสาร HTML ออกจากคำสั่งที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผล กำหนดให้รูปแบบของการแสดงผลเอกสารไม่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของเอกสาร เพื่อให้ง่ายต่อการจัดรูปแบบการแสดงผลลัพธ์ของเอกสาร HTML โดยเฉพาะในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาเอกสารบ่อยครั้ง หรือต้องการควบคุมให้รูปแบบการแสดงผลเอกสาร HTML มีลักษณะของความสม่ำเสมอทั่วกันทุกหน้าเอกสารภายในเว็บไซต์เดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยกฎเกณฑ์ในการกำหนดรูปแบบ (Style) เอกสาร HTML ถูกเพิ่มเข้ามาครั้งแรกใน HTML 4.0 เมื่อปี พ.ศ. 2539 ในรูปแบบของ CSS level 1 Recommendations ที่กำหนดโดยองค์กร World Wide Web Consortium หรือ W3Cสามารถทำโดยใช้โปรแกรม Text Editor ต่างๆ เช่น Notepad, Editplus หรือจะอาศัยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเว็บเพจ เช่น Microsoft FrontPage, Dream Weaver ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้า HTML ส่วนการเรียกใช้งานหรือทดสอบการทำงานของเอกสาร HTML จะใช้โปรแกรม web browser เช่น (IE), Mozilla Firefox, Safari, Opera, และ Netscape Navigator เป็นต้น

ประโยชน์ของ CSS

1) CSS มีคุณสมบัติมากกว่า tag ของ html เช่น การกำหนดกรอบให้ข้อความ รวมทั้งสีรูปแบบของข้อความที่กล่าวมาแล้ว

2) CSS นั้นกำหนดที่ต้นของไฟล์ html หรือตำแหน่งอื่น ๆ ก็ได้ และสามารถมีผล กับเอกสารทั้งหมด หมายถึงกำหนด ครั้งเดียวจุดเดียวก็มีผลกับการแสดงผลทั้งหมด ทำให้เวลาแก้ไขหรือปรับปรุงทำได้สะดวก ไม่ต้องไล่ตามแก้ tag ต่างๆ ทั่วทั้งเอกสาร

3) CSS สามารถกำหนดแยกไว้ต่างหากจาก ไฟล์เอกสาร html และสามารถนำมาใช้ร่วมกับเอกสารหลายไฟล์ได้ การแก้ไขก็แก้เพียง จุดเดียวก็มีผลกับเอกสารทั้งหมด

CSS กับ HTML / XHTML นั้นทำหน้าที่คนละอย่างกัน โดย HTML / XHTML จะทำหน้าที่ในการวางโครงร่างเอกสารอย่างเป็นรูปแบบ ถูกต้อง เข้าใจง่าย ไม่เกี่ยวข้องกับการแสดงผล ส่วน CSS จะทำหน้าที่ในการตกแต่งเอกสารให้สวยงาม เรียกได้ว่า HTML /XHTML คือส่วน coding ส่วน CSS คือส่วน design [17]

2.5.3 JavaScript

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง Java JavaScript เป็น ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ (ที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งในการสร้างและพัฒนาเว็บไซต์ (ใช่ร่วมกับ HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะ "แปลความและดำเนินงานไปทีละคำสั่ง" (interpret) หรือเรียกว่า อ็อบเจ็กโอเรียลเต็ด (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการ ออกแบบและพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และ ทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server) [18]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 Solidworks

SOLIDWORKS คือโปรแกรมในตระกูล CAD (Computer Aided Design and Drafting) ถือว่าเป็นอีกโปรแกรมที่สำคัญสำหรับนักออกแบบทางด้านวิศวกรรมที่ช่วยจำลองการสร้างชิ้นงานออกมาในรูปแบบ 3 มิติ มีความละเอียดสูง สามารถวิเคราะห์ส่วนต่าง ๆ ของชิ้นงานในเรื่องของความแข็งแรง อุณหภูมิ อายุการใช้งาน เป็นต้น โดย SOLIDWORKS ได้นำเสนอฟังก์ชั่นการใช้งานที่ง่ายและสะดวกด้วย User Interface ที่ใช้ไอคอนในการทำงาน รวมถึงการใช้คีย์ลัดเข้ามาช่วยในขั้นตอนการออกแบบ เพื่อเพิ่มความรวดเร็วในกระบวนการออกแบบและทำให้สร้างสรรค์งานได้ดียิ่งขึ้น ปัจจุบัน SOLIDWORKS เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการออกแบบ 3 มิติที่ได้รับความนิยมสูงสุด โดยได้รับความไว้วางใจจากวิศวกรและนักออกแบบกว่า 2,500,000 ราย จาก 200,000 องค์กรทั่วโลกและมีการอัปเดตและปรับปรุงเวอร์ชันใหม่ ๆ อยู่เรื่อย ๆ ตามกระแสตอบรับจากผู้ใช้งาน จึงทำให้ SOLIDWORKS เป็นซอฟต์แวร์ที่ตรงตามความต้องการของผู้ใช้งานมากที่สุด SOLIDWORKS เวอร์ชันปัจจุบัน คือ SOLIDWORKS 2020 [19]

2.5.5 SQL

Structured Query Language (SQL) คือภาษาที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล (Database) ซึ่งได้รับการยอมรับมากที่สุดในโลกภาษาหนึ่ง และได้รับการยอมรับในมาตรฐาน American National Standards Institute (ANSI)

SQL สามารถใช้งานร่วมกับเว็บไซต์ ระบบฐานข้อมูล SQL Server ไปจนถึงการสร้างระบบวิเคราะห์ข้อมูลด้วยตนเอง

การเปลี่ยนมาใช้ SQL ภายใต้ระบบฐานข้อมูลอื่นๆ จะช่วยเสริมให้การทำงานทั้งหมดมีประสิทธิภาพมากขึ้น ผู้ใช้งานสามารถทำการดึงข้อมูล คำนวณข้อมูล ไปจนถึงหาความเชื่อมโยงข้อมูลที่เหมือนกันในฐานข้อมูล (Relational Database) ได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องเปิดและใส่สูตรทีละไฟล์ ซึ่งตัว SQL เป็นภาษาที่ไม่ซับซ้อน เรียนแล้วใช้ได้ยาวๆ จึงเปิดโอกาสให้คนที่ไม่ใช่สายเขียนโปรแกรมเข้าใจภาษานี้ได้ง่าย

SQL สามารถสร้าง Dashboard และตารางต่างๆ เพื่อเปรียบเทียบข้อมูลจาก Database ได้เลย โดยไม่จำเป็นต้องแปลงไฟล์เป็น Excel หรือ Spreadsheet

การทำงานของ SQL

SQL ถือเป็นภาษาที่ไม่ซับซ้อน เข้าใจง่าย สามารถใช้ทำงานได้หลายรูปแบบ โดยจะมีการทำงานหลักๆ ด้วยกัน 4 ประเภท ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) Select query ใช้สำหรับเลือกข้อมูล

2) Update query ใช้สำหรับเปลี่ยนแปลงข้อมูล

3) Insert query ใช้สำหรับการเพิ่มข้อมูล

4) Delete query ใช้สำหรับการลบข้อมูล

คำสั่ง SQL เพิ่มเติมอีก 3 ประเภท

1) Data Definition Language (DDL) คำสั่งสำหรับการสร้างฐานข้อมูล

2) Data Manipulation Language (DML) คำสั่งสำหรับการจัดการฐานข้อมูล

3) Data Control Language (DCL) คำสั่งสำหรับการอนุมัติและกำหนดสิทธิต่างๆ ในฐานข้อมูล [20]

2.5.6 MySQL

MySQL เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์โอเพนซอร์สบนพื้นฐานของ SQL ซึ่ง MySQL ได้รับการออกแบบและปรับให้เหมาะสมสำหรับเว็บแอปพลิเคชันและสามารถทำงานบนแพลตฟอร์มใดก็ได้ MySQL ทำงานเป็นดาต้าเบสเซิร์ฟเวอร์ และอนุญาตให้ผู้ใช้หลายคนจัดการและสร้างฐานข้อมูลจำนวนมาก มันเป็นองค์ประกอบสำคัญใน LAMP (LAMP ย่อมาจาก Linux, Apache, MySQL และ PHP) MySQL กลายเป็นแพลตฟอร์มทางเลือกสำหรับนักพัฒนาเว็บไซต์และเว็บแอปพลิเคชัน เนื่องจากได้รับการออกแบบมาเพื่อประมวลผลการค้นหานับล้าน และในการติดตั้ง WordPress ส่วนใหญ่ใช้ LAMP stack เพราะเป็นโอเพ่นซอร์สและทำงานร่วมกับ WordPress ได้อย่างราบรื่น MySQL เป็นตัวเลือกยอดนิยมสำหรับธุรกิจอีคอมเมิร์ซที่ต้องการจัดการการโอนเงินหลายครั้ง ซึ่งมีความยืดหยุ่นตามความต้องการตามคุณสมบัติหลักของ MySQL [21]

2.5.7 DNS

DNS ย่อมาจาก Domain Name System ซึ่งเป็นระบบที่ใช้แปลงชื่อโดเมน (Domain Name) เป็นที่อยู่ IP (Internet Protocol) เพื่อให้เครือข่ายสามารถระบุตำแหน่งของเว็บไซต์หรือบริการอินเทอร์เน็ตต่างๆ ได้ เมื่อเข้าสู่เว็บไซต์หรือบริการอินเทอร์เน็ตใดๆ จะพิมพ์ชื่อโดเมนเข้าสู่เบราว์เซอร์ ซึ่งจะถูกส่งไปยังเซิร์ฟเวอร์ DNS ที่จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับโดเมนนั้นๆ และเซิร์ฟเวอร์นี้จะคืนค่าที่อยู่ IP ของโดเมนนั้นๆ กลับมายังเบราว์เซอร์ เพื่อให้เบราว์เซอร์สามารถเชื่อมต่อไปยังเว็บไซต์หรือบริการอินเทอร์เน็ตนั้นๆ ได้ [22]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.8 MySQL Workbench

MySQL Workbench เป็นเครื่องมือที่ใช้ในการจัดการฐานข้อมูล MySQL อย่างมีประสิทธิภาพ สำหรับให้ผู้ดูแลระบบฐานข้อมูลและนักพัฒนาระบบสามารถจัดการกับฐานข้อมูล MySQL ได้โดยสะดวก และมีขอบเขตหลายประการ เช่น การออกแบบฐานข้อมูล (Database Design), การจัดการและสร้างตาราง (Table Management), การเขียนและดำเนินคำสั่ง SQL, การดำเนินการกับข้อมูล (Data Manipulation), การปรับปรุงโค้ด SQL, และฟีเจอร์อื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับการจัดการฐานข้อมูล

MySQL Workbench มีหน้าตากราฟิกที่ใช้งานง่าย และมีความสามารถที่จะช่วยในการทำงานร่วมกับ MySQL Server ได้หลากหลาย ตั้งแต่การทำงานในส่วนของการออกแบบฐานข้อมูล (ER Modeling) ไปจนถึงการดำเนินการทางด้าน SQL และการตรวจสอบประสิทธิภาพของคำสั่ง SQL ซึ่งการใช้โปรแกรม MySQL Workbench เป็นทางเลือกที่ดีสำหรับผู้ที่ต้องการจัดการฐานข้อมูล MySQL อย่างมีประสิทธิภาพและสะดวกสบาย [23]

2.5.9 PHP

PHP ย่อมาจาก PHP Hypertext Preprocessor แต่เดิมย่อมาจาก Personal Home Page Tools คือภาษาคอมพิวเตอร์จำพวก scripting language คำสั่งต่างๆจะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า script และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปเช่น JavaScript , Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่นๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนาและออกแบบมา เพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language นั้นคือในทุกๆ ครั้งก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งให้บริการเป็น Web server จะส่งหน้าเว็บเพจที่เขียนด้วย PHP จากนั้นจะทำการประมวลผลตามคำสั่งที่มีอยู่ให้เสร็จเสียก่อน แล้วจึงค่อยส่งผลลัพธ์ที่ได้กลับมา ผลลัพธ์ที่ได้คือเว็บเพจที่แสดงออกมา ถือได้ว่า PHP เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่ช่วยให้สามารถสร้าง Dynamic Web pages (เว็บเพจที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้) ได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีลูกเล่นมากขึ้น [24]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.10 Leaflet

Leaflet เป็น JavaScript Library เกี่ยวกับการสร้างแผนที่บนโทรศัพท์มือถือและคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับ Openlayers แต่จุดเด่นของ Leaflet คือการแสดงผลบนโทรศัพท์ สามารถกำหนดจุดศูนย์กลางของแผนที่ได้โดยใช้คำสั่ง setView ([ค่า latitude, ค่า longitude], ค่า Zoom) ในส่วน tileLayer สามารถกำหนดค่าซูมสูงสุดได้ใน maxZoom และเปลี่ยนคำอธิบายมุมล่างขวาของแผนที่ได้ใน attribution เป็น Opensource JavaScript library ที่พัฒนาขึ้นมาเพื่อการสร้าง interactive web map application [25]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

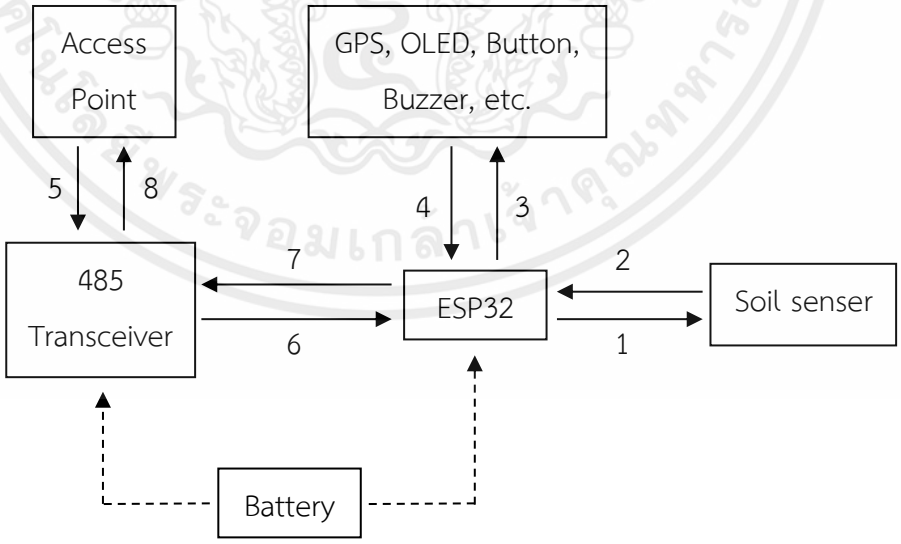
การออกแบบและการจัดทำโครงงาน

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบการทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์

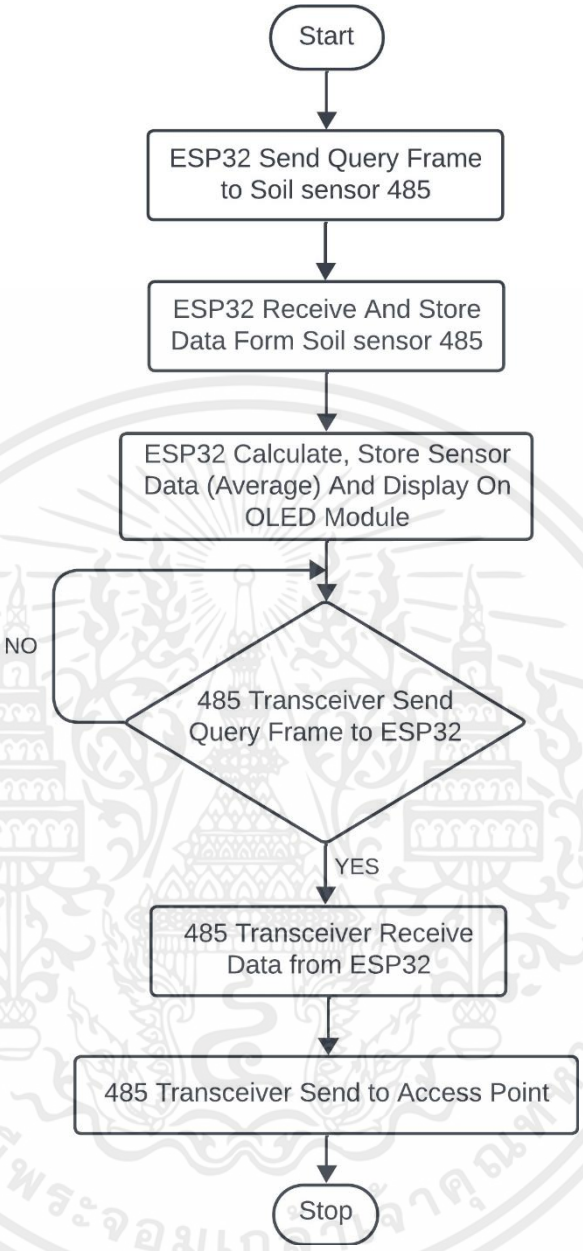
บล็อกไดอะแกรมเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพดินอัจฉริยะแบบพกพา พร้อมระบบติดตามพิกัด เพื่อสร้างแผนที่ดิจิตอลและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์ การทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์แสดงดังรูปที่ 3.1 ในขั้นแรกไมโครคอนโทรลเลอร์หรือ ESP32 จะทำการส่งเฟรมคำถามที่ได้กำหนดไว้ไปยัง Soil Sensor 485 เพื่อทำการดึงค่าข้อมูลที่วัดได้จากเซนเซอร์แล้วทำการเฉลี่ยข้อมูลที่ได้มาเก็บไว้ยัง ESP32 จากนั้นตัว ESP32 จะทำการเก็บข้อมูลที่วัดได้จาก GPS Module แล้วนำข้อมูลมารวมเป็นเฟรมคำตอบเก็บไว้ใน ESP32

ในส่วนของการดึงข้อมูลจากเซนเซอร์ด้วย 485 Transceiver ทำการสั่งการกำหนดค่าข้อมูลที่ต้องการผ่าน ZETA Server ข้อมูลคำสั่งจะถูกส่งมายัง 485 Transceiver ผ่าน Access Point จากนั้นจะทำการส่งเฟรมคำถามไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เมื่อ ESP32 ได้รับเฟรมคำถามแล้วจะทำการส่งเฟรมคำตอบที่มีข้อมูลของ Soil Sensor 485 และ GPS Module ส่งกลับไปยัง 485 Transceiver และส่งผ่าน Access Point เพื่อไปเก็บยัง ZETA Cloud



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

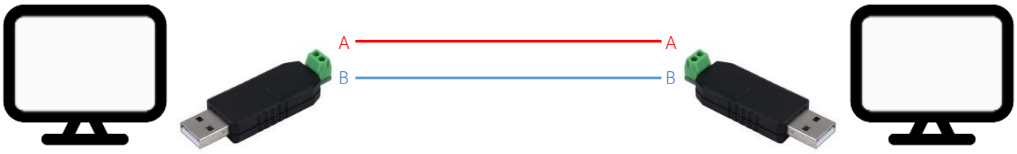


รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์

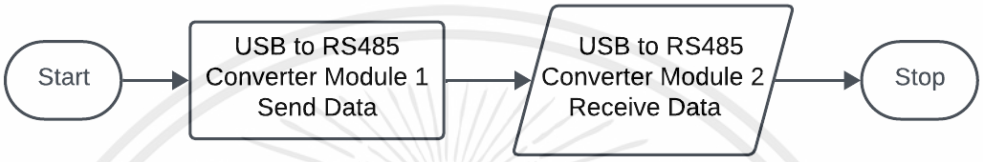
3.1.1.1 การออกแบบการทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS-485

ในการทดสอบนี้จะใช้ USB to RS485 Converter Module เป็นตัวแปลงสัญญาณข้อมูลในการรับ-ส่งสัญญาณด้วยคอมพิวเตอร์ 2 เครื่องโดยให้เครื่องหนึ่งเป็น Slave และอีกเครื่องเป็น Master และใช้โปรแกรม Realterm ในการเชื่อมต่อสัญญาณ RS485 เข้าด้วยกัน เพื่อทดสอบว่าการส่งรับส่งข้อมูลด้วยมาตรฐานนี้สามารถสื่อสารกันได้ แสดงดังรูปที่ 3.3-3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



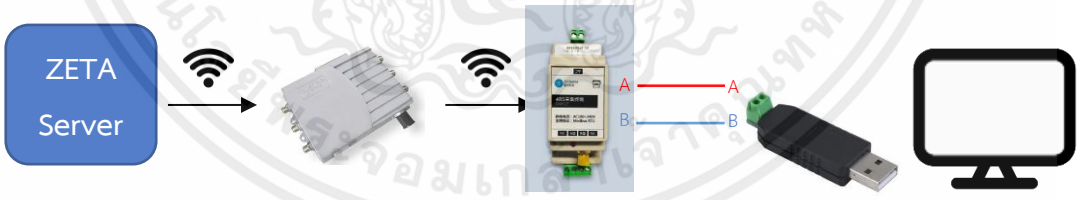
รูปที่ 3.3 การรับ-ส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS-485



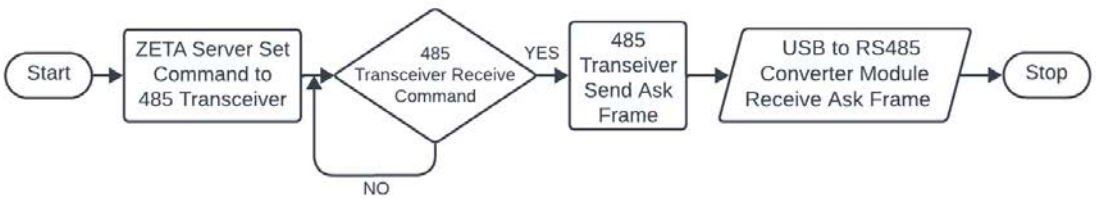
รูปที่ 3.4 แผนผังการรับ-ส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS-485

3.1.1.2 การออกแบบการทดสอบการสั่งการด้วย Zeta server ไปยัง 485 Transceiver

ในการทดสอบนี้จะทำการเชื่อมต่อตัว 485 Transceiver กับคอมพิวเตอร์ โดยให้คอมพิวเตอร์เปรียบเสมือนเป็น Slave หรือSensor ตัวหนึ่งด้วยการใช้ USB to RS485 Converter Module เป็นตัวแปลงสัญญาณจากนั้นทดสอบสั่งการจาก ZETA Server เพื่อให้ตัว 485 Transceiver ทำการส่งค่ามาถามตัว Sensor แสดงดังรูปที่ 3.5-3.6



รูปที่ 3.5 การออกแบบการสั่งการด้วย Zeta server ไปยัง 485 Transceiver

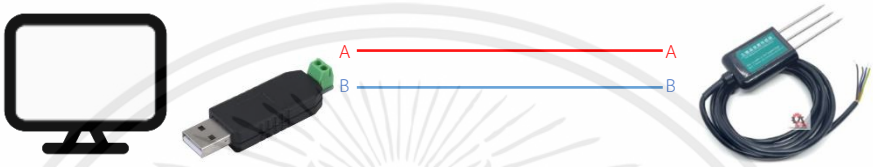


รูปที่ 3.6 แผนผังการสั่งการด้วย Zeta server ไปยัง 485 Transceiver

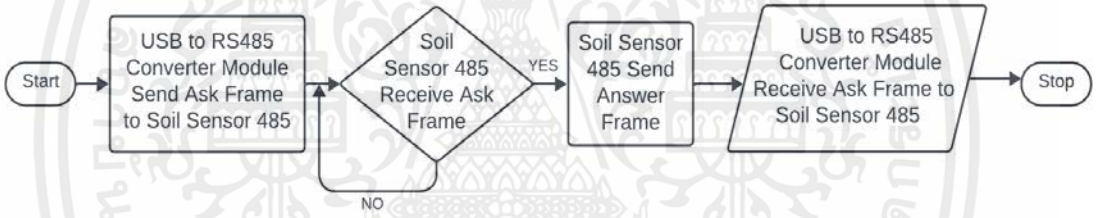
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.3 การออกแบบการทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Soil Sensor 485

ในการทดสอบนี้จะทำการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์โดยเปรียบเสมือนเป็น Master กับ Soil Sensor 485 ที่เปรียบเสมือน Slave เพื่อทำการสั่งให้ Sensor ส่งค่ากลับมายัง Master โดยใช้โปรแกรม Realterm แสดงดังรูปที่ 3.7-3.8



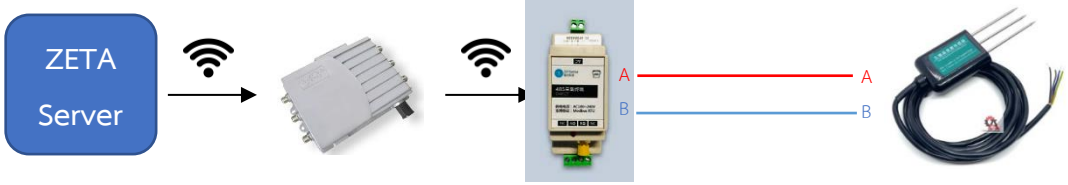
รูปที่ 3.7 การออกแบบการรับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Sensor โดยใช้สัญญาณ RS-485



รูปที่ 3.8 แผนผังการรับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Sensor โดยใช้สัญญาณ RS-485

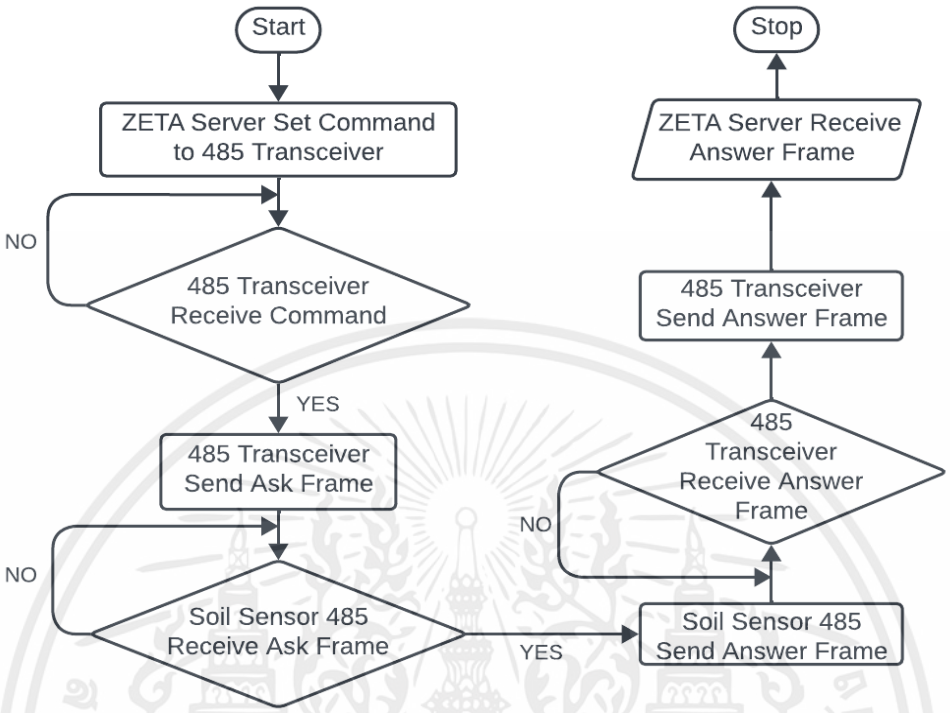
3.1.1.4 การออกแบบการทดสอบสั่งการจาก ZETA Server ไปยัง Soil Sensor 485

ในการทดสอบนี้จะทำการสั่งการ 485 Transceiver เพื่อดึงค่าจาก Soil Sensor 485 โดยสั่งการผ่าน ZETA Server ซึ่งจะมีการตั้งค่าในการรับส่งข้อมูลของ 485 Transceiver แสดงดังรูปที่ 3.9-3.10



รูปที่ 3.9 การออกแบบการสั่งการจาก ZETA Server ไปยัง Soil Sensor 485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แผนผังการสั่งการจาก ZETA Server ไปยัง Soil Sensor 485

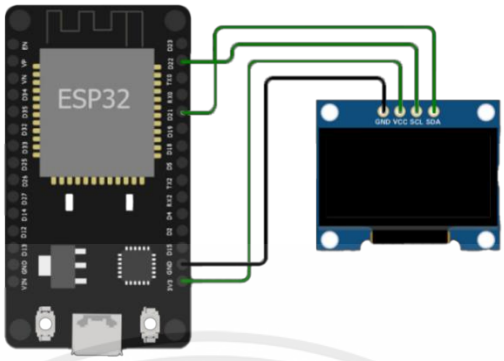
3.1.1.5 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ OLED Display Module

ในการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบใช้งานของ OLED Display Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เพื่อทดสอบการทำงานของโมดูล โดยทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library U8g2lib.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงขาการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.1 และการต่อวงจรดังรูปที่ 3.11

ตารางที่ 3.1 แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32 กับ OLED Display Module

ESP32	OLED Display Module
3.3V	VCC
GND	GND
D21	SCL
D22	SDA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



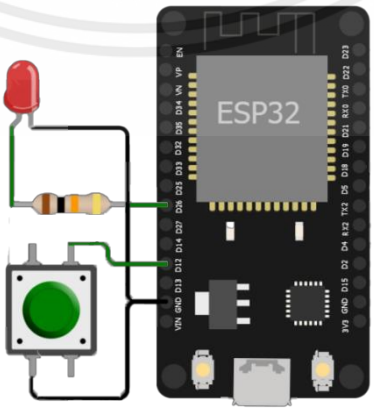
รูปที่ 3.11 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ OLED Display Module

3.1.1.6 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ Button Switch Module

ในการทดสอบนี้จะเป็นทดสอบการใช้งานของ Button Switch ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เพื่อทดสอบการทำงานของสวิตซ์ โดยใช้หลอดไฟ LED ในการทดสอบแสดงผล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library Arduino.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงขาการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.2 และการต่อวงจรดังรูปที่ 3.12

ตารางที่ 3.2 แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, Button Switch Module และ LED

ESP32	Button Switch Module	LED
GND	GND	GND
D12	VCC	-
D26	-	VCC



รูปที่ 3.12 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ Button Switch Module

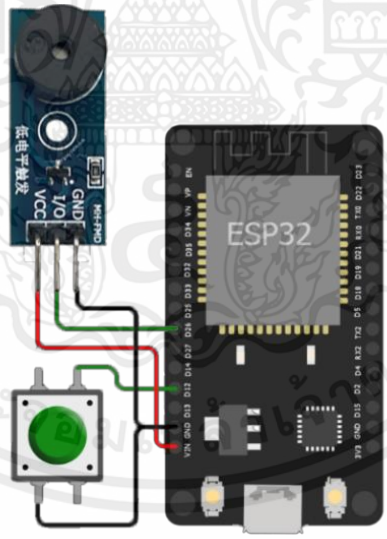
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.7 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ Buzzer Module

ในการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบการใช้งานของ Buzzer Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เพื่อทดสอบการทำงานของโมดูล โดยทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library Arduino.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงขาการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.3 และการต่อวงจรดังรูปที่ 3.13

ตารางที่ 3.3 แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, Buzzer Module และ Button Switch Module

ESP32	Buzzer Module	Button Switch Module
VIN	VCC	-
GND	GND	GND
D12	-	VCC
D26	I/O	-



รูปที่ 3.13 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ Buzzer Module

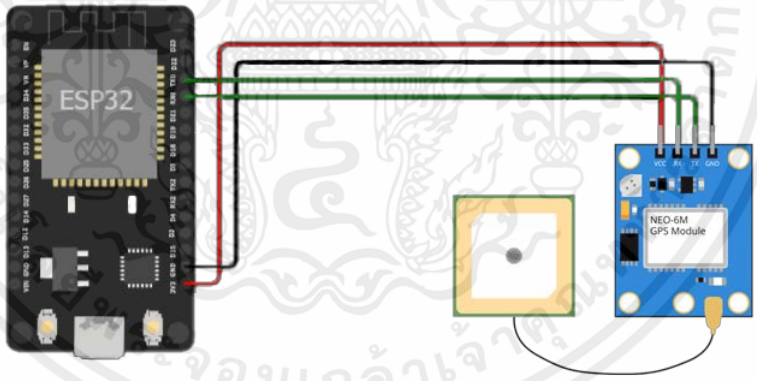
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.8 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ GY-NEO-6M GPS Module

ในการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบการใช้งานของ GY-NEO-6M GPS Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เพื่อทดสอบการทำงานของโมดูล โดยทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงขาการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.4 และการต่อวงจรดังรูปที่ 3.14

ตารางที่ 3.4 แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32 กับ GY-NEO-6M GPS Module

ESP32	GY-NEO-6M GPS Module
VIN	VCC
GND	GND
TX0	RX
RX0	TX



รูปที่ 3.14 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ GY-NEO-6M GPS Module

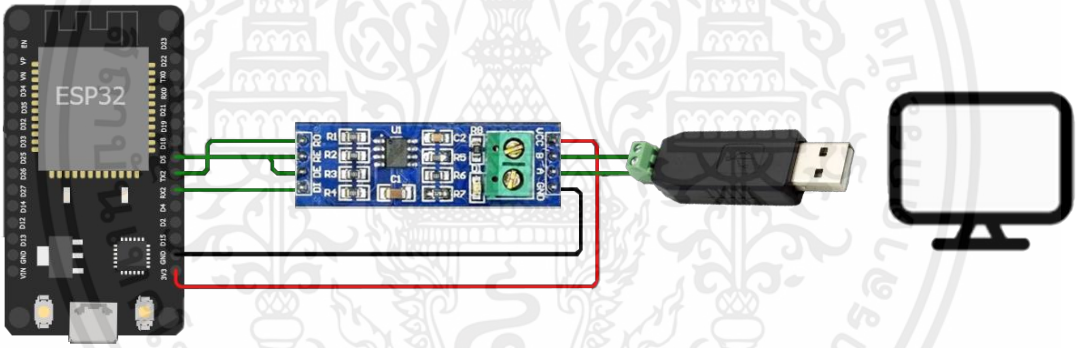
3.1.1.9 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ MAX485 module

ในการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบการใช้งานของ GY-NEO-6M GPS Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เพื่อทดสอบการทำงานของโมดูล โดยทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงขาการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.5 และการต่อวงจรดังรูปที่ 3.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, MAX485 module และ RS485 to USB module

ESP32	MAX485 module	RS485 to USB module
3.3V	VCC	-
GND	GND	-
TX2	RO	-
RX2	DI	-
D5	DE, RE	-
-	A	A
-	B	B



รูปที่ 3.15 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ MAX485 module

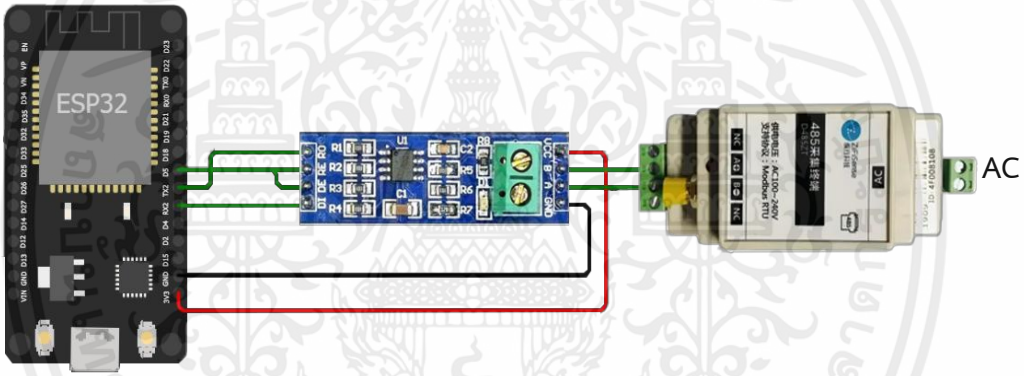
3.1.1.10 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32

ในการทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 โดยใช้ MAX485 module ในการแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงขาการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.6 และการต่อวงจรดังรูปที่ 3.16-3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

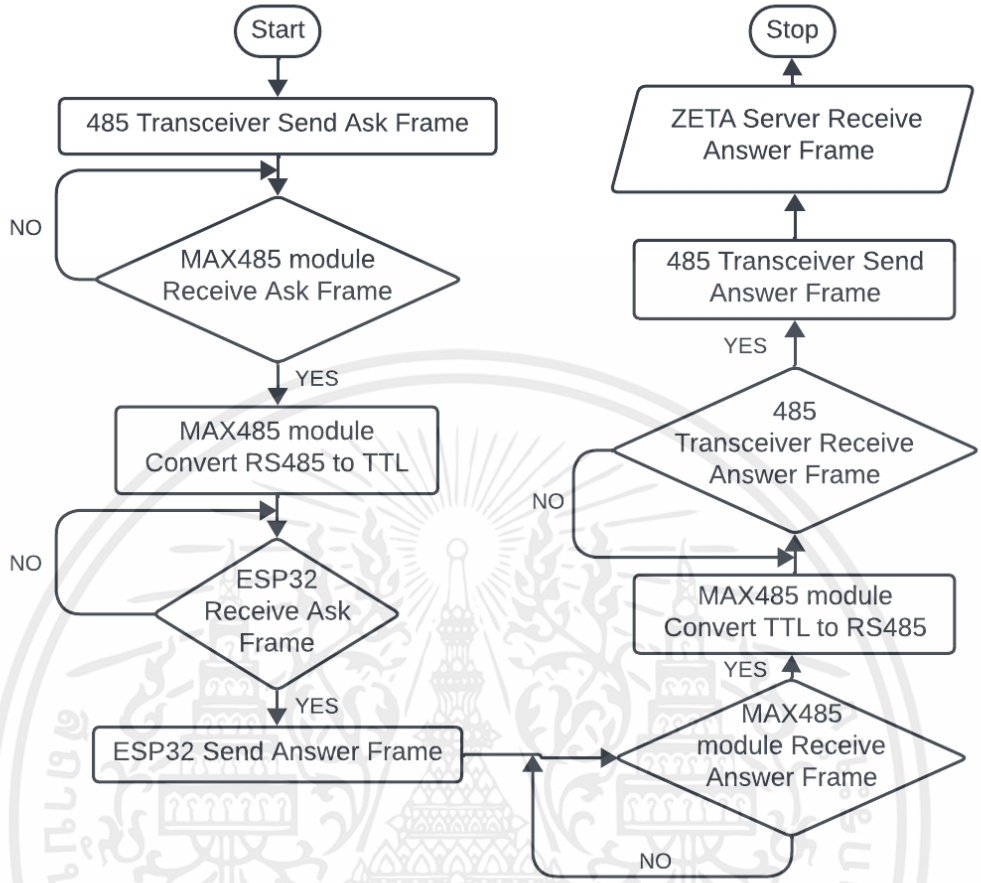
ตารางที่ 3.6 แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, MAX485 module และ 485 Transceiver

ESP32	MAX485 module	485 Transceiver
3.3V	VCC	-
GND	GND	-
TX2	RO	-
RX2	DI	-
D5	DE, RE	-
-	A	A
-	B	B



รูปที่ 3.16 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 แผนผังการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32

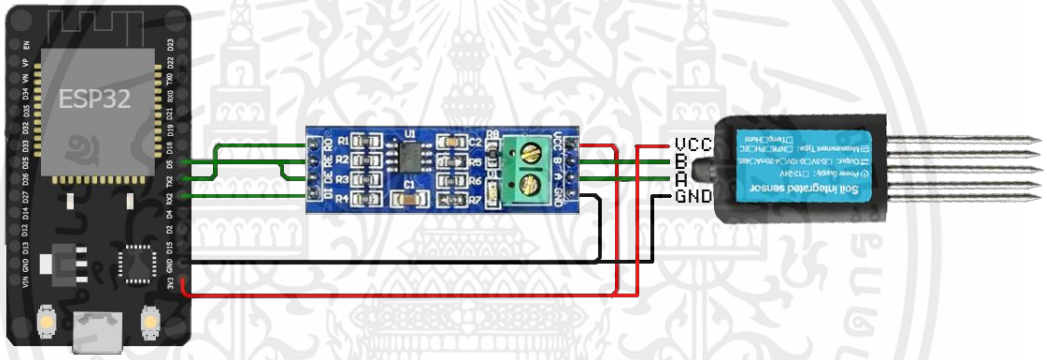
3.1.1.11 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32

ออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 โดยใช้ MAX485 module ในการแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงขาการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.7 และการต่อวงจรดังรูปที่ 3.18-3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

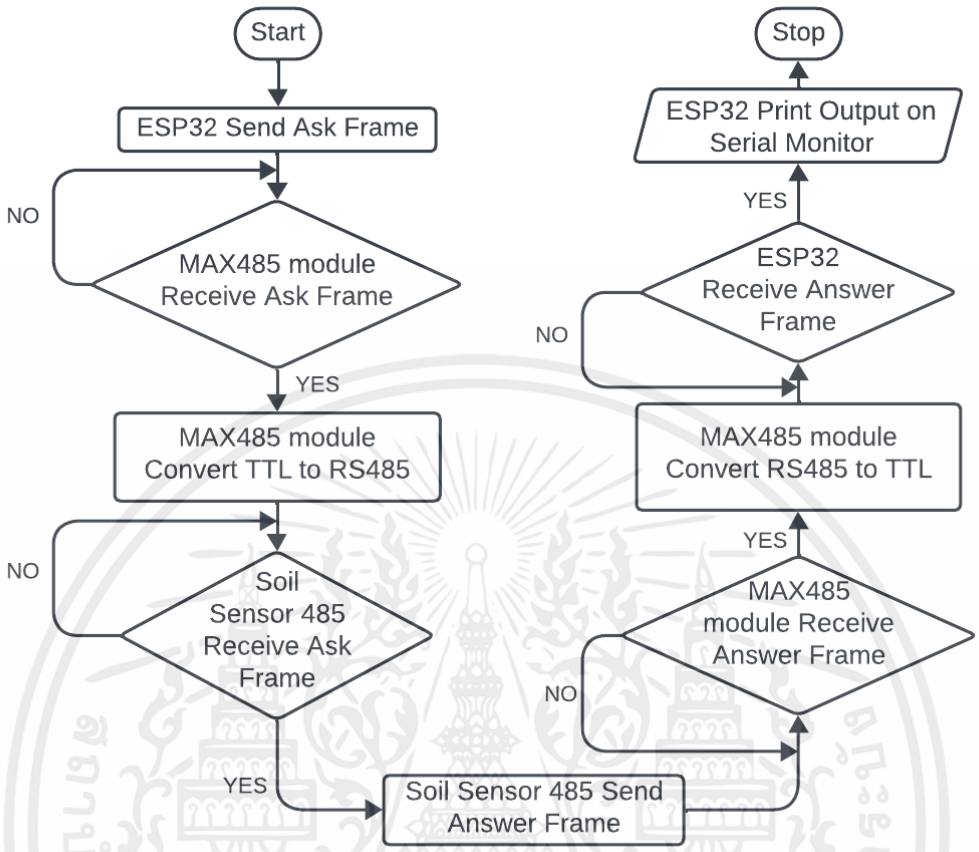
ตารางที่ 3.7 แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, MAX485 module และ Soil Sensor 485

ESP32	MAX485 module	Soil Sensor 485
3.3V	VCC	VCC
GND	GND	GND
TX2	RO	-
RX2	DI	-
D5	DE, RE	-
-	A	A
-	B	B



รูปที่ 3.18 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32

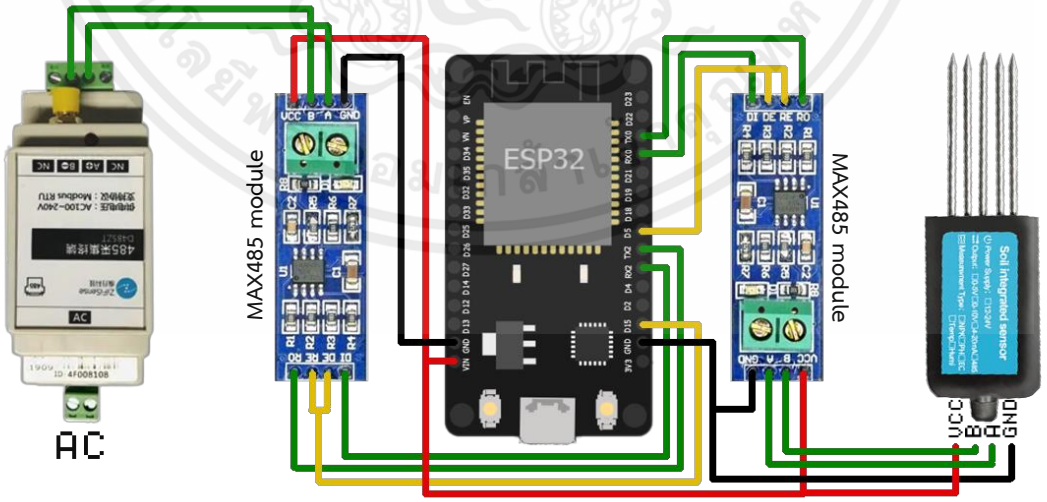
3.1.1.12 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485

ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver และ Soil Sensor 485 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 โดยใช้ MAX485 module ในการแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงขาการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.8 และการต่อวงจรดังรูปที่ 3.20-3.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

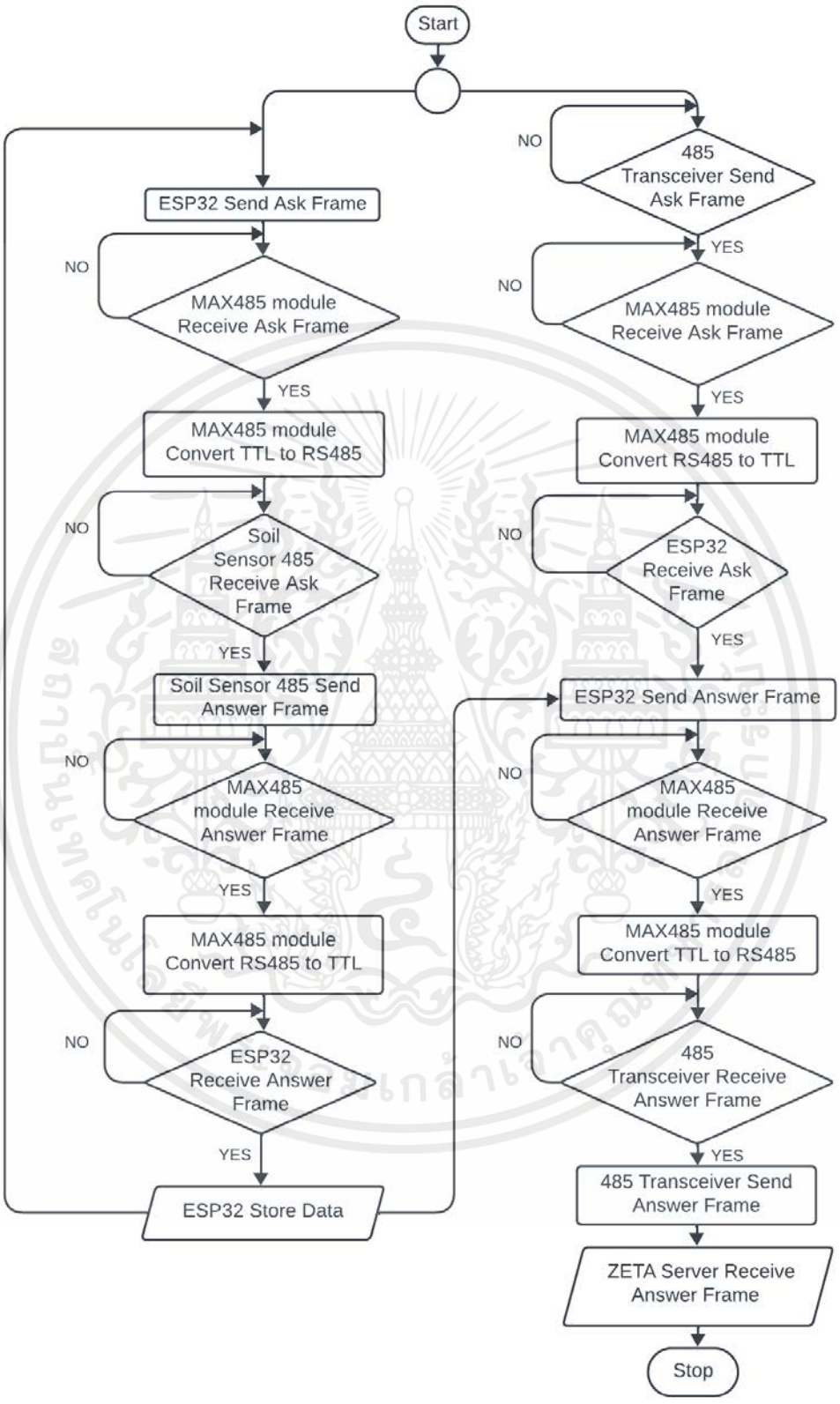
ตารางที่ 3.8 แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, MAX485 module, 485 Transceiver และ Soil Sensor 485

ESP32	MAX485 module 1	485 Transceiver	MAX485 module 2	Soil Sensor 485
VIN	VCC	-	VCC	VCC
GND	GND	-	GND	GND
TX0	RO	-	-	-
RX0	DI	-	-	-
TX2	-	-	RO	-
RX2	-	-	DI	-
D5	-	-	DE, RE	-
D15	DE, RE	-	-	-
-	A	A	-	-
-	B	B	-	-
-	-	-	A	A
-	-	-	B	B



รูปที่ 3.20 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แผนผังการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

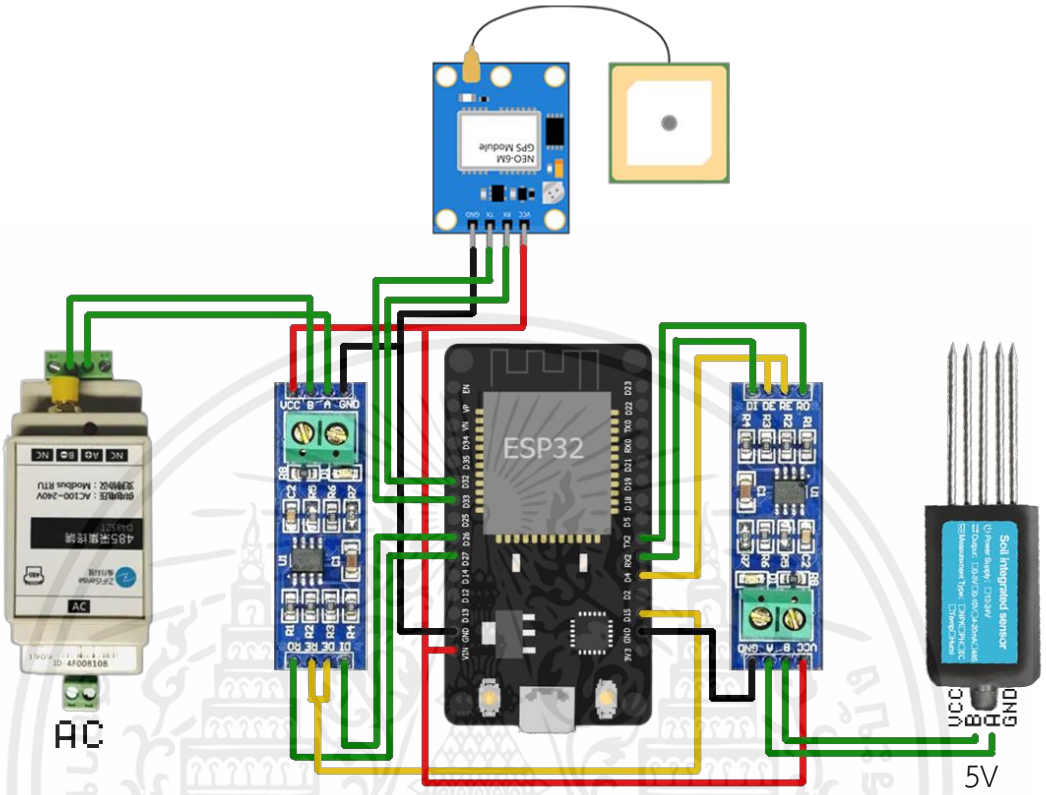
3.1.1.13 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module

ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 โดยใช้ MAX485 module ในการแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงขาการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.9 และการต่อวงจรดังรูปที่ 3.22-3.23

ตารางที่ 3.9 แสดงขาการเชื่อมต่อ ESP32, MAX485 module, 485 Transceiver, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module

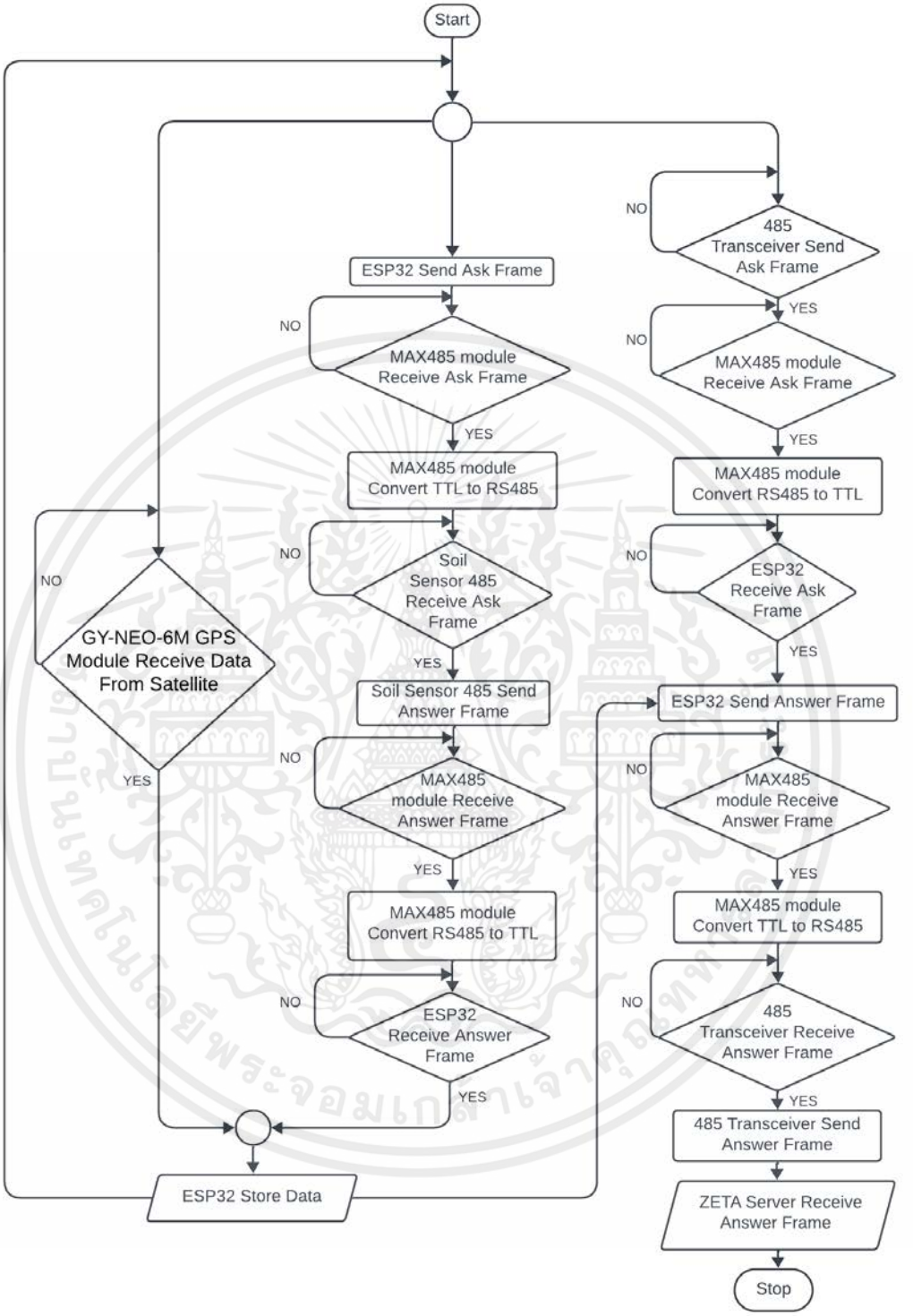
ESP32	MAX485 module 1	485 Transceiver	MAX485 module 2	Soil Sensor 485	GY-NEO-6M GPS Module
VIN	VCC	-	VCC	VCC	VCC
GND	GND	-	GND	GND	GND
D27	RO	-	-	-	-
D26	DI	-	-	-	-
TX2	-	-	RO	-	-
RX2	-	-	DI	-	-
D4	-	-	DE, RE	-	-
D15	DE, RE	-	-	-	-
-	A	A	-	-	-
-	B	B	-	-	-
-	-	-	A	A	-
-	-	-	B	B	-
D32	-	-	-	-	RX
D33	-	-	-	-	TX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.22 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

