



เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ

นางสาวกฤติกาญจน์	โดย	สุวรรณสิทธิ์	B5308958
นางสาวกนิยสูรยา		ก่อสมัพันธ์คุณ	B5309467
นายนุ๊ก		สาสังข์	B5330461

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของรายวิชา 427499 โครงการวิศวกรรมโทรคมนาคม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2545
สำนักวิชาชีวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2556

โครงการ	เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ		
จัดทำโดย	นางสาวกฤติกาญจน์	สุวรรณสิทธิ์	B5308958
	นางสาวกนิษฐา	ก่อสัมพันธ์กุล	B5309467
	นายนัฐก	สาสังข์	B5330461
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชุดima พรหมมาก		
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม		
ภาคการศึกษา	1/2556		

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงการนี้เป็นการศึกษาโครงการสร้างของเครื่องแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ โดยเป็นการประยุกต์นอร์คไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 กับ sensor วัดแอลกอฮอล์ TGS 2620 โดยใช้ภาษา C เป็นตัวสั่งการ โดยเมื่อเราเป่าลมหายใจไปยังตัวเซนเซอร์ก็จะทำการรับค่าและสามารถคำนวณระดับแอลกอฮอล์ออกมาเป็นเบอร์เซ็นต์มิลลิกรัมและคงออกที่หน้าจอ LCD ซึ่งหากมีค่าเกิน 50 %mg ก็จะสั่งให้ Buzzer มีเสียงเตือน และ LED กะพริบ จากการทดสอบพบว่าเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับเครื่องจริงที่ได้มาตรฐาน โดยมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ แสดงว่าเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจนี้สามารถนำไปใช้งานเทียบเท่าเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ที่มีมาตรฐานได้ และยังมีต้นทุนในการผลิตที่ต่ำกว่าเครื่องในห้องตลาดเป็นอย่างมาก

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

โครงการเรื่องเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยกลมหายใจ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากคณะกรรมการได้รับความช่วยเหลือด้านต่างๆจากอาจารย์ที่ปรึกษา พ.ศ. ดร. ชุติมา พรหมมาก ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในทุกๆ ด้านแก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด และ ขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ บุคลากร และนักศึกษานั้นที่ตศึกษาสาขาวิชาศุภกรรม โภชนาคมทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือแก่คณะผู้จัดทำ ขอบกราบขอบพระคุณผู้อำนวยการ โรงพยาบาลราชวิถี จังหวัดนครราชสีมา ที่ให้ความอนุเคราะห์แก่คณะผู้จัดทำเพื่อยืมเครื่องเป่าวัด แอลกอฮอล์ที่ได้มาตรฐานมาใช้ทำการทดลอง และสุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำโครงการขอบพระคุณ บิดามารดา ที่ท่านทั้งสองให้การดูแลเอาใจใส่คอยให้กำลังใจและอยู่เคียงข้างมาโดยตลอด จนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

คณะผู้จัดทำโครงการได้ขอกราบขอบพระคุณทุกๆ ท่านที่ได้กล่าวไปแล้วไว้ ณ ที่นี่ สำหรับส่วนดีของโครงการชั้นนี้ ขออุทิศให้แก่คณาจารย์ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ให้แก่คณะผู้จัดทำโครงการ หากโครงการชั้นดีมีข้อผิดพลาดประการใดทางคณะผู้จัดทำโครงการ ได้รับอนุมัติและขอภัยมา ณ ที่นี่

นางสาวกฤติกาญจน์ สุวรรณสิทธิ์

นางสาวกนิษฐา ก่อสัมพันธ์กุล

นายนึก สารสังข์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ.....	ก
กิตติกรรมประกาศ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญรูป.....	น
สารบัญตาราง.....	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 บทนำ.....	1
1.2 หลักการและเหตุผล.....	1
1.3 วัตถุประสงค์.....	2
1.4 ขอบเขตงาน.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	3
1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 บทนำ.....	4
2.2 แอลกอฮอล์และเครื่องดื่มที่มีแอลกอฮอล์.....	4
2.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของแอลกอฮอล์.....	4
2.2.2 ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเครื่องดื่มนิดต่าง ๆ	5
2.2.3 แอลกอฮอล์ในร่างกายมนุษย์.....	5
2.2.4 การวินิจฉัยคนมา.....	6
2.2.5 แอลกอฮอล์กับอุบัติเหตุ交通事故.....	8
2.2.6 ระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ถือว่าผิดกฎหมาย.....	9
2.3 การตรวจวัดแอลกอฮอล์ในร่างกาย.....	11
2.3.1 เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ.....	12
2.3.2 การทำงานของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ.....	12
2.3.3 ตัวอย่างตัวตรวจจับแอลกอฮอล์แบบต่างๆ	14

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.3.4 ผลของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อร่างกายและจิตใจ.....	14
2.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ ในเลือดกับโอกาสเกิดอุบัติเหตุ交通事故.....	16
2.4 เครื่องตรวจวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจแบบ Semiconductor.....	17
2.4.1 เช่นเซอร์วัสด์แอลกอฮอล์.....	17
2.4.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino.....	21
2.5 พื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย Arduino.....	24
2.5.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์คืออะไร.....	24
2.5.2 Arduino คืออะไร.....	26
2.5.3 ตัวอย่างการใช้ Arduino กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์.....	28
บทที่ 3 หลักการทำงานของอุปกรณ์และโปรแกรม	
ในการใช้งานเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ	
3.1 บทนำ.....	33
3.2 โครงสร้างของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ.....	33
3.2 Hardware ของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ.....	34
3.3.1 เช่นเซอร์วัสด์แอลกอฮอล์ TGS 2620.....	34
3.3.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Arduino UNO R3.....	38
3.3.3 จอแสดงผล LCD.....	41
3.3.4 หลอดไฟ LED.....	42
3.3.5 ออడิโอ (EMB – 2306L).....	43
3.4 การเขียนโปรแกรมของเครื่องวัดแอลกอฮอล์.....	44
3.4.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flow chart).....	44
3.4.2 Code program และคำอธิบาย.....	45
3.4.3 การเขียนโปรแกรม Arduino IDE.....	48
3.4.4 การโหลดโปรแกรมลงบอร์ด.....	51

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 4 การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ	
4.1 บทนำ.....	57
4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	57
4.3 วิธีการทดลอง.....	58
4.4 ผลการทดลอง.....	59
4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง.....	61
4.6 สรุปผลการทดลอง.....	65
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	
5.1 บทนำ.....	66
5.2 บทสรุปผลของโครงการ.....	66
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	67
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	67
บรรณานุกรม.....	68
ประวัติผู้เขียน.....	69
ภาคผนวก ก ภาพอุปกรณ์วัดระดับแอลกอฮอล์.....	70
ภาคผนวก ข เอกสารการสอบเทียบเครื่องวัดแอลกอฮอล์ในเลือดจากลมหายใจ.....	72
ภาคผนวก ค ข้อมูลเชิงเทคนิคของเซนเซอร์ TGS 2620.....	73

สารบัญรูป

รายการ	หน้า
รูปที่ 2-1 แสดงความสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจ กับปริมาณของลมหายใจที่เป่าออกมา.....	13
รูปที่ 2-2 แสดงโครงสร้างทางวงจรไฟฟ้าของเซนเซอร์ตรวจวัดแอลกอฮอล์.....	17
รูปที่ 2-3 แสดงวิธีหาค่าความต้านทาน RS โดยใช้ Ohm meter.....	18
รูปที่ 2-4 แสดงวิธีหาค่าความต้านทาน RS โดยใช้กฎแบ่งแรงดัน Voltage Divider (η).....	18
รูปที่ 2-5 แสดงวิธีหาค่าความต้านทาน RS โดยใช้กฎแบ่งแรงดัน Voltage Divider (η).....	19
รูปที่ 2-6 แสดงการต่อเซนเซอร์ตรวจวัดแอลกอฮอล์เข้ากับ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino.....	20
รูปที่ 2-7 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ชนิดต่างๆ.....	22
รูปที่ 2-8 แสดงการส่งข้อมูลของตัว Microcontroller	25
รูปที่ 2-9 สถาปัตยกรรมพื้นฐานของ Microcontroller.....	25
รูปที่ 2-10 หน้าตาของ Arduino Software Developer.....	27
รูปที่ 3-1 โครงสร้างของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ.....	33
รูปที่ 3-2 วงจรพื้นฐานของเซนเซอร์ TGS 2620.....	34
รูปที่ 3-3 กราฟแสดงการตอบสนองของก๊าซชนิดต่างๆ.....	35
รูปที่ 3-4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_{RL} กับความเข้มข้นของก๊าซที่ตรวจจับได้ (PPM).....	36
รูปที่ 3-5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันเอ่าที่พุกกับ PPM.....	36
รูปที่ 3-6 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Aduino UNO R3.....	38
รูปที่ 3-7 โครงสร้างของบอร์ด Aduino UNO R3.....	40
รูปที่ 3-8 การต่อ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino.....	41
รูปที่ 3-9 ส่วนประกอบของ Light-Emitting Diode.....	42
รูปที่ 3-10 Buzzer.....	43
รูปที่ 3-11 แสดงขนาดและกราฟคุณสมบัติเปรียบเทียบระหว่างความดังในหน่วย dB , กระแสไฟ และแรงดัน V_{DC} ที่ใช้ตามลำดับ.....	43
รูปที่ 4-1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	57
รูปที่ 4-2 กราฟแสดงข้อมูลภาพรวมของค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์.....	63

สารบัญรูป (ต่อ)

รายการ	หน้า
รูปที่ 4-3 กราฟแสดงข้อมูลภาพรวมของค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็นเปอร์เซ็นต์เมื่อแยกวิเคราะห์ ข้อมูลจากอาสาสมัครที่มีการติ่งเท่านั้น.....	64



สารบัญตาราง

รายการ	หน้า
ตารางที่ 2-1 ปริมาณแอลกอฮอล์ในเครื่องดื่มนิดต่างๆ.....	5
ตารางที่ 2-2 แสดงผลของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อร่างกายและจิตใจ....	14
ตารางที่ 2-3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดกับ โอกาสเกิดอุบัติเหตุจากรถ.....	16
ตารางที่ 2-4 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของบอร์ด Arduino แต่ละตัว.....	23
ตารางที่ 4-1 คนที่ 1 เพศชาย ดื่ม.....	59
ตารางที่ 4-2 คนที่ 2 เพศชาย ดื่ม.....	60
ตารางที่ 4-3 คนที่ 3 เพศชาย ดื่ม.....	60
ตารางที่ 4-4 คนที่ 4 เพศชาย ไม่ได้ดื่ม.....	60
ตารางที่ 4-5 คนที่ 5 เพศหญิง ดื่ม.....	61
ตารางที่ 4-6 คนที่ 6 เพศหญิง ดื่ม.....	61
ตารางที่ 4-7 คนที่ 7 เพศหญิง ไม่ได้ดื่ม.....	61
ตารางที่ 4-8 คนที่ 8 เพศหญิง ไม่ได้ดื่ม.....	62
ตารางที่ 4-9 ข้อมูลภาพรวมของอาสาสมัครทั้ง 8 คน.....	62

บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำ

ความรู้และการประยุกต์ใช้ประโยชน์จากไมโครคอนโทรลเลอร์ นับว่ามีความสำคัญและจำเป็นต่อโลกปัจจุบันเป็นอย่างมาก เทคโนโลยีถูกสร้างและพัฒนาขึ้นแทนทุกวินาทีเพื่อช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่มนุษย์ ทั้งด้านการสื่อสาร การแพทย์ การคมนาคม ความบันเทิง และทุกๆอย่างที่ดูจะถูกทำให้เป็นเรื่องง่ายยิ่งขึ้น ไปเรื่อยๆ ซึ่งทั้งนี้พื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ถือเป็นอีกหนึ่งปัจจัยสำคัญที่จะช่วยทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ มาจากคำสองคำวากัน ก cioè ไมโคร กับ คอนโทรลเลอร์ ไมโคร แปลว่า เล็กๆ ส่วนคอนโทรลเลอร์แปลว่าระบบควบคุม ดังนั้น เมื่อรวมสองคำเข้าด้วยกัน ก็แปลว่า ระบบควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งเทียบได้กับระบบคอมพิวเตอร์หนึ่งชุด กล่าวคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้รวมรวม ระบบประมวลผล CPU (Central Processing Unit) หน่วยความจำ (Memory) และ พอร์ต (I/O Port) ไว้ในโมดูลเดียว กันซึ่งแตกต่างจากไมโครเซซอร์ตรงที่ ไมโคร โปรเซซเซอร์ จะต้องต่ออุปกรณ์ หน่วยความจำและพอร์ตอินเตอร์เฟสข้างนอก เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ มีขนาดเล็ก มีปีดหยุ่น และความสามารถสูงจึงนิยมฝังไว้ในอุปกรณ์ทางไฟฟ้าหรือ อิเล็กทรอนิกส์ เพื่อ ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้น เช่น ทีวี เครื่องซักผ้า มือถือ รีโมท กล่อง ECU รถยนต์ เครื่องบิน หรือ แม้กระทั่ง บางส่วนของยานอวกาศ

1.2 หลักการและเหตุผล

ปัจจุบัน เทคโนโลยีได้เข้ามาเป็นส่วนหนึ่งในชีวิตของมนุษย์อย่างขาดไม่ได้ ซึ่งทำให้มนุษย์ มีความสะดวกสบาย กล่าวคือ สามารถลดขั้นตอนที่ซับซ้อนและระยะเวลาในการทำงานหนึ่งๆลง ได้ และยังคงมีประสิทธิภาพ เช่นการใช้อินเทอร์เน็ตอ่านข่าวแทนหนังสือพิมพ์ การโทรศัพท์แทนการ ส่งจดหมาย ตลอดจนการนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยในการทดลองทางวิทยาศาสตร์ซึ่งอาจไม่จำเป็นต้อง พึ่งกระบวนการทดลองทางวิทยาศาสตร์อีกต่อไปนั่นเอง

เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจนั้น ก็เป็นอีกหนึ่งตัวอย่างหนึ่งของการนำ เทคโนโลยีเข้ามาใช้แทนที่การทดลองทางวิทยาศาสตร์ ทำให้ไม่ต้องพึงพาขั้นตอนที่ยุ่งยากของการ ตรวจวัด ซึ่งอุปกรณ์ดังกล่าวถูกใช้โดยเจ้าหน้าที่ตำรวจที่ทำหน้าที่ตรวจสอบผู้กระทำความผิดตาม กฎหมาย โดยต้องการความรวดเร็วและแม่นยำในการตรวจสอบว่ามีผู้ใดมาแล้วขึ้นหรือไม่

อุปกรณ์นี้จึงถูกสร้างขึ้นมาด้วยเทคโนโลยีสมัยใหม่ให้มีประสิทธิภาพแต่ลดระยะเวลาและขั้นตอนที่ยุ่งยากในการตรวจดูอุปกรณ์

โครงการนี้ได้นำเสนอการพัฒนาและสร้างเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจบนพื้นฐานของโปรแกรมภาษา C ควบคุมบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ที่ติดตั้ง Sensor TGS 2620 ตรวจวัดสารที่เป็นแอลกอฮอล์ในลมหายใจ ที่สามารถแสดงผลและคำนวณระดับแอลกอฮอล์ในร่างกายมนุษย์ได้

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษา Sensor TGS2620 ใน การใช้งาน และเชื่อมต่อ กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
2. เพื่อศึกษาวิธีการใช้งานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
3. เพื่อศึกษาการทำงานและประยุกต์การใช้งานโปรแกรม Arduino IDE บนพื้นฐานภาษา C กับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
4. เพื่อสามารถใช้โปรแกรม Arduino IDE บนพื้นฐานภาษา C มาควบคุมการทำงานของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และ Sensor ได้
5. เพื่อให้สามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาทฤษฎีต่างๆ มาประยุกต์และพัฒนาเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ และใช้ได้จริงได้
6. เพื่อพัฒนาเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ที่มีต้นทุนถูกกว่าห้องตลาดได้
7. เพื่อฝึกการทำงานเป็นทีม การแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น

1.4 ขอบเขตงาน

1. ศึกษาและพัฒนาเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจด้วย Microcontroller Arduino UNO R3 ที่ทำงานร่วมกันกับ Sensor TGS2620
2. ศึกษาและพัฒนาโปรแกรม Arduino IDE บนพื้นฐานภาษา C เพื่อใช้สั่งการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ทำงานเพื่อวัดและคำนวณระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจ
3. ศึกษาและพัฒนาโปรแกรม Arduino IDE บนพื้นฐานภาษา C ให้สามารถรับข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 และทำการแสดงผลไปยังจอ LCD

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษา ค้นคว้าข้อมูล
2. เรียนโครงการและเสนอโครงการกับอาจารย์ที่ปรึกษา
3. ศึกษาเกี่ยวกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 และ Sensor วัดแอลกอฮอล์ TGS2620
4. เก็บข้อมูลเปรียบเทียบระหว่างเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ที่ได้มาตรฐานกับ Sensor ที่ใช้
5. หาค่าครารชน์ความสัมพันธ์ของเซนเซอร์เพื่อแปลงจากหน่วย Volt เป็นเปอร์เซ็นต์ มิลลิกรัม
6. ออกแบบ Flow chart และเขียนโปรแกรม
7. เชื่อมการทำงานของ Sensor TGS2620 และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ด้วยโปรแกรม Arduino IDE บนพื้นฐานภาษา C
8. ทดลอง สรุปผลการทดลองและเขียนรายงาน
9. นำเสนอโครงการ

1.6 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้เกี่ยวกับ โปรแกรม Arduino และ โปรแกรมภาษา C และสามารถนำมาระบุกต์ใช้ให้เกี่ยวข้องกับหัวข้อโครงการได้
2. มีความรู้เกี่ยวกับ Microcontroller Arduino และสามารถ นำมาประยุกต์ใช้ให้เกี่ยวข้อง กับหัวข้อโครงการได้
3. มีความรู้เกี่ยวกับ Sensor ที่ใช้ตรวจจับก๊าซหรือไอกสารในอากาศและการใช้งานของ Sensor TGS 2620
4. สามารถแก้ปัญหาจากการปฏิบัติงานจริง เช่น การแก้ปัญหาต่างๆ การทำงานเป็นทีม
5. สามารถสร้างเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ตัวบล็อกสายใยไฟที่ใช้ได้จริง และมีประสิทธิภาพ

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเกี่ยวกับข้อ

2.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงหลักการ แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับเครื่องวัสดุดับแลอกอชอล์ดวัสดุหลายอย่าง โดยเริ่มตั้งแต่ความรู้เบื้องต้นและคุณสมบัติของแลอกอชอล์ด ตลอดจนเครื่องมือ อุปกรณ์และวิธีการทำเครื่องมือตรวจวัดแลอกอชอล์ดในลักษณะใดๆ ที่สามารถใช้ได้ เพื่อนำมาศึกษาเป็นแนวทางไปสู่การพัฒนาเครื่องวัสดุดับแลอกอชอล์ดวัสดุหลายอย่าง

2.2 แลอกอชอล์ดและเครื่องดื่มที่มีแลอกอชอล์ด

แลอกอชอล์ดที่อยู่ในเครื่องดื่มที่มีแลอกอชอล์ด เช่นเหล้า เบียร์ วิสกี้ บรั่นดี เป็นต้นนั้นเป็นแลอกอชอล์ชนิดเอทานอลหรือเรียกว่าเอทิลแลอกอชอล์ ซึ่งถึงแม้จะเพาพาลามูให้พลังงานแก่ร่างกายได้ แต่ไม่มีสารอาหารอื่นเลย เครื่องดื่มที่มีแลอกอชอล์แต่ละประเภทจะมีปริมาณของเอทานอลแตกต่างกัน เช่น เบียร์มีปริมาณแลอกอชอล์อยู่ประมาณ 4 - 6% โดยปริมาตร ส่วนสุราชนิดต่างๆ เช่น วิสกี้ บรั่นดี วอดก้า สุรา40ดีกรี เป็นเหล้านิคกลั่นมีปริมาณแลอกอชอล์สูงกว่า ประมาณ 40 - 50% โดยปริมาตรเอทานอลมีสมบัติเป็นของเหลว ใส ไม่มีสี มีกลิ่นหอม ติดไฟให้ความร้อนสูง ไม่มีเข้มข้นมากนัก ได้ดี เตรียมได้จากการหมักแป้ง น้ำตาลหรือผลไม้ โดยมีอีสต์เป็นตัวเร่ง เพื่อเปลี่ยนแป้งจากพืชให้เป็นน้ำตาล แล้วเปลี่ยนจากน้ำตาลเป็นเอทานอล จากนั้นนำเอทานอลที่ได้ไปกลั่นเพื่อให้บริสุทธิ์มากขึ้น วัตถุดินที่ใช้หมักเป็นได้ทั้งพืชและผลิตภัณฑ์ของพืชบางชนิด เช่น อ้อย น้ำตาล กาแฟ น้ำตาล กาแฟอ้อย แป้ง มันสำปะหลัง มันเทศ ข้าวพืชต่างๆ เช่น ข้าวโพด ข้าว ข้าวสาลี ข้าวบาร์เลย์ ข้าวฟ่าง เป็นต้น

2.2.1 คุณสมบัติทั่วไปของแลอกอชอล์

แลอกอชอล์จะมีส่วนประกอบเป็นไฮdrocarbon และหมู่ไฮdroอกซิล (-OH group) สำหรับเอทิลแลอกอชอล์มีสูตรโมเลกุลเป็น C_2H_5OH น้ำหนักโมเลกุลเท่ากับ 46 มีจุดเดือดที่อุณหภูมิ $78.3^{\circ}C$ มีความถ่วงจำเพาะเท่ากับ 0.79 ที่อุณหภูมิ $20^{\circ}C$ เป็นสารมีข้อและคลายน้ำได้ดี มีลักษณะเป็นของเหลวใส ไม่มีสี ระเหยได้ง่ายและติดไฟ ให้พลังงานประมาณ 7.1 แคลอรีต่อกรัม

เอทิลแอลกอฮอล์เมื่อร่วมตัวกับสาร โมเลกุลขนาดใหญ่ (Macromolecule) เช่น โปรตีนหรือ โพลีแซคคาไรด์ จะทำให้สาร โมเลกุลขนาดใหญ่ตกลงกัน แข็งตัวหรือเสียสภาพธรรมชาติ เพราะ เกิดการดึงน้ำมาไว้ในตัวแอลกอฮอล์อย่างมาก many ขบวนการขัดน้ำ (dehydration) นี้ทำให้ แอลกอฮอล์ถูกนำมาใช้เป็นน้ำยาฆ่าเชื้อ (antiseptic)

2.2.2 ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ

ตารางที่ 2-1 ปริมาณแอลกอฮอล์ในเครื่องดื่มชนิดต่าง ๆ

ชนิดเครื่องดื่ม	ปริมาณแอลกอฮอล์ (%)	ผลิตภัณฑ์จาก
เบียร์	10-15 (3.2-4.0)	เมล็ดพีชหรือข้าวมอลท์
ไวน์	15-20	ผลไม้
บรั้นดี	45-60	กลั่นจากไวน์หรือผลไม้อื่น ๆ
วิสกี้	45-60	ข้าวบาร์เลย์
วอด卡 (Vodkas)	40-50	มันฝรั่ง
จิน (Gin)	40-48.5	กลั่นผลิตภัณฑ์จากพีช เช่น ลิโควิช
รัม (Rum)	40-95	กลั่นจากน้ำตาล

การผลิตแอลกอฮอล์สามารถทำได้จากการหมักสารที่มีน้ำตาลหรือแป้ง เครื่องดื่มส่วนใหญ่ จะมีที่มา 3 ลักษณะ คือ

- เครื่องดื่มที่ได้จากการหมักผลิตภัณฑ์ทางการเกษตร เช่น อุรุ่น และผลไม้ชนิดต่าง ๆ
- เครื่องดื่มชนิดที่ได้จากการกลั่น
- เครื่องดื่มผสมซึ่งอาจจะได้จากการหมักและ/หรือ การกลั่นร่วมกับการใช้สารปรุงแต่ง (flavoring substance)

2.2.3 แอลกอฮอล์ในร่างกายมนุษย์

การทำงานของสารคูดซึมผ่านผนังกระเพาะ ลำไส้เข้าสู่ร่างกายได้โดยตรง ไม่ต้องผ่านการย่อยและ โดยพบว่า 95% ของที่ดื่มเข้าไปถูกคูดซึมเข้าผ่านกระเพาะอาหารและลำไส้เล็กส่วนต้น เมื่อ แอลกอฮอล์ถูกคูดซึมแล้ว จะกระจายไปทุกส่วนของร่างกาย มีประมาณ 5% ที่ถูกขับออกทางลม

หายใจ ปัสสาวะ เนื่องจากทำลายที่ตับ โดยเปลี่ยนเป็นสารที่ชื่อว่า อะเซททาลีดไฮด์ ก่อนแล้วเปลี่ยนไปเป็นคาร์บอนไดออกไซด์และน้ำ ถึงแม้ว่าการทำงานของสามารถรับประทานได้แต่ถ้ารับเข้าสู่ร่างกายในปริมาณมากเกินไปก็มีโทษได้เช่นกัน

- เมื่อคุณดื่มน้ำดื่มน้อยๆ ไม่เกิดอะไรกับร่างกาย
- เมื่อคุณดื่มปริมาณพอสมควร ทำให้เกิดอาการผ่อนคลายกระตุ้นให้อาหารอาหาร เคลื่อนไหว
- เมื่อคุณดื่มปริมาณมาก จะทำให้เกิดอาการง่วงซึม คลื่นไส้ อาเจียน 甚至เสียการทรงตัว ประสานมือการตอบโต้ช้ามีการคาดคะเนและตัดสินใจผิดพลาด
- ถ้าได้รับการทำลายในระยะยาว จะทำให้เป็นโรคพิษสุราเรื้อรังเกิดภาวะติดแอลกอฮอล์ และมีผลต่อระบบทางเดินอาหารและเนื้อเยื่อตับ โดยทำให้เป็นโรคตับแข็ง
- ในหญิงมีครรภ์อาจทำให้แท้ง หรือลูกผิดปกติทั้งร่างกายและสมองจะเห็นว่าพิษของเเท่านั้นมีความสำคัญมาก เพราะนอกจากระดับที่ต้องให้เกิดผลกระทบร้ายแรงแล้วยังเป็นตัวก่อปัญหาในสังคมอีกด้วย โดยเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุและความต่างๆ มากขึ้น

2.2.4 การวินิจฉัยคนเมما

สำหรับการวินิจฉัยคนเมما สามารถทำได้หลายวิธี ดังนี้

1. วิธีทางกายภาพ (Physical method) มีวิธีทดสอบหลายแบบ ได้แก่

- 1.1 ให้เดินเป็นเส้นตรง ซึ่งคนเมามากจะเดินไม่เป็นเส้นตรง
- 1.2 Finger to nose test ให้ผู้ที่สงสัยว่าเมามาหรือไม่หลับตา เทบ_idx บนอุ้งคิ้วไปทางด้านซ้าย แล้วให้หงายแขนไปปลายนิ้วนิ้วมาจี้ที่จมูกของตน คนเมามากจะจี้ไม่ถูก
- 1.3 Finger to finger test ให้ผู้ที่สงสัยว่าเมามาหรือไม่ หลับตาทางแขนของสองข้าง แล้วให้หงายแขนพร้อมกันซ้ายๆ โดยให้อาปลายนิ้วซึ่งมือขวาและมือซ้ายมาชนกัน คนเมามากทำเช่นนี้ไม่ได้

