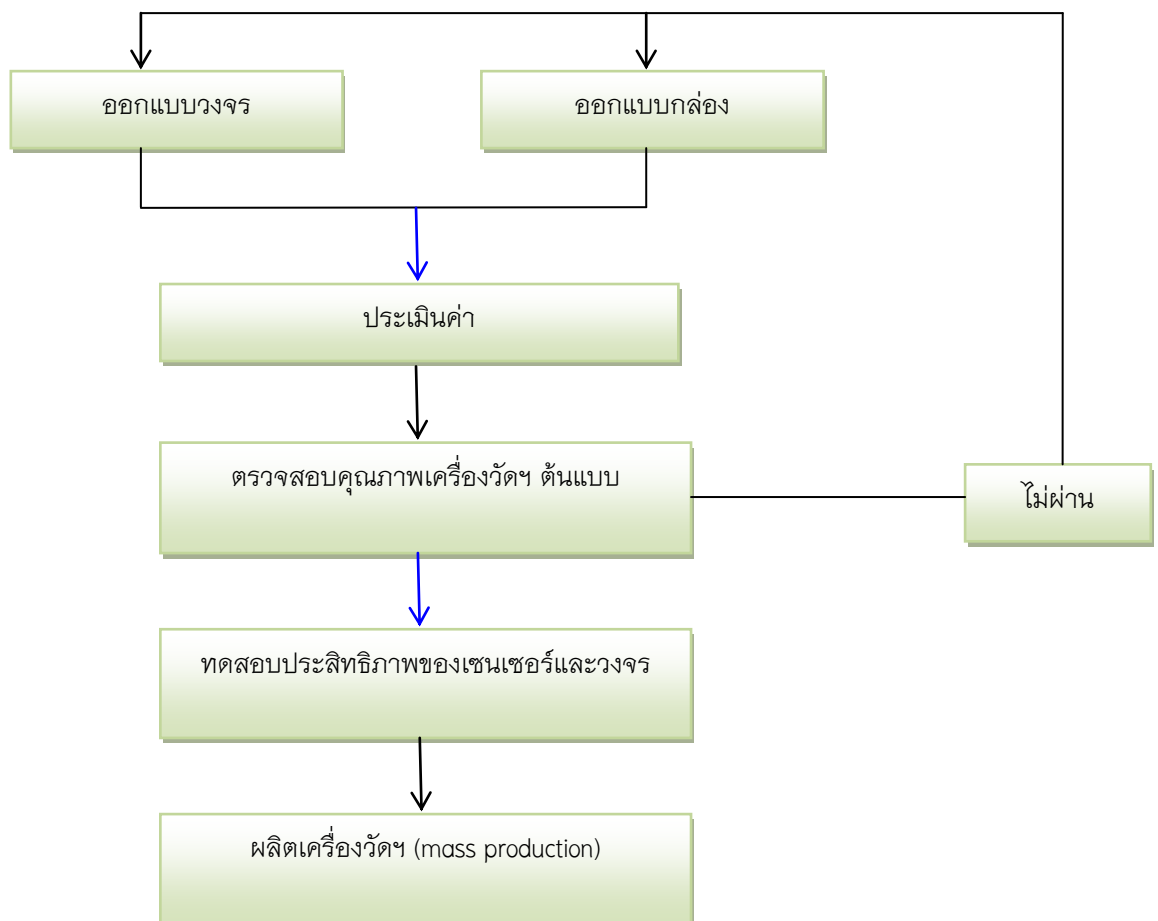


บทที่ 3

วัสดุ อุปกรณ์ และวิธีการทดลอง

3.1 กระบวนการในการออกแบบเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบแสดงผลเป็นตัวเลข

เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบแสดงผลเป็นตัวเลข มีขั้นตอนในการผลิต ดังแสดงในรูปที่ 3.1

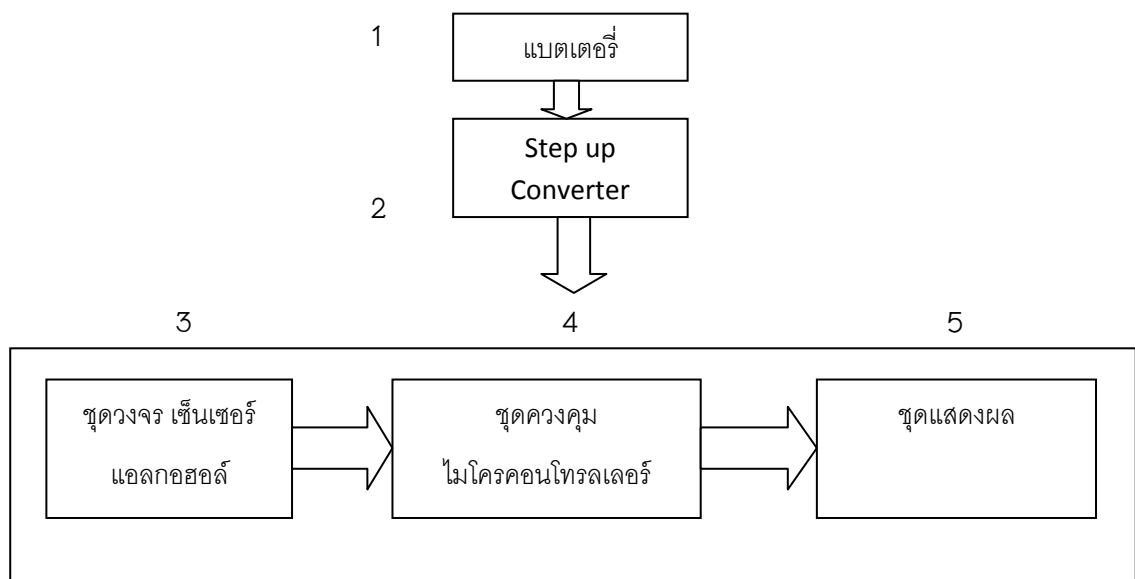


รูปที่ 3.1 ขั้นตอนในการผลิตเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบแสดงผลเป็นตัวเลข

ในการผลิตเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบแสดงผลเป็นตัวเลข ต้องมีการออกแบบวงจรทดสอบหัววัดก๊าซ และ microcontroller ตลอดจนปรับปรุงวงจร gas sensor ก่อนที่จะนำมาประกอบเข้าเป็นตัวเครื่องฯ โดยมีกระบวนการดังต่อไปนี้

3.1.1 การออกแบบวงจรเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ

จากกฎของเฮนรีที่กล่าวว่า ปริมาณแอลกอฮอล์ในร่างกาย จะแปรผันตรงกับปริมาณแอลกอฮอล์ในร่างกาย และความเข้มข้นของแอลกอฮอล์จากลมหายใจ ของผู้ดื่มแอลกอฮอล์ที่เป่าออกมาอย่างยาวนานและต่อเนื่อง จะมีความเข้มข้นเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ จนกระทั่งค่อนข้างคงที่เมื่อเข้าสู่ลมหายใจส่วนลึกของปอด ซึ่งเป็นช่วงของลมหายใจหลังจากการหายใจออกประมาณ 1.5 ลิตร ในงานวิจัยนี้ได้ออกแบบเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจ โดยมีส่วนประกอบต่าง ๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ไตอะแกรมของเครื่องตรวจวัดปริมาณแอลกอฮอล์ทางลมหายใจ
แบบแสดงผลเป็นตัวเลข

จากไดอะแกรมของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบแสดงผลเป็นตัวเลข ดังรูป 3.2 จะแบ่งการทำงานของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ทางลมหายใจ ออกได้เป็นส่วน ๆ ดังนี้

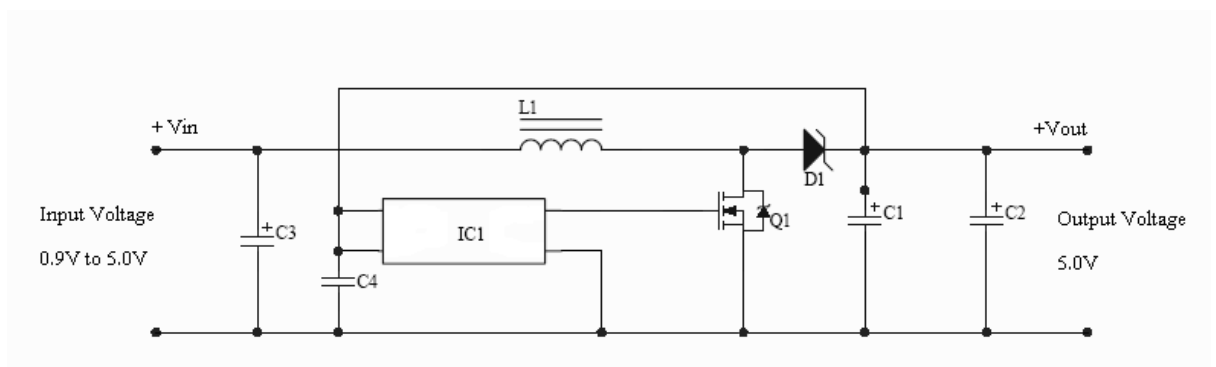
3.1.1.1 แหล่งจ่ายกระแสและแรงดัน

วงจรเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบแสดงผลเป็นตัวเลข ใช้แบตเตอรี่แบบ alkaline ขนาด AA มีแรงดันไฟฟ้า 1.5 V จำนวน 2 ก้อน ทำหน้าที่จ่ายกระแสและแรงดันให้กับวงจร

3.1.1.2 step up converter

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น เพื่อนำไปจ่ายให้กับวงจรโดยจะเพิ่มแรงดันไฟฟ้าทางด้าน input ซึ่งจะมีแรงดันไฟฟ้าเข้ามาตั้งแต่ 0.9 V – 5 V ให้เป็น 5 V ทางด้าน output ซึ่งในการใช้งานจะนำวงจร step up converter จำนวน 2 ชุดมาต่อกัน เพื่อเพิ่มกระแสให้สูงขึ้นตามไปด้วย

โดยที่หัวใจหลักในการทำงานของวงจรนี้ จะอยู่ที่ IC เบอร์ NCP1450A ในตระกูล Low noise Voltage mode PWM DC/DC Converter ใช้ความถี่ในการทำงาน 180 kHz ใช้กระแสในการทำงาน 93 μA มีความเที่ยงตรงในการควบคุมแรงดัน $\pm 2.5\%$ มีวงจรดังแสดงในรูปที่ 3.3