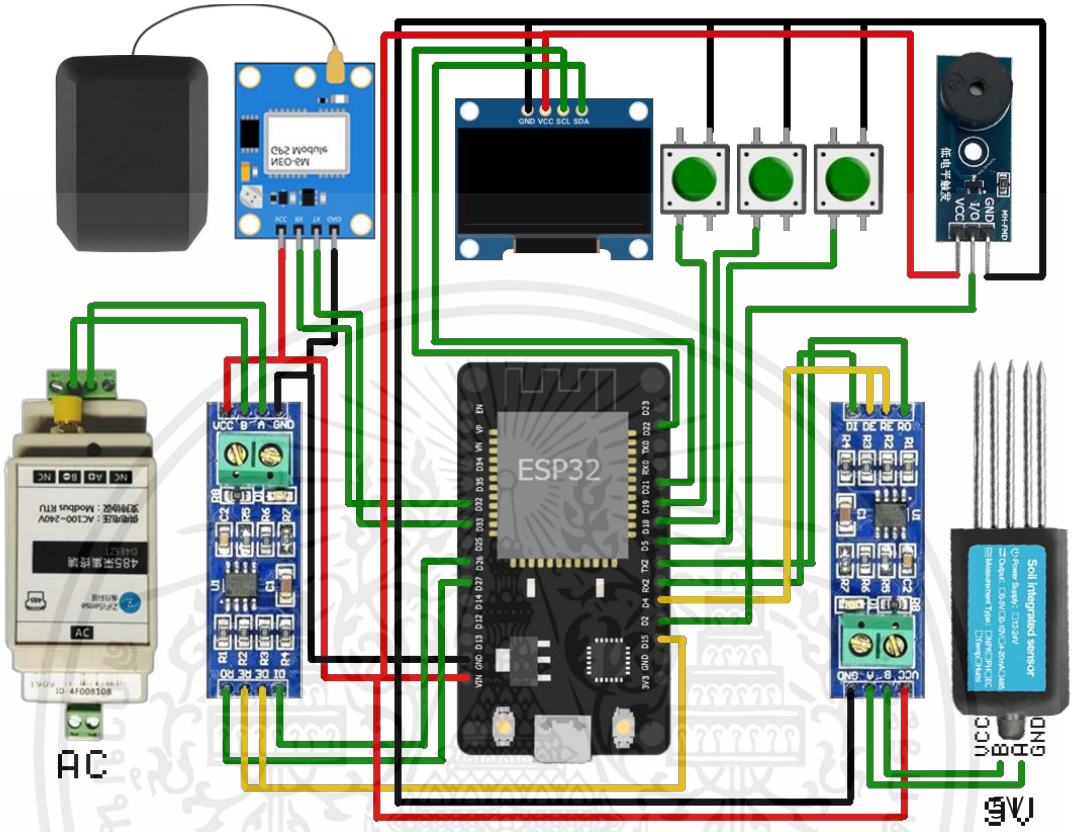
3.1.1.14 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด

ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, Soil Sensor 485, GY-NEO-6M GPS Module, OLED Display Module , Button Switch Module และ Buzzer Module กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 โดยใช้ MAX485 module ในการแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงขาการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.10 และการต่อวงจรดังรูปที่ 3.24-3.25

ตารางที่ 3.10 แสดงขาการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด

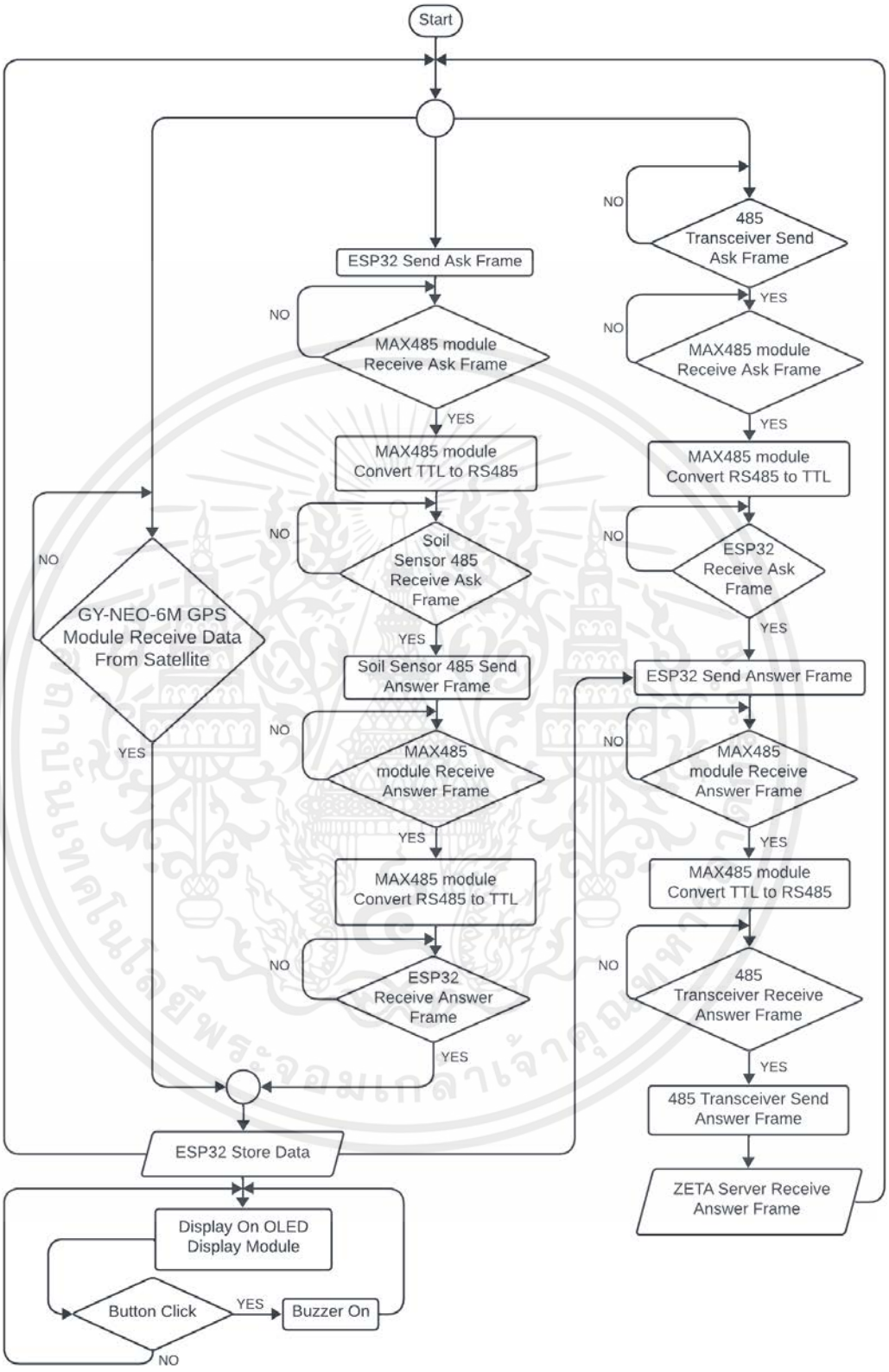
ESP32	MAX485 module 1	485 Transceiver	MAX485 module 2	Soil Sensor 485	GY-NEO-6M GPS Module	OLED Display Module	Button Switch Module			Buzzer Module
							up	click	down	
VIN	VCC	-	VCC	VCC	VCC	VCC	-	-	-	VCC
GND	GND	-	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND	GND
D27	RO	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D26	DI	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TX2	-	-	RO	-	-	-	-	-	-	-
RX2	-	-	DI	-	-	-	-	-	-	-
D4	-	-	DE, RE	-	-	-	-	-	-	-
D15	DE, RE	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	A	A	-	-	-	-	-	-	-	-
-	B	B	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	A	A	-	-	-	-	-	-
-	-	-	B	B	-	-	-	-	-	-
D32	-	-	-	-	RX	-	-	-	-	-
D33	-	-	-	-	TX	-	-	-	-	-
D22	-	-	-	-	-	SCL	-	-	-	-
D21	-	-	-	-	-	SDA	-	-	-	-
D19	-	-	-	-	-	-	I/O	-	-	-
D18	-	-	-	-	-	-	-	I/O	-	-
D5	-	-	-	-	-	-	-	-	I/O	-
D2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	I/O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.24 การออกแบบการทดสอบการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

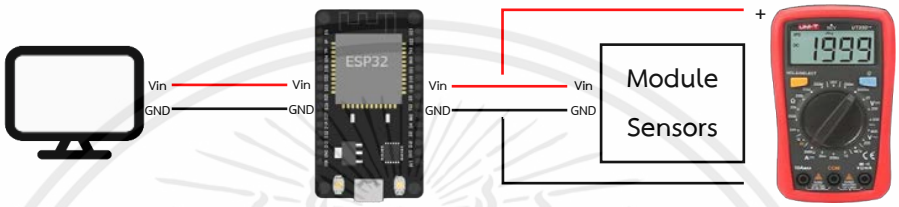


รูปที่ 3.25 แผนผังการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1.15 การออกแบบการทดสอบจ่ายไฟของระบบด้วย USB จากคอมพิวเตอร์

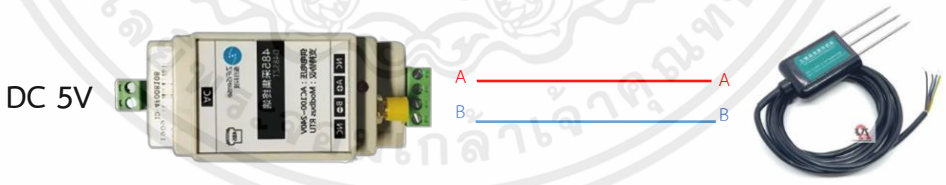
ทดสอบจ่ายไฟให้กับระบบ โดยจะใช้การจ่ายไฟด้วย USB จากคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำการทดสอบโดยการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ที่ ESP32 ทำการจ่ายออกมาให้กับโมดูลต่างๆภายในระบบ พร้อมทั้งตรวจสอบว่าระบบยังสามารถทำงานได้ตามปกติ แสดงดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 การจ่ายไฟให้กับระบบด้วย USB จากคอมพิวเตอร์

3.1.1.16 การออกแบบการทดสอบการทำงานของ 485 Transceiver โดยการใช้ไฟกระแสตรงเป็นไฟเลี้ยง

เนื่องจาก 485 Transceiver ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220V ดังนั้นต้องทำการดัดแปลงเพื่อให้สามารถใช้กับไฟฟ้ากระแสตรง 5V ได้ ในที่นี้ได้ทำการทดสอบการทำงานโดยทำการจ่ายไฟกระแสตรงให้กับ 485 Transceiver เพื่อให้สามารถทำงานได้ตรงตามผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 3.27

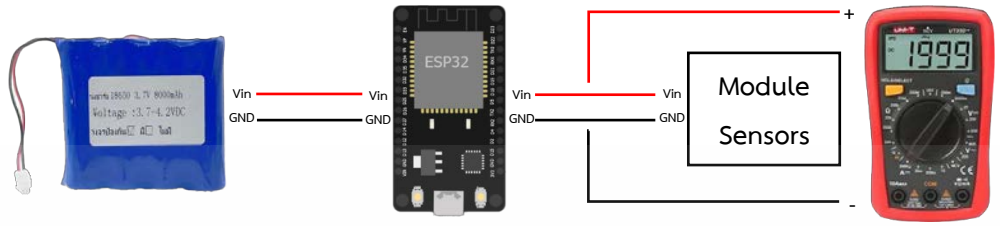


รูปที่ 3.27 การออกแบบการทดสอบ 485 Transceiver โดยการใช้ไฟกระแสตรงเป็นไฟเลี้ยง

3.1.1.17 การออกแบบการทดสอบการใช้ไฟเลี้ยงของระบบโดยใช้แบตเตอรี่ 18650

ทดสอบจ่ายไฟให้กับระบบ โดยจะใช้แบตเตอรี่ 18650 ความจุ 8000 mAh ร่วมกับ Charger Module ซึ่งจะทำการทดสอบโดยการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ที่ ESP32 ทำการจ่ายออกมาให้กับโมดูลต่างๆภายในระบบ พร้อมทั้งตรวจสอบว่าระบบยังสามารถทำงานได้ตามปกติ แสดงดังรูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.28 การจ่ายไฟให้กับระบบด้วยแบตเตอรี่ 18650

3.1.1.18 การออกแบบแผงวงจร PCB

การออกแบบแผงวงจรแผ่น PCB (Printed Circuit Board) จะใช้โปรแกรม Proteus ซึ่งประกอบไปด้วยการวาดวงจรทางไฟฟ้า (Schematic) และการแปลงวงจรเป็นแผนที่ PCB ที่เป็นไฟล์ Gerber หรือ PCB layout โดยวาดวงจรทางไฟฟ้า (Schematic) ตามวงจรของระบบที่ได้ออกแบบมา จากนั้นทำการสร้าง PCB Layout จัดเรียงตำแหน่งของอุปกรณ์ตามต้องการ ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยการอัพโหลด Footprint ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ลงใน PCB Layout สุดท้ายทำการวาดเส้นการเชื่อมต่อ (Trace) ซึ่งจะสามารถกำหนดขนาดของเส้นนำไฟฟ้าและเส้นกราวด์ตามต้องการและนำไปกัดปริ้นลงแผ่น PCB

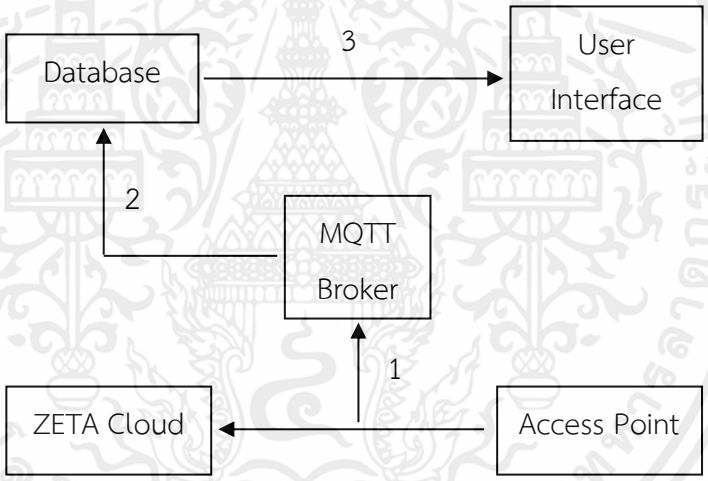
3.1.1.19 การออกแบบและจัดทำอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงาน

การออกแบบและจัดทำอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงาน จะใช้โปรแกรม SOLIDWORKS ซึ่งทำการสร้างโมเดล 3D ของอุปกรณ์ โดยจะมีการออกแบบคุณสมบัติต่างๆ เพื่อทำรูสำหรับหน้าจอ OLED, รูสำหรับสวิตช์, รูชาร์จไฟ, รูต่ออุปกรณ์เซนเซอร์, รูเสาอากาศ Transceivers และรูเสาอากาศ GPS ทั้งส่วนบนและส่วนล่างของอุปกรณ์ จากนั้นทำการสร้าง Assembly ประกอบส่วนบนและส่วนล่างเข้าด้วยกัน เพื่อทำการเช็คความสมบูรณ์ของโมเดล 3D ที่ได้ออกแบบมา สุดท้ายนำไปทำการพิมพ์ 3D โดยใช้เทคนิค 3D printing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

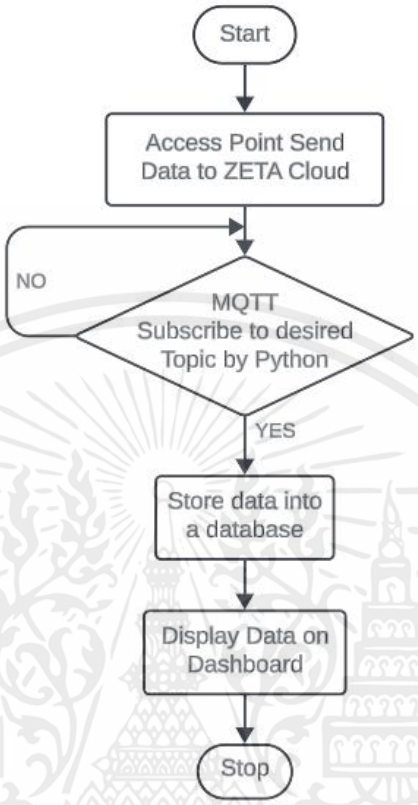
3.1.2 การออกแบบการทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์

บล็อกไดอะแกรมเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพดินอัจฉริยะแบบพกพา พร้อมระบบติดตามพิกัด เพื่อสร้างแผนที่ดิจิตอลและแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์ การทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์แสดงดังรูปที่ 3.2 เฟรมคำตอบของข้อมูลที่ถูกส่งด้วย 485 Transceiver ผ่าน Access Point เพื่อเข้าสู่อินเตอร์เน็ตไปยัง ZETA Cloud ขั้นแรกทำการใช้ MQTT Broker ในการดักจับข้อมูลที่เข้าสู่อินเตอร์เน็ตผ่าน Topic ที่ได้ทำการตั้งค่าไว้ จากนั้นนำข้อมูลที่ได้มาเก็บไว้ยัง Database ที่ได้ทำการสร้างขึ้น และใช้ข้อมูลที่ได้เก็บไว้มาทำการสร้าง User Interface เพื่อแสดงข้อมูลผลที่ได้เป็นแผนที่ดิจิตอลที่สามารถระบุตำแหน่งของข้อมูลที่ได้จากเซนเซอร์ แสดงดังรูปที่ 3.29-3.30



รูปที่ 3.29 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์

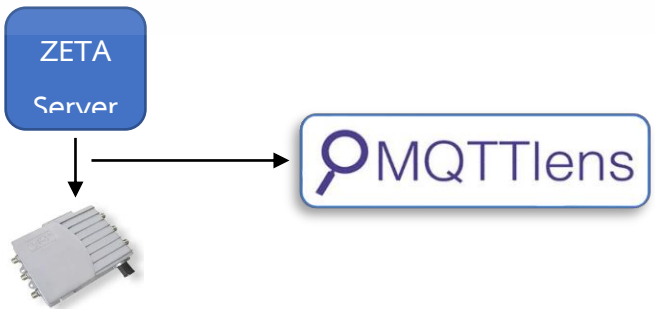
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 แผนผังการทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์

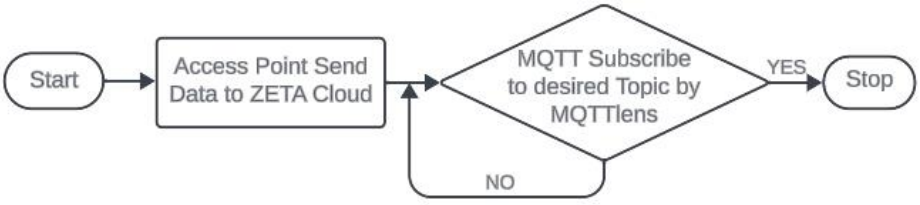
3.1.2.1 การออกแบบการทดสอบการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens

ในการทดสอบนี้จะทำการทดลอง Subscribe หัวข้อที่ผู้จัดทำต้องการ โดยจะใช้โปรแกรม MQTTlens ซึ่งจำเป็นจะต้องใส่ Broker, Username, Password, Port และ Topic ให้ถูกต้องเพื่อให้ Protocol MQTT สามารถทำงานได้ แสดงดังรูปที่ 3.31-3.32



รูปที่ 3.31 การจับข้อมูลของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

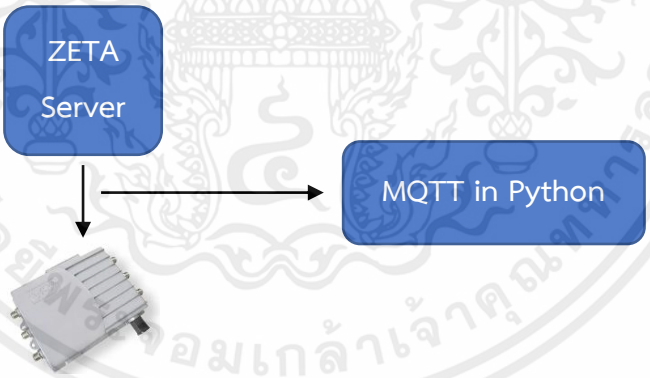


รูปที่ 3.32 แผนผังการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens

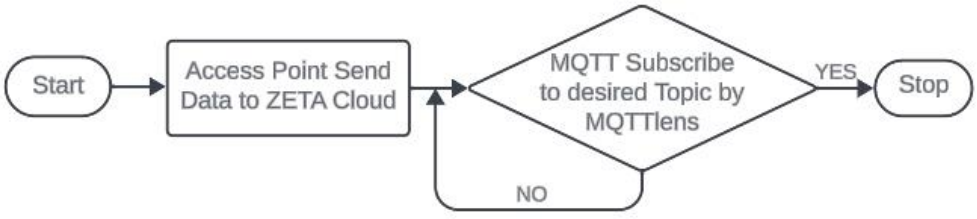
3.1.2.2 การออกแบบการทดสอบการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ที่เขียนด้วยภาษา Python

ทำการสร้าง Protocol MQTT โดยใช้โปรแกรม Visual Studio Code ภาษา Python ซึ่งการใช้ Protocol MQTT ต้องใช้ Library ชื่อ Paho-MQTT และระบุ Broker, Username, Password, Port และ Topic ที่ต้องการ Subscribe

ในการทดสอบนี้จะทำการทดลอง Subscribe หัวข้อของข้อมูลที่ต้องการโดยใช้ Protocol MQTT ที่ทำการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Python เพื่อทดสอบว่า Protocol MQTT ที่สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริง แสดงดังรูป 3.33-3.34



รูปที่ 3.33 การจับข้อมูลของ Protocol MQTT ที่เขียนด้วยภาษา Python

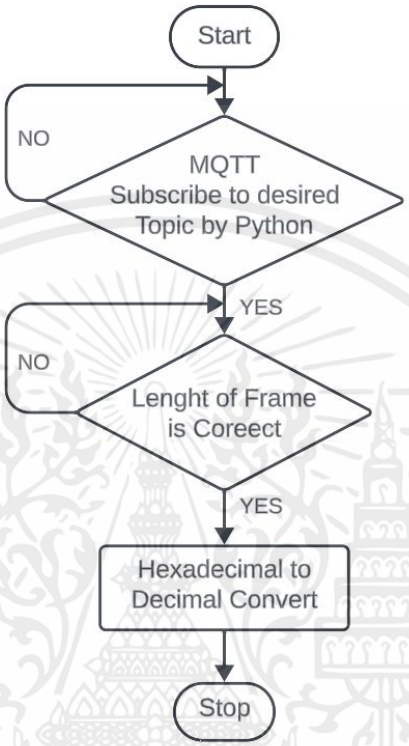


รูปที่ 3.34 แผนผังการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ที่เขียนด้วยภาษา Python

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 การออกแบบการทดสอบการแปลงค่าที่ได้จาก Protocol MQTT

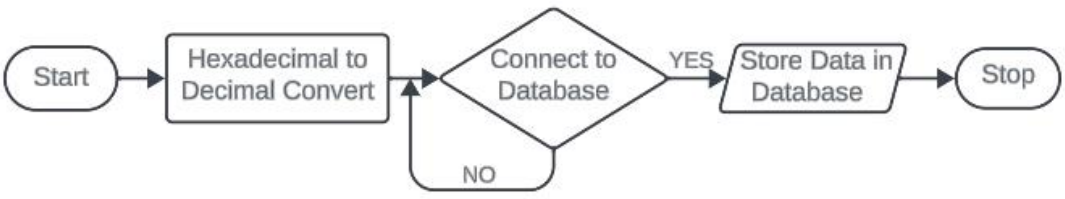
การแปลงค่าที่ได้จาก Protocol MQTT จะมีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 แผนผังการทำงานของการแปลงค่าที่ได้รับจาก Protocol MQTT

3.1.2.4 การออกแบบการเชื่อมต่อระหว่าง Protocol MQTT กับ Database

การเชื่อมต่อระหว่าง Protocol MQTT ที่เขียนขึ้นด้วยภาษา Python เมื่อโปรแกรมสามารถ Subscribe หัวข้อที่ผู้จัดทำต้องการและได้รับข้อมูลมาแล้วจะทำการส่งข้อมูลนั้นไปเก็บไว้ยัง Database ที่ได้สร้างขึ้น โดยการเชื่อมต่อกับ Database นั้นจำเป็นต้องใช้ Library ที่มีชื่อว่า Pymysql ซึ่งเป็น Library ที่จะทำการเชื่อมต่อ ระหว่าง MySQL server กับภาษา Python และจำเป็นที่จะต้องระบุ Host, Port, Username, Password และชื่อของ Database ที่ได้ทำการสร้างขึ้น

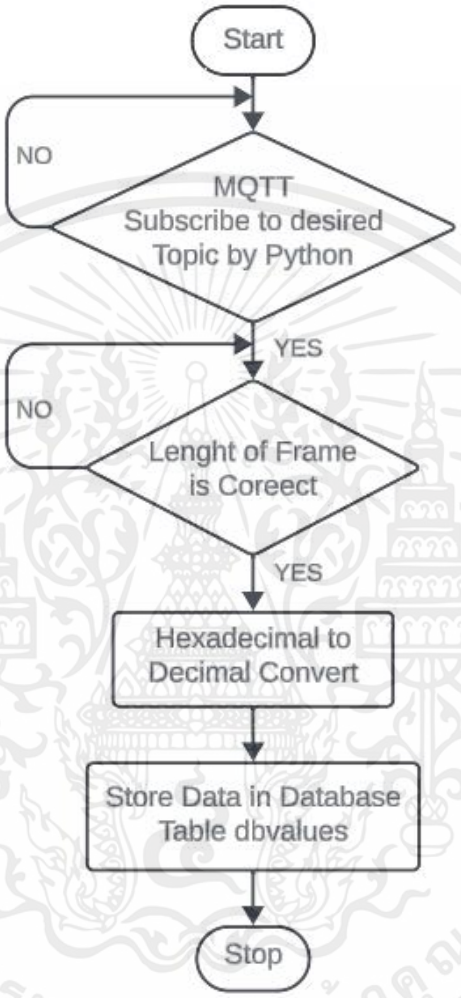


รูปที่ 3.36 แผนผังการเชื่อมต่อระหว่าง Protocol MQTT กับ Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.5 การออกแบบการทดสอบเก็บข้อมูลที่ได้ลงฐานข้อมูล

การเก็บข้อมูลลง Database จะมีแผนผังการทำงานดังรูปที่ 3.37

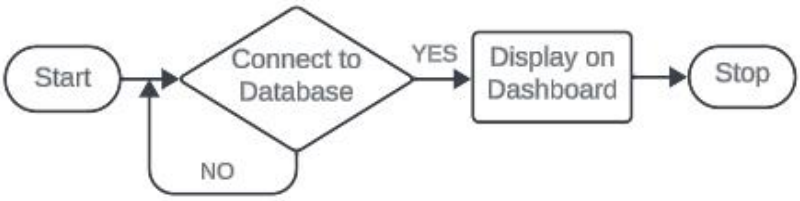


รูปที่ 3.37 แผนผังการทำงานของการเก็บข้อมูลลง Database

3.1.2.6 การออกแบบการดึงค่าข้อมูลจาก Database มาแสดงผลบนเว็บไซต์ Dashboard

การแสดงผลข้อมูลบนเว็บไซต์จะใช้โปรแกรม Visual Studio Code โดยใช้ภาษา PHP ในการดึงข้อมูลจาก Database มาแสดงผล ซึ่งจะต้องระบุ Server name, Username, Password และ Database name ในที่นี้มีการใช้งานร่วมกับภาษา HTML, CSS และ JavaScript แสดงดังรูปที่ 3.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.38 แผนผังการดึงค่าข้อมูลจาก Database มาแสดงบน Dashboard

3.1.2.7 การออกแบบทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ 485 Transceiver

การแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard พร้อมแสดงพิกัด GPS จะเป็นการนำข้อมูลของ Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module ส่งไปที่ Access Point ของทาง Zifisense จากนั้นจะใช้ MQTT ดึงข้อมูลเก็บไว้ใน Database เพื่อแสดงผลบนเว็บไซต์ Dashboard ที่ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษา HTML, JavaScript และ CSS แบบเรียลไทม์รวมกับภาษา PHP เพื่อเชื่อมต่อกับ Database โดยจะแสดงพิกัดละจิจูด, ลองติจูดบนแผนที่ที่จัดทำขึ้น

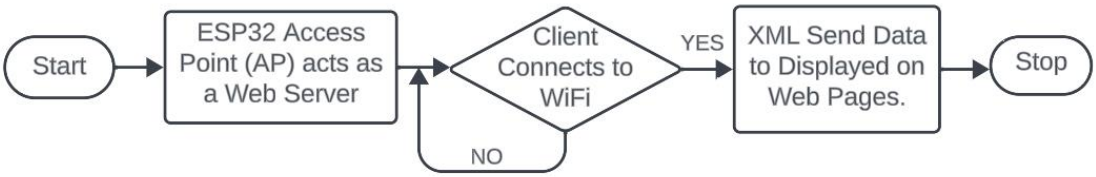
3.1.2.8 การออกแบบทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ ESP32

การแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard พร้อมแสดงพิกัด GPS จะเป็นการนำข้อมูลของ Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module ส่งไปที่ที่ Access Point ในที่นี้ผู้จัดทำกำหนดให้เป็นโทรศัพท์ จากนั้นจะใช้ MQTT ดึงข้อมูลเก็บไว้ใน Database เพื่อแสดงผลบนเว็บไซต์ Dashboard ที่ถูกเขียนขึ้นด้วยภาษา HTML, JavaScript และ CSS แบบเรียลไทม์รวมกับภาษา PHP เพื่อเชื่อมต่อกับ Database โดยจะแสดงพิกัดละจิจูด, ลองติจูดบนแผนที่ที่จัดทำขึ้น

3.1.2.9 การออกแบบทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์

การออกแบบทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web Server โดยใช้ ESP32 ทำหน้าที่เป็น Web Server กำหนดให้ ESP32 เป็น Access Point และมือถือที่เข้าผ่านทาง IP Address จากการเชื่อมต่อ Wi-Fi ของ ESP32 เป็น Client ซึ่งจะทำการเขียนด้วยโปรแกรม Arduino IDE โดยใช้ Library WebServer.h และภาษา XML ในการเขียนโค้ดเพื่อส่งค่าข้อมูลจาก ESP32 ไปแสดงบนหน้าเว็บที่ถูกเขียนด้วยภาษา HTML แสดงดังรูปที่ 3.39

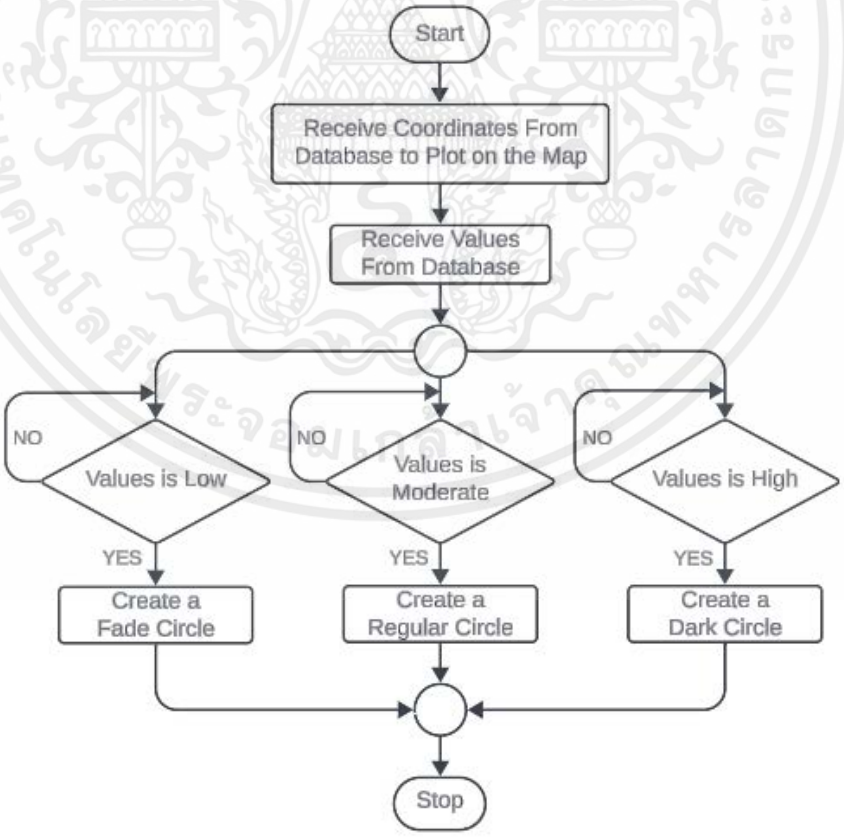
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.39 แผนผังการแสดงข้อมูลที่ได้บน Web Server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์

3.1.2.10 การออกแบบการทำงานแผนที่ดิจิตอลบนเว็บไซต์

การออกแบบการทำงานของแผนที่ดิจิตอล เพื่อนำค่าข้อมูลที่ได้รับมาจากชิ้นงานของระบบมาทำการคำนวนและเฉลี่ยข้อมูลตามพิกัดตำแหน่งละติจูด ลองจิจูดของพื้นที่นั้นๆ โดยจะแสดงผลลัพธ์ที่แสดงข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบแผนที่ดิจิตอล ในที่นี้จะแสดงเป็นวงรัศมีที่มีสีแตกต่างกันไปตามข้อมูลและจะมีความเข้มของสีตามปริมาณข้อมูล แสดงดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 แผนผังการทำงานของแผนที่ดิจิตอลบนเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

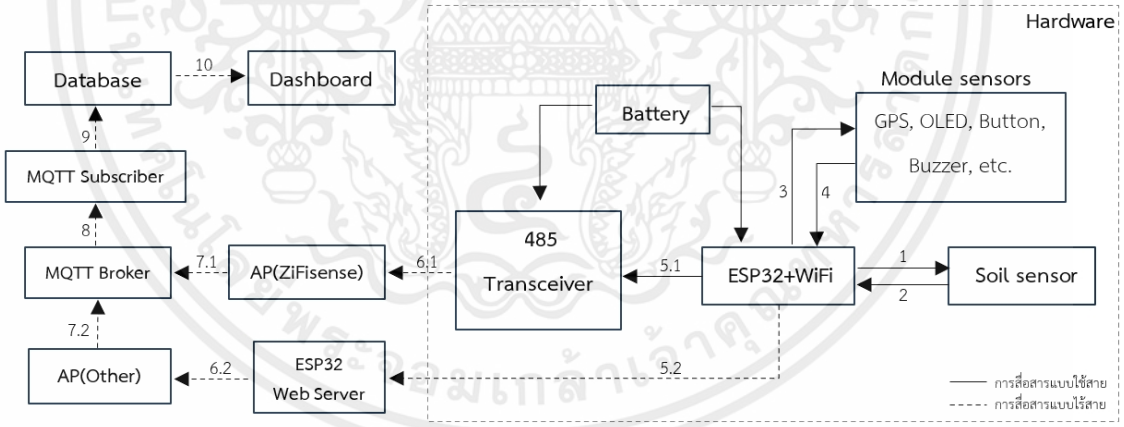
3.1.2.11 การออกแบบการทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว

การออกแบบการทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว ผู้จัดทำจะทำการจัดเก็บข้อมูลโดยทำการสร้างคอลัมน์ ไว้สำหรับเซนเซอร์ที่มี Slave ID แตกต่างกัน ซึ่งจะแสดงเป็นหมายเลข Slave ID ของเซนเซอร์นั้นๆใน History บน Dashboard

3.1.3 การออกแบบการทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด

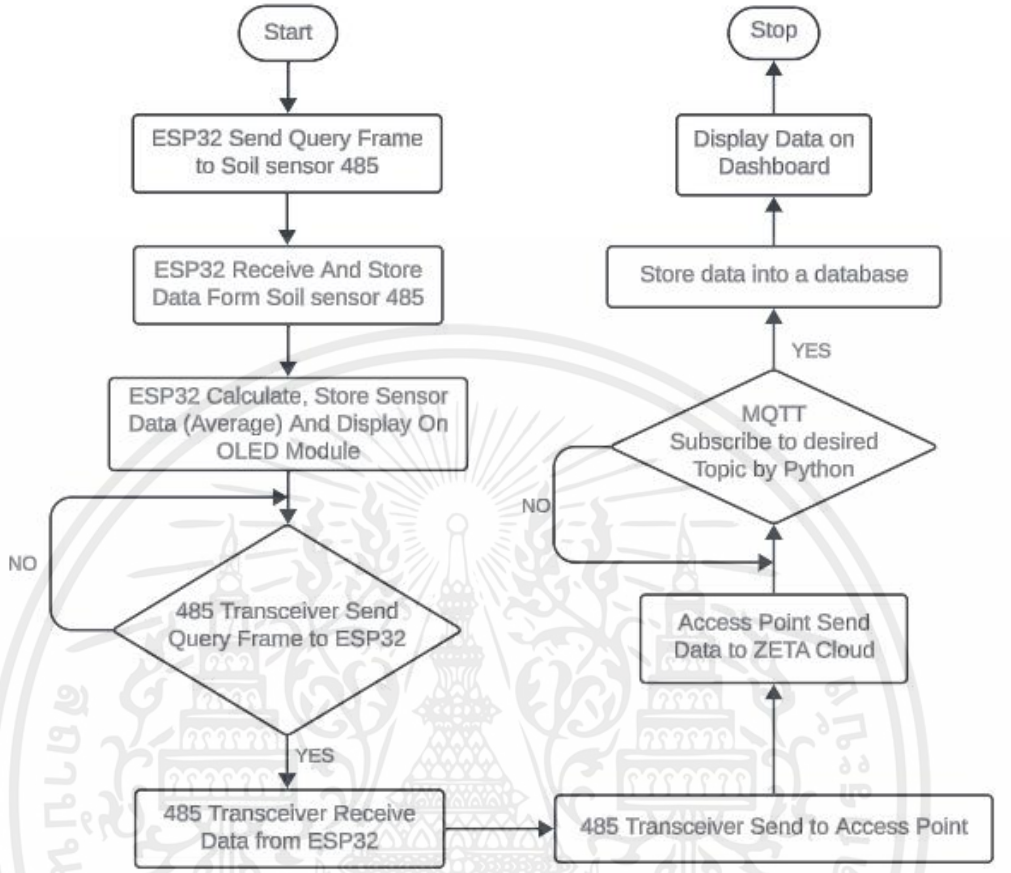
3.1.3.1 การออกแบบการทดสอบการทำงานของชิ้นงานทั้งระบบ

การออกแบบการทดสอบการทำงานของชิ้นงานทั้งระบบเพื่อตรวจสอบว่า ESP32, Soil Sensor 485, GY-NEO-6M GPS Module, 485 Transceiver และโมดูลต่างๆ ใช้งานร่วมกันได้ พร้อมกับเก็บข้อมูลไป Database ต่อมาทดสอบการแสดงผลบน ESP32 Web Server และ Dashboard แบบเรียลไทม์ ว่าสามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้อง ในที่นี้จะทำการทดสอบใช้งานกับดินร่วนในที่โล่งเพื่อให้ GY-NEO-6M GPS Module ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงดังรูปที่ 3.41-3.42



รูปที่ 3.41 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.42 แผนผังการทำงานของระบบทั้งหมด

3.1.3.2 การออกแบบการทดสอบความแม่นยำในการทำงานของเซนเซอร์

การออกแบบการทดสอบความแม่นยำในการทำงานของเซนเซอร์ในเงื่อนไขที่รู้จัก โดยจะใช้ดินเขาหินซ้อนจากกรมพัฒนาที่ดินที่รู้ค่ากลางในการทดสอบ ผู้จัดทำจะแบ่งการทดสอบเป็น 2 กรณีได้แก่ กรณีตรวจสอบคุณภาพดินจากปฏิกิริยาทางเคมีและกรณีตรวจสอบคุณภาพดินจากปฏิกิริยาทางไฟฟ้า จากนั้นจะทำการบันทึกและวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ที่แม่นยำและเชื่อถือได้มากขึ้น

3.1.3.3 การออกแบบการทดสอบการทำงานของชิ้นงานในสถานที่จริง

การออกแบบการทดสอบการทำงานของชิ้นงานจริงก่อนทำการปรับเทียบ โดยจะทำการใช้งานกับพื้นที่จริงร่วมกับเกษตรกรในที่นี้เป็นสวนมะม่วง ซึ่งจะทำการตรวจสอบคุณภาพดินแบบสุ่ม นอกจากนี้จะทำการเก็บข้อมูลพิกัดละติจูด ลองจิจูดรอบสวนเพื่อทำแผนที่ดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

ในโครงงานนี้ มีอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลองดังนี้

3.2.1 อุปกรณ์ในส่วนฮาร์ดแวร์

3.2.1.1 ZiFiSense ZETA AP Low Power Wide Area Networks

3.2.1.2 ZETA 485 Transceiver

3.2.1.3 ESP32

3.2.1.4 Soil Sensor 485

3.2.1.5 GY-NEO-6M GPS Module

3.2.1.6 MAX485 Module

3.2.1.7 RS485 to USB Module

3.2.1.8 OLED Display Module

3.2.1.9 Button Switch Module

3.2.1.10 Buzzer Module

3.2.1.11 Breadboard

3.2.1.12 Charger Module Board

3.2.1.13 18650 Lithium Battery

3.2.1.14 Print Circuit Board

3.2.2 อุปกรณ์ในส่วนซอฟต์แวร์

3.2.2.1 Visual Studio Code Program

3.2.2.2 MQTT Protocol

3.2.2.3 MySQL Workbench Program

3.2.2.4 MQTTlens

3.2.2.5 Arduino IDE

3.2.2.6 SOLIDWORKS

3.2.2.7 Proteus

3.2.2.8 Realterm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 ทดสอบการทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์

3.3.1.1 ทดสอบการรับส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS-485

3.3.1.2 ทดสอบการสั่งการด้วย ZETA Server ไปยัง 485 Transceiver

3.3.1.3 ทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Soil Sensor 485

3.3.1.4 ทดสอบสั่งการจาก ZETA Server ไปยัง Soil Sensor 485

3.3.1.5 ทดสอบการทำงานของ OLED Display Module

3.3.1.6 ทดสอบการทำงานของ Button Switch Module

3.3.1.7 ทดสอบการทำงานของ Buzzer Module

3.3.1.8 ทดสอบการทำงานของ GY-NEO-6M GPS Module

3.3.1.9 ทดสอบการทำงานของ MAX485 module

3.3.1.10 ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32

3.3.1.11 ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32

3.3.1.12 ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485

3.3.1.13 ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module

3.3.1.14 ทดสอบการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด

3.3.1.15 ทดสอบการจ่ายไฟให้กับระบบด้วย USB จากคอมพิวเตอร์

3.3.1.16 ทดสอบการทำงานของ 485 Transceiver โดยการใช้ไฟกระแสตรงเป็นไฟเลี้ยง

3.3.1.17 ทดสอบการใช้ไฟเลี้ยงของระบบโดยใช้แบตเตอรี่ 18650

3.3.1.18 จัดทำแผงวงจร PCB

3.3.1.19 จัดทำอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานจากโปรแกรม SOLIDWORKS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ทดสอบการทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์

3.3.2.1 ทดสอบการทำงานของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens

3.3.2.2 ทดสอบการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ที่เขียนด้วยภาษา Python

3.3.2.3 ทดสอบการแปลงค่าที่ได้จาก Protocol MQTT

3.3.2.4 ทดสอบการเชื่อมต่อ Protocol MQTT กับ Database

3.3.2.5 ทดสอบเก็บข้อมูลที่ได้ลงฐานข้อมูล

3.3.2.6 ทดสอบการดึงค่าข้อมูลจาก Database มาแสดงผลบน Dashboard

3.3.2.7 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ 485 Transceiver

3.3.2.8 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ ESP32

3.3.2.9 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์

3.3.2.10 ทดสอบการทำงานแผนที่ดิจิตอลแมพ

3.3.2.11 ทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว

3.3.3 ทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด

3.3.3.1 การออกแบบการทดสอบการทำงานของชิ้นงานทั้งระบบ

3.3.3.2 การออกแบบการทดสอบความแม่นยำในการทำงานของเซนเซอร์

3.3.3.3 การออกแบบการทดสอบการทำงานของชิ้นงานในสถานที่จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

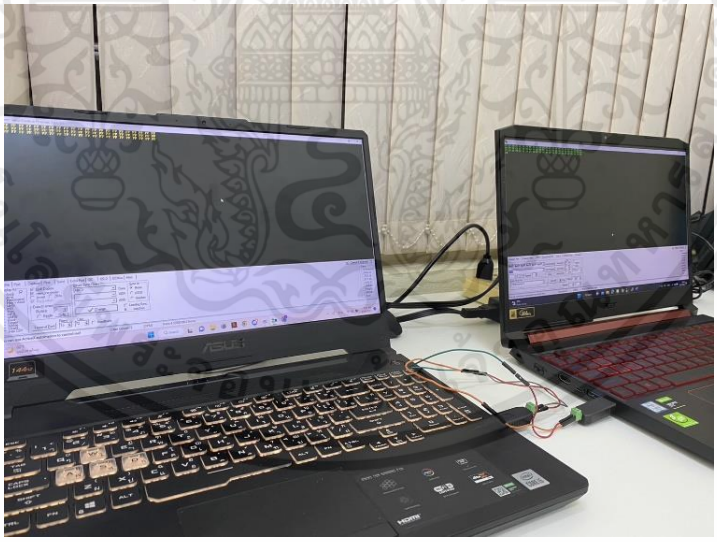
ผลการทดลอง

ผู้จัดทำได้ทำการเก็บผลการทำงานของระบบ โดยแบ่งการทดลองและจัดเก็บผลการทดลองเป็นส่วนๆ ดังต่อไปนี้

4.1 ทดสอบการทำงานของระบบในส่วนฮาร์ดแวร์

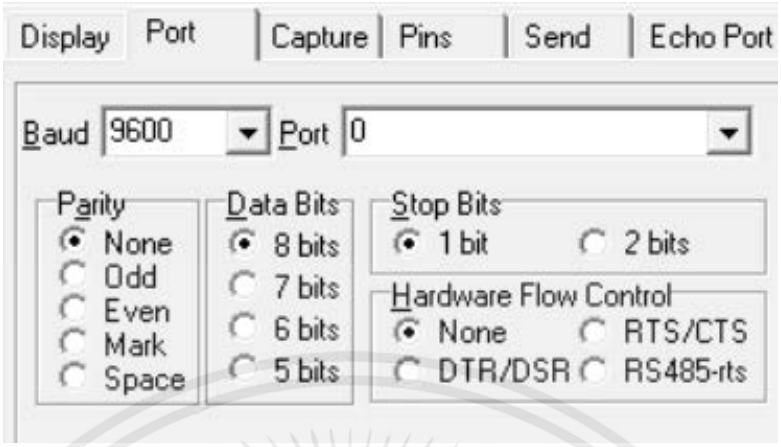
4.1.1 ทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลด้วยมาตรฐาน RS-485

ในการทดสอบนี้จะทำการต่อคอมพิวเตอร์สองเครื่องเข้าด้วยกันด้วยการใช้สายสัญญาณสื่อสารแบบ RS-485 โดยจะมีการใช้ USB to RS485 Converter Module ในการแปลงสัญญาณ RS-485 เพื่อให้สามารถต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ได้ และใช้โปรแกรม Realterm ในการสื่อสารกันระหว่างคอมพิวเตอร์สองเครื่องดังรูปที่ 4.1 ซึ่งการสื่อสารโดยใช้มาตรฐานนี้นั้นจำเป็นจะต้องตั้งค่า Buad Rate, Parity, Data Bits และStop Bits ให้เท่ากันทั้งสองอุปกรณ์ดังรูปที่ 4.2



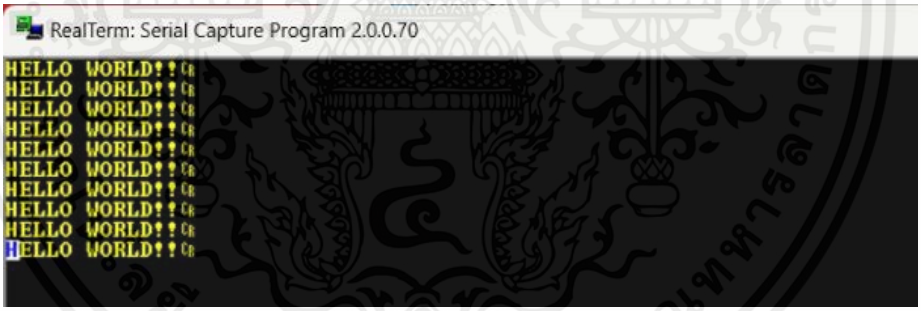
รูปที่ 4.1 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สองเครื่องด้วยสายสัญญาณ RS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

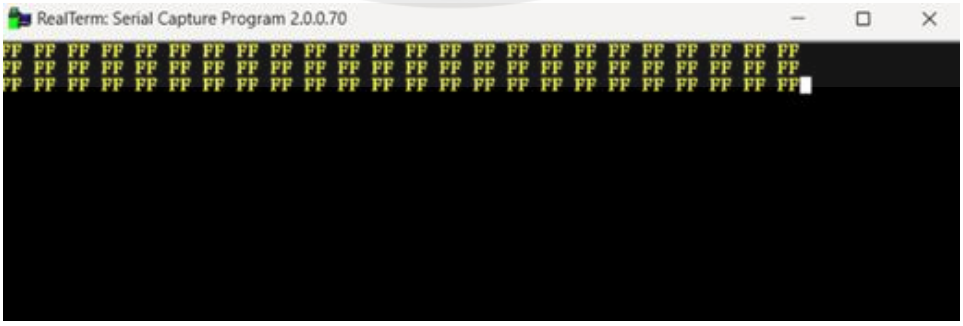


รูปที่ 4.2 การตั้งค่าการเชื่อมต่อการรับ-ส่งสัญญาณ RS-485

ผลที่ได้ในการทดลองส่งข้อมูลผ่านการเชื่อมต่อสายสัญญาณสื่อสารแบบ RS-485 ในการส่งข้อมูลที่เป็นประเภท ASCII และข้อมูลที่เป็นประเภทเลขฐาน16 (Hexadecimal) ซึ่งจะพบว่าคอมพิวเตอร์ทั้งสองเครื่องสามารถรับ-ส่งข้อมูลหากันได้แสดงผลดังรูปที่ 4.3-4.4



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างข้อมูลรูปแบบ ASCII ที่รับได้



รูปที่ 4.4 ตัวอย่างข้อมูลรูปแบบเลขฐาน 16 ที่รับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ทดสอบการสั่งการด้วย Zeta server ไปยัง 485 Transceiver

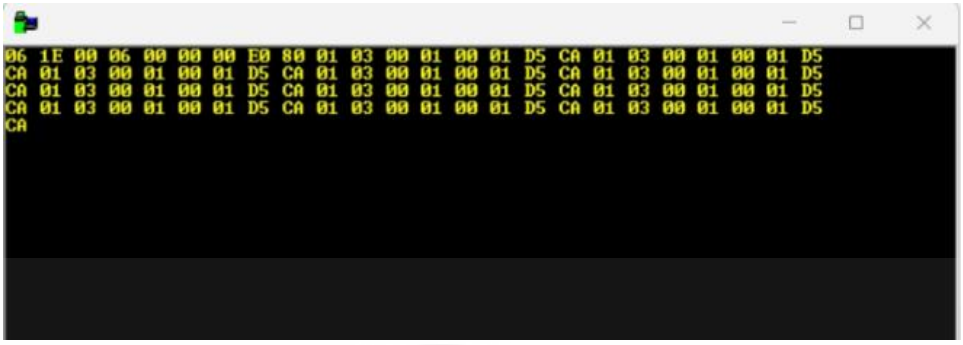
ในการทดสอบนี้จะทำการสั่งการ 485 Transceiver เพื่อให้ไปดึงค่าข้อมูลจากเซนเซอร์ที่นำมาต่อ ด้วยการสั่งการจาก ZETA server โดยจะทำการเชื่อมต่อ 485 Transceiver เข้ากับคอมพิวเตอร์และใช้โปรแกรม Realterm เพื่อศึกษา Output ที่ส่งไปยังเซนเซอร์ การเชื่อมต่อแสดงดังรูปที่ 4.5 โดยในที่นี้ผู้จัดทำทำการตั้งค่าพารามิเตอร์เพียงหนึ่งตัวที่ต้องการทราบใน ZETA server ดังรูปที่ 4.6

รูปที่ 4.5 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับ 485 Transceiver ด้วยสายสัญญาณ RS-485

รูปที่ 4.6 การตั้งค่าพารามิเตอร์หนึ่งตัวใน ZETA Server

ผลที่ได้ในการทดสอบนี้จะเห็นได้ว่าข้อมูลที่เข้ามายัง Port คอมพิวเตอร์จะเป็นข้อมูลรูปแบบเลขฐาน 16 (Hexadecimal) ขนาด 8 Bytes ดังรูปที่ 4.7 ซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีและสามารถจัดเรียงรูปแบบเฟรมใหม่ได้ดังรูปที่ 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ข้อมูล Output ของ 485 Transceiver เมื่อได้รับคำสั่งจาก ZETA Server

Slave ID	Function	Register Address	Number of Register	CRC
0x01	0x03	0x00 0x01	0x00 0x01	0xD5 0xCA

รูปที่ 4.8 เฟรมข้อมูล Out put ของ 485 Transceiver

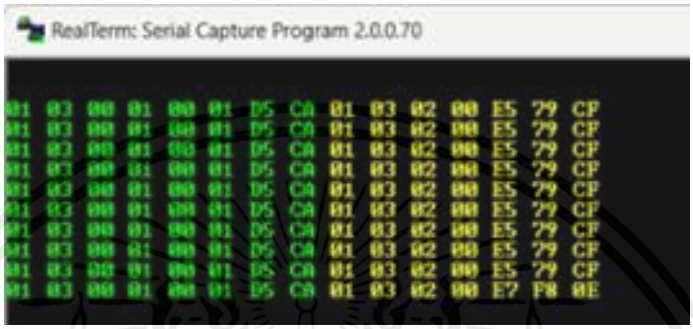
4.1.3 ทดสอบการรับ-ส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยัง Soil sensor 485

ในการทดสอบนี้จะทำการเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ กับ Soil sensor 485 เพื่อทำการสั่งให้ Sensor ส่งค่ากลับมายังคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Realterm เพื่อศึกษา Output ของเซนเซอร์ที่ตอบกลับมา แสดงการเชื่อมต่อดังรูปที่ 4.9

รูปที่ 4.9 การเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับ Soil sensor 485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดสอบเมื่อทำการส่งข้อมูลรูปแบบเลขฐาน 16 ซึ่งมีเฟรมดังรูปที่ 4.9 โดยใช้โปรแกรม Realterm ผ่านสายสัญญาณสื่อสารแบบ RS-485 จะพบว่าข้อมูลที่เซนเซอร์ทำการตอบกลับมานั้นเป็นข้อมูลรูปแบบเลขฐาน 16 เช่นกันซึ่งเป็นไปตามทฤษฎีแสดงผลลัพธ์ดังรูปที่ 4.10 และสามารถจัดเรียงรูปแบบเฟรมใหม่ได้ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.10 การถาม-ตอบของ Soil sensor 485

Slave ID	Function	Num of Bytes	Data	CRC
0x01	0x03	0x02	0x00 0x5E	0x79 0xCF

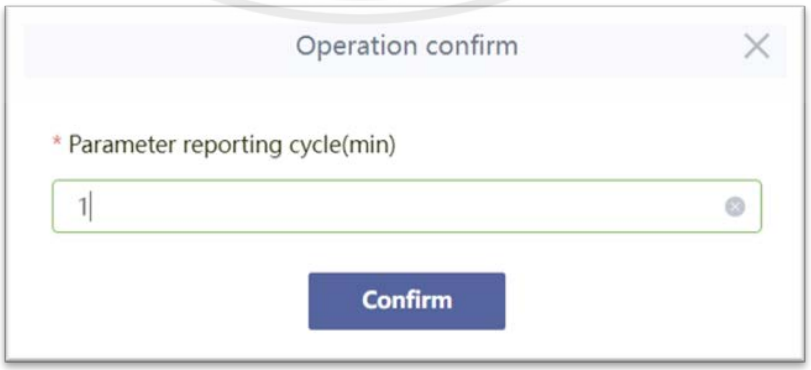
รูปที่ 4.11 เฟรมข้อมูล Out put ของ Soil sensor 485

4.1.4 ทดสอบสั่งการจาก ZETA Server ไปยัง Soil sensor 485

ทำการสั่งการ 485 Transceiver เพื่อดึงค่าอุณหภูมิและความชื้นจาก Soil sensor 485 โดยสั่งการผ่าน ZETA Server ซึ่งจะมีการตั้งค่าในการรับส่งข้อมูลของ 485 Transceiver ดังนี้

1) Parameter Reporting Cycle

กำหนดเวลาในการรับ-ส่งข้อมูลในแต่ละรอบ หน่วยเป็นนาที (minute) ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการตั้งค่า Parameter Reporting Cycle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Address Code

กำหนดค่า Address Coder และ Meter Name ซึ่ง Address ในที่นี้จะต้องตรงกับ ID Address ของ Soil sensor 485 ซึ่งมี Address Code เท่ากับ 1 และสามารถกำหนดชื่ออะไรก็ได้ ดังรูปที่ 4.13

