

การตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต
INTERNET-BASED AIR POLLUTION MONITORING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

การตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต
INTERNET-BASED AIR POLLUTION MONITORING



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERNET-BASED AIR POLLUTION MONITORING



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

คณะวิศวกรรมศาสตร์



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ การตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต
INTERNET-BASED AIR POLLUTION MONITORING

นักศึกษาผู้จัดทำ นายธิปก สรรพกิจ รหัสนักศึกษา 56010611
นายวรรณวิทย์ ชนินติกุล รหัสนักศึกษา 56011066
นางสาวสมิตรา หิริธรรมกุล รหัสนักศึกษา 56011363

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ
ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.พิทยา ปานนิล	
ผศ.สาท คำมูล	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายธิปก	สรรพกิจ	รหัสนักศึกษา 56010611
	นายวรรณวิทย์	ธนนิติกุล	รหัสนักศึกษา 56011066
	นางสาวสุมิตรา	หิรัธรรมกุล	รหัสนักศึกษา 56011363
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ดร.พิทยา	ปานนิล	
	ผศ.สาท	คำมูล	
ปีการศึกษา	2559		

บทคัดย่อ

โครงการนี้มุ่งเน้นการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต โดยระบบที่นำเสนอประกอบด้วย เซ็นเซอร์ 2 ชุด (ติดตั้งในสถานที่แตกต่างกัน), ดาต้าเชิร์ฟเวอร์ และเว็บเบราว์เซอร์ ชุด เซ็นเซอร์แต่ละชุดประกอบไปด้วยสามส่วน คือ เซ็นเซอร์ตรวจจับก๊าซ MH-Z14 สำหรับตรวจจับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂), ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น Arduino UNO R3 เพื่อปรับสัญญาณที่วัดและควบคุมการถ่ายโอนข้อมูลไปยังดาต้าเชิร์ฟเวอร์ และ 3G Module รุ่น UC15-T เพื่อส่งข้อมูล CO₂ ไปแสดงผล บนเว็บเพจที่สร้างขึ้น จะแสดงผลการวัด CO₂ ในหน่วย ppm และการแจ้งเตือนระดับ CO₂ นอกจากนี้กราฟและข้อมูลย้อนหลังของ CO₂ ที่ตรวจสอบได้ในแต่ละเวลา สามารถเลือกดูได้จากหน้าจอแสดงผล จากผลการทดลองยืนยันว่าการตรวจสอบที่นำเสนอ สามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

คำสำคัญ : การตรวจวัด, คาร์บอนไดออกไซด์, ดาต้าเชิร์ฟเวอร์, ฐานข้อมูล, เว็บเบราว์เซอร์

Thesis title	INTERNET-BASED AIR POLLUTION MONITORING		
Authors	Mr.Tipok	Suppakit	Student ID 56010611
	Mr.Wannawit	Thananitikul	Student ID 56011066
	Ms.Sumitra	Hirithammakul	Student ID 56011363
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Pittaya Pannil		
	Asst.Prof.Sart Kumool		
Academic Year	2016		

ABSTRACT

This project focus on an implementation of Internet-based air pollution monitoring of multiple sensor units. The proposed system consists of two sensor units (installed in different location), data server, and web browser. Each sensor unit consists of three components; the gas sensor modeled MH-Z14, for detecting the carbon dioxide (CO₂), the microcontroller modeled Arduino UNO R3 for conditioning the measured signal and controlling the data transfer to data server, and the 3G module modeled UC15-T for sending the CO₂ data to display. On the created webpage, the CO₂ value in ppm and the CO₂ level for alert can be monitored. In addition, the historian data in trend graph as well as the CO₂ value with the measurement time can be recorded and selected to display. Experimental results confirm that the proposed monitoring can operate correctly.

Keywords : Monitoring, Carbon dioxide, Data server, Database, Web browser

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องด้วยความอนุเคราะห์และความกรุณาจากคณาจารย์ และบุคคลดังต่อไปนี้ ซึ่งผู้มีพระคุณท่านแรกคือ รศ.ดร.พิทยา ปานนิล ท่านที่สอง คือ ผศ.สาท คำมูล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ที่ให้คำแนะนำการทำงาน การออกแบบ การทดลอง และการตรวจสอบโครงการนี้ เพื่อให้มีความถูกต้องครบถ้วนสมบูรณ์ และขอบพระคุณอาจารย์ประจำ หลักสูตรวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ได้ถ่ายทอดวิชาความรู้ทั้งทางด้านทฤษฎีและทางด้านปฏิบัติมาตลอดการศึกษาในระดับปริญญาตรี สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งเป็นความรู้พื้นฐานที่เป็นประโยชน์ในการนำมาประยุกต์ใช้ในการทำงานในโครงการนี้

ขอขอบคุณผู้สร้างเว็บไซต์และเอกสารอ้างอิงต่าง ๆ ที่ผู้จัดทำนำมาใช้เป็นข้อมูลในการทำ และเป็นแหล่งอ้างอิง

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาชั้นปีที่สี่ สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกคนที่ให้คำปรึกษาแนะนำในการทำโครงการนี้ ตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องทุกท่านที่ไม่ได้กล่าวนามไว้ ณ ที่นี้ ที่ได้ให้กำลังใจและมีส่วนช่วยเหลือให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอขอบพระคุณครอบครัวที่คอยให้การสนับสนุนและคอยให้กำลังใจแก่ผู้จัดทำมาโดยตลอด

คณะผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	4
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	5
2.1 กล่าวนำ	5
2.2 มลภาวะทางอากาศ	5
2.3 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	7
2.4 การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	9
2.5 เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย	11
2.6 ภาษาที่ใช้การทำโครงการ	13
2.6.1 ภาษา PHP	13
2.6.2 ภาษา HTML	15
2.6.3 ภาษา CSS	15
2.6.4 ภาษา JavaScript	16
2.6.5 ภาษา jQuery	17

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	18
3.1 กล่าวนำ	18
3.2 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบ	18
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	20
3.3.1 การทำงานในส่วนของ Field Device	21
3.3.2 การทำงานในส่วนของ Data server	31
3.3.3 การทำงานในส่วนของเว็บเบราว์เซอร์	36
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	41
4.1 กล่าวนำ	41
4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อน	41
4.3 ผลการส่งข้อมูลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปยังฐานข้อมูล	43
4.4 ผลการแสดงผลปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บนเว็บเบราว์เซอร์	44
4.5 ผลการทดลองตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในสถานที่ต่างกัน	45
4.6 ผลการทดลองตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชุมชน	46
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	47
5.1 บทสรุป	47
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	47
5.3 ข้อเสนอแนะ	47
บรรณานุกรม	49
ภาคผนวก	52

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	3
2.1 ผลกระทบของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมนุษย์	9
3.1 รายละเอียดการวาง Layout ของกล่องวงจร	21
3.2 คุณลักษณะของบอร์ด ARDUINO UNO R3	22
3.3 คุณลักษณะของ บอร์ด 3G Module	23
3.4 พารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ AIS	27
3.5 พารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ DTAC	27
3.6 พารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ TRUE	27
3.7 พารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ TOT	28
3.8 พารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ My by CAT	28
3.9 ตารางแสดงค่า Return GET	31
4.1 ผลการทดลองวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสถานที่ต่างๆ	45
4.2 ผลการทดลองวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชุมชน	46

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ข้อมูลสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ	7
2.1 MH-Z14 CO ₂ NDIR Gas Sensor	11
2.2 ไอซีที่ใช้ในบอร์ด Arduino	11
2.3 บอร์ด Arduino	11
2.4 ส่วนประกอบของบอร์ดArduino	12
2.5 ส่วนประกอบของบอร์ด 3G Module (ด้านหน้า)	15
2.6 ส่วนประกอบของบอร์ด 3G Module (ด้านหลัง)	15
3.1 System Architecture ของการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต	18
3.2 Flowchart ของการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต	19
3.3 แผนภาพแสดงขั้นตอนในการดำเนินงาน	20
3.4 การวาง Layout ของกล่องอุปกรณ์	21
3.5บอร์ด Arduino Uno R3	22
3.6 บอร์ด 3G Module	23
3.7 หน้าดาวน์โหลดไฟล์ไลบรารี TEE_UC20_Shield	24
3.8 ไฟล์ .zip ของไลบรารี TEE_UC20_Shield	24
3.9 ไดรเรททอรี AltSoftSerial กับ TEE_UC20_Shield	24
3.10 การคัดลอกไดรเรททอรี ALTSOFTSERIAL กับ TEE_UC20_Shield ไปไว้ใน ไดรเรททอรีไลบรารีของ Arduino IDE	25
3.11 โปรแกรมในส่วน FUNCTION DEVICE1()	26
3.12 การเรียกใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	28
3.13 การสร้างออบเจกต์ INTERNET	29
3.14 โปรแกรมในส่วนเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต	29
3.15 การตั้งค่าพารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ	29
3.16 การเรียกใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield ในการทำ HTTP GET	30
3.17 การสร้างออบเจกต์ INTERNET , UC_FILE , HTTP	30
3.18 ฟังก์ชันเริ่มต้นการใช้งาน HTTP	30
3.19 โปรแกรมส่วนการส่งข้อมูลขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์	30
3.20 การ Login เข้าฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม phpMyAdmin	31

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.21 การเข้าฐานข้อมูล	32
3.22 การสร้างตารางข้อมูล	32
3.23 ตารางที่สร้างเสร็จแล้ว	33
3.24 หน้าต่างแสดงโค้ดที่ใช้ส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล	33
3.25 หน้าต่างแสดงปุ่ม Browse บนฐานข้อมูล	34
3.26 การแสดงข้อมูลที่อยู่บนฐานข้อมูล	34
3.27 หน้าต่างโปรแกรม Filezilla	35
3.28 การอัปโหลดไฟล์ขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์ผ่านโปรแกรม Filezilla	36
3.29 หน้าหลักของเว็บเบราว์เซอร์	37
3.30 หน้าเว็บเบราว์เซอร์สำหรับแสดงผลการวัด	37
3.31 ส่วนแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ	38
3.32 ส่วน Status แสดงระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ	38
3.33 หน้าเว็บเบราว์เซอร์สำหรับดูข้อมูลย้อนหลัง	39
3.34 การแสดงข้อมูลย้อนหลังแบบกราฟ	39
3.35 การแสดงข้อมูลย้อนหลังแบบตารางข้อมูล	40
3.36 การแสดง Location ที่ทำการวัดของ Device	40
4.1 วิธีการสอบเทียบ	42
4.2 ผลการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ จากเว็บเบราว์เซอร์ กับ โปรแกรม CO2 Sensor ครั้งที่ 1	42
4.3 ผลการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ จากเว็บเบราว์เซอร์ กับ โปรแกรม CO2 Sensor ครั้งที่ 2	43
4.4 ผลการทำงานของโปรแกรม	44
4.5 การแสดงผลการวัดบนฐานข้อมูล	44
4.6 การแสดงผลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์	45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

ในปัจจุบันโลกของเรามีการพัฒนาเทคโนโลยีที่มีความทันสมัยเกิดขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกในชีวิตรประจำวัน เมื่อเวลาผ่านไปประชากรได้มีจำนวนที่เพิ่มขึ้นในทุก ๆ ปี เพราะฉะนั้น ความต้องการใช้ทรัพยากร ความต้องการใช้เทคโนโลยีจึงได้เพิ่มมากขึ้น และเทคโนโลยีอำนวยความสะดวกที่สร้างขึ้นนั้น จำเป็นต้องใช้ทรัพยากร และกระบวนการต่าง ๆ ในการผลิตซึ่งสร้างผลกระทบให้กับสภาพอากาศ อาทิเช่น การผลิตกระแสไฟฟ้าจากถ่านหิน โรงงานอุตสาหกรรมและแปรรูปผลผลิต การเผาไหม้ของเชื้อเพลิงเพื่อใช้ในกระบวนการผลิต เป็นต้น และเมื่อมีการใช้ในปริมาณมาก ผลกระทบจึงเพิ่มความรุนแรงมากขึ้น ก่อให้เกิดเป็นปัญหามลภาวะทางอากาศในปัจจุบัน

ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงสร้างระบบที่นำเสนอการวัดค่ามลภาวะทางอากาศโดยวัดจากปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นก๊าซที่ส่งผลกระทบต่ออากาศของโลกชนิดหนึ่ง โดยใช้ 3G Module ในการส่งค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้บันทึกไว้ในฐานข้อมูล และนำข้อมูลมาแสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์ เพื่อสะดวกกับผู้ใช้งานที่ต้องการวัดค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งอยู่ไกลจากผู้ใช้งาน และเมื่อต้องการวัดในหลายพื้นที่ก็สามารถวัดได้โดยติดตั้งอุปกรณ์ไว้ ไม่ต้องเดินทางเข้าไปวัดเอง ซึ่งทำให้สิ้นเปลืองเวลาและทรัพยากร ซึ่งผู้ใช้งานสามารถดูค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้สะดวกยิ่งขึ้นและยังสามารถดูค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ย้อนหลังได้อีกด้วย และผู้ใช้งานสามารถนำผลที่ได้จากการวัดไปใช้งานต่อไปได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.) เพื่อศึกษาการทำงานของเซ็นเซอร์เพื่อนำไปวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
- 2.) เพื่อศึกษาการทำงานของ Arduino และ 3G Module
- 3.) เพื่อสามารถตรวจสอบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศได้ โดยแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.) วัดมลภาวะทางอากาศโดยวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากระยะไกลได้
- 2.) แสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้
- 3.) เข้าถึงข้อมูลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ย้อนหลังผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

ในการวางแผนการดำเนินงานเริ่มต้นจากการศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ การศึกษา ข้อมูลการทำงานของเซ็นเซอร์ การสื่อสารแบบไร้สายของ 3G Module การเขียนเว็บเบราว์เซอร์เพื่อแสดงผลการวัด การสร้างฐานข้อมูล การใช้งานภาษา C เพื่อเขียนคำสั่งบนบอร์ด Arduino การใช้งาน ภาษา PHP เพื่อเขียนคำสั่งติดต่อกับฐานข้อมูลและใช้ในการเขียนเว็บเบราว์เซอร์ การศึกษาค่า คาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ และจัดทำฮาร์ดแวร์ สุดท้ายทำการทดสอบการส่งค่าปริมาณก๊าซ คาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ลงบนฐานข้อมูลและนำข้อมูลมาแสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน											
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4								
ศึกษาข้อมูลและรายละเอียดที่เกี่ยวข้อง																																												
วางแผนการทำงานของระบบ																																												
ออกแบบระบบการส่งค่าที่วัดได้																																												
เข้าฐานข้อมูล																																												
สั่งซื้อและจัดหาอุปกรณ์																																												
ทดสอบการทำงานของเซนเซอร์และการส่งสัญญาณไร้สาย 3G																																												
ประกอบเซนเซอร์ร่วมกับการส่งสัญญาณแบบไร้สาย 3G																																												
สร้างฐานข้อมูลเว็บไซต์ที่ใช้แสดงค่า																																												
เชื่อมต่อระบบทั้งหมดเข้าด้วยกัน																																												
ทดลองการใช้ระบบและแก้ไข																																												
จัดทำรูปเล่มโครงการ																																												
นำเสนอผลงาน																																												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.) สามารถดูผลการวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากระยะไกลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ได้
- 2.) ได้รับความรู้และความเข้าใจในการศึกษาการทำงานของอุปกรณ์และโปรแกรมต่าง ๆ
- 3.) ได้เรียนรู้และเพิ่มประสบการณ์ในการทำงานเป็นกลุ่ม รวมถึงประสบการณ์ในการทำโครงการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องในการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต อันได้แก่ มลภาวะทางอากาศ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจวัด เทคโนโลยีสื่อสารแบบไร้สาย รวมถึงภาษาที่ใช้เขียนโปรแกรมในโครงงานฉบับนี้

2.2 มลภาวะทางอากาศ

มลภาวะทางอากาศ หมายถึง ภาวะอากาศที่มีสารเจือปนอยู่ในปริมาณที่สูงกว่าระดับปกติเป็นเวลานานพอที่จะทำให้เกิดอันตรายแก่มนุษย์ สัตว์ พืช หรือทรัพย์สินต่าง ๆ อาจเกิดขึ้นเองตามธรรมชาติ เช่น ฝุ่นละอองจากลมพายุ ภูเขาไฟระเบิด แผ่นดินไหว ไฟไหม้ป่า ก๊าซธรรมชาติอากาศเสียที่เกิดขึ้น โดยธรรมชาติเป็นอันตรายต่อมนุษย์น้อยมาก เพราะแหล่งกำเนิดอยู่ไกลและปริมาณที่เข้าสู่สภาพแวดล้อมของมนุษย์และสัตว์มีน้อย กรณีที่เกิดจากการกระทำของมนุษย์ ได้แก่ มลพิษจากท่อไอเสียของรถยนต์จากโรงงานอุตสาหกรรมจากขบวนการผลิตจากกิจกรรมด้านการเกษตรจากการระเหย ของก๊าซบางชนิด ซึ่งเกิดจากขยะมูลฝอยและของเสีย เป็นต้น

● แหล่งกำเนิดมลภาวะทางอากาศ [1]

- 1.) การเผาไหม้เชื้อเพลิงของกิจกรรมต่าง ๆ ได้แก่ รถยนต์ การเผาขยะมูลฝอย การผลิตกระแสไฟฟ้าโดยใช้ถ่านหินเป็นเชื้อเพลิง เป็นต้น ซึ่งทำให้เกิดก๊าซต่าง ๆ เช่น ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซีลีเนียม และออกไซด์ของโลหะ เป็นต้น
- 2.) การฟุ้งกระจายของฝุ่นละอองและอนุภาคต่าง ๆ จากกิจกรรมผสม บด โม่ การก่อสร้าง และการขนส่งวัสดุและสินค้า
- 3.) โรงงานอุตสาหกรรมผลิตหรือแปรรูปวัตถุดิบ ได้แก่ การผลิตสารเคมี กระจก ปูน เหล็กกล้า อลูมิเนียม เป็นต้น ซึ่งอาจมีการปล่อยสารพิษออกมา เช่น ก๊าซไฮโดรเจนซัลไฟด์ ออกไซด์ของซัลเฟอร์แอมโมเนีย ไอตะกั่ว สารหนู เป็นต้น
- 4.) การเกษตร เช่น การเผาพื้นที่ทำการเกษตร การฉีดพ่นสารเคมี ทำให้เกิดสารมลพิษจำพวก สารหนู สารตะกั่ว ควัน และซีลีเนียม เป็นต้น
- 5.) เตาปฏิกรณ์ เช่น การผลิตกระแสไฟฟ้า การทดลองระเบิดนิวเคลียร์ เป็นต้น ทำให้เกิดฝุ่นละอองของยูเรเนียม

6.) แหล่งกำเนิดจากธรรมชาติ เช่น ไฟป่า การเกิดปฏิกิริยาชีวเคมี ได้แก่ การเน่าเปื่อยและหมักของสารอินทรีย์ในน้ำ ดิน จะทำให้เกิดก๊าซมีเทนคาร์บอนไดออกไซด์ แอมโมเนีย เป็นต้น

● ผลกระทบจากภาวะมลพิษทางอากาศ

- 1.) เป็นอันตรายต่อสุขภาพของมนุษย์ โดยเฉพาะระบบหายใจ มะเร็งผิวหนัง ระบบประสาท และอาจสะสมในเนื้อเยื่อร่างกายมลสารแต่ละชนิดจะเป็นผลกระทบต่อสุขภาพต่างกัน
- 2.) สารพิษที่ระบายออกสู่บรรยากาศ บางชนิดคงตัวอยู่ในบรรยากาศได้เป็นเวลานาน และแพร่กระจายออกไปได้ไกล บางชนิดเป็นปฏิกิริยาต่อกันและเกิดเป็นสารใหม่ที่เป็นอันตราย
- 3.) ทำให้เกิดฝนกรด โดยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ซึ่งเกิดจากการเผาไหม้ของเชื้อเพลิงที่มีสารกำมะถันเจือปน เมื่อทำปฏิกิริยารวมตัวกับน้ำและกลั่นตัวเป็นฝน จะมีฤทธิ์เป็นกรด ซึ่งเป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตและสิ่งก่อสร้าง
- 4.) ทำให้เกิดปรากฏการณ์เรือนกระจก (Greenhouse Effect) เกิดจากก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ คาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซมีเทน ออกไซด์ของไนโตรเจน โอโซน และสารคลอโรฟลูออโรคาร์บอน (CFC) เมื่อลอยขึ้นไปบนชั้นบรรยากาศ จะปกคลุมมิให้รังสีความร้อนจากผิวโลกระบายขึ้นสู่บรรยากาศระดับสูงขึ้นไป ทำให้เกิดการสะสมความร้อนของผิวโลก

ในประเทศไทยมีหน่วยงานในสังกัดของกระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม คือ กรมควบคุมมลพิษ มีบทบาทและหน้าที่ตามบทบัญญัติที่เกี่ยวข้องในพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อมแห่งชาติ พ.ศ. 2535 เป็นหลัก อันได้แก่ การประกาศพื้นที่เขตควบคุมมลพิษ การกำหนดมาตรฐานควบคุมมลพิษจากแหล่งกำเนิด การกำหนดประเภทของแหล่งกำเนิดมลพิษที่ต้องควบคุมการปล่อยอากาศเสีย น้ำทิ้งหรือขยะมูลฝอย การจัดตั้ง คณะกรรมการควบคุมมลพิษ เพื่อจัดทำนโยบายและแผนงาน ประสานงานในการลดปัญหาหมอกพิษและเสนอมาตรการในการป้องกันมลพิษ โดยมีปลัดกระทรวงวิทยาศาสตร์ เทคโนโลยีและสิ่งแวดล้อมเป็นประธาน ตามพระราชบัญญัติส่งเสริมและรักษาคุณภาพสิ่งแวดล้อม พ.ศ. 2535 กรมควบคุมมลพิษมีหน้าที่กำหนดหลักเกณฑ์วิธีการ และเงื่อนไขที่จำเป็นในการจัดการมลพิษ ได้แก่ กำหนดหน้าที่ของเจ้าพนักงานควบคุมมลพิษ กำหนดอัตรา ค่าบริการ ค่าปรับ และค่าสินไหมทดแทน หรือ ค่าเสียหาย ซึ่งเจ้าของหรือผู้ครอบครองแหล่งกำเนิดมลพิษมีหน้าที่ต้องรับผิดชอบซึ่งปรากฏในบทกำหนดโทษ ในกรณีที่มีผู้ฝ่าฝืนหรือไม่ปฏิบัติตาม

ระบบตรวจวัดคุณภาพอากาศของกรมควบคุมมลพิษ ตรวจวัดและเก็บข้อมูลสารมลพิษทางอากาศ 5 ประเภท ได้แก่ ก๊าซโอโซน (O_3), ก๊าซไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO_2), ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO), ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (SO_2) และฝุ่นละอองขนาดเล็กกว่า 10 ไมครอน (PM_{10}) โดยที่ก๊าซแต่ละชนิดจะจัดเก็บข้อมูลแบบรายชั่วโมง และฝุ่นละอองขนาดเล็กจะจัดเก็บค่าเฉลี่ย 24 ชั่วโมง ดังรูปที่ 2.1

ไอดี	สถานี	วันที่ล่าสุด	ชั่วโมงล่าสุด	ค่าการตรวจวัดจากสถานีอัตโนมัติ (รายชั่วโมง)				ค่าเฉลี่ยย้อนหลัง 24 ชม. (µg/m ³)
				CO (ppm)	NO ₂ (ppb)	O ₃ (ppb)	SO ₂ (ppb)	
ข้อมูลแบบปัจจุบัน รายชั่วโมง								
02t	แขวงหิรัญบุรี เขตธนบุรี กรุงเทพฯ	2017-05-24	02:00:00	0.13	-	1	-	42
03t	แขวงสามลำ เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ	2017-05-25	02:00:00	0.36	18	7	-	56
05t	แขวงบางนา เขตบางนา กรุงเทพฯ	2017-05-25	01:00:00	0.16	10	23	0	No Data
08t	ต.ทรงคนอง อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ	2017-05-25	01:00:00	0.14	12	14	1	36
10t	แขวงคลองจั่น เขตบางกะปิ กรุงเทพฯ	2017-05-25	01:00:00	-	16	17	-	27
12t	แขวงช่องนนทรี เขตยานนาวา กรุงเทพฯ	2017-05-25	01:00:00	0.02	33	2	0	34
13t	ต.บางกรวย อ.บางกรวย จ.นนทบุรี	2017-03-29	12:00:00	0.60	6	41	-	95
14t	ต.อ้อมน้อย อ.กระทุ่มแบน จ.สมุทรสาคร	2017-05-25	01:00:00	0.31	0	58	0	53
16t	ต.บางโปรง อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	2017-03-28	13:00:00	0.41	-	43	-	No Data
17t	ต.ตลาด อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ	2017-05-25	01:00:00	0.46	19	20	6	25
18t	ต.ปากน้ำ อ.เมือง จ.สมุทรปราการ	2016-09-01	14:00:00	0.61	16	-	6	48
19t	ต.บางเสาธง อ.บางเสาธง จ.สมุทรปราการ	2017-01-25	13:00:00	0.08	-	-	-	71
21t	ต.ประดู่ชัย อ.พระนครศรีอยุธยา จ.พระนครศรีอยุธยา	2017-05-25	01:00:00	0.76	-	18	1	23
24t	ต.หน้าพระลาน อ.เฉลิมพระเกียรติ จ.สระบุรี	2017-05-25	01:00:00	0.23	10	16	-	80
25t	ต.ปากเกร็ด อ.เมือง จ.สระบุรี	2017-05-25	01:00:00	-	22	25	-	28
26t	ต.นวกะเมือง อ.เมือง จ.ราชบุรี	2017-05-25	01:00:00	0.52	-	17	1	34
ค่ามาตรฐานรายชั่วโมง				30.00	170	100	300	-
ค่ามาตรฐานราย 24 ชั่วโมง								120

รูปที่ 2.1 ข้อมูลสถานีตรวจวัดของกรมควบคุมมลพิษ [5]

