การประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดรังสี UV เพื่อการแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต

Application of UV sensor for display and collect data on internet

ขวัญมนัส อุทารไทร

Khwanmanas Autansai

จีวาริน พินพันธุ์

Jeewarin Pinpan

วรนิษฐา สายสุวรรณ

Woranittha Saisuwan

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดรังสี UV เพื่อการแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต

Application of UV sensor for display and collect data on internet

โดย

ขวัญมนัส อุทารไทร

จีวาริน พินพันธุ์

วรนิษฐา สายสุวรรณ

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.วีระ เพ็งจันทร์

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2565

ภาควิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดรังสี UV เพื่อการแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต

Application of UV sensor for display and collect data on internet

ผู้จัดทำ นางสาวขวัญมนัส อุทารไทร รหัสนักศึกษา 62010084

นางสาวจีวาริน พินพันธุ์ รหัสนักศึกษา 62010133

นางสาววรนิษฐา สายสุวรรณ รหัสนักศึกษา 62010795

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

(ผศ.ดร.วีระ เพ็งจันทร์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงาน	การประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดรังสี UV เพื่อการแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ต
นักศึกษา	นางสาวขวัญมนัส อุทารไทร รหัสนักศึกษา 62010084
	นางสาวจีวาริน พินพันธุ์ รหัสนักศึกษา 62010133
	นางสาววรนิษฐา สายสุวรรณ รหัสนักศึกษา 62010795
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2565
อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน	ผศ.ดร.วีระ เพ็งจันทร์

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชา 01046671 Project 2 ทางผู้จัดทำได้ทำการสร้างระบบการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดรังสี UV ร่วมกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เพื่อการแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต โดยอาศัยความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบไปด้วยระบบเซนเซอร์ที่จะทำการวัดค่าปริมาณรังสี UV ค่าดัชนีความเข้มข้นของรังสี UV รวมไปถึงระบบเซนเซอร์ที่วัดค่าอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งวัดอุณหภูมิ ความชื้น และดัชนีความร้อน ณ จุดสังเกตการณ์ จากนั้นจะนำค่าที่ได้ไปประมวลผล เพื่อทำการแจ้งเตือนเมื่ออุณหภูมิถึงค่าวิกฤตที่ก่อให้เกิดโรคลมร้อน หรือ heatstroke ผ่านทางการเขียนโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ จากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งผ่าน WIFI access point สู่ internet เพื่อส่งไปยัง google sheet ในการเก็บเป็นฐานข้อมูล และแสดงผลแบบ Real-time ผ่านทางเว็บไซต์ https://uvstation.thaisolarengineer.com จากการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดรังสี UV ร่วมกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น เพื่อการแสดงผลและเก็บข้อมูลพบว่า สามารถ อัพโหลดข้อมูล เพื่อแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้ และค่าที่ได้สามารถแสดงผลแบบเรียลไทม์ โดยเมื่อวัดค่า ค่าจะแปลเปลี่ยนตามสภาพอากาศที่พบ ค่าสูงสุดต่ำสุดที่เซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นวัดได้ คือ อุณหภูมิระหว่าง 0-50 องศา และ ความชื้น 20-90% ค่าสูงสุดต่ำสุดที่เซนเซอร์uv สามารถตรวจจับแสงได้ที่ 280-390 nm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	Application of UV sensor for display and collect data on internet
Student	Miss Khwanmanas Autansai Student ID 62010084
	Miss Jeewarin Pinpan Student ID 62010133
	Miss Woranittha Saisuwan Student ID 62010795
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Year	2022
Project Advisor	Assist. Prof. Dr. Weera Pengchan, D.Eng

ABSTRACT

Nowadays, Heatstroke – is one of the most diseases that come with summer. It's caused by your body overheating, usually as a result of prolonged exposure to or physical exertion in high temperatures. We are aware of these dangerous diseases. For this reason, we decide to create our project " Application of UV sensor for display and collect data on the internet. Our project uses the microcontroller "ESP32 W-ROOM" to program and publish the data including UV intensity, UV index, heat index, temperature, and humidity to Google sheet. All the data are measured from a UV sensor (GY-ML8511) and a temperature and humidity sensor (DHT11). After the data send to Google sheet. It will show real-time updates on uvstation.thaisolarengineer.com. By combining UV sensors with temperature and humidity sensors for displaying and storing data, data can be uploaded. Data can be displayed and stored through the internet and can be displayed in real-time. During measurement, the data will change according to weather changes. The minimum and maximum values measured by temperature and humidity sensors are between 0-50 degrees Celsius and 20-90% humidity. The ultraviolet sensor can detect light at 280-390nm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานนี้สามารถทำออกมาได้ประสบความสำเร็จได้ตามต้องการ ขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร วีระ เพ็งจันทร์ อาจารย์ภาคอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่ให้ความช่วยเหลือ คำแนะนำ ขอบคุณพี่กล้าที่สนับสนุนทั้งกำลังกายและกำลังใจ ขอบคุณคุณป้าร้านข้าวหน้าหอดีน่าเพลสที่ช่วยสนับสนุนเสบียงในการทำงาน ขอบคุณอานาวอาฮั้วที่คอยอำนวยความสะดวกในการเดินทาง ขอบคุณดุ้กดิ้กที่ช่วยเป็นกำลังใจสำคัญ และขอขอบคุณ คุณอภิชัย จตุโชคทวีสิทธิ์ คุณรุ่งนภา ชยานุวัชร คุณเมืองแมน อุทารไทร คุณพรพระพาย สหัสเทวินทร์ รวมไปถึงเพื่อนๆ ที่มีประสบการณ์ด้านเซนเซอร์ทุกคนที่คอยเหลือ และท้ายที่สุดขอขอบคุณสมาชิกทุกคนที่ช่วยกันทำให้โครงงานสำเร็จเสร็จไปด้วยดี ทางผู้จัดหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานเล่มนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้อ่านในภายภาคหน้าไม่มากก็น้อย และหากมีข้อผิดพลาดประการใด ต้องขออภัยมา ณ ที่นี่ด้วย

ขวัญมนัส อุทารไทร

จีวาริน พินพันธุ์

วรนิษฐา สายสุวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ.....I

ABSTRACT.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน.....1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน.....2
1.3 ขอบเขตในการจัดทำโครงงาน.....2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2
1.5 วิธีการดำเนินโครงงาน และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล.....2
1.6 ระยะเวลาการทำโครงงาน และแผนการดำเนินงานตลอดโครงงาน.....3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....4
2.1.1 ความชื้นอากาศ.....4
2.2 INTERNETOF THINGS.....5
2.3 แสงอาทิตย์.....6
2.4 ระดับของรังสี UV (UV INDEX).....8
2.5 SUNBURN PROTECTION FACTOR (SPF).....10
2.6 องค์ประกอบของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อการคำนวณการติดตั้ง SOLAR CELL.....12
2.7 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดรังสีของดวงอาทิตย์.....14
2.8 SOLAR CELL.....16
2.9 เซ็นเซอร์วัดระดับรังสีอัลตราไวโอเลต.....19
2.10 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น.....20
2.11 ESP32 MICROCOMTROLLER.....21
2.12 จอ I2C LCD SCREEN.....23
2.13 ARDUINO IDE.....23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 MQTT WEB SERVER....24
2.15 GOOGLE SHEET....25
2.16 WORDPRESS....25
บทที่ 3 การออกแบบโครงงานและวิธีดำเนินการ....27
3.1 ภาพรวมของโครงงาน....27
3.1.1 BLOCK DIAGRAM....27
3.1.2 FLOWCHART....28
3.1.3 SCHEMATIC....29
3.1.4 ชิ้นงานและ WEB SERVER....30
3.2 การออกแบบโครงงาน....32
3.2.1 การออกแบบด้าน HARDWARE....32
3.2.2 การออกแบบด้าน SOFTWARE....32
3.2.3 ลักษณะการทำงาน....33
3.3 อุปกรณ์ เครื่องมือหรือโปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน....33
3.4 CODE คำสั่งที่เขียนในโปรแกรม ARDUINO....34
บทที่ 4 ผลการทดลอง....35
4.1 การทดสอบสภาพใช้งานได้และความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์....35
4.1.1 การทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ ESP32 + UV SENSOR....35
4.1.1.1 ทดสอบป้อนคำสั่ง....35
4.1.2 การทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ ESP32 + DHT11....36
4.1.2.1 ทดสอบป้อนคำสั่ง....36
4.1.2.2 ทดสอบโดยเปรียบเทียบกับเทอมอมิเตอร์แบบปรอท....37
4.1.3 อุปกรณ์ ESP32 + UV SENSOR 2 ตัวเปรียบเทียบค่ากัน....41
4.1.4 อุปกรณ์ ESP32 + UV SENSOR + DATA....41
4.1.5 อุปกรณ์ ESP32 + UV SENSOR + LCD....42
4.2 การทำงานโดยรวมของอุปกรณ์....43
4.3 ภาพชิ้นงานและ ลายวงจรเมื่อประกอบสำเร็จ....46
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง....47
5.1 สรุปผลการทดลอง....47
5.2 ข้อเสนอแนะ....47
เอกสารอ้างอิง....48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก.....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ระยะเวลาการทำวิจัย..... 3

2.1 ระดับรังสี UV และการป้องกัน..... 9

4.1 ผลการทดลองเมื่อใส่เจลเย็น.....38

4.2 ผลการทดลองเมื่อใส่ถุงร้อน.....40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 Infographic เครือข่าย Internet Of Things..... 5

2.2 ความยาวคลื่นและระดับของรังสี..... 7

2.3 Infographic แสดงระดับของรังสี UV บนชั้นอวกาศ..... 8

2.4 ระดับของรังสี UV และความรุนแรงต่อผิวหนัง..... 10

2.5 ปริมาณ SPF ในครีมกันแดดที่เหมาะสมกับกิจกรรม..... 11

2.6 เครื่องมือ Heliograph สำหรับวัดชั่วโมงแสงอาทิตย์..... 14

2.7 เครื่องมือ Pyranometer สำหรับวัดการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์..... 15

2.8 เครื่องมือ Pyrheliometer สำหรับวัดความเข้มของแสงอาทิตย์..... 15

2.9 ส่วนประกอบของ Solar cell..... 16

2.10 การทำงานของ Solar cell..... 16

2.11 ชนิดของแผง Solar cell..... 17

2.12 Ultraviolet Sensor GY-8511..... 19

2.13 Temperature and Humidity Sensor DHT 11..... 20

2.14 ขาและสัญลักษณ์ของ ESP32..... 21

2.15 จอ LCD ขนาด 16x2..... 23

2.16 สัญลักษณ์ของ Arduino IDE 23

2.17 แบบจำลองการส่งผ่านข้อมูลของ MQTT broker 24

2.18 รูปสัญลักษณ์ Google sheet 25

2.19 รูปสัญลักษณ์ Wordpress..... 26

3.1 Block Diagram..... 27

3.2 Flow chart..... 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 Schematic..... 29

3.4 ลายวงจร..... 29

3.5 ชิ้นงานระหว่างทดลอง..... 30

3.6 แบบประกอบจาก SOLIDWORK โดยรวม..... 30

3.7 แบบประกอบจาก SOLIDWORK แบบตัดขวาง..... 30

3.8 ชิ้นงานจริง..... 31

3.9 หน้าเว็บไซต์ สำหรับแสดงผล..... 31

3.10 การออกแบบทางด้าน Hardware..... 32

3.11 Code คำสั่งที่เขียนในโปรแกรม (1)..... 34

3.12 Code คำสั่งที่เขียนในโปรแกรม (2)..... 34

4.1 แสดง Serial monitor ขณะที่ ทดสอบ วัดค่า..... 35

4.2 Serial monitor แสดงผลการทดสอบเซ็นเซอร์ DHT22..... 36

4.3 กล่องจำลองการวัดอุณหภูมิ..... 37

4.4 กล่องเมื่อใส่เจลเย็นลงไป..... 38

4.5 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของ DHT22 และ เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท..... 39

4.6 กล่องเมื่อใส่ถุงน้ำร้อนลงไป..... 39

4.7 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงของ DHT22 และ เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท..... 40

4.8 การวัดค่า GY8511 สองตัว และหาค่าเฉลี่ย..... 41

4.9 การส่งค่าขึ้น Google sheet..... 41

4.10 การนำค่าที่ส่งขึ้น มาสร้างกราฟ..... 42

4.11 ค่าใน Serial monitor..... 42

4.12 ค่าในจอ I2C LCD..... 43

4.13 ค่าในจอ I2C LCD..... 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.14 ค่าใน Serial monitor..... 43

4.15 ค่าใน Serial monitor..... 44

4.16 ค่าในจอ I2C LCD..... 44

4.17 การส่งค่าขึ้น Google sheet..... 45

4.18 หน้าแรกเว็บไซต์..... 45

4.19 หน้าเว็บเพื่อให้คนสามารถเข้ามาดู data ที่เก็บไว้ได้..... 46

4.20 Code คำสั่งที่เขียนในโปรแกรม..... 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ดวงอาทิตย์แหล่งพลังงานที่มีประโยชน์ต่อการดำรงชีวิตของสิ่งมีชีวิตแทบจะทุกชนิด ซึ่งดวงอาทิตย์ให้ทั้งพลังงานความร้อนและพลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานที่ได้เป็นพลังงานหมุนเวียนสะอาดที่ไม่ก่อให้เกิดมลพิษหรือส่งผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม มีการประยุกต์ใช้พลังงานแสงอาทิตย์มากมาย ไม่ว่าจะเป็น การใช้ Solar cell เพื่อเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า, การผลิตน้ำร้อนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ และ การอบแห้งด้วยพลังงานแสงอาทิตย์ เป็นต้น จะเห็นได้ว่าพลังงานแสงอาทิตย์นั้นมีประโยชน์มหาศาล แต่ก็มาพร้อมกับความอันตราย นั่นคือ รังสี UV (ultraviolet) ในแสงอาทิตย์ จุดเริ่มต้นของการเกิดมะเร็งผิวหนัง

“มะเร็งผิวหนัง” โรคร้ายที่ปัจจุบันพบได้บ่อยในคนไทย มักพบในผู้ป่วยทั้งเพศชายและหญิงที่มีอายุมากกว่า 50 ปีขึ้นไป ตำแหน่งที่พบบ่อยที่สุดคือศีรษะและลำคอ โดยเฉพาะอย่างยิ่งที่จมูก มีสาเหตุสำคัญจากรังสีอัลตราไวโอเลต หรือ รังสี UV ที่มาจากแสงอาทิตย์ ซึ่งในการป้องกันการเกิดโรคนี้ เราจึงควรที่จะรู้เท่าทันระดับของรังสี UV ในแสงแดด ณ เวลานั้น ๆ เพื่อที่จะป้องกันและเลือกใช้อุปกรณ์ในการป้องกันได้อย่างถูกวิธี ไม่ว่าจะเป็นการเลือก SPF ในครีมกันแดดที่เหมาะสม หรือตลอดจนการเลือกเครื่องนุ่งห่ม สาเหตุข้างต้น จึงเป็นที่มาของโครงงานการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดรังสี UV เพื่อแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต

โครงงานเรื่อง “การประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดรังสี UV เพื่อแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่านอินเตอร์เน็ต” เริ่มต้นจากความสนใจในเทคโนโลยี Internet of Things ของผู้จัดทำ ซึ่งมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้เทคโนโลยี IoT กับความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ จึงเลือกที่จะออกแบบโครงงาน โดยอาศัยการผนวกความรู้จากหลายแขนง ไม่ว่าจะเป็นความรู้พื้นฐานทางด้านวงจรไฟฟ้า ความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรม ความรู้พื้นฐานทางด้าน Microcontroller และ Microprocessor เริ่มต้นจากการออกแบบระบบแสดงผลการวัดค่ารังสี UV จากเซนเซอร์วัดรังสี UV รวมไปถึง การวัดอุณหภูมิและความชื้น จากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น ซึ่งมีการรับ-ส่งข้อมูลที่อ่านได้โดยอาศัย MQTT Broker เป็นตัวกลาง ข้อมูลจะแสดงผลผ่านทางจอ LCD ที่ติดตั้งกับอุปกรณ์ รวมไปถึงการแสดงผลได้แบบ Real-time บนอุปกรณ์ของผู้ใช้งานร พร้อมทั้งมีการแสดงวิธีการป้องกันจากค่ารังสี UV นั้น ๆ โดยสามารถประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน และเรียกดูข้อมูลที่วัดได้ย้อนหลังเพื่อประโยชน์ในการวิเคราะห์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 นำความรู้จากการเรียนในภาคทฤษฎีมาประยุกต์ใช้งานจริง

1.2.2 ศึกษาการทำงานของ Sensor และ Microcontroller

1.2.3 ศึกษาการเชื่อมต่อ ESP32 กับ IoT web server

1.2.4 ศึกษาการสร้างหน้า dashboard ผ่าน Node Red

1.3 ขอบเขตในการจัดทำโครงงาน

ออกแบบและสร้างระบบสำหรับวัดค่ารังสี UV ค่าอุณหภูมิและความชื้น แสดงผลแบบ Real-time ผ่านทาง LCD และ application ที่สร้างขึ้น โดยข้อมูลทั้งหมดที่ได้มา จะถูกจัดเก็บไว้ใน Web server เพื่อให้ผู้ใช้งานเข้าถึงข้อมูลได้สะดวก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 สามารถนำชิ้นงานไปใช้งานได้จริงและไม่เกิดความเสียหาย

1.5.2 ได้นำความรู้ที่เรียนมาออกแบบวงจร โดยคำนึงถึงเกณฑ์ต่าง ๆ รวมไปถึงการเลือกค่าอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้อง

1.5.3 ระบบสามารถนำไปใช้งานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

1.5 วิธีการดำเนินโครงงาน และสถานที่ทำการทดลอง/เก็บข้อมูล

1.5.1 ศึกษาทฤษฎี และเขียนโปรแกรม ที่ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

1.5.2 ทำการทดลองเซนเซอร์วัดค่า ที่ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	สัปดาห์ที่														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1. ทฤษฎี / ซื้ออุปกรณ์	◄	—	—	—	—	—	►	สอบกลางภาค							
2. ประกอบชุดทดลอง					◄	—	►		◄	►					
3. เก็บผลการทดลอง					◄	—	►		◄	—	—	►			
4. สรุปผลการทดลอง													◄	—	►
5. เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์										◄	—	—	—	—	►

*** ใช้ ◄——► ในสัปดาห์ที่ดำเนินการในแต่ละขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

โครงงานนี้เป็นประยุกต์การใช้ ความรู้พื้นฐานทางด้านวงจรไฟฟ้า ความรู้ทางด้านการเขียนโปรแกรม ความรู้พื้นฐานทางด้าน Microcontroller และ Microprocessor เพื่อออกแบบระบบแสดงผลค่ารังสี UV และแสดงวิธีการป้องกันอัตโนมัติ รวมไปถึงค่าอุณหภูมิและความชื้น โดยระบบจะอ่านค่าจากเซนเซอร์วัดรังสี UV และเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น จากนั้นจะแสดงผลแบบ Real-time ที่ LCD display และ บนแอปพลิเคชันในมือถือ เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาประมวลผล และจัดเก็บข้อมูลลงใน https://uvstation.thaisolarengineer.com เพื่อการวิเคราะห์ในอนาคตต่อไป

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1.1 ความชื้นอากาศ

ความชื้นของอากาศ คือ สภาวะที่อากาศมีไอน้ำปะปนอยู่ ปริมาณไอน้ำในอากาศจะมากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิสูงอากาศจะรับไอน้ำได้มากกว่าอากาศที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า

ค่าความชื้นในอากาศวัดได้ 2 แบบ

1) การวัดความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity) คือการวัดอัตราส่วนร้อยละของปริมาณไอน้ำที่มีอยู่จริงต่อมวลของไอน้ำอิ่มตัว แสดงหน่วยการวัดเป็น % โดยอากาศอิ่มตัวจะมีค่าความชื้นสัมพัทธ์อยู่ที่ 100%

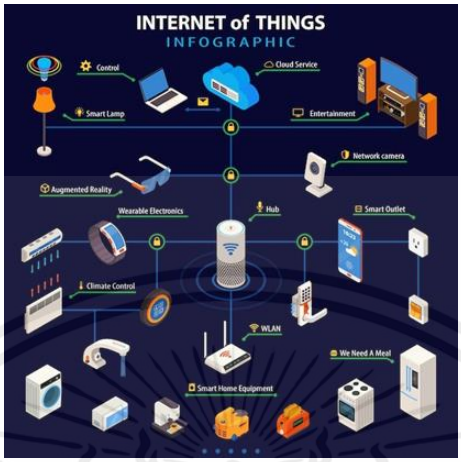
$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{มวลของไอน้ำที่มีอยู่จริง } (\frac{g}{m^3})}{\text{มวลของไอน้ำเมื่ออากาศอิ่มตัวด้วยไอน้ำที่อุณหภูมิและปริมาตรเดียวกัน } (\frac{g}{m^3})} \times 100 \quad \text{----------(1)}$$

2) การวัดความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute humidity) คือการวัดปริมาณมวลไอน้ำในอากาศ (กรัม) ต่อปริมาตรของไอน้ำในอากาศ (ลูกบาศก์เมตร)

$$\text{ความชื้นสัมบูรณ์} = \frac{\text{มวลของไอน้ำในอากาศ } (g)}{\text{ปริมาตรของอากาศนั้น } (m^3)} \quad \text{----------(2)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Internet of Things