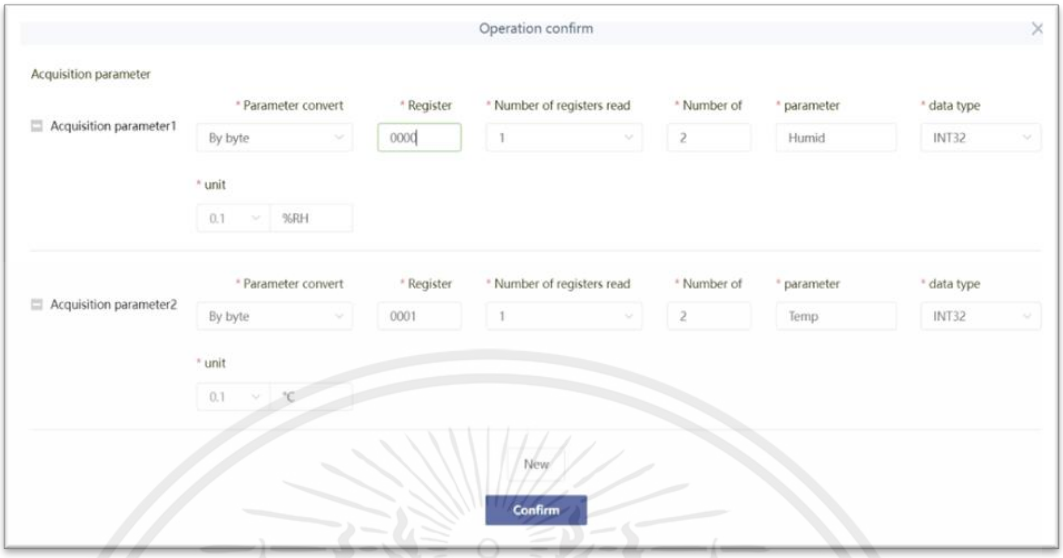
รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการตั้งค่า Address Code

3) Acquisition parameter

กำหนดค่าที่ต้องการอ่าน โดยกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่สำคัญ ดังรูปที่ 4.14 ดังนี้

- Parameter convert คือ ประเภทข้อมูลที่ต้องการจะอ่านแบ่งออกเป็น Byte, Bit
- Register คือ ตำแหน่งเริ่มต้นของข้อมูลที่ต้องการอ่าน
- Number of registers read คือ จำนวนของ Register ที่ต้องการจะอ่าน
- Number of คือ จำนวนข้อมูลของ Register ที่ต้องการจะอ่านมีขนาดเป็น Byte
- parameter คือการกำหนดชื่อให้ Register นั้นๆ
- data Type คือประเภทของข้อมูลที่ต้องการจะแปลง
- unit คือหน่วยที่ต้องการจะแสดงและจำนวนที่จะนำไปคูณเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

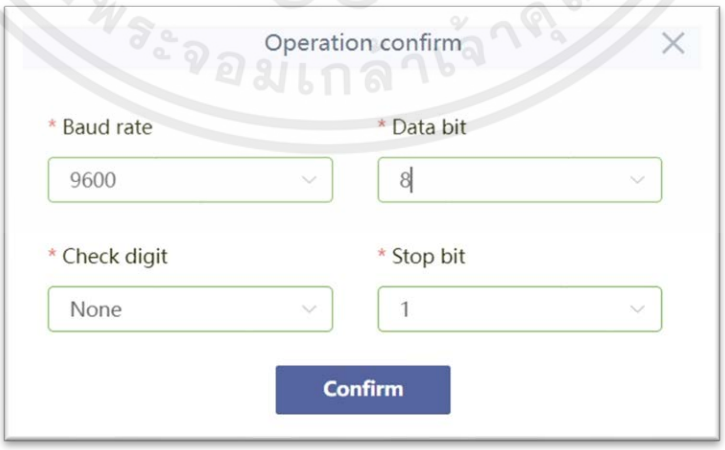


รูปที่ 4.14 ตัวอย่างการตั้งค่า Acquisition parameter

4) Serial port parameter

กำหนดโปรโตคอล Modbus RTU ในการรับส่งข้อมูล ซึ่งจะต้องกำหนดพารามิเตอร์ให้ตรงกับ sensor ที่นำมาต่อ โดยมีพารามิเตอร์ที่สำคัญ ดังรูปที่ 4.15 ดังนี้

- Baud Rate คือ อัตราเร็วของข้อมูลในการรับส่ง
- Data Bit คือขนาดความกว้างของบิต
- Check digit คือการกำหนดว่าข้อมูลนั้นจะมีการตรวจสอบ Parity Bit หรือไม่
- Stop bit คือบิตสิ้นสุดของข้อมูล



รูปที่ 4.15 ตัวอย่างการตั้งค่า Serial port parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5) Register function code

กำหนด Function code ที่ต้องการจะใช้ ในที่นี้จะใช้เป็น Function code 03 ไว้สำหรับอ่านข้อมูลเพียงอย่างเดียว ดังรูปที่ 4.16

รูปที่ 4.16 ตัวอย่างการตั้งค่า Register function code

ผลที่ได้เมื่อทำการตั้งค่าข้อมูลเสร็จ ZETA Server ก็จะทำการส่งข้อมูลผ่าน Gateway ไปที่ 485 Transceiver จากนั้นตัว 485 Transceiver ก็จะส่งค่าคำสั่งที่ได้กำหนดไว้ผ่านการสื่อสารแบบ RS485 ไปยัง Soil sensor 485 และตัว Sensor จะตอบกลับไปหาตัว 485 Transceiver และทำการส่งค่าข้อมูลผ่าน Gateway ไปยัง ZETA Server ซึ่งจะได้ค่าข้อมูลตามที่กำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.17

Raw data	Data content	Report time
0101000000b7	Temp&Humidity:1 Humid:0.0%RH Temp:18.3°C	2023-03-19 17:55:38
0101000000b8	Temp&Humidity:1 Humid:0.0%RH Temp:18.4°C	2023-03-19 17:54:17
0101000000ba	Temp&Humidity:1 Humid:0.0%RH Temp:18.6°C	2023-03-19 17:53:45

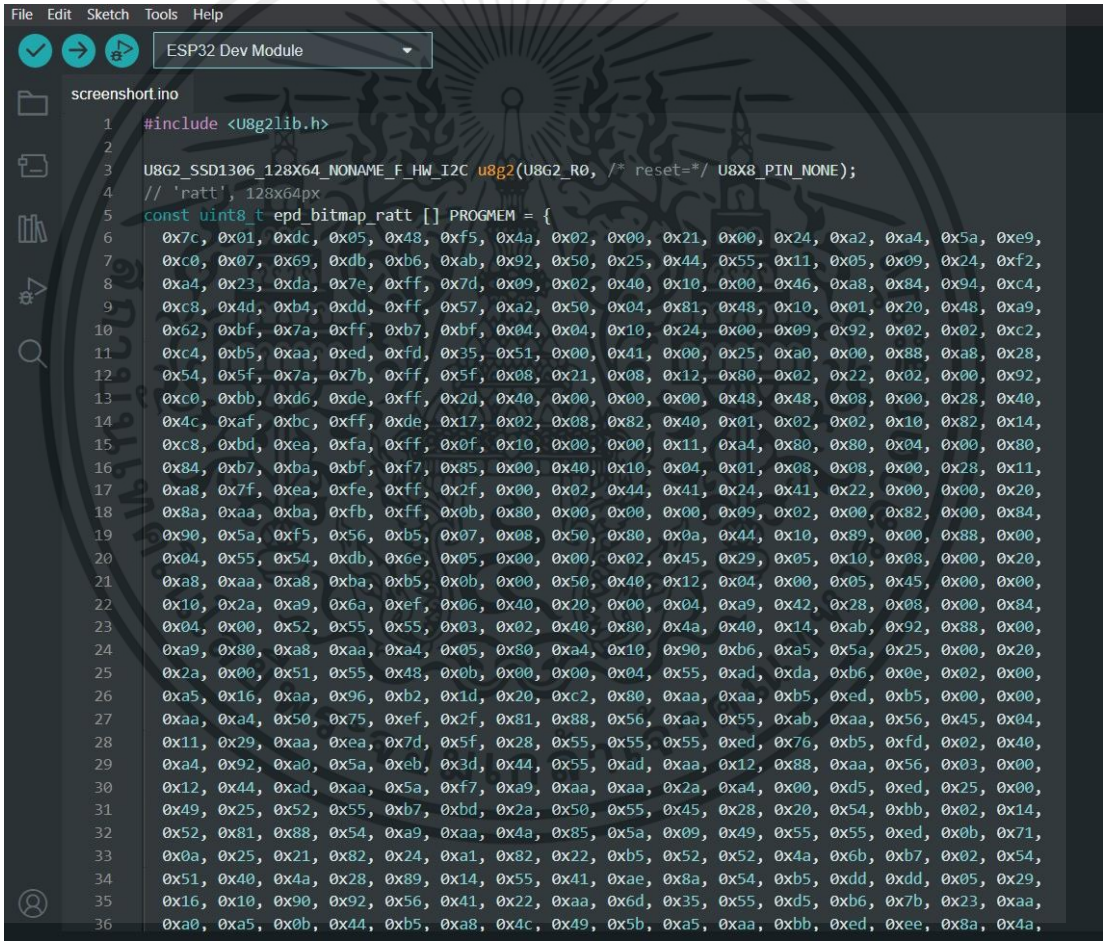
รูปที่ 4.17 ตัวอย่างข้อมูลจาก sensor ที่ส่งมายัง ZETA Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.5 ทดสอบการทำงานของ OLED Display Module

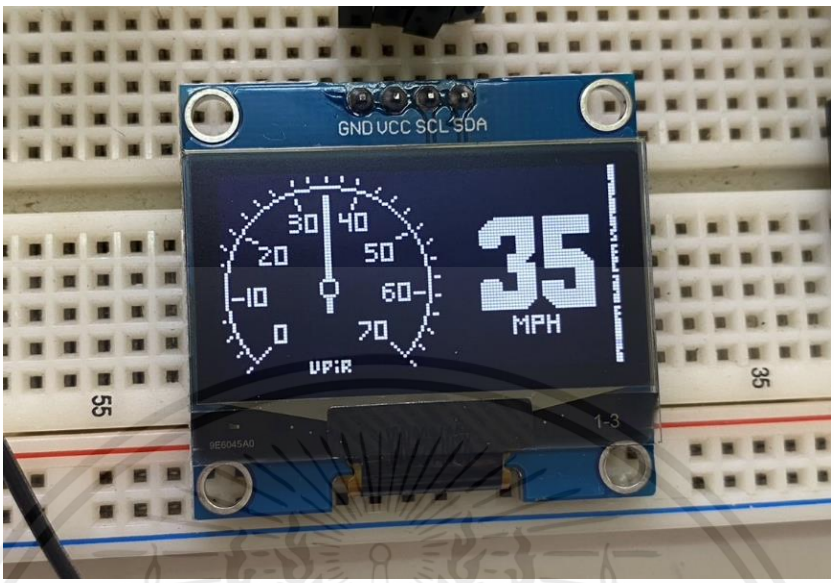
ทำการทดสอบการใช้งานของ OLED Display Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เพื่อทดสอบการทำงานของโมดูล โดยทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library U8g2lib.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ

จากการทดสอบใช้งาน OLED Display Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเห็นได้ว่าหน้าจอของโมดูลสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ตามที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 4.18-4.19



รูปที่ 4.18 แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานของ OLED Display Module ร่วมกับ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่แสดงบน OLED Display Module

4.1.6 ทดสอบการทำงานของ Button Switch Module

ทำการทดสอบการใช้งานของ Button Switch ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เพื่อทดสอบการทำงานของสวิตซ์ โดยใช้หลอดไฟ LED ในการทดสอบแสดงผล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library Arduino.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ

จากการทดสอบใช้งาน Button Switch ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์และหลอดไฟ LED จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการกดสวิตซ์หลอดไฟ LED จะติด และเมื่อปล่อยหลอดไฟ LED จะดับ ซึ่งสามารถแสดงผลลัพธ์ได้ตามที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 4.20-4.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

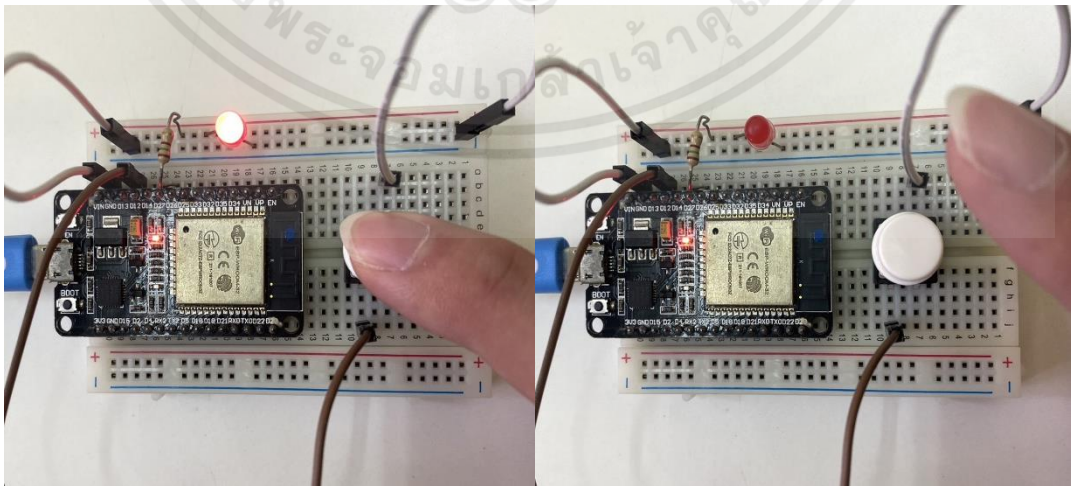
File Edit Sketch Tools Help

ESP32 Dev Module

sketch_aug19a.ino

```
// ต้อง include library ของ ESP32
#include <Arduino.h>

// กำหนดขา LED และปุ่ม
const int ledPin = 22; // ขา D26
const int buttonPin = 23; // ขา D12
int state = 0;

void setup() {
  // กำหนดขา LED เป็น OUTPUT
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
  // กำหนดขาปุ่มเป็น INPUT
  pinMode(buttonPin, INPUT);

}

void loop() {
  // อ่านสถานะปุ่ม
  int buttonState = digitalRead(buttonPin);

  // ถ้าปุ่มถูกกด (ปุ่มในสถานะ HIGH)
  if (buttonState == HIGH) {
    // เปิด LED
    digitalWrite(ledPin, LOW);
  } else {
    // ปิด LED
    digitalWrite(ledPin, HIGH);
  }
}
```

รูปที่ 4.20 แสดงโค้ดการทำงานของ Button Switch Module ร่วมกับ ESP32 และ LED



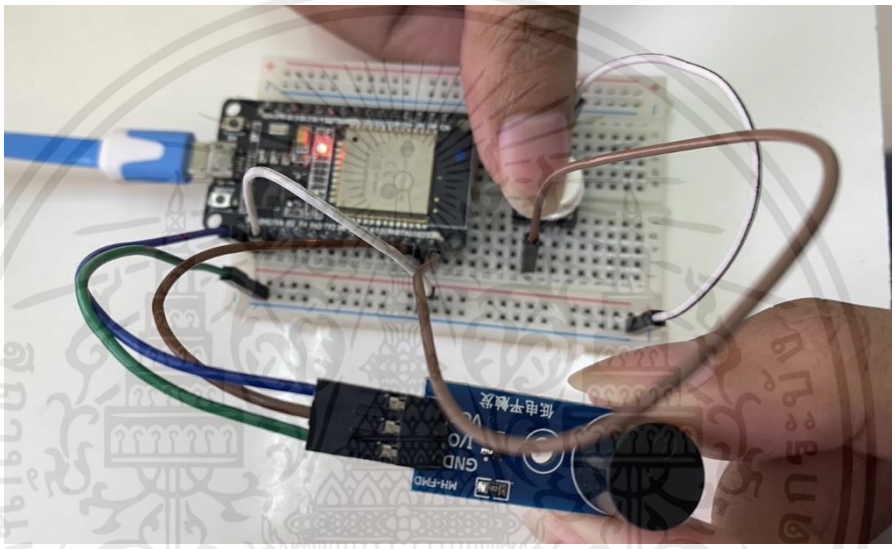
รูปที่ 4.21 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ในการใช้ Button Switch Module ร่วมกับหลอดไฟ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.7 ทดสอบการทำงานของ Buzzer Module

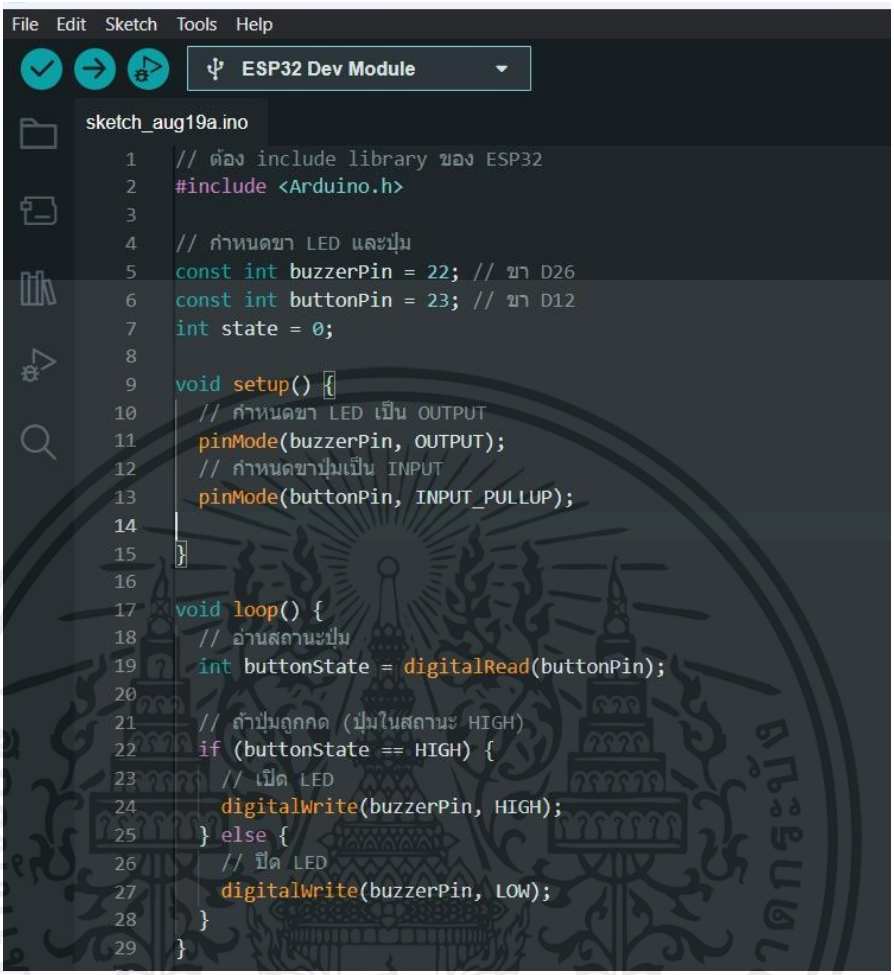
ทำการทดสอบการใช้งานของ Buzzer Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เพื่อทดสอบการทำงานของโมดูล โดยทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library Arduino.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ

จากการทดสอบใช้งาน Buzzer Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเห็นได้ว่าโมดูลสามารถส่งเสียงและแสดงผลลัพธ์ได้ตามที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 4.22-4.23



รูปที่ 4.22 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ในการใช้ Buzzer Module ร่วมกับ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



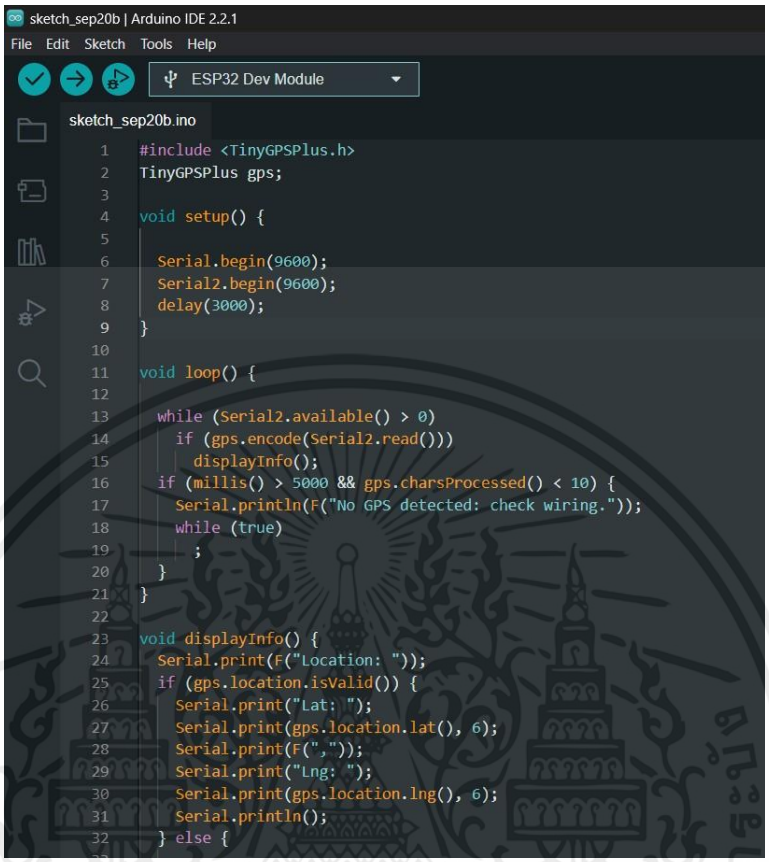
รูปที่ 4.23 แสดงโค้ดการทำงานของ Buzzer Module ร่วมกับ ESP32

4.1.8 ทดสอบการทำงานของ GY-NEO-6M GPS Module

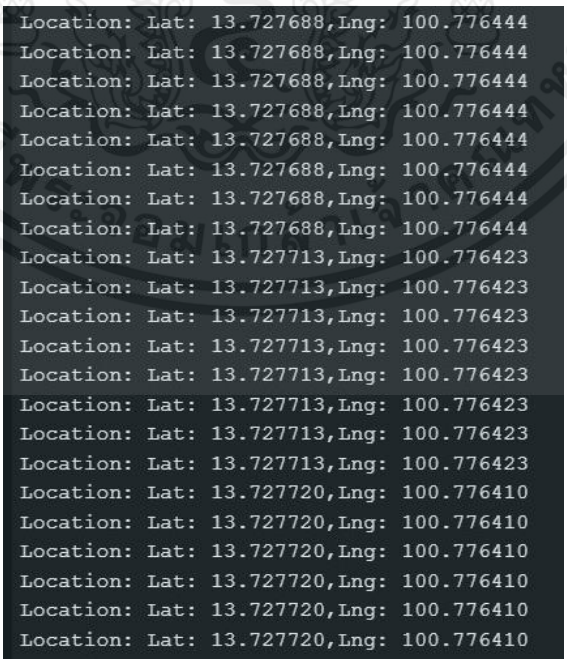
ทำการทดสอบการใช้งานของ GY-NEO-6M GPS Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เพื่อทดสอบการทำงานของโมดูล โดยทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ

จากการทดสอบใช้งาน GY-NEO-6M GPS Module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเห็นได้ว่าโมดูลสามารถแสดงข้อมูลของละติจูด ลองจิจูด ผลลัพธ์ได้ตามที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 4.24-4.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

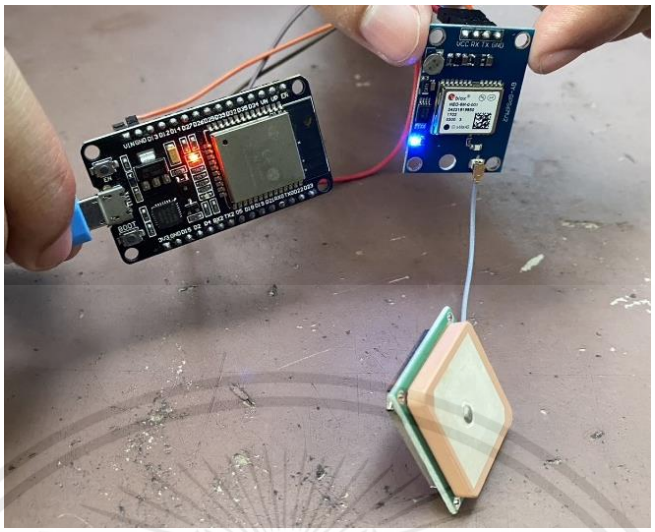


รูปที่ 4.24 แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานของ GY-NEO-6M GPS Module ร่วมกับ ESP32



รูปที่ 4.25 แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานของ GY-NEO-6M GPS Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อ GY-NEO-6M GPS Module ร่วมกับ ESP32

4.1.9 ทดสอบการทำงานของ MAX485 module

ทำการทดสอบการใช้งานของ MAX485 module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 เพื่อทดสอบการทำงานของโมดูล โดยทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ

จากการทดสอบใช้งาน MAX485 module ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ จะเห็นได้ว่าโมดูลสามารถส่งแปลงการส่งข้อมูลจาก RS485 ไป TTL และแปลงกลับจาก TTL ไป RS485 ได้ตามผลลัพธ์ที่ต้องการ แสดงดังรูปที่ 4.27-4.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS485-test-module | Arduino IDE 2.2.1

File Edit Sketch Tools Help

ESP32 Dev Module

RS485-test-module.ino

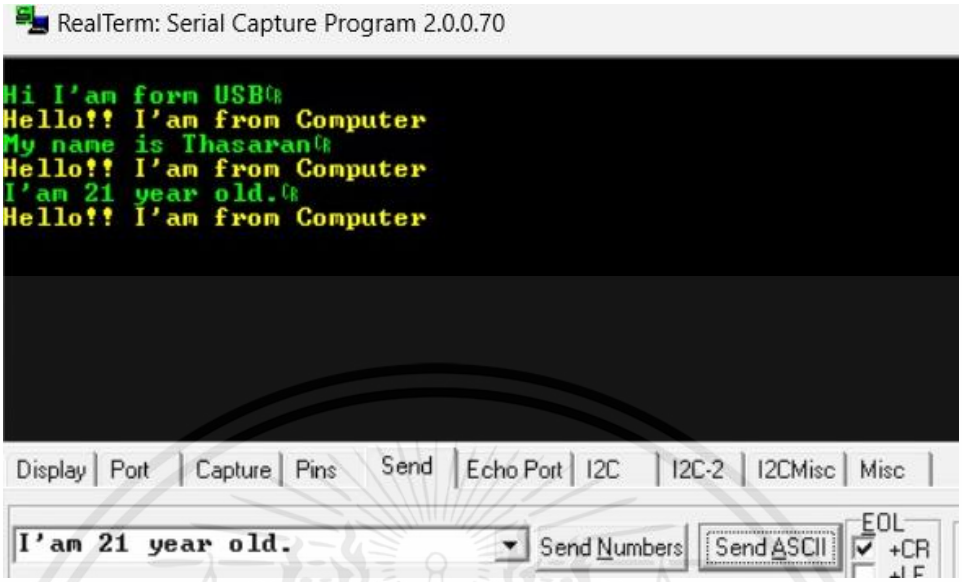
```
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#define RE 5
#define DE 5

char O2[] = "Hello!! I'am from Computer";
SoftwareSerial mod(17, 16);
char receivedMessage[50];

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  mod.begin(9600);
  pinMode(RE, OUTPUT);
  pinMode(DE, OUTPUT);
}

void loop() {
  delay(10);
  digitalWrite(DE, LOW);
  digitalWrite(RE, LOW);
  if (mod.available()) {
    int bytesRead = mod.readBytes(receivedMessage, sizeof(receivedMessage));
    receivedMessage[bytesRead] = '\0';
    Serial.println("Massage has recieved : ");
```

รูปที่ 4.27 แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานของ MAX485 module ร่วมกับ ESP32

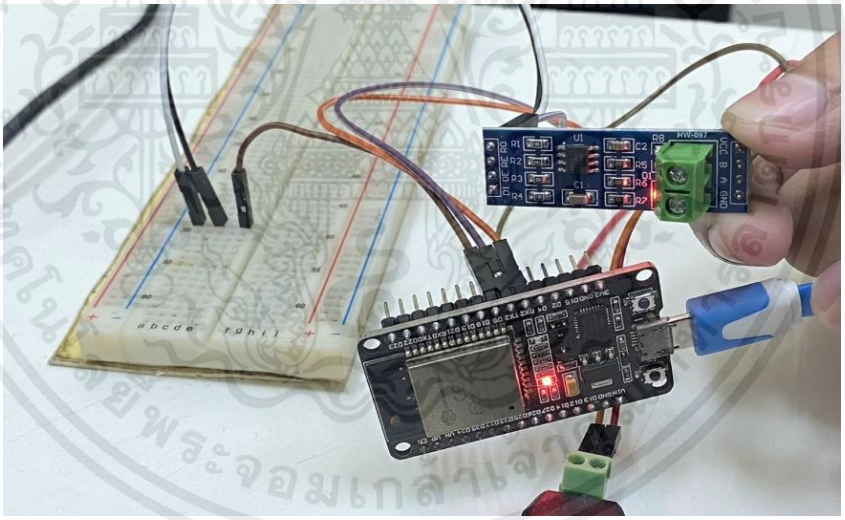
```
Massage has recieved :
Hi I'am form USB
Massage has transmitted

Massage has recieved :
My name is Thasaran
Massage has transmitted

Massage has recieved :
I'am 21 year old.
Massage has transmitted
```

รูปที่ 4.28 แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานของ MAX485 module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.29 แสดงผลลัพธ์จากโปรแกรม Realterm ที่ได้จากการทำงานของ MAX485 module



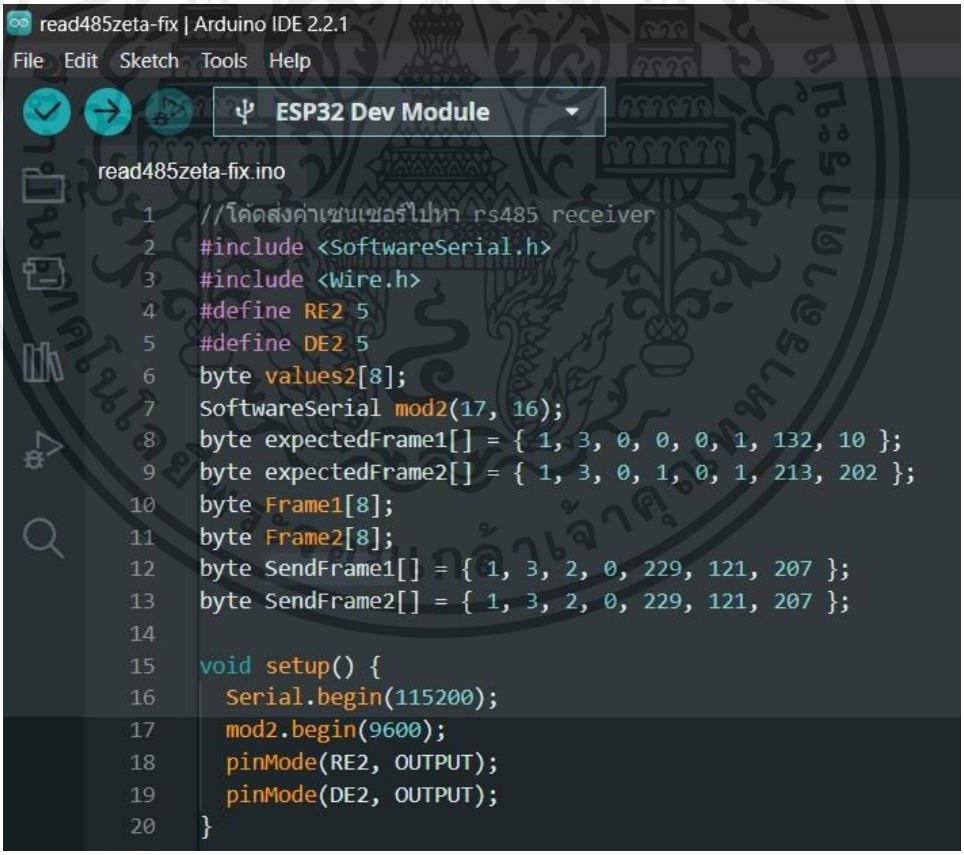
รูปที่ 4.30 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อ MAX485 module ร่วมกับ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.10 ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32

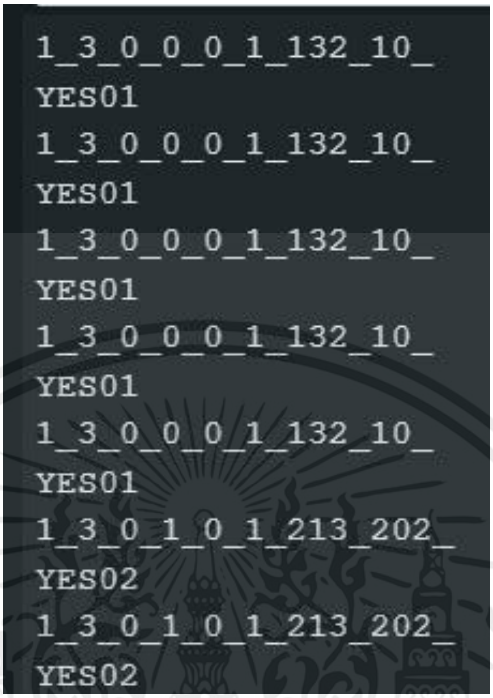
ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 โดยใช้ MAX485 module ในการแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ

จากการทดสอบการทำงานร่วมกัน โดยให้ 485 Transceiver ทำหน้าที่เป็น Master และให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็น Slave ทำการตั้งค่าบน ZETA Server เพื่อส่งเฟรมคำถามเพื่อไปดึงข้อมูลจาก ESP32 การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย RS485 และทำการแปลงเป็น TTL ด้วย MAX485 module จะเห็นได้ว่า 485 Transceiver มีการส่งเฟรมคำถามข้อมูลที่ต้องการ และสามารถใช้ ESP32 ส่งข้อมูลกลับเป็น TTL จากนั้นจะทำการแปลงกลับเป็น RS485 ส่งข้อมูลไปแสดงผลบน ZETA Server ได้ ซึ่งเป็นไปตามผลลัพธ์ที่ต้องการแสดงดังรูปที่ 4.31-4.34

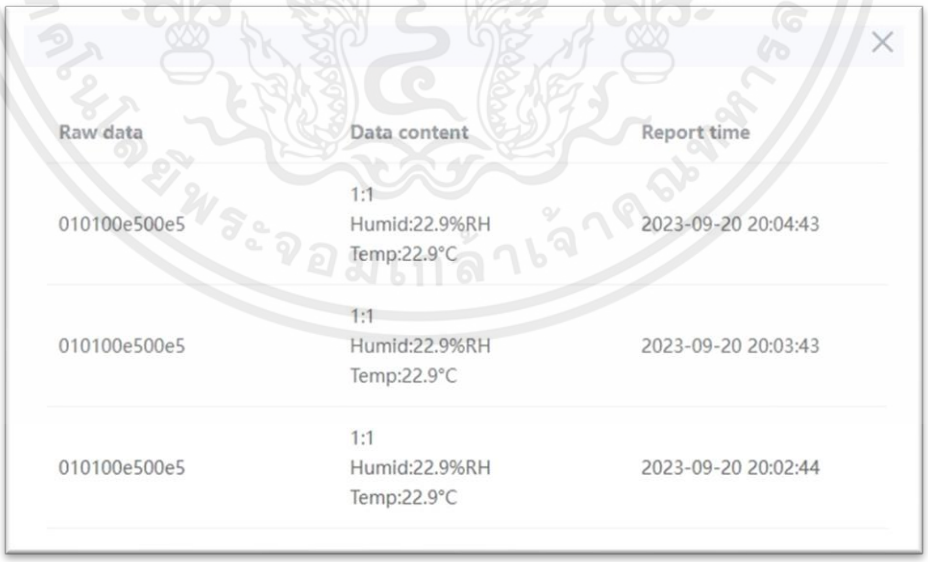


รูปที่ 4.31 แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



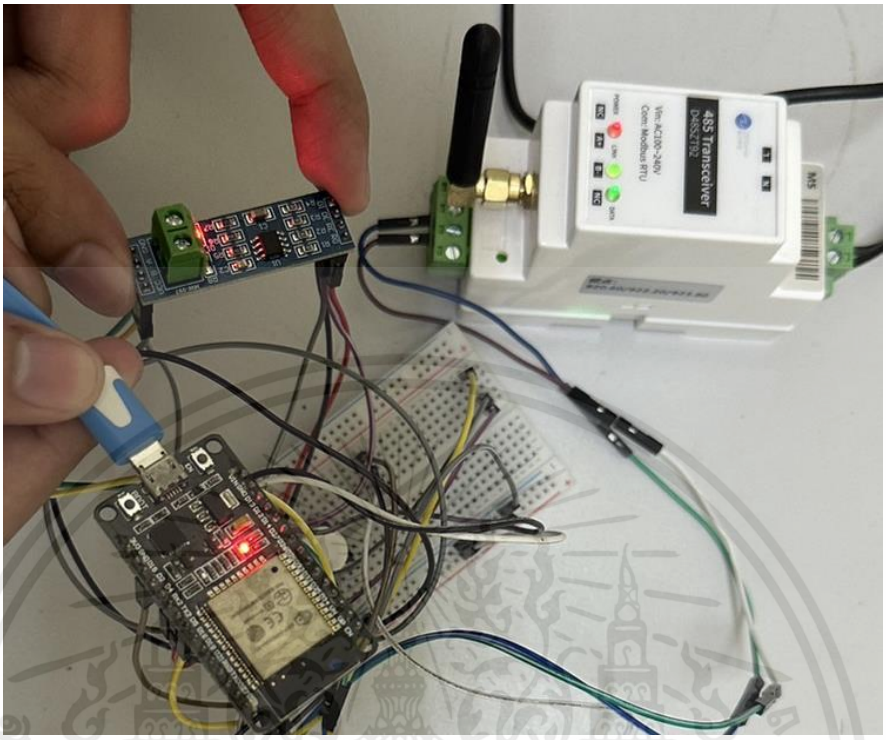
รูปที่ 4.32 แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32



Raw data	Data content	Report time
010100e500e5	1:1 Humid:22.9%RH Temp:22.9°C	2023-09-20 20:04:43
010100e500e5	1:1 Humid:22.9%RH Temp:22.9°C	2023-09-20 20:03:43
010100e500e5	1:1 Humid:22.9%RH Temp:22.9°C	2023-09-20 20:02:44

รูปที่ 4.33 แสดงผลลัพธ์จาก ZETA Server ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver และ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



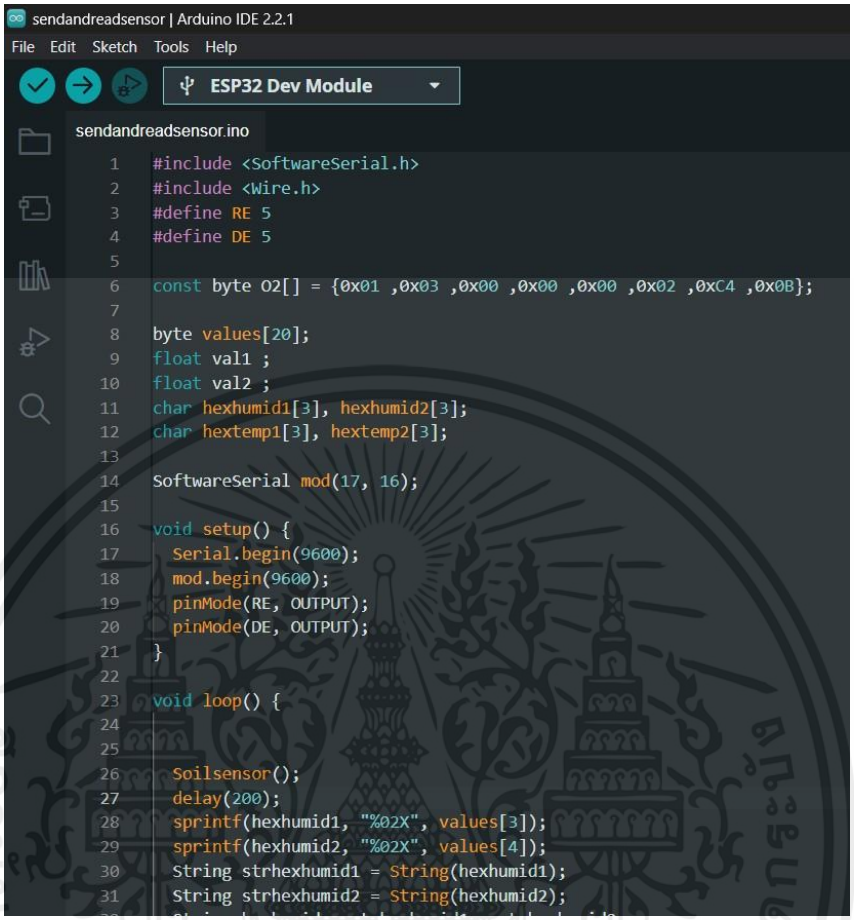
รูปที่ 4.34 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32

4.1.11 ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32

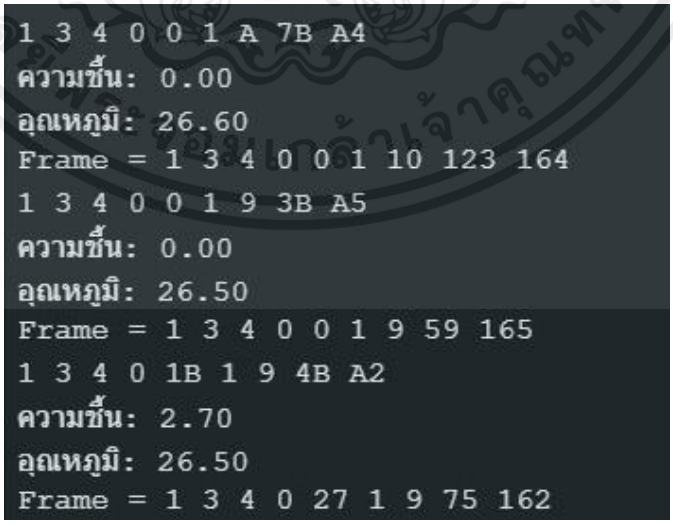
ทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 โดยใช้ MAX485 module ในการแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ

จากการทดสอบการทำงานร่วมกัน โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำหน้าที่เป็น Master และให้ Soil Sensor 485 เป็น Slave ทำการส่งเฟรมคำถามเพื่อไปดึงข้อมูลจากเซนเซอร์ การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย TTL และทำการแปลงเป็น RS485 ด้วย MAX485 module จะเห็นได้ว่าเซนเซอร์มีการตอบกลับข้อมูลที่ทำการวัดได้ และส่งกลับเป็น RS485 จากนั้นจะทำการแปลงกลับเป็น TTL และแสดงผลข้อมูลที่ได้บนหน้าจอ Serial Monitor ซึ่งเป็นไปตามผลลัพธ์ที่ต้องการแสดงดังรูปที่ 4.35-4.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

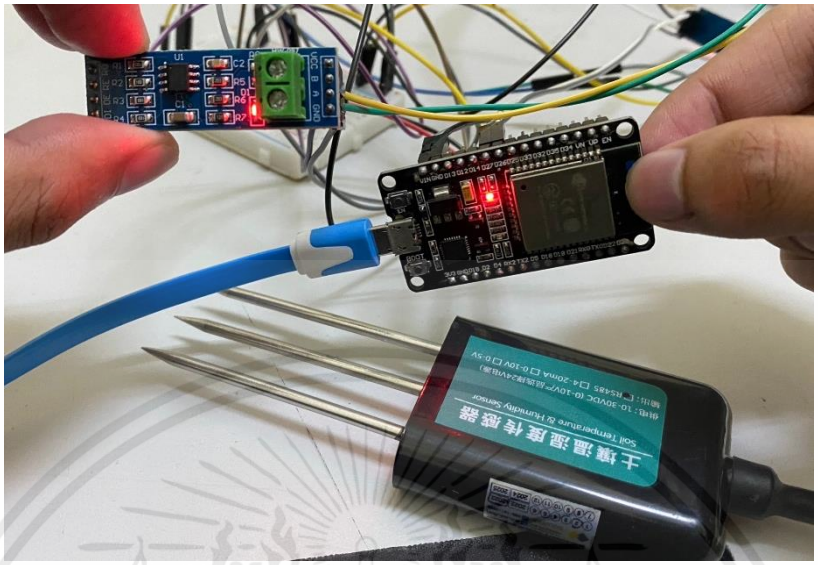


รูปที่ 4.35 แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32



รูปที่ 4.36 แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.37 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่าง Soil Sensor 485 และ ESP32

4.1.12 ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485

ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver และ Soil Sensor 485 กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 โดยใช้ MAX485 module ในการแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ

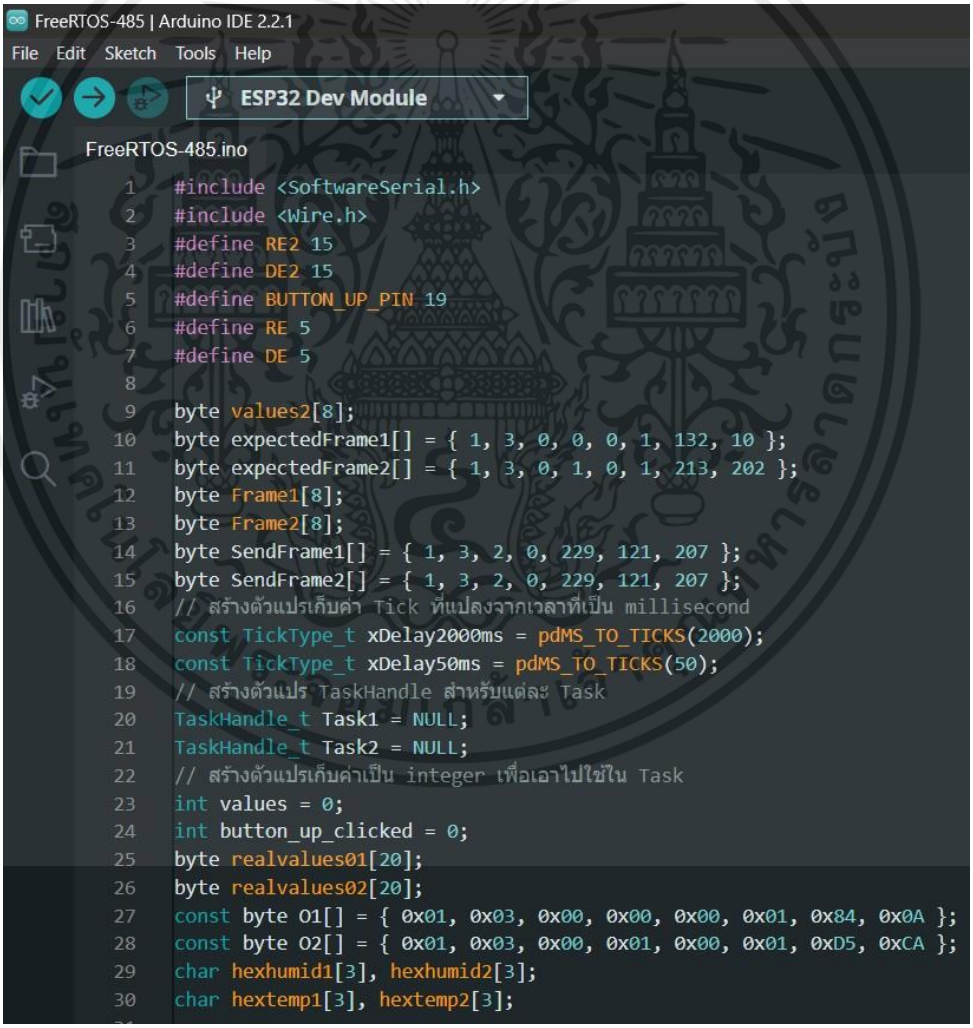
ส่วนแรกทำการส่งเฟรมคำถาม โดยให้ 485 Transceiver ทำหน้าที่เป็น Master และให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็น Slave ทำการตั้งค่าบน ZETA Server เพื่อส่งเฟรมคำถามไปดึงข้อมูลจากเซนเซอร์มาเก็บไว้ที่ ESP32 การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย RS485 และทำการแปลงเป็น TTL ด้วย MAX485 module จะเห็นได้ว่า 485 Transceiver มีการส่งเฟรมคำถามข้อมูลที่ต้องการและสามารถใช้ ESP32 ทำการจัดเก็บข้อมูลเฟรมคำถามไว้

ส่วนที่สองทำการส่งเฟรมคำถาม โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำหน้าที่เป็น Master และให้ Soil Sensor 485 เป็น Slave ทำการส่งเฟรมคำถามเพื่อไปดึงข้อมูลจากเซนเซอร์ การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย TTL และทำการแปลงเป็น RS485 ด้วย MAX485 module จะเห็นได้ว่าเซนเซอร์มีการตอบกลับข้อมูลที่ทำการวัดได้ และส่งกลับเป็น RS485 จากนั้นจะทำการแปลงกลับเป็น TTL และสามารถใช้ ESP32 ทำการจัดเก็บเฟรมคำตอบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

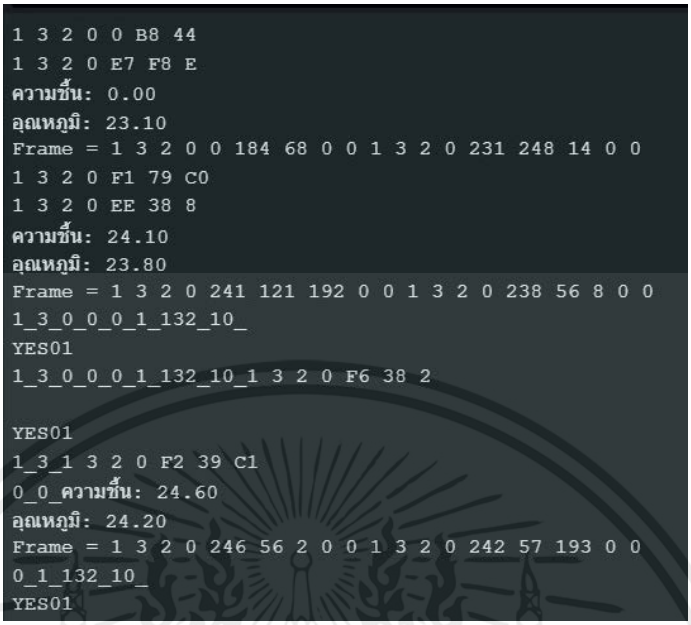
ส่วนสุดท้ายทำการส่งเฟรมคำตอบ โดยให้ 485 Transceiver ทำหน้าที่เป็น Master และให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็น Slave ทำการส่งเฟรมคำตอบที่ได้จัดเก็บไว้จาก Soil Sensor 485 ไปยัง 485 Transceiver การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย TTL และทำการแปลงเป็น RS485 ด้วย MAX485 module เพื่อให้ข้อมูลถูกส่งไปยัง ZETA Server

จากการทำทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485 จะเห็นได้ว่า 485 Transceiver สามารถส่งเฟรมคำถามไปยัง ESP32 และ ESP32 สามารถส่งเฟรมคำตอบไปยัง 485 Transceiver เพื่อให้แสดงข้อมูลของ Soil Sensor 485 ซึ่งสามารถแสดงผลบน ZETA Server ได้ถูกต้องตามผลลัพธ์ที่ต้องการดังรูปที่ 4.38-4.41

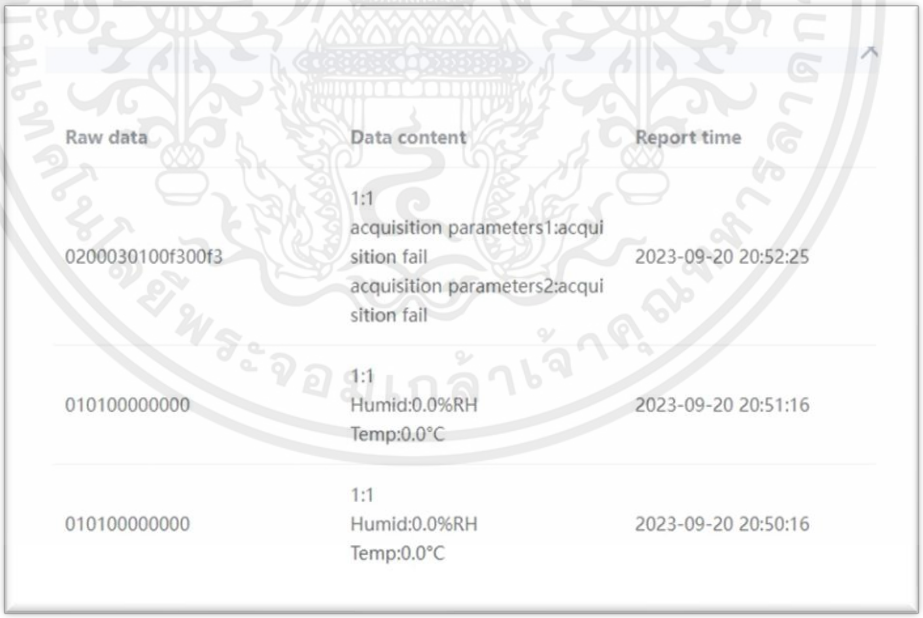


รูปที่ 4.38 แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



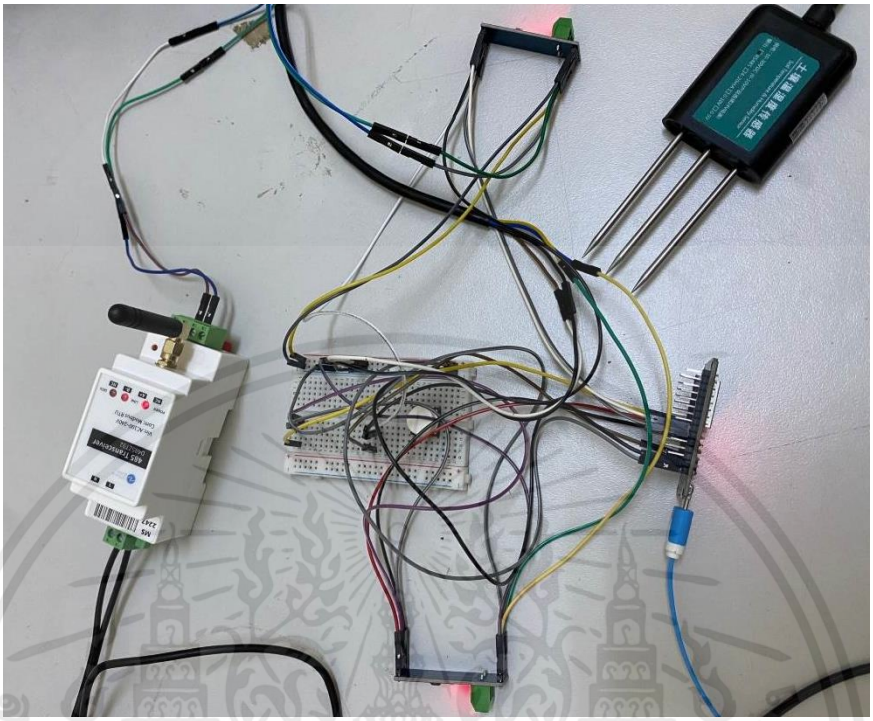
รูปที่ 4.39 แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485



Raw data	Data content	Report time
0200030100f300f3	1:1 acquisition parameters1:acquisition fail acquisition parameters2:acquisition fail	2023-09-20 20:52:25
010100000000	1:1 Humid:0.0%RH Temp:0.0°C	2023-09-20 20:51:16
010100000000	1:1 Humid:0.0%RH Temp:0.0°C	2023-09-20 20:50:16

รูปที่ 4.40 แสดงผลลัพธ์จาก ZETA Server ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 แสดงผลลัพธ์จาก ZETA Server ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32 และ Soil Sensor 485

4.1.13 ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module

ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 โดยใช้ MAX485 module ในการแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ

ส่วนแรกทำการส่งเฟรมคำถาม โดยให้ 485 Transceiver ทำหน้าที่เป็น Master และให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็น Slave ทำการตั้งค่าบน ZETA Server เพื่อส่งเฟรมคำถามไปดึงข้อมูลจากเซนเซอร์มาเก็บไว้ที่ ESP32 การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย RS485 และทำการแปลงเป็น TTL ด้วย MAX485 module จะเห็นได้ว่า 485 Transceiver มีการส่งเฟรมคำถามข้อมูลที่ต้องการ และสามารถใช้ ESP32 ทำการจัดเก็บข้อมูลเฟรมคำถามไว้

ส่วนที่สองทำการส่งเฟรมคำถาม โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำหน้าที่เป็น Master และให้ Soil Sensor 485 เป็น Slave ทำการส่งเฟรมคำถามเพื่อไปดึงข้อมูลจากเซนเซอร์ การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย TTL และทำการแปลงเป็น RS485 ด้วย MAX485 module จะเห็นได้