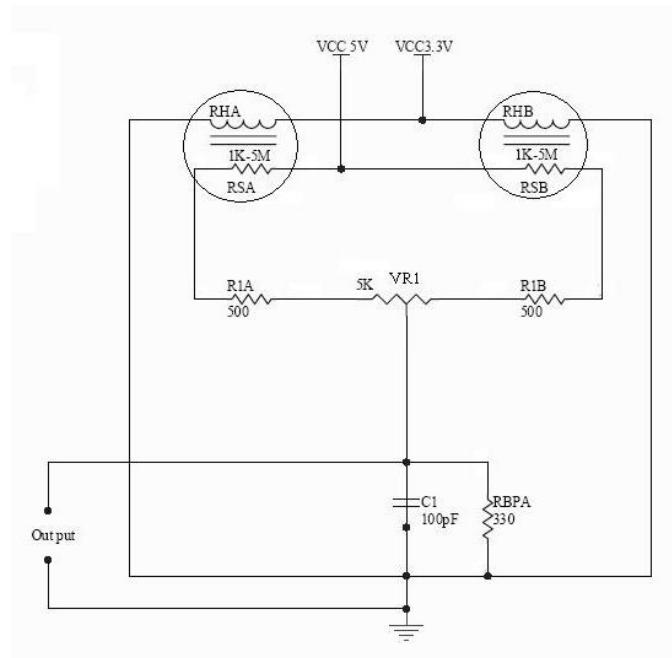


รูปที่ 3.3 วงจรของ Step up Converter

3.1.1.3 ชุดวงจรแอลกอฮอล์เซ็นเซอร์

การสร้างเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจนี้ ได้เลือกใช้หัววัดชนิด semiconductor ด้วยวิธีการต่อแบบบริดจ์ โดยใช้หัววัดแก๊สจำนวน 2 ตัวต่อกัน ทำการจ่ายไฟเลี้ยง 2 ชุด ได้แก่ 3.3 V จ่ายให้กับ RH (heater) แล้วลงกราวด์ และ 5 V จ่ายให้กับ RS

(sensor) โดยขา output ของ RSA จะต่อกับ RLA และ RSB จะต่อกับ RLB ซึ่งมีค่าความต้านทาน 500 Ω และต่อเข้ากับ VR1 ซึ่งมีความต้านทาน 5 K Ω เพื่อปรับให้ค่า ทั้งสองส่วน A และ B มีความใกล้เคียงกัน และขา output ของ VR1 ส่งออกไปสู่ วงจร RC bypass filter และลงกราวด์ ต่อไป ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรของชุด gas sensor