รูปที่ 2.1 Infographic เครือข่าย Internet Of Things

คำว่า IoT หรืออินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง (Internet of Things) หมายถึงเครือข่ายรวมของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อถึงกันและเทคโนโลยีที่อำนวยความสะดวกในการสื่อสารระหว่างอุปกรณ์กับระบบคลาวด์ ตลอดจนระหว่างอุปกรณ์ด้วยกันเอง จากการเกิดขึ้นของชิปคอมพิวเตอร์ราคาไม่แพงและการสื่อสารโทรคมนาคมที่มีแบนด์วิดท์สูง จึงทำให้ตอนนี้เรามีอุปกรณ์หลายพันล้านเครื่องที่เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ซึ่งหมายความว่าอุปกรณ์ต่าง ๆ ในชีวิตประจำวัน เช่น แปรงสีฟัน เครื่องดูดฝุ่น รถยนต์ และเครื่องจักรสามารถใช้เซนเซอร์เพื่อรวบรวมข้อมูลและตอบสนองต่อผู้ใช้ได้อย่างชาญฉลาด

ระบบ IoT มีองค์ประกอบสามส่วน ได้แก่

1) อุปกรณ์อัจฉริยะ

คืออุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น โทรทัศน์ กล้องรักษาความปลอดภัย หรืออุปกรณ์ออกกำลังกายที่มีความสามารถในการประมวลผล ซึ่งรวบรวมข้อมูลจากสภาพแวดล้อม ข้อมูลที่ได้รับจากผู้ใช้ หรือรูปแบบการใช้งาน และสื่อสารข้อมูลดังกล่าวผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังและจากแอปพลิเคชัน IoT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) แอปพลิเคชัน IoT

แอปพลิเคชัน IoT คือชุดของบริการและซอฟต์แวร์ที่ผสานรวมข้อมูลที่ได้รับจากอุปกรณ์ IoT ต่าง ๆ โดยใช้เทคโนโลยีแมชชีนเลิร์นนิ่งหรือปัญญาประดิษฐ์ (AI) เพื่อวิเคราะห์ข้อมูลนี้และตัดสินใจอย่างชาญฉลาด จากนั้นจะสื่อสารการตัดสินใจเหล่านี้กลับไปยังอุปกรณ์ IoT และอุปกรณ์ IoT จะตอบสนองต่อข้อมูลที่ได้รับอย่างชาญฉลาด

3) ส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก

สามารถจัดการอุปกรณ์ IoT หรือฟลีตอุปกรณ์ได้ผ่านส่วนติดต่อผู้ใช้แบบกราฟิก โดยตัวอย่างทั่วไป ได้แก่ แอปพลิเคชันมือถือหรือเว็บไซต์ที่สามารถใช้เพื่อลงทะเบียนและควบคุมอุปกรณ์อัจฉริยะได้

2.3 แสงอาทิตย์

แสงอาทิตย์ เป็นรังสีแม่เหล็กไฟฟ้าส่วนหนึ่งที่ปล่อยออกจากดวงอาทิตย์ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแสงในช่วงอินฟราเรด แสงที่ตามองเห็น และอัลตราไวโอเล็ต บนโลก แสงอาทิตย์ถูกกรองผ่านชั้นบรรยากาศโลก และเห็นชัดเป็นแสงกลางวันเมื่อดวงอาทิตย์อยู่เหนือเส้นขอบฟ้า แสงอาทิตย์มีสีขาว เกิดจากแสงทั้ง7สีมารวมกัน โดยแสงอาทิตย์จะมีความยาวคลื่นประมาณ 400-700nm แสงที่ความยาวคลื่นต่ำสุดคือสีม่วง สีน้ำเงิน จนมาถึงสีแดงที่มีความยาวคลื่นประมาณ 700nm

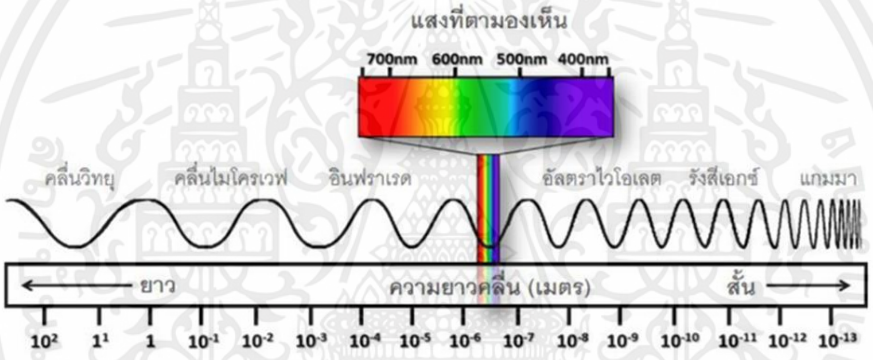
เมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรงไม่ถูกเมฆกั้น แสงอาทิตย์จะเป็นแสงจ้าและรังสีความร้อนประกอบกัน เมื่อรังสีจากดวงอาทิตย์โดยตรงถูกเมฆกั้นหรือสะท้อนออกไปโดยวัตถุอื่น จะเห็นไปแสงพร่ากระจาย (diffused light)

แสงอาทิตย์ใช้เวลาเดินทางถึงโลกราว 8.18 นาที โดยเฉลี่ย ต้องใช้พลังงานระหว่าง 10,000 ถึง 170,000 ปี จึงจะออกจากภายในดวงอาทิตย์ แล้วค่อยถูกเปล่งจากพื้นผิวเป็นแสงได้

แสงอาทิตย์โดยตรงมีประสิทธิภาพความส่องสว่างอยู่ที่ราว 93 ลูเมนต่อวัตต์ของฟลักซ์การแผ่รังสี แสงอาทิตย์สว่างให้ความสว่างประมาณ 100,000 ลักซ์หรือลูเมนต่อตารางเมตรที่พื้นผิวโลก องค์ประกอบของแสงอาทิตย์ที่ระดับพื้นต่อตารางเมตร เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ที่จุดเหนือศีรษะ อยู่ที่ราว 527 วัตต์ของรังสีอินฟราเรด 445 วัตต์ของแสงที่ตามองเห็น และ 32 วัตต์ของรังสีอัลตราไวโอเล็ต บนชั้นบรรยากาศ แสงอาทิตย์เข้มกว่าประมาณ 30% โดยมีสัดส่วนอัลตราไวโอเล็ตสูงกว่าสามเท่า รังสีอัลตราไวโอเล็ตที่เพิ่มขึ้นนี้ส่วนใหญ่ประกอบด้วยอัลตราไวโอเล็ตคลื่นสั้นที่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

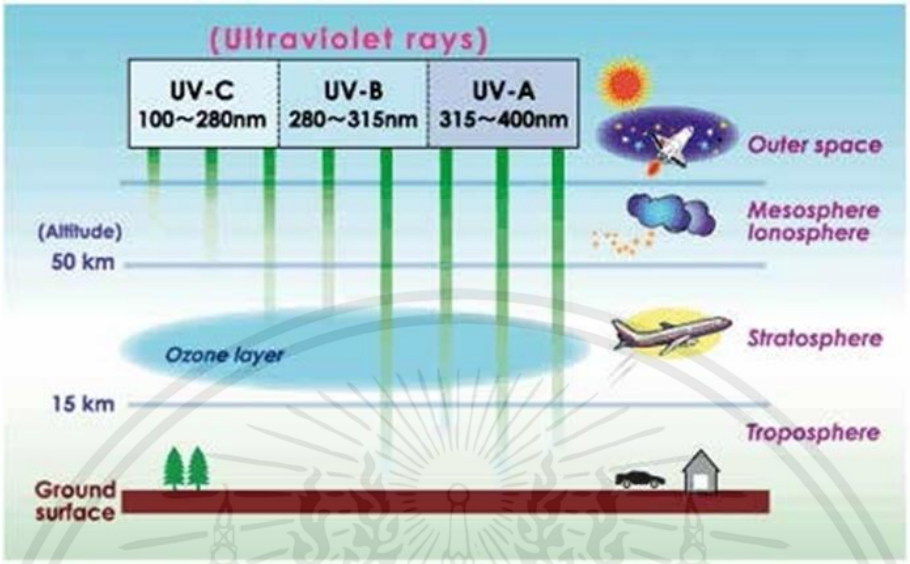
แสงอาทิตย์ เป็นพลังงานรูปแบบหนึ่ง ที่เกิดจากปฏิกิริยานิวเคลียร์ฟิวส์ชัน (Nuclear fusion) บนดวงอาทิตย์ เกิดจากการหลอมรวมตัวกันของอะตอม ของธาตุไฮโดรเจน กลายเป็นอะตอมของธาตุฮีเลียม ในการเกิดปฏิกิริยานี้ จะให้พลังงานมหาศาล และพลังงานรูปหนึ่งที่เกิดขึ้นนี้ แผ่รังสีในรูปคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มายังโลกของเรา ที่เราพอสังเกตเห็นได้ในรูปของความร้อน และแสง ที่เราเรียกว่า แสงแดด หรือแสงอาทิตย์ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่รังสีมาจากดวงอาทิตย์นี้มีความยาวคลื่นต่างๆ ตั้งแต่ความยาวคลื่นมากกว่า 1,000 ไมครอน (Micron) ต่อเนื่องกันจนถึงสั้นกว่า 0.2 ไมครอน (200 นาโนเมตร) ในบรรดาคลื่นแสงที่แผ่มาจากดวงอาทิตย์ทั้งหมด แสงสีเหลืองที่มีความยาวคลื่น 0.55 ไมครอน (550 นาโนเมตร) เป็นคลื่นแสงที่มี ปริมาตรความเข้มสูงสุด ดังแสดงด้วยเส้นกราฟสเปคตรัม (Spectrum) ของคลื่นแสง และแสงแดดเป็นคลื่นแสง ที่เหมาะสมที่พืชใช้ในการสังเคราะห์แสงสร้างชีวมวล (Biomass) และมีส่วนทำให้พืชและสัตว์ดำรงชีวิตอยู่บนโลกนี้ได้



รูปที่ 2.2 ความยาวคลื่นและระดับของรังสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระดับของรังสี UV (UV index)



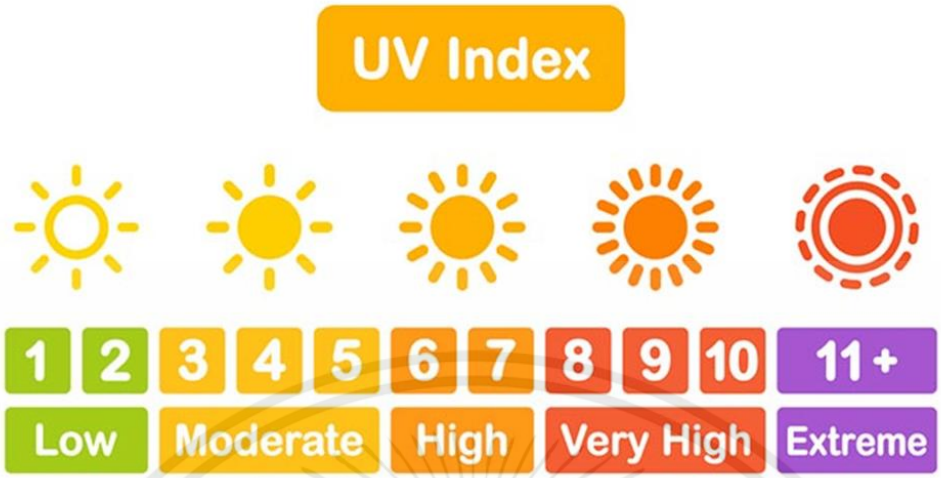
รูปที่ 2.3 Infographic แสดงระดับของรังสี UV บนชั้นอวกาศ

UV Index หรือ ดัชนีรังสีอัลตราไวโอเลต หรืออาจเรียกง่าย ๆ ว่า ความแรงของแดด เป็นการวัดการแผ่รังสีอัลตราไวโอเลต (UV) ในพื้นที่หรือเวลานั้น ๆ คิดค้นโดยนักวิทยาศาสตร์ชาวแคนาดาในปี พ.ศ. 2535 และได้นำมาปรับใช้ใหม่โดยองค์การอนามัยโลก และองค์การอุตุนิยมวิทยาโลกของสหประชาชาติ ใน พ.ศ. 2537 สำหรับความแรงของแดดเมืองไทยในจังหวัดต่าง ๆ ที่มีระดับที่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

UV Index	สีสัญลักษณ์/ ระดับความแรง	การป้องกัน
0–2.9	สีเขียว “ความรุนแรงต่ำ”	สวมแว่นกันแดดในวันที่ท้องฟ้าโปร่ง
3–5.9	สีเหลือง “ความรุนแรงปานกลาง”	ควรปกปิดผิวด้วยเสื้อผ้า หากต้องอยู่กลางแจ้งให้หลีกเลี่ยงในช่วงเที่ยงวัน เนื่องจากเป็นช่วงที่มีแสงมากที่สุด
6–7.9	สีส้ม “ความรุนแรงสูง”	ปกปิดผิวด้วยเสื้อผ้า สวมหมวก สวมแว่นกันแดด ใช้ครีมกันแดดที่มี SPF มากกว่า 30 และ PA มากกว่า 3+ อยู่กลางแจ้งให้น้อยกว่า 3 ชั่วโมง
8–10.9	สีแดง “ความรุนแรงสูงมาก”	ใช้ครีมกันแดดที่มี SPF มากกว่า 30 และ PA มากกว่า 3+ สวมเสื้อผ้ากันแดด สวมแว่นกันแดด สวมหมวกปีกกว้าง และไม่อยู่กลางแดดเป็นเวลานาน
11+	สีม่วง “ความรุนแรงสูงจัด”	ควรระมัดระวังอย่างมาก โดยใช้ครีมกันแดดที่มี SPF มากกว่า 30 และ PA มากกว่า 3+ สวมเสื้อแขนยาวและกางเกงขายาว สวมแว่นกันแดด สวมหมวกที่สามารถปกปิดได้มิดชิด และหลีกเลี่ยงการอยู่กลางแจ้งนานกว่า 3 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 ระดับของรังสี UV และความรุนแรงต่อผิวหนัง

โดยส่วนใหญ่แล้ว จังหวัดที่มีความแรงของแดดสูงมาก - สูงจัด (ตั้งแต่ 10 ขึ้นไป) ได้แก่ กาญจนบุรี กรุงเทพฯ ชลบุรี ประจวบคีรีขันธ์ ตราด สุราษฎร์ธานี ภูเก็ต สงขลา ผู้ที่อาศัยในจังหวัดเหล่านี้จึงควรระมัดระวังอย่างมากในการหลีกเลี่ยงช่วงเวลาที่แดดจัด เช่น 10.00-15.00 น. เพราะถ้าหากโดดแดดในช่วงนี้ ประมาณ 15-20 นาที อาจทำให้ผิวหนังเกรียมแดด (sun burn) ได้ และในระยะยาว จะเพิ่มความเสี่ยงต่อโรคเกี่ยวกับดวงตาและมะเร็งผิวหนังด้วยเช่นกัน

ท้ายที่สุดแล้วเราควรดูแลผิวตัวเองด้วยการใช้ครีมกันแดด ซึ่งแพทย์แนะนำให้ทาผลิตภัณฑ์กันแดดที่มีค่า SPF ตั้งแต่ 30 ขึ้นไป และมีค่า PA 3+ ขึ้นไปเป็นประจำทุกวันทั้งใบหน้าและผิวกาย โดยเฉพาะเด็กอ่อนและผู้ใหญ่ที่มีสุขภาพผิวหนังอ่อนแอหรือแพ้แสงแดด ควรหลีกเลี่ยงการได้รับแสงแดดระหว่างเวลา 10.00-15.00 น. หากจำเป็นต้องออกไปข้างนอก สามารถป้องกันตัวเองได้ง่ายๆ ด้วยการสวมหมวก สวมแว่นกันยูวี สวมเสื้อผ้าปกคลุมร่างกาย กางร่ม เพื่อสุขภาพผิวพรรณและดวงตาในระยะยาว

2.5 Sunburn Protection Factor (SPF)

SPF นั้นย่อมาจาก Sunburn Protection Factor เป็นค่าที่บอกความสามารถของครีมกันแดดในการป้องกันการไหม้แดงของผิว ซึ่งเกิดจาก รังสียูวีบี (UVB) โดยปกติยิ่งค่าสูงจะยิ่งทำให้เราอยู่กลางแดดได้นานมากขึ้นก่อนจะมีอาการผิวไหม้แดงค่ะ (ยกตัวอย่างตัวเลขสมมุติเช่น ถ้าโดยปกติเรายืนอยู่กลางแดด 10 นาทีแล้วผิวจะมีอาการไหม้แดง แต่ถ้าทาครีมกันแดด SPF 15 เราจะอยู่กลางแดดได้นานขึ้นเป็น 10 x 15 = 150 นาที ก่อนจะมีอาการดังกล่าว) ความจำเป็นที่จะต้องเลือก ค่า SPF สูงแค่ไหนก็ขึ้นกับลักษณะการใช้ชีวิตประจำวันของแต่ละคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างไรก็ตาม การเลือกครีมกันแดดที่ดีไม่ได้ขึ้นอยู่กับ ค่า SPF เพียงอย่างเดียว ยังมีปัจจัยอื่นที่สำคัญดังนี้

1. ควรเลือกครีมกันแดดที่ป้องกัน รังสียูวีเอ (UVA) ได้ด้วย เพราะ UVA เป็นต้นเหตุของความเหี่ยวย่นของผิว รวมถึงมะเร็งผิวหนังบางชนิด โดยดูจากเครื่องหมาย “PA+” ยิ่งจำนวนเครื่องหมาย + มาก ก็ยิ่งป้องกันมากขึ้น หรือหากเป็นครีมกันแดดที่มาจากบางประเทศจะใช้รูปดาวตั้งแต่ 1-4 ดาวแสดงถึงการป้องกันที่มากขึ้นตามลำดับ
2. ต้องทาให้ถูกวิธี

   2.1 “ทาก่อน” ทาก่อนที่จะออกแดด 15-30 นาที

   2.2 “ทาหนา” เนื่องจากการป้องกันแดดจะมีประสิทธิภาพเต็มที่ถ้าทาหนาพอคือต้องใช้ปริมาณ 2 ข้อนิ้ว สำหรับหน้าและคอ หรือแบ่งทาทีละ 1 ข้อนิ้ว ซ้ำสองครั้ง

   2.3 “ทาซ้ำ” เนื่องจากครีมกันแดดจะถูกเหงื่อและการเสียดสี ชะล้างออกจากผิวหนังเมื่อเวลาผ่านไป ดังนั้น ควรทาช่วงเช้า เที่ยง หรือทาทุก ๆ 2-3 ชั่วโมง หากมีเหงื่อมากหรือโดนน้ำบ่อย

รูปที่ 2.5 ปริมาณ SPF ในครีมกันแดดที่เหมาะสมกับกิจกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 องค์ประกอบของแสงอาทิตย์ที่มีผลต่อการคำนวณการติดตั้ง Solar cell

2.6.1 Solar Constant

ค่าความเข้มต่อหน่วยพื้นที่ของพลังงานจากรังสีดวงอาทิตย์ (solar radiation) ต่อหนึ่งหน่วยเวลาที่ตกกระทบ ณ ขอบของชั้นบรรยากาศชั้นนอกของโลกตำแหน่งที่ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ ซึ่งห่างจากดวงอาทิตย์ประมาณ 1.5 x 108 กิโลเมตร มีค่าประมาณ 1,353 วัตต์ต่อตารางเมตร

2.6.2 Short wave radiation

รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากการปลดปล่อยจากชั้นโฟโตสเฟียร์ (photosphere) ของดวงอาทิตย์มายังโลกในรูปของการแผ่รังสีความร้อนซึ่งร้อยละ 97 เป็นรังสีคลื่นสั้นที่มีพลังงานสูงและมีความยาวคลื่นสั้นกว่า 4 ไมโครเมตรอยู่ในย่านแสงอินฟราเรด (infrared) ย่านแสงที่มองเห็นได้ (visible light) และย่านแสงอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet)

2.6.3 Long wave radiation

รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในย่านแสงอินฟราเรด (infrared region) มีความยาวคลื่นตั้งแต่ 4 ไมโครเมตรขึ้นไป มีพลังงานต่ำ เกิดจากการที่บรรยากาศของโลก เมฆ และพื้นโลกกักเก็บพลังงานที่ได้รับรังสีคลื่นสั้น (ดู short wave radiation) จากดวงอาทิตย์ไว้บางส่วน และปลดปล่อยพลังงานออกสู่ชั้นบรรยากาศของโลกในรูปรังสีคลื่นยาว เพื่อรักษาสมดุลพลังงานภายในโลก

2.6.4 Direct Radiation

รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่จากดวงอาทิตย์มาสู่พื้นผิวโลกด้วยระยะทางที่สั้นที่สุดโดยไม่มีการกระจายในชั้นบรรยากาศและไม่ถูกบดบังด้วยสิ่งกีดขวางใด มีทิศทางที่แน่นอนในช่วงระยะเวลาหนึ่ง การวัดรังสีตรงสามารถวัดในวันที่ท้องฟ้าปลอดโปร่งโดยใช้เครื่องมือวัดรังสีตรงหรือเครื่องมือวัดไพร์เฮลิโอมิเตอร์ (pyrheliometer) ที่มีระบบติดตามตำแหน่งของดวงอาทิตย์บนท้องฟ้า โดยเครื่องจะบันทึกค่าความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นเนื่องจากความร้อนจากรังสีตรงเพื่อนำไปคำนวณความเข้มของพลังงานรังสีดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5 Diffuse radiation

รังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่แผ่จากดวงอาทิตย์แต่แพร่กระจายในทุกทิศทางเมื่อสัมผัสกับเมฆ แก๊ส ฝุ่นละออง หรืออนุภาคอื่นในชั้นบรรยากาศโลก รวมถึงการสะท้อนแสงของชั้นบรรยากาศก่อนจะถึงพื้นผิวโลก การวัดค่ารังสีกระจายของดวงอาทิตย์ทำได้โดยวัดรังสีรวม (global radiation) หรือผลรวมสเกล่าร์ (scalar sum) ของรังสีตรงกับรังสีกระจาย โดยใช้เครื่องมือวัดไพราโนมิเตอร์ (pyranometer) วัดความดันอากาศภายใต้ฝาครอบรูปทรงครึ่งวงกลมที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องจากความร้อนจากรังสีดวงอาทิตย์ เครื่องมือวัดไพราโนมิเตอร์(pyranometer) สามารถวัดรังสีรวมได้ครอบคลุมทุกความยาวคลื่นขึ้นอยู่กับวัสดุที่ใช้ทำฝาครอบที่ครอบอุปกรณ์ตรวจวัดความร้อนไว้ เช่น ฝาแก้วสำหรับวัดรังสีคลื่นสั้นฝาซิลิคอนสำหรับวัดรังสีคลื่นยาว และฝาพอลิเอทิลีนสำหรับวัดรังสีได้ทั้งคลื่นสั้นและคลื่นยาว

2.6.6 Optical windows

ชั้นบรรยากาศของโลกที่ทำหน้าที่เปรียบเสมือนหน้าต่างกรองรังสีคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ที่จะผ่านลงมาสู่พื้นผิวโลกรังสีคลื่นสั้น ในสเปกตรัมพลังงานของรังสีดวงอาทิตย์ เกือบทั้งหมดจากดวงอาทิตย์จะถูกกรองโดยชั้นบรรยากาศของโลก ยกเว้นแสงที่มองเห็นได้ (visible light) และรังสีอัลตราไวโอเล็ต (ultraviolet) บางส่วนที่มีความยาวคลื่นในช่วง 0.38-0.78 ไมโครเมตร หน้าต่างแสงยอมให้รังสีคลื่นยาว (ดู long wave radiation) ในช่วงความยาวคลื่น 0.01-100 เมตร เช่น คลื่นวิทยุ (radio waves) คลื่นไมโครเวฟ (microwave radar) ผ่านลงมาสู่พื้นผิวโลกได้แสงอาทิตย์ที่ผ่านหน้าต่างแสงในช่วงแสงที่มองเห็นได้เท่านั้นที่มีความเข้มและพลังงานเพียงพอที่จะนำมาใช้ประโยชน์ในรูปของพลังงานทดแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.7 Air mass ratio

อัตราส่วนระหว่างความหนา (ระยะทาง) ของชั้นบรรยากาศที่แสงอาทิตย์ส่องผ่านมาสู่พื้นผิวโลก เมื่อดวงอาทิตย์โคจรไปอยู่ที่ตำแหน่งทำมุม z กับแนวตั้งฉาก (zenith) กับความหนา (ระยะทาง) ของชั้นบรรยากาศ เมื่อดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งตั้งฉากกับพื้นผิวโลก ความเข้มของพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ (ดู solar radiation) ที่ตกกระทบพื้นผิวโลก เป็นสัดส่วนโดยตรงกับความหนาของชั้นบรรยากาศโลก และตำแหน่งดวงอาทิตย์บนท้องฟ้าที่สังเกตจากพื้นผิวโลก ความเข้มของพลังงานรังสีดวงอาทิตย์ในเวลาเที่ยงของวันที่ท้องฟ้าปลอดโปร่ง ในเวลาที่ดวงอาทิตย์อยู่ที่ตำแหน่งตั้งฉากกับพื้นผิวโลกที่ระดับน้ำทะเลมีค่าประมาณ 1,000 วัตต์ต่อตารางเมตร แทนด้วยสัญลักษณ์ AM 1.0 (z = 0 องศา) ขณะที่ดวงอาทิตย์อยู่ในตำแหน่งทำมุม z ใด ๆ กับแนวตั้งฉาก จะมีค่าอัตราส่วนมวลอากาศเท่ากับ 1/(cos z) สเปกตรัมรังสีดวงอาทิตย์ (ดู solar spectrum) ณ ตำแหน่งที่มีค่าอัตราส่วนมวลอากาศเท่ากับ AM 1.5 หรือดวงอาทิตย์โคจรทำมุม 48.2 องศากับแนวตั้งฉาก ถือเป็นค่าเฉลี่ยของสเปกตรัมรังสีดวงอาทิตย์ตลอดทั้งปีของพื้นผิวโลกในทุกระดับละติจูด (mid-latitudes) และใช้เป็นสเปกตรัมมาตรฐานสำหรับเครื่องกำเนิดแสงอาทิตย์เทียม (sun simulator) ในการทดสอบเซลล์แสงอาทิตย์

2.7 เครื่องมือที่ใช้ในการตรวจวัดรังสีของดวงอาทิตย์

- Heliograph เป็นอุปกรณ์ที่วัดชั่วโมงแสงอาทิตย์ โดยอุปกรณ์ประกอบด้วยลูกบอลคริสตัลขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 เซนติเมตร และหลังลูกบอลคริสตัลจะเป็นกระดาษที่จะเกิดรอยไหม้ เมื่อลูกบอลได้รับแสงอาทิตย์

รูปที่ 2.6 เครื่องมือ Heliograph สำหรับวัดชั่วโมงแสงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Pyranometer เป็นอุปกรณ์ที่จะวัดการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ บนพื้นที่ราบ ในช่วงสเปกตรัม 0.3 μm to 3 μm ไพรานอมิเตอร์จะวัดรังสีอาทิตย์จากทุกทิศทาง เมื่อแสงอาทิตย์ตกกระทบที่ thermopile ความร้อนที่ได้จะถูกเปลี่ยนเป็นไฟฟ้าและแปลงค่าผ่านสมการ (รวมค่า correction ของอุปกรณ์) ให้เป็นหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร ซึ่งอุปกรณ์นี้ใช้สำหรับการวัดรังสีรวม และรังสีกระจาย โดยเฉพาะการใช้งานในโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

รูปที่ 2.7 เครื่องมือ Pyranometer สำหรับวัดการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์

- Pyrheliometer เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความเข้มแสงอาทิตย์ แบบรังสีตรง โดยอุปกรณ์นี้จะมีระบบติดตามดวงอาทิตย์ เมื่อแสงอาทิตย์ส่งผ่านช่องแสง themopile จะทำหน้าที่เปลี่ยนความร้อนที่ได้รับจากแสงอาทิตย์เป็นพลังงานไฟฟ้า สัญญาณที่ได้จะถูกเปลี่ยนจากสูตรให้เป็นค่าการวัดในหน่วยวัตต์ต่อตารางเมตร

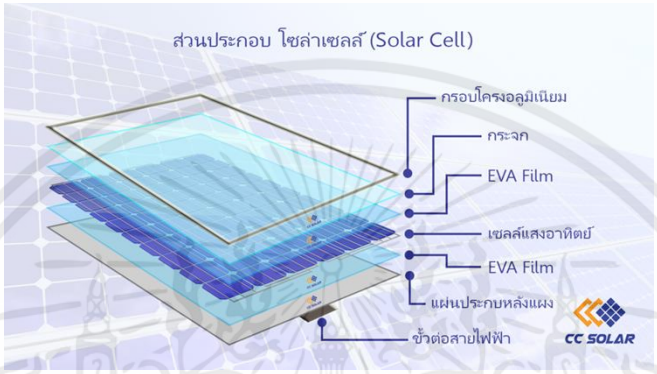
รูปที่ 2.8 เครื่องมือ Pyrheliometer สำหรับวัดความเข้มของแสงอาทิตย์

ข้อแตกต่างของความเข้มแสงอาทิตย์กับพลังงานแสงอาทิตย์คือ ความเข้มแสงอาทิตย์คือปริมาณแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบต่อพื้นที่นั้น ๆ ณ วินาทีที่ทำการวัด แต่พลังงานแสงอาทิตย์ จะเป็นการรวมค่าปริมาณแสงอาทิตย์ตลอดช่วงเวลาที่สนใจเช่น ต่อวัน หรือต่อปี โดยจะมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์ชั่วโมงต่อตารางเมตรต่อวัน (หรือต่อปี)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 Solar cell

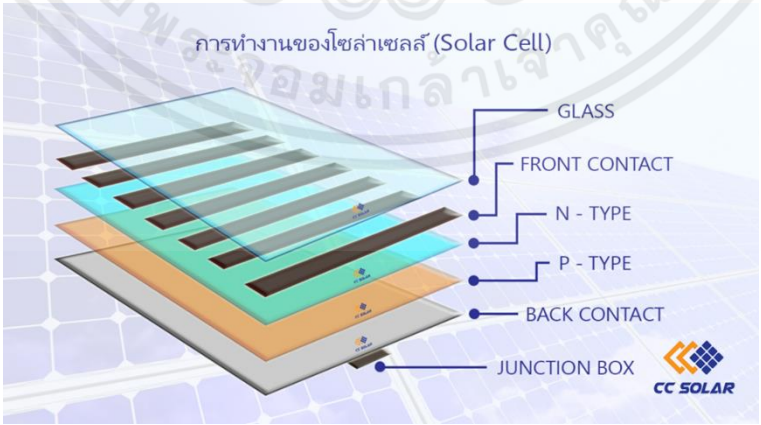
โซล่าเซลล์ หรือ เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell) หรือ เซลล์โฟโตโวลตาอิก (Photovoltaic cell) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษ ที่มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยกระแสไฟฟ้าที่ผลิตได้จากโซล่าเซลล์นั้น จะเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current) ซึ่งเราสามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้ทันที รวมทั้งสามารถเก็บไว้ในแบตเตอรี่เพื่อใช้งานภายหลังได้



รูปที่ 2.9 ส่วนประกอบของ Solar cell

<u>หลักการทำงาน</u>

การทำงานของ โซล่าเซลล์ (Solar Cell) เป็นกระบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานไปกระทบกับสารกึ่งตัวนำ จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้า(อิเลคตรอน) ขึ้นในสารกึ่งตัวนำเราจึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้งานได้



รูปที่ 2.10 การทำงานของ Solar cell

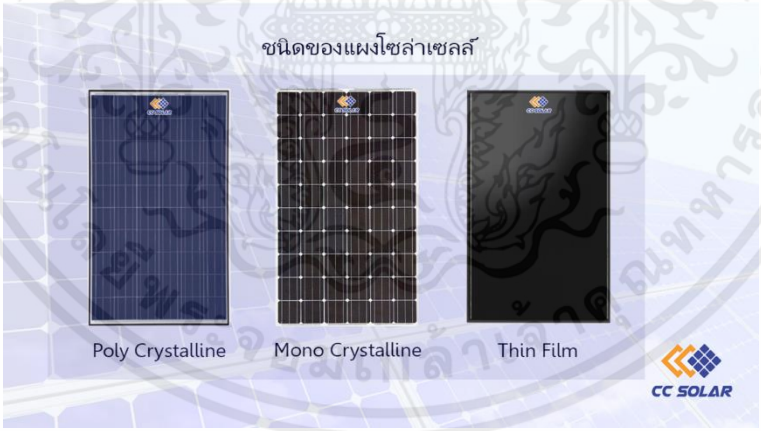
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. N-Type คือแผ่นซิลิคอน ที่ผ่านกระบวนการ โดปปิ้ง (Doping) ด้วยสารฟอสฟอรัส ทำให้มีคุณสมบัติเป็นตัวส่งอิเล็กตรอน เมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์
2. P-Type คือแผ่นซิลิคอน ที่ผ่านกระบวนการ โดปปิ้ง (Doping) ด้วยสารโบรอน ทำให้โครงสร้างของอะตอมสูญเสียอิเล็กตรอน (โฮล) โดยเมื่อได้รับพลังงานจากแสงอาทิตย์ จะมีคุณสมบัติเป็นตัวรับอิเล็กตรอน

หลักการทำงานคือ เมื่อมีแสงอาทิตย์ตกกระทบ แสงอาทิตย์จะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอน และโฮล ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวขึ้น โดยอิเล็กตรอนก็จะเคลื่อนไหวไปรวมตัวกันที่ Front Electrode และโฮลก็จะเคลื่อนไหวไปรวมตัวกันที่ Back Electrode และเมื่อมีการเชื่อมต่อระบบวงจรไฟฟ้าจาก Front Electrode และ Back Electrode ให้ครบวงจร ก็จะเกิดเป็นกระแสไฟฟ้าขึ้น ให้เราสามารถนำไปใช้งานได้

<u>ชนิดของโซล่าเซลล์</u>

แผงโซล่าเซลล์แบ่งออกเป็น 3 ชนิด



รูปที่ 2.11 ชนิดของแผง Solar cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) แผงโซล่าเซลล์ชนิด โพลีคริสตัลไลน์ (Poly Crystalline)

เป็นแผงโซล่าเซลล์ชนิดแรก ที่ทำมาจากผลึกซิลิคอน บางครั้งเรียกว่า มัลติ-คริสตัลไลน์ (Multi-Crystalline) โดยกระบวนการผลิต จะนำเอาซิลิคอนเหลว มาเทใส่โมลด์ที่เป็นสี่เหลี่ยม ก่อนจะนำมาตัดเป็นแผ่นบางอีกที จึงทำให้แต่ละเซลล์เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส สีของแผงจะออกสีน้ำเงิน

2) แผงโซล่าเซลล์ชนิด โมโนคริสตัลไลน์ (Mono Crystalline)

เป็นแผงโซล่าเซลล์ที่ทำมาจาก ผลึกซิลิคอนเชิงเดี่ยว (Mono- Silicon) บางครั้งเรียกว่า Single Crystalline ลักษณะแต่ละเซลล์เป็นสี่เหลี่ยมตัดมุมทั้งสี่มุม และมีสีเข้ม ทำมาจากซิลิคอนที่มีความบริสุทธิ์สูง กวนให้ผลึกเกาะกันที่แกนกลาง ทำให้เกิดแท่งทรงกระบอก จากนั้นนำมาตัดให้เป็นสี่เหลี่ยมและลบมุมทั้งสี่ออก ทำให้ได้ประสิทธิภาพสูงสุด และลดการใช้วัตถุดิบ Mono- Silicon ลง ก่อนที่จะนำมาตัดเป็นแผ่นอีกที

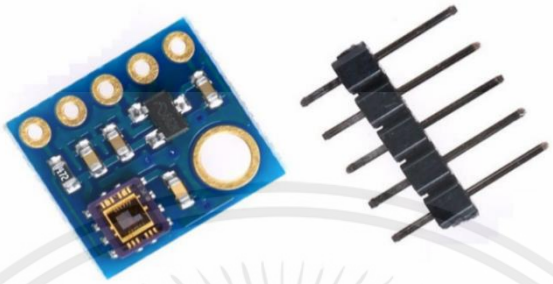
3) แผงโซล่าเซลล์ชนิด ฟิล์มบาง (Thin Film)

เป็นแผงโซล่าเซลล์ที่ทำมาจาก การนำสารที่แปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า มาฉาบเป็นชั้นบางๆ ซ้อนกันหลายๆชั้น จึงเรียกโซล่าเซลล์ชนิดนี้ว่า ฟิล์มบาง (thin film) แผงโซล่าเซลล์ ชนิดฟิล์มบาง มีประสิทธิภาพเฉลี่ยอยู่ที่ 7-13 % ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาทำเป็นฟิล์มฉาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 เซนเซอร์วัดระดับรังสีอัลตราไวโอเลต

Ultraviolet Sensor Module UV Sensor GY-8511



รูปที่ 2.12 Ultraviolet Sensor GY-8511

Sensor GY-8511 ใช้ ML8511 เป็นตัวรับแสง สำหรับวัดค่าแสง UV Ultraviolte อัลตราไวโอเลต ใช้แรงดัน 3.3V สามารถตรวจจับค่าแสงที่ได้ 280-390nm สามารถตรวจจับได้ทั้ง UVA (tanning rays) UVB (burning rays) การวัดค่าความเข้มของแสงวัดรังสียูวีเข้ม (mW/cm2) โดยค่าจะออกเป็น สัญญาณ Analog

ข้อมูลเพิ่มเติม GY-ML8511 GY-851 UV Sensor Module

- The module uses a common original ML8511 UV sensor that can detect indoor or outdoor UV density.
- Sensor IC uses a readily highly integrated SOI-CMOS technology, suitable for digital and analog circuits.
- By the principle of turning photocurrent into voltage to detect UV intensity, it's suitable to be used by an external circuit.
- Analog voltage can be output when ML8511 is proportional to UV light.
- Since the voltage can be output, it can be directly connected to the built-in MCU's A / D digital/analog converter, no need for a photoelectric conversion circuit.
- With the use of the small, thin surface package, it's suitable for portable devices.
- The module also has a power-saving mode up to 0.1uA, suitable for smart wearable devices or mobile phones to use.

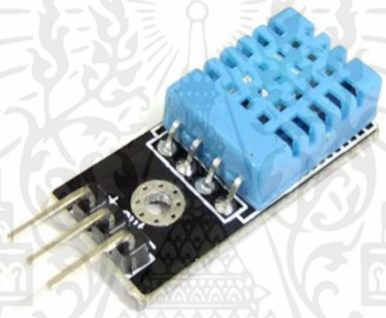
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ GY-ML8511 GY-851 UV Sensor Module

- Working voltage: DC 5V
- Working temperature: -20~70°C
- Sensitive areas: UV-A, UV-B
- Sensitive wavelength: 280~390nm
- Module size: 30 x 22mm

2.10 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น

Temperature and Humidity Sensor Module DHT 11



รูปที่ 2.13 Temperature and Humidity Sensor DHT 11

DHT11 เป็นโมดูลวัดอุณหภูมิและความชื้นราคาย่อมเยา เหมาะสำหรับการใช้ในงานวัดอุณหภูมิและความชื้นทั่วไป สามารถใช้ไฟได้ 3-5V อ่านค่าอุณหภูมิได้ตั้งแต่ 0 ถึง 50°C และความชื้น 20% ถึง 90%

รายละเอียดเพิ่มเติม DHT11 Temperature and Humidity Sensor Module

The module is actually a PCB that has DHT11 component soldered with a few components, and it is a 3-wire module:

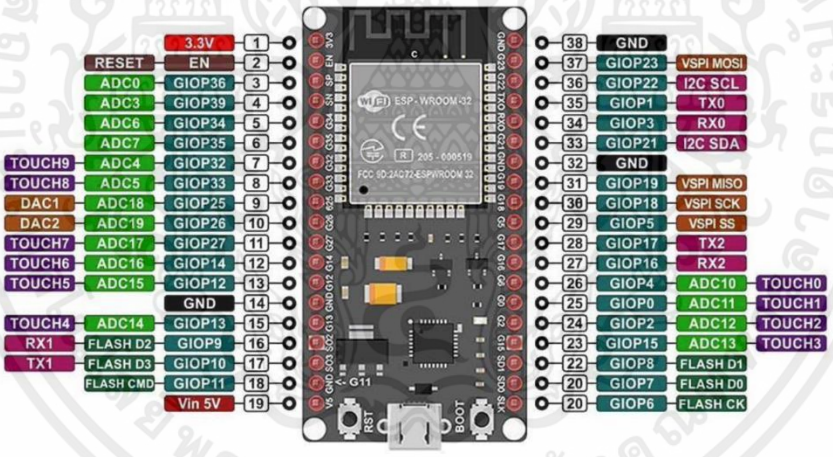
1. VCC connected to +3.3V~5V
2. DATA connected to the microcontroller IO port
3. GND connected to ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ DHT11 Temperature and Humidity Sensor Module :

- Power Supply ： 3.3~5.5V DC
- Output ： 4 pin single row
- Measurement Range ： Humidity 20-90%RH， Temperature 0~50℃
- Accuracy ： Humidity +-5%RH， Temperature +-2℃
- Resolution ： Humidity 1%RH， Temperature 1℃
- Interchangeability ： Fully Interchangeable
- Long-Term Stability ： <±1%RH/year

2.11 ESP32 Microcontroller



รูปที่ 2.14 ขาและสัญลักษณ์ของ ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ESP32 เป็นชื่อ ของไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อต่อ WiFi และ Bluetooth 4.2 BLE ในตัว ผลิตโดยบริษัท Espressif ประกอบด้วยคุณสมบัติ ดังนี้

- ซีพียูใช้สถาปัตยกรรม Tensilica LX6 แบบ 2 แกนสมอง สัญญาณนาฬิกา 240MHz
- มีแรมในตัว 512KB
- รองรับการเชื่อมต่อรอมภายนอกสูงสุด 16MB
- มาพร้อมกับ WiFi มาตรฐาน 802.11 b/g/n รองรับการใช้งานทั้งในโหมด Station softAP และ Wi- Fi direct
- มีบลูทูธในตัว รองรับการใช้งานในโหมด 2.0 และโหมด 4.0 BLE
- ใช้แรงดันไฟฟ้าในการทำงาน 2.6V ถึง 3V
- ทำงานได้ที่อุณหภูมิ-40°C ถึง 125°C

ขาใช้งานต่าง ๆ ของ ESP32 รองรับการเชื่อมต่อบัสต่าง ๆ ดังนี้

- มี GPIO จำนวน 32 ช่อง
- รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง
- รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง
- รองรับ I^2C จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง
- รองรับ DAC จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ I^2S จำนวน 2 ช่อง
- รองรับ PWM / Timer ทุกช่อง
- รองรับการเชื่อมต่อกับ SD-Card

โดยการทำโครงงานครั้งนี้ ทางผู้จัดทำได้ทำการเลือกใช้บอร์ด ESP-WROOM-32 Chip รุ่น 30 pin เนื่องจากการพิจารณาคุณสมบัติ พบว่าเพียงพอต่อการใช้งาน มีราคาที่ไม่สูง และสามารถใช้งานร่วมกับ โปรแกรมภายนอกที่ทางผู้จัดทำต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 จอ I2C LCD SCREEN

