



รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบพกพา
กะทัดรัดที่แสดงผลด้วยตัวเลขเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการขับขี่

Development of Portable Digital Alcohol Breath Meters
for Driving Safety

โดย

- | | | |
|---------------------------------|---------------|----------------|
| 1. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุภาพ | ชูพันธ์ | หัวหน้าโครงการ |
| 2. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ดวงมณี | ว่องรัตนไพศาล | ผู้ร่วมวิจัย |
| 3. อาจารย์ ดร.อัจฉราวรรณ | ภาคเจริญ | ผู้ร่วมวิจัย |
| 4. อาจารย์ ดร.สุรเชษฐ์ | ผดุงจิตติธาดา | ผู้ร่วมวิจัย |
| 5. นายสุวิทย์ | วงศ์ศิลา | ผู้ร่วมวิจัย |

สังกัดภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์
คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
มหาวิทยาลัยเชียงใหม่

โครงการวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน
ประจำปีงบประมาณ 2556

กิตติกรรมประกาศ

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้ทุนสนับสนุนจากงบประมาณแผ่นดิน เพื่อสนับสนุนการวิจัยเรื่อง **การพัฒนาเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบพกพา** กะทัดรัดที่แสดงผลด้วยตัวเลขเพื่อให้เกิดความปลอดภัยในการขับขี่ (Development of Portable Digital Alcohol Breath Meters for Driving Safety) ประจำปีงบประมาณ 2556 เป็นระยะเวลา 1 ปี ภายใต้แผนงานวิจัยเรื่อง **การพัฒนาเครื่องตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจที่ได้มาตรฐาน** สำหรับการใช้ประโยชน์เชิงพาณิชย์และสาธารณะ (Development of Standardized Alcohol Breath Meter for Commercial and Public Use)

พร้อมกันนี้คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ ภาควิชาฟิสิกส์และวัสดุศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ที่ได้ให้การสนับสนุนในด้านอาคารสถานที่ เครื่องมือ และอำนวยความสะดวกต่าง ๆ ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ผศ.ดร.สุภาพ ชูพันธ์
หัวหน้าโครงการ

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้ได้พัฒนาเครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบดิจิทัลชนิดพกพาโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ Arduino ที่ใช้คัดกรองสำหรับผู้เมาแล้วขับ เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุจากการเมาแล้วขับ โดยเราได้ผลิตเครื่องตรวจวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบดิจิทัลชนิดพกพาที่เป็นต้นแบบจำนวน 10 เครื่อง ยิ่งไปกว่านั้น ได้มีการจำลองระบบแอลกอฮอล์เพื่อสอบเทียบเครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบดิจิทัลชนิดพกพาอีกด้วย นอกจากนี้เรายังได้ผลิตเครื่องจำลองแอลกอฮอล์จำนวน 3 เครื่อง และในการพัฒนาเครื่องวัดแอลกอฮอล์จากลมหายใจเหล่านี้ได้ถูกนำไปใช้สำหรับการรณรงค์เมาไม่ขับให้กับเจ้าหน้าที่ตำรวจในจังหวัดเชียงใหม่และพื้นที่ใกล้เคียง

Abstract

In this research, the portable digital alcohol breath meters using Arduino Microcontroller has been developed for screening the drunk drive and for prevention the accident from drunk driving. We have produced the prototypes of ten portable digital alcohol breath meters. Moreover, an alcohol simulator for alcohol calibration of the portable alcohol breath meter has also been developed. We have also produced the prototypes of three alcohol simulators. These developed alcohol breath meters were used for drunk driving campaign with policemen in Chiang Mai province and nearby area.