อย่างไรก็ตาม อาการแสดงดังกล่าว อาจจะพบไม่ครบถ้วนอย่าง เพราะการเกิดอาการขึ้นอยู่กับระดับของการเมมาและความคงทนฤทธิ์ของแอลกอฮอล์ของแต่ละคน และในทางปฏิบัติจริง ๆ แล้วคงจะไม่ต้องทดสอบตามวิธีข้างต้น แต่จะใช้การสังเกตและจดบันทึกความผิดปกติที่พบ เช่น ลักษณะการเดินมาหาเราไม่ตรง มีอาการชา หรือขณะพูดคุยซักประวัติจะได้กลืนแอลกอฮอล์จากลมหายใจ หรือขณะเข็นตัวซื้อของมีอาการมือสั่น เป็นต้น ซึ่งจะต้องตรวจทางห้องปฏิบัติการยืนยันต่อไป

2. วิธีทางเคมี (Chemical method) เป็นการตรวจทางห้องปฏิบัติการ โดยใช้ปฏิกิริยาเคมี เพื่อหาปริมาณแอลกอฮอล์ในสิ่งส่งตรวจนิดต่าง ๆ ได้แก่ เลือด ปัสสาวะ สมอง ของเหลวในกระเพาะ

อาหาร น้ำในสันหลัง ฯลฯ ซึ่งหลักการตรวจคือ แอลกอฮอล์ซึ่งมีคุณสมบัติเป็น reducing agent สามารถไปออกซิไดซ์โตรเมียมอ่อนที่มีประจุ 6^+ เปลี่ยนเป็นโตรเมียมอ่อนประจุ 3^+ (สีเขียว) ในสารละลายที่เป็นกรด จากนั้นนำมาวัดสีที่เปลี่ยนไปโดยใช้เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ และสามารถคำนวณหาปริมาณแอลกอฮอล์ได้ โดยเทียบค่าการดูดกลืนแสงกับของสาร (แอลกอฮอล์) มาตรฐานที่รู้ความเข้มข้น

วิธีนี้นับว่าเป็นวิธีที่ประยุกต์มาใช้จ่าย ตามห้องปฏิบัติการโรงพยาบาลชุมชนทั่วไป สามารถทำการตรวจวัดได้ เพราะจะมีสเปคโตรโฟโตมิเตอร์อยู่แล้ว แต่ก็ยังมีข้อเสียคือ สาร Reducing agent อื่น ๆ เช่น เมธานอล คีโตน อัลเดไฮด์ สามารถทำปฏิกิริยากับน้ำยาได้ จะทำให้แปรผลผิดพลาดได้ อย่างไรก็ตามสารเหล่านี้ก็พบได้ไม่น้อยในสิ่งส่งตรวจทั่วไป สำหรับการตรวจสอบที่ใช้หลักการนี้และใช้เพร์ไอลายคีอวิชของ Widmark และวิธีของ Conway

3. วิธีทางชีวเคมี (Biochemical methods) เป็นการตรวจหาปริมาณแอลกอฮอล์โดยใช้เอ็นไซม์ Alcohol dehydrogenase (ADH) ซึ่งเอนไซม์ตัวนี้จะเปลี่ยนแอลกอฮอล์เป็นอะเซตัลดีไฮด์ โดยมีโคเอนไซม์ กีอี NAD (Nicotinamide adenine dinucleotide) ซึ่งจะถูกเปลี่ยนเป็น NADH ต่อไป สำหรับ NADH สามารถนำมาวัดด้วยเครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ที่ความยาวคลื่น 340 นาโนเมตร

ข้อได้เปรียบท่องวิธีนี้คือ ง่ายและไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษอะไรโดยเฉพาะเอนไซม์ ADH ไม่ทำปฏิกิริยากับเมธิลแอลกอฮอล์หรืออะซีโตน แต่สามารถทำปฏิกิริยาได้เล็กน้อยกับ ไอโซโพรพิลแอลกอฮอล์ และบีวิลแอลกอฮอล์

4. วิธีแก๊สโคมาราโtopicرافฟ์ (Gas chromatographic method) นับเป็นวิธีที่นิยมสูงสุด สำหรับการตรวจหาแอลกอฮอล์ในทางนิติเวชศาสตร์ มีหลายเทคนิคสำหรับการตรวจด้วยเครื่องแก๊สโคมาราโtopicرافฟ์ เช่น การสกัด การตกรากอน โปรดตีน การกลั่น การฉีดเข้าเครื่องโดยตรง หรือ การใช้เทคนิค head space

ข้อดีของวิธีนี้คือ ไม่มีสารที่จะรบกวนการตรวจวัด ถือเป็นวิธีอ้างอิงของการตรวจวัดแอลกอฮอล์ แต่ต้องใช้อุปกรณ์ที่มีราคาค่อนข้างแพงคือ เครื่องแก๊สโคมาราโtopicرافฟ์

5. วิธีเปาลมหายใจ (Breathalyzer method) การใช้เครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์ด้วยวิธีเปาลมหายใจ เริ่มนิยมการใช้หลังจากมีการออกกฎหมายเกี่ยวกับการตรวจจับผู้ขับขี่酔酒พากะเนาสูรา นับเป็นวิธีที่สะดวกในการปฏิบัติงานภาคสนาม เช่น การตั้งค่าณตรตรวจ สามารถให้ผลได้รวดเร็ว สำหรับหลักการที่ใช้ในการตรวจด้วยวิธีนี้ มีทั้งการใช้วิธีทางเคมี และวิธีแก๊สโคมาราโtopicرافฟ์ นอกจากนี้มีการใช้หลักการของ Infrared absorption หลังจากตรวจวัดจากลมหายใจที่ต้องมีการคำนวณกลับไปเป็นระดับแอลกอฮอล์ในเลือด โดยนำตัวเลข 2,100 มาคูณค่าที่ได้ เนื่องจากสัดส่วนของแอลกอฮอล์ในลมหายใจต่อเลือดนั้นเฉลี่ยกัน 1 : 2,100 (alveolar air : arterial blood) แต่ใน

ปัจจุบันเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจส่วนใหญ่จะคำนวณอุกมาเป็นระดับแอลกอฮอล์ในเลือดจากเครื่องโดยตรงนับว่าสะดวกมาก

2.2.5 แอลกอฮอล์กับอุบัติเหตุจราจร

การเกิดอุบัติเหตุทางจราจรเป็นปัญหาใหญ่ของทุกเมือง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมืองที่มีการจราจรหนาแน่น ปัญหาเหล่านี้อาจเนื่องมาจากการเพิ่มปริมาณของyanพานะ สภาพถนน สภาพของyanพานะและที่สำคัญคือ บุคคลที่ใช้รถใช้ถนนมีการเสพสุราหรือเครื่องดื่มที่มีส่วนผสมของแอลกอฮอล์ จากการตรวจสอบที่ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ ศิริราช พยาบาลพบว่าประมาณ 33% ของคนที่ตายจากอุบัติเหตุจราจรมีแอลกอฮอล์ในเลือด

ฤทธิ์ของแอลกอฮอล์ต่อความสามารถในการขับรถ มีดังนี้

1. ทำให้ผลตัวง่าย ไม่มีสมาร์ทที่จะระมัดระวังในการขับรถ คนดื่มสุราที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดตั้งแต่ 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ มักจะขาดความระมัดระวังในการขับรถ เช่น คุยกัน มองเพลิน สำหรับคนที่มีแอลกอฮอล์ในเลือด 80 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ จะมีผลต่อการสังเกตว่ารถยนต์ที่อยู่ข้างหน้านั้นจอดอยู่หรือกำลังแล่นเหล่านี้ จะเป็นเหตุให้เกิดอุบัติเหตุได้ง่าย

2. การตัดสินใจพิเศษ ตามธรรมดากำลังต้องการตัดสินใจวิบัติที่จะแก้ปัญหา เนพะหน้า เช่น กรณีมีรถจอดขวางหน้าในระยะห่างนี้ ซึ่งต้องตัดสินใจว่า ถ้าหลบพ้นก็หลบหรือ ถ้าห้ามล้อทันก็ห้ามล้อ คนที่เมาสุราจะไม่ตัดสินใจพิเศษ

3. มีผลต่อระยะเวลาการตัดสินใจ ช่วงระยะเวลาการตัดสินใจ (reaction time) หมายถึง ระยะเวลาสมองสั่งงานจนถึงเวลาที่ร่างกายทำงานที่สมองสั่ง เช่น เวลาขับรถผ่านไฟ เมื่อต้องเห็นไฟ แดงแล้วสมองสั่งงานให้เท้าเหยียบเบรค ระยะเวลาที่สมองสั่งงานถึงระยะเวลาที่เท้าแตะเบรคเป็นระยะเวลาตัดสินใจ ซึ่งมีค่าเฉลี่ยเท่ากัน 0.75 วินาที สำหรับคนที่เมาสุราจะมีระยะเวลาการตัดสินใจนานกว่าคนปกติ

4. การเคลื่อนไหวของร่างกายเป็นไปไม่ดี คนเมาที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดตั้งแต่ 90 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ การควบคุมการเคลื่อนไหวของแขนและขาเป็นไปไม่ได้ตามปกติ

5. การได้ยินและการเห็นมีความผิดปกติ ดังนี้

5.1 การปรับม่านตาในความมืดจะกินเวลานานกว่าปกติ

5.2 การปรับสภาพจากลูกตาทั้งสองถูกรบกวนเมื่อมีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด ตั้งแต่ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป ซึ่งหมายถึง อาจทำให้เห็นภาพเป็นสองภาพหรือเป็นภาพเดียวแต่ไม่ชัด

5.3 การกระทำความลักผิดไป เมื่อมีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดตั้งแต่ 30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ขึ้นไป

5.4 การเห็นแสงไฟที่เคลื่อนไหวน้อยลง พบรไดเมื่อปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดตั้งแต่ 20 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

5.5 ความรู้สึกสัมผัสของผิวนังช้า เมื่อขับรถเร็วๆไม่ค่อยรู้สึกการเสียดสีของลมที่ผิวนัง

5.6 หล้อ คนมาจึงต้องพูดเสียงดัง ขณะขับรถการได้ยินเสียงรถคันอื่นจึงไม่ติด

2.2.6 ระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ถือว่าผิดกฎหมาย (Blood alcohol concentration as a constituent of the offence)

ในปี ก.ศ. 1967 ที่ประชุมเกี่ยวกับการขนส่งของยุโรปได้เสนอค่ามาตรฐานความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดที่กฎหมายยอมให้ขับขี่ยานพาหนะมิได้ โดยยังไม่มีความผิดค่าดังกล่าวเท่ากับ 80 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ประเทศสมาชิกต่างๆ ได้คล้ายตามโดยกำหนดเป็นมาตรฐานเดียวกัน ซึ่งประเทศเหล่านั้นได้แก่ ออสเตรีย สวิตเซอร์แลนด์ อังกฤษ ชอตแลนด์ ฝรั่งเศสและเยอรมัน เป็นต้น สำหรับสหราชอาณาจักร เดิม State Model Vehicle Law ให้ความเห็นว่าบุคคลจะอยู่ภายใต้อิทธิพลของแอลกอฮอล์เมื่อระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดเกิน 150 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ และถ้าระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดต่ำกว่า 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ถือว่าไม่อยู่ใต้อิทธิพลของแอลกอฮอล์ สำหรับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ระหว่าง 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ถึง 150 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ให้ตัดสินโดยถืออาการของผู้กู้ตรัวจร่วมด้วย ต่อมาในปี ก.ศ. 1972 National Highway Traffic Safety Administration ได้แนะนำให้ถือระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ไม่อนุญาตให้ขับขี่ยานพาหนะเมื่อเกิน 100 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ผลจากการแนะนำนี้เป็นเหตุให้รัฐต่างๆ ในสหราชอาณาจักรกำหนดขอบเขตความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ยังยอมให้ขับขี่ยานพาหนะได้แตกต่างกัน ดังนี้ คือ

จำนวน 32 รัฐ กำหนดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด 100 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

จำนวน 9 รัฐ กำหนดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด 150 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

จำนวน 2 รัฐ กำหนดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด 80 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ประเทศอสเตรเลีย ถือระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ยังยอมให้ขับขี่ยานพาหนะได้เท่ากับ 80 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์ ยกเว้นรัฐวิكتอเรีย กำหนดใช้ 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

ประเทศนิวเซาธ์เวลส์ ถือระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ยังยอมให้ขับขี่ยานพาหนะได้เท่ากับ 100 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

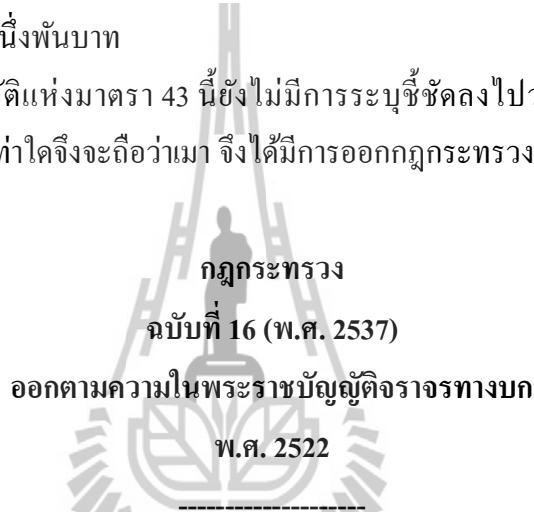
ประเทศสาธารณรัฐเชค โปแลนด์ กำหนดความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ยังคงอยู่ให้ขึ้นชื่อยานพาหนะได้ต่ำกว่าประเทศอื่น ๆ โดยกำหนดไว้เพียง 30 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

สำหรับประเทศไทย ได้มีพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 มาตรา 43 โดยบัญญัติเกี่ยวกับเรื่องมาสุราไว้วัดนี้ “ห้ามมิให้ผู้ขับขี่รถ

1. ในขณะหย่อนความสามารถในอันที่จะขับ
2. ในขณะมาสุราหรือของเมื่อย่างอื่น
3. ฯลฯ”

มาตรา 157 ผู้ใดฝ่าฝืน ไม่ปฏิบัติตามมาตรา....., มาตรา 43,..... ต้องระวางโทษปรับตั้งแต่สี่ร้อยบาทถึงหนึ่งพันบาท

ซึ่งจากบทบัญญัติแห่งมาตรา 43 นี้ยังไม่มีการระบุชัดลงไว้ว่าระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดเป็นเท่าใดจึงจะถือว่าเมื่า จึงได้มีการออกกฎหมายเมื่อปี 2537 ดังนี้



อาศัยอำนาจตามความในมาตรา 5 แห่งพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 และมาตรา 142 วรรคสาม แห่งพระราชบัญญัติจราจรทางบก พ.ศ. 2522 ซึ่งแก้ไขเพิ่มเติมโดยพระราชบัญญัติจราจรทางบก (ฉบับที่ 4) พ.ศ. 2535 รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทยออกกฎหมายไว้ดังต่อไปนี้

ข้อ 1 การทดสอบผู้ขับขี่ว่ามาสุราหรือไม่ ให้ตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดของผู้ขับขี่ โดยใช้วิธีการตามลำดับ ดังต่อไปนี้

(1) ตรวจวัดลมหายใจด้วยเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจหรือทดสอบ ให้ใช้เครื่องตรวจระดับแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเปลາลมหายใจ (BREATH ANALYZER TEST) และอ่านค่าของแอลกอฮอล์ในเลือดเป็นมิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

วิธีการตรวจหรือทดสอบให้ปฏิบัติตามวิธีการตรวจสอบของเครื่องตรวจแต่ละชนิด

(2) ตรวจวัดจากปัสสาวะ

(3) ตรวจวัดจากเลือด

การตรวจวัดตาม (2) หรือ (3) ให้ใช้ในกรณีที่ไม่สามารถทดสอบตาม (1) ได้เท่านั้น

ข้อ 2. กรณีที่ต้องทดสอบโดยวิธีตรวจจาก geleอดตามข้อ 1(3) ให้ส่งตัวผู้ขับป่าไปยังโรงพยาบาลที่ใกล้ที่สุด และทำการเจาะเลือดภายในตัวเพื่อการกำกับดูแลของผู้ประกอบวิชาชีพเวชกรรมตามกฎหมายว่าด้วยวิชาชีพเวชกรรม

ข้อ 3. ถ้ามีปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดคงต่อไปนี้ให้ถือว่าเมาสุรา

(1) กรณีตรวจจาก geleอดเกิน 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

(2) กรณีตรวจจากลมหายใจหรือปัสสาวะ ให้เทียบปริมาณแอลกอฮอล์ โดยใช้ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดเป็นเกณฑ์มาตรฐานดังนี้

(ก) กรณีตรวจจากลมหายใจ ให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าเท่ากับ 2,000

(ข) กรณีตรวจจากปัสสาวะ ให้ใช้ค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าเท่ากับเศษ 1

ส่วน 1.3

ให้ไว้ ณ วันที่ 15 พฤศจิกายน พ.ศ. 2537

ผลเอก ชวิต ยงใจยุทธ

(ชวิต ยงใจยุทธ)

รัฐมนตรีว่าการกระทรวงมหาดไทย

จากกฎหมายว่าด้วยความเรื้องขับบันนีกสรุปได้ว่าความเรื้องขับบันนีกในเลือดที่ขึ้นยอมให้ขับป่าได้ต้องไม่เกิน 50 มิลลิกรัมเปอร์เซ็นต์

2.3 การตรวจวัดแอลกอฮอล์ในร่างกาย

การศึกษาวิธีที่จะวัดระดับแอลกอฮอล์ในร่างกายมีมากกว่า 150 ปีแล้ว ผู้ที่ศึกษาเป็นคนแรกคือ Francis Edmund Anstie (ค.ศ. 1833 - ค.ศ. 1874) ชาวอังกฤษ พบว่า แอลกอฮอล์ที่ดื่มเข้าไป จะสามารถพบร่างส่วนได้ในลมหายใจ และปัสสาวะ นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส ชื่อ Nielous (ค.ศ. 1848 - ค.ศ. 1910) ศึกษาพบว่า แอลกอฮอล์ที่ดื่มเข้าไป จะพบร่างหายใจ ปัสสาวะ น้ำลาย และเหงื่อ หลังจากนั้น ได้มีนักวิทยาศาสตร์ทำการศึกษาวิจัยอีกหลายท่าน

ในระยะแรกการวิเคราะห์หาปริมาณแอลกอฮอล์ใช้วิธีเก็บตัวอย่างจาก geleอด หรือ ปัสสาวะ จากผู้ต้องสงสัย แต่มีปัญหาคือ ต้องวิเคราะห์ในห้องปฏิบัติการและต้องใช้ผู้ที่มีความชำนาญ ทราบผลช้า และที่สำคัญคือ ไม่สามารถสื่อไปถึงปริมาณแอลกอฮอล์ใน geleอด ได้อย่างแท้จริง ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับปริมาณน้ำในร่างกาย ขณะนั้น ได้มีการนำวิธีการวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ใน geleอดจากลมหายใจมาใช้ ในช่วงปี 1930-1953 ได้มีการคิดค้นเครื่องวัดแอลกอฮอล์ใน geleอดโดยวิธีเป่าลมหายใจ

ขึ้น และได้มีการพัฒนาเครื่องมือวัดเป็นรุ่น ๆ จนถึงปัจจุบัน การพัฒนาเครื่องวัดนี้ เพื่อออกแบบให้ เครื่องสามารถวัดได้เฉพาะแอลกอฮอล์ชนิดที่เป็น Ethyl อย่างเดียว (เครื่องคั่มผสมแอลกอฮอล์ที่ มุขย์เราคั่มจะผสมแอลกอฮอล์ชนิด Ethyl) โดยไม่ถูกสอดแทรกโดยสารอื่น เช่น acetone, chloroform, ether, ethyl acetate, methanol เป็นต้น เพื่อที่จะให้การวิเคราะห์ปริมาณลมหายใจใกล้ กับปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดมาก ที่สุด

2.3.1 เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ

เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจ แบ่งตามลักษณะของเครื่องได้เป็น ส่องประเกท คือแบบพกพา (Mobile) และแบบประจำที่ (Stationary) ถ้าแบ่งตามวัตถุประสงค์การ ใช้งาน แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจแบบตรวจคัด กรอง (screening) และเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจแบบตรวจยืนยันผล (Evidential)

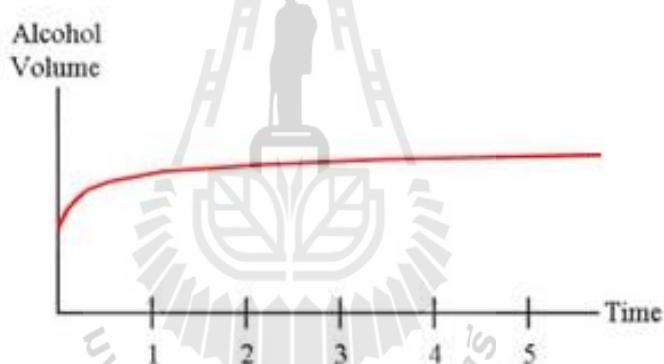
โดยที่เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจ แบบตรวจคัดกรอง เป็น เครื่องที่ใช้ในการทดสอบปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจเข้าเครื่องวัด ผลที่แสดง จะเป็นตัวหนังสือว่าเกิน หรือไม่เกินค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้ เช่น แสดงเป็น pass หรือ Fail หรืออาจ แสดงเป็นตัวเลขก็ได้

เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์แบบตรวจยืนยันผล เป็นเครื่องที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณ แอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจเข้าเครื่องวัด ผลที่ได้จะแสดงเป็นตัวเลขว่ามีปริมาณใน หน่วย mg/100ml เช่น 50 mg/100ml (แสดงว่า ในเลือด 100 มิลลิลิตรมีปริมาณแอลกอฮอล์อยู่ 50 มิลลิกรัม) เป็นต้น

2.3.2 การทำงานของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ

สำหรับการทำงานของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจนั้น ในการ ตรวจจะให้ผู้ตรวจเป่าลมหายใจเข้าเครื่องซึ่งมีตัวตรวจจับแอลกอฮอล์ (Alcohol Detector) ตัว ตรวจจับเมื่อได้รับแอลกอฮอล์จากลมหายใจ จะมีการแปลงสภาพซึ่งอาจมองเห็นได้ เช่นการ เปลี่ยนแปลงสีของสารเคมี หรือวัดได้จากพลังงาน เช่น กระแสไฟฟ้า ความต่างศักย์ การ เปลี่ยนแปลงสภาพนี้ จะถูกแปลงค่าให้รายงานอุณหภูมิที่หน้าปัดของเครื่อง ในของ ปริมาณ แอลกอฮอล์ในเลือด (Blood Alcohol Concentration: BAC) ทั้งนี้ โดยอาศัยการคำนวณค่าจาก ค่า ความสัมพันธ์ของสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดเป็น ปริมาณแอลกอฮอล์ ในลมหายใจ

การที่เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือด โดยวิธีเป่าลมหายใจ จะวิเคราะห์ปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดจากลมหายใจได้ถูกต้อง ต้องใช้ลมหายใจจากส่วนลึกของปอดที่สัมผัสกับเส้นเลือดฟอยในปอด เพื่อจะให้ได้ค่าปริมาณแอลกอฮอล์ที่ถูกต้อง ผู้ผลิตได้ออกแบบให้เครื่องวัดฯ เมื่อถูกเป่าลมหายใจเข้าเครื่องต่อเนื่องไปได้ระยะหนึ่ง ความแรงในการเป่าจะลดลง สูบไฟฟ้าในเครื่องฯ จะเก็บตัวอย่างลมหายใจประมาณ 1 ซีซี แบบอัตโนมัติ ในกรณีที่เครื่องไม่ได้ออกแบบให้เก็บตัวอย่างลมหายใจแบบอัตโนมัติ การตรวจดังต่อไปนี้ถูกตรวจเป่าลมหายใจเข้าเครื่องอย่างต่อเนื่อง และผู้ที่ทำการตรวจจะ จนับ 1 ถึง 5 ในใจอย่างช้าๆ เมื่อนับครบแล้ว จึงกดปุ่มรับตัวอย่าง เพื่อให้สูบไฟฟ้าเก็บตัวอย่าง รูปที่ 1 แสดงถึงความสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจกับปริมาตรของลมหายใจที่เป่าออกมานะ จนกว่าเมื่อเป่าลมหายใจเข้าเครื่องวัด ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในลมหายใจจะเริ่มต้นที่จุดๆ หนึ่ง แล้วค่อยๆ เพิ่มขึ้น และความเข้มข้นจะค่อยๆ คงที่ในที่สุด



รูปที่ 2-1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของระดับแอลกอฮอล์ในลมหายใจกับปริมาตรของลมหายใจที่เป่าออกมานะ

2.3.3 ตัวอย่างตัวตรวจสอบแอลกอฮอล์แบบต่างๆ

มีด้วยกัน 4 แบบคือ

1. แบบ Colorimeter ใช้หลักการเปลี่ยนสีของ Potassium Dichromate จากสีเหลือง ถ้าได้รับไออกองแอลกอฮอล์ จะเปลี่ยนเป็นสีเขียว

ข้อเบริญเทียน ใช้ทดสอบแอลกอฮอล์ในลมหายใจ ใช้ได้ครั้งเดียว

2. แบบ Semiconductor ใช้หลักการไออกองแอลกอฮอล์ไปจับ Semi-conductor ทำให้ความด้านทานเปลี่ยนแปลง

ข้อเบริญเทียน ใช้ทดสอบแอลกอฮอล์ในลมหายใจ แต่ความเที่ยงตรงไม่คุ้มค่า

3. แบบ Fuel cell เป็นแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมี (Electrochemical Fuel cell) เมื่อไออกองแอลกอฮอล์ถูกดูดซับโดย cell จะทำให้เกิดปฏิกิริยากลาญเป็นกรดอะเซติกและเกิดกระแสไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วน โดยตรงกับปริมาณแอลกอฮอล์

ข้อเบริญเทียน มีความถูกต้องดี มีความจำเพาะต่อการวัด Ethyl alcohol เครื่องมีขนาดเล็กพกพาได้ ราคา 42,600 บาท เมื่อปี 2547 (กรม.อนุมัติจัดซื้อ ให้ศูนย์อำนวยการความปลอดภัยทางถนน)

4. แบบ Infrared Absorption อาศัยหลักการที่แสง Infrared จะถูกดูดซับมากน้อย เท่าใดขึ้นกับระดับความเข้มข้นของไออกองแอลกอฮอล์

ข้อเบริญเทียน มีความถูกต้องดี มีความจำเพาะต่อการวัด Ethyl alcohol และเครื่องมีขนาดใหญ่ ราคาสูง得多 ใช้สำหรับใช้ประจำที่

2.3.4 ผลของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อร่างกายและจิตใจ

ตารางที่ 2-2 แสดงผลของแอลกอฮอล์ในเลือดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ ต่อร่างกายและ

จิตใจ

ความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือด (มิลลิกรัม/ 100 มิลลิลิตร)	ผลต่อร่างกายและจิตใจ
20 – 30	ไม่ปรากฏอาการผิดปกติใดๆ นอกจากผู้ดื่มมีอาการแจ่มใสเมื่อขึ้น
50 – 60	มีความรู้สึกผ่อนคลายทางอารมณ์ ประสาทและกล้ามเนื้อลดความตื่นตัวลง ระยะเวลาในการตอบสนองยาวขึ้น การตัดสินใจช้าลง

