การแสดงผลและควบคุมคุณภาพอากาศสำหรับตู้ปิด

AIR QUALITY MONITOR AND CONTROL FOR CHAMBER

ชาครีย์ ตั้งเจริญเกียรติ
อัญชิสา อยู่มงคล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

การแสดงผลและควบคุมคุณภาพอากาศสำหรับตู้ปิด

AIR QUALITY MONITOR AND CONTROL FOR CHAMBER

ชาครีย์ ตั้งเจริญเกียรติ

อัญชิสา อยู่มงคล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AIR QUALITY MONITOR AND CONTROL FOR CHAMBER

CHAKREE TANGCHAROENKIAT

ANCHISA YOOMONGKON

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การแสดงผลและควบคุมคุณภาพอากาศสำหรับตู้ปิด
AIR QUALITY MONITOR AND CONTROL FOR CHAMBER

ผู้จัดทำ นายชาครีย์ ตั้งเจริญเกียรติ 58010278
นางสาวอัญชิสา อยู่มงคล 58011441

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วรุจา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลและควบคุมคุณภาพอากาศสำหรับตู้ปิด

โดย
นายชาคริย์ ตั้งเจริญเกียรติ 58010278
นางสาวอัญชิสา อยู่มงคล 58011441

อาจารย์ที่ปรึกษา
ศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วรุจา

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ และการจำลองระบบเพื่อควบคุมคุณภาพอากาศ โดยชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศที่ออกแบบขึ้นจะทำการวัดก๊าซที่เป็นอันตราย อาทิเช่น แอมโมเนีย อะซีโตน โทลูอีน แอลกอฮอล์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นต้น รวมถึงตรวจวัดปริมาณฝุ่นขนาดเล็ก PM2.5 ค่าที่ได้จะถูกนำไปประมวลผลเพื่อไปควบคุมการระบายอากาศ เมื่อเกิดสภาวะผิดปกติในพื้นที่ที่มีการตรวจวัด และนำไปแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือผ่านเครือข่ายไวไฟ ทำให้สามารถดูค่าผ่านทางแอปพลิเคชันบนมือถือได้ ซึ่งค่าต่างๆ จะได้รับการอัพเดตอย่างต่อเนื่อง ทำให้สะดวกต่อการติดตามค่าโดยไม่จำเป็นต้องอ่านค่าที่ชุดตรวจวัด นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมการระบายอากาศผ่านการสั่งงานบนแอปพลิเคชันบนมือถือได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AIR QUALITY MONITOR AND CONTROL FOR CHAMBER

By
Mr. Chakree Tangcharoenkiat 58010278
Miss Anchisa Yoomongkon 58011441

Advisor
Prof.Dr.Vanchai Riewruja

Academic Year 2018

ABSTRACT

This thesis presents an air quality meter and system simulation for air quality control. The proposed air quality meter can measure dangerous gasses such as ammonia, acetone, toluene, alcohol, carbon monoxide and carbon dioxide, including the particulate matter (PM2.5). The values of each sensor will be analyzed to control the system of ventilation and will be sent to display on mobile application via Wi-Fi network. It can help to monitor the values on a mobile application in real-time. Therefore, there doesn't need to read the values from the meter installing the sensors. In addition, the system of ventilation can be controlled by direct command on mobile application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้ประสบผลสำเร็จไปได้ด้วยดี ทั้งนี้เนื่องจากคำแนะนำของอาจารย์ที่ปรึกษา ศาสตราจารย์ ดร.วันชัย ริ้วรุจา และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า รวมถึงอาจารย์ท่านอื่นๆ ในหลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม ผู้จัดทำขอขอบพระคุณในความอนุเคราะห์จากอาจารย์ทุกท่านที่ช่วยเหลือในการทำโครงงานนี้ และขอขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ช่วยเหลือและให้ข้อแนะนำในการทำโครงงานนี้ จึงทำให้โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ และถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่คณะผู้จัดทำ

คณะผู้จัดทำ
ชาคริย์ ตั้งเจริญเกียรติ
อัญชิสา อยู่มงคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VIII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 คาร์บอนไดออกไซด์	4
2.1.1 แหล่งที่มาของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	4
2.1.2 ประโยชน์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	4
2.1.3 อันตรายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	4
2.2 ก๊าซอันตรายต่างๆ	5
2.2.1 ก๊าซแอมโมเนีย	5
2.2.2 ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน	5
2.2.3 สารระเหย	5
2.3 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5)	5
2.3.1 ที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5)	6
2.3.2 อันตรายจากฝุ่น (PM2.5)	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.4 Anto	7
2.5 Thunkable	7
2.5.1 หลักการสร้างแอปพลิเคชันโดย Thunkable	8
2.6 เซนเซอร์ตรวจจับก๊าซอันตราย (MQ-135)	9
2.7 เซนเซอร์ตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (MG811)	10
2.8 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับฝุ่น (DSM501A)	10
2.9 NodeMCU ESP32	11
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	**12**
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน	12
3.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง	12
3.2.1 ESP32 WROOM Development Board	12
3.2.2 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับก๊าซอันตราย (MQ-135)	13
3.2.3 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (MG811)	13
3.2.4 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับฝุ่น (DSM501A)	13
3.2.5 หน้าจอแสดงผล LCD	14
3.2.6 หลอดไฟแสดงสถานะ	14
3.2.7 แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์	14
3.2.8 โมดูลควบคุมแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์	15
3.2.9 พัดลมคอมพิวเตอร์	15
3.3 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง	15
3.3.1 Arduino IDE	15
3.3.2 Anto	16
3.3.3 Thunkable	16
3.4 การออกแบบและการวางแผนการทำงาน	16
3.4.1 การออกแบบและการวางแผนทางด้านฮาร์ดแวร์	16
3.4.2 การออกแบบและการวางแผนทางด้านซอฟต์แวร์	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.5 วิธีการดำเนินงาน	17
3.5.1 การทดสอบเซนเซอร์	17
3.5.2 การต่อเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	21
3.5.3 การเขียนโปรแกรม Arduino	22
3.5.4 การสร้างแอปพลิเคชันด้วยเว็บไซต์ Thunkable	25
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**27**
4.1 ผลการประดิษฐ์ชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศและระบบจำลอง	27
4.2 การทดสอบการทำงานของชุดตรวจวัดคุณภาพของอากาศ	28
4.2.1 ทดสอบการการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	28
4.2.2 ทดสอบการตรวจวัดก๊าซอันตรายโดยใช้อะซีโตน	28
4.2.3 ทดสอบการตรวจวัดค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5	30
4.3 การทดสอบการทำงานของชุดตรวจวัดคุณภาพของอากาศกับระบบจำลอง	32
4.3.1 ทดสอบโดยใช้น้ำแข็งแห้ง	31
4.3.2 ทดสอบโดยใช้อะซีโตน	31
4.4 ผลการออกแบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ	33
4.4.1. ส่วนสถานะของก๊าซอันตราย	32
4.4.2. ส่วนแสดงค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์	32
4.4.3. ส่วนแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5	32
4.4.4. ส่วนสั่งเปิดปิดพัดลมระบายอากาศผ่านแอปพลิเคชัน	32
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	**36**
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	36
5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน	36
5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา	36
5.4 ข้อเสนอแนะ	37
เอกสารอ้างอิง	**38**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	**41**
ภาคผนวก ก MG811 CO2 Sensor	41
ภาคผนวก ข MQ-135 Gas Sensor	43
ภาคผนวก ค Dust Sensor Module DSM501A	45
ภาคผนวก ง DOIT ESP32 DEVKIT V1	53
ภาคผนวก จ โปรแกรมสำหรับชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ	54
ภาคผนวก ฉ โปสเตอร์	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 หน้าเริ่มต้นการใช้งานเว็บไซต์ Anto	7
2.2 ตัวอย่างของ Block ในเว็บไซต์ Thunkable ที่นำมาต่อกันแทนการเขียนโค้ด	8
2.3 หน้า Workspace ที่แบ่งเป็นส่วนต่างๆ บนเว็บไซต์ Thunkable	8
2.4 เซนเซอร์ MQ-135	9
2.5 หลักการทำงานของ MQ-135	9
2.6 วงจรการแบ่งแรงดันเอาต์พุต	9
2.7 เซนเซอร์ MG811	10
2.8 โมดูลเซนเซอร์ DSM501A	10
2.9 หลักการทำงานของ DSM501A	11
2.10 ESP32-WROOM-32	11
3.1 บอร์ดพัฒนา ESP32	12
3.2 โมดูลเซนเซอร์ MQ-135	13
3.3 โมดูลเซนเซอร์ MG811	13
3.4 โมดูลเซนเซอร์ DSM501A	13
3.5 โมดูลจอแสดงผล LCD 20x4	14
3.6 หลอดไฟ LED	14
3.7 Switching Power Supply 12V 5A	14
3.8 โมดูล LM7805	15
3.9 พัดลมระบายอากาศ	15
3.10 Arduino IDE	15
3.11 สัญลักษณ์เว็บไซต์ Anto.io	16
3.12 สัญลักษณ์เว็บไซต์ Thunkable	16
3.13 การต่อโมดูล MQ-135 กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	17
3.14 ผลแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ MQ-135 ในสภาวะปกติ	17
3.15 ผลแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ MQ-135 เมื่อมีการตรวจจับก๊าซอันตราย	18
3.16 การต่อโมดูล MG811 กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	18
3.17 ผลแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ MG811 ในสภาวะปกติ	19
3.18 ผลแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ MG811 ในสภาวะที่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีการเปลี่ยนแปลง	19
3.19 การต่อโมดูล DSM501A กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32	20
3.20 ค่า PM2.5 ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการตรวจจับฝุ่นละอองขนาดเล็ก	20
3.21 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ กับบอร์ด ESP32	21
3.22 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (1)	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.23 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (2)	22
3.24 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (3)	23
3.25 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (4)	23
3.26 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (5)	24
3.27 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (6)	24
3.28 หน้าเว็บไซต์ Anto แสดงข้อมูลที่ได้รับมา	25
3.29 หน้าต่างเว็บไซต์ Thunkable ในส่วนของการออกแบบหน้าแอปพลิเคชัน	25
3.30 หน้าต่างเว็บไซต์ Thunkable ในส่วนของการโปรแกรมการทำงานของแอปพลิเคชัน	26
4.1 ชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ	27
4.2 ระบบจำลองและชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ	27
4.3 อุปกรณ์แสดงค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ผ่านจอแสดงผล	28
4.4 สถานะปกติไฟแสดงสถานะสีเขียวติด	29
4.5 สถานะเตือนไฟแสดงสถานะสีเหลืองติด	29
4.6 สถานะอันตรายไฟแสดงสถานะสีแดงติด	30
4.7 อุปกรณ์แสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ที่วัดได้ผ่านจอแสดงผล	30
4.8 กราฟแสดงค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบจำลอง	31
4.9 กราฟแสดงค่าที่ได้จากเซนเซอร์ MQ-135 ซึ่งตรวจวัดก๊าซอันตรายในระบบจำลอง	32
4.10 หน้าแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือขณะปิดพัดลมระบายอากาศ	33
4.11 หน้าแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือขณะเปิดพัดลมระบายอากาศ	33
4.12 แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเทียบกับอุปกรณ์ในสภาวะปกติ	34
4.13 แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเทียบกับอุปกรณ์ในสภาวะเตือน	34
4.14 แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเทียบกับอุปกรณ์ในสภาวะอันตราย	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ค่าปริมาณ CO_2 ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพในช่วงต่างๆ	4
2.2 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและผลกระทบต่อร่างกาย	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ในปัจจุบันคุณภาพของอากาศเป็นสิ่งที่มีผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์เป็นอย่างมาก เนื่องจากเป็นสิ่งที่มนุษย์สัมผัสได้โดยตรงจากการหายใจ ไม่ว่าจะเป็นก๊าซที่เป็นอันตรายที่ปะปนอยู่ในอากาศ อาทิเช่น แอมโมเนีย อะซีโตน โทลูอีน แอลกอฮอล์ คาร์บอนมอนอกไซด์ และคาร์บอนไดออกไซด์ หรือฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ซึ่งจะส่งผลเสียต่อสุขภาพหากมีปริมาณเกินกว่าที่มาตรฐานกำหนดและปะปนอยู่เป็นเวลานาน เช่น ระบบหายใจเสียหาย แสบจมูก ออกซิเจนไม่ไหลเวียน หรือแม้แต่เป็นโรคมะเร็ง จากค่ามาตรฐานหากก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีปริมาณมากกว่า 2000 PPM จะทำให้เกิดอาการผิดปกติกับร่างกาย เช่น ปวดหัว เมื่อยล้า อันตราการเต้นของหัวใจเร็วขึ้น และสำหรับค่ามาตรฐานฝุ่นละขนาดเล็ก (PM2.5) หากมีปริมาณมากกว่า 50 $\mu g/m^3$ จะเริ่มมีผลกระทบต่อร่างกาย ในอากาศปกติจะประกอบด้วยปริมาณก๊าซต่างๆ มากมาย และมีปริมาณที่แตกต่างกันไปซึ่งจะอยู่ในอัตราส่วนที่ไม่เป็นอันตรายต่อร่างกาย แต่ในการดำเนินชีวิตและการกระทำของมนุษย์ถือเป็นการเพิ่มปริมาณของก๊าซและฝุ่นละอองในอากาศทำให้เกิดมลพิษทางอากาศได้ ในปัจจุบันจะเห็นได้ว่ามีโรงงานอุตสาหกรรมเกิดขึ้นมากมาย ทำให้ก๊าซบางชนิดอาจถูกนำไปใช้ในงาน เช่น การทดลองในห้องปฏิบัติการ ซึ่งในการทำงานในห้องจะต้องสัมผัสกับก๊าซที่อาจเป็นอันตรายอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ และหากได้สัมผัสก๊าซเหล่านี้ในปริมาณที่มากและเป็นเวลานานก็อาจจะส่งผลเสียต่อร่างกายได้ นอกจากนี้ในโรงงานที่มีกระบวนการผลิตต่างๆ อาจมีการปล่อยก๊าซที่เป็นอันตรายออกมาในปริมาณที่มาก จึงเป็นผลเสียต่อผู้ทำงาน ดังนั้นจะเป็นการดีกว่าที่จะสามารถทราบปริมาณของก๊าซเหล่านี้ รวมไปถึงปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กที่สามารถเข้าสู่ร่างกายได้ เพื่อนำไปปรับปรุงคุณภาพอากาศให้ดีขึ้น จากที่กล่าวมาทำให้ผู้จัดทำมีความสนใจในการสร้างชุดอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศที่สามารถตรวจวัดปริมาณก๊าซที่เป็นอันตราย และปริมาณของฝุ่นละอองขนาดเล็กได้ เพื่อตรวจวัดและและแสดงค่าปริมาณส่งค่าต่างๆ ที่ได้จากเซนเซอร์ไปแสดงผลในแอปพลิเคชันบนมือถือผ่านเครือข่าย Wi-Fi และยังแสดงสถานะของคุณภาพอากาศ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก บนหน้าจอแสดงผลในชุดอุปกรณ์ตรวจวัด และทางผู้จัดทำได้จำลองระบบระบายอากาศที่จะทำงานอัตโนมัติหากว่าค่าต่างๆ เกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ นอกจากนั้นยังสามารถควบคุมระบบระบายอากาศผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อสร้างอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพ
2. เพื่อตรวจวัดคุณภาพอากาศ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซน์ และปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) และแสดงผลผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ
3. เพื่อนำค่าคุณภาพอากาศ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) ไปควบคุมระบบจำลองการระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ออกแบบและสร้างชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศและการแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ
2. สร้างแอปพลิเคชันเพื่อนำมาใช้แสดงผลค่าต่างๆ และสั่งเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศ
3. ออกแบบและสร้างระบบจำลองแบบปิด
4. เขียนโปรแกรมที่ใช้สำหรับชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาหลักการของเซนเซอร์ที่จะนำมาใช้
3. ออกแบบและวางแผนการสร้างชุดอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ และระบบจำลองการระบายอากาศ
4. สั่งซื้อเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ
5. ทดสอบเซนเซอร์ที่นำมาใช้และเปรียบเทียบกับเซนเซอร์สำเร็จรูป
6. เขียนโปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิดพัดลมอัตโนมัติในระบบจำลอง
7. เขียนโปรแกรมการส่งค่าจากเซนเซอร์ไปแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือผ่านเครือข่าย Wi-Fi และแสดงค่าผ่านหน้าจอแสดงผลที่ชุดอุปกรณ์
8. ออกแบบและสร้างแอปพลิเคชันด้วยเว็บไซต์ Thunkable สำหรับการแสดงผลและการสั่งเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศในระบบจำลอง
9. สร้างชุดอุปกรณ์ตามแบบที่วางแผนไว้
10. ทดสอบชุดอุปกรณ์ตรวจวัดกับระบบจำลองและแก้ไขชุดอุปกรณ์ตรวจวัด
11. สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับทักษะเพิ่มเติมในการคิด การวางแผนการทำงาน และการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการทำโครงงาน
2. ได้รับทักษะเพิ่มเติมในการเขียนโปรแกรม
3. สามารถสร้างชุดอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ และให้มีการแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือผ่านเครือข่าย Wi-Fi
4. สามารถนำชุดอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศไปประยุกต์ใช้งานเพิ่มเติม เช่น การนำค่าที่ตรวจวัดไปใช้ในการควบคุมการเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศ