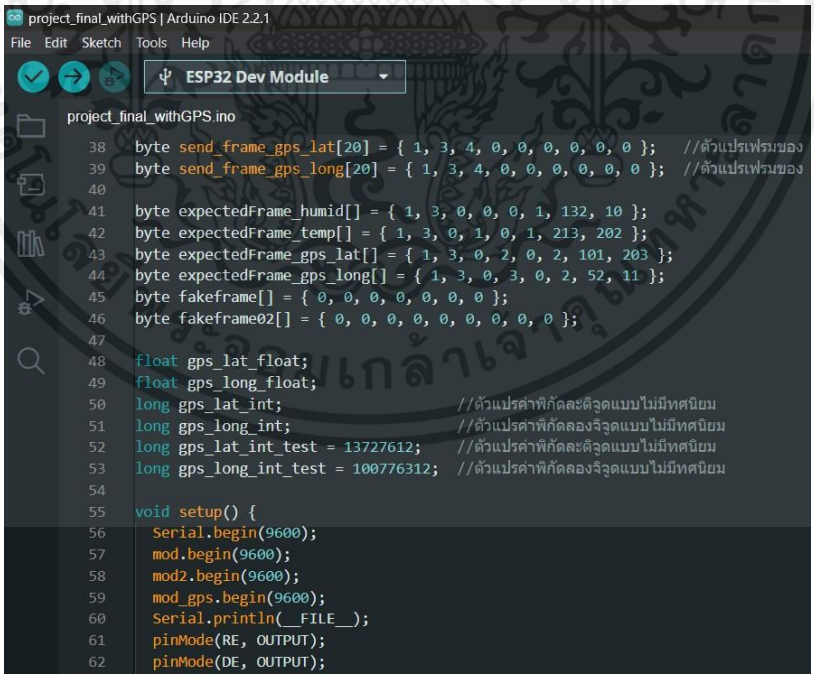
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ว่าเซนเซอร์มีการตอบกลับข้อมูลที่ทำการวัดได้ และส่งกลับเป็น RS485 จากนั้นจะทำการแปลงกลับเป็น TTL และสามารถใช้ ESP32 ทำการจัดเก็บเฟรมคำตอบไว้ได้

ส่วนที่สามทำการต่อวงจรเข้ากับ GY-NEO-6M GPS Module เพื่อรับค่าละติจูดและลองจิจูด มาเก็บไว้ยัง ESP32 และทำการเก็บข้อมูล GPS ที่ได้ลงในเฟรมคำตอบอีกเฟรมหนึ่ง เพื่อทำการส่งค่าไปยัง 485 Transceiver จะเห็นได้ว่าสามารถใช้ ESP32 ทำการจัดเก็บเฟรมคำตอบไว้ได้

ส่วนสุดท้ายทำการส่งเฟรมคำตอบ โดยให้ 485 Transceiver ทำหน้าที่เป็น Master และให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็น Slave ทำการส่งเฟรมคำตอบที่ได้จัดเก็บไว้จาก Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module ไปยัง 485 Transceiver การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย TTL และทำการแปลงเป็น RS485 ด้วย MAX485 module เพื่อให้ข้อมูลถูกส่งไปยัง ZETA Server

จากการทำทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module จะเห็นได้ว่า 485 Transceiver สามารถส่งเฟรมคำถามไปยัง ESP32 และ ESP32 สามารถส่งเฟรมคำตอบไปยัง 485 Transceiver เพื่อให้แสดงข้อมูลของ Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module ซึ่งสามารถแสดงผลบน ZETA Server ได้ถูกต้องตามผลลัพธ์ที่ต้องการดังรูปที่ 4.42-4.45



รูปที่ 4.42 แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

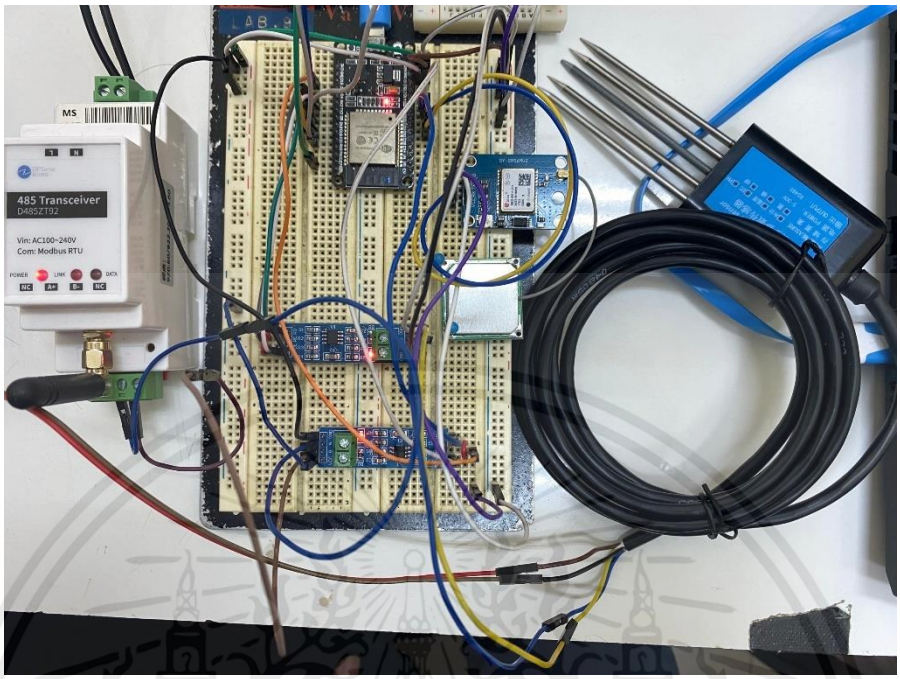
```
1 3 2 0 0 B8 44
1 3 2 0 E7 F8 E
Lat: 13.727688
Long: 100.776444
ความชื้น: 0.00
อุณหภูมิ: 23.10
Frame = 1 3 2 0 0 184 68 0 0 1 3 2 0 231 248 14 0 0
1 3 2 0 0 B8 44
1 3 2 0 E7 F8 E
Lat: 13.727688
Long: 100.776444
ความชื้น: 0.00
อุณหภูมิ: 23.10
Frame = 1 3 2 0 0 184 68 0 0 1 3 2 0 231 248 14 0 0
```

รูปที่ 4.43 แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module

Raw data	Data content	Report time
0101000000e700d1777c0601b978	1:1 Humid:0.0%RH Temp:23.1°C Lat:13727612x 10^-6 Long:100776312x 10^-6	2023-10-09 18:55:40
0101000000e900d1777c0601b978	1:1 Humid:0.0%RH Temp:23.3°C Lat:13727612x 10^-6 Long:100776312x 10^-6	2023-10-09 18:54:40
0101000000ea00d1777c0601b978	1:1 Humid:0.0%RH Temp:23.4°C Lat:13727612x 10^-6 Long:100776312x 10^-6	2023-10-09 18:53:40

รูปที่ 4.44 แสดงผลลัพธ์จาก ZETA Server ที่ได้จากการทำงานร่วมกันระหว่าง 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.45 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่าง 485 Transceiver, ESP32, Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module

4.1.14 ทดสอบการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด

ทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, Soil Sensor 485, GY-NEO-6M GPS Module, OLED Display Module , Button Switch Module และ Buzzer Module กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ในที่นี้ใช้เป็น ESP32 โดยใช้ MAX485 module ในการแปลงมาตรฐานการรับส่งข้อมูล ซึ่งทำการเขียนโค้ดผ่านโปรแกรม Arduino IDE และใช้ Library SoftwareSerial.h ที่มีอยู่ภายในโปรแกรมในการทดสอบการใช้งานเพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ต้องการ

ส่วนแรกทำการส่งเฟรมคำถาม โดยให้ 485 Transceiver ทำหน้าที่เป็น Master และให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็น Slave ทำการตั้งค่าบน ZETA Server เพื่อส่งเฟรมคำถามไปดึงข้อมูลจากเซนเซอร์มาเก็บไว้ที่ ESP32 การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย RS485 และทำการแปลงเป็น TTL ด้วย MAX485 module จะเห็นได้ว่า 485 Transceiver มีการส่งเฟรมคำถามข้อมูลที่ต้องการและสามารถใช้ ESP32 ทำการจัดเก็บข้อมูลเฟรมคำถามไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

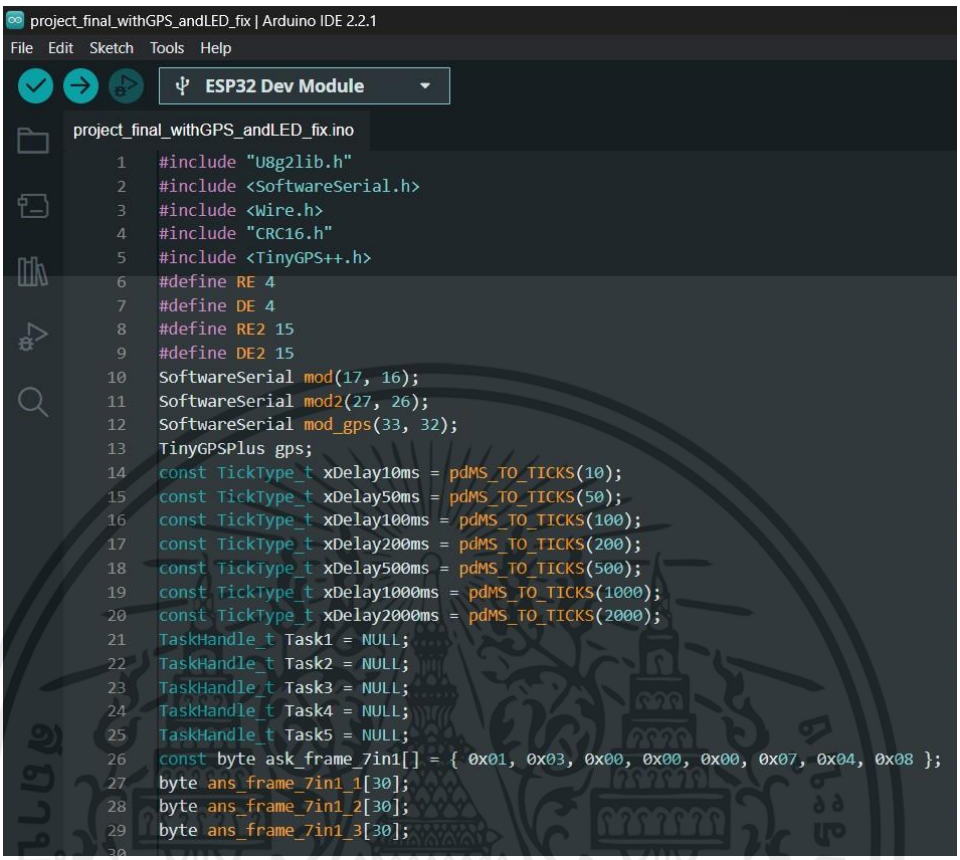
ส่วนที่สองทำการส่งเฟรมคำถาม โดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ทำหน้าที่เป็น Master และให้ Soil Sensor 485 เป็น Slave ทำการส่งเฟรมคำถามเพื่อไปดึงข้อมูลจากเซนเซอร์ การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย TTL และทำการแปลงเป็น RS485 ด้วย MAX485 module จะเห็นได้ว่าเซนเซอร์มีการตอบกลับข้อมูลที่ทำการวัดได้ และส่งกลับเป็น RS485 จากนั้นจะทำการแปลงกลับเป็น TTL และสามารถใช้ ESP32 ทำการจัดเก็บเฟรมคำตอบไว้ได้

ส่วนที่สามทำการต่อวงจรเข้ากับ GY-NEO-6M GPS Module เพื่อรับค่าละติจูดและลองจิจูด มาเก็บไว้ยัง ESP32 และทำการเก็บข้อมูล GPS ที่ได้ลงในเฟรมคำตอบอีกเฟรมหนึ่ง เพื่อทำการส่งค่าไปยัง 485 Transceiver จะเห็นได้ว่าสามารถใช้ ESP32 ทำการจัดเก็บเฟรมคำตอบไว้ได้

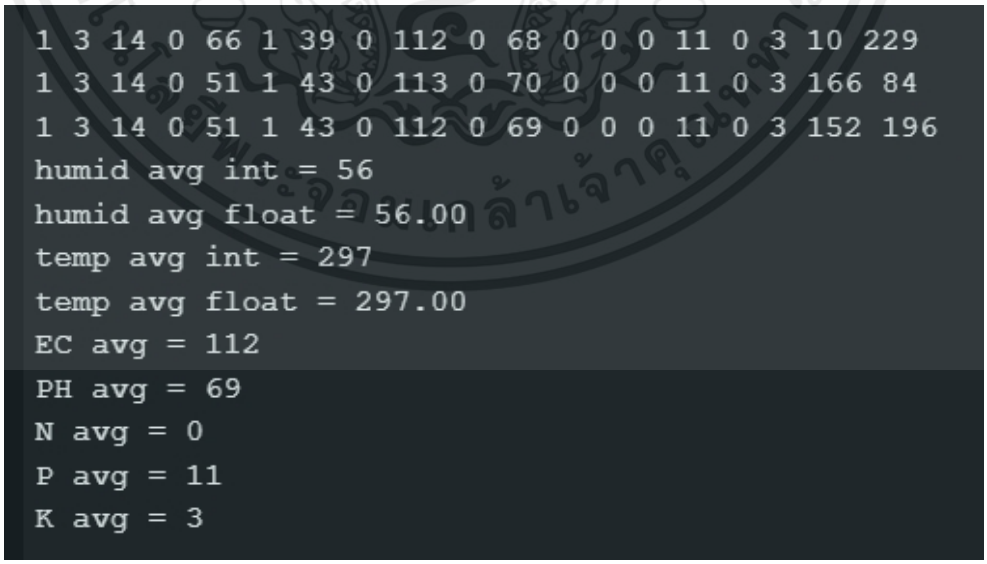
ส่วนสุดท้ายทำการส่งเฟรมคำตอบเมื่อมีการกดปุ่ม โดยให้ 485 Transceiver ทำหน้าที่เป็น Master และให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เป็น Slave ทำการส่งเฟรมคำตอบที่ได้จัดเก็บไว้จาก Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module ไปยัง 485 Transceiver เมื่อมีการกดปุ่ม Button Switch Module การส่งข้อมูลจะทำการส่งด้วย TTL และทำการแปลงเป็น RS485 ด้วย MAX485 module เพื่อให้ข้อมูลถูกส่งไปยัง ZETA Server พร้อมกับแสดงข้อมูลบน OLED Display Module

จากการทำทดสอบการทำงานร่วมกันของ 485 Transceiver, Soil Sensor 485, GY-NEO-6M GPS Module, OLED Display Module , Button Switch Module และ Buzzer Module จะเห็นได้ว่าเมื่อมีการกดปุ่ม Button Switch Module จะมีเสียงจาก Buzzer Module ทุกครั้ง และหากปุ่มถูกกดตามเงื่อนไข 485 Transceiver จะสามารถส่งเฟรมคำถามไปยัง ESP32 และ ESP32 สามารถส่งเฟรมคำตอบไปยัง 485 Transceiver เพื่อให้แสดงข้อมูลของ Soil Sensor 485 และ GY-NEO-6M GPS Module ซึ่งสามารถแสดงผลบน ZETA Server และแสดงบน OLED Display Module ได้ถูกต้องตามผลลัพธ์ที่ต้องการดังรูปที่ 4.46-4.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

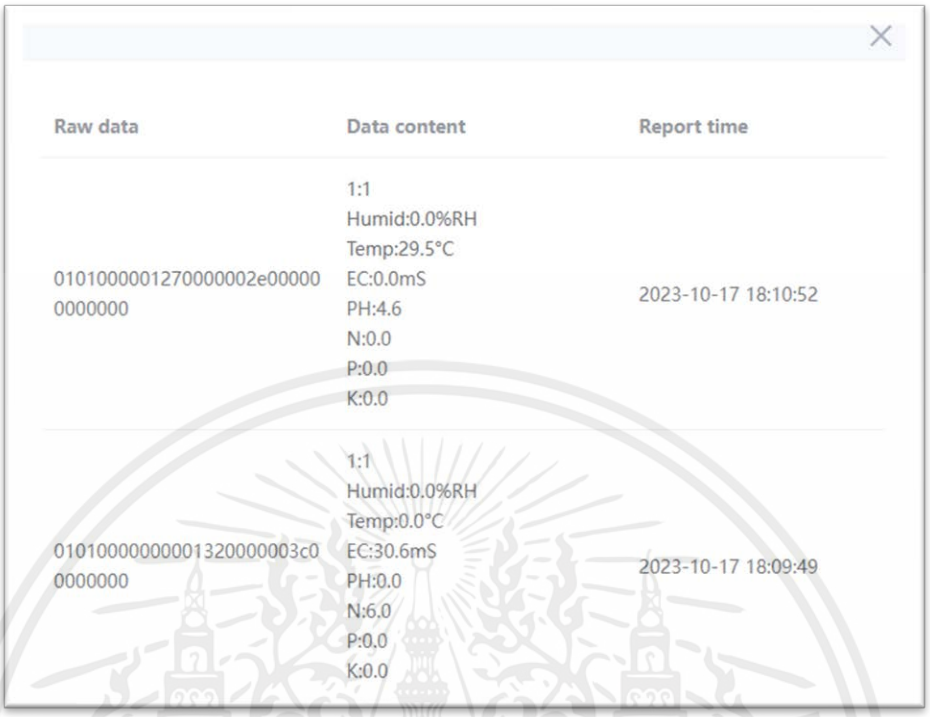


รูปที่ 4.46 แสดงตัวอย่างโค้ดการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด



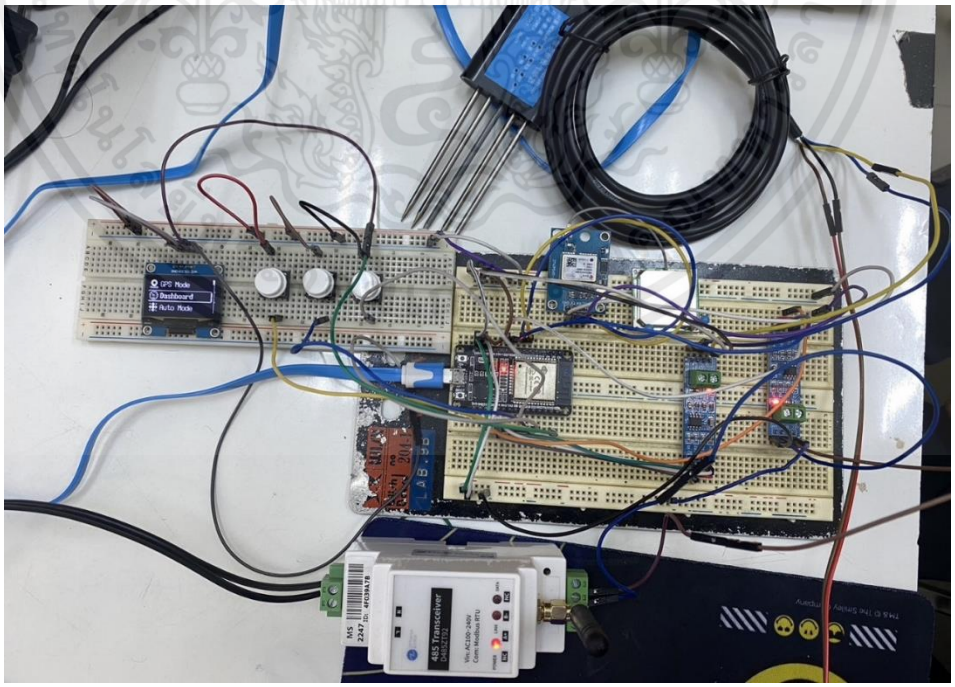
รูปที่ 4.47 แสดงผลลัพธ์จาก Serial Monitor ที่ได้จากการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Raw data	Data content	Report time
0101000001270000002e00000000000	1:1 Humid:0.0%RH Temp:29.5°C EC:0.0mS PH:4.6 N:0.0 P:0.0 K:0.0	2023-10-17 18:10:52
0101000000000132000003c00000000	1:1 Humid:0.0%RH Temp:0.0°C EC:30.6mS PH:0.0 N:6.0 P:0.0 K:0.0	2023-10-17 18:09:49

รูปที่ 4.48 แสดงผลลัพธ์จาก ZETA Server ที่ได้จากการทำงานร่วมกันของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด

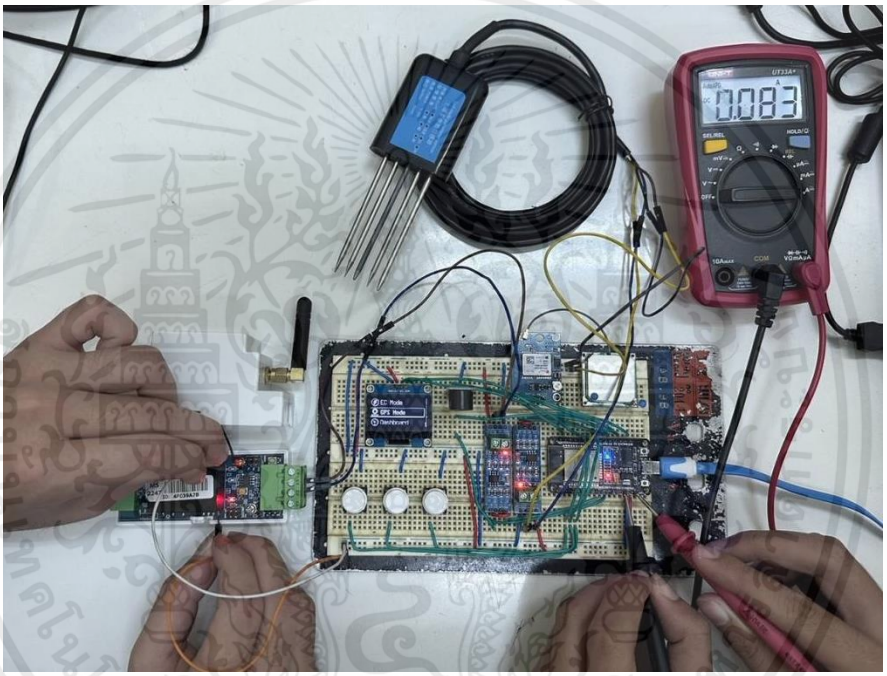


รูปที่ 4.49 แสดงตัวอย่างการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลเซนเซอร์ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

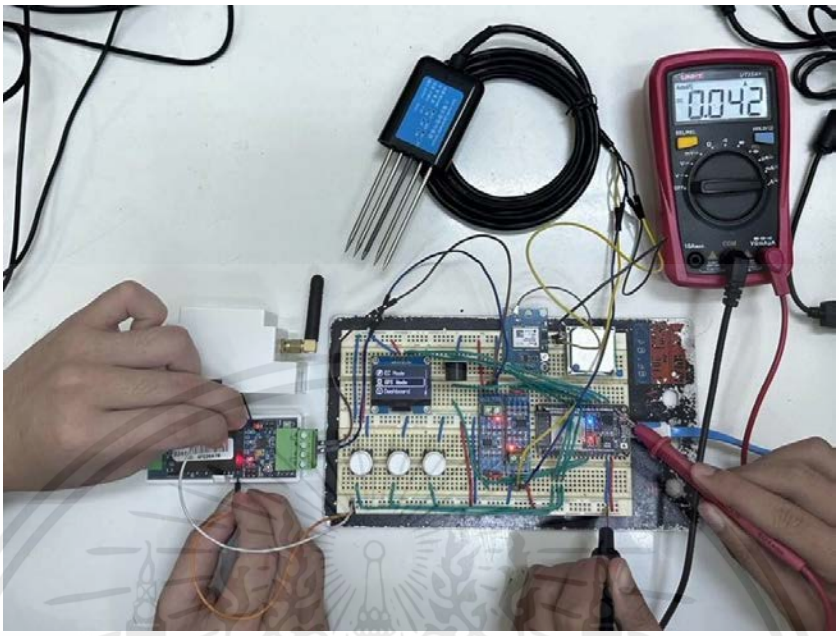
4.1.15 ทดสอบการจ่ายไฟของระบบด้วย USB จากคอมพิวเตอร์

ทดสอบจ่ายไฟให้กับระบบ โดยใช้การจ่ายไฟด้วย USB จากคอมพิวเตอร์ ซึ่งจะทำการทดสอบโดยการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ที่ ESP32 ทำการจ่ายออกมาให้กับโมดูลต่างๆ ภายในระบบ จากการทดสอบจะเห็นได้ว่ากระแสไฟที่ ESP32 ใช้ โดยใช้แหล่งจ่าย USB จากคอมพิวเตอร์ จากการทดสอบสามารถการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output 5V ได้ 83 mA และ Output 3.3V ได้ 42 mA แสดงดังรูปที่ 4.50-4.51



รูปที่ 4.50 แสดงการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output 5V โดยใช้แหล่งจ่าย USB จากคอมพิวเตอร์

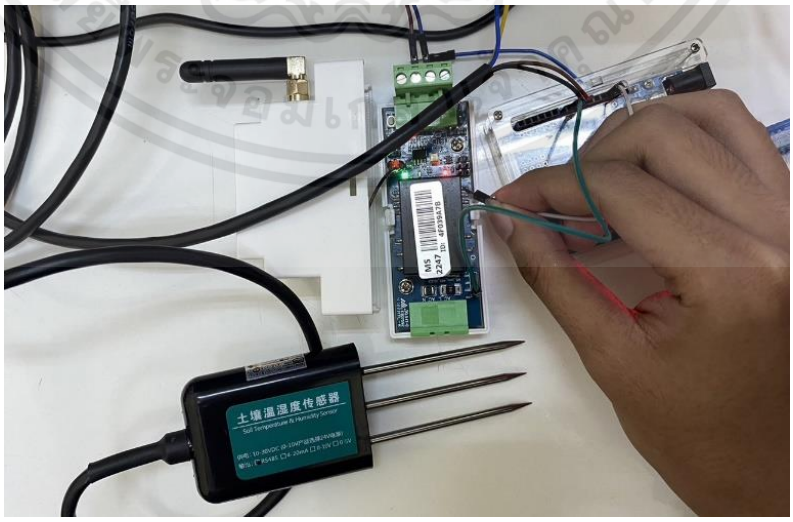
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.51 แสดงการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output 3.3V โดยใช้แหล่งจ่าย USB จากคอมพิวเตอร์

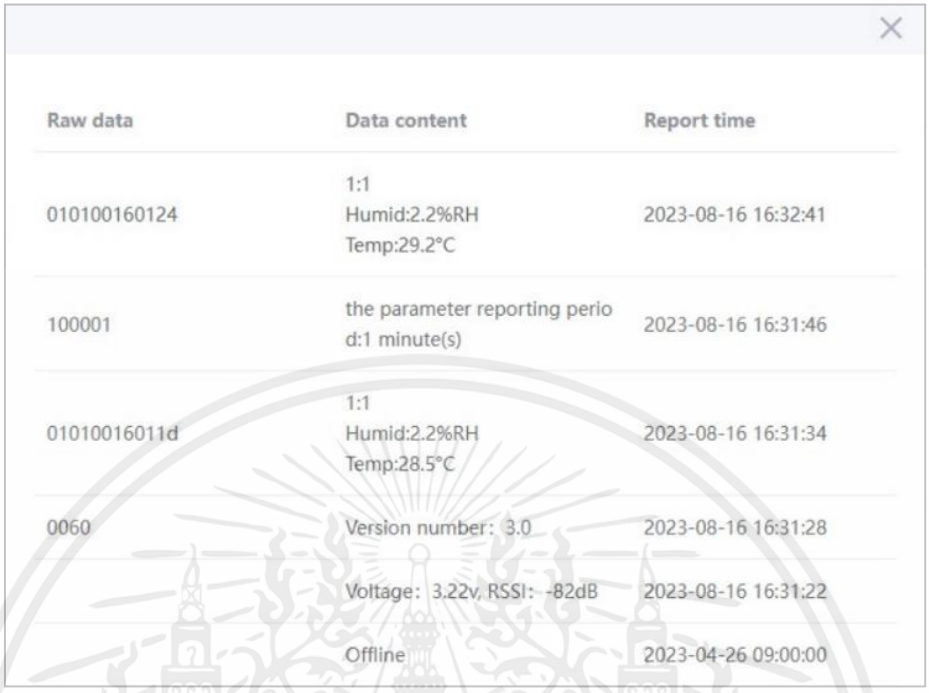
4.1.16 ทดสอบการทำงานของ 485 Transceiver โดยการใช้ไฟกระแสตรงเป็นไฟเลี้ยง

จากการทดสอบการทำงานของ 485 Transceiver โดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 5V และทำการตรวจสอบผ่าน ZETA server จะพบว่าเซนเซอร์สามารถทำงานได้ปกติตามผลลัพธ์ที่ผู้จัดทำต้องการ แสดงผลดังรูปที่ 4.52-4.53



รูปที่ 4.52 แสดงตัวอย่างการทดสอบใช้ไฟฟ้ากระแสตรงกับ 485 Transceiver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Raw data	Data content	Report time
010100160124	1:1 Humid:2.2%RH Temp:29.2°C	2023-08-16 16:32:41
100001	the parameter reporting perio d:1 minute(s)	2023-08-16 16:31:46
01010016011d	1:1 Humid:2.2%RH Temp:28.5°C	2023-08-16 16:31:34
0060	Version number: 3.0	2023-08-16 16:31:28
	Voltage: 3.22v, RSSI: -82dB	2023-08-16 16:31:22
	Offline	2023-04-26 09:00:00

รูปที่ 4.53 แสดงตัวอย่างผลลัพธ์ที่แสดงบน ZETA server

4.1.17 ทดสอบการใช้ไฟเลี้ยงของระบบโดยใช้แบตเตอรี่ 18650

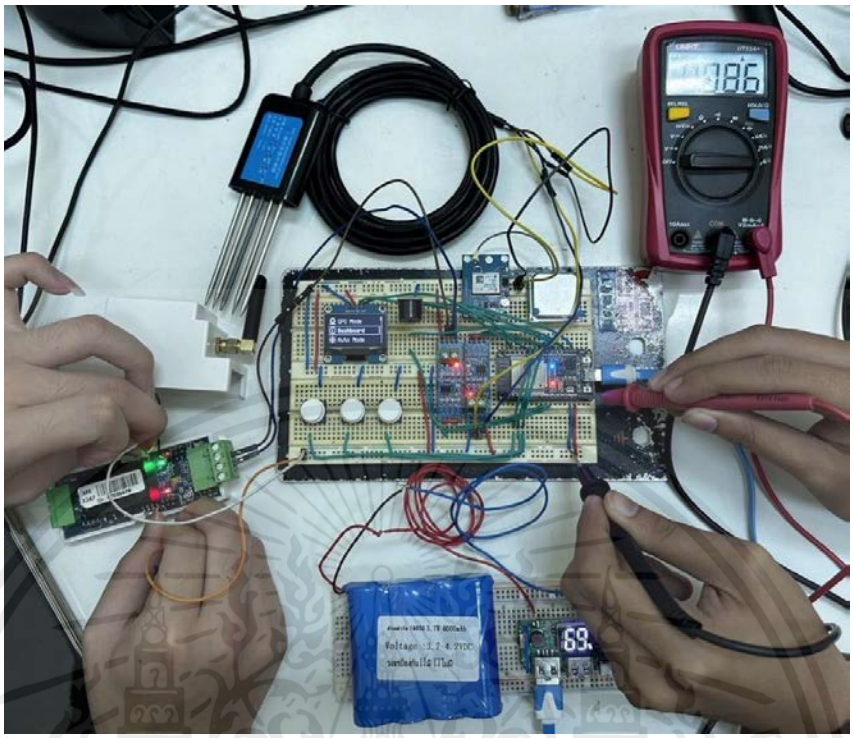
ทดสอบจ่ายไฟให้กับระบบ โดยใช้การจ่ายไฟด้วยแบตเตอรี่ 18650 ขนาดความจุ 8000 mAh ซึ่งจะทำการทดสอบโดยการตรวจวัดกระแสไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ที่ ESP32 ทำการจ่ายออกมาให้กับโมดูลต่างๆภายในระบบ จากการทดสอบสามารถการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output 5V ได้ 86 mA และ Output 3.3V ได้ 43 mA

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่ากระแสไฟที่ ESP32 ใช้ โดยใช้แหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่ 18650 และแหล่งจ่าย USB จากคอมพิวเตอร์มีค่าใกล้เคียงกัน ซึ่งสาสามารถสรุปได้ว่าสามารถใช้แหล่งจ่ายจากแบตเตอรี่ 18650 แทนการใช้แหล่งจ่ายไฟด้วย USB จากคอมพิวเตอร์ แสดงดังตารางที่ 4.1 และรูปที่ 4.54-4.55

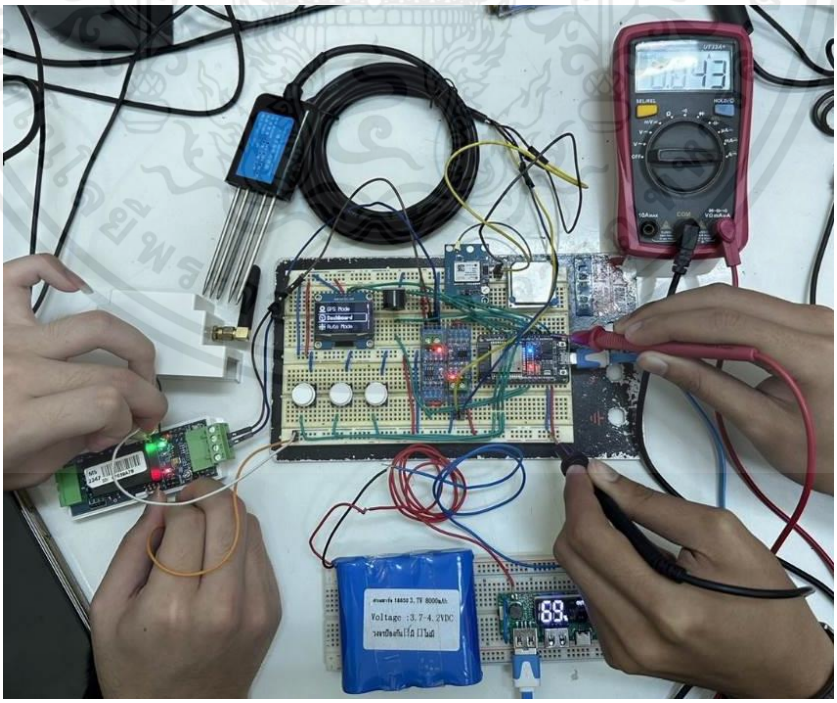
ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงการทดสอบการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output ของ ESP32

แหล่งจ่ายไฟ	กระแสไฟฟ้าที่วัดได้ที่ ESP32	
	Output 5V (mA)	Output 3.3V (mA)
USB จากคอมพิวเตอร์	83	42
แบตเตอรี่ 18650	86	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.54 แสดงการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output 5V โดยใช้แหล่งจ่ายแบตเตอรี่ 18650

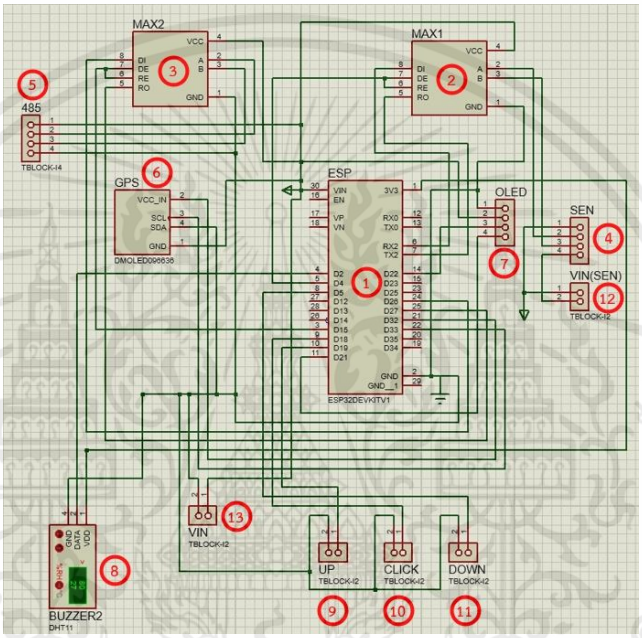


รูปที่ 4.55 แสดงการวัดกระแสไฟฟ้าจาก Output 3.3V โดยใช้แหล่งจ่ายแบตเตอรี่ 18650

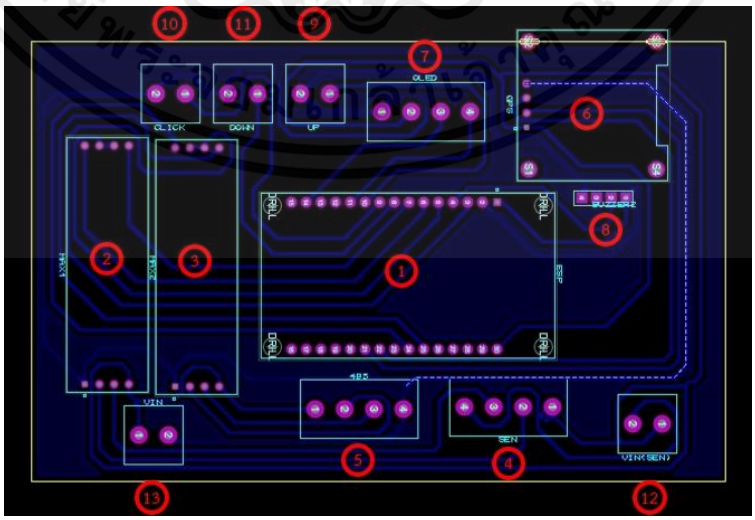
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.18 จัดทำแผงวงจร PCB

ทำการออกแบบและจัดทำแผนวงจร PCB ในที่นี้ใช้โปรแกรม Proteus 8 Professional version 16 โดยทำการต่อ Schematic Circuit ของระบบทุกตัวเข้าด้วยกันตามที่ได้ออกแบบมาข้างต้น ซึ่งอาจมีการใช้อุปกรณ์ชนิดอื่นทดแทนอุปกรณ์ที่ไม่สามารถหาได้ พร้อมกับจัดทำ PCB Layout เพื่อทำการกัดปริ้นลงแผ่น PCB แสดงดังรูปที่ 4.56-4.57



รูปที่ 4.56 แสดง Schematic Circuit ของระบบ



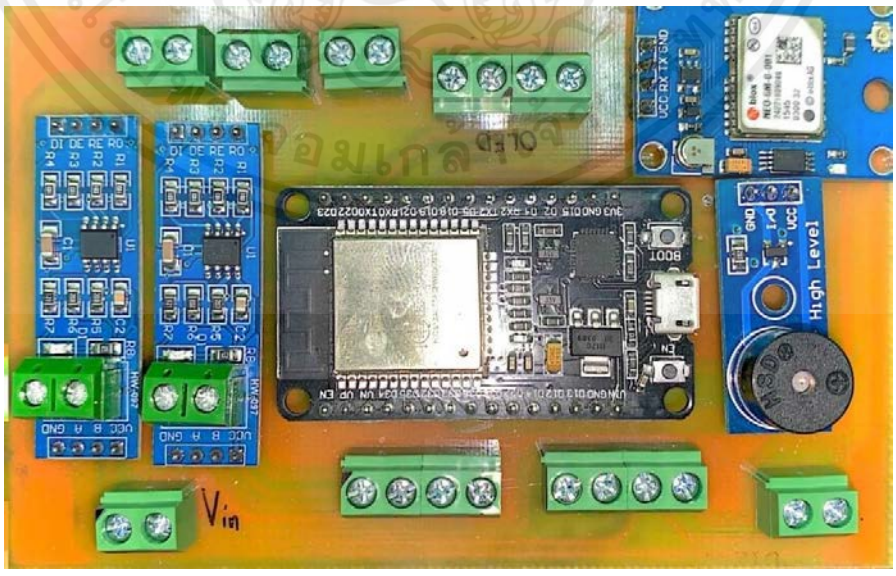
รูปที่ 4.57 แสดง PCB Layout ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วยอุปกรณ์ดังนี้

1. ESP32
2. MAX 485 Module (1)
3. MAX 485 Module (2)
4. Soil Sensor
5. 485 Transceiver
6. GPS Module
7. OLED Display Module
8. Buzzer Module
9. Button Module (Up)
10. Button Module (Click)
11. Button Module (Down)
12. VIN (Sensor)
13. VIN (System)

ขั้นตอนต่อไปเมื่อทำการออกแบบและจัดทำ PCB Layout เรียบร้อย ทำการกัดปริ้นลงในแผ่น PCB พร้อมกับทำการเจาะรูเพื่อทำการประกอบอุปกรณ์ทั้งหมดลงในแผ่น PCB แสดงดังรูปที่ 4.58



รูปที่ 4.58 แสดงแผงวงจร PCB ของระบบ

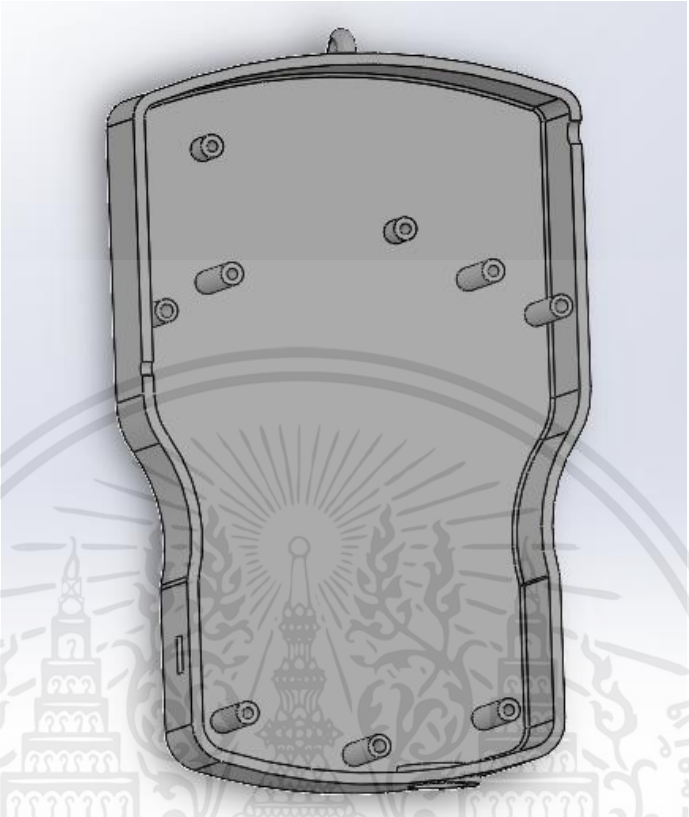
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.19 จัดทำอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานจากโปรแกรม SOLIDWORKS

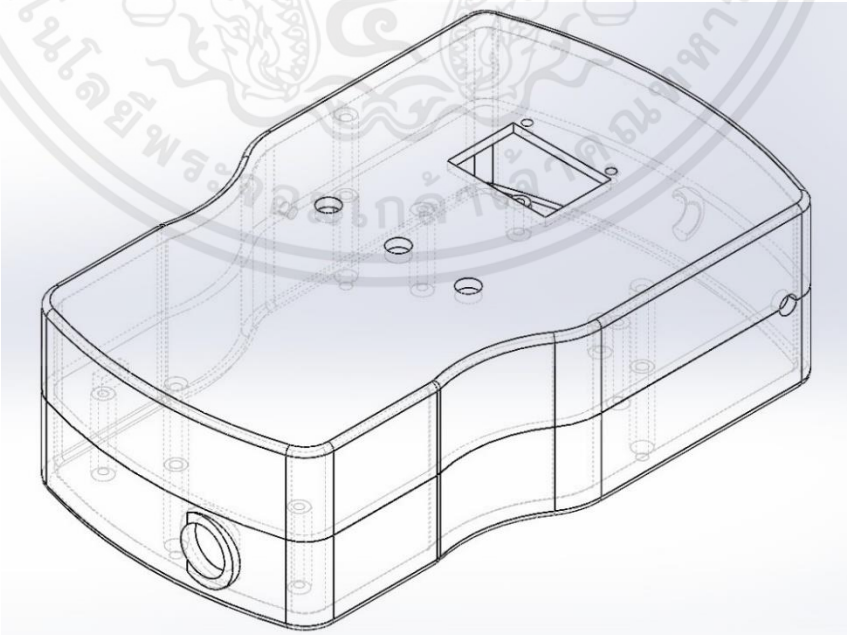
จัดทำอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานในที่นี้ใช้โปรแกรม SOLIDWORKS 2020 ในที่นี้ทำการแบ่งการออกแบบโมเดลของอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานเป็นส่วนบนและส่วนล่าง โดยออกแบบให้มีขนาดด้านบนกว้าง 120 ซม. ด้านล่างกว้าง 100 ซม. ยาว 190 ซม. สูง 5 ซม. ความหนากล่อง 3 มม. และมีการใช้คุณสมบัติต่างๆทำรูสำหรับหน้าจอ OLED, รูสำหรับสวิตซ์, รูชาร์จไฟ, รูต่ออุปกรณ์เซนเซอร์, รูเสาอากาศ Transceivers และรูเสาอากาศ GPS จากนั้นทำการสร้าง Assembly ประกอบส่วนบนและส่วนล่างเข้าด้วยกัน เพื่อทำการเช็คความสมบูรณ์ของโมเดล 3D ที่ได้ออกแบบมา สุดท้ายทำการจัดทำอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานโดยใช้เครื่องพิมพ์ 3D แสดงดังรูปที่ 4.59-4.62

รูปที่ 4.59 แสดงการออกแบบโมเดลของอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

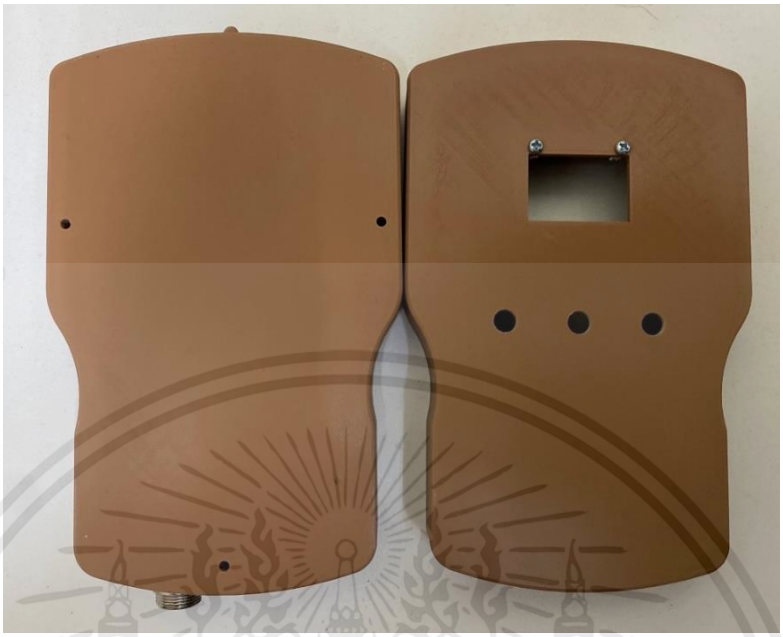


รูปที่ 4.60 แสดงการออกแบบโมเดลของอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานส่วนล่าง



รูปที่ 4.61 แสดงการรวม (Assemble) ชิ้นงานส่วนบนและชิ้นงานส่วนล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

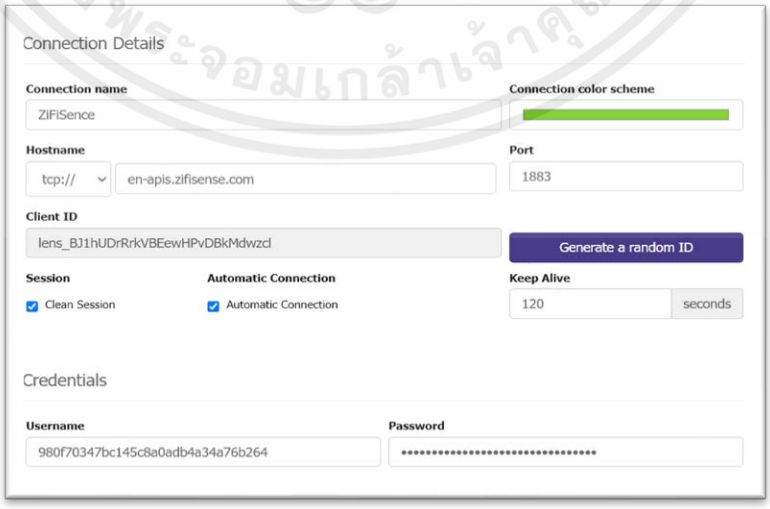


รูปที่ 4.62 แสดงอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานส่วนบนและส่วนล่าง

4.2 ทดสอบการทำงานของระบบในส่วนซอฟต์แวร์

4.2.1 ทดสอบการทำงานของ Protocol MQTT ด้วยโปรแกรม MQTTlens

ในการทดสอบนี้จะใช้ Protocol MQTT ผ่านโปรแกรม MQTTlens ในการ Subscribe หัวข้อที่ต้องการด้วยการจับข้อมูลที่เข้ามายัง Internet ผ่าน Gateway ซึ่งในการเชื่อมต่อจำเป็นต้องมี Hostname, Port, Username, Password ดังรูปที่ 4.63



รูปที่ 4.63 การตั้งค่าการเชื่อมต่อของโปรแกรม MQTTlens

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเชื่อมต่อเสร็จแล้วจากนั้นทำการใส่ Topic หรือหัวข้อของข้อมูลที่ผู้จัดทำต้องการจะ Subscribe ซึ่งผลที่ได้คือ สามารถ Subscribe ข้อมูลที่ต้องการได้ และข้อมูลที่ได้จะเป็นรูปแบบ JSON ซึ่งจะเป็นรูปแบบข้อมูลแบบ Key : Value ดังรูปที่ 4.64

รูปที่ 4.64 ตัวอย่างข้อมูลที่สามารถ Subscribe ได้

4.2.2 ทดสอบการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ที่เขียนด้วยภาษา Python

ในการทดสอบนี้จะทำการจับข้อมูลของ Protocol MQTT ที่ได้ออกแบบไว้ในโปรแกรม Visual Studio Code ด้วยภาษา Python ซึ่งการจะใช้การเชื่อมต่อจำเป็นต้องใช้ Library ที่มีชื่อว่า Paho-MQTT และต้องมีการระบุ Broker, Username, Password, Port และ Topic ที่ต้องการจะ Subscribe โค้ดการเชื่อมต่อ Protocol MQTT โดยใช้ภาษา Python ดังรูปที่ 4.65

```python
import paho.mqtt.client as mqtt
import pymysql
import json
import datetime

# MQTT configuration
broker_url = "en-apis.zifisense.com"
broker_port = 1883
topic1 = "980f70347bc145c8a0adb4a34a76b264/jll/property/ms/4f030b39/updata" #topic ของ Air_temp
topic2 = "980f70347bc145c8a0adb4a34a76b264/jll/property/ms/4f039a97/updata" #topic ของ RS485
# Connect to MQTT broker and subscribe to topic
client = mqtt.Client()
client.username_pw_set(username=username, password=password)
client.connect(broker_url, broker_port)
client.subscribe(topic1)
client.subscribe(topic2)
```

รูปที่ 4.65 โค้ดการเชื่อมต่อ Protocol MQTT โดยใช้ภาษา Python

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการเชื่อมต่อเรียบร้อย และมีการ Subscribe หัวข้อที่ถูกต้องจะได้รับข้อมูลที่ต้องการ จากนั้นจะทำการเก็บข้อมูลไว้ใช้ในส่วนต่อๆไป ตัวอย่างข้อมูลที่ได้รับจากการ Subscribe ดังรูปที่ 4.66

รูปที่ 4.66 ตัวอย่างข้อมูลที่ได้รับจากการ Subscribe

4.2.3 ทดสอบการแปลงค่าที่ได้จาก Protocol MQTT

ในการทดสอบนี้จะทำการแปลงข้อมูลที่ได้รับจากการใช้ Protocol MQTT ในการจับข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ได้รับมาและต้องการแปลงจะอยู่ในรูปแบบของเลขฐาน 16 ซึ่งมีทั้งอุณภูมิและความชื้นอยู่ในข้อมูลเดียวกัน ผู้จัดทำจึงต้องการแยกข้อมูลออกเป็นส่วนๆและทำการแปลงข้อมูลจากเลขฐาน 16 เป็นข้อมูลเลขฐาน 10 โดยใช้การเขียนโปรแกรมภาษา Python โดยโค้ดเงื่อนไขในการแยกส่วนข้อมูลเพื่อทำการแปลงค่าแสดงดังรูปที่ 4.67 และตัวอย่างข้อมูลที่ทำการแปลงค่าเสร็จเรียบร้อยแสดงดังรูปที่ 4.68

```python
def Air_temp_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[3:] # ตัดเลข 3 หลักข้างหน้าออก
  temp = number_str[0:3]
  temp_dec = (int(temp,16)/10)
  return temp_dec

def Air_humid_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[3:]  # ตัดเลข 3 หลักข้างหน้าออก
  humid = number_str[3:]
  humid_dec = int(humid,16)
  return humid_dec
```

รูปที่ 4.67 โค้ดเงื่อนไขในการแยกส่วนข้อมูลเพื่อทำการแปลงค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
15  data = "010103e600e7"
16  print("data before convert = ", data)
17  temp_convert = Soil_temp_convert(data)
18  print("temp after convert = ",temp_convert)
19  humid_convert = Soil_humid_convert(data)
20  print("humid after convert = ",humid_convert)
```

```
PROBLEMS  OUTPUT  DEBUG CONSOLE  TERMINAL

PS C:\xampp\htdocs\preproject last last> & C:/python/python.exe "c:/xampp/htdocs/preproject last last/test001.py"
data before convert =  010103e600e7
temp after convert =  23.1
humid after convert =  99.8
PS C:\xampp\htdocs\preproject last last>
```

รูปที่ 4.68 ตัวอย่างข้อมูลที่ทำการแปลงค่าเสร็จเรียบร้อย

4.2.4 ทดสอบการเชื่อมต่อ Protocol MQTT กับ Database

ในการทดสอบนี้แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง Protocol MQTT ที่เขียนโปรแกรมขึ้นด้วยภาษา Python กับ Database ที่ได้สร้างขึ้น โดยจำเป็นจะต้องใช้ Library Pymysql ในการเชื่อมต่อ ซึ่งจะต้องระบุ Host, Port, Username, Password และชื่อของ Database ให้ถูกต้อง ดังรูปที่ 4.69

```
MySQL.py > ...
1   import paho.mqtt.client as mqtt
2   import pymysql
3   import json
4   import datetime
5
6   # MySQL configuration
7   db = pymysql.connect(
8       host="containers-us-west-153.railway.app",
9       port=6300,
10      user="root",
11      password="2z3BskkBbvcnhQN6h445",
12      database="railway"
13  )
14  cursor = db.cursor()
```

รูปที่ 4.69 โค้ดการเชื่อมต่อกับ Database โดยใช้ภาษา Python

ผลที่ได้เมื่อทำการ Run โปรแกรมคือ โปรแกรมไม่มีอะไรผิดพลาดสามารถทำงานต่อได้ และสามารถเชื่อมต่อกับ Database ที่ได้ทำการใส่ข้อมูลไว้ข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

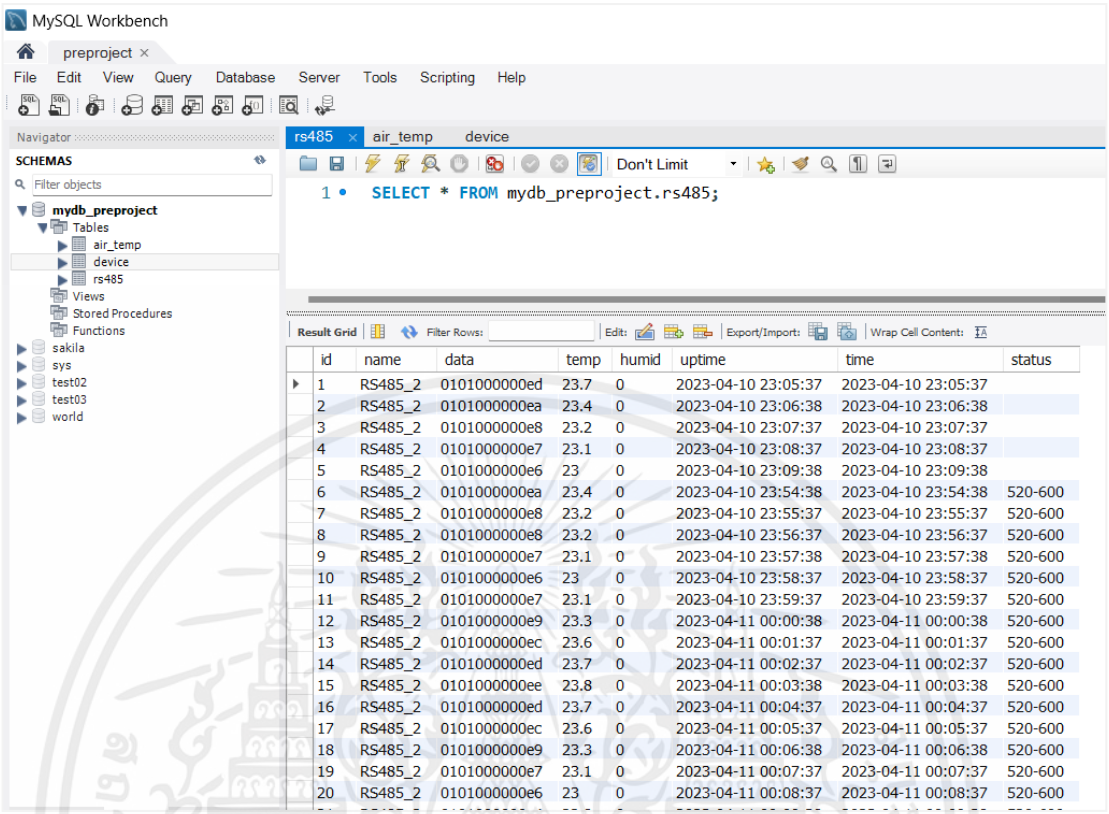
4.2.5 ทดสอบการเก็บข้อมูลที่ได้ลงฐานข้อมูล

ในการทดสอบการเก็บข้อมูลลง Database โดยใช้โปรแกรมภาษา Python ที่ได้ทำการออกแบบไว้สำหรับ Protocol MQTT และใช้ Library Pymysql ในการเชื่อมต่อกับ Database ซึ่งในการเก็บข้อมูลจะทำการเก็บทุกครั้งที่ Protocol MQTT สามารถจับข้อมูลได้ตามหัวข้อที่ได้ Subscribe ไว้ ในการเก็บข้อมูลของแต่ละเซนเซอร์จะถูกแยกออกจากกันตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ดังรูปที่ 4.70 และเมื่อแปลงค่าเสร็จแล้วจะถูกนำไปเก็บไว้ใน MySQL Database ดังรูปที่ 4.71