	ความสามารถในการขับขี่ยานยนต์ลดลง เป็นระดับความเข้มข้นที่ถือว่าผู้ขับขี่ตกอยู่ในอาการมึนเมา (สำหรับประเทศไทย)
80 – 100	เริ่มเสียการทรงตัว พุ่งไม่ชัด สายตาแย่ลง มองเห็นไม่ชัด เริ่มมีปัญหาเกี่ยวกับการได้ยิน รู้สึกเคลิบเคลิ้ม มีความซื่อสัตย์ลดลง กล้ามเนื้อทำงานไม่ประสานกัน ทำให้ลำบากในการบังคับยานพาหนะ
110 – 120	การเคลื่อนไหวและการทรงตัวทำได้ด้วยความยากลำบาก ความสามารถทางความคิดการตัดสินใจและการใช้วิจารณญาณเสื่อมลงอย่างเห็นได้ชัด
140 – 150	การควบคุมร่างกายและจิตใจส่วนใหญ่เสียไป พุ่งไม่ชัด มองเห็นภาพเลือนราง ไม่ชัดเจน มีอุปสรรคในการใช้มือ แขนและขา
200	สูญเสียการควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อ ต้องการความช่วยเหลือเมื่อจะเคลื่อนไหว จิตใจสับสนอย่างเห็นได้ชัด
300	มีอาการมึนเมาอย่างหนัก มึนงง ไม่รู้เรื่อง มีสติสัมปชัญญะเหลืออยู่น้อยมาก
400	สลบ หมดสติ ไม่รู้สึกตัว
500	สลบลึก
600	เสียชีวิตเนื่องจากการหายใจล้มเหลว

2.3.5 ความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดกับโอกาสเกิดอุบัติเหตุจราจร

ตารางที่ 2-3 ตารางแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระดับความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดกับโอกาสเกิดอุบัติเหตุจราจร

ระดับแอลกอฮอล์ในเลือด (มิลลิกรัม เปอร์เซ็นต์)	สมรรถภาพในการขับขี่รถ	โอกาสเกิดอุบัติเหตุทางจราจร
20	มีผลเพียงเล็กน้อยบนพะหนะคน	ใกล้เคียงกับคนไม่ดื่มสุรา
50	มีผลทำให้ความสามารถในการขับรถลดลงเฉลี่ย 8% เป็นระดับที่นักวิจัยทั่วไปยอมรับว่าการขับรถจะเป็นอันตราย	โอกาสเกิดอุบัติเหตุเป็น 2 เท่าของคนที่ไม่ดื่มสุรา
80	มีผลทำให้ความสามารถในการขับรถลดลงเฉลี่ย 12% และมีผลต่อคนขับรถทุกคน และระดับนี้ใช้เป็นกฏหมายควบคุมในหลายประเทศ	โอกาสเกิดอุบัติเหตุเป็น 3 เท่าของคนที่ไม่ดื่มสุรา
100	มีผลทำให้ความสามารถในการขับรถลดลงเฉลี่ย 15% มีผลต่อคนขับรถทุกคนและการขับรถจะแยกอย่างรวดเร็วเมื่อถึงระดับนี้	โอกาสเกิดอุบัติเหตุเป็น 6 เท่าของคนที่ไม่ดื่มสุรา
150	มีผลทำให้ความสามารถในการขับรถลดลงเฉลี่ย 33%	โอกาสเกิดอุบัติเหตุเป็น 40 เท่าของคนที่ไม่ดื่มสุรา
มากกว่า 200	สมรรถภาพลดลงเป็นสัดส่วนกับระดับแอลกอฮอล์	ไม่สามารถวัดได้ เนื่องจากความคุณการทดลองไม่ได้ แต่โอกาสเกิดอุบัติเหตุสูงมาก

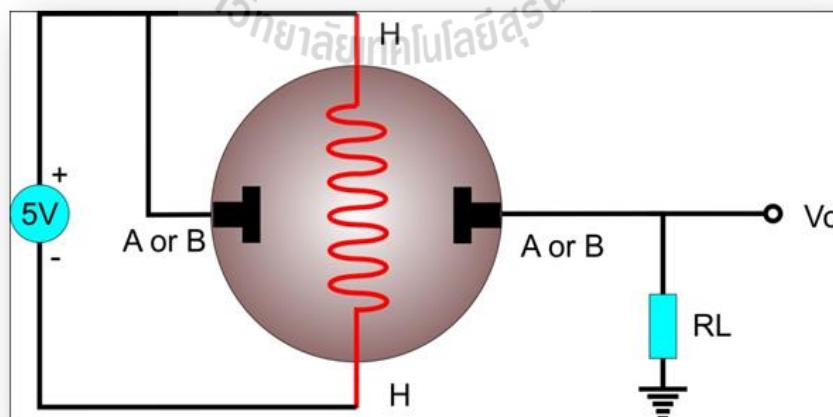
2.4 เครื่องตรวจวัดระดับแมลกอชอล์ด้วยลมหายใจแบบ Semiconductor

เมื่อเราคั่มเครื่องดื่มที่มีแมลกอชอล์ดแลกอชอล์กจะเข้าไปในกระเสเลือด และเมื่อกระเสเลือดไหลไปที่ปอดเพื่อแลกเปลี่ยนก๊าซออกซิเจน และการบูนได้ออกไซด์เข้าอกจากร่างกาย แลกอชอล์ในกระเสเลือดบางส่วนจะผ่านออกจากปอดด้วย ซึ่งระดับความเข้มข้นของแลกอชอล์จากปอดจะสัมพันธ์โดยตรงกับระดับความเข้มข้นของแลกอชอล์ในเลือด ดังนั้นมีอย่างไรก็ตาม แลกอชอล์จะถูกขับออกจากปอดด้วยเช่นกัน

2.4.1 เช่นเซอร์ตรวจวัดแลกอชอล์

เช่นเซอร์ตรวจสอบปริมาณแลกอชอล์ในลมหายใจนั้น มีหลักการคร่าวๆ คือ เมื่อเรารีบจ่ายพลังงานให้ตัวเช่นเซอร์ที่ขา H จะเกิดความร้อนขึ้นที่ขดลวด และเมื่อแลกอชอล์เข้ามาทำปฏิกิริยาจะทำให้ค่าความต้านทานที่เกิดขึ้นระหว่างขา A และ B (RS)ลดลง

จากรูปด้านล่าง เมื่อจ่ายพลังงานให้กับขา H จะทำให้เกิดพลังงานความร้อนเพื่อให้สารเคมีในตัว Sensor สามารถทำปฏิกิริยากับแลกอชอล์ได้ และเมื่อเช่นเซอร์ตรวจจับแลกอชอล์ได้จะทำให้ค่าความต้านทานระหว่างขา A และ ขา B เป็นไปที่ไม่ต่ำตัวเราสามารถกำหนดเองได้โดยเลือกขาใดเป็นขา A ขาที่อยู่ผู้ตั้งตรงข้ามก็จะเป็นขา B) โดยเมื่อเช่นเซอร์ตรวจจับปริมาณก๊าซพิษต่างๆ ได้มากจะทำให้ค่าความต้านทาน RS ลดลง หรือ ค่าความต้านทานแบ่งกันกับปริมาณของ ก๊าซไวไฟต่างๆ นั่นเอง

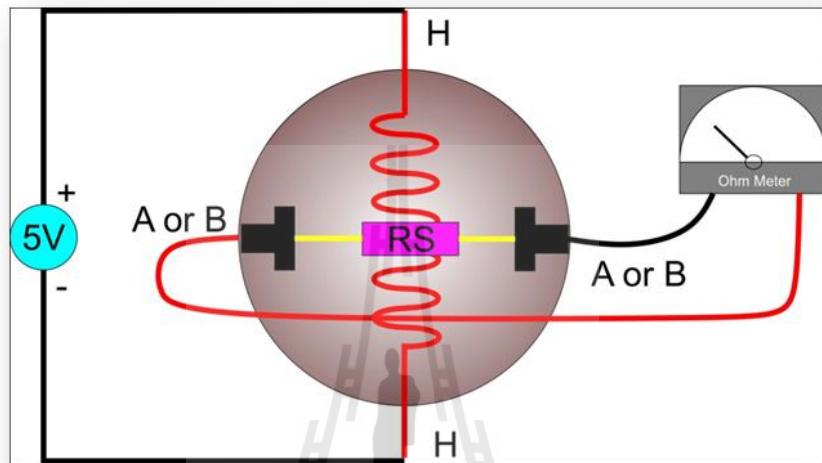


รูปที่ 2-2 แสดงโครงสร้างทางวงจรไฟฟ้าของเช่นเซอร์ตรวจวัดแลกอชอล์

วิธีการหาค่าความต้านทาน RS

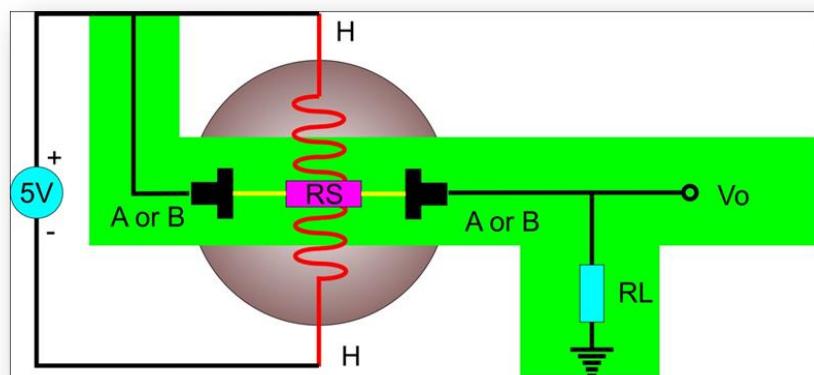
การหาค่าความต้านทานของ RS สามารถทำได้ 2 วิธีคือ

วิธีที่ 1 สามารถใช้ Ohm meter วัดหาค่าความต้านทานที่ขา A และ B โดยตรง



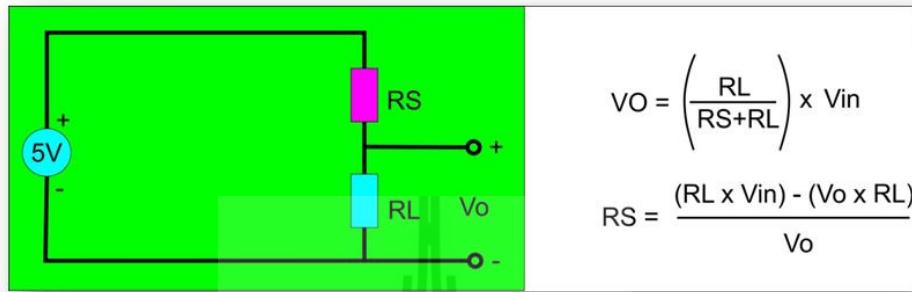
รูปที่ 2-3 แสดงวิธีหาค่าความต้านทาน RS โดยใช้ Ohm meter

วิธีที่ 2 เป็นวิธีการวัดโดยอ้อม โดยใช้กบฏแบ่งแรงดัน Voltage Divider



รูปที่ 2-4 แสดงวิธีหาค่าความต้านทาน RS โดยใช้กบฏแบ่งแรงดัน Voltage Divider (ก)

จากรูปตามแบบสีเขียว จะเห็นว่าเราจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้ามาทางขา A or B ทางด้านซ้าย ซึ่งเมื่อนำมาจัดเรียงใหม่ให้เป็นรูปที่เราคุ้นเคยกับ กฎแบ่งแรงดันจะเป็นรูปภาพดังนี้

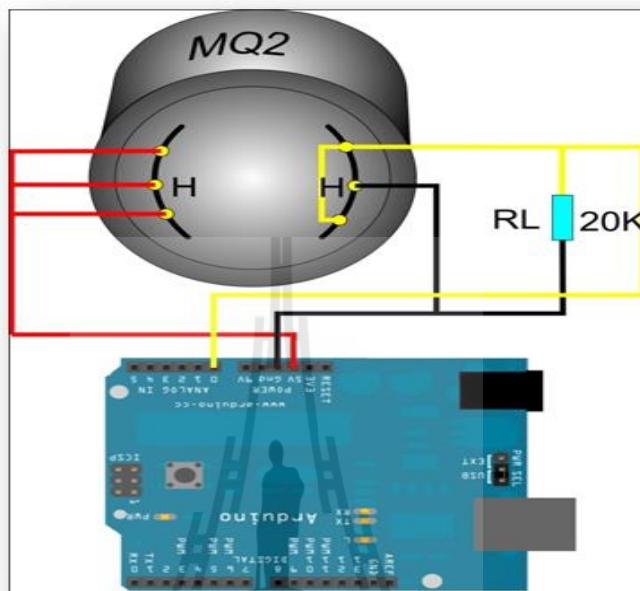


รูปที่ 2-5 แสดงวิธีหาค่าความด้านท่าน RS โดยใช้กฎแบ่งแรงดัน Voltage Divider (๖)

การหาค่า RS โดยใช้กฎแบ่งแรงดันนี้สามารถนำไปใช้กับ Microcontroller ได้โดยนำค่า Out put ที่ได้ป้อนเข้าหา ADC ของ Microcontroller (การป้อนแรงดันเข้าหา ADC ของ MCU ต้องแน่ใจว่าระดับแรงดันที่ป้อนเข้าไปไม่เกินกว่าที่ Port ADC ของ MCU จะรับได้) และจะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จะมีมากขึ้นเมื่อ RS ลดลง

ตัวอย่างการใช้งานเซนเซอร์กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

ต่อเซนเซอร์เข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ตามรูป



รูปที่ 2-6 แสดงการต่อเซนเซอร์ตรวจวัดแหล่งออกซิเจนเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด Arduino

ตัวอย่าง Code

```

int adcPin = 0;
int adcValue = 0;
float v;
float rs,ppm;
void setup ()
{
    Serial.begin (9600);
    delay (2000);
}

```

```

void loop ()
{
    adcValue = analogReadadcPin);
    v = adcValue*(5.00/1024);
    rs=(100-(20.00*v))/v;
    Serial.print("Volt out put");
    Serial.println (v);
    Serial.print("RS=");
    Serial.println (rs);
    delay (1000);
}

```

2.4.2 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino

บอร์ด Arduino ถือว่าเป็น Open Hardware Platform ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยมี Microcontroller ของ Atmel เป็นหัวใจหลัก บอร์ด Arduino ที่ผลิตออกมากำหนด่ายในปัจจุบันมีทั้งหมด 20 รุ่น แต่ละรุ่นจะมีลักษณะภายนอกที่แตกต่างกัน รวมถึงคุณสมบัติต่างๆด้วย (บอร์ดบางรุ่นใช้ชื่อเดียวกันแต่มีรายละเอียดของ spec แตกต่างกัน เช่น บอร์ดรุ่น Arduino Pro กับ Arduino Nano, LilyPad Arduino)



รูปที่ 2-7 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ชนิดต่างๆ

รายละเอียดคุณสมบัติของบอร์ด Arduino แต่ละตัว

ตารางที่ 2-4 แสดงรายละเอียดคุณสมบัติของบอร์ด Arduino แต่ละตัว

Board	Micro-controller	Clock Speed	Flash Memory	SRAM	EEPROM
Arduino UNO	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Leonardo	ATmega32u4	16 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
Arduino DUE	AT91SAM3X8E	84 MHz	512 KB	96 KB	-
Arduino YUN	ATmega32u4	16 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
Arduino Mega ADK	ATmega2560	16 MHz	256 KB	8 KB	4 KB
Arduino Ethernet	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Mega 2560	ATmega2560	16 MHz	256 KB	8 KB	4 KB
Arduino BT (Bluetooth)	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Micro	ATmega32u4	16 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
Arduino Pro Mini	ATmega168	8 MHz	16 KB	1 KB	512 Bytes
Arduino Pro	ATmega168	8 MHz	16 KB	1 KB	512 Bytes
Arduino Pro	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Mini	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Nano	ATmega168	16 MHz	16 KB	1 KB	512 Bytes
Arduino Nano	ATmega328	16 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Fio	ATmega328P	8 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
Arduino Robot	ATmega32u4	16 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
Arduino Esplora	ATmega32u4	16 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
LilyPad Arduino USB	ATmega32u4	8 MHz	32 KB	2.5 KB	1 KB
LilyPad Arduino Simple	ATmega328	8 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
LilyPad Arduino SimpleSnap	ATmega328	8 MHz	32 KB	2 KB	1 KB
LilyPad Arduino	ATmega168V	8 MHz	16 KB	1 KB	512 Bytes
LilyPad Arduino	ATmega328V	8 MHz	16 KB	1 KB	512 Bytes

2.5 พื้นฐานไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย Arduino

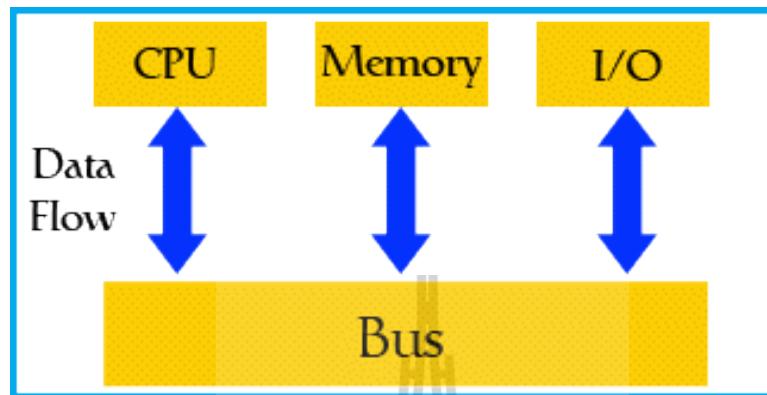
2.5.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์คืออะไร

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ที่มีหน่วยประมวลผลและความจำขนาดเล็กภายในตัวเอง สามารถรับ ส่ง ข้อมูลได้ทั้งแบบดิจิตอลและอนาล็อก ใช้พลังงานน้อย ทำให้เป็นที่นิยมในการใช้งานในรูปแบบที่เรียกว่า Embedded เช่น เครื่องใช้ไฟฟ้าอัจฉริยะทั้งหลาย

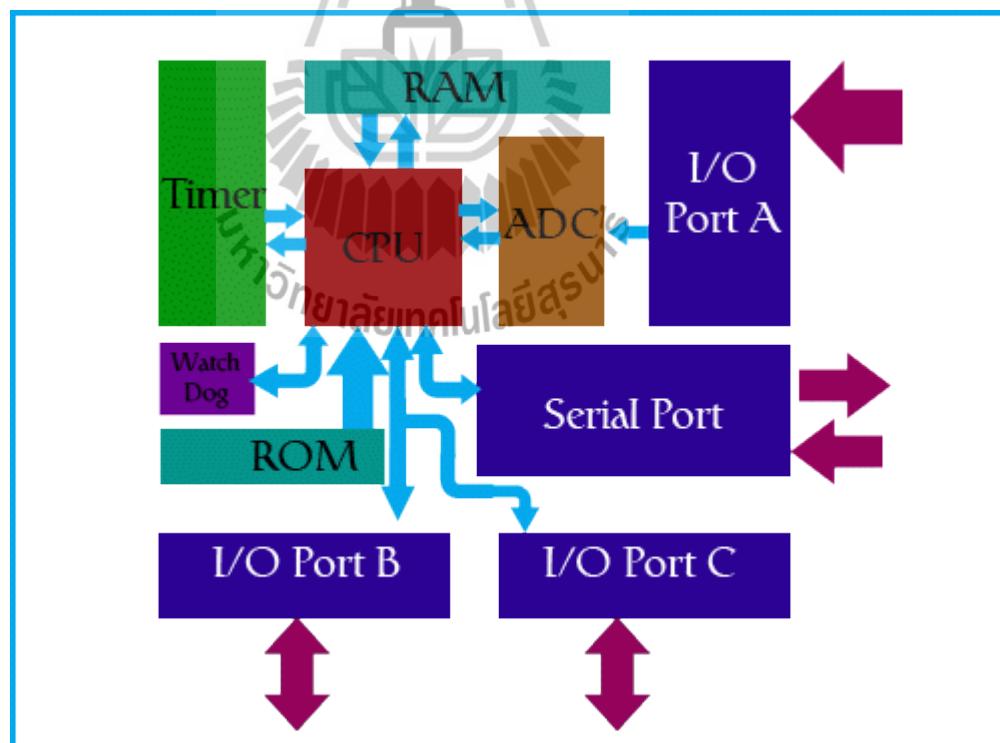
โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วน ใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนอาร์ดิดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่งโดย คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้มีไฟเสีย อีกส่วนหนึ่งคือ หน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พกข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเสีย ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำ (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเสีย และเป็นอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Mempry) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้มีไฟเสีย
3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พор์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดdress (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการทำงานกำหนดจังหวะ หากสัญญาณ

นาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนี้ มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย



รูปที่ 2-8 แสดงการส่งข้อมูลของตัว Microcontroller



รูปที่ 2-9 สถาปัตยกรรมพื้นฐานของ Microcontroller

เราสามารถเพิ่มคำสั่งในการควบคุม Microcontroller ได้ด้วยการเขียนโปรแกรม เช่น

- ภาษา Assemble(Low Level) เขียนโปรแกรมหลายบรรทัด แต่การทำงานของ micro controller มีความเร็วสุด เพราะถูกคอมไพล์เป็นภาษาเครื่อง
- ภาษา C(Middle Level)เขียน โปรแกรมจำนวนน้อยบรรทัดกว่า ภาษา Assemble ทำงานจะช้ากว่าเป็นวินาที แต่ปัจจุบันอุปกรณ์ได้พัฒนาจนมีความเร็วในการทำงานของ micro controller ให้ทำงานรวดเร็วจนเกือบทียันเท่า ภาษา Assemble แล้ว

ภาษาเดสก์ท็อป จัดเป็นภาษาที่ช่วยให้การ โปรแกรมอุปกรณ์ด้วยภาษาที่คนส่วนมากพื้นความรู้อยู่แล้วมาต่อยอด ในการพัฒนาระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วยตรรกะ PIC(Stamp)

- ภาษา Basic Stamp
- ภาษา Java Stamp

2.5.2 Arduino คืออะไร

Arduino (อ่านว่า อาร์-ดู-อิ-โน่ หรือจะอ่านว่า อาดูโน่ ก็ได้) คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งเป็นแบบที่เรียกว่า Open Hardware กล่าวคือ Arduino อุปกรณ์ที่มีแบบส่วนประกอบเป็นมาตรฐานที่เปิดเผย หมายความว่า เราสามารถทำเองโดยใช้แบบที่มีการเปิดเผยทั่วไปก็ได้ หรือสามารถซื้อหาได้ง่าย มีราคาถูก มีช้อปด์แวร์ให้ใช้งานฟรี สามารถนำไปใช้งานทั่วไปหรือแบบธุรกิจได้โดยไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ เป็นรูปแบบที่มีข้อมูลมากที่สุดบนอินเตอร์เน็ต การพัฒนาเก่งกาจ เพราะมีตัวอย่างมากมาย และไม่ต้องเขียนโปรแกรมในรูปแบบ Low Level หมายความว่า เราสามารถใช้คำสั่งเขียนโปรแกรมได้สมือนโปรแกรมภาษาชั้นสูงทั่วไป

ในต่างประเทศมหาวิทยาลัยด้านสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์ได้ก่อตั้งโครงการพัฒนาชาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ในลักษณะ โอเพ่นซอร์ส (open source) เพื่อสนับสนุนการเรียนรู้การเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์และความรู้เกี่ยวกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อให้สามารถสร้างระบบควบคุมอัตโนมัติได้ ผู้ก่อตั้งโครงการ Wiring คือ เฮอร์นันโด บาร์ราแกน (Hernando Barragan) แห่ง ภาควิชาออกแบบและสถาปัตยกรรม (Architecture and Design School) ของมหาวิทยาลัย Universidad de Los Andes ประเทศโคลัมเบีย

ปัจจุบันโครงการ Wiring นี้ยังได้รับการพัฒนาอย่างต่อเนื่อง และมีการนำไปปรับใช้ในการเรียนการสอนทั้งในคณะวิศวกรรมศาสตร์และ สถาปัตยกรรมศาสตร์ในมหาวิทยาลัยทั่วโลก แต่ Wiring นั้นใช้ chip ของ AVR ที่มีราคาแพงจึงเกิดการต่อข้อมูลมาเป็น Arduino

Arduino เป็นรูปแบบของ Microcontroller ใช้ AVR chip ราคาประหยัดและมีซอฟต์แวร์สำหรับพัฒนาได้ทุก Platform Windows,Linux และ OSX ควบคุมอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ แล้วจึงทำการคอมไฟล์เพื่อ upload เข้าจริง โดยใช้ภาษาคอมพิวเตอร์ C/C++ สามารถทำการลบแล้วเปลี่ยนใหม่ได้จนกว่าจะหมดอายุ(เป็นพันครั้ง) โดยสามารถพัฒนาได้โดยไม่ต้องลงลีกเรื่องอิเลคฯ หรือไฟฟ้ากำลัง เพราะ Arduino มี Library ช่วยเหลือจึงง่ายในการทำโปรเจกต์ด้วย Microcontroller ยกตัวอย่าง เช่น

- เขียน program สั่งการไฟ led เปิดแต่ละดวงลูปไปมา
- เขียน program สั่งให้เล่น ดนตรี ให้ออกจากคำโพงบัซเซอร์ได้
- เขียนสั่งบังคับมอเตอร์ servo ได้
- เขียน program ให้รับเงื่อนไขได้ โดยใช้อุปกรณ์ที่ใช้รับค่า เช่น ปุ่มกดติดปล่อยดับ, ส่วนรับค่า sensor ได้ เช่น LDR ที่รับแสง
- และฯ

```

/*
 * Blink
 *
 * The basic Arduino example. Turns on an LED on for one second,
 * then off for one second, and so on... We use pin 13 because,
 * depending on your Arduino board, it has either a built-in LED
 * or a built-in resistor so that you need only an LED.
 *
 * http://www.arduino.cc/en/Tutorial/Blink
 */
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13

void setup() // run once, when the sketch starts
{
    pinMode(ledPin, OUTPUT); // sets the digital pin as output
}

void loop() // run over and over again
{
    digitalWrite(ledPin, HIGH); // sets the LED on
    delay(1000); // waits for a second
    digitalWrite(ledPin, LOW); // sets the LED off
    delay(1000); // waits for a second
}

```

Done compiling.