3.1.1.4 ชุดควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์

ทำหน้าที่ควบคุม สั่งงาน แสดงดังรูป 3.5



รูปที่ 3.5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ET-MEGA 2560ADK

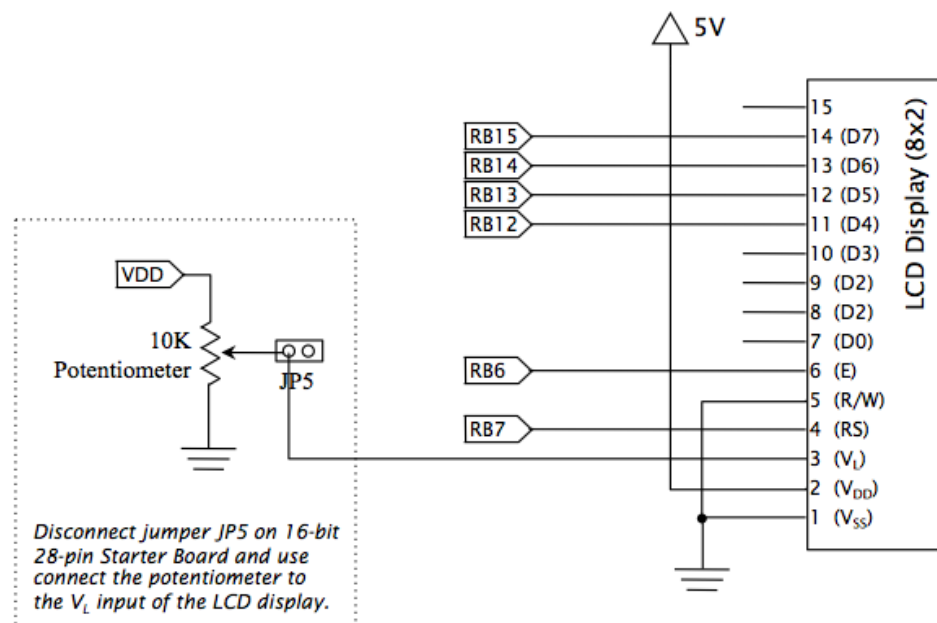
บอร์ด ET-MEGA 2560ADK

ข้อมูลของบอร์ด ET-MEGA 2560ADK มีดังนี้

1. ใช้ ATMEGA2560 เป็น MCU ประจำบอร์ด, RUN ความถี่ 16 MHz, 100PIN TQFP
2. 256 KBYTE FLASH ในการใช้เขียนโปรแกรม (8 KBYTE สำหรับ BOOTLOADER) / 8 KBYTE SRAM / 4 KBYTE EEPROM
3. รองรับการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษา C++ ของ Arduino ตามแบบ Arduino MEGA ได้ 100%, รองรับการงานบน คอมพิวเตอร์ พีซี ทั้ง WINDOWS, LINUX และ MACINTOSH OSX
4. ขั้วต่อ USB MINI ใช้ USB BRIDGE ของ FTDI เบอร์ FT232RL สำหรับใช้ติดต่อสื่อสาร และ DOWNLOAD ข้อมูล CODE ที่เขียนจากคอมพิวเตอร์มายังตัวบอร์ด โดยไม่ต้องซื้ออุปกรณ์ บอร์ด DOWNLOAD ไต ๆ เพิ่มเติม, เพิ่มขั้วต่อ 6 PIN สำหรับปรับใช้งาน PROGRAM ตรงเข้า MCU โดยไม่ต้องผ่านโปรแกรม BOOTLOADER ของ Arduino
5. ON BOARD USB HOST (ใช้ MAX3421) สำหรับการเชื่อมต่อ USB DEVICE หรืออุปกรณ์ Android
 - รองรับการพัฒนาด้วย ADK (Android Open Accessories Development Kit) เมื่อใช้กับ Android V2.3.4 หรือสูงกว่า
 - รองรับการพัฒนาด้วย ADB (Android Debug Bridge) ของ Micro bridge เมื่อใช้กับ Android V1.5 หรือสูงกว่า
6. 54 PIN DIGITAL I/O (5V TTL LOGIC) โดยมี
 - 14 PIN สามารถทำการโปรแกรมหน้าที่ให้เป็น PWM ได้
 - 16 PIN ANALOG INPUT (เป็น A/D ขนาด 10 BIT 16 ช่อง)
 - 4 PORT UART (โดยเป็น HARDWARE SERIAL PORT) แบบ 5V TTL LOGIC
 - 1 HARDWARE TWI (I2C) - 1 HARDWARE SPI (UP TO 8 MBPS)
7. ขนาดของ PCB บอร์ด และตำแหน่งต่าง ๆ ของ PIN CONNECTOR จะตรงกับมาตรฐานของ บอร์ด Arduino MEGA ทั้งหมด ทำให้สามารถใช้งานร่วมกับบอร์ด SHIELD แบบต่าง ๆ ที่มี ผู้ผลิตบอร์ดใช้กับ บอร์ด Arduino MEGA ได้ทั้งหมด มีขนาด PCB 5.3 x 10.2 x 2.0 cm.

3.1.1.5 ชุดจอแสดงผล

ได้นำเอาจอแสดงผลแบบ LCD 8 ดิจิต จำนวน 2 แถวมาใช้งาน หรือเรียกว่า แบบ 8x2 ดิจิต โดยใช้ไฟเลี้ยงวงจรมีแรงดันไฟฟ้า 5 V และมีสายสัญญาณเข้า เพื่อเปรียบเทียบ แสดงผล จำนวน 7 เส้น แบ่งเป็นสายข้อมูล จำนวน 4 เส้น และสายสัญญาณ อีก 3 เส้นคือ สายเข้า RS RW และ Enable ดังรูป 3.6

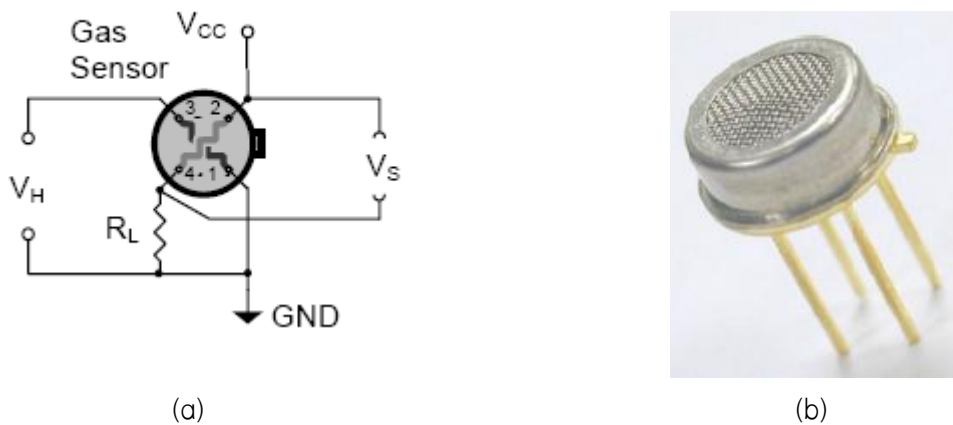


รูปที่ 3.6 วงจรการต่อจอ LCD 8x2

เครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์ในเลือดจากลมหายใจ ที่สร้างขึ้นได้ออกแบบตามหลักการดังนี้ จากรูป 3.2 หัววัดแอลกอฮอล์ (3)จะทำหน้าที่ตรวจจับปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจของผู้ถูกทดสอบปริมาณแอลกอฮอล์ หลังจากนั้นจะถูกแปลงเป็นพลังงานแรงดันไฟฟ้า และส่งต่อแรงดันไฟฟ้าที่ได้มายังวงจรควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ (4) เพื่อนำแรงดันไฟฟ้าที่ได้มาทำการคำนวณ ตามโปรแกรมที่ได้เขียนคำสั่งไว้ แล้วส่งต่อผลการคำนวณที่ได้ไปยังหน้าจอแสดงผล(5) ซึ่งการทำงานของวงจรจะใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ขนาด AA จำนวน 2 ก้อน (1) เพื่อให้ได้แรงดันไฟฟ้า 3 V แล้วส่งให้กับวงจร step up converter (2) จำนวน 2 ชุด โดยการต่อแบบขนานเพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้กลายเป็น 5 V และจ่ายกระแสได้สูงขึ้น ก่อนที่จะส่งเข้าสู่วงจรทั้ง 3 ชุด (3, 4, 5)