ในปัจจุบันอุณหภูมิโลกสูงขึ้น เนื่องจากก๊าซเรือนกระจกมีปริมาณเพิ่มขึ้นจากการทำกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์ ไม่ว่าจะเป็นการเผาผลาญถ่านหินและเชื้อเพลิง รวมไปถึงสารเคมีที่มีส่วนผสมของก๊าซเรือนกระจกที่มนุษย์ใช้ และอื่น ๆ อีกมากมาย จึงทำให้ก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้ลอยขึ้นไปรวมตัวกันอยู่บนชั้นบรรยากาศของโลก ทำให้รังสีของดวงอาทิตย์ที่ควรจะสะท้อนกลับออกไปในปริมาณที่เหมาะสม กลับถูกก๊าซเรือนกระจกเหล่านี้กักเก็บไว้ คณะผู้จัดทำจึงให้ความสำคัญกับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ หนึ่งในก๊าซที่เป็นต้นเหตุทำให้เกิดปรากฏการณ์โลกร้อน

2.3 ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (Carbon dioxide-CO₂) เป็นก๊าซที่ไม่มีสี ประกอบด้วยคาร์บอน 1 อะตอม และออกซิเจน 2 อะตอม มีสูตรทางเคมี คือ CO₂ อยู่ในสถานะก๊าซที่อุณหภูมิสูงกว่า -78.5 องศาเซลเซียส และอยู่ในสถานะของแข็ง (ที่รู้จักกันในชื่อ น้ำแข็งแห้ง) ที่อุณหภูมิต่ำกว่า -78.5 องศาเซลเซียส ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เปลี่ยนสถานะจากของแข็งเป็นก๊าซโดยการระเหิด เป็นก๊าซที่มีปริมาณมากเป็นอันดับ 4 ในอากาศ รองจากไนโตรเจน ออกซิเจน และอาร์กอน

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศเกิดจากธรรมชาติและเกิดจากฝีมือมนุษย์ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิงที่มาจากโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ และการตัดไม้ทำลายป่าเพื่อใช้เป็นที่อยู่อาศัยหรือการเกษตรกรรม โดยเฉพาะอย่างยิ่งการตัดไม้ทำลายป่านี้ นับว่าเป็นตัวการสำคัญที่สุดในการปลดปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ทั้งนี้เนื่องจากต้นไม้และป่าไม่มีคุณสมบัติที่ดี คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มันสามารถดูดซับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ก่อนที่จะลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ป่าลดน้อยลงปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ จึงขึ้นไปสะสมอยู่ในชั้นบรรยากาศได้มากขึ้น จากผลการศึกษาปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยหน่วยงาน IPCC¹ ระบุว่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซเรือนกระจกที่ทำให้เกิดพลังงานความร้อนสะสมในบรรยากาศของโลกมากที่สุด ในบรรดาก๊าซเรือนกระจกชนิดอื่น ๆ ทั้งยังมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นกว่าก๊าซชนิดอื่น ๆ ด้วย ซึ่งหมายถึงผลกระทบโดยตรงต่ออุณหภูมิของโลกและชั้นบรรยากาศจะยิ่งทวีความรุนแรงมากยิ่งขึ้น ล่าสุดหน่วยงาน IPCC ได้รายงานปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นโดยฝีมือมนุษย์ที่ทำให้พลังงานรังสีความร้อน สะสมบนผิวโลก และชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 1.56 วัตต์ต่อตารางเมตร ในปริมาณนี้ยังไม่คิด รวมผลกระทบที่เกิดขึ้นทางอ้อมของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

คาร์บอนไดออกไซด์เป็นองค์ประกอบหนึ่งของชั้นบรรยากาศโลก ถึงแม้จะมีอยู่ในปริมาณที่น้อยมากเมื่อเทียบกับองค์ประกอบอื่น ๆ คือ มีประมาณร้อยละ 0.033 เท่านั้น แต่คาร์บอนไดออกไซด์กลับมีความสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศโลกเป็นอย่างยิ่ง โดยมีบทบาทที่สำคัญ คือ มีคุณสมบัติเป็นก๊าซเรือนกระจก (Greenhouse Gas)

- **ลักษณะของการเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ [2]**

ในปัจจุบันสาเหตุที่คาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศมีปริมาณเพิ่มขึ้น เนื่องมาจากการเผาไหม้ในรูปแบบต่าง ๆ เช่น การเผาไหม้เชื้อเพลิง จากโรงงานอุตสาหกรรม การเผาป่าเพื่อใช้เป็นพื้นที่สำหรับพักอาศัย และทำการเกษตรกรรม ซึ่งการบุกรุกทำลายพื้นที่ป่าถือเป็นสาเหตุที่มีการปล่อยคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศได้รวดเร็วมากที่สุด เพราะป่าไม่มีคุณสมบัติในการตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ไว้ก่อนที่จะลอยขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศ ดังนั้นเมื่อพื้นที่ป่าไม้ลดน้อยลงคาร์บอนไดออกไซด์จึงลอยขึ้นไปสะสมอยู่ในบรรยากาศได้มากยิ่งขึ้น ทำให้พลังงานความร้อนมีการสะสมอยู่บนพื้นผิวโลกและในชั้นบรรยากาศเพิ่มขึ้นประมาณ 1.56 วัตต์/ตารางเมตร (ปริมาณนี้ยังไม่คิดรวมผลกระทบที่เกิดขึ้นทางอ้อม)

- **ผลกระทบจากการเพิ่มขึ้นของคาร์บอนไดออกไซด์ในชั้นบรรยากาศ [3]**

นับตั้งแต่เริ่มรู้จักเครื่องจักรไอน้ำ และนำเอาเชื้อเพลิงฟอสซิลอัน ได้แก่ ถ่านหิน และน้ำมันขึ้นมาใช้ และนั่นคือจุดเริ่มต้นของการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นสู่ชั้นบรรยากาศในปริมาณมากโดยน้ำมือมนุษย์จนเป็นผลทำให้โลกของเราต้องเผชิญกับสภาพอากาศที่ร้อนมากขึ้นกว่าในอดีตที่ผ่านมา นับตั้งแต่ที่มนุษย์ชาติได้กำเนิดขึ้นมาบนดาวเคราะห์โลก และนั่นก็หมายถึงว่า การเพิ่มขึ้นของ

¹ IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) “คณะกรรมการระหว่างรัฐบาลว่าด้วยเรื่องการเปลี่ยนแปลงสภาพภูมิอากาศ” เป็นคณะที่ให้คำแนะนำแก่ผู้กำหนดนโยบายเกี่ยวกับสถานการณ์ปัจจุบันขององค์ความรู้ และให้ข้อมูลที่น่าเชื่อถือเกี่ยวกับภาวะโลกร้อน

คาร์บอนไดออกไซด์ซึ่งเป็นหนึ่งในก๊าซเรือนกระจกที่สำคัญที่ไปมีผลทำให้อุณหภูมิเฉลี่ยของโลกสูงขึ้น หรือที่เรียกกันว่า โลกร้อน (Global Warming)

- ผลกระทบของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมนุษย์

ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรยากาศมีความหนาแน่นประมาณ 300-500 ppm ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นก๊าซที่ไม่เป็นพิษ และไม่ติดไฟ แต่ก็ไม่เอื้อต่อการดำรงชีวิต และหากได้รับก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในปริมาณสูงจะก่อให้เกิดความเสี่ยงต่อชีวิตได้

ตารางที่ 2.1 ผลกระทบของความเข้มข้นก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ต่อมนุษย์ [4]

ความเข้มข้นของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ผลกระทบต่อมนุษย์
300-500 ppm	ค่าปกติในบรรยากาศ
600-800 ppm	คุณภาพอากาศในอาคารที่ยอมรับได้
1000 ppm	คุณภาพอากาศในอาคารที่พอทนได้
5000 ppm	รับได้ชั่วเวลาหนึ่ง จำกัดไม่เกิน 8 ชั่วโมง
6000-30000 ppm	ต้องระวัง ได้รับในช่วงสั้น ๆ เท่านั้น
3-8 %	หายใจถี่ขึ้น วิงเวียนศีรษะ
สูงกว่า 10%	คลื่นไส้ อาเจียน หมดสติ
สูงกว่า 20%	หมดสติอย่างรวดเร็ว ตาย

2.4 การตรวจวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

ในการตรวจวัดปริมาณก๊าซด้วยเซ็นเซอร์นั้น มีหลักการตรวจวัดอยู่ 4 แบบ คือ

- หลักการแบบ Catalytic Bead Combustion Sensor Technology

เมื่อมีก๊าซเข้าไปใน Combustion Gas Into Sensor Element จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความร้อนที่หัววัดจะมีค่า และเปรียบเทียบระหว่างชุดวัด และชุดค่ามาตรฐานโดยอุณหภูมิที่สูงขึ้นจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มข้นของแก๊สที่วัดได้

จุดเด่นของหลักการนี้

- 1.) ราคาไม่สูงมาก และอายุการใช้งานประมาณ 2-5 ปี ขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษา อุณหภูมิและความชื้นในขณะที่ใช้งาน
- 2.) นิยมใช้งานสำหรับวัดก๊าซที่ไวไฟเท่านั้นจะได้ประสิทธิภาพดี เช่น ก๊าซ Methane, Hydrogen, LPG, Combustible Gas
- 3.) มีความทนทาน สัญญาณที่ส่งออกจากหัววัดจะให้ความแม่นยำสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หลักการแบบ Infrared Sensor Technology

เมื่อมีก๊าซเข้าไปใน Infrared Sensor Element จะทำให้เกิดการดูดกลืนแสงที่ยิงจากภาคส่ง ทำให้ความเข้มข้นของแสงลดลงตามปริมาณความเข้มข้นของก๊าซที่เข้าไป แล้วเปรียบเทียบกับลำแสงอ้างอิง

จุดเด่นของหลักการนี้

1.) อายุการใช้งานประมาณ 3-5 ปี ขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษา อุณหภูมิ และความชื้นในขณะที่ใช้ งาน ข้อเสียคือราคาสูง เนื่องจากใช้เทคโนโลยีที่สูงในการตรวจจับ และมีความเสถียรภาพสูง สามารถวัดได้ทั้งหน่วย %LEL, %VOLUME

2.) นิยมใช้งานสำหรับวัดก๊าซที่ไวไฟจะได้ประสิทธิภาพดี เช่น ก๊าซ Methane, Methane, Hydrogen, LPG, Hydrocarbon Gas, CO₂

3.) มีความทนทาน สัญญาณที่ส่งออกจากหัววัดจะให้ความแม่นยำสูง

- หลักการแบบ Electro Chemical Technology

เมื่อมีก๊าซเข้าไปใน Electro Chemical Sensor Element ประกอบขั้วไฟฟ้า ซึ่งแยกกันกับสารละลายอิเล็กโทรไลต์ด้วยชั้นบาง ๆ เมื่อก๊าซแพร่เข้าไปสัมผัสขั้วไฟฟ้าทำให้เกิดปฏิกิริยาออกไซด์และปลดปล่อยส่วนของขั้วไฟฟ้า พร้อมสร้างกระแสไฟฟ้าที่เป็นบวก และลบโดยกระแสที่ได้จะสัมพันธ์กับปริมาณความเข้มข้นของก๊าซที่แพร่เข้าไป

จุดเด่นของหลักการนี้

1.) ช่วงการวัดจะกว้างสำหรับก๊าซที่ต้องการวัด อายุของหัววัดประมาณ 1-2 ปี ขึ้นอยู่กับการบำรุงรักษา อุณหภูมิ และความชื้นมีผลต่อหัววัด

2.) นิยมใช้งานสำหรับวัดก๊าซ O₂ และก๊าซพิษอื่น ๆ จะได้ประสิทธิภาพดี เช่น ก๊าซ Oxygen, CO วัดได้ทั้งหน่วย PPM, %VOLUME

3.) สัญญาณที่ส่งออกจากหัววัดถ้าระยะไกล ๆ จะส่งได้ไม่ดี

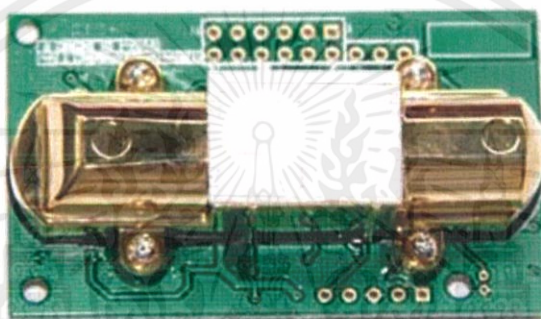
- หลักการแบบ Photoionization Sensor Technology (PID)

หลักการนี้จะเหมาะสำหรับใช้วัดสารประกอบประเภทเคมีอินทรีย์ที่มีสถานะระเหยได้ง่ายหรือเปลี่ยนแปลงง่ายในสภาวะอากาศปกติ และที่ไม่ใช่สารประกอบอินทรีย์ก็สามารถที่ใช้หลักการนี้ในการตรวจจับโดยการใช้ลำแสงอัลตราไวโอเล็ตที่มีพลังงานสูง ถ้ามีก๊าซที่ต้องการวัดเข้าไปในลำแสงก็จะมีผลแตกตัวเป็นโมเลกุลละอองเล็ก ๆ ทำให้แรงดันของกระแสที่ขั้วไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงซึ่งผลการวัดจะสัมพันธ์กับการแตกตัวของโมเลกุล

จุดเด่นของหลักการนี้

- 1.) สามารถใช้วัดก๊าซได้หลายชนิดไม่เฉพาะสารประกอบประเภทเคมีอินทรีย์เท่านั้น มีความเสถียรภาพสูง แต่ราคาแพง
- 2.) นิยมใช้งานสำหรับวัดก๊าซที่มีไอระเหยง่าย เช่น Benzene, Gasoline
- 3.) มีความทนทาน สัญญาณที่ส่งออกจากหัววัดจะมีความแม่นยำสูง

ในโครงการนี้เลือกใช้เซ็นเซอร์ รุ่น MH-Z14 CO₂ NDIR Gas Sensor ที่มีหลักการวัดแบบ Infrared Sensor Technology



รูปที่ 2.2 MH-Z14 CO₂ NDIR Gas Sensor [7]

MH-Z14 CO₂ NDIR Gas Sensor เป็นเซ็นเซอร์ CO₂ Gas Concentration Module ประเภท Non-Dispersive Infrared (NDIR) ให้ความแม่นยำในการตรวจวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ การวัดอยู่ที่ช่วง 0 – 5000 ppm โดยตัวโมดูล MH-Z14 CO₂ NDIR Gas Sensor ได้ทำการ calibration ค่ามาให้แล้ว สามารถ Interface กับ MCU ผ่านทาง Analog Output, PWM, Serial ของตัวโมดูลได้เลย ขนาดกะทัดรัด ติดตั้งง่าย มั่นใจได้ในการอ่านค่าทุก ๆ ย่านอุณหภูมิ

2.5 เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย

เนื่องจากโครงการนี้ ต้องการส่งข้อมูลระยะไกล จึงจำเป็นต้องใช้เทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สาย ซึ่งเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายมีหลากหลายชนิดตามความต้องการของผู้ใช้งาน อาทิเช่น Bluetooth, IEEE 802.11, Infrared, Wi-Fi, ZigBee, GPS, HSDPA, 2G และ 3G โดยเทคโนโลยีที่เลือกใช้คือ เทคโนโลยี 3G เพื่อขจัดปัญหาด้านระยะทาง เนื่องจากการใช้เทคโนโลยี 3G นั้น หากพื้นที่ใดมีสัญญาณ 3G ก็สามารถส่งข้อมูลได้

3G หรือ Third Generation เป็นเทคโนโลยีการสื่อสารที่ผสมผสาน การนำเสนอข้อมูล และเทคโนโลยีในปัจจุบันเข้าด้วยกัน เช่น PDA โทรศัพท์มือถือ Walkman, กล้องถ่ายรูปและอินเทอร์เน็ต เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาต่อเนื่องจากยุคที่ 2 และ 2.5 ซึ่งเป็นยุคที่มีการให้บริการระบบเสียง และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลในขั้นต้น ทั้งยังมีข้อจำกัดอยู่มาก การพัฒนาของ 3G ทำให้เกิดการให้บริการมัลติมีเดีย และ ส่งผ่านข้อมูลในระบบไร้สายด้วยอัตราความเร็วที่สูงขึ้น

ยุค 1G เป็นยุคแรกของการพัฒนาระบบโทรศัพท์แบบเซลลูลาร์ การรับส่งสัญญาณใช้วิธีการมอดูเลตสัญญาณอนาล็อกเข้าช่องสื่อสารโดยใช้ การแบ่งความถี่ออกมาเป็นช่องเล็ก ๆ ด้วยวิธีการนี้มีข้อจำกัดในเรื่องจำนวนช่องสัญญาณ และการใช้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงติดขัดเรื่องการ ขยายจำนวนเลขหมาย และการขยายแถบความถี่ ประจวบกับระบบเครื่องรับส่งสัญญาณวิทยุกำหนดขนาดของเซล และความแรงของสัญญาณ เพื่อให้เข้าถึงสถานีเบสได้ ตัวเครื่องโทรศัพท์เซลลูลาร์ยังมีขนาดใหญ่ ใช้กำลังงานไฟฟ้ามาก ในภายหลังจึงเปลี่ยนมาเป็นระบบดิจิทัล และการเข้าช่องสัญญาณแบบแบ่งเวลา โทรศัพท์เคลื่อนที่แบบ 1 G จึงใช้เฉพาะในยุคแรกเท่านั้น

ยุค 2G เป็นยุคที่พัฒนาต่อมาโดยการเข้ารหัสสัญญาณเสียง โดยบีบอัดสัญญาณเสียงใน รูปแบบดิจิทัล ให้มีขนาดจำนวนข้อมูลน้อยลงเหลือ เพียงประมาณ 9 กิโลบิตต่อวินาที ต่อช่องสัญญาณ การติดต่อจากสถานีลูก หรือตัวโทรศัพท์เคลื่อนที่กับสถานีเบส ใช้วิธีการสองแบบคือ TDMA คือการแบ่งช่องเวลาออกเป็นช่องเล็ก ๆ และแบ่งกันใช้ ทำให้ใช้ช่องสัญญาณความถี่วิทยุได้เพิ่มขึ้นจากเดิมอีกมาก กับอีกแบบหนึ่งเป็นการแบ่ง การเข้าถึงตามการเข้ารหัส และการถอดรหัสโดยใส่แอดเดรสเหมือน IP เราเรียกววิธีการนี้ว่า CDMA - Code Division Multiple Access ในยุค 2G จึงเป็นการรับส่งสัญญาณโทรศัพท์แบบดิจิทัลหมดแล้ว

ยุค 2.5G การสื่อสารไร้สายยุค 2.5G ได้รับการพัฒนาต่อออกมาจากเทคโนโลยี ในระดับ 2G แต่มีประสิทธิภาพต่อยกกว่ามาตรฐาน การสื่อสารไร้สายยุค 3G โดยเทคโนโลยียุค 2.5G สามารถ ให้บริการรับส่งข้อมูล แบบแพ็คเกจที่ความเร็วระดับ 20 – 40 Kbps ในทางปฏิบัติ เทคโนโลยี จีพีอาร์เอสนับเป็นเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายในระดับ 2.5G

ยุค 3G เป็นยุคการสร้างระบบใหม่ให้รองรับระบบเก่าได้ และเรียกว่า Universal Mobile Telecommunication Systems (UMTS) โดยมุ่งหวังว่า การเข้าถึงเครือข่ายแบบไร้สาย สามารถ กระทำได้ด้วยอุปกรณ์หลากหลาย เช่น จากคอมพิวเตอร์ จากเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น ระบบยังคงใช้การเข้าช่องสัญญาณเป็นแบบ CDMA ซึ่งสามารถบรรจุช่องสัญญาณเสียงได้มากกว่า แต่ใช้แบบแถบกว้าง (wideband) ในระบบนี้จึงเรียกอีก อย่างหนึ่งว่า WCDMA

นอกจากนี้ยังมีกลุ่มบริษัทบางบริษัทแยกการพัฒนาในรุ่น 3G เป็นแบบ CDMA เช่นกัน แต่เรียกว่า CDMA2000 กลุ่มบริษัทนี้พัฒนารากฐานมาจาก IS95 ซึ่งใช้ในสหรัฐอเมริกา และยังคงขยายรูปแบบเป็นการรับส่งในช่องสัญญาณที่ได้อัตราการรับส่งสูง (HDR-High Data Rate) การพัฒนาในยุคที่สาม นี้ยังต้องการความเกี่ยวข้องกับการใช้งานร่วมในเทคโนโลยีเก่าอีกด้วย โดยเฉพาะใน สหรัฐอเมริกาที่ยังคงให้ใช้งานได้ทั้งแบบ 1G และ 2G โดยเรียกรูป แบบใหม่เพื่อการส่งเป็นแพ็คเกจว่า GPRS – General Packet Radio Service ซึ่งส่งด้วยอัตราความเร็วตั้งแต่ 9.06, 13.4, 15.6 และ 21.4 กิโลบิตต่อวินาที โดยในการพัฒนาต่อจาก GPRS ให้เป็นระบบ 3G เรียกระบบใหม่ว่า EDGE (Enhanced Data Rate for GSM Evolution)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เทคโนโลยีในยุคที่ 3 เรื่องความเร็วในการรับ - ส่งข้อมูล โดยเน้นการเชื่อมต่อแบบไร้สายด้วยความเร็วสูง ทำให้สามารถใช้บริการ Multimedia ได้อย่าง สมบูรณ์แบบ และมีประสิทธิภาพแบบมากยิ่งขึ้น เช่น การรับ - ส่ง File ขนาดใหญ่, การใช้บริการ Video Conference, Download เพลง, ดู TV ในลักษณะแบบ Streaming เป็นต้น

2.6 ภาษาที่ใช้ในการทำโครงการ

ในการเขียนคำสั่งควบคุม แต่ละโปรแกรมมีการใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ต่างกัน จึงจำเป็นต้องเรียนรู้ภาษาเพื่อติดต่อกับโปรแกรมที่ใช้ โดยโครงการฉบับนี้ ใช้ทั้งหมด 5 ภาษา ดังนี้

2.6.1 ภาษา PHP

PHP ย่อมาจาก PHP Hypertext Preprocessor แต่เดิมย่อมาจาก Personal Home Page Tools คือ ภาษาคอมพิวเตอร์จำพวก scripting language ภาษาจำพวกนี้คำสั่งต่าง ๆ จะเก็บอยู่ในไฟล์ที่เรียกว่า script และเวลาใช้งานต้องอาศัยตัวแปรชุดคำสั่ง ตัวอย่างของภาษาสคริปต์ เช่น JavaScript, Perl เป็นต้น ลักษณะของ PHP ที่แตกต่างจากภาษาสคริปต์แบบอื่น ๆ คือ PHP ได้รับการพัฒนา และออกแบบมาเพื่อใช้งานในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาได้โดยอัตโนมัติ ดังนั้นจึงกล่าวว่า PHP เป็นภาษาที่เรียกว่า server-side หรือ HTML-embedded scripting language นั่น คือ ในทุก ๆ ครั้งก่อนที่เครื่องคอมพิวเตอร์ซึ่งให้บริการเป็น Web server จะส่งหน้าเว็บเพจที่เขียนด้วย PHP ทำให้การประมวลผลตามคำสั่งที่มีอยู่ให้เสร็จเสียก่อน แล้วจึงค่อยส่งผลลัพธ์ที่ได้ออกมา ซึ่งผลลัพธ์ที่ได้ คือ เว็บเพจ ถือได้ว่า PHP เป็นเครื่องมือที่สำคัญชนิดหนึ่งที่จะช่วยให้สามารถสร้าง Dynamic Web pages (เว็บเพจที่มีการโต้ตอบกับผู้ใช้) ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และมีลูกเล่นมากขึ้น

- คุณสมบัติของ PHP [11]

การแสดงผลของ PHP จะปรากฏในลักษณะ HTML ซึ่งจะไม่แสดงคำสั่งที่ผู้ใช้เขียน ซึ่งเป็นลักษณะเด่นที่ PHP แตกต่างจากภาษาในลักษณะไคลเอนต์-ไซด์ สคริปต์ เช่น ภาษา JavaScript ที่ผู้ชมเว็บไซต์สามารถอ่าน ดู และคัดลอกคำสั่งไปใช้เองได้ นอกจากนี้ PHP ยังเป็นภาษาที่เรียนรู้และเริ่มต้นได้ไม่ยาก โดยมีเครื่องมือช่วยเหลือ และคู่มือที่สามารถหาอ่านได้ฟรีบนอินเทอร์เน็ต ความสามารถประมวลผลหลักของ PHP ได้แก่ การสร้างเนื้อหาอัตโนมัติจัดการคำสั่ง การอ่านข้อมูลจากผู้ใช้ และประมวลผล การอ่านข้อมูลจาก Database ความสามารถจัดการกับ Cookie ซึ่งทำงานเช่นเดียวกับโปรแกรมในลักษณะ CGI คุณสมบัติอื่น เช่น การประมวลผลตามบรรทัดคำสั่ง (command line scripting) ทำให้ผู้เขียนโปรแกรมสร้างสคริปต์ PHP ทำงานผ่าน PHP พาร์เซอร์ (PHP parser) โดยไม่ต้องผ่านเชิร์ฟเวอร์ หรือเบราว์เซอร์ ซึ่งมีลักษณะเหมือนกับ Cron (ใน Unix หรือ Linux) หรือ Task Scheduler (ใน Windows) สคริปต์เหล่านี้สามารถนำไปใช้ในแบบ Simple text processing tasks ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงผลของ PHP ถึงแม้ว่าจุดประสงค์หลักใช้ในการแสดงผล HTML แต่ยังสามารถสร้าง XHTML หรือ XML ได้ นอกจากนี้สามารถทำงานร่วมกับคำสั่งเสริมต่าง ๆ ซึ่งสามารถแสดงผลข้อมูลหลัก PDF แพลช (โดยใช้ libswf และ Ming) PHP มีความสามารถอย่างมากในการทำงานเป็นประมวลผลข้อความจาก POSIX Extended หรือรูปแบบ Perl ทั่วไป เพื่อแปลงเป็นเอกสาร XML ในการแปลง และเข้าสู่เอกสาร XML รองรับมาตรฐาน SAX และ DOM สามารถใช้รูปแบบ XSLT เพื่อแปลงเอกสาร XML