Binary sketch size: 1098 bytes (of a 14336 byte maximum)

22

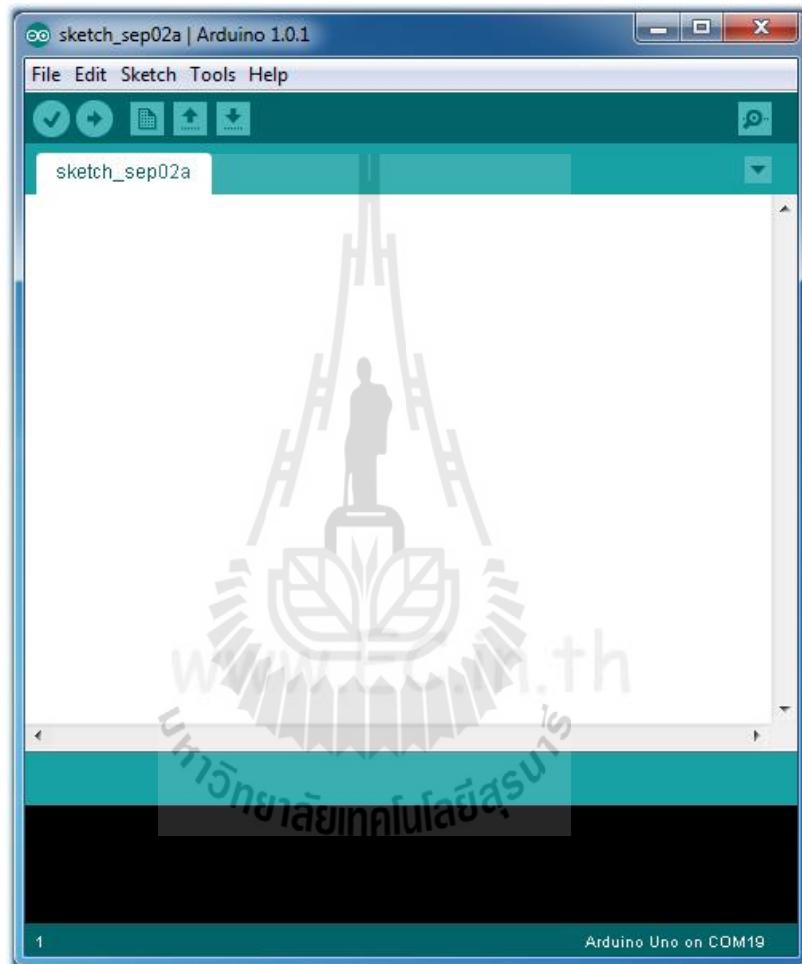
รูปที่ 2-10 หน้าตาของ Arduino Software Developer

2.5.3 ตัวอย่างการใช้ Arduino กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

1. เปิดโปรแกรม Arduino IDE ที่ดาวน์โหลดมา

จาก <http://arduino.cc/en/Main/Software>

2. เมื่อเปิดโปรแกรมแล้วจะพบกับหน้าต่างของ IDE ดังรูป



3. ไปที่ Tools->Board และเลือกให้ตรงกับบอร์ดที่ใช้งาน สำหรับ Arduino UNO R3 ให้เลือกบอร์ด Arduino UNO

4. เขียนโปรแกรมดังข้อความด้านล่างนี้

```

1  /*
2   Arduino "Hello world"
3
4   This example code is in www.EC.in.th.
5   */
6
7 // the setup routine runs once when you press reset:
8 void setup() {
9     // initialize serial communication at 9600 bits per second:
10    Serial.begin(9600);
11 }
12
13 // the loop routine runs over and over again forever:
14 void loop() {
15
16     // print out the value you read:
17     Serial.print("Hello World\n\r");
18 }
```

5. จากนั้นคอมไฟล์โปรแกรมโดยไปที่ Sketch->Verify / Compile



6. เมื่อคอมไไฟร์เรียบร้อยจะมีข้อความปรากฏดังรูป

The screenshot shows the Arduino IDE interface with the following details:

- Title Bar:** sketch_sep02a | Arduino 1.0.1
- Menu Bar:** File Edit Sketch Tools Help
- Code Editor:**

```
/*
Arduino "Hello world"

This example code is in www.EC.in.th.

// the setup routine runs once when you press reset:
void setup() {
    // initialize serial communication at 9600 bits per second:
    Serial.begin(9600);
}

// the loop routine runs over and over again forever:
void loop() {

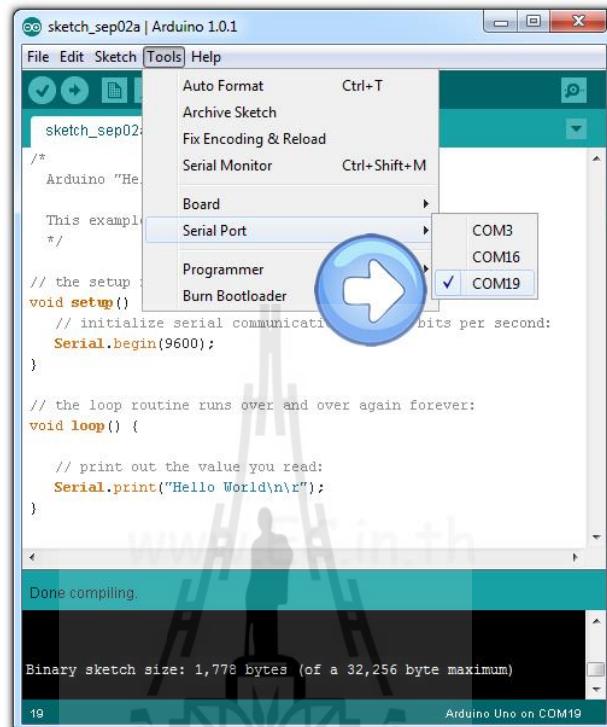
    // print out the value you read:
    Serial.print("Hello World\n\r");
}

Done compiling.
```
- Status Bar:** Binary sketch size: 1,778 bytes (of 32,256 byte maximum)
- Bottom Status:** 19 Arduino Uno on COM19

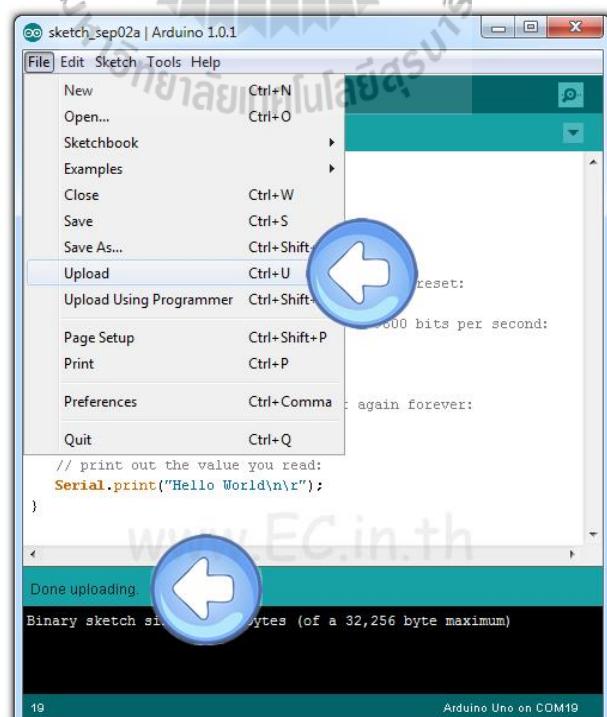
7. ต่อ埠อร์ด Arduino UNO R3 เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ต USB



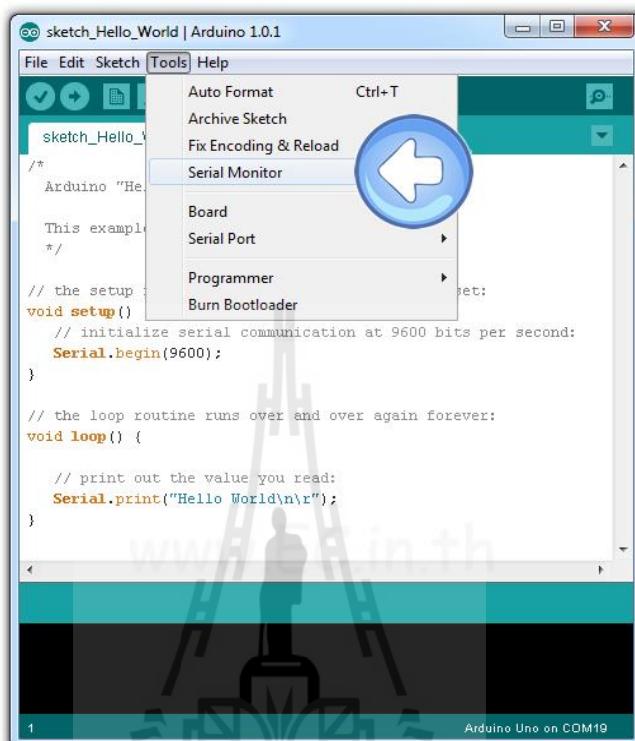
8. จากนั้นให้ไปที่ Tools->Serial Port และเลือกให้ตรงกับบอร์ด Arduino UNO ที่ใช้งาน (สำหรับบอร์ด Arduino UNO R3 โปรแกรมจะเลือกให้อัตโนมัติ)



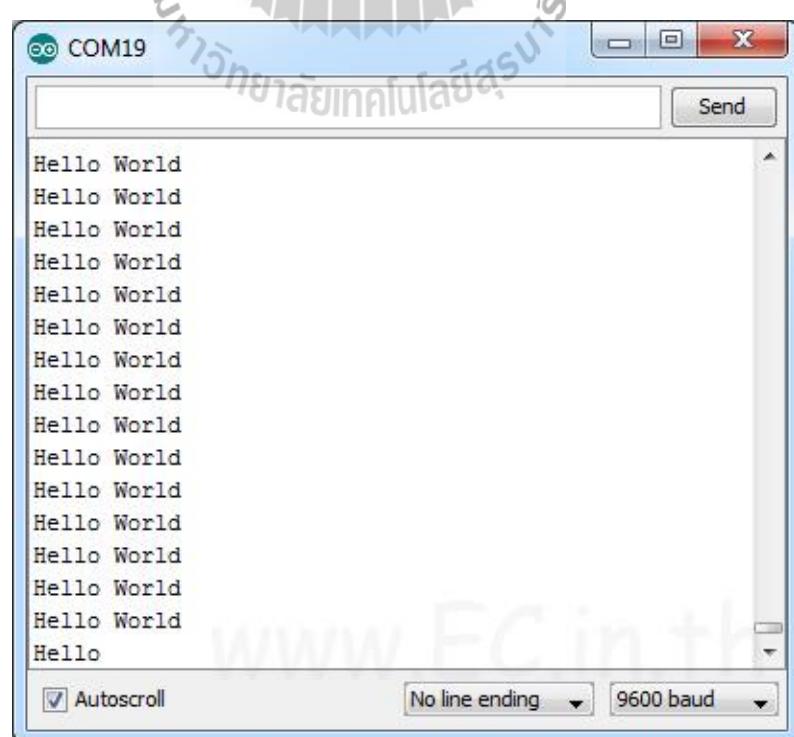
9. โหลดโปรแกรมเข้าบอร์ด Arduino UNO โดยไปที่ File->Upload



10. จากนั้นเปิด Serial Monitor ของ Arduino IDE โดยไปที่ Tools-> Serial Monitor



11. เมื่อเปิด Serial Monitor จะได้ข้อความดังรูป



บทที่ 3

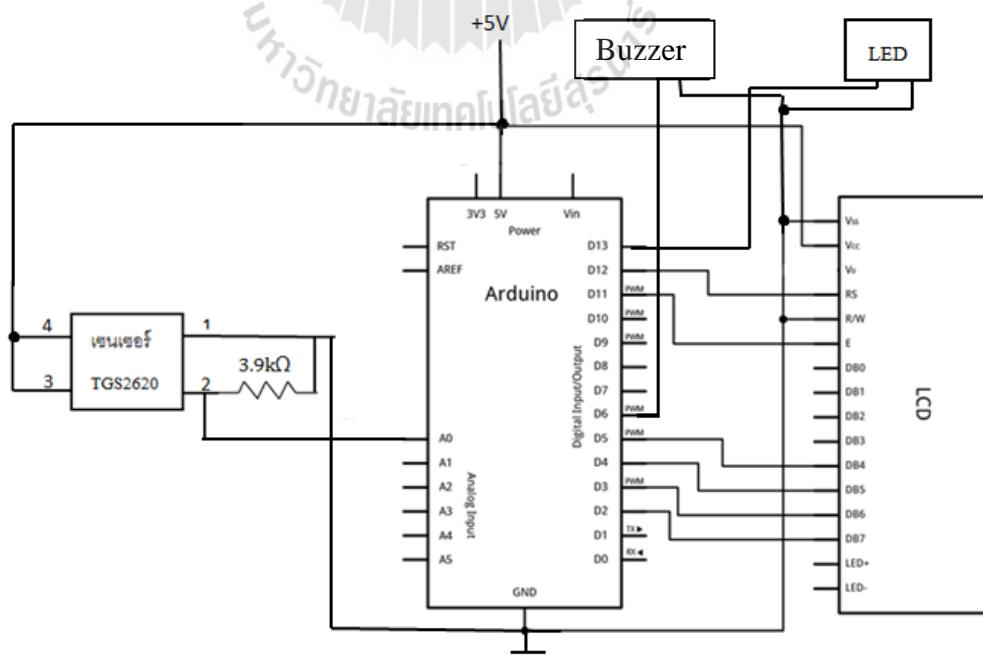
หลักการทำงานของอุปกรณ์และโปรแกรม ในการใช้งานเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ

3.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ หน้าที่ และการใช้งานส่วนประกอบต่างๆ การเขียนโปรแกรมและใช้โปรแกรมควบคุมการทำงาน และการเชื่อมต่อส่วนประกอบต่างๆ ให้ทำงานร่วมกัน

3.2 โครงสร้างของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ

เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจนี้ มีโครงสร้างในการทำงานซึ่งประกอบไปด้วยเซนเซอร์วัดแอลกอฮอล์ TGS 2620 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino (รุ่น Arduino Uno R3) โปรแกรม Arduino IDE ที่ใช้เขียนโปรแกรมลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และอุปกรณ์แสดงผลในการวัดระดับแอลกอฮอล์ประกอบไปด้วยจอแสดงผล LCD หลอดไฟ LED และลำโพงบัซเซอร์ (Buzzer)

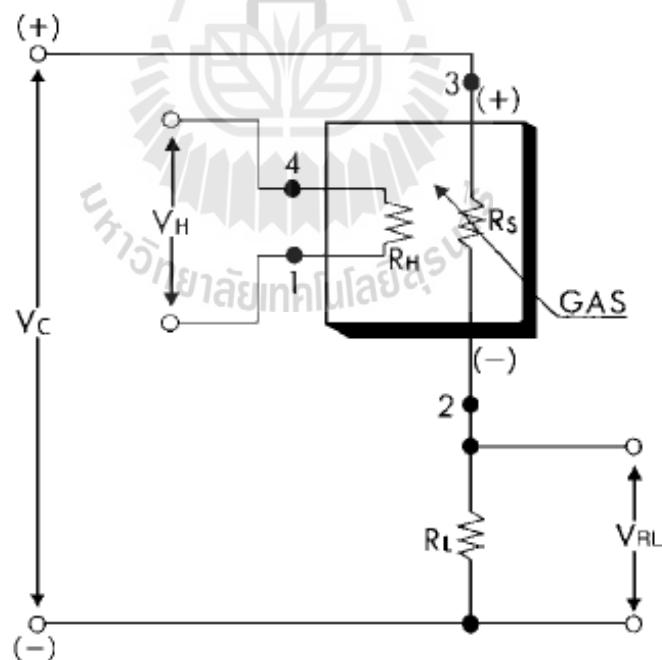


รูปที่ 3-1 โครงสร้างของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ

3.3 Hardware ของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ

3.3.1 เชนเซอร์วัดแอลกอฮอล์ TGS 2620

อุปกรณ์ที่ใช้วัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยการเป่าลมหายใจที่จะใช้ในโครงการนี้คือชนเซอร์ TGS 2620 ซึ่งชนเซอร์วัดแอลกอฮอล์ตัวนี้ใช้สารในการตรวจจับทำจากชั้นของสารกึ่งตัวนำที่เป็นออกไซด์ของโลหะ ซึ่งอยู่บนพื้นผิวออกไซด์ของอะลูมิเนียม ของตัวตรวจจับและตัวทำความร้อน เมื่อมีแก๊สที่ต้องตรวจจับได้ในอากาศ สภาพการนำไฟฟ้าของตัวตรวจจับจะเพิ่มขึ้นโดยขึ้นอยู่กับความเพิ่มขึ้นของแก๊สในอากาศ วงจรอิเล็กทรอนิกส์อย่าง่ายจะแปลผลการเปลี่ยนแปลงสภาพการนำไฟฟ้าและแสดงผลเป็นความเพิ่มขึ้นของแก๊ส ชนเซอร์ TGS 2620 มีความไวต่อตัวทำละลายอินทรีย์สูง รวมทั้งสารระเหยอื่นๆ นอกจากนี้ยังไวต่อแก๊สทำให้มันเป็นตัวตรวจจับที่ดี เนื่องจากขนาดที่เล็กของชิปในชนเซอร์ TGS 2620 ใช้ไฟฟ้าเพียง 42 mA



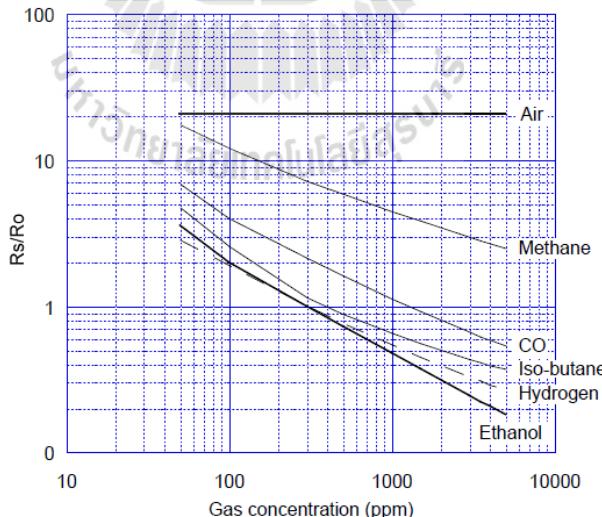
รูปที่ 3-2 วงจรพื้นฐานของชนเซอร์ TGS 2620

วงจรการวัดพื้นฐาน

ตัวตรวจจับต้องการไฟฟ้า 2 ทาง: heater voltage (VH) และ Circuit voltage (VC) โดย Heater voltage ถูกใช้ในการรวมตัวทำความร้อนเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิให้เหมาะสมต่อการตรวจจับ ส่วน Circuit voltage ถูกใช้เพื่อให้ Measurement of voltage (VRL) ผ่าน Load resistor ซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับตัวตรวจจับ Power supply circuit ทั่วไปสามารถใช้สำหรับ VC และ VH เพื่อให้วงจรทำงานโดยค่าของ load resistor ที่ใช้ควรเหมาะสมต่อค่าเริ่มต้นที่จะให้มีการเตือน โดยรักษาการใช้ไฟฟ้า (PS) ของ Semiconductor ให้ต่ำกว่า 15 mW การใช้ไฟฟ้าจะสูงสุดเมื่อค่าของ RS เท่ากับ RL ซึ่งสามารถหาค่า Rs ได้จากสูตรการแบ่งแรงดัน ดังนี้

$$Rs = \frac{Vc - VRL}{VRL} \times RL$$

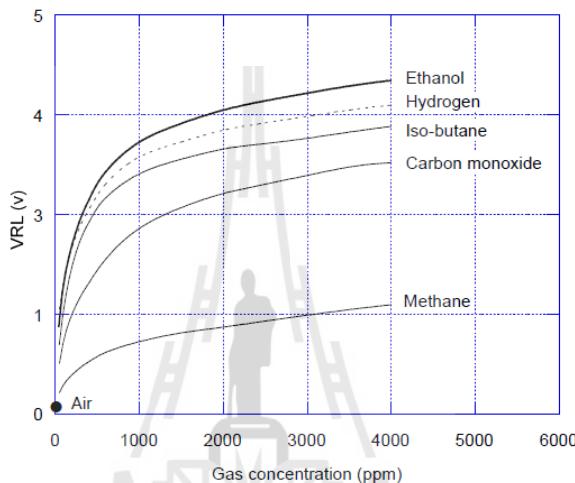
คุณลักษณะของการตอบสนองพื้นฐาน



รูปที่ 3-3 กราฟแสดงการตอบสนองของกําชชนิดต่างๆ

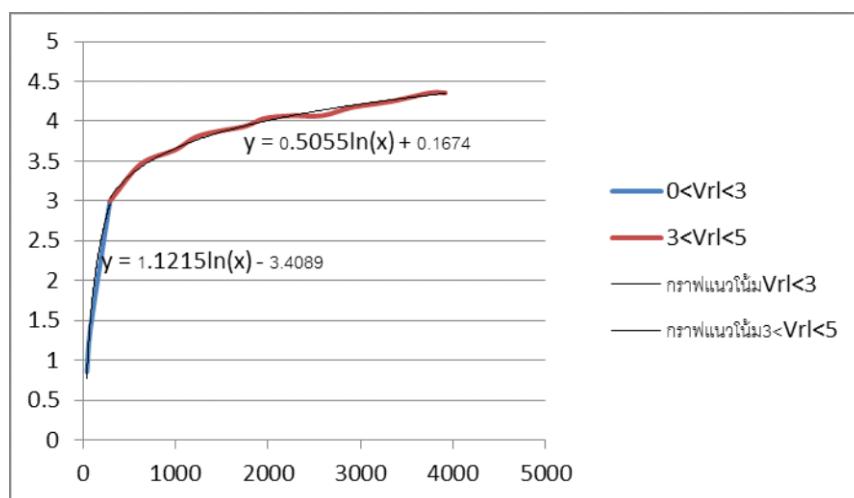
จากรูปที่ 3-3 แสดงถึงการตอบสนองของเซนเซอร์ TGS 2620 ที่กําชชนิดต่างๆ โดยกราฟแสดงถึงอัตราส่วนระหว่างความต้านทานของเซนเซอร์ (R_s) กับความต้านทานเซนเซอร์ที่ 300ppm (R_0) เทียบกับ PPM (part per million)

จากการประยุกต์ใช้วงจรการวัดพื้นฐานในรูปที่ 1 กับสูตรการแบ่งแรงดัน R_s จะทำให้ได้ค่าแรงดันเอาท์พุต (V_{RL}) ทำให้ได้ค่าที่แสดงความสัมพันธ์เป็นกราฟดัง รูปที่ 3-4



รูปที่ 3-4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V_{RL} กับความเข้มข้นของกําชที่ตรวจสอบได้ (PPM)

เลือกพิจารณาเฉพาะส่วนกราฟของ Ethanol เพื่อหาสมการ โดยการนำค่าไปเขียนกราฟในโปรแกรม Microsoft Excel และทำการหาค่าแนวโน้มและสมการอุอกมา จะได้กราฟดังนี้



รูปที่ 3-5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของแรงดันเอาท์พุตกับ PPM

กราฟจะถูกแบ่งออกเป็นสองช่วงเพื่อให้ค่าสมการของกราฟได้ใกล้เคียงกับกราฟต้นแบบ
ให้มากที่สุด โดยแกน x คือค่าของ Gas concentration (PPM) และแกน y คือค่าของ VRL(V) จะได้
สมการดังนี้

ช่วงแรก ; $0 < V_{RL} \leq 3$:

$$\text{Gas concentration(PPM)} = e^{(VRL + 3.4089)/1.1215}$$

ช่วงสอง ; $3 < V_{RL} < 5$:

$$\text{Gas concentration(PPM)} = e^{(VRL - 0.1674)/0.5055}$$

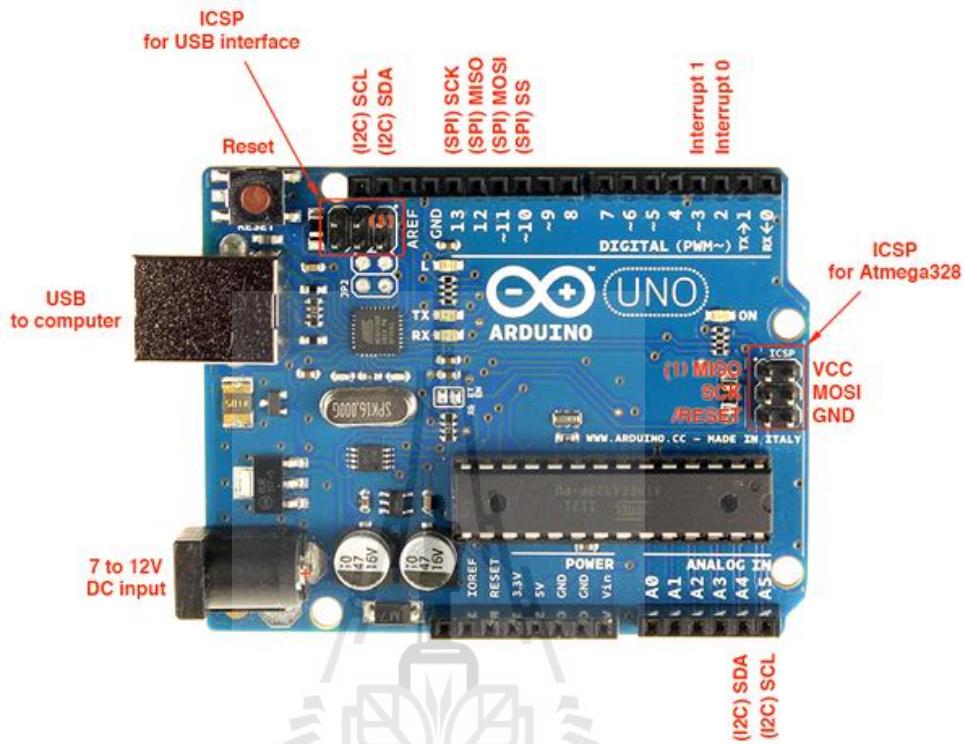
ซึ่งจากสมการข้างต้นจะได้ค่าปริมาณของก๊าซออกซิเจนเป็นหน่วยของ PPM แต่ในที่นี่ต้องการ
ให้ค่าปริมาณของก๊าซเป็นหน่วยของแอลกอฮอล์ในเลือด(mg%) จึงต้องทำการเปลี่ยนหน่วย
ดังนี้

1 PPM มีค่าเท่ากับ mg/L

1 mg% มีค่าเท่ากับ mg/dL

∴ 1mg% จะมีค่าเท่ากับ $\frac{PPM}{10}$

3.3.2 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Arduino UNO R3



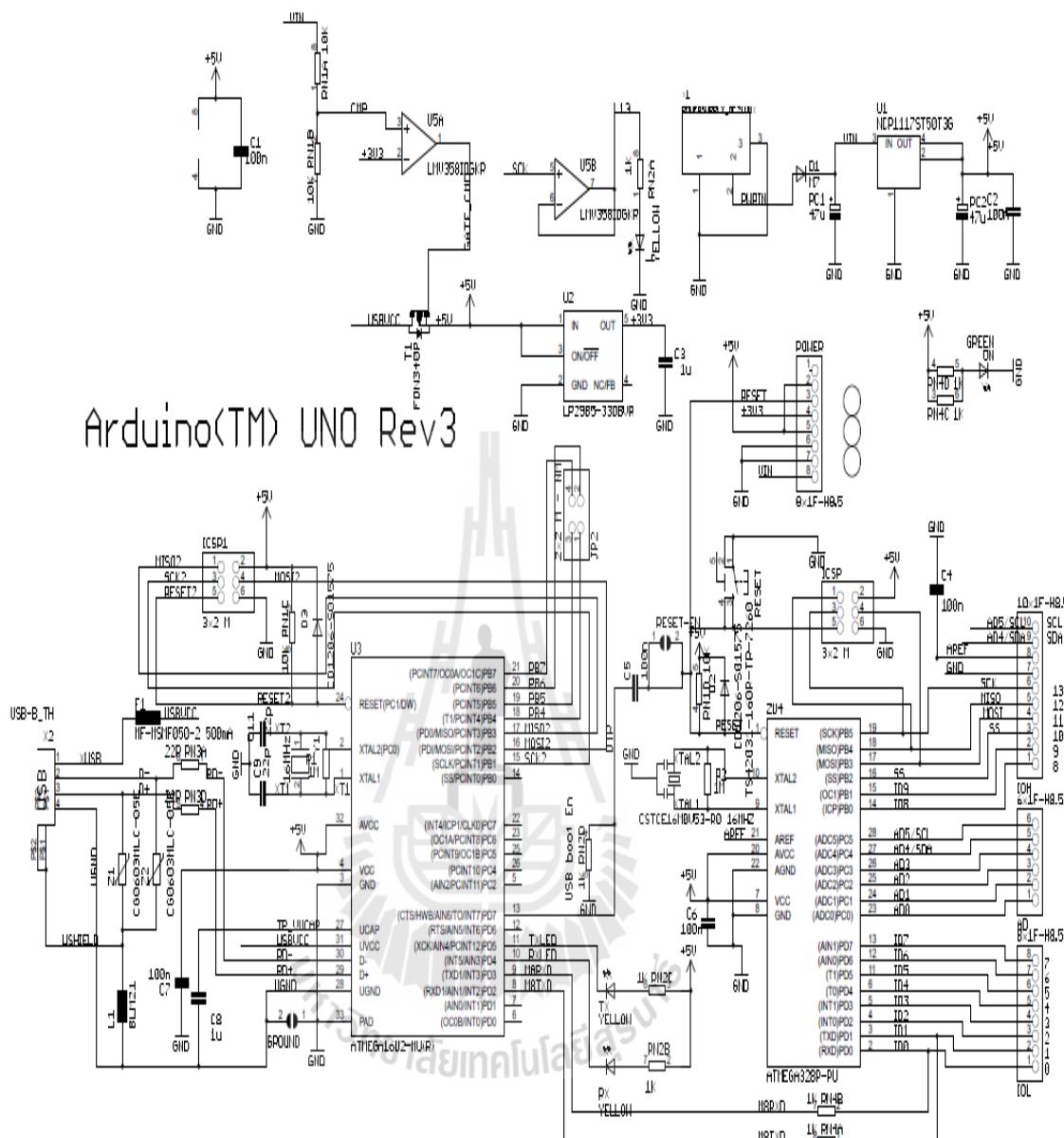
รูปที่ 3-6 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Aduino UNO R3