3.1.2 การออกแบบและทดสอบหัววัดก๊าซ

หัววัดก๊าซที่ใช้ในงานวิจัยนี้ประกอบด้วย หัววัดก๊าซ รุ่น MR-513 , AS-MLK CH4 และ MiCS 5135 ซึ่งเป็นหัววัดมาตรฐานที่ใช้สำหรับวัดก๊าซแอลกอฮอล์ รวมถึงก๊าซออกแกนิค อื่น ๆ ซึ่งลักษณะของหัววัดและวงจรสำหรับการควบคุมหัววัด แสดงในรูปที่ 3.7

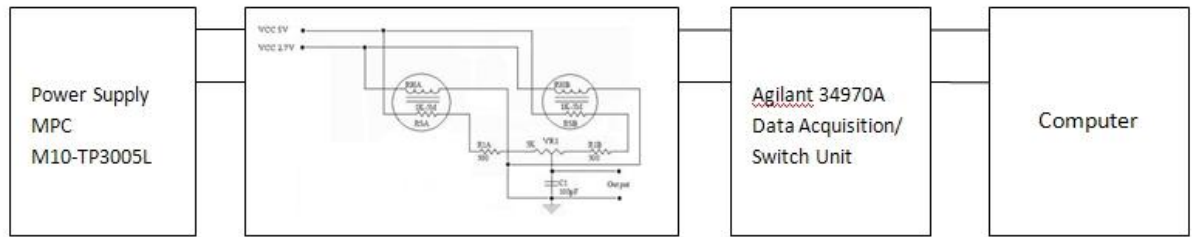


รูปที่ 3.7 (a) วงจรสำหรับการควบคุมหัววัด (b) ลักษณะของหัววัด

ทำการทดสอบวงจรที่ต่อขึ้นมาโดยใช้เครื่องมือวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่สามารถบันทึกผลเข้าไปในคอมพิวเตอร์ได้ ประกอบไปด้วย

- agilent 34970a data acquisition/data logger switch unit
- micro computer ที่มี card interface แบบ GPIB หรือ RS-232
- สาย cable แบบ GPIB หรือ RS-322 ตลอดจนสายต่อเพื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้าต่างๆ

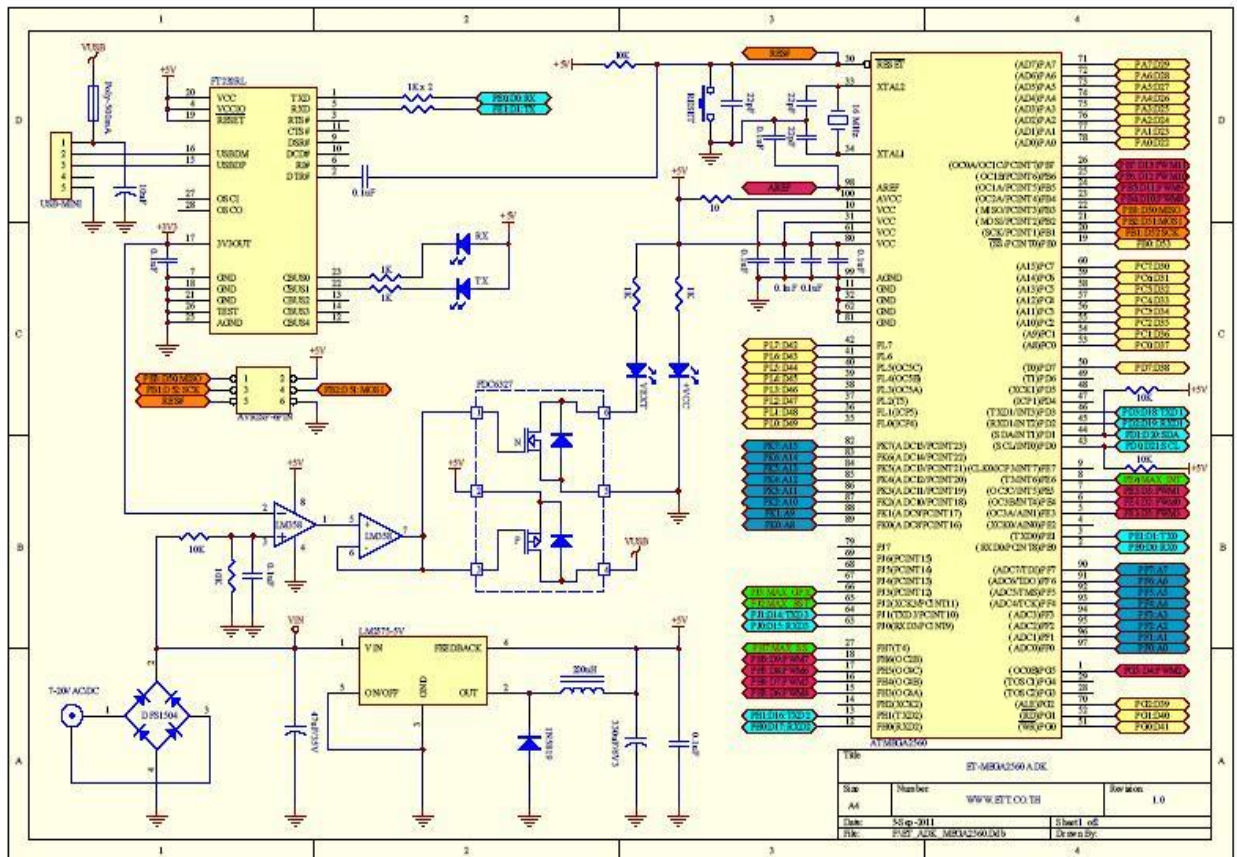
วงจรสำหรับการทดสอบหัววัดแสดงดังในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรที่ใช้ในการทดสอบหัววัดไอแอลกอสอลล์

