



ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM

โดย

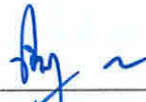
นายบุญครอง	วิวัฒน์วานิชวงศ์	B5415847
นายพงศ์ศักดิ์	สุวรรณทา	B5405701
นายวีรวัฒน์	อุทธโยธา	B5409822

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 527499 โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2557

ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM

คณะกรรมการสอบ โครงการงาน



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ทุดิมา พรหมมาก)

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการงาน



(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ปิยากรณ์ มีสวัสดิ์)

กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร. ประโยชน์ คำสวัสดิ์)

กรรมการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นับรายงานโครงการฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม รายวิชา 527499 โครงการวิศวกรรมโทรคมนาคม
ประจำปีการศึกษา 2557

โครงการ	ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM		
จัดทำโดย	นายบุญครอง	วิวัฒน์วานิชวงศ์	B5415847
	นายพงศ์ศักดิ์	สุวรรณทา	B5405701
	นายวีรวัฒน์	อุทธโยธา	B5409822
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชูติมา พรหมมาก		
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม		
ภาคการศึกษา	1/2557		

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงการนี้เป็นการศึกษาโครงสร้างของเครื่องตรวจจับแก๊ส และการแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้ GSM Module(SIM 300 CZ) กับเซนเซอร์ตรวจจับแก๊ส MQ-5 ซึ่งสั่งการด้วยบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ (T89C51AC2) โดยใช้ภาษาซีเป็นตัวสั่งการ โดยเมื่อเครื่องสามารถตรวจจับแก๊สไวไฟได้ ก็จะแสดงค่าความเข้มข้นผ่านจอ LCD รวมทั้งจะเกิดเสียง Buzzer แจ้งเตือนด้วย ในส่วนของการทดลองนั้นเราทดสอบการทำงานของเครื่องตรวจจับแก๊สในระบบเปิดและปิดแล้วปล่อยให้แก๊สที่นำมาทดลองระเหย เพื่อทดสอบว่าระบบตรวจจับแก๊สนั้นจะสามารถตรวจจับแก๊สที่นำมาทดลองได้หรือไม่ ซึ่งผลการทดลองก็เป็นที่น่าพอใจ และสามารถสรุปได้ว่าเครื่องตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM นั้นสามารถนำไปใช้งานได้จริง และมีราคาต่ำกว่าเครื่องตรวจจับแก๊สที่ได้มาตรฐาน

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

โครงการเรื่องระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM สามารถสำเร็จ
คล่องไปได้ด้วยดีเนื่องจากคณะผู้จัดทำโครงการได้รับความช่วยเหลือด้านต่างๆจากอาจารย์ที่ปรึกษา
ผ.ศ. ดร. ชูติมา พรหมมาก ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในทุกๆด้าน แก่คณะผู้จัดทำมา
โดยตลอด และขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษาบัณฑิตศึกษาสาขาวิชา
วิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแก่คณะผู้จัดทำ และสุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำ
โครงการขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่ท่านทั้งสองให้การดูแลเอาใจใส่คอยให้กำลังใจและอยู่เคียง
ข้างมาโดยตลอด จนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จคล่องไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำโครงการใคร่ขอกราบขอบพระคุณทุกๆ ท่านที่ได้กล่าวไปแล้วไว้ ณ ที่นี้
สำหรับส่วนดีของโครงการชิ้นนี้ ขออุทิศให้แก่คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้
ให้แก่คณะผู้จัดทำโครงการ หากโครงการชิ้นนี้มีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำโครงการ
ใคร่ขออนุมัติรับและขออภัยมา ณ ที่นี้

นายบุญครอง	วิวัฒน์วานิชวงศ์ B5415847
นายพงศ์ศักดิ์	สุวรรณทา B5405701
นายวิวัฒน์	อุทธโยธา B5409822

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญรูป.....	ช
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ.....	1
1.2 หลักการและเหตุผล.....	1
1.3 วัตถุประสงค์.....	2
1.4 ขอบเขตงาน.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 บทนำ.....	3
2.2 แก๊สไวไฟและอันตรายจากอุบัติเหตุไฟไหม้.....	3
2.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของแก๊ส.....	3
2.2.2 ประเภทของแก๊สไวไฟ.....	4
2.2.3 แก๊สอันตรายที่เป็นส่วนประกอบของควันไฟ.....	5
2.2.4 เทคนิคการประเมินเหตุการณ์จากควันไฟ.....	6
2.2.5 สีของควันไฟ.....	8
2.3 การใช้ถังดับเพลิงให้เหมาะสมกับชนิดต้นเพลิง.....	9
2.3.1 ประเภทของสารดับเพลิง.....	11
2.3.2 ความสามารถในการดับเพลิง.....	12
2.3.3 วิธีการตรวจสอบถังดับเพลิงว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน.....	12

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง

หน้า

3.4.3 การโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA8510AC3.....	66
3.4.4 การติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	71

บทที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องตรวจจับแก๊สไวไฟและแจ้งเตือนอัตโนมัติ

4.1 บทนำ.....	81
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	81
4.2.1 ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ราคา ประมาณ 6000 บาท.....	81
4.2.2 แก๊สไวไฟชนิดต่างๆ ดังนี้.....	81
4.3 วิธีการทดลอง.....	81
4.4 ผลการทดลอง.....	82
4.4.1 การทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือน อัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM.....	82
4.4.1.1 แก๊สโซฮอล์ 95.....	82
4.4.1.2 Alcohol Ethanol(แอลกอฮอล์เช็ดแผล).....	84
4.4.1.3 น้ำมันเบนซิน.....	85
4.4.1.4 แก๊สชีวภาพจากไฟฟ้า.....	87
4.4.2 การทดลองของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่าน เครือข่าย GSM ในพื้นที่เปิด.....	88
4.4.2.1 ทดลองตรวจจับแก๊สโซฮอล์ 95ในพื้นที่เปิด.....	88
4.4.2.2 ทดลองตรวจจับแก๊สชีวภาพจากไฟฟ้าในพื้นที่เปิด.....	90
4.4.2.3 ทดลองตรวจจับ Alcohol Ethanol ในพื้นที่เปิด.....	92
4.4.2.4 ทดลองตรวจจับแก๊สหุงต้มกระป๋องในพื้นที่เปิด.....	93
4.4.3 การทดลองของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่าน เครือข่าย GSM ในพื้นที่ปิด.....	95
4.4.3.1 แก๊สโซฮอล์ 95.....	95
4.4.3.2 แก๊สชีวภาพจากไฟฟ้า.....	97

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
4.4.3.3 Alcohol Ethanol(แอลกอฮอล์เช็ดแผล).....	98
4.4.3.4 แก๊สจากแก๊สหุงต้มกระป๋อง.....	100
4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	102
4.6 สรุปผลการทดลอง.....	103
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 บทนำ.....	105
5.2 บทสรุปผลของโครงการ.....	105
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	106
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	107
บรรณานุกรม.....	108
ประวัติผู้เขียน.....	109
ภาคผนวก ก ภาพอุปกรณ์เครื่องตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติ.....	110
ภาคผนวก ข 1. AT-COMMAND.....	111
2. การใช้งาน Hyper Terminal.....	116
3. ข้อมูลเชิงเทคนิคของ (GAS SENSOR (MQ 5).....	118
ภาคผนวก ค กฎหมายเกี่ยวกับแก๊สไฟฟ้า.....	120

สารบัญรูป

รายการ	หน้า
รูปที่ 2-1 ชุด ET-GSM SIM300CZ.....	13
รูปที่ 2-2 แสดงการเชื่อมต่อกับบอร์ด.....	21
รูปที่ 2-3 แสดงการเชื่อมต่อกับบอร์ด.....	21
รูปที่ 2-4 แสดงการเชื่อมต่อกับบอร์ด.....	21
รูปที่ 2-5 แสดงการเชื่อมต่อกับบอร์ด.....	22
รูปที่ 2-6 แสดงลักษณะของหน้าจอ Hyper Terminal เมื่อ โมดูลพร้อมทำงาน.....	23
รูปที่ 2-7 เครื่องวัดก๊าซไฮโดรเจน (H2) ในบรรยากาศ รุ่น GasBadgePro-H2.....	30
รูปที่ 2-8 เครื่องตรวจวัดแก๊ส IST-AIM รุ่น Commander Serial No. 700003341.....	31
รูปที่ 3-1 แสดงถึงลำดับการทำงานจากภาคส่งไปจนถึง Mobile phone.....	43
รูปที่ 3-2 โครงสร้างของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM.....	44
รูปที่ 3-3 รูปที่ 3-3 Sensor GAS MQ-5.....	45
รูปที่ 3-4 โครงสร้างของเซนเซอร์แก๊ส MQ-5.....	47
รูปที่ 3-5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA161.....	48
รูปที่ 3-6 โครงสร้างบอร์ด ET-BASE51 AC3.....	49
รูปที่ 3-7 แสดง พอร์ต0 ขนาด 8 บิต.....	51
รูปที่ 3-8 แสดง พอร์ต1 ขนาด 8 บิต.....	51
รูปที่ 3-9 แสดงพอร์ต2 ขนาด 8 บิต.....	51
รูปที่ 3-10แสดง พอร์ต3 ขนาด 8 บิต.....	51
รูปที่ 3-11 แสดง พอร์ตในการเชื่อมต่อ.....	51
รูปที่ 3-12 แสดง พอร์ต CLCD.....	52
รูปที่ 3-13 แสดงพอร์ต RS23.....	52
รูปที่ 3-14 แสดงพอร์ต ET-DOWNLOAD.....	52
รูปที่ 3-15 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Aduino UNO R3.....	53
รูปที่ 3-16 โครงสร้างของบอร์ด Aduino UNO R3.....	54
รูปที่ 3-17 ชุด ET-GSM SIM300CZ.....	55
รูปที่ 3-18 โครงสร้าง ET-GSM SIM300CZ.....	57
รูปที่ 3-19 ลักษณะของBuzzer (MINI SIREN 228).....	57

สารบัญรูป (ต่อ)

รายการ	หน้า
รูปที่ 3-20 จอแสดงผล LCD 16 x 2.....	59
รูปที่ 3-21 การต่อ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino.....	59
รูปที่ 3-22 แผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flow chart).....	60
รูปที่ 3-23 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA รุ่น T89C51AC3.....	66
รูปที่ 3-24 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA รุ่น T89C51AC3.....	66
รูปที่ 3-25 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA รุ่น T89C51AC3.....	67
รูปที่ 3-26 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA รุ่น T89C51AC3.....	67
รูปที่ 3-27 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA รุ่น T89C51AC3.....	68
รูปที่ 3-28 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA รุ่น T89C51AC3.....	68
รูปที่ 3-29 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA รุ่น T89C51AC3.....	69
รูปที่ 3-30 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA รุ่น T89C51AC3.....	69
รูปที่ 3-31 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA รุ่น T89C51AC3.....	70
รูปที่ 3-32 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEGA รุ่น T89C51AC3.....	70
รูปที่ 3-33 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	71
รูปที่ 3-34 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	71
รูปที่ 3-35 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	72
รูปที่ 3-36 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	72
รูปที่ 3-37 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	73
รูปที่ 3-38 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	73
รูปที่ 3-39 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	74
รูปที่ 3-40 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	74
รูปที่ 3-41 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	75
รูปที่ 3-42 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	75
รูปที่ 3-43 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	76
รูปที่ 3-44 แสดงการติดตั้งไดร์เวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3.....	76
รูปที่ 3-45 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3.....	77
รูปที่ 3-46 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3.....	77

สารบัญรูป (ต่อ)

รายการ

หน้า

รูปที่ 3-47 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3.....	78
รูปที่ 3-48 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3.....	78
รูปที่ 3-49 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3.....	79
รูปที่ 3-50 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3.....	79
รูปที่ 3-51 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3.....	80
รูปที่ 4-1 การทดลองการตอบสนองของ sensor กับแก๊สโซฮอล์.....	82
รูปที่ 4-2 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สโซฮอล์.....	83
รูปที่ 4-3 การทดลองการตอบสนองของ sensor กับ Alcohol Ethanol	84
รูปที่ 4-4 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อ Alcohol Ethanol.....	85
รูปที่ 4-5 การทดลองการตอบสนองของ sensor กับ น้ำมันเบนซิน.....	85
รูปที่ 4-6 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อ น้ำมันเบนซิน.....	86
รูปที่ 4-7 การทดลองการตอบสนองของ sensor กับ แก๊สชีวเทนจากไฟแช็ก.....	87
รูปที่ 4-8 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สชีวเทนจากไฟแช็ก.....	88
รูปที่ 4-9 ทดลองการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สโซฮอล์ 95ในพื้นที่เปิด.....	89
รูปที่ 4-10 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สโซฮอล์ 95ในพื้นที่เปิด.....	90
รูปที่ 4-11 การทดลองการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สชีวเทนจากไฟแช็กในพื้นที่เปิด.....	90
รูปที่ 4-12 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สชีวเทนจากไฟแช็กในพื้นที่เปิด.....	91
รูปที่ 4-13 การทดลองการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อ Alcohol Ethanolในพื้นที่เปิด.....	92
รูปที่ 4-14 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อ Alcohol Ethanolในพื้นที่เปิด.....	93
รูปที่ 4-15 แสดงภายในพื้นที่เปิดในการทดลองตรวจจับแก๊สจาก แก๊สหุงต้มกระป๋อง.....	93
รูปที่ 4-16 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สหุงต้มกระป๋องในพื้นที่เปิด.....	94
รูปที่ 4-17 แสดงภายในพื้นที่ปิดในการทดลองตรวจจับแก๊สจาก แก๊สโซฮอล์ 95.....	95
รูปที่ 4-18 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สโซฮอล์ 95ในพื้นที่ปิด.....	96
รูปที่ 4-19 แสดงภายในพื้นที่ปิดในการทดลองตรวจจับแก๊สจากไฟแช็ก.....	97
รูปที่ 4-20 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สชีวเทนจากไฟแช็กในพื้นที่ปิด.....	98
รูปที่ 4-21 แสดงภายในพื้นที่ปิดในการทดลองตรวจจับแก๊สจาก Alcohol Ethanol.....	98

สารบัญรูป (ต่อ)

รายการ

หน้า

รูปที่ 4-22 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อ Alcohol Ethanol ในพื้นที่ปิด.....	100
รูปที่ 4-23 แสดงภายในพื้นที่ปิดวางหลอดปล่อยแก๊สห่างจากเซนเซอร์ 15 ซม.....	100
รูปที่ 4-24 กราฟแสดงการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สหุงต้มระบ่องในพื้นที่ปิด.....	101



สารบัญตาราง

รายการ	หน้า
ตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบความแตกต่างของสัญลักษณ์และประเภทไฟ.....	10
ตารางที่ 2-2 ระยะห่างของการติดตั้งถังดับเพลิงตามประเภทไฟ.....	12
ตารางที่ 2-3 แสดงสถานะของ LED	15
ตารางที่ 2-4 แสดงสถานะของ LED ในโหมดต่างๆ.....	17
ตารางที่ 2-5 แสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM300CZ กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์..	17
ตารางที่ 2-6 แสดงรูปแบบการใช้งาน AT Command (เมื่อ <x> คือ รหัสคำสั่ง).....	19
ตารางที่ 2-7 ค่าความเข้มข้นของแก๊สที่วัดจากเครื่องตรวจวัดแก๊ส IST-AIM.....	32
ตารางที่ 3-1 เงื่อนไขมาตรฐาน.....	46
ตารางที่ 3-2 เงื่อนไขทางสภาพแวดล้อม.....	46
ตารางที่ 3-3 ตัวแปลที่ส่งผลต่อความไว.....	46
ตารางที่ 4-1 แสดงผลการทดลองการตอบสนองของ sensor กับแก๊สโซฮอล์.....	83
ตารางที่ 4-2 ผลการทดลองการตอบสนองของ sensor กับ Alcohol Ethanol.....	84
ตารางที่ 4-3 ผลการทดลองการตอบสนองของ sensor กับ น้ำมันเบนซิน.....	86
ตารางที่ 4-4 ผลการทดลองการตอบสนองของ sensor กับ แก๊สชีวเทนจากไฟแช็ก.....	87
ตารางที่ 4-5 ผลการทดลองการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สโซฮอล์ 95 ในพื้นที่เปิด.....	89
ตารางที่ 4-6 ผลการทดลองการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อแก๊สชีวเทนจากไฟแช็ก.....	91
ตารางที่ 4-7 ผลการทดลองการตอบสนองของเซนเซอร์ต่อ Alcohol Ethanol ในพื้นที่เปิด.....	92
ตารางที่ 4-8 แสดงผลการทดลองการตรวจจับแก๊สพื้นที่เปิดจาก แก๊สหุงต้มกระป๋อง.....	94
ตารางที่ 4-9 แสดงผลการทดลองตรวจจับแก๊สโซฮอล์ 95 ในพื้นที่ปิด.....	96
ตารางที่ 4-10 แสดงผลการทดลองตรวจจับแก๊สชีวเทนจากไฟแช็กในพื้นที่ปิด.....	97
ตารางที่ 4-11 แสดงผลการทดลองตรวจจับ Alcohol Ethanol(แอลกอฮอล์เช็ดแผล)ในพื้นที่ปิด.....	99
ตารางที่ 4-12 แสดงผลการทดลองตรวจจับ แก๊สหุงต้มกระป๋องในพื้นที่ปิด.....	101

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ในปัจจุบันโลกของเรามีแก๊สมากมายหลายชนิด และตอนนี้ก็ได้มีการพัฒนาโดยการนำแก๊สมาใช้ในรถยนต์ รถแท็กซี่ เกือบทุกคันได้หันมาใช้แก๊สกันหมดเพราะราคาถูกกว่าน้ำมันแต่ก็ยังมีปัญหาเรื่องแก๊สรั่วตามมาและในครัวเรือนทุกครัวเรือนนั้นย่อมมีแก๊สหุงต้มไว้ใช้ซึ่งก็มีโอกาสรั่วได้เหมือนกันหากไม่ระมัดระวังอาจจะมีการลืมนิดเปิดแก๊สหลังใช้แล้ว แก๊สรั่วเนื่องจากอุปกรณ์ชำรุด จึงได้เกิดแนวคิดเรื่อง ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ขึ้นมาเพื่อรักษาความปลอดภัยในการป้องกันอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นได้อย่างไม่คาดคิดเพื่อลดความเสี่ยงต่อความสูญเสียที่อาจจะเกิดขึ้น และสามารถนำไปสู่การแก้ปัญหาการรั่วไหลของแก๊สไวไฟก่อนจะทำให้เกิดเพลิงไหม้ตามมา

1.2 หลักการและเหตุผล

ระบบเตือนภัยภายในโรงงานหรือที่อยู่อาศัยในปัจจุบันนั้น ได้มีการประยุกต์จัดทำขึ้นมาอย่างแพร่หลาย ไม่ว่าจะเป็นการแจ้งเตือนด้วยเสียงหรือส่งสัญญาณผ่านเครือข่ายต่างๆ เพื่อให้ผู้ควบคุมทราบและแก้ไขปัญหาหรือป้องกันอุบัติเหตุต่างๆ ได้ทันเวลา ระบบเตือนภัยอีกอย่างหนึ่งที่สามารถเรียกว่าเป็นระบบที่สำคัญต่อทุกอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นขนาดใหญ่หรือขนาดเล็ก หรือแม้กระทั่งในออฟฟิศและที่อยู่อาศัย นั่นคือระบบเตือนภัยเกี่ยวกับแก๊สรั่ว ซึ่งต้องยอมรับว่าอุบัติเหตุภัยนั้นเป็นภัยที่สร้างความเสียหายอย่างมาก โดยทั่วไปแล้ว แก๊สหรือไอระเหยบางชนิดสามารถก่อให้เกิดประกายไฟ ซึ่งเป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ ซึ่งลักษณะอันตรายจะขึ้นอยู่กับชนิดของแก๊ส ความไวในการเกิดปฏิกิริยาทางเคมี และความเข้มข้นของแก๊สนั้นๆ ซึ่งแน่นอนว่าอุบัติเหตุประเภทนี้ เมื่อแก้ไขได้ไม่ทันเวลา ความเสียหายที่ตามมานั้นอาจจะมากมายทั้งต่อชีวิต และทรัพย์สิน เพื่อป้องกันและลดการสูญเสียดังกล่าว จึงเป็นเหตุผลที่ว่าเหตุใดการแจ้งเตือนแก๊สรั่ว จึงต้องมีความรวดเร็วในการแจ้งเตือนให้ผู้เกี่ยวข้องทราบและแก้ไขได้ภายในเวลาอันสั้น ผู้เสนอโครงการมีความสนใจที่จะพัฒนาขนาดอุปกรณ์ต้นแบบที่สามารถตรวจจับแก๊สไวไฟ เพื่อให้ทำงานได้จริง และแจ้งเตือนผู้ควบคุมอย่างรวดเร็ว โดยใช้ GSM-Module สั่งการโดย บอร์ด Microcontroller ชุด ET-Base51 AC3 และมีเสียงแจ้งเตือนกับแสดงผลด้วยจอ LCD ผ่านบอร์ด Arduino โดยอุปกรณ์ที่เราออกแบบขึ้นมา เป็นอุปกรณ์สำเร็จรูปที่สามารถติดตั้ง จ่ายไฟเลี้ยงและใช้งานได้เลย โดยไม่ต้องลงโปรแกรมใดๆ

1.3 วัตถุประสงค์

- 1.เพื่อศึกษา Sensor GAS MQ-5ในการใช้งานและเชื่อมต่อกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
- 2.เพื่อศึกษาการทำงานและประยุกต์การใช้งานโปรแกรม Keil และ Arduino IDE บนพื้นฐานภาษา C กับไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-Base51 AC3 และ Arduino
- 3.เพื่อให้สามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาทฤษฎีต่างๆ มาประยุกต์และพัฒนาเครื่องตรวจจับแก๊ส และแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM และใช้ได้จริงได้
- 4.เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาอุปกรณ์ด้านความปลอดภัยให้ทันสมัย
- 5.เพื่อฝึกการทำงานเป็นทีม การแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น

1.4 ขอบเขตงาน

1. ศึกษาโปรแกรม Keil C51 ,Arduino IDEและ Filp V2.2.4 เพื่อใช้ในการป้อนโปรแกรมให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
2. ศึกษาพื้นฐานภาษา C ในการเขียนโปรแกรมให้กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์
3. ศึกษาการใช้งานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ในการสั่งให้ GSM Module ส่ง SMS ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ
4. สร้างอุปกรณ์ต้นแบบทั้งหมดและทดสอบเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์
5. นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาประกอบเข้ากันเป็นตัวต้นแบบ
6. ทดสอบตัวต้นแบบที่สร้างขึ้นเพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษา ค้นคว้าข้อมูล
2. เขียนโครงการและเสนอโครงการกับอาจารย์ที่ปรึกษา
 3. ศึกษาเกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 และ Sensor วัดแก๊ส MQ-5
4. ศึกษาการสั่งการ GSM module ด้วยคำสั่ง AT-command
5. หาค่าความสัมพันธ์ของความเข้มข้นแก๊สกับเซ็นเซอร์เพื่อดูว่าความเข้มข้นแก๊สเท่าไร เซ็นเซอร์จึงจะตรวจจับได้
6. ออกแบบ Flow chart และเขียนโปรแกรม
7. เชื่อมการทำงานของ Sensor MQ-5 และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ด้วยโปรแกรม Arduino IDE บนพื้นฐานภาษา C
8. ทดลอง สรุปผลการทดลองและเขียนรายงาน
9. นำเสนอโครงการ

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM โดยเริ่มตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับภาษาแอสแซมบลีที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ประเภทของแก๊สไวไฟ ตลอดจนเครื่องมือ อุปกรณ์และวิธีการทำระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ที่สามารถใช้ได้ เพื่อนำมาศึกษาเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาาระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติ GSM

2.2 แก๊สไวไฟและอันตรายจากอุบัติเหตุไฟไหม้

แก๊ส คือ สารที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส มีความดันไอบนมากกว่า 300 กิโลปาสกาล หรือมีสภาพเป็นแก๊สอย่างสมบูรณ์ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส และมีความดัน 101.3 กิโลปาสกาล ได้แก่ แก๊สอัด แก๊สพิษ แก๊สในสภาพของเหลว แก๊สในสภาพของเหลวอุณหภูมิต่ำ และรวมถึงแก๊สที่ละลายในสารละลายภายใต้ความดัน เมื่อเกิดการรั่วไหลสามารถก่อให้เกิดอันตรายจากการลุกติดไฟ และ/หรือเป็นพิษ และแทนที่ออกซิเจนในอากาศ ส่วนแก๊สไวไฟจะเป็นแก๊สที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียสและความดัน 101.3 กิโลปาสกาล สามารถติดไฟได้เมื่อผสมกับอากาศ 13 เปอร์เซ็นต์ หรือต่ำกว่าโดยปริมาตร หรือมีช่วงกว้างที่สามารถติดไฟได้ 12 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปเมื่อผสมกับอากาศโดยไม่คำนึงถึงความเข้มข้นต่ำสุดของการผสม โดยปกติแก๊สไวไฟหนักกว่าอากาศ ตัวอย่างของแก๊สกลุ่มนี้ เช่น อะเซทิลีน แก๊สหุงต้มหรือแก๊สแอลพีจี เป็นต้น

2.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของแก๊ส

1. แก๊สมิรูปร่างเป็นปริมาตรไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงไปตามภาชนะที่บรรจุ บรรจุในภาชนะใดก็จะมีรูปร่างเป็นปริมาตรตามภาชนะนั้น เช่น ถ้าบรรจุในภาชนะทรงกลมขนาด 1 ลิตร แก๊สจะมีรูปร่างเป็นทรงกลมมีปริมาตร 1 ลิตร เพราะแก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างอนุภาค (โมเลกุลหรืออะตอม) น้อยมาก จึงทำให้อนุภาคของแก๊สสามารถเคลื่อนที่หรือแพร่กระจายเต็มภาชนะที่บรรจุ

2. ถ้าให้แก๊สอยู่ในภาชนะที่เปลี่ยนแปลงปริมาตรได้ ปริมาตรของแก๊สจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ ความดันและจำนวน โมล ดังนั้นเมื่อบอกปริมาตรของแก๊สจะต้องบอกอุณหภูมิ ความดัน

และจำนวนโมลด้วย เช่น แก๊สออกซิเจน 1 โมลมีปริมาตร 22.4 dm³ ที่อุณหภูมิ 0 °C ความดัน 1 บรรยากาศ (STP)

3. สารที่อยู่ในสถานะแก๊สมีความหนาแน่นน้อยกว่าเมื่ออยู่ในสถานะของเหลวและของแข็งมาก เช่น ใช้น้ำ มีความหนาแน่น 0.0006 g/cm³แต่น้ำมีความหนาแน่นถึง 0.9584 g/cm³ ที่ 100 °C

4. แก๊สสามารถแพร่ได้ และแพร่ได้เร็วเพราะแก๊สมีแรงยึดเหนี่ยวระหว่างโมเลกุลน้อยกว่าของเหลวและของแข็ง

5. แก๊สต่างๆ ตั้งแต่ 2 ชนิดขึ้นไปเมื่อนำมาใส่ในภาชนะเดียวกัน แก๊สแต่ละชนิดจะแพร่ผสมกันอย่างสมบูรณ์ทุกส่วน นั่นคือส่วนผสมของแก๊สเป็นสารเดียว หรือเป็นสารละลาย (Solution)

6. แก๊สส่วนใหญ่ไม่มีสีและโปร่งใสเช่นแก๊สออกซิเจน(O₂)แก๊สไฮโดเจน(H₂) แก๊สคาร์บอนไดออกไซด์(CO₂)แต่แก๊สบางชนิดมีสี เช่น แก๊สไนโตรเจนไดออกไซด์ (NO₂) มีสีน้ำตาลแดง แก๊สคลอรีน(Cl₂) มีสีเขียวแกมเหลือง แก๊สโอโซน (O₃) ที่บริสุทธิ์มีสีน้ำเงินแก่ เป็นต้น

2.2.2 ประเภทของแก๊สทั่วไป

LPG (Liquefied Petroleum Gas) เป็นแก๊สปิโตรเลียมเหลวหรือแก๊สหุงต้ม มีส่วนประกอบหลักคือ โพรเพนและบิวเทน ซึ่งจะอยู่ในอัตราส่วน 70 : 30 ซึ่ง LPG จะไร้สีไร้กลิ่น และมีน้ำหนักที่มากกว่าอากาศ

NGV (Natural Gas Vehicles) เป็นแก๊สธรรมชาติสำหรับยานยนต์ เกิดขึ้นจากการนำแก๊สธรรมชาติ (ส่วนใหญ่เป็นแก๊สมีเทน) มาอัดจนมีความดันสูง ประมาณ 3,000 ปอนด์/ตารางนิ้ว (เป็นแรงดันที่ค่อนข้างสูงมากเท่ากับ 240 เท่าของความดันบรรยากาศ) แล้วนำไปเก็บไว้ในถัง ที่มีความแข็งแรงทนทานสูงเป็นพิเศษ เช่น เหล็กกล้า เพื่อนำมาเป็นเชื้อเพลิงใช้ทดแทนน้ำมันเบนซินหรือดีเซลในรถยนต์ประเภทต่างๆ ซึ่งสากลเรียกว่า Compressed Natural Gas (CNG) หรือ แก๊สธรรมชาติอัด

Natural Gas เป็นแก๊สชีวภาพที่กำเนิดจากการทับถมของซากสิ่งมีชีวิตทั้งพืชและสัตว์เป็นเวลานานหลายล้านปี โดยซากพืชซากสัตว์เหล่านี้จะแปรสภาพเป็นแก๊สและน้ำมัน เนื่องจากความร้อนและความกดดันของผิวโลกและสะสมอยู่ในชั้นดินแก๊สธรรมชาติจึงจัดเป็นสารประกอบ ไฮโดรคาร์บอนชนิดหนึ่ง ประกอบด้วยแก๊สมีเทนประมาณ 70 % ขึ้นไป ซึ่ง **Natural Gas** จะไร้สีไร้กลิ่นและมีน้ำหนักที่เบากว่าอากาศ

Methane เป็นสารประกอบไฮโดรคาร์บอนพวกแอลเคน สูตรเคมี คือ CH₄ เป็นแก๊สไม่มีสี ติดไฟได้ เป็นองค์ประกอบส่วนใหญ่ของแก๊สธรรมชาติ แก๊สมีเทนอาจได้มาจากการหมักมูลสัตว์และนำมาใช้เป็นเชื้อเพลิงราคาถูก

Hydrogen เป็นธาตุเคมี ในตารางธาตุมีสัญลักษณ์ H และมีเลขอะตอมเท่ากับ 1 ที่อุณหภูมิห้องและความดันบรรยากาศมาตรฐาน ไฮโดรเจนเป็นแก๊สที่โมเลกุลมี 2 อะตอม ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น ติดไฟง่าย เป็นอโลหะ ซึ่ง Hydrogen นั้นยังใช้ในการผลิตแอมโมเนีย ใช้เป็นแก๊สสำหรับยก ใช้เป็นเชื้อเพลิงทดแทน และเป็นพลังงานของเซลล์เชื้อเพลิง

2.2.3 แก๊สอันตรายที่เป็นส่วนประกอบของควันไฟ

ส่วนประกอบของควันไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ นอกจากจะมีอนุภาคของแข็ง ฝุ่น ละอองเถ้าถ่าน รวมทั้งความชื้นแล้วก็มีแก๊สอันตรายมากมายหลายชนิด สถาบันความปลอดภัยและสุขภาพในการทำงานแห่งชาติสหรัฐฯ (NIOSH) ระบุถึงแก๊สอันตรายตัวสำคัญที่เป็นส่วนประกอบ ของควันไฟซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 ชนิด ดังต่อไปนี้

1. แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ (CO) เป็นแก๊สที่ไม่มีจุดวาบไฟ (Flashpoint) แต่สามารถลุกไหม้ด้วยตัวเองได้ (Self Ignition) ที่อุณหภูมิ 1,123 องศาฟาเรนไฮต์ (660 องศาเซลเซียส) ย่านส่วนผสมในอากาศที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ (Flammable Range In Air) อยู่ที่ 12-74% และจะลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า Self Ignition

ข้อควรระวัง แก๊สคาร์บอนมอนอกไซด์ที่อุณหภูมิ 300 องศาฟาเรนไฮต์ (149 องศาเซลเซียส) Flammable Range In Air จะน้อยมากทำให้สามารถลุกติดไฟได้อย่างง่ายดาย

2. แก๊สอะโครเลอิน (Acrolein) เป็นแก๊สเกิดจากการเผาไหม้ไม่สมบูรณ์ของเชื้อเพลิงประเภทไม้ วัสดุประเภทใยสังเคราะห์ และรวมไปถึงสารโพลีเอธีลีน มีจุดวาบไฟ (Flashpoint) -15 องศาฟาเรนไฮต์ (-26 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิลุกไหม้ด้วยตัวเอง (Self Ignition) 450 องศาฟาเรนไฮต์ (232 องศาเซลเซียส) และมีย่านส่วนผสมในอากาศที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ (Flammable Range In Air) 3-31%

3. แก๊สเบนซีน (Benzene) พลาตติงส่วนใหญ่มารวมทั้งน้ำมันเชื้อเพลิงเมื่อลุกไหม้จะปล่อยแก๊สตัวนี้ออกมา จุดวาบไฟ (Flashpoint) อยู่ที่ 12 องศาฟาเรนไฮต์ (-11 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิลุกไหม้ด้วยตัวเองได้ (Self Ignition) 928 องศาฟาเรนไฮต์ (497 องศาเซลเซียส) ย่านส่วนผสมในอากาศที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ (Flammable Range In Air) 1-8%

4. แก๊สไฮโดรเจนไซยาไนด์ (Hydrogen Cyanide) เมื่อวัสดุซึ่งมีสารไนโตรเจนเป็นส่วนประกอบมีการเผาไหม้ที่อุณหภูมิสูงจะเกิดแก๊สตัวนี้เป็นแก๊สค่อนข้างไวไฟแต่มีความเป็นพิษอย่างยิ่ง จุดวาบไฟ (Flashpoint) 0 องศาฟาเรนไฮต์ (-17 องศาเซลเซียส) อุณหภูมิลุกไหม้ด้วยตัวเอง (Self Ignition) 1,000 องศาฟาเรนไฮต์ (537 องศาเซลเซียส) ย่านส่วนผสมในอากาศที่ทำให้เกิดเพลิงไหม้ได้ (Flammable Range In Air) 5-40%

2.2.4 เทคนิคการประเมินเหตุการณ์จากควันไฟ

เทคนิคการอ่านควันไฟถือได้ว่าเป็นความรู้พื้นฐานของนักดับเพลิงอเมริกัน มีการศึกษาค้นคว้าและสังสมประสบการณ์กันมาตั้งแต่เมื่อ สามสิบที่แล้ว แม้ว่านักดับเพลิงรุ่นใหม่บางคนจะเห็นว่าเป็นที่เรื่องล้าสมัยและไม่สามารถประเมิน อคติภัยที่ให้ผลแน่นอนได้ แต่การอ่านควันไฟก็ยังถือว่ามีความจำเป็นมากในหลายๆ กรณี โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเกิดเพลิงไหม้อาคารบ้านเรือนทั่วไปที่ไม่มีเรื่องสารเคมีเข้ามาเกี่ยวข้องมากนักหัวหน้าหน่วยดับเพลิงจะสามารถคาดการณ์เพลิงไหม้ได้ใกล้เคียงกับความเป็นจริง หรืออย่างน้อยที่สุด การอ่านควันไฟจะช่วยให้สามารถสั่งการในปฏิบัติการระงับเหตุได้ดีขึ้นเนื่องจากควันไฟเป็นสิ่งที่สะท้อนให้เห็นสภาพความเป็นไปของเพลิงไหม้ทั้งขนาด ความรุนแรง อัตราความเร็วในการลุกลาม และอื่นๆ การอ่านควันไฟจึงเป็นการคาดการณ์ล่วงหน้าถึงสิ่งที่จะเกิดขึ้นตามมาซึ่งต้องรับมือด้วยมาตรการอันเหมาะสมเพื่อให้การระงับเหตุเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพการอ่านควันไฟเป็นเรื่องไม่ยากเกินไปแต่ก็ต้องอาศัยประสบการณ์และความชำนาญในการแยกแยะขนาด ความหนาแน่น สี และ ความเร็วในการเคลื่อนไหวเพื่อระบุให้ได้ว่าควัน นั้นเกิดจากเพลิงไหม้ในรูปแบบใด เป็นเชื้อเพลิง ชนิดไหนและมีความร้ายแรงมากน้อยเท่าใด ฯลฯ ในการประยุกต์วิชาการดับเพลิงสมัยใหม่เข้ากับความรู้พื้นฐานในการอ่านควันหัวหน้าหน่วยต้องไม่มองแค่ควัน มากหรือคือน้อย แต่ต้องศึกษา ลึกลงไปถึงที่มาของควันไฟ รวมทั้งผลลัพธ์ที่จะเกิดขึ้นหลังจากนั้นด้วย

ควันไฟที่ปรากฏให้เห็นนั้น แท้จริงแล้วคืออนุภาคเล็กมากของเชื้อเพลิงที่ถูกเผาไหม้จำนวนมหาศาลรวมตัวกันเป็นกลุ่มก้อนลอยขึ้นมาจากกองไฟ โดยอาศัยความร้อนเป็นตัวพุงหรือยกอนุภาคเหล่านั้นเคลื่อนที่สู่ที่สูงในแนวตั้ง อนุภาคเล็กๆ ที่ ประกอบกันขึ้นมาเป็นควันไฟ ให้เชื่อไว้ก่อนเลยว่า มีอันตรายเป็นพิษ ไวไฟ และสามารถฆ่านักดับเพลิงได้ ส่วนใหญ่จะเป็นเถ้าถ่าน ผุ่นผงและเส้นใย แต่ถ้า เป็นไฟจากพื้นที่มีเชื้อเพลิงเป็นสารสังเคราะห์ทางเคมีหรือวัตถุไวไฟ อนุภาคก็จะมีอันตราย มากขึ้นเพราะมีสารพิษร้ายแรงปะปนอยู่เป็นจำนวนมาก โดยมีคาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจน ซายาไนด์ อะโครเลอิน ไฮโดรเจน ซัลไฟด์ รวมทั้งเบนซิน อยู่ในอันดับต้นๆ จงจำไว้ว่า ควันไฟร้อนๆ สามารถลุกไหม้ได้และยังทำให้ อคติภัยรุนแรงขึ้นชนิดคาดไม่ถึง การที่ควันไฟสามารถลุกติดไฟได้ ในทางทฤษฎีแล้วถือว่าควันไฟร้อนๆ นั้นแหละคือเปลวไฟชนิดหนึ่ง เพียงแต่ยังไหม้ไม่สมบูรณ์เท่านั้นเอง เมื่อมีการระบายอากาศทำให้ออกซิเจนเข้าไปเติม หรือควันลอยออกมาข้างนอกสัมผัสกับ ออกซิเจน (ในอุณหภูมิและส่วนผสมที่พอเหมาะ) ควันไฟดังกล่าวนั้นก็จะถูกคิดเป็นเปลวไฟขึ้นได้ จุดที่เป็นอันตรายที่สุดคือ ควันไฟที่ลุกเป็นเปลว ไฟ สามารถจะเกิดขึ้นเมื่อไหร่ และตรงไหนก็ได้ ตามทิศทางที่เคลื่อนตัวไป บางครั้งมันสามารถ ลุกติดไฟตรงจุดที่ไกลไปจากต้นเพลิง ควันไฟร้อนที่เคลื่อนตัวอย่างรวดเร็ว หากลุกติดไฟมันจะกลายเป็นลูกเพลิงพุ่งออกมาทำอันตราย นักดับเพลิงหรือทำให้อคติภัยลุกลามอย่างรุนแรง ดังนั้น การอ่านควันไฟในบางกรณีจึงไม่ใช่แค่การประเมินอคติภัยเพื่อตัดสินใจสั่งการระงับเหตุ

เท่านั้น แต่จะเป็นการคาดการณ์ถึงอันตรายร้ายแรงอันอาจจะเกิดขึ้นกับตัวนักดับเพลิง ซ้ำเติมให้สถานการณ์เลวร้ายลงไปอีกหากไม่ได้เตรียมการรับมือไว้ การจะระบุวันเพื่อใช้เป็นข้อมูลพื้นฐาน ในการประเมินอัคคีภัยสำหรับใช้ตัดสินใจสั่งการดับเพลิงหรือเพื่อเอาตัวรอดนั้นจะมีอยู่ 4 หัวข้อสำคัญในการพิจารณา ได้แก่

ความเร็วของควันที่พุ่งออกจากอาคารบ่ง บอกถึงความดันที่มีอยู่ในอาคารที่เกิดอัคคีภัยสิ่งที่จะต้องพิจารณาต่อไปก็คือ อะไรทำให้เกิดความดันดังกล่าว ปัจจัยสองประการเท่านั้นที่ทำให้อาคารมีความดัน ได้แก่ ความร้อนและพื้นที่จำกัดของห้องหรืออาคารควันที่เป็นผลมาจากความร้อนจะมีลักษณะพุ่งออกมาอย่างรวดเร็วแล้วค่อยๆ ซาลงเมื่อพ้นจากตัวอาคาร ส่วนควันที่เกิดในพื้นที่จำกัดเมื่อพ้นจากตัวอาคารความเร็วจะลดลงทันทีและมีอัตราเร็วเท่ากับอัตราไหลของอากาศภายนอกหากควันไฟที่พุ่งออกมาจากตัวอาคารมีความเร็วสูงในลักษณะไหลทะลักออกมาอย่างรุนแรงหรือพุ่งออกมาด้วยความดันสูง แสดงว่ามีแนวโน้มจะเกิด Flashover ขึ้นได้ ควันที่พุ่งออกมาอย่างรวดเร็วและแรงเป็นผลมาจากการขยายตัวอย่างรวดเร็วของโมเลกุลแก๊ส ซึ่งอัดแน่นอยู่ในพื้นที่จำกัด เช่น ในห้องแคบๆ ตู้คอนเทนเนอร์ ฯลฯ การขยายตัวดังกล่าวทำให้ความร้อนที่ส่งออกมารอบๆ ตัวพุ่งไปที่ผนังห้อง แล้วสะท้อนกลับเข้ามาจุดเดิมเนื่องจากผนังห้องไม่สามารถดูดซับความร้อนได้ และเมื่อเป็นเช่นนี้ ภายในห้องก็จะมีความร้อนสะสมมากขึ้นจนทำให้เกิด Flashover ได้ในที่สุด แต่ถ้าหากผนังห้อง สามารถดูดซับความร้อนได้ ความร้อนของควันจะลดลงโดยที่ควันจะมีลักษณะนิ่งและไหลช้าๆหรือไหลออกมาเป็นชั้นๆ สิ่งสำคัญในการสังเกตควันไฟ เราจะต้องจับตามองควันที่มีลักษณะไหลทะลักออกมาอย่างรุนแรง เพราะนั่นคือสัญญาณอันตรายแสดงแนวโน้มการเกิด Flashover หรือควันอาจจะลุดคิด ไฟทันทีทันใดแล้วกลายเป็นลูกไฟขนาดใหญ่ได้ (ภายใต้เงื่อนไข : อุณหภูมิและส่วนผสมกับแก๊สออกซิเจนที่พอเหมาะ) ในการเปรียบเทียบความเร็วในการไหลของควันที่ออกมาจากช่องเปิดต่างๆ ของอาคารจะทำให้หัวหน้าหน่วยสามารถกำหนดจุดกำเนิดอัคคีภัยได้ ควันไฟเคลื่อนที่เร็วแสดงว่าอยู่ใกล้ต้นเพลิงมากกว่า ควันที่ไหลออกมาอย่างช้าๆ แต่ก็ขึ้นอยู่กับขนาดของช่องเปิดที่ควันไหลผ่านออกมาข้างนอกด้วย ควันจะไหลออกมาในช่องทางที่มีแรงต้านน้อยที่สุดและความเร็วจะลดลงตามระยะทางที่ห่างจากจุดต้นเพลิง ดังนั้น ถ้าจะใช้ความเร็วของควันไฟเพื่อค้นหาจุดที่เป็นต้นเพลิง ก็จะต้องพิจารณาขนาดของช่องเปิดต่างๆ เช่น ประตู หน้าต่าง รอยแตก ของผนัง และอื่นๆ ด้วย นักดับเพลิงอาวุโสผู้มีประสบการณ์เรื่องนี้มีข้อสรุปน่าสนใจ “ถ้ามีควันพุ่งออกมาจากช่องเปิดขนาดเล็กๆ ด้วยความเร็ว แสดงว่าต้นเพลิงอยู่ภายในห้องที่ควันพุ่งออกมานั่นเอง”

ความหนาแน่นของควันไฟจะบอกให้เราทราบว่าสถานการณ์ได้เลวร้ายลงไปถึงไหนแล้ว เนื่องจากควันไฟประกอบขึ้นด้วยอนุภาคของแข็ง สิ่งแขวนลอย รวมถึงแก๊สที่เป็นผลผลิตจากการลุกไหม้ ดังนั้นความหนาแน่นของควันจะบอกถึงปริมาณของสิ่งต่างๆ ดังกล่าวว่ามีมากน้อยเท่าใด ถ้าควันไฟที่มองเห็นได้หนา ทึบ นั่นคือสัญญาณอันตราย นอกเหนือจากแนวโน้มที่จะ

เกิด flashover แล้ว ยังแสดงให้เห็นว่ามีเชื้อเพลิงพร้อมจะลุกไหม้อีกจำนวนมากซ่อนอยู่ภายใต้กลุ่มควันนั้น ไฟมีโอกาสจะลุกไหม้ได้ต่อไปเรื่อยๆ ทรายที่ควันยังไม่เจือจางลงพึงระลึกไว้เสมอว่าความหนาแน่นของควันไฟเป็นสิ่งที่บอกให้เราทราบว่าปริมาณอนุภาคและแก๊สซึ่งประกอบขึ้นเป็นควันไฟ มีมากน้อยเท่าใดในพื้นที่ที่จำกัด ควันไฟที่มีความหนาแน่นสูงจะมีลักษณะ หนาและมีเนื้อควันเข้มข้น ถ้าเห็นควันประเภท นี้จะต้องเตรียมพร้อมเพื่อรับมือกับอันตรายร้ายแรง เช่น flashover การลุกไหม้ต่อเนื่อง ฯลฯ ถ้า มีควันหนาและเป็นชั้นๆ ให้ระวังการลุกไหม้ของอนุภาคและแก๊สที่เป็นส่วนประกอบของควันซึ่ง อาจทำให้เกิดลุกไฟแบบฉับพลันนอกจากนี้ ควันไฟที่หนาแน่นแสดงให้เห็นว่า บรรยากาศในบริเวณนั้นมีแก๊สพิษเป็นอันตรายต่อระบบหายใจ อาจทำให้หมดสติหรือ ถึงแก่ความตายได้หากปราศจากเครื่องป้องกันและยังมีผลต่อทัศนวิสัยในการดับไฟหรือกีดขวางซึ่งนักดับเพลิงจำนวนไม่น้อยเดินเข้าไปสู่จุดดับเนื่องจากควันหนาที่บดบังทำให้มองไม่เห็นเส้นทางเบื้องหน้าเมื่อสิบปีที่ผ่านมามีงานวิจัยเกี่ยวกับควันไฟชั้นหนึ่งระบุว่า ควันไฟที่เกิดจากการเผาไหม้ของสารสังเคราะห์ จะมีลักษณะหนาที่บวมตัวเป็นก้อนเมฆ ที่สำคัญคือสามารถลุกติดไฟได้ใน อุณหภูมิต่ำ สารสังเคราะห์ที่ให้ความหนาเมื่อลุกไหม้มีอยู่มากมายในอาคารบ้านเรือนทั่วไป เช่น พลาสติก พรหมสังเคราะห์ รวมถึงวัสดุก่อสร้าง ประเภทวัสดุมวลต่ำ (low mass) ที่นำมาใช้ทดแทนวัสดุก่อสร้างที่ใช้กันมาแต่ดั้งเดิม

2.2.5 สีของควันไฟ

หน่วยดับเพลิงส่วนใหญ่ในสหรัฐอเมริกาจะสอนการวิเคราะห์ควันไฟ โดยให้สังเกตสีของ ควันเพื่อคาดคะเนถึงชนิดของวัตถุที่เป็นเชื้อเพลิงซึ่งกำลังลุกไหม้อยู่ นั่น แต่ในความเป็นจริงแล้วแนวความคิดนี้จะใช้ได้เฉพาะในกรณีเพลิงไหม้ ที่เกิดจากเชื้อเพลิงชนิดเดียว ปัจจุบันอัคคีภัยที่เกิดขึ้นกับบ้านเรือนหรืออาคารพาณิชย์มีน้อยมากที่จะเป็นเพลิงไหม้จากเชื้อเพลิงชนิดเดียว ควันไฟที่เกิดขึ้นจึงมีหลายสีจนแยกไม่ออกว่าเกิดจาก เชื้อเพลิงชนิดใดกันแน่ สำหรับหน่วยแรกที่เข้าถึงที่เกิดเหตุ สีของควันไฟจะบอกให้รู้ว่าอัคคีภัย ดำเนินไปถึงขั้นไหนแล้วและจุดที่เป็นต้นเพลิงอยู่ ณ ตำแหน่งใด ไฟที่เกิดจากเชื้อเพลิงที่เป็นของแข็งในขั้นเริ่มต้นจะปล่อยควันสีขาวออกมา ควันสีขาวนี้ ส่วนใหญ่จะมีความชื้นผสมอยู่ แต่เมื่อมีการเผาไหม้ต่อไปอีกระยะหนึ่ง เชื้อเพลิงจะเริ่มแห้งและแตกตัวออก ควันจะเปลี่ยนสีไป ถ้าเป็นเชื้อเพลิงประเภทไม้ จะเปลี่ยนเป็นสีแทนหรือสีน้ำตาลหากเป็นพลาสติกหรือสีเคลือบภายนอกวัสดุจะเป็นสีเทา ควันเหล่านี้หากผสมกับความชื้นหรือสารไฮโดรคาร์บอนก็จะออกเป็นสีดำจางๆ แต่เมื่อเชื้อเพลิงไหม้เต็มที่ ควันที่ออกมาจะมีสีดำสนิทที่อยู่ใกล้เปลวไฟเท่าไรก็จะดำมากขึ้นเท่านั้น นั่นคือ ควันยิ่งดำมากก็ยิ่งมีความร้อนสูง ควันสี ดำเคลื่อนที่เร็วแต่เบาบาง (ความหนาแน่นน้อย) ซึ่งให้ เห็นว่ามีเปลวไฟอยู่ใกล้ๆ และเป็นตัวหลัก ควันดำให้พุ่งออกมา ในประเด็นควันไฟที่ทำให้เราสามารถระบุ ตำแหน่งต้นเพลิงได้นั้น เป็นเพราะเมื่อควันถูกปล่อยออกมาจากเชื้อเพลิงที่ลุกติดไฟที่ต้นเพลิงแล้ว ความร้อนก็จะเผาไหม้เชื้อเพลิงอื่นๆ