Arduino UNO R3 เป็น Microcontroller board ที่ใช้ ATmega328 เป็น MCU หลัก ซึ่งตัวนี้จะมีขา Digital 14 ขา อินพุท/เอาท์พุท (สามารถทำเป็น PWM ได้ถึง 6 ขา) และมีขา Analog อินพุทได้อีก 6 ขา, รันที่ความถี่ 16 MHz มี USB Connector และ Power Jack DC ชั่ง Concept ของ Arduino Board นี้ทำมาเพื่อความสะดวก ง่ายในการเชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ สามารถต่อ USB เข้ากับช่องคอมพอร์ตก็สามารถ Run โปรแกรมที่ Board ได้ หมายสำคัญผู้ที่กำลังเริ่มต้นการเขียนโปรแกรม มีรายละเอียดโดยสรุปดังนี้

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V

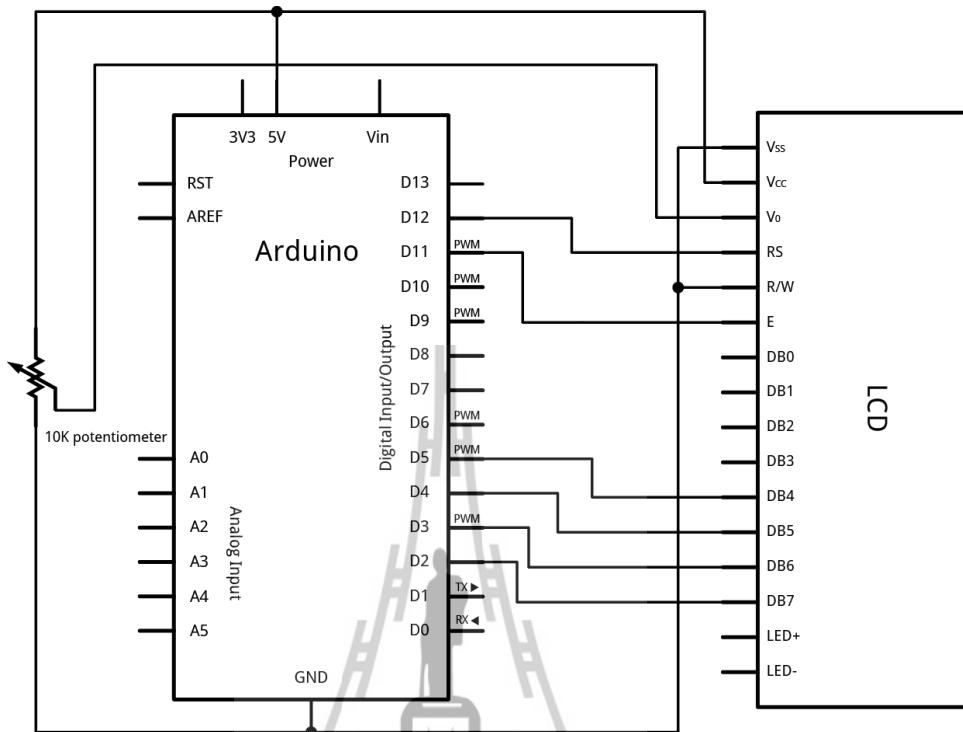
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328)
EEPROM	1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz





รูปที่ 3-7 โครงสร้างของบอร์ด Arduino UNO R3

3.3.3 จอแสดงผล LCD

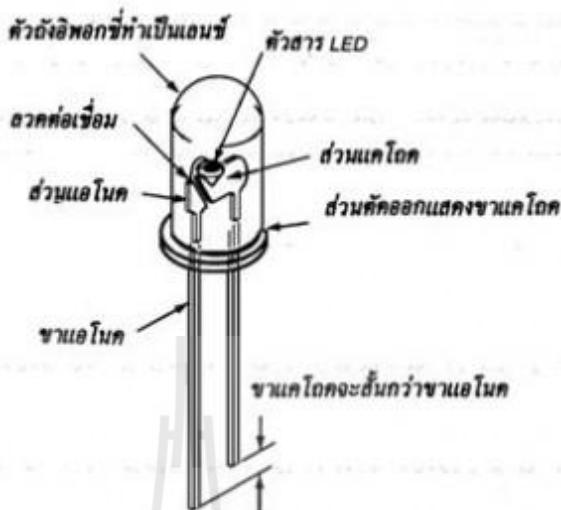


รูปที่ 3-8 การต่อ LCD เข้ากับบอร์ด Arduino

สามารถต่อบอร์ด Arduino กับ LCD ได้ดังนี้

- LCD RS ต่อกับ Digital 12
- LCD Enable ต่อกับ Digital 11
- LCD D4 ต่อกับ Digital 5
- LCD D5 ต่อกับ Digital 4
- LCD D6 ต่อกับ Digital 3
- LCD D7 ต่อกับ Digital 2
- LCD Gnd และ LCD R/W ต่อกับขาข้างซ้ายหรือขวาของ 10K pot ที่ได้ครับ แล้วต่อเข้า GND
- LCD Vcc ต่อกับขาอีกข้างของ 10K pot และต่อเข้า 5V ครับ
- LCD VO ต่อกับขากลางของ 10K pot ครับ

3.3.4 หลอดไฟ LED



รูปที่ 3-9 ส่วนประกอบของ Light-Emitting Diode

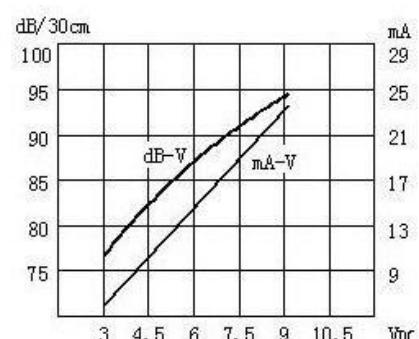
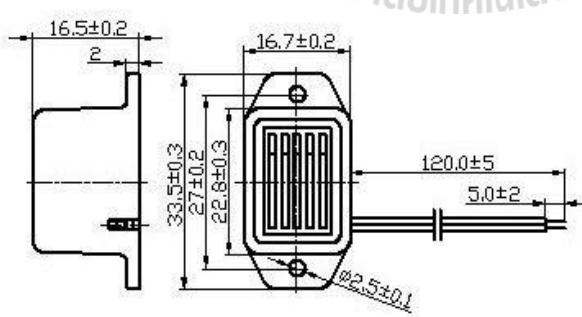
LED ย่อมาจาก Light-Emitting Diode หรือเรียกว่า ไดโอดเปล่งแสงซึ่งสามารถเปล่งแสงออกมากได้แสงที่เปล่งออกมากประกอบด้วยคลื่นความถี่เดียวและเฟสต่อเนื่องกัน ซึ่งต่างกับแสงธรรมชาติที่ตาคนมองเห็น โดยหลอดLED สามารถเปล่งแสงได้เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และประสิทธิภาพในการให้แสงสว่างก็ยังดีกว่าหลอดไฟบนาดเล็กทั่วๆไป ไดโอดชนิดนี้เหมือนไดโอดทั่วๆไปที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และ N ประกอบกันมีผิวข้างหนึ่งเรียบเป็นมันคล้ายกระจก เมื่อไดโอดตกนูบออสตรองจะทำให้อิเลคทรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้นจนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อไปรวมกับโซลใน P ต่อให้เกิดพลังงานในรูปของประจุไฟตอนซึ่งจะส่องแสงออกมานะ

3.3.5 Buzzer (EMB – 2306L)



รูปที่ 3-10 Buzzer

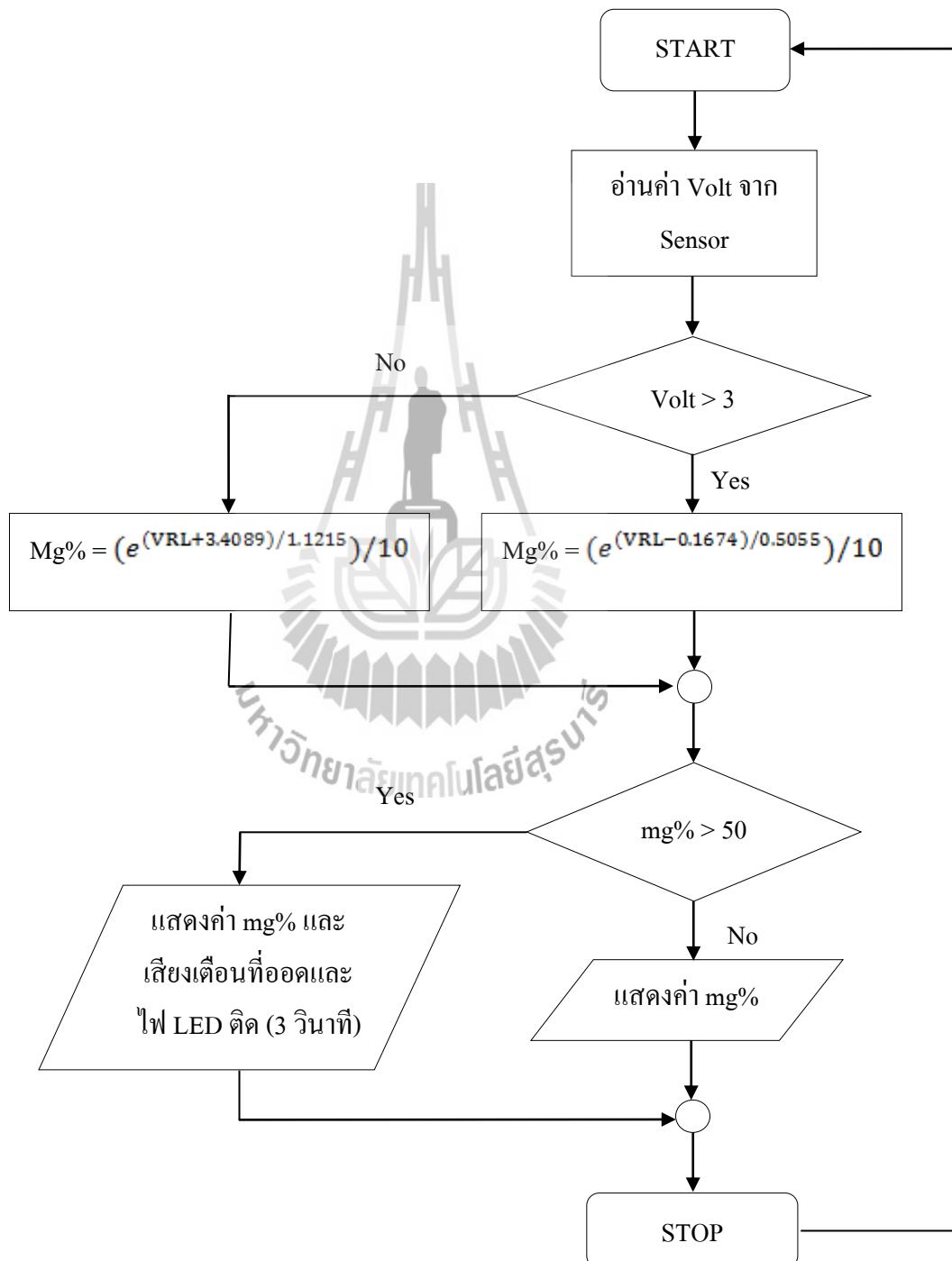
ขนาด	23*16 mm
ช่องสัญญาณเสียง	แรงดันไฟฟ้ามาตรฐาน
แรงดันไฟฟ้าในปฏิบัติการ	6 V
กระแสไฟฟ้า	4 – 8 V
เสียงเอ้าท์พุทที่ 20 cm	25 mA
ความถี่ของเสียง	75 dB
น้ำหนัก	400 Hz
	10 g



รูปที่ 3-11 แสดงขนาดและการคุณสมบัติเปรียบเทียบระหว่างความดังในหน่วย dB ,กระแสไฟ และแรงดัน V_{DC} ที่ใช้ตามลำดับ

3.4 การเขียนโปรแกรมของเครื่องวัดแอลกอฮอล์

3.4.1 แผนผังการทำงานของโปรแกรม (Flow chart)



3.4.2 Code program และคำอธิบาย

```

// include the library code:
#include <math.h>                                //การเรียกLibrary Math
#include <LiquidCrystal.h>                          //การเรียกLibrary LiquidCrystal ใช้ในการเขียนLCD
// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(2, 4, 5, 15, 16, 17); //RS, Enable, D4, D5, D6, D7
#define d3 3                                         //กำหนดให้ d3 คือขา3
#define d6 6                                         //กำหนดให้ d6 คือขา6
#define d7 7                                         //กำหนดให้ d7 คือขา7
void setup(){
    lcd.begin(16, 2); // set up the LCD's number of columns and rows:
    Serial.begin(9600); // initialize the serial communications:
    pinMode(d3, OUTPUT);                            //กำหนดให้ d3 เป็น output ข้าสู่ analog write
    pinMode(d6, OUTPUT);                            //กำหนดให้ d6 เป็น output ข้าสู่ ออกกล
    pinMode(d7, OUTPUT);                            //กำหนดให้ d7 เป็น output ข้าสู่ LED
    analogWrite(3, 100);                           //ใช้กำหนดความเข้มตัวหนังสือ
}
double analog_in = 0;                             //setค่าเริ่มต้นของตัวแปร
double v = 0;                                     //setค่าเริ่มต้นของตัวแปร
double ppm = 0;                                   //setค่าเริ่มต้นของตัวแปร
double mg_per = 0;                                //setค่าเริ่มต้นของตัวแปร
void loop(){
    while(1){
        analog_in = analogRead(0);                //ใช้ค่าA0อ่านค่า analogRead เลี้ยวเก็บค่าใน analog_in
        v = (analog_in*5)/1023;                  //แปลงต่าจากv=0-1023v ให้เป็นv=0-5v
        Serial.print(v, 4);                      //กำหนดตัวแปรvเก็บค่าทศนิยม4ตำแหน่ง
        Serial.print("V");                       //แสดงค่าตัวแปรvในserial monitor
        Serial.print("\t\t");
        if(v<=3){                                //ถ้า v ≤ 3 ให้ทำตามเงื่อนไขต่อไปนี้
}

```

```

ppm = exp((v+3.4089)/1.1215);           //แทนVที่อ่านได้ลงในสูตร
Serial.print(ppm, 4);                   //กำหนดตัวแปรppmเก็บค่าทศนิยม4ตำแหน่ง
Serial.print("ppm");                   //แสดงค่าตัวแปรppmในserial monitor
Serial.print("\t");
mg_per = ppm/10;                      //นำppm÷10จะได้ค่าmg%
lcd.setCursor(0, 0); // set the cursor to column 0, line 0
lcd.print("Alcohol Meter ");           //แสดงคำว่า Alcohol Meter บนLCD
lcd.setCursor(0, 1); // set the cursor to column 0, line 1
lcd.print("Value = ");                 //แสดงคำว่า Value = บนLCD
lcd.print(mg_per, 0);                  //แสดงค่าmg% บนLCD
lcd.print(" mg% ");                  //แสดงคำว่า mg%บนLCD
}

else if(v>3){                         //ถ้าV>3ให้ทำงานเงื่อนไขต่อไปนี้
ppm = exp((v-0.1674)/0.5055);         //แทนVที่อ่านได้ลงในสูตร
Serial.print(ppm, 4);                   //กำหนดตัวแปรppmเก็บค่าทศนิยม4ตำแหน่ง
Serial.print("ppm");                   //กำหนดตัวแปรppmเก็บค่าทศนิยม4ตำแหน่ง
Serial.print("\t");
mg_per = ppm/10;                      //นำppm÷10จะได้ค่าmg%
lcd.setCursor(0, 0); // set the cursor to column 0, line 0
lcd.print("Alcohol Meter ");           //แสดงคำว่า Alcohol Meter บนLCD
lcd.setCursor(0, 1); // set the cursor to column 0, line 1
lcd.print("Value = ");                 //แสดงคำว่า Value = บนLCD
lcd.print(mg_per, 0);                  //แสดงค่าmg% บนLCD
lcd.print(" mg% ");                  //แสดงคำว่า mg%บนLCD
if(mg_per>=50){                      //ถ้าmg%≥ 50
digitalWrite(d6, HIGH);                //กำหนดให้ออคกลดัง
digitalWrite(d7, HIGH);                //กำหนดให้LEDติด
delay(500);                          //กำหนดให้LEDติด500ms
digitalWrite(d7, LOW);                 //กำหนดให้LEDดับ
delay(500);                          //กำหนดให้LEDดับ500ms
}
}

```

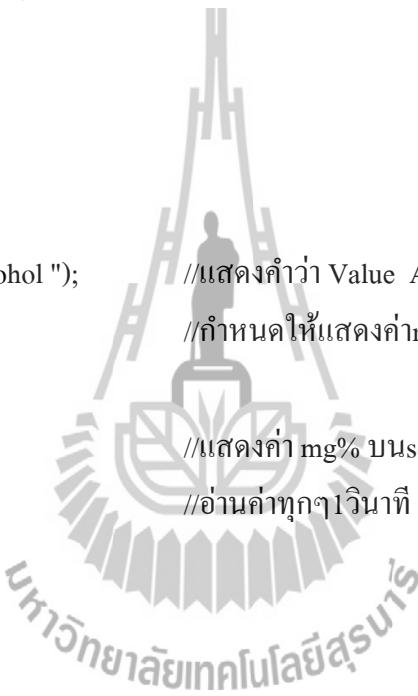
```

digitalWrite(d7, HIGH);           //กำหนดให้LEDติด
delay(500);                     //กำหนดให้LEDติด500ms
digitalWrite(d7, LOW);          //กำหนดให้LEDดับ
delay(500);                     //กำหนดให้LEDดับ500ms
digitalWrite(d7, HIGH);          //กำหนดให้LEDติด
delay(1000);                    //กำหนดให้LEDติด1000ms
digitalWrite(d6, LOW);          //กำหนดให้ออคกลดับ
digitalWrite(d7, LOW);          //กำหนดให้LEDดับ
}

else{
}

Serial.print("Value Alcohol ");
Serial.print(mg_per, 4);
serial monitor
Serial.println("mg%");
delay(1000);
}
}

```



มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรินทร์

//แสดงค่า Value Alcohol บนserial monitor
//กำหนดให้แสดงค่าmg%เป็นทศนิยม4ตำแหน่งบน
//แสดงค่า mg% บนserial monitor
//อ่านค่าทุกๆ1วินาที

3.4.3 การเขียนโปรแกรม Arduino IDE

บอร์ด Arduino นั้นต้องเขียนด้วย โปรแกรม Arduino IDE (Integrated Development Environment) ซึ่งตัวโปรแกรมตัวนี้นั้นถูกพัฒนาต่อมาจากโปรแกรม open source อย่าง Processing และ Wiring และด้วยความที่ทั้งตัวโปรแกรม Processing และ Wiring นั้นถูกพัฒนาขึ้นมาด้วยภาษา JAVA จึงทำให้สามารถใช้งานได้ทั้งบนระบบปฏิบัติการ Windows, Linux และ Mac OS ได้ ตัวโปรแกรม Arduino IDE ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อให้ใช้งานได้ง่ายสะดวกและลดความซับซ้อนของการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของภาษา C/C++ ให้ถูกรีบง่าย ไม่ซับซ้อน มีคำสั่งและไอลบรารีเตรียมไว้ให้แล้ว

- ชนิดของตัวแปรในการเขียนโปรแกรม

Char	มีขนาด 8 บิต	ใช้แทนข้อมูล -128 ถึง 127
Int	มีขนาด 16 บิต	ใช้แทนข้อมูลจำนวนเต็ม ในช่วง -32,768 ถึง +32,767
Long	มีขนาด 32 บิต	ใช้แทนข้อมูลจำนวนเต็ม ในช่วง -2,147,483,648 ถึง +2,147,483,647
Float	มีขนาด 32 บิต	ใช้แทนข้อมูลจำนวนจริงในช่วง 10 ยกกำลัง -38 ถึง 10 ยกกำลัง 38
Double	มีขนาด 64 บิต	ใช้แทนข้อมูลจำนวนจริงในช่วง 10 ยกกำลัง -308 ถึง 10 ยกกำลัง 038

- โครงสร้างการเขียนโปรแกรม

```
#include<ประกาศLibrary>
ประกาศตัวแปรต่างๆ
void setup() { กำหนดใช้งานportต่างๆ โดยใน arduino เรียก port ต่างๆเป็นหมายเลข
}
void loop()
{
    การกำหนดในการใช้ฟังก์ชันต่างๆ
}
```

- MENU bar ของ Arduino IDE จะประกอบด้วย

1. Menu File โดยทำหน้าที่บริหารจัดการข้อมูลที่เรียกว่า Sketch File (ไฟล์ที่ทำการเขียนจะเรียกว่า sketch files)

* New : สร้าง Sketch File ใหม่

* Sketchbook :

1. Open : เรียก Sketchbook ที่บันทึกไว้ก่อนหน้านี้

2. Example : เปิด Sketchbook ตัวอย่างที่มาจากการ Library

* Save : บันทึก Sketch File ณ.ปัจจุบัน

* Save as : บันทึก Sketch File ในที่อื่นหรือชื่อใหม่

* Upload to I/O board : การ burn ลง MCU(AVR)หลังจากที่เขียนโปรแกรมเสร็จ

* Preference : ตั้งค่าต่างๆ ของ Arduino IDE

2. Edit Menu ทำหน้าที่แก้ไข wording

* Undo : ยกเลิกคำสั่งหรือการพิมพ์ครั้งล่าสุด

* Redo : ทำซ้ำคำสั่งหรือการพิมพ์ครั้งล่าสุด

* Cut : ตัดข้อความไว้ใน clipboard

* Copy : คัดลอกข้อความจาก clipboard

* Paste : แปะข้อความจาก clipboard

* Select all : เลือก(แรเงา)ข้อความทั้งหมด

* Find : ค้นหาข้อความ

* Find Next : ค้นหาข้อความถัดไป

3. Sketch Menu เป็นเมนูที่ใช้คำสั่ง Compile ,เพิ่มLibrary

* Verify/Compile : Compile ภาษา c/c++ เป็นภาษา Machine

* Stop : หยุดการ Compile

* Import Library : เลือก/เพิ่ม Library โดยแทรกในบรรทัดแรก

* Show Sketch Folders : ทำการแสดงที่เก็บโปรแกรม

* Add File.. : คัดลอก File เลือก/เพิ่มมาบันทึกรวมใน Folder ปัจจุบัน

4. Tools Menu : ใช้จัด code ,เลือกเบอร์ Microcontroller ,เลือก port serial

* Auto Format : จัดวาง code ให้เป็นระเบียบสวยงาม ให้อ่านได้ง่ายโดยแยกสี code ที่เป็นคำสั่งและตัวแปร

* copy to Forum : คัดลอก code ลง clipboard

* Archive Sketch : สั่งให้บีบอัด Folder ปัจจุบันเป็นไฟล์บีบอัด มีประโยชน์ในการทำ CVS

* Board : เลือก Hardware Device ที่ใช้งานกับโปรแกรม เช่น Arduino Nano เป็นต้น

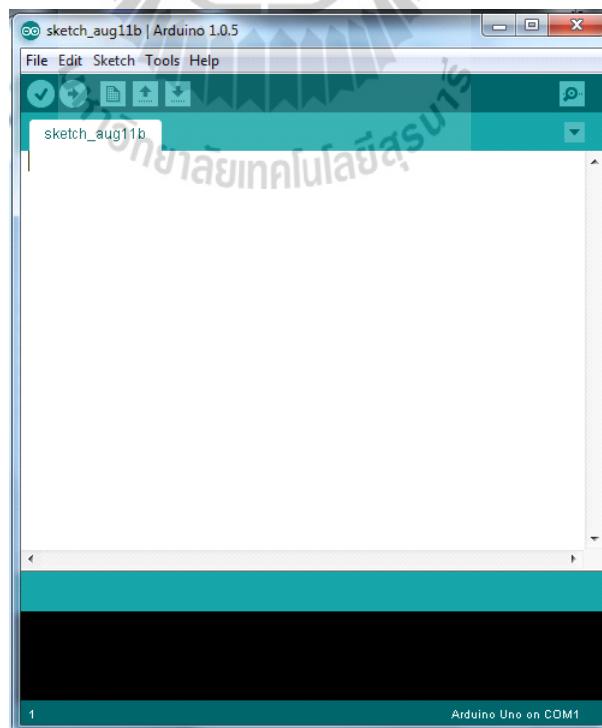
* Serial Ports : เลือก port ที่ใช้สำหรับ communication ระหว่าง Hardware Device กับ Arduino IDE

* Burn Bootloader : เพื่อทำการ bootloader ให้ Hardware Device โดยต้องมีเครื่อง burn