สารบัญ

กิตติกรรมประกาศ	ก
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพประกอบ	ฉ
ผลสำเร็จของงานวิจัย	ฎ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 สถิติการเกิดอุบัติเหตุ	1
1.2 ประวัติความเป็นมา	4
1.3 วิธีการวัดแอลกอฮอล์ในร่างกายโดยวิธีการเป่าลมหายใจ	5
1.4 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	8
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	9
2.1 การวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ	9
2.2 ทฤษฎีสารกึ่งตัวนำ	13
2.2.1 สารกึ่งตัวนำบริสุทธิ์	14
2.2.2 สารกึ่งตัวนำไม่บริสุทธิ์	14
2.2.3 สารกึ่งตัวนำชนิด N	15
2.2.4 สารกึ่งตัวนำชนิด P	15
2.3 หัวตรวจวัดก๊าซแบบเซมิคอนดักเตอร์ออกไซด์	16
2.4 สภาพไว	19
2.5 เวลาในการตอบสนอง	20
2.6 พัฒนาการของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบพกพา	21
ที่แสดงผลด้วยตัวเลข (มช.06) โดยการเปรียบเทียบกับเครื่องวัดฯ รุ่นเดิม	

สารบัญ(ต่อ)

บทที่ 3	วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง	22
3.1	กระบวนการออกแบบเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ	22
	แบบแสดงผลเป็นตัวเลข	
3.1.1	การออกแบบวงจรเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ	23
3.1.2	การออกแบบและทดสอบหัววัดก๊าซ	28
3.1.3	การออกแบบและทดสอบส่วน micro controller สำหรับการควบคุมหัววัดและวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากหัววัด	29
3.1.4	การปรับปรุงวงจร gas sensor เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องวัดฯ ให้ใช้งานได้ดีขึ้น	37
3.1.5	การปรับปรุงวงจรที่ได้เพื่อนำมาทำลายวงจรทองแดง	42
	ออกแบบตัวเครื่องที่จะนำมาใช้งานได้จริง	
3.2	การ Calibrate วงจร	46
บทที่ 4	ผลการทดลอง	38
บทที่ 5	สรุป การวิเคราะห์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ	69
5.1	สรุปผลการทดลอง	69
5.2	วิเคราะห์ผลการทดลอง	69
5.3	ข้อเสนอแนะ	70
	เอกสารอ้างอิง	72

ภาคผนวก ก วิธีการเขียนโปรแกรมโดยใช้ Program Arduino

ภาคผนวก ข Code ของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ

ภาคผนวก ค การให้บริการแก่ชุมชนและการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่ชุมชน

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
1.1	เปรียบเทียบจำนวนการเกิดอุบัติเหตุ 7 วัน	1
1.2	เปรียบเทียบจำนวนผู้บาดเจ็บ 7 วัน	2
1.3	เปรียบเทียบจำนวนผู้เสียชีวิต 7 วัน	2
1.4	พฤติกรรมเสี่ยงสำคัญที่เกี่ยวข้องกับการเกิดอุบัติเหตุ	2
1.5	ประเภทของยานพาหนะที่ประสบอุบัติเหตุ	3
1.6	เปรียบเทียบข้อดีข้อเสียและความเหมาะสมของหัวตรวจวัดแต่ละชนิด	7
2.1	ค่าสัมประสิทธิ์ในการแปลงค่าระหว่างความเข้มข้นของแอลกอฮอล์ในเลือดต่อลมหายใจและหน่วยของแอลกอฮอล์ในเลือดของประเทศต่าง ๆ	10
2.2	หน่วยวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในลมหายใจ	10
2.3	หน่วยวัดปริมาณความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในเลือด	11
2.4	ปริมาณความเข้มข้นแอลกอฮอล์ในเลือดที่บังคับใช้กับผู้ขับขี่ยานพาหนะในแต่ละประเทศ	12
4.1	ผลการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าโดยใช้บอร์ด Arduion Mega 2560	48
4.2	แสดงค่าที่วัดได้ทั้งแบบสัญญาณดิจิตอล และแรงดันไฟฟ้าของเซ็นเซอร์ MICS-513 เมื่อทำการวัดค่าซ้ำ ๆ จำนวน 20 ค่า	50
4.3	แสดงค่าที่วัดได้ทั้งแบบสัญญาณดิจิตอล และแรงดันไฟฟ้าของเซ็นเซอร์ MICS-5135 เมื่อทำการวัดค่าซ้ำ ๆ จำนวน 20 ค่า	53
4.4	แสดงค่าสัญญาณดิจิตอล และแรงดันไฟฟ้า สำหรับเปรียบเทียบการปล่อยลมที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ 0 mg% เมื่อทำการวัดค่าซ้ำ ๆ จำนวน 20 ค่า	57
4.5	แสดงค่าสัญญาณดิจิตอล และแรงดันไฟฟ้า สำหรับเปรียบเทียบการปล่อยลมที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ 25 mg% เมื่อทำการวัดค่าซ้ำ ๆ จำนวน 20 ค่า	59
4.6	แสดงค่าสัญญาณดิจิตอล และแรงดันไฟฟ้า สำหรับเปรียบเทียบการปล่อยลมที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ 50 mg% เมื่อทำการวัดค่าซ้ำ ๆ จำนวน 20 ค่า	61