1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย 5 บท และ 5 ภาคผนวก ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ เป็นการกล่าวถึงที่มาของปริญญานิพนธ์ วัตถุประสงค์ของการทำปริญญานิพนธ์ ขอบเขตของโครงงาน ขั้นตอนการดำเนินงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับและรายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 ทฤษฎี หลักการ อุปกรณ์ และความรู้ที่เกี่ยวข้องในการออกแบบ เป็นการเพิ่มเติมความรู้ทฤษฎีและความเข้าใจในอุปกรณ์ต่างๆ ก่อนจะเริ่มการทำโครงงาน

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน เป็นการอธิบายขั้นตอนการทำชิ้นงานโดยละเอียดทั้งในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน เป็นการแสดงผลการใช้งานของอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศและการแสดงผลผ่านโทรศัพท์มือถือ

บทที่ 5 ผลสรุปและข้อเสนอแนะ เป็นบทสรุปภาพรวมของชิ้นงานรวมถึงสิ่งที่จะพัฒนาต่อไปในอนาคต

ภาคผนวก ก MG811 CO2 Sensor

ภาคผนวก ข MQ-135 Gas Sensor

ภาคผนวก ค Dust Sensor Module DSM501A

ภาคผนวก ง DOIT ESP32 DEVKIT V1

ภาคผนวก จ โปรแกรมสำหรับชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ภาคผนวก ฉ โปสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 คาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon Dioxide) เป็นก๊าซที่ไม่กลิ่นและไม่มีสี ประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม (CO_2) สามารถทำให้อยู่ในสภาวะของแข็งได้ โดยทำให้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เย็นตัวภายใต้แรงดันสูงจนเป็นของเหลว จากนั้นลดความดันลงอย่างรวดเร็วด้วยการปล่อยออกมาสู่ความดันบรรยากาศจะทำให้เป็นเกล็ดคล้ายๆ หิมะ จากนั้นนำมาอัดเป็นรูปเรียกคาร์บอนไดออกไซด์ที่เป็นของแข็งว่า น้ำแข็งแห้ง (Dry Ice) โดยปกติในธรรมชาติจะมีก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์อยู่ที่ 0.03 %

2.1.1 แหล่งที่มาของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

เนื่องจากคาร์บอนไดออกไซด์นั้นมีองค์ประกอบของคาร์บอน ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่สำคัญของสิ่งมีชีวิตทุกชนิด จึงทำให้คาร์บอนนั้นมีอยู่ทั้งในน้ำ พื้นดิน ชั้นหิน และชั้นบรรยากาศ ดังนั้นคาร์บอนไดออกไซด์จึงเกิดได้จากหลายสาเหตุ เช่น การหายใจของสิ่งมีชีวิต ภูเขาไฟระเบิด หรือการเผาไหม้เชื้อเพลิงและถ่านหิน

2.1.2 ประโยชน์ของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีประโยชน์ในหลายๆ ด้าน ประโยชน์อย่างแรกคือ พืชชนิดต่างๆ ต้องใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงเพื่อสร้างอาหาร ตลอดจนในด้านอุตสาหกรรม เช่น การผลิตลูกอม การผลิตน้ำอัดลม การผลิตโซดา อุตสาหกรรมแช่เย็น ใช้เป็นก๊าซดับเพลิง ใช้ในงานเชื่อมด้วยก๊าซ (Gas Welding) หรือแม้แต่ในทางการแพทย์ เช่น ในการผ่าตัดขนาดเล็กแพทย์จะใช้คาร์บอนไดออกไซด์ในการขยายช่องอก หรือช่องท้องเพื่อให้มีพื้นที่มากพอในการสอดเครื่องมือ

2.1.3 อันตรายของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

หากคาร์บอนไดออกไซด์เข้าสู่ร่างกายจะไปแทนที่ออกซิเจนในเลือด ทำให้เกิดอาการเหล่านี้ การหายใจลึกกว่าเดิม หายใจติดขัด ไปจนถึงปริมาณมากจนทำให้ร่างกายขาดออกซิเจนจะทำให้ปวดศีรษะ วิงเวียน อัตราการเต้นของหัวใจสูง ไปจนถึงหมดสติ ในตารางที่ 2.1 แสดงค่าปริมาณ CO_2 ที่มีผลต่อสุขภาพในช่วงต่างๆ

ตารางที่ 2.1 ค่าปริมาณ CO_2 ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพในช่วงต่างๆ

ปริมาณ CO_2 (PPM)	ผลกระทบต่อสุขภาพ
250 - 350	ค่าในสภาวะปกติ
350 - 1,000	ค่าในพื้นที่ที่มีที่อยู่อาศัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ค่าปริมาณ CO_2 ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพในช่วงต่างๆ (ต่อ)

ปริมาณ CO_2 (PPM)	ผลกระทบต่อสุขภาพ
1,000 – 2,000	ทำให้เกิดอาการง่วงนอน เป็นสภาพอากาศที่ไม่ดี
2,000 - 5,000	ทำให้เกิดอาการต่างๆ เช่น ปวดหัว ไม่มีสติ อัตราการเต้นของหัวใจเร็วขึ้น อาจมีการอาเจียน
5,000	เป็นสภาวะอากาศที่ผิดปกติ มีระดับก๊าซสูง
40,000	เป็นอันตราย

2.2 ก๊าซอันตรายต่างๆ

2.2.1 ก๊าซแอมโมเนีย

ก๊าซแอมโมเนีย (Ammonia) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี มีกลิ่นฉุน มีสูตรทางเคมีคือ NH_3 เป็นก๊าซที่มีทั้งประโยชน์และโทษ ประโยชน์ของแอมโมเนียนั้นมีมากมายหลายด้าน โดยเฉพาะในอุตสาหกรรม เช่น ใช้เป็นสารตั้งต้นในการผลิตกรดไนตริก (Nitric Acid) หรือใช้ในอุตสาหกรรมน้ำยางเข้มข้น (Concentrate Latex) และอื่นๆ อีกมากมาย แต่นอกจากประโยชน์แล้วหากได้รับก๊าซแอมโมเนียไปในปริมาณเล็กน้อยจะทำให้เกิดการระคายเคือง แสบคอ จาม แต่ถ้าหากได้รับในปริมาณที่มากอาจทำให้เกิดอาการเหล่านี้ เช่น ปวดแสบที่ลำคออย่างมาก เกิดอาการชักกระตุกของกล้ามเนื้อและระบบหายใจ ทำให้ร่างกายขาดออกซิเจนอย่างรวดเร็ว และอาจเสียชีวิตภายใน 2-3 นาที

2.2.2 ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน

ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนโดยส่วนใหญ่จะมี 2 ชนิดที่ทำให้เกิดมลพิษทางอากาศคือ ไนตริกออกไซด์ (NO) และ ไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2) โดยไนตริกออกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่มีสีและกลิ่น และสามารถเปลี่ยนเป็นก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ได้เมื่อทำปฏิกิริยากับโอโซน (O_3) ซึ่งก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจนมีโทษมากมาย เช่น เมื่อไนโตรเจนไดออกไซด์ทำปฏิกิริยากับสารระเหยอินทรีย์ (Volatile Organic Compound) จะทำให้เกิดหมอกควันระดับภาคพื้นหากสูดดมเข้าไปเป็นเวลานานจะทำให้เนื้อเยื่อปอดถูกทำลาย หรือไนโตรเจนออกไซด์เมื่อทำปฏิกิริยากับสารอื่นๆ ที่อยู่ในชั้นบรรยากาศของโลกแล้วตกลงมาในรูปแบบของฝน หมอก หรือหิมะจะมีฤทธิ์เป็นกรด

2.2.3 สารระเหย

สารระเหย (Inhalants) เป็นสารที่สามารถระเหยได้ในอากาศ และมีสมบัติในการทำลายและใช้ในอุตสาหกรรม เช่น ทินเนอร์ แอลกอฮอล์ กาว เป็นต้น และสามารถนำมาใช้เป็นส่วนประกอบในน้ำยาล้างเล็บ สีสเปรย์ ลูกโป่งวิทยาศาสตร์ เป็นต้น อันตรายของผู้เสพสารระเหยหลังจากเสพสารระเหยจะทำให้มีอาการ ควบคุมตัวเองไม่ได้ คลื่นไส้อาเจียน ประสาทหลอน หากสูดดมมากๆ อาจทำให้ชักหมดสติ หัวใจเต้นเร็วผิดจังหวะและอาจทำให้หัวใจวายได้

2.3 ฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5)

ฝุ่นละอองขนาดเล็กหรือ PM2.5 เป็นฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ไม่เกิน 2.5 ไมครอน ซึ่งมีขนาด 1 ใน 25 เท่าของเส้นผมมนุษย์ ซึ่งเล็กจนขนจมูกที่ทำหน้าที่กรองนั้นไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถกรองได้ และฝุ่นนั้นก็มีขนาดเพียงครึ่งหนึ่งของเม็ดเลือดที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 ไมครอน จึงทำให้สามารถกระจายไปยังส่วนต่างๆ ของร่างกายมนุษย์ได้

2.3.1 ที่มาของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5)

ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 มีแหล่งที่มาหลักๆ 2 แหล่งคือ

1. แหล่งกำเนิดโดยตรง ได้แก่ การเผาในที่โล่ง การผลิตไฟฟ้า โรงงานอุตสาหกรรม ธุรกิจการค้า กิจกรรมจากแหล่งที่อยู่อาศัย ชีวิตประจำวัน

2. การรวมตัวของก๊าซอื่นๆ ในชั้นบรรยากาศ ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และออกไซด์ของไนโตรเจน (NO_x) รวมทั้งสารพิษอื่นๆ ที่ล้วนเป็นอันตรายต่อร่างกายมนุษย์

2.3.2 อันตรายจากฝุ่น (PM2.5)

โรคที่เกิดจากฝุ่น PM2.5 มีอยู่มากมาย ตัวอย่างเช่น

1. โรคระบบทางเดินหายใจ เนื่องจากเป็นฝุ่นละอองขนาดเล็กจึงสามารถทำให้สามารถทะลุเข้าไปถึงปอดได้ ทำให้เกิดการอักเสบ ระคายเคือง และเป็นโรคทางระบบทางเดินหายใจได้

2. โรคหัวใจและหลอดเลือด เมื่อฝุ่นเข้าสู่กระแสเลือดทำให้เลือดมีความข้นขึ้นส่งผลให้หัวใจนั้นทำงานหนักขึ้น

3. โรคผิวหนัง เนื่องจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 มีองค์ประกอบหลักคือ คาร์บอน ซึ่งสามารถละลายน้ำได้ดี จึงสามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชันกับผิวหนังทำให้ ผิวหนังหมองคล้ำ ส่งผลต่อการทำงานของผิวหนังในระดับเซลล์ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของโรคผิวหนังอักเสบ และโรคภูมิแพ้ผิวหนัง

4. โรคเยื่อบุตาอักเสบ เยื่อบุตาอักเสบหรืออาการตาแดงเกิดจากการที่ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 เข้าสู่เยื่อบุตาจนเกิดการอักเสบ ตาแดง แสบตา คันตา

นอกจากนี้เนื่องจากฝุ่นละอองมีขนาดเล็กมากจึงสามารถเข้าสู่ร่างกาย และยังนำสารอื่นเข้ามาสู่ร่างกายด้วย เช่น แคดเมียม ปรอท โลหะหนัก ไฮโดรคาร์บอน และสารก่อมะเร็ง สำหรับระดับความอันตรายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก (PM2.5) แสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กและผลกระทบต่อร่างกาย

ปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก ($\mu g/m^3$)	สภาพอากาศ	ข้อความแจ้งเตือน
0-25	ดี	สภาพอากาศปกติ
26-37	ดี	สภาพอากาศปกติ
38-50	ปานกลาง	สามารถออกกำลังกายกลางแจ้งได้ปกติ
51-90	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	ควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมนอกบ้านหากจำเป็นควรสวมหน้ากากป้องกัน
มากกว่า 90	เริ่มมีผลกระทบต่อสุขภาพ	ควรหลีกเลี่ยงกิจกรรมนอกบ้านหากจำเป็นควรสวมหน้ากากป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Anto

Anto คือสื่อกลางในการสื่อสารระหว่างฮาร์ดแวร์ เข้าสู่อินเทอร์เน็ต โดยเป็นสื่อกลางในการสื่อสาร ให้บริการฟรี เป็นเสมือนตัวกลางในการสื่อสารระหว่างสิ่งต่างๆ บนโลกอินเทอร์เน็ต เช่น ต้องการสั่งงานบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านอินเทอร์เน็ตโดยใช้โทรศัพท์มือถือ เป็นต้น ซึ่งระบบรองรับการติดต่อสื่อสารผ่าน HTTP, HTTPS, MQTT, MQTTS, Websocket ทำให้ไม่ต้องติดตั้งเซิร์ฟเวอร์ โดย Anto รองรับอุปกรณ์ ESP8266, Raspberrypi และ esp32 ดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 หน้าเริ่มต้นการใช้งานเว็บไซต์ Anto

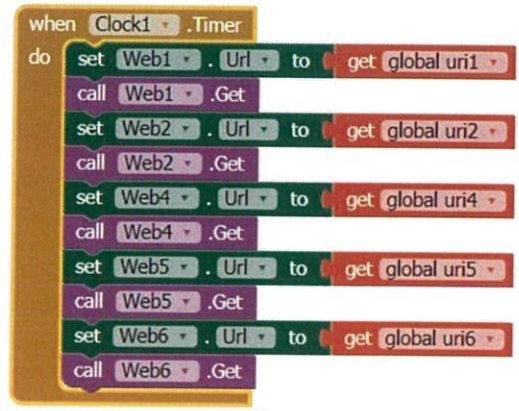
การใช้งาน Anto สามารถทำได้ดังนี้

1. เข้าหน้าเว็บไซต์ https://www.anto.io/ จากนั้นกด Sign up ทำการกรอกข้อมูลให้ครบถ้วน และกด Create a new account
2. เมื่อสมัครสมาชิกแล้ว ทำการ Login เข้ามาที่หน้าเว็บ
3. สร้าง Things โดยการกด Create new thing ทำการกรอกข้อมูล และกด Add new
4. เมื่อสร้าง Things แล้ว ให้เลือก Action แรก เพื่อทำการสร้าง Channel โดยการกด Create new channel ทำการกรอกข้อมูล และกด Add new
5. สร้าง Key โดยกด Create new key จากนั้นเลือก Channel ที่ต้องการจะอ่านและอัพเดตข้อมูล และทำกด Add new

2.5 Thunkable

Thankable คือ เครื่องมือที่สามารถสร้างแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือได้โดยง่าย และสามารถนำไปใช้ได้จริง สามารถใช้ได้ทั้งในระบบ iOS และ Android โดยที่ไม่ต้องเขียนโค้ดเพื่อกำหนดการทำงานของแอปพลิเคชัน ซึ่งสามารถนำส่วนต่างๆ เช่น ปุ่ม รูปภาพ หรือการทำงานของแอปพลิเคชันมาต่อกันแทนการเขียนโค้ด ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของ Block ในเว็บไซต์ Thunkable ที่นำมาต่อกันแทนการเขียนโค้ด

2.5.1 หลักการสร้างแอปพลิเคชันโดย Thunkable

เมื่อเข้าสู่เว็บไซต์ Thunkable จะมีแทบเมนูและหน้าต่างแสดง Workspace ที่ถูกแบ่งออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1. Tutorials จะรวบรวมตัวอย่างต่างๆ ของแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือให้สามารถลองทำตามได้

2. Design สำหรับการออกแบบหน้าจอของแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่จะสร้างขึ้น โดยสามารถลากส่วนต่างๆ มาวางได้บนหน้าจำลองของโทรศัพท์มือถือ

3. Blocks สร้างลอจิกให้กับแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือสร้างขึ้น

4. Screen แสดงผลการออกแบบหน้าตาของแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือที่กำลังทำ

5. Menu Tab สามารถแชร์แอปพลิเคชันที่ทำอยู่ให้กับผู้อื่น หรือว่าจะดาวน์โหลดแอปพลิเคชันลงมาทดลองที่เครื่องได้

6. Property ตั้งค่า เปลี่ยนชื่อ แก้ไขขนาด เปลี่ยนสี หรือเปลี่ยนคุณสมบัติของบล็อกต่างๆ ได้ ดังรูปที่ 2.3

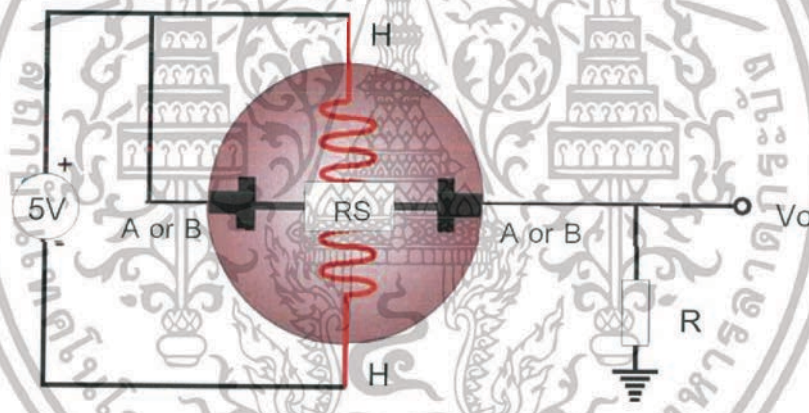
รูปที่ 2.3 หน้า Workspace ที่แบ่งเป็นส่วนต่างๆ บนเว็บไซต์ Thunkable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 เซนเซอร์ตรวจจับก๊าซอันตราย (MQ-135)