เมื่อใช้ PHP ในการทำอีคอมเมิร์ซ (E-Commerce) สามารถทำงานร่วมกับโปรแกรมอื่น เช่น Cybercash payment CyberMUT VeriSign Payflow Pro และ CCVS functions เพื่อใช้ในการสร้างโปรแกรมทำธุรกรรมทางการเงิน

- การรองรับ PHP

คำสั่งของ PHP สามารถสร้างผ่านทางโปรแกรมแก้ไขข้อความทั่วไป เช่น Notepad หรือ vi ซึ่งทำให้การทำงาน PHP สามารถทำงานได้ในระบบปฏิบัติการหลักเกือบทั้งหมด โดยเมื่อเขียนคำสั่งแล้วนำมาประมวลผล Apache, Microsoft Internet Information Services (IIS), Personal Web Server, Netscape และ iPlanet servers, Oreilly Website Pro server, Caudium, Xitami, OmniHTTPd และอื่น ๆ อีกมากมาย. สำหรับส่วนหลักของ PHP ยังมี Module ในการรองรับ CGI มาตรฐาน ซึ่ง PHP สามารถทำงานเป็นตัวประมวลผล CGI ด้วย และด้วย PHP มีอิสรภาพในการเลือกระบบปฏิบัติการ และเว็บเซิร์ฟเวอร์ นอกจากนี้ยังสามารถใช้สร้างโปรแกรมโครงสร้าง สร้างโปรแกรมเชิงวัตถุ (OOP) หรือสร้างโปรแกรมที่รวมทั้งสองอย่างเข้าด้วยกัน แม้ว่าความสามารถของคำสั่ง OOP มาตรฐานในเวอร์ชันนี้ยังไม่สมบูรณ์ แต่ตัวไลบรารีทั้งหลายของโปรแกรม และตัวโปรแกรมประยุกต์ (รวมถึง PEAR library) ได้ถูกเขียนขึ้นโดยใช้รูปแบบการเขียนแบบ OOP เท่านั้น ซึ่งฐานข้อมูลส่วนหนึ่งที่รองรับ ได้แก่ Oracle, dBase, PostgreSQL, IBM DB2, MySQL, Informix, ODBC โครงสร้างของฐานข้อมูลแบบ DBX ซึ่งทำให้ PHP ใช้กับฐานข้อมูลอะไรก็ได้ที่รองรับรูปแบบนี้ และ PHP ยังรองรับ ODBC (Open Database Connection) ซึ่งเป็นมาตรฐานการเชื่อมต่อฐานข้อมูลที่ใช้กันแพร่หลายอีกด้วย สามารถเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลต่าง ๆ ที่รองรับมาตรฐานโลกนี้ได้

PHP ยังสามารถรองรับการสื่อสารกับการบริการในโพรโทคอลต่าง ๆ เช่น LDAP, IMAP, SNMP, NNTP, POP3, HTTP, COM (บน Windows) และอื่น ๆ อีกมากมาย สามารถเปิด Socket บนเครือข่ายโดยตรง และ ตอบโต้โดยใช้โพรโทคอลใด ๆ ก็ได้ PHP มีการรองรับสำหรับการแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ WDDX Complex กับ Web Programming อื่น ๆ ทั่วไปได้ พุดถึงในส่วน Interconnection PHP มีการรองรับสำหรับ Java Objects ให้เปลี่ยนมันเป็น PHP Object แล้วใช้งาน ยังสามารถใช้รูปแบบ CORBA เพื่อเข้าสู่ Remote Object ได้เช่นกัน

- ข้อดีของ PHP

- 1.) ใช้งานได้ฟรี
- 2.) PHP เป็นโปรแกรมวิงข้างเซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นขีดความสามารถไม่จำกัด
- 3.) Conlatfun นั่นคือ PHP วิงบนเครื่อง UNIX, Linux, Windows ได้
- 4.) เรียนรู้ง่าย เนื่องจาก PHP ผังเข้าไปใน .html และใช้โครงสร้าง ไวยากรณ์ของภาษาง่าย
- 5.) เร็วและมีประสิทธิภาพ โดยเฉพาะเมื่อใช้กับ Apache, Xerve เพราะไม่ต้องใช้โปรแกรมจากภายนอก
- 6.) ใช้ร่วมกับ XML ได้ทันที
- 7.) ใช้กับระบบเพิ่มข้อมูลได้
- 8.) ใช้กับข้อมูลตัวอักษรได้อย่างมีประสิทธิภาพ
- 9.) ใช้กับโครงสร้างข้อมูลแบบ Scalar, Array, Associative array

2.6.2 ภาษา HTML [12]

HTML ย่อมาจาก Hyper Text Markup Language คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการแสดงผลของเอกสารบน website หรือที่เราเรียกกันว่าเว็บเพจ ถูกพัฒนา และกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) และจากการพัฒนาทางด้าน Software ของ Microsoft ทำให้ภาษา HTML เป็นอีกภาษาหนึ่งที่ใช้เขียนโปรแกรมได้ หรือที่เรียกว่า HTML Application

HTML เป็นภาษาประเภท Markup สำหรับการสร้างเว็บเพจ โดยใช้ภาษา HTML สามารถทำได้โดยใช้โปรแกรม Text Editor ต่าง ๆ เช่น Notepad, Editplus หรือจะอาศัยโปรแกรมที่เป็นเครื่องมือช่วยสร้างเว็บเพจ เช่น Microsoft FrontPage, Dream Weaver ซึ่งอำนวยความสะดวกในการสร้างหน้า .html ส่วนการเรียกใช้งาน หรือทดสอบการทำงานของเอกสาร .html จะใช้โปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ เช่น IE Microsoft Internet Explorer (IE), Mozilla Firefox, Safari, Opera, และ Netscape Navigator เป็นต้น

2.6.3 ภาษา CSS

CSS ย่อมาจาก Cascading Style Sheet มักเรียกโดยย่อว่า "สไตลชีต" คือภาษาที่ใช้เป็นส่วนของการจัดรูปแบบการแสดงผลเอกสาร html โดยที่ CSS กำหนดกฎเกณฑ์ในการระบุรูปแบบ (หรือ "Style") ของเนื้อหาในเอกสาร อันได้แก่ สีของข้อความ สีพื้นหลัง ประเภทตัวอักษร และการจัดวางข้อความ ซึ่งการกำหนดรูปแบบ หรือ Style นี้ใช้หลักการของการแยกเนื้อหาเอกสาร .html ออกจากคำสั่งที่ใช้ในการจัดรูปแบบการแสดงผล กำหนดให้รูปแบบของการแสดงผลเอกสารไม่ขึ้นอยู่กับเนื้อหาของเอกสาร เพื่อให้ง่ายต่อการจัดรูปแบบการแสดงผลล์์ของเอกสาร .html โดยเฉพาะใน

กรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อหาเอกสารบ่อยครั้ง หรือต้องการควบคุมให้รูปแบบการแสดงผลเอกสาร .html มีลักษณะของความสม่ำเสมอทั่วกันทุกหน้าเอกสารภายในเว็บไซต์เดียวกัน

- ข้อดีของ CSS [13]

- 1.) CSS มีคุณสมบัติมากกว่า tag ของ .html เช่น การกำหนดกรอบให้ข้อความ รวมทั้งสี รูปแบบของข้อความ
- 2.) CSS นั้นกำหนดที่ต้นของไฟล์ .html หรือตำแหน่งอื่น ๆ ก็ได้ และสามารถมีผลกับเอกสารทั้งหมด หมายถึงกำหนดครั้งเดียวจุดเดียวก็มีผลกับการแสดงผลทั้งหมด ทำให้เวลาแก้ไข หรือปรับปรุงทำได้สะดวก ไม่ต้องไล่ตามแก้ tag ต่าง ๆ ทั่วทั้งเอกสาร
- 3.) CSS สามารถกำหนดแยกไว้ต่างหากจากไฟล์เอกสาร .html และสามารถนำมาใช้ร่วมกับเอกสารหลายไฟล์ได้ การแก้ไขก็แก้เพียงจุดเดียวก็มีผลกับเอกสารทั้งหมด

2.6.4 ภาษา JavaScript

JavaScript คือ ภาษาคอมพิวเตอร์สำหรับการเขียนโปรแกรมบนระบบอินเทอร์เน็ต ที่กำลังได้รับความนิยมอย่างสูง Java JavaScript เป็น ภาษาสคริปต์เชิงวัตถุ (ที่เรียกกันว่า "สคริปต์" (script) ซึ่งในการสร้าง และพัฒนาเว็บไซต์ (ใช้ร่วมกับ HTML) เพื่อให้เว็บไซต์ของเราดูมีการเคลื่อนไหว สามารถตอบสนองผู้ใช้งานได้มากขึ้น ซึ่งมีวิธีการทำงานในลักษณะ "แปลความ และดำเนินงานไปที่ละคำสั่ง" (interpret) หรือเรียกว่า อ็อบเจ็กโอเรียนเต็ด (Object Oriented Programming) ที่มีเป้าหมายในการออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมในระบบอินเทอร์เน็ต สำหรับผู้เขียนด้วยภาษา HTML สามารถทำงานข้ามแพลตฟอร์มได้ โดยทำงานร่วมกับ ภาษา HTML และภาษา Java ได้ทั้งทางฝั่งไคลเอนต์ (Client) และทางฝั่งเซิร์ฟเวอร์ (Server)

JavaScript ถูกพัฒนาขึ้นโดย เน็ตสเคปคอมมิวนิเคชันส์ (Netscape Communications Corporation) โดยใช้ชื่อว่า Live Script ออกมาพร้อมกับ Netscape Navigator 2.0 เพื่อใช้สร้างเว็บเพจโดยติดต่อกับเซิร์ฟเวอร์แบบ Live Wire ต่อมาเน็ตสเคปจึงได้ร่วมมือกับ บริษัทซันไมโครซิสเต็มส์ ปรับปรุงระบบของเบราวเซอร์ เพื่อให้สามารถติดต่อกับภาษา Java ได้ และได้ปรับปรุง LiveScript ใหม่เมื่อ ปี 2538 แล้วตั้งชื่อใหม่ว่า JavaScript โดย JavaScript สามารถทำให้การสร้างเว็บเพจมีลูกเล่นต่าง ๆ มากมาย และยังสามารถโต้ตอบกับผู้ใช้ได้อย่างทันที เช่น การใช้เมาส์คลิก หรือ การกรอกข้อความในฟอร์ม เป็นต้น

- ข้อดีของ JavaScript [14]

- 1.) JavaScript ทำให้สามารถใช้เขียนโปรแกรมแบบง่าย ๆ ได้ โดยไม่ต้องพึ่งภาษาอื่น
- 2.) JavaScript มีคำสั่งที่ตอบสนองกับผู้ใช้งาน เช่น เมื่อผู้ใช้คลิกที่ปุ่ม หรือ Checkbox ก็ยังสามารถสั่งให้เปิดหน้าต่างใหม่ได้ ทำให้เว็บไซต์มีปฏิสัมพันธ์กับผู้ใช้งานมากขึ้น

3.) JavaScript สามารถเขียน หรือเปลี่ยนแปลง HTML Element ได้ นั่นคือสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการแสดงผลของเว็บไซต์ได้ หรือหน้าแสดงเนื้อหาสามารถซ่อน หรือแสดงเนื้อหาได้แบบง่าย ๆ

4.) JavaScript สามารถใช้ตรวจสอบข้อมูลได้ สังเกตว่าเมื่อเรารอกข้อมูลบางเว็บไซต์ เช่น E-mail เมื่อเรารอกข้อมูลผิดจะมีหน้าต่างฟ้องขึ้นมาว่ากรอกผิด หรือลืกรอกอะไรบางอย่าง เป็นต้น

5.) JavaScript สามารถใช้ในการตรวจสอบผู้ใช้ได้ เช่น ตรวจสอบว่าผู้ใช้ ใช้เว็บเบราว์เซอร์อะไร

6.) JavaScript สร้าง Cookies (เก็บข้อมูลของผู้ใช้ในคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้เอง) ได้

2.6.5 ภาษา jQuery

jQuery คือ JavaScript Library ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อให้การเขียน JavaScript นั้นง่ายขึ้น เนื่องจากการใช้ JavaScript เพื่อประยุกต์กับงานเว็บ (Client-side JavaScript) อาทิเช่น ความไม่เข้ากันของเว็บเบราว์เซอร์แต่ละค่าย, DOM, API เป็นต้น jQuery จึงถือกำเนิดมาโดยเตรียมฟังก์ชันและออบเจกต์ต่าง ๆ ที่จำเป็นไว้ให้ในรูปของไลบรารี ดังนั้นโค้ดที่เคยต้องเขียนด้วย JavaScript หลาย ๆ บรรทัดก็อาจเขียนได้สั้นลงเหลือเพียงแค่บรรทัดเดียวเท่านั้น

- ข้อดีของ jQuery [15]

1.) ความสามารถในการทำงานแบบ ajax ก็คือ ทำงานได้ในรูปแบบที่ไม่ต้องโหลดหน้าใหม่ให้ผู้ใช้เห็น

2.) การสร้าง Animation ได้แบบง่าย ๆ ไม่ว่าจะทำรูปให้เคลื่อนที่ หรือ DIV

3.) สามารถจัดการกับ CSS (style sheet) ลอง element นั้น ๆ ได้

4.) ค้นหา element ที่ต้องการ และจัดการ เพิ่ม หรือลบ Attributes ที่ต้องการได้

5.) ทำ Effect ต่าง ๆ กับ Element ที่ต้องการ เช่น การ hide DIV ที่ต้องการ

6.) การดักเหตุการณ์ต่าง ๆ

7.) รองรับได้กับภาษาทุกรูปแบบ (asp, PHP, .net, HTML)

8.) รองรับได้ทุก ๆ Browser ดีกว่าเขียน JavaScript แบบเดิม ๆ

9.) ไม่ต้องเขียนโค้ดใหม่เพราะมีให้ใช้อยู่แล้ว

10.) ทำให้นักพัฒนาเขียนโค้ดน้อยลงแต่ทำงานได้มากขึ้น

11.) ความเร็วในการทำงาน ขนาดที่เล็ก

บทที่ 3

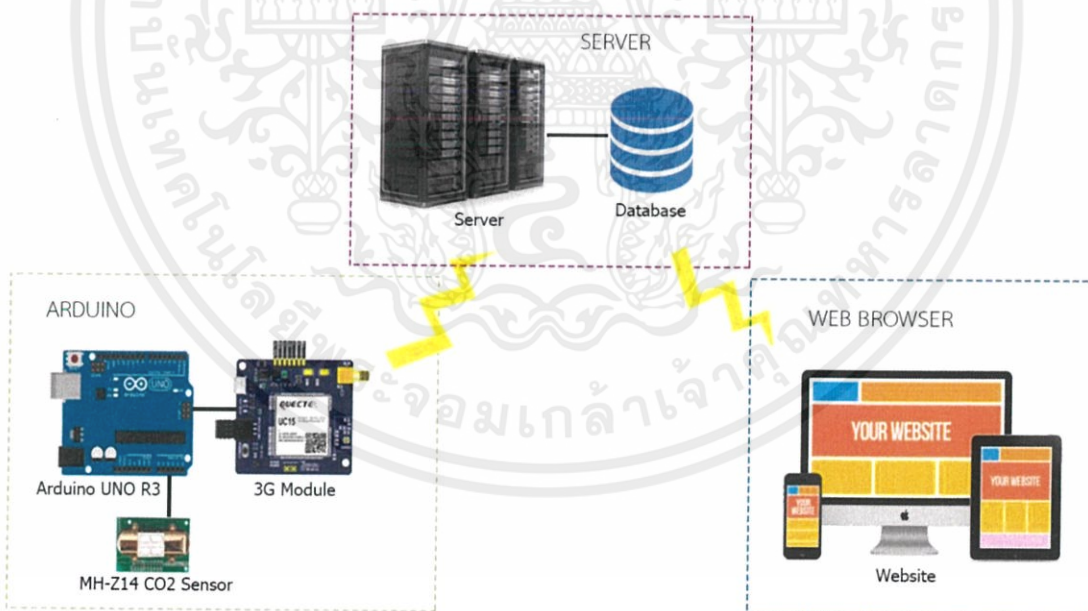
วิธีการดำเนินงาน

3.1 กล่าวนำ

ใบบพนี้กล่าวถึงรายละเอียดการดำเนินงานโดยวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ด้วยเซ็นเซอร์วัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วนำผลการวัดไปที่ตัวประมวลผล Arduino UNO R3 เพื่อทำการแปลงสัญญาณให้เป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ รวมถึงการเขียนหน้าเว็บเบราว์เซอร์ของระบบตรวจวัด และการเรียกดูข้อมูลย้อนหลังของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์

3.2 โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบ

โครงสร้างทางสถาปัตยกรรมของระบบ (System Architecture) ของการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต ซึ่งแสดงให้เห็นถึงโครงสร้างการทำงาน โดยทั้งหมดสามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 System Architecture ของการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต

1.) Field Device หรือส่วนระบบวัดค่า เป็นส่วนของการนำอุปกรณ์วัดก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์ไปติดตั้งในพื้นที่ต่าง ๆ เพื่อให้ Arduino ส่งข้อมูลที่วัดได้ไปยังเซิร์ฟเวอร์ผ่านเทคโนโลยี W-CDMA (Wideband Code Division Multiple Access) หรือ 3G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.) Data server เป็นส่วนที่รับข้อมูลจาก Field device มาเก็บไว้ในฐานข้อมูลที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ และยังเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เก็บหน้าเว็บสำหรับแสดงผลต่าง ๆ ด้วย

3.) เว็บเบราว์เซอร์ เป็นส่วนของหน้าเว็บบนเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งทำหน้าที่ดึงข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์มาแสดงผลการวัด และเรียกดูข้อมูลย้อนหลังของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ สามารถดูปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ได้บนทุกอุปกรณ์ที่มีสัญญาณอินเทอร์เน็ต

- การทำงานของระบบแสดงผลมลภาวะทางอากาศ



รูปที่ 3.2 Flowchart ของการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต

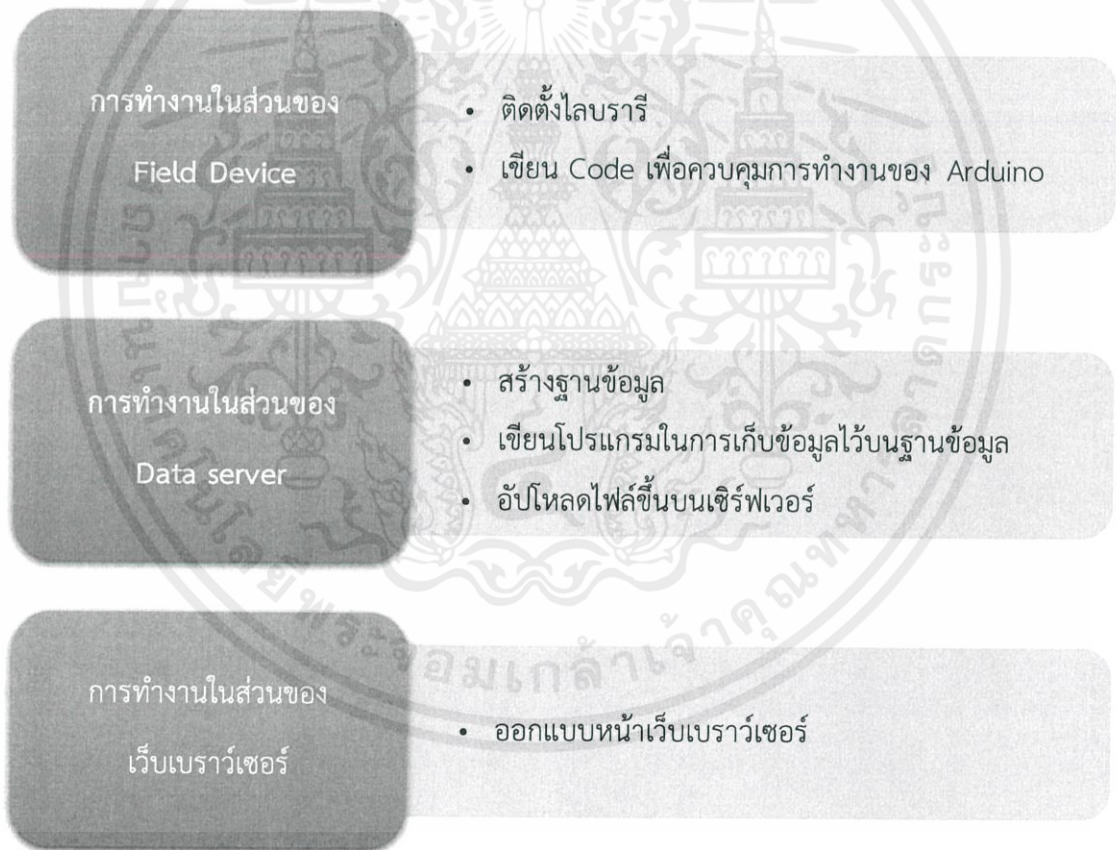
จากรูปที่ 3.2 เป็น Flowchart ของการตรวจวัดมลภาวะทางอากาศด้วยระบบอินเทอร์เน็ต โดยเริ่มจากเปิดการทำงานของบอร์ด Arduino และ 3G Module ซึ่งทำหน้าที่อยู่ 2 อย่าง คือ เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่านซิมมือถือที่รองรับสัญญาณ 3G และเปิดการใช้งาน HTTP (Hypertext Transfer Protocol) เพื่อส่งข้อมูลขึ้นไปบนเซิร์ฟเวอร์ หลังจากนั้นเซ็นเซอร์วัดก๊าซคาร์บอน-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไดออกไซด์ทำการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศภายในห้อง โดยสัญญาณเอาต์พุตที่ได้ อยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้า จากนั้นบอร์ด Arduino ทำการแปลงสัญญาณแรงดันไฟฟ้าให้เป็นปริมาณ ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ แล้วบอร์ด 3G Module ส่งข้อมูลขึ้นไปบนเซิร์ฟเวอร์เพื่อเก็บไว้ในฐานข้อมูล แล้วแสดงผลการวัด และข้อมูลย้อนหลังของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์

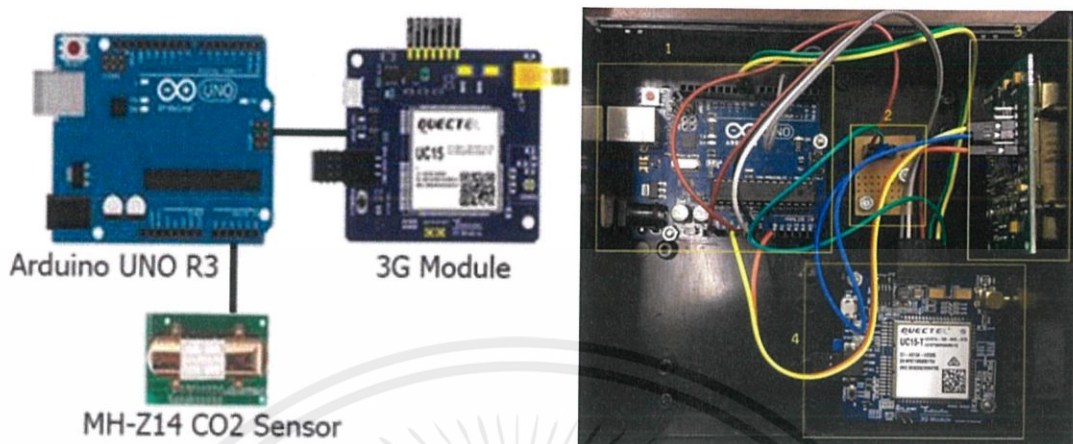
3.3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ขั้นตอนในการดำเนินงานสอดคล้องกับ System Architecture ของโครงการ แบ่งขั้นตอน เป็น 3 ส่วน ในส่วนแรก คือ การทำงานในส่วนของ Field Device ส่วนที่ 2 คือ การทำงานในส่วน ของ Data server และส่วนที่ 3 คือ การทำงานในส่วนของเว็บเบราว์เซอร์ ดังแผนภาพที่แสดงใน รูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผนภาพแสดงขั้นตอนในการดำเนินงาน

3.3.1 การทำงานในส่วนของ Field Device



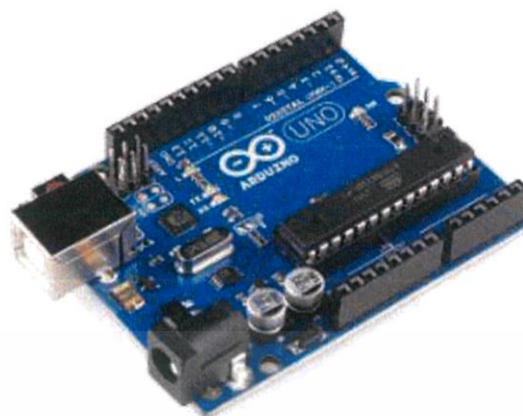
รูปที่ 3.4 การวาง Layout ของกล่องอุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 รายละเอียดการวาง Layout ของกล่องอุปกรณ์

หมายเลข	รายละเอียด
1	บอร์ด Arduino UNO R3
2	Terminal สำหรับต่อสาย GND
3	เซ็นเซอร์วัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (MH-Z14)
4	บอร์ด 3G Module

บอร์ด Arduino UNO R3 คือ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Open-source บนแพลตฟอร์ม Arduino ของแท้จากผู้ผลิต arduino.cc ประเทศอิตาลี ออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ใช้ชิพ ATmega328P รั้นที่ความถี่ 16 MHz หน่วยความจำแฟลช 32 KB แรม 2 KB บอร์ดใช้ไฟเลี้ยง 7 ถึง 12 V มีระดับแรงดันไฟฟ้าในการทำงานและขาสัญญาณอยู่ที่ 5 V (TTL) มี Digital Input / Digital Output 14 ขา (เป็น PWM ได้ 6 ขา) มี Analog Input 6 ขา Serial UART 1 ชุด I2C 1 ชุด และ SPI 1 ชุด เขียนโปรแกรมบนซอฟต์แวร์ Arduino IDE และโปรแกรมผ่านพอร์ต USB