ต่อไปความชื้นจากเชื้อเพลิงที่ไหม้เป็นลำดับต่อมาจะ ทำให้ควันสีดำในตอนแรกเปลี่ยนเป็นสีเทา หรือสีขาวตามระยะทางที่ห่างออกมาจากจุดต้นเพลิงช่วงที่ควันลอยออกมาส่วนผสมของคาร์บอนจากการเผาไหม้จะสะสมอยู่บริเวณด้านนอกผิวควันซึ่งคาร์บอนจะทำให้สีของควันสว่างขึ้น ตรงนี้ทำให้เกิดคำถาม “ควันสีขาวที่เราเห็นอยู่เป็นผลมาจากการเผาไหม้ในขั้นเริ่มต้น (early-stage) หรือเป็นผลจากความร้อนจากการเผาไหม้ในขั้นหลัง (late-stage) และลอยห่างออกมาจากจุด ต้นเพลิง กันแน่ ” การหาคำตอบให้ดูที่ความเร็วในการเคลื่อนที่ของควัน ควันสีขาวที่พุ่งออกมาด้วยความเร็ว แสดงว่าเป็นควันประเภทหลัง ได้แก่ ควันที่เกิดในขั้นตอนการเผาไหม้ในขั้นหลังและอยู่ห่างจากจุดต้นเพลิง ส่วนควันสีขาวที่ลอยช้าๆ หรือลอยเอื่อยๆ ส่วนใหญ่จะระบุได้ว่าเป็นควันประเภทแรกคือเกิดในขั้นเริ่มต้นของการลุกไหม้ ควันที่เราควรจะให้ความสนใจเป็นพิเศษ อีกชนิดหนึ่งคือ ควันสีน้ำตาล เชื้อเพลิงที่เป็นไม้ที่ไม่ได้เคลือบผิวเมื่อถูกเผาจะให้ควันสีน้ำตาลมีลักษณะเฉพาะตัวซึ่งจะปรากฏขึ้นในขั้นตอนการเผาไหม้ขั้นหลัง (แต่อยู่ในขั้นก่อนเกิดเปลวไฟ)

กรณีที่ไม่ได้เคลือบผิวใช้เป็นส่วนประกอบของโครงสร้างอาคาร อักคิภัยนั้นก็มีแนวโน้มจะน้ำตาลหม่นกลายเป็นไฟไหม้โครงสร้างอาคารซึ่งอาจทำให้ มีการพังทลายหรือยุบตัว สัญญาณที่บอกได้คือ ควันสีพุ่งออกมาจากหน้าต่าง ชายคาบ้าน หรือรอยต่อพื้น ฯลฯ พังตระหนกไว้ตลอดเวลา แม้แต่ไม้ที่ผ่านการเคลือบผิวหรือดัดแปลงทางวิศวกรรม เช่น ไม้แผ่นใย (OSB) หรือไม้แวนิเยร์แผ่นบาง (LVL) ก็จะสามารถทนความร้อนและกาวที่ใช้เชื่อมติดวัสดุเหล่านี้จะสลายตัวไป น่าตกใจที่พบว่าความร้อนที่ทำให้วัสดุผ่านการสังเคราะห์เหล่านี้เสื่อมสลาย ไม่จำเป็นต้องเป็นความร้อนสูงในระดับเปลวไฟ มีหลายกรณี

เป็นความร้อนจากอักคิภัยในขั้นเริ่มต้นเท่านั้น เมื่อปรากฏควันสีน้ำตาลลอยออกมาจากส่วนที่เป็น หรือทำด้วยวัสดุตั้งกล่าวก็คาดการณ์ได้เลยว่าความแข็งแรงของเนื้อวัสดุถูกทำลายลงไปแล้วเมื่อเรารู้รายละเอียดเกี่ยวกับลักษณะสำคัญสำหรับการแยกแยะควันไฟ เราก็มียุทธวิธีที่จะสร้างแบบจำลองอักคิภัยที่กำลังเกิดขึ้นอยู่เบื้องหน้าได้โดยใช้ควันเป็นตัวชี้ให้เห็นความเป็นไปจริงๆ ของเพลิงไหม้ขณะนั้น สิ่งนี้เป็นความรู้พื้นฐานสำหรับนักดับเพลิงที่เตรียมตัวจะเข้าไป ดับไฟภายในอาคารซึ่งจะต้องมีการสังเกตการเปรียบเทียบกับและการหาคำตอบจากสิ่งที่มองเห็น

2.3 การใช้ถังดับเพลิงให้เหมาะสมกับชนิดต้นเพลิง

อักคิภัยเป็นภัยพิบัติที่เกิดขึ้นบ่อยครั้ง ส่วนมากมีสาเหตุ มาจากความประมาทขาดความระมัดระวังหรือพลั้งเผลอ ทำให้ส่งผลต่อความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สินกรมวิทยาศาสตร์บริการ (วศ.) มีวัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือ วิทยาศาสตร์ เครื่องใช้สำนักงาน และเอกสารต่างๆ ซึ่งเป็นแหล่งเชื้อเพลิงอย่างดี มีโอกาสทำให้เกิดอักคิภัยได้ง่าย ถังดับเพลิงเป็นอุปกรณ์ดับเพลิงที่จำเป็นต้องมีในทุกๆ พื้นที่ที่มีความเสี่ยง และผู้ใช้จำเป็นต้องมีความรู้ในการใช้ถังดับเพลิงอย่างถูกต้องและเกิดประสิทธิภาพสูงสุด รวมทั้งรู้จักการตรวจสอบสภาพถังดับเพลิงให้มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน

เนื่องจากถังดับเพลิงถูกออกแบบมาใช้สำหรับดับไฟที่เกิดขึ้นเล็กน้อย หรือเริ่มลุกไหม้ สิ่ง
ที่ผู้ปฏิบัติงานควรรู้เกี่ยวกับการใช้ถังดับเพลิงอย่างเหมาะสมคือความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีใช้ถัง
ดับเพลิง ถังดับเพลิงแต่ละประเภท จะใช้ดับเพลิงประเภทใด ขนาดของถังดับเพลิงที่เหมาะสมกับ
ขนาดของเพลิงไหม้ การเลือกใช้ถังดับเพลิงจึงจำเป็นต้องมีความรู้ในรายละเอียดของมาตรฐาน
ประเภทไฟซึ่งสัญลักษณ์ของประเภทไฟที่ใช้ในการดับเพลิงของถังดับเพลิงนั้นสามารถจำแนก
เป็น 2 กลุ่มหลักคือ จากประเทศสหรัฐอเมริกาและจากกลุ่มประเทศยุโรป ในประเทศไทยมีการนำ
มาตรฐานการดับเพลิงของหน่วยงาน National Fire Protection Association (NFPA) NFPA 10 :
Standard for Portable Fire Extinguishers มาใช้ในการอ้างอิงที่เกี่ยวกับถังดับเพลิง ทำให้สัญลักษณ์
ของประเภทไฟส่วนใหญ่ที่พบเห็นในประเทศจะเป็นตามประเทศสหรัฐอเมริกามากกว่ากลุ่ม
ประเทศยุโรป (ซึ่งกำหนดประเภทของไฟบางประเภทแตกต่างไปจากมาตรฐาน NFPA 10) จาก
นิยามประเภทของเพลิง ตาม มอก. 332-2537 (เครื่องดับเพลิงยกหิ้วชนิดผงเคมีแห้ง) ได้ระบุ
ความหมายที่เหมือนกับมาตรฐาน NFPA 10

ตารางที่ 2-1 เปรียบเทียบความแตกต่างของสัญลักษณ์และประเภทไฟ

ประเภท ของไฟ	แบ่งตามประเทศสหรัฐอเมริกา		แบ่งตามประเทศกลุ่มประเทศยุโรป	
	สัญลักษณ์	แหล่งเพลิงที่เกิด	สัญลักษณ์	แหล่งเพลิงที่เกิด
A		เชื้อเพลิงธรรมดา เช่น ไม้ ผ้า กระดาษ ยาง พลาสติก		เชื้อเพลิงธรรมดา เช่น ไม้ ผ้า กระดาษ ยาง พลาสติก
B		ของเหลวติดไฟ และของเหลวไวไฟ		ของเหลวติดไฟ และของเหลวไวไฟ
C		อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือวัตถุที่มีกระแส ไฟฟ้า		ก๊าซไวไฟ
D		โลหะต่างๆ ที่ติดไฟ		โลหะต่างๆ ที่ติดไฟ
F	ไม่กำหนดใช้			น้ำมันที่ใช้ในการปรุงอาหาร
K		น้ำมันที่ใช้ในการปรุงอาหาร	ไม่กำหนดใช้	
	ไม่กำหนดใช้			อุปกรณ์ไฟฟ้า หรือวัตถุที่มีกระแสไฟฟ้า

2.3.1 ประเภทของสารดับเพลิง

สารดับเพลิง ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปแบ่งได้เป็น 5 ประเภท

1. ผงเคมีแห้ง (Dry Chemical Powder) สารเคมีที่ใช้มี 2 ชนิด คือผงโซเดียมไบคาร์บอเนต และผงโพแทสเซียมไบคาร์บอเนต และมีสารกันชื้นผสมอยู่ด้วย ผงเคมีแห้งทั้ง 2 ชนิดมีคุณสมบัติต่างกัน สามารถใช้ดับเพลิงประเภท A, B และ C

2. ฮาโลตรอน (Halotron) เป็นสารเหลวระเหย ไม่มีสี ไม่มีกลิ่น เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม ปลอดภัยสะอาด ไม่ทิ้งคราบสกปรกและอายุการใช้งานยาวนาน สามารถใช้ดับเพลิงประเภท A, B และ C ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3. คาร์บอนไดออกไซด์ (CO₂) ใช้หลักการทำให้ปริมาณแก๊สออกซิเจนหรือปริมาณไอของเชื้อเพลิงในอากาศลดลงจนถึงจุดที่ไม่สามารถเผาไหม้ได้ โดยเมื่อฉีด CO₂ ออกมาแล้วจะไม่เหลือกากไว้ ไม่ทำให้เกิดเป็นสนิม ไม่ทำอันตรายเครื่องมือเครื่องใช้ สามารถเก็บได้นาน ไม่เสื่อมสภาพ ใช้ดับเพลิงที่เกิดจากเพลิงประเภท B และ C แต่ไม่สามารถใช้ดับเพลิงที่เกิดจาก สารเคมีที่สามารถผลิตออกซิเจนเองได้เมื่อติดไฟ โลหะติดไฟ และวัสดุพวก metal hydrides

ข้อควรระวังคือ ไม่ควรใช้ในที่มีลมพัดแรงเพราะจะทำให้กลุ่มแก๊สลอยไปจนไม่สามารถครอบทับผิวหน้าของไฟได้และความเข้มข้นของ CO₂ ที่สะสมในขณะฉีดแก๊ส จะเป็นอันตรายต่อผู้ใช้และบริเวณใกล้เคียง เนื่องจากจะเกิดการหายใจ

ไม่ออกเนื่องจากขาดออกซิเจน และหมอกที่เกิดจาก CO₂ ทำให้ยากต่อการมองเห็น ดังนั้น ก่อนจะฉีดแก๊ส ต้องอพยพคนในพื้นที่และบริเวณใกล้เคียงออกไปก่อน

4. น้ำสะสมแรงดัน ภายในภาชนะบรรจุน้ำธรรมดา อาศัยแรงดันของแก๊สคาร์บอนไดออกไซด์ หรือไนโตรเจนที่อัดไว้ในกระบอกโลหะ ใช้ดับเพลิงธรรมดา เช่น ไม้ ถ่าน กระดาษ เสื้อผ้า อาคาร บ้านเรือน ใช้ดับไฟประเภท A

5. โฟมสะสมแรงดัน แบ่งออกเป็นกลุ่มตามองค์ประกอบทางเคมี โดยโฟมชนิดก่อฟิล์ม เป็นที่นิยมใช้ในประเทศไทย โฟมชนิดนี้สามารถสร้างฟิล์มบางโปร่งใสขึ้นเหนือผิวเชื้อเพลิง มีคุณสมบัติด้านการติดไฟได้ หลักการดับเพลิงของโฟม คือฟองโฟมเข้มข้นที่ถูกฉีดจะผสมกับอากาศ ตามสัดส่วนที่ได้ออกแบบไว้และจะครอบคลุมพื้นผิวในแนวราบ ช่วยลดปริมาณออกซิเจน ทำให้เพลิงไม่ลุกลาม

2.3.2 ความสามารถในการดับเพลิง

มาตรฐานการป้องกันอัคคีภัยของวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย กำหนดรายละเอียดไว้สำหรับเลือกใช้งานสารดับเพลิงที่แตกต่างกันตามประเภทของพื้นที่ เสี่ยงภัย และระยะติดตั้งของถังดับเพลิง ตามประเภทไฟที่เกิด อัตราการดับเพลิงของถังดับเพลิง และมาตรฐาน NFPA 10 ระบุว่าต้องกำหนดอัตราการดับเพลิงด้วยตัวเลขที่หน้าประเภทไฟ ประเภท A และ B สำหรับประเภท C, D และ K ไม่ต้องระบุ เช่น 5B:C หมายถึงใช้ดับเพลิงประเภท B สำหรับพื้นที่อันตรายต่ำ ระยะห่างของการติดตั้งถังดับเพลิงเท่ากับ 9.15 เมตร และใช้ดับเพลิงประเภท C ได้

ตารางที่ 2-2 ระยะห่างของการติดตั้งถังดับเพลิงตามประเภทไฟ

ประเภทของไฟ	ประเภทพื้นที่อันตราย	อัตราการดับเพลิง	ระยะห่างของถังดับเพลิง (เมตร)
A	ทุกพื้นที่อันตราย		22.7
B	พื้นที่อันตรายต่ำ (พื้นที่ที่เชื้อประเภท A น้อย และมีเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดประเภท B น้อย) เช่น ห้องเรียน หอประชุม	5B	9.15
		10B	15.25
	พื้นที่อันตรายต่ำ (พื้นที่ที่เชื้อประเภท A น้อย และมีเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดประเภท B มาก) เช่น ร้านค้า คลังสินค้า	10B	9.15
		20B	15.25
	พื้นที่อันตรายต่ำ (พื้นที่ที่เชื้อประเภท A มาก และมีเชื้อเพลิงที่ทำให้เกิดประเภท B มาก) เช่น โรงเก็บน้ำมันเชื้อเพลิง	40B	9.15
		80B	15.25
C	ใช้ตามระยะของไฟประเภท A และ B ที่เป็นเชื้อเพลิงอยู่ในพื้นที่นั้นๆ		9.15 หรือ 15.25
D	ทุกประเภทพื้นที่อันตราย		22.7
K	ทุกประเภทพื้นที่อันตราย		9

2.3.3 วิธีการตรวจสอบถังดับเพลิงว่าอยู่ในสภาพพร้อมใช้งาน

1. เกจวัดความดัน (Pressure Gauge) ของถังดับเพลิงสังเกตได้จากเข็มในเกจวัดความดันซึ่งปกติจะชี้ที่ช่องสีเขียวถ้าเข็มเอียงมาทางซ้ายแสดงว่าไม่มีแรงดัน ต้องรีบนำไปเติมแรงดันทันที ในกรณีไม่มีมาตรวัด ใช้การตรวจสอบจากการชั่งน้ำหนักถ้าน้ำหนักลดลงเกิน 20% ให้นำไปอัด CO₂ เพิ่มสำหรับถังดับเพลิงประเภท CO₂

- ตรวจสอบ สายฉีด หัวฉีด อย่าให้มีผิวดูดัน เป็นประจำทุกเดือน
- ถ้าไฟไหม้ หรือกระทบกระเทือนอย่างรุนแรง ให้ส่งไปตรวจสอบและบรรจุใหม่
- สภาพบรรจุของถังดับเพลิงต้องไม่บุบ หรือบวม และไม่ขึ้นสนิม
- อายุการใช้งาน หากไม่มีการใช้งานสามารถเก็บไว้ใช้ได้มากกว่า 10 ปีสำหรับถังดับเพลิง

ชนิดฮาโลตรอน และอายุการใช้งานประมาณ 3 – 5 ปี สำหรับถึงดับเพลิงชนิดผงเคมีแห้ง

บุคลากรที่รับผิดชอบด้านการป้องกันอัคคีภัยต้องมีการเตรียมความพร้อมต่อภาวะฉุกเฉินจากการเกิดอัคคีภัย โดยจัดให้มีการอบรมเชิงปฏิบัติการแผนการระงับอัคคีภัยและการอพยพหนีไฟอย่างน้อยปีละ 1 ครั้ง เพื่อให้บุคลากรได้มีความรู้ความเข้าใจการใช้อุปกรณ์ดับเพลิงที่ถูกต้องและมีประสิทธิภาพ ซึ่งจะลดความเสี่ยงต่อการสูญเสียชีวิตและทรัพย์สินของตนเองและหน่วยงาน กรมวิทยาศาสตร์บริการ มีการจัดตั้งคณะกรรมการควบคุมความปลอดภัยและป้องกันอุบัติเหตุ รับผิดชอบทำแผนฉุกเฉิน การฝึกซ้อมแผนดับเพลิง และอพยพหนีไฟ ซึ่งสอดคล้องกับแผนแม่บทพัฒนาความปลอดภัยด้านอัคคีภัยแห่งชาติ โดยปีที่ผ่านมากรมวิทยาศาสตร์บริการ ได้มีการจัดอบรมเชิงปฏิบัติการหลักสูตรการฝึกซ้อมดับเพลิงและซ้อมหนีไฟ ให้แก่บุคลากรภายในกรมวิทยาศาสตร์บริการ ตามแผนที่กำหนด

2.4 อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดแก๊ส

ในหัวข้อนี้จะเป็นการยกตัวอย่างอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการตรวจวัดแก๊ส ที่ได้มาตรฐาน ซึ่งจะกล่าวถึงคุณสมบัติและข้อมูลเบื้องต้น

2.4.1 ชุด ET-GSM SIM300CZ



รูปที่ 2-1 ชุด ET-GSM SIM300CZ

ET-GSM SIM300CZ เป็นชุดเรียนรู้และพัฒนากระบวนการสื่อสารไร้สาย โดยใช้โมดูล GSM/GPRS รุ่น SIM300CZ ของ “SIMCom Ltd.” เป็นอุปกรณ์หลัก ซึ่ง SIM300CZ เป็นโมดูลสื่อสารระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก รองรับระบบสื่อสาร GSM ความถี่ 900/1800/1900MHz โดยส่งงานผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ด้วยชุดคำสั่ง AT Command สามารถประยุกต์ใช้งานได้มากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรับส่งสัญญาณแบบ Voice, SMS, Data, FAX และยังสามารถสื่อสารด้วย Protocol TCP/IP ด้วย ซึ่งตามปกติแล้ว ถึงแม้ว่าโมดูล SIM300CZ จะมีวงจร และ Firmware บรรจุไว้ในตัวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงทันที เนื่องจากในการใช้งานจริงนั้น ผู้ใช้งานเองจำเป็นต้องออกแบบวงจรรอบนอกที่จำเป็นมา

เชื่อมต่อกับขาสัญญาณของตัวโมดูลอีกในบางส่วน ไม่ว่าจะเป็นวงจรภาค PowerSupply, วงจรเชื่อมต่อกับ SIM Card รวมไปถึงวงจร Line Driver ของ RS232 เป็นต้น ดังนั้นทางทีมงาน อีทีที จึงได้จัดสร้างบอร์ดสำหรับเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างโมดูล SIM300CZ กับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำโมดูล GSM ของ SIM300CZ ไปทำการทดลองและศึกษาเรียนรู้การสั่งงานต่างๆได้โดยสะดวก ก่อนที่จะนำเอาโมดูลตัวนี้ไปออกแบบตัดแปลงและประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆได้ต่อไปในอนาคต ซึ่งถึงแม้ว่าวงจรการเชื่อมต่อทั้งหมดที่ทาง อีทีที ได้จัดทำขึ้นมานี้จะยังไม่สามารถรองรับการใช้งานทรัพยากรต่างๆที่มีอยู่ภายในโมดูลได้ครบถ้วนทั้งหมดก็ตามที แต่ในส่วนของการใช้งานโมดูลในส่วนที่เป็นความสามารถหลักๆที่จำเป็นนั้นมิได้รองรับอย่างครบถ้วนเพียงพอแล้ว

อย่างไรก็ตามถ้าผู้ใช้งาน ต้องการพัฒนา Application ที่สูงขึ้นไป ก็สามารถประยุกต์ตัดแปลงหรือทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมให้กับบอร์ดได้โดยง่าย ทั้งนี้ก็เพราะว่าขาสัญญาณต่างๆจากโมดูล ในส่วนที่ยังไม่ได้ทำการออกแบบวงจรเตรียมไว้ให้ภายในบอร์ด เช่น ขาสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อกับ Keyboard ,LCD Display และ GPIO ต่างๆนั้น ทางอีทีที เองก็ได้จัดทำเป็นจุดต่อ Connector เตรียมไว้ให้เป็นที่ยอมรับแล้วผู้ใช้เพียงแต่ทำการเชื่อมต่อสัญญาณต่างๆ จากจุดเชื่อมต่อที่เตรียมไว้ไปยังวงจรส่วนที่ได้ทำการออกแบบ ไว้ได้โดยสะดวกอยู่แล้ว

2.4.1.1 อุปกรณ์แสดงการทำงานของโมดูล SIM300CZ

สำหรับบอร์ด ET-GSM SIM300CZ V1.0 นั้น ได้ออกแบบอุปกรณ์แสดงผลการทำงานของบอร์ดไว้ในบอร์ดเพื่อใช้แสดงสถานะของการทำงานต่างๆให้ผู้ใช้งานทราบด้วย คือ

- Buzzer ใช้แสดงการทำงานของโมดูลเมื่อมีสายเรียกเข้า โดยการทำงานของ Buzzer นี้จะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ BUZZER (Pin23) ของโมดูล SIM300CZ และสามารถปรับระดับความดังของเสียงได้จากคำสั่ง “AT+CRSL” ได้อีกด้วย
- LED VBAT ใช้ทำหน้าที่แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟจากภายนอกที่ต่อมาให้กับบอร์ด โดย LED นี้จะติดสว่างก็ต่อเมื่อมีการจ่ายไฟให้กับบอร์ดเป็นที่เรียบร้อยแล้ว
- LED POWER ใช้แสดงสถานะความพร้อมของโมดูล SIM300CZ ว่าอยู่ในสถานะ Power ON หรือ Power OFF โดย LED ตัวนี้将被ควบคุมการทำงานด้วยสัญญาณ VDD_EXT(Pin15) ของโมดูลเมื่อทำงานจะมีสถานะทางลอจิกเป็นลอจิก “1” โดยถ้า LED Power ติดสว่าง แสดงว่า โมดูล SIM300CZ อยู่ในสถานะ Power ON และพร้อมทำงาน แต่ถ้า LED นี้ดับ แสดงว่าโมดูล อยู่ในสถานะ Power OFF อยู่
- LED NETLIGHT ใช้แสดงสถานะของโมดูล ในขณะที่ทำการเชื่อมต่อกับเครือข่ายอยู่ โดย LED ตัวนี้将被ควบคุมด้วยสัญญาณ NETLIGHT(Pin16) ของโมดูล SIM300CZ เมื่อทำงานจะมีสถานะทางลอจิกเป็นลอจิก “1” โดยเมื่อโมดูลอยู่ในสถานะพร้อมทำงาน LED นี้จะติดกระพริบด้วยความเร็วต่างๆ ซึ่งมีความหมายดังนี้

- o OFF แสดงว่าโมดูลอยู่ในสถานะของ Power OFF (ไม่ทำงาน)
- o 64ms ON / 800ms OFF แสดงว่า โมดูล SIM300CZ ทำงานปกติและไม่ได้อยู่ระหว่างทำการค้นหาเครือข่ายอยู่
- o 64ms ON / 3000ms OFF แสดงว่าโมดูล SIM300CZ กำลังทำการค้นหาเครือข่าย เพื่อทำการเชื่อมต่อสัญญาณ
- o 64ms ON / 300ms OFF แสดงว่าโมดูล SIM300CZ อยู่ระหว่างการเชื่อมต่อกับเครือข่ายหรืออุปกรณ์อื่นๆด้วย GPRS อยู่
- LED STATUS ใช้แสดงสถานะของโมดูล SIM300CZ ว่าพร้อมทำงานหรือไม่ โดย LED ตัวนี้จะถูกควบคุมด้วยสัญญาณ STATUS(Pin19) ของโมดูล SIM300CZ เมื่อทำงานจะมีสถานะทางลอจิกเป็นลอจิก “1” ซึ่งเมื่อ LED นี้ติดสว่าง แสดงว่าโมดูลพร้อมรับคำสั่งต่างๆได้ แต่ถ้า LED ดับแสดงว่าโมดูลยังไม่พร้อมทำงาน

2.4.1.2 การสั่ง เปิด และ ปิด การทำงานของโมดูล

ตามปกติแล้ว โมดูล SIM300CZ จะมีโหมดการทำงานอยู่หลายโหมด เราสามารถทำงานสั่ง เปิด และ ปิดการทำงานของโมดูลได้ หลายวิธี • Switch ON/OFF เป็นการสั่ง เปิด และ ปิด การทำงานของโมดูล SIM300CZ ด้วยการกดสวิตช์โดยสวิตช์ตัวนี้ จะเป็นแบบ Push-Button Switch (สวิตช์กดติด-ปล่อยดับ) โดยเป็นการกำหนดสถานะทางลอจิกให้กับขาสัญญาณ PWRKEY(Pin17) ของโมดูล โดยเมื่อกดสวิตช์จะเป็นลอจิก “0”เมื่อปล่อยสวิตช์จะเป็นลอจิก “1” โดยการทำงานของสวิตช์จะต้องทำการกดสวิตช์ต่อเนื่องกันเป็นเวลานานอย่างน้อย 2000ms (2 วินาที) จึงจะมีผลต่อการทำงานของโมดูล โดยลักษณะการทำงานของสวิตช์ จะเป็นแบบ Toggle กล่าวคือ ถ้าโมดูลอยู่ในสถานะของ Power OFF อยู่ แล้วทำการกดสวิตช์ เป็นเวลาอย่างน้อย 2000ms (2 วินาที) จะเป็นการสั่งให้โมดูลกลับเข้าสู่ Power On หรือพร้อมทำงาน แต่ถ้าหากว่าโมดูลอยู่ในสถานะของ Power ON อยู่ แล้วทำการกดสวิตช์ เป็นเวลาอย่างน้อย 2000ms (2 วินาที) แล้วปล่อยจะเป็นการสั่งให้โมดูลหยุดทำงานและกลับเข้าสู่สถานะของ Power OFF (หยุดทำงาน)

ตารางที่ 2-3 แสดงสถานะของ LED

LED สถานะ	Power-ON	Power-OFF
VBAT (แดง)	ติดสว่าง	ติดสว่าง
POWER (แดง)	ติดสว่าง	ดับ
NETLIGHT (เหลือง)	กระพริบ	ดับ
STATUS (เขียว)	ติดสว่าง	ดับ

หลังจากทำการตั้ง Power-ON ในครั้งแรกนั้น ก่อนที่จะเริ่มต้นส่งคำสั่งใดๆ ให้กับโมดูล ควรรอให้ตัวโมดูลพร้อมเสียก่อน โดยจะมีข้อความ “Call Ready” ปรากฏให้เห็น ในกรณีที่กำหนด Baudrate เป็นแบบ Auto Baudrate ไว้ (AT+IPR=0”) เมื่อทำการ Power-ON จะได้ผลดังตัวอย่าง

Call Ready

ในกรณีที่กำหนด Baudrate เป็นแบบ Fix Baudrate ไว้ (AT+IPR=ค่า Baudrate) เมื่อทำการ ตั้งให้โมดูล Power-ON แต่ละครั้งจะได้ผลดังตัวอย่าง

RDY
+CFUN: 1
+CPIN: READY
Call Ready

2.4.1.3 การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM300CZ

การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM300CZ ของบอร์ด ET-GSM SIM300CZ นั้นจะเชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 โดยใช้ขั้วต่อแบบ DB9 ตัวเมีย จัดเรียงสัญญาณตามมาตรฐาน RS232-DCEสามารถนำไปเชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232-DTE มาตรฐาน โดยใช้สาย DB9 แบบต่อตรง ได้ทันที โดยสัญญาณทั้งหมดที่ DB9 นี้ได้ผ่านวงจร Line Driver เพื่อแปลงสัญญาณระดับลอจิก จากโมดูล ให้เป็นสัญญาณระดับมาตรฐาน RS232 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งถ้าต้องการนำไปเชื่อมต่อกับ RS232(Com Port)ของคอมพิวเตอร์ PC ก็สามารถทำการเชื่อมต่อกันโดยตรงได้ทันที โดยไม่ต้องทำการสลับสายสัญญาณใดๆทั้งสิ้น โดยสัญญาณเชื่อมต่อทางด้านโมดูล SIM300CZ นั้น จะมีทั้งหมด 8 เส้นสัญญาณ ซึ่งในการเชื่อมต่อใช้งานนั้น จะต่อให้ครบทั้ง 8 เส้น หรือ จะเลือกต่อเพียง 3 เส้น (RXD, TXD และ GND) ก็ได้เช่นเดียวกัน โดยสามารถกำหนดได้จากการ Setup ค่า Configuration และคำสั่งใช้งาน โดยสัญญาณการเชื่อมต่อ RS232ด้านโมดูล SIM300CZ จะมีดังนี้

- Pin1 เป็นขา DCD (Data Carrier Detect) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Output จาก SIM300CZ ที่ได้ผ่านการแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 แล้ว ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ DCD Input ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin2 เป็นขา TXD(Transmit Data) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Output จาก SIM300CZ ที่ได้ผ่านการแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 แล้ว ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ RXD(Receive Data)ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin3 เป็นขา RXD (Receive Data) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Input ของ SIM300CZ สามารถรับสัญญาณระดับ RS232 ได้โดยตรง ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ TXD(Transmit Data) จากอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin4 เป็นขา DTR(Data Terminal Ready) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Input ของ SIM300CZ ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ DTR จากอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC

- Pin5 เป็นสัญญาณ GND ของโมดูล SIM300CZ ต้องต่อเข้ากับ GND ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC
- Pin6 ตามปรกติแล้วเป็นสัญญาณ DSR (Data Set Ready) แต่ในกรณีของ SIM300CZ จะไม่ได้ต่อใช้งาน แต่อย่างไรก็ตาม ในบอร์ดได้ทำการป้อนสัญญาณย้อนกลับหรือ Loop Back สัญญาณDTR (Data Terminal Ready) ซึ่งเป็น Output ส่งมาจาก Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC กลับไปแทนโดยจะ ถูกต่อไปเข้ากับสัญญาณ DSR Input ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin7 เป็น ขาสัญญาณ RTS (Request To Send) ของ โมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Input ของ SIM300CZ ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ RTS ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin8 เป็น ขาสัญญาณ CTS (Clear To Send) ของ โมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Output จาก SIM300CZ ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ CTS ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin9 เป็นขาสัญญาณ RI(Ring Indicator) ของโมดูล SIM300CZ ซึ่งเป็น Output จาก SIM300CZ ซึ่งตามปรกติจะต่อเข้ากับ RI ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC

ตารางที่ 2-4 แสดงสถานะของ LED ในโหมดต่างๆ

DB9 Female(SIM300CZ)		Signal Direction	DB9 Male(Computer PC)	
Pin	Signal		Signal	Pin
1	DCD	→	DCD	1
2	TXD	→	RXD	2
3	RXD	←	TXD	3
4	DTR	←	DTR	4
5	GND		GND	5
6	(DSR)	→	DSR	6
7	RTS	←	RTS	7
8	CTS	→	CTS	8
9	RI	→	RI	9

ตารางที่ 2-5 แสดงการต่อสายสัญญาณระหว่าง ET-GSM SIM300CZ กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์

DB9 Female(SIM300CZ)		Signal Direction	ไมโครคอนโทรลเลอร์
Pin	Signal		Signal
2	TXD	→	RXD
3	RXD	←	TXD
5	GND	—	GND

คำแนะนำ ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อสัญญาณแบบ 3 เส้น (RXD,TXD,GND) ต้องกำหนดเงื่อนไขของ Flow Control ให้กับโมดูล SIM300CZ เป็น XON/XOFF โดยใช้คำสั่ง “AT+IFC=1,1”

2.4.1.4 คุณสมบัติการทำงานของสัญญาณที่ควรรู้

• **RI(Ring Indicator)** เป็น Output จากโมดูล SIM300CZ ตามปกติจะเป็น High แต่เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้าจะ Active เป็น Low ตามเงื่อนไขต่อไปนี้

o เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า Voice Calling สัญญาณ RI จะ Active เป็น LOW ค้างอยู่จนกว่าจะมีการตอบรับ(ATA) หรือ ได้รับคำสั่งยกเลิกการเชื่อมต่อ(ATH) หรือผู้เรียกสายทำการวางสายก่อนจะมีการตอบรับ

o เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า Data Calling สัญญาณ RI จะ Active เป็น LOW ค้างอยู่จนกว่าจะมีการตอบรับ(ATA) หรือ ได้รับคำสั่งยกเลิกการเชื่อมต่อ (ATH)

o เมื่อมีสัญญาณเรียกเข้า SMS สัญญาณ RI จะ Active เป็น LOW ประมาณ 120ms และกลับเป็น HIGH โดยอัตโนมัติ

• **DTR(Data Terminal Ready)** เป็น Input ของโมดูล SIM300CZ เมื่อต้องการให้โมดูลทำงานต้องให้ขาสัญญาณนี้ได้รับลอจิก LOW ถ้าขา DTR ได้รับลอจิก HIGH โมดูลจะหยุดทำงานและเข้าสู่ Sleep Mode โดยอัตโนมัติ (ถ้ามีการสั่ง Enable Sleep Mode ด้วยคำสั่ง “AT+CSCLK=1” ไว้) ดังนั้นถ้าต้องการให้โมดูลทำงานตลอดเวลาต้องควบคุมให้ขาสัญญาณ DTR ด้านโมดูลได้รับลอจิก LOW โดยการควบคุมจากสัญญาณ DTR ด้านคอมพิวเตอร์ PC หรืออุปกรณ์ที่ควบคุมโมดูลอยู่ให้ทำการ Active สัญญาณ DTR ไว้ตลอดเวลาการเชื่อมต่อ สำหรับกรณีที่นำโมดูล SIM300CZ ไปเชื่อมต่อกับ RS232 ระบบที่ไม่มีสัญญาณ DTR อยู่เช่น RS232 ของไมโครคอนโทรลเลอร์บางรุ่น ก็อาจเลือกกำหนด Jumper (DTR) ที่อยู่ใกล้กับขั้วต่อ DB9 บนบอร์ดไว้ทางด้าน GND เพื่อให้โมดูลทำงานตลอดเวลา หรือสั่งปิดการทำงานของ Sleep Mode โดยใช้คำสั่ง “AT+CSCLK=0” แล้วบันทึกค่า Configuration นี้ไว้ก็ได้เช่นเดียวกัน

• **ADC0(Analog to Digital)** เป็น Input แบบ ADC (ขา 12 ของโมดูล SIM300CZ) สามารถรับสัญญาณ Analog จากภายนอกได้ระหว่าง 0V ถึง 2.4V โดยสามารถตั้งอ่านค่าระดับแรงดันที่ขานี้ได้จากคำสั่ง “AT+CADC?” โดยจะได้ผลลัพธ์เป็นค่าระหว่าง 0 ถึง 2400

• **GPIO0:GPIO1** เป็นขาสัญญาณ I/O สามารถเชื่อมต่อกับสัญญาณลอจิกระดับ 3.3V

2.4.1.5 ตัวอย่างการใช้งาน AT Command เพื่อสั่งงานโมดูล SIM300CZ

โมดูล GSM/GPRS รุ่น SIM300CZ ถูกออกแบบให้ทำหน้าที่เหมือน Modem โดยจะใช้การติดต่อสั่งงานและสื่อสารกับโมดูล ผ่านทางพอร์ตสื่อสาร RS232 รองรับ Baudrate ตั้งแต่ 1200-115200 BPS โดยใช้ชุดคำสั่งแบบ AT Command ซึ่งจะมีรูปแบบการใช้งานเหมือนกับ Modem มาตรฐานทั่วไปไปเพียงแต่จะมีการเพิ่มเติม Option และคำสั่งพิเศษอื่นๆเพิ่มเติมขึ้นมาอีก เพื่อให้

เหมาะสมและสอดคล้องกับความสามารถในการทำงานของโมดูลได้อย่างครบถ้วนสำหรับ รายละเอียดการใช้คำสั่ง AT Command ที่จะใช้ สำหรับติดต่อสั่งงานโมดูล SIM300CZ ไม่ว่าจะเป็น รูปแบบคำสั่ง และ หน้าที่การทำงานของแต่ละคำสั่ง ผู้ใช้สามารถศึกษารายละเอียดต่างๆ ได้ จากคู่มือคำสั่ง AT Command (ไฟล์เอกสารชื่อ SIM300C_ATC_V1.06.PDF) ในแผ่น CD-ROM ซึ่งในที่นี้จะขอแนะนำถึงวิธีการและรูปแบบการใช้งานคำสั่งแบบย่อๆ แบบพอสั่งเซป เพื่อเป็น แนวทางให้ผู้เริ่มต้นได้ใช้เป็นแนวทางและประกอบความเข้าใจในการศึกษาการทำงานของคำสั่ง ต่างๆต่อไป โดยรูปแบบของคำสั่งต่างๆที่เป็น AT Command นั้น จะเริ่มต้นคำสั่งด้วยรหัส ASCII ของตัวอักษร 2 ตัว คือ “A” และ “T” ซึ่งจะใช้ตัวอักษรแบบพิมพ์เล็ก หรือ พิมพ์ใหญ่ก็ได้ มีความหมายเหมือนกัน จากนั้นก็จะตามด้วยรหัสคำสั่ง และ Option ต่างๆของคำสั่ง(ถ้ามี) โดยทุกๆ คำสั่งจะต้องจบด้วยรหัส Enter หรือ 0DH (13) เสมอ เช่นคำสั่ง รีเซตจะใช้รูปแบบคำสั่งเป็น “ATZ” หรือ “atz” ก็สามารถใช้งานได้ถูกต้องเหมือนกัน โดยรูปแบบคำสั่งทั้งหมดจะแบ่งออกเป็น 4 แบบด้วยกัน คือ

ตารางที่ 2-6 แสดงรูปแบบการใช้งาน AT Command (เมื่อ <x> คือ รหัสคำสั่ง)

การใช้งาน	รูปแบบคำสั่ง	รายละเอียด
ทดสอบคำสั่ง	AT+<X>=?	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งอ่านค่ารูปแบบและ พารามิเตอร์ต่างๆของคำสั่ง โดยถ้าคำสั่งนั้นมีอยู่จริง โมดูลจะ ตอบรับด้วยการพิมพ์ค่าของพารามิเตอร์ต่างๆ ของคำสั่งที่มีอยู่ ทั้งหมดให้ทราบ
อ่านค่าพารามิเตอร์	AT+<X>=?	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งอ่านค่าพารามิเตอร์ ที่กำหนดไว้แล้วของคำสั่งนั้นๆ โดยโมดูลจะตอบรับด้วยการ พิมพ์ค่าพารามิเตอร์ปัจจุบันที่กำหนดไว้แล้วให้ทราบ
กำหนดค่าการทำงาน	AT+<X>=<..>	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งเขียนหรือกำหนด ค่าพารามิเตอร์ให้กับคำสั่ง เช่น การกำหนดค่า Baudrate
สั่งให้ทำงาน	AT+<X>	รูปแบบการใช้คำสั่งแบบนี้ จะใช้สำหรับสั่งงานให้โมดูล ปฏิบัติตามคำสั่งที่ต้องการเช่น การสั่งรีเซต (ATZ)

2.4.1.6 การทดสอบการสั่งงานโมดูล

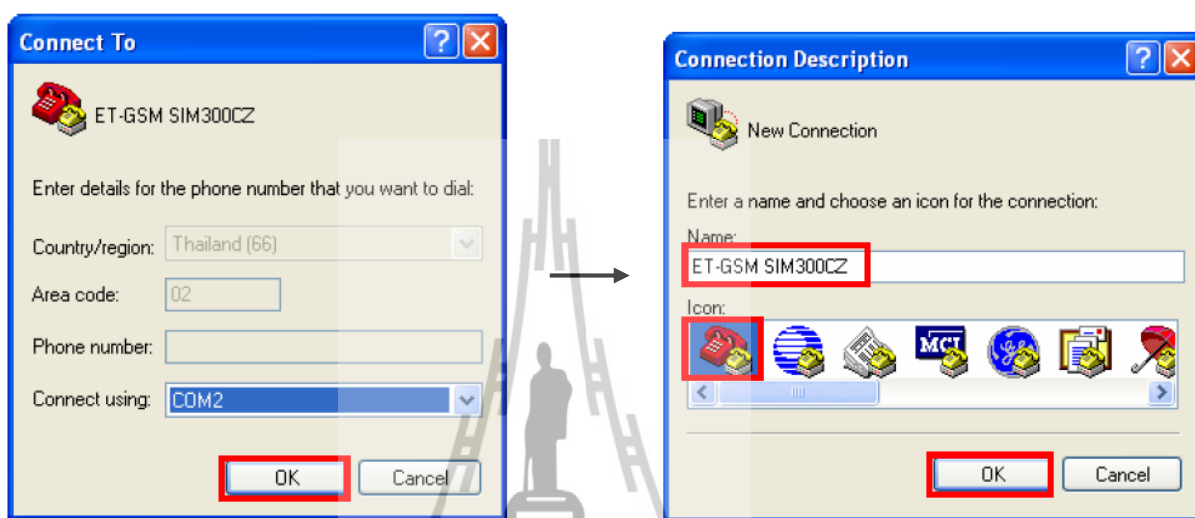
ดังได้ทราบแล้วว่าในการสั่งงานโมดูล SIM300CZ นั้น จะใช้วิธีการส่งคำสั่งใน รูปแบบของ AT Command ผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรมไปให้กับโมดูล ซึ่งตามปกติจะต้องเขียน โปรแกรมเพื่อส่งรหัสคำสั่งต่างๆ ไปให้กับโมดูลเอง ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้อุปกรณ์ใดเป็นตัวควบคุม การทำงานของโมดูล ซึ่งไม่ได้จำกัดว่าเป็นอุปกรณ์แบบใด อาจจะเป็นคอมพิวเตอร์ PC หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลใดๆก็ได้ ขอให้พอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 อยู่ก็สามารถนำมา เชื่อมต่อเพื่อสั่งงาน โมดูล SIM300CZ ได้แล้ว ส่วนที่ว่าจะเขียนโปรแกรมอย่างไร และจะใช้ภาษา ใดในการเขียนนั้น ขึ้นอยู่กับผู้พัฒนาโปรแกรมว่า มีความถนัดอย่างไรและมีพื้นฐานอะไรอยู่บ้าง ซึ่งหลักสำคัญก็คือ ผู้พัฒนาต้องหาคำตอบให้ได้ว่า การจะเขียนโปรแกรมสั่งงานอุปกรณ์ทำการ ส่ง และ รับ ข้อมูล ด้วยพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 นั้นจะต้องทำอย่างไร ซึ่งจะไม่ขอล่าถึงในที่นี้ ด้วย

สำหรับในการศึกษาเบื้องต้นนั้น ยังไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการเขียนโปรแกรมก็ได้ แต่ สามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปจำพวก Serial Terminal ต่างๆของคอมพิวเตอร์เป็นตัวทดสอบการ ทำงานเพื่อทำความเข้าใจกับรูปแบบคำสั่งและผลของการทำงานต่างๆให้เข้าใจเสียก่อน ตัวอย่างเช่น ถ้าต้องการจะสั่งให้โมดูล SIM300CZ โทรออกไปยังโทรศัพท์มือถือหมายเลข 0811234567 นั้น ในอันดับแรกจะต้องศึกษารูปแบบการทำงานของคำสั่งให้เข้าใจเสียก่อน จน สามารถเข้าใจแล้วว่าจะต้องใช้คำสั่ง “ATD0811234567;” เพื่อสั่งให้โทรออก จากนั้นจึงค่อย ปรับเปลี่ยนไปเป็นการเขียนโปรแกรมในภายหลัง ซึ่งผู้ใช้จะต้องไปศึกษาหาคำตอบต่อไปอีกว่า การที่จะเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้อุปกรณ์ส่งคำสั่งรหัส “ATD0811234567;” ออกไปทางพอร์ต สื่อสารอนุกรมนั้นต้องทำอะไรบ้าง ซึ่งในที่นี้จะขอแนะนำให้ใช้โปรแกรม Hyper Terminal ของ Windows เป็นเครื่องมือในการทดลองในเบื้องต้นไปก่อน โดย Hyper Terminal เป็นโปรแกรม Terminalสำเร็จรูป ซึ่งแถมมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ Windows อยู่แล้ว โดยความสามารถของ โปรแกรมตัวนี้มีอยู่มากมายหลายส่วน ซึ่งในที่นี้เราจะใช้ประโยชน์เฉพาะในส่วนของการทำ หน้าที่เป็น Serial Terminal ใน Text Mode เท่านั้น โดยหลังจากสั่ง Run โปรแกรมแล้ว ข้อมูลใดๆที่ รับได้จากสัญญาณด้านรับ (RXD) ของพอร์ตสื่อสารอนุกรม ในย่านที่เป็นรหัส ASCII Code (20H..FFH) จะถูกนำมาแปลงเป็นตัวอักษรและแสดงผลที่หน้าจอของโปรแกรมให้เห็นทันที ส่วน รหัสของข้อมูลที่มีค่าต่ำกว่า 20H (00H-1FH)จะไม่ถูกนำมาแสดงผล แต่จะถือว่าเป็นคำสั่ง เช่น เมื่อ ได้รับ รหัส 0DH โปรแกรม Hyper Terminal จะถือว่าเป็นคำสั่งให้เลื่อน Cursor ของการแสดงผล ไว้ในตำแหน่งเริ่มต้นของบรรทัด หรือเมื่อได้รับรหัส 0AH ก็จะทำให้การเลื่อน Cursor ของการ แสดงผลให้ขึ้นบรรทัดใหม่แทนดังนี้ เป็นต้น และ ในทางตรงกันข้าม เมื่อเราทำการกดคีย์ใดๆ โปรแกรมก็จะแปลค่าการกดคีย์นั้นให้เป็นรหัส ASCII ของตัวอักษรของตำแหน่งคีย์นั้นๆส่งออกไปยังขา TXD ของพอร์ตสื่อสารอนุกรมโดยอัตโนมัติ โดยการใช้งานโปรแกรม สามารถทำได้ดังนี้

Start → Programs → Accessories → Communication → Hyper Terminal

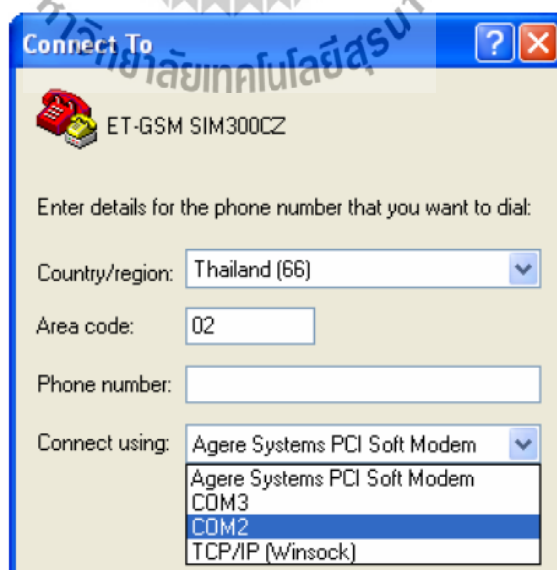
ในขั้นตอนแรกจะปรากฏหน้าต่าง Connection Description ขึ้นมา ให้คลิกเมาส์เลือกรูปแบบของ ICON และกำหนดชื่อของการเชื่อมต่อตามต้องการ แล้วเลือก “OK” ดังตัวอย่างในขั้นตอนนี้ให้คลิกเมาส์ที่ Connect using แล้วเลื่อนเมาส์ไปยังหมายเลข Comport ที่ใช้ในการ