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.7	แสดงค่าสัญญาณดิจิทัล และแรงดันไฟฟ้า สำหรับเปรียบเทียบการปล่อยลม ที่มีปริมาณแอลกอฮอล์ 100 mg% เมื่อทำการวัดค่าซ้ำ ๆ จำนวน 20 ค่า	63
4.8	ค่าผลการทดลองหลังทำการ calibrate	65
5.1	เปรียบเทียบคุณสมบัติของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์แบบต่าง ๆ	70

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เครื่องวัดแบบต่าง ๆ	6
2.2 การนำไฟฟ้าของธาตุชนิดต่าง ๆ	13
2.3 ผลึกสารกึ่งตัวนำประเภท N	15
2.4 ผลึกสารกึ่งตัวนำประเภท P	16
2.5 ลักษณะของกำแพงศักย์บริเวณ grain boundary และพื้นผิวเมื่อเกิดการยึดติดของออกซิเจน และหลังจากที่ก๊าซเข้ามาทำปฏิกิริยากับออกซิเจนอิ่มตัวแล้ว	18
2.6 แสดงการหาค่าเวลาการตอบสนอง	20
3.1 ขั้นตอนในการผลิตเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบแสดงผลเป็นตัวเลข	22
3.2 ไตอะแกรมของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบแสดงผลเป็นตัวเลข	23
3.3 วงจรของ step up converter	24
3.4 วงจรของชุด gas sensor	25
3.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-MEGA 2560ADK	25
3.6 วงจรการต่อจอ LCD 8x2	27
3.7 (a) วงจรสำหรับการควบคุมหัววัด (b) ลักษณะของหัววัด	28
3.8 วงจรที่ใช้ในการทดสอบหัววัดไอแอลกอฮอล์	29
3.9 วงจรของ Board ET-MEGA2560 ADK	30
3.10 การต่อ Freediono แสดงออกมาทางจอ LCD ขนาด 16*2 digit	31
3.11 การใช้ data cable ต่อเข้ากับพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์	31
3.12 เปิดหน้าต่างโปรแกรม Arduino v10.1	32
3.13 เขียนโค้ดโปรแกรมลงในช่องสี่ขาว	32
3.14 ทำการ compile ตรวจสอบโปรแกรม โดยคลิกที่เครื่องหมายเช็คถูกด้านซ้ายบนสังเกตแถบสีเขียวด้านล่าง	33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.15 เมื่อคอมไพล์เสร็จจะมีข้อความด้านล่างขึ้นว่า done compiling แสดงว่า เสร็จเรียบร้อยแล้ว	33
3.16 เมื่อเลือก board เสร็จแล้ว ให้ทำการเลือกพอร์ตที่จะส่งข้อมูลไปยัง board โดยไปที่ Tool > Serial Port > ตามด้วยพอร์ตที่จะส่งข้อมูลออก	34
3.17 ทำการอัปโหลดข้อมูล โดยไปคลิกที่รูปลูกศรด้านบนซ้าย ข้างปุ่ม compile สังเกตแถบสีเขียว เมื่อแถบสีเขียววิ่งจนเต็มช่องแล้วดับไป	34
3.18 การต่อสายสัญญาณเอาต์พุต จาก gas sensor เข้ากับ board Freeduino	35
3.19 บล็อกไดอะแกรมการต่อวงจรทดลอง gas sensor แบบแสดงผลเป็นตัวเลข	35
3.20 ป้อนไฟฟ้ามีแรงดัน 3 V เข้าสู่วงจร gas sensor	36
3.21 ค่าก่อนการป้อนสารระเหย ethanol เข้าสู่วงจร	36
3.22 ค่าหลังการป้อนสารระเหย ethanol เข้าสู่วงจร	37
3.23 วงจรที่ทำการปรับปรุงโดยใช้หลักการการต่อกันแบบบริดจ์	38
3.24 ใช้ sensor เบอร์ MR-513	38
3.25 ใช้ sensor เบอร์ AS-MLK CH4	39
3.26 การต่อวงจรของ gas sensor เบอร์ AS-MLK CH4	39
3.27 การต่อวงจรโดยใช้ sensor 2 ตัว ต่อรวมกัน	40
3.28 วงจรที่ใช้ gas sensor เบอร์ AS-MLK CH4 2 ตัวต่อกันแบบ bridge โดยที่วงกลม ด้านซ้ายเป็นเซ็นเซอร์ตัวที่ 1 และด้านขวาเป็นเซ็นเซอร์ตัวที่ 2	40
3.29 การทดสอบจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่วงจร และวัดค่าสัญญาณรบกวน	41
3.30 การออกแบบลายปริ้น และการกัดลายแผ่นปริ้น	42