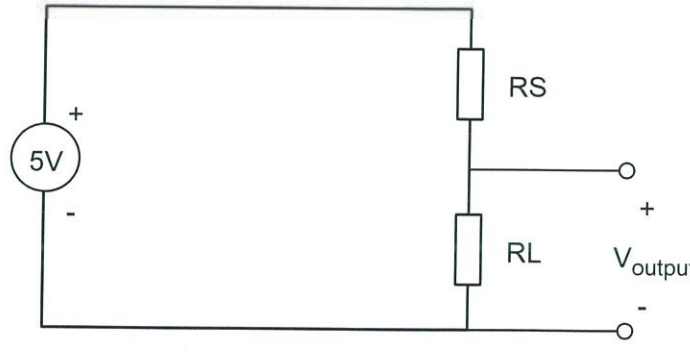
MQ-135 เป็นเซนเซอร์ตรวจวัดคุณภาพอากาศโดยสามารถตรวจจับก๊าซที่เป็นอันตราย อย่างเช่น แอมโมเนีย อะซีโตน แอลกอฮอล์ เบนซีน โทลูอีน และคาร์บอนมอนอกไซด์ เป็นต้น มีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2.4 โดยเมื่อจ่ายไฟให้กับเซนเซอร์ ที่ขา H จะได้รับพลังงานและเกิดความร้อนขึ้น เมื่อก๊าซอันตรายหรือก๊าซพิษต่างๆ มาทำปฏิกิริยาจะทำให้ค่าความต้านทาน RS หรือความต้านทานระหว่างขา A และ B เปลี่ยนแปลง ดังแสดงในรูปที่ 2.5 หากมีการตรวจจับก๊าซพิษในปริมาณที่มาก ค่าความต้านทาน RS จะลดลง

รูปที่ 2.4 เซนเซอร์ MQ-135



รูปที่ 2.5 หลักการทำงานของ MQ-135

โมดูลเซนเซอร์ MQ-135 จะให้ค่าเอาต์พุตอยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าซึ่งเป็นไปตามกฎแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) ดังแสดงในรูปที่ 2.6

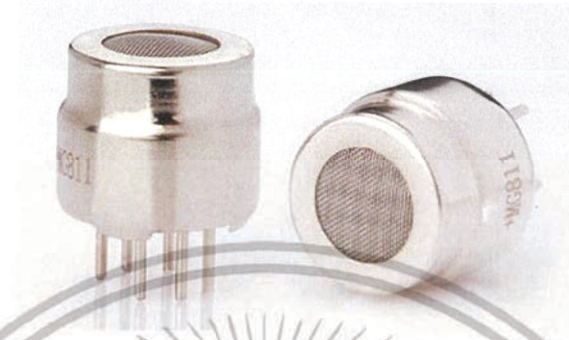


รูปที่ 2.6 วงจรการแบ่งแรงดันเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 เซนเซอร์ตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (MG811)

MG811 เป็นเซนเซอร์ตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเมื่อจ่ายไฟให้กับโมดูลเซนเซอร์จะเกิดไอความร้อน และแยกก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ออกจากอากาศทั่วๆ ไป เอาต์พุตที่ได้อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าซึ่งจะมีค่าผกผันกับปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่ตรวจจับได้ ดังรูปที่ 2.7



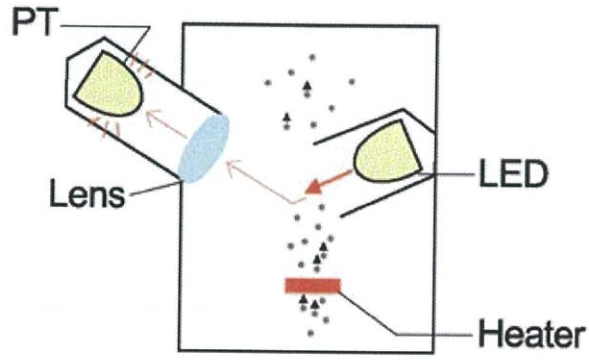
รูปที่ 2.7 เซนเซอร์ MG811

2.8 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับฝุ่น (DSM501A)

DSM501A เป็นเซนเซอร์ตรวจจับฝุ่นละอองในอากาศ มีโครงสร้างดังรูปที่ 2.8 โดยใช้หลักการส่องแสงมาตกกระทบฝุ่นละอองที่ผ่านเข้ามาในโมดูลเซนเซอร์และสะท้อนไปยังตัวรับแสง ดังแสดงในรูปที่ 2.9 ซึ่งการสะท้อนของแสงจะแตกต่างกันออกไปตามขนาดของฝุ่นละออง เอาต์พุตที่ได้อยู่ในรูปของสัญญาณ PWM เมื่อมีการตรวจจับฝุ่นละอองสัญญาณเอาต์พุตจะเกิดการเปลี่ยนแปลงจากสภาวะ HIGH เป็น LOW และหากไม่มีการตรวจจับฝุ่นละอองเอาต์พุตจะคงสภาวะเป็น HIGH

รูปที่ 2.8 โมดูลเซนเซอร์ DSM501A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 หลักการทำงานของ DSM501A

2.9 NodeMCU ESP32

ESP32 เป็นไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รองรับการเชื่อมต่อ Wi-Fi และสามารถเชื่อมต่อ Bluetooth Low-Energy (BLE, BT4.0, Bluetooth Smart) โดย ESP32 ได้พัฒนา และแก้ไขจุดด้อยต่างๆ ของ ESP8266 ซึ่งเป็นไอซีที่ถูกผลิตออกมาก่อน ในเรื่องของการเพิ่มจำนวน I/O และอินพุตแบบอะนาลอกเพื่อให้เพียงพอกับการใช้งาน และฮาร์ดแวร์มีประสิทธิภาพในการทำงานสูงขึ้น มีความเสถียรภาพสูง

สำหรับขาใช้งานของ ESP32 รองรับการเชื่อมต่อบัสต่างๆ ดังนี้

1. มี GPIO จำนวน 32 ช่อง
2. รองรับ UART จำนวน 3 ช่อง
3. รองรับ SPI จำนวน 3 ช่อง
4. รองรับ I^2C จำนวน 2 ช่อง
5. รองรับ ADC จำนวน 12 ช่อง
6. รองรับ DAC จำนวน 2 ช่อง
7. รองรับ I^2S จำนวน 2 ช่อง
8. รองรับ PWM/Timer ทุกช่อง
9. รองรับการเชื่อมต่อกับ SD-Card

รูปที่ 2.10 ESP32-WROOM-32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

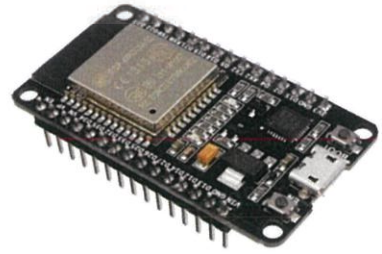
ขั้นตอนของการดำเนินงานได้วางแผนไว้ดังนี้

1. ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาหลักการของเซนเซอร์ที่จะนำมาใช้
3. ออกแบบและวางแผนการสร้างชุดอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ และระบบจำลองการระบายอากาศ
4. สั่งซื้อเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ
5. ทดสอบเซนเซอร์ที่นำมาใช้และเปรียบเทียบกับเซนเซอร์สำเร็จรูป
6. เขียนโปรแกรมควบคุมการเปิด-ปิดพัดลมอัตโนมัติในระบบจำลอง
7. เขียนโปรแกรมการส่งค่าจากเซนเซอร์ไปแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือผ่านเครือข่าย Wi-Fi และแสดงค่าผ่านหน้าจอแสดงผลที่ชุดอุปกรณ์
8. ออกแบบและสร้างแอปพลิเคชันด้วยเว็บไซต์ Thunkable สำหรับการแสดงผลและการสั่งเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศในระบบจำลอง
9. สร้างชุดอุปกรณ์ตามแบบที่วางแผนไว้
10. ทดสอบชุดอุปกรณ์ตรวจวัดกับระบบจำลองและแก้ไขชุดอุปกรณ์ตราจวัด
11. สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

3.2 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

3.2.1 บอร์ดพัฒนา ESP32

บอร์ดพัฒนา ESP32 ทำหน้าที่รับค่าจากเซนเซอร์ เพื่อทำการประมวลผล โดยบอร์ดจะส่งค่าไปแสดงผลบนหน้าจอ LCD และไฟแสดงสถานะที่ชุดอุปกรณ์ และยังส่งค่าไปควบคุมการเปิด-ปิดพัดลมในระบบจำลอง รวมไปถึงการส่งค่าไปแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือผ่านเครือข่าย Wi-Fi อีกด้วย ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บอร์ดพัฒนา ESP32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับก๊าซอันตราย (MQ-135)

ทำหน้าที่ตรวจจับก๊าซพิษที่อยู่ในอากาศ เช่น แอมโมเนีย และอะซีโตน เป็นต้น และจะส่งค่าที่อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ดังรูปที่ 3.2

รูปที่ 3.2 โมดูลเซนเซอร์ MQ-135

3.2.3 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (MG811)

ทำหน้าที่ตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และจะส่งค่าที่อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้าไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 โมดูลเซนเซอร์ MG811

3.2.4 โมดูลเซนเซอร์ตรวจจับฝุ่น (DSM501A)

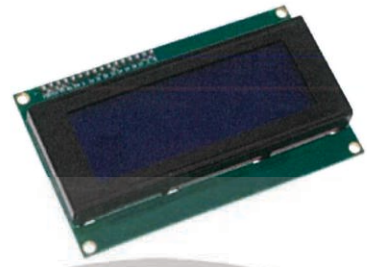
ทำหน้าที่ตรวจจับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 โดยจะส่งค่าที่อยู่ในรูปของสัญญาณ PWM ไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 โมดูลเซนเซอร์ DSM501A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 หน้าจอแสดงผล LCD

ใช้สำหรับแสดงสภาวะก๊าซอันตราย ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ และปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 โดยรับค่ามาจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ที่ได้ทำการประมวลผลแล้ว ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 โมดูลจอแสดงผล LCD 20x4

3.2.6 หลอดไฟแสดงสถานะ

เพื่อแสดงสถานะของก๊าซอันตราย 3 สถานะ ประกอบด้วย สภาวะปกติ (สีเขียว) สภาวะแจ้งเตือนก่อนจะเป็นอันตราย (สีเหลือง) และสภาวะที่ปริมาณก๊าซมากจนอาจทำให้เป็นอันตรายได้ (สีแดง) โดยจะรับคำสั่งจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 เพื่อควบคุมการเปิด-ปิดไฟ ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 หลอดไฟ LED

3.2.7 แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์

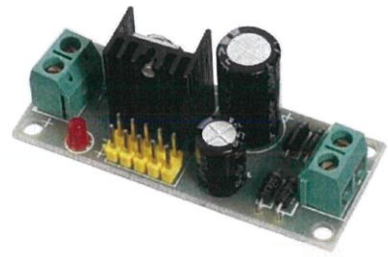
เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆ โดยใช้หม้อแปลงอินพุต 220 โวลต์ เอาต์พุต 12 โวลต์ 5 แอมแปร์ ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 Switching Power Supply 12V 5A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.8 โมดูลควบคุมแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์

เป็นโมดูลที่ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ให้กับอุปกรณ์ต่างๆ โดยการแปลงแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 โมดูล LM7805

3.2.9 พัดลมระบายอากาศ

เป็นพัดลมที่ใช้ในระบบจำลองการระบายอากาศ จะถูกควบคุมการเปิด-ปิดโดยการรับคำสั่งจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 พัดลมระบายอากาศ

3.3 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

3.3.1 Arduino IDE

ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมการทำงานต่างๆ ให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ดังรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 Anto

เป็นตัวกลางในการรับ-ส่งข้อมูลระหว่างบอร์ด ESP32 และแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ ดังรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 สัญลักษณ์เว็บไซต์ Anto.io

3.3.3 Thunkable

ใช้ออกแบบและสร้างแอปพลิเคชันสำหรับติดตั้งบนโทรศัพท์มือเพื่อแสดงค่าที่ชุดอุปกรณ์ตรวจวัดได้ และสั่งการเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศในระบบจำลอง ดังรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 สัญลักษณ์เว็บไซต์ Thunkable

3.4 การออกแบบและการวางแผนการทำงาน

3.4.1 การออกแบบและการวางแผนทางด้านฮาร์ดแวร์

1. ศึกษาและเลือกเซนเซอร์ที่ต้องการ
2. ศึกษาและเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้งาน
3. ทดสอบผลการวัดของเซนเซอร์ทุกตัว
4. เลือกอุปกรณ์สำหรับแสดงผล แหล่งจ่ายไฟ และอุปกรณ์อื่นๆ ที่ต้องใช้ในการต่อร่วมกัน
5. ออกแบบชุดอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ และระบบจำลองการระบายอากาศ
6. ประกอบอุปกรณ์ต่างๆ ตามรูปแบบที่ออกแบบไว้

3.4.2 การออกแบบและการวางแผนทางด้านซอฟต์แวร์

1. ศึกษาโปรแกรมที่จะนำมาเขียนให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และการสร้างแอปพลิเคชัน

2. กำหนดรูปแบบการแสดงผล

3. เขียนโปรแกรม Arduino เพื่อรับค่าจากเซนเซอร์ และส่งค่าไปแสดงผลตามรูปแบบที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

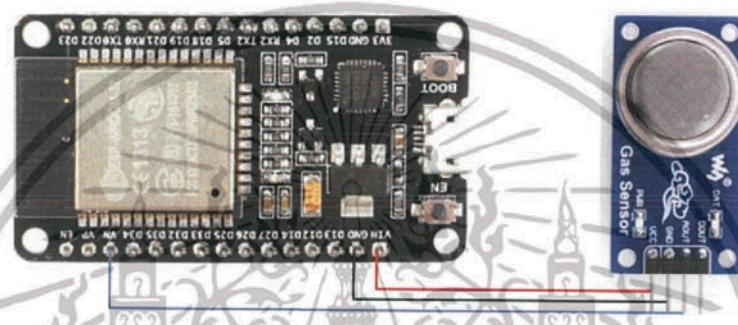
4. สร้างแอปพลิเคชันด้วย Thunkable เพื่อแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ
5. ทดสอบโปรแกรม และแอปพลิเคชันกับชุดอุปกรณ์ที่ประกอบไว้

3.5 วิธีการดำเนินงาน

3.5.1 การทดสอบเซนเซอร์

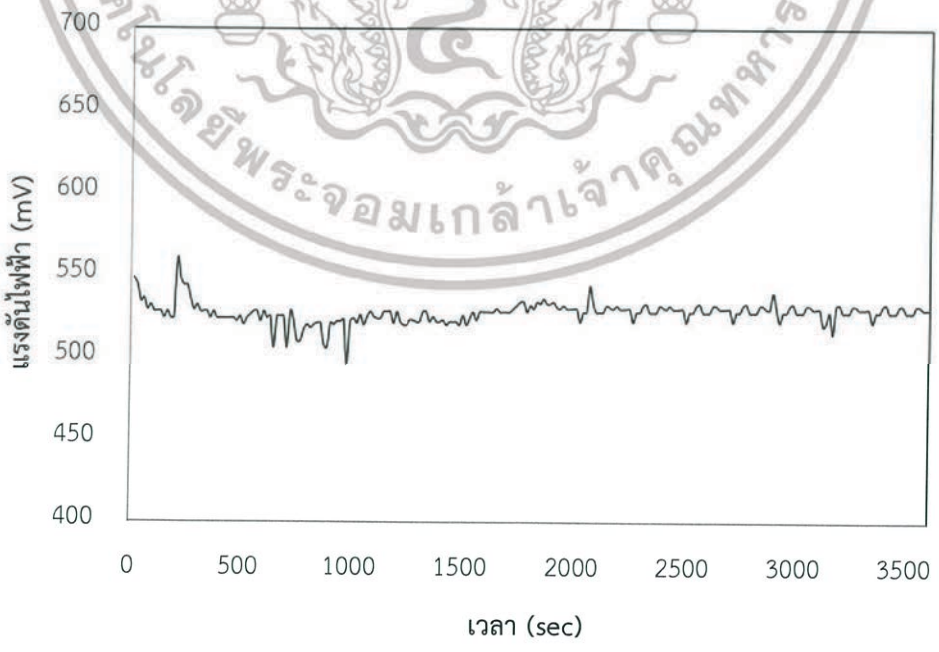
การทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับก๊าซอันตราย (MQ-135)

ทดสอบเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ เมื่อมีการตรวจจับก๊าซอันตราย โดยจะนำโมดูลเซนเซอร์ต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การต่อโมดูล MQ-135 กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

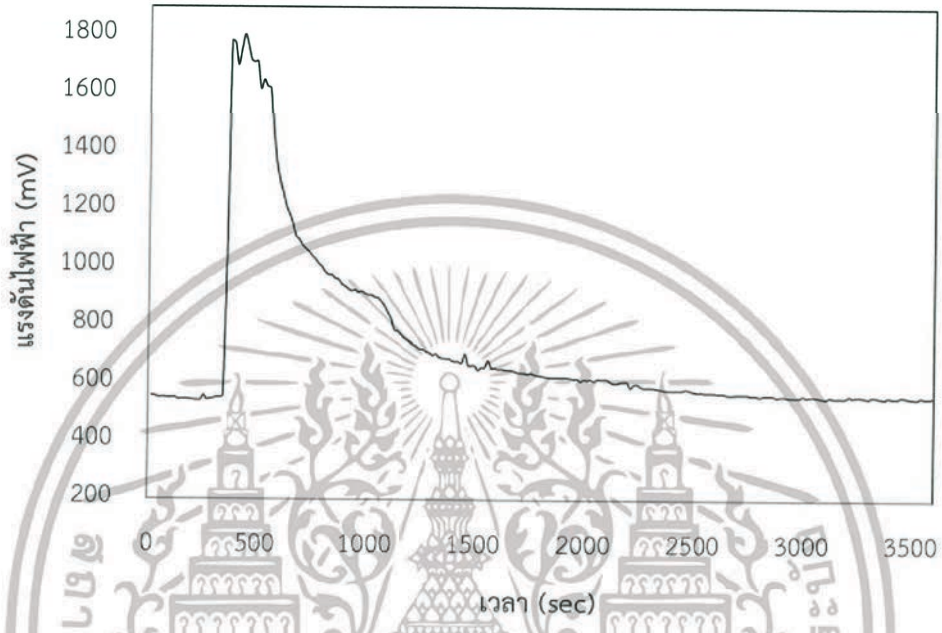
ในการทดสอบจะวางเซนเซอร์ไว้ในพื้นที่ปิดขนาดเล็ก ในสภาวะปกติ แรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ประมาณอยู่ในช่วง 500-600 มิลลิโวลต์ ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ผลแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ MQ-135 ในสภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