3.1.3 การออกแบบและทดสอบส่วน micro controller สำหรับทำการควบคุม หัววัดและวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากหัววัด

การออกแบบวงจรในส่วนนี้จะเป็นการออกแบบในส่วนหัวใจของระบบ ซึ่งวงจรที่ออกแบบขึ้นจะใช้ micro controller รุ่น ATMEGA2560 ซึ่งจะ เป็น board สำเร็จรูปจากบริษัท ETT รุ่น ET-MEGA2560 ADK ซึ่งจะมีวงจรการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3.9

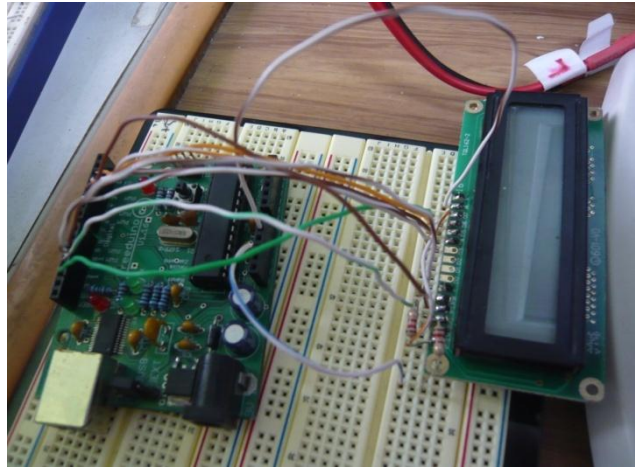


รูปที่ 3.9 วงจรของ Board ET-MEGA2560 ADK⁽⁸⁾

โดยการออกแบบวงจรในส่วนนี้จะมีวิธีการดังนี้

3.1.3.1 ทำการต่อวงจร ดังไดอะแกรมในรูปที่ 3.2 ลักษณะการทำงานของวงจรมัน ส่วน micro controller จะทำการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากหัววัด และส่งค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ เข้าไปใน micro controller ผ่านส่วนวัดค่าแรงดันไฟฟ้าแบบ analog to digital ของ chip ET-MEGA2560 ซึ่งจะมี software ที่เขียนขึ้นคอยควบคุมการวัดค่าแรงดันไฟฟ้า หลังจากนั้นจึง ทำการประมวลผลค่าแรงดันไฟฟ้าเป็นค่าไอแอลกอกฮอลล์ และทำการแสดงผลไปที่จอ LCD สำหรับ code ของ software ที่ใช้ควบคุม board microcontroller รายละเอียดแสดงใน ภาคผนวก

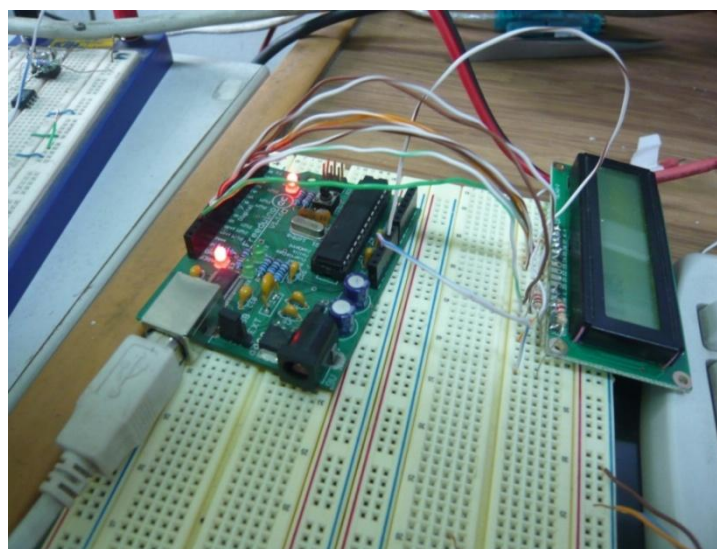
3.1.3.2 ทำการประกอบวงจรภาคประมวลผล เข้ากับภาคเอาต์พุต ซึ่งภาคประมวลผล ใช้ microcontroller freediono V1.16 ในการรับคำสั่ง และเอาต์พุต แสดงออกมาทางจอ LCD ขนาด 16*2 digit ดังรูป 3.10



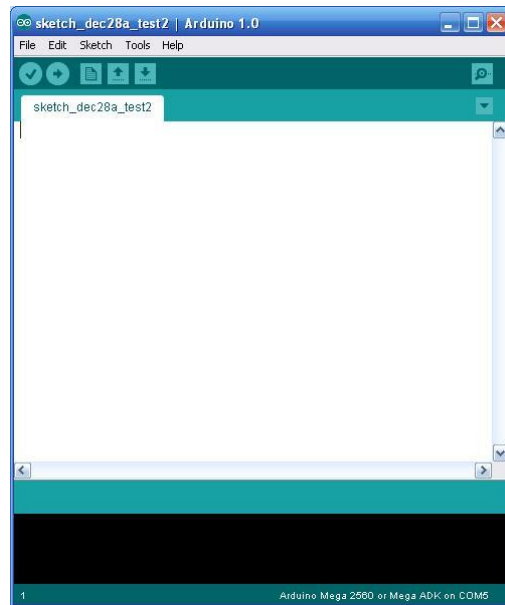
รูปที่ 3.10 การต่อ Freediono แสดงออกมาทางจอ LCD ขนาด 16*2 digit