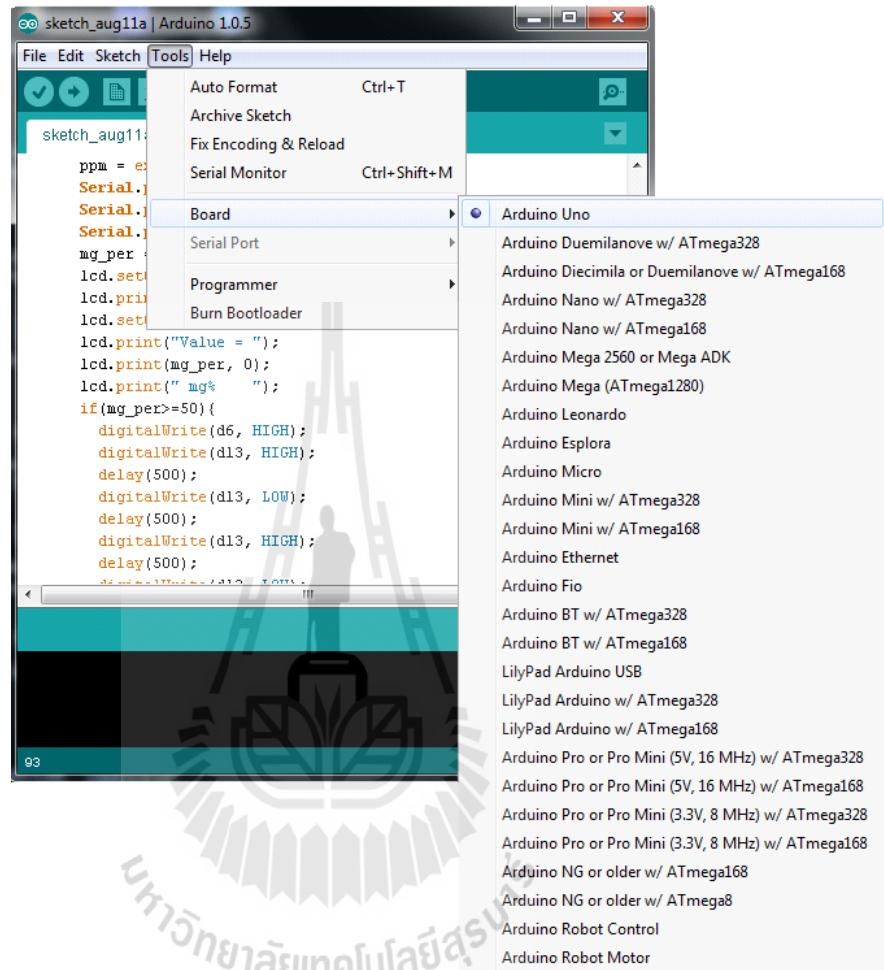
3.4.4 การโหลดโปรแกรมลงบอร์ด

1. เปิดโปรแกรม Arduino IDE ที่ได้โหลดมาจาก <http://arduino.cc/en/Main/Software>

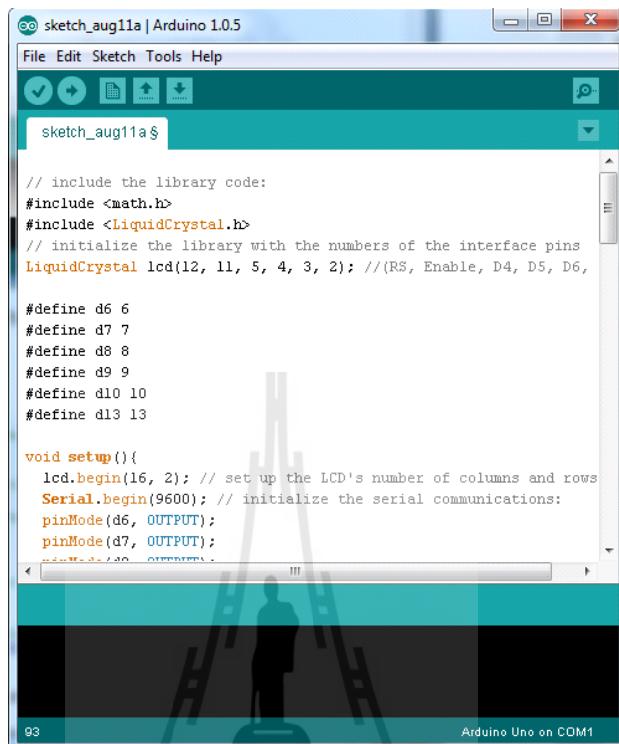
2. เมื่อเปิดโปรแกรมแล้วจะพบกับหน้าต่างของ IDE ดังรูป



3. ไปที่ Tools->Board และเลือกให้ตรงกับบอร์ดที่ใช้งาน สำหรับ Arduino UNO R3 ให้เลือกบอร์ด Arduino UNO



4. เก็บไฟล์โปรแกรม



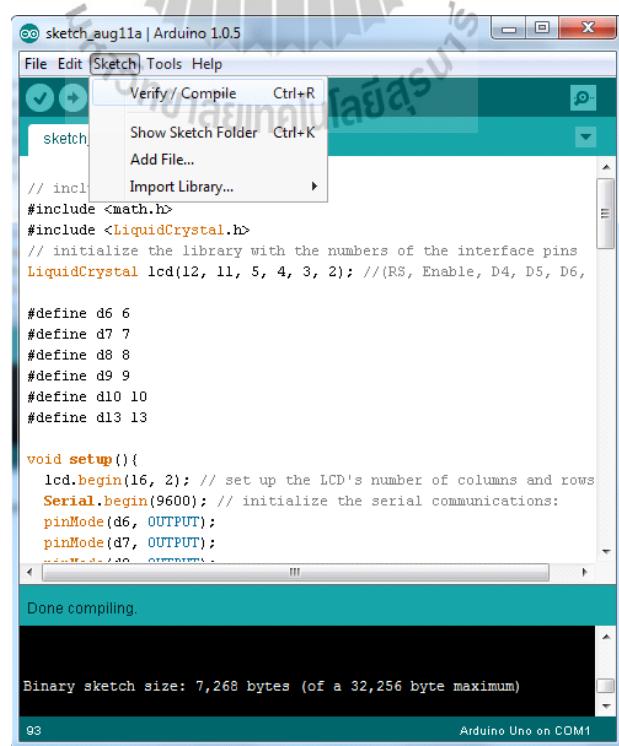
```

// include the library code:
#include <math.h>
#include <LiquidCrystal.h>
// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); //RS, Enable, D4, D5, D6,
#define d6 6
#define d7 7
#define d8 8
#define d9 9
#define d10 10
#define d13 13

void setup(){
  lcd.begin(16, 2); // set up the LCD's number of columns and rows
  Serial.begin(9600); // initialize the serial communications:
  pinMode(d6, OUTPUT);
  pinMode(d7, OUTPUT);
}

```

5. จากนั้นคอมไพล์ไฟล์โปรแกรมโดยไปที่ Sketch->Verify / Compile



The screenshot shows the Arduino IDE interface with the following details:

- Title Bar:** sketch_aug11a | Arduino 1.0.5
- Menu Bar:** File Edit Sketch Tools Help
- Sketch Menu:** Verify / Compile (highlighted), Show Sketch Folder, Add File..., Import Library...
- Code Area:** The same code as in the previous screenshot.
- Status Bar:** Done compiling.
Binary sketch size: 7,268 bytes (of a 32,256 byte maximum)
- Bottom Bar:** 93 Arduino Uno on COM1

6. เมื่อคอมไฟล์เรียบร้อยจะมีข้อความปรากฏดังรูป

```
// sketch_aug11a | Arduino 1.0.5
File Edit Sketch Tools Help
Verify / Compile Ctrl+R
Show Sketch Folder Ctrl+K
Add File...
Import Library...
// include <math.h>
#include <LiquidCrystal.h>
// initialize the library with the numbers of the interface pins
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2); // (RS, Enable, D4, D5, D6,
#define d6 6
#define d7 7
#define d8 8
#define d9 9
#define d10 10
#define d13 13

void setup(){
  lcd.begin(16, 2); // set up the LCD's number of columns and rows
  Serial.begin(9600); // initialize the serial communications:
  pinMode(d6, OUTPUT);
  pinMode(d7, OUTPUT);
}

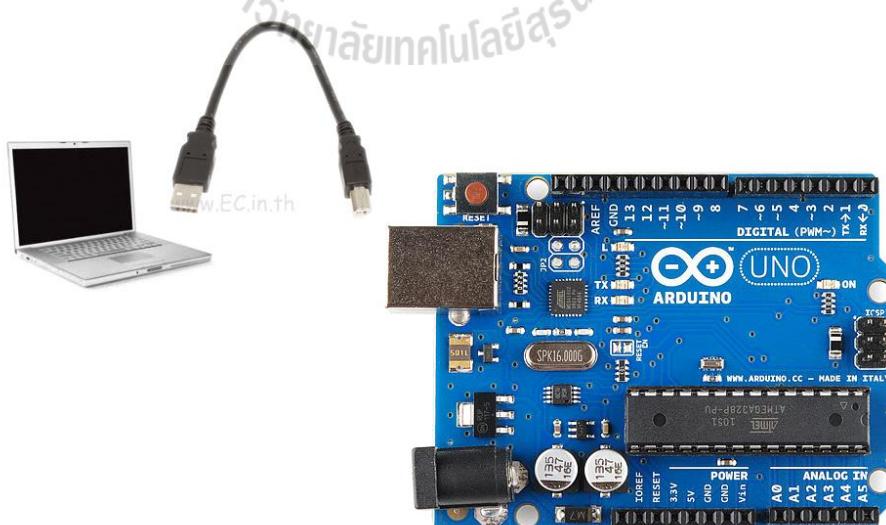
void loop(){

}

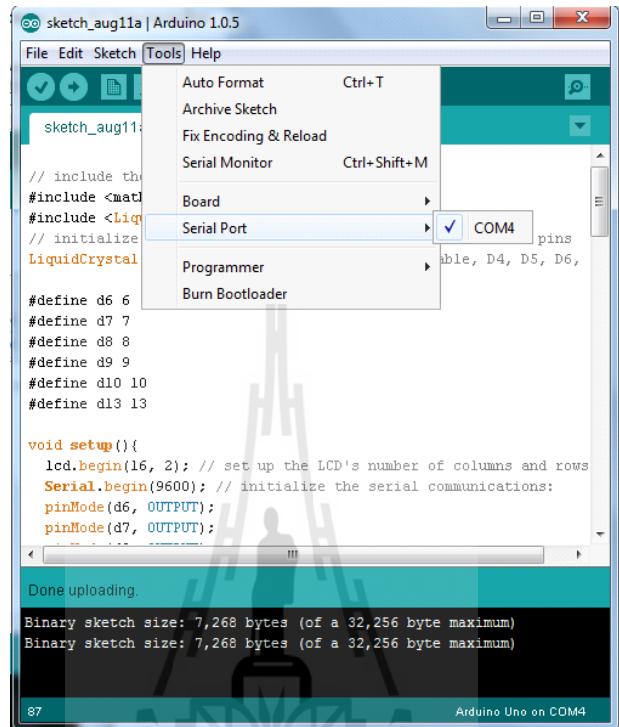
Done compiling.

Binary sketch size: 7,268 bytes (of a 32,256 byte maximum)
03 Arduino Uno on COM1
```

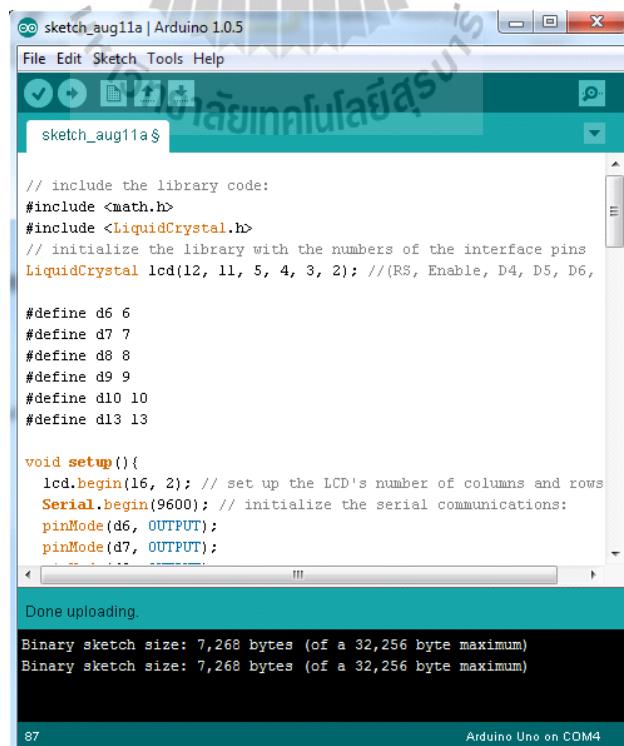
7. ต่อ埠Arduino UNO R3 เข้ากับคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตUSB



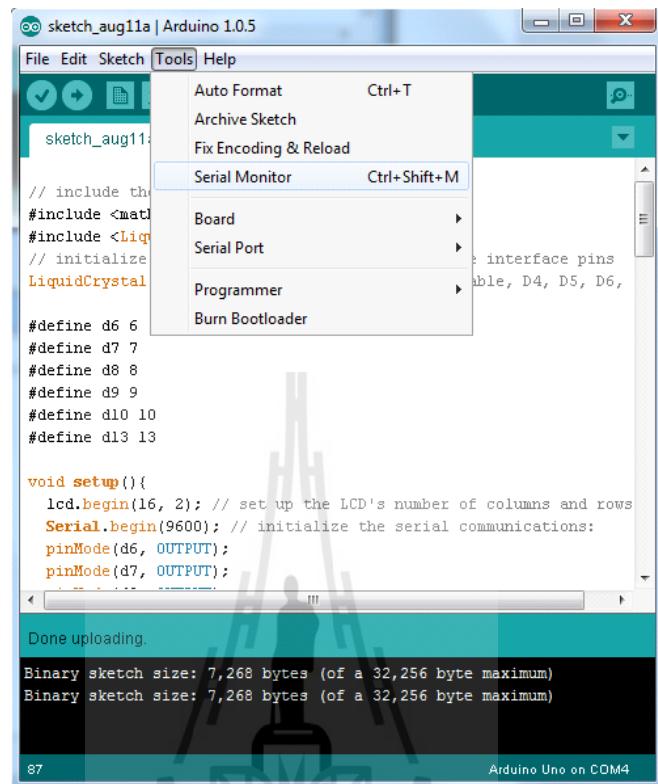
8. จากนั้นให้ไปที่ Tools->Serial Port และเลือกให้ตรงกับอร์ด Arduino UNO ที่ใช้งาน (สำหรับบอร์ด Arduino UNO R3 โปรแกรมจะเลือกให้อัตโนมัติ)



9. โหลดโปรแกรมเข้าบอร์ด Arduino UNO โดยไปที่ File->Upload



10. จากนั้นเปิด Serial Monitor ของ Arduino IDE โดยไปที่ Tools->Serial Monitor



11. เมื่อเปิด Serial Monitor จะได้ข้อมูลความดังรูป

```
COM4
Send
0.6305V      36.6635ppm    Value Alcohol 3.6664mg
0.6843V      38.4639ppm    Value Alcohol 3.8464mg
0.7283V      40.0026ppm    Value Alcohol 4.0003mg
0.7576V      41.0624ppm    Value Alcohol 4.1062mg
0.7820V      41.9669ppm    Value Alcohol 4.1967mg
0.7967V      42.5192ppm    Value Alcohol 4.2519mg
0.8113V      43.0788ppm    Value Alcohol 4.3079mg
0.8211V      43.4559ppm    Value Alcohol 4.3456mg
0.8260V      43.6457ppm    Value Alcohol 4.3646mg
0.8309V      43.8363ppm    Value Alcohol 4.3836mg

Autoscroll No line ending 9600 baud
```

บทที่ 4

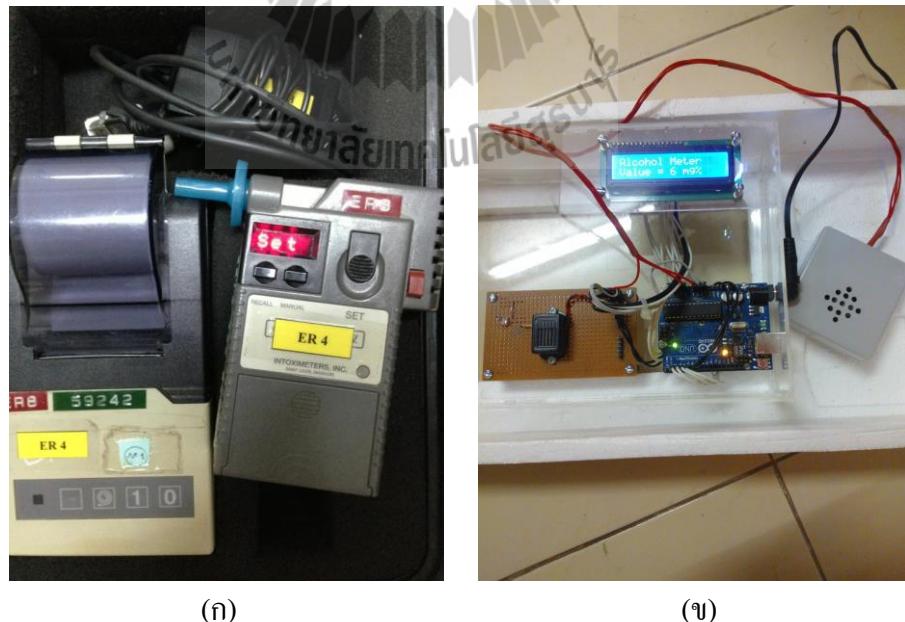
การทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ

4.1 บทนำ

ในบทนี้จะเป็นการทดลองเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจเทียบกับเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ Intoximeters Alco-Sensor IV with Memory - Black DOT ที่ได้มาตรฐานของโรงพยาบาล^[1] ว่ามีความผิดพลาดมากน้อยเพียงใด สามารถนำไปใช้จริงได้หรือไม่ เพื่อบรรลุวัตถุประสงค์ของโครงการ

4.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. เครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ที่ได้มาตรฐาน ราคาประมาณ 25,000 บาท (รูปที่ 4-1 (ก))
2. เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ ราคาประมาณ 6,000 บาท (รูปที่ 4-1 (ข)) ดังนี้
 - บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino UNO R3 (AT mega 328)
 - แผงวงจรเชื่อมต่อ Sensor TGS2620
 - แผงวงจรเชื่อมต่อ LCD 16x2 และสัญญาณเตือน (ออด + LED)



(ก)

(ข)

รูปที่ 4-1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

หมายเหตุ : ^[1] งานคดีและนิคิเวช โรงพยาบาลมหาราชน จังหวัดกรุงเทพมหานคร

4.3 วิธีการทดลอง

เราได้ใช้อาสาสมัครจำนวน 8 คน เป็นชายและหญิงดังต่อไปนี้

- คนที่ 1 เพศชาย ดื่มเหล้า 8 แก้ว
- คนที่ 2 เพศชาย ดื่มเหล้า 12 แก้ว
- คนที่ 3 เพศชาย ดื่มเหล้า 12 แก้ว
- คนที่ 4 เพศชาย ไม่ได้ดื่ม
- คนที่ 5 เพศหญิง ดื่มเหล้า 7 แก้ว
- คนที่ 6 เพศหญิง ดื่มเบียร์ 2 ขวด
- คนที่ 7 เพศหญิง ไม่ได้ดื่ม
- คนที่ 8 เพศหญิง ไม่ได้ดื่ม

โดยจะทำการทดลองวัดระดับแอลกอฮอล์ในร่างกายของอาสาสมัครแต่ละคนกับเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ จากนั้นก็จะให้ทำการทดลองวัดกับเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ที่ได้มาตรฐานของโรงพยาบาลทันที โดยไม่ให้อาสาสมัครดื่มเพิ่มเติม และบันทึกผล โดยจะทำการทดลองวัดค่าทั้งหมด 5 ครั้งกับอุปกรณ์แต่ละตัว แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยเพื่อลดความคลาดเคลื่อนให้น้อยที่สุด

4.4 ผลการทดลอง

ผลการทดลองถูกบันทึกในรูปตาราง โดยแยกเป็นตารางผลการทดลองของแต่ละคนทั้งหมด 8 ตาราง เพื่อสะดวกต่อการวิเคราะห์ข้อมูลดังนี้

ตารางที่ 4-1 คนที่ 1 เพศชาย ดื่มเหล้า 8 แก้ว

ครั้งที่	ค่าที่ได้จากเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ (mg%)	ค่าที่ได้จากเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ที่ได้มาตรฐาน (mg%)	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน
1	75	80	6.25
2	77	82	6.09
3	80	81	1.23
4	78	82	4.88
5	81	84	3.57
เฉลี่ย	78.2	81.8	4.40

ตารางที่ 4-2 คนที่ 2 เพศชาย อัมมเหล้า 12 แก้ว

ครั้ง ที่	ค่าที่ได้จากเครื่องวัดระดับ แอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ (mg%)	ค่าที่ได้จากเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ ที่ได้มาตรฐาน (mg%)	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อน
1	99	108	8.33
2	107	112	4.46
3	104	110	5.45
4	105	109	3.67
5	101	115	12.17
เฉลี่ย	103.2	110.8	6.81

ตารางที่ 4-3 คนที่ 3 เพศชาย อัมมเหล้า 12 แก้ว

ครั้ง ที่	ค่าที่ได้จากเครื่องวัดระดับ แอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ (mg%)	ค่าที่ได้จากเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ ที่ได้มาตรฐาน (mg%)	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อน
1	108	112	3.57
2	100	110	9.09
3	107	110	2.73
4	110	108	1.85
5	99	109	9.17
เฉลี่ย	104.8	109.8	5.28

ตารางที่ 4-4 คนที่ 4 เพศชาย ไม่ได้ดื่ม

ครั้ง ที่	ค่าที่ได้จากเครื่องวัดระดับ แอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ (mg%)	ค่าที่ได้จากเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ ที่ได้มาตรฐาน (mg%)	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อน
1	13	12	8.33
2	14	15	6.67
3	13	14	7.14
4	13	15	13.33
5	12	14	14.28
เฉลี่ย	13	14	9.95

ตารางที่ 4-5 คนที่ 5 เพศหญิง ดื่มเหล้า 7 แก้ว

ครั้ง ที่	ค่าที่ได้จากเครื่องวัดระดับ แอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ (mg%)	ค่าที่ได้จากเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ ที่ได้มาตรฐาน (mg%)	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อน
1	77	74	4.05
2	75	72	4.16
3	74	78	5.13
4	77	72	6.94
5	75	72	4.16
เฉลี่ย	75.6	73.6	4.89

ตารางที่ 4-6 คนที่ 6 เพศหญิง อัมเนียร์ 2 ขวบ

ครั้ง ที่	ค่าที่ได้จากเครื่องวัดระดับ แอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ (mg%)	ค่าที่ได้จากเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ ที่ได้มาตรฐาน (mg%)	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อน
1	85	88	3.40
2	87	90	3.33
3	85	91	6.59
4	83	90	7.78
5	91	89	2.25
เฉลี่ย	86.2	89.6	3.79

ตารางที่ 4-7 คนที่ 7 เพศหญิง ไม่ได้อัม

ครั้ง ที่	ค่าที่ได้จากเครื่องวัดระดับ แอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ (mg%)	ค่าที่ได้จากเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ ที่ได้มาตรฐาน (mg%)	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อน
1	15	14	7.14
2	14	12	16.67
3	14	14	0.00
4	12	14	14.28
5	14	15	6.67
เฉลี่ย	13.8	13.8	8.95

ตารางที่ 4-8 คนที่ 8 เพศหญิง ไม่ได้ดื่ม

ครั้ง ที่	ค่าที่ได้จากเครื่องวัดระดับ แอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ (mg%)	ค่าที่ได้จากเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ ที่ได้มาตรฐาน (mg%)	เปอร์เซ็นต์ ความคลาด เคลื่อน
1	13	12	8.33
2	14	13	7.69
3	13	14	7.14
4	12	13	7.69
5	12	12	0.00
เฉลี่ย	12.8	12.8	6.17

4.5 วิเคราะห์ผลการทดลอง

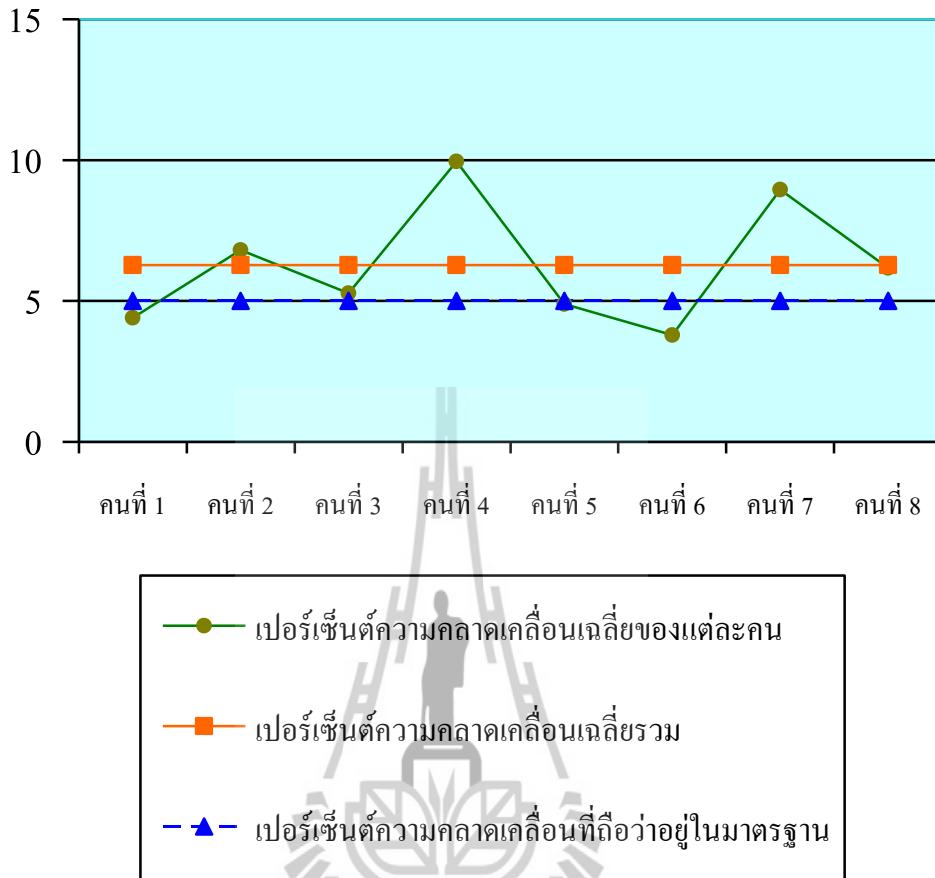
จากตารางที่ 4-1 ถึง 4-2 เมื่อเรานำข้อมูลทั้งหมดมาวิเคราะห์ภาพรวม โดยแสดงในตาราง และกราฟดังต่อไปนี้

ตารางที่ 4-9 ข้อมูลภาพรวมของอาสาสมัครทั้ง 8 คน

คนที่	เปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย
1	4.40
2	6.81
3	5.28
4*	9.95*
5	4.89
6	3.79
7*	8.95*
8*	6.17*
เฉลี่ย	6.28