I2C ย่อมาจาก Inter-Integrated Circuit คือรูปแบบการสื่อสารข้อมูลอย่างหนึ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อ สื่อสารข้อมูลความเร็วต่ำ นิยมใช้กับอุปกรณ์จำพวกไมโครโปรเซสเซอร์ ไมโครคอนโทรเลอร์และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง I2C ถูกคิดค้นขึ้นมาในปี ค.ศ. 1982 โดย Philip semiconductor (ปัจจุบัน เปลี่ยนชื่อเป็น NXP semiconductor) ข้อดีของการสื่อสารอนุกรมแบบI2Cคือสามารถรับ-ส่งข้อมูลได้หลายอุปกรณ์ในบัส เดียวกัน ดังรูป การเชื่อมต่อระบบด้วยการสื่อสารอนุกรมแบบ I2C และใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นในการ รับส่ง-ข้อมูล ทำให้สามารถลดสายสัญญาณที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ลงมาก โดยสายสัญญาณทั้ง 2 เส้น แบ่งเป็น SDA (Serial Data) คือ สายสัญญาณสำหรับรับ-ส่งข้อมูล และ SCL (Serial Clock) คือ สายสัญญาณนาฬิกา ใช้เป็นสำหรับควบคุมการรับ-ส่งข้อมูล โดยในโครงงานนี้จะนำจอ LCD ขนาด 16x2 เชื่อมต่อกับ ESP32 ด้วยการสื่อสารแบบ I2C เพื่อแสดงผลค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์

รูปที่ 2.15 จอ LCD ขนาด 16x2

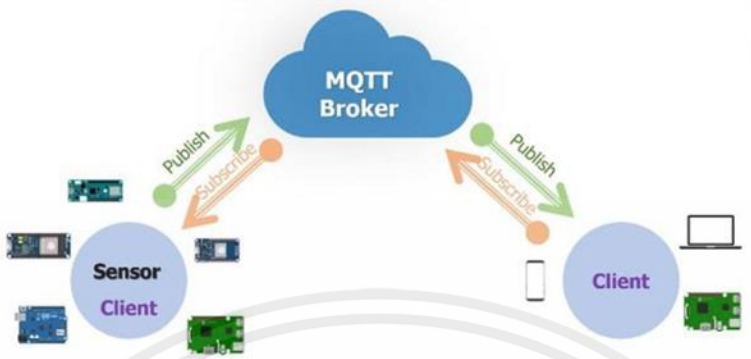
2.13 Arduino IDE

Arduino IDE โดยที่ IDE ย่อมาจาก (Integrated Development Environment) คือ ส่วนเสริมของระบบการพัฒนา หรือตัวช่วยต่าง ๆ ที่จะคอยช่วยเหลือนักพัฒนาโปรแกรม ทำให้เกิดความรวดเร็ว ถูกต้อง แม่นยำ ตรวจสอบระบบที่จัดทำได้ ทำให้การพัฒนางานต่าง ๆ เร็วมากขึ้น

รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ของ Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 MQTT Web Server



รูปที่ 2.17 แบบจำลองการส่งผ่านข้อมูลของ MQTT broker

MQTT ย่อมาจาก Message Queuing Telemetry Transport เป็นโปรโตคอลสำหรับใช้ในสื่อสาร ข้อมูลระหว่าง Machine to Machine (M2M) ถูกคิดค้นขึ้น ในปี ค.ศ. 1999 โดย Dr.Andy Stanford-Clark จาก IBM และ Arlen Nipper จาก Arcom (now Eurotech) ออกแบบมาเพื่อใช้สื่อสารในระบบเครือข่ายที่มี ทรัพยากรค่อนข้างจำกัด ใช้งานแบนด์วิธต่ำ สามารถ publish-subscribe ข้อมูลระหว่าง Device เพื่อสื่อสาร กันระหว่างอุปกรณ์ และถ้ามองในด้านที่เกี่ยวกับ Internet of Things จะสามารถประยุกต์ให้อุปกรณ์ต่าง ๆ เชื่อมต่อกันผ่านเครือข่ายของอินเทอร์เน็ตได้ ทำให้เราสามารถสร้างสรรค์โครงงานที่เกี่ยวกับการติดตาม อุปกรณ์ เช่น มอนิเตอร์อุปกรณ์ผ่านอินเทอร์เน็ต ควบคุมอุปกรณ์ผ่านอินเทอร์เน็ต เป็นต้น

โดย MQTT ประกอบด้วย 2 ส่วน ได้แก่

1. MQTT Client เป็นส่วน publish ข้อมูลต่าง ๆ ขึ้นไปยัง MQTT Broker และสามารถ Subscribe ข้อมูลต่าง ๆจาก MQTT Broker ผ่านทาง TCP/IP Protocol ถ้ามองในมุมมองของ Internet of Things (IoT) อุปกรณ์จำพวกนี้จะเป็น Device ที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบเครือข่ายได้ เช่น บอร์ด Arduino Uno Wifi 2, Arduino MKR Wifi 1010, บอร์ด ESP32, บอร์ด ESP8266, บอร์ด Raspberry Pi, เว็ปไซต์, สมารท์โฟน

2. MQTT Broker หรือ MQTT Server เปน็ ซอฟต์แวร์สำหรับรับข้อมูลจาก MQTT Client ที่ได้ publish เข้ามาและสามารถ publish ข้อมูลจาก MQTT Broker ไปยัง MQTT Client ที่ได้ Subscribe ข้อมูลไว้ได้ หากมองในมุมมองของ Internet of Things อปุ กรณ์นี้อาจจะเป็น Cloud Server ของค่ายต่าง ๆ เช่น CloudMQTT, NETPIE, Azure, AWS เป็นต้น หรือใช้ Single Board Computer เช่นบอร์ด Raspberry Pi, LattePanda, Beagle Bone, nanoPi, อื่น ๆ แล้วติดตั้งซอฟต์แวร์เพิ่มเติมก็สามารถใช้งานได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 Google sheet

Google Sheets (กูเกิล ชีท) เป็นแอปพลิเคชันในกลุ่มของ Google drive เป็นนวัตกรรมของ Google มีลักษณะการทำงานคล้ายกันกับ Microsoft Excel คือสามารถสร้าง Column, Row สามารถใส่ข้อมูลต่าง ๆ ลงไปใน Cell (เซลล์) ได้ และ คำนวณสูตรต่าง ๆ ได้

ข้อดีของการใช้ Google Sheets

1) เป็นบริการให้ใช้ฟรีจาก Google
2) สามารถทำงานเป็นทีมได้ : สามารถทำงานร่วมกันในสเปรดชีท (Spreadsheet) ได้ในเวลาเดียวกัน นอกจากนี้ยังสามารถแชร์งาน แก้ไขแบบเรียลไทม์ หรือแม้กระทั่งแชทและแสดงความคิดเห็นกับบุคคลใดก้ได้
3) ไม่ต้องกด "บันทึก" อีกเลย : เมื่อมีการทำงานเกิดขึ้นในสเปรดชีท ทุกการพิมพ์จะถูกบันทึกไว้ทั้งหมดโดยอัตโนมัติ และยังสามารถใช้ประวัติการแก้ไขเพื่อดูเวอร์ชั่นเก่า ๆ ของสเปรดชีทเดียวกัน โดยจัดเรียงตามวันที่และคนที่แก้ไข

รูปที่ 2.18 รูปสัญลักษณ์ Google sheet

2.16 Wordpress

WordPress (เวิร์ดเพรสส์) คือ โปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้สร้างและจัดการเนื้อหาเว็บไซต์ประเภท Contents Management System หรือเรียกย่อ ๆ ว่า "CMS" ซึ่งเขียนด้วยภาษา PHP และใช้ระบบจัดการฐานข้อมูล MySQL โดยมีส่วนประกอบหลักๆ คือ

1. WordPress Core เป็นซอฟแวร์หลัก ใช้จัดการเว็บไซต์ เนื้อหาและบทความต่าง ๆ
2. Theme เป็นส่วนที่กำหนดดีไซน์หรือรูปแบบการแสดงผล
3. Plugin เป็นส่วนที่ช่วยเพิ่มความสามารถให้กับ WordPress เช่น ระบบสร้างหน้าเว็บไซต์ ระบบจัดการสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WordPress มีระบบจัดการบทความ หรือที่เรียกว่า “ระบบหลังบ้าน (Dashboard)” เอาไว้จัดการข้อมูลบนอินเตอร์เน็ต ทำให้ง่ายและสะดวกต่อการใช้งานมาก สามารถใช้สร้างและจัดการเนื้อหาเว็บไซต์ โดยใช้งานบนอินเตอร์เน็ตได้เลย ไม่จำเป็นต้องดาวน์โหลดโปรแกรมมาติดตั้งในเครื่อง และผู้ใช้ไม่ต้องเสียเวลาเขียนโค้ดเอง

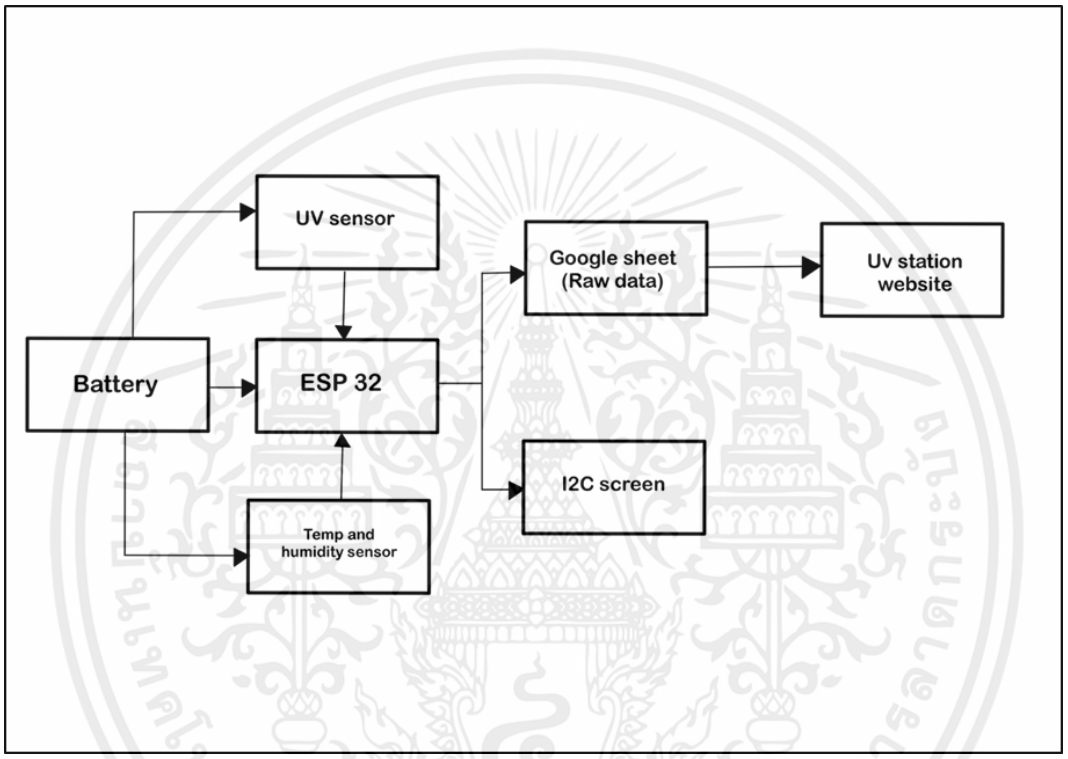
รูปที่ 2.19 รูปสัญลักษณ์ Wordpress

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบโครงงานและวิธีดำเนินการ

3.1 ภาพรวมของโครงงาน

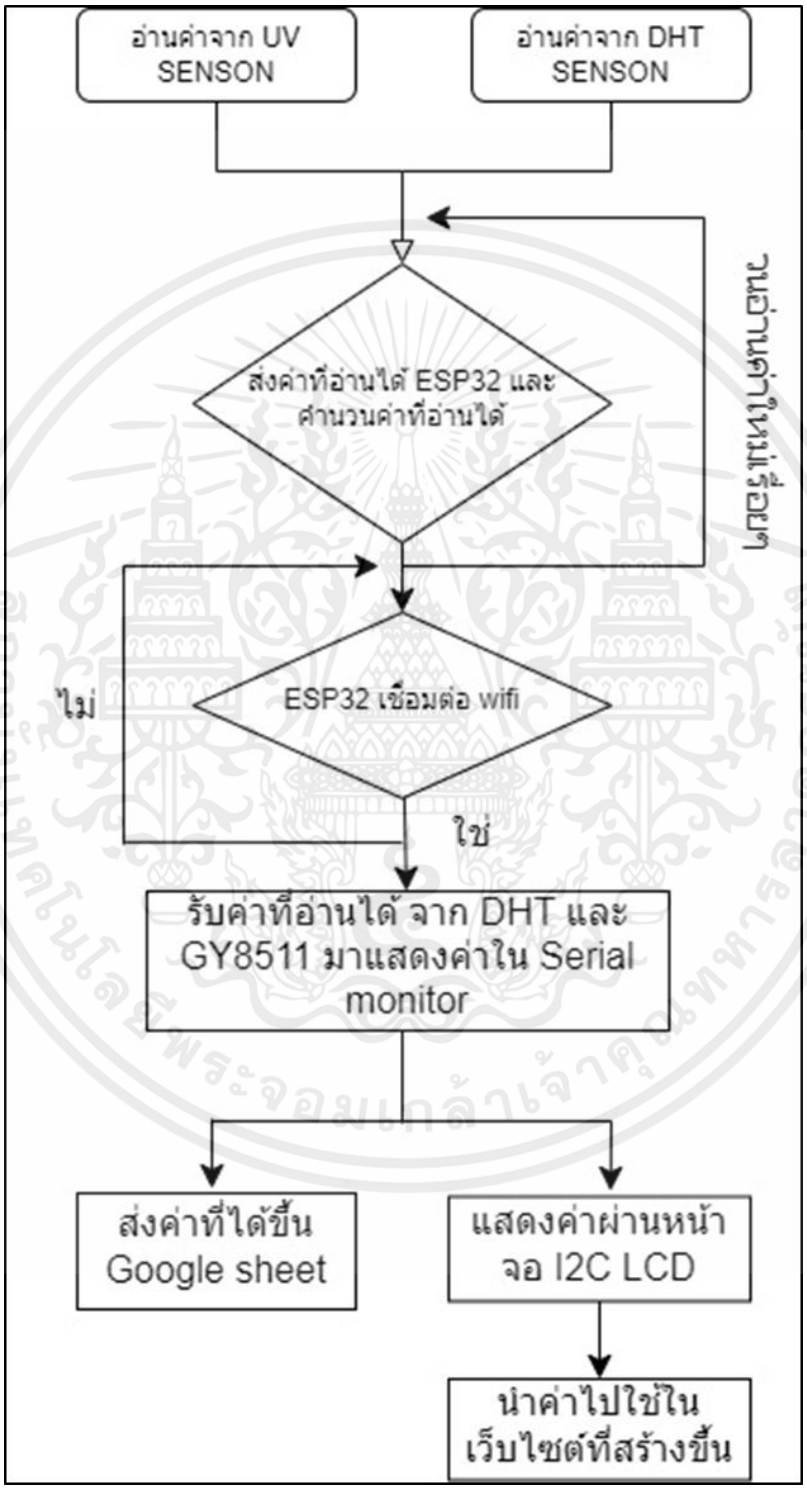
3.1.1 Block Diagram



รูปที่ 3.1 Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

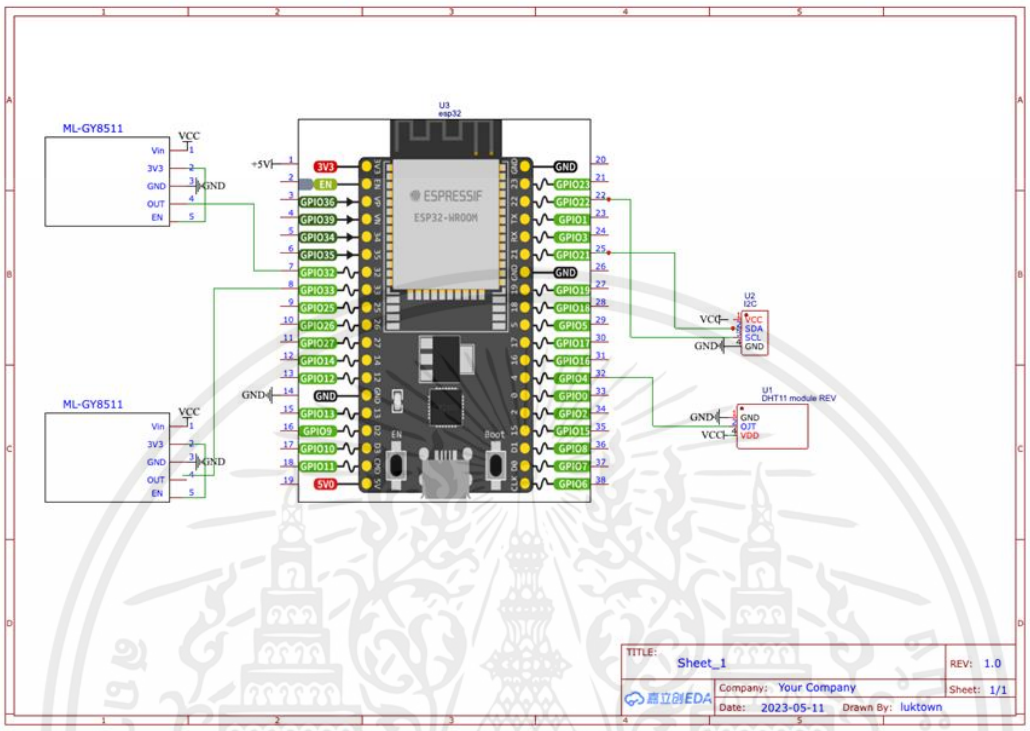
3.1.2 Flowchart



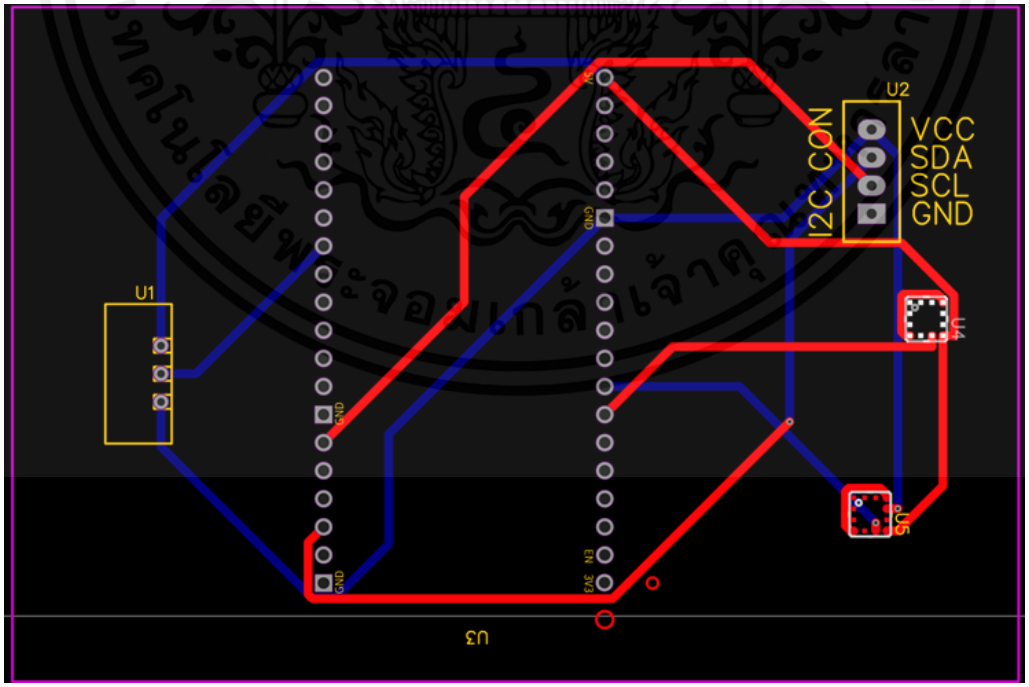
รูปที่ 3.2 Flow chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 Schematic



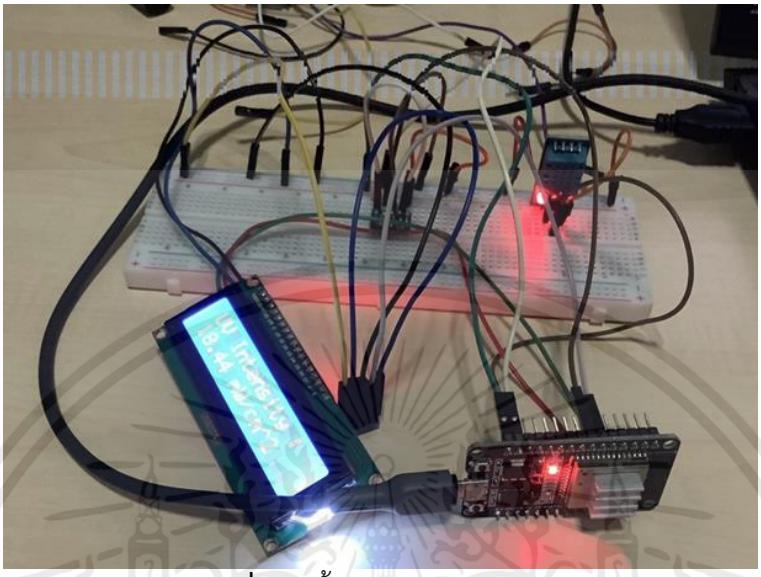
รูปที่ 3.3 Schematic



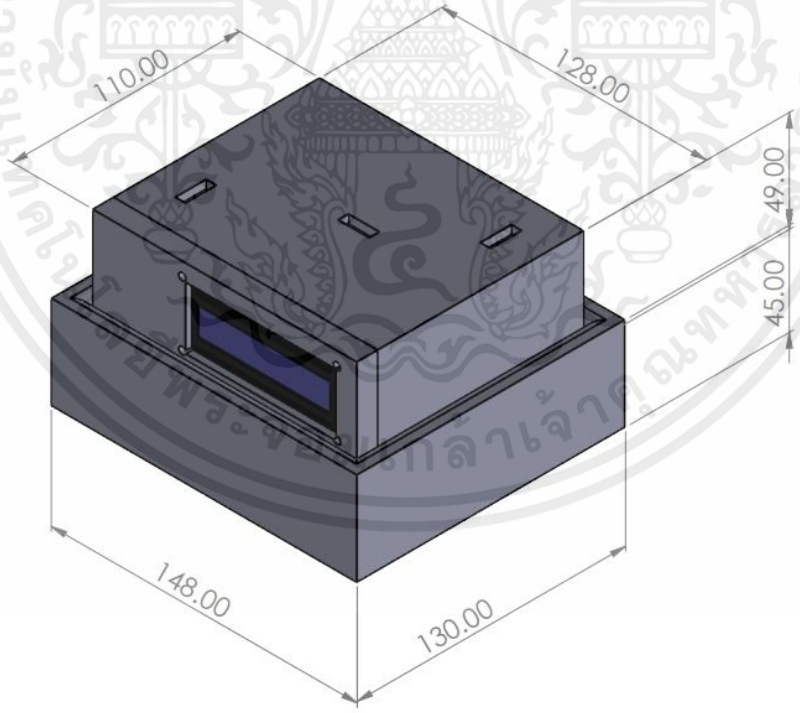
รูปที่ 3.4 ลายวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 ชิ้นงานและ Web server