เชื่อมต่อกับบอร์ดตามจริง แล้วเลือก “OK” ดังตัวอย่าง



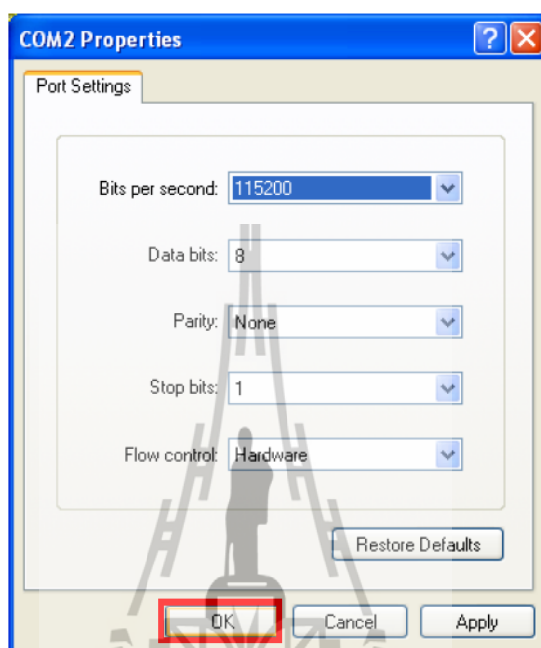
รูปที่ 2-2 แสดงการเชื่อมต่อกับบอร์ด

รูปที่ 2-3 แสดงการเชื่อมต่อกับบอร์ด



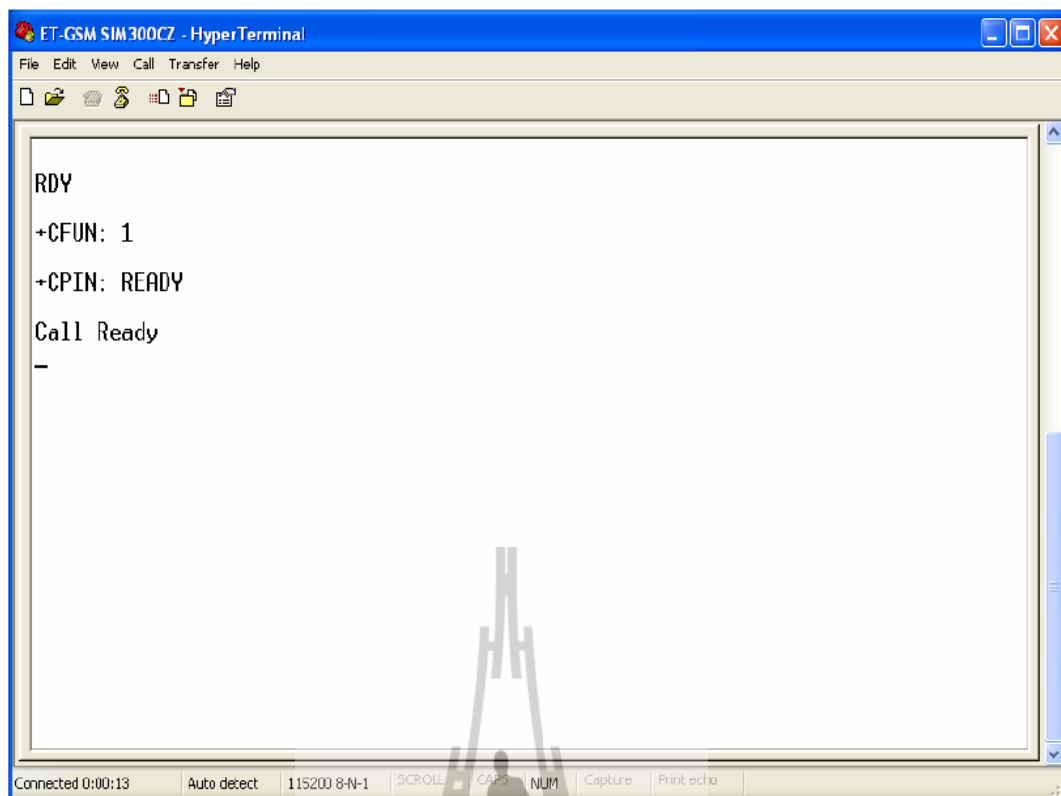
รูปที่ 2-4 แสดงการเชื่อมต่อกับบอร์ด

ในขั้นตอนนี้ให้เลือกค่า Baud rate ให้ตรงและสอดคล้องกับที่กำหนดให้กับโมดูลไว้ หรือในกรณีที่กำหนดค่า Baud rate ของโมดูลเป็น Auto-Baud rate ไว้ก็สามารถกำหนดค่าใดๆ ที่โมดูลสามารถรองรับได้ระหว่าง 300,1200,2400,4800,9600,14400,19200,28800,38400,57600,115200 ส่วน Data ให้เลือกเป็น 8 Bit ,Parity =None, Stop bits=1, Flow Control = Hardware แล้วเลือก “OK” ดังตัวอย่าง



รูปที่ 2-5 แสดงการเชื่อมต่อกับบอร์ด

ซึ่งหลังจากกำหนดการเชื่อมต่อต่างๆเรียบร้อยแล้ว ถ้าทุกอย่างถูกต้องให้ทดลองทำการต่อสายสัญญาณ RS232 ระหว่างบอร์ดกับ Comport ของคอมพิวเตอร์ PC แล้วจ่ายไฟเลี้ยงวงจรให้กับบอร์ดซึ่งถ้าทุกอย่างถูกต้องจะเห็น LED VBAT สีแดงบนบอร์ดติดสว่างให้เห็น จากนั้นให้สั่ง Power-ON ตัวโมดูลโดยการกดสวิตช์ ON/OFF ค้างไว้ประมาณ 2 วินาที จะสังเกตเห็น LED POWER และ STATUS ติดสว่างขึ้น จากนั้น LED NETLIGHT ก็จะเริ่มกะพริบเป็นจังหวะตลอดเวลา แสดงว่าโมดูลเริ่มดำเนินงานแล้ว ส่วนที่หน้าจอของ Hyper Terminal จะปรากฏข้อความการทำงานให้เห็น ให้รอจนพบคำว่า “Call Ready” ซึ่งหมายถึงโมดูลทำการค้นหาและเครือข่ายได้เรียบร้อยแล้ว จากนั้นก็จะสามารถสั่งงาน โมดูลด้วยคำสั่งต่างๆได้ตามต้องการดังตัวอย่าง



รูปที่ 2-6 แสดงลักษณะของหน้าจอ Hyper Terminal เมื่อ โมดูลพร้อมทำงาน

2.4.1.7 ตัวอย่างการใช้งานคำสั่ง

สมมุติว่าเราต้องการใช้คำสั่งสำหรับกำหนดค่าอัตราความเร็วของการสื่อสารของโมดูล ซึ่งจะต้องใช้คำสั่ง “AT+IPR” โดยเราสามารถส่งงานคำสั่งนี้ได้หลายรูปแบบดังตัวอย่างต่อไปนี้ คือ ถ้าเราจำไม่ได้ว่าค่าพารามิเตอร์ของคำสั่งหรืออัตรา Baudrate ที่สามารถกำหนดได้ มีค่าอะไรบ้าง และกำหนดอย่างไร เราก็สามารถใช้รูปแบบการทดสอบคำสั่ง โดยใช้คำสั่ง “AT+IPR=?” และจบด้วย Enter เพื่อสอบถามได้ โดยโมดูลจะตอบรับด้วย “+IPR:” พร้อมกับพิมพ์ค่าพารามิเตอร์ของคำสั่งที่มีอยู่ทั้งหมดให้ทราบ คือ 0,300,1200,...,115200 ดังตัวอย่าง

```
AT+IPR=?<Ent>
+IPR: (),(0,300,1200,2400,4800,9600,14400,19200,28800,38400,57600,115200)
OK
```

ถ้าต้องการทราบว่าในขณะนี้ ค่า Baudrate ที่กำหนดไว้แล้ว มีค่าเป็นเช่นไร ก็สามารถใช้รูปแบบคำสั่งสำหรับสั่งอ่านค่าพารามิเตอร์ของคำสั่งนี้ คือ “AT+IPR?” ซึ่งโมดูลจะตอบรับด้วย “+IPR:” ตามด้วยค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้แล้วให้ทราบดังตัวอย่าง(0=Auto Baudrate)

```
AT+IPR?<Ent>
+IPR: 0
OK
```

จากตัวอย่างข้างต้น จะเห็นได้ว่าค่าพารามิเตอร์ของคำสั่ง IPR ที่กำหนดไว้แล้วคือ 0 ซึ่งหมายถึง Auto-Baudrate โดยโมดูลจะทำการปรับค่าความเร็ว Baudrate โดยอัตโนมัติ ในตอนเริ่มต้นการทำงานครั้งแรก แต่ถ้าเราต้องการกำหนดค่า Baudrate เป็นค่าคงที่ไปเลย เพื่อให้โมดูลใช้อัตราความเร็วนี้ตลอด ก็สามารถใช้รูปแบบคำสั่ง กำหนดค่าการทำงาน ได้ เช่น ถ้าต้องการกำหนด Baudrate เป็น 115200 ก็จะใช้รูปแบบคำสั่งเป็น “AT+IPR=115200” ดังตัวอย่าง

```
AT+IPR=115200<Ent>
```

OK

ซึ่งหลังจากสั่งเปลี่ยนค่า Baudrate เป็น 115200 แล้ว ต่อจากนี้ไปก็สามารถสื่อสารกับโมดูลด้วยค่าความเร็วนี้ได้ตลอด แต่ถ้าสั่ง รีเซ็ตโมดูลใหม่ ค่า Baudrate ก็จะกลับไปเป็นแบบ Auto-Baudrate อีกเนื่องจากเรายังไม่ได้สั่งบันทึกค่าให้เป็น Configuration ถาวรไว้ ซึ่งสามารถทำได้โดยใช้คำสั่ง “AT&W”

```
AT&W<Ent>
```

OK

1. การกำหนด Flow Control

โมดูล SIM300CZ สามารถกำหนด Flow Control หรือ รูปแบบการตรวจสอบความพร้อมในการสื่อสารและรับส่งข้อมูลได้ด้วย ซึ่ง Flow Control จะมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากการประมวลผลของอุปกรณ์ต่างๆ จะมีความช้าเร็วที่แตกต่างกัน เมื่อมีการรับส่งข้อมูลที่มีจำนวนข้อมูลมากแบบต่อเนื่องนั้น ถ้าฝ่ายรับไม่พร้อมรับข้อมูลแต่ฝ่ายส่งยังคงส่งข้อมูลออกไป ก็จะทำให้ข้อมูลสูญหายและเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ โดย SIM300CZ เองรองรับการตรวจสอบความพร้อมหรือ Flow Control ได้ 2 แบบ คือ

- Software Flow Control (XON/XOFF Flow Control) เป็นการตรวจสอบความพร้อมด้วย Software โดยจะใช้รหัส XOF(13H) เป็นตัวสั่งหยุดการส่งข้อมูลจากฝ่ายส่ง และใช้รหัส XON(11H) เพื่อบอกหรืออนุญาตให้ฝ่ายส่งเริ่มต้นส่งข้อมูลลำดับต่อไปมายังโมดูลได้ โดยการใช้ Flow Control แบบนี้เหมาะกับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ไม่มีสัญญาณตรวจสอบความพร้อม เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรืออุปกรณ์ที่ใช้การต่อสายสัญญาณเพียง 3 เส้น (RXD, TXD และ GND)
- Hardware Flow Control (RTS/CTS Flow Control) เป็นการตรวจสอบความพร้อมด้วยสัญญาณทางฮาร์ดแวร์ โดยการใช้การ Active(“LOW”) สัญญาณ CTS เพื่อบอกให้ฝ่ายส่งหยุดการส่งข้อมูลเมื่อโมดูลไม่พร้อมรับข้อมูล และในทางกลับกันก่อนการส่งข้อมูลกลับออกไปมันจะตรวจสอบสถานะของ RTS ว่า Active อยู่หรือไม่ ถ้า Active(“LOW”) แสดงว่าฝ่ายรับยังไม่พร้อมรับมันจะหยุดรอจนกว่า RTS จะเป็น “HIGH”

การกำหนด Flow Control เป็น XON/XOFF จะใช้คำสั่ง “AT+IFC=1,1”

การกำหนด Flow Control เป็น RTS/CTS จะใช้คำสั่ง “AT+IFC=2,2”

2.การกำหนด Format ข้อมูลของ RS232

เราสามารถกำหนด Format ของข้อมูล ได้ว่าจะใช้รูปแบบการส่งข้อมูลเป็นอย่างไร ใช้ขนาดข้อมูลเป็นกี่บิต ใช้บิตตรวจสอบความผิดพลาด Parity หรือไม่ และต้องการใช้ Stop Bit เป็นกี่บิต ซึ่งตามปกติทั่วไปแล้วจะใช้ Data 8 Bit ,None Parity,1 Stop Bit ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยใช้คำสั่ง “AT+ICF”

การกำหนด Format ข้อมูลเป็น 8 Bit Data ,None Parity ,1 Stop Bit จะใช้คำสั่ง “AT+ICF=3,3”

3.การ Setup และตรวจสอบค่า Configuration

ตามปกติแล้วการทำงานของโมดูล SIM300CZ นั้นจะสามารถกำหนดรูปแบบการทำงานได้มากมายหลายลักษณะ เช่น เงื่อนไขในการติดต่อสื่อสารกับโมดูล ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆได้มากมาย ไม่ว่าจะเป็นค่า Baud rate หรือรูปแบบของการ Handshake ต่างๆ ที่จะใช้ในการสื่อสาร เป็นต้นดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดรูปแบบการทำงานของโมดูลให้ตรงกับความต้องการ ซึ่งตามปกติแล้วเงื่อนไขต่างๆเหล่านี้จะมีค่าที่แน่นอนอยู่ค่าหนึ่งเสมอหลังการรีเซ็ต หรือ Power ON โดยโมดูลจะกำหนดค่าเงื่อนไขต่างๆให้กับตัวมันเองในตอนเริ่มต้นการทำงานด้วยค่าที่กำหนดไว้ใน Configuration ที่ถูกบันทึกไว้แล้ว แต่อย่างไรก็ตามผู้ใช้สามารถตั้งเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่า Configuration ต่างๆได้เองตามต้องการ ซึ่งวิธีการกำหนดเงื่อนไขการทำงานให้กับโมดูลนั้นสามารถทำได้ 2 แบบ

- การกำหนดค่าแบบถาวร จะเป็นการสั่งบันทึกค่าเงื่อนไขการทำงานต่างๆของโมดูลตามรูปแบบที่เรากำหนดไว้ในหน่วยความจำถาวรภายในตัวโมดูล โดยใช้คำสั่ง “AT&W” ซึ่งหลังจากโมดูลเริ่มต้นทำงานใหม่ หรือ หลังการรีเซ็ตโมดูลแต่ละครั้ง ค่าการทำงานต่างๆของโมดูลจะถูกกำหนดเงื่อนไขตามที่เรากำหนดไว้แล้วเสมอ
- การกำหนดค่าแบบชั่วคราว เป็นการใช้คำสั่ง AT Command ต่างๆ เพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงานให้กับโมดูล แต่ไม่มีการสั่งบันทึกค่า Configuration ด้วยคำสั่ง “AT&W” ซึ่งการทำงานของโมดูลก็จะปรับเปลี่ยนไปตามการสั่งงานในขณะนั้นๆ แต่เมื่อสั่งรีเซ็ตการทำงานของโมดูล หรือ มีการ Power ON ใหม่คุณสมบัติการทำงานของโมดูลจะถูกเปลี่ยนกลับเป็นค่าเดิมอีกโดยเราสามารถใช้อำนาจ AT Command ในการสั่ง ตรวจสอบ และ บันทึกค่า Configuration ต่างๆให้กับโมดูล SIM300CZ ได้ดังนี้
- ใช้คำสั่ง “AT&V” เพื่อสั่งให้โมดูลแสดงค่า Configuration ปัจจุบันให้ทราบ
- ใช้คำสั่ง “AT&F” เพื่อสั่งกำหนดค่า Configuration ทั้งหมดให้กลับเป็นค่ามาตรฐาน

- ใช้คำสั่ง “AT&W” เพื่อสั่งบันทึกค่า Configuration ด้วยค่าที่เรากำหนดไว้ในขณะนั้นๆ

4.ค่า Configuration ที่แนะนำ

- AT+CMGF=1(SMS Message = Text Mode)
- ATE=1 (Echo Mode ON)
- AT+CSCLK=0(Disable Sleep Mode)

5.การตรวจสอบคุณภาพสัญญาณ

การตรวจสอบคุณภาพสัญญาณ จะใช้คำสั่ง “AT+CSQ” โดยคำสั่งนี้ใช้ตรวจสอบระดับความแรงของสัญญาณ โดยโมดูลจะตอบรับเป็นค่าตัวเลข 0..31 หรือ 00 โดยถ้าค่าระหว่าง 2..30 อยู่ในเกณฑ์ดี ถ้าค่า 31 ถือว่าระดับสัญญาณดีมาก ส่วน 99 หมายถึงตรวจสอบไม่ได้ รูปแบบดังตัวอย่าง

```
AT+CSQ<Ent>
+CSQ: 15,0
OK
```

6.การตรวจสอบ รหัสผลิตภัณฑ์

```
ATI<Ent>
SIMCOM_Ltd
SIMCOM_SIM300C
Revision:1008B10SIM300C32_SPANSION
OK
```

7.การตรวจสอบ รหัสผู้ผลิต

```
AT+GMI<Ent>
SIMCOM_Ltd
OK
```

8.การตรวจสอบ รหัสรุ่น

```
AT+GMM<Ent>
SIMCOM_SIM300C
OK
```

9.การตรวจสอบ รหัส Version Firmware

```
AT+GMR<Ent>
Revision:1008B10SIM300C32_SPANSION
OK
```

10.การตรวจสอบ Serial Number ของโมดูล

```
AT+GSN<Ent>
359853000524859
OK
```

11.การตรวจสอบ รหัสเครือข่าย SIM ผู้ให้บริการ

```
AT+COPS?<Ent>
+COPS: 0,0,"AIS GSM"
OK
```

12.การโทรออก การรับสาย และ การยกเลิกการโทร

- ใช้คำสั่ง “ATD” เพื่อสั่งโทรออก โดยรูปแบบการใช้คำสั่งให้ตามด้วยเบอร์ปลายทาง
- ใช้คำสั่ง “ATDL” เพื่อสั่งโทรออกด้วยหมายเลขโทรออกครั้งสุดท้าย
- ใช้คำสั่ง “ATA” เพื่อรับสายเรียกเข้า โดยเมื่อมีสายเรียกเข้าจะมีเสียงเรียกเข้าที่ Buzzer ให้เราทราบ ถ้าต้องการรับสายให้ใช้คำสั่ง “ATA” เพื่อรับสายได้ทันที ซึ่งหลังจากสั่งรับสายแล้วผู้ใช้จะสามารถพูดคุยกับปลายสายได้ทันที โดยใช้ Handset หรือชุด ปากพูดหูฟังของโทรศัพท์บ้าน
- ใช้คำสั่ง “ATH” เพื่อสั่งวางสาย หรือยกเลิกการโทรออก

ตัวอย่างการโทรออก ซึ่งเป็นการสื่อสารด้วย Voice จะต้องปิดท้ายคำสั่งด้วยเครื่องหมายเซมิโคลอน (;) และจบคำสั่งด้วย Enter เช่นถ้าต้องการโทรออกไปยังเบอร์ 0811234567 จะเป็นดังนี้

```
ATD0811234567;<Ent>
OK
```


ในกรณีที่ส่งโทรออกแล้วไม่มีการรับสาย หรือ สายไม่ว่างโมดูลจะรายงานผลด้วยข้อความ “BUSY” ดังตัวอย่าง

```
ATD0812505187;<Ent>
OK
BUSY
```

ตัวอย่างการสั่งตรวจสอบยอดเงินของระบบ 1-2-CALL ซึ่งถ้าเป็นโทรศัพท์มือถือปกติจะใช้วิธีการพิมพ์เครื่องหมาย “*121#” แล้วส่งโทรออก แต่สำหรับโมดูล SIM300CZ จะต้องใช้คำสั่ง “ATD” สำหรับส่งโทรออกแล้วตามด้วยเครื่องหมายแทน ดังตัวอย่าง

```
ATD*121#<Ent>
+CUSD: 0,"You have 67.00 baht, valid until 29/04/08",15
OK
```

ตัวอย่างการรับสายเรียกเข้า เมื่อมีสายเรียกเข้าโมดูล SIM300CZ จะมีข้อความ “RING” และสร้าง

เสียงเรียกเข้าเป็นจังหวะที่ Buzzer ให้ทราบ ถ้าผู้ใช้ต้องการรับสาย ให้ใช้คำสั่ง “ATA” เพื่อส่งรับสาย หรือใช้คำสั่ง “ATH” เพื่อวางหูหรือยกเลิกไม่รับสาย ดังตัวอย่าง

```
RING
ATA<Ent>
OK
```

12.ตัวอย่างการรับข้อความ SMS

ตามปกติแล้วโมดูล SIM300CZ จะสามารถกำหนดโหมดการทำงานของข้อความหรือ SMS ได้ 2 โหมด คือ PDU Mode และ Text Mode โดย PDU Mode การรับและแสดงผลการทำงานของคำสั่งจะเป็นรูปแบบของรหัสตัวเลขแบบ Binary Code ส่วน Text Mode การรับและแสดงผลการทำงานของคำสั่งจะเป็น ข้อความ ซึ่งจะง่ายต่อการแปลความหมายและทำความเข้าใจมากกว่า PDU Mode ซึ่งในการทดสอบจะขอแสดงให้เห็นด้วย Text Mode

- ใช้คำสั่ง “AT+CMGF=1” เพื่อกำหนดรูปแบบของข้อความเป็น Text Mode ซึ่งเมื่อมีการส่งข้อความ SMS มายังโมดูล จะมีข้อความแจ้งให้ทราบ เช่น +CMTI: “SM”,3 ซึ่งหมายความว่า มีข้อความส่งเข้าและเก็บไว้ในหน่วยความจำลำดับที่ 3
- ใช้คำสั่ง “AT+CMGR” เพื่อส่งอ่านข้อความ เช่นถ้าต้องการอ่านข้อความลำดับที่3 ก็ให้ใช้คำสั่งเป็น “AT+CMGR=3”

- ใช้คำสั่ง “AT+CMGL” เพื่อส่งแสดงข้อความทั้งหมดที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ โดยสามารถเลือกประเภทของข้อความได้ เช่น ข้อความใหม่ ข้อความทั้งหมด
- ใช้คำสั่ง “AT+CMGD” เพื่อส่งลบข้อความออกจากหน่วยความจำ เช่น ถ้าต้องการส่งลบข้อความลำดับที่3 ก็ให้ใช้คำสั่งเป็น “AT+CMGD=3”

ตัวอย่างการรับข้อความ SMS ในตัวอย่างจะทดสอบด้วยการส่งข้อความ “Hello 12345” ไปให้กับโมดูลSIM300CZ ซึ่งเมื่อรับข้อความได้จะมีข้อความ +CMTI: “SM”,n โดย n หมายถึงลำดับที่ของข้อความ

```
+CMTI: "SM",3
AT+CMGR=3<Ent>
+CMGR: "REC UNREAD","+66812505187",,"07/11/19,13:29:25+28"
Hello 12345
OK
```

ถ้ามีการส่งอ่านข้อความเดิมซ้ำใหม่สถานะของข้อความจะเปลี่ยนเป็น “REC READ” แทน เพื่อแสดงให้ทราบว่าข้อความนี้ถูกอ่านไปแล้วดังตัวอย่าง

```
AT+CMGR=3<Ent>
+CMGR: "REC READ","+66812505187",,"07/11/19,13:29:25+28"
Hello 12345
OK
```

12.ตัวอย่างการส่งข้อความ SMS

ในการส่งข้อความ SMS นั้นจะใช้คำสั่ง “AT+CMGS” ในการส่งงาน โดยในกรณีที่ใช้ Text Mode นั้นให้ใช้รูปแบบคำสั่งเป็น “AT+CMGS="+เบอร์ผู้รับ” โดยเบอร์ของผู้รับต้องใส่รหัสประเทศหน้าแทนศูนย์ด้วยเสมอ ซึ่งในกรณีที่เป็นประเทศไทยจะใส่รหัสประเทศเป็น “66” ดังนั้นถ้าต้องการส่งข้อความ SMS ให้กับเบอร์ที่ใช้งานอยู่ในประเทศไทย เช่น 081-1234567 ก็จะต้องกำหนดหมายเลขของเบอร์ผู้รับปลายทางเป็น 6681-1234567 แทน ซึ่งในกรณีนี้จะได้รับรหัสเบอร์ผู้รับข้อความเป็น “+66811234567” ซึ่งเมื่อโมดูล SIM300CZ ได้รับคำสั่ง “AT+CMGS” เรียบร้อยแล้วมันจะตอบรับด้วยการส่งเครื่องหมาย “>” กลับมาบอก ซึ่งหลังจากนี้เป็นต้นไปผู้ใช้ก็สามารถจะทำการพิมพ์ข้อความต่างๆที่ต้องการจะส่งให้กับโมดูลได้ทันที โดยให้ปิดท้ายข้อความด้วยรหัส “Ctrl+Z” ตามด้วย “Enter” เช่นถ้าต้องการส่งข้อความ SMS ให้กับหมายเลข 0811234567 ด้วยข้อความ “Hello Test SMS” จะเป็นดังนี้

```
AT+CMGS="+66811234567"<Ent>
> Hello Test SMS<Ctrl+Z><Ent>
+CMGS: 6
OK
```

2.4.2 เครื่องวัดแก๊สไฮโดรเจน (H₂) ในบรรยากาศ รุ่น GasBadgePro-H2



รูปที่ 2-7 เครื่องวัดแก๊สไฮโดรเจน (H₂) ในบรรยากาศ รุ่น GasBadgePro-H2

ราคา : 31,450.00 บาท

รายละเอียด: เครื่องตรวจจับแก๊สรั่วไหลในบรรยากาศ รุ่น GasBadge Pro-H2 สำหรับวัดแก๊สไฮโดรเจน (H₂)

คุณลักษณะของเครื่อง

1. เป็นเครื่องมือตรวจจับการรั่วไหลของแก๊ส ได้แก่ กลุ่มแก๊สพิษ และออกซิเจน ชนิดพกพาแบบพารามิเตอร์เดียว
2. ช่วงการวัด : แก๊สไฮโดรเจน (H₂) : 0 ถึง 2000 ppm
3. หน้าจอแสดงผล LCD อ่านค่าได้ง่าย
4. ตัวเรือนผลิตจากวัสดุโพลีคาร์บอเนต หุ้มด้วยยางกันกระแทก สามารถป้องกันการรบกวนจากคลื่นวิทยุ หรือ RFI Protection
5. ขนาดของอุปกรณ์ 94 x 50.8 x 27.9 mm.
6. น้ำหนัก 85 กรัม
7. สามารถตั้งค่าการเตือนระดับสูง-ต่ำ ด้วยสัญญาณเสียงดังประมาณ 95 เดซิเบล ไฟกระพริบและระบบสั่น
8. แหล่งพลังงานจากแบตเตอรี่แบบ Lithium Battery 3V, CR2 สามารถใช้งานได้ต่อเนื่องต่ำสุด 26

ชม.

9. มีโปรแกรมการบันทึกข้อมูลแบบ datalogger และ event logger

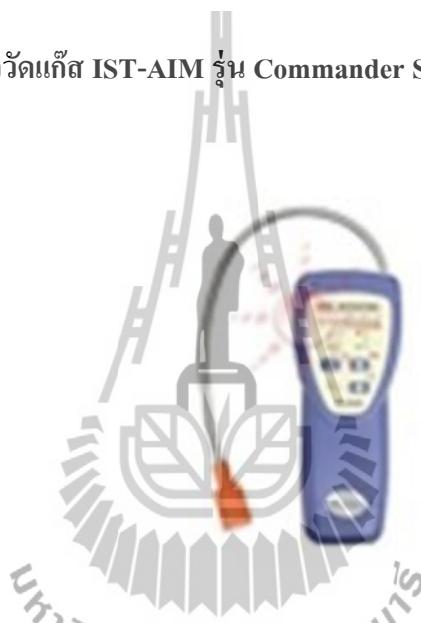
10. แบบ event logger จะเก็บข้อมูลอย่างต่อเนื่องอัตโนมัติ 15 ข้อมูลล่าสุด และสามารถดูข้อมูล event logger โดยผ่านทาง GasBadge Datalink (Option)

11. แบบ datalogger ซึ่งเก็บค่าได้ 1 ปี ที่การเก็บทุกๆ 1 นาที

12. อุณหภูมิเหมาะสำหรับการปฏิบัติงานตั้งแต่ -40 ถึง 60 องศาเซลเซียส

13. ความชื้นสัมพัทธ์เหมาะสำหรับการทำงานตั้งแต่ 0 ถึง 99 %RH โดยไม่เกิดการควบแน่นของไอน้ำ

2.4.3 เครื่องตรวจวัดแก๊ส IST-AIM รุ่น Commander Serial No. 700003341



รูปที่ 2-8 เครื่องตรวจวัดแก๊ส IST-AIM รุ่น Commander Serial No. 700003341

ราคา : 9,100.00

เครื่องตรวจวัดแก๊สนี้สามารถทำการตรวจวัดแก๊สได้ 5 ชนิดภายในเวลาเดียวกัน แต่ในขณะนี้ สก. ได้ใส่ Sensor ไว้ 4 ชนิดได้แก่ ออกซิเจน คาร์บอนมอนนอกไซด์ แอมโมเนีย และแก๊สไวไฟ โดยมีปุ่มกดแก๊สในตัวพร้อมสายทดลองขนาด 10 ฟุต ใช้แบตเตอรี่แบบ alkaline หรือแบบ NiMH

การเปิด ปิดเครื่อง

- กดปุ่ม Power/Select ค้างไว้ 3 วินาทีแล้วปล่อย โดยดูหน้าจอแสดงผลที่นับถอยหลัง 3 วินาที

- ให้ดูจอแสดงผลตลอดเวลาที่เครื่องทำการทดสอบตัวเอง โดยจะทดสอบการแสดงผลทุกส่วนของจอ LCD ชนิดของแบตเตอรี่ที่ใช้ สถานะของปุ่ม ในขณะที่เครื่องทดสอบจะมีเสียงสัญญาณดังและไฟกระพริบด้วย

- ถ้าเครื่องตรวจพบปัญหาเกี่ยวกับแบตเตอรี่ Sensor ปั่น หรือปัญหาอื่นๆ จะปรากฏข้อความเตือนพร้อมข้อเสนอแนะในการแก้ไข เครื่องจะไม่ทำงานจนกว่าข้อความเตือนนั้นจะได้รับการแก้ไข ในกรณีที่เครื่องเตือนไม่มี Sensor ใส่ไว้ในเครื่อง ภายหลังหลังจากใส่ Sensor แล้ว จะต้องปิดและเปิดเครื่องใหม่อีกครั้งเพื่อให้ Sensor ทำงาน

- เมื่อเครื่องพร้อมใช้งานแล้วจะมีเสียงดังคลิกและไฟ LED สีเหลืองจะกระพริบทุก 30 วินาที

- การปิดเครื่องให้กดปุ่ม Power/Select ค้างไว้ 3 วินาที โดยดูหน้าจอแสดงผลที่นับถอยหลัง 3 วินาทีเช่นกัน

ค่าสูงสุด (Peak Values)

- กดปุ่ม PEAKS หน้าจอจะเปลี่ยนการแสดงผลจากค่าที่วัดได้ ณ ปัจจุบันเป็นค่าสูงสุดที่เครื่องวัดและบันทึกไว้นับตั้งแต่เครื่องเริ่มตรวจวัด ค่า PEAKS จะแสดงผลอยู่ประมาณ 20-30 วินาที แล้วจะกลับไปแสดงผลหน้าจอตามปกติ ถ้าต้องการบันทึกค่า PEAKS ใหม่ก็ต้องลบค่าเดิมออกก่อน

- การลบค่า PEAKS ให้กดปุ่ม POWER/SELECT ในขณะที่ข้อความ CLEAR PEAKS? ปรากฏขึ้น จะมีข้อความ SURE? ตามซ้ำเพื่อให้ยืนยัน ค่า PEAKS จะถูกลบทุกครั้งที่เปิดเครื่อง

เสียงและสัญญาณเตือน (Alarms and Warnings)

- เครื่องวัดแก๊สนี้จะส่งเสียงและสัญญาณเตือนทุกครั้งที่เกิดจากการตรวจวัดนั้นมีปริมาณมากเกินกว่าค่าที่ยอมรับได้หรือเกินกว่าสภาพการทำงานปกติ โดยถ้าเป็น Alarms จะมีเสียงดังทุกวินาทีและไฟสีแดงกระพริบ ส่วน Warnings จะเป็นไฟกระพริบสีเหลืองและเสียงดังทุก 5 วินาที ซึ่งจอแสดงผลจะแจ้งข้อมูลให้ทราบว่าเป็นการเตือนจาก Sensor ของแก๊สชนิดใดหรือมีสภาพใดที่ผิดปกติ

- Warnings alarm จะทำงานเมื่อแก๊สมีความเข้มข้นใกล้ถึงระดับอันตราย โดยจะเริ่มที่ค่า 50% ของค่า Alarms ที่ตั้งไว้

- Alarms จะทำงานเมื่อค่าความเข้มข้นของแก๊สเกินกว่าค่าที่ตั้งไว้ หรือมากกว่าค่า STEL (Short Term Exposure Limit) หรือค่า TWA (Time Weighted Average)

ค่าที่ตั้งไว้จะแสดงในตารางต่อไปนี้

ตารางที่ 2-7 ค่าความเข้มข้นของแก๊สที่วัดจากเครื่องตรวจวัดแก๊ส IST-AIM

Smart Sensor	Instant Alarm	STEL Alarm	TWA Alarm
Ex (Combustible)	10%	-	-
CO (Carbon Monoxide)	35 ppm	200 ppm	35 ppm
HS (Hydrogen Sulfide)	10 ppm	15 ppm	10 ppm

OX (Oxygen) – high	23%	Warning ที่ 22%
OX (Oxygen) – low	19.5%	Warning ที่ 20.2%

- สัญญาณ Warning จะเตือนเมื่อแบตเตอรี่ใกล้หมดด้วย โดยจะมีไฟกระพริบสีแดงและมีเสียงดัง ถ้าแบตเตอรี่หมดจะเป็นไฟกระพริบสีแดงและเสียงดังเช่นกัน ซึ่งเมื่อถึงจุดนี้เครื่องวัดแก๊ส จะไม่สามารถทำงานได้อีกต่อไป จะต้องปิดเครื่องเพื่อเปลี่ยนหรือชาร์จแบตเตอรี่ใหม่

การเปลี่ยนแบตเตอรี่

- เครื่องวัดแก๊สนี้สามารถใช้ถ่าน Alkaline ทั่วไปได้ โดยขั้นตอนในการเปลี่ยนถ่านให้ทำดังนี้

1. ปิดเครื่องวัดแก๊ส
2. ขันน็อตสองตัวที่ฐานเครื่องออก คลาย Battery Pack ออกจากตัวเครื่อง
3. ขันน็อตหนึ่งตัวที่ด้านในสุดของ Battery Pack แล้วเปิดฝาพลาสติกออก
4. ใส่ถ่านใหม่เข้าไปแล้วปิดฝา ขันน็อตกลับเข้าที่เดิม
5. เปิดเครื่องเพื่อทดสอบการทำงาน โดยเครื่องจะทำการทดสอบประมาณ 5-30

วินาที หลังจากนั้นจะมีข้อความแสดงว่า POWER ON หรือ REPLACE

การชาร์จแบตเตอรี่

- การชาร์จแบตเตอรี่ NiMH จะใช้เวลาประมาณ 90 นาที โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ต่อ Charger กับตัวเครื่องวัดแก๊ส โดยช่องเสียบอยู่ใกล้กับฐานเครื่อง
2. ถ้าเปิดเครื่องอยู่ที่หน้าจอจะปรากฏแถบเคลื่อนไหวในสัญลักษณ์แบตเตอรี่ โดยการทำงานทุกอย่างจะเป็นปกติ ไม่มีการเปลี่ยนแปลง

3. ถ้าปิดเครื่องไว้ รอสักครู่จะปรากฏข้อความ CHARGING IN PROGRESS และมีแถบเคลื่อนไหวในสัญลักษณ์แบตเตอรี่

4. ที่ฐานเครื่องบริเวณฉลาก NiMH BATTERY PACK จะมีไฟ LED แสดงสถานะของการชาร์จแบตเตอรี่ ถ้าเป็นสีแดงแสดงว่ากำลังชาร์จไฟอยู่ ถ้าเป็นสีเขียวแสดงว่าชาร์จไฟเต็มแล้ว

การสอบเทียบ (Calibrate)

- การสอบเทียบควรทำทุก 3 เดือนโดยส่งบริษัทผู้ผลิตหรือหน่วยงานสอบเทียบเครื่องมือดำเนินการ

2.5 ข้อควรพิจารณาในการใช้ระบบตรวจจับแก๊สอันตราย

ระบบตรวจจับแก๊สอันตรายเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยแจ้งเตือนผู้ปฏิบัติงานให้รับทราบถึงแก๊สอันตรายในระยะแรก ๆ ได้ แต่ก็ขึ้นอยู่กับ การออกแบบและผังการจัดวางที่ถูกต้องและเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ตรวจจับประเภทนั้น ๆ และเมื่อระบบตรวจจับแก๊สอันตรายได้ถูกออกแบบและติดตั้งแล้ว ผู้ใช้งานจะต้องระลึกอยู่เสมอว่าระบบตรวจจับนี้ เป็นแค่เพียงส่วนหนึ่งของแผนการบริหารจัดการความปลอดภัยโดยรวมของสถานประกอบการ ทั้งนี้จะเกิดประโยชน์สูงสุด

ระบบตรวจจับแก๊สอันตรายเป็นสิ่งสำคัญที่จะช่วยแจ้งเตือนผู้ปฏิบัติงานให้รับทราบถึงแก๊สอันตรายในระยะแรก ๆ ได้ แต่ก็ขึ้นอยู่กับ การออกแบบและผังการจัดวางที่ถูกต้องและเหมาะสมกับลักษณะการใช้งานของอุปกรณ์ตรวจจับประเภทนั้น ๆ และเมื่อระบบตรวจจับแก๊สอันตรายได้ถูกออกแบบและติดตั้งแล้ว ผู้ใช้งานจะต้องระลึกอยู่เสมอว่าระบบตรวจจับนี้ เป็นแค่เพียงส่วนหนึ่งของแผนการบริหารจัดการความปลอดภัยโดยรวมของสถานประกอบการ ทั้งนี้จะเกิดประโยชน์สูงสุดถ้ามี “ระบบติดตาม (Monitoring System)” ที่ไม่เพียงแต่รู้ว่า มีจำนวนเซ็นเซอร์เท่าไร แต่ต้องมีการติดตามข้อมูลแบบนาฬิกาที่ต่อเนื่อง (Real-time Data) ที่ได้จากอุปกรณ์ตรวจจับ เพื่อนำไปใช้ปรับปรุงความปลอดภัยแบบองค์รวมของสถานประกอบการ รวมถึงความปลอดภัยของตัวผู้ปฏิบัติงานอีกด้วย “การประเมินอันตราย (Hazard Assessment)” อย่างละเอียดควรที่จะดำเนินการก่อนที่จะเลือกสรร สั่งซื้อ และติดตั้งระบบตรวจจับแก๊สอันตราย จุดมุ่งหมายของการประเมิน ก็คือการลดความเสี่ยงต่อชีวิตและทรัพย์สินจากผลกระทบของการรั่วไหลของแก๊สอันตราย โดยมีหลายปัจจัยที่ควรพิจารณาเพื่อที่จะเป็นข้อมูลสำหรับการเลือกสรรอุปกรณ์ตรวจจับฯ ให้มีความเหมาะสมมากที่สุดกับประเภทของแก๊สอันตรายที่สถานประกอบการอาจต้องเผชิญ รวมถึงการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สอันตรายให้สามารถใช้งานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ มีความเที่ยงตรงแม่นยำ ครอบคลุม และปลอดภัย

(1) การชี้แจงบริเวณที่มีโอกาสเกิดอันตราย เราสามารถแบ่งจุดของพื้นที่งานที่มีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายได้เป็น 2 หมวดกว้าง ๆ ได้แก่ “จุดรั่วไหลของแก๊สอันตราย (Release Points)” เป็นบริเวณที่แก๊สอันตรายสามารถถูกปลดปล่อยออกมา และ “จุดรับการรั่วไหลของแก๊สอันตราย (Receptor Points)” เป็นบริเวณที่แก๊สอันตรายสามารถก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ทรัพย์สิน หรืออุปกรณ์

ในกรณีของแก๊สไวไฟหรือติดไฟได้ จุดรับการรั่วไหลของแก๊สอันตราย (Receptor Points) ก็จะเป็นแหล่งจุดติดไฟ (Ignition Source) แบบพิเศษ กล่าวคือ ถ้าไม่มีการจุดติดไฟก็จะไม่มีอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงาน ทรัพย์สิน หรืออุปกรณ์ เว้นเสียแต่จะมีโอกาสจะเกิดขึ้นได้ในกรณีที่ออกซิเจนมี

ปริมาณลดลง ตามทฤษฎีแล้ว ท่อส่งแก๊สทั้งหมดและอุปกรณ์ทุกชิ้นที่บรรจุหรือสัมผัสกับสารอันตราย ตลอดจนพื้นที่โดยรอบทั้งหมด ก็ถือว่าเป็นบริเวณที่มีโอกาสเกิดอันตราย แต่ในทางปฏิบัติแล้วโดยทั่วไปมักจะมุ่งให้ความสนใจไปยังบริเวณที่มีโอกาสเกิดอันตรายในจำนวนที่น้อยกว่าที่ควรจะเป็น เพื่อประหยัดงบประมาณในการเฝ้าติดตามและค่าใช้จ่ายในการบำรุงรักษาอย่างต่อเนื่อง ในขณะที่สถานประกอบการต่าง ๆ โดยมากแล้วจะมีจุดรั่วไหลของแก๊สอันตรายและจุดรับการรั่วไหลของแก๊สอันตรายในจำนวนที่มากกว่านี้ ฉะนั้น จึงเป็นสิ่งสำคัญในการตระหนักว่าจุดของพื้นที่งานที่มีโอกาสเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายทั้ง 2 หมวดนี้ไม่จำเป็นที่จะต้องตั้งอยู่ในพื้นที่งานเดียวกันเสมอไป

- จุดรั่วไหลของแก๊สอันตราย (Release Points) ควรทำการชี้บ่งจุดที่มีการรั่วไหลของแก๊สอันตราย โดยการทบทวนแผนผังที่แสดงตำแหน่งบริเวณจุดเสี่ยงทั้งหมด ซึ่งจะให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ทำให้ทราบถึงบริเวณที่มีความเสี่ยงที่จะเกิดอันตรายจากแก๊ส โดยจำแนกประเภทของแก๊สอันตรายไว้ด้วย ในขณะที่การบริหารจัดการความปลอดภัยในกระบวนการ (Process Safety Management) และแผนการบริหารจัดการความเสี่ยง (Risk Management Plans) ก็สามารถให้ข้อมูลในทำนองเดียวกันนี้สำหรับพื้นที่งานที่มีการดำเนินงานกับแก๊สพิษ นอกจากนี้ยังสามารถใช้แผนภาพแสดงกระบวนการและอุปกรณ์ (P&IDs) เพื่อชี้บ่งจุดเสี่ยงที่จะเกิดการรั่วไหลของแก๊สและพื้นที่ที่มีโอกาสก่อตัวของแก๊สอันตรายได้ ในการใช้เอกสารชี้บ่งประเภทนี้ ควรทำการประเมินอย่างรอบคอบสำหรับพื้นที่จัดเก็บและคลังสินค้าแก๊สอันตราย เช่นเดียวกับพื้นที่งานในส่วนของการแจกจ่าย การผลิต การระบายอากาศ และระบบบำบัดของเสียหรือแก๊ส ส่วนเส้นทางในการขนส่งแก๊สหรือของเหลวที่มีแรงดันสูง ควรถูกรวมอยู่ในการประเมินอันตรายนี้ด้วย โดยทั่วไปแล้ว อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สอันตรายที่ใช้ในการเฝ้าติดตามจุดเสี่ยงที่มีการรั่วไหลของแก๊สอันตราย ควรถูกจัดวางให้อยู่ใกล้กับจุดที่มีโอกาสจะเกิดการรั่วไหล ยกตัวอย่างเช่น ตัวกันรั่วและหน้าแปลนของปั๊มและคอมเพรสเซอร์ ขากรองดินวาล์ว ชุดขยายข้อต่อ ปะเก็น ข้อต่อท่อแบบขันอัด จุดรอยเชื่อมต่อ พื้นที่ในส่วนขนถ่าย พื้นที่ในส่วนจัดเก็บแก๊สและของเหลว จุดเก็บตัวอย่าง ห้องเก็บแบตเตอรี่ จุดที่มีส่วนผ่านไหล (เช่น บ่อเก็บของเสีย พื้นที่บำบัดน้ำเสียและน้ำมัน) หรือท่อจ่ายแก๊สหลายทางเป็นต้น

- จุดรับการรั่วไหลของแก๊สอันตราย (Receptor Points) ควรทำการทบทวนแผนผังของสถานประกอบการ ระบุพื้นที่ที่มีความหนาแน่นของจำนวนผู้ปฏิบัติงานในสถานะการทำงานปกติ รวมถึงเส้นทางอพยพและทางหนีไฟด้วย อุปกรณ์ตรวจจับการรั่วไหลแก๊สอันตรายที่ถูกใช้ในการเฝ้าติดตามจุดรับการรั่วไหล ควรถูกติดตั้งระหว่างจุดรั่วไหลและจุดรับการรั่วไหลของแก๊สอันตราย ยกตัวอย่างจุดรับการรั่วไหลของแก๊สอันตราย เช่น ที่อับอากาศ พื้นที่ปฏิบัติงานที่มีจำนวนพนักงานอยู่หนาแน่น ท่ออากาศเข้า พื้นที่งานที่มีการใช้เครื่องยนต์เผาไหม้ภายใน ชุมชนและสาธารณูปโภคที่อยู่ใกล้เคียง เป็นต้น

(2) การระบุให้แน่ชัดถึงคุณลักษณะของแก๊ส (Gas Characteristics) “ความหนาแน่นของไอ (Vapor Density)” เป็นเกณฑ์สำคัญในการวางตำแหน่งเซ็นเซอร์แก๊ส แก๊สที่หนักกว่าอากาศรวมถึงไอระเหยจากของเหลวที่มีแรงดันไอสูง มีแนวโน้มที่จะลอยลงต่ำไปตามพื้นดิน และมักจะสะสมในพื้นที่ต่ำ (เช่น หลุม) ตลอดจนสามารถรวมตัวง่ายและแพร่กระจาย ดังนั้นจึงอาจต้องใช้เซ็นเซอร์หลายตัวในการใช้เผื่อดูตามสารเหล่านี้โดยเฉพาะในพื้นที่เปิดเมื่อเปรียบเทียบกับแก๊สที่เบากว่าอากาศ เซ็นเซอร์สำหรับแก๊สที่หนักกว่าอากาศ เช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ควรถูกติดตั้งใกล้ ๆ ระดับพื้นดิน โดยมีระยะห่างประมาณ 18 -24 นิ้วเหนือพื้นดิน หรือต่ำลงไปกว่านี้สำหรับลักษณะพื้นที่ที่อาจมีการรวมตัวของแก๊ส ในทางตรงกันข้าม เซ็นเซอร์สำหรับแก๊สที่เบากว่าอากาศ โดยทั่วไปก็ควรถูกติดตั้งเหนือจุดที่เป็นอันตราย สำหรับพื้นที่งานในลักษณะปิด อาจจะใช้การติดตั้งตัวเซ็นเซอร์สำหรับแก๊สที่มีความหนาแน่นไอลำไว้ที่เพดานห้อง ส่วนแก๊สที่มีความหนาแน่นใกล้เคียงกับอากาศก็ควรติดตั้งตัวเซ็นเซอร์ไว้ที่ตำแหน่งเดียวกับระดับหายใจหรือใกล้เคียง และเมื่อเผื่อดูตามภาวะขาดออกซิเจน ก็ควรพิจารณาความหนาแน่นของแก๊สที่จะเข้าแทนที่ออกซิเจนได้ ตัวอย่างเช่น ห้องจัดเก็บถังแก๊สฮีเลียมสิ่งบ่งชี้อันดับแรกของการรั่วไหลจะเห็นได้โดยตัวเซ็นเซอร์วัดปริมาณออกซิเจน ซึ่งจะติดตั้งไว้ใกล้กับเพดานห้อง (แก๊สฮีเลียมจะเพิ่มปริมาณขึ้นและไลอยออกซิเจนไปอยู่บนเพดานห้อง)เมื่อทำการประเมินความหนาแน่นของไอ ก็ควรจะหมายรวมไปถึงแก๊สที่ปลดปล่อยความร้อนด้วย ส่วนแก๊สที่อยู่ในสถานะของเหลวและความเบากว่าอากาศ เช่น LNG ก็จะแสดงพฤติกรรมเหมือนกับแก๊สที่หนักกว่าอากาศในทันทีที่หกรั่วไหล แต่ไม่นานจะเริ่มลอยสูงขึ้นเมื่อไอได้ถูกเจือจางและอุ่นขึ้นเท่ากับอุณหภูมิห้อง คล้ายคลึงกับแก๊สที่มีความร้อนบางชนิดที่หนักกว่าอากาศเช่น ไฮโดรเจนซัลไฟด์ จะลอยสูงขึ้นเมื่อแรกที่ปลดปล่อยออกมา แต่จะเริ่มลอยต่ำลงเมื่อเย็นลงและความหนาแน่นเพิ่มขึ้นเหนือกว่าอากาศ อัตราการระเหยหรือการควบแน่น รวมไปถึงรูปแบบของการจัดเก็บและการปลดปล่อยออกมาของแก๊ส ก็เป็นอีกตัวแปรหนึ่งที่มีผลกระทบต่อการจัดตั้งระบบตรวจจับแก๊สอันตราย เนื่องจากแก๊สที่อยู่ในสถานะของเหลวและของเหลวที่มีแรงดันไอสูงสามารถถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อมีการหกรั่วไหลของของเหลวหรือพ่นเป็นละออง และเกิดการระเหยขึ้นได้ โดยอัตราการระเหยจะแปรเปลี่ยนไปตามพื้นที่ผิวของหยดน้ำ จุดเดือด หรือแรงดันไอของของเหลว และความร้อนที่ส่งผ่านมาจากพื้นดินและบรรยากาศ โดยทั่วไปแล้ว อัตราการระเหยหรือการควบแน่นที่ต่ำกว่า จะมีความสำคัญมากในการจัดวางเซ็นเซอร์ไว้ใกล้ตำแหน่งที่มีการสะสมของของเหลว ในขณะที่ กระแสอากาศตามธรรมชาติหรือจากระบบระบายอากาศก็ควรที่จะถูกนำมาพิจารณาเมื่ออัตราการระเหยเพิ่มขึ้นด้วย แก๊สที่ถูกจัดเก็บหรือลำเลียงภายใต้แรงดันจะถูกปลดปล่อยออกมาเสมือนแก๊สพ่น สามารถที่จะคาดเดาตำแหน่งปลดปล่อยและทิศทางได้ เช่น มีวาล์วควบคุมที่สามารถบังคับทิศทางของแก๊สที่พ่นออกมา โดยทั่วไปก็จะวางตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับการรั่วไหลไว้บริเวณเส้นทางผ่านของแก๊ส