หมายเหตุ : * คือข้อมูลของอาสาสมัครที่ไม่ได้ดื่ม

นำข้อมูลทั้งหมดไปเจียนกราฟเพื่อวิเคราะห์ภาพรวมได้ชัดเจนยิ่งขึ้น ดังต่อไปนี้



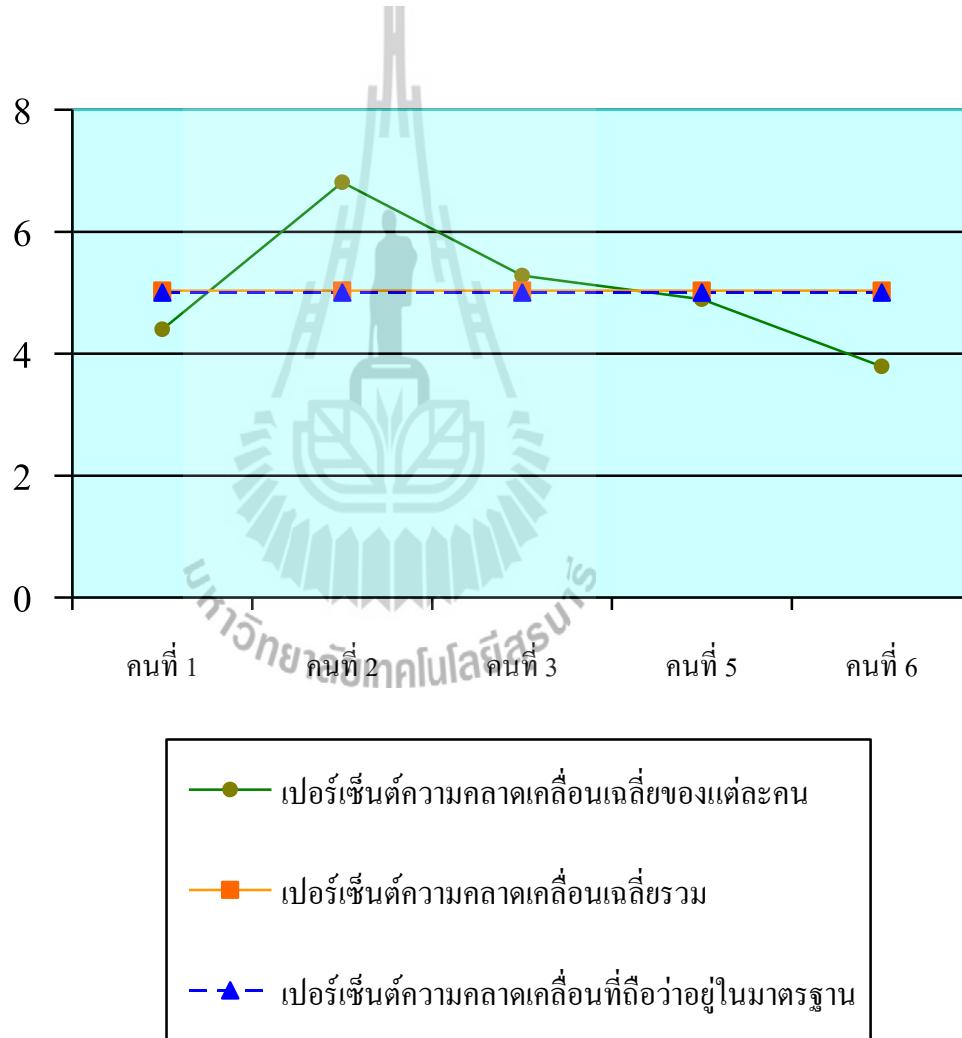
รูปที่ 4-2 กราฟแสดงข้อมูลภาพรวมของค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็นporร์เซ็นต์

สำหรับเกณฑ์ที่ยอมรับได้นั้น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กำหนดให้เครื่องมือตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในกระแสเลือดต้องมีความคลาดเคลื่อนจากมาตรฐานได้ไม่เกิน 5% จึงจะถือว่าเครื่องสามารถอ่านผลการตรวจได้อย่างถูกต้องและมีความแม่นยำสูงสุด ซึ่งจะทำให้เกิดความมั่นใจในผลการวัดของทั้งผู้ตรวจและผู้รับการตรวจ [2]

จากการที่ 4-1 จะเห็นว่ามีค่าเบอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนของอาสาสมัครที่เกินกว่าค่ามาตรฐาน (5%) อยู่มาก รวมถึงค่าเฉลี่ยของเบอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนทั้งหมดก็อยู่ที่ 6.28 ซึ่งถือว่าเกินมาตรฐานที่กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กำหนดไว้อยู่

หมายเหตุ : ^[2] การสอบเทียบเครื่องวัดแลกอัตราส่วนในเลือดจากลมหายใจ โดย ชีรัวตน์ สุภาวดันพันธ์ และ ลักษณา ลือประเสริฐ คณบัญชาศาสตร์การแพทย์ของแก่น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์

หากสังเกตตารางที่ 4-9 จะเห็นว่าข้อมูลที่มีเครื่องหมาย * กำกับเป็นข้อมูลที่ได้มาจากการสอบถามที่ไม่ได้คั่นหักหนด 3 ข้อมูล ซึ่งพบว่ามีค่าเฉลี่ยของเบอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่สูงมาก เนื่องจากตัวเลขเบอร์เซ็นต์มิลลิกรัมที่วัดนั้นได้ตัวเลขค่าน้อย ประกอบกับเครื่องมือวัดทั้งสองอันนั้น ไม่สามารถแสดงจุดทศนิยมได้ ตัวเลขข้อมูลทั้งสองจึงมีความต่างกันมากหากคิดเป็นเบอร์เซ็นต์ ซึ่งทำให้ได้ค่าเบอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่สูงมากตามไปด้วย และหากมองในทางปฏิบัติแล้ว เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ทั้งสองเครื่องนี้จะใช้เพื่อหาระดับแอลกอฮอล์ในร่างกาย ดังนั้นเราจึงลองพิจารณาเฉพาะข้อมูลจากอาสาสมัครที่คั่นเท่านั้น ซึ่งจะได้ค่าเฉลี่ยของเบอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนลดลงมาเป็น 5.034 นำมาเขียนกราฟจะได้ดังนี้



กราฟที่ 4-3 แสดงข้อมูลภาพรวมของค่าความคลาดเคลื่อนคิดเป็นเบอร์เซ็นต์เมื่อแยกวิเคราะห์ข้อมูลจากอาสาสมัครที่มีการคั่นเท่านั้น

จากกราฟที่ 4-2 จะเห็นว่าค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนทั้งหมดสูงกว่าค่ามาตรฐาน (5%) เพียง 0.034 เท่านั้น ซึ่งถือว่าน้อยมาก

4.6 สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบประสิทธิภาพเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจเทียบกับเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ที่ได้มาตรฐานของโรงพยาบาล โดยใช้อาสาสมัครจำนวน 8 คน ที่มีสภาวะแอลกอฮอล์ในร่างกายที่แตกต่างกัน ทั้งนี้ได้พิจารณาเพียงสองกรณีคือ อาสาสมัครที่ดื่มเหล้า และไม่ได้ดื่มเหล้า โดยทำการทดสอบต่ออาสาสมัคร 1 คนมากกว่าหนึ่งรอบ แต่ละรอบจะต้องใช้เครื่องวัดทั้งสองอันในช่วงเวลาไล่เลี่ยกัน โดยไม่ให้อาสาสมัครดื่มเพิ่มและไม่คำนึงถึงปริมาณแอลกอฮอล์ที่แตกต่างคนได้ดื่มมา ผลการทดลองที่ได้อบุญในรูปของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนที่เมื่อนำมาหารค่าเฉลี่ยได้เท่ากับ 6.28 ซึ่งเกินค่ามาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์ที่กำหนดไว้คือไม่เกิน 5% แต่เรามองในทางปฏิบัติเนื่องจากเครื่องวัดทั้งสองอันใช้สำหรับวัดระดับแอลกอฮอล์ในผู้ที่ดื่มมาเป็นหลัก ดังนั้นจึงพิจารณาเฉพาะข้อมูลของอาสาสมัครที่มีการดื่มซึ่งได้ค่าเฉลี่ยของเปอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อนลดลงมาอยู่ที่ 5.034 ซึ่งเกินค่ามาตรฐานของกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์อยู่ 0.034 อย่างไรก็ตามก็ยังถือว่าน้อยมากและสรุปได้ว่าเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจที่พัฒนาขึ้นนี้มีประสิทธิภาพที่ใกล้เคียงกับเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ที่ได้มาตรฐาน

บทที่ 5

สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 บทนำ

เนื้อหาในบทนี้เป็นการกล่าวถึงบทสรุปของโครงการเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ ซึ่งประกอบด้วยข้อสรุปของโครงการ ปัญหาที่พบขณะดำเนินงาน วิธีแก้ปัญหา ตลอดจนข้อเสนอแนะและวิธีพัฒนาโครงการต่อไป

5.2 บทสรุปผลของโครงการ

เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจที่สร้างขึ้นในโครงการนี้ มีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้ 1.) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 2.) เซ็นเซอร์วัดแอลกอฮอล์ TGS 2620 3.) จอ LCD 4.) ตัวแจ้งเตือน ได้แก่ LED และออด โดยมีหลักการทำงานคือ เมื่อเราเป่าลมหายใจไปยังตัวเซ็นเซอร์ ตัวเซ็นเซอร์จะสามารถตรวจจับแอลกอฮอล์ที่ออกมากับลมหายใจ จากนั้นตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกลงโปรแกรมไว้ด้วยพินฐานภาษา C จะทำการแปลงการคำนวณออกมายเป็นหน่วยเปอร์เซ็นต์มิลลิกรัม (%mg) และแสดงออกที่จอ LCD ซึ่งหากผลที่ได้เกิน 50 เปอร์เซ็นต์ มิลลิกรัม โปรแกรมก็จะสั่งให้อคอมมิเตือนเกิดขึ้นพร้อมกับ LED กะพริบด้วย

การทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจ ได้ทำการทดสอบเทียบกับเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์เครื่องจริงที่ได้มาตรฐาน โดยการทดสอบได้ใช้อาสาสมัครจำนวน 8 คนมาที่มีสภาวะแอลกอฮอล์ในร่างกายแตกต่างกัน ทั้งนี้ได้พิจารณาเพียงกรณีดื่มกับไม่ดื่มเท่านั้น และให้แต่ละคนทำการวัดกับเครื่องทั้งสองในเวลาไล่เลี่ยกัน โดยมิได้มีเพิ่ม ซึ่งแต่ละคนจะถูกทำการวัดแอลกอฮอล์คนละ 5 รอบ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยและค่าเบอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเบริยบที่ยังกัน จากผลการทดลองพบว่า เครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจทำงานได้ใกล้เคียงกับเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ที่ได้มาตรฐาน ทั้งนี้เมื่อลองนำข้อมูลที่เป็นตัวเลขไปเบริยบที่ยังกันเพื่อหาเบอร์เซ็นต์ความคลาดเคลื่อน พบร่วมกับในเกณฑ์ที่ใกล้เคียงมาตรฐาน จึงสรุปได้ว่า สามารถประยุกต์ใช้ความรู้ด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ ความรู้ทางไฟฟ้า และการโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ภาษา C สร้างเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ด้วยลมหายใจที่มีประสิทธิภาพและสามารถนำไปใช้งานได้จริง ด้วยต้นทุนที่ถูกกว่าราคาของเครื่องที่ได้มาตรฐานอย่างมาก

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

ปัญหาและอุปสรรค	วิธีแก้ไข
1. การคืนค่าของเซนเซอร์ บางตัวอาจต้องทิ้ง ระยะห่างในการวัดค่าที่นานพอสมควร จึงไม่ เหมาะสมที่จะนำมาใช้กับโครงการ	1. จากการศึกษาข้อมูลพบว่าเซนเซอร์ที่ เหมาะสม และระยะเวลาในการคืนค่าไม่ นานมาก คือ TGS 2620 จึงเปลี่ยนมาใช้ เซนเซอร์ตัวนี้
2. ความชื้นที่เกิดจากการเป่าลมไปที่เซนเซอร์ อาจ มีนำล้ายหรือไอระเหยของแอลกอฮอล์ที่ออกมากับน้ำ ลายในชั่งจะทำให้เกิดความชื้น ทำให้การใช้ งานเซนเซอร์บันกพร่องได้	2. ออกแบบให้บริเวณที่ใช้เก็บเซนเซอร์ สามารถเปิดออกเพื่อเช็คทำความสะอาดได้
3. ปัญหาที่เกิดจากเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ของ โรงพยาบาลเองที่ไม่ได้มามาตรฐาน	3. ทำเรื่องขอรับเครื่องเป่าวัดแอลกอฮอล์ จากทางโรงพยาบาลไปสามครั้ง จนได้ เครื่องที่มีมาตรฐานมาทำการทดลอง
4. การทดสอบจากการคุณลักษณะของ เซนเซอร์ที่ก้าชค่าต่างๆ อาจมีข้อผิดพลาดเกิดขึ้น เนื่องจากเราหาค่าสมการจากการพิจารณาแนวโน้ม ² ของกราฟ	4. ในขั้นตอนการทดสอบการจากกราฟ คุณลักษณะของเซนเซอร์ จะทำด้วยความ ละเอียดรอบคอบที่สุด

5.3 ข้อเสนอแนะ

- ถ้าต้องการให้เห็นสัญญาณไฟที่ชัดเจนขึ้น สามารถเพิ่มจำนวน LED ได้
- สามารถเพิ่ม Function ให้กับเซนเซอร์ได้มากขึ้นอีก หรือเปลี่ยนเป็นเซนเซอร์ที่มีคุณภาพ
ยิ่งขึ้นแต่ราคาที่สูงขึ้นด้วย
- สามารถปรับรูปแบบให้ใช้ค่าอัตราพลังงานแทนใช้ไฟบ้านได้ เพื่อการสะดวกในการพกพา
- สามารถเขียนโปรแกรมให้กับ LCD Freeze ค่าสูงสุดไว้เพื่อสะดวกต่อการอ่านค่า
- เซนเซอร์ TGS 2620 สามารถตรวจจับแก๊สได้หลายชนิด ไม่เฉพาะแอลกอฮอล์ ดังนั้นหากมี
รูปสมการหรือรูปกราฟอื่นๆ ที่เซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ ก็สามารถนำมาใช้เขียน
โปรแกรมลงบนบอร์ดเพื่อใช้งานตรวจจับแก๊สดังกล่าวได้

บรรณานุกรม

บทความเรื่อง แหล่งอธิบาย โดย เลียงชัย จัตุรัส ภาควิชานิติเวชศาสตร์ คณะแพทยศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น

แหล่งอธิบาย จาก <http://vcharkarn.com/varticle/41018>

หลักการเบื้องต้นของเซนเซอร์ จาก [http://www.thaieeasyelec.com/Review-Product-Article/Gas-Sensor-Getting-Started.html](http://www.thaieasyelec.com/Review-Product-Article/Gas-Sensor-Getting-Started.html)

การตรวจวัดแหล่งอธิบาย จาก http://www.sri.cmu.ac.th/~srilocal/drugs/knowledge-details.php?knowledge_id=28

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

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

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

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

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

ออดกอล จาก <http://thai.alibaba.com/product-gs/mechanical-buzzer-emb-23061-216662761.html>

ประวัติผู้เขียน



นางสาวกฤติกาญจน์ สุวรรณสิทธิ์ เกิดเมื่อวันที่ 3 พฤษภาคม พ.ศ. 2534 ภูมิลำเนาอยู่ที่ 29/5 หมู่ 1 ต.หนองน้ำแดง อ.ปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนมัธยมวชิราลงกรณวาราราม อ.ปากช่อง จังหวัดนครราชสีมา ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา



นางสาวกนิษฐา ก่อสัมพันธ์กุล เกิดเมื่อวันที่ 1 มกราคม พ.ศ. 2535 ภูมิลำเนาอยู่ที่ 199 หมู่ 3 ต.มหาวัน อ.แม่สอด จังหวัดตาก สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนจุฬารัตน์ราชวิทยาลัยพิษณุโลก อ.เมือง จังหวัดพิษณุโลก ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา



นายนัฐก สารสังข์ เกิดเมื่อวันที่ 26 ธันวาคม พ.ศ. 2532 ภูมิลำเนาอยู่ที่ 456/3 หมู่ 2 ต.ชุมแพ อ.ชุมแพ จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอนปลายจากโรงเรียนครรชอนแก่น อ.เมือง จังหวัดขอนแก่น ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม สำนักวิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา

ภาคผนวก ก
ภาพอุปกรณ์วัดระดับแหล่งก่อสร้าง



เครื่องวัดระดับแหล่งก่อสร้างด้วยลิมหายใจ



เครื่องเป่าด้วยลมสำหรับเผลกอชอล์กที่ได้มาตรฐาน

ภาคผนวก ข

เอกสารการสอนเที่ยบเครื่องวัดแอลกอฮอล์ในเลือดจากลมหายใจ

**ธีรวัฒน์ สุภาวดนพันธ์ และ ลักษณा ลือประเสริฐ
ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ขอนแก่น กรมวิทยาศาสตร์การแพทย์**

สถิติจำนวนอุบัติเหตุและความรุนแรงที่เกิดจากการจราจร มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทั้งปริมาณ และความรุนแรง สาเหตุส่วนใหญ่มาจากการประมาท การไม่ปฏิบัติตามกฎหมาย และดื่มสุราแล้วขับรถ ทำให้เกิดความสูญเสียทางด้านสังคมและเศรษฐกิจที่ใช้ในการรักษาดูแลผู้เจ็บป่วยและผู้พิการ ดังนั้นการตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดจากลมหายใจในผู้ขับขี่เป็นมาตรการหนึ่งที่สำคัญในการป้องกันอุบัติเหตุดังกล่าว โดยใช้ผู้ถูกตรวจวัดเป้าลมหายใจเข้าเครื่องฯซึ่งมีตัวตรวจจับ (Detector)และกล้องดูดอยู่ หากตรวจพบว่ามีแอลกอฮอล์อยู่ในลมหายใจ เครื่องฯจะคำนวณและแปลงให้เป็นค่าแอลกอฮอล์ที่มีอยู่ในเลือด ($\text{Blood/Breath ratio} = 2000:1$) ศูนย์วิทยาศาสตร์การแพทย์ขอนแก่น ได้ดำเนินการสอนเที่ยบเครื่องวัดระดับแอลกอฮอล์ในเลือด เพื่อให้เครื่องสามารถอ่านผลการตรวจได้อย่างถูกต้องและมีความแม่นยำสูงสุด มีความคลาดเคลื่อนจากเกณฑ์มาตรฐานไม่เกิน $\pm 5\%$ ซึ่งจะทำให้เกิดความมั่นใจในผลการวัดของทั้งผู้ตรวจและผู้รับการตรวจ โดยได้ทำการศึกษาประสิทธิภาพของเครื่องทั้งก่อนและหลังการสอนเที่ยบ กับเครื่องใหม่ที่ยังไม่เคยใช้งานมาก่อนรวมทั้งเครื่องที่เคยใช้งานมาแล้ว จากผลการตรวจสอบที่ผ่านมาตั้งแต่ปี 2541 ถึง 2545 ได้ดำเนินการตรวจแล้วทั้งหมด 77 เครื่อง เป็นเครื่องใหม่จำนวน 22 เครื่อง และเครื่องที่เคยใช้งานมาแล้วจำนวน 55 เครื่อง โดยค่าก่อนสอนเที่ยบมีค่าความคลาดเคลื่อน -2.0% ถึง $+2.0\%$ และ -5.0% ถึง $+6.7\%$ ตามลำดับ ส่วนค่าหลังการสอนเที่ยบแล้วมีค่าความคลาดเคลื่อน -0.5% ถึง $+0.5\%$ และ -0.8% ถึง $+0.5\%$ ตามลำดับ ซึ่งการศึกษานี้พบว่าค่าความคลาดเคลื่อนหลังการสอนเที่ยบของเครื่องใหม่ที่ยังไม่เคยใช้งานกับเครื่องที่เคยใช้งานมาแล้ว มีค่าแตกต่างกันน้อยมากเมื่อเทียบกับค่ามาตรฐานที่ตั้งไว้

เพื่อคงไว้ซึ่งความมั่นใจในผลการตรวจวัดของทั้งผู้ตรวจและโดยเฉพาะต่อผู้ได้รับการตรวจถึงสิทธิที่จะได้รับความคุ้มครองที่ชอบธรรมด้วยมาตรฐานในระดับสากล และเพื่อเป็นการรักษาประสิทธิภาพของเครื่องตรวจระดับแอลกอฮอล์ในเลือดจากลมหายใจ ให้มีความถูกต้องแม่นยำสูง จำเป็นต้องนำเครื่องมาเข้ารับการสอนเที่ยบคุณภาพเป็นประจำทุกๆ 6 เดือน



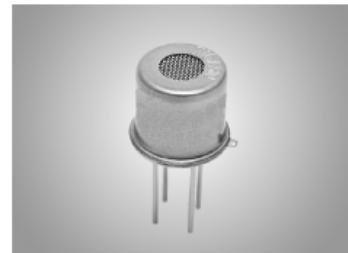
an ISO9001 company

រាជរដ្ឋាភិបាល ក ខ្មែរលេខិនទេគនិកខំងមេខោរ៉ា TGS 2620

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

Technical Information for Volatile Organic Compound (VOC) Sensors

The Figaro 2600 series is a new type thick film metal oxide semiconductor, screen printed gas sensor which offers miniaturization and lower power consumption. The TGS2620 displays high selectivity and sensitivity to volatile organic vapors such as ethanol, methanol, etc.



Page

Basic Information and Specifications

Features.....	2
Applications.....	2
Structure.....	2
Basic measuring circuit.....	2
Circuit & operating conditions.....	3
Specifications.....	3
Dimensions.....	3

Typical Sensitivity Characteristics

Sensitivity to various gases.....	4
Temperature and humidity dependency.....	5
Heater & circuit voltage dependency.....	6
Gas response.....	7
Initial action.....	7
Long term characteristics.....	8

Practical Considerations for Circuit Design

Sensitivity to various organic compounds.....	9
Inrush current of heater.....	9
Effect of air flow.....	10
Heater resistance durability.....	10

Cautions.....	11
----------------------	-----------

See also Technical Brochure 'Technical Information on Usage of TGS Sensors for Toxic and Explosive Gas Leak Detectors'.

IMPORTANT NOTE: OPERATING CONDITIONS IN WHICH FIGARO SENSORS ARE USED WILL VARY WITH EACH CUSTOMER'S SPECIFIC APPLICATIONS. FIGARO STRONGLY RECOMMENDS CONSULTING OUR TECHNICAL STAFF BEFORE DEPLOYING FIGARO SENSORS IN YOUR APPLICATION AND, IN PARTICULAR, WHEN CUSTOMER'S TARGET GASES ARE NOT LISTED HEREIN. FIGARO CANNOT ASSUME ANY RESPONSIBILITY FOR ANY USE OF ITS SENSORS IN A PRODUCT OR APPLICATION FOR WHICH SENSOR HAS NOT BEEN SPECIFICALLY TESTED BY FIGARO.

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

1. Basic Information and Specifications

1-1 Features

- * High selectivity to volatile organic vapors
- * Low power consumption
- * Small size
- * Long life

1-2 Applications

- * Alcohol testers
- * Organic vapor detectors/alarms
- * Solvent detectors for factories, dry cleaners, and semiconductor industries

1-3 Structure

Figure 1 shows the structure of TGS2620. Using thick film techniques, the sensor material is printed on electrodes (noble metal) which have been printed onto an alumina substrate. One electrode is connected to pin No.2 and the other is connected to pin No.3. The sensor element is heated by RuO₂ material printed onto the reverse side of the substrate and connected to pins No.1 and No.4.

Lead wires are Pt-W alloy and are connected to sensor pins which are made of Ni-plated Ni-Fe 50%.

The sensor base is made of Ni-plated steel. The sensor cap is made of stainless steel. The upper opening in the cap is covered with a double layer of 100 mesh stainless steel gauze (SUS316).

1-4 Basic measuring circuit

Figure 2 shows the basic measuring circuit. Circuit voltage (V_c) is applied across the sensor element which has a resistance (R_s) between the sensor's two electrodes and the load resistor (R_L) connected in series. When DC is used for V_c , the polarity shown in Figure 2 must be maintained. The V_c may be applied intermittently. The sensor signal (V_{RL}) is measured indirectly as a change in voltage across the R_L . The R_s is obtained from the formula shown at the right.

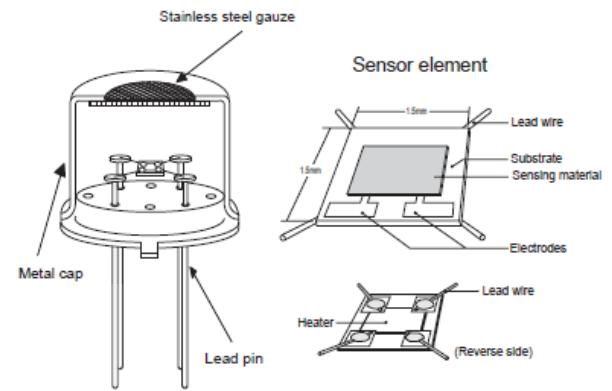


Fig. 1 - Sensor structure

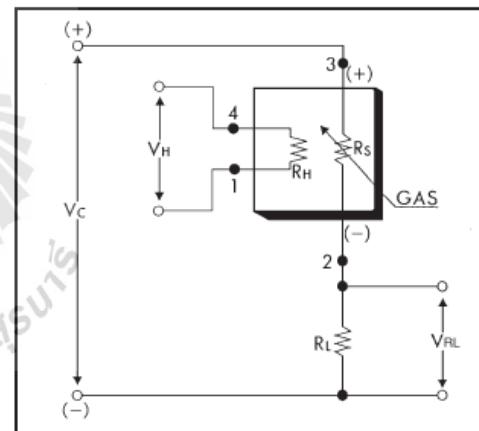


Fig. 2 - Basic measuring circuit

NOTE: In the case of V_H , there is no polarity, so pins 1 and 4 can be considered interchangeable. However, in the case of V_c , when used with DC power, pins 2 and 3 **must** be used as shown in the Figure above.

$$R_s = \frac{V_c - V_{RL}}{V_{RL}} \times R_L$$

Formula to determine R_s

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

1-5 Circuit & operating conditions

The ratings shown below should be maintained at all times to insure stable sensor performance:

Item	Specification
Circuit voltage (V_c)	$5.0V \pm 0.2V$ AC/DC
Heater voltage (V_H)	$5.0V \pm 0.2V$ AC/DC
Heater resistance (room temp)	83Ω (typical)
Load resistance (R_L)	variable ($0.45k\Omega$ min.)
Sensor power dissipation (P_s)	$\leq 15mW$
Operating & storage temperature	$-40^{\circ}C \sim +70^{\circ}C$
Optimal detection concentration	50 ~ 5,000ppm

1-6 Specifications NOTE 1

Item	Specification
Sensor resistance (300ppm ethanol)	$1k\Omega \sim 5k\Omega$
Sensor resistance ratio (β)	$0.3 \sim 0.5$
$\beta = R_s(300\text{ppm ethanol})/R_s(50\text{ppm ethanol})$	
Heater current (I_H)	$42 \pm 4\text{mA}$
Heater power consumption (P_H)	approx. 210mW

NOTE 1: Sensitivity characteristics are obtained under the following standard test conditions:

(Standard test conditions)

Temperature and humidity: $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, $65 \pm 5\%$ RH

Circuit conditions: $V_c = 5.0 \pm 0.01\text{V DC}$

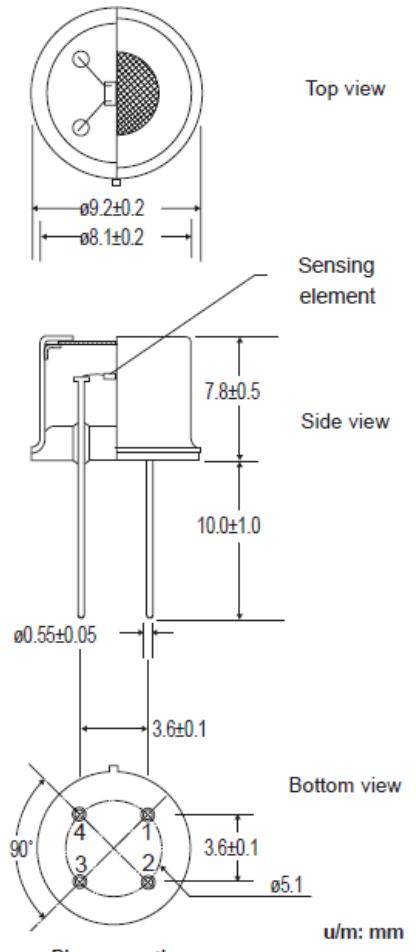
$V_H = 5.0 \pm 0.05\text{V DC}$

$R_L = 10.0k\Omega \pm 1\%$

Preheating period: 7 days or more under standard circuit conditions

All sensor characteristics shown in this brochure represent typical characteristics. Actual characteristics vary from sensor to sensor and from production lot to production lot. The only characteristics warranted are those shown in the Specification table above.