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 บอร์ด Arduino Uno R3

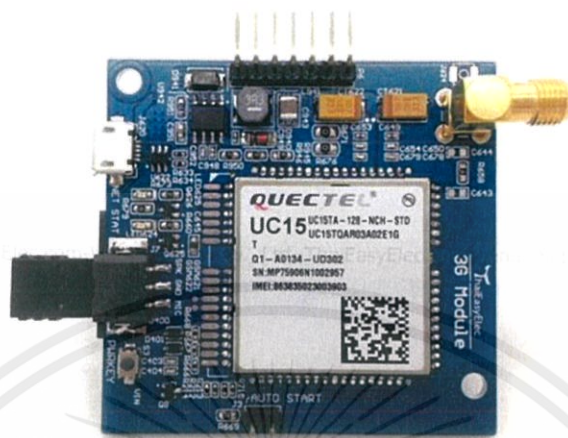
ตารางที่ 3.2 คุณลักษณะของบอร์ด Arduino Uno R3

ไมโครคอนโทรลเลอร์	ATmega328
ความต่าศักย์ที่ใช้งาน	3.3 โวลต์
ความต่าศักย์ขาเข้า (แนะนำ)	7 – 12 โวลต์
ความต่าศักย์ขาเข้า (จำกัด)	6 – 20 โวลต์
ขารับสัญญาณดิจิทัล	14 ขา
ขารับสัญญาณอนาล็อก	6 ขา
กระแสไฟฟ้า ต่อขาสัญญาณ	20 มิลลิแอมแปร์ (กระแสตรง)
กระแสไฟฟ้าที่ขา 3.3 โวลต์	50 มิลลิแอมแปร์ (กระแสตรง)
ที่เก็บข้อมูล	32 กิโลไบต์
SRAM	2 กิโลไบต์
EEPROM	1 กิโลไบต์
ความเร็วนาฬิกา	16 เมกะเฮิรต์

บอร์ด 3G Module คือ บอร์ดสื่อสารเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 3G ใช้โมดูลสื่อสารยี่ห้อ Quectel รุ่น UC15-T รองรับความถี่ 850/2100 MHz ในระบบ UMTS (3G) และรองรับความถี่ 850/900/1800/1900 MHz ในระบบ GSM (2G) มีความเร็วในการสื่อสารข้อมูลสูงสุดระหว่างโมดูลกับเครือข่ายที่ 3.6 Mbps Downlink และ 384 Kbps Uplink เมื่อเชื่อมต่อกับเครือข่าย 3G เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการทำให้ระบบเชื่อมต่อกับเครือข่าย 3G หรือผู้ที่ต้องการอัปเกรดระบบจาก 2G เป็น 3G ที่มีฟังก์ชันการใช้งานครอบคลุมทั้งการสื่อสารและระบุพิกัด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ๆ เช่น ระบบขนส่งและติดตามตำแหน่งรถบรรทุกสินค้า มิเตอร์อัจฉริยะ จุดขายสินค้าไร้สาย การรักษาความปลอดภัย งานด้านสาธารณสุข การติดตามบุคคลหรือสิ่งของ การควบคุมและบำรุงรักษาทางไกล เป็นต้น



รูปที่ 3.6 บอร์ด 3G Module

ตารางที่ 3.3 คุณสมบัติของ บอร์ด 3G Module

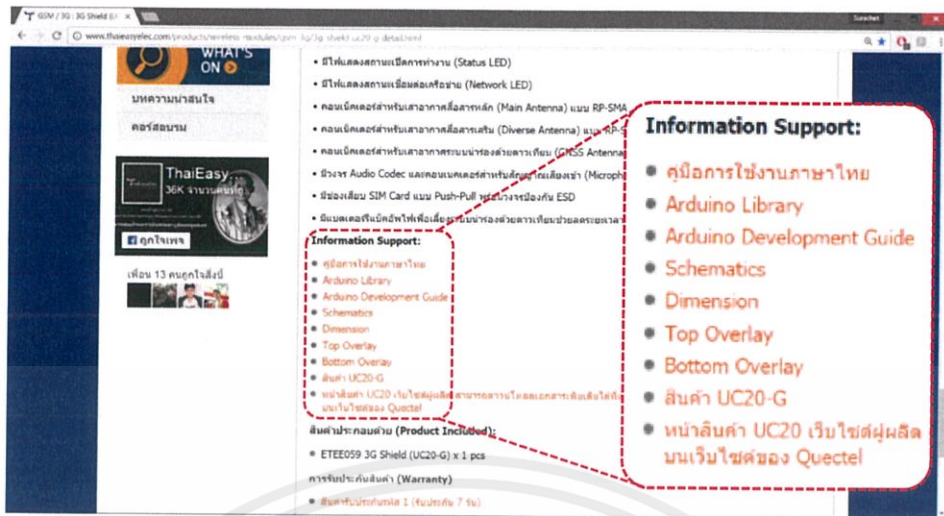
รองรับความถี่ความถี่	3G: 850/2100MHZ 2G: 850/900/1800/1900MHZ
ความเร็วในการสื่อสาร HSPDA	3.6 เมกะไบต์ ดาวนโหลด 384 กิโลไบต์ อัปโหลด
ไฟเลี้ยงของบอร์ด	3.4 - 4.3 โวลต์
อุณหภูมิที่ใช้งาน	-40 °C - +85 °C
รองรับโปรโตคอล	PPP / TCP / UDP / FTP / HTTP / FILE / MMS / SMTP / SSL

3.3.1.1 การติดตั้งไลบรารีสำหรับใช้งาน 3G Module กับ Arduino

1.) ดาวนโหลดไลบรารี TEE_UC20_Shield โดยสามารถดาวนโหลดจาก <http://www.thaieasyelec.com/products/wireless-modules/gsm-3g/3g-module-uc15-t-detail.html>

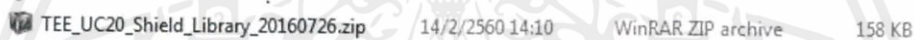
2.) คลิกไปที่ Arduino Library เพื่อดาวนโหลดไฟล์ไลบรารี TEE_UC20_Shield ดังรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 หน้าดาวน์โหลดไฟล์ไลบรารี TEE_UC20_Shield

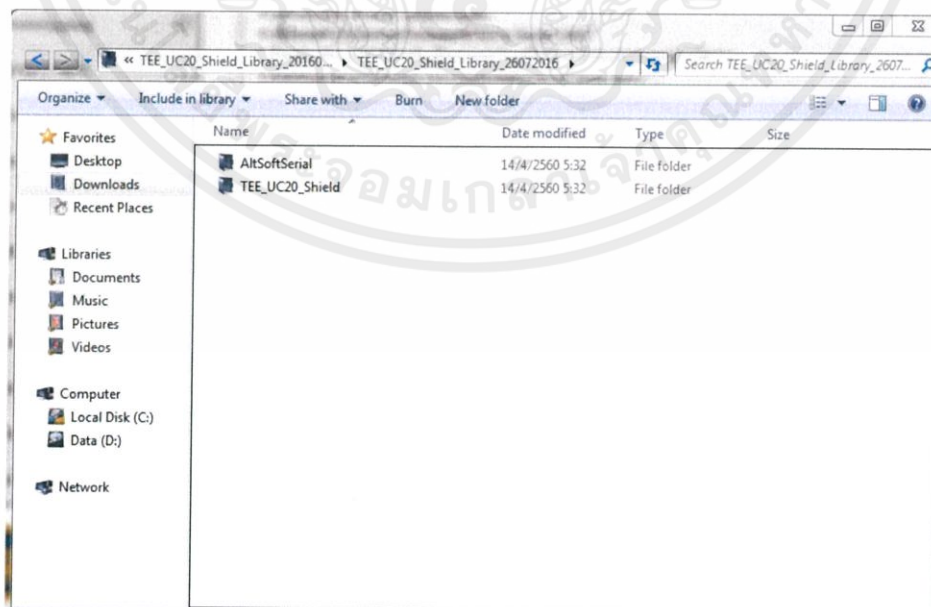
3.) เมื่อดาวน์โหลดเสร็จแล้วจะได้เป็นไฟล์ .zip ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 ไฟล์ .zip ของไลบรารี TEE_UC20_Shield

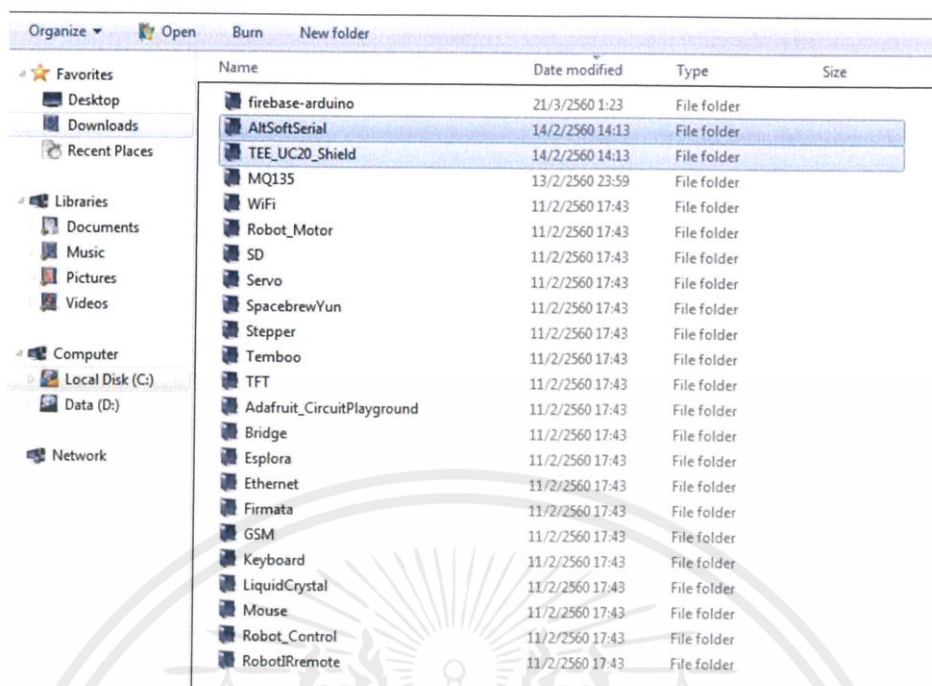
4.) ทำการแตกไฟล์ TEE_UC20_Shield.zip

5.) คัดลอกไดเรกทอรี AltSoftSerial กับ TEE_UC20_Shield ไปไว้ในไดเรกทอรี libraries ที่อยู่ภายในไดเรกทอรีของ Arduino IDE ดังรูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 ไดเรกทอรี AltSoftSerial กับ TEE_UC20_Shield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

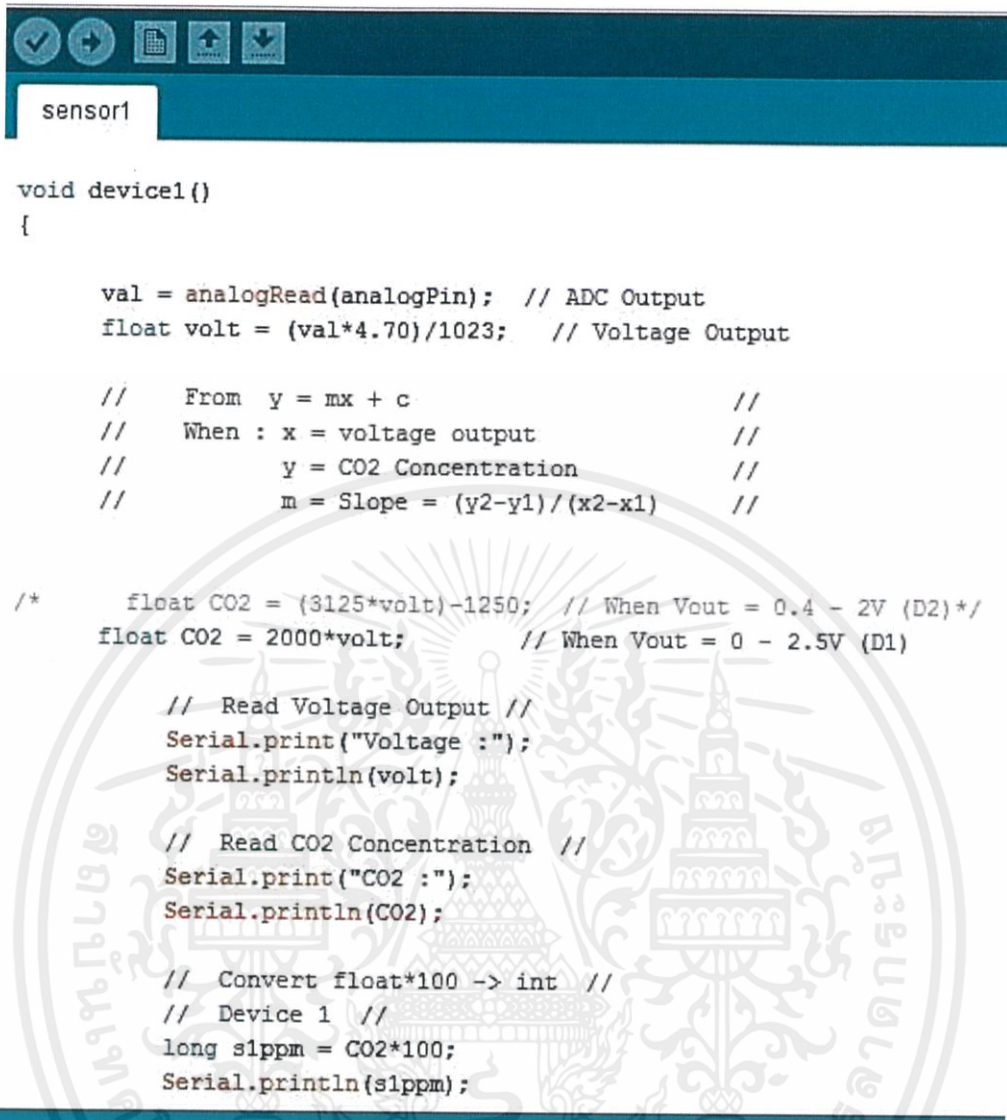


รูปที่ 3.10 การคัดลอกไดเรกทอรี AltSoftSerial กับ TEE_UC20_Shield ไปไว้ในไดเรกทอรีไลบรารีของ Arduino IDE

3.3.1.2 การเขียนโปรแกรม

ในส่วนนี้อธิบายการทำงานของโปรแกรมในส่วนของระบบวัดค่า โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE ซึ่งใช้การเขียนภาษา C ขั้นพื้นฐานในการเขียนโปรแกรม เพื่อวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

โปรแกรม Arduino IDE (Arduino integrated development environment) คือ เครื่องมือการเขียนโปรแกรมที่มีใช้งานได้กับบอร์ด Arduino ได้ทุกรุ่น โดยภายในมีเครื่องมือสำหรับติดต่อบอร์ด Arduino เช่น การค้นหาบอร์ด Arduino ที่ติดต่อกับเครื่องคอมพิวเตอร์ การเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต่ออยู่เพื่อตรวจสอบว่าขนาดของโปรแกรมที่เขียน หรือไลบรารีต่าง ๆ ขั้วพอร์ทกับบอร์ด Arduino รุ่นนั้น ๆ ใหม่อีกทั้งยังมีโปรแกรมติดต่อผ่านซีเรียลโดยตรงสำหรับคอมพิวเตอร์



```

sensor1

void device1()
{

    val = analogRead(analogPin); // ADC Output
    float volt = (val*4.70)/1023; // Voltage Output

    // From y = mx + c //
    // When : x = voltage output //
    // y = CO2 Concentration //
    // m = Slope = (y2-y1)/(x2-x1) //

/* float CO2 = (3125*volt)-1250; // When Vout = 0.4 - 2V (D2)*/
float CO2 = 2000*volt; // When Vout = 0 - 2.5V (D1)

    // Read Voltage Output //
    Serial.print("Voltage :");
    Serial.println(volt);

    // Read CO2 Concentration //
    Serial.print("CO2 :");
    Serial.println(CO2);

    // Convert float*100 -> int //
    // Device 1 //
    long slppm = CO2*100;
    Serial.println(slppm);
}

```

รูปที่ 3.11 โปรแกรมในส่วน function device1() [17]

จากรูปที่ 3.11 เป็นส่วนของ function device1() ซึ่งอยู่ใน void loop() ของโปรแกรม หลักการของ function นี้คือ เซ็นเซอร์ทำการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่ในอากาศ แล้วอ่านค่าเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า จากนั้นแปลงสัญญาณให้เป็นปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งมีหน่วยเป็น ppm (parts per million)

3.3.1.3 การใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต [17]

ในส่วนนี้เป็นการใช้ 3G Module เชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการรายต่าง ๆ ที่มีในไทยปัจจุบัน โดยแต่ละเครือข่ายในประเทศไทยจะใช้พารามิเตอร์การตั้งค่าการเชื่อมต่อไม่เหมือนกันดังตารางที่ 3.4, 3.5, 3.6, 3.7 และ 3.8

ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ AIS

Parameter	Internet	MMS
APN	internet	multimedia
MMSC	-	http://mms.mobilelife.co.th
MMS Proxy	-	203.170.229.34
MMS Port	-	8080
User	-	-
Password	-	-
APN Type	default	mms

ตารางที่ 3.5 พารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ DTAC

Parameter	Internet	MMS
APN	www.dtac.co.th	mms
MMSC	-	http://mms2.dtac.co.th/8002
MMS Proxy	-	203.155.200.133
MMS Port	-	8080
User	-	-
Password	-	-
APN Type	default	mms

ตารางที่ 3.6 พารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ TRUE

Parameter	Internet	MMS
APN	internet	hmms
MMSC	-	http://mms.trueworld.net:8002
MMS Proxy	-	10.4.7.39
MMS Port	-	8080
User	true	true
Password	true	true
APN Type	default	mms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.7 พารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ TOT

Parameter	Internet	MMS
APN	www.dtac.co.th	mms
MMSC	-	http://mmsc.tot3g.net:8002
MMS Proxy	-	10.218.24.83
MMS Port	-	8080
User	-	-
Password	-	-
APN Type	default	mms

ตารางที่ 3.8 พารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ My by CAT

Parameter	Internet	MMS
APN	internet	ผู้ให้บริการยังไม่เปิดให้ใช้บริการ
MMSC	-	-
MMS Proxy	-	-
MMS Port	-	-
User	-	-
Password	-	-
APN Type	default	-

3.3.1.4 วิธีการใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

- 1.) เรียกใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield โดยเพิ่ม include ดังรูปที่ 3.12

```
#include "TEE_UC20.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include <AltSoftSerial.h>
#include "internet.h"
```

รูปที่ 3.12 การเรียกใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield ในการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

2.) สร้างออบเจกต์ INTERNET ดังรูปที่ 3.13

```
INTERNET net;
```

รูปที่ 3.13 การสร้างออบเจกต์ INTERNET

```
// Connect net //
Serial.println(F("Disconnect net"));
net.DisConnect();
Serial.println(F("Set APN and Password"));
net.Configure(APN, USER, PASS);
Serial.println(F("Connect net"));
net.Connect();
Serial.println(F("Show My IP"));
Serial.println(net.GetIP());
```

รูปที่ 3.14 โปรแกรมในส่วนเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

จากรูปที่ 3.14 เป็นการเขียนโปรแกรมในการเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ต ซึ่งประกอบด้วย 3 ส่วนคือ

ส่วนที่ 1 (ในกรอบสีส้ม) คือ ฟังก์ชันตั้งค่าการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต โดยมีพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้คือ APN, USER, PASS ซึ่งในการตั้งค่าพารามิเตอร์ให้ตั้งค่าตามตารางของผู้ให้บริการในแต่ละค่ายดังรูปที่ 3.15

```
// SIM DTAC internet //
#define APN "www.dtac.co.th"
#define USER ""
#define PASS ""
```

รูปที่ 3.15 การตั้งค่าพารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการ

ส่วนที่ 2 (ในกรอบสีเหลือง) คือ ฟังก์ชันสั่งให้ 3G Module เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตของผู้ให้บริการตามพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ก่อนหน้าจากในส่วนที่ 1 เมื่อเชื่อมต่อสำเร็จฟังก์ชันจะตอบกลับมาเป็นค่า true

ส่วนที่ 3 (ในกรอบสีเขียว) คือ ฟังก์ชันแสดงค่า IP Address ของตัว 3G Module ที่ได้รับจากผู้ให้บริการหลังจากการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้แล้ว โดยฟังก์ชันจะตอบกลับออกมาเป็นค่า String IP

3.3.1.5 การใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield ทำ HTTP GET

1.) เรียกใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield โดยเพิ่ม include ดังรูปที่ 3.16

```
#include "TEE_UC20.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include <AltSoftSerial.h>
#include "internet.h"
#include "File.h"
#include "http.h"
```

รูปที่ 3.16 การเรียกใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield ในการทำ HTTP GET

2.) สร้างออบเจกต์ INTERNET , UC_FILE , HTTP ดังรูปที่ 3.17

```
INTERNET net;
UC_FILE file;
HTTP http;
```

รูปที่ 3.17 การสร้างออบเจกต์ INTERNET , UC_FILE , HTTP

```
// Start HTTP //
Serial.println(F("Start HTTP"));
http.begin(1);
```

รูปที่ 3.18 ฟังก์ชันเริ่มต้นการใช้งาน HTTP

จากรูปที่ 3.18 เป็นฟังก์ชันเริ่มต้นการใช้งาน HTTP โดยสามารถกำหนด Context ID หรือตัวชี้ตำแหน่ง PDP (Packet Data Protocol) ได้จากพารามิเตอร์ unsigned char context_ID มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 16

```
// Send Data to Server //
Serial.println(F("Send HTTP GET"));
char url[200];
sprintf(url, "http://www.csquare.club/project4s/sensor1todp.php?s1ppm=%ld", s1ppm); // Device 1
sprintf(url, "http://www.csquare.club/project4s/sensor2todp.php?s2ppm=%ld", s2ppm); // Device 2*
http.url(url);
Serial.println(url);
Serial.println(http.get());
```

รูปที่ 3.19 โปรแกรมส่วนการส่งข้อมูลขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.19 เป็นโปรแกรมสำหรับการส่งข้อมูลขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์ผ่าน url ด้วยวิธี HTTP GET ถ้าส่งมูลสำเร็จจะตอบกลับผลการทำงานของ HTTP GET ออกมาเป็นตัวเลข 200 คือส่งข้อมูลขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์สำเร็จ ดังตารางแสดงค่า Return GET

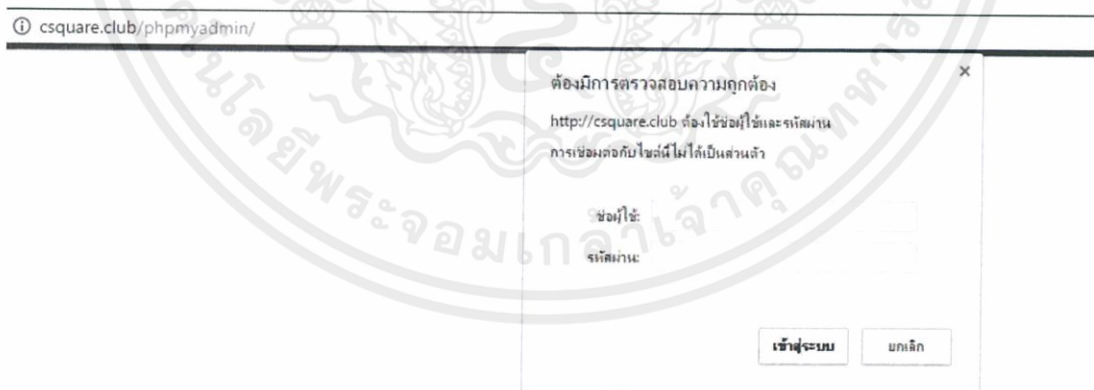
ตารางที่ 3.9 ตารางแสดงค่า Return GET

<httprcode>	Meaning
200	OK
403	Forbidden
404	Not found
409	Conflict
411	Length required
500	Internal Server error

3.3.2 การทำงานในส่วนของ Data server

3.3.2.1 การสร้างฐานข้อมูล

1.) เปิดเว็บเบราว์เซอร์เพื่อเข้าถึงฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม phpMyAdmin จากนั้นให้กรอก Username และ Password เพื่อ Login เข้าฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.20

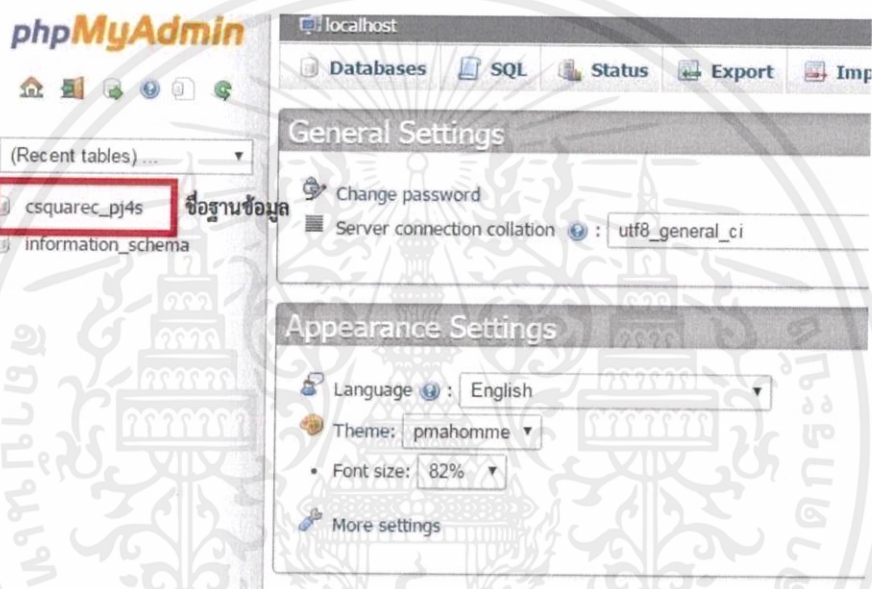


รูปที่ 3.20 การ Login เข้าฐานข้อมูลด้วยโปรแกรม phpMyAdmin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม phpMyAdmin คือโปรแกรมที่ถูกพัฒนาโดยใช้ภาษา PHP เพื่อใช้ในการบริหารจัดการฐานข้อมูล MySQL แทนการคีย์คำสั่ง phpMyAdmin เป็นส่วนต่อประสานที่สร้างโดยภาษา php ซึ่งใช้จัดการฐานข้อมูล MySQL ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยสามารถที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลใหม่ หรือทำการสร้าง TABLE ใหม่ ๆ และยังมีฟังก์ชันที่ใช้สำหรับการทดสอบการ query ข้อมูลด้วยภาษา SQL พร้อมกันนั้น ยังสามารถทำการ เพิ่ม ลบ อัปเดต หรือแม้กระทั่งใช้ คำสั่งต่าง ๆ เหมือนกับกับการใช้ภาษา SQL ในการสร้างตารางข้อมูล