```python
#ฟังชันก์การแยกเก็บข้อมูลลง Database เมื่อ mqtt จับข้อมูลได้
def on_message(client, userdata, message):
    payload = message.payload.decode('utf-8')
    data = json.loads(payload)
    sql = "INSERT INTO device (name, data, temp, humid, uptime) VALUES (%s, %s, %s, %s, %s)" #ชื่อ column
    sql2 = "INSERT INTO rs485 (name, data, temp, humid, uptime, status) VALUES (%s, %s, %s, %s, %s, %s)" #ชื่อ column
    sql3 = "INSERT INTO air_temp (name, data, temp, humid, uptime) VALUES (%s, %s, %s, %s, %s)" #ชื่อ column
    values1 = data["deviceAlias"]
    values2 = data["data"]
    if values1 == "temp_humid_1":
        air_temp = Air_temp_convert(values2)
        air_humid = Air_humid_convert(values2)
        values3 = data["upTime"]
        unix_timestamp = int(values3) #ทำการแปลงค่า upTime
        datetime_obj = datetime.datetime.fromtimestamp(unix_timestamp / 1000)
        datetime_str = datetime_obj.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')
        values = (values1,values2,air_temp,air_humid,datetime_str)
        cursor.execute(sql, values)  # insert data to MySQL
        cursor.execute(sql3, values)  # insert data to MySQL
    else:
        soil_temp = Soil_temp_convert(values2)
        soil_humid = Soil_humid_convert(values2)
        status = Soil_humid_status_convert(values2)
        values3 = data["upTime"]
        unix_timestamp = int(values3) #ทำการแปลงค่า upTime
        datetime_obj = datetime.datetime.fromtimestamp(unix_timestamp / 1000)
        datetime_str = datetime_obj.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')
        values = (values1,values2,soil_temp,soil_humid,datetime_str,status)
        values4 = (values1,values2,soil_temp,soil_humid,datetime_str)
        cursor.execute(sql, values4)  # insert data to MySQL
        cursor.execute(sql2, values)  # insert data to MySQL
    db.commit()
    print("Data inserted to MySQL")
```

รูปที่ 4.70 โค้ดการแยกเก็บข้อมูลลง Database เมื่อ Protocol MQTT จับข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



id	name	data	temp	humid	uptime	time	status
1	RS485_2	0101000000ed	23.7	0	2023-04-10 23:05:37	2023-04-10 23:05:37	
2	RS485_2	0101000000ea	23.4	0	2023-04-10 23:06:38	2023-04-10 23:06:38	
3	RS485_2	0101000000e8	23.2	0	2023-04-10 23:07:37	2023-04-10 23:07:37	
4	RS485_2	0101000000e7	23.1	0	2023-04-10 23:08:37	2023-04-10 23:08:37	
5	RS485_2	0101000000e6	23	0	2023-04-10 23:09:38	2023-04-10 23:09:38	
6	RS485_2	0101000000ea	23.4	0	2023-04-10 23:54:38	2023-04-10 23:54:38	520-600
7	RS485_2	0101000000e8	23.2	0	2023-04-10 23:55:37	2023-04-10 23:55:37	520-600
8	RS485_2	0101000000e8	23.2	0	2023-04-10 23:56:37	2023-04-10 23:56:37	520-600
9	RS485_2	0101000000e7	23.1	0	2023-04-10 23:57:38	2023-04-10 23:57:38	520-600
10	RS485_2	0101000000e6	23	0	2023-04-10 23:58:37	2023-04-10 23:58:37	520-600
11	RS485_2	0101000000e7	23.1	0	2023-04-10 23:59:37	2023-04-10 23:59:37	520-600
12	RS485_2	0101000000e9	23.3	0	2023-04-11 00:00:38	2023-04-11 00:00:38	520-600
13	RS485_2	0101000000ec	23.6	0	2023-04-11 00:01:37	2023-04-11 00:01:37	520-600
14	RS485_2	0101000000ed	23.7	0	2023-04-11 00:02:37	2023-04-11 00:02:37	520-600
15	RS485_2	0101000000ee	23.8	0	2023-04-11 00:03:38	2023-04-11 00:03:38	520-600
16	RS485_2	0101000000ed	23.7	0	2023-04-11 00:04:37	2023-04-11 00:04:37	520-600
17	RS485_2	0101000000ec	23.6	0	2023-04-11 00:05:37	2023-04-11 00:05:37	520-600
18	RS485_2	0101000000e9	23.3	0	2023-04-11 00:06:38	2023-04-11 00:06:38	520-600
19	RS485_2	0101000000e7	23.1	0	2023-04-11 00:07:37	2023-04-11 00:07:37	520-600
20	RS485_2	0101000000e6	23	0	2023-04-11 00:08:37	2023-04-11 00:08:37	520-600

รูปที่ 4.71 ตัวอย่างการเก็บข้อมูลลงใน MySQL Workbench

4.2.6 ทดสอบการดึงค่าข้อมูลจาก Database มาแสดงผลบน Dashboard

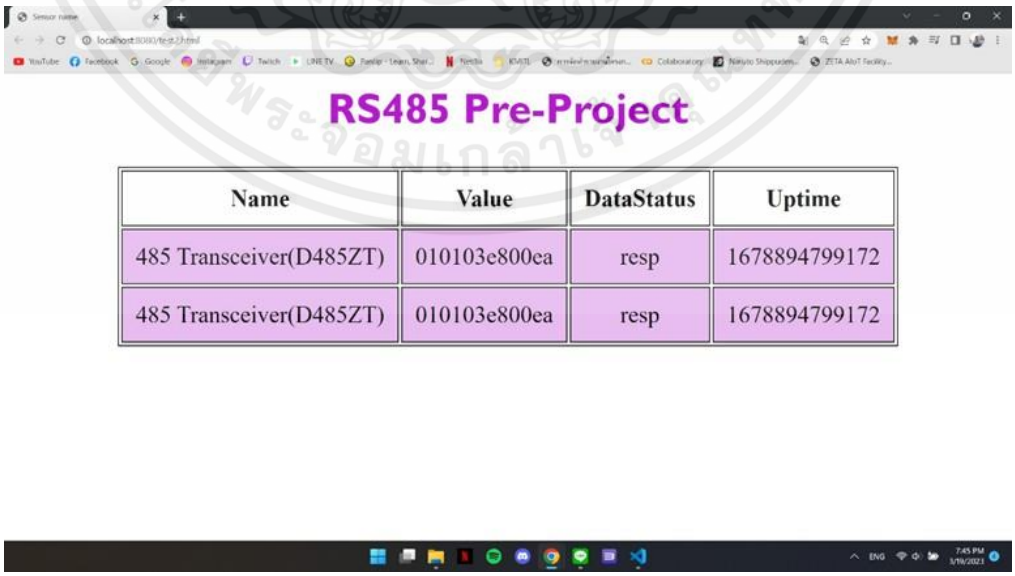
ในการทดสอบนี้ผู้จัดทำแสดงการนำข้อมูลที่ได้เก็บไว้ใน Database มาแสดงผลบนเว็บไซต์ Dashboard ที่ผู้จัดทำเขียนขึ้นโดยใช้ภาษา HTML, JavaScript และCSS แบบเรียลไทม์ โดยการจะนำข้อมูลจาก Database มาใช้รวมกับภาษาเหล่านี้ได้จำเป็นจะต้องใช้ภาษา PHP ในการเชื่อมต่อและเรียกใช้งานกับข้อมูลใน Database ในการแสดงข้อมูลจะแสดงข้อมูลใหม่ทุกครั้งที่มีข้อมูลเข้ามายัง Database โค้ดการเชื่อมต่อและเรียกใช้ข้อมูลจาก Database ด้วยภาษา PHP ดังรูปที่ 4.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```php
<?php
    // เชื่อมต่อ MySQL database
    $servername = "containers-us-west-153.railway.app"; #hostname
    $username = "root";
    $password = "2z3BskkBbvcnhQN6h445";
    $dbname = "railway";
    $port = 6300;
    $conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname, $port);
    if (!$conn) {
        die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
    }
    // ดึงข้อมูลจากตาราง
    $sql = "SELECT * FROM air_temp ORDER BY id DESC LIMIT 1";
    $sql2 = "SELECT * FROM rs485 ORDER BY id DESC LIMIT 1";
    $result = mysqli_query($conn, $sql);
    $result2 = mysqli_query($conn, $sql);
    $result3 = mysqli_query($conn, $sql2);
    $result4 = mysqli_query($conn, $sql2);

    $result5 = mysqli_query($conn, $sql);
    $result6 = mysqli_query($conn, $sql);
    $result7 = mysqli_query($conn, $sql2);
    $result8 = mysqli_query($conn, $sql2);
    $result9 = mysqli_query($conn, $sql2);
?>
```

รูปที่ 4.72 โค้ดการเชื่อมต่อและเรียกใช้ข้อมูลจาก Database ด้วยภาษา PHP

เมื่อทำการ Run โปรแกรมแล้วผลลัพธ์ที่ได้คือ หน้าจอ Dashboard บนเว็บไซต์มีการเรียกใช้และแสดงข้อมูลจาก Database แบบเรียลไทม์เมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามายัง Database ตามคำสั่งที่กำหนดไว้ แสดงดังรูปที่ 4.73



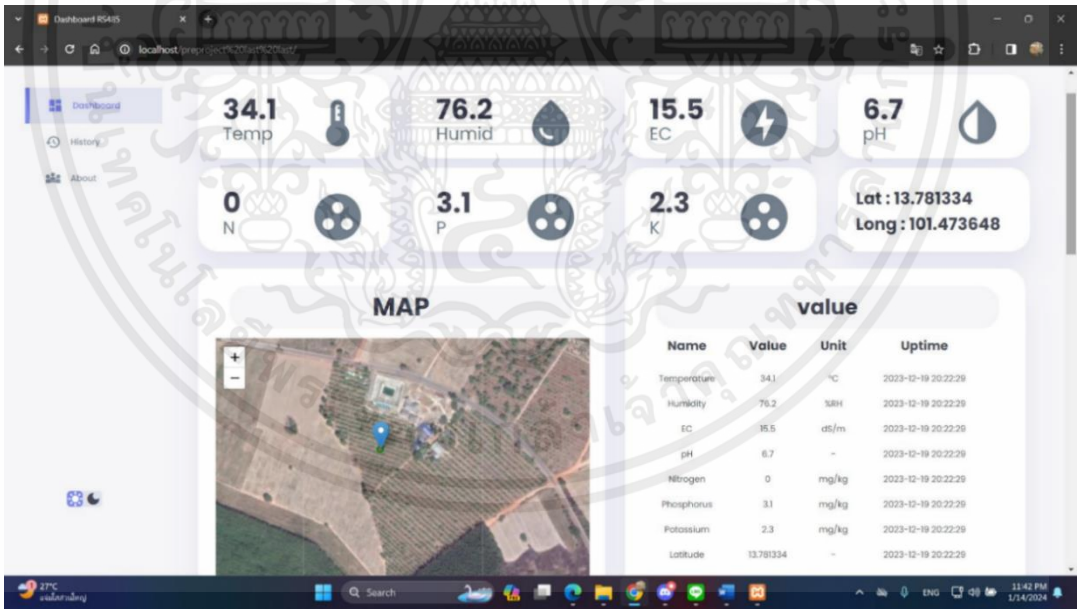
รูปที่ 4.73 ทดสอบการดึงค่าข้อมูลจาก Database มาแสดงผลบน Dashboard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.7 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ 485 Transceiver

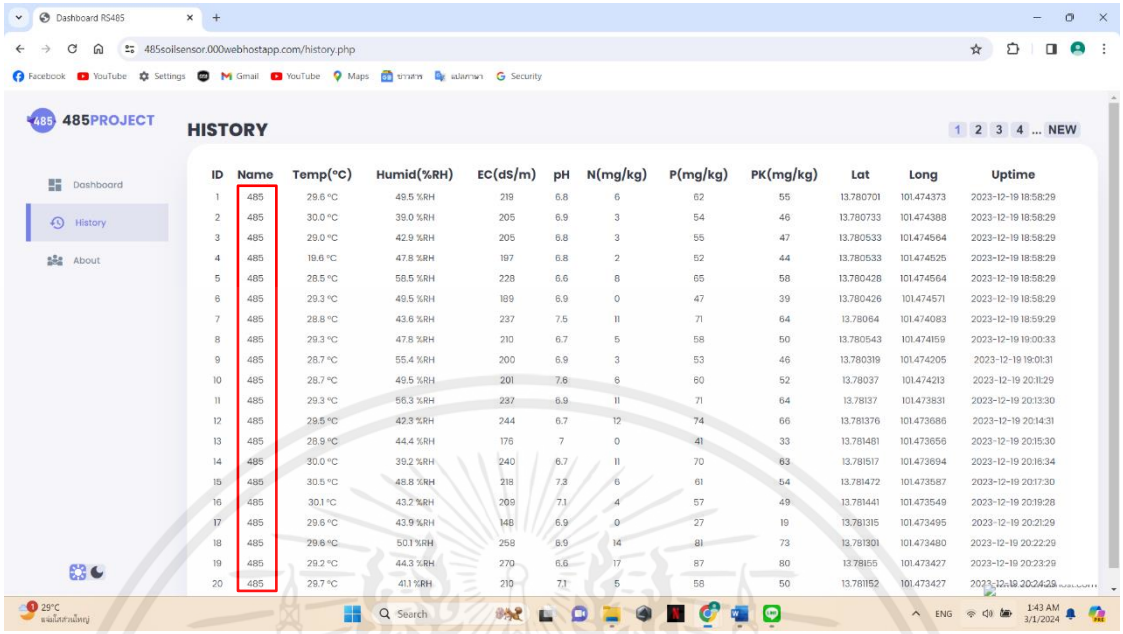
ในการทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard ทำการนำข้อมูลที่ได้เก็บไว้ใน Database มาแสดงผลบนเว็บไซต์ Dashboard ซึ่งเขียนขึ้นโดยใช้ภาษา HTML, JavaScript และ CSS แบบเรียลไทม์ ในที่นี้ใช้ 485 Transceiver ส่งไปยัง Access Point (ZiFiSense ZETA AP Low Power Wide Area Networks) ต่อมา Access Point ส่งข้อมูลที่ได้ขึ้น Server ของ Zifisense ระหว่างนั้นผู้จัดทำได้ใช้ MQTT ดักจับติดตามข้อมูล โดยนำข้อมูลไปเก็บยัง Database การที่จะนำข้อมูลที่ได้มาใช้ร่วมกับภาษา HTML, JavaScript และ CSS จำเป็นต้องใช้ภาษา PHP ในการเชื่อมต่อและเรียกใช้งานกับข้อมูลใน Database สำหรับการแสดงข้อมูล โดยจะแสดงข้อมูลใหม่ทุกครั้งที่มีข้อมูลเข้ามายัง Database

เมื่อทำการ Run โปรแกรมแล้วผลลัพธ์ที่ได้คือ หน้าจอ Dashboard บนเว็บไซต์มีการเรียกใช้และแสดงข้อมูลจาก Database แบบเรียลไทม์เมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามายัง Database ตามคำสั่งที่กำหนดไว้ แสดงดังรูปที่ 4.74-4.75



รูปที่ 4.74 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

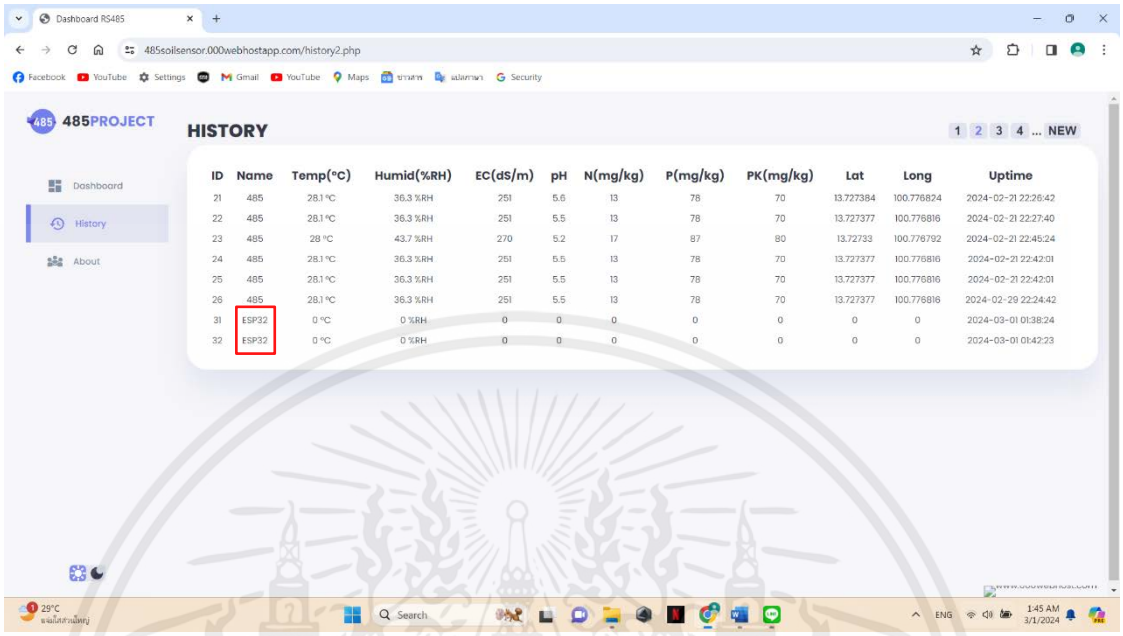


รูปที่ 4.75 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์และย้อนหลัง กรณีใช้ 485 Transceiver

4.2.8 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ ESP32

ในการทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard ทำการนำข้อมูลที่ได้เก็บไว้ใน Database มาแสดงผลบนเว็บไซต์ Dashboard ซึ่งเขียนขึ้นโดยใช้ภาษา HTML, JavaScript และ CSS แบบเรียลไทม์ ในที่นี้ใช้ ESP32 ส่งไปยัง Access Point (โทรศัพท์) ต่อมา Access Point ส่งข้อมูลที่ได้ขึ้น Server ของ Zifisense ระหว่างนั้นผู้จัดทำได้ใช้ MQTT ดักจับติดตามข้อมูล โดยนำข้อมูลไปเก็บยัง Database การที่จะนำข้อมูลที่ได้มาใช้ร่วมกับภาษา HTML, JavaScript และ CSS จำเป็นต้องใช้ภาษา PHP ในการเชื่อมต่อและเรียกใช้งานกับข้อมูลใน Database สำหรับการแสดงข้อมูล โดยจะแสดงข้อมูลใหม่ทุกครั้งที่มีข้อมูลเข้ามายัง Database เมื่อทำการ Run โปรแกรมแล้วผลลัพธ์ที่ได้คือ หน้าจอ Dashboard บนเว็บไซต์มีการเรียกใช้และแสดงข้อมูลจาก Database แบบเรียลไทม์เมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามายัง Database ตามคำสั่งที่กำหนดไว้ แสดงดังรูปที่ 4.76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.76 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Dashboard แบบเรียลไทม์
พร้อมแสดงพิกัด GPS โดยใช้ ESP32

4.2.9 ทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์

การทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web Server โดยใช้ ESP32 ทำหน้าที่เป็น Web Server ซึ่งจะทำการเขียนด้วยโปรแกรม Arduino IDE โดยใช้ Library WebServer.h ในการกำหนดให้มือถือเป็น Access Point ทำการปล่อย Wi-Fi เพื่อให้ ESP32 ที่เชื่อมต่อได้รับ IP Address และเปรียบเสมือนเป็น Client ในการเข้าถึงเว็บไซต์ที่ถูกเขียนขึ้นมาด้วยภาษา HTML ผ่าน IP Address ที่กำหนดในโปรแกรม ภายในเว็บไซต์จะแสดงค่าข้อมูลของเซนเซอร์ทั้งหมด รวมถึงสามารถสั่งการอัปโหลดข้อมูลเข้า Database ผ่านหน้าเว็บไวต์แบบเรียลไทม์ พร้อมกับหน้าจอ OLED Module ที่จะแสดงสถานการณ์เชื่อมต่อ Wi-Fi โดยการส่งข้อมูลจะถูกส่งจาก ESP32 มายังหน้าเว็บไซต์ด้วยการเขียนโปรแกรมภาษา XML ซึ่งจะเห็นได้ว่าข้อมูลสามารถแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์ได้อย่างถูกต้องตามผลลัพธ์ที่ต้องการแสดงดังรูปที่ 4.77-4.80

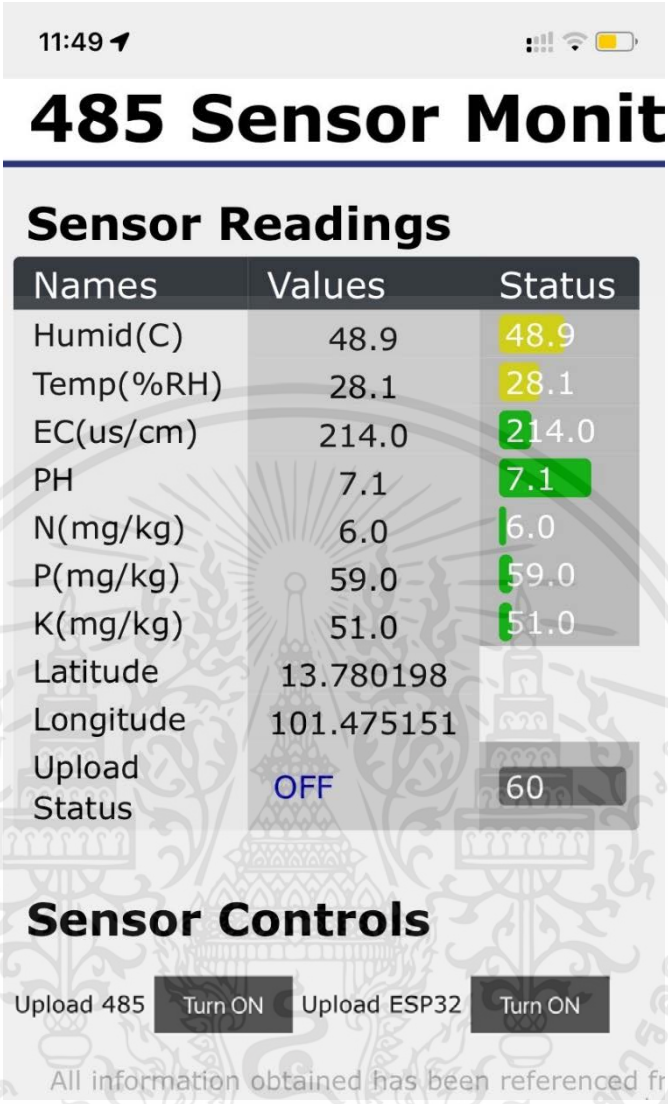
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.77 แสดงสถานการณ์เชื่อมต่อบน OLED Module กรณีที่ยังไม่ถูกเชื่อมต่อ

รูปที่ 4.78 แสดงสถานะการเชื่อมต่อบน OLED Module กรณีที่ถูกเชื่อมต่อ

รูปที่ 4.79 แสดงโค้ดการแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

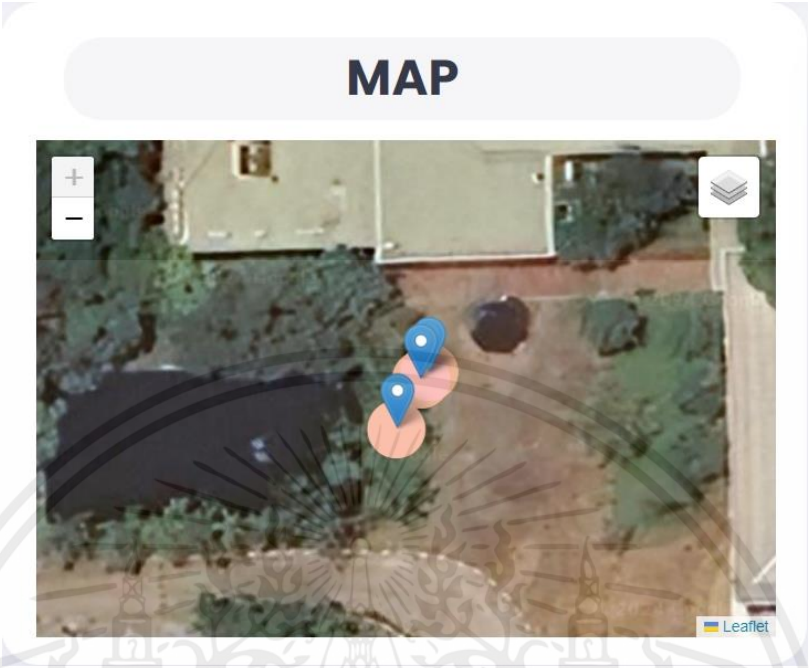


รูปที่ 4.80 แสดงการทดสอบแสดงผลข้อมูลที่ได้บน Web Server ผ่าน ESP32 แบบเรียลไทม์

4.2.10 ทดสอบการทำงานของแผนที่ดิจิตอลบนเว็บไซต์

การทดสอบการทำงานของแผนที่ดิจิตอลแมพ โดยแสดงผลลัพธ์ที่แสดงข้อมูลทั้งหมดในรูปแบบแผนที่ดิจิตอล ในที่นี้จะแสดงเป็นวงรัศมีที่มีสีแตกต่างกันไปตามข้อมูล ได้แก่ ความชื้น, อุณหภูมิ, ความนำไฟฟ้าในดิน, ความเป็นกรดด่าง, ไนโตรเจร, ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม ยิ่งข้อมูลมีค่าสูงสีของวงกลมที่แสดงจะมีความเข้ม หากข้อมูลมีค่าที่ต่ำสีของกลมที่แสดงจะอ่อนลงตามข้อมูล โดยที่สามารถเลือกดูเฉพาะข้อมูลได้ตามความต้องการของผู้ใช้งานแสดงดังรูปที่ 4.81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.81 แสดงการทำงานของแผนที่ดิจิตอลบนเว็บไซต์

4.2.11 ทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว

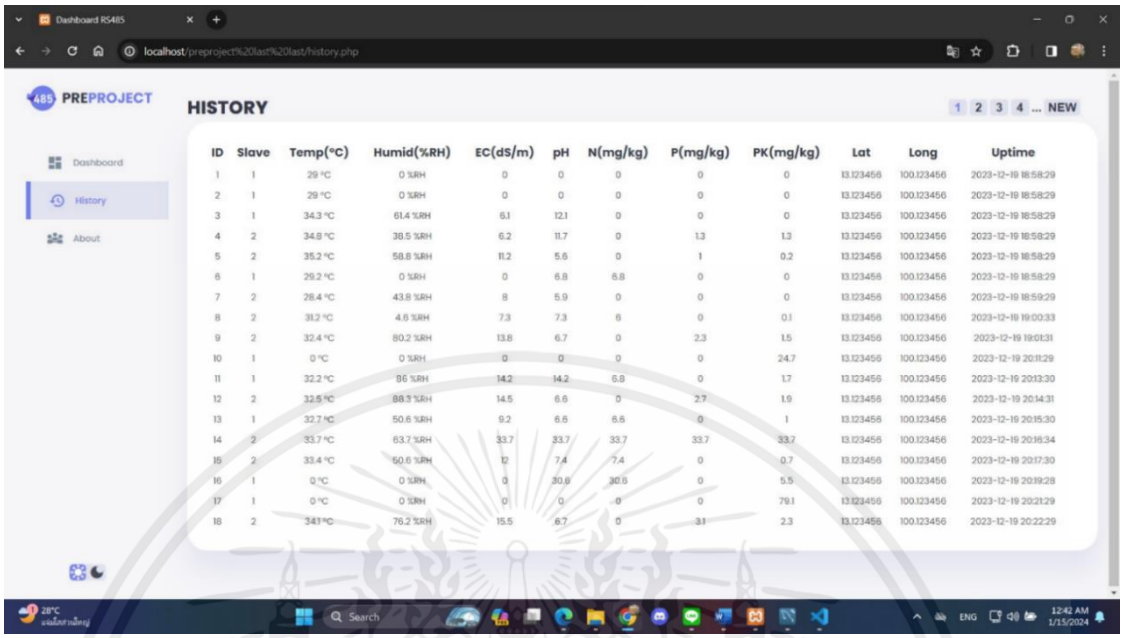
ในการทดสอบนี้ผู้จัดทำทำการจัดเก็บข้อมูลของเซนเซอร์ในกรณีที่มีเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว โดยจะทำการสร้างคอลัมน์ ไว้สำหรับเซนเซอร์ที่มี Slave ID แตกต่างกัน ซึ่งจะแสดงเป็นหมายเลข Slave ID ของเซนเซอร์นั้นๆใน History บน Dashboard แสดงดังรูปที่ 4.82-4.83

Result Grid | Filter Rows: | Edit: | Export/Import: | Wrap Cell Content:

id	slave	data	humid	temp	ec	ph	n	p	k	lat	long	uptime
1	1	0101000001220000003b000000000000	0	29	0	0	0	0	0	13.123456	100.123456	2023-12-19 18:58:29
2	1	0101000001220000003b000000000000	0	29	0	0	0	0	0	13.123456	100.123456	2023-12-19 18:58:29
3	1	0101026601570079003d000000000000	61.4	34.3	6.1	12.1	0	0	0	13.123456	100.123456	2023-12-19 18:58:29
4	2	01010181015c0075003e0000000d000d	38.5	34.8	6.2	11.7	0	1.3	1.3	13.123456	100.123456	2023-12-19 18:58:29
5	2	0101024c0160007000380000000a0002	58.8	35.2	11.2	5.6	0	1	0.2	13.123456	100.123456	2023-12-19 18:58:29
6	1	0101000001240000004400400000000	0	29.2	0	6.8	6.8	0	0	13.123456	100.123456	2023-12-19 18:58:29
7	2	010101b6011c0050003b000000000000	43.8	28.4	8	5.9	0	0	0	13.123456	100.123456	2023-12-19 18:59:29
8	2	0101002e013800490049003c00000001	4.6	31.2	7.3	7.3	6	0	0.1	13.123456	100.123456	2023-12-19 19:00:33
9	2	010103220144008a004300000017000f	80.2	32.4	13.8	6.7	0	2.3	1.5	13.123456	100.123456	2023-12-19 19:01:31
10	1	0101000000000000000000000000f7	0	0	0	0	0	0	24.7	13.123456	100.123456	2023-12-19 20:11:29
11	1	0101035c0142008e008e004400000011	86	32.2	14.2	14.2	6.8	0	1.7	13.123456	100.123456	2023-12-19 20:13:30
12	2	0101037301450091004200000001b0013	88.3	32.5	14.5	6.6	0	2.7	1.9	13.123456	100.123456	2023-12-19 20:14:31
13	1	010101fa0147005c004200420000000a	50.6	32.7	9.2	6.6	6.6	0	1	13.123456	100.123456	2023-12-19 20:15:30
14	2	0101027d01510151015101510151015 1	63.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	33.7	13.123456	100.123456	2023-12-19 20:16:34
15	2	010101fa014e0078004a004a00000007	50.6	33.4	12	7.4	7.4	0	0.7	13.123456	100.123456	2023-12-19 20:17:30
16	1	0101000000000000013201320000037	0	0	0	30.6	30.6	0	5.5	13.123456	100.123456	2023-12-19 20:19:28
17	1	0101000000000000000000000000317	0	0	0	0	0	0	79.1	13.123456	100.123456	2023-12-19 20:21:29
18	2	010102fa0155009b00430000001f0017	76.2	34.1	15.5	6.7	0	3.1	2.3	13.123456	100.123456	2023-12-19 20:22:29
NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL	NULL

รูปที่ 4.82 ทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.83 ทดสอบจัดเก็บฐานข้อมูลในกรณีที่มีการใช้งานเซนเซอร์มากกว่าหนึ่งตัวแสดงผลบน Dashboard

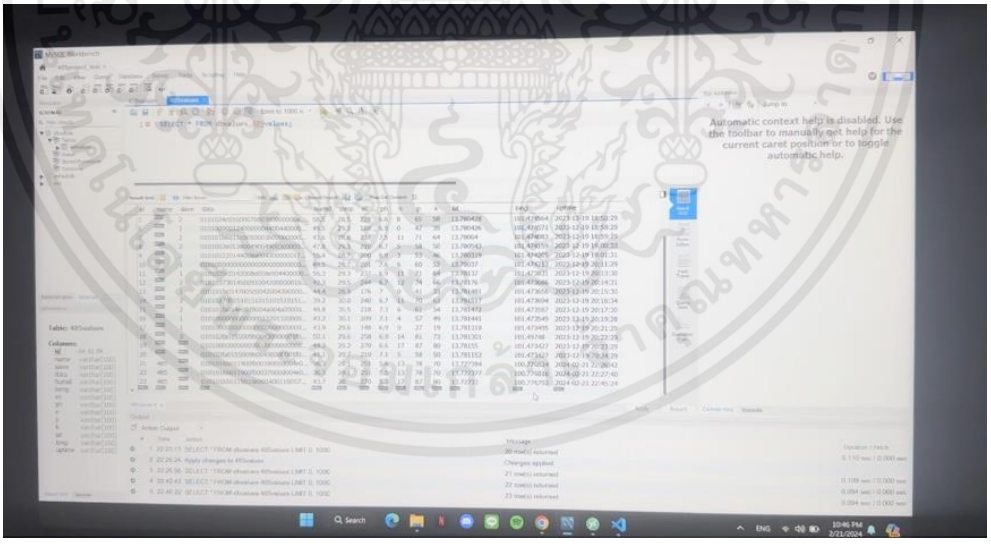
4.3 ทดสอบการทำงานของระบบทั้งหมด

4.3.1 ทดสอบการทำงานของชิ้นงานทั้งระบบ

ในการทดสอบการทำงานของชิ้นงานทั้งระบบ เริ่มต้นด้วยการเชื่อมต่อการทำงานระหว่างแผงวงจร PCB ของระบบ, ZETA 485 Transceiver, OLED Module, GY-NEO-6M GPS Module, Charger Module Board และ Soil Sensor สามารถทำงานร่วมกันและบันทึกข้อมูลลง Database ได้ดังรูปที่ 4.84–4.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.84 แสดงการทำงานระหว่างแผงวงจร PCB ของระบบ, ZETA 485 Transceiver, OLED Module, GY-NEO-6M GPS Module, Charger Module Board และ Soil Sensor

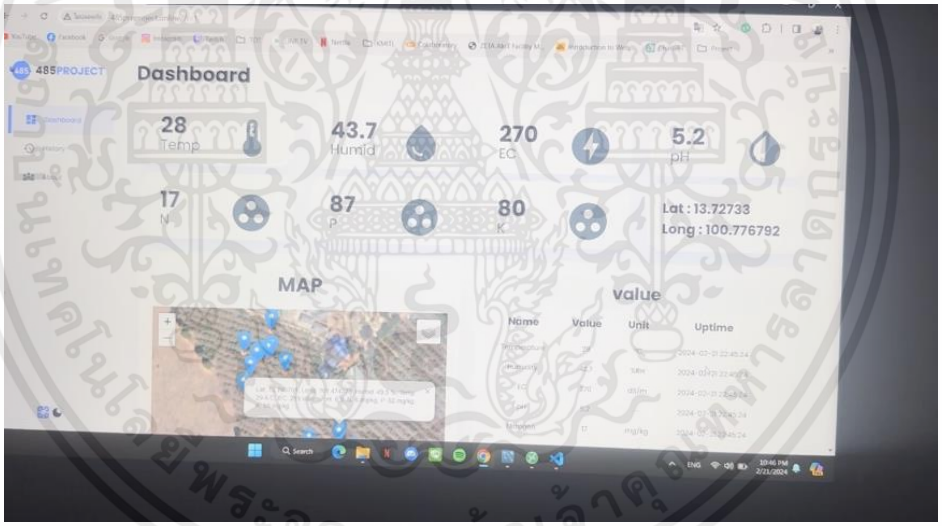


รูปที่ 4.85 แสดงการบันทึกข้อมูลลง Database

ต่อมาทดสอบการแสดงผลบน ESP32 Web Server และ สามารถเรียกใช้และแสดงข้อมูลจาก Database แบบเรียลไทม์ได้เมื่อมีข้อมูลใหม่เข้ามายัง Database ตามคำสั่งที่กำหนดไว้ แสดงดังรูปที่ 4.86-4.87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.86 แสดงผลบน ESP32 Web Server แบบเรียลไทม์



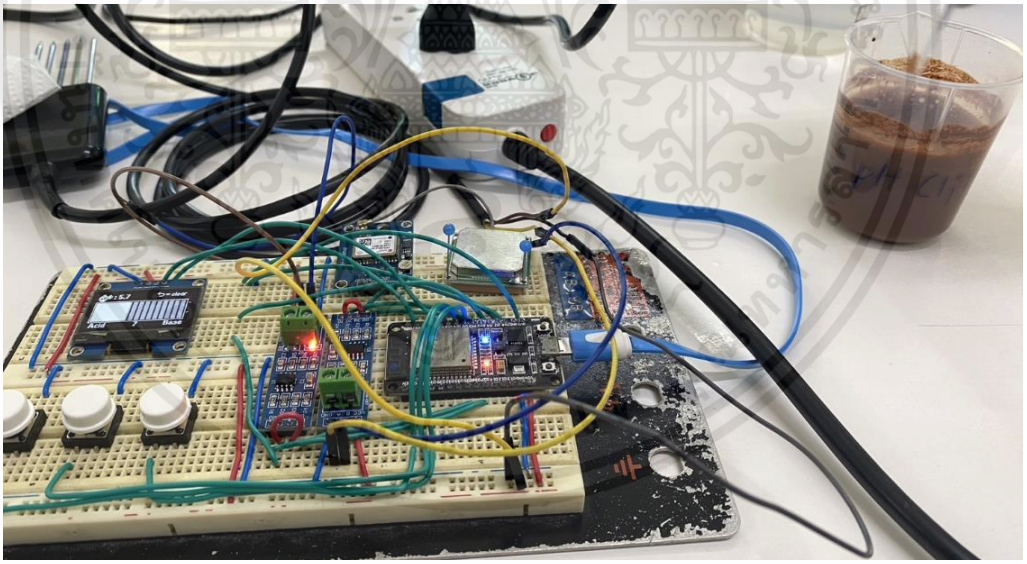
รูปที่ 4.87 แสดงผลบน Dashboard แบบเรียลไทม์

4.3.2 ทดสอบความแม่นยำในการทำงานของเซนเซอร์

ในการทดสอบการใช้งานเซนเซอร์ ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบคุณภาพดินเพื่อตรวจสอบความแม่นยำของเซนเซอร์ โดยแบ่งเป็นการทดสอบจากปฏิกิริยาทางเคมีและทดสอบจากปฏิกิริยาทางไฟฟ้า(จากเซนเซอร์) ดังรูปที่ 4.88-4.89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.88 แสดงผลการทดสอบคุณภาพดินจากปฏิกิริยาทางเคมี



รูปที่ 4.89 แสดงผลการทดสอบคุณภาพดินจากปฏิกิริยาทางไฟฟ้า

จากการทดสอบการใช้งานเซนเซอร์แสดงค่าที่วัดจากการทดสอบจากปฏิกิริยาทางเคมี และทดสอบจากปฏิกิริยาทางไฟฟ้า ได้ผลดังตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงค่าที่วัดจากการทดสอบจากปฏิกิริยาทางเคมีและทดสอบจากปฏิกิริยาทางไฟฟ้า

ค่าที่วัดได้	จากปฏิกิริยาทางเคมี	จากปฏิกิริยาทางไฟฟ้า (จากเซนเซอร์)
การนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครซีเมนส์/ซม.)	112	257
พีเอช	7.17	9.00
ไนโตรเจน (มก./กก.)	29.8	21.0
ฟอสฟอรัส (มก./กก.)	47.8	94.0
โพแทสเซียม (มก./กก.)	43.9	87.0

สามารถแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์วัดจากการทดสอบจากปฏิกิริยาทางเคมีและทดสอบจากปฏิกิริยาทางไฟฟ้าได้ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ตารางแสดงค่าความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์

ค่าที่วัดได้	คลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ (%)
การนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครซีเมนส์/ซม.)	129.46
พีเอช	25.52
ไนโตรเจน (มก./กก.)	29.53
ฟอสฟอรัส (มก./กก.)	96.65
โพแทสเซียม (มก./กก.)	98.18

4.3.3 ทดสอบการทำงานของชิ้นงานในสถานที่จริง

ในการทดสอบการทำงานของชิ้นงานในสถานที่จริง ผู้จัดทำได้นำอุปกรณ์ไปใช้งานกับพื้นที่จริงร่วมกับเกษตรกรในที่นี้เป็นสวนมะม่วง อ้างอิงจากเกษตรกรได้ทำการแบ่งสวนออกเป็น 2 ฝั่ง คือฝั่งที่ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีและเยอะ และฝั่งที่ได้ผลผลิตไม่ดีเท่าและน้อยกว่า ผู้จัดทำได้ทำการสุ่มตรวจสอบคุณภาพดินฝั่งละ 5 ต้น รวมทั้งหมดเป็น 10 ต้น ได้ผลดังตารางที่ 4.4-4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ตารางแสดงค่าที่วัดได้ฝั่งที่ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดีและเยอะทั้ง 5 ต้น

ลำดับที่	ตำแหน่ง	ละติจูด	ลองจิจูด	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	การนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครซีเมนส์/ซม.)	พีเอช	ไนโตรเจน (มก./กก.)	ฟอสฟอรัส (มก./กก.)	โพแทสเซียม (มก./กก.)
1	1	13.780701	101.474373	49.5	29.6	219	6.8	6	62	55
	2	13.780733	101.474388	39	30	205	6.9	3	54	46
2	1	13.780533	101.474564	42.9	29	205	6.8	3	55	47
	2	13.780566	101.474525	47.8	19.6	197	6.8	2	52	44
3	1	13.780428	101.474564	58.5	28.5	228	6.6	8	65	58
	2	13.780426	101.474571	49.5	29.3	189	6.9	0	47	39
4	1	13.780640	101.474083	43.6	28.8	237	7.5	11	71	64
	2	13.780543	101.474159	47.8	29.3	210	6.7	5	58	50
5	1	13.780319	101.474205	55.4	28.7	200	6.9	3	53	46
	2	13.780370	101.474213	49.5	28.7	201	7.6	6	60	52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

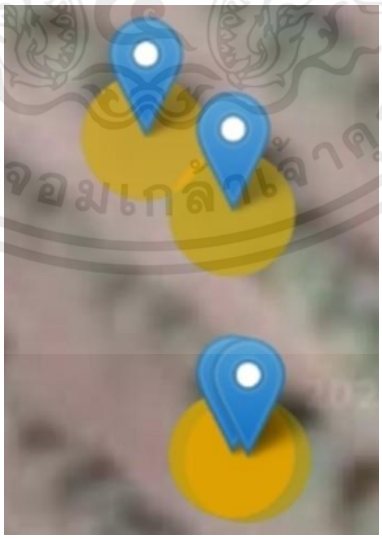
ตารางที่ 4.5 ตารางแสดงค่าที่วัดได้ฝั่งที่ได้ผลผลิตไม่ดีเท่าและน้อยกว่า ทั้ง 5 ต้น

ลำดับที่	ตำแหน่ง	ละติจูด	ลองจิจูด	ความชื้น (%)	อุณหภูมิ (เซลเซียส)	การนำไฟฟ้าของน้ำ (ไมโครซีเมนส์/ซม.)	พีเอช	ไนโตรเจน (มก./กก.)	ฟอสฟอรัส (มก./กก.)	โพแทสเซียม (มก./กก.)
1	1	13.781370	101.473831	56.3	29.3	237	6.9	11	71	64
	2	13.781760	101.473686	42.3	29.5	244	6.7	12	74	66
2	1	13.781481	101.473656	44.4	28.9	176	7	0	41	33
	2	13.781517	101.473694	39.2	30	240	6.7	11	70	63
3	1	13.781472	101.473587	48.8	30.5	218	7.3	6	61	54
	2	13.781441	101.473549	43.2	30.1	209	7.1	4	57	49
4	1	13.781318	101.473495	43.99	29.6	148	6.9	0	27	19
	2	13.781301	101.49748	50.1	29.6	258	6.9	14	81	73
5	1	13.78155	101.473427	44.3	29.2	270	6.6	17	87	80
	2	13.781152	101.473427	41.1	29.7	210	7.1	5	58	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ได้ทำการเก็บข้อมูลพิกัดละติจูด ลองจิจูดรอบสวนเพื่อทำแผนที่ดิจิตอลได้ดังรูปที่ 4.90-4.91

รูปที่ 4.90 แสดงการแผนที่ดิจิตอลของสวนมะม่วง



รูปที่ 4.91 แสดงความเข้ม-อ่อนตามปริมาณของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้มีเป้าหมายเพื่อศึกษามาตรฐานการรับส่งข้อมูลด้วยสัญญาณ RS485 การทำงานของโมดูลเซนเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์ สร้างอุปกรณ์ตรวจสอบคุณภาพของดินอัจฉริยะแบบพกพาได้ ที่สามารถแสดงผลข้อมูลบนหน้าจอ OLED Display และส่งข้อมูลไปแสดงผลบน ZETA Server โดยผู้จัดทำได้ดำเนินการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่าง ZETA Server ไปยัง 485 Transceiver เพื่อศึกษา Modbus Protocol ต่อมาทำการทดสอบการทำงานของโมดูลเซ็นเซอร์ต่างๆ และการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อศึกษาความสามารถและข้อจำกัดต่างๆ ในการทำงาน

จากการทดสอบการทำงานร่วมกันระหว่างโมดูลเซ็นเซอร์ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Soil Sensor 485 และ 485 Transceiver ซึ่งจากการทดสอบจะเห็นได้ว่าระบบมีการอัพเดตข้อมูลไปที่ MQTT Server ผ่านทั้งสองช่องทางคือ 485 Transceiver และ ESP32 ในทุกๆครั้งที่ต้องการและยังสามารถแสดงผลบนหน้าจอ OLED แบบเรียลไทม์ได้พร้อมกัน โดยสามารถทำงานอย่างมีประสิทธิภาพและมีเสถียรภาพที่ดีตามผลลัพธ์ที่ต้องการ อีกทั้งผู้จัดทำได้ทำการออกแบบเครื่องมือตรวจสอบคุณภาพดินแบบพกพาจากหลักการที่นำเสนอมาพร้อมทั้งจัดทำอุปกรณ์สำหรับใส่ชิ้นงานจากโปรแกรม SOLIDWORKS จากนั้นทำการทดสอบการทำงานของเซนเซอร์ ความแม่นยำในการวัดค่าไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม อุณหภูมิ ความชื้น การนำไฟฟ้าของดิน และความเป็นกรดด่าง นอกจากนี้ยังสามารถสร้าง Database เพื่อเก็บค่าข้อมูลและแสดงผลบน Dashboard และ ESP32 Web Server พร้อมทั้งแสดงค่าพิกัดละติจูด ลองจิจูดเป็นแผนที่ดิจิตอลได้อีกด้วย

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ในการวัดค่าของ Soil Sensor และ GY-NEO-6M GPS Module ยังขาดความแม่นยำ ทำให้วิเคราะห์ข้อมูลได้ไม่ดี หากสามารถวัดคุณภาพของดินตามหลักขั้นตอนได้อย่างละเอียดและเขียนโค้ดสร้างเงื่อนไขปรับเพิ่มค่าชดเชยให้กับความคลาดเคลื่อนของเซนเซอร์ได้ จะช่วยให้สามารถตรวจสอบคุณภาพดินได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ต่อมาการส่งข้อมูลจาก MAX485 Module ไปยัง ESP32 มีการเก็บข้อมูลที่ไม่ต้องการและส่งข้อมูลย้อนหลังในเวลาที่ต้องทำการส่งข้อมูลจริง จึงทำให้เกิดโอกาสในการส่งข้อมูลผิดพลาดได้ นอกจากนี้ต้องออกแบบตำแหน่งในการติดตั้ง GY-NEO-6M GPS Module ให้ดีเพื่อให้สามารถระบุพิกัดได้อย่างรวดเร็วและแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] บริการตรวจวัดและวิเคราะห์ด้านดิน. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://en.mahidol.ac.th/index.php/enlab/35-lab (วันที่ค้นข้อมูล 16 กันยายน 2566).

[2] ระบบ IoT. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://aws.amazon.com/th/what-is/iot/ (วันที่ค้นข้อมูล 2 สิงหาคม 2566).

[3] MQTT คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://aws.amazon.com/th/what-is/mqtt/ (วันที่ค้นข้อมูล 2 สิงหาคม 2566).

[4] ESP32: เขียนโปรแกรม multi-tasking. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://attaphon.medium.com(วันที่ค้นข้อมูล 29 กันยายน 2566).

[5] GPS Module GY-NEO-6MV2 Ublox. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.cybertice.com/product/674/gps-module-gy-neo-6mv2-ublox (วันที่ค้นข้อมูล 16 กันยายน 2566).

[6] ZiFiSense D485ZT ZETA 485 Transceiver User Manual. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://manuals.plus/zifisense/d485zt-zeta-485-transceiver-manual#axzz8lZjOZYqE (วันที่ค้นข้อมูล 2 กันยายน 2566).

[7] Introduction of Arduino MAX485 Module with M-Duino. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.industrialshields.com/blog/arduino-industrial-1/max485-module-with-ethernet-plc. (วันที่ค้นข้อมูล 29 กันยายน 2566).

[8] Arduino OLED Menu Tutorial (for beginners - Arduino UNO, 128x64px SSD1306 OLED screen, u8g). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.youtube.com/watch?v=HVHVkKt-ldc (วันที่ค้นข้อมูล 29 กันยายน 2566).

[9] Active Buzzer Module โมดูลเสียงบัซเซอร์ สำหรับ Arduino 3.3 - 5V. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.cybertice.com/product/405/active-buzzer-module-arduino-3-3-5v (วันที่ค้นข้อมูล 29 กันยายน 2566).

[10] RS485 Soil NPK Sensor เซ็นเซอร์วัดธาตุสารอาหารในดิน ปุ๋ยในดิน RS485 วัดค่า ไนโตรเจนในดิน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียม PR-3000-TR-NPK-N01. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.cybertice.com/product/4721/rs485-soil-npk-sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(วันที่ค้นข้อมูล 25 กันยายน 2566).

[11] Push Button Switch สวิตช์ปุ่มกด คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จา dhttps://mall.factomart.com/what-is-a-push-button-switch/ (วันที่ค้นข้อมูล 16 กันยายน 2566).

[12] ZiFiSense APZT-GO01 ZETAAP Low Power Wide Area Networks Instructions. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://manuals.plus/zifisense/apzt-go01-zetaap-low-power-wide-area-networks-manual#axzz8IZlbuCpm (วันที่ค้นข้อมูล 2 กันยายน 2566).

[13] RS485. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.omi.co.th/th/article/rs485 (วันที่ค้นข้อมูล 10 กันยายน 2566).

[14] TTL to RS485 level serial UART module. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.cybertice.com/product/1890/ttl-to-rs485-level-serial-uart-module (วันที่ค้นข้อมูล 25 กันยายน 2566).

[15] ZETA-LPWAN 2.0 technology. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก http://www.zifisense.co.uk/index.html (วันที่ค้นข้อมูล 16 กันยายน 2566).

[16] ภาษา HTML คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.vpshispeed.com/blogs/what-is-html-beginners-website/ (วันที่ค้นข้อมูล 5 ตุลาคม 2566).

[17] CSS คืออะไร มีประโยชน์อย่างไรกับเราบ้าง. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://seo-winner.com/What-is-CSS-and-how-does-it-benefit-us (วันที่ค้นข้อมูล 5 ตุลาคม 2566).

[18] JavaScript (JS) คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://aws.amazon.com/th/what-is/javascript/ (วันที่ค้นข้อมูล 5 ตุลาคม 2566).

[19] SolidWorks. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://th.wikipedia.org/wiki/solidworks (วันที่ค้นข้อมูล 5 ตุลาคม 2566).

[20] SQL (ภาษาการสืบค้นเชิงโครงสร้าง) คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://aws.amazon.com/th/what-is/sql/ (วันที่ค้นข้อมูล 5 ตุลาคม 2566).

[21] MySQL คือ อะไร? โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล Open Source ยอดนิยม !. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://blog.openlandscape.cloud/mysql (วันที่ค้นข้อมูล 5 ตุลาคม 2566).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[22] DNS คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://www.quickserv.co.th/knowledge-base/solutions/DNS/ (วันที่ค้นข้อมูล 5 ตุลาคม 2566).

[23] MySQL Workbench คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://medium.com/@fonfahkhum (วันที่ค้นข้อมูล 3 ธันวาคม 2566).

[24] PHP คืออะไร. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://blog.openlandscape.cloud/php-ubuntu (วันที่ค้นข้อมูล 3 ธันวาคม 2566).