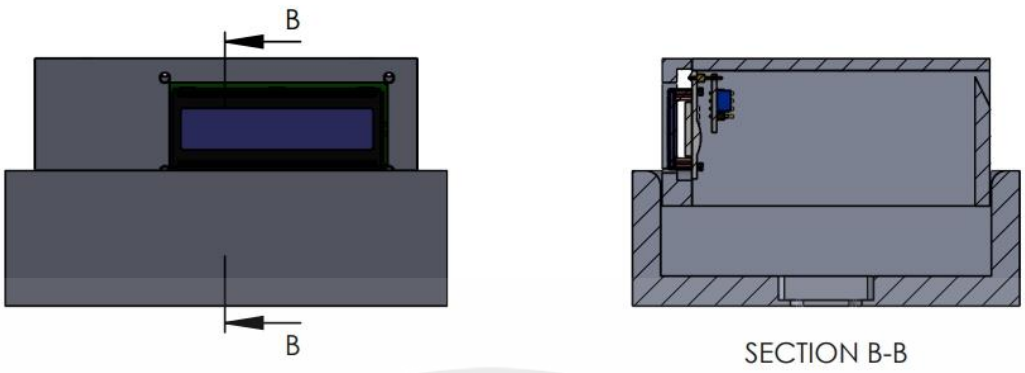


รูปที่ 3.5 ชิ้นงานระหว่างทดลอง



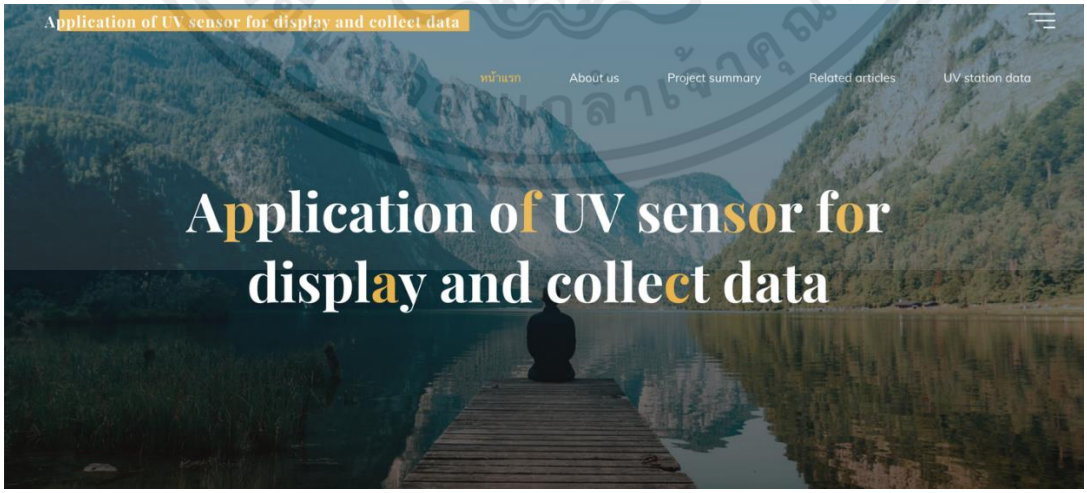
รูปที่ 3.6 แบบประกอบจาก SOLIDWORK โดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แบบประกอบจาก SOLIDWORK แบบตัดขวาง

รูปที่ 3.8 ชิ้นงานจริง

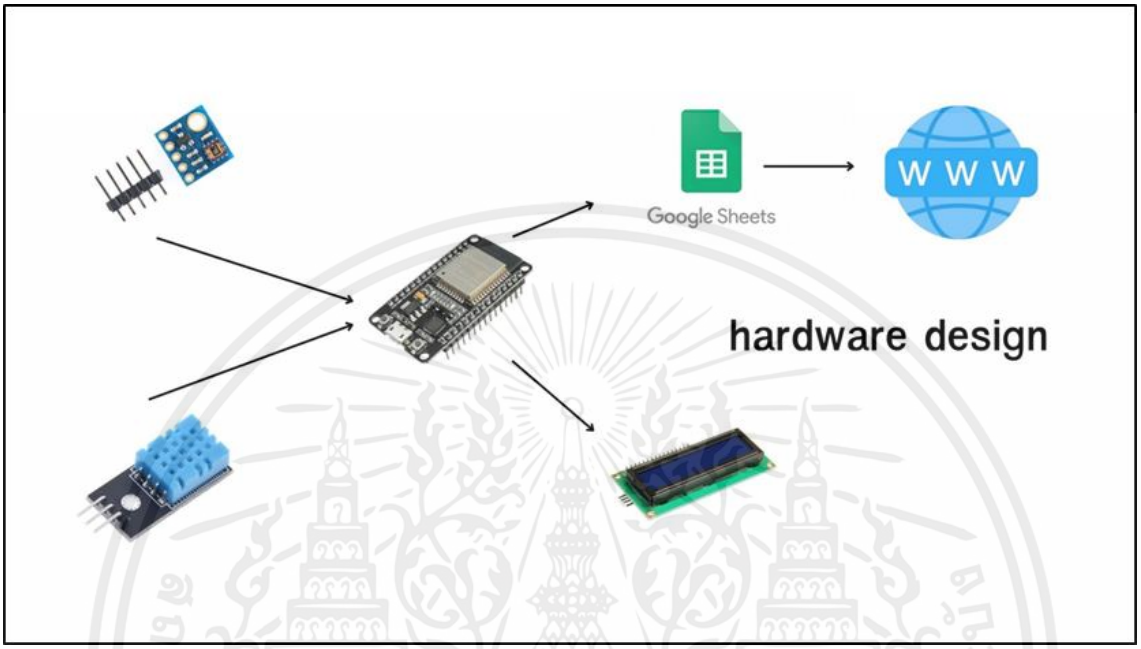


รูปที่ 3.9 หน้าเว็บไซต์ สำหรับแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบโครงงาน

3.2.1 การออกแบบด้าน Hardware



รูปที่ 3.10 การออกแบบทางด้าน Hardware

3.2.2 การออกแบบด้าน Software

การออกแบบด้านซอฟต์แวร์เป็นการเขียนโปรแกรมคำสั่งสำหรับการทำงานของวงจรผ่านโปรแกรม Arduino ลงใน ESP32-CAM โดยใช้โปรแกรมภาษา C เริ่มจากลง library ของ GY-ML8511 และ DHT 11 ในโปรแกรม Arduino แล้วทำการลง library อุปกรณ์ตัวอื่น ๆ จากนั้นจึงทำการเขียนโปรแกรมคำสั่งลงไป ตรวจสอบและทำการ upload code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 ลักษณะการทำงาน

ลักษณะการทำงานของวงจร แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

INPUT คือ ส่วนที่รับค่าสัญญาณรับเข้า (input) ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยอุปกรณ์อินพุตในวงจรนี้จะประกอบไปด้วยเซนเซอร์วัดระดับรังสี UV ร่วมกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิและความชื้น ที่รับข้อมูลจากภายนอก ไปยัง ESP32 เพื่อประมวลผล

OUTPUT คือ ส่วนที่ทำงานตามการควบคุมของไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อมีสัญญาณรับเข้า (Input) ESP32 จะประมวลผลตามโปรแกรมที่เขียนไว้ จากนั้นก็สร้างสัญญาณส่งออก (Output) เป็นการแจ้งเตือนดัชนีความร้อนที่ถึงจุดวิกฤตซึ่งก่อให้เกิดโรคลมร้อน ผ่านทางหน้าเว็บไซต์ และมีการเก็บข้อมูลผ่านทางอินเตอร์เน็ตไว้ที่ Google sheet

3.3 อุปกรณ์ เครื่องมือหรือโปรแกรมที่ใช้ในการดำเนินโครงงาน

3.3.1 ESP32

3.3.2 UV sensor (GY-ML8511)

3.3.3 Temperature and Humidity sensor (DHT11)

3.3.4 I2C LCD

3.3.5 Protoboard

3.3.6 Jumper wire

3.3.7 Arduino IDE

3.3.8 WordPress

3.3.9 Google sheet

3.3.10 Laptop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 code คำสั่งที่เขียนในโปรแกรม Arduino เพื่อให้วงจรที่ออกแบบทำงาน

```
int UVOUT = 33; //Output from the sensor
//int REF_3V3 =33 ; //3.3V power on the Arduino board

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

pinMode(UVOUT, INPUT);
//pinMode(REF_3V3, INPUT);

Serial.println("ML8511 example");
}

void loop()
{
int uvLevel = averageAnalogRead(UVOUT);
//int refLevel = averageAnalogRead(REF_3V3);

//Use the 3.3V power pin as a reference to get a very accurate output value from sensor
//float outputVoltage = ( 3.3 / refLevel ) * uvLevel;

float uvIntensity = mapfloat( uvLevel, 0.99, 868, 0.0, 15.0); //Convert the voltage to a UV intensity level

Serial.print("output: ");
//Serial.print(refLevel);

Serial.print("ML8511 output: ");
Serial.print(uvLevel);

Serial.print(" / ML8511 voltage: ");
//Serial.print(outputVoltage);

Serial.print(" / UV Intensity (mW/cm^2): ");
Serial.print(uvIntensity);
```

รูปที่ 3.11 Code คำสั่งที่เขียนในโปรแกรม (1)

```
Serial.print(uvLevel);

Serial.print(" / ML8511 voltage: ");
//Serial.print(outputVoltage);

Serial.print(" / UV Intensity (mW/cm^2): ");
Serial.print(uvIntensity);

Serial.println();

delay(400);
}

//Takes an average of readings on a given pin
//Returns the average
int averageAnalogRead(int pinToRead)
{
byte numberOfReadings = 8;
unsigned int runningValue = 0;

for(int x = 0 ; x < numberOfReadings ; x++)
runningValue += analogRead(pinToRead);
runningValue /= numberOfReadings;

return(runningValue);
}

//The Arduino Map function but for floats
//From: http://forum.arduino.cc/index.php?topic=3922.0
float mapfloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)
{
return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}
```

รูปที่ 3.12 Code คำสั่งที่เขียนในโปรแกรม (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

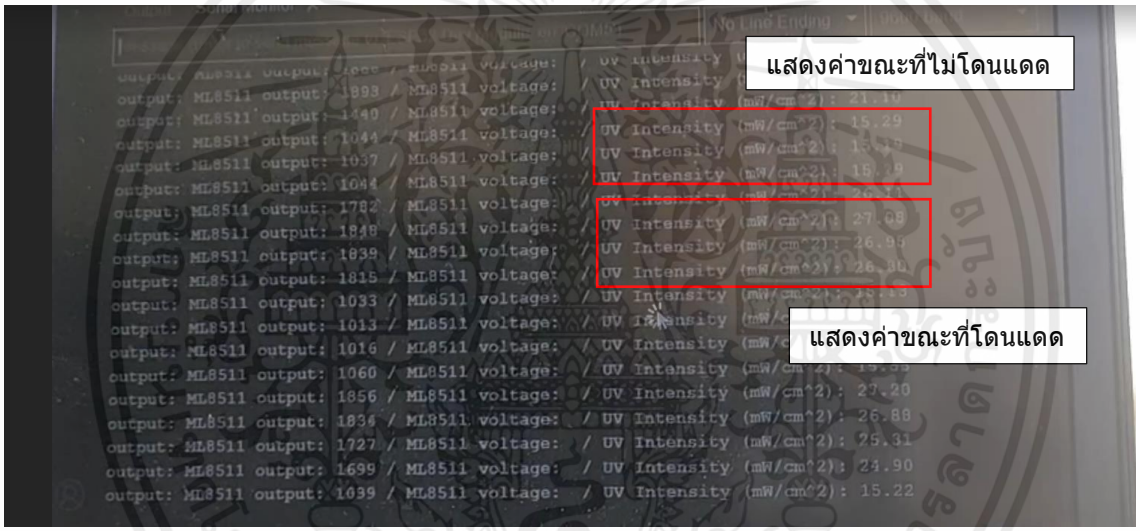
บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 การทดสอบสภาพใช้งานได้และความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์

4.1.1 ทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ ESP32 + UV sensor

4.1.1.1 ทดสอบป้อนคำสั่ง

เป็นการทดสอบป้อนคำสั่งเพื่อวัด รังสีUV โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่านทาง ESP32 และทำการ upload คำสั่ง โดยวัดรังสีUV จากหลอดไฟ แสดงค่าผ่าน Serial monitor



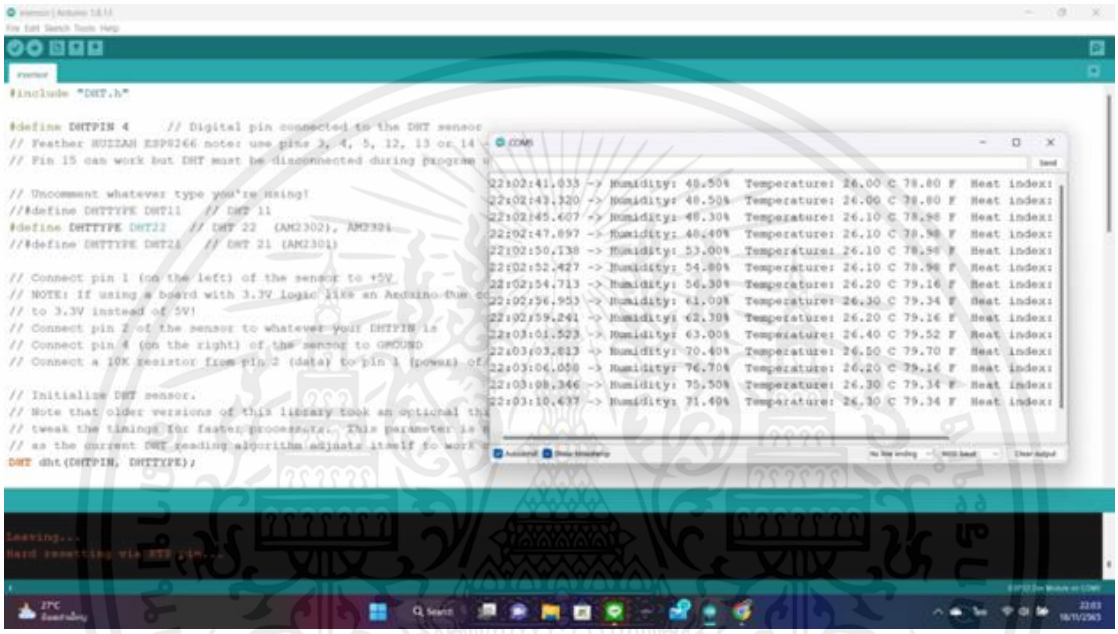
รูปที่ 4.1 Serial monitor ขณะที่ ทดสอบ วัดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ทดสอบความน่าเชื่อถือของอุปกรณ์ ESP32 + DHT11

4.1.2.1 ทดสอบป้อนคำสั่ง

เป็นการทดลองป้อนคำสั่งวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยทำการ include library ที่มีชื่อว่า #DHT.h จากนั้นเชื่อมต่ออุปกรณ์ผ่านทาง ESP32 และทำการ upload คำสั่งผ่านโปรแกรม Arduino IDE แสดงค่าผ่าน Serial monitor



รูปที่ 4.2 Serial monitor แสดงผลการทดสอบเซนเซอร์ DHT11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 ทดสอบโดยเปรียบเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

โดยจะแบ่งเป็น 2 การทดลอง คือวัดอุณหภูมิของเจลเย็น และวัดอุณหภูมิของถุงเก็บความร้อน เป็น เวลา 34 นาทีและ 30 นาทีตามลำดับ บันทึกผลทุก 2 นาที แสดงกราฟการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิ โดยจำลองการทดสอบในพื้นที่ปิด โดยใช้กล่องทึบขนาด กว้าง 20 cm ยาว 30 cm สูง 10 cm ใส่ DHT11 และ เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท เข้าไปในกล่องเพื่อวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปภายในกล่อง

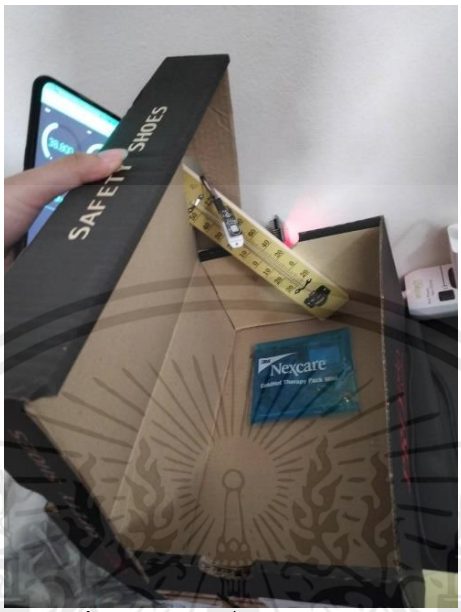
อุปกรณ์

1.	กล่องทึบขนาด 30*20*10	1	กล่อง
2.	จอแสดงผลวัดจาก DHT22(แอปBlynk)	1	ชิ้น
3.	เทอร์โมมิเตอร์ แบบปรอท	1	อัน
4.	วงจรที่ต่อเพื่อวัดอุณหภูมิโดย DHT22	1	วงจร
5.	เจลแช่เย็น	1	อัน
6.	ถุงน้ำร้อน	1	อัน

รูปที่ 4.3 กล่องจำลองการวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทดลองที่ 1 การวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป เมื่อใส่เจลเย็นลงไปในกล่อง



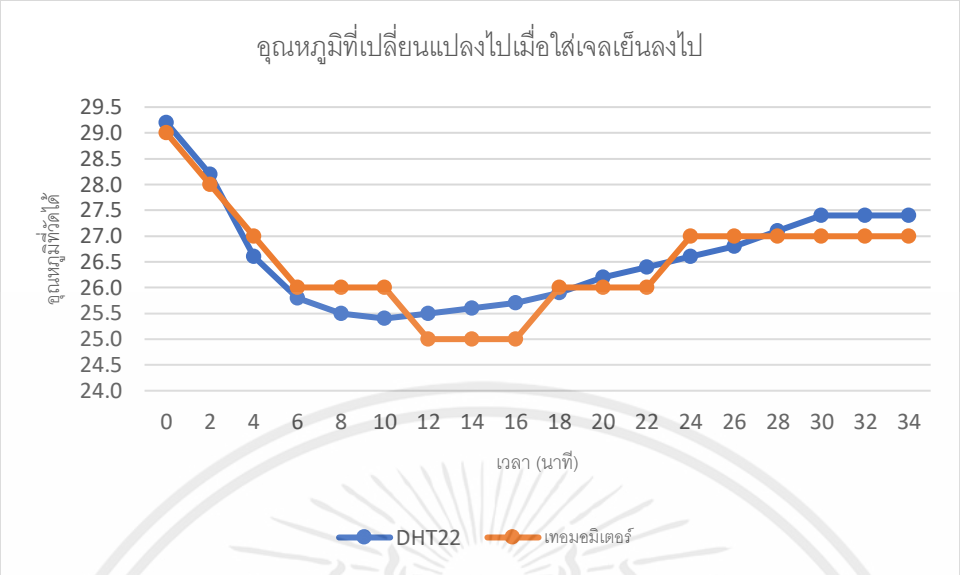
รูปที่ 4.4 กล่องเมื่อใส่เจลเย็นลงไป

ผลการทดลอง

เวลา (นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้	
	DHT22	เทอร์โมมิเตอร์
0	29.20	29
2	28.20	28
4	26.60	27
6	25.80	26
8	25.50	26
10	25.40	26
12	25.50	25
14	25.60	25
16	25.70	25

เวลา (นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้	
	DHT22	เทอร์โมมิเตอร์
18	25.90	26
20	26.20	26
22	26.40	26
24	26.60	27
26	26.80	27
28	27.10	27
30	27.40	27
32	27.40	27
34	27.40	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

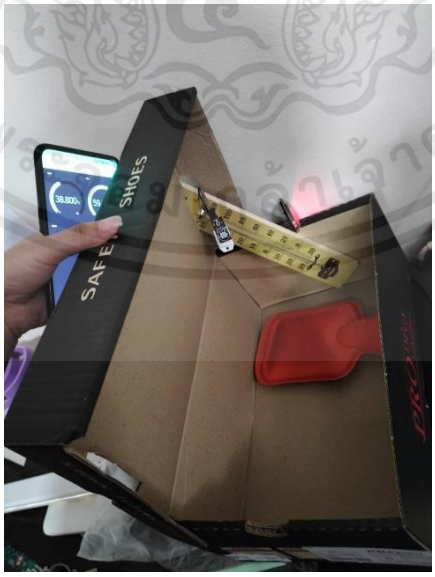


รูปที่ 4.5 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อใส่เจลเย็นลงไป ของ DHT22 และ เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