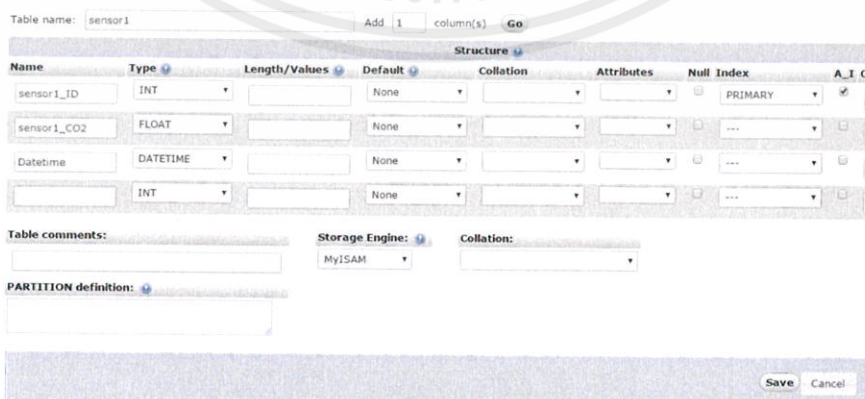
2.) เข้าไปที่ฐานข้อมูลที่ใช้เก็บตารางของข้อมูล ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การเข้าฐานข้อมูล

3.) สร้างตารางข้อมูล โดยคลิกที่ Create Table

4.) เมื่อสร้างตารางเสร็จแล้วให้กดปุ่ม Save เพื่อบันทึกตารางข้อมูล ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การสร้างตารางข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.) ได้ตารางที่สร้างเสร็จแล้ว ดังรูปที่ 3.23

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Extra	Action
1	sensor1_ID	int(11)			No	None	AUTO_INCREMENT	Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial More
2	sensor1_CO2	float			No	None		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial More
3	Datetime	datetime			No	None		Change Drop Browse distinct values Primary Unique Index Spatial More

รูปที่ 3.23 ตารางที่สร้างเสร็จแล้ว

3.3.2.2 การเขียนโปรแกรมในการเก็บข้อมูลไว้บนฐานข้อมูล

ในส่วนนี้อธิบายถึงโปรแกรมที่ใช้ในการเก็บข้อมูลไว้บนฐานข้อมูล ซึ่งใช้ภาษา PHP ในการเขียนโปรแกรมไว้ติดต่อกับฐานข้อมูลที่อยู่บนเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้โปรแกรม Notepad++ ในการเขียนโค้ดคำสั่ง

โปรแกรม Notepad++ คือ โปรแกรมประเภท Text Editor เป็นซอฟต์แวร์ประเภท Open Source โปรแกรม Notepad++ เป็นโปรแกรมสำหรับการเปิด สร้าง และแก้ไข source code สำหรับนักพัฒนาโปรแกรม Notepad++ ถูกสร้างขึ้นมาให้ใช้งานแทน Notepad รองรับการทำงานบนระบบปฏิบัติการ MS Windows โดยการใช้งานเป็นไปตาม GPL License

```

1  <?php
2  // Config
3  $servername = "localhost";
4  $username = "csquarec_pj4s";
5  $password = "qazWSXedc";
6  $dbname = "csquarec_pj4s";
7
8  // Create connection //
9  mysql_connect($servername, $username, $password) or die("Could not connect to database");
10 mysql_select_db($dbname) or die("Could not connect to database");
11
12 $s1=$_GET['s1ppm'];
13 $sensor1=$s1/100; // int/100 -> float
14
15 // Add data to database //
16 $strSQL = "INSERT INTO sensor1 (sensor1_CO2, Datetime)
17           VALUES ('$sensor1', NOW())";
18 $query = mysql_query($strSQL);
19
20 if ($query) {
21     echo "Complete";
22 }
23 else {
24     echo "Error";
25 }
26 mysql_close();
27 ?>

```

รูปที่ 3.24 หน้าต่างแสดงโค้ดที่ใช้ส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล

จากรูปที่ 3.24 เป็นหน้าต่างแสดงโค้ดที่ใช้ส่งข้อมูลไปเก็บไว้ในฐานข้อมูล ซึ่งเขียนด้วยภาษา PHP โดยอธิบายได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรทัดที่ 2-10 เป็นส่วนที่ใช้ในการ Login เข้าไปยังฐานข้อมูล โดยมีการกำหนด Servername, Username, Password และชื่อของฐานข้อมูล เพื่อทำการส่งข้อมูลให้ตรงกับฐานข้อมูลที่ถูกต้อง

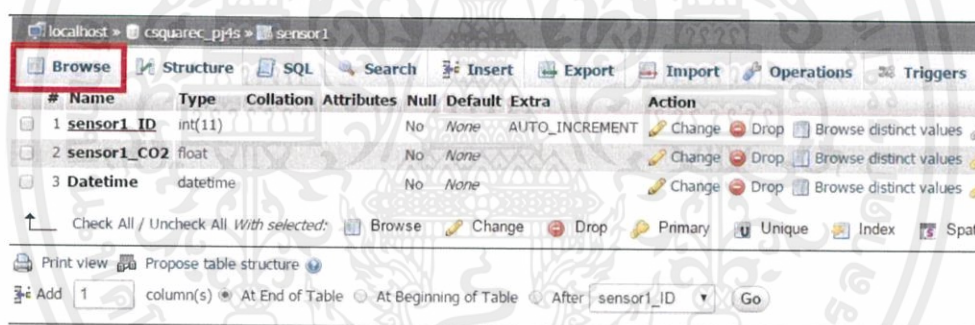
บรรทัดที่ 12 เป็นการกำหนดตัวแปรต่าง ๆ ในรูปจะรับค่าปริมาณก๊าซคาร์บอน-ไดออกไซด์จากโปรแกรม Arduino IDE มาเก็บไว้บนฐานข้อมูล

บรรทัดที่ 15-25 เป็นการส่งข้อมูลไปเก็บในตารางข้อมูลที่เขียนไว้บนฐานข้อมูล ซึ่งจากในรูปจะส่งตัวแปร \$sensor1 และ NOW() ซึ่งเป็น function เก็บวัน-เวลา ณ ปัจจุบัน ไปไว้ในตาราง sensor1 ที่ column ชื่อ sensor1_CO₂ และ Datetime ตามลำดับ

บรรทัดที่ 26 เป็นการตัดการเชื่อมต่อกับฐานข้อมูลเมื่อส่งข้อมูลสำเร็จแล้ว

3.3.2.3 การดูข้อมูลบนฐานข้อมูล

สำหรับการดูข้อมูลในฐานข้อมูล สามารถทำได้โดยคลิกไปที่หัวข้อ Browse ที่อยู่ด้านบนของโปรแกรม phpMyAdmin ดังรูปที่ 3.25 เพื่อดูข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.26



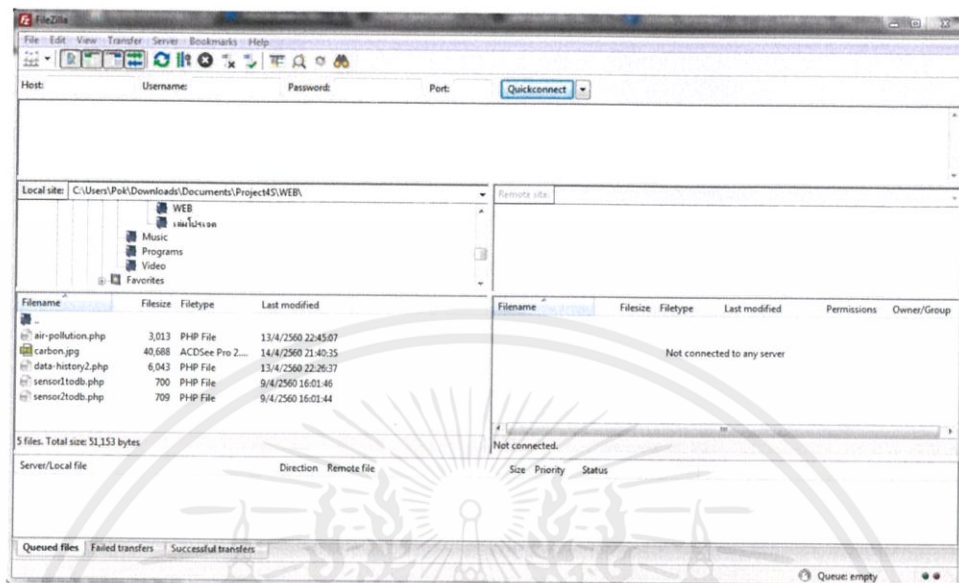
รูปที่ 3.25 หน้าต่างแสดงปุ่ม Browse บนฐานข้อมูล

	sensor1_ID	sensor1_CO2	Datetime
Edit Copy Delete	1	356	2017-04-10 20:41:07
Edit Copy Delete	2	518.38	2017-04-11 03:17:57
Edit Copy Delete	3	450.02	2017-04-11 17:08:09
Edit Copy Delete	4	512.59	2017-04-11 17:37:34
Edit Copy Delete	5	468.62	2017-04-11 19:53:18
Edit Copy Delete	6	468.62	2017-04-11 19:58:21
Edit Copy Delete	7	652.39	2017-04-11 19:59:48

รูปที่ 3.26 การแสดงข้อมูลที่อยู่บนฐานข้อมูล

3.3.2.4 การอัปโหลดไฟล์ขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์ [23]

1.) เปิดโปรแกรม Filezilla จะปรากฏหน้าต่าง ดังรูปที่ 3.27

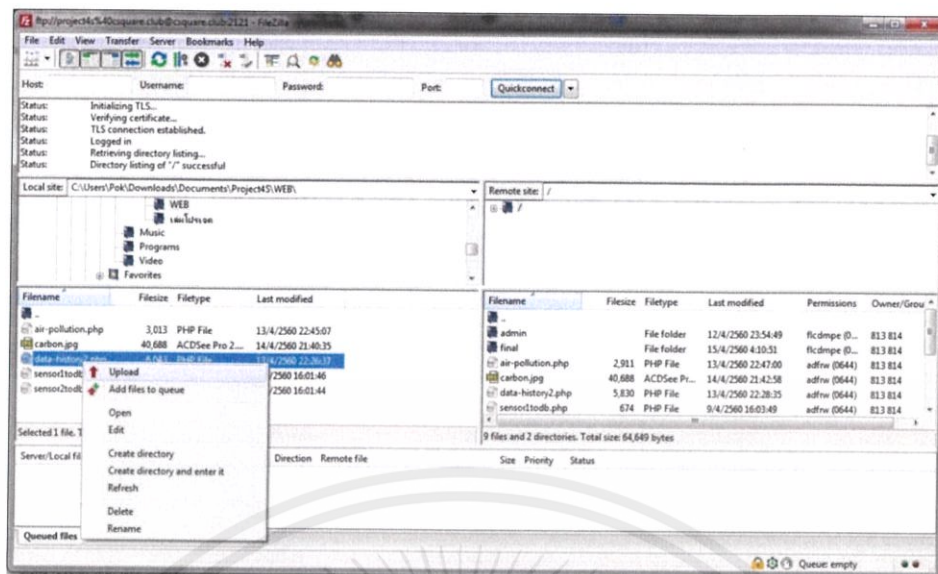


รูปที่ 3.27 หน้าต่างโปรแกรม Filezilla

โปรแกรม FileZilla เป็นซอฟต์แวร์ประเภท Open source ใช้สำหรับส่งไฟล์จากเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลขึ้นไปยังเซิร์ฟเวอร์ และดึงไฟล์จากเซิร์ฟเวอร์ลงมายังเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยใช้โปรโตคอล FTP (File Transfer Protocol) โปรแกรมนี้ได้รับความนิยมอย่างมากในกลุ่มคนสร้าง และดูแลเว็บไซต์ (Webmaster) เพราะสามารถดาวน์โหลดซอฟต์แวร์นี้มาใช้งานได้โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย และมีการพัฒนาซอฟต์แวร์อยู่ตลอด ทำให้สามารถใช้ความสามารถใหม่ๆ ของซอฟต์แวร์นี้ได้ตลอด

2.) กรอกชื่อ Host, Username, Password และ Port เมื่อกรอกเสร็จแล้วให้กด Quickconnect

3.) เลือกไฟล์ที่ต้องการจะอัปโหลดขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์ โดยคลิกเมาส์ขวาแล้วไปที่ Upload เพื่ออัปโหลดไฟล์ขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์ ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 การอัปโหลดไฟล์ขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์ผ่านโปรแกรม FileZilla

3.3.3 การทำงานในส่วนของเว็บเบราว์เซอร์

3.3.3.1 การออกแบบหน้าเว็บเบราว์เซอร์

สำหรับส่วนของการออกแบบหน้าเว็บเบราว์เซอร์นั้น ใช้โปรแกรม Notepad++ เป็นเครื่องมือในการเขียนหน้าเว็บไซต์ โดยใช้ภาษา PHP ในการเรียกข้อมูลที่อยู่ในฐานข้อมูลบนเซิร์ฟเวอร์, ภาษา HTML, CSS และ JavaScript ในการตกแต่งหน้าเว็บไซต์ให้มีความสวยงาม และสะดวกต่อการใช้งาน ซึ่งในหน้าเว็บเบราว์เซอร์จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

- ส่วนหน้าหลักของเว็บเบราว์เซอร์

ส่วนนี้เป็นหน้าหลักของเว็บเบราว์เซอร์ ซึ่งมี Device 1 และ Device 2 เพื่อดูผลการวัดของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บน Device ที่ได้เลือกไว้ และ Air Pollution สำหรับไว้กลับเข้าสู่หน้าหลักของเว็บเบราว์เซอร์ ดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 หน้าหลักของเว็บเบราว์เซอร์

- ส่วนหน้าแสดงผลการวัด

ส่วนนี้เป็นหน้าเว็บเบราว์เซอร์ที่ทำหน้าที่แสดงผลการวัดของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ในส่วนหน้าแสดงผลการวัดมีอยู่ 5 ส่วน ซึ่งอยู่ด้านบนของเว็บเบราว์เซอร์ ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 หน้าเว็บเบราว์เซอร์สำหรับแสดงผลการวัด

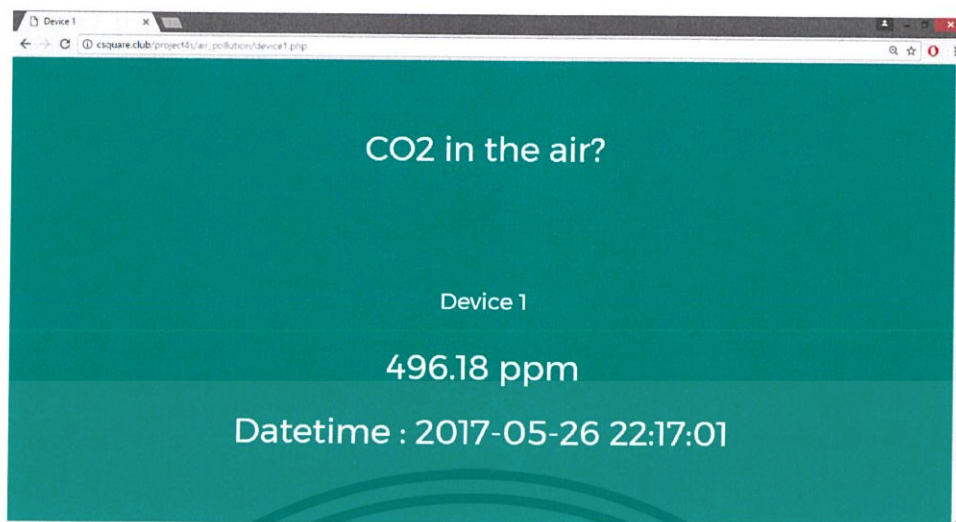
1.) Air Pollution เป็นการคลิกเพื่อกลับเข้าสู่หน้าหลักของเว็บเบราว์เซอร์

2.) CO2 เป็นการคลิกเพื่อดูผลการวัดของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

ซึ่งมีข้อมูลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เป็นหน่วย ppm และ Datetime ที่ทำการวัด

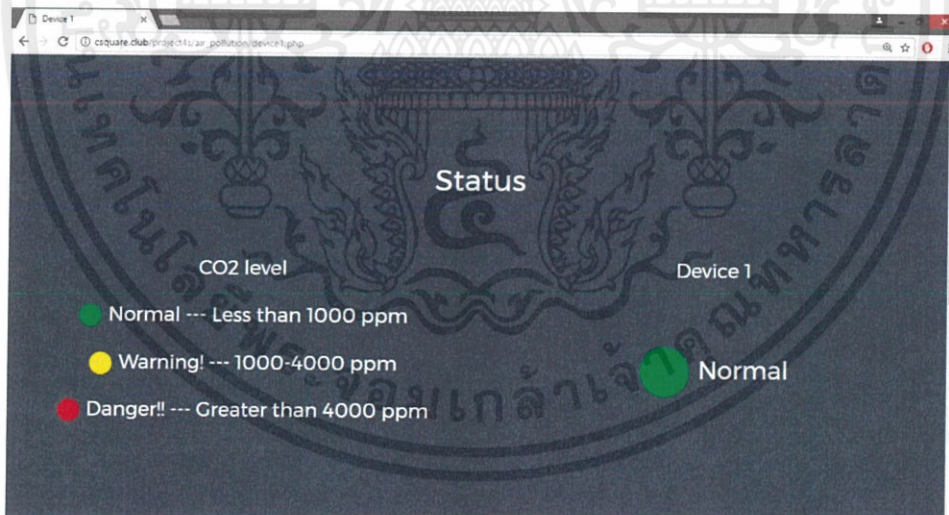
ดังรูปที่ 3.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.31 ส่วนแสดงผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

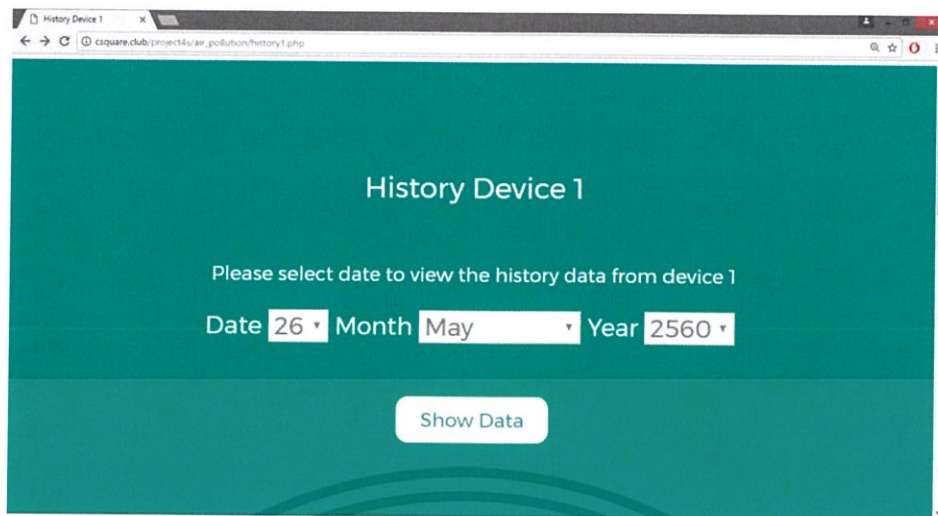
3.) Status เป็นการคลิกเพื่อดูการแจ้งเตือนของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ซึ่งในด้านซ้ายแสดงระดับของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ พร้อมระดับการแจ้งเตือน 3 ระดับ คือ สีเขียว สีเหลือง และสีแดง ส่วนด้านขวาแสดงผลการแจ้งเตือนของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากผลการวัด ณ เวลานั้น ๆ ดังรูปที่ 3.32



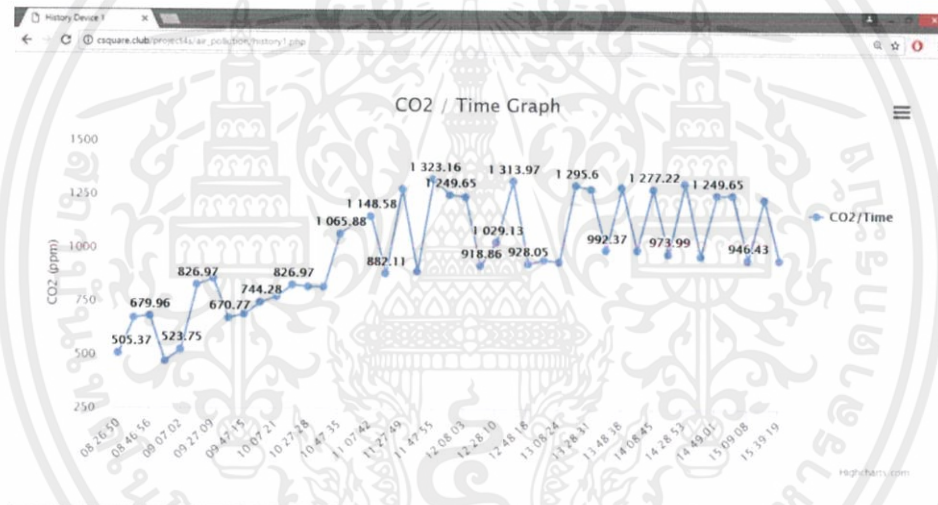
รูปที่ 3.32 ส่วน Status แสดงระดับของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ

4.) History Device เป็นการคลิกเพื่อเข้าไปดูข้อมูลย้อนหลังของการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ โดยการเลือก วัน เดือน ปี พ.ศ. ที่ต้องการจะดูข้อมูล เมื่อเลือกเสร็จแล้วให้กดปุ่ม Show Data เพื่อแสดงข้อมูลของวันที่เลือกไว้ ซึ่งแสดงในรูปของกราฟ พร้อมกับตารางข้อมูลดังรูปที่ 3.33, 3.34 และ 3.35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

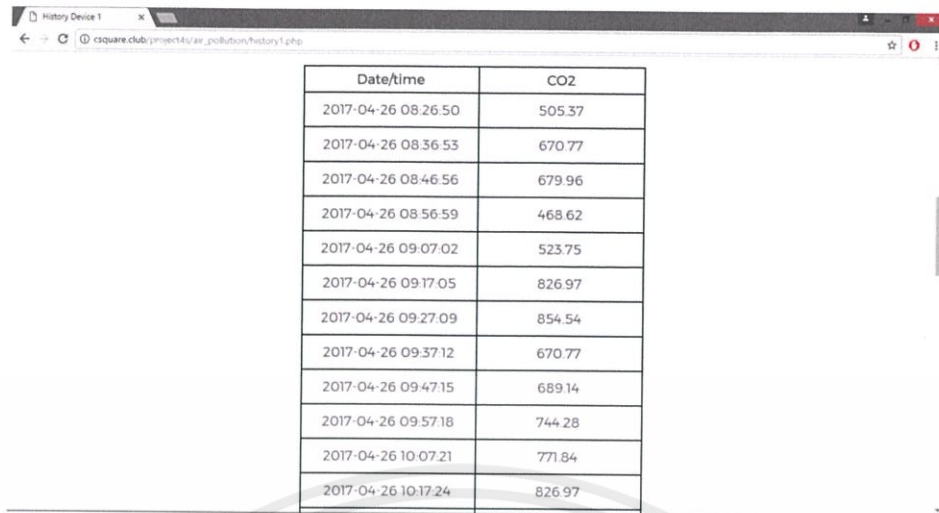


รูปที่ 3.33 หน้าเว็บเบราว์เซอร์สำหรับดูข้อมูลย้อนหลัง



รูปที่ 3.34 การแสดงข้อมูลย้อนหลังแบบกราฟ

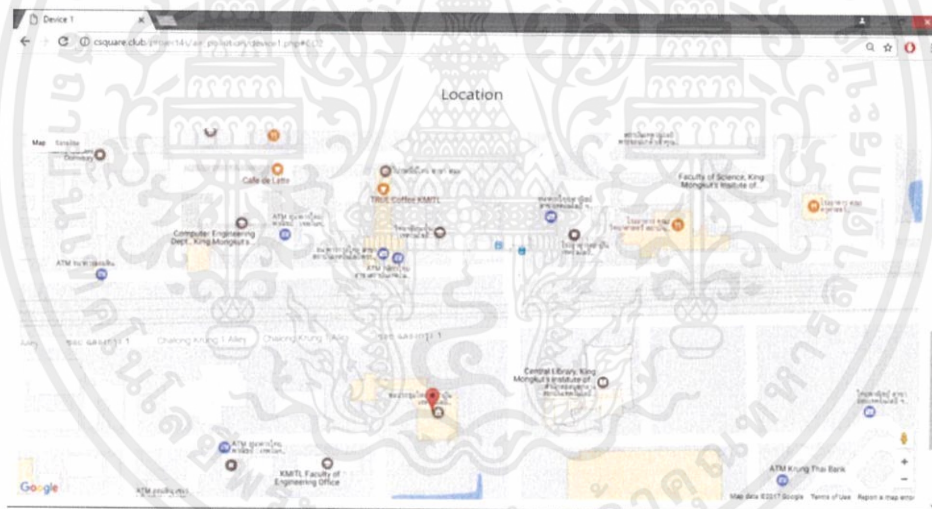
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Date/time	CO2
2017-04-26 08:26:50	505.37
2017-04-26 08:36:53	670.77
2017-04-26 08:46:56	679.96
2017-04-26 08:56:59	468.62
2017-04-26 09:07:02	523.75
2017-04-26 09:17:05	826.97
2017-04-26 09:27:09	854.54
2017-04-26 09:37:12	670.77
2017-04-26 09:47:15	689.14
2017-04-26 09:57:18	744.28
2017-04-26 10:07:21	771.84
2017-04-26 10:17:24	826.97