หรือไม่ก็จัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ตรวจจับการรั่วไหลไว้ที่หลาย ๆ จุดรอบ ๆ บริเวณที่มีโอกาสเกิดอันตราย หรือบริเวณพื้นที่ที่แก๊สจะพัดผ่านหรือตกลงภายหลังที่ถูกปลดปล่อยออกมา

(3) การระบายอากาศและกระแสอากาศ การระบายอากาศของโรงงานเป็นสิ่งสำคัญหลักประการหนึ่ง ที่ควรมีการพิจารณาเมื่อทำการวางแผนและวางระบบตรวจจับแก๊สอันตราย โดยระบบระบายอากาศ (Ventilation System) ทั้งหมดควรได้รับการประเมินก่อนที่จะจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์เซ็นเซอร์ การประเมินควรพิจารณาถึงรูปแบบการระบายอากาศทั้งแบบลมธรรมชาติ และจากระบบระบายอากาศภายในโรงงาน ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องเข้าใจว่าแก๊สสามารถถูกพัดพาตามกระแสลมธรรมชาติได้อย่างไร เนื่องจากระบบระบายอากาศของโรงงานในแต่ละพื้นที่ก็อาจมีความแตกต่างกันออกไป และในบางครั้งอาจจะมีกระแสลมที่แรงพัดผ่านด้วยควรให้ความสนใจเป็นพิเศษในบริเวณจุดจับต่าง ๆ เช่น ส่วนเว้าของอาคาร ส่วนยอดของหลังคา และหน้าต่างที่ยื่นออกไปจากหลังคา ที่มักจะระบายอากาศได้ไม่ค่อยดีนัก รวมถึงบริเวณที่แก๊สมีแนวโน้มจะสะสมกัน เนื่องจากรูปแบบและความจำเป็นในการระบายอากาศจะมีความแตกต่างกันไปในแต่ละฤดู ดังนั้นในการวางแผนและติดตั้งระบบตรวจจับแก๊สอันตราย จึงต้องพิจารณารูปแบบการระบายอากาศให้มีความเหมาะสมตลอดช่วงรอบปีให้ได้มากที่สุด ในกรณีที่ต้องมีการตรวจจับแก๊สอันตรายภายนอกอาคาร ผู้ออกแบบจะต้องคำนึงถึงผลกระทบเกี่ยวกับแรงลม และเรื่องของฤดูกาลด้วย นั่นคือ ในบางครั้งอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบตรวจจับแก๊สรั่ว จะต้องถูกติดตั้งอยู่ในสภาวะแวดล้อมของอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละช่วงเวลาในรอบวัน โดยตอนกลางวันอาจจะมีอากาศร้อนมากในขณะที่กลางคืนกลับมีอากาศเย็น เมื่อเกิดความแตกต่างในเรื่องของอุณหภูมิระหว่างช่วงเวลากลางวันกับช่วงเวลากลางคืนเช่นนี้แล้ว การออกแบบก็ต้องแน่ใจว่าเซ็นเซอร์จะยังคงทำงานอยู่ได้ หรือหากอุปกรณ์ในระบบตรวจจับแก๊สอันตรายจำเป็นต้องติดตั้งอยู่กลางแจ้ง เผชิญกับฝนฟ้า ฝุ่นละออง และสิ่งสกปรกต่าง ๆ ก็มีความจำเป็นต้องเลือกใช้อุปกรณ์พิเศษซึ่งมีความทนทานต่อสภาวะดังกล่าวได้และเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ เครื่องมือภายในสถานประกอบการก็ควรถูกหยิบขมมาพิจารณาด้วย เพราะอาจมีผลกระทบต่อรูปแบบการเคลื่อนไหวของอากาศ และส่งผลต่อประสิทธิภาพและความเหมาะสมของการจัดวางระบบตรวจจับแก๊สอันตรายที่มีอยู่เดิม

(4) ประเภทของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สอันตรายและเซ็นเซอร์ โดยทั่วไปแล้ว อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สอันตรายจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทหลัก ๆ คือ แบบพกพา (Portable Gas Detector) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับฯ ที่ผู้ใช้งานสามารถพกพาติดตัวไปได้ และอีกแบบก็คือ แบบติดตั้งอยู่กับที่ (Fixed System) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับฯ ที่ไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ ซึ่งอาจต้องใช้ผู้ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ในขณะที่ชนิดของเซ็นเซอร์ (Sensor) โดยทั่วไป ก็จะมีอยู่ 4 ประเภทหลัก ๆ ก็คือ

- Catalytic Sensor มีหลักการทำงานคือ เมื่อมีแก๊สผ่านเข้ามายังตัวเซ็นเซอร์ ก็จะส่งผลให้ค่าความต้านทานลัพท์ในวงจรบริดจ์เกิดการไม่สมดุล และส่งสัญญาณเอาต์พุตออกมา ซึ่งเป็นค่าที่แปรผันแบบเป็นสัดส่วนกับค่าความหนาแน่นของแก๊ส เซ็นเซอร์ชนิดนี้มีข้อดี คือ ราคาไม่แพง มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน ง่ายต่อการออกแบบในการใช้งาน รวมถึงมีความทนทานสูงอีกด้วย ส่วนข้อเสีย คือ อาจมีผลกระทบที่เป็นพิษได้จากสารเร่งปฏิกิริยาที่ฉาบเคลือบที่ขดลวดไฟฟ้า เซ็นเซอร์ประเภทนี้เหมาะกับการตรวจจับแก๊สติดไฟได้ (Combustible Gases)

- Electrochemical Sensor มีหลักการทำงานคือ โครงสร้างที่อยู่ภายในอันประกอบไปด้วยสารอิเล็กโทรไลต์ จะทำปฏิกิริยากับแก๊สที่ผ่านเข้ามายังตัวเซ็นเซอร์ แต่ก็มีข้อจำกัดตรงที่ตรวจจับแก๊สได้เป็นบางชนิด เช่น คลอรีน คาร์บอนมอนอกไซด์ ไฮโดรเจนซัลไฟด์ และไฮโดรเจน เซ็นเซอร์ประเภทนี้เหมาะกับการตรวจจับแก๊สพิษที่ไม่ติดไฟ

- Infrared Sensor มีหลักการทำงานคือ ใช้อุปกรณ์ประเภทแสงทำหน้าที่ตรวจจับแก๊ส เซ็นเซอร์ชนิดนี้มีข้อดี คือ ไม่เกิดผลกระทบที่เป็นพิษจากสารเร่งปฏิกิริยาภายในตัวเซ็นเซอร์ ส่วนข้อเสีย คือ ลำแสงที่ใช้ในการตรวจจับแก๊สอาจถูกเบี่ยงเบนโดยสิ่งกีดขวางอื่น ๆ ได้ เซ็นเซอร์ประเภทนี้เหมาะกับการตรวจจับแก๊สติดไฟได้ (Combustible Gases)

- Solid State Sensor มีหลักการทำงานคือ เมื่อมีแก๊สผ่านเข้ามายังตัวเซ็นเซอร์ ก็จะมีโครงสร้างภายในที่ประกอบไปด้วยสารกึ่งตัวนำ คือ ดีบุกออกไซด์ (Tin Oxide) ซึ่งจะมีคุณสมบัติเฉพาะตัว ก็จะทำให้การตอบสนองต่อแก๊สที่ผ่านเข้ามา โดยเกิดการเปลี่ยนค่าความต้านทาน ข้อดีคือ สามารถตรวจจับแก๊สได้หลายชนิดในย่าน ppm อีกทั้งราคาไม่แพง มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน รวมถึงมีความทนทานสูงอีกด้วย แต่ก็มีข้อเสีย คือ อาจมีความจำเป็นต้องปรับตั้งเครื่องบ่อย เนื่องจากอาจเกิดความผิดพลาดในการอ่านค่าได้เมื่อเซ็นเซอร์ตอบสนองกับแก๊สที่ปะปนอยู่ในธรรมชาติ เซ็นเซอร์ประเภทนี้เหมาะกับการตรวจจับแก๊สพิษที่ไม่ติดไฟ

(5) ประสิทธิภาพของตัวเซ็นเซอร์ (Sensor) จะพิจารณาจาก

- ความไวต่อการตอบสนอง (Response Time) คือ ความสามารถในการตอบสนองได้อย่างรวดเร็วในทันทีที่แก๊สที่ทำการวัดมาสัมผัสเข้ากับตัวเซ็นเซอร์ คุณสมบัติข้อนี้มีความสำคัญมาก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อแก๊สที่ทำการวัดเป็นแก๊สพิษ หรือ แก๊สไวไฟ เพื่อจะได้หลีกเลี่ยงและแก้ไขได้อย่างทันทั่วทั้งที่ ก่อนที่จะได้รับอันตรายหรือเกิดเหตุการณ์ร้ายแรงในบริเวณที่ทำการวัดแก๊ส หากเกิดกรณีแก๊สรั่วไหลออกมา

- ความไวในการวัด (Sensitivity) คือ ความสามารถของตัวเซ็นเซอร์ที่จะบอกความแตกต่างของปริมาณแก๊สที่จะทำการวัด เช่น เซ็นเซอร์บางชนิดไม่สามารถบอกความแตกต่างของแก๊สในปริมาณน้อย ๆ ได้ ดังนั้นเมื่อนำไปวัด แก๊สในสองบริเวณที่มีแก๊สแตกต่างกันน้อยมาก ก็จะทำให้เกิดความเข้าใจผิดได้ว่าบริเวณทั้งสองมีแก๊สในปริมาณเท่ากัน คุณสมบัติชนิดนี้จะมีผลสำคัญในกรณีแก๊สที่วัดมีปริมาณน้อย ๆ หรือต้องการความถูกต้องในการวัดสูงเท่านั้น

- ความมีเสถียรภาพ (Stability) คือ ผลในการวัดคงที่ไม่เสื่อมสภาพเร็วในการใช้งาน เพื่อให้เซ็นเซอร์สามารถใช้วัดได้อย่างต่อเนื่อง โดยทั่วไปเมมเบรนของเซ็นเซอร์ที่ทำจากสารโพลีเมอร์ มักประสบปัญหานี้ในระหว่างการใช้งาน

- พิสัยการวัด (Dynamic Range) คือ ช่วงกว้างของการวัดของเซ็นเซอร์ โดยเซ็นเซอร์บางตัวสามารถวัดแก๊สปริมาณตั้งแต่ 100-10,000 ppm แต่บางตัวมีพิสัยการวัดในช่วง 10-50 ppm เท่านั้น

- ความจำเพาะ (Selectivity) คือ ความสามารถในการแยกแยะความแตกต่างระหว่างแก๊สที่ต้องการวัดกับแก๊สที่ไม่ต้องการวัดได้ กล่าวคือ เซ็นเซอร์ชนิดหนึ่ง ๆ ควรมีความสามารถในการตอบสนองเฉพาะแก๊สชนิดที่ต้องการวัด ไม่ควรที่จะตอบสนองต่อแก๊สชนิดอื่น เพราะจะรบกวนการวัดได้ ในทางปฏิบัติแล้ว ต้องพยายามหาวัสดุที่เหมาะสมที่ไวเฉพาะต่อแก๊สที่ต้องการวัดมาใช้ทำเมมเบรนของเซ็นเซอร์ หรืออาจจะเจือสารบางตัวลงไปในวัสดุที่ใช้ทำเมมเบรนเพื่อให้เมมเบรนมีความไวในการตอบสนองต่อแก๊สที่ต้องการวัดขึ้นมาได้ หรือเฉื่อยต่อแก๊สที่ไม่ต้องการวัด

(6) การจัดวางตำแหน่งติดตั้งเซ็นเซอร์ (Sensor Placement) จะขึ้นอยู่กับหลาย ๆ ปัจจัย โดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 วิธีหลักๆ ในการพิจารณาดำเนินการจัดวางเซ็นเซอร์ วิธีแรก คือ วางให้อยู่ใกล้กับบริเวณที่มีแนวโน้มมากที่สุดว่าจะเกิดการรั่วไหลขึ้น ส่วนวิธีที่สอง คือ การวางเซ็นเซอร์ใกล้บริเวณที่แก๊สอันตรายและอาจมีการสะสมอันก่อให้เกิดการแพร่ของแก๊สหรือไอที่รั่วไหลได้ ในขณะที่ความเข้มข้นของแก๊สหรือไอจะเป็นการพิจารณาว่ามีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้นหรือลดลง และถือเป็นปัจจัยแรกเริ่มในการพิจารณาจำนวนและตำแหน่งของเซ็นเซอร์การเดินสายไฟติดตั้งเซ็นเซอร์เป็นแบบชุดรวม (Series) มักถูกพิจารณาว่ามีวัตถุประสงค์เพื่อลดค่าใช้จ่าย อย่างไรก็ตามวิธีนี้จะส่งผลให้เอาต์พุตมีการสะสม ยากต่อการสอบเทียบ (Calibration) ของตัวเซ็นเซอร์และยังเป็นการลดระดับความปลอดภัยลงด้วย ยิ่งไปกว่านั้น วงจรเปิดในเซ็นเซอร์หนึ่งจะส่งผลต่อการสูญเสียเอาต์พุตของเซ็นเซอร์ที่เหลือในแบบชุดรวมได้ วิธีที่นิยมทำกันก็คือให้เซ็นเซอร์แต่ละตัวเป็นอิสระต่อกัน ทั้งในแง่ของการติดตามและพลังงานที่จ่ายให้ จึงจะทำให้เอาต์พุตที่ออกมามีความน่าเชื่อถือเพื่อใช้เตือนให้ทราบถึงการรั่วของแก๊สและระบุได้ถึงตำแหน่งที่เกิด ตำแหน่งจัดวางเซ็นเซอร์ควรคำนึงถึงขีดจำกัดของอุณหภูมิที่ผู้ผลิตระบุไว้ ส่วนปัจจัยอื่นๆ ที่ต้องนำมาพิจารณา ก็คือ ปริมาณการสั่นสะเทือนที่จะส่งผลต่อการทำงานของเซ็นเซอร์ได้ ตัวอย่างเช่น การติดตั้งใกล้กับเครื่องยนต์กังหัน (Turbine Engines) หรือเครื่องปั๊ม อาจจะทำให้มีระดับการสั่นสะเทือนสูงและสร้างความเสียหายต่อตัวเซ็นเซอร์ได้ ยิ่งไปกว่านั้น การสั่นพ้องของความถี่ธรรมชาติ (Natural Resonant Frequency) ของเซ็นเซอร์ต้องถูกนำมาพิจารณาเมื่อจะประเมินคุณลักษณะการสั่นของตำแหน่งที่ตั้งนั้น ๆ ด้วย อายุการใช้งานของเซ็นเซอร์จะถูกทำให้สั้นลงอย่างมีนัยสำคัญถ้าการสั่นพ้องเกิดขึ้นระหว่างเซ็นเซอร์และตำแหน่งที่ติดตั้ง เซ็นเซอร์ควรจะถูกติดตั้งในตำแหน่งที่ง่ายต่อการเข้าไปตรวจสอบและสอบเทียบ

ข้อควรพิจารณาในการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สอันตราย มีดังนี้ คือ

- ความหนาแน่นของแก๊ส (Gas Density) ในกรณีที่แก๊สหนักกว่าอากาศ มีข้อเสนอแนะว่าควรติดตั้งเซ็นเซอร์ในระยะห่างจากระดับพื้นห้องประมาณ 18 นิ้ว ซึ่งประโยชน์ประการหนึ่งที่ได้รับก็คือ เป็นการป้องกันความเสียหายทางกายภาพที่จะเกิดขึ้นกับตัวเซ็นเซอร์ ส่วนแก๊สที่เบากว่าอากาศ เซ็นเซอร์ควรจะติดตั้งที่ระดับสูงหรือใกล้กับแหล่งต้นกำเนิดที่มีโอกาสรั่วไหลของแก๊สอันตราย

- แหล่งต้นกำเนิดที่มีโอกาสรั่วไหลของแก๊สอันตราย (Potential Gas Sources) ตำแหน่งและลักษณะของแหล่งปลดปล่อยแก๊สหรือไออันตรายจำเป็นต้องได้รับการประเมิน รวมถึงปัจจัยต่าง ๆ เช่น แรงดัน จำนวน อุณหภูมิ และระยะห่าง เป็นต้น

- อุณหภูมิโดยรอบ (Ambient Temperature) ควรที่จะมั่นใจได้ว่าระบบที่ถูกติดตั้งอยู่ในพื้นที่ที่มีความสอดคล้องกับช่วงอุณหภูมิในการใช้งานที่ระบุไว้

- การสั่นสะเทือน (Vibration) ควรติดตั้งเครื่องส่ง (Transmitter) และเซ็นเซอร์ในตำแหน่งที่สามารถลดแรงสั่นสะเทือนให้ได้มากที่สุด

- การเข้าถึง (Accessibility) เมื่อทำการพิจารณาหาตำแหน่งที่จะติดตั้งเครื่องส่ง (Transmitter) และเซ็นเซอร์ ควรคำนึงถึงความสะดวกในการเข้าถึงเพื่อบำรุงรักษาและสอบเทียบไว้ล่วงหน้าด้วย

- หลีกเลี่ยงน้ำและความชื้นจากการควบแน่น (Avoid Water and Condensing Humidity) หยดน้ำที่เกาะอยู่บนผิวภายนอกเมมเบรนของเซ็นเซอร์ จะลดประสิทธิภาพเซ็นเซอร์หรือทำให้เซ็นเซอร์ใช้งานไม่ได้ ดังนั้นติดตั้งภายนอกอาคารควรมีการป้องกันไม่ให้เปียกฝนด้วย

- หลีกเลี่ยงสนามแม่เหล็กอย่างแรง (Avoid Strong Electromagnetic Fields) การติดตั้งเครื่องส่ง (Transmitter) อยู่ใกล้กับหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังหรือสนามแม่เหล็กอย่างแรง อาจก่อให้เกิดผลลัพธ์อันไม่พึงปรารถนาขึ้นได้

- หลีกเลี่ยงแรงดันอากาศและความเร็วอากาศที่มากเกินไป (Avoid Pressure and Excessive Air Velocity) ถ้ามีแรงดันอากาศและความเร็วอากาศในระดับสูงอาจส่งผลให้การตรวจวัดไม่ถูกต้องแม่นยำเท่าที่ควร และทำให้อายุการใช้งานของเซ็นเซอร์ต่ำลงด้วย

- การซีลท่อสายไฟ (Conduit Seals) ควรป้องกันเครื่องส่งอิเล็กทรอนิกส์จากความชื้นโดยการซีลสายไฟตลอดสายและขันฝาครอบกำบังเครื่องส่งให้แน่นด้วย

- ระยะห่าง (Distance) ระบบทั้งหมดที่แยกตัวเซ็นเซอร์หรือเครื่องส่งให้ห่างจากตู้ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ จะมีระยะห่างตามข้อกำหนดทางเทคนิค และควรมั่นใจได้ว่าระยะห่างสำหรับการใช้งานจะยังคงอยู่ภายใต้ข้อกำหนด

(7) เรียนรู้วิธีใช้งานให้เข้าใจ (Understand the Application) ก่อนจัดซื้อระบบตรวจจับแก๊สอันตราย ต้องตัดสินใจว่าแก๊สใดที่ระบบควรเฝ้าติดตาม การศึกษาข้อกำหนดทางกฎหมายจะเป็น

จุดเริ่มต้นที่ดีสำหรับการตัดสินใจ แต่อาจจะไม่มีรายละเอียดที่ครอบคลุมได้ทั้งหมด ดังนั้น จึงจำเป็นต้องหาข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ผลิต ซึ่งสิ่งสำคัญที่สุดประการหนึ่งในการพิจารณา ก็คือ การค้นหาชนิดอันตรายที่แท้จริงจากแก๊สนั้น และพิจารณาว่าอันตรายเหล่านั้นเป็นผลจากความเสียหายของการเป็นพิษหรือความเสี่ยงของการระเบิด ซึ่งแก๊สพิษบางตัวจะมีอันตรายมากกว่าตัวอื่น ๆ จึงควรประเมินความเป็นพิษที่แน่ชัดของแก๊สอันตรายนั้น ๆ โดยเทียบเคียงจากมาตรฐานต่าง ๆ ที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการเฝ้าติดตาม

เช่น LC50 (the Median Lethal Concentration), Short – Term Exposure Limit (STEL), Ceiling Limit (the concentration that should not be exceeded) และ IDLH (the concentration Immediately Dangerous to Life and Health)

อันตรายขั้นต้นที่เชื่อมโยงกับการดำเนินการกับแก๊สไวไฟหรือแก๊สติดไฟได้ ก็คือ ความเสี่ยงของการระเบิดที่เป็นผลจากการหกรั่วไหล และสิ่งที่ควรเฝ้าติดตาม ก็คือ อุณหภูมิต่ำสุดของจุดวาบไฟหรือค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้แก๊สติดไฟหรือระเบิดได้ (the Lower Explosive Limit: LEL)

ระบบตรวจจับแก๊สอันตรายนั้น ควรจะมีการติดตั้งอุปกรณ์เฝ้าติดตาม (Monitoring devices) เพื่อใช้ตรวจจับการรั่วไหลของสารไวไฟหรือสารติดไฟได้ ซึ่งมีจุดวาบไฟต่ำกว่าอุณหภูมิโดยรอบ และสารเหล่านี้สามารถระเหยกลายเป็นไอได้อย่างรวดเร็ว และอาจจะมีปริมาณความหนาแน่นเพียงพอที่จะรวมตัวกับองค์ประกอบอื่น ๆ แล้วเกิดการลุกไหม้หรือระเบิดขึ้นได้นอกจากนี้ แก๊สติดไฟได้ยังเป็นพิษด้วย เนื่องจากมีปริมาณขีดจำกัดที่จะสัมผัสได้โดยไม่เป็นอันตราย (PEL) ต่ำกว่าค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ทำให้แก๊สติดไฟหรือระเบิดได้ (LEL) เมทานอล (Methanol) เป็นตัวอย่างหนึ่ง ที่มีค่า STEL อยู่ที่ประมาณ 250 ppm และต่ำกว่า 6% ของ LEL (หรือ 60,000 ppm) แก๊สชนิดนี้โดยทั่วไปควรจะถูกระบุไว้ในขั้นต้นว่ามีอันตรายจากความเป็นพิษมากกว่าที่จะเป็นอันตรายจากการระเบิด ในบางกรณี แม้แต่แก๊สไม่ไวไฟหรือแก๊สไม่เป็นพิษ (เช่น ไนโตรเจน) ควรจะได้รับการเฝ้าติดตาม เพราะถ้ายังมีความเสี่ยงที่แก๊สเหล่านี้จะรั่วไหลไปยังพื้นที่ปิด ก็จะเป็นการเพิ่มความเสี่ยงของการเกิดภาวะขาดออกซิเจนให้กับผู้ปฏิบัติงานได้ในท้ายที่สุด อย่างไรก็ตาม ก่อนที่จะมีการใช้งานอุปกรณ์ตรวจจับการรั่วไหลของแก๊สอันตราย ก็จะต้องมีการสอบเทียบเซ็นเซอร์เสียก่อน โดยการตั้งค่าไว้ที่ศูนย์ (Zero) และตั้ง Span ของช่วงการวัด ซึ่งโดยปกติจะใช้อากาศภายในห้องเป็นสถานะปรับตั้ง Zero และใช้ Test Gas สำหรับปรับตั้ง Span ระบบตรวจจับแก๊สอันตราย (Hazardous Gas Detection System) นั้น จะมีสัญญาณเตือนขึ้นในกรณีต่างๆ เช่น เตือนให้รู้ว่าระบบกำลังขาดพลังงาน หรือเมื่อการทำงานของระบบผิดปกติไป และเตือนเมื่อการสื่อสารเกิดขัดข้อง เป็นต้น โดยระบบจะส่งสัญญาณเตือนเพื่อให้ผู้ควบคุมเข้ามาดำเนินการแก้ไข ทั้งนี้ โดยทั่วไปแล้ว ระบบตรวจจับแก๊สอันตราย สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (PLC) หรือระบบควบคุมในกระบวนการผลิต และระบบรวบรวมข้อมูล (Data

Acquisition) ได้ จากที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่า ระบบตรวจจับแก๊สอันตราย (Hazardous Gas Detection System) มีความสำคัญอย่างมากต่ออุตสาหกรรมที่ต้องเผชิญกับแก๊สอันตรายอยู่ทุกเมื่อเชื่อวัน เพราะไม่รู้ว่ในวันหนึ่งวันใดจะเกิดเหตุไม่คาดฝันขึ้นกับธุรกิจของตน ดังนั้น สุภาษิตที่ว่า “กันไว้ดีกว่าแก้ แก้แล้วจะแก้ไม่ทัน” ก็ยังคงใช้ได้อยู่เสมอ แต่ถึงจะมีระบบตรวจจับแก๊สอันตรายแล้วก็ตาม ก็ไม่ได้เป็นการรับประกันความปลอดภัยได้ 100% เพราะระบบตรวจจับฯ ต้องพึ่งคน และคนที่พึ่งระบบตรวจจับฯ ถ้าวันหนึ่งวันใดระบบรวนหรือคนเผลอเรอก็ย่อมเกิดความเสี่ยงได้ ดังนั้นจึงต้องตรวจสอบระบบให้พร้อมใช้งานอย่างสม่ำเสมอ และทำการฝึกอบรมผู้ปฏิบัติงานให้รับรู้และตระหนักถึงอันตรายด้วยเช่นกัน



บทที่ 3

หลักการการทำงานของอุปกรณ์และโปรแกรม

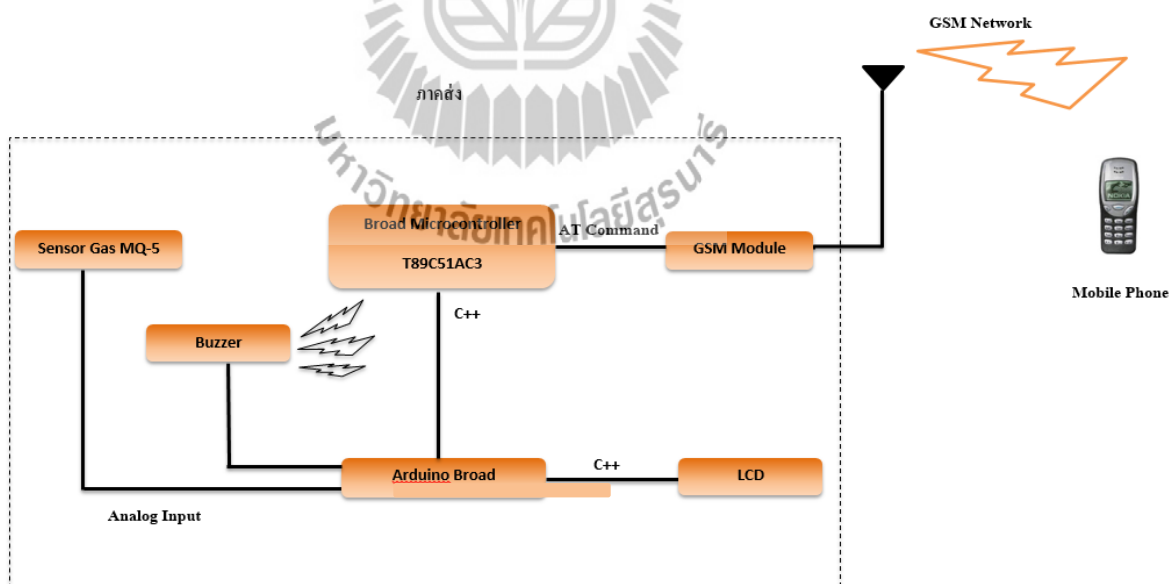
ในการใช้งานระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM

3.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM หน้าที่และการใช้งานส่วนประกอบต่างๆ การเขียนโปรแกรมและใช้โปรแกรมควบคุมการทำงาน และการเชื่อมต่อส่วนประกอบต่างๆ ให้ทำงานร่วมกัน

3.2 โครงสร้างของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM

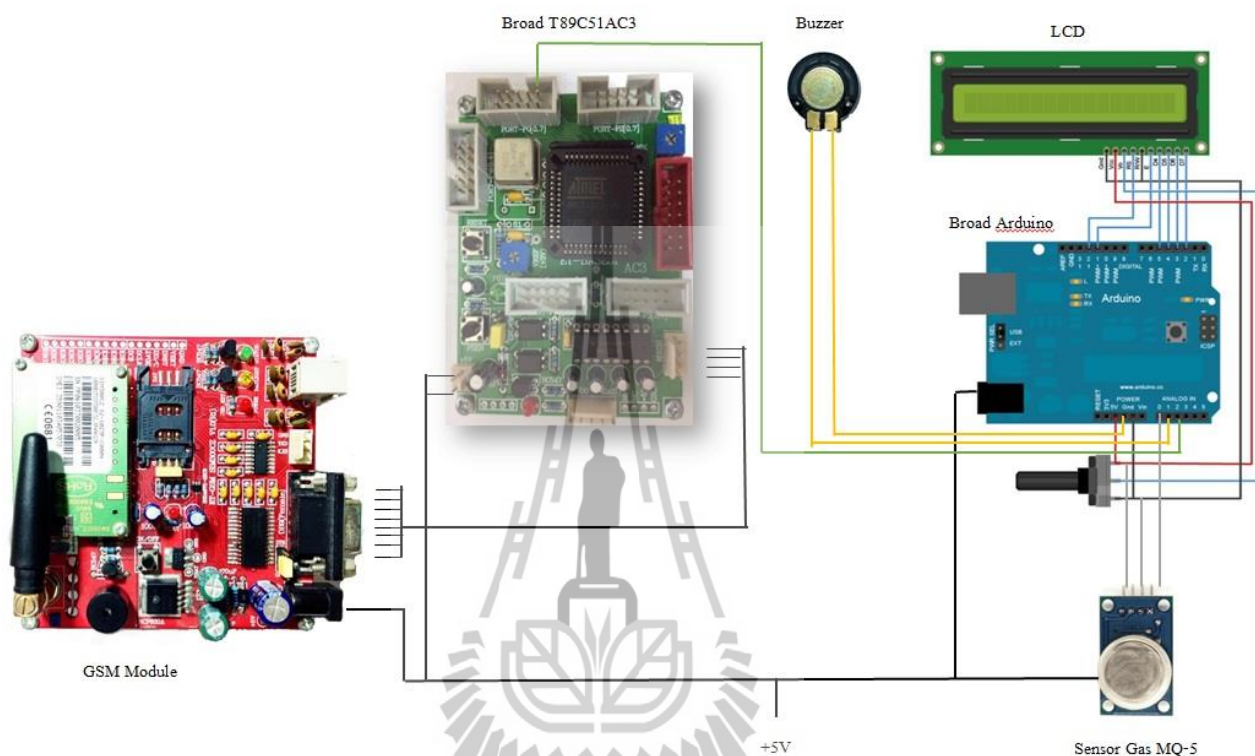
ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM นี้ มีโครงสร้างในการทำงานซึ่งประกอบไปด้วยเซนเซอร์ตรวจวัดแก๊ส GasSensor(MQ5) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ T89C51AC3 GSM Module (SIM300CZ) โทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM โปรแกรม Keil C51 V802 โปรแกรม FLIP 2.4.4 ที่ใช้เขียนโปรแกรมลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (T89C51AC3) โปรแกรม Arduino IDE ที่ใช้เขียนโปรแกรมลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และจอแสดงผล LCD ในการวัดระดับความเข้มข้นของแก๊ส รวมทั้งลำโพงบuzzer (Buzzer) ที่ส่งเสียงแจ้งเตือนเมื่อค่าแก๊สเข้มข้นถึง 200 ppm



รูปที่ 3-1 แสดงถึงลำดับการทำงานจากภาคส่งไปจนถึง Mobile phone

3.3 Hardware ของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์ Hardware แต่ละตัวของเครื่องตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ซึ่งโครงสร้างโดยรวม และคุณสมบัติของอุปกรณ์แต่ละตัวมีดังนี้



รูปที่ 3-2 โครงสร้างของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM

3.3.1 เซนเซอร์ตรวจจับแก๊ส MQ-5

เซนเซอร์ที่เรานำมาใช้ในเครื่องตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM นั้นเป็นเซนเซอร์แก๊สรุ่น MQ-5 Combustible Gas Sensor Module ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้



รูปที่ 3-3 Sensor GAS MQ-5

MQ-5 Combustible Gas Sensor Module เป็นโมดูลตรวจวัดแก๊ส ที่ไวต่อแก๊สไวไฟในกลุ่ม LPG, CH₄, Natural Gas, Hydrogen จึงเป็นเซ็นเซอร์ที่นิยมนำมาใช้ในการตรวจจับการรั่วของแก๊สต่างๆ เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากการรั่วไหลนั้นได้

โดยเซ็นเซอร์ MQ-5 นี้มีจุดเด่นที่มีความไวต่อ ไอระเหยของแอลกอฮอล์และควันต่ำกว่า เซ็นเซอร์ MQ-2 จึงสามารถนำไปติดตั้งในบริเวณที่อาจมีควันจากการปรุงอาหาร/สูบบุหรี่ โดยที่ไม่ถูกรบกวนได้

- ใช้แรงดัน 5V
- ให้เอาที่พุดทั้งสัญญาณอนาล็อกซึ่งเป็นค่าที่วัดได้จริง และสัญญาณดิจิตอลสามารถปรับตั้งระดับแรงเตือนได้
- เมื่อป้อนแรงดันให้แก่เซ็นเซอร์ ต้องรอการอุ่นขึ้นอย่างน้อย 20 วินาที ก่อนทำการวัดค่าการประยุกต์ใช้

เซ็นเซอร์ตรวจจับแก๊ส MQ5 สามารถประยุกต์ใช้เพื่อตรวจจับแก๊สในพื้นที่เสี่ยง ทั้งในบ้าน และโรงงาน หรือที่อื่นๆซึ่งมี โอกาสเกิดการรั่วไหลของแก๊ส มันสามารถตรวจจับLPG,แก๊สธรรมชาติ แต่ควรหลีกเลี่ยงควันจากการทำอาหารและควันบุหรี่

รายละเอียด

1.เงื่อนไขมาตรฐาน

ตารางที่ 3-1 เงื่อนไขมาตรฐาน

สัญลักษณ์	ชื่อพารามิเตอร์	เงื่อนไขทางเทคนิค	หมายเหตุ
Vc	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
VL	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
PL	Load resistance	20KΩ	
RH	Heater resistance	31• ±10%	Room Tem
PH	Heating consumption	less than 800mw	

2.เงื่อนไขทางสภาพแวดล้อม

ตารางที่ 3-2 เงื่อนไขทางสภาพแวดล้อม

สัญลักษณ์	ชื่อพารามิเตอร์	เงื่อนไขทางเทคนิค	หมายเหตุ
Tao	อุณหภูมิใช้งาน	-10°C-50°C	AC OR DC
Tas	อุณหภูมิเก็บรักษา	-20°C-70°C	AC OR DC
RH	ความชื้นสัมพัทธ์	less than 95%Rh	
O2	ความเข้มข้นออกซิเจน	เมื่อถึง 21% จะส่งผล กระทบต่อความไวของ เซนเซอร์	ขั้นต่ำ 2%

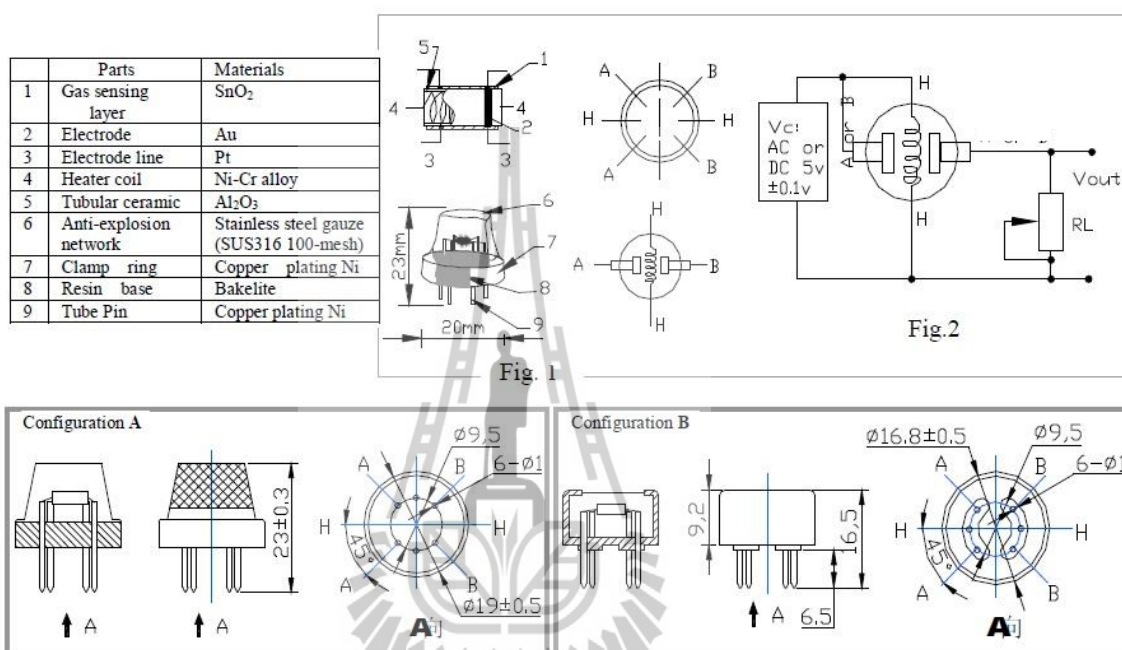
3.ตัวแปลที่ส่งผลต่อความไว

ตารางที่ 3-3 ตัวแปลที่ส่งผลต่อความไว

สัญลักษณ์	ชื่อพารามิเตอร์	เงื่อนไขทางเทคนิค	หมายเหตุ
Rs	ความต้านทานในการ ตรวจวัด	10KΩ- 60KΩ (5000ppm methane)	สามารถตรวจวัดได้ ตั้งแต่ 200-10000ppm LPG,LNGNatural gas, iso-butane, propane Town gas
α(5000ppm/1000 ppm CH4)	ความชันกราฟความ เข้มข้น	≤0.6	
เงื่อนไขมาตรฐานใน การตรวจจับ	อุณหภูมิ: 20°C±2°C Vc:5V±0.1 ความชื้น: 65%±5% Vh: 5V±0.1		
เวลาทำงาน	เกิน24 ชั่วโมง		

โครงสร้างของเซนเซอร์แก๊ส MQ-5

โครงสร้างและการตั้งค่าของเซนเซอร์แก๊ส MQ-5 ได้แสดงไว้ใน รูปที่ 3-4 (มีค่าตาม A และ B) ซึ่งทำจากท่อไมโครเซรามิก Al_2O_3 , Tin Dioxide (SnO_2) ซึ่งเป็นชั้นสำคัญ คือ ส่วนวัดและ heater ติดตั้งไว้ที่เปลือกนอกซึ่งทำจากตาข่ายพลาสติกและสแตนเลส heater ยังมีส่วนสำคัญในการตอบสนองของเซนเซอร์ MQ-5 มีหกหัวต่อ ซึ่งสี่หัวถูกใช้ในการดึงสัญญาณและสองหัวใช้กับ heating current



รูปที่ 3-4 โครงสร้างของเซนเซอร์แก๊ส MQ-5

การปรับปรุงด้านความไว

ความต้านทานของเซนเซอร์นั้นต่างกันไปตามความเข้มข้นของแก๊สแต่ละชนิด เมื่อใช้งานความไวถือเป็นส่วนสำคัญอย่างมาก เราแนะนำให้ผู้ใช้ตรวจสอบสภาพเซนเซอร์และตั้งค่า ดังนี้ ให้ 1000ppm H_2 หรือ LPG ความเข้มข้นในอากาศ และให้ความต้านทานที่โหลดประมาณ 20 $K\Omega$ (10 $K\Omega$ to 47 $K\Omega$) เมื่อกำหนดค่าถูกต้อง การวัดก็มีประสิทธิภาพมากขึ้น อย่างไรก็ตาม ความชื้นและอุณหภูมิก็มีส่วนสำคัญที่ส่งผลกระทบต่อ การวัด

3.3.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEL รุ่น T89C51AC3



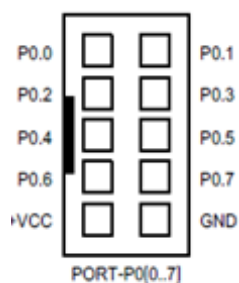
รูปที่ 3-5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEL รุ่น T89C51AC3

ET-BASE51 AC3 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS51 ขนาด 52 Pin ซึ่งเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ AT89C51AC3 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดย MCU รุ่นนี้จะบรรจุอยู่ในตัวถังแบบ 52 Pin PLCC โดย MCU ตัวนี้จะมีจุดเด่น คือ เรื่องของความเร็วในการประมวลผล ซึ่งสามารถทำงานได้ด้วยความถี่สูงสุด 60MHz ที่ 12 Clock / 1 Machine Cycle นอกจากนี้แล้วยังมีความเพียบพร้อมด้วยอุปกรณ์พื้นฐานต่างๆที่จำเป็นต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลแบบ EEPROM ขนาด 2 KByte หรือหน่วยความจำใช้งานแบบ RAM ซึ่งมีมากถึง 2304 Byte (2048+256) ส่วนในด้านของอุปกรณ์ Peripheral นั้นก็นับว่าครบถ้วนเหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมและประมวลผลต่างๆได้เป็นอย่างดี โดยจะมีทั้ง SPI, UART, Watchdog, Timer/Counter, PWM และ ADC โดยการออกแบบโครงสร้างของบอร์ดนั้นจะเน้นเรื่องขนาดของบอร์ดให้มีขนาดเล็กเพื่อให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้และสะดวกต่อการพัฒนาโปรแกรม

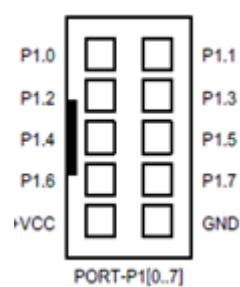
- หมายเลข 1 คือ ขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรของบอร์ด ใช้กับแหล่งจ่ายไฟตรง +5VDC
- หมายเลข 2 เป็น Switch PSEN ใช้ร่วมกับ RESET สำหรับ Download แบบ Manual
- หมายเลข 3 เป็น Switch RESET ใช้สำหรับ Reset การทำงานของ CPU
- หมายเลข 4 เป็น Port-P4 มี ขนาด 5 Bit คือ P4.0-P4.4
- หมายเลข 5 เป็น Port-P0 มี ขนาด 8 บิต
- หมายเลข 6 เป็น Port-P2 มี ขนาด 8 บิต
- หมายเลข 7 เป็น ตัวต้านทานสำหรับปรับค่าความสว่างให้ LCD
- หมายเลข 8 เป็น Port-LCD ชนิด Character Type ใช้การเชื่อมต่อแบบ 4 บิต ผ่าน Port-P2
- หมายเลข 9 เป็น Port-P3 มีขนาด 6 บิต (P3.2-P3.7)
- หมายเลข 10 เป็น Port-P1 มีขนาด 8 บิต
- หมายเลข 11 เป็นตัวต้านทานสำหรับปรับค่าแรงดันอ้างอิงของ ADC (3V)
- หมายเลข 12 คือ MCU เบอร์ AT89C51AC3 ซึ่งเป็น MCU ตระกูล MCS51 จาก ATMEL
- หมายเลข 13 คือ Oscillator Module ค่า 29.4912 MHz
- หมายเลข 14 คือ ขั้วต่อ RS232 สำหรับใช้งานทั่วไป และ Download แบบ Manual
- หมายเลข 15 คือ ขั้วต่อ ET-DOWNLOAD ใช้สำหรับ Download แบบ Auto
- หมายเลข 16 เป็น LED Self Test (P1.0) ใช้สำหรับทดสอบการทำงานของบอร์ด
- หมายเลข 17 เป็น LED Power ใช้แสดงสถานะของแหล่งจ่ายไฟ +5VDC

ขั้วต่อสัญญาณต่างๆ

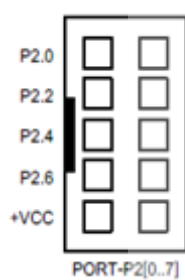
สำหรับขั้วต่อสัญญาณของพอร์ต I/O จาก MCU นั้น จะถูกออกแบบและจัดเตรียมไว้ผ่านทางขั้วต่อแบบ IDE Header ขนาด 10Pin (2x5) จำนวน 5 ชุด คือ PORT-P0, PORT-P1, PORT-P2, PORT-P3 และ PORT-P4 ตามลำดับ โดยที่ขั้วต่อสัญญาณแต่ละชุด จะประกอบไปด้วยสัญญาณของ I/O ที่เชื่อมต่อมาจากขาสัญญาณของ MCU โดยตรงทั้งหมด โดยแต่ละพอร์ตจะมีสัญญาณพอร์ตละ 8 บิต ยกเว้น PORT-P3 และ PORT-P4 โดย PORT-P4 มีขนาด 5 บิต (P4.0-P4.4) และ PORT-P3 ซึ่งจะมีเพียง 6 บิตเท่านั้นคือ P3.2-P3.7 ส่วน P3.0 และ P3.1 จะถูกสงวนไว้ใช้งานเป็นขาสัญญาณ RXD และ TXD สำหรับรับส่งข้อมูลของ RS232 ซึ่งสัญญาณทั้ง 2 เส้น (P3.0 และ P3.1) จะถูกเชื่อมต่อผ่านวงจร Line Driver (MAX232) สำหรับแปลงระดับสัญญาณจากระดับลอจิก TTL ของ MCU ให้เป็นสัญญาณแรงดันตามมาตรฐานของ RS232 โดยสัญญาณที่ได้รับการแปลงเป็นแบบ RS232 จะถูกเชื่อมต่อไปรอไว้ที่ขั้วต่อแบบ CPA ขนาด 4 PIN (RS232) โดยการจัดเรียงสัญญาณของแต่ละชุด จะเป็นดังรูป



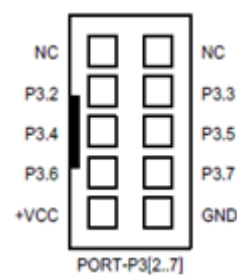
รูปที่ 3-7 แสดง พอร์ต0 ขนาด 8 บิต



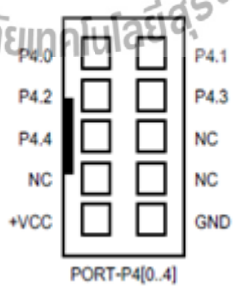
รูปที่ 3-8 แสดง พอร์ต1 ขนาด 8 บิต



รูปที่ 3-9 แสดงพอร์ต2 ขนาด 8 บิต

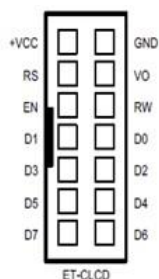


รูปที่ 3-10 แสดง พอร์ต3 ขนาด 8 บิต



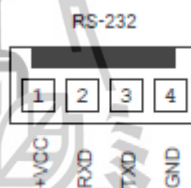
รูปที่ 3-11 แสดง พอร์ตในการเชื่อมต่อ

พอร์ต CLCD ใช้กับ Character LCD โดยเชื่อมต่อแบบ 4 บิต โดยสัญญาณที่ใช้เชื่อมต่อกับ LCD จะเป็นสัญญาณชุดเดียวกับที่ต่อไปยังขั้วต่อของ PORT-P2 โดยในการเชื่อมต่อสายสัญญาณจากขั้วต่อของพอร์ต LCD ไปยังจอแสดงผล LCD นั้น ให้ยึดชื่อสัญญาณเป็นจุดอ้างอิง โดยให้ต่อสัญญาณที่มีชื่อตรงกันเข้าด้วยกันให้ครบทั้ง 14 เส้น



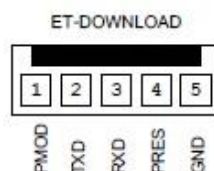
รูปที่ 3-12 แสดง พอร์ต CLCD

พอร์ต RS232 เป็นสัญญาณ RS232 ซึ่งผ่านวงจรแปลงระดับสัญญาณ MAX232 เรียบร้อยแล้ว สามารถใช้เชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232 เพื่อรับส่งข้อมูล นอกจากนี้แล้วยังสามารถใช้งาน ร่วมกับ SwitchPSEN และ Switch RESET เพื่อทำการ Download แบบ Manual ได้ด้วย