[25] สร้างแผนที่บนเว็บไซต์ด้วย Leaflet. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก https://medium.com/@jakkraphat.ctn (วันที่ค้นข้อมูล 3 ธันวาคม 2566).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

คำสั่งการควบคุมการสื่อสารของ ESP32 โดยใช้ FreeRTOS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include "U8g2lib.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include "CRC16.h"
#include <TinyGPS++.h>
#include <Arduino.h>
#include <WiFi.h>        // standard library
#include <WebServer.h>  // standard library
#include "SuperMon.h"   // .h file that stores your html page code
// #define USE_INTRANET
#define LOCAL_SSID "Songg."
#define LOCAL_PASS "Song091144"
#define AP_SSID "ESP32-WEBSERVER"
#define AP_PASS "123456789"
#define PIN_OUTPUT 26  // connected to nothing but an example of a digital write from the web
page
#define PIN_FAN 27     // pin 27 and is a PWM signal to control a fan speed
#define PIN_LED 2      //On board LED
#define PIN_A0 34      // some analog input sensor
#define PIN_A1 35      // some analog input sensor
// variables to store measure data and sensor states
int BitsA0 = 0, BitsA1 = 0;
float VoltsA0 = 0, VoltsA1 = 0;
int FanSpeed = 0;
bool LED0 = false, SomeOutput = false;
int upload1 = 0;
int upload2 = 0;
uint32_t SensorUpdate = 0;
int FanRPM = 0;
int temp = 0;
int humid = 0;
int ec = 0;
int ph = 0;
int n = 0;
int p = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int k = 0;
int latitude = 5;
int longitude = 7;
int status_gps = 0;
int status_wifi = 0;
float test001 = 87.52;
char XML[2048];
char buf[32];
IPAddress Actual_IP;
IPAddress PageIP(192, 168, 1, 1);
IPAddress gateway(192, 168, 1, 1);
IPAddress subnet(255, 255, 255, 0);
IPAddress ip;
// gotta create a server
WebServer server(80);

#define RE 4                                    //กำหนดขารับ-ส่งของ MAX485 ของ
soil sensor
#define DE 4                                    //กำหนดขารับ-ส่งของ MAX485 ของ
soil sensor
#define RE2 15                                  //กำหนดขารับ-ส่งของ MAX485 ของ
transceiver
#define DE2 15                                  //กำหนดขารับ-ส่งของ MAX485 ของ
transceiver
#define buzzer 2                                //กำหนดขาของ Buzzer
SoftwareSerial mod(17, 16);                     //กำหนดขารับ-ส่งที่ ESP32
SoftwareSerial mod2(27, 26);                    //กำหนดขารับ-ส่งที่ ESP32
SoftwareSerial mod_gps(33, 32);                 //กำหนดขา TX RX ของ GPS
TX=32 RX=33
TinyGPSPlus gps;                                //สร้างอ็อบเจ็กต์สำหรับ TinyGPS++
const TickType_t xDelay10ms = pdMS_TO_TICKS(10);        //ตัวแปร Delay ใช้ใน
FreeRTOS
const TickType_t xDelay50ms = pdMS_TO_TICKS(50);        //ตัวแปร Delay ใช้ใน
FreeRTOS
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const TickType_t xDelay100ms = pdMS_TO_TICKS(100);                    //ตัวแปร Delay ใช้ใน FreeRTOS
const TickType_t xDelay200ms = pdMS_TO_TICKS(200);                    //ตัวแปร Delay ใช้ใน FreeRTOS
const TickType_t xDelay500ms = pdMS_TO_TICKS(500);                    //ตัวแปร Delay ใช้ใน FreeRTOS
const TickType_t xDelay1000ms = pdMS_TO_TICKS(1000);                  //ตัวแปร Delay ใช้ใน FreeRTOS
const TickType_t xDelay2000ms = pdMS_TO_TICKS(2000);                  //ตัวแปร Delay ใช้ใน FreeRTOS
TaskHandle_t Task1 = NULL;                                            //สร้างตัวแปร TaskHandle สำหรับแต่ละ Task
TaskHandle_t Task2 = NULL;                                            //สร้างตัวแปร TaskHandle สำหรับแต่ละ Task
TaskHandle_t Task3 = NULL;                                            //สร้างตัวแปร TaskHandle สำหรับแต่ละ Task
TaskHandle_t Task4 = NULL;                                            //สร้างตัวแปร TaskHandle สำหรับแต่ละ Task
TaskHandle_t Task5 = NULL;                                            //สร้างตัวแปร TaskHandle สำหรับแต่ละ Task
const byte ask_frame_7in1[] = { 0x01, 0x03, 0x00, 0x00, 0x00, 0x07, 0x04, 0x08 };  //ตัวแปร Frame ถามของค่าทั้งหมด 7 ค่า
byte ans_frame_7in1_1[30];                                            //ตัวแปร 7 ค่าที่เตรียมไว้เฉลี่ย 3 ตัวแปร
byte ans_frame_7in1_2[30];                                            //ตัวแปร 7 ค่าที่เตรียมไว้เฉลี่ย 3 ตัวแปร
byte ans_frame_7in1_3[30];                                            //ตัวแปร 7 ค่าที่เตรียมไว้เฉลี่ย 3 ตัวแปร

int state_485 = 0;

int avg_humid_int;       //ตัวแปร humid ที่เฉลี่ยแล้วเป็น int เอาไว้ใส่ส่ง
float avg_humid_float;  //ตัวแปร humid ที่เฉลี่ยแล้วเป็น float เอาไว้ใส่ส่ง
int avg_temp_int;        //ตัวแปร temp ที่เฉลี่ยแล้วเป็น int เอาไว้ใส่ส่ง
float avg_temp_float;   //ตัวแปร temp ที่เฉลี่ยแล้วเป็น float เอาไว้ใส่ส่ง
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int avg_EC_int;          //ตัวแปร ec ที่เฉลี่ยแล้วเป็น int เอาไว้ใส่ส่ง
float avg_EC_float;      //ตัวแปร ec ที่เฉลี่ยแล้วเป็น float เอาไว้ใส่ส่ง
int avg_PH_int;          //ตัวแปร ph ที่เฉลี่ยแล้วเป็น int เอาไว้ใส่ส่ง
float avg_PH_float;      //ตัวแปร ph ที่เฉลี่ยแล้วเป็น float เอาไว้ใส่ส่ง
int avg_N_int;           //ตัวแปร n ที่เฉลี่ยแล้วเป็น int เอาไว้ใส่ส่ง
float avg_N_float;       //ตัวแปร n ที่เฉลี่ยแล้วเป็น float เอาไว้ใส่ส่ง
int avg_P_int;           //ตัวแปร p ที่เฉลี่ยแล้วเป็น int เอาไว้ใส่ส่ง
float avg_P_float;       //ตัวแปร p ที่เฉลี่ยแล้วเป็น float เอาไว้ใส่ส่ง
int avg_K_int;           //ตัวแปร k ที่เฉลี่ยแล้วเป็น int เอาไว้ใส่ส่ง
float avg_K_float;       //ตัวแปร k ที่เฉลี่ยแล้วเป็น float เอาไว้ใส่ส่ง

byte send_frame_avg_all[30] = { 1, 3, 22, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 };  //Frame[0-26] ที่ใช้ในการส่งไว้เพิ่มข้อมูลเข้า

byte expectedFrame_all[] = { 1, 3, 0, 0, 0, 1, 132, 10 };  //Frame ที่คาดหวังว่า 485 Transceiver จะถามมา

byte fakeframe[] = { 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 };
//FakeFrame ไว้ดูขนาดของข้อมูลที่จะส่งไปต้องมีขนาดเท่านี้เท่านั้น

float gps_lat_float;
float gps_long_float;
long gps_lat_int;                    //ตัวแปรค่าพิกัดละติจูดแบบไม่มีทศนิยม
long gps_long_int;                   //ตัวแปรค่าพิกัดลองจิจูดแบบไม่มีทศนิยม
long gps_lat_int_test = 13727612;    //ตัวแปรค่าพิกัดละติจูดแบบไม่มีทศนิยม
long gps_long_int_test = 100776312;  //ตัวแปรค่าพิกัดลองจิจูดแบบไม่มีทศนิยม
//----------------------โค้ดหน้าจอ OLED-------------------------//

U8G2_SSD1306_128X64_NONAME_F_HW_I2C u8g2(U8G2_R0);  // [full framebuffer, size = 1024 bytes]


// all the arrays below are generated from images using Image Magick
// scroll down to see the actual code
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// 'icon Dashboard', 16x16px
const unsigned char bitmap_icon_Dashboard[] PROGMEM = {
  0xe0, 0x07, 0x18, 0x18, 0x84, 0x24, 0x0a, 0x40, 0x12, 0x50, 0x21, 0x80, 0xc1, 0x81, 0x45, 0xa2,
  0x41, 0x82, 0x81, 0x81, 0x05, 0xa0, 0x02, 0x40, 0xd2, 0x4b, 0xc4, 0x23, 0x18, 0x18, 0xe0, 0x07
};
// 'icon Auto mode', 16x16px
const unsigned char bitmap_icon_Auto_mode[] PROGMEM = {
  0x80, 0x01, 0xc6, 0x63, 0xe2, 0x47, 0x80, 0x01, 0x90, 0x09, 0x84, 0x21, 0xc6, 0x63, 0xff, 0xff,
  0xff, 0xff, 0xc6, 0x63, 0x84, 0x21, 0x90, 0x09, 0x80, 0x01, 0xe2, 0x47, 0xc6, 0x63, 0x80, 0x01
};
// 'icon EC Mode edit', 16x16px
const unsigned char bitmap_icon_EC_Mode_edit[] PROGMEM = {
  0xe0, 0x07, 0x18, 0x18, 0x04, 0x20, 0xc2, 0x4f, 0xc2, 0x4f, 0xe1, 0x87, 0xe1, 0x83, 0xf1, 0x8f,
  0xf1, 0x87, 0xc1, 0x83, 0xe1, 0x81, 0xe2, 0x40, 0x72, 0x40, 0x04, 0x20, 0x18, 0x18, 0xe0, 0x07
};
// 'icon GPS sensor', 16x16px
const unsigned char bitmap_icon_GPS_sensor[] PROGMEM = {
  0xc0, 0x03, 0xf0, 0x0f, 0xf8, 0x1f, 0x78, 0x1e, 0x3c, 0x3c, 0x1c, 0x38, 0x1c, 0x38, 0x3c, 0x3c,
  0x78, 0x1e, 0xf8, 0x1f, 0xf0, 0x0f, 0xe0, 0x07, 0xc0, 0x03, 0x9e, 0x79, 0x01, 0x80, 0xfe, 0x7f
};
// 'icon NPK Mode edit', 16x16px
const unsigned char bitmap_icon_NPK_Mode_edit[] PROGMEM = {
  0x3c, 0x3c, 0x7e, 0x7e, 0xdb, 0xe3, 0xd3, 0xdb, 0xcb, 0xe3, 0xdb, 0xfb, 0x7e, 0x7e, 0x3c, 0x3c,
  0xc0, 0x03, 0xe0, 0x07, 0xb0, 0x0c, 0x30, 0x0f, 0xb0, 0x0e, 0xb0, 0x0d, 0xe0, 0x07, 0xc0, 0x03
};
// 'icon PH Mode', 16x16px
const unsigned char bitmap_icon_PH_Mode[] PROGMEM = {
  0x00, 0x10, 0x00, 0x38, 0x20, 0x5c, 0x70, 0xbe, 0xe8, 0xbc, 0xf4, 0xb9, 0xfa, 0x7b, 0xbe, 0x32,
  0xbf, 0x06, 0x23, 0x06, 0xab, 0x06, 0xa3, 0x06, 0xfa, 0x03, 0xfa, 0x02, 0x3c, 0x01, 0xf8, 0x00
};
// 'icon TH Mode edit', 16x16px
const unsigned char bitmap_icon_TH_Mode[] PROGMEM = {
  0x18, 0x00, 0x3c, 0x00, 0x0c, 0x08, 0x3c, 0x1c, 0x0c, 0x3e, 0x3c, 0x3e, 0x0c, 0x6f, 0x3c, 0x5f,
  0x8c, 0xdf, 0x3c, 0xdf, 0x7e, 0xde, 0xff, 0x7e, 0xff, 0x3e, 0xff, 0x1c, 0x7e, 0x00, 0x3c, 0x00
};
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// const unsigned char bitmap_icon_Congnecting[] PROGMEM = {
//   0x02, 0x01, 0x49, 0x02, 0x85, 0x02, 0xb5, 0x02, 0xb5, 0x02, 0x01, 0x02, 0x32, 0x01, 0x30, 0x00,
//   0x30, 0x00, 0x30, 0x00  //แก้ขนาดใหม่----------------------------------------------------------------------------
---------------------------
// };

// '-e- icon Connecting', 16x16px
const unsigned char bitmap_icon_Congnecting[] PROGMEM = {
  0x08, 0x10, 0x04, 0x20, 0x12, 0x48, 0x4a, 0x52, 0x2a, 0x54, 0xaa, 0x55, 0xaa, 0x55, 0x0a, 0x50,
  0x92, 0x49, 0x84, 0x21, 0x88, 0x11, 0x80, 0x01, 0x80, 0x01, 0x80, 0x01, 0x80, 0x01, 0x80, 0x01
};

// const unsigned char bitmap_icon__GPS_Mode [] PROGMEM = {
//         0xc0, 0x03, 0xe0, 0x07, 0xf0, 0x0f, 0x78, 0x1e, 0x38, 0x1c, 0x38, 0x1c, 0x78, 0x1e, 0xf0,
0x0f,
//         0xf0, 0x0f, 0xe0, 0x07, 0xe0, 0x07, 0xc0, 0x03, 0x98, 0x19, 0x3c, 0x3c, 0xf8, 0x1f, 0xe0,
0x07
// };

// Array of all bitmaps for convenience. (Total bytes used to store images in PROGMEM = 336)
const unsigned char *bitmap_icons[9] = {
  bitmap_icon_Dashboard,
  bitmap_icon_Auto_mode,
  bitmap_icon_TH_Mode,
  bitmap_icon_NPK_Mode_edit,
  bitmap_icon_PH_Mode,
  bitmap_icon_EC_Mode_edit,
  bitmap_icon_GPS_sensor,
  bitmap_icon_Congnecting
};

// 'scrollbar_background', 8x64px
const unsigned char bitmap_scrollbar_background[] PROGMEM = {
  0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40,
  0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40,
  0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40,
  0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40, 0x00, 0x40,
  0x00, 0x40, 0x00, 0x00
};


// 'item_sel_outline', 128x21px
const unsigned char bitmap_item_sel_outline[] PROGMEM = {
  0xF8, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
  0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x03, 0x04, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x04, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C,
  0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x0C, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C,
  0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x0C, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C,
  0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x0C, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C,
  0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x0C, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x0C,
  0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  0x00, 0x00, 0x00, 0x0C, 0xFC, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
  0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x07, 0xF8, 0xFF, 0xFF, 0xFF,
  0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0xFF, 0x03
};

//------------------------------test-------------------------------------//
// images from https://lopaka.app/
U8G2_SSD1306_128X64_NONAME_F_HW_I2C u8g2_2(U8G2_R0, /* reset=*/U8X8_PIN_NONE);  //
initialization for the used OLED display

//----------------------Screenshot Dashborad ----------------------------//

static const unsigned char image_icon_Dashboard[] U8X8_PROGMEM = {
  0xe0, 0x07, 0x18, 0x18, 0x84, 0x24, 0x0a, 0x40, 0x12, 0x50, 0x21, 0x80,
  0xc1, 0x81, 0x45, 0xa2, 0x41, 0x82, 0x81, 0x81, 0x05, 0xa0, 0x02, 0x40,
  0xd2, 0x4b, 0xc4, 0x23, 0x18, 0x18, 0xe0, 0x07
};

static const unsigned char image_Button_18x18_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0xf8, 0xff, 0x00, 0x06, 0x00, 0x01, 0x03, 0x00, 0x02, 0x03, 0x00, 0x02,
  0x03, 0x00, 0x02, 0x03, 0x00, 0x02, 0x03, 0x00, 0x02, 0x03, 0x00, 0x02,
  0x03, 0x00, 0x02, 0x03, 0x00, 0x02, 0x03, 0x00, 0x02, 0x03, 0x00, 0x02,
  0x03, 0x00, 0x02, 0x03, 0x00, 0x02, 0x03, 0x00, 0x02, 0x07, 0x00, 0x03,
  0xfe, 0xff, 0x01, 0xfc, 0xff, 0x00
};

//----------------------Screenshot Auto Mode-----------------------------//
static const unsigned char image_Lock_7x8_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x1c, 0x22, 0x22, 0x7f, 0x7f, 0x77, 0x7f, 0x3e
};
static const unsigned char image_badusb_10px_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x00, 0x00, 0xf8, 0x00, 0xfc, 0x01, 0x74, 0x01, 0x24, 0x01, 0xfc,
  0x01, 0xfc, 0x01, 0xa8, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00
};
static const unsigned char image_Alert_9x8_bits[] U8X8_PROGMEM = {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  0x10, 0x00, 0x38, 0x00, 0x28, 0x00, 0x6c, 0x00, 0x6c, 0x00, 0xfe,
  0x00, 0xee, 0x00, 0xff, 0x01
};


int progress = 0;  // progress of the progressbar
int count = 60;
char buffer_count[32];  // helper buffer to construct a string to be displayed
//------------------------------------------------------------------------//

//----------------------Screenshot TH Mode----------------------------//
static const unsigned char image_draw_17l5aarfpbglnhlg0mh_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x10, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x38, 0x06,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x3c, 0x0f, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x8c, 0x1f, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xbc, 0x1b,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0xcc, 0x37, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xbc, 0x37, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x7e, 0x1f,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x7e, 0x0f, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x3c, 0x06, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00
};
static const unsigned char image_Pin_back_full_40x8_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x04, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x06, 0x00, 0x00, 0x02, 0x00, 0xff, 0x00,
  0x00, 0x02, 0x00, 0x06, 0xf1, 0x61, 0x32, 0xee, 0x04, 0x02, 0x90, 0x4a,
  0x29, 0x00, 0xf2, 0x11, 0x7a, 0x29, 0x00, 0x01, 0x90, 0x0a, 0x29, 0xf8,
  0x00, 0x60, 0x32, 0x2e
};
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
char buffer_T[32];
char buffer_H[32];
char buffer_h[32];
char buffer_PH[32];
char buffer_EC[32];
char buffer_N[32];
char buffer_P[32];
char buffer_K[32];

char buffer2_T[32];
char buffer2_H[32];
char buffer2_h[32];
char buffer2_PH[32];
char buffer2_EC[32];
char buffer2_N[32];
char buffer2_P[32];
char buffer2_K[32];

char buffer_Lat[32];
char buffer_Long[32];

int count1 = 50;
int count2 = 100;
int count3 = 20;
int progress1 = 0;
int progress2 = 0;
int progress3 = 0;
//--------------------------------------------------------------------------

//----------------------Screenshot NPK Mode-------------------------------//
static const unsigned char image_draw_221ny6p8k31lnhn7lxc_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xe0, 0xe1, 0xe1, 0x01, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xf0, 0xf3,
0xf3, 0x03, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0xd8, 0x1e, 0x5f, 0x06, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x98, 0xde, 0x9e, 0x07, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x58, 0x1e,
0x5f, 0x07, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0xd8, 0xde, 0xdf, 0x06, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xf0, 0xf3, 0xf3, 0x03, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xf0, 0xe1,
0xe1, 0x01, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00
};
//------------------------------------------------------------------

//--------------------Screenshot pH Mode-----------------------------//
static const unsigned char image_Pattern_Fill_1_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15,
  0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15,
  0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15,
  0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a,
  0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a,
  0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a,
  0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15,
  0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15,
  0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15,
  0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15,
  0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a,
  0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a,
  0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a,
  0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15,
  0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15,
  0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15,
  0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15,
  0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a,
  0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x15, 0x2a, 0x2a,
  0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a, 0x2a
};
static const unsigned char image_Pattern_Fill_1_1row_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a,
  0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a,
  0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54, 0x2a, 0x54
};
static const unsigned char image_draw_e3gfxv9wfolnhqm3yf_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x02, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x07, 0x02, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x80, 0x0f, 0x07, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x40, 0x9e, 0x0b, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xa0, 0xbf, 0x17, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0xe0, 0xab, 0x17, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xf0, 0x6b, 0x17, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x30, 0x62, 0x0f, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0xb0, 0x6a, 0x07, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x30, 0x6a, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xa0, 0x3f, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0xe0, 0x3f, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xc0, 0x1f, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x80, 0x0f, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00
};
//------------------------------------------------------------------------------

//----------------------Screenshot EC Mode-------------------------------//
static const unsigned char image_draw_vwslwt3un1flnljityi_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xe0, 0x01, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0xf0, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xf8, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x7c, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xfc, 0x07, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xfe, 0x07,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0xc0, 0x03, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0xe0, 0x01, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0xf0, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x78, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x3c,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00, 0x00
};
//-------------------------------------------------------------------
//--------------------Screenshot GPS Mode----------------------------//
static const unsigned char image_icon_Congnecting[] U8X8_PROGMEM = {
  0x02, 0x01, 0x49, 0x02, 0x85, 0x02, 0xb5, 0x02, 0xb5, 0x02, 0x01, 0x02,
  0x32, 0x01, 0x30, 0x00, 0x30, 0x00, 0x30, 0x00
};
//-------------------------------------------------------------------
//---------------------Screenshot Connecting-------------------------//
static const unsigned char image_ir_10px_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0xfc, 0x00, 0x02, 0x01, 0x79, 0x02, 0x84, 0x00, 0x30, 0x00, 0x00, 0x00,
  0x30, 0x00, 0x58, 0x00, 0x78, 0x00, 0xff, 0x03
};
static const unsigned char image_Layer_5_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x7c, 0x00, 0xfe, 0x00, 0xff, 0x01, 0xc7, 0x01, 0xc7, 0x01, 0xc7, 0x01,
  0xfe, 0x00, 0xfe, 0x00, 0x7c, 0x00, 0x38, 0x00, 0xd6, 0x00, 0x01, 0x01, 0xfe, 0x00
};
//-------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//----------------------Values Dashborad-------------------------------//


//-----------------------------------------------------------------------
//----------------------Values Auto Mode-------------------------------//

static const unsigned char image_dir_10px_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x00, 0x00, 0x3f, 0x00, 0x41, 0x00, 0xff, 0x03, 0x01, 0x02, 0x01, 0x02,
  0x01, 0x02, 0x01, 0x02, 0xfe, 0x01, 0x00, 0x00
};
static const unsigned char image_back_10px_bits[] U8X8_PROGMEM = {
  0x00, 0x00, 0x10, 0x00, 0x38, 0x00, 0x7c, 0x00, 0xfe, 0x00, 0x38, 0x00,
  0x38, 0x00, 0xf8, 0x01, 0xf8, 0x01, 0x00, 0x00
};

//-----------------------------------------------------------------------

//--------------------QR WEBBASE-------------------------//
// 'QR_Online', 58x58px
static const unsigned char epd_bitmap_QR_Online[] U8X8_PROGMEM = {
  0x00, 0xc0, 0xcc, 0xff, 0x3c, 0x0f, 0x00, 0x00, 0x00, 0xc0, 0xcc, 0xff,
  0x3c, 0x0f, 0x00, 0x00, 0xfc, 0xcf, 0x3c, 0xc0, 0xf3, 0xcc, 0xff, 0x00,
  0xfc, 0xcf, 0x3c, 0xc0, 0xf3, 0xcc, 0xff, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0x03, 0x00,
  0xff, 0xcc, 0xc0, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0x03, 0x00, 0xff, 0xcc, 0xc0, 0x00,
  0x0c, 0xcc, 0xcc, 0xc0, 0x03, 0xcf, 0xc0, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0xcc, 0xc0,
  0x03, 0xcf, 0xc0, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0xc3, 0x00, 0x03, 0xcc, 0xc0, 0x00,
  0x0c, 0xcc, 0xc3, 0x00, 0x03, 0xcc, 0xc0, 0x00, 0xfc, 0xcf, 0x33, 0xcc,
  0x3c, 0xcf, 0xff, 0x00, 0xfc, 0xcf, 0x33, 0xcc, 0x3c, 0xcf, 0xff, 0x00,
  0x00, 0xc0, 0xcc, 0xcc, 0xcc, 0x0c, 0x00, 0x00, 0x00, 0xc0, 0xcc, 0xcc,
  0xcc, 0x0c, 0x00, 0x00, 0xff, 0xff, 0xcc, 0xff, 0x33, 0xfc, 0xff, 0x03,
  0xff, 0xff, 0xcc, 0xff, 0x33, 0xfc, 0xff, 0x03, 0x0c, 0x03, 0xf3, 0xcc,
  0x33, 0xcc, 0x33, 0x00, 0x0c, 0x03, 0xf3, 0xcc, 0x33, 0xcc, 0x33, 0x00,
  0x03, 0x3c, 0x3f, 0xf3, 0x3c, 0x00, 0xfc, 0x00, 0x03, 0x3c, 0x3f, 0xf3,
  0x3c, 0x00, 0xfc, 0x00, 0xf3, 0x00, 0x00, 0xff, 0xf3, 0xc3, 0x0c, 0x03,
  0xf3, 0x00, 0x00, 0xff, 0xf3, 0xc3, 0x0c, 0x03, 0xf0, 0x30, 0xf3, 0xc3,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  0xfc, 0xf0, 0xff, 0x00, 0xf0, 0x30, 0xf3, 0xc3, 0xfc, 0xf0, 0xff, 0x00,
  0xc0, 0xc3, 0xff, 0x30, 0x30, 0x3f, 0xc3, 0x03, 0xc0, 0xc3, 0xff, 0x30,
  0x30, 0x3f, 0xc3, 0x03, 0xf3, 0x30, 0xf3, 0x00, 0x00, 0xcf, 0x0f, 0x00,
  0xf3, 0x30, 0xf3, 0x00, 0x00, 0xcf, 0x0f, 0x00, 0x33, 0x00, 0xcf, 0xcf,
  0x03, 0x3c, 0x0f, 0x00, 0x33, 0x00, 0xcf, 0xcf, 0x03, 0x3c, 0x0f, 0x00,
  0x00, 0xf3, 0xfc, 0x0c, 0x3f, 0x3f, 0x3c, 0x03, 0x00, 0xf3, 0xfc, 0x0c,
  0x3f, 0x3f, 0x3c, 0x03, 0xf0, 0x03, 0xcf, 0xcf, 0xcf, 0xf3, 0x30, 0x03,
  0xf0, 0x03, 0xcf, 0xcf, 0xcf, 0xf3, 0x30, 0x03, 0x3f, 0xf3, 0x00, 0x3f,
  0xff, 0xfc, 0x03, 0x03, 0x3f, 0xf3, 0x00, 0x3f, 0xff, 0xfc, 0x03, 0x03,
  0x0c, 0xc3, 0xff, 0x00, 0xff, 0xcf, 0xcc, 0x03, 0x0c, 0xc3, 0xff, 0x00,
  0xff, 0xcf, 0xcc, 0x03, 0xcf, 0xff, 0xf0, 0xc3, 0x00, 0x3f, 0xcc, 0x03,
  0xcf, 0xff, 0xf0, 0xc3, 0x00, 0x3f, 0xcc, 0x03, 0x33, 0xcc, 0x03, 0xc0,
  0xc3, 0x00, 0xc0, 0x03, 0x33, 0xcc, 0x03, 0xc0, 0xc3, 0x00, 0xc0, 0x03,
  0xff, 0xff, 0xf0, 0xfc, 0xcc, 0xfc, 0x00, 0x00, 0xff, 0xff, 0xf0, 0xfc,
  0xcc, 0xfc, 0x00, 0x00, 0x00, 0xc0, 0x30, 0xcc, 0x3c, 0xcc, 0x30, 0x03,
  0x00, 0xc0, 0x30, 0xcc, 0x3c, 0xcc, 0x30, 0x03, 0xfc, 0xcf, 0x0c, 0x03,
  0xfc, 0xfc, 0xf0, 0x00, 0xfc, 0xcf, 0x0c, 0x03, 0xfc, 0xfc, 0xf0, 0x00,
  0x0c, 0xcc, 0x3f, 0x3f, 0xf0, 0x00, 0x0c, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0x3f, 0x3f,
  0xf0, 0x00, 0x0c, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0xcc, 0x33, 0x3c, 0xf0, 0xf0, 0x00,
  0x0c, 0xcc, 0xcc, 0x33, 0x3c, 0xf0, 0xf0, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0x30, 0xf3,
  0xff, 0xf3, 0xcf, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0x30, 0xf3, 0xff, 0xf3, 0xcf, 0x00,
  0xfc, 0xcf, 0xcf, 0xfc, 0xcc, 0xf0, 0x3c, 0x03, 0xfc, 0xcf, 0xcf, 0xfc,
  0xcc, 0xf0, 0x3c, 0x03, 0x00, 0xc0, 0x3c, 0x03, 0x0f, 0xc0, 0x33, 0x03,
  0x00, 0xc0, 0x3c, 0x03, 0x0f, 0xc0, 0x33, 0x03
};

// 'QR_Offline', 58x58px
static const unsigned char epd_bitmap_QR_Offline[] U8X8_PROGMEM = {
        0x00, 0xc0, 0x0f, 0x03, 0x03, 0x0f, 0x00, 0x00, 0x00, 0xc0, 0x0f, 0x03,
  0x03, 0x0f, 0x00, 0x00, 0xfc, 0xcf, 0xcc, 0x03, 0xf0, 0xcc, 0xff, 0x00,
  0xfc, 0xcf, 0xcc, 0x03, 0xf0, 0xcc, 0xff, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0x03, 0x30,
  0x33, 0xcc, 0xc0, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0x03, 0x30, 0x33, 0xcc, 0xc0, 0x00,
        0x0c, 0xcc, 0xf3, 0x00, 0x3c, 0xcf, 0xc0, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0xf3, 0x00,
  0x3c, 0xcf, 0xc0, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0xf3, 0xcf, 0xff, 0xcc, 0xc0, 0x00,
  0x0c, 0xcc, 0xf3, 0xcf, 0xff, 0xcc, 0xc0, 0x00, 0xfc, 0xcf, 0xf0, 0x00,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  0x0f, 0xcc, 0xff, 0x00, 0xfc, 0xcf, 0xf0, 0x00, 0x0f, 0xcc, 0xff, 0x00,
        0x00, 0xc0, 0xcc, 0xcc, 0xcc, 0x0c, 0x00, 0x00, 0x00, 0xc0, 0xcc, 0xcc,
  0xcc, 0x0c, 0x00, 0x00, 0xff, 0xff, 0x00, 0xf3, 0x00, 0xff, 0xff, 0x03,
  0xff, 0xff, 0x00, 0xf3, 0x00, 0xff, 0xff, 0x03, 0xff, 0x00, 0xff, 0x0c,
  0x0c, 0x0f, 0x3f, 0x03, 0xff, 0x00, 0xff, 0x0c, 0x0c, 0x0f, 0x3f, 0x03,
        0xf3, 0x33, 0xf0, 0xcc, 0x3f, 0xfc, 0x30, 0x00, 0xf3, 0x33, 0xf0, 0xcc,
  0x3f, 0xfc, 0x30, 0x00, 0x0f, 0x0f, 0x03, 0xf0, 0xfc, 0xfc, 0xff, 0x00,
  0x0f, 0x0f, 0x03, 0xf0, 0xfc, 0xfc, 0xff, 0x00, 0xc0, 0xfc, 0x3f, 0xcf,
  0xcf, 0x3f, 0x3f, 0x00, 0xc0, 0xfc, 0x3f, 0xcf, 0xcf, 0x3f, 0x3f, 0x00,
        0x0f, 0x03, 0xf3, 0x03, 0x0c, 0xff, 0xf3, 0x00, 0x0f, 0x03, 0xf3, 0x03,
  0x0c, 0xff, 0xf3, 0x00, 0x0c, 0xff, 0x3f, 0x0f, 0xc3, 0xcc, 0x0c, 0x00,
  0x0c, 0xff, 0x3f, 0x0f, 0xc3, 0xcc, 0x0c, 0x00, 0x0f, 0xcf, 0x0c, 0xff,
  0xf3, 0x3c, 0x3c, 0x00, 0x0f, 0xcf, 0x0c, 0xff, 0xf3, 0x3c, 0x3c, 0x00,
        0x3c, 0x3c, 0x3f, 0x0c, 0xcf, 0x33, 0x30, 0x03, 0x3c, 0x3c, 0x3f, 0x0c,
  0xcf, 0x33, 0x30, 0x03, 0x30, 0x03, 0x3f, 0x0c, 0xf3, 0x00, 0x3f, 0x03,
  0x30, 0x03, 0x3f, 0x0c, 0xf3, 0x00, 0x3f, 0x03, 0x0c, 0xf0, 0x0c, 0xcf,
  0x3c, 0xff, 0xfc, 0x00, 0x0c, 0xf0, 0x0c, 0xcf, 0x3c, 0xff, 0xfc, 0x00,
        0x3f, 0xc0, 0x03, 0xcc, 0x00, 0x3f, 0xcc, 0x00, 0x3f, 0xc0, 0x03, 0xcc,
  0x00, 0x3f, 0xcc, 0x00, 0x3f, 0x3f, 0xfc, 0x03, 0x3f, 0xfc, 0x3c, 0x03,
  0x3f, 0x3f, 0xfc, 0x03, 0x3f, 0xfc, 0x3c, 0x03, 0xc0, 0x0c, 0xf0, 0x00,
  0xcf, 0x00, 0xfc, 0x03, 0xc0, 0x0c, 0xf0, 0x00, 0xcf, 0x00, 0xfc, 0x03,
        0xff, 0xff, 0x0c, 0x3c, 0xf3, 0xfc, 0x0c, 0x00, 0xff, 0xff, 0x0c, 0x3c,
  0xf3, 0xfc, 0x0c, 0x00, 0x00, 0xc0, 0x30, 0x33, 0x0c, 0xcc, 0x3c, 0x00,
  0x00, 0xc0, 0x30, 0x33, 0x0c, 0xcc, 0x3c, 0x00, 0xfc, 0xcf, 0xfc, 0x3f,
  0xcf, 0xfc, 0xf0, 0x00, 0xfc, 0xcf, 0xfc, 0x3f, 0xcf, 0xfc, 0xf0, 0x00,
        0x0c, 0xcc, 0x3c, 0x0f, 0x3f, 0x00, 0xfc, 0x03, 0x0c, 0xcc, 0x3c, 0x0f,
  0x3f, 0x00, 0xfc, 0x03, 0x0c, 0xcc, 0xcf, 0x3c, 0xff, 0x3c, 0x03, 0x03,
  0x0c, 0xcc, 0xcf, 0x3c, 0xff, 0x3c, 0x03, 0x03, 0x0c, 0xcc, 0xf3, 0xcc,
  0xc3, 0x3f, 0x33, 0x00, 0x0c, 0xcc, 0xf3, 0xcc, 0xc3, 0x3f, 0x33, 0x00,
        0xfc, 0xcf, 0x33, 0xfc, 0x0c, 0x03, 0x3f, 0x00, 0xfc, 0xcf, 0x33, 0xfc,
  0x0c, 0x03, 0x3f, 0x00, 0x00, 0xc0, 0x0f, 0xff, 0x00, 0xf0, 0x30, 0x03,
  0x00, 0xc0, 0x0f, 0xff, 0x00, 0xf0, 0x30, 0x03
};
//---------------------------------------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// ----------------- end generated bitmaps from image2cpp ---------------------------------

const int NUM_ITEMS = 8;         // number of items in the list and also the number of screenshots and screenshots with QR codes (other screens)
const int MAX_ITEM_LENGTH = 20;  // maximum characters for the item name

char menu_items[NUM_ITEMS][MAX_ITEM_LENGTH] = {  // array with item names
  { "Dashboard" },
  { "Auto Mode" },
  { "TH Mode" },
  { "NPK Mode" },
  { "PH Mode" },
  { "EC Mode" },
  { "GPS Mode" },
  { "Connecting" }
};
// note - when changing the order of items above, make sure the other arrays referencing bitmaps
// also have the same order, for example array "bitmap_icons" for icons, and other arrays for screenshots and QR codes

#define BUTTON_UP_PIN 19       // pin for UP button
#define BUTTON_SELECT_PIN 18  // pin for SELECT button
#define BUTTON_DOWN_PIN 5     // pin for DOWN button

#define DEMO_PIN 13  // pin for demo mode, use switch or wire to enable or disable demo mode, see more details below


int button_up_clicked = 0;       // only perform action when button is clicked, and wait until another press
int button_select_clicked = 0;  // same as above
int button_down_clicked = 0;    // same as above
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int item_selected = 0;  // which item in the menu is selected

int item_sel_previous;  // previous item - used in the menu screen to draw the item before the selected one
int item_sel_next;      // next item - used in the menu screen to draw next item after the selected one

int current_screen = 0;  // 0 = menu, 1 = screenshot, 2 = qr

int demo_mode = 0;        // when demo mode is set to 1, it automatically goes over all the screens, 0 = control menu with buttons
int demo_mode_state = 0;  // demo mode state = which screen and menu item to display
int demo_mode_delay = 0;  // demo mode delay = used to slow down the screen switching

//------------------------------------------------------//

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  mod.begin(9600);
  mod2.begin(9600);
  mod_gps.begin(9600);
  Serial.println(__FILE__);
  pinMode(RE, OUTPUT);
  pinMode(DE, OUTPUT);
  pinMode(RE2, OUTPUT);
  pinMode(DE2, OUTPUT);
  pinMode(buzzer, OUTPUT);
  vTaskDelay(xDelay1000ms);
  xTaskCreatePinnedToCore(func1_Task, "Task1", 8000, NULL, 10, &Task1, 1);  //สร้าง Task1 โดยใช้ฟังก์ชัน func1_Task()
  //xTaskCreatePinnedToCore(func2_Task, "Task2", 4000, NULL, 9, &Task2, 1);   //สร้าง Task2 โดยใช้ฟังก์ชัน func2_Task()
  xTaskCreatePinnedToCore(func3_Task, "Task3", 4000, NULL, 8, &Task3, 0);   //สร้าง Task3 โดยใช้ฟังก์ชัน func3_Task()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  xTaskCreatePinnedToCore(func4_Task, "Task4", 8000, NULL, 9, &Task4, 0);   //สร้าง Task4 โดยใช้
ฟังก์ชัน func4_Task()
  xTaskCreatePinnedToCore(func5_Task, "Task5", 10000, NULL, 7, &Task5, 0);  //สร้าง Task3 โดยใช้
ฟังก์ชัน func3_Task()

  //-------------------------------------------//
  u8g2.setColorIndex(1);  // set the color to white
  u8g2.begin();
  u8g2.setBitmapMode(1);

  // define pins for buttons
  // INPUT_PULLUP means the button is HIGH when not pressed, and LOW when pressed
  // since it´s connected between some pin and GND
  pinMode(BUTTON_UP_PIN, INPUT_PULLUP);      // up button
  pinMode(BUTTON_SELECT_PIN, INPUT_PULLUP);  // select button
  pinMode(BUTTON_DOWN_PIN, INPUT_PULLUP);    // down button

  pinMode(DEMO_PIN, INPUT_PULLUP);
  //-------------------------------------------//

  Serial.println("starting server");

  // if you have this #define USE_INTRANET,  you will connect to your home intranet, again makes
debugging easier
#ifdef USE_INTRANET
  WiFi.begin(LOCAL_SSID, LOCAL_PASS);
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
    Serial.print(".");
  }
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(WiFi.softAPIP());
  // Serial.println(WiFi.localIP());
  // Actual_IP = WiFi.localIP();
  Actual_IP = WiFi.softAPIP();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#endif

#ifndef USE_INTRANET
  WiFi.softAP(AP_SSID, AP_PASS);
  delay(100);
  WiFi.softAPConfig(PageIP, gateway, subnet);
  delay(100);
  Actual_IP = WiFi.softAPIP();
  Serial.print("IP address: ");
  Serial.println(Actual_IP);
#endif

  printWifiStatus();

  server.on("/", SendWebsite);
  server.on("/xml", SendXML);
  server.on("/UPDATE_SLIDER", UpdateSlider);
  server.on("/BUTTON_0", ProcessButton_0);
  server.on("/BUTTON_1", ProcessButton_1);

  // finally begin the server
  server.begin();
}

void loop() {
  // loop ว่างเพราะใช้ FreeRTOS
}

void func1_Task(void *pvvalue) {
  while (1) {
    //--------ส่งเฟรมถาม 7 ค่า ครั้งที่ 1---------//
    digitalWrite(DE, HIGH);
    digitalWrite(RE, HIGH);
    vTaskDelay(xDelay50ms);
    if (mod.write(ask_frame_7in1, sizeof(ask_frame_7in1)) == 8) {  //ทำการส่งเฟรมถาม
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  digitalWrite(DE, LOW);
  digitalWrite(RE, LOW);
  for (byte i = 0; i < 19; i++) {
    ans_frame_7in1_1[i] = mod.read();
  }
}
vTaskDelay(xDelay200ms);

//--------ส่งเฟรมถาม 7 ค่า ครั้งที่ 2---------//
digitalWrite(DE, HIGH);
digitalWrite(RE, HIGH);
vTaskDelay(xDelay50ms);
if (mod.write(ask_frame_7in1, sizeof(ask_frame_7in1)) == 8) {  //ทำการส่งเฟรมถาม
  digitalWrite(DE, LOW);
  digitalWrite(RE, LOW);
  for (byte i = 0; i < 19; i++) {
    ans_frame_7in1_2[i] = mod.read();
  }
}
vTaskDelay(xDelay200ms);

//--------ส่งเฟรมถาม 7 ค่า ครั้งที่ 3---------//
digitalWrite(DE, HIGH);
digitalWrite(RE, HIGH);
vTaskDelay(xDelay50ms);
if (mod.write(ask_frame_7in1, sizeof(ask_frame_7in1)) == 8) {  //ทำการส่งเฟรมถาม
  digitalWrite(DE, LOW);
  digitalWrite(RE, LOW);
  for (byte i = 0; i < 19; i++) {
    ans_frame_7in1_3[i] = mod.read();
  }
}
vTaskDelay(xDelay200ms);

//------------------------เฉลี่ย Humid-----------------------------//
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    char add_humid_1_bit_3_int[3], add_humid_1_bit_4_int[3];
    sprintf(add_humid_1_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[3]);
    sprintf(add_humid_1_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[4]);
    String add_humid_1_bit_3_hex = String(add_humid_1_bit_3_int);
    String add_humid_1_bit_4_hex = String(add_humid_1_bit_4_int);
    String add_humid_1_bit_34_hex = add_humid_1_bit_3_hex + add_humid_1_bit_4_hex;
    float add_humid_1_bit_34_int = strtol(add_humid_1_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
    vTaskDelay(xDelay200ms);

    char add_humid_2_bit_3_int[3], add_humid_2_bit_4_int[3];
    sprintf(add_humid_2_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[3]);
    sprintf(add_humid_2_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[4]);
    String add_humid_2_bit_3_hex = String(add_humid_2_bit_3_int);
    String add_humid_2_bit_4_hex = String(add_humid_2_bit_4_int);
    String add_humid_2_bit_34_hex = add_humid_2_bit_3_hex + add_humid_2_bit_4_hex;
    float add_humid_2_bit_34_int = strtol(add_humid_2_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
    vTaskDelay(xDelay200ms);

    char add_humid_3_bit_3_int[3], add_humid_3_bit_4_int[3];
    sprintf(add_humid_3_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[3]);
    sprintf(add_humid_3_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[4]);
    String add_humid_3_bit_3_hex = String(add_humid_3_bit_3_int);
    String add_humid_3_bit_4_hex = String(add_humid_3_bit_4_int);
    String add_humid_3_bit_34_hex = add_humid_3_bit_3_hex + add_humid_3_bit_4_hex;
    float add_humid_3_bit_34_int = strtol(add_humid_3_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
    vTaskDelay(xDelay200ms);

    //คำนวณค่าเฉลี่ยของ humid
    avg_humid_int = ((add_humid_1_bit_34_int + add_humid_2_bit_34_int +
add_humid_3_bit_34_int) / 3);
    if (avg_humid_int > 10000) {
      avg_humid_int = 0;
    }
    avg_humid_float = avg_humid_int;
    char add_humid_avg_bit_34_hex[4];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sprintf(add_humid_avg_bit_34_hex, "%04X", avg_humid_int);
char add_humid_avg_bit_3_hex[3], add_humid_avg_bit_4_hex[3];
strncpy(add_humid_avg_bit_3_hex, add_humid_avg_bit_34_hex, 2);
strncpy(add_humid_avg_bit_4_hex, add_humid_avg_bit_34_hex + 2, 2);
long add_humid_avg_bit_3_int = strtol(add_humid_avg_bit_3_hex, NULL, 16);
long add_humid_avg_bit_4_int = strtol(add_humid_avg_bit_4_hex, NULL, 16);
send_frame_avg_all[3] = add_humid_avg_bit_3_int;
send_frame_avg_all[4] = add_humid_avg_bit_4_int;
vTaskDelay(xDelay200ms);

//----------------------เฉลี่ย Temp---------------------------//
char add_temp_1_bit_3_int[3], add_temp_1_bit_4_int[3];
sprintf(add_temp_1_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[5]);
sprintf(add_temp_1_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[6]);
String add_temp_1_bit_3_hex = String(add_temp_1_bit_3_int);
String add_temp_1_bit_4_hex = String(add_temp_1_bit_4_int);
String add_temp_1_bit_34_hex = add_temp_1_bit_3_hex + add_temp_1_bit_4_hex;
float add_temp_1_bit_34_int = strtol(add_temp_1_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_temp_2_bit_3_int[3], add_temp_2_bit_4_int[3];
sprintf(add_temp_2_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[5]);
sprintf(add_temp_2_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[6]);
String add_temp_2_bit_3_hex = String(add_temp_2_bit_3_int);
String add_temp_2_bit_4_hex = String(add_temp_2_bit_4_int);
String add_temp_2_bit_34_hex = add_temp_2_bit_3_hex + add_temp_2_bit_4_hex;
float add_temp_2_bit_34_int = strtol(add_temp_2_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_temp_3_bit_3_int[3], add_temp_3_bit_4_int[3];
sprintf(add_temp_3_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[5]);
sprintf(add_temp_3_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[6]);
String add_temp_3_bit_3_hex = String(add_temp_3_bit_3_int);
String add_temp_3_bit_4_hex = String(add_temp_3_bit_4_int);
String add_temp_3_bit_34_hex = add_temp_3_bit_3_hex + add_temp_3_bit_4_hex;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    float add_temp_3_bit_34_int = strtol(add_temp_3_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
    vTaskDelay(xDelay200ms);

    //คำนวณค่าเฉลี่ยของ Temp
    avg_temp_int = ((add_temp_1_bit_34_int + add_temp_2_bit_34_int + add_temp_3_bit_34_int)
/ 3);
    if (avg_temp_int > 10000) {
      avg_temp_int = 0;
    }
    avg_temp_float = avg_temp_int;
    char add_temp_avg_bit_34_hex[4];
    sprintf(add_temp_avg_bit_34_hex, "%04X", avg_temp_int);
    char add_temp_avg_bit_3_hex[3], add_temp_avg_bit_4_hex[3];
    strncpy(add_temp_avg_bit_3_hex, add_temp_avg_bit_34_hex, 2);
    strncpy(add_temp_avg_bit_4_hex, add_temp_avg_bit_34_hex + 2, 2);
    long add_temp_avg_bit_3_int = strtol(add_temp_avg_bit_3_hex, NULL, 16);
    long add_temp_avg_bit_4_int = strtol(add_temp_avg_bit_4_hex, NULL, 16);
    send_frame_avg_all[5] = add_temp_avg_bit_3_int;
    send_frame_avg_all[6] = add_temp_avg_bit_4_int;
    vTaskDelay(xDelay200ms);

    //----------------------เฉลี่ย EC ---------------------------//
    char add_EC_1_bit_3_int[3], add_EC_1_bit_4_int[3];
    sprintf(add_EC_1_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[7]);
    sprintf(add_EC_1_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[8]);
    String add_EC_1_bit_3_hex = String(add_EC_1_bit_3_int);
    String add_EC_1_bit_4_hex = String(add_EC_1_bit_4_int);
    String add_EC_1_bit_34_hex = add_EC_1_bit_3_hex + add_EC_1_bit_4_hex;
    float add_EC_1_bit_34_int = strtol(add_EC_1_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
    vTaskDelay(xDelay200ms);

    char add_EC_2_bit_3_int[3], add_EC_2_bit_4_int[3];
    sprintf(add_EC_2_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[7]);
    sprintf(add_EC_2_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[8]);
    String add_EC_2_bit_3_hex = String(add_EC_2_bit_3_int);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
String add_EC_2_bit_4_hex = String(add_EC_2_bit_4_int);
String add_EC_2_bit_34_hex = add_EC_2_bit_3_hex + add_EC_2_bit_4_hex;
float add_EC_2_bit_34_int = strtol(add_EC_2_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_EC_3_bit_3_int[3], add_EC_3_bit_4_int[3];
sprintf(add_EC_3_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[7]);
sprintf(add_EC_3_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[8]);
String add_EC_3_bit_3_hex = String(add_EC_3_bit_3_int);
String add_EC_3_bit_4_hex = String(add_EC_3_bit_4_int);
String add_EC_3_bit_34_hex = add_EC_3_bit_3_hex + add_EC_3_bit_4_hex;
float add_EC_3_bit_34_int = strtol(add_EC_3_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

//คำนวณค่าเฉลี่ยของ EC
avg_EC_int = ((add_EC_1_bit_34_int + add_EC_2_bit_34_int + add_EC_3_bit_34_int) / 3);
// if (avg_EC_int > 20000 || avg_EC_int < 78) {
  if (avg_EC_int > 10000) {
  avg_EC_int = 0;
}
// else {
//   avg_EC_int = avg_EC_int - 77;
// }

avg_EC_float = avg_EC_int;
char add_EC_avg_bit_34_hex[4];
sprintf(add_EC_avg_bit_34_hex, "%04X", avg_EC_int);
char add_EC_avg_bit_3_hex[3], add_EC_avg_bit_4_hex[3];
strncpy(add_EC_avg_bit_3_hex, add_EC_avg_bit_34_hex, 2);
strncpy(add_EC_avg_bit_4_hex, add_EC_avg_bit_34_hex + 2, 2);
long add_EC_avg_bit_3_int = strtol(add_EC_avg_bit_3_hex, NULL, 16);
long add_EC_avg_bit_4_int = strtol(add_EC_avg_bit_4_hex, NULL, 16);
send_frame_avg_all[7] = add_EC_avg_bit_3_int;
send_frame_avg_all[8] = add_EC_avg_bit_4_int;
vTaskDelay(xDelay200ms);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-----------------------เฉลี่ย PH-----------------------------//
char add_PH_1_bit_3_int[3], add_PH_1_bit_4_int[3];
sprintf(add_PH_1_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[9]);
sprintf(add_PH_1_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[10]);
String add_PH_1_bit_3_hex = String(add_PH_1_bit_3_int);
String add_PH_1_bit_4_hex = String(add_PH_1_bit_4_int);
String add_PH_1_bit_34_hex = add_PH_1_bit_3_hex + add_PH_1_bit_4_hex;
float add_PH_1_bit_34_int = strtol(add_PH_1_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_PH_2_bit_3_int[3], add_PH_2_bit_4_int[3];
sprintf(add_PH_2_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[9]);
sprintf(add_PH_2_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[10]);
String add_PH_2_bit_3_hex = String(add_PH_2_bit_3_int);
String add_PH_2_bit_4_hex = String(add_PH_2_bit_4_int);
String add_PH_2_bit_34_hex = add_PH_2_bit_3_hex + add_PH_2_bit_4_hex;
float add_PH_2_bit_34_int = strtol(add_PH_2_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_PH_3_bit_3_int[3], add_PH_3_bit_4_int[3];
sprintf(add_PH_3_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[9]);
sprintf(add_PH_3_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[10]);
String add_PH_3_bit_3_hex = String(add_PH_3_bit_3_int);
String add_PH_3_bit_4_hex = String(add_PH_3_bit_4_int);
String add_PH_3_bit_34_hex = add_PH_3_bit_3_hex + add_PH_3_bit_4_hex;
float add_PH_3_bit_34_int = strtol(add_PH_3_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

//คำนวณค่าเฉลี่ยของ PH
avg_PH_int = ((add_PH_1_bit_34_int + add_PH_2_bit_34_int + add_PH_3_bit_34_int) / 3);
// if (avg_PH_int > 10000 || avg_PH_int < 3) {
  if (avg_PH_int > 10000) {
  avg_PH_int = 0;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// else {
//   avg_PH_int = avg_PH_int - 3;
// }
// avg_PH_int = avg_PH_int - 3;
// if (avg_PH_int <= 0) {
//   avg_PH_int = 0;
// }
// else {
// }

avg_PH_float = avg_PH_int;
char add_PH_avg_bit_34_hex[4];
sprintf(add_PH_avg_bit_34_hex, "%04X", avg_PH_int);
char add_PH_avg_bit_3_hex[3], add_PH_avg_bit_4_hex[3];
strncpy(add_PH_avg_bit_3_hex, add_PH_avg_bit_34_hex, 2);
strncpy(add_PH_avg_bit_4_hex, add_PH_avg_bit_34_hex + 2, 2);
long add_PH_avg_bit_3_int = strtol(add_PH_avg_bit_3_hex, NULL, 16);
long add_PH_avg_bit_4_int = strtol(add_PH_avg_bit_4_hex, NULL, 16);
send_frame_avg_all[9] = add_PH_avg_bit_3_int;
send_frame_avg_all[10] = add_PH_avg_bit_4_int;
vTaskDelay(xDelay200ms);

//----------------------เฉลี่ย N----------------------------//
char add_N_1_bit_3_int[3], add_N_1_bit_4_int[3];
sprintf(add_N_1_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[11]);
sprintf(add_N_1_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[12]);
String add_N_1_bit_3_hex = String(add_N_1_bit_3_int);
String add_N_1_bit_4_hex = String(add_N_1_bit_4_int);
String add_N_1_bit_34_hex = add_N_1_bit_3_hex + add_N_1_bit_4_hex;
float add_N_1_bit_34_int = strtol(add_N_1_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_N_2_bit_3_int[3], add_N_2_bit_4_int[3];
sprintf(add_N_2_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[11]);
sprintf(add_N_2_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[12]);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
String add_N_2_bit_3_hex = String(add_N_2_bit_3_int);
String add_N_2_bit_4_hex = String(add_N_2_bit_4_int);
String add_N_2_bit_34_hex = add_N_2_bit_3_hex + add_N_2_bit_4_hex;
float add_N_2_bit_34_int = strtol(add_N_2_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_N_3_bit_3_int[3], add_N_3_bit_4_int[3];
sprintf(add_N_3_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[11]);
sprintf(add_N_3_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[12]);
String add_N_3_bit_3_hex = String(add_N_3_bit_3_int);
String add_N_3_bit_4_hex = String(add_N_3_bit_4_int);
String add_N_3_bit_34_hex = add_N_3_bit_3_hex + add_N_3_bit_4_hex;
float add_N_3_bit_34_int = strtol(add_N_3_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

//คำนวณค่าเฉลี่ยของ N
avg_N_int = ((add_N_1_bit_34_int + add_N_2_bit_34_int + add_N_3_bit_34_int) / 3);
// if (avg_N_int > 10000 || avg_N_int < 1) {
  if (avg_N_int > 10000) {
  avg_N_int = 0;
}
// else {
//   avg_N_int = avg_N_int + 8;
// }
// // avg_N_int = avg_N_int + 123;
// if (avg_N_int >= 122) {
//   avg_N_int = 0;
// }
// else {
// }

avg_N_float = avg_N_int;
char add_N_avg_bit_34_hex[4];
sprintf(add_N_avg_bit_34_hex, "%04X", avg_N_int);
char add_N_avg_bit_3_hex[3], add_N_avg_bit_4_hex[3];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
strncpy(add_N_avg_bit_3_hex, add_N_avg_bit_34_hex, 2);
strncpy(add_N_avg_bit_4_hex, add_N_avg_bit_34_hex + 2, 2);
long add_N_avg_bit_3_int = strtol(add_N_avg_bit_3_hex, NULL, 16);
long add_N_avg_bit_4_int = strtol(add_N_avg_bit_4_hex, NULL, 16);
send_frame_avg_all[11] = add_N_avg_bit_3_int;
send_frame_avg_all[12] = add_N_avg_bit_4_int;
vTaskDelay(xDelay200ms);

//----------------------เฉลี่ย P----------------------------//
char add_P_1_bit_3_int[3], add_P_1_bit_4_int[3];
sprintf(add_P_1_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[13]);
sprintf(add_P_1_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[14]);
String add_P_1_bit_3_hex = String(add_P_1_bit_3_int);
String add_P_1_bit_4_hex = String(add_P_1_bit_4_int);
String add_P_1_bit_34_hex = add_P_1_bit_3_hex + add_P_1_bit_4_hex;
float add_P_1_bit_34_int = strtol(add_P_1_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_P_2_bit_3_int[3], add_P_2_bit_4_int[3];
sprintf(add_P_2_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[13]);
sprintf(add_P_2_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[14]);
String add_P_2_bit_3_hex = String(add_P_2_bit_3_int);
String add_P_2_bit_4_hex = String(add_P_2_bit_4_int);
String add_P_2_bit_34_hex = add_P_2_bit_3_hex + add_P_2_bit_4_hex;
float add_P_2_bit_34_int = strtol(add_P_2_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_P_3_bit_3_int[3], add_P_3_bit_4_int[3];
sprintf(add_P_3_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[13]);
sprintf(add_P_3_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[14]);
String add_P_3_bit_3_hex = String(add_P_3_bit_3_int);
String add_P_3_bit_4_hex = String(add_P_3_bit_4_int);
String add_P_3_bit_34_hex = add_P_3_bit_3_hex + add_P_3_bit_4_hex;
float add_P_3_bit_34_int = strtol(add_P_3_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//คำนวณค่าเฉลี่ยของ P
avg_P_int = ((add_P_1_bit_34_int + add_P_2_bit_34_int + add_P_3_bit_34_int) / 3);
// if (avg_P_int > 10000 || avg_P_int < 46) {
  if (avg_P_int > 10000) {
  avg_P_int = 0;
}
//  else {
//    avg_P_int = avg_P_int - 46;
// }
// // avg_P_int = avg_P_int + 123;
// if (avg_P_int >= 122) {
//    avg_P_int = 0;
// }
// else {
// }

avg_P_float = avg_P_int;
char add_P_avg_bit_34_hex[4];
sprintf(add_P_avg_bit_34_hex, "%04X", avg_P_int);
char add_P_avg_bit_3_hex[3], add_P_avg_bit_4_hex[3];
strncpy(add_P_avg_bit_3_hex, add_P_avg_bit_34_hex, 2);
strncpy(add_P_avg_bit_4_hex, add_P_avg_bit_34_hex + 2, 2);
long add_P_avg_bit_3_int = strtol(add_P_avg_bit_3_hex, NULL, 16);
long add_P_avg_bit_4_int = strtol(add_P_avg_bit_4_hex, NULL, 16);
send_frame_avg_all[13] = add_P_avg_bit_3_int;
send_frame_avg_all[14] = add_P_avg_bit_4_int;
vTaskDelay(xDelay200ms);

//------------------------เฉลี่ย K-----------------------------//
char add_K_1_bit_3_int[3], add_K_1_bit_4_int[3];
sprintf(add_K_1_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[15]);
sprintf(add_K_1_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_1[16]);
String add_K_1_bit_3_hex = String(add_K_1_bit_3_int);
String add_K_1_bit_4_hex = String(add_K_1_bit_4_int);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
String add_K_1_bit_34_hex = add_K_1_bit_3_hex + add_K_1_bit_4_hex;
float add_K_1_bit_34_int = strtol(add_K_1_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_K_2_bit_3_int[3], add_K_2_bit_4_int[3];
sprintf(add_K_2_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[15]);
sprintf(add_K_2_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_2[16]);
String add_K_2_bit_3_hex = String(add_K_2_bit_3_int);
String add_K_2_bit_4_hex = String(add_K_2_bit_4_int);
String add_K_2_bit_34_hex = add_K_2_bit_3_hex + add_K_2_bit_4_hex;
float add_K_2_bit_34_int = strtol(add_K_2_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

char add_K_3_bit_3_int[3], add_K_3_bit_4_int[3];
sprintf(add_K_3_bit_3_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[15]);
sprintf(add_K_3_bit_4_int, "%02X", ans_frame_7in1_3[16]);
String add_K_3_bit_3_hex = String(add_K_3_bit_3_int);
String add_K_3_bit_4_hex = String(add_K_3_bit_4_int);
String add_K_3_bit_34_hex = add_K_3_bit_3_hex + add_K_3_bit_4_hex;
float add_K_3_bit_34_int = strtol(add_K_3_bit_34_hex.c_str(), NULL, 16);
vTaskDelay(xDelay200ms);