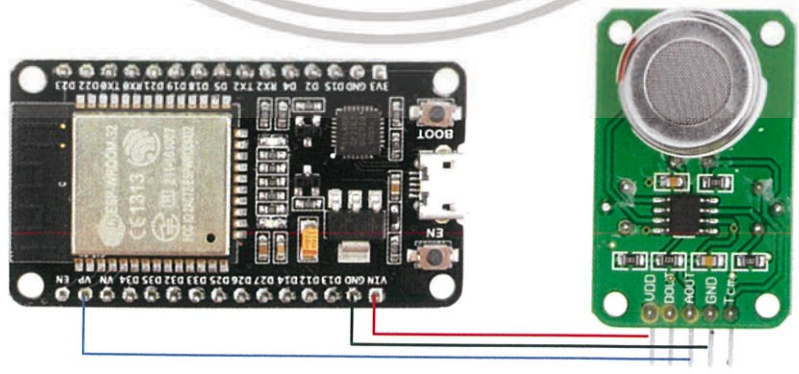
เมื่อทดลองให้เซนเซอร์ตรวจจับก๊าซอันตราย โดยนำอะซีโตนมาวางไว้ในบริเวณที่มีเซนเซอร์ทำให้แรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์มีค่าเพิ่มขึ้น และเมื่อนำอะซีโตนออกจากบริเวณที่มีเซนเซอร์ จะเห็นว่าค่าแรงดันเอาต์พุตของจะเริ่มลดลงเรื่อยๆ จนกระทั่งค่าแรงดันกลับมาอยู่ในช่วงปกติหรือเป็นช่วงที่เซนเซอร์วัดได้เมื่ออยู่ในสภาวะปกติ โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวจะแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ผลแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ MQ-135 เมื่อมีการตรวจจับก๊าซอันตราย

การทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (MG811)

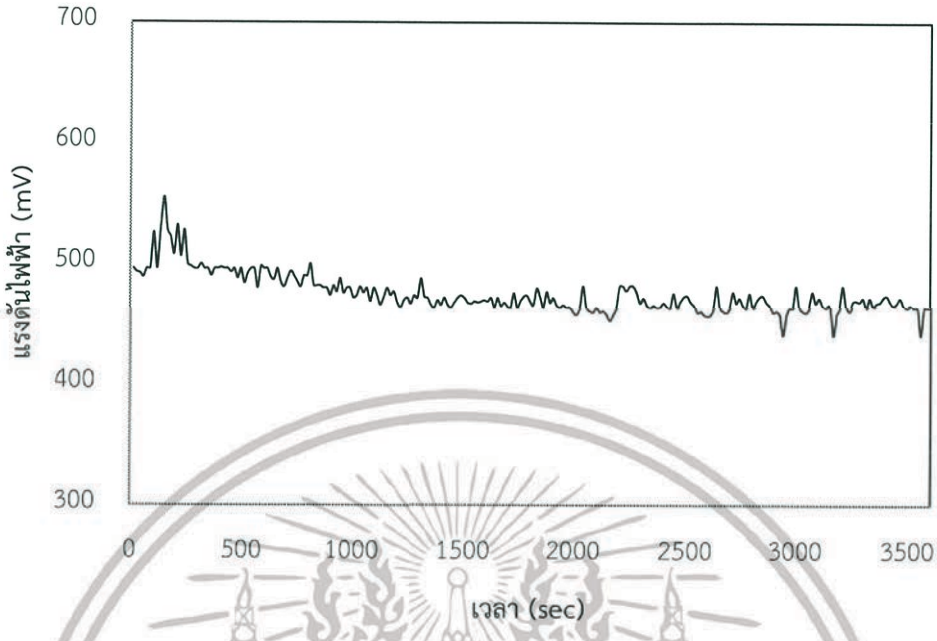
ทดสอบเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของค่าแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ เมื่อมีการตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยจะนำโมดูลเซนเซอร์ต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 การต่อโมดูล MG811 กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

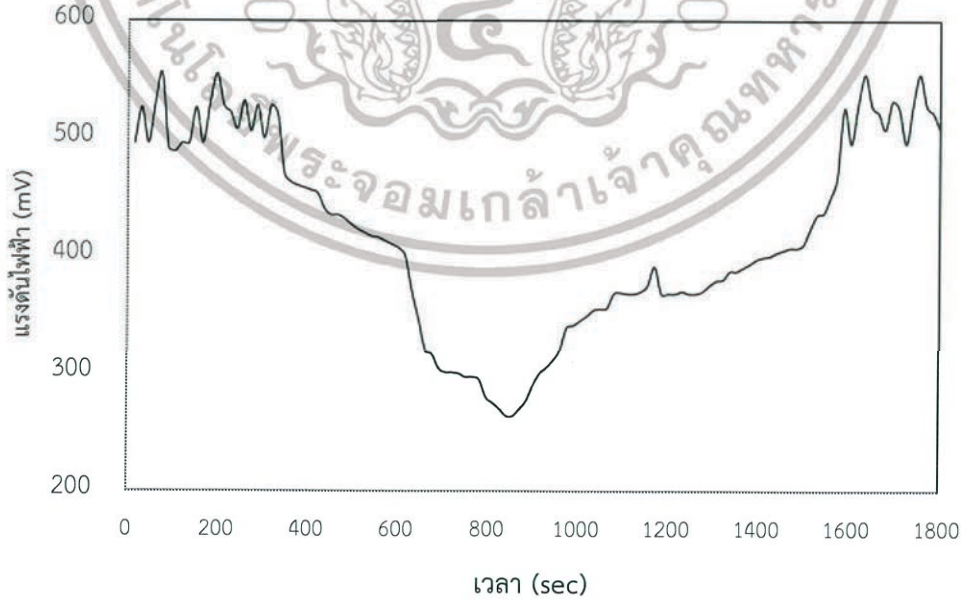
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทดสอบจะวางเซนเซอร์ไว้ในพื้นที่ปิดขนาดเล็ก ในสภาวะปกติ แรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์จะมีค่าดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ผลแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ MG811 ในสภาวะปกติ

เมื่อทดลองให้เซนเซอร์ตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้น้ำแข็งแห้งมาวางไว้ในบริเวณที่มีเซนเซอร์ ทำให้แรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์มีค่าลดลง เมื่อนำน้ำแข็งแห้งออกจากบริเวณที่มีเซนเซอร์ จะเห็นว่าค่าแรงดันเอาต์พุตของจะเริ่มเพิ่มขึ้นจนกระทั่งค่าแรงดันกลับมาอยู่ในช่วงปกติ หรือเป็นช่วงที่เซนเซอร์วัดได้เมื่ออยู่ในสภาวะปกติ โดยความสัมพันธ์ดังกล่าวจะแสดงในรูปที่ 3.18

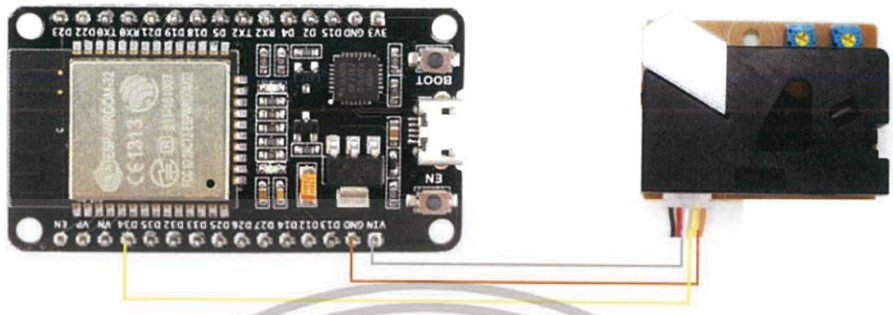


รูปที่ 3.18 ผลแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ MG811 ในสภาวะที่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

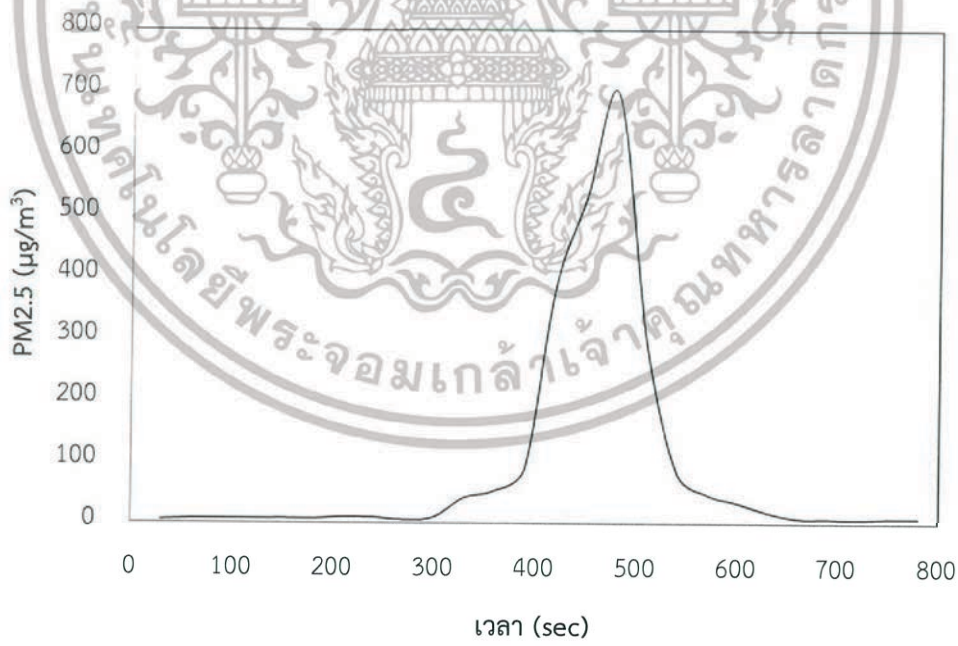
การทดสอบเซนเซอร์ตรวจจับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 (DSM501A)

ทดสอบเพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของค่าเอาต์พุตของเซนเซอร์ เมื่อมีการตรวจจับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 โดยจะนำโมดูลเซนเซอร์ต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32 ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การต่อโมดูล DSM501A กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ESP32

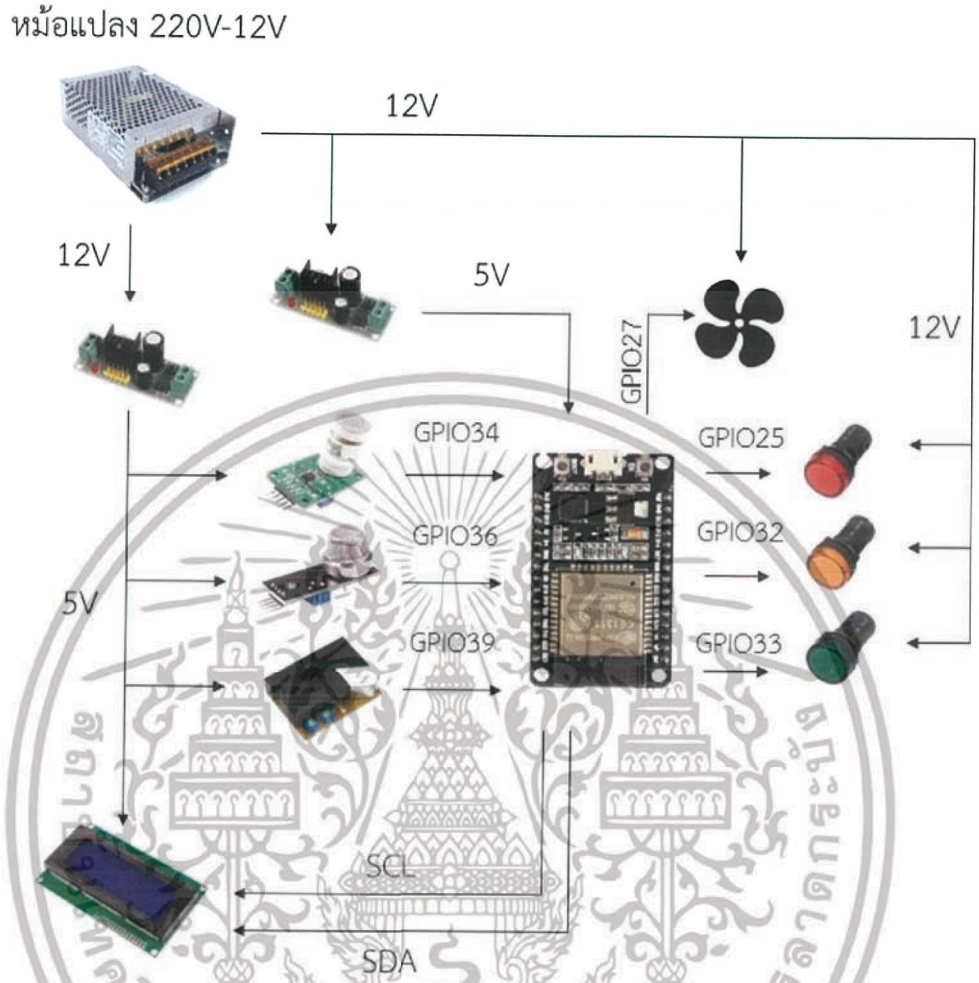
ในการทดสอบจะวางเซนเซอร์ไว้ในพื้นที่ปิดขนาดเล็ก ในสภาวะปกติค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ที่วัดได้จะมีค่าประมาณอยู่ที่ 7 $\mu g/m^3$ และเมื่อทดลองให้เซนเซอร์ตรวจจับควันธูป ค่าฝุ่นละลองขนาดเล็กที่วัดได้จะมีค่าสูงขึ้น แต่เมื่อเซนเซอร์ตรวจไม่พบควันธูป ค่าที่วัดได้ก็จะลดลงแล้วกลับสู่ค่าในสภาวะปกติ ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 ค่า PM2.5 ที่เปลี่ยนแปลงเมื่อมีการตรวจจับฝุ่นละอองขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การต่อเซนเซอร์และอุปกรณ์ต่างๆ กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์



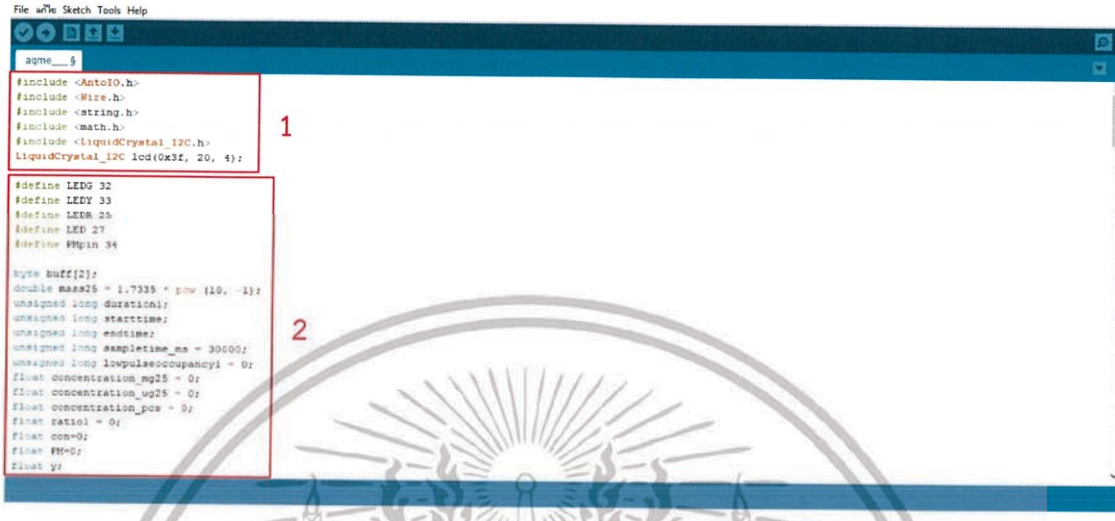
รูปที่ 3.21 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ กับบอร์ด ESP32

ภายในวงจรจะมีแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ ซึ่งต่อกับไฟบ้านและจ่ายให้กับหลอดไฟแสดงสถานะ โมดูลควบคุมแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ และพัดลมระบายอากาศในระบบจำลองโดยตรง สำหรับบอร์ด ESP32 เซนเซอร์ และจอแสดงผล จะใช้แหล่งจ่ายไฟจากโมดูลควบคุมแรงดันไฟฟ้า 5 โวลต์ เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้จำเป็นต้องใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ จึงไม่สามารถต่อแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ได้โดยตรง ในการเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด ESP32 กับอุปกรณ์เซนเซอร์ 3 ตัว จะใช้ขาอินพุต GPIO34, GPIO36 และ GPIO39 ในส่วนของหลอดไฟแสดงสถานะ และพัดลมระบายอากาศจะใช้ขาเอาต์พุต GPIO25, GPIO27, GPIO32 และ GPIO33 ส่วนจอแสดงผลเป็นการส่งแบบ I^2C จะใช้ขา GPIO22 (SCL) และ GPIO21 (SDA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