สรุปผลการทดลอง

จะเห็นได้ว่า DHT22 และ เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแต่DHT22 จะมีความแม่นยำมากกว่า

<u>ทดลองที่2 การวัดอุณหภูมิที่เปลี่ยนไป เมื่อใส่ถุงร้อนลงไปในกล่อง</u>



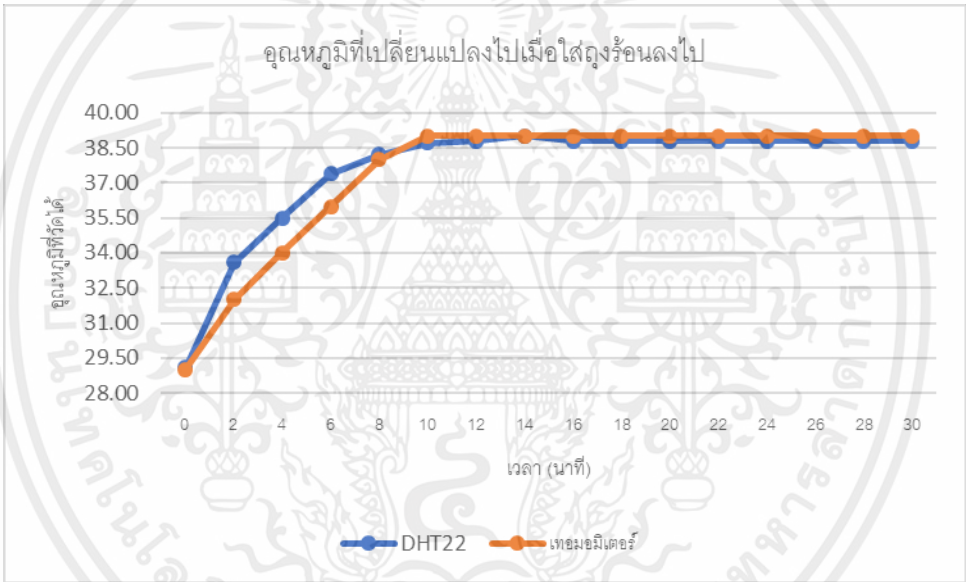
รูปที่ 4.6 กล่องเมื่อใส่ถุงน้ำร้อนลงไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

เวลา(นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้	
	DHT22	เทอมอมิเตอร์
0	29.10	29
2	33.60	32
4	35.50	34
6	37.40	36
8	38.20	38
10	38.70	39
12	38.80	39
14	39.00	39

เวลา(นาที)	อุณหภูมิที่วัดได้	
	DHT22	เทอมอมิเตอร์
16	38.80	39
18	38.80	39
20	38.80	39
22	38.80	39
24	38.80	39
26	38.80	39
28	38.80	39
30	38.80	39



รูปที่ 4.7 กราฟเปรียบเทียบอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อใส่เจลเย็นลงไป ของ DHT22 และ เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอท

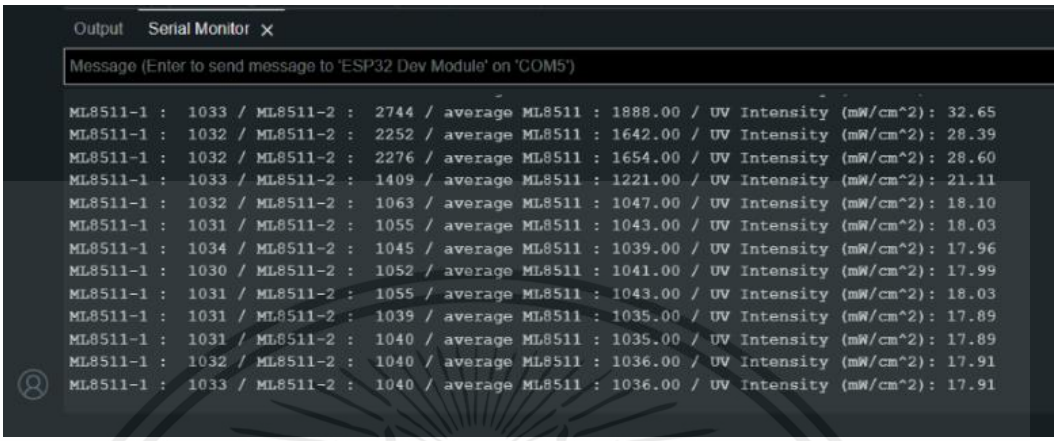
สรุปผลการทดลอง

จะเห็นได้ว่า DHT22 และ เทอร์โมมิเตอร์แบบปรอทมีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันแต่DHT22 จะมีความแม่นยำมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 อุปกรณ์ ESP32 + UV sensor 2 ตัวเปรียบเทียบค่ากัน

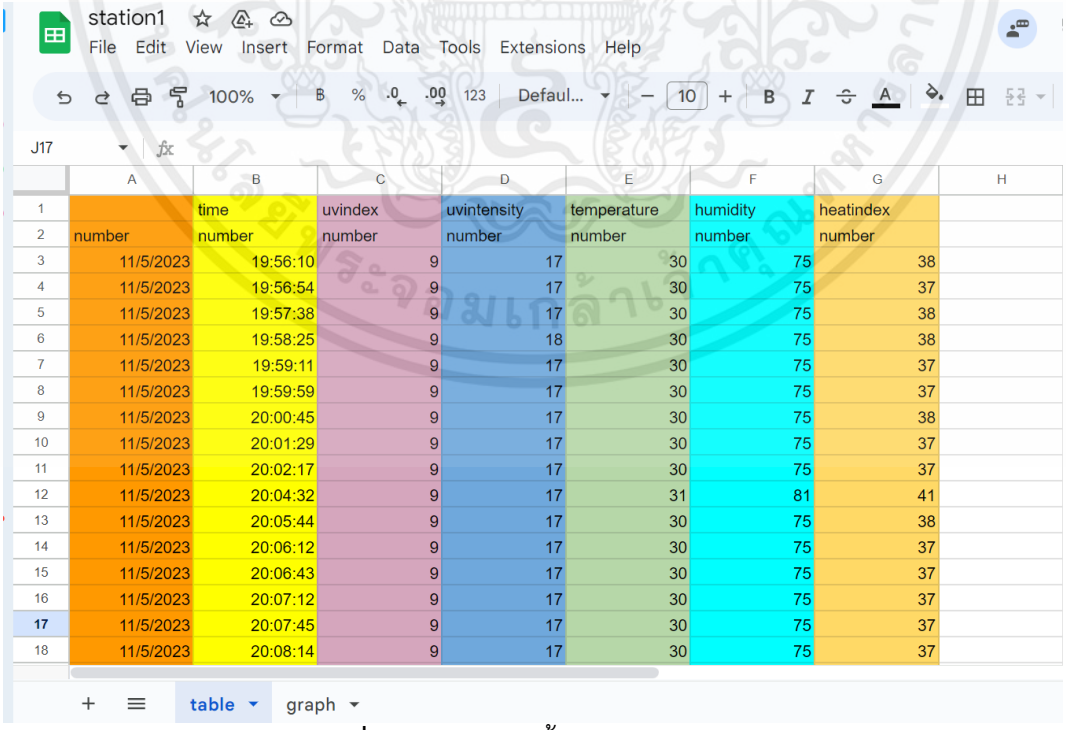
เพื่อเปรียบเทียบค่าที่วัดได้ว่ามีประมาณรังสี UV ต่างกันมากแค่ไหน



รูปที่ 4.8 การวัดค่า GY8511 สองตัว และหาค่าเฉลี่ย

4.1.4 อุปกรณ์ ESP32 + UV sensor + DATA

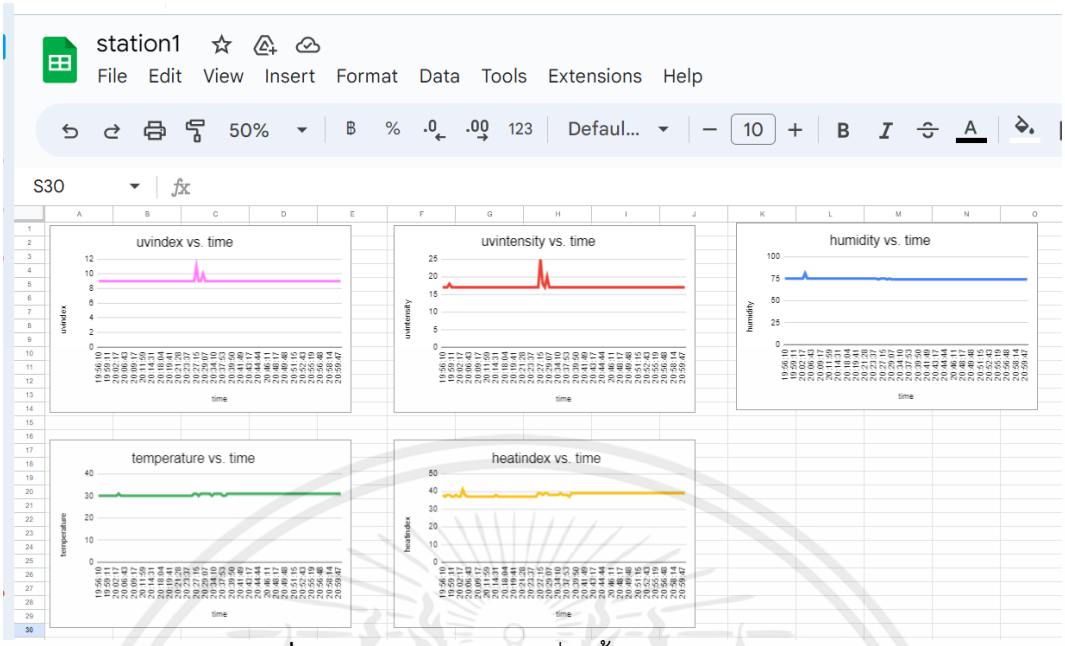
เป็นการทดสอบป้อนคำสั่งวัดรังสี และคำสั่งการแสดงผลผ่านดาต้าเบส ว่าoutput ของเราสามารถส่งค่าขึ้นดาต้าได้หรือไม่



	A	B	C	D	E	F	G
1		time	uvindex	uvintensity	temperature	humidity	heatindex
2	number	number	number	number	number	number	number
3	11/5/2023	19:56:10	9	17	30	75	38
4	11/5/2023	19:56:54	9	17	30	75	37
5	11/5/2023	19:57:38	9	17	30	75	38
6	11/5/2023	19:58:25	9	18	30	75	38
7	11/5/2023	19:59:11	9	17	30	75	37
8	11/5/2023	19:59:59	9	17	30	75	37
9	11/5/2023	20:00:45	9	17	30	75	38
10	11/5/2023	20:01:29	9	17	30	75	37
11	11/5/2023	20:02:17	9	17	30	75	37
12	11/5/2023	20:04:32	9	17	31	81	41
13	11/5/2023	20:05:44	9	17	30	75	38
14	11/5/2023	20:06:12	9	17	30	75	37
15	11/5/2023	20:06:43	9	17	30	75	37
16	11/5/2023	20:07:12	9	17	30	75	37
17	11/5/2023	20:07:45	9	17	30	75	37
18	11/5/2023	20:08:14	9	17	30	75	37

รูปที่ 4.9 การส่งค่าขึ้น Google sheet

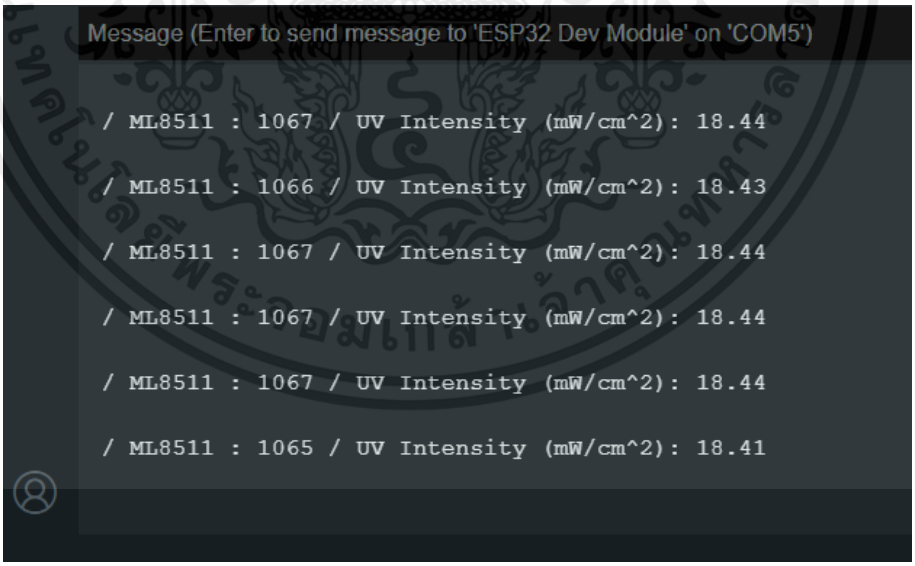
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 แสดง การนำค่าที่ส่งขึ้น มาสร้างกราฟ

4.1.5 อุปกรณ์ ESP32 + UV sensor + LCD

เป็นการทดสอบป้อนคำสั่งวัดรังสี และคำสั่งการแสดงผลบนหน้าจอ LCD จากนั้นเชื่อมต่ออุปกรณ์ ESP32 และ LCD เพื่อทำการ upload คำสั่งทั้งหมดผ่านโปรแกรม Arduino IDE



รูปที่ 4.11 ค่าใน Serial monitor

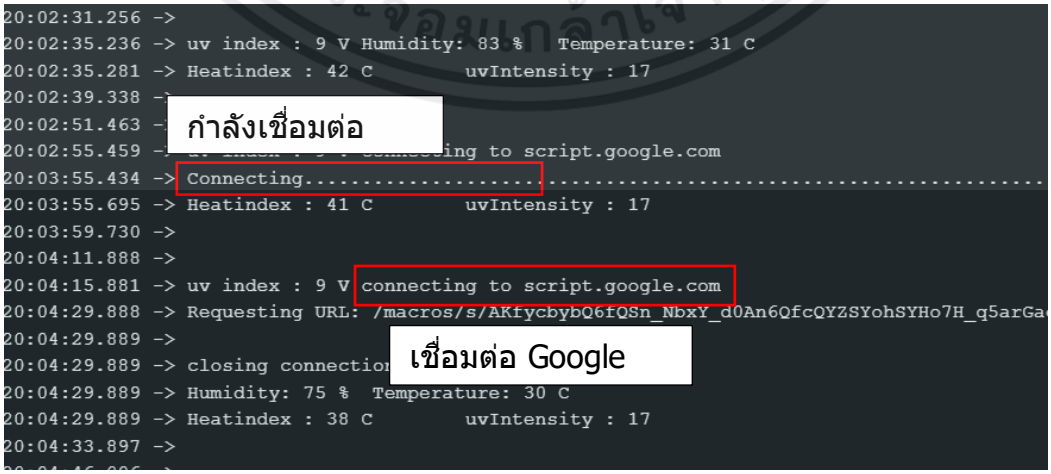
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.12 ค่าในจอ I2C LCD

รูปที่ 4.13 ค่าในจอ I2C LCD

4.2 การทำงานโดยรวมของอุปกรณ์

เมื่อทำการทดลอง Upload คำสั่งทั้งหมด ลงบน ESP32 หน้าจอ LCD / Serial monitor /เว็บไซต์ จะแสดงค่า ดังนี้