3.1.3.3 ทำการเขียนโปรแกรมคำสั่งควบคุม microcontroller โดยใช้โปรแกรม Arduino V1.0

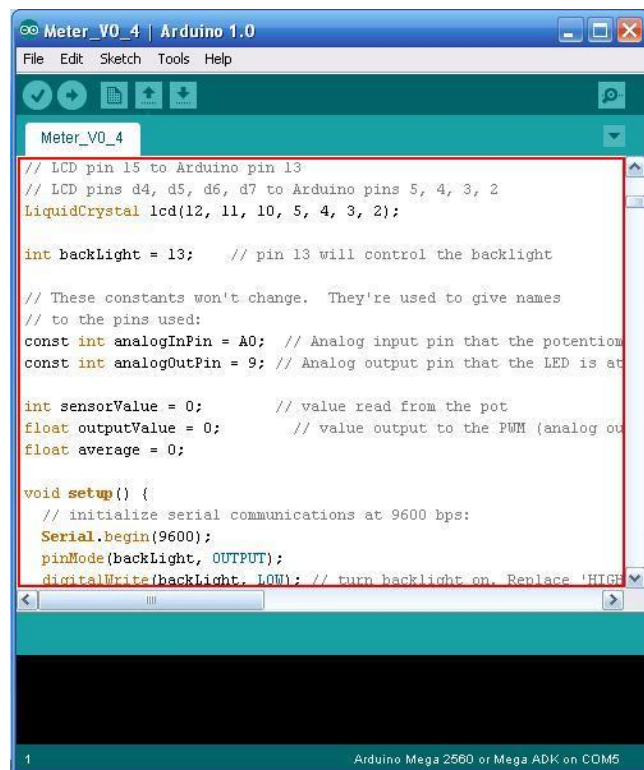
จากนั้นทำการ compile ข้อมูลเพื่อตรวจสอบข้อผิดพลาดของวงจร โดยทำการอัปโหลดโปรแกรมลงสู่ board Freeduino V1.16 โดยใช้ data cable ต่อเข้ากับพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.11 วิธีการ compile ข้อมูลทำตามขั้นตอน ดังแสดงตามรูปที่ 3.12 – 3.17



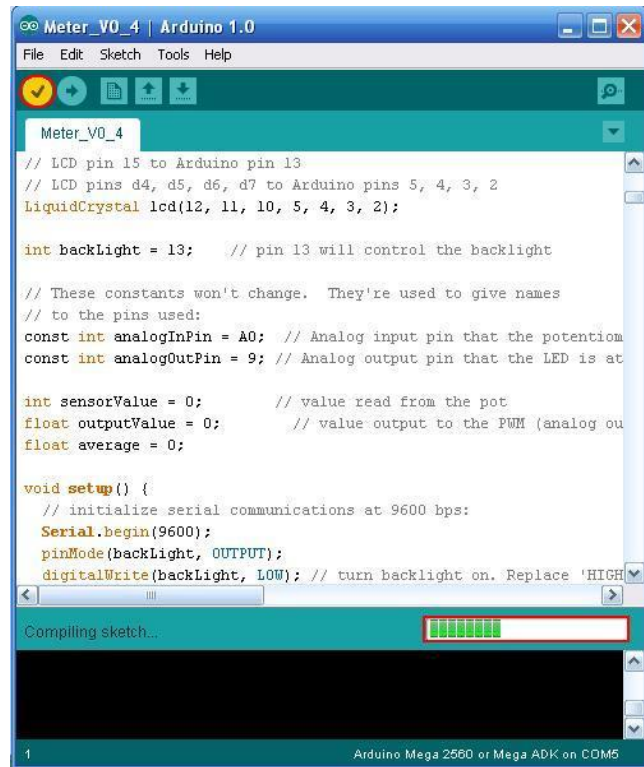
รูปที่ 3.11 การใช้ data cable ต่อเข้ากับพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์



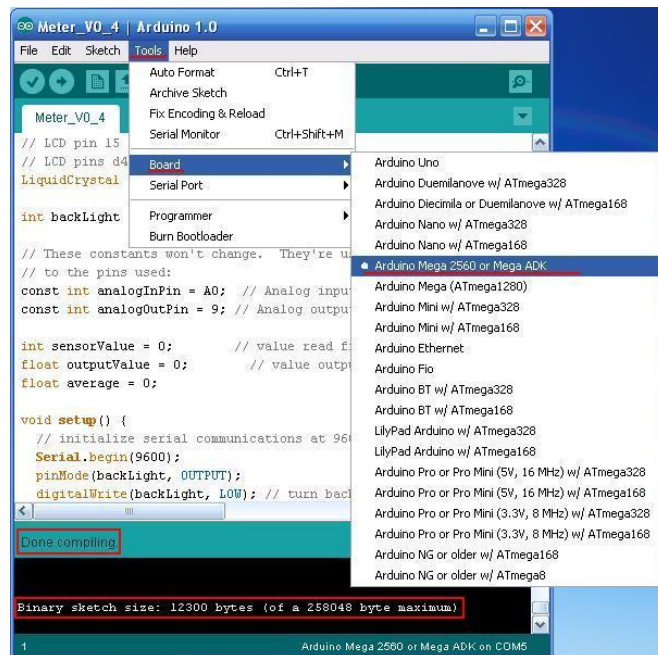
รูปที่ 3.12 เปิดหน้าต่างโปรแกรม Arduino v10.1