//คำนวณค่าเฉลี่ยของ K
avg_K_int = ((add_K_1_bit_34_int + add_K_2_bit_34_int + add_K_3_bit_34_int) / 3);
// if (avg_K_int > 10000 || avg_K_int < 43) {
  if (avg_K_int > 10000) {
  avg_K_int = 0;
}
// else {
//   avg_K_int = avg_K_int - 43;
// }

avg_K_float = avg_K_int;
char add_K_avg_bit_34_hex[4];
sprintf(add_K_avg_bit_34_hex, "%04X", avg_K_int);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
char add_K_avg_bit_3_hex[3], add_K_avg_bit_4_hex[3];
strncpy(add_K_avg_bit_3_hex, add_K_avg_bit_34_hex, 2);
strncpy(add_K_avg_bit_4_hex, add_K_avg_bit_34_hex + 2, 2);
long add_K_avg_bit_3_int = strtol(add_K_avg_bit_3_hex, NULL, 16);
long add_K_avg_bit_4_int = strtol(add_K_avg_bit_4_hex, NULL, 16);
send_frame_avg_all[15] = add_K_avg_bit_3_int;
send_frame_avg_all[16] = add_K_avg_bit_4_int;
vTaskDelay(xDelay200ms);

//-------------------------------------------------------------------------//

//----------------------------Section Add Data GPS in Frame---------------------//
char gps_lat_hex[15];
char gps_long_hex[15];
char gps_lat_bit_3_hex[3];
char gps_lat_bit_4_hex[3];
char gps_lat_bit_5_hex[3];
char gps_lat_bit_6_hex[3];
char gps_long_bit_3_hex[3];
char gps_long_bit_4_hex[3];
char gps_long_bit_5_hex[3];
char gps_long_bit_6_hex[3];

sprintf(gps_lat_hex, "%08X", gps_lat_int);
sprintf(gps_long_hex, "%08X", gps_long_int);
Serial.println(gps_lat_hex);
Serial.println(gps_long_hex);

strncpy(gps_lat_bit_3_hex, gps_lat_hex, 2);
strncpy(gps_lat_bit_4_hex, gps_lat_hex + 2, 2);
strncpy(gps_lat_bit_5_hex, gps_lat_hex + 4, 2);
strncpy(gps_lat_bit_6_hex, gps_lat_hex + 6, 2);

strncpy(gps_long_bit_3_hex, gps_long_hex, 2);
strncpy(gps_long_bit_4_hex, gps_long_hex + 2, 2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
strncpy(gps_long_bit_5_hex, gps_long_hex + 4, 2);
strncpy(gps_long_bit_6_hex, gps_long_hex + 6, 2);

long gps_lat_bit_3_int = strtol(gps_lat_bit_3_hex, NULL, 16);
long gps_lat_bit_4_int = strtol(gps_lat_bit_4_hex, NULL, 16);
long gps_lat_bit_5_int = strtol(gps_lat_bit_5_hex, NULL, 16);
long gps_lat_bit_6_int = strtol(gps_lat_bit_6_hex, NULL, 16);

long gps_long_bit_3_int = strtol(gps_long_bit_3_hex, NULL, 16);
long gps_long_bit_4_int = strtol(gps_long_bit_4_hex, NULL, 16);
long gps_long_bit_5_int = strtol(gps_long_bit_5_hex, NULL, 16);
long gps_long_bit_6_int = strtol(gps_long_bit_6_hex, NULL, 16);

send_frame_avg_all[17] = gps_lat_bit_3_int;
send_frame_avg_all[18] = gps_lat_bit_4_int;
send_frame_avg_all[19] = gps_lat_bit_5_int;
send_frame_avg_all[20] = gps_lat_bit_6_int;

send_frame_avg_all[21] = gps_long_bit_3_int;
send_frame_avg_all[22] = gps_long_bit_4_int;
send_frame_avg_all[23] = gps_long_bit_5_int;
send_frame_avg_all[24] = gps_long_bit_6_int;
vTaskDelay(xDelay200ms);
Serial.println(gps_lat_bit_3_int);
Serial.println(gps_lat_bit_4_int);
Serial.println(gps_lat_bit_5_int);
Serial.println(gps_lat_bit_6_int);
//--------------------------------------------------------------------------------//

//คำนวณ CRC แล้วยัดลงเฟรม send_frame_avg_all
CRC16 crc(CRC16_MODBUS_POLYNOME,
        CRC16_MODBUS_INITIAL,
        CRC16_MODBUS_XOR_OUT,
        CRC16_MODBUS_REV_IN,
        CRC16_MODBUS_REV_OUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    for (int i = 0; i < 25; i++) {  //bit 0-24 เป็รจ้อมูล bit 25-26 เป็น crc
      crc.add(send_frame_avg_all[i]);
    }
    char CRC_all_bit_25_26_hex[10];
    char CRC_all_bit_25_hex[10];
    char CRC_all_bit_26_hex[10];
    sprintf(CRC_all_bit_25_26_hex, "%04X", crc.calc());  //ใช้ sprintf เพื่อแปลงค่าใน crc.calc() เป็นรหัสเลขฐาน 16 (HEX) และเก็บใน CRCchar
    strncpy(CRC_all_bit_26_hex, CRC_all_bit_25_26_hex, 2);
    strncpy(CRC_all_bit_25_hex, CRC_all_bit_25_26_hex + 2, 2);
    long CRC_all_bit_25_int = strtol(CRC_all_bit_25_hex, NULL, 16);
    long CRC_all_bit_26_int = strtol(CRC_all_bit_26_hex, NULL, 16);
    send_frame_avg_all[25] = CRC_all_bit_25_int;
    send_frame_avg_all[26] = CRC_all_bit_26_int;
    vTaskDelay(xDelay200ms);

    //-------------------------------------------------------------------------//

    //--------------------Print Frame ดูข้อมูล-----------------------------------//

    for (byte i = 0; i < 19; i++) {
      Serial.print(ans_frame_7in1_1[i]);
      Serial.print(" ");
    }
    Serial.println();
    for (byte i = 0; i < 19; i++) {
      Serial.print(ans_frame_7in1_2[i]);
      Serial.print(" ");
    }
    Serial.println();
    for (byte i = 0; i < 19; i++) {
      Serial.print(ans_frame_7in1_3[i]);
      Serial.print(" ");
    }
    Serial.println();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Serial.print("humid avg int = ");
    Serial.println(avg_humid_int);
    Serial.print("humid avg float = ");
    Serial.println(avg_humid_float);
    Serial.print("temp avg int = ");
    Serial.println(avg_temp_int);
    Serial.print("temp avg float = ");
    Serial.println(avg_temp_float);
    Serial.print("EC avg = ");
    Serial.println(avg_EC_int);
    Serial.print("PH avg = ");
    Serial.println(avg_PH_int);
    Serial.print("N avg = ");
    Serial.println(avg_N_int);
    Serial.print("P avg = ");
    Serial.println(avg_P_int);
    Serial.print("K avg = ");
    Serial.println(avg_K_int);
    Serial.println();
    //vTaskDelay(xDelay2000ms);

    for (byte i = 0; i < 27; i++) {
      Serial.print(send_frame_avg_all[i]);
      Serial.print(" ");
    }
    Serial.println();
    for (byte i = 0; i < 27; i++) {
      Serial.print(send_frame_avg_all[i], HEX);
      Serial.print(" ");
    }
    Serial.println();
    Serial.println();
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void func2_Task(void *pv485) {
  while (1) {
    byte ask_frame_485[8];
    digitalWrite(DE2, LOW);
    digitalWrite(RE2, LOW);
    if (mod2.available()) {  //ทัก 4 ทัก 4 ทัก 11
      for (byte i = 0; i < 8; i++) {
        ask_frame_485[i] = mod2.read();
        Serial.print(ask_frame_485[i]);
        Serial.print("_");
        vTaskDelay(xDelay50ms);
      }
      Serial.println();

      if (memcmp(ask_frame_485, expectedFrame_all, sizeof(expectedFrame_all)) == 0) {
        Serial.println("YES01");
        digitalWrite(DE2, HIGH);
        digitalWrite(RE2, HIGH);
        mod2.write(send_frame_avg_all, sizeof(fakeframe));
      }
    }
    vTaskDelay(xDelay50ms);
  }
}

void func3_Task(void *pvOLED) {
  while (1) {
    // when pin 13 is LOW (DEMO_PIN), enable demo mode
    // this could be done either by using a switch
    // or simply by connecting the wire between pin 13 and GND
    // (those pins are next to each other)
    if (digitalRead(DEMO_PIN) == LOW) {
      demo_mode = 1;  // enable demo mode
    } else {
      demo_mode = 0;  // disable demo mode
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }


    if (demo_mode == 1) {          // when demo mode is active, automatically switch between all
the screens and menu items
      demo_mode_delay++;           // increase demo mode delay
      if (demo_mode_delay > 15) {  // after some time, switch to another screen - change this
value to make it slower/faster
        demo_mode_delay = 0;
        demo_mode_state++;  // increase counter
        if (demo_mode_state >= NUM_ITEMS * 3) {
          demo_mode_state = 0;  // jump back to the first screen
        }
      }

      if (demo_mode_state % 3 == 0) {
        current_screen = 0;  // menu screen
        item_selected = demo_mode_state / 3;
      } else if (demo_mode_state % 3 == 1) {
        current_screen = 1;  // screenshots screen
        item_selected = demo_mode_state / 3;
      } else if (demo_mode_state % 3 == 2) {
        current_screen = 2;  // qr codes screen
        item_selected = demo_mode_state / 3;
      }

    }  // end demo mode section


    if (current_screen == 0) {  // MENU SCREEN

      // up and down buttons only work for the menu screen
      if ((digitalRead(BUTTON_UP_PIN) == LOW) && (button_up_clicked == 0)) {  // up button
clicked - jump to previous menu item
        digitalWrite(buzzer, HIGH);                                    //เปิดเสียงเตือน
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      vTaskDelay(xDelay50ms);
      digitalWrite(buzzer, LOW);          //ปิดเสียงเตือน
      item_selected = item_selected - 1;  // select previous item
      button_up_clicked = 1;              // set button to clicked to only perform the action once
      if (item_selected < 0) {            // if first item was selected, jump to last item
        item_selected = NUM_ITEMS - 1;
      }
    } else if ((digitalRead(BUTTON_DOWN_PIN) == LOW) && (button_down_clicked == 0)) {  //
down button clicked - jump to next menu item
      digitalWrite(buzzer, HIGH);                                    //เปิดเสียงเตือน
      vTaskDelay(xDelay50ms);
      digitalWrite(buzzer, LOW);          //ปิดเสียงเตือน
      item_selected = item_selected + 1;  // select next item
      button_down_clicked = 1;            // set button to clicked to only perform the action once
      if (item_selected >= NUM_ITEMS) {   // last item was selected, jump to first menu item
        item_selected = 0;
      }
    }

    if ((digitalRead(BUTTON_UP_PIN) == HIGH) && (button_up_clicked == 1)) {  // unclick
      button_up_clicked = 0;
    }
    if ((digitalRead(BUTTON_DOWN_PIN) == HIGH) && (button_down_clicked == 1)) {  // unclick
      button_down_clicked = 0;
    }
  }


  if ((digitalRead(BUTTON_SELECT_PIN) == LOW) && (button_select_clicked == 0)) {  // select
button clicked, jump between screens
    digitalWrite(buzzer, HIGH);                                    //เปิดเสียงเตือน
    vTaskDelay(xDelay50ms);
    digitalWrite(buzzer, LOW);  //ปิดเสียงเตือน
    state_485 = 0;
    button_select_clicked = 1;  // set button to clicked to only perform the action once
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (current_screen == 0) {
    current_screen = 1;  // menu items screen --> screenshots screen
  } else if (current_screen == 1 && item_selected == 7) {
    current_screen = 2;  // screenshots screen --> qr codes screen Connecting
  } else if (current_screen == 1 && item_selected == 1) {
    current_screen = 2;  // screenshots screen --> qr codes screen Auto Mode
  } else if (current_screen == 1 && item_selected == 0) {
    current_screen = 2;  // screenshots screen --> qr codes screen Dashboard
  } else {
    current_screen = 0;  // qr codes screen --> menu items screen
  }
}
if ((digitalRead(BUTTON_SELECT_PIN) == HIGH) && (button_select_clicked == 1)) {  // unclick
  button_select_clicked = 0;
}

// set correct values for the previous and next items
item_sel_previous = item_selected - 1;
if (item_sel_previous < 0) {
  item_sel_previous = NUM_ITEMS - 1;  // previous item would be below first = make it the last
}
item_sel_next = item_selected + 1;
if (item_sel_next >= NUM_ITEMS) {
  item_sel_next = 0;  // next item would be after last = make it the first
}



u8g2.clearBuffer();  // clear buffer for storing display content in RAM

if (current_screen == 0) {  // MENU SCREEN

  // selected item background
  u8g2.drawXBMP(0, 22, 128, 21, bitmap_item_sel_outline);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  // draw previous item as icon + label
  u8g2.setFont(u8g_font_7x14);
  u8g2.drawStr(25, 15, menu_items[item_sel_previous]);
  u8g2.drawXBMP(4, 2, 16, 16, bitmap_icons[item_sel_previous]);

  // draw selected item as icon + label in bold font
  u8g2.setFont(u8g_font_7x14B);
  u8g2.drawStr(25, 15 + 20 + 2, menu_items[item_selected]);
  u8g2.drawXBMP(4, 24, 16, 16, bitmap_icons[item_selected]);

  // draw next item as icon + label
  u8g2.setFont(u8g_font_7x14);
  u8g2.drawStr(25, 15 + 20 + 20 + 2 + 2, menu_items[item_sel_next]);
  u8g2.drawXBMP(4, 46, 16, 16, bitmap_icons[item_sel_next]);

  // draw scrollbar background
  u8g2.drawXBMP(128 - 7, 0, 7, 64, bitmap_scrollbar_background);

  // draw scrollbar handle
  u8g2.drawBox(125, 64 / NUM_ITEMS * item_selected, 3, 64 / NUM_ITEMS);

}

//ถ้าคลิกหน้าเมนู current_screen == 1 และ item_selected == 0 แสดงหน้า screenshot Dashboard
else if (current_screen == 1 && item_selected == 0) {  // SCREENSHOTS SCREEN
  u8g2.clearBuffer();                                  // clear the internal memory
  u8g2.setBitmapMode(1);
  u8g2.setFont(u8g2_font_haxrcorp4089_tr);
  sprintf(buffer2_T, "T: %.1f C", avg_temp_float / 10);
  u8g2.drawStr(3, 14, buffer2_T);
  u8g2.setFont(u8g2_font_haxrcorp4089_tr);
  sprintf(buffer2_H, "H: %.1f %%", avg_humid_float / 10);
  u8g2.drawStr(3, 33, buffer2_H);
  u8g2.setFont(u8g2_font_haxrcorp4089_tr);
  sprintf(buffer2_N, "N: %.1f", avg_N_float);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      u8g2.drawStr(53, 14, buffer2_N);
      u8g2.setFont(u8g2_font_haxrcorp4089_tr);
      sprintf(buffer2_P, "P: %.1f", avg_P_float);
      u8g2.drawStr(53, 33, buffer2_P);
      u8g2.setFont(u8g2_font_haxrcorp4089_tr);
      sprintf(buffer2_K, "K: %.1f", avg_K_float);
      u8g2.drawStr(53, 51, buffer2_K);
      u8g2.setFont(u8g2_font_4x6_tr);
      u8g2.drawStr(53, 58, "(mg/kg)");
      u8g2.setFont(u8g2_font_haxrcorp4089_tr);
      sprintf(buffer2_PH, "PH: %.1f", avg_PH_float / 10);
      u8g2.drawStr(90, 14, buffer2_PH);
      u8g2.setFont(u8g2_font_haxrcorp4089_tr);
      sprintf(buffer2_EC, "EC: %.1f", avg_EC_float);
      u8g2.drawStr(3, 51, buffer2_EC);
      u8g2.setFont(u8g2_font_4x6_tr);
      u8g2.drawStr(3, 58, "(uS/cm)");
      u8g2.drawXBMP(96, 32, 18, 18, image_Button_18x18_bits);
      u8g2.drawXBMP(101, 35, 10, 10, image_icon_Dashboard);
    }

    //ถ้าคลิกหน้าเมนู current_screen == 1 และ item_selected == 1 แสดงหน้า screenshot Automode
    else if (current_screen == 1 && item_selected == 1) {  // SCREENSHOTS SCREEN
      if (state_485 == 0) {
        xTaskCreatePinnedToCore(func2_Task, "Task2", 4000, NULL, 9, &Task2, 1);  //สร้าง Task2 โดยใช้
ฟังก์ชัน func2_Task()
        state_485 = 1;
      }
      u8g2.clearBuffer();  // clear the internal memory
      u8g2.setBitmapMode(1);
      u8g2.drawFrame(2, 18, 124, 24);
      u8g2.drawBox(4, 20, progress, 20);
      u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
      sprintf(buffer_count, "Please Wait : %d s", count);  // construct a string with the progress
variable
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  u8g2.drawStr(24, 53, buffer_count);                  // display the string
  u8g2.setFont(u8g2_font_haxrcorp4089_tr);
  u8g2.drawStr(2, 7, "Progress Bar Screen");
  u8g2.drawLine(2, 10, 127, 10);
  u8g2.drawXBMP(118, 0, 7, 8, image_Lock_7x8_bits);
  u8g2.drawXBMP(107, 0, 10, 10, image_badusb_10px_bits);
  u8g2.drawXBMP(13, 45, 9, 8, image_Alert_9x8_bits);
  progress = progress + 2;
  count = count - 1;
  vTaskDelay(xDelay1000ms);
  if (count < -1) {
    count = 60;
    progress = 0;
  }