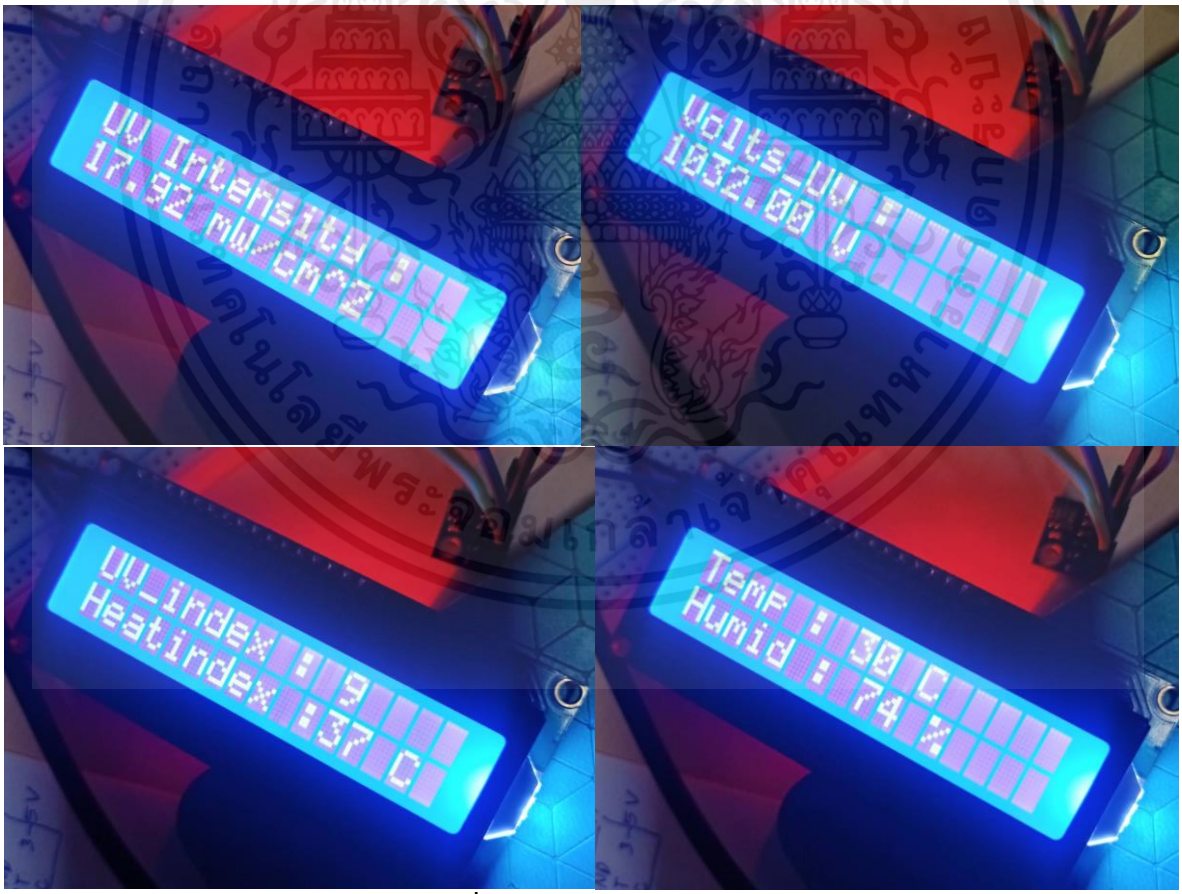
รูปที่ 4.14 ค่าใน Serial monitor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
19:41:48.037 ->
19:41:52.025 -> uv index : 9 V connecting to script.google.com
19:41:56.637 -> Requesting URL: /macros/s/AKfycbybQ6fQSn_NbxY_d0An6QfcQYZSYohS
19:41:56.675 ->
19:41:56.675 -> closing connection
19:41:56.712 -> Humidity: 75 %  Temperature: 30 C
19:41:56.712 -> Heatindex :                    ensity : 17
19:42:00.750 ->
19:42:12.902 ->
19:42:16.890 -> uv index : 9 V Humidity: 74 %   Temperature: 30 C
19:42:16.890 -> Heatindex : 37 C        uvIntensity : 17
19:42:20.951 ->
19:42:33.114 ->
19:42:37.098 -> uv index : 9 V connecting to script.google.com
19:42:45.284 -> Requesting URL: /macros/s/AKfycbybQ6fQSn_NbxY_d0An6QfcQYZSYohS
19:42:45.284 ->
19:42:45.284 -> closing connection
19:42:45.331 -> Humidity: 74 %  Temperature: 30 C
19:42:45.331 -> Heatindex : 37 C        uvIntensity : 17
19:42:49.370 ->
```

แสดงค่าที่วัด

รูปที่ 4.15 ค่าใน Serial monitor



รูปที่ 4.16 ค่าในจอ I2C LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

station1

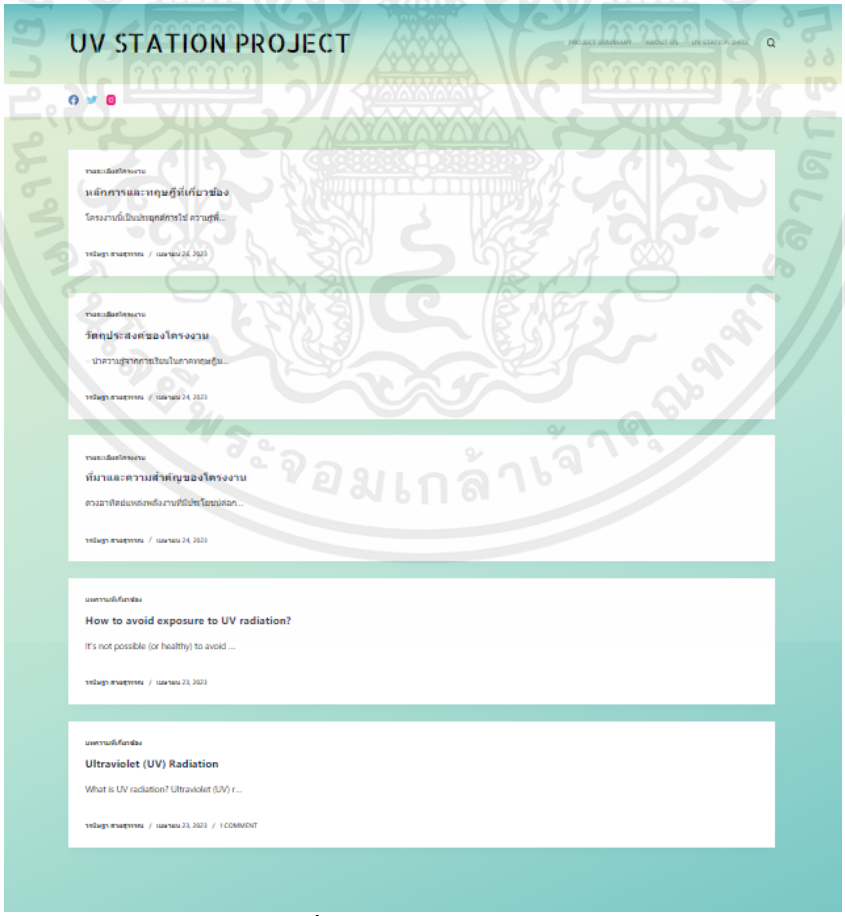
File Edit View Insert Format Data Tools Extensions Help

100% View only

J7

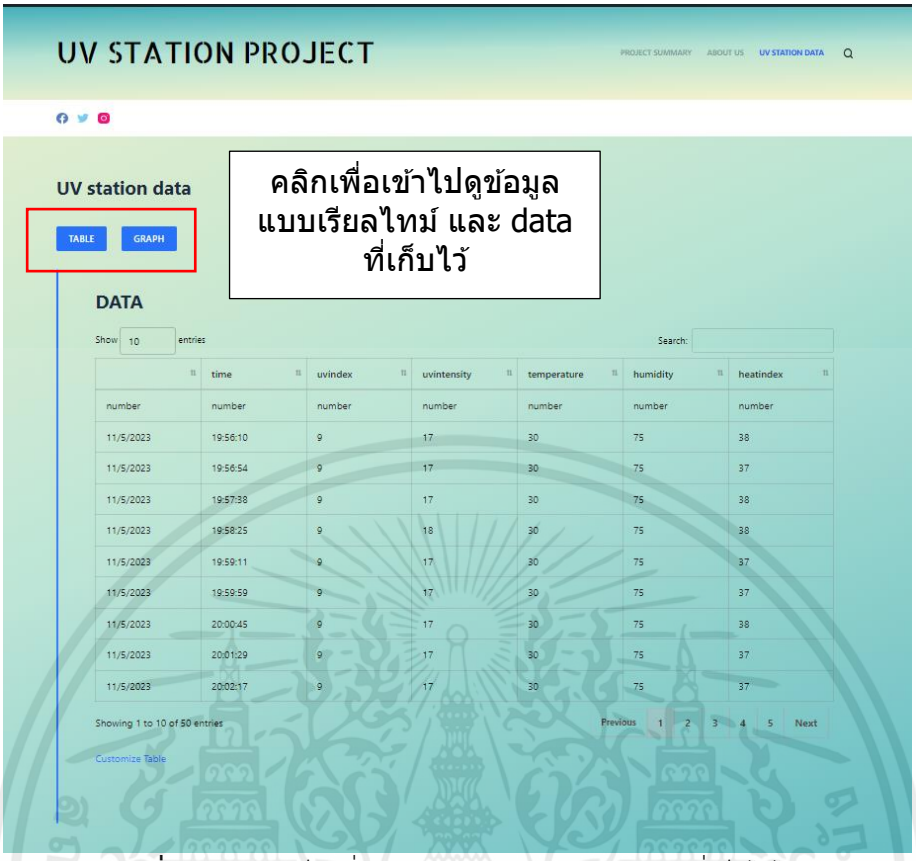
	A	B	C	D	E	F	G
1	date	time	uvindex	uvintensity	temperature	humidity	heatindex
2	number	number	number	number	number	number	number
3	11/5/2023	19:56:10	9	17	30	75	38
4	11/5/2023	19:56:54	9	17	30	75	37
5	11/5/2023	19:57:38	9	17	30	75	38
6	11/5/2023	19:58:25	9	18	30	75	38
7	11/5/2023	19:59:11	9	17	30	75	37
8	11/5/2023	19:59:59	9	17	30	75	37
9	11/5/2023	20:00:45	9	17	30	75	38
10	11/5/2023	20:01:29	9	17	30	75	37
11	11/5/2023	20:02:17	9	17	30	75	37
12	11/5/2023	20:04:32	9	17	31	81	41
13	11/5/2023	20:05:44	9	17	30	75	38
14	11/5/2023	20:06:12	9	17	30	75	37
15	11/5/2023	20:06:43	9	17	30	75	37
16							
17							
18							

รูปที่ 4.17 การส่งค่าขึ้น Google sheet



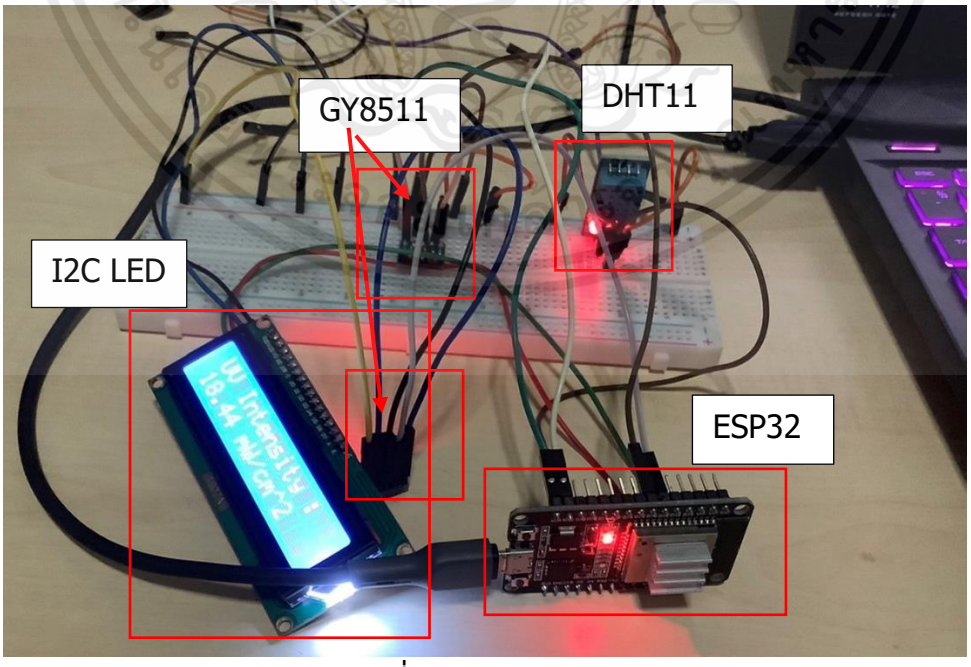
รูปที่ 4.18 หน้าแรกเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 หน้าเว็บเพื่อให้คนสามารถเข้ามาดู data ที่เก็บไว้ได้

4.3 ภาพชิ้นงานและ ลายวงจร เมื่อประกอบสำเร็จ



รูปที่ 4.20 การต่อวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการประยุกต์ใช้เซนเซอร์วัดรังสี UV เพื่อการแสดงผลและเก็บข้อมูลผ่านอินเทอร์เน็ตบนหน้าจอ LCD และบนเว็บไซต์ มีการแสดงผลอย่างเรียลไทม์ โดยเมื่อวัดค่า ค่าจะแปรเปลี่ยนตามสภาพอากาศที่พบ ค่าสูงสุดต่ำสุดที่ เซนเซอร์อุณหภูมิและความชื้นวัดได้ คือ อุณหภูมิระหว่าง 0-50 องศา และความชื้น 20-90% ค่าสูงสุดต่ำสุดที่ เซนเซอร์ UV สามารถตรวจจับแสงได้คือ 280-390 nm

ในส่วนของการ Upload ขึ้นอินเตอร์เน็ต มีความเสถียร สามารถอัพขึ้นอินเตอร์เน็ตได้จริง และสามารถแสดงค่าได้อย่างเรียลไทม์ พร้อมทั้งแสดงกราฟแนวโน้มของค่า **Temperature Humidity Heatindex UvIntensity Uvindex** ที่เก็บข้อมูลไว้เทียบกับเวลา

5.2 ข้อเสนอแนะ

5.2.1. ในการทำโครงงานได้มีปัญหาในเรื่องของสภาพอากาศและแสงอาทิตย์ที่ไม่คงที่ ในอนาคตหากโปรเจคมีการพัฒนาต่อยอด อาจจะมีการทดลองในห้องทดลองที่สามารถควบคุมตัวแปรได้เพื่อผลลัพธ์ที่ถูกต้อง

5.2.2. ค่าที่วัดได้ความแม่นยำต่ำ เนื่องจากไม่มีเครื่องมือวัดที่แม่นยำ เพื่อเปรียบเทียบ ค่าในอนาคตอาจมีการทำเรื่องขอยืมเครื่องมือวัดที่แม่นยำจากหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] CircuitSchools. (2565) : “UV index meter interfacing Arduino or ESP32 with ML8511”, สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2566, จาก https://www.circuitschools.com/uv-index-meter-interfacing-arduino-or-esp32-with-ml8511/

[2] Lnw SHOP. (2562) : “ใช้งาน ESP32 กับ DHT 22 มากกว่า 1 ตัว”, สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2566, จาก https://www.allnewstep.com/webboard/viewtopic/2269

[3] Lnw SHOP. (2562) : “#21 สอนใช้งาน NodeMCU ESP8266 วัดอุณหภูมิและความชื้น ด้วย Sensor DHT11 แบบ PCB “, สืบค้นเมื่อ 10 มีนาคม 2566, จากhttps://www.allnewstep.com/article/283/21-สอนใช้งาน-nodemcu-esp8266-วัดอุณหภูมิและความชื้น-ด้วย-sensor-dht11-แบบ-pcb

[4] CyberTice. (2564) : “ESP32 GY-VEML6070 UV Light Sensor เซ็นเซอร์วัดแสง UV”, สืบค้นเมื่อ 15 มีนาคม 2566, จาก https://www.cybertice.com/article/531/สอนใช้งาน-esp32-gy-veml6070-uv-light-sensor-เซ็นเซอร์วัดแสง-uv

[5] CyberTice. (2562) : “โปรเจค IoT ESP8266 วัดอุณหภูมิ บันทึกลงดาต้าเบส MySQL”, สืบ ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2566, จาก https://www.robotsiam.com/article/91/โปรเจค-iot-esp8266-วัดอุณหภูมิ-บันทึกลงดาต้าเบส-mysql

[6] 6TOUCH. (2562) : “วัดอุณหภูมิความชื้นผ่าน ESP32/ESP8266 บันทึกลงดาต้าเบส MySQL”, สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2566, จาก https://www.6touch.com/portfolio-2/project-esp32-esp8266-sql/

[7] uPesy. (2565) : “Use the GPIO pins of the ESP32”, สืบค้นเมื่อ 19 มีนาคม 2566, จาก https://www.upesy.com/blogs/tutorials/esp32-pinout-reference-gpio-pins-ultimate-guide

[8] ARDUINO. (2560) : “LiquidCrystal I2C”, สืบค้นเมื่อ 26 มีนาคม 2566, จาก https://reference.arduino.cc/reference/en/libraries/liquidcrystal-i2c/

[9] DFROBOT. (2565) : “UV Sensor v1.0-ML8511 SKU: SEN0175”, สืบค้นเมื่อ 26 มีนาคม 2566, จาก www.digikey.com/htmldatasheets/production/2087951/0/0/1/SEN 0175.pdf

[10] CyberTice. (2562) : “สอนใช้งาน Arduino if else ตรวจสอบเงื่อนไข ถูกผิด”, สืบค้นเมื่อ 23 กันยายน 2566, จาก https://www.cybertice.com/article/-arduino-if-else-

[11] Sparkfun. (2565) : “ML8511 UV Sensor Hookup Guide”, สืบค้นเมื่อ 2 เมษายน 2566, จาก https://learn.sparkfun.com/tutorials/ml8511-uv-sensor-hookup-guide/all

[12] Spectral. (2564) : “UV Light Sensor (หัววัดปริมาณแสง UV เพื่อการเพาะปลูกพืช)”, สืบค้นเมื่อ 2 เมษายน 2566, จาก https://www.spectralinstrument.com/17169683/uv-light-sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[13] Materials Innovation Center (MIC), Kasetsart University. (2555) : “UV-VISIBLE SPECTRO PHOTOMETER”, สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2566, จาก http://mic.eng.ku.ac.th/facilities-detail.php?id_sub=41&id=46

[14] How To Electronics. (2565) : “UV Sensor ML8511 & Arduino for UV Ray Intensity Meter ”, สืบค้นเมื่อ 3 เมษายน 2566, จาก https://how2electronics.com/uv-sensor-ml8511-arduino-uv-ray-intensity-meter/

[15] solutioncenter. (2565) : “Troubleshooting an Undervoltage Fault (Uv1) or (Uv) Alarm”, สืบค้นเมื่อ 6 เมษายน 2566, จาก https://solutioncenter.yaskawa.com/selfservice/viewContent.do?externalId=11841&sliceId=1

[16] Electronic Clinic. (2565) : “UV detection Sensor with Arduino, GY1145 or SI1145 digital UV Index”, สืบค้นเมื่อ 6 เมษายน 2566, จาก https://www.electroniclinic.com/uv-detection -sensor-with-arduino-gy1145-or-si1145-digital-uv-

[17] medium. (2563) : “ทำความรู้จักกับ MQTT Protocol สำหรับระบบ IoT ที่จำเป็นต้องรู้”, สืบค้นเมื่อ 8 เมษายน 2566, จาก https://medium.com/@iot24hours/-mqtt-protocol-A-iot-

[18] medium. (2561) : “NodeMCU/ESP8266 ส่งข้อมูลผ่าน MQTT”, สืบค้นเมื่อ 8 เมษายน 2566, https://toomtamdn.medium.com/nodemcu-esp8266-mqtt-

[19] ESPRESSIF. (2559) : “ESP-MQTT”, สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2566, จาก https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/api-reference/protocols/mqtt.html

[20] SWA. (2563) : “ESP32 MQTT client: Publish and Subscribe. HiveMQ and BME280 example”, สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2566, จาก https://www.survivingwithandroid.com/esp32-mqtt-client-publish- and- subscribe/ implement- MQTTclient- usingto- incoming- message- subscribing-MQTT/topic

[21] Random Nerd Tutorials. (2561) : “ESP32 MQTT – Publish and Subscribe with Arduino IDE”, สืบค้นเมื่อ 9 เมษายน 2566, จาก https://randomnerdtutorials.com/esp32-mqtt-publish-subscribe-arduino-ide/

[22] CODETOBER. (2563) : “Monitoring Temperature and Humidity with Arduino and MQTT (ESP32)”, สืบค้นเมื่อ 14 เมษายน 2566, จาก https://codetober.com/temperature-and-humidity-with-esp32/

[23] Random Nerd Tutorials. (2563) : “ESP32 MQTT – Publish DHT11/DHT22 Temperature and Humidity Readings (Arduino IDE)”, สืบค้นเมื่อ 14 เมษายน 2566, จาก https://randomnerdtutorials.com/esp32-mqtt-publish-dht11-dht22-arduino/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[24] microcontrollerslab. (2565) : “ESP32 MQTT Publish Subscribe DHT22 Readings with Arduino IDE”, สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2566, จาก https://microcontrollerslab.com/esp32-mqtt-publish-subscribe-dht22-arduino-ide/

[25] AUTODESK Instructables. (2566) : “Temperature and Humidity Using ESP32-DHT22-MQTT-MySQL-PHP”, สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2566, จาก https://www.instructables.com/Temperature-and-Humidity-Using-ESP32-DHT22-MQTT-My/

[26] Random Nerd Tutorials. (2562) : “ESP32 with DHT11/DHT22 Temperature and Humidity Sensor using Arduino IDE”, สืบค้นเมื่อ 15 เมษายน 2566, จาก https://randomnerdtutorials.com/esp32-dht11-dht22-temperature-humidity-sensor-arduino-ide/

[27] Engineers Garage. (2566) : “How to send MQTT data from ESP32/ESP8266 to Raspberry Pi”, สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2566, จาก https://www.engineersgarage.com/raspberry-pi-esp32-esp8266-mqtt-iot/

[28] W3schools. (2565) : “PHP Connect to MySQL”, สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2566, จาก https://www.w3schools.com/Php/php_mysql_connect.asp

[29] Lnw shop. (2561) : “DHT22 AM2302 เซนเซอร์วัดอุณภูมิและความชื้น สำหรับ Arduino ESP8266 ESP32 DHT22”, สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2566, จาก https://www.allnewstep.com/product/4390/dht22-am2302-arduino-esp8266-esp32-dht22

[30] ThaiEasyElec. (2563) : “บทความ ESPino32 ตอนที่ 13 การใช้งานเซ็นเซอร์”, สืบค้นเมื่อ 16 เมษายน 2566, จาก https://blog.thaieasyelec.com/espino32-ch13-how-to-work-with-sensors/

[31] W3schools. (2565) : “PHP Connect to MySQL”, สืบค้นเมื่อ 18 เมษายน 2566, จาก https://www.w3schools.com/Php/php_mysql_connect.asp

[32] rama.mahidol. (2566) : “ลือกครีมกันแดดที่ดีต้อง SPF สูง ๆ จริงหรือไม่”, สืบค้นเมื่อ 21 เมษายน 2566, จาก https://www.rama.mahidol.ac.th/rama_hospital/th/services/knowledge/10 212020-1024

[33] CC SOLAR. (2565) : “โซล่าเซลล์ (Solar Cell) คืออะไร ?”, สืบค้นเมื่อ 21 เมษายน 2566, จาก http://www.ccsolar-thai.com/ReadArticle.aspx?subheadid

[35] mindphp.com. (2565) : “Google Sheets (กูเกิล ชีท) คืออะไร”, สืบค้นเมื่อ 25 เมษายน 2566, จาก https://www.mindphp.com/บทความ/google-for-work/223-google-sheets/4980-googlesheets.html

[36] AUN Thai. (2562) : “WordPress คืออะไร? ทำไมจึงได้รับความนิยมในการใช้ทำเว็บไซต์”, สืบค้นเมื่อ 24 เมษายน 2566, จาก https://aun-thai.co.th/blog/web-blog/wordpress/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[37] Spectral. (2565) : “UV Meters”, สืบค้นเมื่อ 24 เมษายน 2566, จาก https://www.spectralinstrument.com/17084189/uv-meters

[38] BIODERMA. (2565) : “รังสีอัลตราไวโอเลต มีประเภทอะไรบ้าง”, สืบค้นเมื่อ 24 เมษายน 2566, จาก https://www.bioderma.co.th/skin-articles/ultraviolet.html

[39] trueปลูกปัญญา. (2564) : “ความชื้นอากาศ”, สืบค้นเมื่อ 24 เมษายน 2566, จาก https://www.trueplookpanya.com/learning/detail/33791

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source code

```
#include <WiFi.h>
#include <WiFiClientSecure.h>
#include "DHT.h"
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
//--------------------------------------------------
 //ชื่อและรหัสไวไฟ
char ssid[] = "Aha";
char pass[] = "88888888";
// spreadsheet script ID
String GAS_ID =
"AKfycbybQ6fQSn_NbxY_d0An6QfcQYZSYohSYHo7H_q5arGao1VSdgmXN45qDvgSFv_NUGVT";
//Your Domain name with URL path or IP address with path
const char* host = "script.google.com";  // only google.com not https://google.com
//----------กำหนดเวลาอัพเดรต----------
#define UPDATE_INTERVAL_HOUR (0)
#define UPDATE_INTERVAL_MIN (0)
#define UPDATE_INTERVAL_SEC (10)
#define UPDATE_INTERVAL_MS (((UPDATE_INTERVAL_HOUR * 60 * 60) + (UPDATE_INTERVAL_MIN * 60)
+ UPDATE_INTERVAL_SEC) * 1000)
//--------------------------------------------------
#define DHTPIN 4
#define DHTTYPE DHT11  // DHT 11
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
//--------------------------------------------------
int UVOUT1 = 32;  //Output from the sensor
int UVOUT2 = 33;  //Output from the sensor
//กำหนดขาเซนเซอร์
//ประกาศตัวแปร
int Temperature;
int Humidity;
int heatindex;
int UvIntensity;
int Uvindex;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//----------------read UV sensor--------------------
int averageAnalogRead(int pinToRead) {
  byte numberOfReadings = 8;
  unsigned int runningValue = 0;
  for (int x = 0; x < numberOfReadings; x++)
    runningValue += analogRead(pinToRead);
  runningValue /= numberOfReadings;
  return (runningValue);
}
float mapfloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)
{
  return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
}
//-------------------------------------------------
unsigned long time_ms;
unsigned long time_1000_ms_buf;
unsigned long time_sheet_update_buf;
unsigned long time_dif;
//-------------------------------------------------
void update_google_sheet() {
  Serial.print("connecting to ");
  Serial.println(host);
  WiFiClientSecure client;
  const int httpPort = 443;  // 80 is for HTTP / 443 is for HTTPS!
  client.setInsecure();  // this is the magical line that makes everything work
  if (!client.connect(host, httpPort)) {  //works!
    Serial.println("connection failed");
    return;
  }
  //----------------Processing data and sending data----------
  String url = "/macros/s/" + GAS_ID + "/exec?";
  url += "uvintensity=";
  url += String(UvIntensity);
  url += "&uvindex=";
  url += String(Uvindex);
  url += "&temperature=";
  url += String(Temperature);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  url += "&humidity=";
  url += String(Humidity);
  url += "&heatindex=";
  url += String(heatindex);