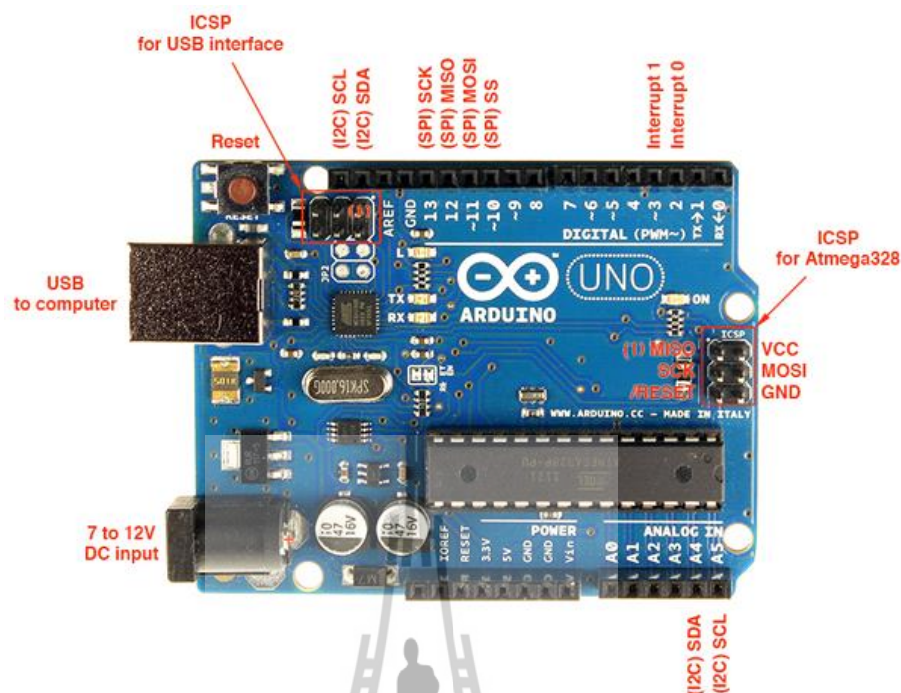
รูปที่ 3-13 แสดงพอร์ต RS232

พอร์ต ET-DOWNLOAD เป็นขั้วต่อสำหรับใช้ Download Hex File ให้กับ MCU แบบอัตโนมัติโดยใช้งานร่วมกับโปรแกรม FLIP V2.4.4 ของ ATMEL



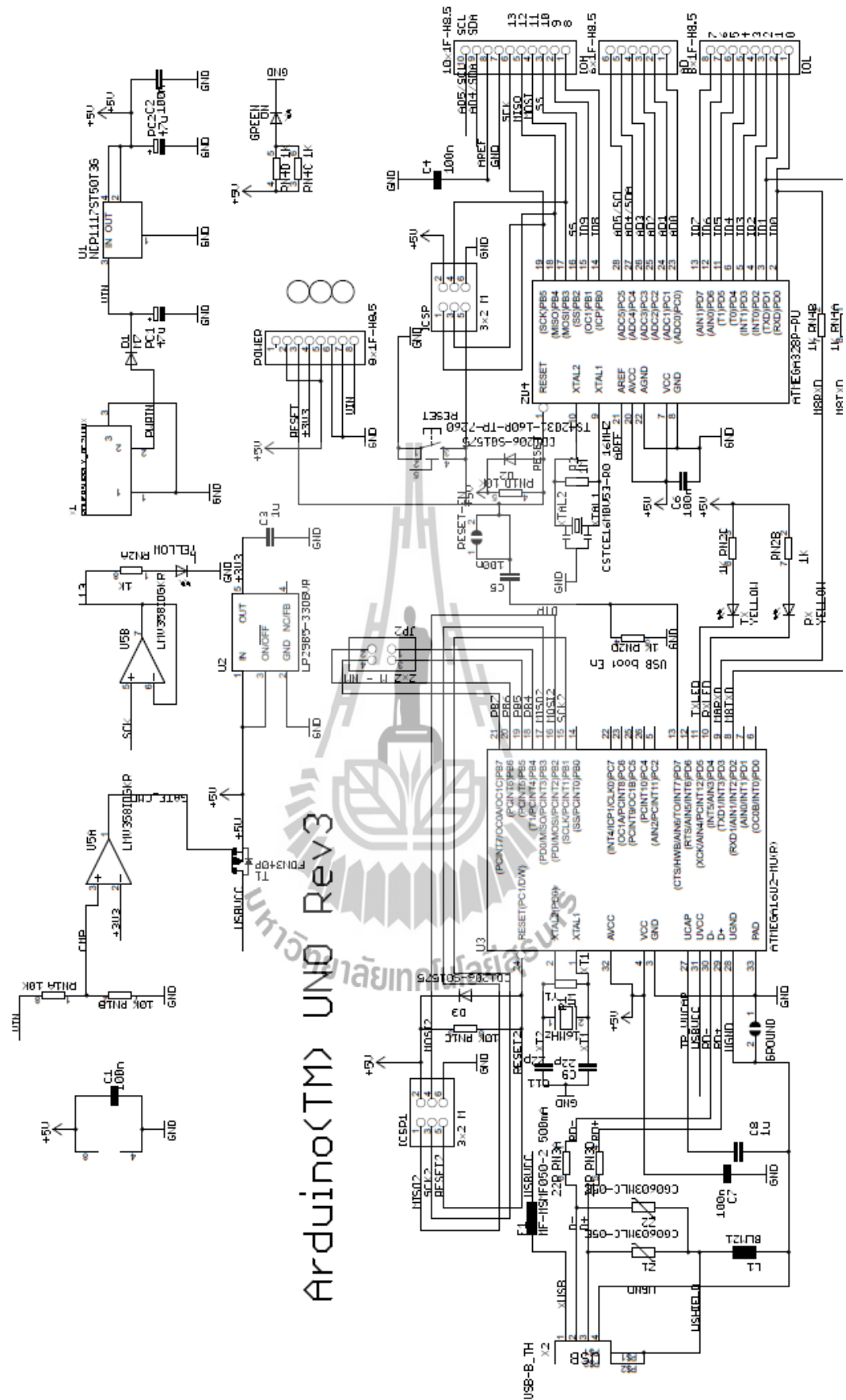
รูปที่ 3-14 แสดงพอร์ต ET-DOWNLOAD

3.3.3 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Arduino UNO R3



รูปที่ 3-15 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3

Arduino Uno R3 เป็น Microcontroller board ที่ใช้ ATmega328 เป็น MCU หลัก ซึ่งตัวนี้จะมีขา Digital 14 ขา อินพุต/เอาพุต (สามารถทำเป็น PWM ได้ถึง 6 ขา) และมีขา Analog อินพุตได้อีก 6 ขา, รั้นที่ความถี่ 16 MHz มี USB Connector และ Power Jack DC ซึ่ง Concept ของ Arduino Board นี้ทำมาเพื่อความสะดวก ง่ายในการเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ สามารถต่อ USB เข้ากับช่องคอมพิวเตอร์ ก็สามารถ Run โปรแกรมที่ Board ได้ เหมาะสำหรับผู้ที่กำลังเริ่มต้นเข้าสู่วงการอิเล็กทรอนิกส์อย่างแท้จริง



รูปที่ 3-16 โครงสร้างของบอร์ด Aduino UNO R3

คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Arduino UNO R3

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

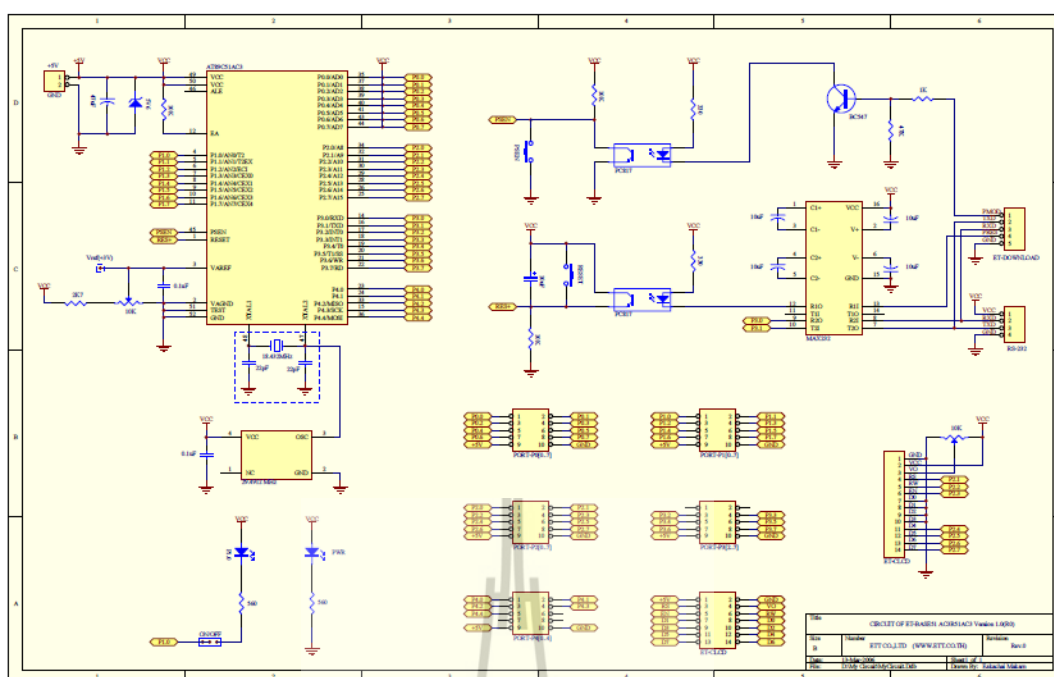
3.3.4 ชุด ET-GSM SIM300CZ



รูปที่ 3-17 ชุด ET-GSM SIM300CZ

ET-GSM SIM300CZ เป็นชุดเรียนรู้และพัฒนาาระบบการสื่อสารไร้สาย โดยใช้โมดูล GSM/GPRS รุ่น SIM300CZ ของ “SIMCom Ltd.” เป็นอุปกรณ์หลัก ซึ่ง SIM300CZ เป็นโมดูลสื่อสารระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก รองรับระบบสื่อสาร GSM ความถี่ 900/1800/1900MHz โดยส่งงานผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ด้วยชุดคำสั่ง AT Command สามารถประยุกต์ใช้งานได้มากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรับส่งสัญญาณแบบ Voice, SMS, Data, FAX และยังสามารถสื่อสารด้วย Protocol TCP/IP ด้วย ซึ่งตามปกติแล้ว ถึงแม้ว่าโมดูล SIM300CZ จะมีวงจร และ Firmware บรรจุไว้ภายในตัวเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ก็ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงทันที เนื่องจากการใช้งานจริงนั้น ผู้ใช้งานเองจำเป็นต้องออกแบบวงจรรอบนอกที่จำเป็นมาเชื่อมต่อกับขาสัญญาณของตัวโมดูลอีกในบางส่วน ไม่ว่าจะเป็นวงจรภาค PowerSupply, วงจรเชื่อมต่อกับ SIM Card รวมไปถึงวงจร Line Driver ของ RS232 เป็นต้น ดังนั้นทางทีมงาน อีทีที จึงได้จัดสร้างบอร์ดสำหรับเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างโมดูล SIM300CZ กับอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถนำโมดูล GSM ของ SIM300CZ ไปทำการทดลองและศึกษาเรียนรู้การส่งงานต่างๆ ได้โดยสะดวก ก่อนที่จะนำเอาโมดูลตัวนี้ไปออกแบบคัดแปลงและประยุกต์ใช้งานในด้านต่างๆ ได้ต่อไปในอนาคต ซึ่งถึงแม้ว่าวงจรการเชื่อมต่อทั้งหมดที่ทาง อีทีที ได้จัดทำขึ้นมานี้จะยังไม่สามารถรองรับการใช้งานทรัพยากรต่างๆ ที่มีอยู่ภายในโมดูลได้ครบถ้วนทั้งหมดก็ตามที แต่ในส่วนของการใช้งานโมดูลในส่วนที่เป็นความสามารถหลักๆ ที่จำเป็นนั้น มีไว้รองรับอย่างครบถ้วนเพียงพอแล้ว

อย่างไรก็ตามถ้าผู้ใช้งาน ต้องการพัฒนา Application ที่สูงขึ้นไป ก็สามารถประยุกต์ คัดแปลงหรือทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์เพิ่มเติมให้กับบอร์ดได้โดยง่าย ทั้งนี้ก็เพราะว่าขาสัญญาณต่างๆ จากโมดูล ในส่วนที่ยังไม่ได้ทำการออกแบบวงจรเตรียมไว้ให้ภายในบอร์ด เช่น ขาสัญญาณสำหรับเชื่อมต่อกับ Keyboard ,LCD Display และ GPIO ต่างๆ นั้น ทางอีทีที เองก็ได้จัดทำเป็นจุดต่อ Connector เตรียมไว้ให้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ผู้ใช้เพียงแต่ทำการเชื่อมต่อสัญญาณต่างๆ จากจุดเชื่อมต่อที่เตรียมไว้ไปยังวงจรส่วนที่ได้ทำการออกแบบไว้ได้โดยสะดวกอยู่แล้ว



รูปที่ 3-18 โครงสร้าง ET-GSM SIM300CZ

3.3.5 วงจรไซเรน Buzzer (MINI SIREN 228)



รูปที่ 3-19 ลักษณะของ Buzzer (MINI SIREN 228)

วงจรไซเรน Buzzer (MINI SIREN 228)

วงจรไซเรน Buzzer (MINI SIREN 228)เป็นวงจรไซเรนประเภทหนึ่งที่ทำให้เสียงออกไปอีกแบบหนึ่ง คือให้เสียงเหมือนไซเรนของรถพยาบาลดังเป็นห้วงสูง เหมาะที่ใช้ทดลองเพื่อการศึกษา ประกอบง่ายได้ความเพลิดเพลินแถมยังสามารถนำไปใช้งานได้อีกด้วย โดยอาจนำไปติดกับรถเด็กเล่นหรืออาจทำกล่องไซเรนก็ได้

ข้อมูลทางด้านเทคนิค

- ใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด 9 โวลต์ดีซี
- กินกระแสสูงสุดประมาณ 45 มิลลิแอมป์
- ใช้กับลำโพงขนาด 8 โอห์ม 0.25 วัตต์
- ขนาดแผ่นวงจรพิมพ์ : 2.14 x 1.19 นิ้ว

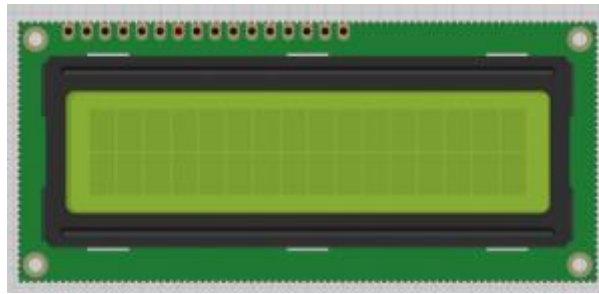
การทำงานของวงจร

TR,TR2 ต่อเป็นวงจรกำเนิดความถี่ต่ำ ความถี่ต่ำนี้จะถูกส่งไปควบคุมความถี่สูง โดยความถี่สูงประกอบด้วย TR3 และ TR4 จึงจะทำให้เสียงที่ดังออกมาเป็นเสียงห้วงๆ ตามชุดกำเนิดความถี่ต่ำ ความถี่ทั้งสองนี้จะถูกส่งไปขยายโดย TR5 ส่งออกมาเป็นลำโพงต่อไป

การประกอบวงจร

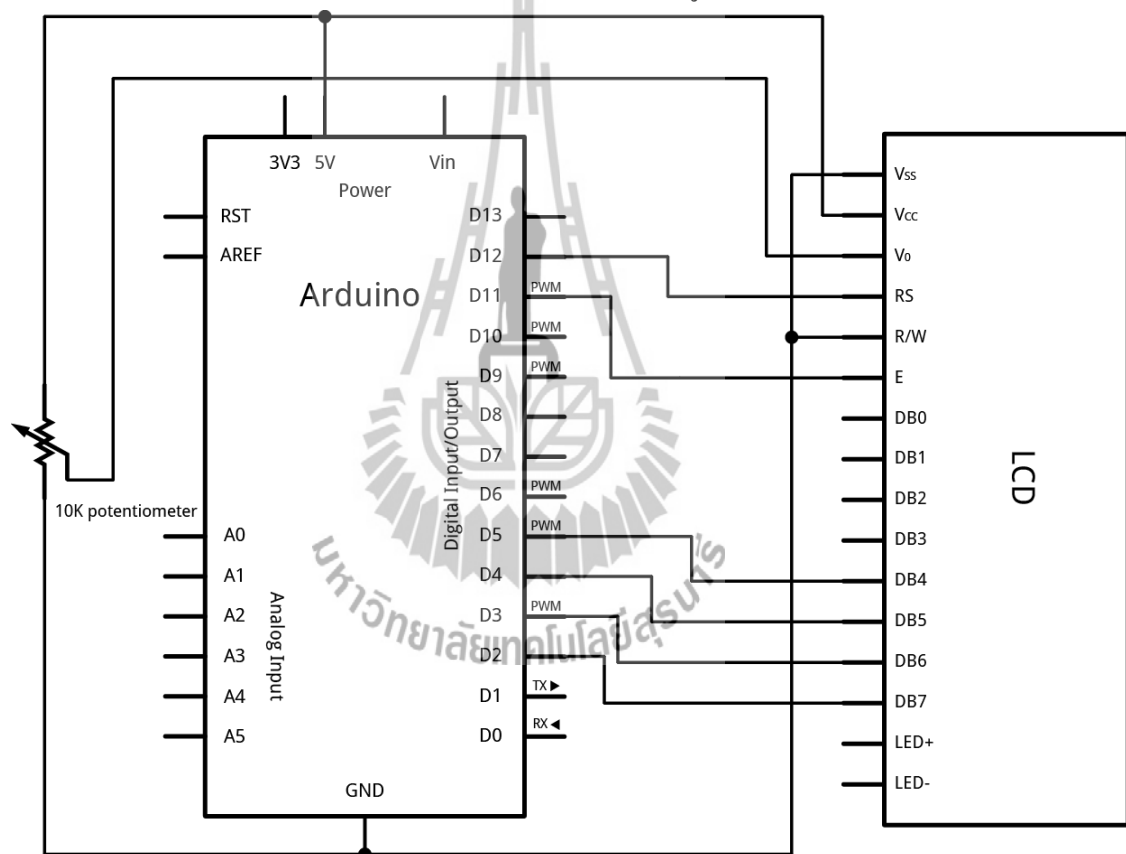
รูปการลงอุปกรณ์แสดงไว้ในรูปที่ 2 ในการประกอบวงจรควรจะเริ่มจากอุปกรณ์ที่มีความถี่สูงน้อยที่สุดก่อน เพื่อความสวยงามและการประกอบที่ง่าย โดยให้เริ่มจากไดโอดตามด้วยตัวต้านทานและไล่ความไปเรื่อยๆ สำหรับอุปกรณ์ที่มีขั้วต่างๆ เช่น ไดโอด , คาปาซิเตอร์แบบอิเล็กทรอนิกส์และทรานซิสเตอร์ เป็นต้น ควรใช้ความระมัดระวังในการประกอบวงจร ก่อนการใส่ อุปกรณ์เหล่านี้จะต้องให้ขั้วที่แผ่นวงจรพิมพ์กับตัวอุปกรณ์ที่ตรงกันเพราะถ้าหากใส่อุปกรณ์กลับขั้วแล้วอาจทำให้อุปกรณ์เสียหายได้ วิธีการดูขั้วและการใส่อุปกรณ์นั้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 3 แล้ว ในการบัดกรีให้ใช้หัวแร้งขนาดไม่เกิน 40 วัตต์และถ้าใช้ตะกั่วบัดกรีที่มีอัตราส่วนของดีบุกและตะกั่วอยู่ระหว่าง 60/40 รวมทั้งจะต้องมีน้ำยาประสานอยู่ภายในตะกั่วด้วย หลังจากที่ได้ใส่อุปกรณ์และบัดกรีเรียบร้อยแล้วให้ทำการตรวจสอบถูกต้องอีกครั้งหนึ่ง แต่ถ้าเกิดใส่อุปกรณ์ผิดตำแหน่งควรใช้ที่ดูดตะกั่วหรือลวดจับตะกั่ว เพื่อป้องกันปัญหาที่อาจจะเกิดกับลายวงจรพิมพ์

3.3.6 จอแสดงผล LCD 16 x 2



รูปที่ 3-20 จอแสดงผล LCD 16 x 2

วิธีการต่อวงจรจอแสดงผล LCD กับบอร์ด Arduino แสดงดังรูปภาพต่อไปนี้



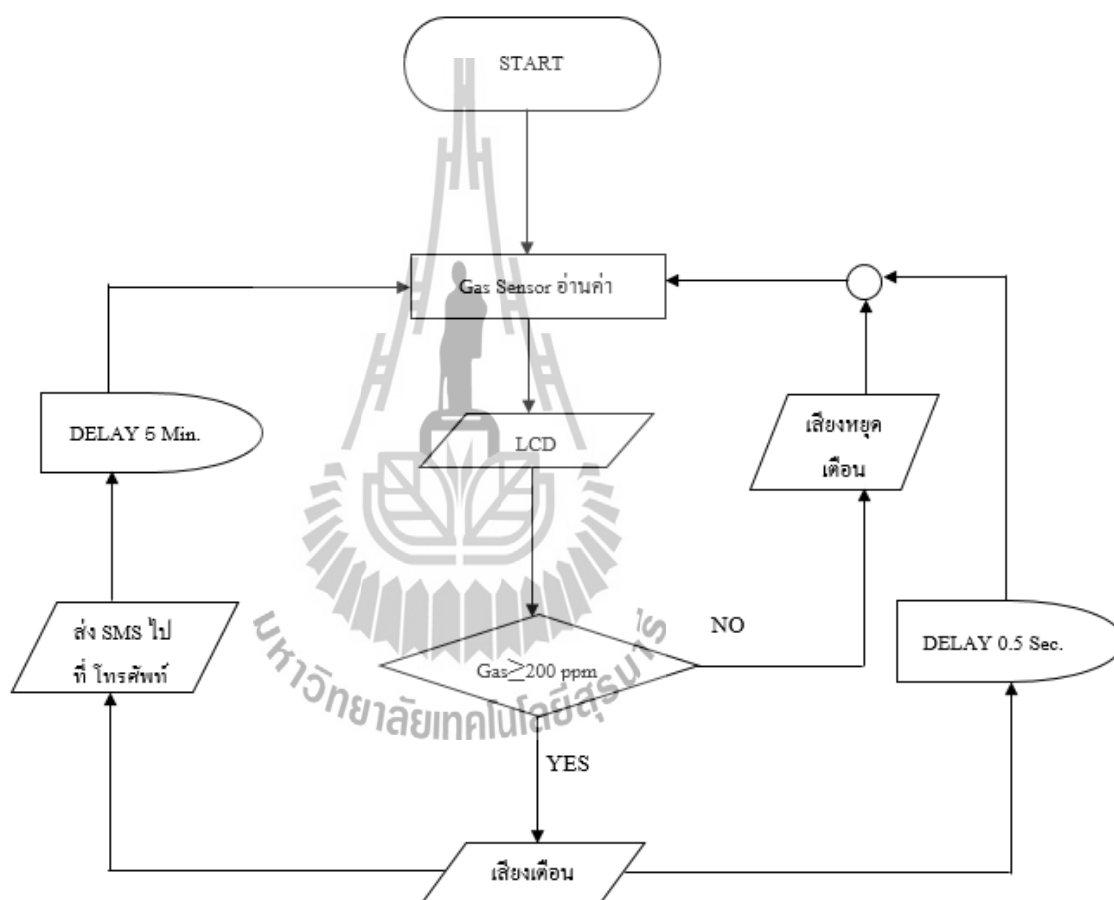
รูปที่ 3-21 การต่อ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino

- LCD RS ต่อกับ Digital 2
- LCD Enable ต่อกับ Digital 4
- LCD D4 ต่อกับ Digital 5
- LCD D5 ต่อกับ Digital 15
- LCD D6 ต่อกับ Digital 16

- LCD D7 ต่อกับ Digital 17
- LCD Gnd และ LCD R/W ต่อเข้า GND
- LCD Vcc ต่อเข้า 5V
- LCD VO ต่อกับ Digital 3

3.4 ข้อมูลด้านSoftwareที่เกี่ยวข้องกับเครื่องตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่ายGSM

3.4.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flow chart)



รูปที่ 3-22 แผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flow chart)

3.4.2 Code program คำสั่ง และคำอธิบาย

Code program ในส่วนบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3 เพื่อสั่งการให้ GSM Module โทรแจ้งเตือน

ในส่วนนี้จะแสดง code โปรแกรมซึ่งทำหน้าที่เป็นคำสั่งควบคุมขั้นตอนการทำงานของระบบเครื่องตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM

```
#include <reg52.h> // Standard 8052 SFR : File
#include <stdio.h> // For printf I/O functions
#include <stdlib.h>

/* User Define Function */

void delay(unsigned long); // Delay Time Function(1..4294967295)
void put_Char (char); //สร้างfunctionเพื่อสื่อสารกับGSM
void SendSMS (void); //สร้างfunctionส่งsms

/* AT89C51AC3 SFR */

sfr CKCON = 0x8F; // Clock Control
sbit sen = P0^0; //รับค่าเซ็นเซอร์ที่พอร์ต0.0
sbit led = P1^0; // P1.0 = LED ON/OFF

/*****
/*
MAIN
*****/

void main()
{
    CKCON = 0x01; // Initial X2 Mode (BUS Clock = 58.9824 MHz)
    TMOD &= 0x0F; // Reset old Timer1 Mode Config
    TMOD |= 0x20; // Update Timer1 = 8 Bit Auto Reload
    SCON = 0x50; // Serial Port Mode 1 (N,8,1)
    ES = 1; // Disable Serial Interrupt
    ET1 = 0; // Disable Timer1 Interrupt
    PCON &= 0x7F; // SMOD1 = 0 (Disable Double Baudrate)
    TH1 = 0xF0; // Setup Timer1 Baudrate 9600BPS / 58.9824 MHz
    TL1 = 0xF0;
    TR1 = 1; // Start Timer1 Generate Baudrate
    TI = 1; // Set TI to send First char of UART
```

```

RI = 0;
EA = 1;

sen=1;
while(1){
    if(sen==1){
        led = 0;
        delay(5000);
        led = 1;
        delay(5000);
        led = 0;
        delay(5000);
        led = 1;
        SendSMS();
        delay(4200000);
    }
    else{
        delay(7000);
    }
}

// ถ้าเซ็นเซอร์รับค่าได้
// ส่งไฟที่บอร์ดกระพริบ
// ไปที่ฟังก์ชันส่งSMS
// Delay 5 นาที
// Delay 0.5 วินาที

}

}

/*****/

void put_Char (unsigned char CH){
    SBUF = CH;
    TI = 0;
    while(!TI);
    return;
}

/*****/

```

```

/*      INTERRUPT EXTERNAL (IN0)      */

/*****

void Interrupt_RS232 (void) interrupt 4
{
    if (RI == 1)
    {
        RI = 0;
    }

    return;
}

*****/

/* Long Delay Time Function(1..4294967295) */

/*****

void delay(unsigned long i)
{
    while(i > 0) {i--;}                                // Loop Decrease Counter

    return;
}

*****/

/*      SendSMS      */

/*****

void SendSMS()
{
    printf("AT\n");                                    //Check การทำงาน
    delay(2000);                                       //Delay
    printf("AT+CMGF=1\n");                             //กำหนดให้เป็นText Mode
    delay(2000);                                       //Delay
    printf("AT+CSMP=17,167,0,0\n");                   //Set text mode paramiter
    delay(2000);                                       //Delay
    printf("AT+CMGS=\"+66873551643\n");               //ส่งข้อความไปหมายเลขที่กำหนด
    delay(2000);                                       //Delay
    printf("Gas leak warning !!!!!\n");                // Output Message

```

```

putchar(0x1A);           //คำสั่งEnter
printf("\n");            //ขึ้นบรรทัดใหม่
putchar(0x0A);           //คำสั่งCtrl
putchar(0x0D);           //คำสั่งแทนตัวอักษรZ
return;                  กลับไปฟังก์ชันหลัก

```

3.4.2 Code program แสดงผลหน้าจอ และคำอธิบาย(Arduino IDE)

ในส่วนของบอร์ด Arduino ซึ่งทำหน้าที่แสดงผล รับค่าจากเซ็นเซอร์ และเสียงแจ้งเตือนมีการเขียนโค้ดคำสั่งดังนี้



```

#include <LiquidCrystal.h>           // เรียกใช้ไลบรารี LiquidCrystal.h
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); // กำหนดขาสัญญาณของ Arduino ที่จะต่อกับ
LCD
int sensorPin = A0;                 // กำหนดขา A0 ผ่านตัวแปร sensorPin
int spk = A1;                       // กำหนดขา A1 ผ่านตัวแปร spk
int gsm = A2;                       // กำหนดขา A2 ผ่านตัวแปร gsm
int sensorValue = 0;               // กำหนดตัวแปรเพื่อใช้เก็บค่าเซ็นเซอร์

void setup() {                      // set up the LCD's number of columns and
rows:                               // Print a message to the LCD แบบ 16ตัวอักษร
  lcd.begin(16, 2);                 2 บรรทัด
  lcd.print("Gass Sensor = ");      // พิมพ์ Gass Sensor = ออกหน้าจอ
  pinMode(sensorPin, INPUT);        // กำหนดให้ Sensor เป็นขา input
  pinMode(spk, OUTPUT);             // กำหนดให้ spk เป็นขา output
  pinMode(gsm, OUTPUT);             // กำหนดให้ gsm เป็นขา output
}

void loop() {
  sensorValue = analogRead(sensorPin); // อ่านค่าจาก Sensor

```

```

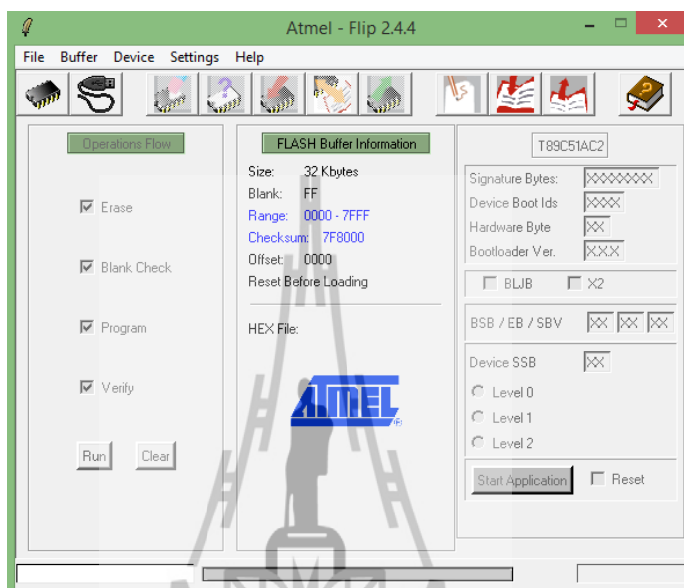
if(sensorValue>=200){
    analogWrite(spkr,255);
    analogWrite(gsm,255);
}
else
{
    analogWrite(spkr,0);
    analogWrite(gsm,0);
}

if(sensorValue<10)
{
    lcd.setCursor(0, 1);    // set the cursor to column 1, line 2
    lcd.print("000"+String(sensorValue)); // พิมพ์ค่าออกที่ LCD
}
else if(sensorValue<100)
{
    lcd.setCursor(0, 1);    // set the cursor to column 1, line 2
    lcd.print("00"+String(sensorValue)); // พิมพ์ค่าออกที่ LCD
}
else if(sensorValue<1000)
{
    lcd.setCursor(0, 1);    // set the cursor to column 1, line 2
    lcd.print("0"+String(sensorValue)); // พิมพ์ค่าออกที่ LCD
}
else
{
    lcd.setCursor(0, 1);    // set the cursor to column 1, line 2
    lcd.print(String(sensorValue)); // พิมพ์ค่าออกที่ LCD
}
delay(500);
}

```

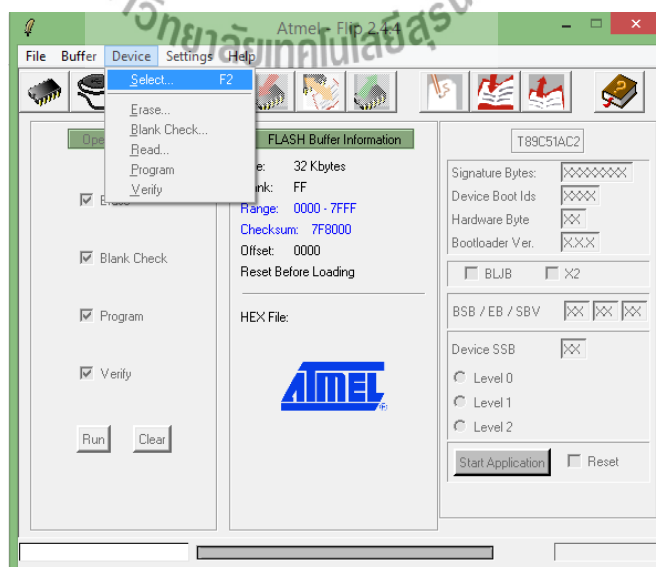
3.4.3 การโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

1. ต่อบอร์ด T89C51AC3 เข้ากับ คอมพิวเตอร์ผ่าน RS232
2. เปิดโปรแกรม FLIP 2.4.4
3. เมื่อเปิดโปรแกรมแล้วจะพบกับหน้าต่างของ FLIP 2.2.4 ดังรูป



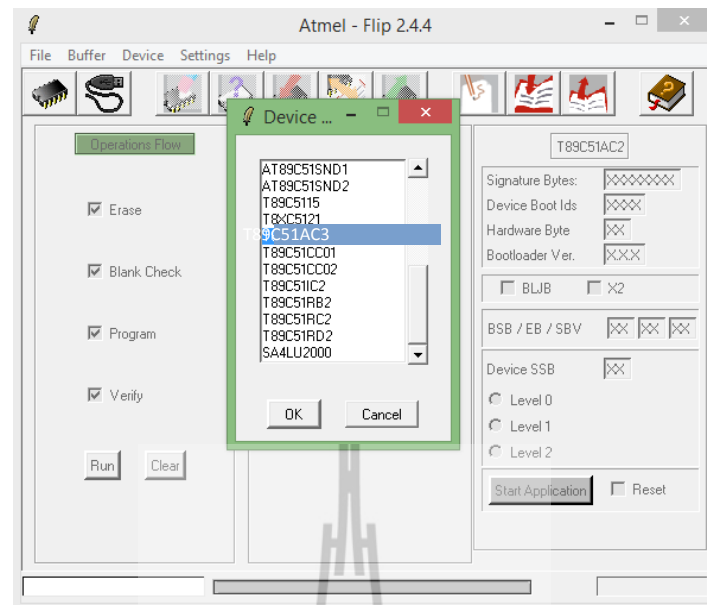
รูปที่ 3-23 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

4. ไปที่ Device>>>Select หรือกด F2



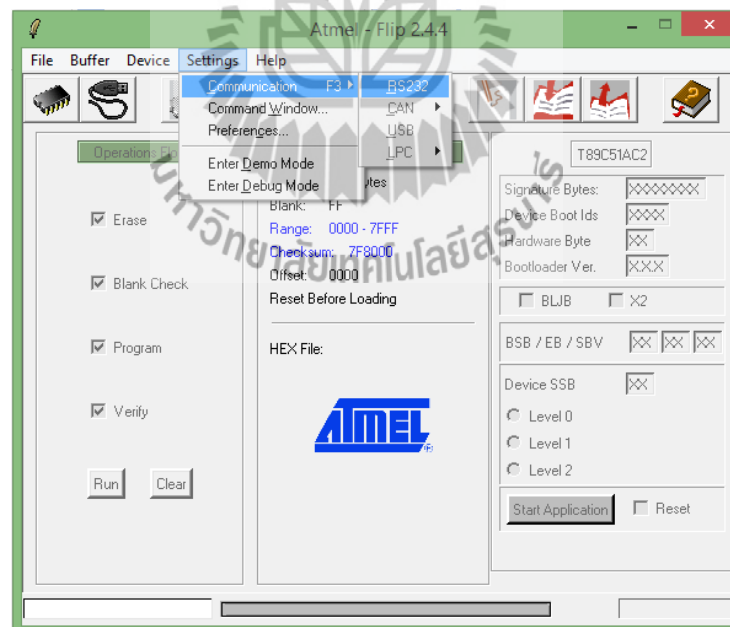
รูปที่ 3-24 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

5. เลือกชนิดบอร์ดให้ตรงกับบอร์ดที่ใช้งาน เลือก T89C51AC3 แล้วกด OK



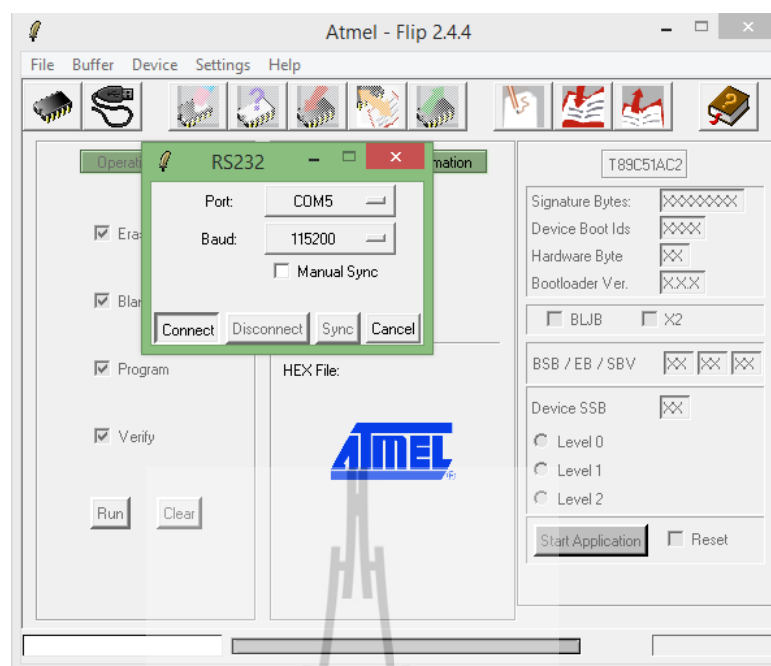
รูปที่ 3-25 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

6. ไปที่ Settings>>>Communication หรือกด F3 แล้วเลือก RS232



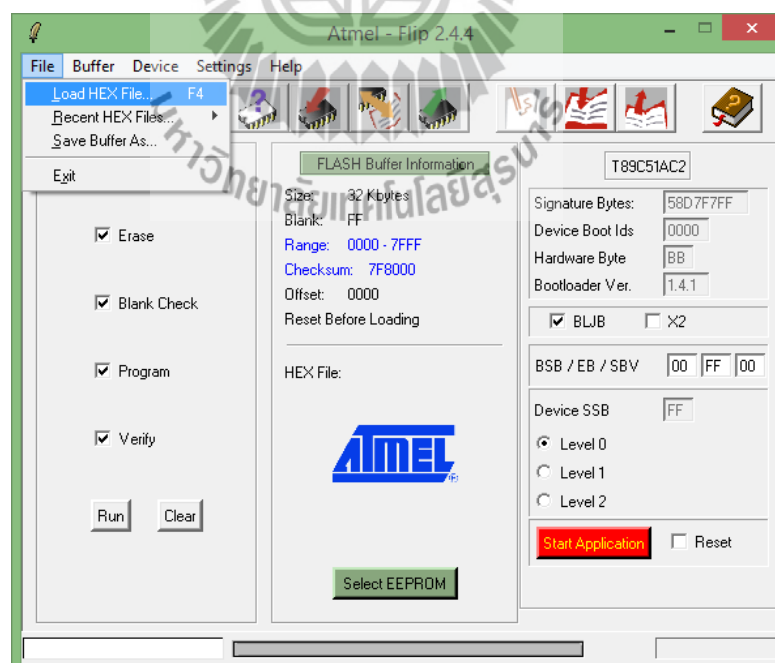
รูปที่ 3-26 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

7. เลือก Connect



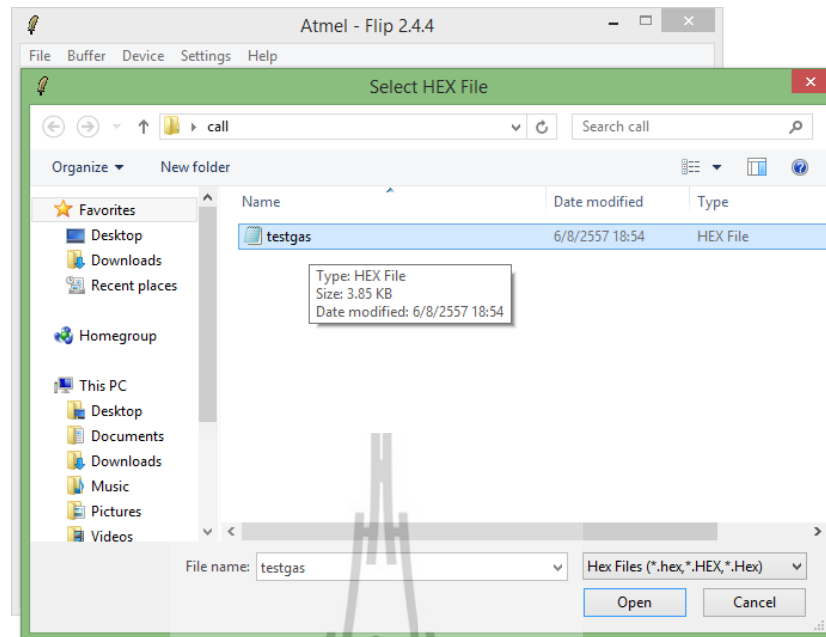
รูปที่ 3-27 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

8. ไปที่ File>>>Load HEX File... หรือกด F4



รูปที่ 3-28 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

9. เลือก File HEX ที่ต้องการโหลดลงบอร์ด



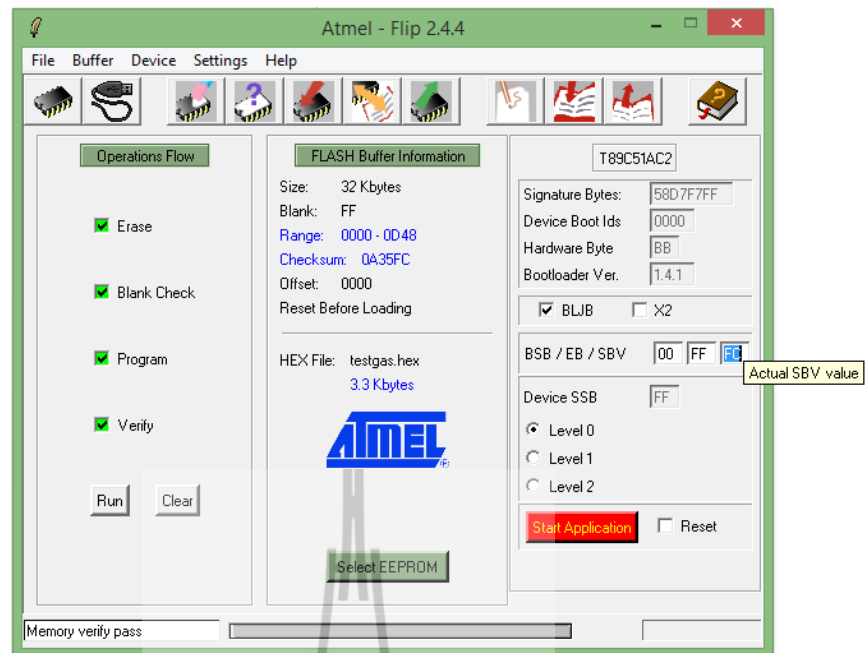
รูปที่ 3-29 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

10. เลือก Run



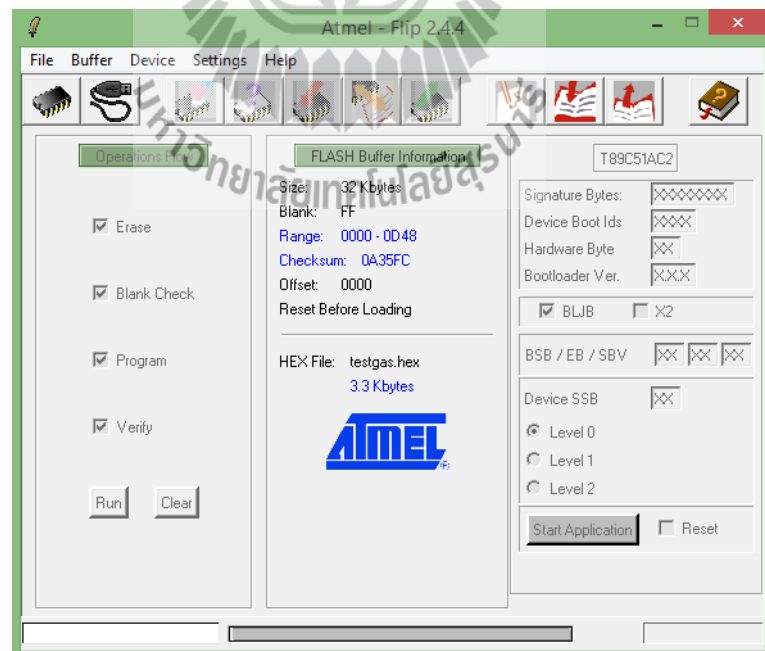
รูปที่ 3-30 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

11. เปลี่ยนค่า Actual SBV value จาก FC เป็น 00



รูปที่ 3-31 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

12. กดเลือก Start Application

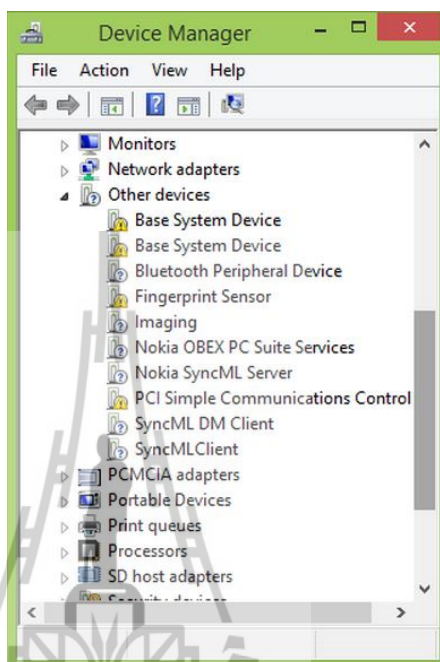


รูปที่ 3-32 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด ATMEL รุ่น T89C51AC3

3.4.4 การติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

บอร์ด Arduino UNO R3 เป็นบอร์ดที่มีการติดต่อสื่อสารผ่านทางสาย USB โดยใช้การบอร์ดจะมีการแปลงการสื่อสาร USB เป็น COM พอร์ตในตัว ดังนั้นก่อนที่จะใช้งานได้ต้องมีการติดตั้งไดรเวอร์ (ทำครั้งแรกครั้งเดียว) ซึ่งมีขั้นตอนดังนี้

1. ก่อนการติดตั้งเข้าไปดูใน Device Manager ว่ามีรายการอะไรอยู่บ้าง

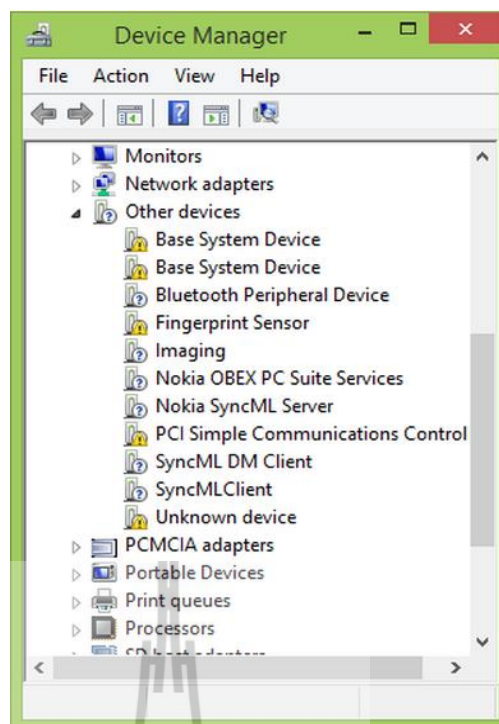


รูปที่ 3-33 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

2. เสียบสาย USB (ซึ่งต่ออยู่กับบอร์ด Arduino) เข้าเครื่องคอมพิวเตอร์จะมีรายการปรากฏขึ้นเพิ่มเติม (ซึ่งตอนที่ไม่ได้เสียบ USB ไม่มีรายการนี้) ดังรูป (Unknown Device)