1-7 Dimensions



Pin connection:
 1: Heater
 2: Sensor electrode (-)
 3: Sensor electrode (+)
 4: Heater

Fig. 3 - Sensor dimensions

Mechanical Strength:

The sensor shall have no abnormal findings in its structure and shall satisfy the above electrical specifications after the following performance tests:

Withdrawal Force - withstand force of 5kg in each (pin from base) direction

Vibration - frequency-1000c/min., total amplitude-4mm, duration-one hour, direction-vertical

Shock - acceleration-100G, repeated 5 times

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

2. Typical Sensitivity Characteristics

2-1 Sensitivity to various gases

Figure 4 shows the relative sensitivity of TGS2620 to various gases. The Y-axis shows the ratio of the sensor resistance in various gases (R_s) to the sensor resistance in 300ppm of ethanol (R_0).

Using the basic measuring circuit illustrated in Fig. 2 and with a matched R_L value equivalent to the R_s value in 300ppm of ethanol, will provide the sensor output voltage (V_{RL}) change as shown in Figure 5.

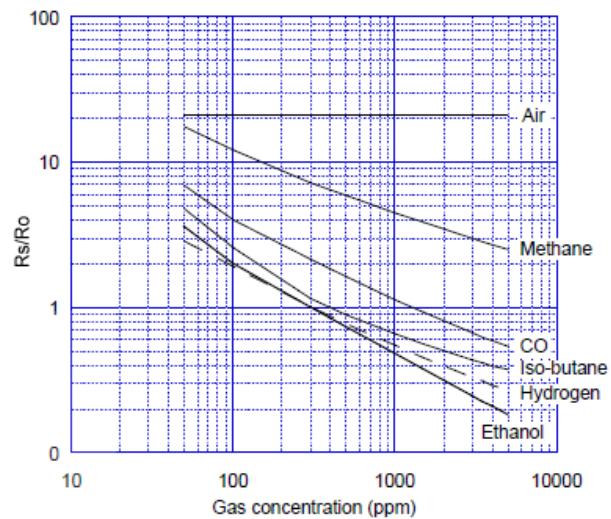


Fig. 4 - Sensitivity to various gases (R_s/R_o)

NOTE:

All sensor characteristics in this technical brochure represent typical sensor characteristics. Since the R_s or output voltage curve varies from sensor to sensor, calibration is required for each sensor (for additional information on calibration, please refer to the Technical Advisory 'Technical Information on Usage of TGS Sensors for Toxic and Explosive Gas Leak Detectors').

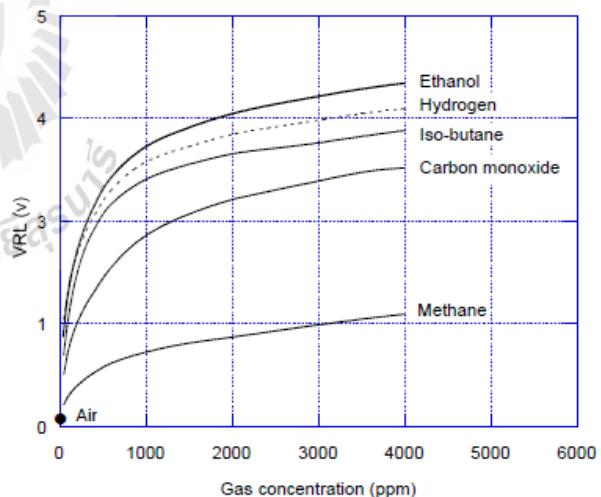


Fig. 5 - Sensitivity to various gases (V_{RL})

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

2-2 Temperature and humidity dependency

Figure 6 shows the temperature and humidity dependency of TGS2620. The Y-axis shows the ratio of sensor resistance in 300ppm of ethanol under various atmospheric conditions (R_s) to the sensor resistance in 300ppm of ethanol at 20°C/65%RH (R_o).

RH (%) \ (°C)	35%RH	50%RH	65%RH	96%RH
-10				1.80
0			1.72	1.35
10		1.48	1.30	0.96
20	1.37	1.20	1.00	0.75
30	1.04	0.88	0.74	0.63
40	0.85	0.73	0.62	0.57

Table 1 - Temperature and humidity dependency
(typical values of R_s/R_o for Fig. 6)

Table 1 shows a table of values of the sensor's resistance ratio (R_s/R_o) under the same conditions as those used to generate Figure 6.

Figure 7 shows the sensitivity curve for TGS2620 to ethanol under several ambient conditions. While temperature may have a large influence on absolute R_s values, this chart illustrates the fact that the effect on the slope of the sensor resistance ratio (R_s/R_o) is not significant. As a result, the effects of temperature on the sensor can easily be compensated.

For economical circuit design, a thermistor can be incorporated to compensate for temperature (for additional information on temperature compensation in circuit designs, please refer to the Technical Advisory 'Technical Information on Usage of TGS Sensors for Toxic and Explosive Gas Leak Detectors').

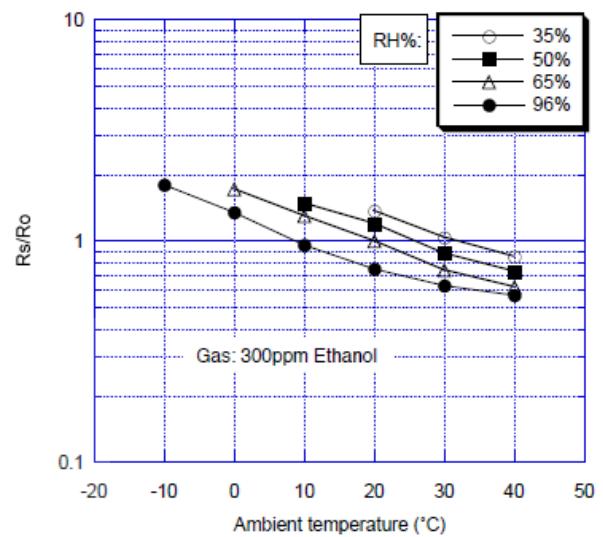


Fig. 6 - Temperature and humidity dependency (R_s/R_o)

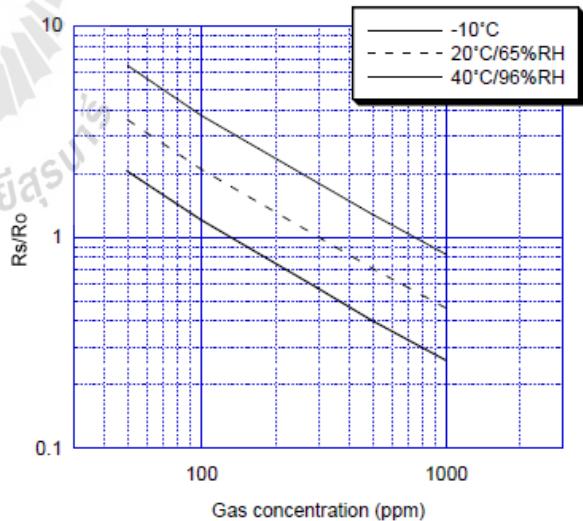


Fig. 7 - Resistance change ratio
under various ambient conditions

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

2-3 Heater voltage dependency

Figure 8 shows the change in the sensor resistance ratio according to variations in the heater voltage (V_H).

Note that 5.0V as a heater voltage must be maintained because variance in applied heater voltage will cause the sensor's characteristics to be changed from the typical characteristics shown in this brochure.

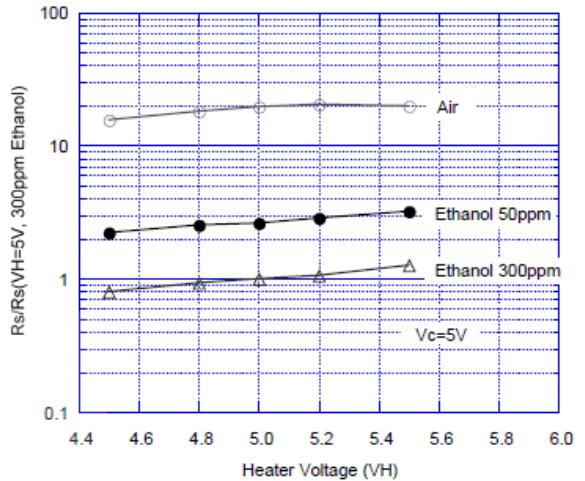


Fig. 8 - Heater voltage dependency ($V_c=5.0$)

2-4 Circuit voltage dependency

Figure 9 shows the change in the sensor resistance ratio resulting from variation in circuit voltage (V_c).

As shown here, using a V_c higher than the 5.0V specified in *Section 1-5* may result in the sensor diverging from Ohmic behavior and thus altering its characteristics from those shown as typical in this brochure.

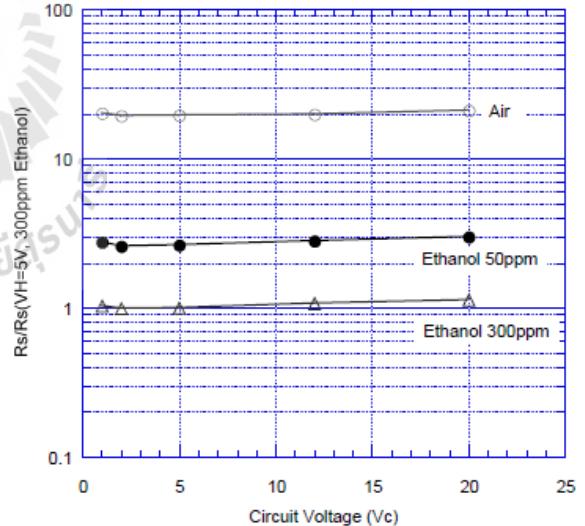


Fig. 9 - Circuit voltage dependency ($V_H=5.0$)

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

2-5 Gas response

Figure 10 shows the change pattern of sensor resistance (R_s) when the sensor is inserted into and later removed from 300ppm of ethanol.

As this chart displays, the sensor's response speed to the presence of gas is extremely quick, and when removed from gas, the sensor will recover back to its original value in a short period of time.

Figure 11 demonstrates the sensor's repeatability by showing multiple exposures to a 300ppm concentration of ethanol. Unlike the test done for Fig. 10, here the sensor is located in a single environment which is exchanged periodically. As a result, though the process of gas diffusion reduces sensor response speed, good repeatability can be seen.

2-6 Initial action

Figure 12 shows the initial action of the sensor resistance (R_s) for a sensor which is stored unenergized in normal air for 30 days and later energized in clean air.

The R_s drops sharply for the first seconds after energizing, regardless of the presence of gases, and then reaches a stable level according to the ambient atmosphere. Such behavior during the warm-up process is called "Initial Action".

Since this 'initial action' may cause a detector to alarm unnecessarily during the initial moments after powering on, it is recommended that an initial delay circuit be incorporated into the detector's design (refer to Technical Advisory 'Technical Information on Usage of TGS Sensors for Toxic and Explosive Gas Leak Detectors'). This is especially recommended for intermittent-operating devices such as portable gas detectors.

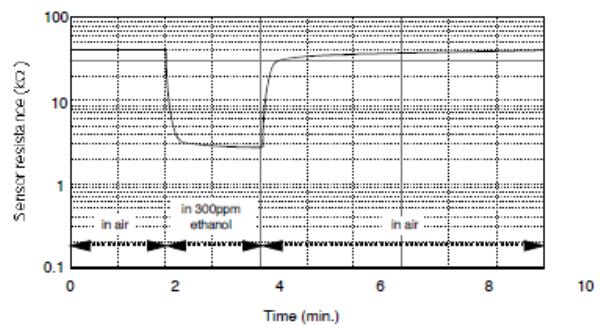


Fig. 10 - Gas response to ethanol

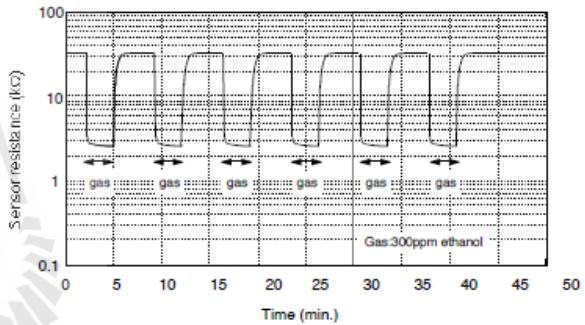


Fig. 11 - Repeatability

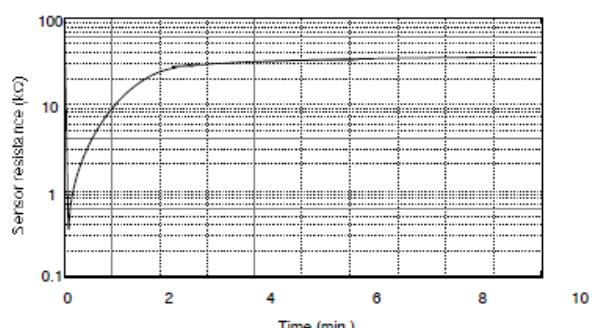


Fig. 12 - Initial action

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

2-7 Long-term characteristics

Figure 13 shows long-term stability of TGS2620 as measured for more than 700 days. The sensor is first energized in normal air. Measurement for confirming sensor characteristics is conducted under standard test conditions. The initial value of R_s was measured after two days energizing in normal air at the rated voltage. The Y-axis represents the sensor resistance in air, 1000ppm of hydrogen, 100ppm of carbon monoxide, and 300ppm of ethanol.

The R_s in both ethanol and hydrogen is very stable over the test period.

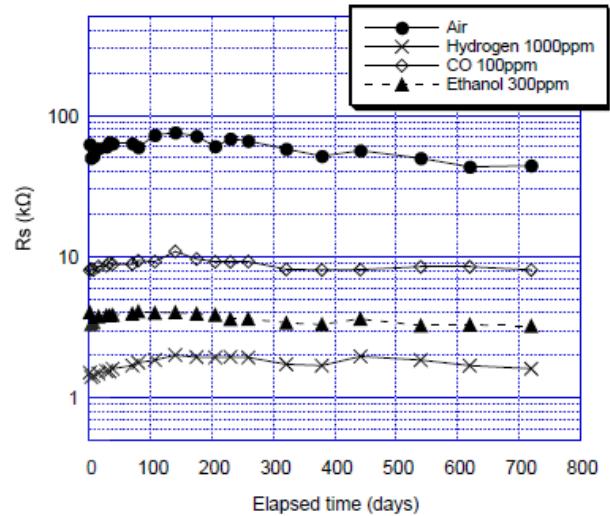


Fig. 13 - Long-term stability (continuous energizing)

Figure 14 shows the influence of storage in an unenergized condition on the sensor's resistance. The sensors were stored unenergized in air after 20 days energizing, then energized for one hour before a measurement was taken.

As the charts presented in this section illustrate, the sensor shows stable long term characteristics.

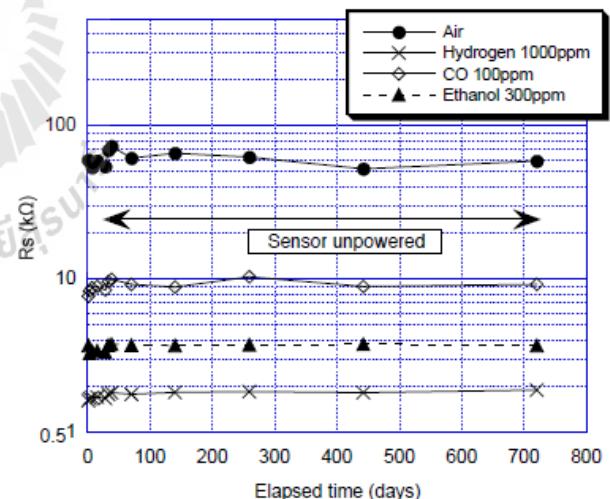


Fig. 14 - Influence of unenergizing

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

3. Practical Considerations for Circuit Design

3-1 Sensitivity to various organic compounds

Figure 15 shows the sensitivity of TGS2620 to various kinds of gases at concentrations of 100ppm and 1000ppm. The x-axis shows the sensitivity ratio of sensor resistance in clean air (Rair) versus sensor resistance in the listed gas (Rgas).

This data demonstrates that TGS2620 is an excellent general purpose sensor for VOCs as it shows good sensitivity to many kinds of organic compound vapors. **NOTE:** This data is shown only for demonstrating the high sensitivity of the sensor to VOC's--never use Rair as a reference for calibration.

3-2 Inrush current of heater

The heater material of the sensor has its own temperature dependency. Figure 16 shows both the inrush current and steady state of heater current under various ambient temperatures for the TGS2620. This chart illustrates that inrush current is approximately 40% higher than the steady state current. Since heater resistance shows a lower value at low temperatures, this would cause a larger than expected current at room temperature. As a result, when a device using the sensor is first powered on, an extremely high current may be generated during the first few moments of energizing. Therefore protection from inrush current should be considered for incorporation into circuit design.

In actual application, it should be noted that the period of inrush current would last less than 10 seconds, after which the heater current reaches to a constant value as shown in Figure 17.

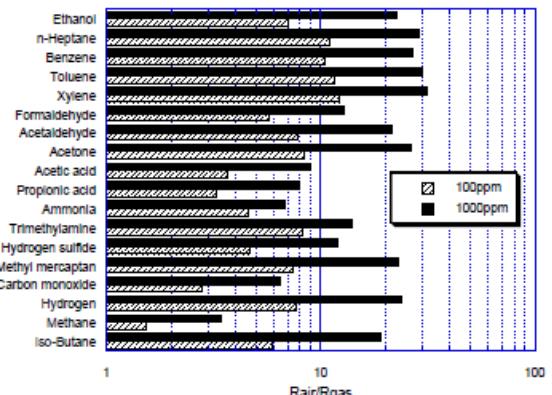


Fig. 15 - Sensitivity to various organic compounds

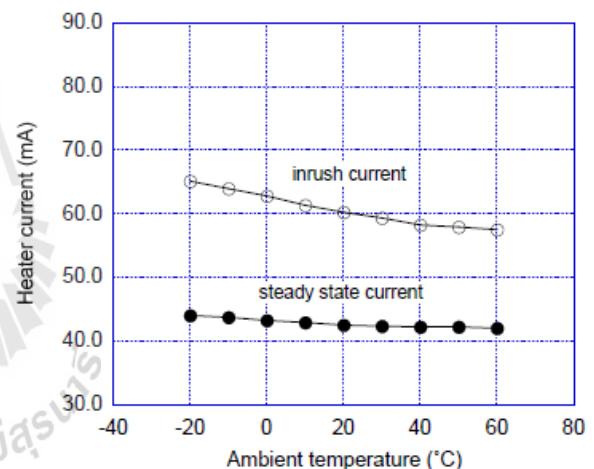


Fig. 16 - Temperature dependency of heater current

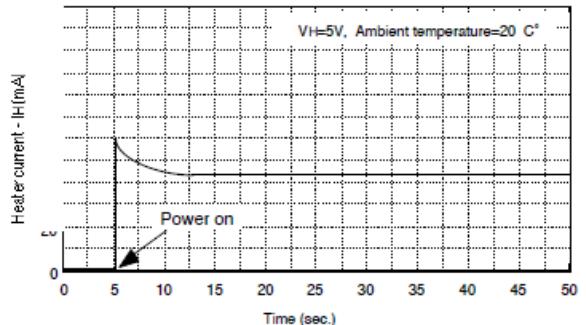


Fig. 17 - Change in heater current after powering on

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

3-3 Effect of air flow

Figure 18 shows how the sensor signal (V_{RL}) is affected by air flow. The test procedure involves situating the sensor in an air stream of 3.1 meters per second, with the air flow vertical/horizontal to the flameproof stainless steel double gauze of the sensor's housing.

The increase in sensor signal shown in Figure 18 resulted from the decrease in sensor element temperature caused by the air flow. As a result, direct air flow on the sensor should be avoided.

3-4 Heater resistance durability

Figure 19 illustrates the procedure for testing the effects of excess voltage applied to the heater. Heater resistance was measured while the heater was unpowered and at room temperature.

The results of this test are shown in Figure 20 which shows the change in resistance of the heater when various heater voltages (rather than the standard 5.0V) are applied in the absence of gases.

As this section demonstrates, the heater shows good durability against increased heater voltage. However, since excessive heater voltage will cause the sensor's heater resistance to drift upwards, excessive heater voltage should still be avoided.

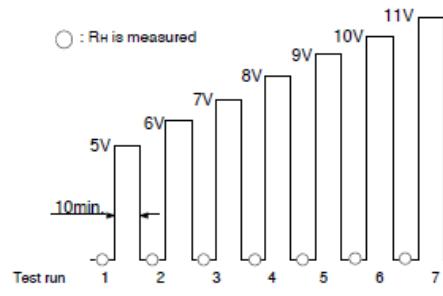


Fig. 19 - Test procedure for heater durability

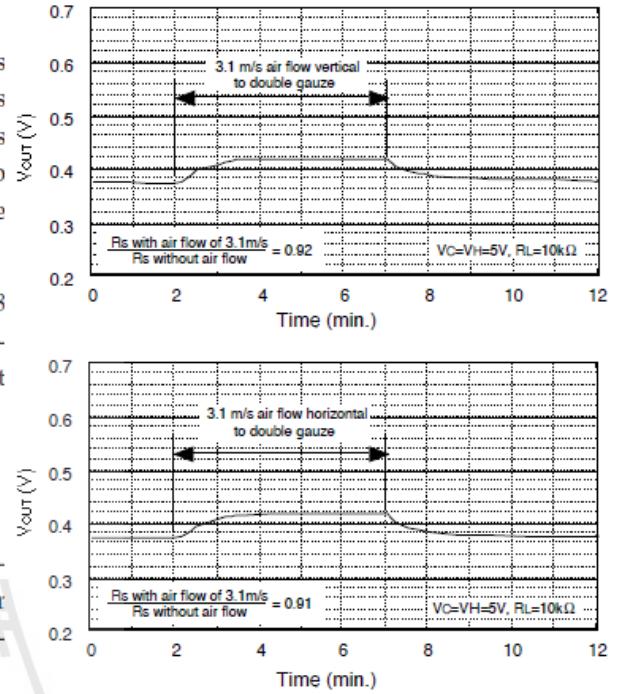


Fig. 18 - Effect of air flow

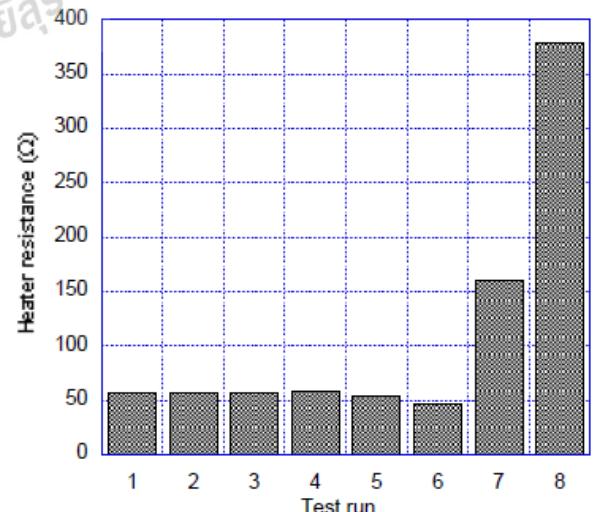


Fig. 20 - Short term effect of VH on RH

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

4. Cautions

4-1 Situations which must be avoided

1) Exposure to silicone vapors

If silicone vapors adsorb onto the sensor's surface, the sensing material will be coated, irreversibly inhibiting sensitivity. Avoid exposure where silicone adhesives, hair grooming materials, or silicone rubber/putty may be present.

2) Highly corrosive environment

High density exposure to corrosive materials such as H₂S, SO_x, Cl₂, HCl, etc. for extended periods may cause corrosion or breakage of the lead wires or heater material.

3) Contamination by alkaline metals

Sensor drift may occur when the sensor is contaminated by alkaline metals, especially salt water spray.

4) Contact with water

Sensor drift may occur due to soaking or splashing the sensor with water.

5) Freezing

If water freezes on the sensing surface, the sensing material would crack, altering characteristics.

6) Application of excessive voltage

If higher than specified voltage is applied to the sensor or the heater, lead wires and/or the heater may be damaged or sensor characteristics may drift, even if no physical damage or breakage occurs.

7) Operation in zero/low oxygen environment

TGS sensors require the presence of around 21% (ambient) oxygen in their operating environment in order to function properly and to exhibit characteristics described in Figaro's product literature. TGS sensors cannot properly operate in a zero or low oxygen content atmosphere.

8) Polarization

These sensors have polarity. Incorrect V_c connection may cause significant deterioration of long term stability. Please connect V_c according to specifications.

4-2 Situations to be avoided whenever possible

1) Water condensation

Light condensation under conditions of indoor usage should not pose a problem for sensor performance. However, if water condenses on the sensor's

surface and remains for an extended period, sensor characteristics may drift.

2) Usage in high density of gas

Sensor performance may be affected if exposed to a high density of gas for a long period of time, regardless of the powering condition.

3) Storage for extended periods

When stored without powering for a long period, the sensor may show a reversible drift in resistance according to the environment in which it was stored. The sensor should be stored in a sealed bag containing clean air; do not use silica gel. Note that as unpowered storage becomes longer, a longer preheating period is required to stabilize the sensor before usage.

4) Long term exposure in adverse environment

Regardless of powering condition, if the sensor is exposed in extreme conditions such as very high humidity, extreme temperatures, or high contamination levels for a long period of time, sensor performance will be adversely affected.

5) Vibration

Excessive vibration may cause the sensor or lead wires to resonate and break. Usage of compressed air drivers/ultrasonic welders on assembly lines may generate such vibration, so please check this matter.

6) Shock

Breakage of lead wires may occur if the sensor is subjected to a strong shock.

7) Soldering

Ideally, sensors should be soldered manually. However, wave soldering can be done under the following conditions:

a) Suggested flux: rosin flux with minimal chlorine

b) Speed: 1-2 meters/min.

c) Preheating temperature: 100±20°C

d) Solder temperature: 250±10°C

e) Up to two passes through wave soldering machine allowed

Results of wave soldering cannot be guaranteed if conducted outside the above guidelines since some flux vapors may cause drift in sensor performance similar to the effects of silicone vapors.

TECHNICAL INFORMATION FOR TGS2620

Figaro USA Inc. and the manufacturer, Figaro Engineering Inc. (together referred to as Figaro) reserve the right to make changes without notice to any products herein to improve reliability, functioning or design. Information contained in this document is believed to be reliable. However, Figaro does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein; neither does it convey any license under its patent rights, nor the rights of others.

Figaro's products are not authorized for use as critical components in life support applications wherein a failure or malfunction of the products may result in

**FIGARO GROUP****HEAD OFFICE**

Figaro Engineering Inc.
1-5-11 Senba-nishi
Mino, Osaka 562 JAPAN
Tel.: (81) 72-728-2561
Fax: (81) 72-728-0467
email: figaro@figaro.co.jp

OVERSEAS

Figaro USA Inc.
121 S. Wilke Rd. Suite 300
Arlington Heights, IL 60005 USA
Tel.: (1) 847-832-1701
Fax.: (1) 847-832-1705
email: figarousa@figarosensor.com