รูปที่ 3.35 การแสดงข้อมูลย้อนหลังแบบตารางข้อมูล

5.) Location เป็นการคลิกเพื่อดู Location ของ Device ที่ทำการวัดตัวนั้น ๆ ว่าตอนนี้ได้ติดตั้ง Device ไว้ที่ตำแหน่งใด ดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 การแสดง Location ที่ทำการวัดของ Device

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองนำค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แสดงผลบนเว็บเบราว์เซอร์มาเปรียบเทียบกับค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แสดงผลผ่านโปรแกรม CO2 Sensor เพื่อเช็คความแม่นยำของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แสดงบนเว็บเบราว์เซอร์ และนำเซ็นเซอร์ไปวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสถานที่ต่าง ๆ และดูผลการวัดที่ได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ เพื่อทดลองวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสถานที่ที่ต่างกัน

4.2 ผลการเปรียบเทียบค่าความคลาดเคลื่อน

ในส่วนนี้เป็นการเปรียบเทียบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่แสดงผลบนหน้าเว็บเบราว์เซอร์กับปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้จากเซ็นเซอร์ที่แสดงผลผ่านโปรแกรม CO2 Sensor เพื่อทดสอบว่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่แสดงผลมีค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้หรือไม่

- อ้างอิงจากการสอบเทียบความน่าเชื่อถือของเซ็นเซอร์

- 1.) เตรียมอุปกรณ์ที่ใช้ในการสอบเทียบ ได้แก่ เครื่องมือมาตรฐาน และก๊าซอ้างอิง
- 2.) ห้องปฏิบัติการที่ใช้ในการสอบเทียบต้องเป็นห้องที่มีการควบคุมปริมาณก๊าซให้เหมาะสมและไม่ส่งผลกระทบต่อเครื่องมือวัด
- 3.) ตรวจสอบเช็คลักษณะภายนอกของเซ็นเซอร์ว่ามีการชำรุดใด ๆ หรือไม่ พร้อมตรวจสอบการทำงานว่ายังใช้งานได้อยู่หรือไม่
- 4.) ทำการสอบเทียบเพื่อหาช่วงการวัด และความถูกต้องของการวัด

วิธีการสอบเทียบ “One Point Calibration”



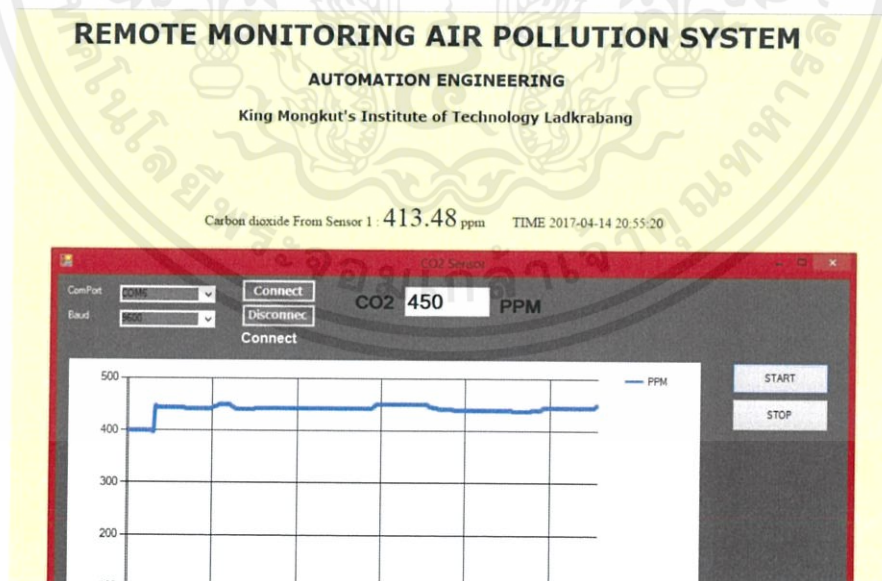
"I AM NIMT"

สถาบันมาตรวิทยาแห่งชาติ

รูปที่ 4.1 วิธีการสอบเทียบ

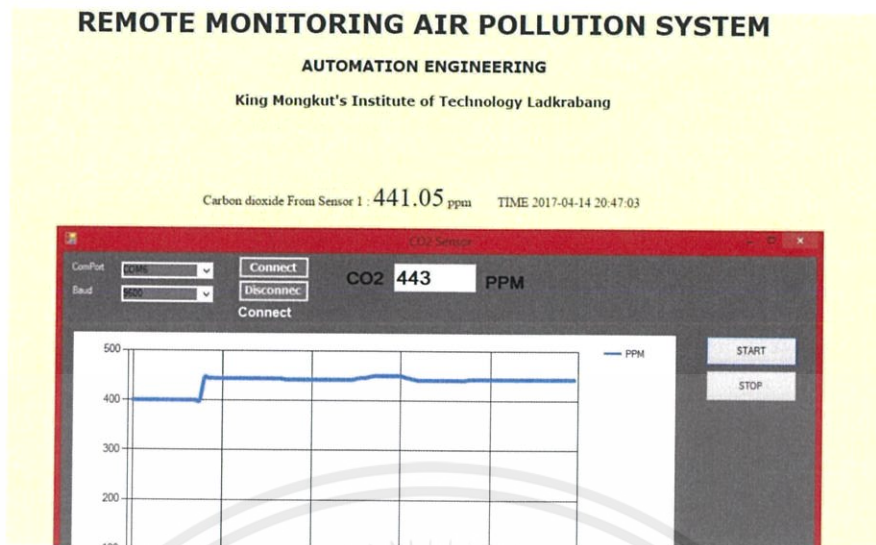
- วิธีการทดลอง

- 1.) ทำการเปิดเว็บไซต์ http://csquare.club/project4s/air_pollution/main1.php
- 2.) นำเซ็นเซอร์ MH-Z14 มาต่อกับ USB to TTL Converter Module
- 3.) ทำการเปิดโปรแกรม CO2 Sensor แล้วคลิกไปที่ปุ่ม START
- 4.) เปรียบเทียบผลการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้บนเว็บเบราว์เซอร์กับโปรแกรม CO2 Sensor ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ผลการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้
จากเว็บเบราว์เซอร์ กับ โปรแกรม CO2 Sensor ครั้งที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 ผลการเปรียบเทียบระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้
 จากเว็บเบราว์เซอร์ กับ บนโปรแกรม CO2 Sensor ครั้งที่ 2

จากรูปที่ 4.1 และ 4.2 เป็นการทดลองเปรียบเทียบระหว่างปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
 ที่วัดได้จากเว็บเบราว์เซอร์ กับ โปรแกรม CO2 Sensor พบว่าผลการตรวจวัดที่ได้นั้นมีความใกล้เคียง
 กัน ซึ่งจากเซ็นเซอร์ที่เลือกใช้ในโครงการมีค่าความถูกต้องของการวัดอยู่ที่ ± 50 ppm

4.3 ผลการส่งข้อมูลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ไปยังฐานข้อมูล

ในส่วนนี้เป็นการทดสอบการส่งข้อมูลปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ผ่านการแปลง
 สัญญาณแล้ว จากบอร์ด Arduino ผ่านเทคโนโลยีสื่อสารไร้สาย 3G เข้าไปยังฐานข้อมูล เพื่อแสดงผล
 การวัดบนเว็บเบราว์เซอร์ ว่ามีค่าตรงกันหรือไม่

- วิธีการทดลอง

- 1.) นำอุปกรณ์ไปต่อ กับ บอร์ด Arduino และ 3G Module
- 2.) เปิดโปรแกรม Arduino IDE แล้วทำการ Run โปรแกรมที่เขียนไว้
- 3.) คลิกที่ Serial monitor เพื่อดูผลการทำงานของโปรแกรม
- 4.) เข้าไปที่ฐานข้อมูลบนเว็บเบราว์เซอร์ แล้วทำการเปรียบเทียบผลการวัดที่ได้จากการส่ง
 ข้อมูลผ่าน 3G Module กับ บนฐานข้อมูล

```

COM3 (Arduino/Genuino Uno)
Send
CO2 :753.47
75347
Send HTTP GET
OK
http://www.csquare.club/project4s/air_pollution/sensor1todb.php?s1ppm=75347
200
0.23
CO2 :468.62
46862
Send HTTP GET
OK
http://www.csquare.club/project4s/air_pollution/sensor1todb.php?s1ppm=46862
200
0.35
CO2 :707.53
70752
Send HTTP GET
OK
http://www.csquare.club/project4s/air_pollution/sensor1todb.php?s1ppm=70752
200
Autoscroll Both NL & CR 9600 baud

```

รูปที่ 4.4 ผลการทำงานของโปรแกรม

จากรูปที่ 4.4 เป็นผลการทำงานของโปรแกรม โดยจะแสดงผลการวัดที่รับเข้ามาจากเซ็นเซอร์ และผลการส่งข้อมูลของการวัดเข้าไปเก็บไว้บนฐานข้อมูล

+ Options				sensor1_ID	sensor1_CO2	Datetime
<input type="checkbox"/>				121	1433.43	2017-04-28 14:46:52
<input type="checkbox"/>				122	1405.86	2017-04-28 14:56:56
<input type="checkbox"/>				123	753.47	2017-05-26 22:08:55
<input type="checkbox"/>				124	468.62	2017-05-26 22:10:56
<input type="checkbox"/>				125	707.52	2017-05-26 22:12:57
<input type="checkbox"/>				126	468.62	2017-05-26 22:15:00
<input type="checkbox"/>				127	496.18	2017-05-26 22:17:01

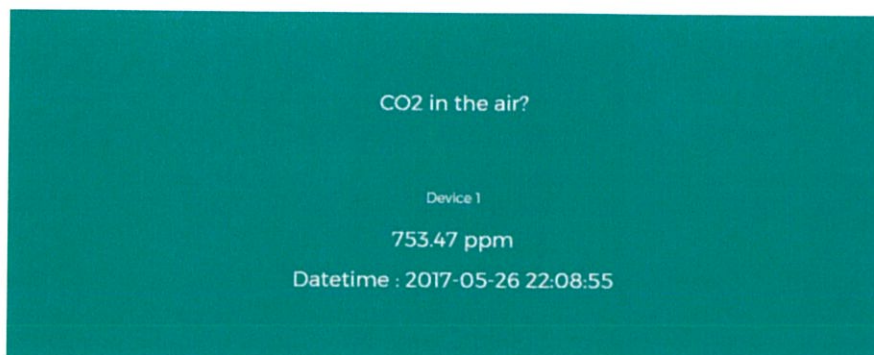
↑ Check All / Uncheck All With selected: Change Delete Export

รูปที่ 4.5 การแสดงผลการวัดบนฐานข้อมูล

จากรูปที่ 4.5 เป็นการแสดงผลการวัดบนฐานข้อมูล โดยรับข้อมูลจาก 3G Module ซึ่งจากการทดลองแสดงให้เห็นว่าผลการวัดที่ได้จากบอร์ด Arduino และผลการส่งข้อมูลของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ขึ้นบนฐานข้อมูลมีค่าใกล้เคียงกัน

4.4 ผลการแสดงผลปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บนเว็บเบราว์เซอร์

ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบการทำงานของเว็บเบราว์เซอร์ ว่าสามารถแสดงผลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บนเว็บเบราว์เซอร์ได้หรือไม่ โดยเว็บเบราว์เซอร์จะเรียกข้อมูลของการวัดจากฐานข้อมูล เพื่อแสดงผลปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่วัดได้ผ่านเว็บเบราว์เซอร์



รูปที่ 4.6 การแสดงผลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์

จากรูปที่ 4.6 เป็นการแสดงผลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ผ่านเว็บเบราว์เซอร์ โดยจะทำการเรียกข้อมูลของการวัดจากฐานข้อมูลมาแสดงบนเว็บเบราว์เซอร์ จากการทดสอบพบว่า ข้อมูลของปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่อยู่บนฐานข้อมูล กับ เว็บเบราว์เซอร์นั้นมีความตรงกันสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง

4.5 ผลการทดลองตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในสถานที่ต่างกัน

ในส่วนนี้เป็นการทดลองนำอุปกรณ์ไปติดตั้งในสถานที่ต่างกัน เพื่อทดสอบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละที่นั้นมีปริมาณแตกต่างกัน

- วิธีการทดลอง

- 1.) นำอุปกรณ์ไปติดตั้งในสถานที่ต่าง ๆ ได้แก่ ภายในห้องปิด, ภายในห้องเปิด, ภายในอาคาร และภายนอกอาคาร
- 2.) ทำการตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วบันทึกผล

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในสถานที่ต่าง ๆ

สถานที่ทำการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
ภายในห้องปิด	1075.07	2444.18	2389.05
ภายในห้องเปิด	652.39	611.58	597.26
ภายในอาคาร	560.50	598.06	661.38
ภายนอกอาคาร	431.86	542.58	529.88

จากตารางที่ 4.1 เป็นการทดลองวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องปิดพบว่า มีปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ค่อนข้างมาก และเมื่อวัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในห้องเปิดพบว่า ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ลดลง เนื่องจากการระบายอากาศภายในห้องปิดไม่ดีเท่าที่ควรทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มากขึ้น และเมื่อทำการวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์บริเวณภายใน และภายนอกอาคารพบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากภายในอาคารนั้นมีพื้นที่โล่งและกว้าง จึงทำให้การระบายอากาศดีกว่าในห้องปิด

4.6 ผลการทดลองตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในชุมชน

ในส่วนนี้เป็นการทดลองวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชุมชน โดยนำอุปกรณ์ไปติดตั้งชุมชนละ 1 ตัว เพื่อทดสอบปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละชุมชน

- วิธีการทดลอง

- 1.) นำอุปกรณ์ตัวที่ 1 และ 2 ไปติดตั้งในชุมชนที่ต่างกัน
- 2.) ทำการตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ทั้งหมด 3 ครั้ง แล้วบันทึกผล

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชุมชน

อุปกรณ์ตัวที่	ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm)		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
1	597.26	626.45	575.88
2	542.13	551.31	569.69

จากตารางที่ 4.2 เป็นการทดลองวัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในชุมชนต่าง ๆ พบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าใกล้เคียงกัน เนื่องจากพื้นที่ที่ทำการวัดเป็นพื้นที่โล่ง มีการระบายอากาศที่ดี จึงทำให้ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์มีค่าน้อยและใกล้เคียงกัน

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

การทำโครงการนี้ต้องมีความรู้หลายด้านประกอบกัน ได้แก่ ความรู้ในการเขียนโปรแกรม Arduino, ความรู้ด้านภาษา C เพื่อใช้ในการเขียนคำสั่งต่าง ๆ ลงบนบอร์ด Arduino, ภาษา PHP ในการเขียนคำสั่งเชื่อมต่อกับฐานข้อมูล, ภาษา HTML, CSS และ JavaScript ในการเขียนหน้าเว็บเบราว์เซอร์ และความรู้ในการสร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้เก็บข้อมูลจากการวัด

จากการดำเนินงานสามารถนำค่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ได้จากการวัดมาแสดงผลผ่านเว็บเบราว์เซอร์อีกทั้งยังสามารถดูค่าย้อนหลังได้อีกด้วย ซึ่งจากการทดลองพบว่าปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในแต่ละสถานที่จะมีค่าไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อม การระบายอากาศ และกิจกรรมต่าง ๆ ของมนุษย์

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1.) การ Calibrate เซ็นเซอร์วัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ตัวเดิมนั้นทำได้ยาก เนื่องจากไม่มีแหล่งข้อมูลอ้างอิงที่น่าเชื่อถือ อีกทั้งอุปกรณ์วัดปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์แบบดิจิตอลมีราคาสูง จึงต้องหาข้อมูลอ้างอิงที่เชื่อถือได้มาทำการ Calibrate

2.) เนื่องจากคณะผู้จัดทำขาดความเชี่ยวชาญเกี่ยวกับเซ็นเซอร์วัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ Arduino และ 3G Module จึงทำให้ใช้เวลาในการศึกษาเป็นเวลานาน

3.) Location ที่แสดงบนเว็บเบราว์เซอร์นั้นเป็นการสมมติตำแหน่ง ซึ่งตำแหน่งจะคงที่ตลอด เนื่องจากอุปกรณ์ที่ได้ออกแบบไว้โครงการไม่มีฟังก์ชันในส่วนของ GPS จึงทำให้ไม่สามารถแสดงตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์ที่ทำการวัดตัวนั้นได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1.) เพิ่มเซ็นเซอร์วัดก๊าซชนิดอื่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการวัดคุณภาพของอากาศของพื้นที่นั้น ๆ

2.) ใช้โซล่าเซลล์หรือแบตเตอรี่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานสำรองให้กับระบบเพื่อลดข้อจำกัดในการติดตั้งอุปกรณ์ และการวัดในสภาพแวดล้อมภายนอก

3.) เพิ่ม GPS Module ในอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถแสดงตำแหน่งปัจจุบันของอุปกรณ์ที่ทำการวัดตัวนั้นได้

4.) ควรมีการแสดงเส้นระดับการแจ้งเตือนตามปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศ ภายในกราฟแสดงข้อมูลย้อนหลัง เพื่อให้ทราบว่าในช่วงเวลาไหนบ้างที่ปริมาณก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เกินกว่าระดับที่กำหนดไว้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- [1] “มลพิษทางอากาศ.” [Online]. Available : <https://look-edu.wikispaces.com/มลพิษทางอากาศ>. 2017.
- [2] “ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์.” [Online]. Available : <http://suchada.wikispaces.com/ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์>. 2017.
- [3] “คาร์บอนไดออกไซด์กับการเปลี่ยนแปลงภูมิอากาศ.” [Online]. Available : <http://e-book.ram.edu/e-book/g/GE410/chapter11.pdf>. 2017.
- [4] “ผลกระทบของ CO₂.” [Online]. Available : http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/TN%20214A_p38-45.pdf. 2017.
- [5] “รายงานข้อมูลสถานีตรวจวัด.” [Online]. Available : <http://www.aqmthai.com/index.php>. 2017.
- [6] สิทธิพร ไชยพงษ์. “เทคโนโลยี 3G.” [Online]. Available : <http://www.chandra.ac.th/office/ict/project/3g%20technology/Content.php?node=1>. 2015.
- [7] “MH-Z14.” [Online]. Available : <http://www.thaieasyelec.com/products/sensors/gas/mh-z14-co2-ndir-gas-sensor-detail.html>. 2017.
- [8] “หลักการของ Arduino.” [Online]. Available : <http://www.ioxhop.com/article/arduino-ตอนที่-1-arduino-คืออะไร>. 2017.
- [9] “หลักการของ Arduino.” [Online]. Available : <http://www.123microcontroller.com/Basic-Microcontroller-Programming/Comparison-Arduino-Platform-with-other-MCU>. 2017.
- [10] “คู่มือการใช้งานบอร์ด 3G Module (ETEE058).” [Online]. Available : http://www.thaieasyelec.com/downloads/ETEE058/ETEE058_3G_Module_UserManual_TH_20160321.pdf. 2017.

- [11] “PHP คืออะไร.” [Online]. Available : <http://www.mindphp.com/คู่มือ/73คืออะไร/2127-phpคืออะไร.html>. 2014.
- [12] “HTML คืออะไร.” [Online]. Available : <http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2026-html-คืออะไร.html>. 2017.
- [13] “CSS คืออะไร.” [Online]. Available : <http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2193-css-คืออะไร.html>. 2017.
- [14] “JavaScript คืออะไร.” [Online]. Available : <http://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2187-java-javascript-คืออะไร.html>. 2017.
- [15] “บทที่ 1 jQuery คือ ?.” [Online]. Available : <http://blog.sogoodweb.com/Article/Detail/52388>. 2016.
- [16] “Arduino IDE กับการเริ่มต้นครั้งแรก !!!.” [Online]. Available : <https://www.arduitronics.com/b/3/arduino-ide-กับการเริ่มต้นครั้งแรก>. 2014.
- [17] “3G Shield / 3G Module บน Platform Arduino.” [Online]. Available : http://www.thaieasyelec.com/downloads/ETEE059/Development_Guide_for_3G_Shield_and_3G_Module_using_Arduino_TH_20160726.pdf. 2017.
- [18] ปวริศร อนันต์สุทธีรักษ์. “โปรแกรม Notepad++.” [Online]. Available : <https://pawebdesign.wordpress.com/2010/09/18/โปรแกรม-notepad-คือ>. 2009
- [19] ศูนย์เทคโนโลยีสารสนเทศและการสื่อสาร. “รู้จักกับ MySQL.” [Online]. Available : <http://kmops.moph.go.th/index.php/km-test/ict/124-mysql>. 2012.
- [20] “phpMyAdmin คืออะไร.” [Online]. Available : <http://www.mindphp.com/คู่มือ/73คืออะไร/2285-phpmyadmin-คืออะไร.html>. 2016.
- [21] ศุภเดช สุทธิพงษ์ศคณาสัย. “Filezilla : โปรแกรม FTP ที่ครบเครื่อง.” [Online]. Available : <https://www.freeware.in.th/windows/444>. 2009.
- [22] ลิขิต ยืนบุญ. “คู่มือการใช้งาน phpMyAdmin” [Online]. Available : <http://flpnuol.weebly.com/uploads/2/4/5/9/24599736/phpmyadmin.pdf>. 2017.
- [23] “Filezilla คืออะไร วิธีการใช้งาน Filezilla.” [Online]. Available : <http://www.mindphp.com/forums/viewtopic.php?t=13645>. 2012

- [24] “Bootstrap คืออะไร รู้จักเครื่องมือทำเว็บไซต์ยอดนิยม.” [Online]. Available : <https://www.codebee.co.th/labs/bootstrap-คืออะไร>. 2016.
- [25] “MH-Z14 CO2 NDIR Gas Sensor.” [Online]. Available : http://www.thaieasyelec.com/downloads/ESEN185/MH-Z14_CO2.pdf. 2017.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

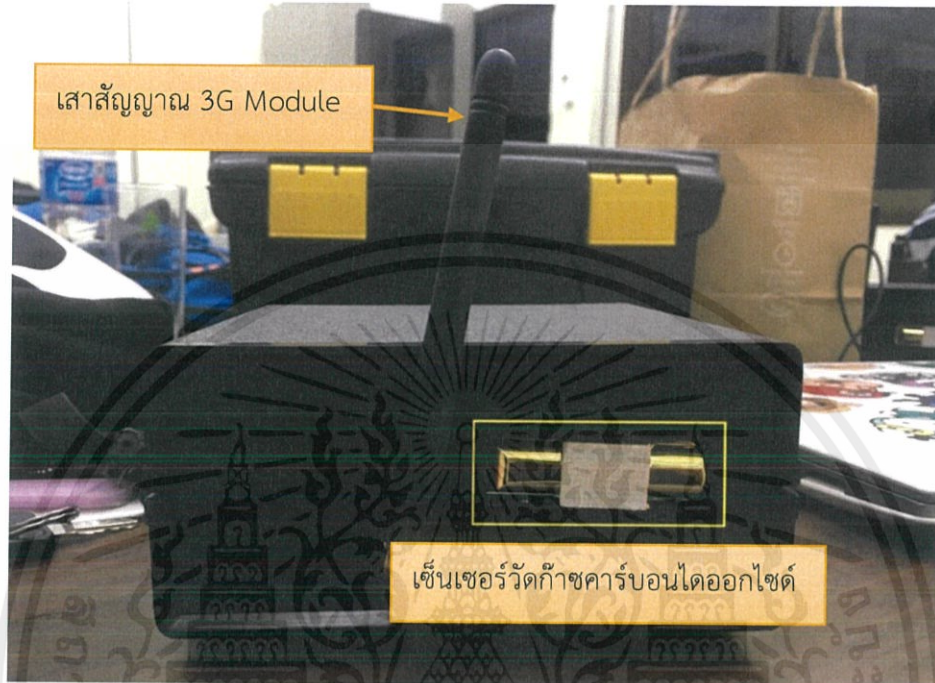


ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก - ก.

ส่วนประกอบของกล่องอุปกรณ์

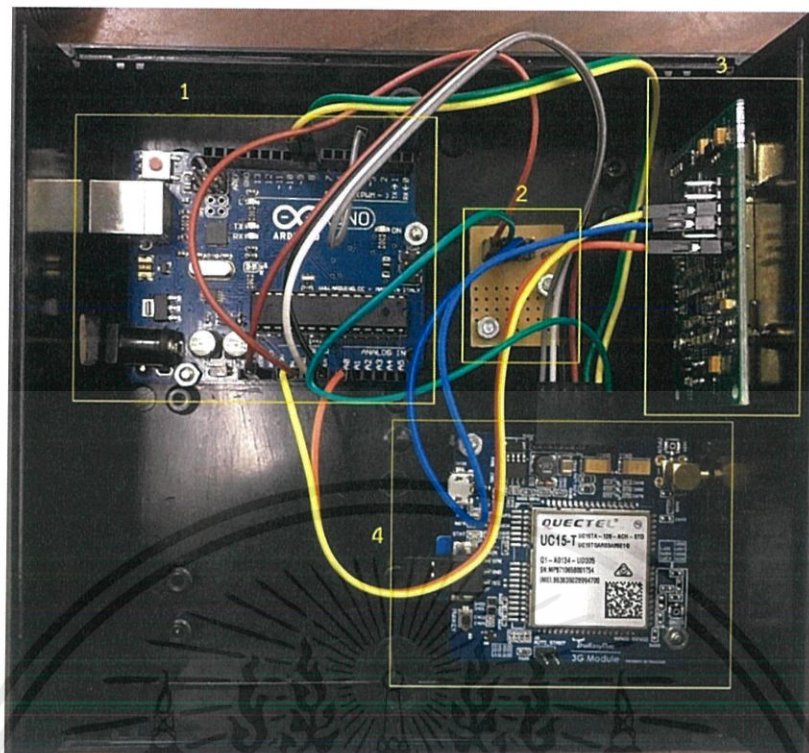


รูปที่ 1 กล่องวงจรด้านหน้า



รูปที่ 2 กล่องวงจรด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3 การวาง Layout ของกล่องวงจร

ตารางที่ 1 รายละเอียดการวาง Layout ของกล่องวงจร

หมายเลข	รายละเอียด
1	บอร์ด Arduino UNO R3
2	Terminal สำหรับต่อสาย GND
3	เซนเซอร์วัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (MH-Z14)
4	บอร์ด 3G Module

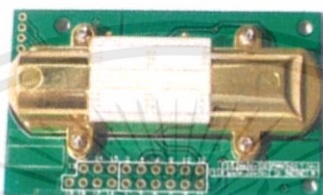
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก - ข.