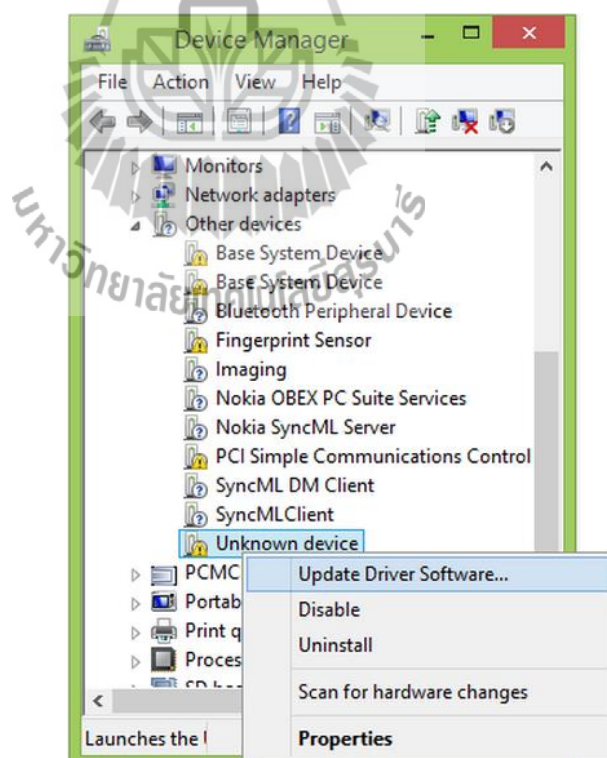


รูปที่ 3-34 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3



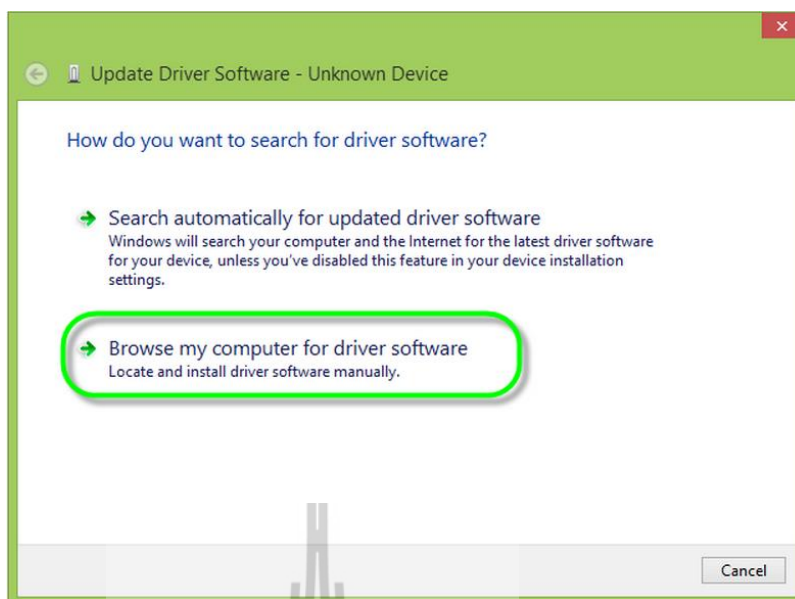
รูปที่ 3-35 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

3.คลิกขวาที่รายการดังกล่าว เลือก Update Driver Software



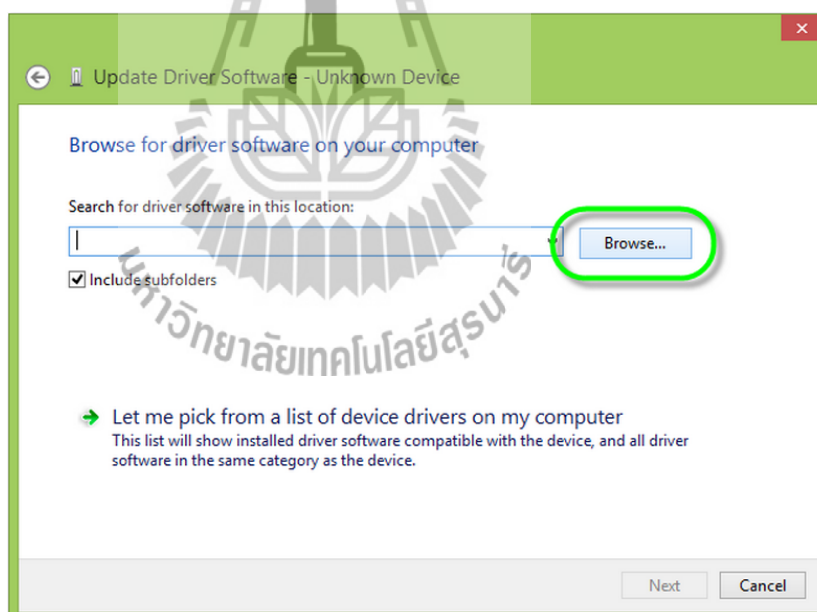
รูปที่ 3-36 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

4.คลิก Browse my computer for driver software



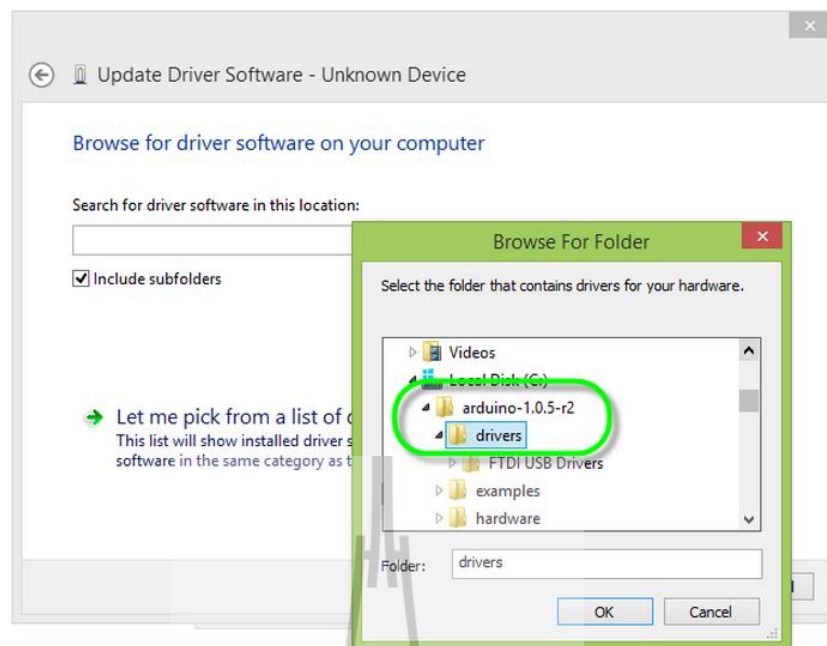
รูปที่ 3-37 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

5.คลิก Browse เพื่อหาตำแหน่งเก็บไฟล์ไดรเวอร์

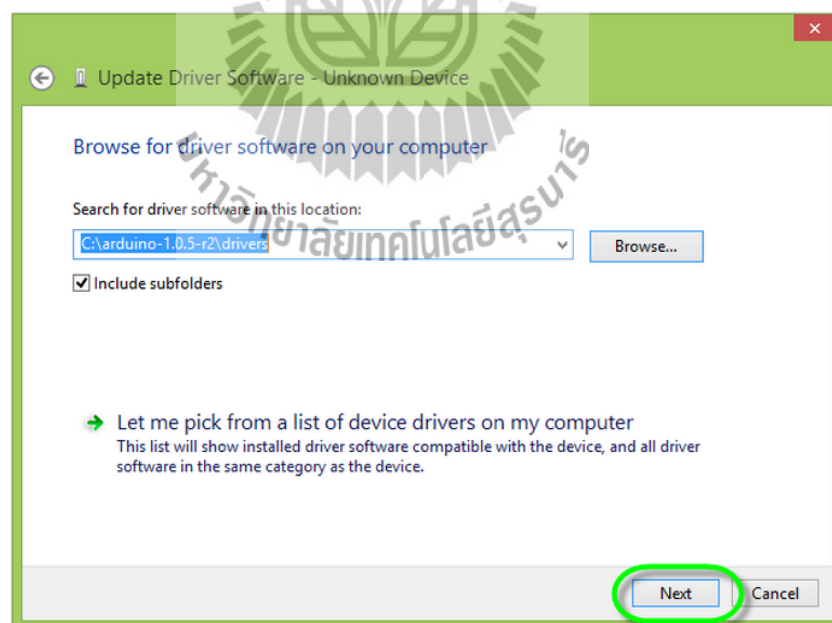


รูปที่ 3-38 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

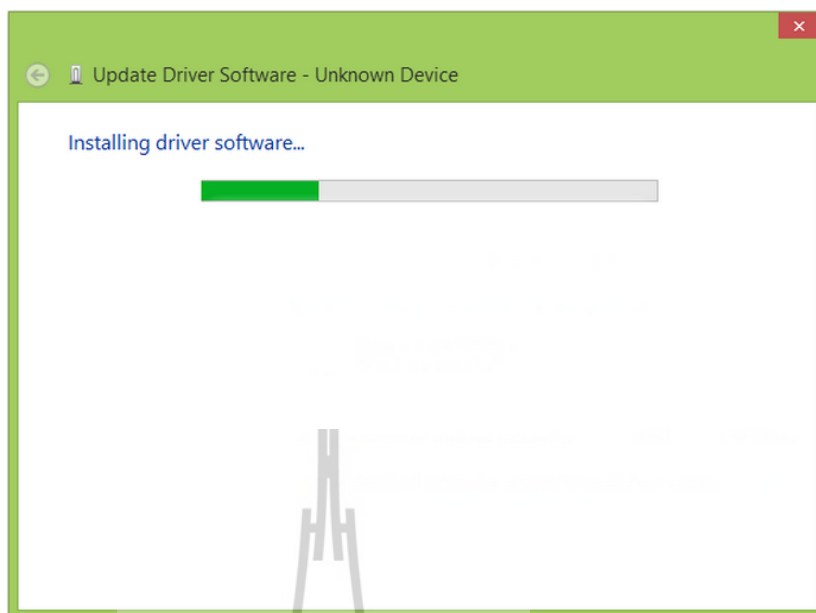
6.ตำแหน่งไดรเวอร์จะอยู่ในโฟลเดอร์โปรแกรม arduino ดังรูป จากนั้นคลิก Next



รูปที่ 3-39 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

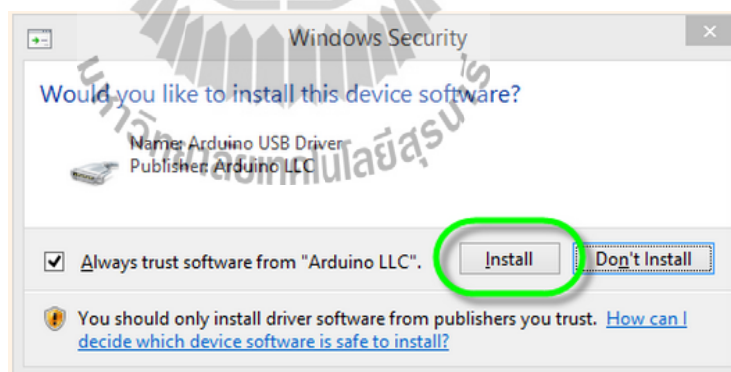


รูปที่ 3-40 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3



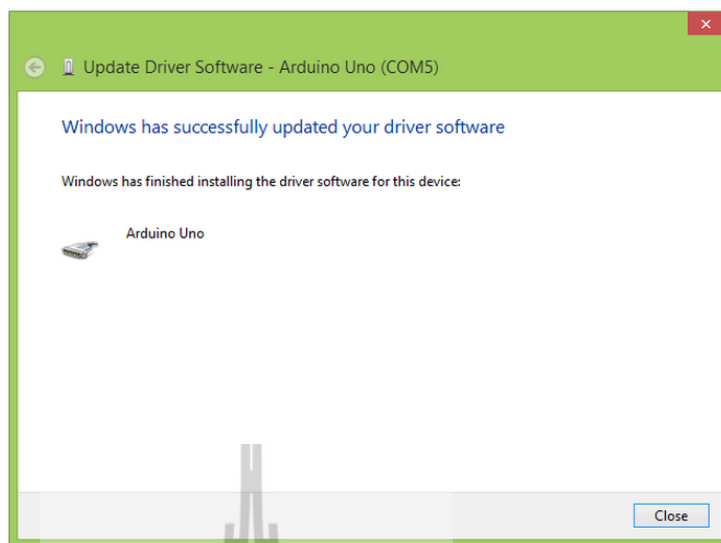
รูปที่ 3-41 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

7.คลิก Install เพื่อติดตั้งไดรเวอร์ลงวินโดว



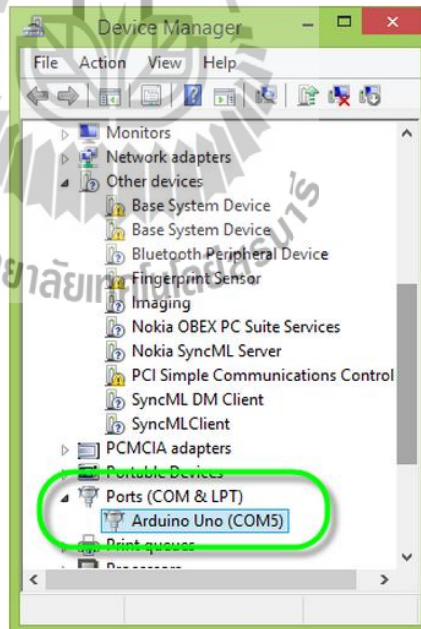
รูปที่ 3-42 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

8.เสร็จสิ้นการติดตั้ง



รูปที่ 3-43 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

9.เมื่อไปดูใน Device Manager จะเห็นรายการ Arduino UNO พร้อมหมายเลข Com พอร์ตที่ใช้ในการเชื่อมต่อ

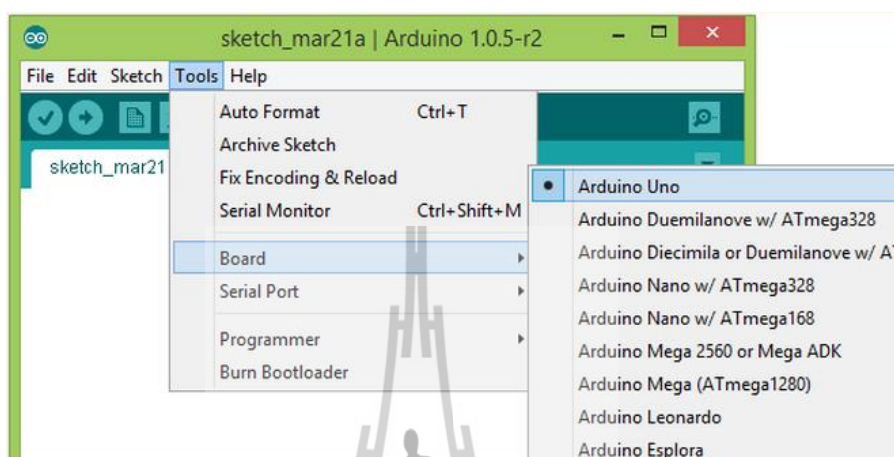


รูปที่ 3-44 แสดงการติดตั้งไดรเวอร์เพื่อเชื่อมต่อกับบอร์ด Arduino UNO R3

3.4.5 การโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3

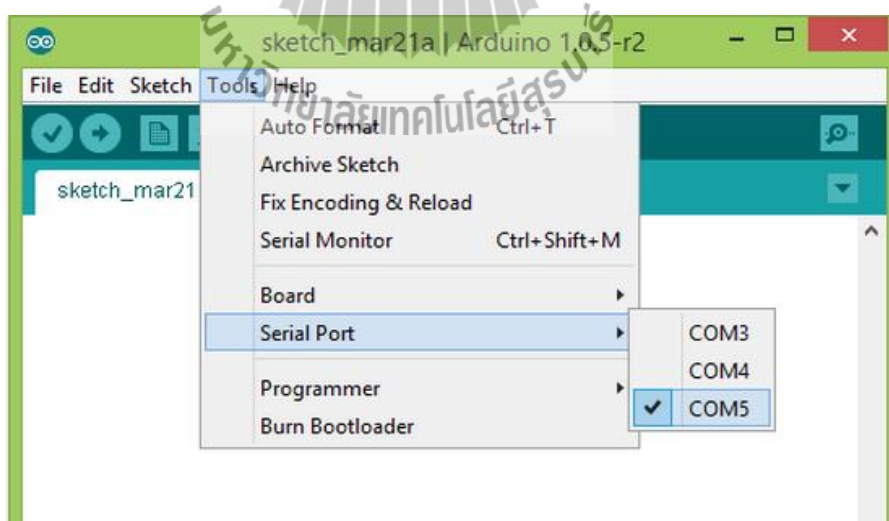
ก่อนที่จะเริ่มต้นการทดลองทุกครั้ง (หลังจากเปิดเครื่องคอมพิวเตอร์ใหม่) จำเป็นต้องมีการตั้งค่าบอร์ดที่ใช้งาน โดยมีการตั้งค่า 3 รายการคือ

1. บอร์ดที่ใช้งาน ในที่นี้ใช้บอร์ด Arduino UNO R3 ดังนั้นต้องเลือกรายการ Arduino UNO



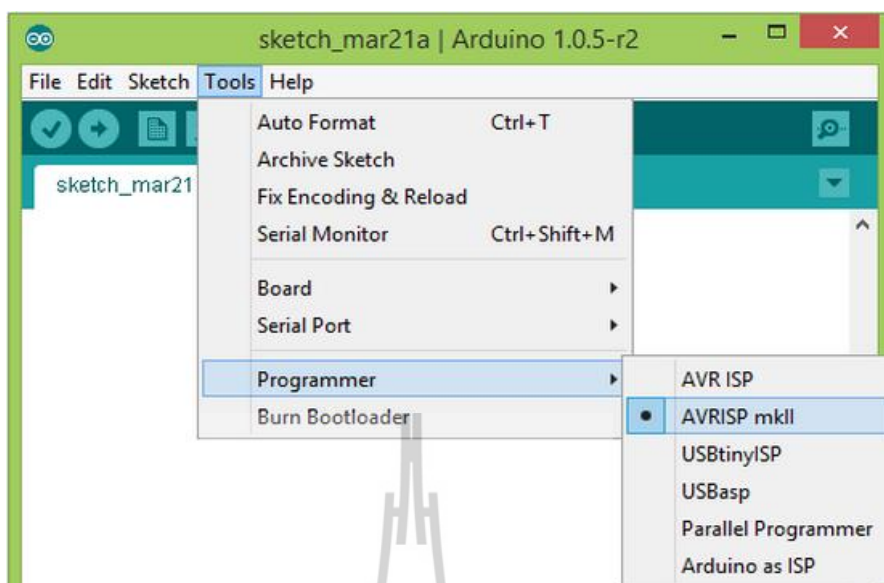
รูปที่ 3-45 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3

2. COM พอร์ตที่บอร์ดทำการเชื่อมต่อ โดยดูได้จาก Device Manager ดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น



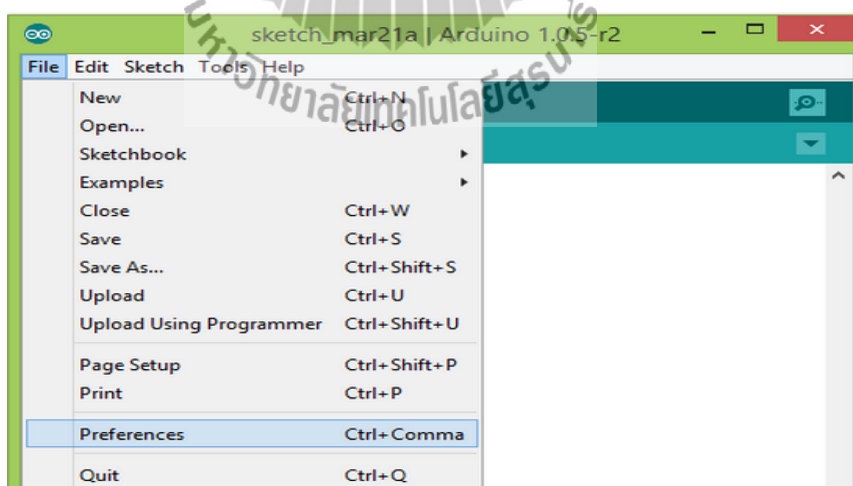
รูปที่ 3-46 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3

3. เลือกชนิดเครื่องโปรแกรม เนื่องจากชุดโหนดเครื่องของบอร์ดได้จำลองตัวเองเป็น AVRISP mkII ดังนั้นเครื่องโปรแกรมจึงต้องเลือกการ

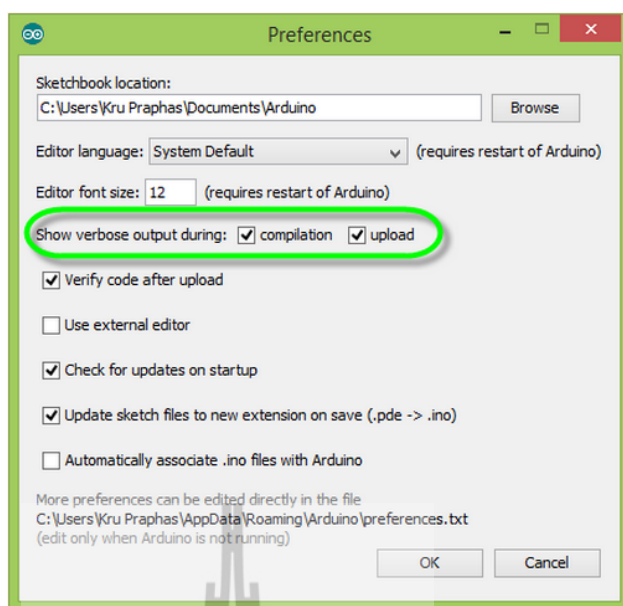


รูปที่ 3-47 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3

4. สำหรับการตั้งค่าให้แสดงตำแหน่งของไฟล์ภาษาเครื่องเพื่อจะนำไปใช้ในการจำลองการทำงาน จะต้องตั้งค่าที่ Preferences

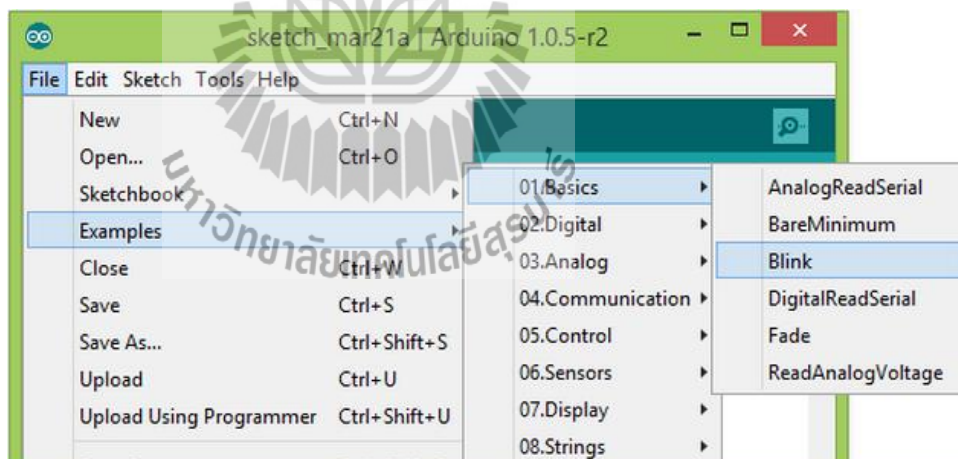


รูปที่ 3-48 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3



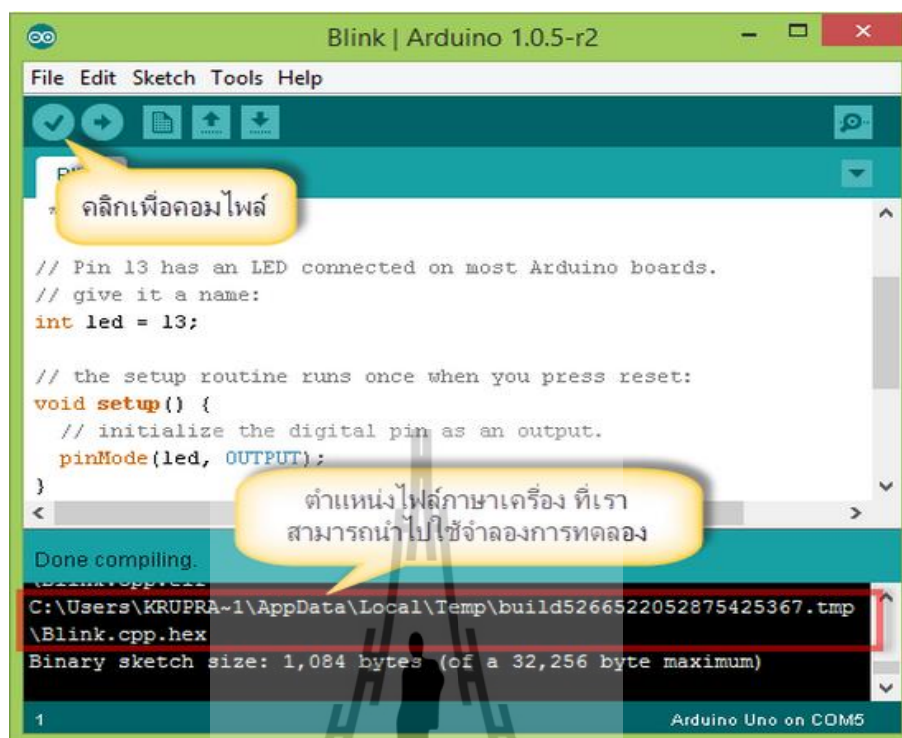
รูปที่ 3-49 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3

5. เริ่มทดลองจากตัวอย่างไฟกระพริบ Blink โดยเรียกไฟล์ตัวอย่าง



รูปที่ 3-50 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3

6. ทดลองแปลงไฟล์โดยกดที่ไอคอนเครื่องหมายถูกดังรูป แต่หากต้องการอัปโหลดลงบอร์ดจริงด้วย ให้กดที่ปุ่มหัวลูกศร (ปุ่มถัดไป)



รูปที่ 3-51 แสดงการโหลดโปรแกรมลงบอร์ด Arduino UNO R3



บทที่ 4

การทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM โดยการวัดจากแก๊สไวไฟชนิดต่างๆ เพื่อทดสอบ ว่ามีการตอบสนองต่อแก๊สที่นำมาทดลองเพียงใด และจะสามารถนำไปใช้จริงได้หรือไม่ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ

4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

4.2.1 ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ราคาประมาณ 6000 บาท

4.2.2 แก๊สไวไฟชนิดต่างๆ ดังนี้

1. แก๊สโซฮอล์ 95
2. Alcohol Ethanol(แอลกอฮอล์เช็ดแผล)
3. น้ำมันเบนซิน
4. แก๊สชีวเทนจากไฟแช็ค
5. แก๊สหุงต้มกระป๋อง

4.3 วิธีการทดลอง

ในการทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM นี้เราใช้แก๊สที่เตรียมมาทั้งไวไฟและไม่ไวไฟซึ่งการทดลองจะแบ่งออกเป็นสามส่วนคือ 1.การทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์ 2.การทดลองในพื้นที่เปิดโล่ง 3.การทดลองในพื้นที่ปิด ซึ่งถ้าแก๊สชนิดใดจัดว่าเป็นแก๊สไวไฟที่เข้มข้นจนถึง 200 ppm เซ็นเซอร์ ก็จะสามารถตรวจจับและไฟ LED ก็จะติดที่ เซ็นเซอร์ ซึ่งแสดงว่ากำลังตรวจจับแก๊สได้ จากนั้นบอร์ด Arduino Uno R3 จะรับค่าจาก เซ็นเซอร์ และสั่งการให้ เกิดเสียงแจ้งเตือนและในขณะเดียวกันก็จะสั่งให้บอร์ด ET-BASE51 AC3 สั่งการให้ GSM Module ส่งข้อความแจ้งเตือนไปยังโทรศัพท์และบันทึกผลความเข้มข้นของความเข้มข้นแก๊สกับเวลา แล้วนำผลมาวิเคราะห์ว่า ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ที่พัฒนาขึ้นมานี้มีความสามารถที่จะนำไปใช้ได้จริงหรือไม่

4.4 ผลการทดลอง

ในการทดลองการทำงานของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ได้ผลการทดลองตามส่วนต่างๆดังนี้

***X** ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ไม่ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ไม่ส่งข้อความแจ้ง และไม่มีเสียงเตือน

***✓** ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ส่งข้อความแจ้ง และมีเสียงเตือน

4.4.1 การทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM

ในการทดลองนี้เรานำเซ็นเซอร์ตรวจจับแก๊สไปวางไว้บนปากภาชนะที่บรรจุแก๊สชนิดต่างๆ และสังเกตการณ์ตอบสนองของเซ็นเซอร์ว่าสามารถตรวจจับแก๊สได้หรือไม่

4.4.1.1 แก๊สโซฮอล์ 95

ในการทดลองการตอบสนองของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM กับแก๊สโซฮอล์นั้นพบว่า เมื่อนำเซ็นเซอร์วางบนปากขวดที่เป็นภาชนะบรรจุ แก๊สโซฮอล์ 95 เซ็นเซอร์ สามารถตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนได้ซึ่งวัดความสัมพันธ์ของความเข้มข้นแก๊สกับเวลาได้ดังนี้

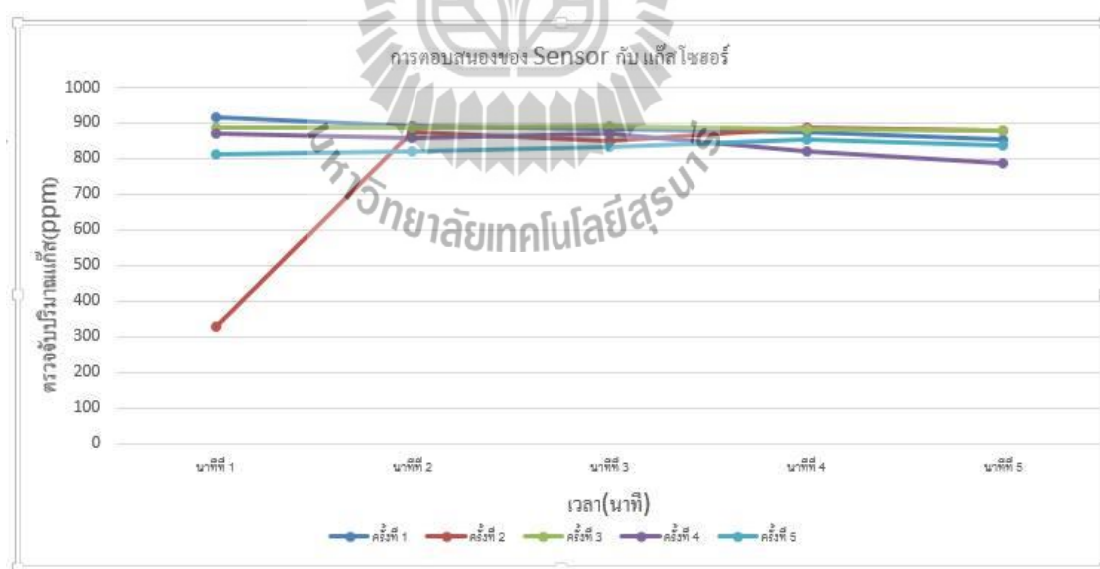


รูปที่ 4-1 แสดงขณะทำการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับแก๊สโซฮอล์

ตารางที่ 4-1 แสดงผลการทดลองการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับแก๊สโซลด์

ครั้งที่	เวลา(นาท)				
	สถานะ การตรวจจับแก๊สและค่าความเข้มข้น(ppm)				
	1	2	3	4	5
1	✓ 917	✓ 891	✓ 884	✓ 875	✓ 855
2	✓ 330	✓ 873	✓ 851	✓ 886	✓ 879
3	✓ 888	✓ 889	✓ 890	✓ 882	✓ 878
4	✓ 872	✓ 858	✓ 869	✓ 819	✓ 788
5	✓ 813	✓ 822	✓ 832	✓ 855	✓ 838

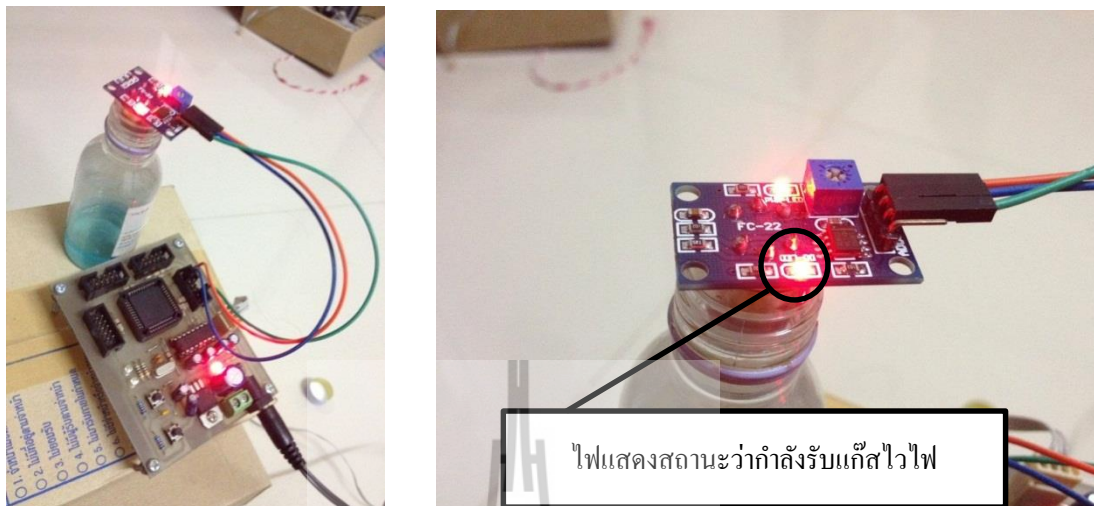
✓ ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ส่งข้อความแจ้ง และมีเสียงเตือน



รูปที่ 4-2 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อแก๊สโซลด์

4.4.1.2 Alcohol Ethanol(แอลกอฮอล์เช็ดแผล)

ในการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับ Alcohol Ethanol นั้นพบว่า เมื่อนำเซ็นเซอร์ วางบนปากขวดที่เป็นภาชนะบรรจุ Alcohol Ethanol เซ็นเซอร์ สามารถตรวจจับแก๊สได้

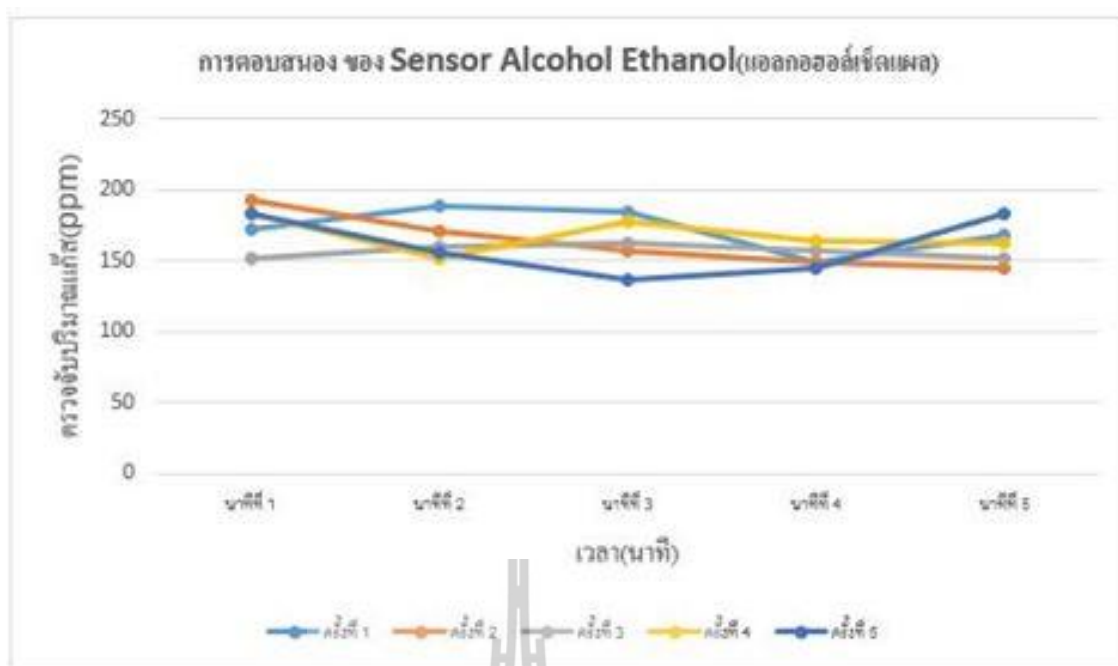


รูปที่ 4-3 แสดงขณะทำการทดลองการตอบสนองของเซ็นเซอร์ กับ Alcohol Ethanol

ตารางที่ 4-2 แสดงผลการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับ Alcohol Ethanol

ครั้งที่	เวลา(นาทื)				
	สถานะการตรวจจับและค่าที่วัดได้(ppm)				
	1	2	3	4	5
1	✓ 172	✓ 188	✓ 185	✓ 149	✓ 168
2	✓ 192	✓ 171	✓ 157	✓ 149	✓ 144
3	✓ 151	✓ 160	✓ 162	✓ 157	✓ 152
4	✓ 183	✓ 152	✓ 178	✓ 164	✓ 162
5	✓ 183	✓ 156	✓ 136	✓ 145	✓ 183

✓ ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ส่งข้อความแจ้ง และมีเสียงเตือน



รูปที่ 4-4 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อ Alcohol Ethanol

4.4.1.3 น้ำมันเบนซิน

ในการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับ น้ำมันเบนซิน นั้นพบว่า เมื่อนำ เซ็นเซอร์ วางบนปากขวดที่เป็นภาชนะบรรจุ น้ำมันเบนซิน เซ็นเซอร์ ไม่สามารถตรวจจับแก๊สได้ ซึ่งเป็น เพราะน้ำมันเบนซิน ไม่ใช่แก๊ส หรือไม่มีไอระเหยที่เข้มข้นพอ

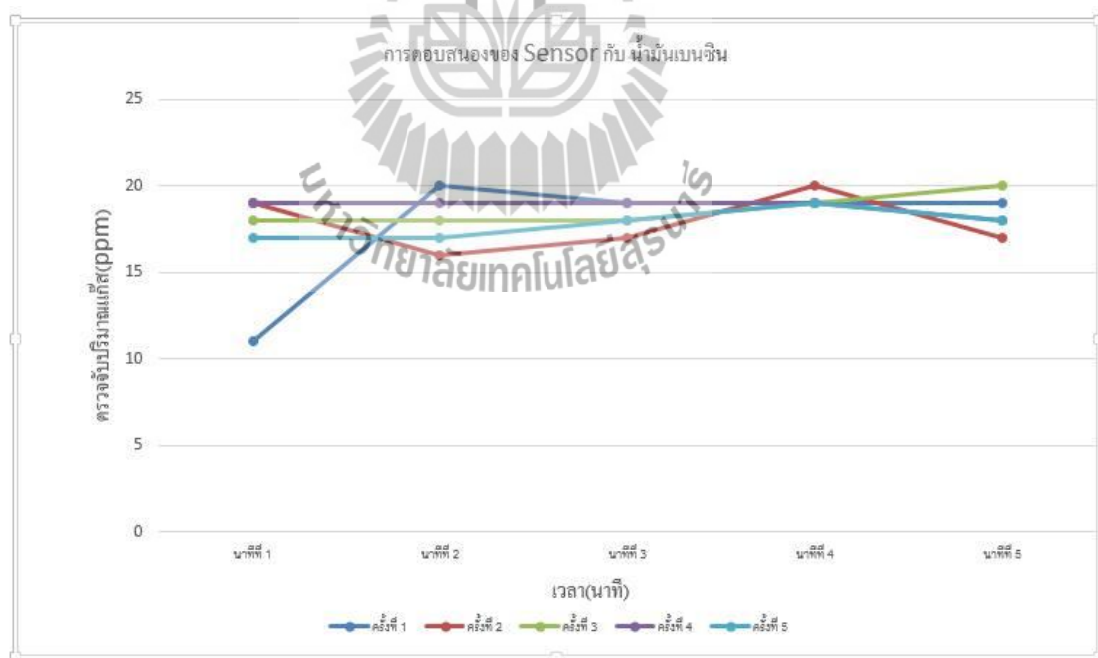


รูปที่ 4-5 แสดงขณะทำการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับ น้ำมันเบนซิน

ตารางที่ 4-3 แสดงผลการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับ น้ำมันเบนซิน

ครั้งที่	เวลา(นาท)				
	สถานะการตรวจจับแก๊สและความเข้มข้น(ppm)				
	1	2	3	4	5
1	X 11	X 20	X 19	X 19	X 19
2	X 19	X 16	X 17	X 20	X 17
3	X 18	X 18	X 18	X 19	X 20
4	X 19	X 19	X 19	X 19	X 18
5	X 17	X 17	X 18	X 19	X 18

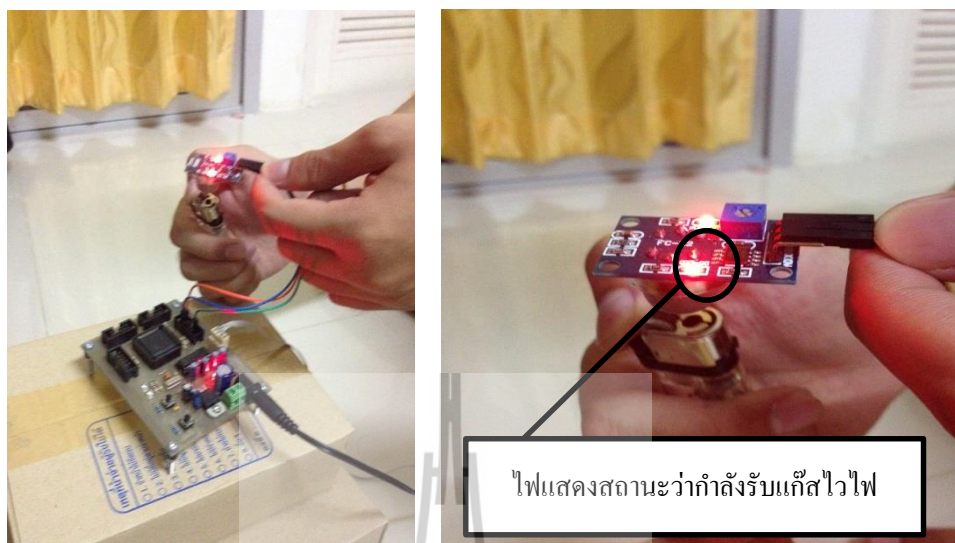
X ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ไม่ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ไม่ส่งข้อความแจ้ง และไม่มีเสียงเตือน



รูปที่ 4-6 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อ น้ำมันเบนซิน

4.4.1.4 แก๊สบิวเทนจากไฟแช็ค

ในการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับ แก๊สบิวเทนจากไฟแช็คนั้นพบว่า เมื่อ พ่น แก๊สบิวเทนจากไฟแช็คไปที่ เซ็นเซอร์ พบว่า เซ็นเซอร์ สามารถตรวจจับแก๊สได้

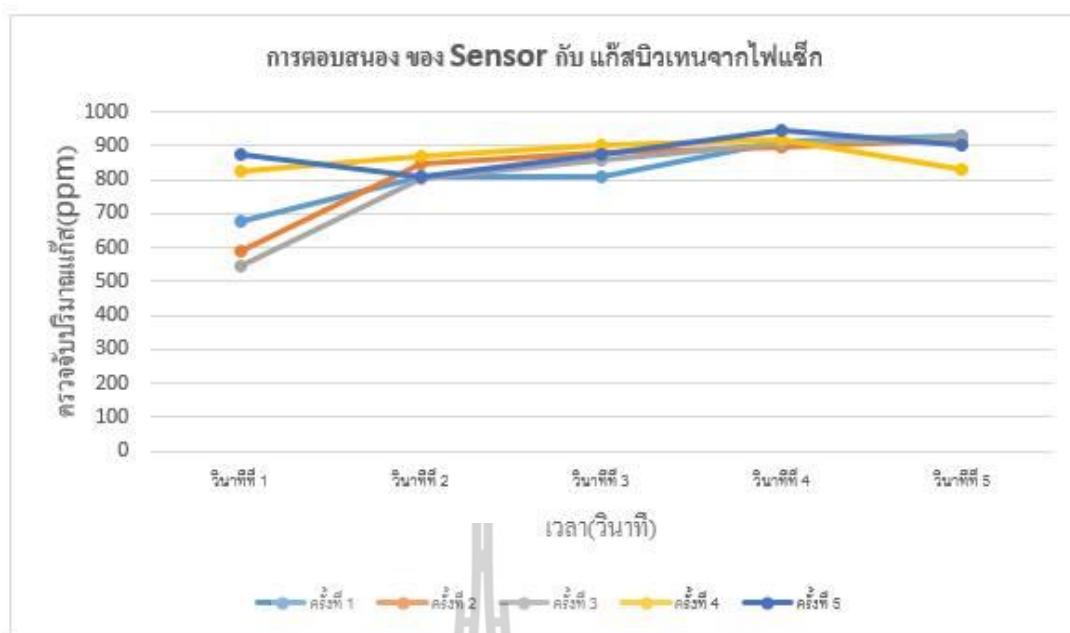


รูปที่ 4-7 แสดงขณะทำการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับ แก๊สบิวเทนจากไฟแช็ค

ตารางที่ 4-4 แสดงผลการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับ แก๊สบิวเทนจากไฟแช็ค

ครั้งที่	เวลา(วินาที)				
	สถานะการตรวจจับและค่าที่วัดได้(ppm)				
	1	2	3	4	5
1	✓ 679	✓ 810	✓ 810	✓ 914	✓ 930
2	✓ 590	✓ 846	✓ 877	✓ 897	✓ 919
3	✓ 544	✓ 801	✓ 860	✓ 905	✓ 926
4	✓ 823	✓ 870	✓ 904	✓ 919	✓ 831
5	✓ 872	✓ 809	✓ 875	✓ 947	✓ 904

✓ ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ส่งข้อความแจ้ง และมีเสียงเตือน



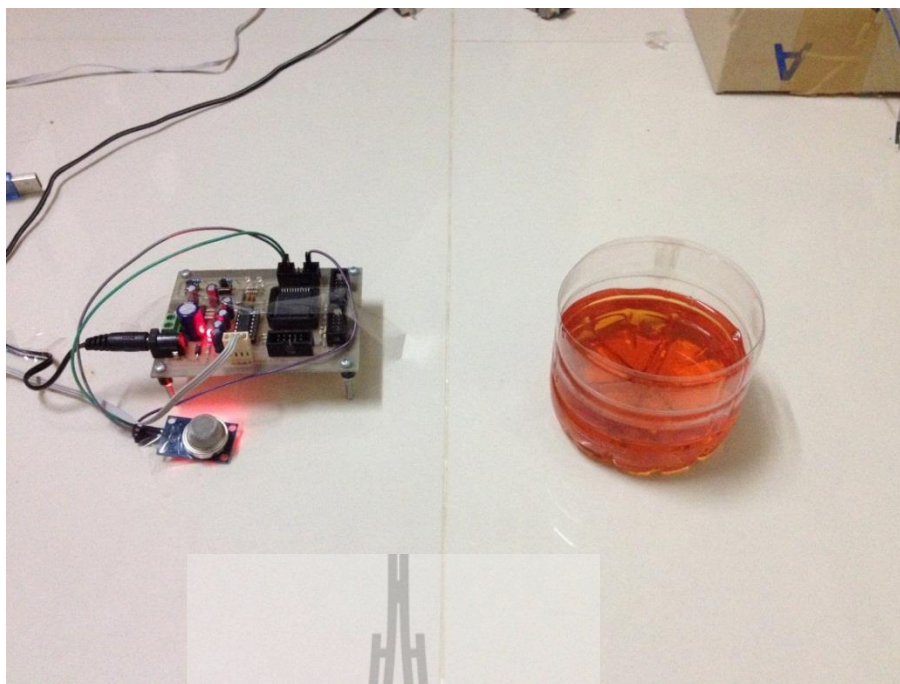
รูปที่ 4-8 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อแก๊สชีวเทนจากไฟแช็ก

4.4.2 การทดลองของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ในพื้นที่เปิด

ในการทดลองนี้เราได้นำเซ็นเซอร์มาวางไว้ห่างจากวัตถุที่นำมาทดลอง เป็นระยะ 15 ซม. ซึ่งมีอากาศถ่ายเทสะดวกโดยไม่มีสิ่งใดปิดครอบจากนั้นสังเกตและบันทึกผลการทดลอง

4.4.2.1 ทดลองตรวจจับแก๊สโซฮอล์ 95 ในพื้นที่เปิด

ในการทดลองตรวจจับ แก๊สโซฮอล์ 95 ในพื้นที่เปิดโล่งนี้ เมื่อวางวัตถุที่ต้องการทำการทดลองห่างจากเซ็นเซอร์ 15 ซม. แล้วเริ่มจับเวลา ได้ผลการทดลองในเวลาต่างๆเป็นดังนี้

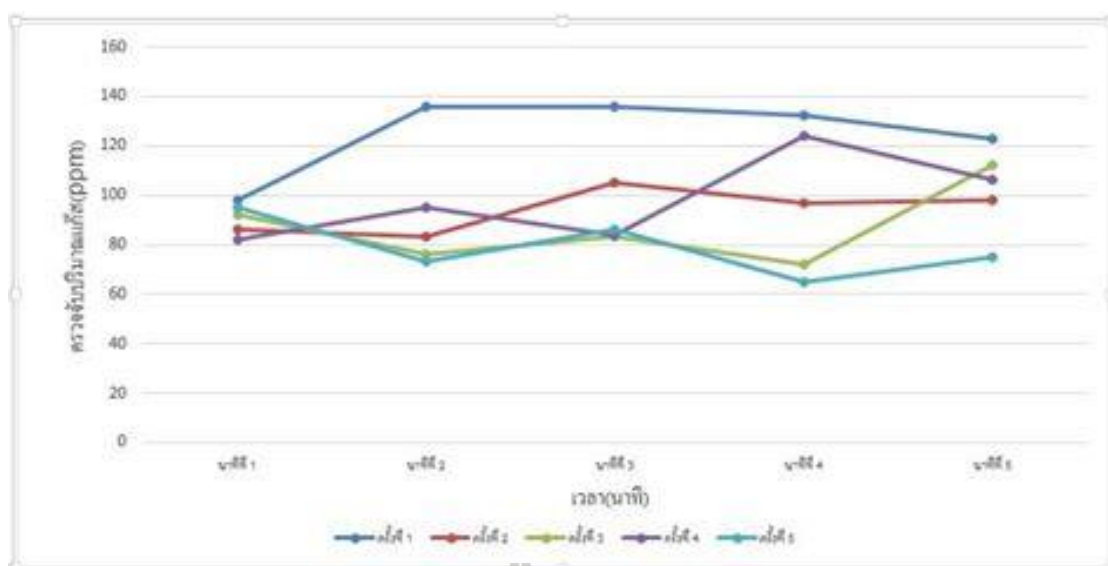


รูปที่ 4-9 แสดงขณะทำการทดลองการตรวจจับแก๊สโซลล์ 95 ในพื้นที่เปิด

ตารางที่ 4-5 แสดงผลการทดลองการตรวจจับแก๊สโซลล์ 95 ในพื้นที่เปิด

ครั้งที่	ครั้งที่(นาทื)				
	สถานะการตรวจจับแก๊ส(ppm)				
	X 1	X 2	X 3	X 4	X 5
1	X 98	X 136	X 113	X 132	X 123
2	X 86	X 83	X 105	X 97	X 98
3	X 92	X 76	X 83	X 72	X 112
4	X 82	X 95	X 84	X 124	X 106
5	X 95	X 73	X 86	X 65	X 75