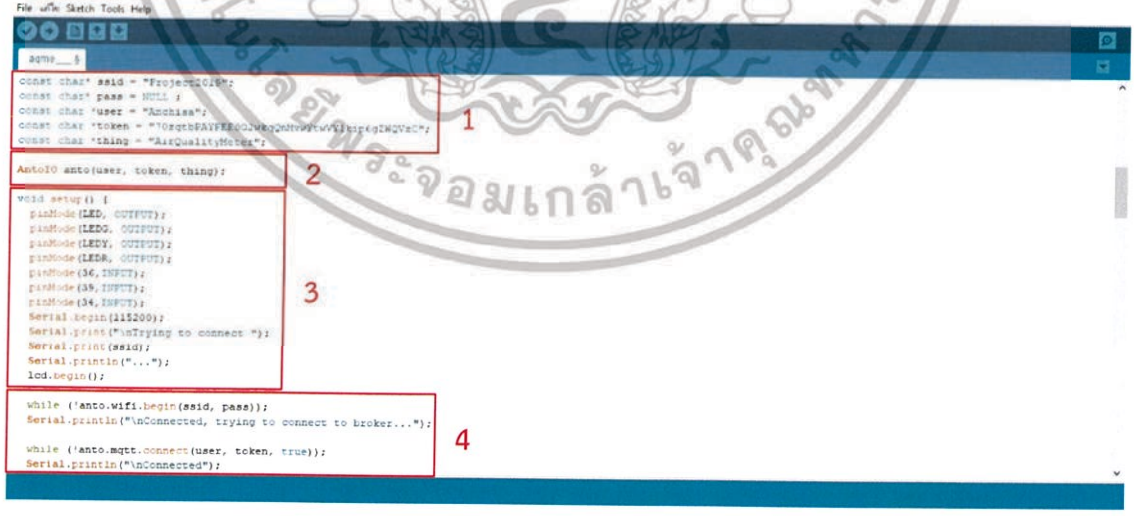
3.5.3 การเขียนโปรแกรม Arduino

ขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนการเขียนโปรแกรมเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์มาประมวลผล และส่งค่าไปแสดงผลที่อุปกรณ์แสดงผล



รูปที่ 3.22 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (1)

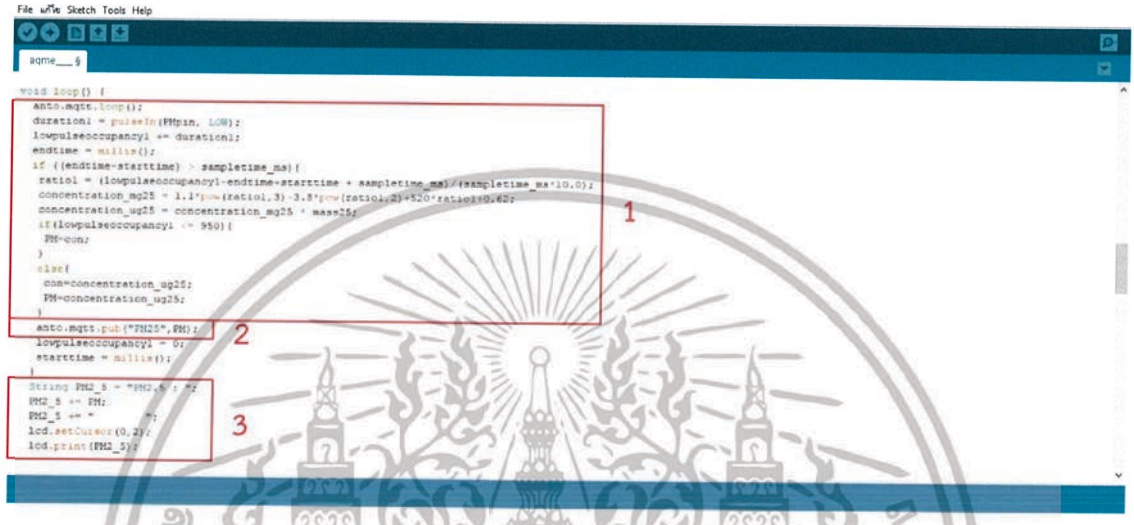
จากรูปที่ 3.22 จะประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 จะเป็นส่วนการเรียกใช้ไลบรารีที่จำเป็นต่อการเขียนเพื่อประมวลผล ส่งข้อมูลไปแสดงผล และเชื่อมต่อเว็บไซต์ Anto ที่ใช้สำหรับเป็นตัวกลางในการส่งข้อมูลไปยังแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ และในส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนสำหรับการประกาศตัวแปรที่ใช้ในการคำนวณ การเก็บค่าต่างๆ จากเซนเซอร์



รูปที่ 3.23 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.23 จะประกอบด้วย 4 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นการกำหนดชื่อและรหัสการเชื่อมต่อ Wi-Fi และชื่อเพื่อยืนยันตัวตนในการเชื่อมต่อเว็บไซต์ Anto ส่วนที่ 2 เป็นการเข้าถึงเว็บไซต์ Anto ด้วยชื่อที่กำหนดไว้ในส่วนที่ 1 ส่วนที่ 3 เป็นการกำหนดขาอินพุต ขาเอาต์พุต ที่เชื่อมต่ออยู่กับอุปกรณ์เซนเซอร์และอุปกรณ์แสดงผลต่างๆ การกำหนดความเร็วในการสื่อสารข้อมูล และการกำหนดค่าเริ่มต้นในการใช้งานของจอแสดงผล LCD ในส่วนสุดท้ายคือ ส่วนที่ 4 เป็นส่วนในการเชื่อมต่อ Wi-Fi และเว็บไซต์ Anto



รูปที่ 3.24 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (3)

จากรูปที่ 3.24 จะเป็นการประมวลผลในส่วนของค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นการรับค่าจากเซนเซอร์และคำนวณค่า PM2.5 ส่วนที่ 2 เป็นการส่งค่าไปเก็บบนเว็บไซต์ Anto และส่วนที่ 3 เป็นการส่งค่าไปแสดงผลที่จอแสดงผล LCD

รูปที่ 3.25 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.25 จะประกอบด้วย 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นการรับค่าจากเซนเซอร์ตรวจจับก๊าซอันตรายและคาร์บอนไดออกไซด์ ส่วนที่ 2 เป็นการคำนวณค่าคาร์บอนไดออกไซด์จากค่าแรงดันที่ได้รับมา และส่วนที่ 3 เป็นการส่งค่าไปยังจอแสดงผล LCD และเว็บไซต์ Anto

รูปที่ 3.26 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (5)

จากรูปที่ 3.26 จะเป็นการเขียนเงื่อนไขในการแสดงสถานะของก๊าซอันตราย โดยในแต่ละเงื่อนไขจะมีคำสั่งอยู่ 3 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นการสั่งการเปิด-ปิดหลอดไฟแสดงสถานะและพัดลมระบายอากาศในระบบจำลอง ส่วนที่ 2 เป็นการส่งค่าลอจิกของหลอดไฟไปเก็บไว้บนเว็บไซต์ Anto และส่วนที่ 3 เป็นส่วนในการส่งค่าสถานะในรูปแบบตัวอักษรไปแสดงบนจอแสดงผล LCD

รูปที่ 3.27 หน้าต่างโปรแกรม Arduino (6)

จากรูปที่ 3.27 จะเป็นการเขียนเงื่อนไขในการรับส่งค่าระหว่างเว็บไซต์ Anto กับบอร์ด ESP32 เพื่อใช้สำหรับสั่งเปิด-ปิดพัดลมผ่านแอปพลิเคชัน เนื่องจากเว็บไซต์ Anto จะเป็นตัวกลางในการรับส่งข้อมูลระหว่างบอร์ด ESP32 กับแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ

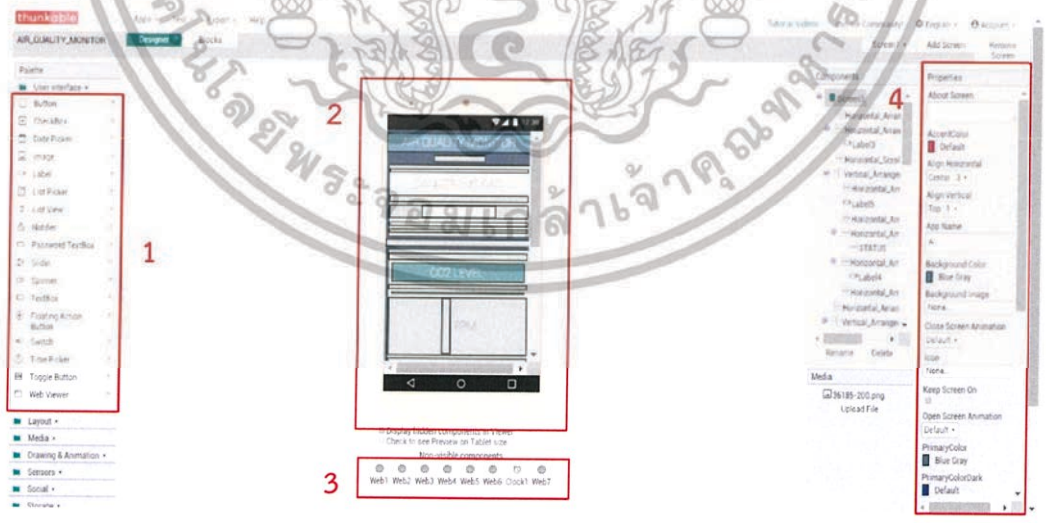
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่ออัพโหลดโปรแกรม หากบอร์ด ESP32 มีการเชื่อมต่อ Wi-Fi บอร์ดจะสามารถเชื่อมต่อเว็บไซต์ Anto ได้ เว็บไซต์จะเป็นตัวกลางในการรับข้อมูลจากบอร์ดส่งไปยังแอปพลิเคชัน และรับข้อมูลจากแอปพลิเคชันส่งไปยังบอร์ด โดยข้อมูลที่เว็บได้รับจะแสดงดังรูปที่ 3.28

รูปที่ 3.28 หน้าเว็บไซต์ Anto แสดงข้อมูลที่ได้รับมา

3.5.4 การสร้างแอปพลิเคชันด้วยเว็บไซต์ Thunkable

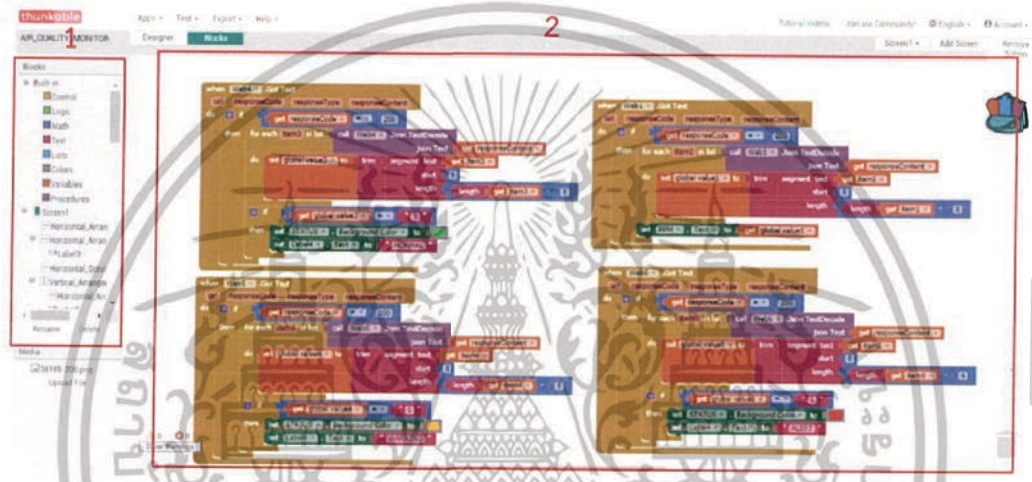
เป็นขั้นตอนการสร้างแอปพลิชันสำหรับการแสดงผลบนโทรศัพท์มือ โดยใช้เว็บไซต์ Thunkable ซึ่งในการสร้างจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่เป็นการออกแบบหน้าใช้งานของแอปพลิเคชัน และส่วนของการโปรแกรมโดยใช้การต่อบล็อกแทนการเขียนโค้ด



รูปที่ 3.29 หน้าต่างเว็บไซต์ Thunkable ในส่วนของการออกแบบหน้าแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.29 จะเห็นว่าในส่วนของการออกแบบหน้าแอปพลิเคชันจะแบ่งเป็น 4 ส่วนที่ใช้ในการสร้างแอปพลิเคชันเพื่อแสดงผลจากชุดอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศ โดยในส่วนที่ 1 จะเป็นส่วนของการอินเตอร์เฟสกับผู้ใช้งาน ในการแสดงผลจะนำ Label ไปใช้ในการแสดงค่า และ Toggle Button ไปใช้ในการสั่งเปิด-ปิดพัดลมในระบบจำลองการระบายอากาศ การนำไปใช้ทำได้โดยการลากอินเตอร์เฟสที่ต้องการไปยังส่วนที่ 2 ที่เป็นรูปหน้าจอโทรศัพท์จำลอง เพื่อลองหน้าแอปพลิเคชันที่ต้องการสร้าง ในส่วนที่ 3 เป็นส่วนของการเชื่อมต่อ โดยสามารถเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อได้ สำหรับงานนี้จะมีเว็บไซต์ Anto เป็นตัวกลางในการสื่อสาร ฉะนั้นจึงเลือกรูปแบบการเชื่อมต่อเป็นแบบเว็บไซต์ และส่วนสุดท้ายคือ ส่วนที่ 4 เป็นส่วนของการกำหนดสี ขนาด การตั้งค่าต่างๆ ให้กับส่วนที่ 2 และ 3



รูปที่ 3.30 หน้าต่างเว็บไซต์ Thunkable ในส่วนของการโปรแกรมการทำงานของแอปพลิเคชัน

จากรูปที่ 3.30 จะเห็นว่าในส่วนของการเขียนคำสั่งต่างๆ จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนของบล็อกคำสั่งต่างๆ และส่วนที่ 2 เป็นส่วนพื้นที่ในการลากคำสั่งต่างๆ จากส่วนที่ 1 มาวางในพื้นที่ว่างนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการประดิษฐ์ชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศและระบบจำลอง

ชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศจะประกอบด้วยเซนเซอร์ 3 ตัว (MQ135 DSM501A และ MG811) ไฟแสดงสถานะ 3 ดวง (สีเขียว สีเหลือง และสีแดง) สวิตช์สำหรับเปิด-ปิดอุปกรณ์ และจอแสดงผล (LCD) ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 ชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ

ระบบจำลองที่สร้างเป็นการจำลองห้องปิดที่มีระบบระบายอากาศโดยจะมีพัดลม 2 ตัว ตัวที่หนึ่งอยู่ด้านหน้าจะทำหน้าที่ระบายอากาศออกจากระบบจำลอง และตัวที่สองอยู่ด้านหลังจะทำหน้าที่นำก๊าซต่างๆ ที่ใช้ในการทดสอบอุปกรณ์เข้ามายังระบบจำลอง ระบบจำลองทำมาจากอะคริลิก ขนาด กว้าง 40 เซนติเมตร ยาว 45 เซนติเมตร และสูง 40 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.2

รูปที่ 4.2 ระบบจำลองและชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบการทำงานของชุดตรวจวัดคุณภาพของอากาศ

ทดสอบการทำงานของชุดตรวจวัดคุณภาพของอากาศ ทดสอบโดยการใช้สาร 3 ชนิดเป็นตัวทดสอบคือ น้ำแข็งแห้ง (ทดสอบการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์) อะซิโตน (ทดสอบการตรวจวัดก๊าซอันตราย) และควันธูป (ทดสอบการตรวจวัดฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5)

4.2.1 ทดสอบการตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ทำการทดสอบโดยใช้น้ำแข็งแห้งผสมกับน้ำเพื่อให้เกิดเป็นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วใช้พัดลมดูดเอาก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในระบบจำลองเพื่อให้ตัวอุปกรณ์ตรวจวัดคุณภาพอากาศวัดค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์และแสดงค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วย หนึ่งส่วนในล้านส่วน (PPM) ผ่านจอแสดงผลได้ผล ดังรูปที่ 4.3

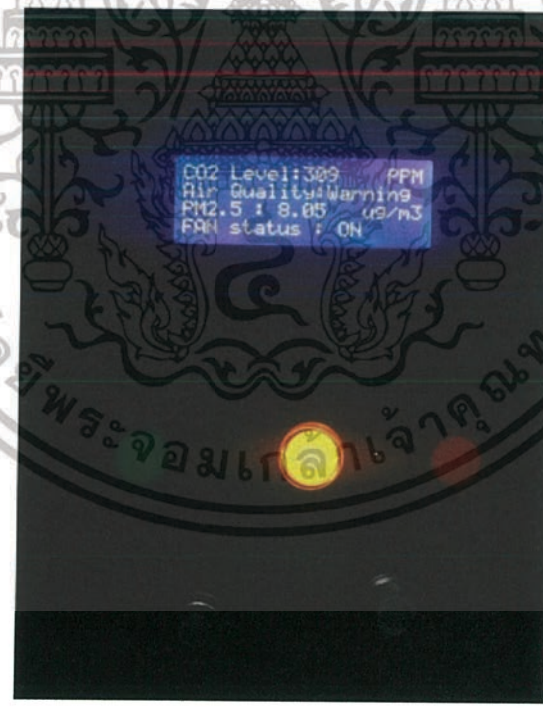
รูปที่ 4.3 อุปกรณ์แสดงค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ผ่านจอแสดงผล