เอกสารประกอบอุปกรณ์ (Datasheet)

1. MH-Z14 CO2 NDIR Gas Sensor

1. Profile



Main functions and features:

- High sensitivity, High resolution
- Low power consumption
- Output modes: UART, analog voltage signal, PWM wave
- Quick response
- Temperature compensation, excellent linear output
- Good stability
- Long lifespan
- Anti-water vapor interference
- No poisoning

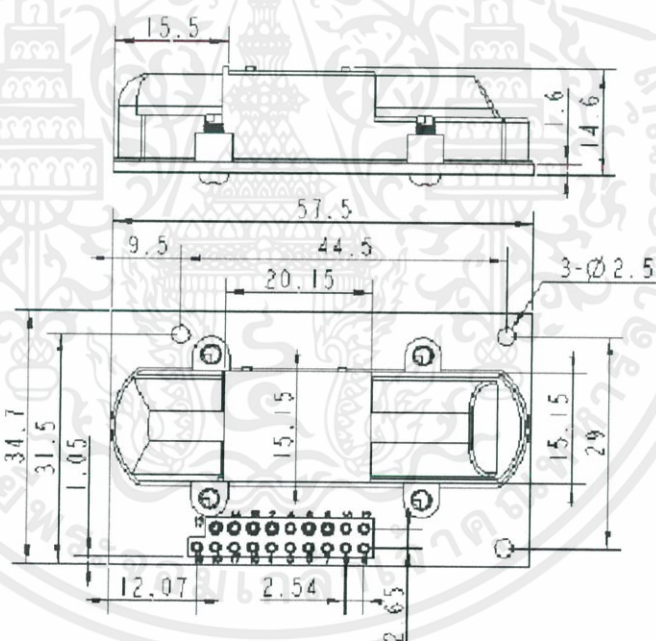
2 Main technical parameters

Working voltage	4.5 V ~ 5.5V DC
Average current	< 85 mA
Interface level	3.3 V
Measuring range	0~5%VOL optional
Output signal	PWM
	UART
	0.4-2V DC
Preheat time	3min
Reponse Time	$T_{90} < 90s$
Working temperature	0°C ~ 50°C
Working humidity	0~95%RH
Weight	15 g
Lifespan	>5 year
Dimension	57.5×34.7×16mm (L×W×H)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

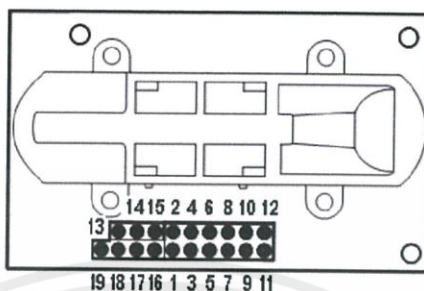
Target Gas	Measuring Range	Accuracy	Mark
Carbon Dioxide (CO ₂)	0~2000ppm	±(50ppm +5%reading value)	Temperature compensation
	0~5000ppm		Temperature compensation
	0~1%VOL		Temperature compensation
	0~3%VOL		Temperature compensation
	0~5%VOL		Temperature compensation

3. Structure



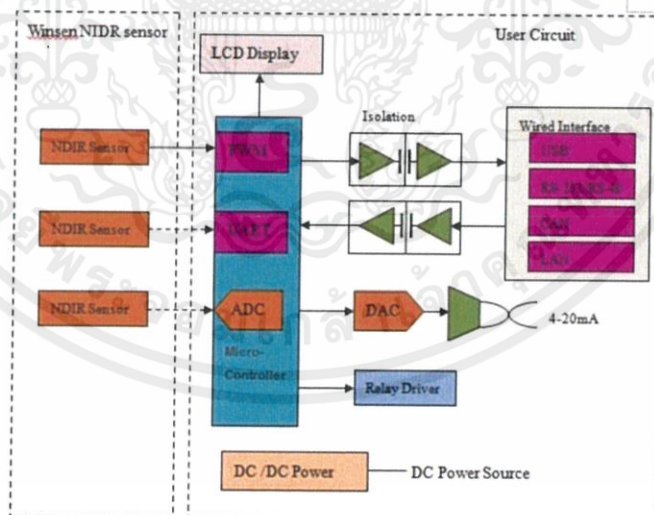
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Definition for pins

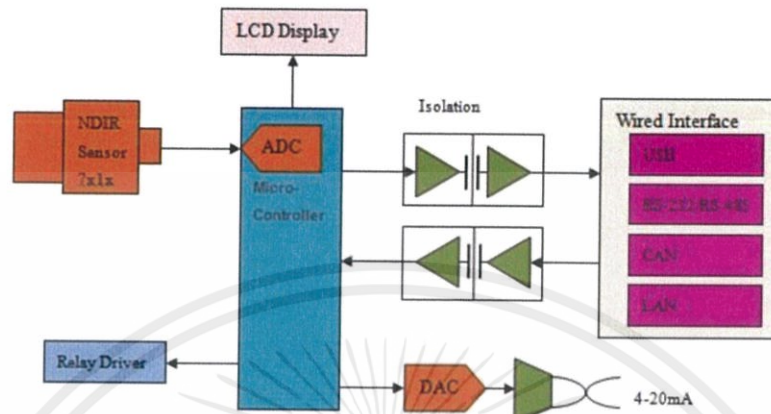


PIN	Description
Pad1、 Pad15、 Pad17	Vin (input voltage 4.5V~5.5V)
Pad2、 Pad3、 Pad12、 Pad16	GND
Pad4	Vout2 (0.4~2V)
Pad5	Vout1 (0~2.5V)
Pad6	PWM
Pad8	HD
Pad7、 Pad9	NC
Pad11、 Pad14、 Pad18	UART (RXD) 0~3.3V input digital
Pad10、 Pad13、 Pad19	UART (TXD) 0~3.3V output digital

5. Circuit



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



6. Operating instruction

6.1 Analog output connections

The output value of Vout1 is 0-2.5V, which stands for 0 to full range.

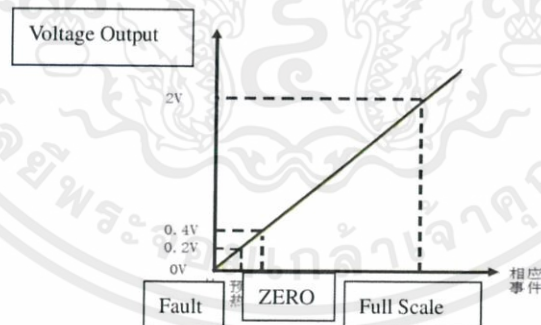
The output value of Vout2 is 0.4-2V, which stands for 0 to full range.

Vin -5V

GND- Power Ground

Vout2-ADC input

After preheating, the value of output voltage from Vout2 represents gas concentration.



6.2 PWM output (taking PWM output from 2000ppm as example):

CO2 output range:

0ppm-2000ppm

Cycle:

1004ms \pm 5%

High level output for beginning: 2ms (in name)
 Middle of cycle: 1000ms \pm 5%
 Low level output for ending: 2ms (in name)
 Account formula for CO2 concentration which gets through PWM:

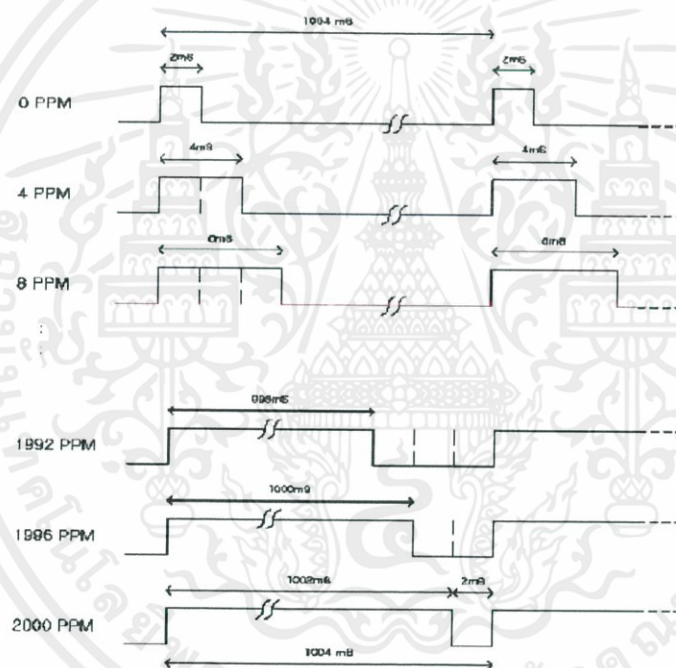
$$C_{ppm} = 2000 \times (T_H - 2ms) / (T_H + T_L - 4ms)$$

Among:

C_{ppm} is calculated CO2 concentration, unit is ppm;

T_H is time for high level during an output cycle;

T_L is time for low level during an output cycle.



6.3 Digital connects:

Vin-5V power

GND- Power Ground

RXD connect sensor TXD

TXD connect sensor RXD

You can read gas concentration via Uart, no need to calculate.

6.3.1 Communication protocol

1. General Settings

Baud rate	9600
Date byte	8 byte
Stop byte	1byte
Calibrate byte	no

2. Command

Each command or return:

Contains 9 bytes (byte 0 ~ 8)

starting byte fixed 0 XFF

command contains sensor number (factory default to 0 x01)

to check and end

Command List:

0x86	Gas concentration
0x87	Calibrate zero point (ZERO)
0x88	Calibrate span point (SPAN)

Read gas concentration

Send command								
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
Startin g byte	Sensor No.	comman d	-	-	-	-	-	Check value
0XFF	0x01	0x86	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x79

Return value

Return								
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
Starti ng byte	comman d	High level concentra tion	Low level concentra tion	-	-	-	-	Chec k value
0XFF	0x86	0x02	0x60	0x47	0x00	0x00	0x00	0xD1

Gas concentration= high level *256+low level

Calibrate zero point

Send command								
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
Starti ng byte	Sensor No.	comman d	-	-	-	-	-	Check value
0XFF	0x01	0x87	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x78

No return value

Calibrate span point

Send command								
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
Starting byte	Sensor No.	command	High level span point	Low level span point	-	-	-	Check value
0xFF	0x01	0x88	0x07	0xD0	0x00	0x00	0x00	0xA0

No return value**3. Calibration and calculation**

The checksum = (invert (byte 1 +... + 7)) + 1

Reading gas concentration:

Send command								
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
Starting byte	Sensor No.	command	-	-	-	-	-	Check value
0xFF	0x01	0x86	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x79

Except byte 0 ,add the other bytes together

$$0x1 + 0x86 + 0 + 0 + 0 + 0 + 0 = 0x87$$

Get the value from the first step, then invert it.

$$0xff - 0x87 = 0x78$$

The second value plus one

$$0x78 + 0x01 = 0x79$$

Program :C language

```

char getChecksum(char *packet)
{
    char i, checksum;
    for( i = 1; i < 8; i++)
    {
        checksum += packet[i];
    }
    checksum = 0xff - checksum;
    checksum += 1;
    return checksum;
}

```

7. Notes for maintenance

- 7.1 The sensor should be calibrated regularly. The cycle time is better to be no more than 6 months.
- 7.2 Do not use the sensor in the high dusty environment for long time.
- 7.3 Please use the sensor with correct power supply.
- 7.4 Forbidden to cut the sensor pin.

Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd

Add.: NO.299 Jin Suo Road, National Hi-Tech Zone,
Zhengzhou, 450001 China

Tel.: 0086-371-67169097 67169670

Fax: +86- 0371-60932988

E-mail:sales@winsensor.com



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คู่มือการใช้งาน 3G Module

ข้อมูลเบื้องต้นของบอร์ด 3G Module

บอร์ด 3G Module เป็นบอร์ดสื่อสารเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ 3G ใช้โมดูลสื่อสารยี่ห้อ Quectel รุ่น UC15-T รองรับความถี่ 850/2100 MHz ในระบบ UMTS (3G) และรองรับความถี่ 850/900/1800/1900 MHz ในระบบ GSM (2G) มีความเร็วในการสื่อสารข้อมูลสูงสุดระหว่างโมดูลกับเครือข่ายที่ 3.6 Mbps Downlink และ 384 Kbps Uplink เมื่อเชื่อมต่อกับเครือข่าย 3G เหมาะสำหรับผู้ที่ต้องการทำให้ระบบเชื่อมต่อกับเครือข่าย 3G หรือผู้ที่ต้องการอัพเกรดระบบจาก 2G เป็น 3G ที่มีฟังก์ชันการใช้งานครอบคลุมทั้งการสื่อสารและระบุพิกัด สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานต่างๆ เช่น ระบบขนส่งและติดตามตำแหน่งรถบรรทุกสินค้า มิเตอร์อัจฉริยะ จุดขายสินค้าไร้สาย การรักษาความปลอดภัย งานด้านสาธารณสุข การติดตามบุคคลหรือสิ่งของ การควบคุมและบำรุงรักษาทางไกล เป็นต้น

คุณสมบัติของบอร์ด 3G Module

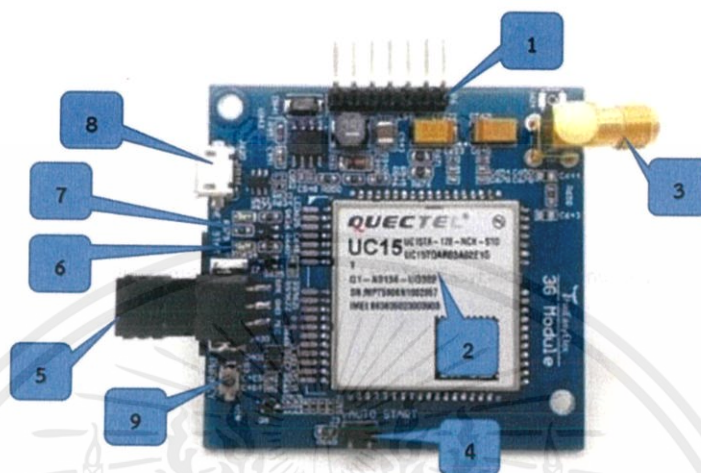
- ใช้โมดูลสื่อสาร UC15-T จาก Quectel Wireless Solutions Co., Ltd.
- รองรับความถี่ 850/2100 MHz ในระบบ UMTS 3G
- รองรับความถี่ 850/900/1800/1900 MHz ในระบบ GSM 2G
- รองรับความเร็วในการสื่อสาร HSPDA สูงสุดที่ 3.6 Mbps Downlink และ 384 Kbps Uplink
- รองรับ HSPA Release 5 (Category 6)
- รองรับ EDGE Downlink only
- รองรับ GPRS Multi-slot class 12
- รองรับ UMTS Release 99/5
- รองรับ GSM Release 99/4
- รองรับคำสั่ง AT Command 3GPP TS27.007 กับ 3GPP TS27.005 และ enhanced AT command ของ Quectel
- รองรับโปรโตคอลต่างๆ ได้แก่ PPP / TCP / UDP / FTP / HTTP / FILE / MMS / SMTP / SSL
- ออกแบบเป็น Module บอร์ดขนาดเล็ก
- เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านทาง Serial UART
- มีพอร์ต Micro USB สำหรับเชื่อมต่อเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านพอร์ต USB ได้
- มีจัมป์เปอร์สำหรับเริ่มต้นการทำงานทันทีเมื่อจ่ายไฟ (Auto start)
- มีพินเฮดเตอร์สำหรับเริ่มต้นและปิดการทำงานด้วย Software โดยการทริกขา IO
- มีสวิตช์สำหรับเริ่มต้นและปิดการทำงานด้วยการกดปุ่ม (Power switch)

- มีไฟแสดงสถานะเปิดการทำงาน (Status LED)
- มีไฟแสดงสถานะเชื่อมต่อเครือข่าย (Network LED)
- คอนเน็คเตอร์สำหรับเสาอากาศสื่อสารหลัก (Main Antenna) แบบ RP-SMA
- มีช่องเสียบ SIM Card แบบ Push-Pull พร้อมวงจรป้องกัน ESD

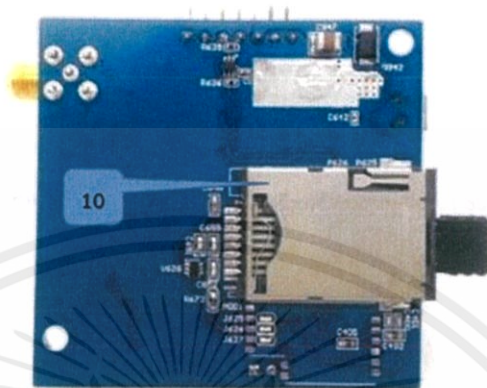
ตารางสรุปการรองรับความถี่ของโมดูล Quectel UC15/UC20

	3G UMTS (Frequency in MHz)					2G GSM (Freq. in MHz)			
	800	850	900	1900	2100	850	900	1800	1900
UC20									
UC20-G (Global)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
UC20-E (Europe)	✗	✗	✓	✗	✓	✓	✓	✓	✓
UC15									
UC15-T (Thailand)	✗	✓	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓
UC15-E (Europe)	✗	✗	✓	✗	✓	✗	✓	✓	✗

ส่วนประกอบของบอร์ด 3G Module



- หมายเลข 1 ขาพินเฮดเตอร์ P6 สำหรับเชื่อมต่อขาสัญญาณต่างๆ
***ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อ ขาเชื่อมต่อสัญญาณ
- หมายเลข 2 UC15-T Module
- หมายเลข 3 Connector แบบ SMA สำหรับเสียบเสาอากาศสื่อสารหลัก (Main Antenna)
- หมายเลข 4 Auto Start Jumper J3 สำหรับให้โมดูลเริ่มต้นทำงานอัตโนมัติ
***ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อการเปิด-ปิดการทำงานของโมดูล
- หมายเลข 5 Connector เชื่อมต่อสัญญาณ Audio out และ Mic In
- หมายเลข 6 Status LED
- หมายเลข 7 Network LED
- หมายเลข 8 Micro USB สำหรับพอร์ต USB Modem / USB AT / USB DM
- หมายเลข 9 Power Key Switch S3 สำหรับเริ่มการทำงานของโมดูล
***ดูรายละเอียดเพิ่มเติมในหัวข้อการเปิด-ปิดการทำงานของโมดูล



หมายเลข 10 SIM Card Socket

ขาเชื่อมต่อสัญญาณ

3G Module มีขาสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อทั้งหมด 7 ขาที่คอนเน็คเตอร์ P6 ดังนี้ เรียงจากซ้ายไปขวาเมื่อหันตัวหนังสือ UC15-T ขึ้นด้านบน

PWRKEY	สำหรับเปิด-ปิดโมดูลผ่าน Software โดยการใช้การทริกขา I/O
GND	ขาราวด์ของโมดูล
VIN	สำหรับจ่ายไฟเลี้ยงโมดูลใช้ไฟเลี้ยงระดับแรงดัน 5 โวลต์
IOREF	สำหรับอ้างอิงแรงดันสื่อสารของโมดูล
	เชื่อมต่อกับ 5 โวลต์หากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สื่อสาร UART TTL
	เชื่อมต่อกับ 3.3 โวลต์ หากใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สื่อสาร UART LVTTL
RxD	ขารับสัญญาณ (Receive) สำหรับรับข้อมูลสื่อสารอนุกรมแบบ UART
TxD	ขาส่งสัญญาณ (Transmit) สำหรับส่งข้อมูลสื่อสารอนุกรมแบบ UART
GND	ขาราวด์ของโมดูล

การเปิด-ปิดการทำงานโมดูล

ปกติเมื่อจ่ายไฟให้กับบอร์ด 3G Module แล้วโมดูลสื่อสาร UC15 จะไม่เริ่มทำงานเอง ผู้ใช้งานสามารถเลือกเปิด-ปิดการทำงานของโมดูลได้ 3 วิธี ดังนี้

1. เปิดอัตโนมัติ ผู้ใช้สามารถให้โมดูลเปิดอัตโนมัติได้โดยเชื่อมต่อจัมพ์เปอร์ J3 (3G Module มี Jumper มาให้) เมื่อจ่ายไฟให้กับบอร์ด 3G Module โมดูล UC15 จะเริ่มทำงานทันที
2. เปิด-ปิดด้วยโปรแกรม ผู้ใช้สามารถสั่งเปิด-ปิดโมดูลโดยต่อขา PWRKEY บนคอนเน็คเตอร์ P6 เข้ากับไมโครคอนโทรลเลอร์ตามต้องการ ตัวอย่างเช่น เชื่อมต่อกับขา D4 ของ Arduino (อ้างอิงจาก Arduino 1.0 pinout บน Arduino Uno R3) แล้วเขียนโปรแกรมควบคุมให้ขา D4 เป็น Digital Output ดังนี้
 - การเปิดโมดูล หลังจากจ่ายไฟให้กับบอร์ด ในโปรแกรมให้ส่งลอจิก Low ค้างไว้ 1 – 2 วินาที จากนั้นส่งลอจิก High ไฟแสดงสถานะ STAT จะติด
 - การปิดโมดูล ในขณะที่โมดูลทำงาน ในโปรแกรมให้ส่งลอจิก Low ค้างไว้ 1 – 2 วินาที จากนั้นส่งลอจิก High ไฟแสดงสถานะ STAT จะดับ
3. เปิด-ปิดด้วยตัวเอง ผู้ใช้สามารถสั่งเปิด-ปิดโมดูลโดยกดสวิตช์ S3 ดังนี้
 - การเปิดโมดูล หลังจากจ่ายไฟให้กับบอร์ด ในโปรแกรมให้ส่งลอจิก Low ค้างไว้ 1 – 2 วินาที จากนั้นส่งลอจิก High ไฟแสดงสถานะ STAT จะติด
 - การปิดโมดูล ในขณะที่โมดูลทำงาน ในโปรแกรมให้ส่งลอจิก Low ค้างไว้ 1 – 2 วินาที จากนั้นส่งลอจิก High ไฟแสดงสถานะ STAT จะดับ

3G Shield / 3G Module

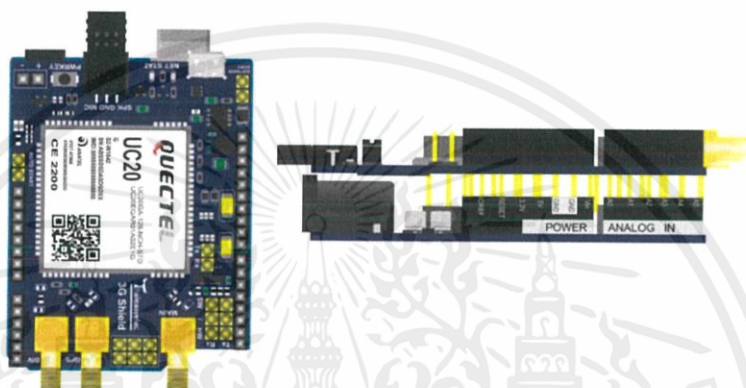
บน Platform Arduino



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีเชื่อมต่อ 3G Shield / 3G Module กับ Arduino UNO R3

3G Shield

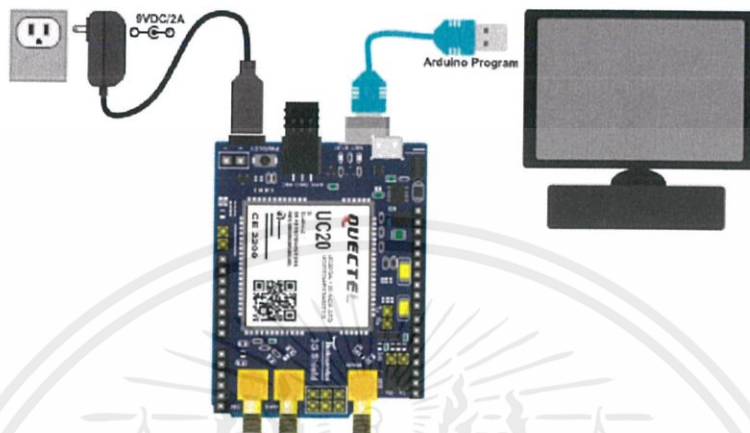


การจ่ายไฟให้กับ 3G Shield

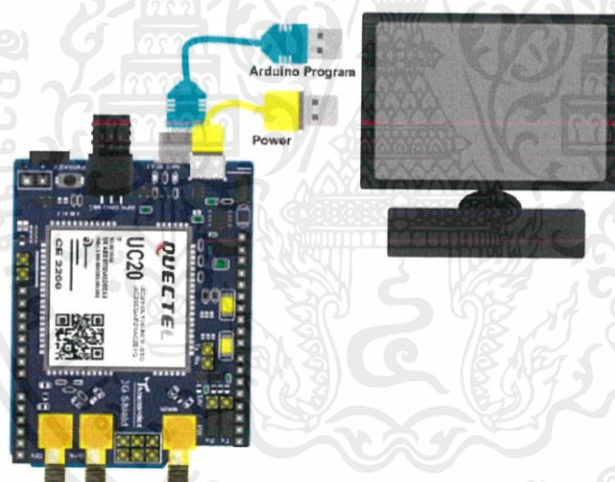
การจ่ายไฟเลี้ยงให้กับ 3G Shield สามารถจ่ายไฟได้ 2 ช่องทางได้แก่