  Serial.print("Requesting URL: ");
  Serial.println(url);
 // This will send the request to the server
  client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\n" + "Host: " + host + "\r\n" + "Connection:
close\r\n\r\n");
  Serial.println();
  Serial.println("closing connection");
}
//--------------------------------------------------
void setup() {
 // Debug console
  Serial.begin(115200);
  pinMode(UVOUT1, INPUT);
  pinMode(UVOUT2, INPUT);
 // DHT Setup
  dht.begin();
  lcd.init();
  lcd.backlight();  //เปิดไฟ backlight
  Serial.print("Connecting");
  WiFi.begin(ssid, pass);  //--> Connect to your WiFi router
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    Serial.print(".");
  }
}
//--------------------------------------------------
void loop() {
  time_ms = millis();
  time_dif = time_ms - time_1000_ms_buf;
  if (time_dif >= 1000)  // 1sec
  {
    time_1000_ms_buf = time_ms;
   //----------คำนวน UV -------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    int uvLevel1 = averageAnalogRead(UVOUT1);
    int uvLevel2 = averageAnalogRead(UVOUT2);
    float outputVoltage = (uvLevel1 + uvLevel2) / 2;
    float uvIntensity = mapfloat(outputVoltage, 0.99, 868, 0.0, 15.0);  //Convert the voltage to a UV
intensity level
   //------------คำนวน อุณหภูมิ------------------------------
    float h = dht.readHumidity();
    float t = dht.readTemperature();
    if (isnan(t) || isnan(h)) {
      Serial.println("Failed to read from DHT");
      return;
    }
    float hic = dht.computeHeatIndex(t, h, false);
   //------------แสดง ใน serial ----------------------
    Temperature = t;
    Humidity = h;
    heatindex = hic;
    UvIntensity = uvIntensity;
   // Print serial messages
    Serial.print("Humidity: " + String(Humidity) + " %");
    Serial.print("\t");
    Serial.println("Temperature: " + String(Temperature) + " C");
    Serial.print("Heatindex : " + String(heatindex) + " C");
    Serial.print("\t");
    Serial.println("uvIntensity : " + String(UvIntensity));
    delay(4000);
    lcd.clear();
    lcd.print("UV Intensity : ");
    lcd.setCursor(0, 1);
    lcd.print(uvIntensity);
    lcd.print(" mW/cm^2");
    Serial.println();
    delay(4000);
    lcd.clear();
    lcd.print("Volts_UV : ");
    lcd.setCursor(0, 1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd.print(outputVoltage);
lcd.print(" V ");
delay(4000);
lcd.clear();
lcd.print("UV_index : ");
lcd.print(Uvindex);
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Heatindex :");
lcd.print(heatindex);
lcd.print(" C ");
delay(4000);
lcd.clear();
lcd.print("Temp : ");
lcd.print(Temperature);
lcd.print(" C ");
lcd.setCursor(0, 1);

lcd.print("Humid : ");
lcd.print(Humidity);
lcd.print(" % ");
Serial.println();
delay(4000);
if ((outputVoltage < 50))
{
  Uvindex = 0;
  Serial.print("uv index : " + String(Uvindex));
}
else if ((outputVoltage >= 50 && outputVoltage <= 227))
{
  Uvindex = 0;
  Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
}
else if ((outputVoltage >= 227 && outputVoltage <= 318))
{
  Uvindex = 1;
  Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
else if ((outputVoltage >= 318 && outputVoltage <= 408))
{
  Uvindex = 2;
  Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
}
else if ((outputVoltage >= 408 && outputVoltage <= 503))
{
  Uvindex = 3;
  Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
}
else if ((outputVoltage >= 503 && outputVoltage <= 606))
{
  Uvindex = 4;
  Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
}
else if ((outputVoltage >= 606 && outputVoltage <= 696))
{
  Uvindex = 5;
  Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
}

else if ((outputVoltage >= 696 && outputVoltage <= 795))
{
  Uvindex = 6;
  Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
}
else if ((outputVoltage >= 795 && outputVoltage <= 881))
{
  Uvindex = 7;
  Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
}
else if ((outputVoltage >= 881 && outputVoltage <= 976))
{
  Uvindex = 8;
  Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
    else if ((outputVoltage >= 976 && outputVoltage <= 1079))
    {
      Uvindex = 9;
      Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
    }

    else if ((outputVoltage >= 1079 && outputVoltage <= 1170))
    {
      Uvindex = 10;
      Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
    }
    else if ((outputVoltage > 1170))
    {
      Uvindex = 11;
      Serial.print("uv index : " + String(Uvindex) + " V ");
    }
  }
  // Update data to google sheet in specific period
  time_ms = millis();
  time_dif = time_ms - time_sheet_update_buf;
  if (time_dif >= UPDATE_INTERVAL_MS)  // Specific period
  {
    time_sheet_update_buf = time_ms;
    update_google_sheet();
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEDL8511-05
Issue Date: March 08, 2013

ML8511

UV Sensor with Voltage Output

GENERAL DISCRIPTION

The ML8511 is a UV sensor, which is suitable for acquiring UV intensity indoors or outdoors. The ML8511 is equipped with an internal amplifier, which converts photo-current to voltage depending on the UV intensity. This unique feature offers an easy interface to external circuits such as ADC. In the power down mode, typical standby current is 0.1□A, thus enabling a longer battery life.

FEATURES

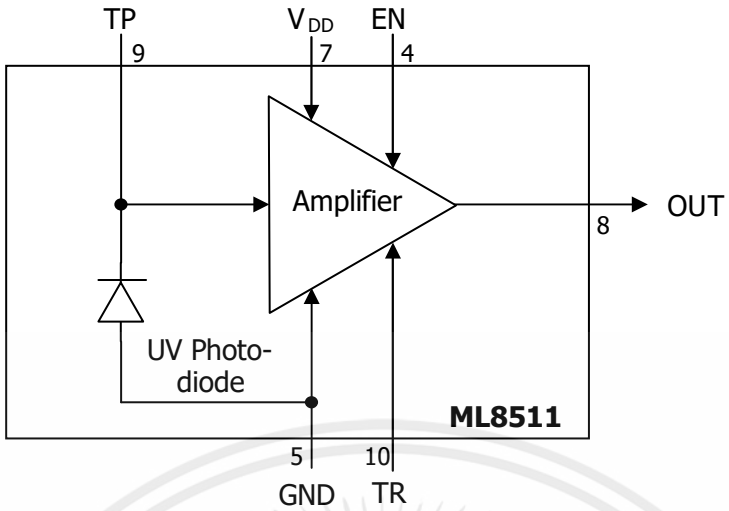
- Photodiode sensitive to UV-A and UV-B
- Embedded operational amplifier
- Analog voltage output
- Low supply current (300□A typ.) and low standby current (0.1□A typ.)
- Small and thin surface mount package (4.0mm x 3.7mm x 0.73mm, 12-pin ceramic QFN)

APPLICATIONS

- Smart phone, Watch, Weather station,Bicycle navigation, Accessary, Gaming

BLOCK DAIAGRAM

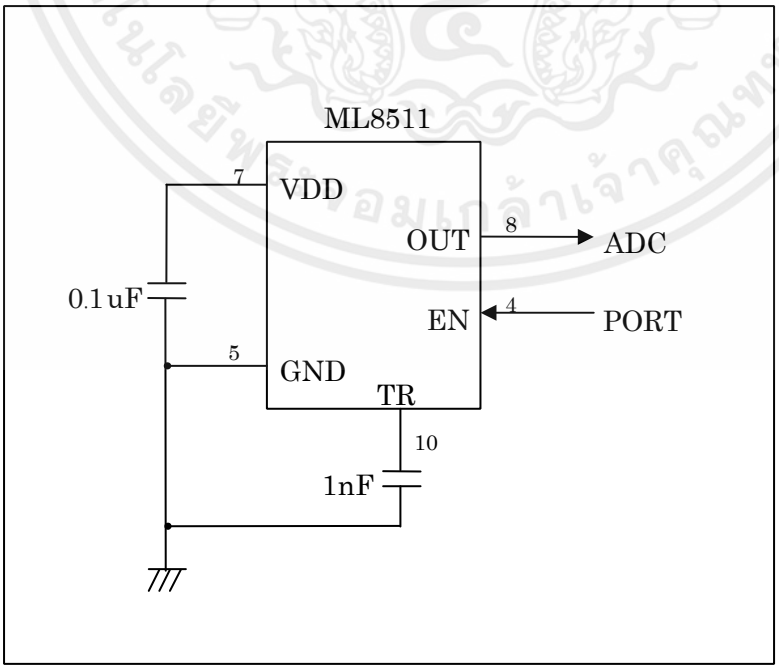
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



PIN CONFIGURATIONS

Pin	Symbol	I/O	Function
7	VDD	PW	Supply voltage. Decouple this pin to ground with 0.1 □F capacitor.
5	GND	PW	Ground
4	EN	I	Active high enable pin. (High: Active mode, Low: Standby mode)
8	OUT	O	Output (Low in power down or standby mode)
9	TP	I/O	Test pin. Do not connect.
10	TR	I/O	Internal reference voltage. Decouple this pin to ground with 1 nF capacitor.
1,2,3, 6,11,12	NC	-	No Connection. Do not connect.

EXAMPLE OF CONNCTING DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* Load resistance of OUT port is recommended more than 100 k□.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Parameter	Symbol	Condition	Rating	unit
Supply Voltage	V_{DD}	Ta=25 □C	-0.3 to +4.6	V
Input Voltage	V_I	Ta=25 □C	-0.3 to +4.6	V
Output Short Current	I_{OS}	Ta=25 □C	5	mA
Power Dissipation	P_D	Ta=25 □C	30	mW
Storage Temperature	T_{stg}	-	-30 to +85	□C

RECOMENTED OPERATION CONDITIONS

Parameter	Symbol	Min.	Typ.	Max.	unit
Operating Voltage	V_{DD}	2.7	3.3	3.6	V
Operating Temperature	Ta	-20	-	70	□C

ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS

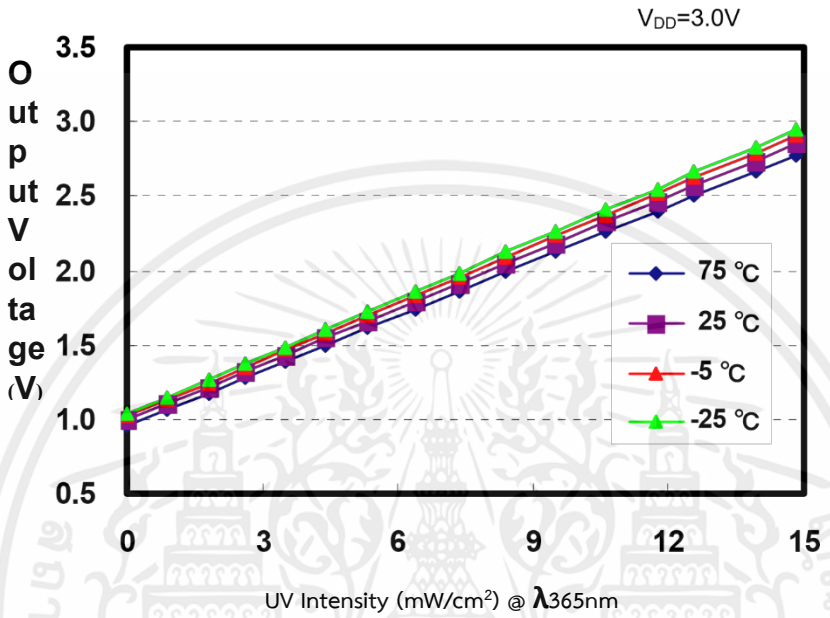
(V_{DD}=+2.7V to +3.6V, Ta= -20□C to +70□C)

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	unit
Supply Current (active mode)	I_{DDA}	$V_{EN}=V_{DD}$	-	300	500	□A
Supply Current (standby mode)	I_{DDS}	V_{EN}=0	-	0.1	1	□A
Input Voltage (High level)	V_{IH}	-	V_{DD} × 0.8	-	V_{DD} + 0.3	V
Input Voltage (Low level)	V_{IL}	-	-0.2	-	0.72	V
High level input current	I_{IH}	$V_{EN}=V_{DD}$	-	-	1	□A
Low level input current	I_{IL}	V_{EN}=0	-1	-	-	□A
Wavelength of maximum sensitivity	□p	Ta=25□C	-	365	-	nm
Output Setup Time	T_{SU}	$V_{EN}=V_{DD}$	-	-	1	ms
Output Voltage (Shading) *	V_{REF}	Ta=25□C, $V_{EN}=V_{DD}$	0.95	1.0	1.05	V
Output Voltage (10mW/cm^2 at □p) *	V_O	Ta=25□C, $V_{EN}=V_{DD}$	2.08	2.2	2.32	V

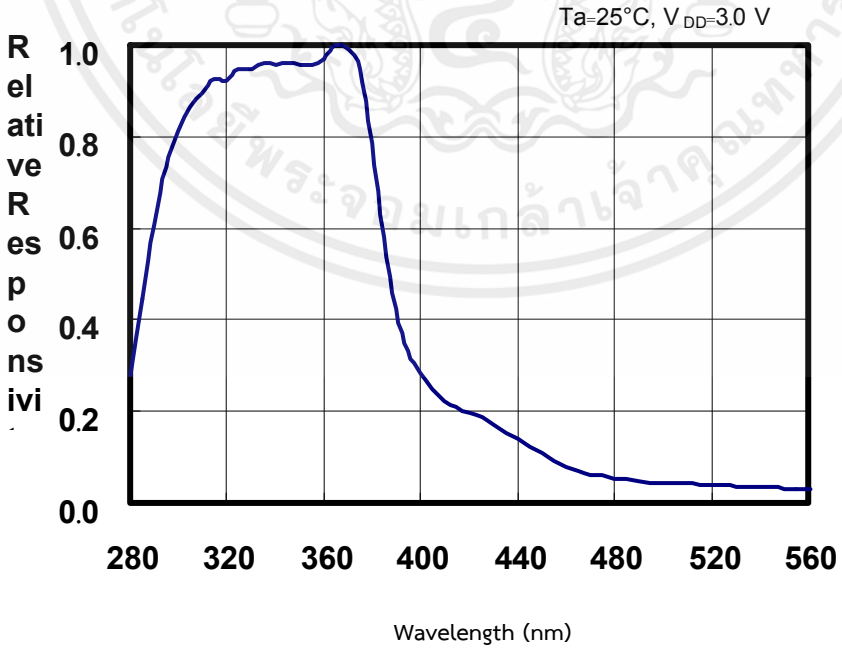
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

* Load resistance of OUT port is recommended more than 100 k□.

OUTPUT VALTAGE– UV INTENSITY CHARCTERISTICS



SPECTRAL RESPONSIVILITY CHARACTERISTICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TIMING CHART

Supply voltage and EN signal state should take one of the following procedures:

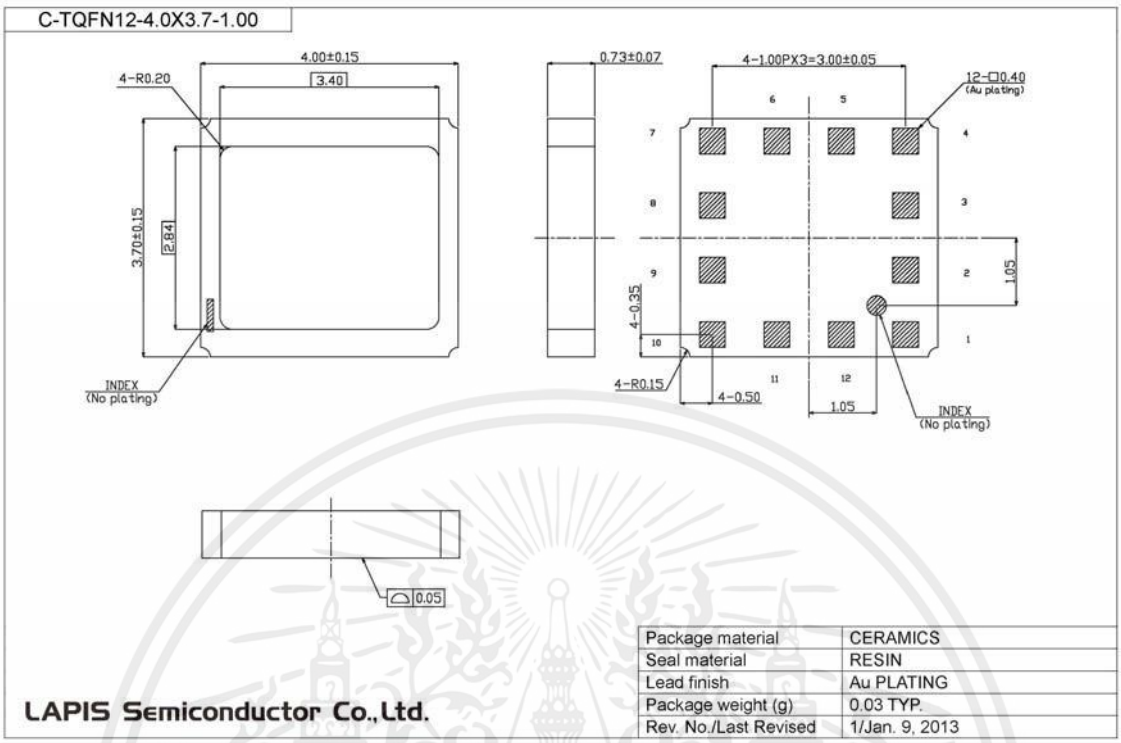
1. EN should be HIGH or LOW at the same time when V_{DD} is applied.
2. EN should be HIGH or LOW while V_{DD} is applied.

Output should be read after output voltage level becomes stable. Maximum time required until stable output voltage reaches is 1 millisecond after EN goes HIGH.

PACKAGE DIMENTIONS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Unit: mm)



Notes for Mounting the Surface Mount Type Package

The surface mount type packages are very susceptible to heat in reflow mounting and humidity absorbed in storage. Therefore, before you perform reflow mounting, contact our responsible sales person for the product name, package name, pin number, package code and desired mounting conditions (reflow method, temperature and times).

Specifications are defined without considering the UV absorption by an external cover material. Please contact our sales representativeus when the cover material is applied.

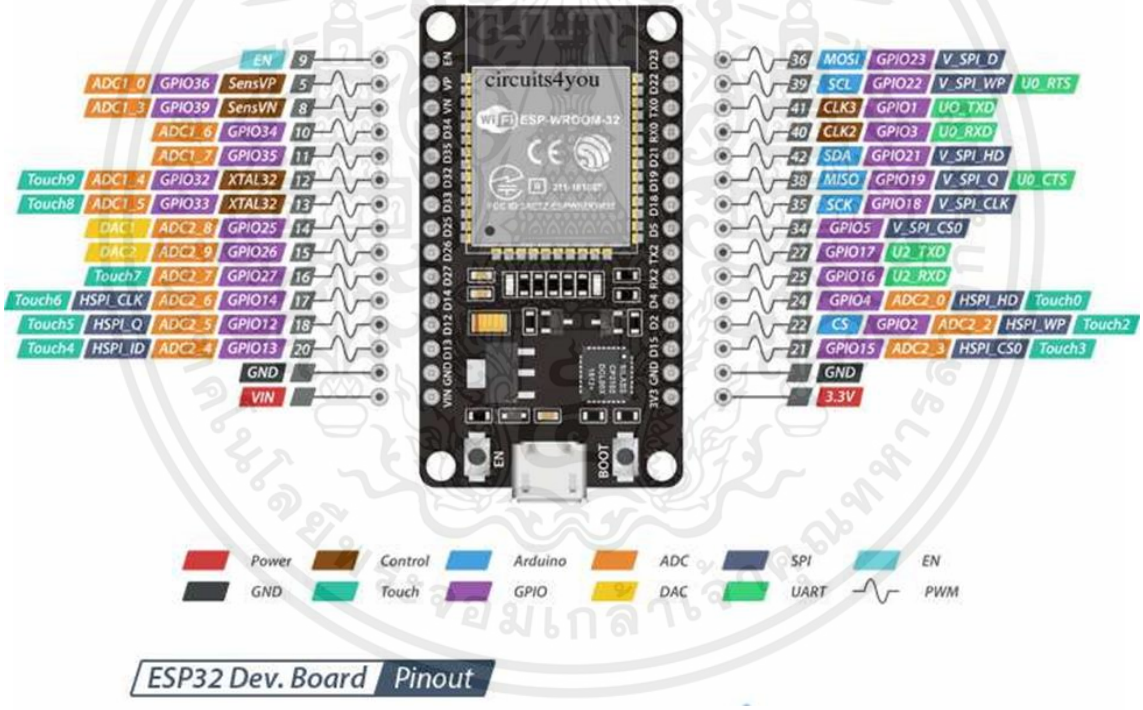
Do not press or rub the surface of the resin covering the top of the package where, which is on the UV-ray is light received. In addition, do not apply pressure at high temperature.

REVISON HISTORY

Document No.	Date	Page		Description
		Previous Edition	Current Edition	
FEDL851100FC-01	Sep. 3, 2008	-		Preliminary edition
FEDL8511-02	Jan. 24, 2008	-	1	Added disclaimer
FEDL8511-03	Nov. 7, 2008	-	-	Changed Logo OKI to OKI SEMICONDUCTOR
		1	5	The following items has been moved: PACKAGE, NOTICE, PRECAUTION and DISCLAIMER.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

		2	1	The following items have been moved: BLOCK DIAGRAM and PIN CONFIGRATION
		3	2	The following tables has been partially modified: RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS ELECTRO-OPTICAL CHARACTERISTICS
		3	2	Changed load resistance 500 k□ to 100 k□
		-	3	Added graphs
		-	4	Added “TIMING CHART”
FJDL8511-04	Jan. 17, 2013	1	1	Feature description is removed. Applications section is added.
		4	4	Explanation is provided to the timing chart.
		5	5	Package drawing is updated. Descriptions in the NOTE are modified. DISCLIMER is removed.
FJDL8511-05	Mar. 8, 2013	1	1	Descriptions in Pin configurations are modified.
		-	2	Example of connecting diagram is added.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้