4.2.2 ทดสอบการตรวจวัดก๊าซอันตรายโดยใช้อะซีโตน

ทำการทดสอบโดยการใช้พัดลมดูดอะซีโตน ซึ่งเป็นสารระเหยชนิดหนึ่งเข้าไปในระบบจำลอง ในสถานะปกติไฟแสดงสถานะสีเขียวจะติดพร้อมทั้งแสดงสถานะ “Normal” บนจอแสดงผล ดังรูปที่ 4.4 และเมื่ออะซีโตนในระบบจำลองมีมากขึ้นจะทำให้ไฟแสดงสถานะสีเหลืองติดพร้อมทั้งแสดงสถานะ “Warning” บนจอแสดงผล ดังรูปที่ 4.5 และเมื่อเซนเซอร์ตรวจพบว่าปริมาณของอะซีโตนมีมากเกินกว่าที่ได้กำหนดไว้ ไฟแสดงสถานะสีแดงจะติดพร้อมทั้งแสดงสถานะ “Alert” บนจอแสดงผล ดังรูปที่ 4.6

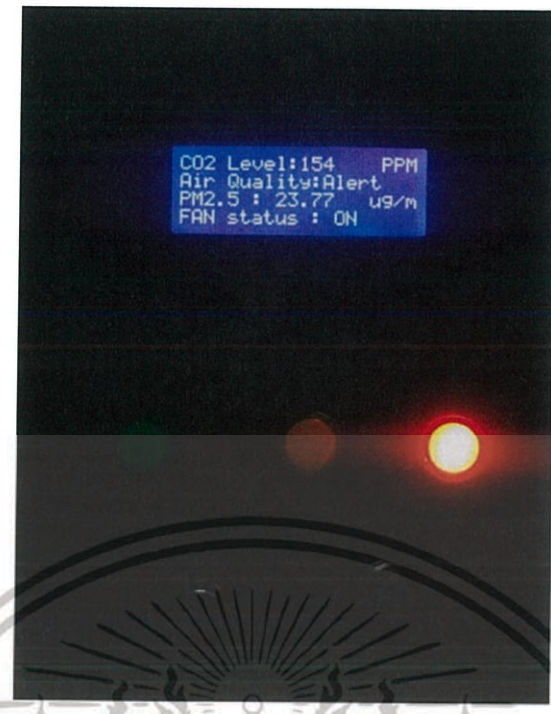
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 สถานะปกติไฟแสดงสถานะสีเขียวติด



รูปที่ 4.5 สถานะเตือนไฟแสดงสถานะสีเหลืองติด

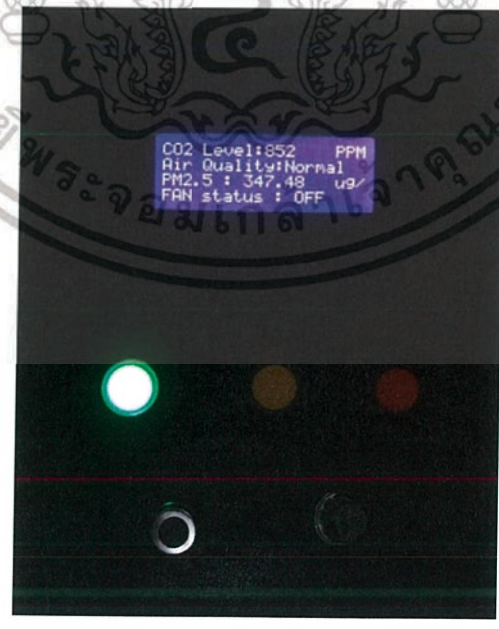
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 สถานะอันตรายไฟแสดงสถานะสีแดงติด

4.2.3 ทดสอบการตรวจวัดค่าฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5

ทดสอบโดยใช้ควันของธูปเป็นแหล่งกำเนิดฝุ่นละอองขนาดเล็ก เมื่อพัดลมดูดควันธูปเข้าไปในระบบจำลอง เซนเซอร์จะตรวจวัดและแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็กบนจอแสดงผลที่ตัวอุปกรณ์ในหน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 อุปกรณ์แสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ที่วัดได้ผ่านจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบการทำงานของชุดตรวจวัดคุณภาพของอากาศกับระบบจำลอง

4.3.1 ทดสอบโดยใช้น้ำแข็งแห้ง

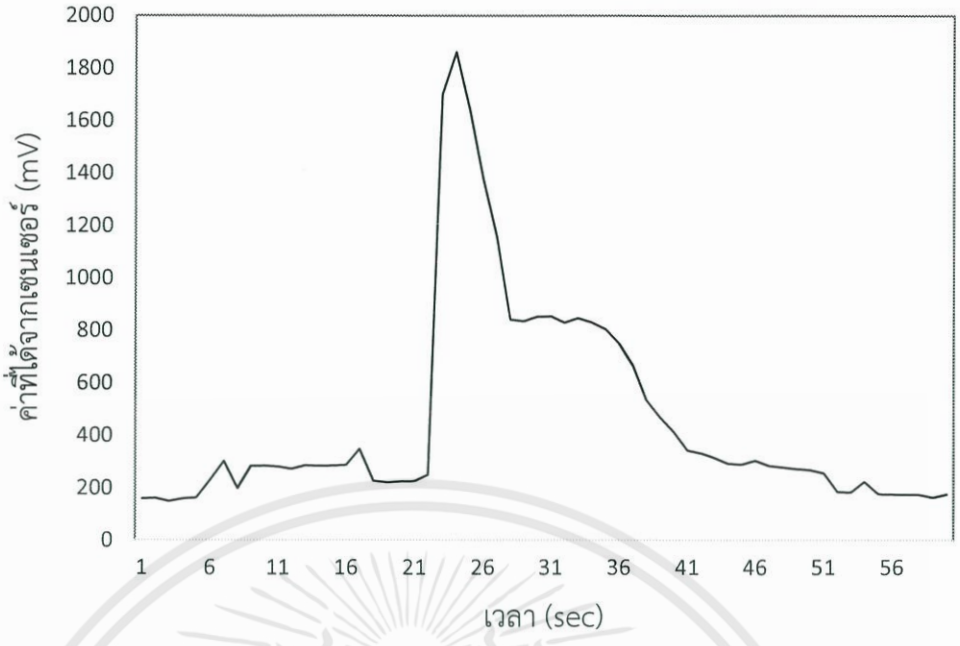
เมื่อนำน้ำแข็งแห้งผสมน้ำจนเกิดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แล้วให้พัดลมดูดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เข้าไปในระบบจำลอง ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนเกินกว่าค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้คือ 2000 PPM พัดลมระบายอากาศจะเริ่มทำการระบายอากาศโดยอัตโนมัติ ปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จะค่อยๆ ลดลง และเมื่อปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ลดลงน้อยกว่า 1000 PPM พัดลมระบายอากาศก็จะหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ โดยค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในช่วงต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในระบบจำลอง

4.3.2 ทดสอบโดยใช้อะซีโตน

เมื่อพัดลมดูดอะซิโตนเข้าไปในระบบจำลอง เซนเซอร์ที่ทำหน้าที่ตรวจวัดก๊าซอันตรายจะทำหน้าที่ตรวจวัดปริมาณอะซิโตน และเมื่อปริมาณอะซิโตนเพิ่มมากขึ้นจนถึงค่าที่กำหนดไว้ ไฟแสดงสถานะสีแดงจะติดขึ้น และพัดลมระบายอากาศจะทำงานโดยอัตโนมัติ เมื่อค่ากลับเข้าสู่สภาวะปกติ (ไฟแสดงสถานะสีเขียวติด) พัดลมระบายอากาศจะหยุดการทำงาน โดยค่าที่ได้จากเซนเซอร์ในช่วงต่างๆ แสดงในรูปที่ 4.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าที่ได้จากเซนเซอร์ MQ-135 ซึ่งตรวจวัดก๊าซอันตรายในระบบจำลอง

4.4 ผลการออกแบบแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ

หน้าต่างของแอปพลิเคชันจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

4.4.1. ส่วนสถานะของก๊าซอันตราย

ส่วนสถานะของก๊าซอันตรายจะมีแถบสีแสดงสถานะอยู่ ถ้าเป็นแถบสีเขียวคือ สถานะปกติ แถบสีเหลืองคือ สถานะเตือน แถบสีแดงคือ สถานะอันตราย

4.4.2. ส่วนแสดงค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

ส่วนนี้แสดงค่าปริมาณของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในหน่วย PPM (Part Per Million)

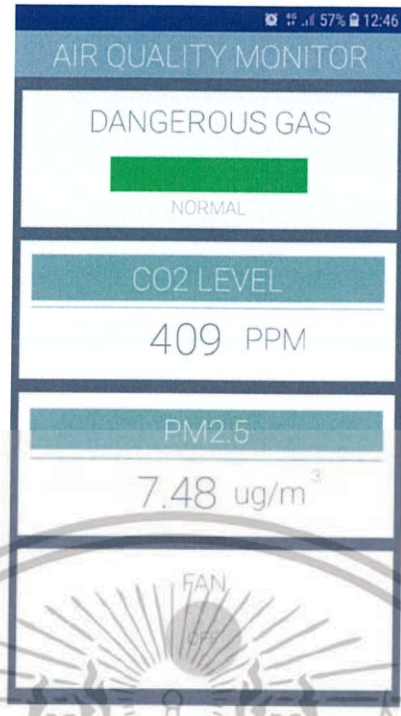
4.4.3. ส่วนแสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5

ส่วนนี้แสดงค่าปริมาณฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 ในหน่วย ไมโครกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

4.4.4. ส่วนสั่งเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศผ่านแอปพลิเคชัน

ส่วนนี้จะมีปุ่มคำสั่ง เมื่อกดที่ปุ่มคำสั่งหนึ่งครั้งพัดลมระบายอากาศจะติดพร้อมกับสถานะ ON บนแอปพลิเคชัน หากกดอีกหนึ่งครั้งจะเป็นการปิดพัดลมระบายอากาศ และสถานะจะกลายเป็น OFF ดังรูปที่ 4.10 ถึงรูปที่ 4.14

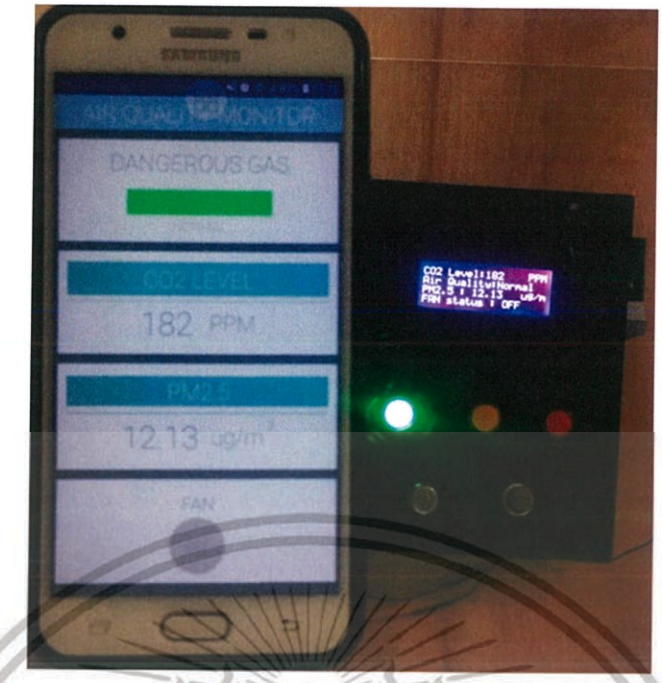
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



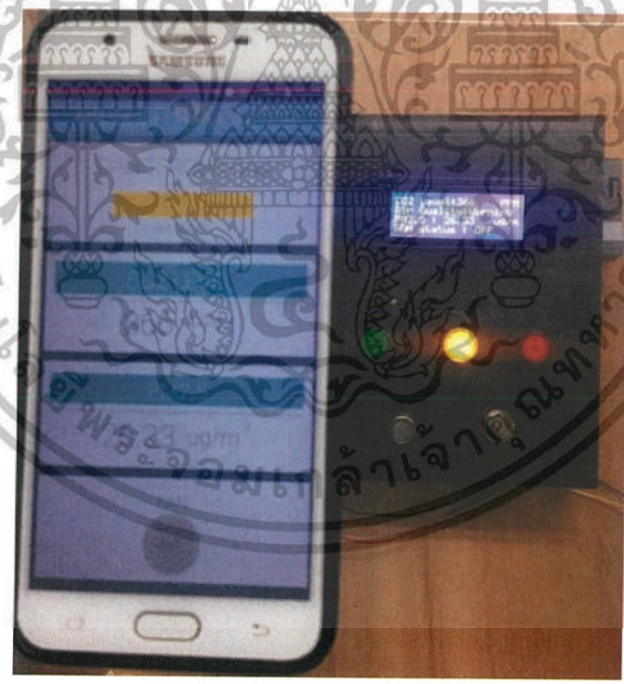
รูปที่ 4.10 หน้าแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือขณะปิดพัดลมระบายอากาศ

รูปที่ 4.11 หน้าแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือขณะเปิดพัดลมระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

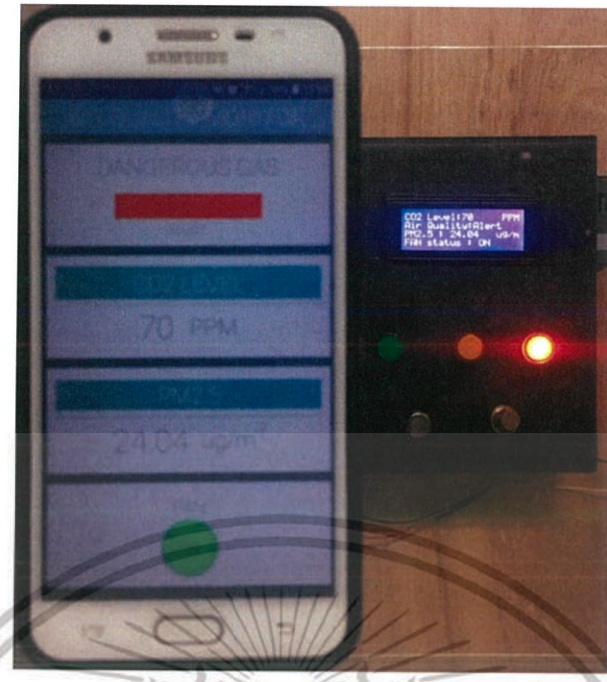


รูปที่ 4.12 แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเทียบกับอุปกรณ์ในสภาวะปกติ



รูปที่ 4.13 แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเทียบกับอุปกรณ์ในสภาวะเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือเทียบกับอุปกรณ์ในสภาวะอันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานตามขั้นตอนข้างต้นโดยเริ่มจากตั้งแต่ขั้นตอนของการศึกษาทฤษฎีและหลักการ พร้อมทั้งตั้งขอบเขตของโครงงาน จึงแบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. การประดิษฐ์ชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศในส่วนนี้ได้ทำการศึกษาหลักการทำงานของเซนเซอร์ทั้ง 3 ตัว ความอันตรายของก๊าซต่างๆ หรือฝุ่นละอองขนาดเล็ก และผลกระทบต่อสุขภาพของมนุษย์จากมลภาวะต่างๆ ที่ได้กล่าวในข้างต้นรวมไปถึงการออกแบบอุปกรณ์ให้สามารถใช้งานได้ง่ายและสะดวกสบาย

2. การเขียนโปรแกรม เป็นส่วนที่เขียนโค้ดเพื่อรับค่าจากเซนเซอร์ทั้ง 3 ตัวเพื่อแสดงข้อมูลต่างๆ ผ่านหน้าจอบนตัวอุปกรณ์ LCD รวมถึงการส่งข้อมูลเหล่านี้ไปแสดงที่แอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ และการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการเปิดปิดพัดลมเพื่อระบายอากาศ ในกรณีที่ค่าที่ได้จากเซนเซอร์ตัวใดตัวหนึ่งเกินจากมาตรฐานที่ได้ตั้งไว้ หรือการสั่งเปิดปิดพัดลมจากแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ

หลังจากที่ได้ทำการศึกษาข้อมูลต่างๆ และประดิษฐ์ชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศจึงนำชุดตรวจวัดมาทดสอบกับระบบจำลองที่ได้สร้างไว้ โดยพบว่าพัดลมระบายอากาศสามารถเปิดปิดได้ ถ้าหากค่าที่ได้จากเซนเซอร์นั้นเกินกว่ามาตรฐานที่กำหนดไว้ รวมถึงยังสามารถส่งค่าต่างๆ ที่ได้รับจากเซนเซอร์ไปยังแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ และสั่งเปิดปิดพัดลมผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือได้

5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

1. เนื่องจากการทำโครงงานเรื่องนี้เป็นการใช้ความรู้และหลักการใหม่ๆ ที่จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติม ซึ่งทำให้ก่อให้เกิดความล่าช้าในการทำโครงงาน

2. การประดิษฐ์นั้นตัวกล่องของอุปกรณ์จำเป็นต้องมีการเจาะเพื่อยึดตัวเซนเซอร์ หรือไฟเตือนสถานะเข้ากับกล่อง ด้วยความที่ขาดความชำนาญในการทำงานด้านนี้ จึงทำให้อาจเกิดข้อผิดพลาดได้

3. การเขียนทั้งโปรแกรม Arduino และการเขียนแอปพลิเคชันบนเว็บไซต์ Thunkable นั้นยังขาดความชำนาญจึงทำให้เกิดความล่าช้าขึ้นได้

5.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

1. ศึกษาและสอบถามแนวทางเพิ่มเติมจากสื่อการสอนต่างๆ รวมถึงอาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์ท่านอื่นๆ