3.31 การเจาะรูแผ่นปริ้นและการบัดกรีอุปกรณ์	42
3.32 วงจรสำเร็จหลังจากการบัดกรีอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว	43
3.33 ลักษณะภายนอกของเครื่องวัดฯ แบบแสดงผลด้วยตัวเลข รุ่น มช. 06/1	44
3.34 อุปกรณ์ภายในของเครื่องวัดฯ แบบแสดงผลด้วยตัวเลข รุ่น มช.06/1	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.35 อุปกรณ์ภายในของเครื่องวัดฯ แบบแสดงผลด้วยตัวเลข รุ่น มช.06/2	45
3.36 อุปกรณ์ภายในของเครื่องวัดฯ แบบแสดงผลด้วยตัวเลข รุ่น มช.06/3	46
3.37 เครื่อง alcohol simulator	47
3.38 การทดสอบเครื่องวัดฯ โดยเครื่อง alcohol simulator	47
4.1 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากหัววัดเซ็นเซอร์ MR-513 ที่วัดได้จากบอร์ด	50
4.2 แสดงค่าสัญญาณดิจิตอลจากหัววัดเซ็นเซอร์ MR-513 ที่วัดได้จากบอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal	52
4.3 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากหัววัดเซ็นเซอร์ MR-513 ที่วัดได้จากบอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal	52
4.4 แสดงค่าสัญญาณดิจิตอลจากหัววัดเซ็นเซอร์ MISC 5135 ที่วัดได้จาก บอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal	55
4.5 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าจากหัววัดเซ็นเซอร์ MISC 5135 ที่วัดได้จาก บอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal	55
4.6 แสดงค่าสัญญาณดิจิตอลที่วัดได้จากบอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal ที่ปริมาณแอลกอฮอล์ 0 mg%	58
4.7 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากบอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม Veeopro 6 ที่ปริมาณแอลกอฮอล์ 0 mg%	58
4.8 แสดงค่าสัญญาณดิจิตอลที่วัดได้จากบอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal ที่ปริมาณแอลกอฮอล์ 25 mg%	60
4.9 แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากบอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วย โปรแกรมVeeopro 6 ที่ปริมาณแอลกอฮอล์ 25 mg%	60
4.10 แสดงค่าสัญญาณดิจิตอลที่วัดได้จากบอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal ที่ปริมาณแอลกอฮอล์ 50 mg%	62

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.11	แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากบอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม VeePro 6 ที่ปริมาณแอลกอฮอล์ 50 mg%	62
4.12	แสดงค่าสัญญาณดิจิทัลที่วัดได้จากบอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal ที่ปริมาณแอลกอฮอล์ 100 mg%	64
4.13	แสดงค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากบอร์ด Arduino Mega 2560 ด้วยโปรแกรม VeePro 6 ที่ปริมาณแอลกอฮอล์ 100 mg%	64
4.14	ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของวงจร (V_{max}) ลบแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดจร (V_{min})	67
4.15	ค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุดของวงจร(V_{max}) ลบแรงดันไฟฟ้าต่ำสุดที่จะนำมา คำนวณ (V_{z1}) สมการในการเขียนโปรแกรม	67