  if (count == 60) {
    digitalWrite(buzzer, HIGH);  //เปิดเสียงเตือน
    vTaskDelay(xDelay50ms);
    digitalWrite(buzzer, LOW);  //ปิดเสียงเตือน
    vTaskDelay(xDelay200ms);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);  //เปิดเสียงเตือน
    vTaskDelay(xDelay50ms);
    digitalWrite(buzzer, LOW);  //ปิดเสียงเตือน
    vTaskDelay(xDelay500ms);
    digitalWrite(buzzer, HIGH);  //เปิดเสียงเตือน
    vTaskDelay(xDelay1000ms);
    digitalWrite(buzzer, LOW);  //ปิดเสียงเตือน
    vTaskDelete(Task2);
    Task2 = NULL;
    current_screen = 2;
    SomeOutput = !SomeOutput;
  }
}
```

//ถ้าคลิกหน้าเมนู current_screen == 1 และ item_selected == 2 แสดงหน้า screenshot TH Mode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else if (current_screen == 1 && item_selected == 2) {  // SCREENSHOTS SCREEN
  u8g2.clearBuffer();                          // clear the internal memory
  u8g2.setBitmapMode(1);
  u8g2.drawFrame(16, 13, 104, 19);
  ;
  u8g2.drawFrame(16, 34, 104, 19);
  u8g2.drawBox(18, 15, avg_temp_float / 10, 15);
  u8g2.drawBox(18, 36, avg_humid_float / 10, 15);
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  u8g2.drawStr(8, 26, "T");
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  u8g2.drawStr(8, 47, "H");
  u8g2.setFont(u8g2_font_haxrcorp4089_tr);
  sprintf(buffer_T, "T: %.1f C", avg_temp_float / 10);
  u8g2.drawStr(20, 61, buffer_T);
  u8g2.setFont(u8g2_font_haxrcorp4089_tr);
  sprintf(buffer_H, "H: %.1f %%", avg_humid_float / 10);
  u8g2.drawStr(76, 61, buffer_H);
  u8g2.drawXBMP(0, 0, 128, 64, image_draw_17l5aarfpbglnhlg0mh_bits);
  u8g2.drawXBMP(81, 1, 40, 8, image_Pin_back_full_40x8_bits);
}

//ถ้าคลิกหน้าเมนู current_screen == 1 และ item_selected == 3 แสดงหน้า screenshot NPK Mode
else if (current_screen == 1 && item_selected == 3) {  // SCREENSHOTS SCREEN
  u8g2.clearBuffer();                          // clear the internal memory
  u8g2.setBitmapMode(1);
  u8g2.drawFrame(16, 26, 104, 12);
  u8g2.drawFrame(16, 39, 104, 12);
  u8g2.drawFrame(16, 13, 104, 12);
  u8g2.drawBox(18, 15, avg_N_float, 8);
  u8g2.drawBox(18, 28, avg_P_float, 8);
  u8g2.drawBox(18, 41, avg_K_float, 8);
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  u8g2.drawStr(7, 23, "N");
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  u8g2.drawStr(7, 36, "P");
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  u8g2.drawStr(7, 49, "K");
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  sprintf(buffer_N, "N: %.1f ", avg_N_float);
  u8g2.drawStr(2, 61, buffer_N);
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  sprintf(buffer_P, "P: %.1f ", avg_P_float);
  u8g2.drawStr(46, 61, buffer_P);
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  sprintf(buffer_K, "K: %.1f ", avg_K_float);
  u8g2.drawStr(91, 61, buffer_K);
  u8g2.drawXBMP(-15, -2, 128, 64, image_draw_221ny6p8k31lnhn7lxc_bits);
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  u8g2.drawStr(32, 9, "(mg/kg)");
  u8g2.drawXBMP(81, 1, 40, 8, image_Pin_back_full_40x8_bits);
}

//ถ้าคลิกหน้าเมนู current_screen == 1 และ item_selected == 4 แสดงหน้า screenshot pH Mode
else if (current_screen == 1 && item_selected == 4) {  // SCREENSHOTS SCREEN
  u8g2.clearBuffer();                          // clear the internal memory
  u8g2.setBitmapMode(1);
  u8g2.setBitmapMode(1);
  u8g2.drawXBMP(5, 18, 54, 35, image_Pattern_Fill_1_bits);
  u8g2.drawXBMP(61, 18, 54, 35, image_Pattern_Fill_1_bits);
  u8g2.drawXBMP(116, 18, 7, 35, image_Pattern_Fill_1_1row_bits);
  u8g2.drawFrame(2, 16, 124, 39);
  u8g2.drawBox(4, 18, ((avg_PH_float / 10) * 8), 35);  //(4, 18, progress, 35)
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  u8g2.drawStr(5, 64, "Acid");
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  u8g2.drawStr(62, 64, "7");
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  u8g2.drawStr(102, 64, "Base");
  sprintf(buffer_PH, ": %.1f", avg_PH_float / 10);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  u8g2.drawStr(24, 11, buffer_PH);
  u8g2.drawXBMP(0, 0, 128, 64, image_draw_e3gfxv9wfolnhqm3yf_bits);
  u8g2.drawXBMP(81, 1, 40, 8, image_Pin_back_full_40x8_bits);
}

//ถ้าคลิกหน้าเมนู current_screen == 1 และ item_selected == 5 แสดงหน้า screenshot EC Mode
else if (current_screen == 1 && item_selected == 5) {  // SCREENSHOTS SCREEN
  u8g2.clearBuffer();                          // clear the internal memory
  u8g2.setBitmapMode(1);
  u8g2.drawCircle(11, 9, 8);
  u8g2.drawXBMP(-2, 0, 131, 64, image_draw_vwslwt3un1flnljityi_bits);
  u8g2.setFont(u8g2_font_helvB08_tr);
  sprintf(buffer_EC, "EC: %.1f uS/cm", avg_EC_float);
  u8g2.drawStr(3, 64, buffer_EC);
  u8g2.drawFrame(3, 19, 124, 36);
  u8g2.drawBox(5, 21, ((avg_EC_float) / 2), 32);
  u8g2.drawXBMP(86, 5, 40, 8, image_Pin_back_full_40x8_bits);
}

//ถ้าคลิกหน้าเมนู current_screen == 1 และ item_selected == 6 แสดงหน้า screenshot GPS Mode
else if (current_screen == 1 && item_selected == 6) {  // SCREENSHOTS SCREEN
  u8g2.clearBuffer();                          // clear the internal memory
  u8g2.setBitmapMode(1);
  u8g2.setFontMode(1);
  u8g2.setFont(u8g2_font_6x10_tr);
  sprintf(buffer_Lat, "Lat: %.6f", gps_lat_float);
  u8g2.drawStr(22, 35, buffer_Lat);
  u8g2.setFont(u8g2_font_6x10_tr);
  sprintf(buffer_Long, "Long: %.6f", gps_long_float);
  u8g2.drawStr(16, 47, buffer_Long);
  u8g2.drawXBMP(6, 4, 9, 13, image_Layer_5_bits);
  u8g2.drawXBMP(81, 1, 40, 8, image_Pin_back_full_40x8_bits);
}

else if (current_screen == 1 && item_selected == 7) {  // SCREENSHOTS SCREEN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    u8g2.clearBuffer();                         // clear the internal memory
    u8g2.setBitmapMode(1);
    u8g2.setFontMode(1);
    u8g2.drawXBMP(18, 15, 10, 10, image_ir_10px_bits);
    u8g2.drawXBMP(13, 11, 18, 18, image_Button_18x18_bits);
    u8g2.drawXBMP(13, 34, 18, 18, image_Button_18x18_bits);
    u8g2.drawXBMP(18, 36, 9, 13, image_Layer_5_bits);
    if (status_wifi == 1) {
      u8g2.setFont(u8g2_font_6x10_tr);
      u8g2.drawStr(37, 24, "Connecting...");
    } else {
      u8g2.setFont(u8g2_font_6x10_tr);
      u8g2.drawStr(37, 24, "Not Connected");
    }
    if (gps_lat_int != 0) {
      u8g2.setFont(u8g2_font_6x10_tr);
      u8g2.drawStr(37, 47, "Connecting...");
    } else {
      u8g2.setFont(u8g2_font_6x10_tr);
      u8g2.drawStr(37, 47, "Not Connected");
    }
  }
  // else if (current_screen == 1) { // SCREENSHOTS SCREEN
  //   u8g2.drawXBMP( 0, 0, 128, 64, bitmap_screenshots[item_selected]); // draw screenshot
  // }

  else if (current_screen == 2 && item_selected == 0) {  // QR SCREEN
    //   u8g2.drawXBMP( 0, 0, 128, 64, bitmap_qr_codes[item_selected]); // draw qr code
screenshot
    u8g2.clearBuffer();  // clear the internal memory
    u8g2.drawXBMP(32, 3, 58, 58, epd_bitmap_QR_Online);
  }

  else if (current_screen == 2 && item_selected == 1) {  // QR SCREEN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      //   u8g2.drawXBMP( 0, 0, 128, 64, bitmap_qr_codes[item_selected]); // draw qr code
screenshot
      u8g2.clearBuffer();  // clear the internal memory
      u8g2.setBitmapMode(1);
      u8g2.setFontMode(1);
      u8g2.drawXBMP(13, 20, 18, 18, image_Button_18x18_bits);
      u8g2.drawXBMP(18, 24, 10, 10, image_dir_10px_bits);
      u8g2.setFont(u8g2_font_profont22_tr);
      u8g2.drawStr(34, 37, "SUCCESS");
      u8g2.drawXBMP(48, 39, 10, 10, image_back_10px_bits);
      u8g2.setFont(u8g2_font_5x8_tr);
      u8g2.drawStr(60, 48, "upload data");
    }

      else if (current_screen == 2 && item_selected == 7) {  // QR SCREEN Connecting
      //   u8g2.drawXBMP( 0, 0, 128, 64, bitmap_qr_codes[item_selected]); // draw qr code
screenshot
      u8g2.clearBuffer();  // clear the internal memory
      u8g2.drawXBMP(32, 3, 58, 58, epd_bitmap_QR_Offline);
    }

    u8g2.sendBuffer();  // send buffer from RAM to display controller
  }
}

void func4_Task(void *pvGPS) {
  while (1) {
    if (mod_gps.available() > 0) {
      status_gps = 1;
      char c = mod_gps.read();
      if (gps.encode(c)) {
        vTaskDelay(xDelay1000ms);
        // ถ้าอ่านข้อมูล GPS สำเร็จ
        if (gps.location.isValid()) {
          // แสดงข้อมูลพิกัดละติจูดและลองจิจูด
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          Serial.print("Lat: ");
          gps_lat_float = gps.location.lat();
          gps_lat_int = gps_lat_float * 1000000;  // แปลงค่าทศนิยมเป็นเลขเต็ม
          Serial.println(gps_lat_int);
          Serial.println(gps_lat_int, HEX);

          Serial.print("Long: ");
          gps_long_float = gps.location.lng();
          gps_long_int = gps_long_float * 1000000;  // แปลงค่าทศนิยมเป็นเลขเต็ม
          Serial.println(gps_long_int);
          Serial.println(gps_long_int, HEX);
        }
      }
    } else {
      status_gps = 0;
    }
  }
}

void func5_Task(void *pvmonitor) {
  for (;;) {
    if ((millis() - SensorUpdate) >= 50) {
      //Serial.println("Reading Sensors");
      SensorUpdate = millis();
      BitsA0 = analogRead(PIN_A0);
      BitsA1 = analogRead(PIN_A1);

      // standard converion to go from 12 bit resolution reads to volts on an ESP
      VoltsA0 = BitsA0 * 3.3 / 4096;
      VoltsA1 = BitsA1 * 3.3 / 4096;
    }
    temp = random(0, 100);
    humid = random(0, 100);
    ec = random(0, 100);
    ph = random(0, 100);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    n = random(0, 100);
    p = random(0, 100);
    k = random(0, 100);

    // no matter what you must call this handleClient repeatidly--otherwise the web page
    // will not get instructions to do something
    server.handleClient();
    // Serial.println(upload1);
    // Serial.println(upload2);
    if (WiFi.softAPgetStationNum() != 0) {
      status_wifi = 1;
    } else {
      status_wifi = 0;
    }
    vTaskDelay(xDelay100ms);
  }
}

void UpdateSlider() {

  // many I hate strings, but wifi lib uses them...
  String t_state = server.arg("VALUE");

  // conver the string sent from the web page to an int
  FanSpeed = t_state.toInt();
  Serial.print("UpdateSlider");
  Serial.println(FanSpeed);
  // now set the PWM duty cycle
  ledcWrite(0, FanSpeed);
  FanRPM = map(FanSpeed, 0, 255, 0, 2400);
  strcpy(buf, "");
  sprintf(buf, "%d", FanRPM);
  sprintf(buf, buf);

  // now send it back
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  server.send(200, "text/plain", buf);  //Send web page
}

void ProcessButton_0() {

  LED0 = !LED0;
  digitalWrite(PIN_LED, LED0);
  upload1 = 0;
  upload2 = 0;
  Serial.print("Button 0 ");
  Serial.println(LED0);
  server.send(200, "text/plain", "");  //Send web page
}

// same notion for processing button_1
void ProcessButton_1() {

  // just a simple way to toggle a LED on/off. Much better ways to do this
  Serial.println("Button 1 press");
  SomeOutput = !SomeOutput;

  digitalWrite(PIN_OUTPUT, SomeOutput);
  // upload1 = !upload1;
  // upload2 = upload1;
  item_selected = 1;
  current_screen = 1;

  Serial.print("Button 1 ");
  Serial.println(LED0);
  server.send(200, "text/plain", "");  //Send web page
}


// code to send the main web page
// PAGE_MAIN is a large char defined in SuperMon.h
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void SendWebsite() {

  Serial.println("sending web page");
  server.send(200, "text/html", PAGE_MAIN);
}

void SendXML() {

  // Serial.println("sending xml");
  // status_wifi = 1;
  strcpy(XML, "<?xml version = '1.0'?>\n<Data>\n");

  sprintf(buf, "<B0>%.1f</B0>\n", avg_humid_float / 10);
  strcat(XML, buf);
  // send bitsA0
  sprintf(buf, "<B1>%.1f</B1>\n", avg_temp_float / 10);
  strcat(XML, buf);

  sprintf(buf, "<B2>%.1f</B2>\n", avg_EC_float);
  strcat(XML, buf);

  sprintf(buf, "<B3>%.1f</B3>\n", avg_PH_float / 10);
  strcat(XML, buf);

  sprintf(buf, "<B4>%.1f</B4>\n", avg_N_float);
  strcat(XML, buf);

  sprintf(buf, "<B5>%.1f</B5>\n", avg_P_float);
  strcat(XML, buf);

  sprintf(buf, "<B6>%.1f</B6>\n", avg_K_float);
  strcat(XML, buf);

  sprintf(buf, "<B7>%.6f</B7>\n", gps_lat_float);
  strcat(XML, buf);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
sprintf(buf, "<B8>%.6f</B8>\n", gps_long_float);
strcat(XML, buf);
sprintf(buf, "<V1>%.1f</V1>\n", avg_temp_float / 10);
strcat(XML, buf);
sprintf(buf, "<V0>%.1f</V0>\n", avg_humid_float / 10);
strcat(XML, buf);
sprintf(buf, "<V2>%.1f</V2>\n", avg_EC_float);
strcat(XML, buf);
sprintf(buf, "<V3>%.1f</V3>\n", avg_PH_float / 10);
strcat(XML, buf);
sprintf(buf, "<V4>%.1f</V4>\n", avg_N_float);
strcat(XML, buf);
sprintf(buf, "<V5>%.1f</V5>\n", avg_P_float);
strcat(XML, buf);
sprintf(buf, "<V6>%.1f</V6>\n", avg_K_float);
strcat(XML, buf);
sprintf(buf, "<V7>%d</V7>\n", count);
strcat(XML, buf);

// show led0 status
if (LED0 && (upload1 == 1)) {
  strcat(XML, "<LED>1</LED>\n");
} else {
  strcat(XML, "<LED>0</LED>\n");
}

// sprintf(buf, "<SWITCH>%d</SWITCH>\n", item_selected);
// strcat(XML, buf);

if (SomeOutput && (item_selected == 1) && (current_screen == 1)) {
  strcat(XML, "<SWITCH>1</SWITCH>\n");
} else {
  strcat(XML, "<SWITCH>0</SWITCH>\n");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  strcat(XML, "</Data>\n");

  Serial.println(XML);

  server.send(200, "text/xml", XML);
}

// I think I got this code from the wifi example
void printWifiStatus() {

  // print the SSID of the network you're attached to:
  Serial.print("SSID: ");
  Serial.println(WiFi.SSID());

  // print your WiFi shield's IP address:
  ip = WiFi.localIP();
  Serial.print("IP Address: ");
  Serial.println(ip);

  // print the received signal strength:
  long rssi = WiFi.RSSI();
  Serial.print("signal strength (RSSI):");
  Serial.print(rssi);
  Serial.println(" dBm");
  // print where to go in a browser:
  Serial.print("Open http://");
  Serial.println(ip);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

โปรแกรม ESP32 Web Server (SuperMon.h)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const char PAGE_MAIN[] PROGMEM = R"=====(

<!DOCTYPE html>
<html lang="en" class="js-focus-visible">

<title>RS485 PROJECT</title>

<style>
    body {
        zoom: 212%;
    }

    table {
        position: relative;
        width: 100%;
        border-spacing: 0px;
    }

    tr {
        border: 1px solid white;
        font-family: "Verdana", "Arial", sans-serif;
        font-size: 20px;
    }

    th {
        height: 20px;
        padding: 3px 15px;
        background-color: #343a40;
        color: #FFFFFF !important;
    }

    td {
        height: 20px;
        padding: 3px 15px;
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.tabledata {
    font-size: 24px;
    position: relative;
    padding-left: 5px;
    padding-top: 5px;
    height: 25px;
    border-radius: 5px;
    color: #FFFFFF;
    line-height: 20px;
    transition: all 200ms ease-in-out;
    background-color: #00AA00;
}

.tablevalues {
    font-size: 24px;
    position: relative;
    text-align: center;
    height: 25px;
    border-radius: 5px;
    color: #000000;
}

.fanrpmslider {
    width: 30%;
    height: 55px;
    outline: none;
    height: 25px;
}

.bodytext {
    font-family: "Verdana", "Arial", sans-serif;
    font-size: 24px;
    text-align: left;
    font-weight: light;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    border-radius: 5px;
    display: inline;
}

.navbar {
    width: 100%;
    height: 50px;
    margin: 0;
    padding: 10px 0px;
    background-color: #FFF;
    color: #000000;
    border-bottom: 5px solid #293578;
}

.fixed-top {
    position: fixed;
    top: 0;
    right: 0;
    left: 0;
    z-index: 1030;
}

.navtitle {
    float: left;
    height: 50px;
    font-family: "Verdana", "Arial", sans-serif;
    font-size: 25px;
    font-weight: bold;
    line-height: 50px;
    padding-left: 20px;
}

.navheading {
    position: fixed;
    left: 60%;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    height: 50px;
    font-family: "Verdana", "Arial", sans-serif;
    font-size: 10px;
    font-weight: bold;
    line-height: 20px;
    padding-right: 20px;
    padding-left: 60px;
}

.navdata {
    justify-content: flex-end;
    position: fixed;
    left: 70%;
    height: 50px;
    font-family: "Verdana", "Arial", sans-serif;
    font-size: 10px;
    font-weight: bold;
    line-height: 20px;
    padding-right: 20px;
    padding-left: 60px;
}

.category {
    font-family: "Verdana", "Arial", sans-serif;
    font-weight: bold;
    font-size: 32px;
    line-height: 50px;
    padding: 20px 10px 0px 10px;
    color: #000000;
}

.heading {
    font-family: "Verdana", "Arial", sans-serif;
    font-weight: normal;
    font-size: 28px;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    text-align: left;
}

.btn {
    background-color: #444444;
    border: none;
    color: white;
    padding: 10px 20px;
    text-align: center;
    text-decoration: none;
    display: inline-block;
    font-size: 16px;
    margin: 4px 2px;
    cursor: pointer;
}

.foot {
    font-family: "Verdana", "Arial", sans-serif;
    font-size: 20px;
    position: relative;
    height: 30px;
    text-align: center;
    color: #AAAAAA;
    line-height: 20px;
}

.container {
    max-width: 1800px;
    margin: 0 auto;
}

table tr:first-child th:first-child {
    border-top-left-radius: 5px;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    table tr:first-child th:last-child {
        border-top-right-radius: 5px;
    }

    table tr:last-child td:first-child {
        border-bottom-left-radius: 5px;
    }

    table tr:last-child td:last-child {
        border-bottom-right-radius: 5px;
    }
</style>

<body style="background-color: #efefef" onload="process()">

    <header>
        <div class="navbar fixed-top">
            <div class="container">
                <div class="navtitle">485 Sensor Monitor</div>
                <div class="navdata" id="date">mm/dd/yyyy</div>
                <div class="navheading">DATE</div><br>
                <div class="navdata" id="time">00:00:00</div>
                <div class="navheading">TIME</div>

            </div>
        </div>
    </header>

    <main class="container" style="margin-top:70px">
        <div class="category">Sensor Readings</div>
        <div style="border-radius: 10px !important;">
            <table style="width:50%">
                <colgroup>
                    <col span="1" style="background-color:rgb(230,230,230); width: 20%; color:#000000
;">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <col span="1" style="background-color:rgb(200,200,200); width: 15%; color:#000000
;">
            <col span="1" style="background-color:rgb(180,180,180); width: 15%; color:#000000
;">
        </colgroup>
        <col span="2" style="background-color:rgb(0,0,0); color:#FFFFFF">
        <col span="2" style="background-color:rgb(0,0,0); color:#FFFFFF">
        <col span="2" style="background-color:rgb(0,0,0); color:#FFFFFF">
        <tr>
            <th colspan="1">
                <div class="heading">Names</div>
            </th>
            <th colspan="1">
                <div class="heading">Values</div>
            </th>
            <th colspan="1">
                <div class="heading">Status</div>
            </th>
        </tr>
        <tr>
            <td>
                <div class="bodytext">Humid(C)</div>
            </td>
            <td>
                <div class="tablevalues" id="b0"></div>
            </td>
            <td>
                <div class="tabledata" id="v0"></div>
            </td>
        </tr>
        <tr>
            <td>
                <div class="bodytext">Temp(%RH)</div>
            </td>
            <td>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <div class="tablevalues" id="b1"></div>
        </td>
        <td>
            <div class="tabledata" id="v1"></div>
        </td>
    </tr>
    </tr>
    <tr>
        <td>
            <div class="bodytext">EC(us/cm)</div>
        </td>
        <td>
            <div class="tablevalues" id="b2"></div>
        </td>
        <td>
            <div class="tabledata" id="v2"></div>
        </td>
    </tr>
    <tr>
        <td>
            <div class="bodytext">PH</div>
        </td>
        <td>
            <div class="tablevalues" id="b3"></div>
        </td>
        <td>
            <div class="tabledata" id="v3"></div>
        </td>
    </tr>
    <tr>
        <td>
            <div class="bodytext">N(mg/kg)</div>
        </td>
        <td>
            <div class="tablevalues" id="b4"></div>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    </td>
    <td>
        <div class="tabledata" id="v4"></div>
    </td>
</tr>
<tr>
    <td>
        <div class="bodytext">P(mg/kg)</div>
    </td>
    <td>
        <div class="tablevalues" id="b5"></div>
    </td>
    <td>
        <div class="tabledata" id="v5"></div>
    </td>
</tr>
<tr>
    <td>
        <div class="bodytext">K(mg/kg)</div>
    </td>
    <td>
        <div class="tablevalues" id="b6"></div>
    </td>
    <td>
        <div class="tabledata" id="v6"></div>
    </td>
</tr>
<tr>
    <td>
        <div class="bodytext">Latitude</div>
    </td>
    <td>
        <div class="tablevalues" id="b7"></div>
    </td>
</tr>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        <tr>
            <td>
                <div class="bodytext">Longitude</div>
            </td>
            <td>
                <div class="tablevalues" id="b8"></div>
            </td>
        </tr>
        <tr>
            <td>
                <div class="bodytext">485 Status</div>
            </td>
            <td>
                <div class="tabledata" id="switch"></div>
            </td>
            <td>
                <div class="tabledata" id="v7"></div>
            </td>
        </tr>
        <tr>
            <td>
                <div class="bodytext">ESP32 Status</div>
            </td>
            <td>
                <div class="tabledata" id="led"></div>
            </td>
            <td>
                <div class="tabledata" id="v8"></div>
            </td>
        </tr>
    </table>
</div>
<br>
<div class="category">Sensor Controls</div>
<br>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        <div class="bodytext">Upload 485</div>
        <button type="button" class="btn" id="btn1" onclick="ButtonPress1()">Toggle</button>
        </div>
        <div class="bodytext">Upload ESP32</div>
        <button type="button" class="btn" id="btn0" onclick="ButtonPress0()">Toggle</button>
        </div>
        <br>
        <br>
    </main>

    <footer div class="foot" id="temp">All information obtained has been referenced from khao hin
sorn royal development
        study center</div>
    </footer>

</body>


<script type="text/javascript">

    // global variable visible to all java functions
    var xmlHttp = createXmlHttpObject();

    // function to create XML object
    function createXmlHttpObject() {
        if (window.XMLHttpRequest) {
            xmlHttp = new XMLHttpRequest();
        }
        else {
            xmlHttp = new ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
        }
        return xmlHttp;
    }

    // function to handle button press from HTML code above
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// and send a processing string back to server
// this processing string is use in the .on method
function ButtonPress0() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    //var message;
    // if you want to handle an immediate reply (like status from the ESP
    // handling of the button press use this code
    // since this button status from the ESP is in the main XML code
    // we don't need this
    // remember that if you want immediate processing feedbac you must send it
    // in the ESP handling function and here
    /*
    xhttp.onreadystatechange = function() {
      if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
       message = this.responseText;
       // update some HTML data
      }
    }
    */

    xhttp.open("PUT", "BUTTON_0", false);
    xhttp.send();
}


// function to handle button press from HTML code above
// and send a processing string back to server
// this processing string is use in the .on method
function ButtonPress1() {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    /*
    xhttp.onreadystatechange = function() {
      if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
        document.getElementById("button1").innerHTML = this.responseText;
      }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
    */
    xhttp.open("PUT", "BUTTON_1", false);
    xhttp.send();
}

function UpdateSlider(value) {
    var xhttp = new XMLHttpRequest();
    // this time i want immediate feedback to the fan speed
    // yea yea yea i realize i'm computing fan speed but the point
    // is how to give immediate feedback
    xhttp.onreadystatechange = function () {
        if (this.readyState == 4 && this.status == 200) {
            // update the web based on reply from  ESP
            document.getElementById("fanrpm").innerHTML = this.responseText;
        }
    }
    // this syntax is really weird the ? is a delimiter
    // first arg UPDATE_SLIDER is use in the .on method
    // server.on("/UPDATE_SLIDER", UpdateSlider);
    // then the second arg VALUE is use in the processing function
    // String t_state = server.arg("VALUE");
    // then + the controls value property
    xhttp.open("PUT", "UPDATE_SLIDER?VALUE=" + value, true);
    xhttp.send();
}

// function to handle the response from the ESP
function response() {
    var message;
    var barwidth;
    var currentsensor;
    var xmlResponse;
    var xmldoc;
    var dt = new Date();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
var color = "#e8e8e8";

// get the xml stream
xmlResponse = xmlHttp.responseXML;

// get host date and time
document.getElementById("time").innerHTML = dt.toLocaleTimeString();
document.getElementById("date").innerHTML = dt.toLocaleDateString();

//HUMID
xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("B0"); //bits for A0
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;

if (message > 2048) {
   color = "#aa0000";
}
else {
   color = "#0000aa";
}

barwidth00 = message;
document.getElementById("b0").innerHTML = message;
//document.getElementById("b0").style.width = (barwidth + "%");
// if you want to use global color set above in <style> section
// other wise uncomment and let the value dictate the color
//document.getElementById("b0").style.backgroundColor=color;
//document.getElementById("b0").style.borderRadius="5px";
//////////////////////////////////////////////////////////////////////

//TEMP
xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("B1");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 2048) {
   color = "#aa0000";
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
else {
    color = "#0000aa";
}
barwidth01 = message;
document.getElementById("b1").innerHTML = message;
//document.getElementById("b1").style.width = (width + "%");
//document.getElementById("b1").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("b1").style.borderRadius="5px";
////////////////////////////////////////////////////////////////////////

//EC
xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("B2");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 2048) {
    color = "#aa0000";
}
else {
    color = "#0000aa";
}
barwidth02 = message;
document.getElementById("b2").innerHTML = message;
//document.getElementById("b1").style.width = (width + "%");
//document.getElementById("b1").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("b1").style.borderRadius="5px";
////////////////////////////////////////////////////////////////////////

//PH
xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("B3");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 2048) {
    color = "#aa0000";
}
else {
    color = "#0000aa";
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
barwidth03 = message;
document.getElementById("b3").innerHTML = message;
//document.getElementById("b1").style.width = (width + "%");
//document.getElementById("b1").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("b1").style.borderRadius="5px";
////////////////////////////////////////////////////////////////////////

//N
xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("B4");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 2048) {
    color = "#aa0000";
}
else {
    color = "#0000aa";
}
barwidth04 = message;
document.getElementById("b4").innerHTML = message;
//document.getElementById("b1").style.width = (width + "%");
//document.getElementById("b1").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("b1").style.borderRadius="5px";
////////////////////////////////////////////////////////////////////////

//P
xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("B5");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 2048) {
    color = "#aa0000";
}
else {
    color = "#0000aa";
}
barwidth05 = message;
document.getElementById("b5").innerHTML = message;
//document.getElementById("b1").style.width = (width + "%");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//document.getElementById("b1").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("b1").style.borderRadius="5px";
////////////////////////////////////////////////////////////////////////

//K
xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("B6");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 2048) {
    color = "#aa0000";
}
else {
    color = "#0000aa";
}
barwidth06 = message;
document.getElementById("b6").innerHTML = message;
//document.getElementById("b1").style.width = (width + "%");
//document.getElementById("b1").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("b1").style.borderRadius="5px";
////////////////////////////////////////////////////////////////////////

//Lat
xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("B7");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 2048) {
    color = "#aa0000";
}
else {
    color = "#0000aa";
}
document.getElementById("b7").innerHTML = message;
width = message / 40.95;
//document.getElementById("b1").style.width = (width + "%");
//document.getElementById("b1").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("b1").style.borderRadius="5px";
////////////////////////////////////////////////////////////////////////
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//Long
xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("B8");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 2048) {
    color = "#aa0000";
}
else {
    color = "#0000aa";
}
document.getElementById("b8").innerHTML = message;
width = message / 40.95;
//document.getElementById("b1").style.width = (width + "%");
//document.getElementById("b1").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("b1").style.borderRadius="5px";
////////////////////////////////////////////////////////////////////////

xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("V0"); //volts for A0
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 75) {
    color = "#cc0000";
}
else if (message > 50) {
    color = "#cc6600";
}
else if (message > 25) {
    color = "#cccc00";
}
else {
    color = "#00aa00";
}
document.getElementById("v0").innerHTML = message;
barwidth00 = message;
document.getElementById("v0").style.width = (barwidth00 + "%");
// you can set color dynamically, maybe blue below a value, red above
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
document.getElementById("v0").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("v0").style.borderRadius="5px";

xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("V1");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 75) {
    color = "#cc0000";
}
else if (message > 50) {
    color = "#cc6600";
}
else if (message > 25) {
    color = "#cccc00";
}
else {
    color = "#00aa00";
}
document.getElementById("v1").innerHTML = message;
barwidth01 = message;
document.getElementById("v1").style.width = (barwidth01 + "%");
document.getElementById("v1").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("v1").style.borderRadius="5px";

xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("V2");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 750) {
    color = "#cc0000";
}
else if (message > 500) {
    color = "#cc6600";
}
else if (message > 250) {
    color = "#cccc00";
}
else {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    color = "#00aa00";
}
document.getElementById("v2").innerHTML = message;
barwidth02 = message / 10;
document.getElementById("v2").style.width = (barwidth02 + "%");
document.getElementById("v2").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("v1").style.borderRadius="5px";

xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("V3");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 8) {
    color = "#00cccc";
}
else if (message > 7) {
    color = "#00aa00";
}
else if (message > 6) {
    color = "#00aa00";
}
else if (message > 5) {
    color = "#cccc00";
}
else if (message > 4) {
    color = "#cc6600";
}
else {
    color = "#cc0000";
}
document.getElementById("v3").innerHTML = message;
barwidth03 = message * 10;
document.getElementById("v3").style.width = (barwidth03 + "%");
document.getElementById("v3").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("v1").style.borderRadius="5px";
xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("V4");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if (message > 750) {
    color = "#cc0000";
}
else if (message > 500) {
    color = "#cc6600";
}
else if (message > 250) {
    color = "#cccc00";
}
else {
    color = "#00aa00";
}
document.getElementById("v4").innerHTML = message;
barwidth04 = message / 10;
document.getElementById("v4").style.width = (barwidth04 + "%");
document.getElementById("v4").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("v1").style.borderRadius="5px";

xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("V5");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 750) {
    color = "#cc0000";
}
else if (message > 500) {
    color = "#cc6600";
}
else if (message > 250) {
    color = "#cccc00";
}
else {
    color = "#00aa00";
}
document.getElementById("v5").innerHTML = message;
barwidth05 = message / 10;
document.getElementById("v5").style.width = (barwidth05 + "%");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
document.getElementById("v5").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("v1").style.borderRadius="5px";

xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("V6");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
if (message > 750) {
    color = "#cc0000";
}
else if (message > 500) {
    color = "#cc6600";
}
else if (message > 250) {
    color = "#cccc00";
}
else {
    color = "#00aa00";
}
document.getElementById("v6").innerHTML = message;
barwidth06 = message / 10;
document.getElementById("v6").style.width = (barwidth06 + "%");
document.getElementById("v6").style.backgroundColor = color;
//document.getElementById("v1").style.borderRadius="5px";

xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("V7");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
color = "#606060";
document.getElementById("v7").innerHTML = message;
barwidth07 = message * 1.67;
document.getElementById("v7").style.width = (barwidth07 + "%");
document.getElementById("v7").style.backgroundColor = color;

xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("V8");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
color = "#606060";
document.getElementById("v8").innerHTML = message;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
barwidth08 = message * 20;
document.getElementById("v8").style.width = (barwidth08 + "%");
document.getElementById("v8").style.backgroundColor = color;

// xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("LED");
// message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;

// if (message == 0) {
//     document.getElementById("btn0").innerHTML = "Turn ON";
// }
// else {
//     document.getElementById("btn0").innerHTML = "Turn OFF";
// }

xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("SWITCH");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
document.getElementById("switch").style.backgroundColor = "rgb(200,200,200)";
// update the text in the table
if (message == 0) {
    document.getElementById("switch").innerHTML = "OFF";
    document.getElementById("btn1").innerHTML = "Turn ON";
    document.getElementById("switch").style.color = "#0000AA";
}
else {
    document.getElementById("switch").innerHTML = "ON";
    document.getElementById("btn1").innerHTML = "Turn OFF";
    document.getElementById("switch").style.color = "#00AA00";
}

xmldoc = xmlResponse.getElementsByTagName("LED");
message = xmldoc[0].firstChild.nodeValue;
document.getElementById("led").style.backgroundColor = "rgb(200,200,200)";
// update the text in the table
if (message == 0) {
    document.getElementById("led").innerHTML = "OFF";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            document.getElementById("btn0").innerHTML = "Turn ON";
            document.getElementById("led").style.color = "#0000AA";
        }
        else {
            document.getElementById("led").innerHTML = "ON";
            document.getElementById("btn0").innerHTML = "Turn OFF";
            document.getElementById("led").style.color = "#00AA00";
        }
    }

    // general processing code for the web page to ask for an XML steam
    // this is actually why you need to keep sending data to the page to
    // force this call with stuff like this
    // server.on("/xml", SendXML);
    // otherwise the page will not request XML from the ESP, and updates will not happen
    function process() {

        if (xmlHttp.readyState == 0 || xmlHttp.readyState == 4) {
            xmlHttp.open("PUT", "xml", true);
            xmlHttp.onreadystatechange = response;
            xmlHttp.send(null);
        }
        // you may have to play with this value, big pages need more porcessing time, and hence
        // a longer timeout
        setTimeout("process()", 100);
    }


</script>

</html>

)=====";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

คำสั่งควบคุมการรับข้อมูลจาก MQTT และแปลงค่าเพื่อส่งไปยัง MySQL Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
import paho.mqtt.client as mqtt
import pymysql
import json
import datetime
import uptime

# MySQL configuration
db = pymysql.connect(
    host="mysql-14f3bf7d-thasaran-f19b.a.aivencloud.com",
    port=10528,
    user="avnadmin",
    password="AVNS_WKUCiPE8aZQI34nwje4",
    database="dbvalues"
)
cursor = db.cursor()

# MQTT configuration
broker_url = "en-apis.zifisense.com"
broker_port = 1883
topic2 = "980f70347bc145c8a0adb4a34a76b264/jll/property/ms/4f039a7b/updata" #topic ของ
RS485
username = "980f70347bc145c8a0adb4a34a76b264"
password = "a7ae992006b5486bbda172e1752303aa"

def Soil_temp_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[4:]  # ตัดเลข 4 หลักข้างหน้าออก
  temp = number_str[5:8]
  temp_dec = (int(temp,16)/10)
  return temp_dec

def Soil_humid_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[4:]  # ตัดเลข 4 หลักข้างหน้าออก
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  humid = number_str[0:4]
  humid_dec = (int(humid,16)/10)
  return humid_dec

def Soil_ec_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[4:]  # ตัดเลข 4 หลักข้างหน้าออก
  ec = number_str[9:12]
  ec_dec = (int(ec,16))
  return ec_dec

def Soil_ph_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[4:]  # ตัดเลข 4 หลักข้างหน้าออก
  ph = number_str[13:16]
  ph_dec = (int(ph,16)/10)
  return ph_dec

def Soil_n_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[4:]  # ตัดเลข 4 หลักข้างหน้าออก
  n = number_str[17:20]
  n_dec = (int(n,16))
  return n_dec

def Soil_p_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[4:]  # ตัดเลข 4 หลักข้างหน้าออก
  p = number_str[21:24]
  p_dec = (int(p,16))
  return p_dec

def Soil_k_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[4:]  # ตัดเลข 4 หลักข้างหน้าออก
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  k = number_str[25:28]
  k_dec = (int(k,16))
  return k_dec

def Soil_lat_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[4:]  # ตัดเลข 4 หลักข้างหน้าออก
  lat = number_str[29:36]
  lat_dec = (int(lat,16))/1000000
  return lat_dec

def Soil_longi_convert(data): #function แปลงค่าจาก sensor
  number_str = str(data)  # แปลงตัวเลขเป็น string
  number_str = number_str[4:]  # ตัดเลข 4 หลักข้างหน้าออก
  longi = number_str[37:44]
  longi_dec = (int(longi,16))/1000000
  return longi_dec

##########################################################################################
######

# Callback function when MQTT message is received
def on_message(client, userdata, message):
    payload = message.payload.decode('utf-8')
    data = json.loads(payload)
    sql = "INSERT INTO 485values (name, data, temp, humid, ec, ph, n, p, k, lat, longi, uptime)
VALUES (%s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s, %s)" #ชื่อ column

    values1 = data["deviceAlias"]
    values2 = data["data"]

    if len(values2) == 48:
      print(len(values2))
      print(values2)
      soil_temp = Soil_temp_convert(values2)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        soil_humid = Soil_humid_convert(values2)
        soil_ph = Soil_ph_convert(values2)
        soil_ec = Soil_ec_convert(values2)
        soil_n = Soil_n_convert(values2)
        soil_p = Soil_p_convert(values2)
        soil_k = Soil_k_convert(values2)
        soil_lat = Soil_lat_convert(values2)
        soil_longi = Soil_longi_convert(values2)

        up_time_seconds = uptime.uptime()
        datetime_obj = datetime.datetime.now()
        datetime_str = datetime_obj.strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')

        cursor.execute(sql, (values1, values2, soil_temp, soil_humid, soil_ec, soil_ph, soil_n, soil_p,
soil_k, soil_lat, soil_longi, datetime_str))  # insert data to MySQL
        print("Soil Sensor Data inserted to MySQL")
    else:
        print("Data Skip")
    db.commit()

##########################################################################
#####
# Connect to MQTT broker and subscribe to topic
client = mqtt.Client()
client.username_pw_set(username=username, password=password)
client.connect(broker_url, broker_port)
client.subscribe(topic2)

# Set callback function for MQTT message
client.on_message = on_message

# Start the loop to receive MQTT messages
client.loop_forever()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

โปรแกรม Web Dashboard (Index.php)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<?php
        //เชื่อมต่อ MySQL database
    $servername = "mysql-14f3bf7d-thasaran-f19b.a.aivencloud.com"; #hostname
        $username = "avnadmin";
        $password = "AVNS_WKUCiPE8aZQI34nwje4";
        $dbname = "dbvalues";
    $port = 10528;
        $conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname, $port);
        if (!$conn) {
                die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
        }
        // ดึงข้อมูลจากตาราง
        $sql = "SELECT * FROM 485values ORDER BY id DESC LIMIT 1";
        $result1 = mysqli_query($conn, $sql); #temp
    $result2 = mysqli_query($conn, $sql); #humid
    $result3 = mysqli_query($conn, $sql); #ec
    $result4 = mysqli_query($conn, $sql); #ph

    $result5 = mysqli_query($conn, $sql); #n
    $result6 = mysqli_query($conn, $sql); #p
    $result7 = mysqli_query($conn, $sql); #k
    $result8 = mysqli_query($conn, $sql); #lat
    $result9 = mysqli_query($conn, $sql); #long
    $result10 = mysqli_query($conn, $sql); #uptime

    $result11 = mysqli_query($conn, $sql); #real_temp
    $result12 = mysqli_query($conn, $sql); #real_humid
    $result13 = mysqli_query($conn, $sql); #real_ec
    $result14 = mysqli_query($conn, $sql); #real_ph
    $result15 = mysqli_query($conn, $sql); #real_n
    $result16 = mysqli_query($conn, $sql); #real_p
    $result17 = mysqli_query($conn, $sql); #real_k
    $result18 = mysqli_query($conn, $sql); #real_lat
    $result19 = mysqli_query($conn, $sql); #real_long
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
$result20 = mysqli_query($conn, $sql); #real_lat
$result21 = mysqli_query($conn, $sql); #real_long

$sql2 = "SELECT * FROM 485values";
$result30 = mysqli_query($conn, $sql2); #graph
while ($row = mysqli_fetch_array($result30)) {
    $value_temp[] =$row['temp'];
    $value_humid[]  = $row['humid'];
    $value_ec[] = $row['ec'];
    $value_ph[] = $row['ph'];
    $value_n[] = $row['n'];
    $value_p[] = $row['p'];
    $value_k[] = $row['k'];
    $value_lat[] = $row['lat'];
    $value_long[] = $row['longi'];
    $value_date[] = $row['uptime'];
}

$sql_map = "SELECT * FROM 485values ORDER BY id DESC";
$result_map = mysqli_query($conn, $sql_map);
$humid = array();
$temp = array();
$ec = array();
$ph = array();
$n = array();
$p = array();
$k = array();
$lat = array();
$long = array();
$locations = array();
$valuemap = array();
while ($row_map = mysqli_fetch_array($result_map)) {
$lat[] = $row_map['lat'];
$long[] = $row_map['longi'];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    $humid[] = $row_map['humid'];
    $temp[] = $row_map['temp'];
    $ec[] = $row_map['ec'];
    $ph[] = $row_map['ph'];
    $n[] = $row_map['n'];
    $p[] = $row_map['p'];
    $k[] = $row_map['k'];
    $locations[] = array($row_map['lat'], $row_map['longi']);
    $valuemap[] = array($row_map['humid'], $row_map['temp'], $row_map['ec'], $row_map['ph'],
$row_map['n'], $row_map['p'], $row_map['k']);
}


    ?>

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">

<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Dashboard RS485</title>

    <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp" rel="stylesheet">
    <link rel="stylesheet" href="./style.css">

    <link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet@1.7.1/dist/leaflet.css">
    <script src="https://unpkg.com/leaflet@1.7.1/dist/leaflet.js"></script>

    <script src="https://unpkg.com/leaflet/dist/leaflet.js"></script>
    <link rel="stylesheet" href="https://unpkg.com/leaflet/dist/leaflet.css" >
    <link rel="stylesheet" href="web.css">
    <link rel="stylesheet" href="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/font-
awesome/6.3.0/css/all.min.css">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    <script src="https://cdn.jsdelivr.net/npm/chart.js"></script>

    <style>
    #map {
      margin-top: 15px;
      height: 360px; /*ตั้ง*/
      width: 535px; /*นอน*/
    }
    </style>

</head>

<body>
    <div class="container">
        <aside>
            <div class="top">
                <div class="logo">
                    <img src="./logo.png">
                    <h2>485<span class="danger">PROJECT</span></h2>
                </div>
            </div>
            <div class="sidebar">
                <a href="index.php" class="active">
                    <span class="material-icons-sharp">dashboard</span>
                    <h3>Dashboard</h3>
                </a>

                <a href="history.php">
                    <span class="material-icons-sharp">history</span>
                    <h3>History</h3>
                </a>

                <a href="about.php">
                    <span class="material-icons-sharp">diversity_3</span>
                    <h3>About</h3>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        </a>

        <div class="theme" id="icon">
            <span class="material-icons-sharp active">light_mode</span>
            <span class="material-icons-sharp">dark_mode</span>
        </div>
    </div>
</aside>

<!--------เชื่อม script ---------->

<script src="./index.js"></script>

<!------------จบ aside -------->
<div class="main">
    <h1>Dashboard</h1>

    <div class="clearfix"></div>

    <div class="sensor">
        <div class="box">
            <?php
                                    while($row = mysqli_fetch_assoc($result1)) {
                echo "<p>" . $row["temp"] . "<br />";
                echo "<span>Temp</span></p>";
                                    }
                                    ?>
            <span class="material-icons-sharp">thermostat</span>
        </div>
    </div>

    <div class="sensor">
        <div class="box">
            <?php
                                    while($row = mysqli_fetch_assoc($result2)) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            echo "<p>" . $row["humid"] . "<br />";
            echo "<span>Humid</span></p>";
                                }
                                ?>
        <span class="material-icons-sharp">water_drop</span>
    </div>
</div>

<div class="sensor">
    <div class="box">
        <?php
                                while($row = mysqli_fetch_assoc($result3)) {
            echo "<p>" . $row["ec"] . "<br />";
            echo "<span>EC</span></p>";
                                }
                                ?>
        <span class="material-icons-sharp">offline_bolt</span>
    </div>
</div>

<div class="sensor">
    <div class="box">
        <?php
                                while($row = mysqli_fetch_assoc($result4)) {
            echo "<p>" . $row["ph"] . "<br />";
            echo "<span>pH</span></p>";
                                }
                                ?>
        <span class="material-icons-sharp">invert_colors</span>
    </div>
</div>

<div class="sensor">
    <div class="box">
        <?php
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                while($row = mysqli_fetch_assoc($result5)) {
            echo "<p>" . $row["n"] . "<br />";
            echo "<span>N</span></p>";
                                }
                                ?>
        <span class="material-icons-sharp">group_work</span>
    </div>
</div>

<div class="sensor">
    <div class="box">
        <?php
                                while($row = mysqli_fetch_assoc($result6)) {
            echo "<p>" . $row["p"] . "<br />";
            echo "<span>P</span></p>";
                                }
                                ?>
        <span class="material-icons-sharp">group_work</span>
    </div>
</div>

<div class="sensor">
    <div class="box">
        <?php
                                while($row = mysqli_fetch_assoc($result7)) {
            echo "<p>" . $row["k"] . "<br />";
            echo "<span>K</span></p>";
                                }
                                ?>
        <span class="material-icons-sharp">group_work</span>
    </div>
</div>

<div class="sensor">
    <div class="box">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        <?php
                                while($row = mysqli_fetch_assoc($result8)) {
            echo "<h2><span>Lat : </span>" . $row["lat"] . "</h2>";
                                }

        while($row = mysqli_fetch_assoc($result9)) {
            echo "<h2><span>Long : </span>" . $row["longi"] . "</h2>";
                                }
                                ?>
    </div>
</div>

<!---------------------- /*past MappGTS*/ ---------------------->

<div class="status">
    <div class="boxstatus">
        <div class="content-box">
            <div class="contentstatus">
                <h1>MAP</h1>
            </div>
            <div id="map"></div>

            <script>
                var locations = <?php echo json_encode($locations); ?>;
                var valuemap = <?php echo json_encode($valuemap); ?>;

                // var map = L.map('map').setView([locations[0][0], locations[0][1]], 18);
                var map = L.map('map').setView([0, 0], 18);
                L.tileLayer('https://{s}.google.com/vt/lyrs=s&x={x}&y={y}&z={z}', {
                    maxZoom: 20,
                    subdomains: ['mt0', 'mt1', 'mt2', 'mt3']
                }).addTo(map);

                var colors = ['blue', 'green', 'yellow', 'red', 'brown', 'orange', 'purple'];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// สร้าง LayerGroup สำหรับวงกลมในแต่ละประเภท
var circleLayerGroup_humid = L.layerGroup();
var circleLayerGroup_temp = L.layerGroup();
var circleLayerGroup_ec = L.layerGroup();
var circleLayerGroup_ph = L.layerGroup();
var circleLayerGroup_n = L.layerGroup();
var circleLayerGroup_p = L.layerGroup();
var circleLayerGroup_k = L.layerGroup();

for (var i = 0; i < locations.length; i++) {
    var marker = L.marker(locations[i]).addTo(map);
    console.log(locations[i]);
    console.log(valuemap[i]);

        //กำหนด fillOpacity ตามเงื่อนไข
        var humidValue = valuemap[i][0]; // ค่า Humid จากตัวแปร valuemap
        var fillOpacity_humid;
        if (humidValue > 90) {fillOpacity_humid = 1;}
        else if (humidValue > 80) {fillOpacity_humid = 0.9;}
        else if (humidValue > 70) {fillOpacity_humid = 0.8;}
        else if (humidValue > 60) {fillOpacity_humid = 0.7;}
        else if (humidValue > 50) {fillOpacity_humid = 0.6;}
        else if (humidValue > 40) {fillOpacity_humid = 0.5;}
        else if (humidValue > 30) {fillOpacity_humid = 0.4;}
        else if (humidValue > 20) {fillOpacity_humid = 0.3;}
        else if (humidValue > 10) {fillOpacity_humid = 0.2;}
        else {fillOpacity_humid = 0.1;}

        // สร้างวงกลมสำหรับแต่ละประเภท
        var circleHumid = L.circle(locations[i], {
            color: 'transparent',
            fillColor: colors[0],
            fillOpacity: fillOpacity_humid,
            radius: 3
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
});

var fillOpacity_temp;
var tempValue = valuemap[i][1]; // ค่า Temp จากตัวแปร valuemap
if (tempValue > 90) {fillOpacity_temp = 1;}
else if (tempValue > 80) {fillOpacity_temp = 0.9;}
else if (tempValue > 70) {fillOpacity_temp = 0.8;}
else if (tempValue > 60) {fillOpacity_temp = 0.7;}
else if (tempValue > 50) {fillOpacity_temp = 0.6;}
else if (tempValue > 40) {fillOpacity_temp = 0.5;}
else if (tempValue > 30) {fillOpacity_temp = 0.4;}
else if (tempValue > 20) {fillOpacity_temp = 0.3;}
else if (tempValue > 10) {fillOpacity_temp = 0.2;}
else {fillOpacity_temp = 0.1;}

var circleTemp = L.circle(locations[i], {
    color: 'transparent',
    fillColor: colors[1],
    fillOpacity: 1,
    radius: 3
});

var fillOpacity_ec;
var ecValue = valuemap[i][2]; // ค่า EC จากตัวแปร valuemap
if (ecValue > 280) {fillOpacity_ec = 1;}
else if (ecValue > 260) {fillOpacity_ec = 0.9;}
else if (ecValue > 240) {fillOpacity_ec = 0.8;}
else if (ecValue > 220) {fillOpacity_ec = 0.7;}
else if (ecValue > 200) {fillOpacity_ec = 0.6;}
else if (ecValue > 180) {fillOpacity_ec = 0.5;}
else if (ecValue > 160) {fillOpacity_ec = 0.4;}
else if (ecValue > 140) {fillOpacity_ec = 0.3;}
else if (ecValue > 120) {fillOpacity_ec = 0.2;}
else {fillOpacity_ec = 0.1;}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
var circleEc = L.circle(locations[i], {
    color: 'transparent',
    fillColor: colors[2],
    fillOpacity: fillOpacity_ec,
    radius: 3
});

var fillOpacity_ph;
var phValue = valuemap[i][3]; // ค่า pH จากตัวแปร valuemap
if (phValue > 9) {fillOpacity_ph = 1;}
else if (phValue > 8) {fillOpacity_ph = 0.9;}
else if (phValue > 7) {fillOpacity_ph = 0.8;}
else if (phValue > 6) {fillOpacity_ph = 0.7;}
else if (phValue > 5) {fillOpacity_ph = 0.6;}
else if (phValue > 4) {fillOpacity_ph = 0.5;}
else if (phValue > 3) {fillOpacity_ph = 0.4;}
else if (phValue > 2) {fillOpacity_ph = 0.3;}
else if (phValue > 1) {fillOpacity_ph = 0.2;}
else {fillOpacity_ph = 0.1;}

var circlePh = L.circle(locations[i], {
    color: 'transparent',
    fillColor: colors[3],
    fillOpacity: fillOpacity_ph,
    radius: 3
});

var fillOpacity_n;
var nValue = valuemap[i][4]; // ค่า N จากตัวแปร valuemap
if (nValue > 14) {fillOpacity_n = 1;}
else if (nValue > 9.9) {fillOpacity_n = 0.75;}
else if (nValue > 4.9) {fillOpacity_n = 0.5;}
else {fillOpacity_n = 0.25;}

var circleN = L.circle(locations[i], {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    color: 'transparent',
    fillColor: colors[4],
    fillOpacity: fillOpacity_n,
    radius: 3
});

var fillOpacity_p;
var pValue = valuemap[i][5]; // ค่า P จากตัวแปร valuemap
if (pValue > 45) {fillOpacity_p = 1;}
else if (pValue > 25) {fillOpacity_p = 0.8;}
else if (pValue > 10) {fillOpacity_p = 0.6;}
else if (pValue > 2) {fillOpacity_p = 0.4;}
else {fillOpacity_p = 0.2;}

var circleP = L.circle(locations[i], {
    color: 'transparent',
    fillColor: colors[5],
    fillOpacity: fillOpacity_p,
    radius: 3
});

var fillOpacity_k;
var kValue = valuemap[i][6]; // ค่า K จากตัวแปร valuemap
if (kValue > 120) {fillOpacity_k = 1;}
else if (kValue > 90) {fillOpacity_k = 0.8;}
else if (kValue > 60) {fillOpacity_k = 0.6;}
else if (kValue > 30) {fillOpacity_k = 0.4;}
else {fillOpacity_k = 0.2;}

var circleK = L.circle(locations[i], {
    color: 'transparent',
    fillColor: colors[6],
    fillOpacity: fillOpacity_k,
    radius: 3
});
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                // เชื่อม Circle กับ Marker
                var lat = locations[i][0];
                var long = locations[i][1];
                var humid = valuemap[i][0];
                var temp = valuemap[i][1];
                var ec = valuemap[i][2];
                var ph = valuemap[i][3];
                var n = valuemap[i][4];
                var p = valuemap[i][5];
                var k = valuemap[i][6];

                marker.bindPopup("Lat: " + lat + ", Long: " + long + ", Humid: " + humid +
                 " %" + ", Temp: " + temp + " C" + ", EC: " + ec +  " uS/cm" + ", pH: " +
                 ph + ", N: " + n + " mg/kg" + ", P: " + p + " mg/kg" +", K: " + k + "
mg/kg").openPopup();

                // เพิ่ม Circle เข้าในตัวแปรที่เก็บวงกลมแต่ละประเภท
                circleLayerGroup_humid.addLayer(circleHumid);
                circleLayerGroup_temp.addLayer(circleTemp);
                circleLayerGroup_ec.addLayer(circleEc);
                circleLayerGroup_ph.addLayer(circlePh);
                circleLayerGroup_n.addLayer(circleN);
                circleLayerGroup_p.addLayer(circleP);
                circleLayerGroup_k.addLayer(circleK);

            }

            // สร้าง LayerGroup สำหรับแต่ละประเภทของวงกลม
            var overlays = {
                " Humidity": circleLayerGroup_humid,
                " Temperature": circleLayerGroup_temp,
                " EC": circleLayerGroup_ec,
                " pH": circleLayerGroup_ph,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            " N": circleLayerGroup_n,
            " P": circleLayerGroup_p,
            " K": circleLayerGroup_k,
            // เพิ่ม circle ตามความต้องการ
        };

        // เพิ่ม LayerGroup ลงในแผนที่
        map.addLayer(circleLayerGroup_humid);
        map.addLayer(circleLayerGroup_temp);
        map.addLayer(circleLayerGroup_ec);
        map.addLayer(circleLayerGroup_ph);
        map.addLayer(circleLayerGroup_n);
        map.addLayer(circleLayerGroup_p);
        map.addLayer(circleLayerGroup_k);

        L.control.layers(null, overlays).addTo(map);

        </script>

    </div>
  </div>
</div>

<div class="value">
    <div class="boxvalue">
        <div class="tablevalue">
            <h1>value</h1>
            <table>
                <thead>
                    <tr>
                        <th>Name</th>
                        <th>Value</th>
                        <th>Unit</th>
                        <th>Uptime</th>
                        <th></th>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    </tr>
</thead>
<tbody>
<?php
    while($row = mysqli_fetch_assoc($result11)) {
        echo "<tr>";
        echo "<td>Temperature</td>";
        echo "<td>" . $row["temp"] . "</td>";
        echo "<td>℃</td>";
        echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
        echo "</tr>";
    }
    ?>
    <?php
    while($row = mysqli_fetch_assoc($result12)) {
        echo "<tr>";
        echo "<td>Humidity</td>";
        echo "<td>" . $row["humid"] . "</td>";
        echo "<td>%RH</td>";
        echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
        echo "</tr>";
    }
    ?>
    <?php
    while($row = mysqli_fetch_assoc($result13)) {
        echo "<tr>";
        echo "<td>EC</td>";
        echo "<td>" . $row["ec"] . "</td>";
        echo "<td>dS/m</td>";
        echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
        echo "</tr>";
    }
    ?>
    <?php
    while($row = mysqli_fetch_assoc($result14)) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    echo "<tr>";
    echo "<td>pH</td>";
    echo "<td>" . $row["ph"] . "</td>";
    echo "<td>-</td>";
    echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
    echo "</tr>";
}
?>
<?php
while($row = mysqli_fetch_assoc($result15)) {
    echo "<tr>";
    echo "<td>Nitrogen</td>";
    echo "<td>" . $row["n"] . "</td>";
    echo "<td>mg/kg</td>";
    echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
    echo "</tr>";
}
?>
<?php
while($row = mysqli_fetch_assoc($result16)) {
    echo "<tr>";
    echo "<td>Phosphorus</td>";
    echo "<td>" . $row["p"] . "</td>";
    echo "<td>mg/kg</td>";
    echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
    echo "</tr>";
}
?>
<?php
while($row = mysqli_fetch_assoc($result17)) {
    echo "<tr>";
    echo "<td>Potassium</td>";
    echo "<td>" . $row["k"] . "</td>";
    echo "<td>mg/kg</td>";
    echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    echo "</tr>";
                }
                ?>
                <?php
                while($row = mysqli_fetch_assoc($result18)) {
                    echo "<tr>";
                    echo "<td>Latitude</td>";
                    echo "<td>" . $row["lat"] . "</td>";
                    echo "<td>-</td>";
                    echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
                    echo "</tr>";
                }
                ?>
                <?php
                while($row = mysqli_fetch_assoc($result19)) {
                    echo "<tr>";
                    echo "<td>Longtitude</td>";
                    echo "<td>" . $row["longi"] . "</td>";
                    echo "<td>-</td>";
                    echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
                    echo "</tr>";
                }
                ?>
            </tbody>
        </table>
    </div>
</div>
</div>
<div class="content_graph">
    <div class="box_content_graph">
    <div style="width:100%;hieght:10%;text-align:center">
        <div class="page-header"><h2>Line Graph Status</h2></div>
        <canvas  id="chart1"></canvas>
    </div>
        <script src="//code.jquery.com/jquery-1.9.1.js"></script>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<script
src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/Chart.js/4.2.1/chart.min.js"></script>
<script type="text/javascript">
    var ctx1 = document.getElementById("chart1").getContext('2d');
    var Chart1 = new Chart(ctx1, {
        type: 'line',
        data: {
            labels:<?php echo json_encode($value_date); ?>,
            datasets: [{
                label:'Temp (Celcius)',
                backgroundColor:[
                'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(255, 99,
71)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                data:<?php echo json_encode($value_temp); ?>,

            },
            {
            label:'Humid (RH%)',
                backgroundColor:[
                'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(102, 75,
20)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                data:<?php echo json_encode($value_humid); ?>,
            },
            {
            label:'PH',
                backgroundColor:[
                'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(11, 11,
11)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                data:<?php echo json_encode($value_ph); ?>,
            },
            {
            label:'EC (uS)',
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                backgroundColor:[
                'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(22, 22,
2)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                data:<?php echo json_encode($value_ec); ?>,
            },
            {
            label:'N (m/S)',
                backgroundColor:[
                'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(33, 33,
33)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                data:<?php echo json_encode($value_n); ?>,
            },
            {
            label:'P (m/S)',
                backgroundColor:[
                'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(44, 44,
44)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                data:<?php echo json_encode($value_p); ?>,
            },
            {
            label:'K (m/S)',
                backgroundColor:[
                'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(55, 55,
55)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                data:<?php echo json_encode($value_k); ?>,
            }
        ]
        },
        options: {
            legend: {
            display: true,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    position: 'top',
                    labels: {
                    fontColor: '#FFFFFF',
                    fontFamily: 'Circular Std Book',
                    fontSize: 14,
                    }
                },
                }
            });
        </script>
    </div>
</div>
<div class="content_graph">
    <div class="box_content_graph">
    <div style="width:100%;hieght:10%;text-align:center">
        <div class="page-header"><h2>Bar Graph Status</h2></div>
        <canvas  id="chart2"></canvas>
    </div>

<script src="//code.jquery.com/jquery-1.9.1.js"></script>
<script src="https://cdnjs.cloudflare.com/ajax/libs/Chart.js/4.2.1/chart.min.js"></script>
 <script type="text/javascript">

var ctx2 = document.getElementById("chart2").getContext('2d');
var Chart2 = new Chart(ctx2, {
    type: 'bar', // กำหนดให้เป็นกราฟแท่ง
    data: {
                    labels:<?php echo json_encode($value_date); ?>,
                    datasets: [{
                        label:'Temp (Celcius)',
                        backgroundColor:[
                        'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(255, 99,
71)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                        pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                        data:<?php echo json_encode($value_temp); ?>,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    },
                    {
                    label:'Humid (RH%)',
                        backgroundColor:[
                        'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(102, 75,
20)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                        pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                        data:<?php echo json_encode($value_humid); ?>,
                    },
                    {
                    label:'PH',
                        backgroundColor:[
                        'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(11, 11,
11)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                        pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                        data:<?php echo json_encode($value_ec); ?>,
                    },
                    {
                    label:'EC (uS)',
                        backgroundColor:[
                        'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(22, 22,
2)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                        pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                        data:<?php echo json_encode($value_ph); ?>,
                    },
                    {
                    label:'N (m/S)',
                        backgroundColor:[
                        'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(33, 33,
33)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                        pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                        data:<?php echo json_encode($value_n); ?>,
                    },
                    {
                    label:'P (m/S)',
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                backgroundColor:[
                                'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(44, 44,
44)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                                pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                                data:<?php echo json_encode($value_p); ?>,
                            },
                            {
                            label:'K (m/S)',
                                backgroundColor:[
                                'RGB(0, 0, 255,0.1)'],borderColor:["RGB(55, 55,
55)"],borderWidth:3,tension:0.4,
                                pointBorderColor: ["#66CCFF"],
                                data:<?php echo json_encode($value_k); ?>,
                            }
                        ]
                        },
            options: {
                legend: {
                display: true,
                position: 'top',
                labels: {
                fontColor: '#FFFFFF',
                fontFamily: 'Circular Std Book',
                fontSize: 14,
            }}}
        });
    </script>
  </div>
</div>
    </div>
  </div>
  </div>
</body>
</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

โปรแกรม Web Dashboard (history.php)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<?php
        //เชื่อมต่อ MySQL database
    $servername = "mysql-14f3bf7d-thasaran-f19b.a.aivencloud.com"; #hostname
        $username = "avnadmin";
        $password = "AVNS_WKUCiPE8aZQI34nwje4";
        $dbname = "dbvalues";
    $port = 10528;
        $conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname, $port);
        if (!$conn) {
                die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
        }
        // ดึงข้อมูลจากตาราง
        $sql = "SELECT * FROM 485values LIMIT 20";
        $result = mysqli_query($conn, $sql);
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">

<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Dashboard RS485</title>

    <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp" rel="stylesheet">
    <link rel="stylesheet" href="./style.css">

</head>

<body>
    <div class="container">
        <aside>
            <div class="top">
                <div class="logo">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <img src="./logo.png">
            <h2>485<span class="danger">PROJECT</span></h2>
        </div>
        <div class="close" id="close-btn">
            <span class="material-icons-sharp">close</span>
        </div>
    </div>
    <div class="sidebar">
        <a href="index.php">
            <span class="material-icons-sharp">dashboard</span>
            <h3>Dashboard</h3>
        </a>

        <a href="history.php" class="active">
            <span class="material-icons-sharp">history</span>
            <h3>History</h3>
        </a>

        <a href="about.php">
            <span class="material-icons-sharp">diversity_3</span>
            <h3>About</h3>
        </a>

        <div class="theme" id="icon">
            <span class="material-icons-sharp active">light_mode</span>
            <span class="material-icons-sharp">dark_mode</span>
        </div>
    </div>
</aside>

<!--------เชื่อม script ---------->

<script src="./index.js"></script>

<!----------จบ aside --------->
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<main>
    <div class="tophistory">

        <button class="number"><a href="history.php" class="activeclick">1</a></button>

        <button class="number"><a href="history2.php">2</a></button>

        <button class="number"><a href="history3.php">3</a></button>

        <button class="number"><a href="history4.php">4</a></button>

        <button class="point"><a href="">...</a></button>

        <button class="new"><a href="historynew.php">NEW</a></button>

    </div>
    <div class="history">
        <h1>HISTORY</h1>
        <table>
            <thead>
                <tr>
                    <th>ID</th>
                    <th>Name</th>
                    <th>Temp(°C)</th>
                    <th>Humid(%RH)</th>
                    <th>EC(dS/m)</th>
                    <th>pH</th>
                    <th>N(mg/kg)</th>
                    <th>P(mg/kg)</th>
                    <th>PK(mg/kg)</th>
                    <th>Lat</th>
                    <th>Long</th>
                    <th>Uptime</th>
                    <th></th>
                </tr>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                </thead>
                <tbody>
                    <?php
                    while($row = mysqli_fetch_assoc($result)) {
                        echo "<tr>";
                        echo "<td>" . $row["id"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["name"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["temp"] . " °C</td>";
                        echo "<td>" . $row["humid"] . " %RH</td>";
                        echo "<td>" . $row["ec"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["ph"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["n"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["p"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["k"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["lat"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["longi"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
                        echo "</tr>";
                    }
                    ?>
                </tbody>
            </table>
        </div>
    </main>
  </div>
</body>

</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

โปรแกรม Web Dashboard (history2.php)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<?php
        //เชื่อมต่อ MySQL database
    $servername = "mysql-14f3bf7d-thasaran-f19b.a.aivencloud.com"; #hostname
        $username = "avnadmin";
        $password = "AVNS_WKUCiPE8aZQI34nwje4";
        $dbname = "dbvalues";
    $port = 10528;
        $conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname, $port);
        if (!$conn) {
            die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
        }
        // ดึงข้อมูลจากตาราง
        $sql = "SELECT * FROM 485values LIMIT 20 OFFSET 20";
        $result = mysqli_query($conn, $sql);
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">

<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Dashboard RS485</title>

    <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp" rel="stylesheet">
    <link rel="stylesheet" href="./style.css">

</head>

<body>
    <div class="container">
        <aside>
            <div class="top">
                <div class="logo">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <img src="./logo.png">
            <h2>485<span class="danger">PROJECT</span></h2>
        </div>
        <div class="close" id="close-btn">
            <span class="material-icons-sharp">close</span>
        </div>
    </div>
    <div class="sidebar">
        <a href="index.php">
            <span class="material-icons-sharp">dashboard</span>
            <h3>Dashboard</h3>
        </a>

        <a href="history.php" class="active">
            <span class="material-icons-sharp">history</span>
            <h3>History</h3>
        </a>

        <a href="about.php">
            <span class="material-icons-sharp">diversity_3</span>
            <h3>About</h3>
        </a>

        <div class="theme" id="icon">
            <span class="material-icons-sharp active">light_mode</span>
            <span class="material-icons-sharp">dark_mode</span>
        </div>
    </div>
</aside>

<!--------เชื่อม script ---------->

<script src="./index.js"></script>

<!----------จบ aside --------->
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<main>
    <div class="tophistory">

        <button class="number"><a href="history.php" >1</a></button>

        <button class="number"><a href="history2.php" class="activeclick">2</a></button>

        <button class="number"><a href="history3.php">3</a></button>

        <button class="number"><a href="history4.php">4</a></button>

        <button class="point"><a href="">...</a></button>

        <button class="new"><a href="historynew.php">NEW</a></button>

    </div>
    <div class="history">
        <h1>HISTORY</h1>
        <table>
            <thead>
                <tr>
                    <th>ID</th>
                    <th>Name</th>
                    <th>Temp(°C)</th>
                    <th>Humid(%RH)</th>
                    <th>EC(dS/m)</th>
                    <th>pH</th>
                    <th>N(mg/kg)</th>
                    <th>P(mg/kg)</th>
                    <th>PK(mg/kg)</th>
                    <th>Lat</th>
                    <th>Long</th>
                    <th>Uptime</th>
                    <th></th>
                </tr>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                </thead>
                <tbody>
                    <?php
                    while($row = mysqli_fetch_assoc($result)) {
                        echo "<tr>";
                        echo "<td>" . $row["id"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["name"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["temp"] . " °C</td>";
                        echo "<td>" . $row["humid"] . " %RH</td>";
                        echo "<td>" . $row["ec"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["ph"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["n"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["p"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["k"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["lat"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["longi"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
                        echo "</tr>";
                    }
                    ?>
                </tbody>
            </table>
        </div>
    </main>
  </div>
</body>

</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ช

โปรแกรม Web Dashboard (history3.php)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<?php
        //เชื่อมต่อ MySQL database
    $servername = "mysql-14f3bf7d-thasaran-f19b.a.aivencloud.com"; #hostname
        $username = "avnadmin";
        $password = "AVNS_WKUCiPE8aZQI34nwje4";
        $dbname = "dbvalues";
    $port = 10528;
        $conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname, $port);
        if (!$conn) {
                die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
        }
        // ดึงข้อมูลจากตาราง
        $sql = "SELECT * FROM 485values LIMIT 20 OFFSET 40";
        $result = mysqli_query($conn, $sql);
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">

<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Dashboard RS485</title>

    <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp" rel="stylesheet">
    <link rel="stylesheet" href="./style.css">

</head>

<body>
    <div class="container">
        <aside>
            <div class="top">
                <div class="logo">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <img src="./logo.png">
            <h2>485<span class="danger">PROJECT</span></h2>
        </div>
        <div class="close" id="close-btn">
            <span class="material-icons-sharp">close</span>
        </div>
    </div>
    <div class="sidebar">
        <a href="index.php">
            <span class="material-icons-sharp">dashboard</span>
            <h3>Dashboard</h3>
        </a>

        <a href="history.php" class="active">
            <span class="material-icons-sharp">history</span>
            <h3>History</h3>
        </a>

        <a href="about.php">
            <span class="material-icons-sharp">diversity_3</span>
            <h3>About</h3>
        </a>

        <div class="theme" id="icon">
            <span class="material-icons-sharp active">light_mode</span>
            <span class="material-icons-sharp">dark_mode</span>
        </div>
    </div>
</aside>

<!--------เชื่อม script ---------->

<script src="./index.js"></script>

<!----------จบ aside --------->
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<main>
    <div class="tophistory">

        <button class="number"><a href="history.php" >1</a></button>

        <button class="number"><a href="history2.php" >2</a></button>

        <button class="number"><a href="history3.php" class="activeclick">3</a></button>

        <button class="number"><a href="history4.php">4</a></button>

        <button class="point"><a href="">...</a></button>

        <button class="new"><a href="historynew.php">NEW</a></button>

    </div>
    <div class="history">
        <h1>HISTORY</h1>
        <table>
            <thead>
                <tr>
                    <th>ID</th>
                    <th>Name</th>
                    <th>Temp(°C)</th>
                    <th>Humid(%RH)</th>
                    <th>EC(dS/m)</th>
                    <th>pH</th>
                    <th>N(mg/kg)</th>
                    <th>P(mg/kg)</th>
                    <th>PK(mg/kg)</th>
                    <th>Lat</th>
                    <th>Long</th>
                    <th>Uptime</th>
                    <th></th>
                </tr>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                </thead>
                <tbody>
                    <?php
                    while($row = mysqli_fetch_assoc($result)) {
                        echo "<tr>";
                        echo "<td>" . $row["id"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["name"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["temp"] . " °C</td>";
                        echo "<td>" . $row["humid"] . " %RH</td>";
                        echo "<td>" . $row["ec"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["ph"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["n"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["p"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["k"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["lat"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["longi"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
                        echo "</tr>";
                    }
                    ?>
                </tbody>
            </table>
        </div>
    </main>
  </div>
</body>

</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ซ

โปรแกรม Web Dashboard (history4.php)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<?php
        //เชื่อมต่อ MySQL database
    $servername = "mysql-14f3bf7d-thasaran-f19b.a.aivencloud.com"; #hostname
        $username = "avnadmin";
        $password = "AVNS_WKUCiPE8aZQI34nwje4";
        $dbname = "dbvalues";
    $port = 10528;
        $conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname, $port);
        if (!$conn) {
                die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
        }
        // ดึงข้อมูลจากตาราง
        $sql = "SELECT * FROM 485values LIMIT 20 OFFSET 60";
        $result = mysqli_query($conn, $sql);
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">

<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Dashboard RS485</title>

    <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp" rel="stylesheet">
    <link rel="stylesheet" href="./style.css">

</head>

<body>
    <div class="container">
        <aside>
            <div class="top">
                <div class="logo">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <img src="./logo.png">
            <h2>485<span class="danger">PROJECT</span></h2>
        </div>
        <div class="close" id="close-btn">
            <span class="material-icons-sharp">close</span>
        </div>
    </div>
    <div class="sidebar">
        <a href="index.php">
            <span class="material-icons-sharp">dashboard</span>
            <h3>Dashboard</h3>
        </a>

        <a href="history.php" class="active">
            <span class="material-icons-sharp">history</span>
            <h3>History</h3>
        </a>

        <a href="about.php">
            <span class="material-icons-sharp">diversity_3</span>
            <h3>About</h3>
        </a>

        <div class="theme" id="icon">
            <span class="material-icons-sharp active">light_mode</span>
            <span class="material-icons-sharp">dark_mode</span>
        </div>
    </div>
</aside>

<!--------เชื่อม script ---------->

<script src="./index.js"></script>

<!----------จบ aside --------->
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<main>
    <div class="tophistory">

        <button class="number"><a href="history.php" >1</a></button>

        <button class="number"><a href="history2.php">2</a></button>

        <button class="number"><a href="history3.php">3</a></button>

        <button class="number"><a href="history4.php" class="activeclick">4</a></button>

        <button class="point"><a href="">...</a></button>

        <button class="new"><a href="historynew.php">NEW</a></button>

    </div>
    <div class="history">
        <h1>HISTORY</h1>
        <table>
            <thead>
                <tr>
                    <th>ID</th>
                    <th>Name</th>
                    <th>Temp(℃)</th>
                    <th>Humid(%RH)</th>
                    <th>EC(dS/m)</th>
                    <th>pH</th>
                    <th>N(mg/kg)</th>
                    <th>P(mg/kg)</th>
                    <th>PK(mg/kg)</th>
                    <th>Lat</th>
                    <th>Long</th>
                    <th>Uptime</th>
                    <th></th>
                </tr>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                </thead>
                <tbody>
                    <?php
                    while($row = mysqli_fetch_assoc($result)) {
                        echo "<tr>";
                        echo "<td>" . $row["id"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["name"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["temp"] . " °C</td>";
                        echo "<td>" . $row["humid"] . " %RH</td>";
                        echo "<td>" . $row["ec"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["ph"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["n"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["p"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["k"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["lat"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["longi"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
                        echo "</tr>";
                    }
                    ?>
                </tbody>
            </table>
        </div>
    </main>
  </div>
</body>

</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฌ

โปรแกรม Web Dashboard (historynew.php)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<?php
        //เชื่อมต่อ MySQL database
    $servername = "mysql-14f3bf7d-thasaran-f19b.a.aivencloud.com"; #hostname
        $username = "avnadmin";
        $password = "AVNS_WKUCiPE8aZQI34nwje4";
        $dbname = "dbvalues";
    $port = 10528;
        $conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname, $port);
        if (!$conn) {
                die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());
        }
        // ดึงข้อมูลจากตาราง
        $sql = "SELECT * FROM 485values ORDER BY id DESC LIMIT 20";
        $result = mysqli_query($conn, $sql);
?>
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">

<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Dashboard RS485</title>

    <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp" rel="stylesheet">
    <link rel="stylesheet" href="./style.css">

</head>

<body>
    <div class="container">
        <aside>
            <div class="top">
                <div class="logo">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <img src="./logo.png">
            <h2>485<span class="danger">PROJECT</span></h2>
        </div>
        <div class="close" id="close-btn">
            <span class="material-icons-sharp">close</span>
        </div>
    </div>
    <div class="sidebar">
        <a href="index.php">
            <span class="material-icons-sharp">dashboard</span>
            <h3>Dashboard</h3>
        </a>

        <a href="history.php" class="active">
            <span class="material-icons-sharp">history</span>
            <h3>History</h3>
        </a>

        <a href="about.php">
            <span class="material-icons-sharp">diversity_3</span>
            <h3>About</h3>
        </a>

        <div class="theme" id="icon">
            <span class="material-icons-sharp active">light_mode</span>
            <span class="material-icons-sharp">dark_mode</span>
        </div>
    </div>
</aside>

<!--------เชื่อม script ---------->

<script src="./index.js"></script>

<!----------จบ aside --------->
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<main>
    <div class="tophistory">

        <button class="number"><a href="history.php" >1</a></button>

        <button class="number"><a href="history2.php">2</a></button>

        <button class="number"><a href="history3.php">3</a></button>

        <button class="number"><a href="history4.php">4</a></button>

        <button class="point"><a href="">...</a></button>

        <button class="new"><a href="historynew.php" class="activeclick">NEW</a></button>

    </div>
    <div class="history">
        <h1>HISTORY</h1>
        <table>
            <thead>
                <tr>
                    <th>ID</th>
                    <th>Name</th>
                    <th>Temp(°C)</th>
                    <th>Humid(%RH)</th>
                    <th>EC(dS/m)</th>
                    <th>pH</th>
                    <th>N(mg/kg)</th>
                    <th>P(mg/kg)</th>
                    <th>PK(mg/kg)</th>
                    <th>Lat</th>
                    <th>Long</th>
                    <th>Uptime</th>
                    <th></th>
                </tr>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                </thead>
                <tbody>
                    <?php
                    while($row = mysqli_fetch_assoc($result)) {
                        echo "<tr>";
                        echo "<td>" . $row["id"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["name"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["temp"] . " °C</td>";
                        echo "<td>" . $row["humid"] . " %RH</td>";
                        echo "<td>" . $row["ec"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["ph"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["n"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["p"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["k"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["lat"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["longi"] . "</td>";
                        echo "<td>" . $row["uptime"] . "</td>";
                        echo "</tr>";
                    }
                    ?>
                </tbody>
            </table>
        </div>
        </div>
    </main>
  </div>
</body>

</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ญ

โปรแกรม Web Dashboard (about.php)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<!DOCTYPE html>
<html lang="en">

<head>
    <meta charset="UTF-8">
    <meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">
    <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1.0">
    <title>Dashboard RS485</title>

    <link href="https://fonts.googleapis.com/icon?family=Material+Icons+Sharp" rel="stylesheet">
    <link rel="stylesheet" href="./style.css">

</head>

<body>
    <div class="container">
        <aside>
            <div class="top">
                <div class="logo">
                    <img src="./logo.png">
                    <h2>485<span class="danger">PROJECT</span></h2>
                </div>
                <div class="close" id="close-btn">
                    <span class="material-icons-sharp">close</span>
                </div>
            </div>
            <div class="sidebar">
                <a href="index.php">
                    <span class="material-icons-sharp">dashboard</span>
                    <h3>Dashboard</h3>
                </a>

                <a href="history.php">
                    <span class="material-icons-sharp">history</span>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <h3>History</h3>
        </a>

        <a href="about.php" class="active">
            <span class="material-icons-sharp">diversity_3</span>
            <h3>About</h3>
        </a>

        <div class="theme" id="icon">
            <span class="material-icons-sharp active">light_mode</span>
            <span class="material-icons-sharp">dark_mode</span>
        </div>
    </div>
</aside>

<!--------เชื่อม script ---------->

<script src="./index.js"></script>

<!------------จบ aside --------->
<div class="main">

    <div class="topicmember">
        <h1>MEMBERS</h1>
    </div>

    <div class="member">

        <div class="img">
            <img src="./song1.jpg" alt="">
        </div>

        <div class="content">
            <div class="center">
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <h2>Chayanon Wongnammai<br></h2>
            <h3>ID 63010175<br></h3>
            <p>
                FB : Chayanon Wongnammai<br>
                Line ID : songzee1955<br>
                IG : song_cyn<br>
                Call : 09 6043 2709
            </p>

        </div>
    </div>

</div>

<div class="member">

    <div class="img">
        <img src="./rat1.jpg" alt="">
    </div>

    <div class="content">
        <div class="center">
            <h2>Thammarat Trisaranaapirak<br></h2>
            <h3>ID 63010448<br></h3>
            <p>
                FB : Thammarat Trisaranaapirak<br>
                Line ID : ratrat124410<br>
                IG : rat_tmr<br>
                Call : 09 5525 3050
            </p>
        </div>
    </div>

</div>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            <div class="member">

                <div class="img">
                    <img src="./firm1.jpg" alt="">
                </div>

                <div class="content">
                    <div class="center">
                        <h2>Thasaran Wongsuphachaipreecha<br></h2>
                        <h3>ID 63010450<br></h3>
                        <p>
                            FB : Thasaran Wongsuphachaipreecha<br>
                            Line ID : confirmeiei<br>
                            IG : thasaran<br>
                            Call : 06 1842 9151
                        </p>
                    </div>
                </div>

            </div>
        </div>
    </div>

</body>

</html>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฎ

โปรแกรม Web Dashboard (index.js)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const themeToggler = document.querySelector(".theme");
const historyToggler = document.querySelector(".tophistory")

themeToggler.addEventListener('click', () => {
    document.body.classList.toggle('dark-theme-variables');

    themeToggler.querySelector('span:nth-child(1)').classList.toggle('active');
    themeToggler.querySelector('span:nth-child(2)').classList.toggle('active');
})

var icon = document.getElementById("icon");
icon.onclick = function(){
    document.body.classList.contains("dark-theme-variables");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฏ

โปรแกรม Web Dashboard (style.css)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
@import
url('https://fonts.googleapis.com/css2?family=Poppins:wght@300;400;500;600;700;800&display=swa
p');

:root {
    --color-primary: #7380ec;
    --color-danger: #ff7782;
    --color-success: #41f1b6;
    --color-warning: #ffbb55;
    --color-white: #fff;
    --color-info-dark: #7d8da1;
    --color-info-light: #dce1eb;
    --color-dark: #363949;
    --color-light: rgba(132, 139, 200, 0.18);
    --color-primary-varaint: #111e88;
    --color-dark-variant: #677483;
    --color-background: #f6f6f9;

    --card-border-radius: 2rem;
    --border-radius-1: 0.4rem;
    --border-radius-2: 0.8rem;
    --border-radius-3: 1.2rem;

    --card-padding: 1.8rem;
    --padding-1: 1.2rem;

    --box-shadow: 0 2rem 3rem var(--color-light);
}

/**************Dark THEME*******************/
.dark-theme-variables {
    --color-background: #181a1e;
    --color-white: #202528;
    --color-dark: #edeffd;
    --color-dark-variant: #a3bdcc;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    --color-light: rgba(0, 0, 0, 0.4);
    --box-shadow: 0 2rem 3rem var(var(--color-light))
}

* {
    margin: 0;
    padding: 0;
    outline: 0;
    appearance: none;
    border: 0;
    text-decoration: none;
    list-style: none;
    box-sizing: border-box;
}

html {
    font-size: 14px;
}

/**********ส่วน Body **********/

body {
    width: 100vw;
    height: 100vh;
    font-family: poppins, sans-serif;
    font-size: 0.88rem;
    background: var(--color-background);
    user-select: none;
    overflow-x: hidden;
    color: var(--color-dark);
}

.container {
    display: grid;
    width: 96%;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    margin: 0 auto;
    gap: 1.8rem;
    grid-template-columns: 14rem auto;
}

a {
    color: var(--color-dark);
}

img {
    display: block;
    width: 100%;
}

h1 {
    font-weight: 800;
    font-size: 1.8rem;
}

h2 {
    font-size: 1.4rem;
}

h3 {
    font-size: 0.87rem;
}

h4 {
    font-size: 0.8rem;
}

h5 {
    font-size: 0.77rem;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
small {
    font-size: 0.75rem;
}

.profile-photo {
    width: 0.8rem;
    height: 2.8rem;
    border-radius: 50%;
    overflow: hidden;
}

.text-muted {
    color: var(--color-info-dark);
}

p {
    color: var(--color-dark-variant);
}

b {
    color: var(--color-dark);
}

.primary {
    color: var(--color-primary);
}

.danger {
    color: var(--color-primary);
}

.success {
    color: var(--color-success);
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.warning {
    color: var(--color-warning);
}

aside {
    height: 100vh;
}

/**************ส่วน Top **********************/

aside .top {
    display: flex;
    align-items: center;
    justify-content: space-between;
    margin-top: 1.4rem;
}

aside .logo {
    display: flex;
    gap: 0.5rem;
    align-items: center;
}

aside .logo img {
    width: 3rem;
    height: 3rem;
}

aside .close {
    display: none;
}

/****************** ส่วน sidebar *****************/

aside .sidebar {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    /* background: red; */
    display: flex;
    flex-direction: column;
    height: 86vh;
    position: relative;
    top: 3rem;
}

aside h3 {
    font-weight: 500;
}

aside .sidebar a {
    display: flex;
    color: var(--color-info-dark);
    margin-left: 2rem;
    gap: 1rem;
    align-items: center;
    position: relative;
    height: 3.7rem;
    transition: all 300ms ease;
}

aside .sidebar a span {
    font-size: 1.6rem;
    transition: all 300ms ease;
}

aside .sidebar a:last-child {
    position: absolute;
    bottom: 2rem;
    width: 100%;
}

aside .sidebar a.active {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    background: var(--color-light);
    color: var(--color-primary);
    margin-left: 0;
}

aside .sidebar a.active:before {
    content: "";
    width: 6px;
    height: 100%;
    background: var(--color-primary);
}

aside .sidebar a.active span {
    color: var(--color-primary);
    margin-left: calc(1rem - 3px);
}

aside .sidebar a:hover {
    color: var(--color-primary);
}

aside .sidebar a:hover span {
    margin-left: 1rem;
}

aside .theme {
    margin-left: 30%;
    text-align: center;
    position: absolute;
    bottom: 2rem;
    width: 100%;
    background-color: var(--color-light);
    justify-content: space-between;
    height: 1.6rem;
    width: 3.6rem;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    align-items: center;
    cursor: pointer;
    border-radius: var(--border-radius-1);
}

aside .theme span {
    font-size: 1.6rem;
    align-items: center;
    justify-content: center;
}

aside .theme span.active {
    background: var(--color-primary);
    color: white;
    border-radius: var(--border-radius-1);
}

/********************* Dashboard ********************/

.main {
    /* background: red; */
    transition: margin-left .5s;
    padding: 16px;
}

.main h1 {
    font-size: 36px;
    font-weight: bold;
}

.sensor {
    width: 25%;
    float: left;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.box {
    width: 90%;
    height: 120px;
    margin-left: 10px;
    padding: 20px;
}
.box h2{
    font-size: 24px;
}

.sensor>div {
    background: var(--color-white);
    padding: var(--card-padding);
    border-radius: var(--card-border-radius);
    margin-top: 1rem;
    box-shadow: var(--box-shadow);
    transition: all 300ms ease;
}

.sensor>div:hover {
    box-shadow: none;
}

.box p {
    font-size: 40px;
    font-weight: bold;
    line-height: 30px;
    padding-left: 10px;
    margin-top: 10px;
    display: inline-block;
    color: var(--color-dark);
}

.box p span {
    font-size: 25px;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    font-weight: 400;
    color: var(--color-dark-variant);
}

.box .material-icons-sharp {
    font-size: 80px !important;
    float: right;
    margin-top: 5px !important;
    color: var(--color-dark-variant);
    padding-right: 10px;
}


/*------------------แผนที่-------------------------*/


.status {
    width: 50%;
    float: left;
    margin-top: 10px;
    padding-right: 10px;
    /* background: red; */
}

.status>div {
    background: var(--color-white);
    padding: var(--card-padding);
    border-radius: var(--card-border-radius);
    margin-top: 1rem;
    box-shadow: var(--box-shadow);
    transition: all 300ms ease;
}

.status>div:hover {
    box-shadow: none;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

.boxstatus {
    width: 97%;
    height: 480px;
    margin-left: 10px;
    padding: 20px;
    /* background: red; */
}

.boxstatus .content-box {
    color: var(--color-dark);
    /* background: red; */
}

.boxstatus .content-box .contentstatus {
    display: flex;
    /* background: red; */
    align-items: center;
    justify-content: center;
    /* align-content: center; */
    margin-left: 20px;
    display: flex;
    background: var(--color-background);
    align-items: center;
    width: 490px;
    height: 60px;
    text-align: center;
    align-items: center;
    padding: var(--card-padding);
    border-radius: var(--card-border-radius);
}


/*----------------------Value ทั้งหมด----------------------*/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.value {
    align-items: center;
    width: 50%;
    float: left;
    margin-top: 10px;
}

.boxvalue {
    background: #111e88;
    width: 94%;
    height: 480px;
    margin-left: 10px;
    padding: 20px;
}

.value>div {
    background: var(--color-white);
    padding: var(--card-padding);
    border-radius: var(--card-border-radius);
    margin-top: 1rem;
    box-shadow: var(--box-shadow);
    transition: all 300ms ease;
}

.value>div:hover {
    box-shadow: none;
    color: var(--color-dark);
}

.tablevalue h1 {
    justify-content: center;
    margin: 0px;
    font-size: 30px;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    color: var(--color-dark);
    text-align: center;
    margin-left: 20px;
    display: flex;
    background: var(--color-background);
    align-items: center;
    width: 490px;
    height: 60px;
    text-align: center;
    align-items: center;
    padding: var(--card-padding);
    border-radius: var(--card-border-radius);
}

.tablevalue table {
    /* background: var(red); */
    width: 100%;
    height: 100%;
    /* padding: var(--card-padding); */
    text-align: center;
    align-items: center;
}

.tablevalue table thead {
    font-size: 18px;
}

.tablevalue table th {
    padding: 10px;
}

.tablevalue table td {
    padding-top: 12px;
}
/****************** Graph *********************/
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.content_graph {
    align-items: center;
    width: 100%;
    float: left;
    margin-top: 10px;
}

.box_content_graph {
    width: 97%;
    height: 650px;
    margin-left: 10px;
    padding: 20px;
}

.content_graph>div {
    background: var(--color-white);
    padding: var(--card-padding);
    border-radius: var(--card-border-radius);
    margin-top: 1rem;
    box-shadow: var(--box-shadow);
    transition: all 300ms ease;
}

.content_graph>div:hover {
    box-shadow: none;
    color: var(--color-dark);
}



/****************** History ********************/

.tophistory {
    margin-left: 69%;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    /* background: red; */
    position: absolute;
}

.history table thead tr {
    font-size: 16px;
}

.tophistory .number {

    font-size: 1.2rem;
    font-weight: bold;
    align-items: center;
    justify-content: center;
    margin-top: 3rem;
    text-align: center;
    width: 1.8rem;
    height: 1.6rem;
    background-color: var(--color-light);
    justify-content: space-between;
    align-items: center;
    cursor: pointer;
    border-radius: var(--border-radius-1);
}

.tophistory .point {
    font-size: 1.2rem;
    font-weight: bold;
    margin-top: 3rem;
    text-align: center;
    background-color: var(--color-background);
    justify-content: space-between;
    align-items: center;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.tophistory .new {
    font-size: 1.2rem;
    font-weight: bold;
    align-items: center;
    justify-content: center;
    margin-top: 3rem;
    text-align: center;
    width: 3.6rem;
    height: 1.6rem;
    background-color: var(--color-light);
    justify-content: space-between;
    align-items: center;
    cursor: pointer;
    border-radius: var(--border-radius-1);
}

.tophistory .number a.activeclick {
    color: var(--color-primary);
}

.tophistory .new a.activeclick {
    color: var(--color-primary);
}

/* .tophistory .number a.activeclick:before{
    background: var(--color-primary);
    color: white;
    border-radius: var(--border-radius-1);
    width: 3.6rem;
    height: 1.6rem;
} */

/* .tophistory{
    margin-top: 3rem;
    margin-left: 75%;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    text-align: center;
    position: absolute;
    width: 100%;
    background-color: var(--color-light);
    justify-content: space-between;
    height: 1.6rem;
    width: 7.2rem;
    align-items: center;
    cursor: pointer;
    border-radius: var(--border-radius-1);
}

.tophistory span{
    font-size: 1.6rem;
    align-items: center;
    justify-content: center;
}

.tophistory span.active{
    background: var(--color-primary);
    color: white;
    border-radius: var(--border-radius-1);
} */

main .history {
    margin-top: 2.5rem;
}

main .history table {
    background: var(--color-white);
    width: 100%;
    height: 100%;
    border-radius: var(--card-border-radius);
    padding: var(--card-padding);
    text-align: center;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    box-shadow: var(--box-shadow);
    transition: all 300ms ease;
}

.history table thead {
    font-size: 18px;
}

.history table th,
td {
    padding: 4px;
}

main .history table:hover {
    box-shadow: none;
}

/******************** About ************************/

.topicmember {
    align-items: center;
}

.topicmember h1 {
    align-items: center;
    margin-left: 42%;
}

.boxmember {
    /* background: red; */
    width: 33%;
    float: left;
    padding: 10px;
    padding-left: 47px;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
.boxmember .imgmember {
    background: #111e88;
    border-radius: var(--card-border-radius);
    width: 300px;
    height: 300px;
}

.boxmember .imgmember img {
    border-radius: var(--card-border-radius);
    width: 300px;
    height: 300px;
    margin-top: 1rem;
    box-shadow: var(--box-shadow);
    transition: all 300ms ease;
}


/**************************************
.value > div{
    background: var(--color-white);
    padding: var(--card-padding);
    border-radius: var(--card-border-radius);
    margin-top: 1rem;
    box-shadow: var(--box-shadow);
    transition: all 300ms ease;
}

.value > div:hover {
    box-shadow: none;
}


*********test*****************/
.main {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    display: inline-block;
}

.member {
    display: inline-block;
    width: 30%;
    height: 600px;
    margin: auto;
    margin-left: 20px;
    overflow: hidden;
    background: var(--color-white);
    border-radius: var(--card-border-radius);
    box-shadow: var(--box-shadow);
    transition: all 300ms ease;
}

.img {
    height: 360px;
    background: #111e88;
    overflow: hidden;
}

.img img {
    width: 100%;
}

.content {
    text-align: center;
    display: flex;
}

.content h2 {
    justify-content: center;
    align-items: center;
    font-size: 19px;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    color: var(--color-dark);
    line-height: 10px;
    padding-left: 10px;
    margin-top: 40px;
    display: inline-block;
}

.content h3 {
    justify-content: center;
    align-items: center;
    font-size: 18px;
    color: var(--color-info-dark);
    font-weight: bold;
    line-height: 10px;
    padding-left: 10px;
    margin-top: 15px;
    display: inline-block;
}

.content p {
    justify-content: center;
    align-items: center;
    font-size: 15px;
    color: var(--color-dark);
    line-height: 20px;
    padding-left: 0px;
    margin-top: 20px;
    display: block;
    flex-direction: column;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้