2. เตรียมอุปกรณ์สำรองเพื่อป้องการหากเกิดความผิดพลาด

3. ศึกษาความรู้แหล่งข้อมูลต่างๆ และฝึกฝนทดลองเขียนโปรแกรม Arduino และการเขียนแอปพลิเคชันบนเว็บไซต์ Thunkable จนเกิดความชำนาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากแหล่งจ่ายที่ใช้เป็นไฟ 220 โวลต์ ซึ่งเป็นไฟบ้าน ดังนั้นการนำอุปกรณ์ไปใช้นอกสถานที่ต่างๆ อาจติดปัญหาในเรื่องแหล่งจ่าย จึงควรเปลี่ยนแหล่งจ่ายเป็นแบตเตอรี่แบบพกพา เพื่อสะดวกในการเคลื่อนย้าย และระบบจำลองเนื่องจากการระบายอากาศออกจากระบบนั้นจะช่วยในส่วนของก๊าซอันตราย และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้ดี แต่กับฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5 นั้นการระบายอากาศอาจไม่ได้ส่งผลต่อการลดลงของปริมาณฝุ่นอย่างเห็นได้ชัด ดังนั้นอาจมีการเพิ่มระบบกรองอากาศเพื่อแก้ปัญหานี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **"หลักการทำงานของ MG811 CO2 Sensor"** เข้าถึงได้จาก: https://www.Thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/gas-sensor-getting-started.html

[2] **"หลักการทำงานของ MQ-135 Gas Sensor"** เข้าถึงได้จาก: https://www.Thaieasyelec.com/article-wiki/review-product-article/gas-sensor-getting-started.html

[3] **"หลักการทำงานของ Dust Sensor Module DSM501A"** เข้าถึงได้จาก: https://i.publiclab.org/system/images/photos/000/003/726/original/tmp_DSM501A_Dust_Sensor630081629.pdf

[4] **"ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์"** เข้าถึงได้จาก: http://www.nimt.or.th/etrm/upload/basicdescription/file-8.pdf

[6] **"ปริมาณ CO2 ที่มีผลกระทบต่อสุขภาพ"** เข้าถึงได้จาก: https://www.dhs.wisconsin.gov/chemical/carbondioxide.htm

[7] **"ก๊าซแอมโมเนีย"** เข้าถึงได้จาก: http://www.shawpat.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=484:-m---m-s&catid=47:-m---m-s&Itemid=201

[8] **"ก๊าซออกไซด์ของไนโตรเจน"** เข้าถึงได้จาก: http://www2.diw.go.th/PIC/download/info/nox.pdf

[9] **"สารระเหย"** เข้าถึงได้จาก: http://narcotic.fda.moph.go.th/welcome/?p=6444

[10] **"ฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5"** เข้าถึงได้จาก: https://www.greenpeace.org/thailand/story/2162/pm25-invisible-villians/

[11] **"อันตรายจากฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5"** เข้าถึงได้จาก: https://www.tqm.co.th/blog/4PM2.5

[12] **"ระดับความอันตรายของฝุ่นละอองขนาดเล็ก PM2.5"** เข้าถึงได้จาก: http://hia.anamai.moph.go.th/main.php?filename=hia_surveillance

[13] **"การสร้างแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือโดย Thunkable"** เข้าถึงได้จาก: https://medium.com/altotech/thunkable-part-1-9285d221752

[14] **"หลักการทำงาน ESP32 DEVKIT V1"** เข้าถึงได้จาก: https://www.ioxhop.com/article/62/esp32

[15] **"Datasheet MG811 CO2 Sensor"** เข้าถึงได้จาก: https://sandboxelectronics.com/files/SEN-000007/MG811.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[16] **"Datasheet MQ-135 Gas Sensor"** เข้าถึงได้จาก: https://www.olimex.com/Products/Components/Sensors/Gas/SNS-MQ135/resources/SNS-MQ135.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

MG811 CO_2 Sensor

MG811 CO2 Sensor

Features

Good sensitivity and selectivity to CO2
Low humidity and temperature dependency
Long stability and reproducibility

Application

Air Quality Control
Ferment Process Control
Room Temperature CO2 concentration Detection

Structure and Testing Circuit

Sensor Structure and Testing Circuit as Figure. It composed by solid electrolyte layer (1),Gold electrodes(2),Platinum Lead (3), Heater (4), Porcelain Tube (5), 100m double-layer steeless net(6), Nickel and copper plated ring(7), Bakelite (8) , Nickel and copper plated pin (9).

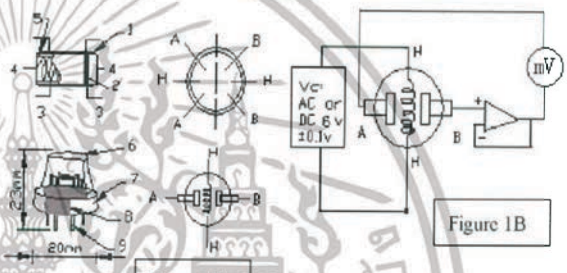
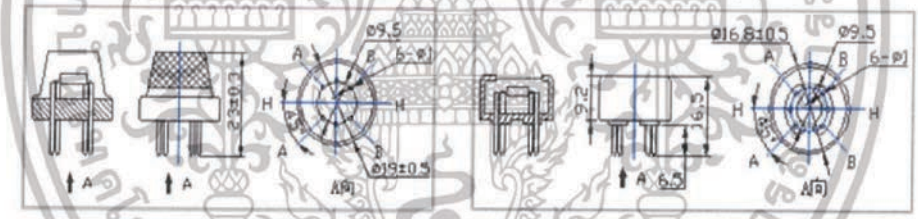


Figure 1B

Figure 1A



Working Principle

Sensor adopt solid electrolyte cell Principle , It is composed by the following solid cells :

Air , Au NASICON|| carbonate|Au, air , CO2

When the sensor exposed to CO2 , the following electrodes reaction occurs :

Cathodic reaction : $2Li^+ + CO_2 + 1/2O_2 + 2e^- = Li_2CO_3$

Anodic reaction : $2Na^+ + 1/2O_2 + 2e^- = Na_2O$

Overall chemical reaction : $Li_2CO_3 + 2Na^+ = Na_2O + 2Li^+ + CO_2$

The Electromotive force(EMF) result from the above electrode reaction, accord with according to Nernst's equation: :

$$EMF = Ec - (R \times T) / (2F) \ln (P(CO_2))$$

$P(CO_2)$ CO2--- partial Pressure Ec Constant Volume R Gas Constant volume

T Absolute Temperature (K) F Faraday constant

From Figure 1B , Sensor Heating voltage supplied from other circuit , When its surface temperature is high enough , the sensor equals to a cell, its two sides would output voltage signal ,and its result accord with 。 In sensor testing, the impedance of amplifier should be within 100 1000G , Its testing current should be control below 1pA.

รูปที่ ก.1 คุณสมบัติของ MG811 CO_2 Sensor (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications ：

Symbol	Parameter Name	Technical	Remarks
V_H	Heating Voltage	6.0±0.1 V	AC or DC
R_H	Heating Resistor	30.0±5%	Room Temperature
I_H	Heating Current	@200mA	
P_H	Heating Power	@1200mW	
Tao	Operating Temperature	-20 50	
Tas	Storage Temperature	-20 70	
? E?M F	Output	30 50mV	350 10000ppmCO2

Sensitivity ：

Figure 2 Shows gas sensor sensitivity curve. ：

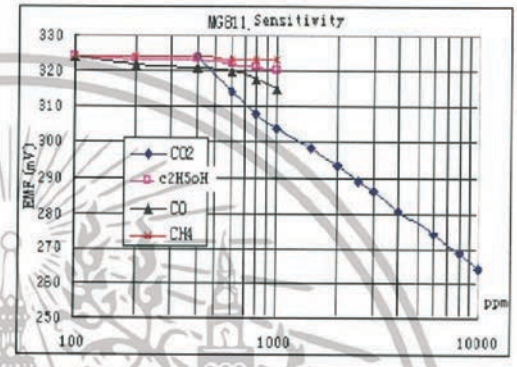
Conditions:

Tem ：28 、

RH：65%、

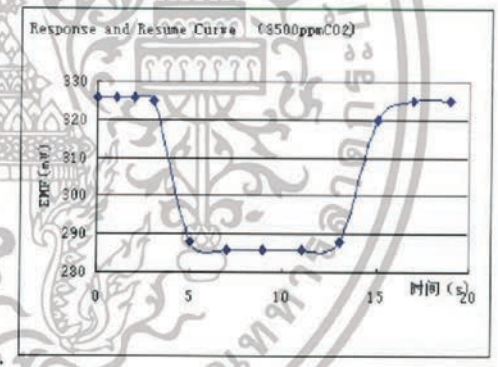
Oxygen ：21%

EMF: sensor EMF under different gas and concentration .

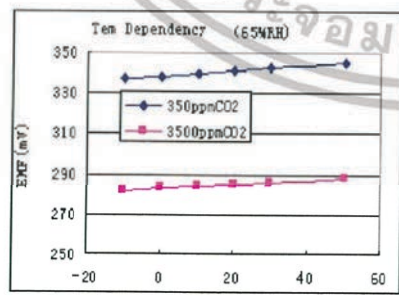


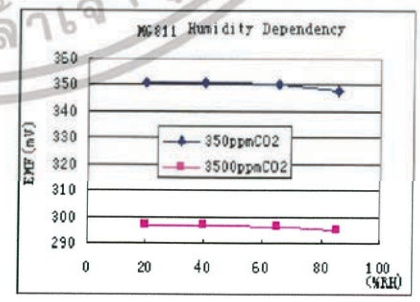
Response and Resume Characteristic ：

Figure 3 shows Solid electrolyte sensor response and resume characteristics.



Temperature and Humidity Dependency ：





รูปที่ ก.2 คุณสมบัติของ MG811 CO_2 Sensor (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

MQ-135 Gas Sensor

TECHNICAL DATA MQ-135 GAS SENSOR

FEATURES

Wide detecting scope — Fast response and High sensitivity
Stable and long life — Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in air quality control equipments for buildings/offices, are suitable for detecting of NH3,NOx, alcohol, Benzene, smoke,CO_2,etc.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Vc	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V_H	Heating voltage	5V±0.1	ACOR DC
R_L	Load resistance	can adjust	
R_H	Heater resistance	33Ω±5%	Room Tem
P_H	Heating consumption	less than 800mw	

B. Environment condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
Tao	Using Tem	-10□-45□	
Tas	Storage Tem	-20□-70□	
R_H	Related humidity	less than 95%Rh	
O_2	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	minimum value is over 2%

C. Sensitivity characteristic

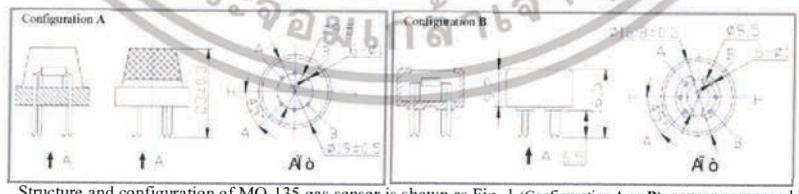
Symbol	Parameter name	Technical parameter	Ramark 2
Rs	Sensing Resistance	30KΩ-200KΩ (100ppm NH_3)	Detecting concentration scopeli 10ppm-300ppm NH_3
α (200/50) NH_3	Concentration Slope rate	≤0.65	10ppm-1000ppm Benzene 10ppm-300ppm
Standard Detecting Condition	Temp: 20□±2□ Humidity: 65%±5%	Vc:5V±0.1 Vh: 5V±0.1	Alcohol
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit

	Parts	Materials
1	Gas sensing layer	SnO_2
2	Electrode	Au
3	Electrode line	Pt
4	Heater coil	Ni-Cr alloy
5	Tubular ceramic	Al_2O_3
6	Anti-explosion network	Stainless steel gauze (SUS316 100-mesh)
7	Clamp ring	Copper plating Ni
8	Resin base	Bakelite
9	Tube Pin	Copper plating Ni

Fig. 1

Fig.2



Structure and configuration of MQ-135 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration **A or B),** sensor composed by micro AL_2O_3 ceramic tube, Tin Dioxide (SnO_2) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive

รูปที่ ข.1 คุณสมบัติของ MQ-135 Gas Sensor (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

components. The enveloped MQ-135 have 6 pin ,4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-135

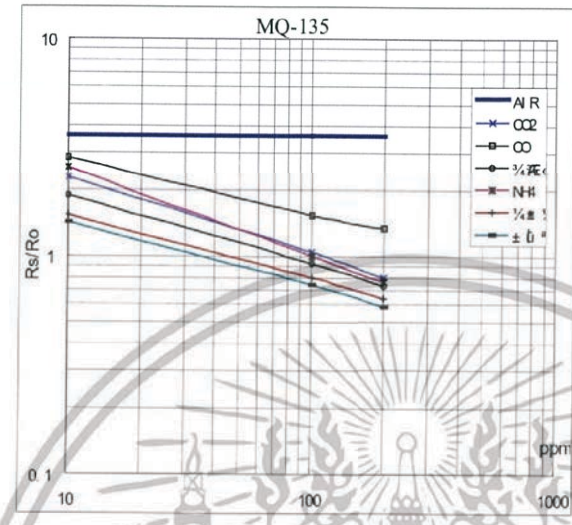


Fig.3 is shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-135 for several gases.
in their: Temp: 20℃
Humidity: 65%
O_2 concentration 21%
RL=20kΩ
Ro: sensor resistance at 100ppm of NH_3 in the clean air.
Rs:sensor resistance at various concentrations of gases.

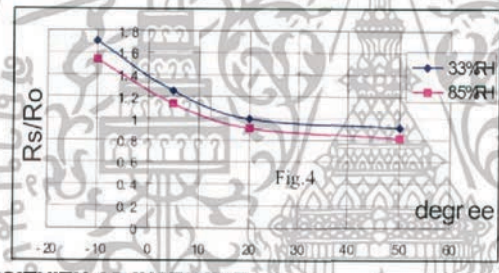


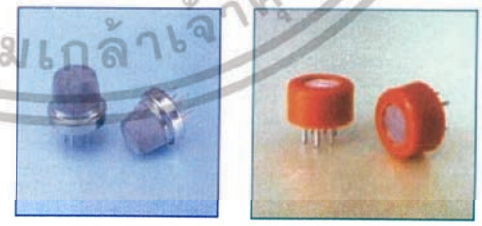
Fig.4

Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-135 on temperature and humidity.
Ro: sensor resistance at 100ppm of NH_3 in air at 33%RH and 20 degree.
Rs: sensor resistance at 100ppm of NH_3 at different temperatures and humidities.

SENSITVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-135 is difference to various kinds and various concentration gases. So,When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 100ppm NH_3 or 50ppm Alcohol concentration in air and use value of Load resistancethat(R_L) about 20 KΩ(10KΩ to 47 KΩ).

When accurately measuring, the proper alarm point for the gas detector should be determined after considering the temperature and humidity influence.



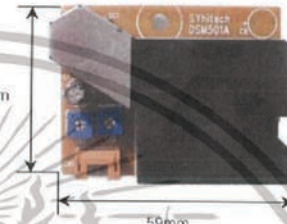
รูปที่ ข.2 คุณสมบัติของ MQ-135 Gas Sensor (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

Dust Sensor Module DSM501A

DSM501A
Dust sensor module



■ Features

PWM output
Compact size and Lightweight
Easy installation
Single power supply

■ Application

Air cleaner or Air purifier
Air conditioner
Air quality monitor
Ventilator etc.

■ Absolute maximum ratings

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Supply voltage	Vcc	0.3 to 7	V
Operating temperature	Topr	-10 to +65	℃
Storage temperature	Tstg	-20 to +80	℃

■ Operating supply voltage

Parameter	Symbol	Rating	Unit
Operating supply voltage	Vcc	5 ± 0.5	V

■ Electro-optical characteristics

Vcc=5V, Ta=25℃

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Sensitivity	-	> 1um *1	-	15,000/283ml	-	pcs

*1 : At condition that the particle diameter is over than one micro meter.

รูปที่ ค.1 คุณสมบัติของ Dust Sensor Module DSM501A (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.0. DEVICE OVERVIEW

This specification applies to the characteristics of model No. DSM501A.
The dust sensor module DSM501A is low cost, compact size for a particle density sensor.
* Quantitative particle density measurement with the principle of particle counter.
* Fine particles of which diameters are bigger than one micron could be detected with high sensitivity.
* Inside heater realizes the self-air taking.
* One control contact and two output contacts

A block diagram is illustrated in figure 1.1. The DSM501A consists of :
* Light Emitting Diode (LED) Lamp
* Detector
* Signal amplifier circuit
* Output drive circuit 1
* Output drive circuit 2
* Heater

FIGURE 1.1 BLOCK DIAGRAM

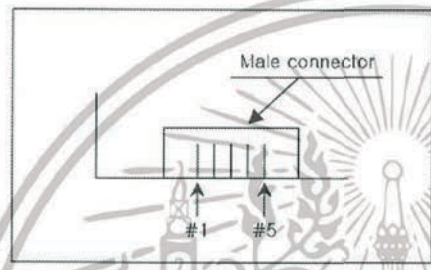
รูปที่ ค.2 คุณสมบัติของ Dust Sensor Module DSM501A (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TABLE 1.1. PINOUT I/O DESCRIPTION

Pin number	Pin name	Description
#1	Control 1	Vout 1 control
#2	Vout 2	Vout 2 output
#3	Vcc	Positive power supply
#4	Vout 1	Vout 1 output
#5	GND	Ground

FIGURE 1.2. PIN ARRAY (component view)



The male and female connector's maker is LG cable in korea.

TABLE 1.2. CONNECTOR PART NUMBER

	Part No.	Description
Male	GIL-S-5P-S2L2-EF	2mm pitch, angle
Female	GIL-S-5S-S2C2	2mm pitch

รูปที่ ค.3 คุณสมบัติของ Dust Sensor Module DSM501A (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.0. CIRCUIT DESCRIPTION

This section gives a circuit description of the external connections and components of the DSM501A. The following connections and external components provide starting points for designs.

2.1. Vout 2

The Vout 2 is normal output port.