X ไฟ LED ที่เซ็นเซอร์ ไม่ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ไม่ส่งข้อความแจ้ง และไม่มีเสียงเตือน



รูปที่ 4-10 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อแก๊สโซฮอลล์ 95 ในพื้นที่เปิด

4.4.2.2 ทดลองตรวจจับแก๊สชีวเทนจากไฟแช็คในพื้นที่เปิด

ในการทดลองตรวจจับ แก๊สชีวเทนจากไฟแช็คในพื้นที่เปิดโล่งนี้ เมื่อวางวัตถุที่ต้องการทำการทดลองห่างจากเซ็นเซอร์ 15 ซม. แล้วเริ่มจับเวลา ได้ผลการทดลองในเวลาต่างๆเป็นดังนี้

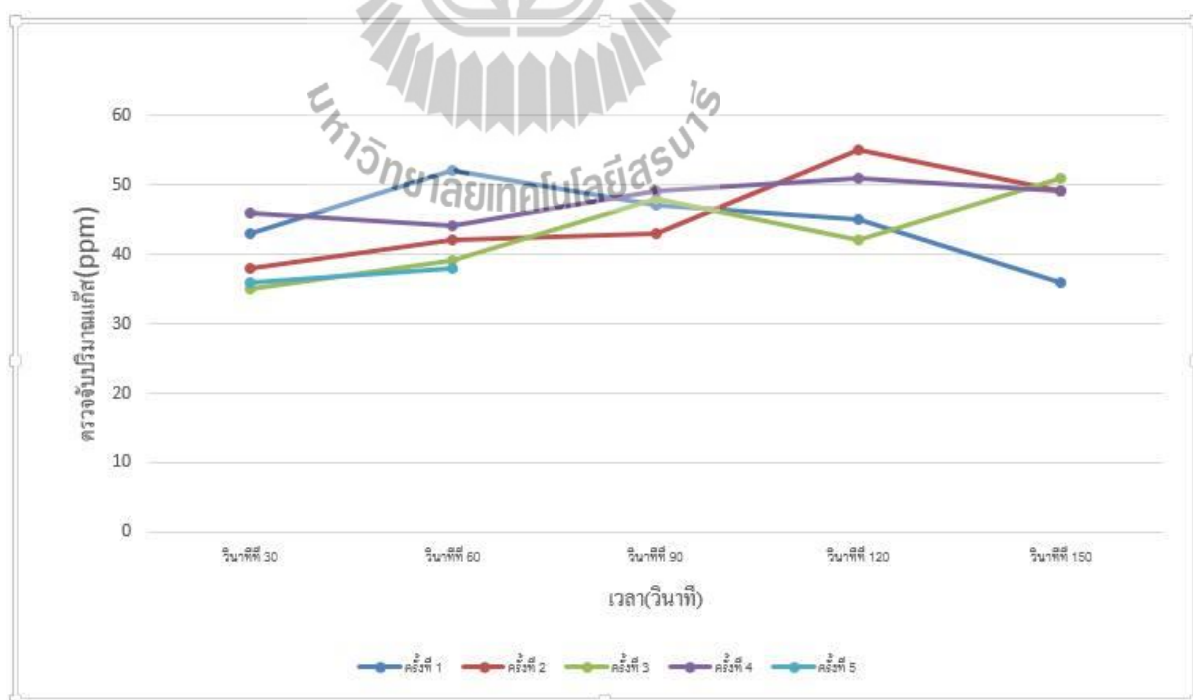


รูปที่ 4-11 แสดงขณะทำการทดลองการตรวจจับแก๊สชีวเทนจากไฟแช็คในพื้นที่เปิด

ตารางที่ 4-6 แสดงผลการทดลองการตรวจจับแก๊สชีวเทนจากไฟแช็คในพื้นที่เปิด

ครั้งที่	เวลา(วินาที)				
	สถานะการตรวจจับแก๊ส(ppm)				
	30	60	90	120	150
1	X 43	X 52	X 47	X 45	X 36
2	X 38	X 42	X 43	X 55	X 49
3	X 35	X 39	X 48	X 42	X 51
4	X 46	X 44	X 49	X 51	X 49
5	X 36	X 38	X 41	X 42	X 53

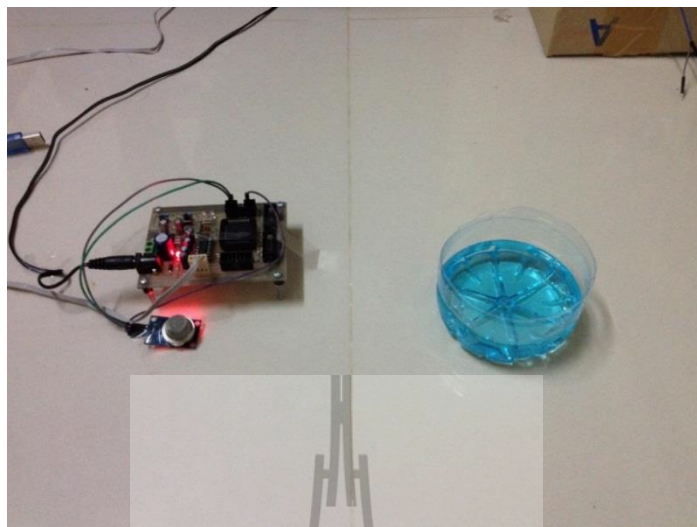
X ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ไม่ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ไม่ส่งข้อความแจ้ง และไม่มีเสียงเตือน



รูปที่ 4-12 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อแก๊สชีวเทนจากไฟแช็คในพื้นที่เปิด

4.4.2.3 ทดลองตรวจจับ Alcohol Ethanol ในพื้นที่เปิด

ในการทดลองตรวจจับ Alcohol Ethanol ในพื้นที่เปิดโล่งนี้ เมื่อวางวัตถุที่ต้องการทำการทดลองห่างจากเซ็นเซอร์ 15 ซม. แล้วเริ่มจับเวลา ได้ผลการทดลองในเวลาต่างๆเป็นดังนี้

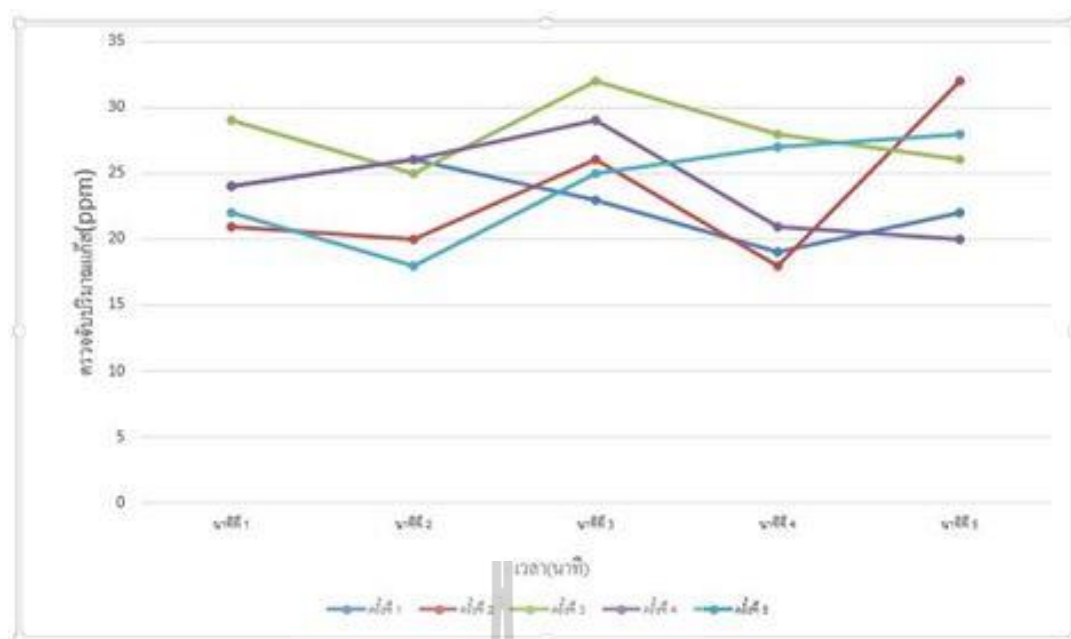


รูปที่ 4-13 แสดงขณะทำการทดลองการตรวจจับ Alcohol Ethanol ในพื้นที่เปิด

ตารางที่ 4-7 แสดงผลการทดลองการตรวจจับ Alcohol Ethanol ในพื้นที่เปิด

ครั้งที่	เวลา(นาท)				
	สถานะการตรวจจับแก๊ส(ppm)				
	1	2	3	4	5
1	X 24	X 26	X 23	X 19	X 22
2	X 21	X 20	X 26	X 18	X 32
3	X 29	X 25	X 32	X 28	X 26
4	X 24	X 26	X 29	X 21	X 20
5	X 22	X 18	X 25	X 27	X 28

X ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ไม่ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ไม่ส่งข้อความแจ้ง และไม่มีเสียงเตือน



รูปที่ 4-14 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อ Alcohol Ethanol ในพื้นที่เปิด

4.4.2.4 ทดลองตรวจจับ แก๊สหุงต้มกระป๋องในพื้นที่เปิด

ในการทดลองตรวจจับ แก๊สหุงต้มกระป๋องในพื้นที่เปิดโล่งนี้ เมื่อวางวัตถุที่ต้องการทำการทดลองห่างจากเซ็นเซอร์ 15 ซม. แล้วเริ่มจับเวลา ได้ผลการทดลองในเวลาต่างๆเป็นดังนี้

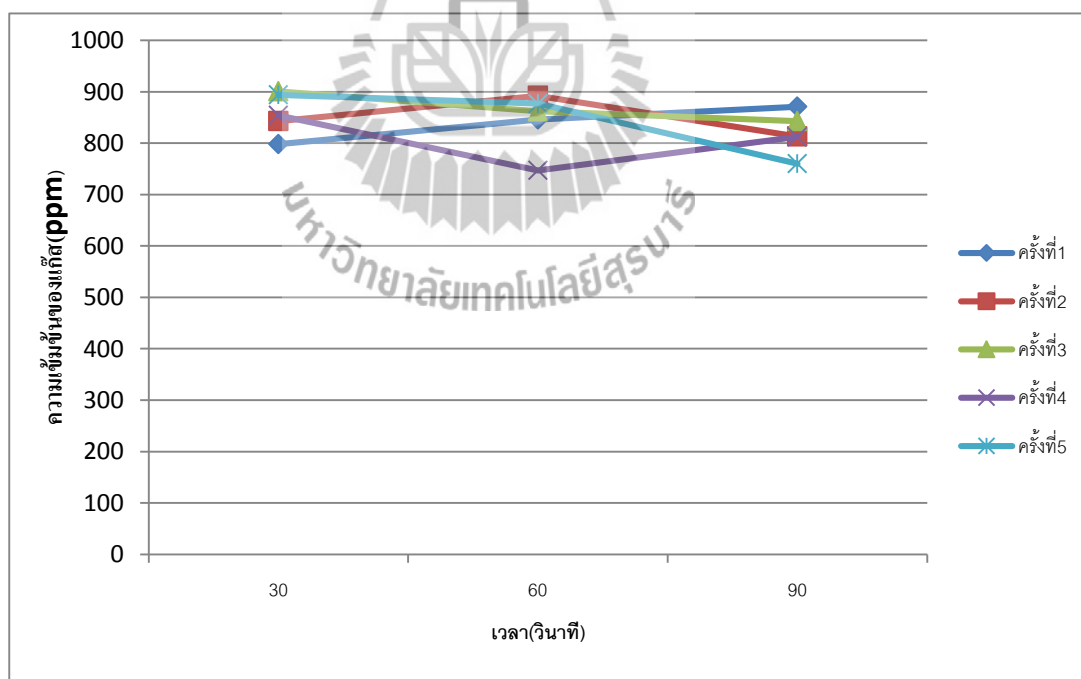


รูปที่ 4-15 แสดงภายในพื้นที่เปิดในการทดลองตรวจจับแก๊สจาก แก๊สหุงต้มกระป๋อง

ตารางที่ 4-8 แสดงผลการทดลองการตรวจจับแก๊สพื้นที่เปิดจาก แก๊สหุงต้มกระป๋อง

ครั้งที่	เวลา(วินาที)		
	ความเข้มข้นของแก๊สที่วัดได้(ppm)		
	30	60	90
1	✓ 798	✓ 846	✓ 871
2	✓ 843	✓ 892	✓ 813
3	✓ 901	✓ 862	✓ 843
4	✓ 854	✓ 747	✓ 812
5	✓ 894	✓ 877	✓ 760

✓ ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ส่งข้อความแจ้ง และมีเสียงเตือน



รูปที่ 4-16 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อแก๊สหุงต้มกระป๋องในพื้นที่เปิด

4.4.3 การทดลองของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ในพื้นที่ปิด

ในการทดลองนี้เราได้นำวัตถุที่ต้องการทำการทดลองมาวางไว้ห่างจากเซ็นเซอร์ในพื้นที่ปิดเป็นระยะ 15 ซม. สังเกตและบันทึกผลการทดลอง

4.4.3.1 แก๊สโซฮอล์ 95

ในการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับแก๊สโซฮอล์ 95 นั้นพบว่า เมื่อนำภาชนะที่บรรจุแก๊สโซฮอล์ 95 ไปวางในพื้นที่ปิดซึ่งห่างจากเซ็นเซอร์ 15 ซม. ปล่อยให้แก๊สระเหยออกมาแล้วบันทึกค่าแก๊สที่วัดได้ในเวลาต่างๆ ซึ่งผลการทดลองที่ได้เป็นดังนี้



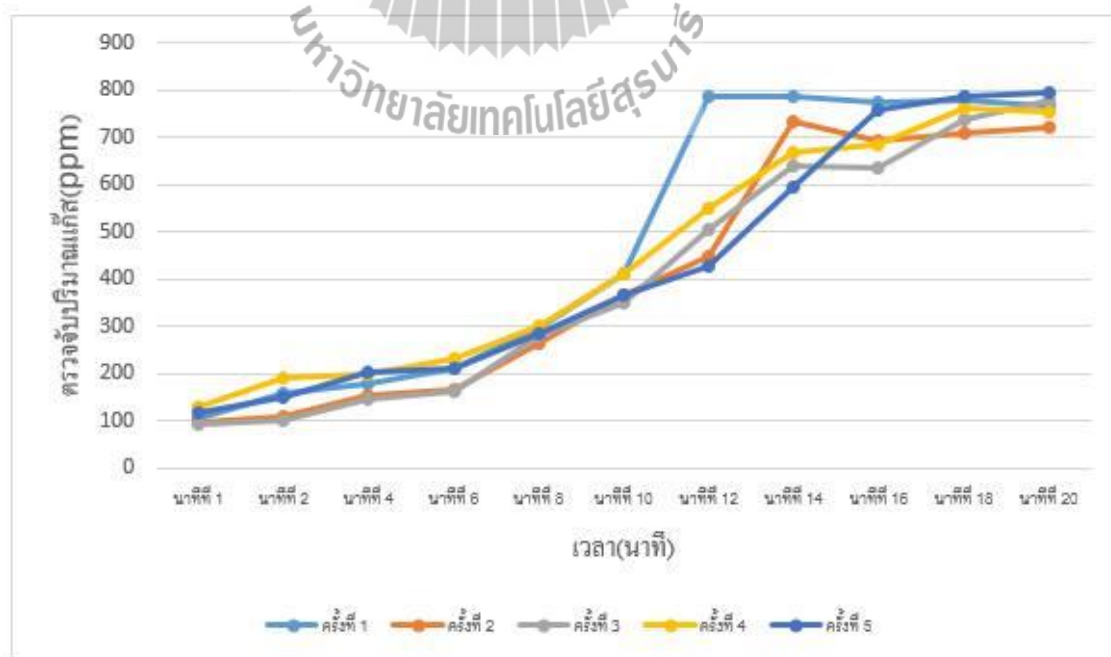
รูปที่ 4-17 แสดงภายในพื้นที่ปิดในการทดลองตรวจจับแก๊สจาก แก๊สโซฮอล์ 95

ตารางที่ 4-9 แสดงผลการทดลองตรวจจับแก๊สโซฮอล์ 95 ในพื้นที่ปิด

ครั้งที่	เวลา(นาที)										
	ความเข้มข้นของแก๊สที่วัดได้(ppm)										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1	X 104	X 156	X 177	✓ 211	✓ 295	✓ 411	✓ 785	✓ 787	✓ 775	✓ 779	✓ 764
2	X 95	X 109	X 153	X 167	✓ 263	✓ 364	✓ 446	✓ 732	✓ 693	✓ 708	✓ 722
3	X 92	X 99	X 146	X 161	✓ 280	✓ 349	✓ 503	✓ 641	✓ 634	✓ 736	✓ 778
4	X 130	X 189	X 198	✓ 230	✓ 301	✓ 409	✓ 549	✓ 669	✓ 683	✓ 761	✓ 754
5	X 117	X 148	✓ 203	✓ 212	✓ 286	✓ 367	✓ 482	✓ 594	✓ 758	✓ 786	✓ 794

*X ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ไม่ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ไม่ส่งข้อความแจ้ง และไม่มีเสียงเตือน

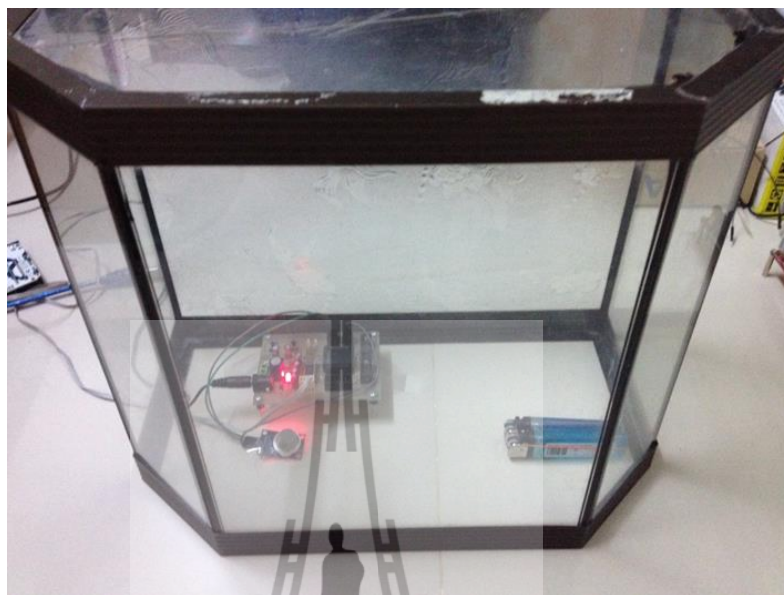
*✓ ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ส่งข้อความแจ้ง และมีเสียงเตือน



รูปที่ 4-18 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อแก๊สโซฮอล์ 95 ในพื้นที่ปิด

4.4.3.2 แก๊สมีเทนจากไฟแช็ค

ในการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับแก๊สมีเทนจากไฟแช็คนั้นพบว่า เมื่อนำไฟแช็คไปวางในพื้นที่ปิดซึ่งห่างจากเซ็นเซอร์ 15 ซม. กดปล่อยแก๊สออกมาเรื่อยๆด้วยการใช้ยางรัดไว้ แล้วบันทึกค่าแก๊สที่วัดได้ในเวลาต่างๆ ซึ่งผลการทดลองที่ได้เป็นดังนี้



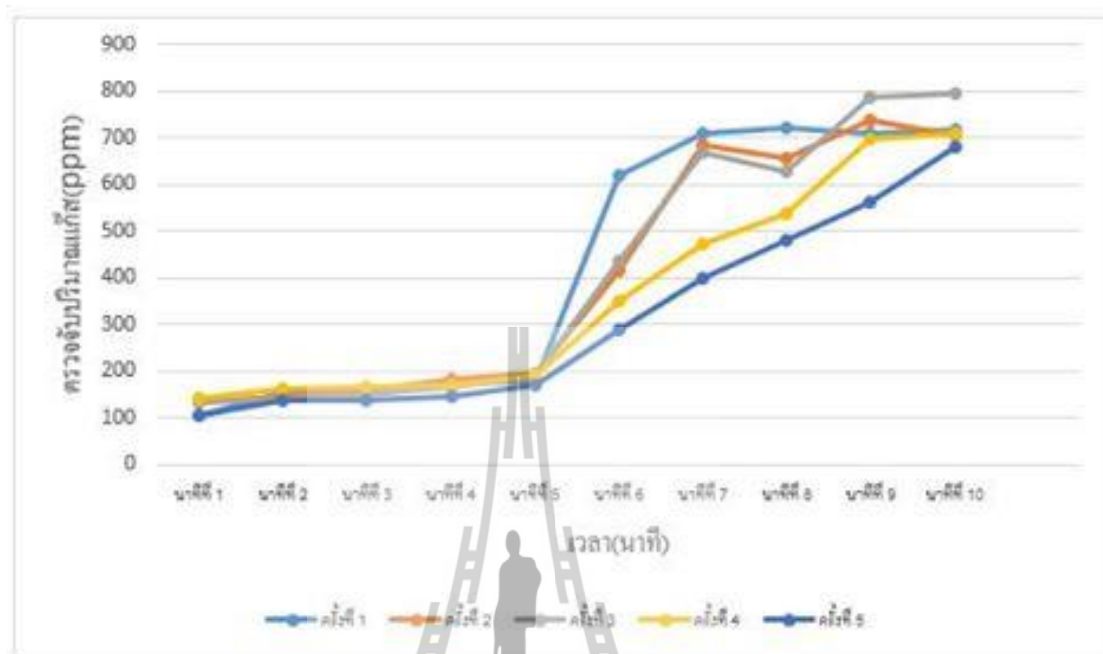
รูปที่ 4-19 แสดงภายในพื้นที่ปิดในการทดลองตรวจจับแก๊สจากไฟแช็ค

ตารางที่ 4-10 แสดงผลการทดลองตรวจจับแก๊สมีเทนจากไฟแช็คในพื้นที่ปิด

ครั้งที่	เวลา(นาท)									
	ความเข้มข้นของแก๊สที่วัดได้(ppm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	X 140	X 154	X 158	X 174	X 178	✓ 621	✓ 707	✓ 722	✓ 708	✓ 718
2	X 132	X 146	X 159	X 181	X 195	✓ 413	✓ 684	✓ 656	✓ 739	✓ 706
3	X 135	X 143	X 149	X 167	X 191	✓ 436	✓ 667	✓ 627	✓ 787	✓ 796
4	X 141	X 163	X 165	X 172	X 189	✓ 349	✓ 471	✓ 539	✓ 698	✓ 708
5	X 103	X 136	X 139	X 147	X 170	✓ 290	✓ 398	✓ 482	✓ 563	✓ 682

*X ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ไม่ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ไม่ส่งข้อความแจ้ง และไม่มีเสียงเตือน

*✓ ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ส่งข้อความแจ้ง และมีเสียงเตือน



รูปที่ 4-20 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อแก๊สมีเทนจากไฟแช็คในพื้นที่ปิด

4.4.3.3 Alcohol Ethanol(แอลกอฮอล์เช็ดแผล)

ในการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับ Alcohol Ethanol นั้นพบว่า เมื่อนำภาชนะที่บรรจุ Alcohol Ethanol ไปวางในระบบปิดห่างจากเซ็นเซอร์ 15 cm. หลังจากนั้นจับเวลาและเริ่มบันทึกผลการทดลองได้ผลเป็นดังนี้

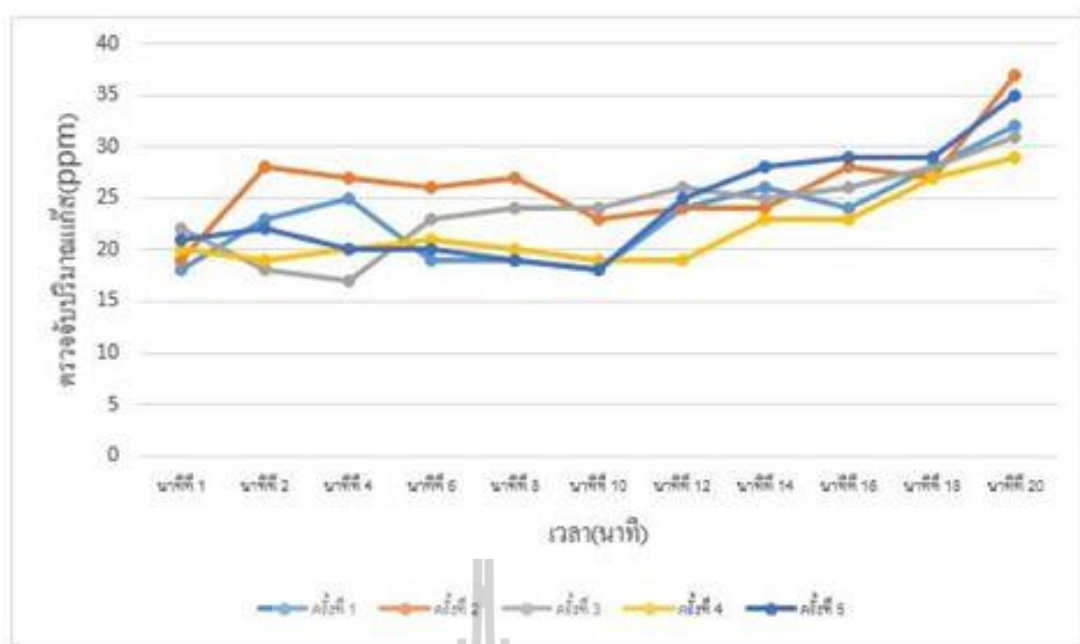


รูปที่ 4-21 แสดงภายในพื้นที่ปิดในการทดลองตรวจจับแก๊สจาก Alcohol Ethanol

ตารางที่ 4-11 แสดงผลการทดลองตรวจจับ Alcohol Ethanol(แอลกอฮอล์เช็ดแผล)ในพื้นที่ปิด

ครั้งที่	เวลา(นาทื)										
	ความเข้มข้นของแก๊สที่วัดได้(ppm)										
	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
1	X 18	X 23	X 25	X 19	X 19	X 18	X 24	X 26	X 24	X 28	X 32
2	X 19	X 28	X 27	X 26	X 27	X 23	X 24	X 24	X 28	X 27	X 37
3	X 22	X 18	X 17	X 23	X 24	X 24	X 26	X 25	X 26	X 28	X 31
4	X 20	X 19	X 20	X 21	X 20	X 19	X 19	X 23	X 23	X 27	X 29
5	X 21	X 22	X 20	X 20	X 19	X 18	X 25	X 28	X 29	X 29	X 35

*X ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ไม่ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ไม่ส่งข้อความแจ้ง และไม่มีเสียงเตือน



รูปที่ 4-22 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อ Alcohol Ethanol ในพื้นที่ปิด

4.4.3.4 แก๊สจากแก๊สหุงต้มกระป๋อง

ในการทดลองการตอบสนองของ เซ็นเซอร์ กับ แก๊สหุงต้มกระป๋องนั้นพบว่า เมื่อนำหลอด ฟันสักร์แก๊สหุงต้มกระป๋อง ไปวางในกล่องแก้ววางเซ็นเซอร์ในพื้นที่ปิด ซึ่งระยะห่างระหว่างหัวของ สายแก๊สกับตัวเซ็นเซอร์ประมาณ 15 ซม. และเริ่มบันทึกผลการทดลองพบว่า เซ็นเซอร์สามารถ ตรวจจับ แก๊ส ได้ดังนี้

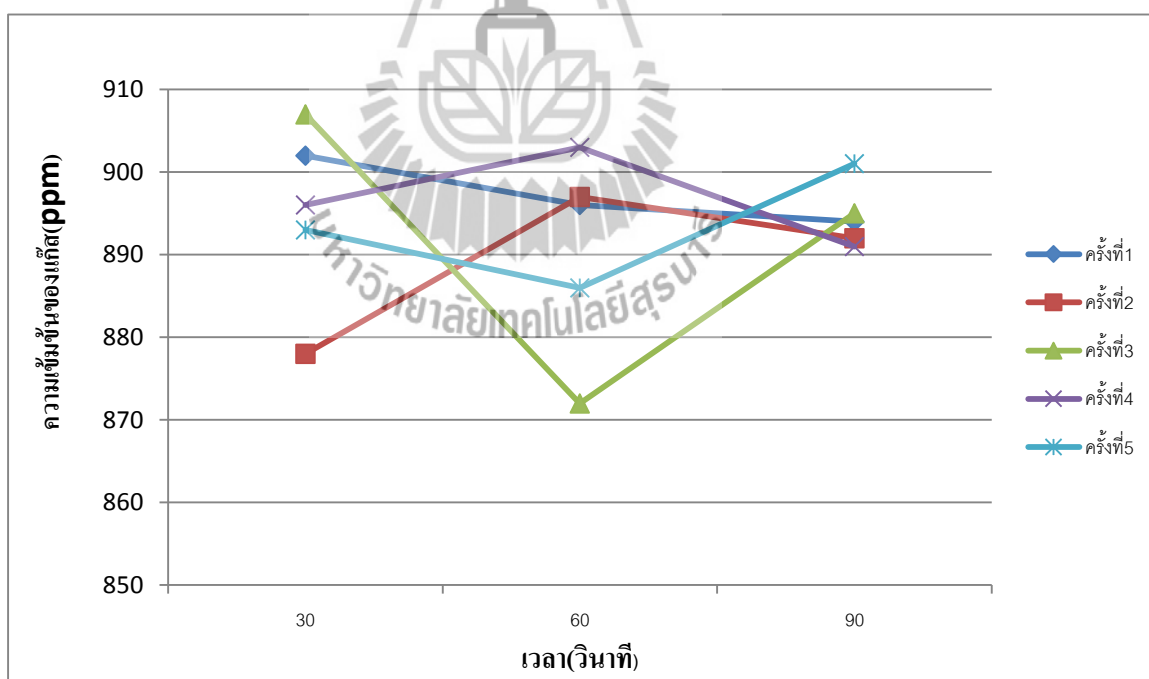


รูปที่ 4-23 แสดงภายในพื้นที่ปิดวางหลอดปล่อยแก๊สห่างจากเซ็นเซอร์ 15 ซม.

ตารางที่ 4-12 แสดงผลการทดลองตรวจจับ แก๊สหุงต้มกระป๋องในพื้นที่ปิด

ครั้งที่	เวลา(วินาที)		
	ความเข้มข้นของแก๊สที่วัดได้(ppm)		
	30	60	90
1	✓ 902	✓ 896	✓ 894
2	✓ 878	✓ 897	✓ 892
3	✓ 907	✓ 872	✓ 895
4	✓ 896	✓ 903	✓ 891
5	✓ 893	✓ 886	✓ 901

*✓ ไฟ LED ที่ เซ็นเซอร์ ติดและระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ส่งข้อความแจ้ง และมีเสียงเตือน



รูปที่ 4-24 กราฟแสดงการตอบสนองของเซ็นเซอร์ต่อแก๊สหุงต้มกระป๋องในพื้นที่ปิด

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในการทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM นั้นเราได้ออกแบบให้มีการทดลองเป็นสามส่วน ส่วนแรกคือการทดสอบการทำงาน ส่วนที่สองการทดลองในพื้นที่เปิด และส่วนที่สาม การทดลองในพื้นที่ปิด ซึ่งในหัวข้อนี้จะวิเคราะห์ถึงความแตกต่างของผลการทดลองแต่ละแบบดังนี้

การทดสอบการทำงานของเซ็นเซอร์นั้นจะสังเกตเห็นได้ว่าแก๊สไวไฟที่นำมาทดลอง คือ แก๊ส โซฮอล์ 95, Alcohol Ethanol (แอลกอฮอล์เช็ดแผล), แก๊สบิวเทนจากไฟแช็คและแก๊สหุงต้ม กระจกป้อง นั้นระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM สามารถตรวจจับและแจ้งเตือนได้ เนื่องจากวิธีการทดสอบนั้น ระยะห่างระหว่างเซ็นเซอร์และแก๊สใกล้เคียงกันมากเพื่อทดสอบดูว่าเมื่อเซ็นเซอร์ได้รับแก๊สที่เข้มข้น(ระยะใกล้มาก) จะสามารถตรวจจับและทำให้ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ส่งข้อความมาแจ้งเตือนได้หรือไม่ ซึ่งผลการทดลองก็เป็นตามที่คาดไว้คือสามารถทำงานได้

การทดลองในสองแบบที่เหลือคือการทดลองในพื้นที่เปิด และการทดลองในพื้นที่ปิดของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM สิ่งหนึ่งที่เรานำมาเห็นได้ชัดเจนคือ ปริมาณความเข้มข้นของแก๊สที่บันทึกผลได้ ซึ่งการทดลองในพื้นที่เปิดนั้นจะตรวจจับและวัดค่าแก๊สได้ในปริมาณต่ำ ซึ่งสาเหตุที่วัดค่าความเข้มข้นได้น้อยนั้น เนื่องจากในพื้นที่เปิด การระเหยของสารที่เรานำมาทดลองเช่น แก๊ส โซฮอล์ 95 และ Alcohol Ethanol นั้น เมื่อระเหยในพื้นที่เปิดกว้างอีกทั้งการระเหยของแก๊สก็มีทิศทางที่ไม่แน่นอน ทำให้ความเข้มข้นของแก๊สระเหยที่วัดได้มีค่าน้อย

ในการทดลองแบบพื้นที่ปิด ค่าที่เราวัดได้ของสารแต่ละชนิดนั้นค่อนข้างสูงซึ่งเป็นไปตามคาดไว้ สาเหตุที่สามารถวัดความเข้มข้นได้มากกว่าในระบบเปิดนั้นเนื่องจากในระบบปิด เมื่อแก๊สระเหยหรือปล่อยออกมาในอากาศ ก็จะไม่หายไปไหน ความเข้มข้นจะมากขึ้นเรื่อยๆ จนกระทั่งเซ็นเซอร์ตรวจจับได้และแสดงค่า ซึ่งเมื่อสังเกตที่กราฟผลการทดลองของแก๊สแต่ละชนิดนั้นพบว่าในเวลาเดียวกันและแก๊สชนิดเดียวกันนั้น บางครั้งก็พบว่าค่าแตกต่างกันมาก เนื่องจากคุณสมบัติของแก๊สนั้นเมื่อระเหยไปในอากาศก็จะเคลื่อนไหวแบบไม่มีทิศทางที่แน่นอน อาจเป็นไปได้ว่าในตอนที่วัดค่าได้มากนั้นเกิดจากสารระเหยแล้วลอยมายังเซ็นเซอร์โดยตรง อีกกรณีหนึ่งคือวัดค่าได้น้อย ซึ่งก็เป็นไปได้ว่าเมื่อปล่อยให้สารระเหยแล้ว ใระเหยเหล่านั้นอาจลอยไปยังมุมของพื้นที่ปิด และรอจนกว่าใระเหยจะเข้มข้นและมากพอที่จะทำให้เซ็นเซอร์ตรวจจับได้ ค่าจึงจะเพิ่มจนมีค่าใกล้เคียงกัน

4.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM สิ่งที่เราสนใจพิจารณามี 3 อย่างคือ 1.ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นแก๊สกับเวลา 2.สถานะการตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนได้และ 3.สถานะ การตรวจจับแก๊สไม่ได้และไม่แจ้งเตือน โดยในการทดลอง เราได้ตรวจจับทั้งแก๊สไวไฟและไม่ไวไฟในการทดลองส่วนแรกคือการทดสอบการทำงานของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ซึ่งเราได้เตรียมแก๊สไวไฟมาสี่ชนิด และน้ำมันเบนซินซึ่งไม่ใช่แก๊ส ซึ่งพบว่าผลการทดลองที่ได้ก็จะเป็นไปตามที่คาดไว้คือ เราสามารถตรวจจับแก๊สไวไฟที่เตรียมมาและแจ้งเตือนได้ทั้งสี่ชนิด ส่วนไอระเหยจากน้ำมันเบนซินไม่สามารถตรวจจับได้ อาจเป็นผลจากการที่น้ำมันเบนซินเป็นของเหลว ไม่มีสารเอทานอลซึ่งช่วยในการแพร่กระจายในสถานะแก๊ส

ส่วนการทดลองภายในกล่องปิดนั้นระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM สามารถตรวจจับได้สามจากสี่ชนิดคือ แก๊สบิวเทนจากไฟแช็ค,แก๊สโซฮอล์ 95 และแก๊สหุงต้มจากแก๊สกระป๋อง เมื่อสังเกตตารางบันทึกผลการทดลองนั้นพบว่าเวลาในการแพร่กระจายในพื้นที่ปิดของแก๊สมีเทนจากไฟแช็คและแก๊สหุงต้มจากแก๊สกระป๋อง ใช้เวลาน้อยกว่าแก๊สโซฮอล์ 95 เนื่องจากแก๊สโซฮอล์ 95 ต้องใช้เวลาในการเปลี่ยนสถานะจากของเหลวเป็นแก๊สจึงจะทำให้เซ็นเซอร์สามารถตรวจจับได้ ส่วนอีกสองอย่างข้างต้นนั้นถูกปล่อยออกมาในสถานะแก๊ส เซ็นเซอร์จึงตอบสนองได้เร็วกว่า ในส่วนของ Alcohol Ethanol(แอลกอฮอล์เช็ดแผล)นั้น ระบบไม่สามารถตรวจจับได้ เมื่อสังเกตค่าในส่วนของ 1.การทดสอบการใช้งานนั้นก็พบว่าค่าที่วัดได้มีค่าน้อยอยู่แล้วนั่นหมายถึงความเข้มข้นมีค่าน้อย เมื่อปล่อยให้ระเหย ค่าความเข้มข้นจึงไม่มากพอ ทำให้ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ไม่ทำการแจ้งเตือน

จากผลการทดลองทั้งสามส่วน เราจึงสามารถนำมาสรุปว่า ความไวในการตอบสนองของแก๊สที่มีต่อระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM และมีความเข้มข้นในหน่วย ppm จะมีลำดับดังนี้

- 1.แก๊สหุงต้มกระป๋อง
- 2.แก๊สโซฮอล์ 95
- 3.แก๊สบิวเทนจากไฟแช็ค
- 4.Alcohol Ethanol(แอลกอฮอล์เช็ดแผล)

ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM นี้เมื่อทำการทดสอบก็สามารถทำงานได้ในระดับหนึ่งด้วยต้นทุนที่ถูกกว่าราคาของเครื่องที่ได้มาตรฐานซึ่งราคาขั้นต่ำอยู่ที่ 10000 บาท แต่ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ได้พัฒนาขึ้น โดยมีต้นทุนเพียง 6000 และยังมีจุดเด่นในการโทรแจ้งเตือนอีกด้วย แม้จะยังขาดความละเอียดในการตรวจวัดและการอ้างอิงมาตรฐานการวัดค่าแก๊ส ทั้งนี้สิ่งที่ได้คือประสบการณ์ในการวางแผนและแก้ปัญหาที่ดีกว่า

มองปัญหาที่อาจจะเกิดขึ้นให้กว้าง และ โครงการนี้ทำให้ได้เรียนรู้ซึ่งเทคนิคในการเขียนโปรแกรม และการประยุกต์ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่หลากหลายซึ่งจะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำงาน และแก้ปัญหาต่างๆในอนาคต



บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้เป็นกล่าวถึงบทสรุปของโครงการระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ซึ่งประกอบด้วยข้อสรุปของโครงการ ปัญหาที่พบขณะดำเนินงาน วิธีแก้ปัญหา ตลอดจนข้อเสนอแนะและวิธีพัฒนาโครงการต่อไป

5.2 บทสรุปผลของโครงการ

ระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM โครงการนี้ มีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้ 1.เซ็นเซอร์ตรวจวัดแก๊ส Gas Sensor (MQ5) 2.บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (T89C51AC3) 3. GSM Modul (SIM300CZ) 4. จอแสดงผล 16x2 LCD 5.ลำโพงบี๊เซอร์ (Buzzer) 6.บอร์ด arduino uno r3 โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อเกิดการรั่วไหลของแก๊สจนตัวเซ็นเซอร์สามารถตรวจจับแก๊สได้ บอร์ด arduino uno r3 จะสั่งให้เกิดเสียงเตือนดังขึ้นแล้วจะสั่งให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกลงโปรแกรมไว้ด้วยภาษา C จะสั่งให้ GSM module ส่งข้อความไปยังเบอร์โทรศัพท์ที่ตั้งค่าไว้ ในขณะที่ช่วงเวลาที่หน้าจอ LCD ก็จะแสดงค่าความเข้มข้นของแก๊ส ซึ่งมีหน่วยเป็น ppm จนกระทั่งความเข้มข้นจางลงไป จนเซ็นเซอร์ไม่สามารถตรวจจับแก๊สได้เสียงเตือนก็จะหยุดเตือน

ในการทดสอบการทำงานของเครื่องตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติ นั้น เราทดลองโดยใช้แก๊สไวไฟและไมไวไฟ มาทดสอบการทำงานเบื้องต้นว่าสามารถตรวจจับและแยกแยะแก๊สไวไฟกับแก๊สไมไวไฟได้หรือไม่ซึ่งผลก็เป็นที่น่าพอใจ จากนั้นเราได้ใช้แก๊สไวไฟ 4 ชนิดในการทำการทดลองอีกสองชุด คือการทดลองในพื้นที่เปิดและพื้นที่ปิด เพื่อทดสอบและสังเกตความสามารถในการตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนของระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ซึ่งในการทดลอง ก็จะสังเกต เห็นผลที่แตกต่างกันออกไปตามชนิดของแก๊ส ซึ่งในการทดลองเสมือนเหตุการณ์จริงคือการทดลองในพื้นที่ปิดซึ่งจะทำให้แก๊สระเหยและเข้มข้น เหมือนกับการรั่วไหลตามเหตุการณ์จริง ซึ่งก็พบว่าเครื่องสามารถตรวจจับแก๊สไวไฟทั้ง 4 ชนิดและแจ้งเตือนไปยังเบอร์ที่เซตค่าไว้ จึงสรุปได้ว่า เราสามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ ความรู้ทางไฟฟ้า และใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ภาษา C สร้างระบบตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้งานได้จริง ด้วยต้นทุนที่ถูกกว่าราคาของเครื่องที่ได้มาตรฐานซึ่งราคาขั้นต่ำอยู่ที่ 10000 บาท แต่ระบบตรวจจับ

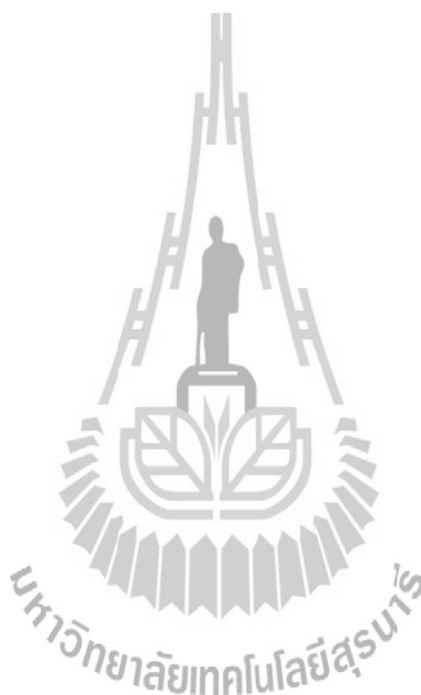
แก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติผ่านเครือข่าย GSM ได้พัฒนาขึ้น มีต้นทุนเพียง 6000 และยังมีจุดเด่นในการส่งข้อความแจ้งเตือนได้อีกด้วย

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรค	วิธีแก้ไข
1. การเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด UNO กับ GSM module โดยใช้ RS-232 นั้นไม่สามารถทำให้สื่อสารกันได้โดยตรงต้องใช้ IC-MAC232 เป็นตัวแปลงสัญญาณซึ่งขั้นตอนการทำให้มีความซับซ้อนมาก	1. ศึกษาข้อมูลจากทางอินเทอร์เน็ตเพิ่มเติม
2. ในการทดลองต้องระมัดระวังเรื่องความชื้นหรือสารกัดกร่อนซึ่งจะทำให้เซ็นเซอร์ทำงานบกพร่องได้	2. ออกแบบให้บริเวณที่ใช้เก็บเซ็นเซอร์สามารถเปิดออกเพื่อเช็ดทำความสะอาดได้ และเช็ดทำความสะอาดทุกครั้งหลังเสร็จการทดลอง
3. การ কিনค่าของเซ็นเซอร์ บางตัวอาจต้องทิ้งระยะห่างในการวัดค่าที่นานพอสมควร จึงไม่เหมาะที่จะนำมาใช้กับโครงการ	3. จากการศึกษาข้อมูลพบว่าเซ็นเซอร์ที่เหมาะสม และระยะเวลาในการ কিনค่าไม่นานมาก คือ MQ-5 จึงเปลี่ยนมาใช้เซ็นเซอร์ตัวนี้
4. การทดลองในพื้นที่ปิดนั้นหาวัสดุที่นำมาใช้เพื่อทำระบบปิด ไม่มีประสิทธิภาพ จะทำให้ผลการทดลองออกมาคลาดเคลื่อนได้	4. หาวัสดุที่เหมาะสมและสามารถปิดได้ มีฉนวนมาทำระบบปิด
5. ในการทดลองนั้น อาจเกิดเหตุผิดพลาดได้จากหลายสาเหตุ ซึ่งมีโอกาสทำให้อุปกรณ์เสียหายได้	5. สำรองอุปกรณ์ที่มีความเสี่ยงต่อการเสียหายไว้เสมอ

5.4 ข้อเสนอแนะ

1. อาจเพิ่มฟังก์ชันการโทรกลับเมื่อได้รับข้อความจาก GSM-module ไปเพื่อสั่งปิดการทำงานของเซ็นเซอร์ได้
2. สามารถพัฒนาการส่งข้อความของ GSM-module เป็นการโทรด้วยเสียงตอบรับอัตโนมัติได้
3. สามารถพัฒนาแหล่งจ่ายพลังงานให้สะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น เช่น ใช้แบตเตอรี่
4. ถ้าต้องการให้เห็นสัญญาณไฟที่ชัดเจนขึ้น สามารถเพิ่มจำนวน LED ได้
5. อาจพัฒนาให้มีเซ็นเซอร์ชนิดอื่นๆที่เกี่ยวข้อง และแสดงค่าจากเซ็นเซอร์เหล่านั้นที่ LCD ได้



บรรณานุกรม

[1] ประเภทของแก๊สไวไฟ จาก

http://www.deqp.go.th/index.php?option=com_content&view=article&id=127%3A2010-02-18+7%3A39%3A10&catid=31%3A2010-02-17-23-23-22&lang=th

[2] ศิริพร วันพูน, “ระบบตรวจจับก๊าซอันตราย” จาก

<http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=19024§ion=9>

<http://www.thailandindustry.com/guru/view.php?id=15122§ion=9>

[3] คุณสมบัติทั่วไปของแก๊ส จาก

<http://www.atom.rmutphysics.com/charud/oldnews/0/286/2/3/gas/gas/data13.htm>

[4] การใช้โปรแกรม Keil uVision 3 เบื้องต้น จาก

<http://www.mcuthailand.com/articles/mcs/Keil.html>

[5] กฎหมาย อักคีภัย จาก

http://fpei.ku.ac.th/index.php?option=com_content&task=blogsection&id=11&Itemid=46&lang=th_TH

[6] AT-command จาก http://pro-project.page.tl/AT_command.htm

[7] ไมโครคอนโทรลเลอร์ จาก <http://th.wikipedia.org/wiki/ไมโครคอนโทรลเลอร์>

[8] ไมโครคอนโทรลเลอร์ จาก <http://www.duinothumb.com/articles/intromicrocontroller>

[9] Arduino จาก <http://www.thainetbeans.com/arduino/start/start.php>

[10] Arduino จาก <http://www.duinothumb.com/articles/platform-arduino-open-hard>

[11] Arduino กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ จาก

http://www.ec.in.th/index.php?route=cms/article&article_id=34

[12] การต่อจอ LCD กับบอร์ด Arduino จาก <http://www.microdrive.co.th/product/99/lcd-2-%E0%B8%9>

ประวัติผู้เขียน



นายบุญครอง วิวัฒน์วานิชวงศ์ เกิดเมื่อวันที่ 28 ตุลาคม พ.ศ.2535
ภูมิลำเนาอยู่ที่ 484/16 หมู่.10 ต.เวียง อ.เชียงของ จ.เชียงราย สำเร็จ
การศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนเชียงของวิทยาคม อ.
เชียงของ จังหวัดเชียงราย ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขา
วิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา



นายวีรวัฒน์ อุทธโยธา เกิดเมื่อวันที่ 5 มิถุนายน พ.ศ. 2535
ภูมิลำเนาอยู่ที่ หมู่ 10 ต.แม่สุก อ.แม่ใจ จังหวัดพะเยา สำเร็จ
การศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนแม่ใจวิทยาคม
ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนัก
วิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัด
นครราชสีมา



นายพงศ์ศักดิ์ สุวรรณทา เกิดเมื่อวันที่ 30 เมษายน พ.ศ. 2536
ภูมิลำเนาอยู่ที่ หมู่ 9 ต.สถาน อ.เชียงของ จ.เชียงราย สำเร็จ
การศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนเชียงของวิทยาคม
ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนัก
วิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
จังหวัดนครราชสีมา

ภาคผนวก ก

ภาพอุปกรณ์เครื่องตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติ



เครื่องตรวจจับแก๊สและแจ้งเตือนอัตโนมัติ

ภาคผนวก ข

AT-COMMAND

AT-COMMAND คือ ชุดคำสั่งมาตรฐาน ที่สามารถใช้ติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์สื่อสารต่างๆ เช่น โมเด็ม หรือ อุปกรณ์ DTE (Data Terminal Equipment) เพื่อโต้ตอบตั้งค่าหรือสั่งงานอุปกรณ์เหล่านั้น ให้ทำงานตามที่ต้องการ และสำหรับการติดต่อกับโทรศัพท์มือถือ จะใช้ชุดคำสั่งที่เรียกว่า GSM AT COMMAND

ตัวอย่าง คำสั่งที่เป็น BASIC AT COMMAND

AT ตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ ถ้าสามารถติดต่อกันได้ อุปกรณ์จะตอบกลับมาว่า OK

ATDT phone number; โทรไปยังเลขหมายปลายทาง (phone number)

ATH วางสาย

ATA รับสาย

AT COMMAND ที่เกี่ยวข้องกับการรับ-ส่ง SMS

ชุดคำสั่ง AT COMMAND ที่ใช้กับโทรศัพท์มือถือได้มีอยู่มากมาย ทั้งการอ่านรุ่นโทรศัพท์มือถือ, ตรวจสอบระดับแบตเตอรี่, ตรวจสอบระดับสัญญาณ แต่ในที่นี้จะกล่าวถึงเพียงคำสั่งที่เกี่ยวข้องกับการรับ-ส่ง SMS เท่านั้น

1) Message Format (AT+CMGF) เป็นคำสั่งกำหนดรูปแบบของข้อความที่จะให้แสดงออกมา โดย

AT+CMGF= 1 คือ แสดงข้อความในรูปแบบ TEXT

AT+CMGF= 0 คือ แสดงข้อความในรูปแบบ PDU CODE

2) List Message (AT+CMGL) เป็นคำสั่งที่ให้แสดงข้อความในสถานะต่างๆ โดยจะแสดงข้อความ

ทั้งหมด มีลักษณะการใช้คำสั่งดังนี้

AT+CMGL=0 คือ แสดงข้อความที่ได้รับแต่ยังไม่ได้อ่าน (“REC UNREAD”)

AT+CMGL=1 คือ แสดงข้อความที่ได้รับและอ่านแล้ว (“REC READ”)

AT+CMGL=2 คือ แสดงข้อความที่เก็บไว้และยังไม่ได้ส่ง (“STO UNSENT”)

AT+CMGL=3 คือ แสดงข้อความที่เก็บไว้และส่งออกไปแล้ว (“STO SENT”)

AT+CMGL=4 คือ แสดงข้อความทั้งหมด (“ALL”)

หมายเหตุ หากกำหนด Message Format เป็น PDU CODE จะต้องเลือกสถานะโดยใช้ตัวเลข 0 ถึง 4 แต่หากกำหนด Message Format เป็น Text จะต้องเลือกสถานะโดยใช้ตัวอักษรที่วงเล็บด้านหลัง

3) Read Message (AT+CMGR) เป็นคำสั่งที่ใช้อ่านข้อความที่เฉพาะเจาะจงได้โดยระบุตำแหน่งที่ข้อความนั้นถูกเก็บไว้

4) Send Message (AT+CMGS= “XX”) เป็นคำสั่งที่ใช้สำหรับส่งข้อความซึ่ง “XX” คือจำนวน Octet ของเลขฐาน 16 ที่ต้องการจะส่งทั้งหมด ยกเว้น Octet แรกที่เป็น “00”

สรุปคำสั่ง

Call control

Command Description

ATA	Answer command
ATD	Dial command
ATH	Hang up call
ATL	Monitor speaker loudness
ATM	Monitor speaker mode
ATO	Go on-line
ATP	Set pulse dial as default
ATT	Set tone dial as default
AT+CSTA	Select type of address
AT+CRC	Cellular result codes

Data card control commands

Command Description

ATI	Identification
ATS	Select an S-register
ATZ	Recall stored profile
AT&F	Restore factory settings
AT&V	View active configuration
AT&W	Store parameters in given profile
AT&Y	Select Set as powerup option
AT+CLCK	Facility lock command
AT+COLP	Connected line identification presentation
AT+GCAP	Request complete capabilities list
AT+GMI	Request manufacturer identification

AT+GMM Request model identification
 AT+GMR Request revision identification
 AT+GSN Request product serial number identification (IMEI)

Phone control commands

Command Description

AT+CBC Battery charge
 AT+CGMI Request manufacturer identification
 AT+CGMM Request model identification
 AT+CGMR Request revision identification
 AT+CGSN Request product serial number identification
 AT+CMEE Report mobile equipment error
 AT+CPAS Phone activity status
 AT+CPBF Find phone book entries
 AT+CPBR Read phone book entry
 AT+CPBS Select phone book memory storage
 AT+CPBW Write phone book entry
 AT+CSCS Select TE character set
 AT+CSQ Signal quality

Computer data card interface commands

Command Description

ATE Command Echo
 ATQ Result code suppression
 ATV Define response format
 ATX Response range selection
 AT&C Define DCD usage
 AT&D Define DTR usage
 AT&K Select flow control
 AT&Q Define communications mode option
 AT&S Define DSR option
 AT+ICF DTE-DCE character framing

AT+IFC DTE-DCE Local flow control

AT+IPR Fixed DTE rate

Service

Command Description

AT+CLIP Calling line identification presentation

AT+CR Service reporting control

AT+DR Data compression reporting

AT+ILRR DTE-DCE local rate reporting

Network communication parameter commands

Command Description

ATB Communications standard option

AT+CBST Select bearer service type

AT+CEER Extended error report

AT+CRLP Radio link protocol

AT+DS Data compression

Miscellaneous commands

Command Description

A/ Re-execute command line

AT? Command help

AT*C Start SMS interpreter

AT*T Enter SMS block mode protocol

AT*V Activate V.25bis mode

AT*NOKIATEST Test command

AT+CESP Enter SMS block mode protocol

SMS commands

SMS text mode

Command Description

AT+CSMS Select message service

AT+CPMS Preferred message storage

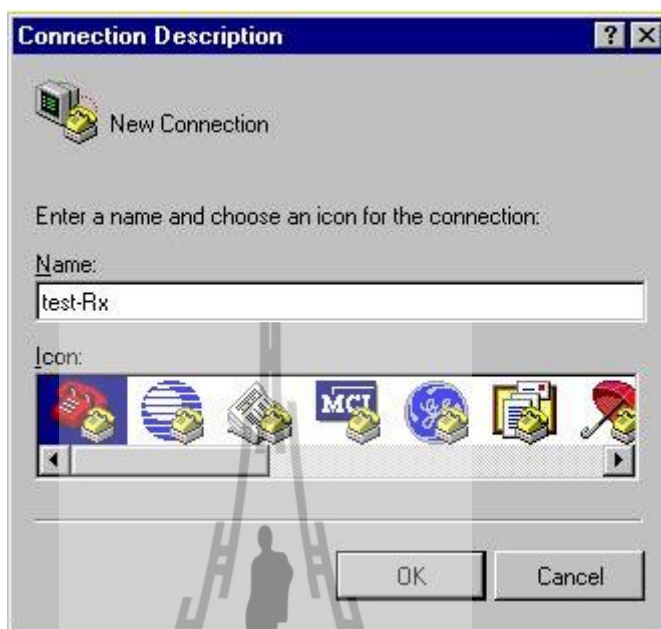
AT+CMGF	Message format
AT+CSCA	Service centre address
AT+CSMP	Set text mode parameters
AT+CSDH	Show text mode parameters
AT+CSCB	Select cell broadcast message types
AT+CSAS	Save settings
AT+CRES	Restore settings
AT+CNMI	New message indications to TE
AT+CMGL	List messages
AT+CMGR	Read message
AT+CMGS	Send message
AT+CMSS	Send message from storage
AT+CMGW	Write message to memory
AT+CMGD	Delete message

SMS PDU ode

Command	Description
AT+CMGL	List Messages
AT+CMGR	Read message
AT+CMGS	Send message
AT+CMGW	Write message to memory

การใช้งาน Hyper Terminal

1. ตั้งให้โปรแกรม Hyper Terminal ทำงาน จะปรากฏหน้าต่างดังรูปที่ 1 แล้วพิมพ์ชื่อลงในแถบกรอกข้อความ และแล้วใช้เมาส์คลิก OK จะปรากฏหน้าต่างตามรูปที่ 2



รูปที่ 1



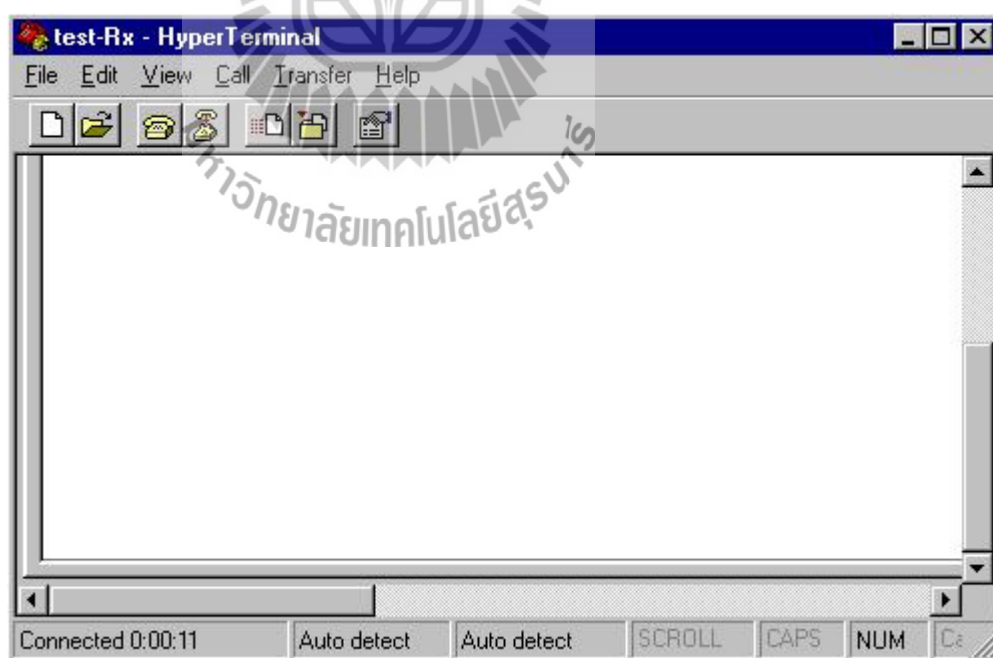
รูปที่ 2

ในรูปที่ 2 นี้ใช้เมาส์คลิกเลือก COM PORT แล้วใช้เมาส์คลิก OK จะปรากฏหน้าต่างตามรูปที่ 3



รูปที่ 3

ในรูปที่ 3 นี้ใช้เมาส์คลิกเลือกรูปแบบการรับส่งข้อมูลของพอร์ทอนุกรม แล้วใช้เมาส์คลิก OK จะปรากฏหน้าต่างตามรูปที่ 4 ซึ่งพร้อมจะทำงานได้ทันที



รูปที่ 4

ข้อมูลเชิงเทคนิคของ GAS SENSOR (MQ 5)

TECHNICAL DATA

MQ-5 GAS SENSOR

FEATURES

- * High sensitivity to LPG, natural gas , town gas
- * Small sensitivity to alcohol, smoke.
- * Fast response . * Stable and long life * Simple drive circuit

APPLICATION

They are used in gas leakage detecting equipments in family and industry, are suitable for detecting of LPG, natural gas , town gas, avoid the noise of alcohol and cooking fumes and cigarette smoke.

SPECIFICATIONS

A. Standard work condition

Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
V _c	Circuit voltage	5V±0.1	AC OR DC
V _H	Heating voltage	5V±0.1	AC OR DC
P _L	Load resistance	20KΩ	
R _H	Heater resistance	31±10%	Room Tem
P _H	Heating consumption	less than 800mw	

B. Environment condition

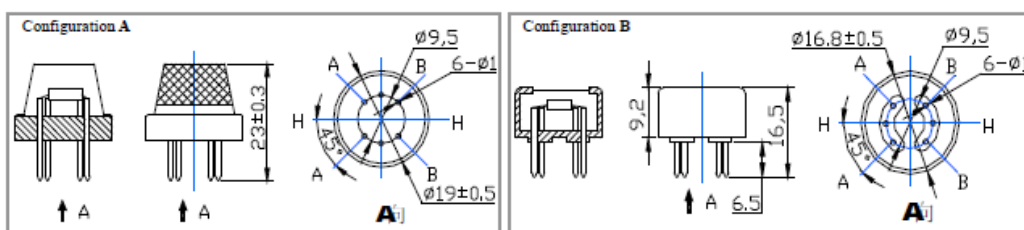
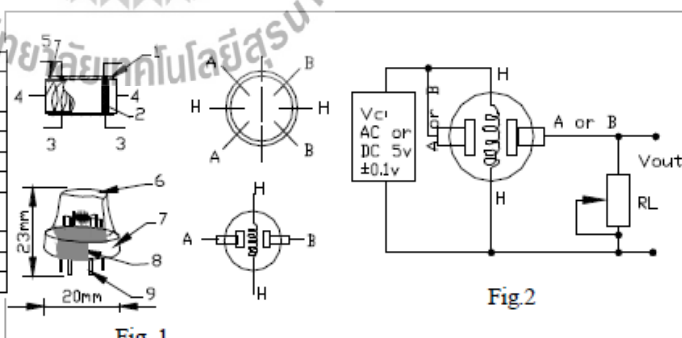
Symbol	Parameter name	Technical condition	Remarks
T _{ao}	Using Tem	-10℃-50℃	minimum value is over 2%
T _{as}	Storage Tem	-20℃-70℃	
R _H	Related humidity	less than 95%Rh	
O ₂	Oxygen concentration	21%(standard condition)Oxygen concentration can affect sensitivity	

C. Sensitivity characteristic

Symbol	Parameter name	Technical parameter	Remarks
R _s	Sensing Resistance	10KΩ - 60KΩ (5000ppm methane)	Detecting concentration scope: 200-10000ppm LPG,LNG Natural gas, iso-butane, propane Town gas
α (5000ppm/1000ppm CH ₄)	Concentration slope rate	≤0.6	
Standard detecting condition	Temp: 20℃±2℃ Humidity: 65%±5%	V _c :5V±0.1 V _H : 5V±0.1	
Preheat time	Over 24 hour		

D. Structure and configuration, basic measuring circuit

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



Structure and configuration of MQ-5 gas sensor is shown as Fig. 1 (Configuration A or B), sensor composed by

micro Al_2O_3 ceramic tube, Tin Dioxide (SnO_2) sensitive layer, measuring electrode and heater are fixed into a crust made by plastic and stainless steel net. The heater provides necessary work conditions for work of sensitive components. The enveloped MQ-5 have 6 pin, 4 of them are used to fetch signals, and other 2 are used for providing heating current.

Electric parameter measurement circuit is shown as Fig.2

E. Sensitivity characteristic curve

Fig.2 sensitivity characteristics of the MQ-5

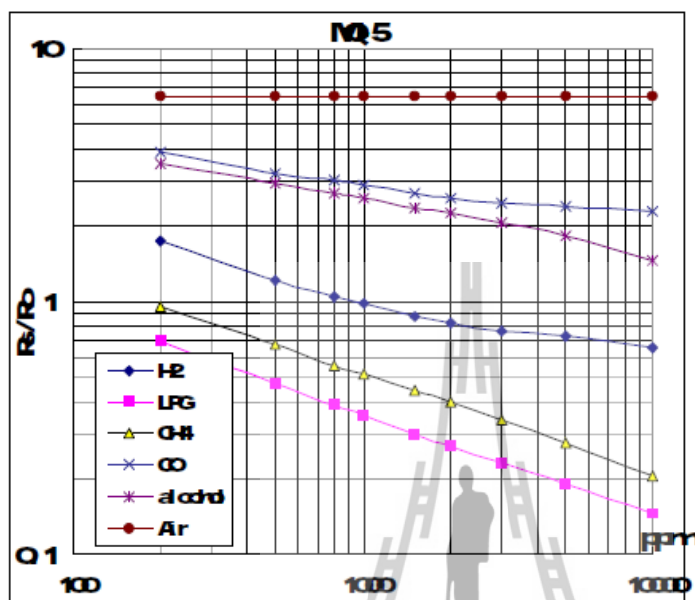


Fig.3 shows the typical sensitivity characteristics of the MQ-5 for several gases.

in their: Temp: 20°C ,

Humidity: 65%,

O_2 concentration 21%

$R_L = 20\text{k}\Omega$

R_0 : sensor resistance at 1000ppm of H_2 in the clean air.

R_s : sensor resistance at various concentrations of gases.

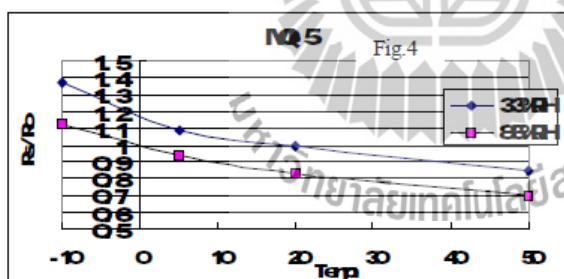


Fig.4 is shows the typical dependence of the MQ-5 on temperature and humidity.

R_0 : sensor resistance at 1000ppm of H_2 in air at 33%RH and 20°C .

R_s : sensor resistance at different temperatures and humidities.

SENSITIVITY ADJUSTMENT

Resistance value of MQ-5 is difference to various kinds and various concentration gases. So, When using this components, sensitivity adjustment is very necessary. we recommend that you calibrate the detector for 1000ppm H_2 or LPG concentration in air and use value of Load resistance (R_L) about $20\text{K}\Omega$ ($10\text{K}\Omega$ to $47\text{K}\Omega$).

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

ภาคผนวก ก

กฎกระทรวง

กำหนดเงื่อนไขในการใช้ การเก็บรักษา

และการมีไว้ในครอบครอง ซึ่งสิ่งทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่าย

และกิจการอันอาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่ายและการจัดให้มีบุคคลและสิ่งจำเป็น

ในการป้องกันและระงับอัคคีภัย

พ.ศ. ๒๕๔๘

อาศัยอำนาจตามความในมาตรา ๖ (๑) และ (๒) แห่งพระราชบัญญัติป้องกันและระงับอัคคีภัย พ.ศ. ๒๕๔๒ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๕ ประกอบกับมาตรา ๓๕ และมาตรา ๔๘ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยออกกฎกระทรวงไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ ๑ ในกฎกระทรวงนี้

“สิ่งทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่าย” หมายความว่า เชื้อเพลิง สารเคมี หรือวัตถุอื่นใดไม่ว่าจะมีสถานะเป็นของแข็ง ของเหลว หรือแก๊ส ที่อยู่ในภาวะพร้อมจะเกิดการสันดาปจากการจุดติดใด ๆ หรือการสันดาปเอง ตามประกาศกระทรวงมหาดไทย เรื่อง กำหนดสิ่งทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่าย

“วัตถุระเบิด” หมายความว่า สารหรือวัตถุที่ก่อให้เกิดการระเบิดอย่างรุนแรงตามกฎหมายว่าด้วยอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง และสิ่งเทียมอาวุธปืน

“วัสดุกัมมันตรังสี” หมายความว่า ธาตุ หรือสารประกอบใด ๆ ที่มีองค์ประกอบส่วนหนึ่ง มีโครงสร้างภายในอะตอมไม่คงตัวและสลายตัวโดยการปลดปล่อยรังสีออกมา ตามกฎหมายว่าด้วยพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ

“สารออกซิไดซ์” (Oxidizing Substances) หมายความว่า สารที่ให้ออกซิเจน และช่วยให้สิ่งอื่น ๆ ติดไฟได้ง่าย เช่น โซเดียมคลอเรต (Sodium Chlorate) โพแทสเซียมไนเตรท (Potassium Nitrate) และแอมโมเนียมไนเตรท (Ammonium Nitrate) เป็นต้น

“ข้อมูลความปลอดภัย” (Safety Data Sheet : SDS) หมายความว่า ข้อมูลทั่วไป ข้อมูลเกี่ยวกับอันตราย ส่วนผสม การปฐมพยาบาล การปฏิบัติเมื่อเกิดไฟไหม้ การปฏิบัติเมื่อเกิดการรั่วไหล การใช้และการจัดเก็บ ค่ามาตรฐานความปลอดภัย การควบคุม การป้องกันส่วนบุคคล คุณสมบัติทางกายภาพและทางเคมี ความคงตัวและการเกิดปฏิกิริยา ข้อมูลด้านพิษวิทยา ข้อมูลผลกระทบต่อ

ระบบนิเวศน์ การกำจัด การทำลาย ข้อมูลสำหรับการขนส่ง ข้อมูลกฎระเบียบด้านความปลอดภัย สุขภาพ สิ่งแวดล้อม และข้อมูลอื่น ๆ

“การมีไว้ในครอบครอง” หมายความว่า การมีสิ่งทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่ายไว้ในครอบครอง ไม่ว่าจะเพื่อตนเองหรือผู้อื่น และไม่ว่าจะเป็นการมีไว้เพื่อขาย ขนส่ง ใช้อื่น หรือประการอื่นใด และรวมถึงการ ให้อยู่หรือปรากฏอยู่ในบริเวณที่อยู่ในความครอบครองด้วย

“อาคาร” หมายความว่า ดึก บ้าน เรือน โรง ร้าน แพ คลังสินค้า สำนักงาน และสิ่งที่สร้างขึ้นอย่างอื่น ซึ่งบุคคลอาจเข้าอยู่หรือเข้าใช้สอยได้ ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

“ผู้ประกอบการกิจการ” หมายความว่า บุคคลหรือคณะบุคคลผู้เป็นเจ้าของกิจการหรือได้รับการแต่งตั้ง จากที่ประชุมผู้ถือหุ้นของกิจการ ซึ่งมีหน้าที่ในการบริหาร จัดการ และควบคุมกิจการ การทำ การ ผลิต ประกอบ บรรจุ ซ่อมแซม บำรุงรักษา ทดสอบ ปรับปรุง แปรสภาพ ลำเลียง เก็บรักษา หรือ กระทำการใด ๆ ตามลักษณะของอาคารหรือกิจการนั้น

“เจ้าหน้าที่ความปลอดภัยด้านอัคคีภัย” หมายความว่า บุคคล หรือพนักงาน หรือลูกจ้าง ที่ผู้ประกอบการ กิจการอันอาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่ายจัดให้มีไว้เพื่อปฏิบัติหน้าที่ในการบริหารความปลอดภัยด้าน อัคคีภัย การป้องกันอัคคีภัย และการระงับอัคคีภัย

“นายตรวจ” หมายความว่า ผู้ซึ่งผู้อำนวยการดับเพลิงประจำท้องถิ่นหรือเจ้าพนักงานท้องถิ่น แต่งตั้ง ให้เป็นนายตรวจ

“เจ้าพนักงานท้องถิ่น” หมายความว่า

- (๑) ผู้ว่าราชการกรุงเทพมหานคร สำหรับในเขตกรุงเทพมหานคร
- (๒) นายกองค์การบริหารส่วนจังหวัด สำหรับในเขตองค์การบริหารส่วนจังหวัด
- (๓) นายกเทศมนตรี สำหรับในเขตเทศบาล
- (๔) นายกเมืองพัทยา สำหรับในเขตเมืองพัทยา
- (๕) นายกองค์การบริหารส่วนตำบล สำหรับในเขตองค์การบริหารส่วนตำบล
- (๖) หัวหน้าผู้บริหารท้องถิ่นขององค์กรปกครองส่วนท้องถิ่นอื่นที่กฎหมายกำหนดให้เป็นราชการ ส่วนท้องถิ่น สำหรับในเขตราชการส่วนท้องถิ่นนั้น
- (๗) บุคคลซึ่งรัฐมนตรีแต่งตั้งให้เป็นเจ้าพนักงานท้องถิ่น

หมวด ๑

การใช้ การเก็บรักษา

และการมีไว้ในครอบครอง ซึ่งสิ่งทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่าย

ข้อ ๒ การใช้สิ่งทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่าย ผู้ใช้ต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

- (๑) ประเภทแก๊สไวไฟ (Flammable Gas)

- (ก) ระมัดระวังอุณหภูมิของสภาวะแวดล้อมบริเวณที่มีการใช้แก๊สไวไฟบรรจุในถังทนความดัน
- (ข) ใช้แก๊สไวไฟที่ภาชนะบรรจุได้มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือได้รับการรับรองจากหน่วยงานที่กำหนดไว้ในกฎหมาย
- (ค) ตรวจสอบอุปกรณ์ควบคุมปริมาณการไหลของแก๊สไวไฟและความดันในถังให้อยู่ในสภาพดีเสมอ
- (ง) การแบ่งบรรจุหรือถ่ายเทแก๊สไวไฟ ให้กระทำอย่างระมัดระวังโดยผู้มีความชำนาญ และห้ามมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในรัศมี ๑๙ เมตร โดยติดตั้งไม้กั้น ไฟสัญญาณ หรือป้ายเตือนต่าง ๆ ที่เห็นได้ชัดเจนจากระยะไกล
- (จ) เมื่อแก๊สไวไฟรั่วไหลและติดไฟ หากไม่สามารถแก้ไขได้ ให้ปล่อยให้แก๊สไวไฟไหม้ไปจนหมด โดยเผาระวังอยู่ในที่กำบังระยะไกล
- (ฉ) ไม่อยู่ใต้ทิศทางลมในขณะที่ใช้แก๊สไวไฟ
- (ช) ไม่ใช้แก๊สไวไฟในบริเวณใกล้เปลวไฟหรือประกายไฟ หรือบริเวณที่ระบบไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้าบกพร่อง
- (ซ) จัดให้มีเครื่องหมาย ป้าย และคำเตือนที่เหมาะสม ในบริเวณที่มีการใช้แก๊สไวไฟ
- (ฌ) จัดให้มีการระบายอากาศที่ดีในบริเวณที่ใช้แก๊สไวไฟ
- (ญ) จัดให้มีการตรวจสอบปริมาณความเข้มข้นของแก๊สไวไฟในบริเวณที่ปฏิบัติงานเป็นประจำ
- (ฎ) จัดให้มีสัญญาณเตือนภัยเมื่อมีปริมาณความเข้มข้นของแก๊สไวไฟในบรรยากาศบริเวณที่ปฏิบัติงานสูงผิดปกติ
- (ฏ) จัดให้มีอุปกรณ์ดับเพลิงและแผนฉุกเฉินที่สามารถใช้งานและดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น
- (ฐ) ท่อแก๊สไวไฟ ให้ทาสีให้เห็นชัดเจนเพื่อให้ผู้ใช้ทราบว่าเป็นท่อแก๊สไวไฟ
- (ฑ) จัดให้มีการฝึกอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยในการใช้แก๊สไวไฟแก่ผู้ใช้แก๊ส
- (ฒ) เมื่อท่อแก๊สไวไฟรั่วไหลให้ปิดวาล์วต้นทางทันที
- (ณ) เมื่อเลิกใช้แก๊สไวไฟแล้วให้ปิดวาล์วทุกครั้ง
- (๒) ประเภทของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids)
- (ก) ไม่ใช้ช่องของเหลวไวไฟในบริเวณที่อับอากาศ ใกล้เปลวไฟ ที่ที่มีอุณหภูมิสูง หรือแหล่งประกายไฟ
- (ข) จัดให้มีเครื่องดับเพลิงและแผนฉุกเฉินที่สามารถใช้งานและดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพในบริเวณที่มีการใช้ของเหลวไวไฟ
- (ค) จัดให้มีป้าย “ห้ามสูบบุหรี่” และ “ห้ามก่อให้เกิดประกายไฟทุกชนิด” ติดตั้งไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน
- (ง) การถ่ายเทของเหลวไวไฟจากถังใหญ่ไปสู่ถังเล็กหรือภาชนะบรรจุอื่น ต้องจัดให้มีสายดินเพื่อลดไฟฟ้าสถิตที่เกิดขึ้นขณะสูบส่งและถ่ายเทของเหลวไวไฟ

- (จ) การกลั่นหรือระเหยของเหลวไวไฟใด ๆ ให้กระทำในที่ซึ่งมีระบบระบายอากาศเฉพาะที่
- (ฉ) ห้ามนำของเหลวไวไฟไปให้ความร้อนโดยสัมผัสกับเปลวไฟหรือแหล่งกำเนิดไฟโดยตรง
- (ช) ก่อนนำภาชนะบรรจุของเหลวไวไฟที่ใช้แล้วไปทิ้ง ต้องจัดการให้ไม่มีของเหลวไวไฟเหลือค้างอยู่
- (ซ) เก็บเศษกระดาษ เศษผ้า หรือสิ่งติดไฟอื่น ๆ ที่ปนเปื้อนของเหลวไวไฟไว้ในภาชนะปิดมิดชิด และนำไปกำจัดตามวิธีการที่เหมาะสม
- (ฌ) ปิดฝาภาชนะบรรจุของเหลวไวไฟทุกครั้งเมื่อใช้เสร็จแล้ว และระวังการใช้ของเหลวไวไฟใกล้หรือร่วมกับสารออกซิไดซ์
- (ญ) ควบคุมดูแลการใช้ของเหลวไวไฟอย่างเคร่งครัด
- (ฎ) จัดให้มีสัญญาณเตือนภัยเมื่อไอระเหยของของเหลวไวไฟเข้มข้นถึงจุดติดไฟได้
- (ฏ) จัดให้มีการระบายอากาศทั่วไปอย่างเหมาะสม และจัดให้มีอุปกรณ์ป้องกันการเกิดอัคคีภัยและติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับเพลิงไหม้ ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับความร้อน พร้อมสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้อัตโนมัติ
- (๓) ประเภทของแข็งไวไฟ (Flammable Solids)
 - (ก) ห้ามวางของแข็งไวไฟไว้ใกล้ไฟ ความร้อน กรด หรือสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับน้ำหรืออากาศ
 - (ข) ห้ามสูบบุหรี่ในสถานที่ปฏิบัติงานอย่างเด็ดขาด
 - (ค) สารที่เกิดการสันดาปได้เอง ต้องจัดเก็บในที่ที่เหมาะสมตามคุณสมบัติและลักษณะของสารนั้น
 - (ง) จัดให้มีการฝึกอบรมเกี่ยวกับวิธีทำงานที่ปลอดภัยแก่ผู้ที่ปฏิบัติงานกับของแข็งไวไฟ
 - (จ) จัดให้มีป้าย ฉลาก หรือคำเตือนให้ทราบว่า “ห้ามใช้น้ำ” หรือ “ห้ามใช้เครื่องมือโลหะจัดเปิดหรือตีกระทบภาชนะบรรจุ” ตามคุณสมบัติของของแข็งไวไฟติดไว้บนภาชนะบรรจุ เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถมองเห็นได้ชัดเจน
 - (ฉ) จัดสถานที่ปฏิบัติงานให้เป็นระเบียบเรียบร้อยและมีการระบายอากาศที่ดี
 - (ช) ห้ามมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณสถานที่ปฏิบัติงานโดยไม่ได้รับอนุญาตอย่างเด็ดขาด
 - (ซ) จัดให้มีอุปกรณ์ดับเพลิงและแผนฉุกเฉินที่สามารถใช้งานและดำเนินการได้อย่างมีประสิทธิภาพเมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้น

ข้อ ๓ การเก็บรักษาและการมีไว้ในครอบครองซึ่งสิ่งทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่าย ผู้เก็บรักษาหรือมีไว้ในครอบครองต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

- (๑) ประเภทแก๊สไวไฟ (Flammable Gas)
 - (ก) เก็บให้ห่างจากความร้อนและเปลวไฟ และเก็บแยกจากวัตถุระเบิด สารออกซิไดซ์ และวัสดุกัมมันตรังสี ตลอดจนสารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible Material) อื่น

- (ข) ภาชนะบรรจุต้องยึดให้อยู่กับที่เพื่อป้องกันการล้มหรือหล่นกระแทก และตรวจสอบให้อยู่ในสภาพเรียบร้อยอยู่เสมอ หากภาชนะบรรจุบกพร่องรั่วไหลให้แยกออกทันที
- (ค) จัดให้มีป้าย เครื่องหมาย และคำเตือนที่เพียงพอ ถูกต้องและเหมาะสมในบริเวณสถานที่เก็บ และกวดขันให้ผู้ที่เกี่ยวข้องปฏิบัติตามคำเตือนโดยเคร่งครัด
- (ง) จัดให้มีระบบควบคุมอุณหภูมิและการระบายอากาศในสถานที่เก็บตามคุณสมบัติและลักษณะของแก๊สไวไฟ
- (จ) จัดให้มีระบบดับเพลิงที่เหมาะสมและพร้อมที่จะใช้งานได้ทันที
- (ฉ) พนักงานที่เกี่ยวข้องต้องผ่านการอบรมเกี่ยวกับความปลอดภัยจากแก๊สไวไฟ
- (ช) พื้นที่เก็บต้องเรียบสม่ำเสมอและไม่ก่อให้เกิดการไหลบ่าเมื่อเกิดแก๊สเหลวรั่วไหล
- (ซ) จัดให้มีข้อมูลความปลอดภัยของแก๊สไวไฟที่เก็บรักษา
- (ฌ) จัดให้มีระบบไฟฟ้าที่ป้องกันการเกิดประกายไฟ
- (๒) ประเภทของเหลวไวไฟ (Flammable Liquids)
- (ก) ห้ามเก็บในปริมาณมากเกินไป และให้เก็บแยกจากวัตถุระเบิด สารออกซิไดซ์ และวัสดุกัมมันตรังสี
- (ข) ห้ามวางหรือเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิสูงหรือใกล้แหล่งติดไฟ โดยจัดให้มีการควบคุมอุณหภูมิและการระบายอากาศในสถานที่เก็บตามคุณสมบัติและลักษณะของของเหลวไวไฟ
- (ค) จัดให้มีอุปกรณ์ดับเพลิงและสัญญาณเตือนภัยที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลาในสถานที่เก็บ
- (ง) จัดให้มีระบบไฟฟ้าที่ป้องกันการเกิดประกายไฟ
- (จ) จัดให้มีป้าย “ห้ามสูบบุหรี่” และ “ห้ามก่อให้เกิดประกายไฟทุกชนิด” ติดตั้งไว้ในที่ที่เห็นได้ชัดเจน
- (ฉ) ภาชนะบรรจุต้องติดฉลากและสัญลักษณ์ความไวไฟให้ชัดเจน
- (ช) จัดให้มียามรักษาการณ์ซึ่งมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของวัตถุไวไฟที่รับผิดชอบดูแลอยู่ และเข้มงวดกวดขันห้ามมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณสถานที่เก็บ
- (ซ) เมื่อเกิดการรั่วไหลของของเหลวไวไฟในสถานที่เก็บ ต้องจัดการไม่ให้เกิดการไหลบ่าองตามพื้นทั่วไป และจัดเก็บทำความสะอาดให้เรียบร้อยทันที
- (ฌ) จัดให้มีข้อมูลความปลอดภัยของของเหลวไวไฟที่เก็บรักษา
- (๓) ประเภทของแข็งไวไฟ (Flammable Solids)
- (ก) ห้ามเก็บในปริมาณมากเกินไป และเก็บแยกจากวัตถุระเบิด สารออกซิไดซ์ และวัสดุกัมมันตรังสี ตลอดจนสารที่เข้ากันไม่ได้ (Incompatible Material) อื่น
- (ข) ห้ามเก็บไวใกล้ไฟ ความร้อน กรด หรือสารเคมีที่ทำปฏิกิริยากับน้ำหรืออากาศ
- (ค) สารที่เกิดการสันดาปได้เอง ต้องจัดเก็บในที่ที่เหมาะสมตามคุณสมบัติและลักษณะของสารนั้น

- (ง) สารเคมีที่ถุกน้ำและความชื้นไม่ได้ ต้องใช้ภาชนะบรรจุชนิดกันน้ำและความชื้นได้ และต้องตรวจสอบสภาพของภาชนะบรรจุให้อยู่ในสภาพดีเสมอ
- (จ) จัดให้มีการควบคุมอุณหภูมิและการระบายอากาศในสถานที่เก็บตามคุณสมบัติและลักษณะของของแข็งไวไฟ
- (ฉ) จัดให้มีระบบไฟฟ้าที่ป้องกันการเกิดประกายไฟ
- (ช) ห้ามสูบบุหรี่และก่อให้เกิดประกายไฟทุกชนิดโดยเด็ดขาด
- (ซ) จัดให้มีอุปกรณ์ดับเพลิงและสัญญาณเตือนภัยที่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพตลอดเวลาในสถานที่เก็บ
- (ฌ) ภาชนะบรรจุต้องติดฉลากและสัญลักษณ์ความไวไฟให้ชัดเจน
- (ญ) จัดให้มียามรักษาการณ์ซึ่งมีความรู้เกี่ยวกับความปลอดภัยของวัตถุไวไฟที่รับผิดชอบดูแลอยู่ และเข้มงวดกวดขันห้ามมิให้ผู้ที่ไม่เกี่ยวข้องเข้าไปในบริเวณสถานที่เก็บ
- (ฎ) เมื่อมีสิ่งหกหล่นรั่วไหลในสถานที่เก็บ ต้องเก็บกวาดให้เรียบร้อย
- (ฏ) จัดให้มีข้อมูลความปลอดภัยของของแข็งไวไฟที่เก็บรักษา

ข้อ ๔ การเก็บรักษาส่งที่ทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่ายประเภทแก๊สไวไฟและของเหลวไวไฟภายนอกอาคาร ผู้เก็บรักษาต้องปฏิบัติดังต่อไปนี้

- (๑) ปฏิบัติตามคำแนะนำของข้อมูลความปลอดภัยเกี่ยวกับสารเคมีและวัตถุอันตราย
- (๒) บริเวณที่เก็บต้องจัดให้มีการรองพื้นด้วยวัสดุทนความร้อนและป้องกันการซึมสู่พื้นดินของสารเคมีที่หกรั่วไหล
- (๓) จัดให้มีระบบการระบายน้ำทิ้งที่ควบคุมการถ่ายเทได้ในกรณีเกิดการรั่วไหล
- (๔) ภาชนะบรรจุที่ใช้เก็บรักษาต้องทนทานต่อทุกสภาพอากาศ และในกรณีที่เปลวไฟที่ลุกไหม้ไปมาได้ ต้องยึดติดกับพื้นให้แน่นหนา และสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวกเมื่อเกิดเพลิงไหม้

ข้อ ๕ ในกรณีที่กฎหมายอื่นกำหนดเงื่อนไขในการใช้ การเก็บรักษา และการมีไว้ในครอบครอง ซึ่งสิ่งทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่ายไว้แล้ว ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในกฎหมายนั้น

หมวด ๒

กิจการอันอาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่ายและการจัดให้มีบุคคล
และสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภัย

ข้อ ๖ ความในหมวดนี้ไม่ใช่บังคับแก่

- (๑) พระที่นั่งหรือพระราชวัง

(๒) โบราณสถานหรืออาคารอนุรักษ์ ตามกฎหมายว่าด้วยโบราณสถาน โบราณวัตถุ ศิลปวัตถุ และพิพิธภัณฑสถานแห่งชาติ

ข้อ ๗ กิจการอันอาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่าย ได้แก่ กิจการที่ใช้ หรือเก็บรักษา หรือมีไว้ในครอบครอง ซึ่งสิ่งทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่าย หรือกิจการที่มีขบวนการผลิตหรืออุปกรณ์การผลิต ที่ก่อให้เกิดความร้อน หรือประกายไฟ หรือเปลวไฟ ที่อาจทำให้เกิดอัคคีภัยได้ง่าย รวมทั้งกิจการที่มีสภาพหรือมีการใช้ที่อาจไม่ปลอดภัยจากอัคคีภัย โดยมีการประกอบกิจการในอาคารหรือส่วนหนึ่งส่วนใดของอาคาร ดังต่อไปนี้

(๑) ท่าอากาศยาน สนามบิน สถานีรถไฟ และสถานีรถไฟฟ้ามหานคร

(๒) สถานศึกษา เช่น โรงเรียน วิทยาลัย มหาวิทยาลัย หรือห้องสมุด

(๓) สถานกวดวิชา เช่น โรงเรียนกวดวิชา สถาบันกวดวิชา หรือสถานฝึกอบรมหรือฝึกอาชีพ

(๔) ภัตตาคาร คลังสินค้า อาคารเก็บของ ห้างสรรพสินค้า สำนักงาน โรงมหรสพ และหอประชุม ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

(๕) โรงงาน ตามกฎหมายว่าด้วยโรงงาน

(๖) โรงแรม ตามกฎหมายว่าด้วยโรงแรม

(๗) สถานที่บรรจุหรือเก็บแก๊ส ตามกฎหมายว่าด้วยการบรรจุแก๊สปิโตรเลียมเหลว

(๘) สถานที่ผลิต เก็บ หรือจำหน่ายสารเคมีและวัตถุอันตราย ตามกฎหมายว่าด้วยวัตถุอันตราย

(๙) สถานที่ผลิต เก็บ หรือจำหน่ายอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง หรือสิ่งเทียมอาวุธปืน ตามกฎหมายว่าด้วยอาวุธปืน เครื่องกระสุนปืน วัตถุระเบิด ดอกไม้เพลิง และสิ่งเทียมอาวุธปืน

(๑๐) สถานบริการ ตามกฎหมายว่าด้วยสถานบริการ

(๑๑) สถานพยาบาล ตามกฎหมายว่าด้วยสถานพยาบาล

(๑๒) สถานีขนส่ง ตามกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก

(๑๓) สถานบริการน้ำมันเชื้อเพลิงหรือคลังน้ำมันเชื้อเพลิง ตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมน้ำมันเชื้อเพลิง

(๑๔) อาคารชุด ตามกฎหมายว่าด้วยอาคารชุด

ข้อ ๘ ให้ผู้ประกอบกิจการซึ่งประกอบกิจการตามข้อ ๗ จัดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยด้านอัคคีภัยตามสมควรแก่สภาพของอาคารที่ประกอบกิจการ

คุณสมบัติและอำนาจหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยด้านอัคคีภัย และการฝึกอบรมเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยด้านอัคคีภัย ให้เป็นไปตามที่กำหนดในประกาศกระทรวงมหาดไทย

ข้อ ๘ ให้ผู้ประกอบกิจการซึ่งประกอบกิจการตามข้อ ๗ จัดให้มีสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภัยสำหรับอาคารที่ประกอบกิจการดังต่อไปนี้ เว้นแต่ได้จัดให้มีสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภัยตามกฎหมายอื่นที่เกี่ยวข้องไว้แล้ว

- (๑) ทางหนีไฟ บันไดหนีไฟ ประตูหนีไฟ และระบบอัดอากาศภายในช่องบันไดหนีไฟ
 - (๒) แบบแปลนแผนผังของอาคารแต่ละชั้น
 - (๓) ระบบสัญญาณเตือนเพลิงไหม้
 - (๔) ระบบไฟส่องสว่างสำรอง ป้ายบอกชั้น และป้ายบอกทางหนีไฟ
 - (๕) ระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าสำรอง สำหรับกรณีฉุกเฉินแยกเป็นอิสระจากระบบอื่น และสามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติเมื่อระบบจ่ายไฟฟ้าปกติหยุดทำงาน
 - (๖) ตู้หัวฉีดน้ำดับเพลิงพร้อมสายฉีดน้ำดับเพลิง
 - (๗) ระบบดับเพลิงอัตโนมัติ ได้แก่ Sprinkler System หรือระบบอื่นที่เทียบเท่า
 - (๘) ผนังกันไฟ และประตูที่ทำด้วยวัสดุทนไฟ
 - (๙) เครื่องดับเพลิงตามชนิดและขนาดที่เหมาะสมสำหรับดับเพลิงที่เกิดจากประเภทของวัสดุที่อยู่ในแต่ละกิจการ
 - (๑๐) อุปกรณ์ตรวจจับความร้อนหรือควันไฟ ตามที่กำหนดในประกาศกระทรวงมหาดไทย
 - (๑๑) อุปกรณ์เครื่องช่วยในการหนีไฟจากอาคารที่ประกอบกิจการ ตามที่กำหนดในประกาศกระทรวงมหาดไทย
- การจัดให้มีสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภัยตาม (๑) (๒) (๓) (๔) (๕) (๖) (๗) (๘) และ (๙) ให้เป็นไปตามกฎหมายว่าด้วยการควบคุมอาคาร

ข้อ ๑๐ ในกรณีที่มีการประกอบกิจการตามข้อ ๗ หลายกิจการในอาคารเดียวกัน ให้ผู้ประกอบกิจการนั้นจัดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยด้านอัคคีภัยและสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภัยตามข้อ ๘ และข้อ ๙ ร่วมกัน

ข้อ ๑๑ การจัดให้มีเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยด้านอัคคีภัยและสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภัย ให้กระทำภายในระยะเวลาที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นกำหนด แต่ต้องไม่เกินเก้าสิบวัน

ในกรณีที่มีเหตุอันสมควร เจ้าพนักงานท้องถิ่นจะขยายเวลาออกไปอีกก็ได้ แต่ต้องไม่เกินหนึ่งร้อยยี่สิบวัน

ข้อ ๑๒ ในกรณีที่ผู้ประกอบกิจการซึ่งประกอบกิจการตามข้อ ๗ ได้จัดให้มีสิ่งจำเป็น ในการป้องกันและระงับอัคคีภัยอยู่แล้ว แต่ไม่อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้ หรือมีสภาพหรือการใช้ที่อาจไม่ปลอดภัยจากอัคคีภัย ให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นสั่งให้ผู้ประกอบกิจการนั้นดำเนินการแก้ไขสิ่งจำเป็นในการ

ป้องกันและระงับอัคคีภยนั้นให้อยู่ในสภาพที่ใช้งานได้และปลอดภัยจากอัคคีภย ภายในระยะเวลาที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นกำหนด แต่ต้องไม่เกินหกสิบวัน

ในกรณีที่มีเหตุอันสมควร เจ้าพนักงานท้องถิ่นจะขยายระยะเวลาออกไปอีกก็ได้ แต่ต้องไม่เกินเก้าสิบวัน

ข้อ ๑๓ ก่อนที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นจะสั่งให้ผู้ประกอบกิจการดำเนินการแก้ไขสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภยของอาคารหรือกิจการตามข้อ ๑๒ ให้นายตรวจตรวจสอบสภาพ การใช้ระบบความปลอดภัยเกี่ยวกับอัคคีภย และสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภย แล้วรายงานให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นทราบ

รายงานนั้นต้องประกอบด้วยผลการตรวจสอบ สภาพปัญหาของสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภยที่จำเป็นต้องแก้ไข วิธีการแก้ไข ระยะเวลาในการแก้ไข และรายละเอียดอื่น ๆ ที่จำเป็นแบบรายงานให้เป็นไปตามที่กำหนดในประกาศกระทรวงมหาดไทย

ข้อ ๑๔ ให้นายตรวจตรวจสอบการปฏิบัติหน้าที่ของเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยด้านอัคคีภย และตรวจสอบสภาพการใช้งานของสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภยของอาคารหรือกิจการตามข้อ ๙ อย่างน้อยปีละหนึ่งครั้ง หากตรวจสอบพบว่าเจ้าหน้าที่ความปลอดภัยด้านอัคคีภยมิได้ปฏิบัติหน้าที่หรือปฏิบัติหน้าที่ไม่ถูกต้อง หรือพบว่าสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภยของอาคารหรือกิจการนั้นชำรุด เสื่อมสภาพ ขาดหายไป หรือมีการใช้ที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตหรือร่างกาย และจำเป็นต้องดำเนินการเพื่อบรรเทาเหตุที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายโดยเร่งด่วน ให้นายตรวจรีบรายงานเหตุดังกล่าวและวิธีการที่จะต้องดำเนินการเพื่อบรรเทาเหตุนั้นต่อเจ้าพนักงานท้องถิ่นเพื่อมีคำสั่งโดยเร็ว

การรายงานและแบบรายงานให้นำข้อ ๑๓ วรรคสองและวรรคสาม มาใช้บังคับโดยอนุโลม

ข้อ ๑๕ ในกรณีที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นพบเห็นเองว่าสิ่งจำเป็นในการป้องกันและระงับอัคคีภยของอาคารหรือกิจการตามข้อ ๙ ชำรุด เสื่อมสภาพ ขาดหายไป หรือมีการใช้ที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อชีวิตหรือร่างกาย หรือได้รับรายงานจากนายตรวจตามข้อ ๑๔ หรือเจ้าพนักงานอื่น และเจ้าพนักงานท้องถิ่นเห็นว่าเป็นกรณีฉุกเฉินไม่อาจรอช้าไว้ได้ ให้เจ้าพนักงานท้องถิ่นมีอำนาจสั่งให้ผู้ประกอบกิจการดำเนินการเพื่อบรรเทาเหตุที่อาจจะก่อให้เกิดอันตรายดังกล่าวได้ทันทีตามวิธีการที่เจ้าพนักงานท้องถิ่นกำหนด