จ่ายไฟเลี้ยงผ่านทาง DC Jack ของ บอร์ด Arduino ซึ่งทางเราแนะนำให้ใช้กับภาคจ่ายไฟ 9VDC 2A (บน 3G Shield จะมีวงจร Switching ที่รองรับการจ่ายไฟได้ตั้งแต่ 5 – 12 VDC แต่เนื่องจากการจ่ายไฟทาง DC Jack ของ Arduino บอร์ด Arduino จะนำไฟฟ้าจากส่วนนี้ไปใช้บนบอร์ดด้วย 9VDC 2A จึงเป็นค่าที่เหมาะสมเพราะจะทำให้ Regulator ที่อยู่บน Arduino ไม่ร้อนเกินไป)

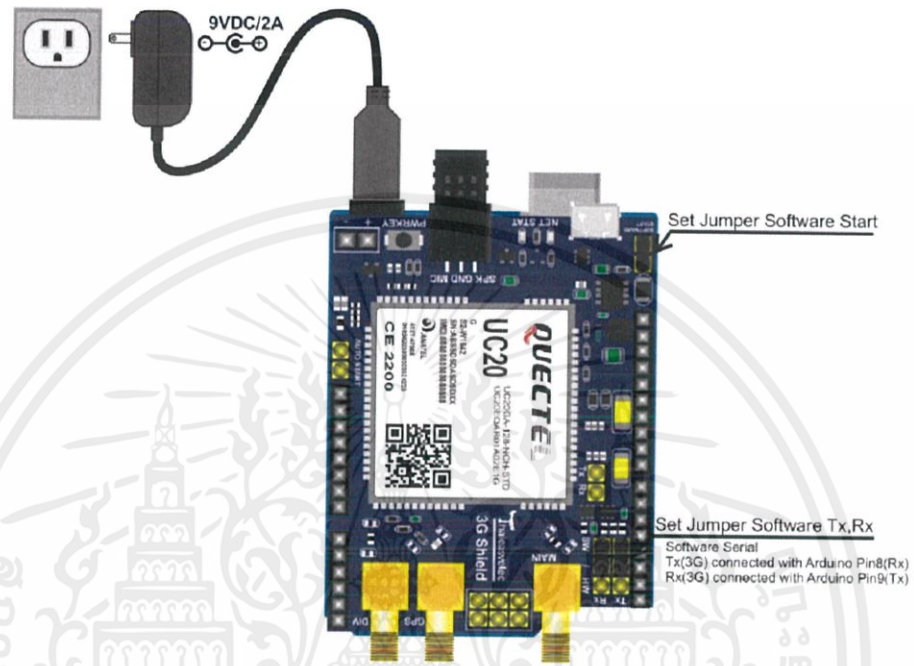
หมายเหตุ : บน 3G Shield ในสภาวะปรกติจะกินกระแสไม่มากนัก แต่ถ้าหากนำไปใช้ในสภาพแวดล้อมที่มีสัญญาณน้อย ช่วงเวลาที่โมดูลค้นหาสัญญาณ จะใช้กระแสสูงกว่าปรกติ จึงควรจัดหา แหล่งจ่ายไฟที่สามารถจ่ายกระแสได้ประมาณ 2A



- จ่ายไฟเลี้ยงให้กับ 3G Shield ผ่านทาง USB Port ของ 3G Shield



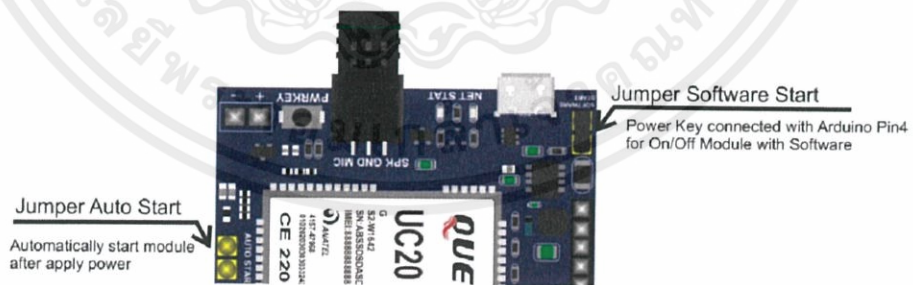
การเชื่อมต่อ Jumper



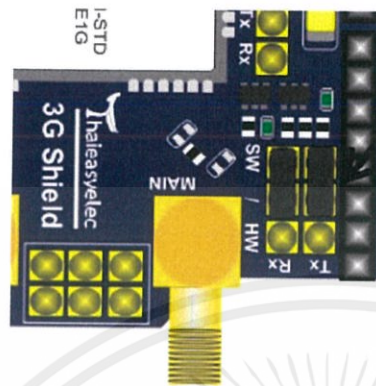
- Jumper Start

Jumper ที่ใช้สำหรับ Start หรือ สั่งงานให้ 3G on ขึ้นมาจะมีอยู่ด้วยกัน 2 ตำแหน่ง ได้แก่

- Jumper Auto Start ใช้สำหรับตั้งค่าให้ 3G shield Power On ทันทีเมื่อจ่ายไฟให้กับโมดูล
- Jumper Software Start ใช้สำหรับสั่งงาน Power On โมดูลด้วย Software โดยขา Software Start จะต่อกับ Arduino ที่ Pin4



- Jumper Serial



Software/Hardware Serial

Hardware Serial

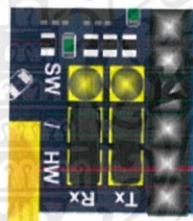
Tx(3G) connected with Arduino Pin0(Rx)
Rx(3G) connected with Arduino Pin1(Tx)

Software Serial

Tx(3G) connected with Arduino Pin8(Rx)
Rx(3G) connected with Arduino Pin9(Tx)

Jumper Serial ใช้สำหรับกำหนด ช่องทางของ Serial ที่ใช้เชื่อมต่อกับตัว 3G Module บน 3G Shield ซึ่งสามารถกำหนดการเชื่อมต่อได้ 2 ช่องทางได้แก่

- เชื่อมต่อ 3G Shield กับขา Hardware Serial (Arduino Pin 0,1)



Set Jumper Hardware Tx,Rx

Hardware Serial

Tx(3G) connected with Arduino Pin0(Rx)
Rx(3G) connected with Arduino Pin1(Tx)

- เชื่อมต่อ 3G Shield กับขา Software Serial (Arduino Pin 8,9)

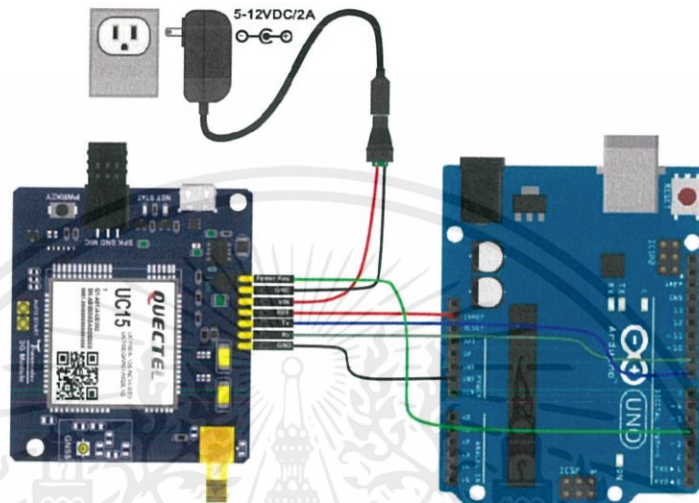


Set Jumper Software Tx,Rx

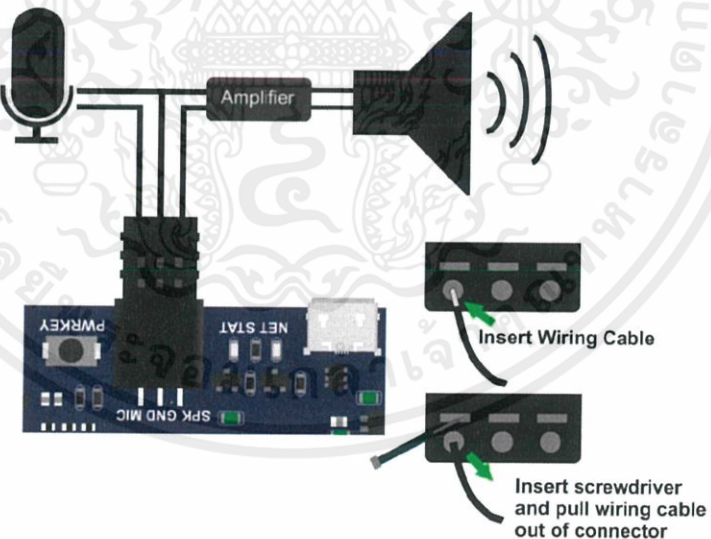
Software Serial

Tx(3G) connected with Arduino Pin8(Rx)
Rx(3G) connected with Arduino Pin9(Tx)

3G Module



วิธีเชื่อมต่อ 3G Shield / 3G Module กับ Mic และ Speaker



การติดตั้งไลบรารีสำหรับใช้งาน 3G Shield / 3G Module กับ Arduino

- ดาวน์โหลดไลบรารี AltSoftSerial จาก
http://www.pjrc.com/teensy/td_libs_AltSoftSerial.html
 หรือ
<https://github.com/PaulStoffregen/AltSoftSerial>
- แดกไฟล์ AltSoftSerial-master.zip และแก้ไขชื่อจาก AltSoftSerial-master เป็น AltSoftSerial
- คัดลอกไดเรกทอรี AltSoftSerial ไปไว้ในไดเรกทอรี libraries ภายในไดเรกทอรีของ Arduino IDE
- ดาวน์โหลดไลบรารี TEE_UC20_Shield จาก <http://www.thaieasyelec.com/>
- แดกไฟล์ TEE_UC20_Shield.7z
- คัดลอกไดเรกทอรี TEE_UC20_Shield ไปไว้ในไดเรกทอรี libraries ภายในไดเรกทอรีของ Arduino IDE



การตั้งค่า AT Command ให้กับ 3G Shield / 3G Module ก่อนใช้งาน ร่วมกับไลบรารี TEE_UC20_Shield

หมายเหตุ!!! 3G Shield ได้มีการตั้งค่าเหล่านี้มากจากการผลิตแล้ว ไม่จำเป็นต้องตั้งค่าใหม่

- ปิด Echo

```
ATE0
```

- ตั้งค่าพอร์ต URC ไปที่ UART1 พอร์ต URC ใช้แสดงผลและสถานะการทำงานต่างๆ ที่ไม่ตอบสนองกลับมาในขณะที่ทำงานหรือมีข้อผิดพลาด เช่น ข้อความ RING เมื่อมีสายโทรเข้า ข้อความตอบกลับเมื่อใช้งาน USSD เป็นต้น

```
AT+QURCCFG="urcport","uart1"
```

- เปลี่ยน Baud Rate เป็น 9600

```
AT+IPR=9600
```

```
AT+IFC=0,0
```

- บันทึกค่าคอนฟิกไว้ในหน่วยความจำของโมดูล เมื่อเปิดขึ้นมาโมดูลจะใช้ค่าที่กำหนดไว้

```
AT&W
```

การใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield

เรียกใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield โดยเพิ่ม include ดังต่อไปนี้

```
#include "TEE_UC20.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include <AltSoftSerial.h>
```

ฟังก์ชัน begin()

void begin(SerialPort, baudrate) คือ ฟังก์ชันสำหรับตั้งค่าเริ่มต้นให้โมดูลใช้ไลบรารีของ Serial จาก AltSoftSerial SoftwareSerial หรือ HardwareSerial โดยในส่วนหัวต้นโปรแกรมก่อนเข้า setup() เราประกาศตัวแปรสร้างออบเจกต์ของ Serial ตัวอย่างเช่น

AltSoftSerial mySerial; เมื่อเรียกใช้ AltSoftSerial หรือ SoftwareSerial mySerial (8, 9); เมื่อเรียกใช้ Software Serial และกำหนดค่า Baud Rate ในการสื่อสารกับ 3G Shield / 3G Module (สามารถดูตัวอย่างใช้งาน จากหัวข้อการตั้งค่า UART สำหรับใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield)

ตัวแปร Event_debug

Event_debug เป็นตัวแปรสำหรับกำหนดแอดเดรสของฟังก์ชันที่มีารองรับการแสดงผลการดีบั๊กของ ไลบรารี ซึ่งฟังก์ชันที่จะมารับข้อมูลดีบั๊กจะอยู่ในรูปแบบ void functionname(String data) โดย functionname คือค่าที่กำหนดให้ตัวแปร Event_debug และข้อมูลจะถูกส่งมายังตัวแปร data ของฟังก์ชัน ดังกล่าว

ตัวอย่าง

```
#include "TEE_UC20.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include <AltSoftSerial.h>
AltSoftSerial mySerial;
void debug(String data){
  Serial.println(data);
}
void setup(){
  Serial.begin(9600);
  gsm.begin(&mySerial, 9600);
  gsm.Event_debug = debug;
}
void loop(){
}
```

ฟังก์ชัน SetPowerKeyPin()

`void SetPowerKeyPin(int pin)` คือ ฟังก์ชันกำหนดค่าขา (Pin) ที่ใช้สั่งเปิด-ปิด 3G Shield / 3G Module โดยกำหนดหมายเลขขาที่ต้องการใช้งานลงในพารามิเตอร์ `pin` โดยปกติแล้วหากไม่มีการตั้งค่าจากฟังก์ชันนี้จะใช้ขา Digital 4 ของ Arduino

ฟังก์ชัน PowerOn()

`void PowerOn()` คือ ฟังก์ชันเปิดใช้งาน 3G Shield / 3G Module โดยใช้ขาสัญญาณของ Arduino ที่เชื่อมต่อกับ Power Key ของ 3G Module ปกติเป็นดิจิตอลขา 4 สามารถเปลี่ยนขาได้จากฟังก์ชัน `SetPowerKeyPin()` การทำงานของฟังก์ชันนี้จะสั่งทริกสัญญาณไปเปิดให้ 3G Shield / 3G Module ทำงาน แต่หากกำลังทำงานอยู่แล้วเป็นการสั่งให้ปิด 3G Shield / 3G Module แล้วเปิดขึ้นมาใหม่

ฟังก์ชัน PowerOff()

`void PowerOff()` คือ ฟังก์ชันปิดการทำงานของ 3G Shield / 3G Module โดยใช้ขาของ Arduino ที่เชื่อมต่อกับขา Power key ของ 3G Shield / 3G Module สามารถเปลี่ยนขาได้จากฟังก์ชัน `SetPowerKeyPin()`

ฟังก์ชัน WaitReady()

`bool WaitReady()` คือ ฟังก์ชันรอให้ 3G Shield / 3G Module พร้อมเมื่อเปิดใช้งาน เนื่องจากการเปิดโมดูลขึ้นมาจะใช้เวลาสำหรับ Initial การทำงานต่างๆ เช่น การจับสัญญาณเข้ากับเครือข่าย การตรวจสอบ SIM Card เป็นต้น โดยฟังก์ชันนี้จะให้ค่าตอบกลับ Boolean เป็น false ออกมาเมื่อโมดูลพร้อมทำงานแล้ว

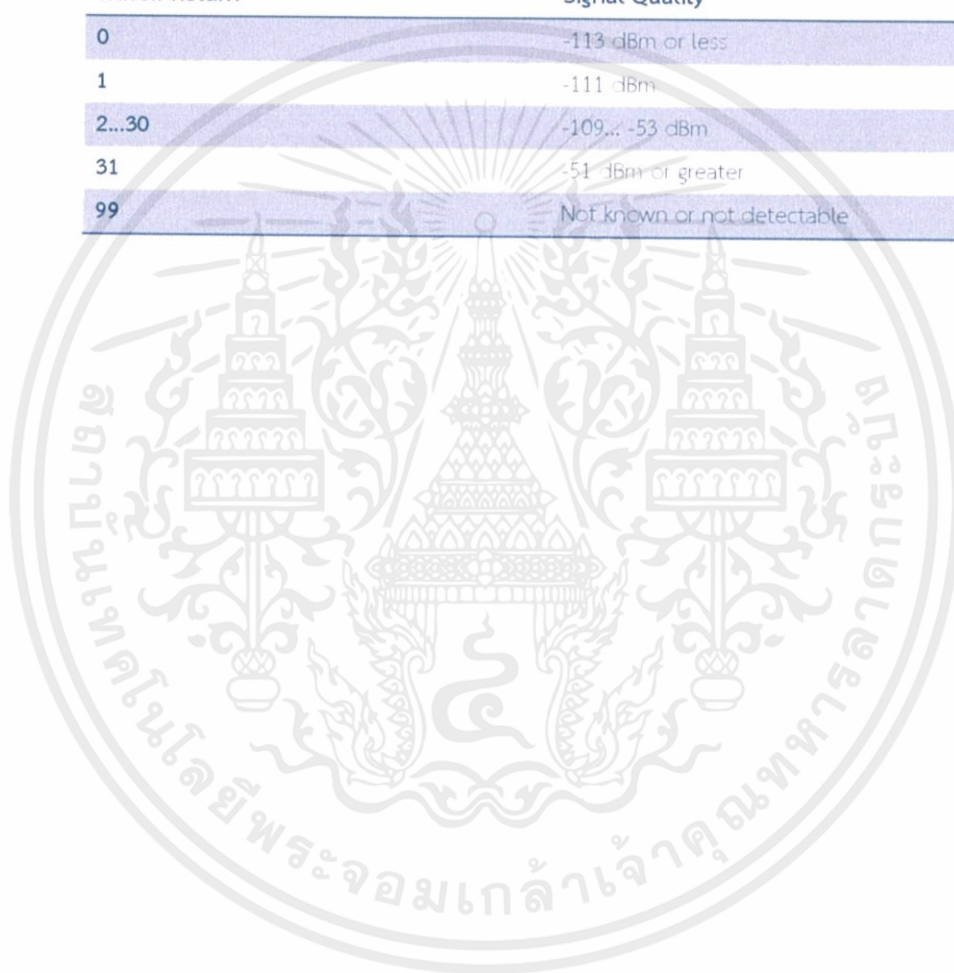
ฟังก์ชัน GetOperator

`String GetOperator()` คือ ฟังก์ชันตรวจสอบว่าตอนนี้ 3G Shield / 3G Module กำลังเชื่อมต่อกับเครือข่ายของผู้ให้บริการใด โดยโดยนี้จะตอบกลับข้อมูล String เป็นชื่อของผู้ให้บริการออกมา

ฟังก์ชัน SignalQuality()

unsigned char SignalQuality() คือ ฟังก์ชันสำหรับตรวจสอบคุณภาพสัญญาณ ที่ 3G Module ได้รับจากผู้ให้บริการเครือข่าย โดยฟังก์ชันนี้จะตอบกลับค่าความแรงของสัญญาณออกมาเป็น ตัวเลขที่มีความหมายดังนี้

ฟังก์ชัน Return	Signal Quality
0	-113 dBm or less
1	-111 dBm
2...30	-109... -53 dBm
31	-51 dBm or greater
99	Not known or not detectable



การใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield ในการเชื่อมต่อ Internet

การเชื่อมต่อ Internet เป็นส่วนสำคัญที่ต้องนำไปเป็นพื้นฐานในการใช้งานหัวข้ออื่นต่อไป เช่น การส่ง MMS การใช้ FTP การใช้ SMTP และการใช้งานเป็น Web client เป็นต้น ในส่วนนี้จึงเป็นเนื้อหาสำหรับใช้ 3G Shield / 3G Module เชื่อมต่อกับเครือข่าย Internet ของผู้ให้บริการรายต่างๆ ที่มีในไทยปัจจุบัน โดยแต่ละเครือข่ายในประเทศไทยจะใช้พารามิเตอร์การตั้งค่าการเชื่อมต่อไม่เหมือนกันดังตารางนี้

ตารางพารามิเตอร์การเชื่อมต่อของผู้ให้บริการเครือข่ายต่างๆ

ผู้ให้บริการ AIS

Parameter	Internet	MMS
APN	internet	multimedia
MMSC	-	http://mms.mobilelife.co.th
MMS Proxy	-	203.170.229.34
MMS Port	-	8080
User	-	-
Password	-	-
APN Type	default	mms

ผู้ให้บริการ DTAC

Parameter	Internet	MMS
APN	www.dtac.co.th	mms
MMSC	-	http://mms-2.dtac.co.th/8002
MMS Proxy	-	203.155.200.133
MMS Port	-	8080
User	-	-
Password	-	-
APN Type	default	mms

ผู้ให้บริการ TRUE

Parameter	Internet	MMS
APN	internet	hmms
MMSC	-	http://mms.trueworld.net:8002
MMS Proxy	-	10.4.7.39
MMS Port	-	8080

User	true	true
Password	true	true
APN Type	default	mms

ผู้ให้บริการ TOT

Parameter	Internet	MMS
APN	internet	mms
MMSC	-	http://mmsc.tot3g.net:8002
MMS Proxy	-	10.218.24.83
MMS Port	-	8080
User	-	-
Password	-	-
APN Type	default	mms

ผู้ให้บริการ My by Cat

Parameter	Internet	MMS
APN	internet	ผู้ให้บริการยังไม่เปิดให้ใช้บริการ
MMSC	-	-
MMS Proxy	-	-
MMS Port	-	-
User	-	-
Password	-	-
APN Type	default	-

เรียกใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield โดยเพิ่ม include ดังต่อไปนี้

```
#include "TEE_UC20.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include <AltSoftSerial.h>
#include "internet.h"
```

สร้างออบเจกต์ INTERNET

```
INTERNET net;
```

ฟังก์ชัน Configure()

`bool INTERNET::Configure(String apn,String user,String password)` คือ ฟังก์ชันตั้งค่าการเชื่อมต่อ Internet โดยมีพารามิเตอร์ดังต่อไปนี้ String apn, String user, String password ผู้ใช้งานต้องเลือกตั้งค่าพารามิเตอร์ตามตารางของผู้ให้บริการในแต่ละค่าย

ฟังก์ชัน Connect()

`bool Connect()` คือ ฟังก์ชันสั่งให้ 3G Shield / 3G Module เชื่อมต่อเข้ากับเครือข่าย Internet ของผู้ให้บริการตามพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้จากฟังก์ชัน Configure() เมื่อเชื่อมต่อสำเร็จฟังก์ชันจะตอบกลับมาเป็นค่า true

ฟังก์ชัน Disconnect()

`bool Disconnect()` คือ ฟังก์ชันสั่งให้ 3G Shield / 3G Module ยกเลิกการเชื่อมต่อกับเครือข่าย Internet โดยเมื่อยกเลิกการเชื่อมต่อสำเร็จ ฟังก์ชันจะตอบกลับมาเป็นค่า true

ฟังก์ชัน GetIP()

`String INTERNET::GetIP()` คือ ฟังก์ชันแสดงค่า IP Address ของตัว 3G Module ที่ได้รับจากผู้ให้บริการหลังจากการเชื่อมต่อกับเครือข่าย Internet ได้แล้ว โดยฟังก์ชันจะตอบกลับออกมาเป็นค่า String ip

การใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield ทำ HTTP GET / HTTP POST

เรียกใช้งานไลบรารี TEE_UC20_Shield โดยเพิ่ม include ดังต่อไปนี้

```
#include "TEE_UC20.h"
#include "SoftwareSerial.h"
#include <AltSoftSerial.h>
#include "internet.h"
#include "File.h"
#include "http.h"
```

สร้าง Object INTERNET , UC_FILE , HTTP

```
INTERNET net;
UC_FILE file;
HTTP http;
```

ฟังก์ชัน begin()

bool begin(unsigned char context_ID) คือ ฟังก์ชันเริ่มต้นการใช้งาน HTTP โดยผู้ใช้สามารถกำหนด Context ID หรือตัวชี้ตำแหน่ง PDP (Packet Data Protocol) ได้จากพารามิเตอร์ unsigned char context_ID มีค่าตั้งแต่ 1 ถึง 16

ฟังก์ชัน url()

bool url(String url) คือ ฟังก์ชันกำหนด URL ที่ต้องการส่ง HTTP GET หรือ HTTP POST

ฟังก์ชัน get()

int get() คือ คำสั่งส่ง HTTP GET ไปยัง Server และฟังก์ชัน จะตอบกลับผลการทำงานของ HTTP GET ออกมาเป็นตัวเลขตั้งตารางแสดงค่า Return GET/POST

ฟังก์ชัน post()

int post() คือ ฟังก์ชันส่ง HTTP POST ไปยัง Server และฟังก์ชัน จะตอบกลับผลการทำงานของ HTTP GET ออกมาเป็นตัวเลขตั้งตารางแสดงค่า Return GET/POST

ตารางแสดงค่า Return GET/POST

<httprcode>	Meaning
200	OK
403	Forbidden
404	Not found
409	Conflict
411	Length required
500	Internal Server error

ฟังก์ชัน ReadData()

`void ReadData()` คือ ฟังก์ชันให้อ่านข้อมูลที่ Server ตอบกลับมาออกทาง Serial UART ของ 3G Shield / 3G Module โดยไม่เก็บข้อมูลเอาไว้บน UFS หรือ RAM

ฟังก์ชัน SaveResponseToMemory()

`bool SaveResponseToMemory(String pattern,String Filename)` คือ ฟังก์ชันอ่านข้อมูลที่ Server ส่งค่ากลับมาเก็บลงในหน่วยความจำโดยสามารถเลือกที่เก็บข้อมูลได้ทั้งบน UFS และ RAM ด้วยพารามิเตอร์ String pattern และตั้งชื่อไฟล์ด้วยพารามิเตอร์ String Filename

จากนั้นหากต้องการนำข้อมูลออกมาให้ใช้ฟังก์ชัน ReadFile ในหัวข้อการจัดการไฟล์

สามารถดูตัวอย่างการใช้งาน 3G Shield / 3G Module การทำ HTTP GET / HTTP POST ได้จาก

File > Example: > TEE_UC20_Shield > HTTP_GET

File > Examples > TEE_UC20_Shield > HTTP_POST