The sensitivity of Vout 2 pin is preset up. This port is detect particle which is over 1 micrometer.

2.2. Vout 1

Use this pin when sensitivity of Vout 2 is sensitive.

The sensitivity of Vout 1 is dull than Vout 2 about 2.5times. (Vout 1's sensitivity x 2.5times = Vout 2's sensitivity) It means size of particle is 2.5 micrometers.

Vout 1 is adjustable output. You can adjust to detecting level of particle size.

2.3. Control 1

This pin is adjustable sensitivity of Vout 1.

Use this pin when output of Vout 1 is not proper.

> How to control

Add a resistor between Control 1 pin and ground. And you can tune resistor's value.

TABLE 2.1. RESISTOR VALUE

Resistor value	Description
open	Preset sensitivity (over 2.5 micrometer)
100K	Half sensitivity
27K	Equal sensitivity of Vout 2 (over 1 micrometer)

รูปที่ ค.4 คุณสมบัติของ Dust Sensor Module DSM501A (4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.0. APPLICATION

This section provides general information on application for the DSM501A.

3.1. Heater

This module has a heater (resistor) to generate heat. Heat creates updraft (upward current of air) which draw air outside of the module into the module.

3.2. Detect particle

This module is designed to detect the particle whose size is over one micrometer. which means it can detect cigarette smoke, house dust, tick, spore, pollen and mildew.

3.3. Install

The dust sensor module DSM501A should be installed vertically and kept away from any artificial current of air by fans. In case it is used for air purifier of which fan located in front or rear part, we request it to be installed at ether side of the housing, not too much deep inside of the housing. Also need to have slit around the module so that air can come inside.

In addition, please pay attention to structure and placing location of the application to avoid any adhesive particle like oil, etc. to get into the module. If it sticks to optical part, malfunction may occur.

When inside of the module is moisturized, it does not keep its proper function. Please design the application so that moisturization of the module does not happen.

3.4. Lens

Lens needs to be cleaned depending on the condition. (once a six months) Cigarette tar on the lens should affect the sensitivity of the sensor. Wet one side of swab with water and rub the lens with it and then dry lens with the other end of swab.

รูปที่ ค.5 คุณสมบัติของ Dust Sensor Module DSM501A (5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.0. ELECTRICAL CHARACTERISTIC

Vcc=5V, Ta=25℃

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Unit
Vout 1, 2 at high *1	Voh	No particle	4.0	4.3		V
Vout 1, 2 at low *2	Vol	Particle		0.7	1.0	V
Supply current	Icc		-	-	90	mA
Time for stabilization *3			1	-	-	minute

*1 : Vout 1 and Vout 2 are high state when not detect particle. (=clean room)

*2 : Vout 1 and 2 are go to low state when detect particle.

*3 : after the power turned on.

FIGURE 4.1. VOLTAGE VS CURRENT

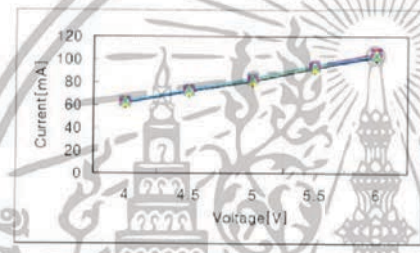
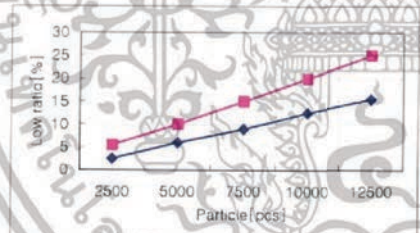


FIGURE 4.2. VOLTAGE LOW RATIO VS PARTICLE



X-axis shows number of particles and y-axis shows output characteristics. Upper curve shows upper limit output characteristics and lower one shows lower limit.

รูปที่ ค.6 คุณสมบัติของ Dust Sensor Module DSM501A (6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.0. PACKAGING INFORMATION

5.1. Package marking information

5.2. Package details

Package dimensions : W59 x H45 x D20 mm
Weight : Approx. 24g

6.0. PRODUCT IDENTIFICATION SYSTEM

To order or obtain information, e.g., on pricing or delivery, refer to the listed sales office.

DSM501A
Device name

Sales & Support

รูปที่ ค.7 คุณสมบัติของ Dust Sensor Module DSM501A (7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

■ Notes

VR trimmer for sensitivity adjustment is set up at shipping from SYhitech. Please don't touch the VR trimmer.

Please don't disassemble the device. Even if the device is reassembled, it may not satisfy the specification.

There is a case that it does not detect the dust density correctly, since the dust adhered to the outside of the lens. When the dust is adhered, please consider the maintenance such as vacuuming or blowing off the dust by air.

Please don't use this device for an emergency application or fire alarm application.

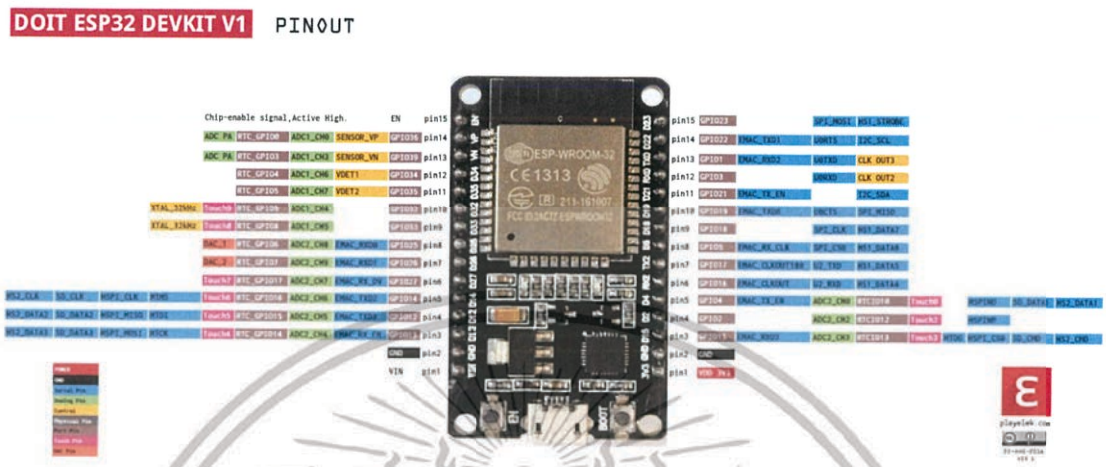
This publication is the proprietary product of SYhitech and is copyrighted, with all rights reserved. Under the copyright laws, no part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, for any purpose, in whole or in part, without the express written permission of SYhitech. Express written permission is also required before a third party may make any use of this publication.

รูปที่ ค.8 คุณสมบัติของ Dust Sensor Module DSM501A (8)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

DOIT ESP32 DEVKIT V1



รูปที่ ง.1 ตำแหน่งขาต่างๆ ของบอร์ด DOIT ESP32 DEVKIT V1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก จ

โปรแกรมสำหรับชุดตรวจวัดคุณภาพอากาศ

```
#include <AntoIO.h>
#include <Wire.h>
#include <string.h>
#include <math.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x3f, 20, 4);
#define LEDG 32
#define LEDY 33
#define LEDR 25
#define LED 27
#define PMpin 34
byte buff[2];
double mass25 = 1.7335 * pow (10, -1);
unsigned long duration1;
unsigned long starttime;
unsigned long endtime;
unsigned long sampletime_ms = 30000;
unsigned long lowpulseoccupancy1 = 0;
float concentration_mg25 = 0;
float concentration_ug25 = 0;
float concentration_pcs = 0;
float ratio1 = 0;
float con=0;
float PM=0;
float y;
float PPM;
float sumPPM=0;
int avgPPM=0;
int pollution
int CO2;
int state1=0;
int state=0;
int i=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const char* ssid     = "iPhone";
const char* pass = "1212312121" ;
const char *user = "Anchisa";
const char *token = "70zqtbPAYPEE8O2wkqQnMvwYtwVYlkip6gZWQVzC";
const char *thing = "AirQualityMeter";
AntoIO anto(user, token, thing);
void setup() {
pinMode(LED, OUTPUT);
pinMode(LEDG, OUTPUT);
pinMode(LEDY, OUTPUT);
pinMode(LEDR, OUTPUT);
pinMode(36,INPUT);
pinMode(39,INPUT);
pinMode(34,INPUT);
Serial.begin(115200);
Serial.print("\nTrying to connect ");
Serial.print(ssid);
Serial.println("...");
lcd.begin();
while (!anto.wifi.begin(ssid, pass));
Serial.println("\nConnected, trying to connect to broker...");
while (!anto.mqtt.connect(user, token, true));
Serial.println("\nConnected");
anto.mqtt.sub("CO2LEVEL");
anto.mqtt.sub("PM25");
anto.mqtt.sub("NormalSt");
anto.mqtt.sub("WarningSt");
anto.mqtt.sub("AlertSt");
anto.mqtt.sub("FanCtrl");
anto.mqtt.sub("mVCO2");
starttime = millis();
}
void loop() {
anto.mqtt.loop();
duration1 = pulseIn(PMpin, LOW);
lowpulseoccupancy1 += duration1;
endtime = millis();
```

การกำหนดชื่อของ Channel ในเว็บไซต์ Anto สำหรับการเก็บค่าต่างๆที่ต้องการแสดงผลบนโทรศัพท์มือถือ

การรับค่า Low pulse จากเซนเซอร์ DSM501A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if ((endtime-starttime) > sampletime_ms)
{
ratio1=(lowpulseoccupancy1-
endtime+starttime+sampletime_ms)/(sampletime_ms*10.0);
concentration_mg25 = 1.1*pow(ratio1,3)-3.8*pow(ratio1,2)+520*ratio1+0.62;
concentration_ug25 = concentration_mg25 * mass25;
if(lowpulseoccupancy1 <= 950){
PM=con;
}
else{
con=concentration_ug25;
PM=concentration_ug25;
}
anto.mqtt.pub("PM25",PM);
lowpulseoccupancy1 = 0;
starttime = millis();
}
String PM2_5 = "PM2.5 : ";
PM2_5 += PM;
PM2_5 += "  ug/m3";
lcd.setCursor(0,2);
lcd.print(PM2_5);
i++;
```

การประมวลผลค่าจากเซนเซอร์ DSM501A และการส่งค่าไปเก็บบนเว็บไซต์ Anto และส่งค่าไปที่จอแสดงผล

```
CO2 = analogRead(36);
anto.mqtt.pub("mVCO2",CO2);
y = exp(-0.0155*CO2);
PPM = 179884.35*y;
sumPPM=sumPPM+PPM;
if(i==10){
avgPPM=sumPPM/i ;
sumPPM=0;
i=0;
}
String data = "CO2 Level:";
data += avgPPM;
data += "  ";
lcd.setCursor(0,0);
lcd.print(data);
```

การรับค่าจากเซนเซอร์ MG811 มาประมวลผลและส่งค่าไปเก็บบนเว็บไซต์ Anto และแสดงค่าบนจอแสดงผล LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
lcd.setCursor(17,0);
lcd.print("PPM");
anto.mqtt.pub("CO2LEVEL",avgPPM);
```

การรับค่าแรงดันไฟฟ้าจากเซนเซอร์ MG811 มาประมวลผล และส่งค่าไปเก็บบนเว็บไซต์ Anto และแสดงค่าบนจอแสดงผล LCD

```
if(avgPPM>5000){
digitalWrite(LED, HIGH);
anto.mqtt.pub("FanCtrl","1");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("FAN status : ON ");
state1=1;
}
if(avgPPM<=1000){
if(state==0 && state1==1){
digitalWrite(LED, LOW);
anto.mqtt.pub("FanCtrl","0");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("FAN status : OFF");
state1=0;
}
}
```

เงื่อนไขการเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศ โดยพิจารณาจากปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์

```
pollution = analogRead(39);
if(pollution>1000){
digitalWrite(LEDG,LOW);
anto.mqtt.pub("NormalSt","0");
digitalWrite(LEDY,LOW);
anto.mqtt.pub("WarningSt","0");
digitalWrite(LEDR,HIGH);
anto.mqtt.pub("AlertSt","1");
digitalWrite(LED,HIGH);
state=1;
anto.mqtt.pub("FanCtrl","1");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Air Quality:Alert  ");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("FAN status : ON ");
}
else if(pollution>700 && pollution <= 1000){
digitalWrite(LEDG,LOW);
anto.mqtt.pub("NormalSt","0");
```

การรับค่าแรงดันไฟฟ้าจากเซนเซอร์ MQ-135 สร้างเงื่อนไขการแสดงสถานะด้วยหลอดไฟ LED และการเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
digitalWrite(LEDY,HIGH);
anto.mqtt.pub("WarningSt","1");
digitalWrite(LEDR,LOW);
anto.mqtt.pub("AlertSt","0");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Air Quality:Warning");
}
else{
digitalWrite(LEDG,HIGH);
anto.mqtt.pub("NormalSt","1");
digitalWrite(LEDY,LOW);
anto.mqtt.pub("WarningSt","0");
digitalWrite(LEDR,LOW);
anto.mqtt.pub("AlertSt","0");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("Air Quality:Normal ");
if(state==1 && state1==0){
digitalWrite(LED, LOW);
anto.mqtt.pub("FanCtrl","0");
lcd.setCursor(0,3);
lcd.print("FAN status : OFF");
 state=0;
}
}
delay(500);
}
```

การรับค่าแรงดันไฟฟ้าจากเซนเซอร์ MQ-135 สร้างเงื่อนไขการแสดงสถานะด้วยหลอดไฟ LED และการเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศ

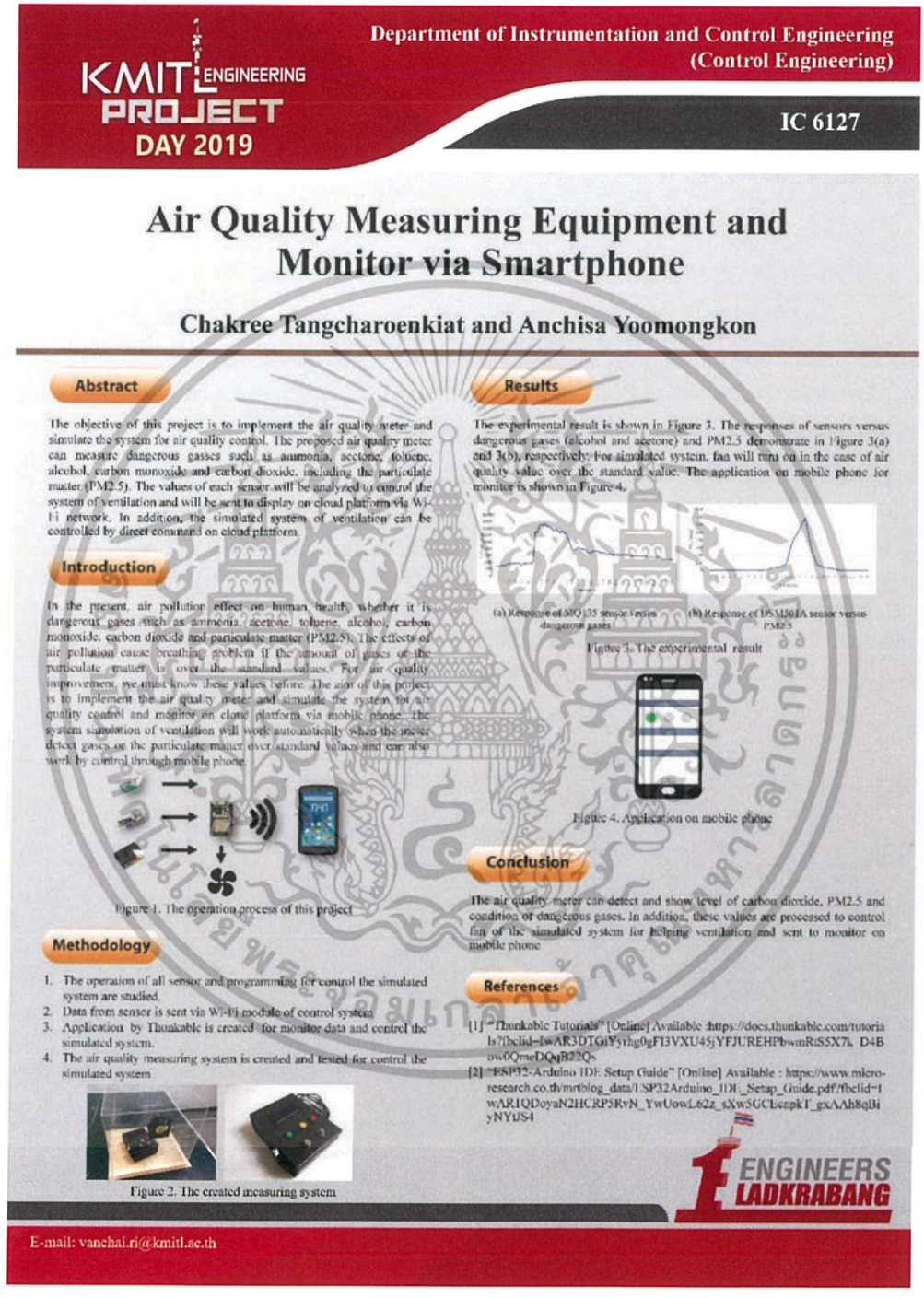
```
void messageReceived(String topic, String payload, char * bytes, unsigned int length)
{
if(topic.equals("channel/Anchisa/AirQualityMeter/FanCtrl")){
if (payload.toInt() == 1) {
digitalWrite(LED, HIGH);
} else {
digitalWrite(LED, LOW);
}
}
}
```

การสั่งเปิด-ปิดพัดลมระบายอากาศผ่านแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

โปสเตอร์



รูปที่ ฉ.1 โปสเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้