รูปที่ 3.13 เขียนโค้ดโปรแกรม ลงในช่องสีขาว

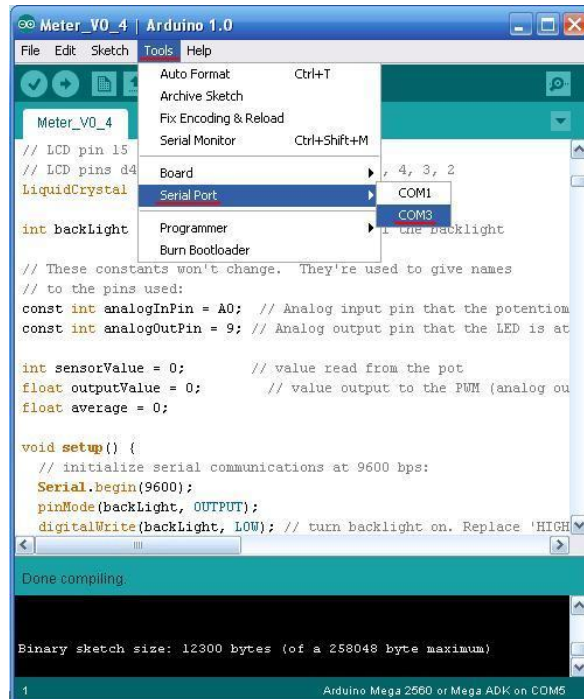


รูปที่ 3.14 ทำการ compile ตรวจสอบโปรแกรม โดยคลิกที่เครื่องหมายเช็คถูกด้านซ้ายบน
สังเกตแถบสีเขียวด้านล่าง

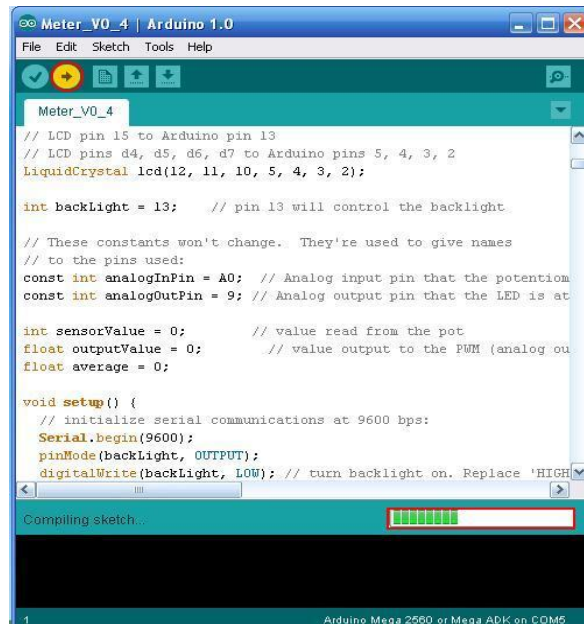


รูปที่ 3.15 เมื่อคอมไพล์เสร็จจะมีข้อความด้านล่างขึ้นว่า done compiling แสดงว่า
เสร็จเรียบร้อยแล้ว

หลังจากนั้นให้เลือก board ที่จะบันทึกข้อมูลลงไป โดยไปที่ Tool > Board > ตามด้วยรุ่นของ board

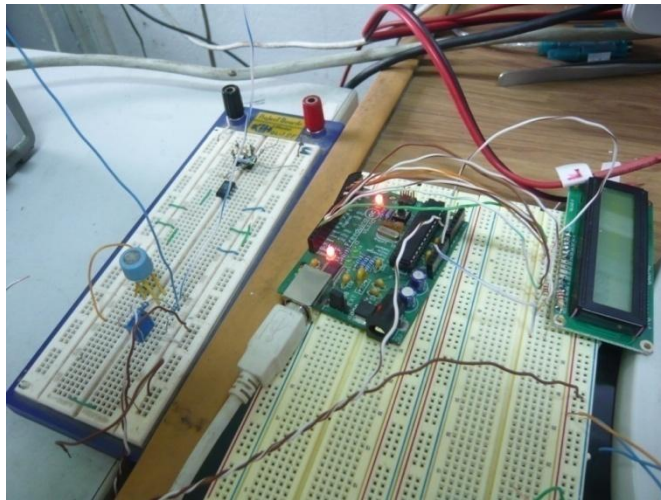


รูปที่ 3.16 เมื่อเลือก board เสร็จแล้ว ให้ทำการเลือกพอร์ตที่จะส่งข้อมูลไปยัง board โดยไปที่ Tool > Serial Port > ตามด้วยพอร์ตที่จะส่งข้อมูลออก

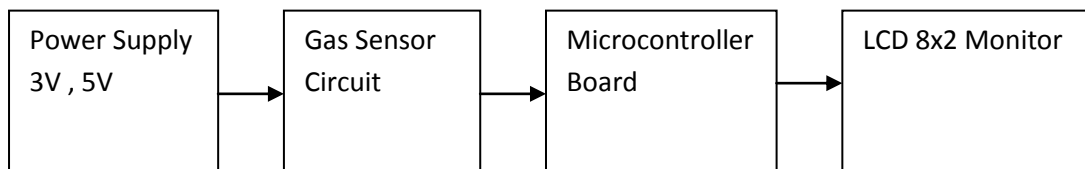


รูปที่ 3.17 ทำการอัปโหลดข้อมูล โดยไปคลิกที่รูปลูกศรด้านบนซ้าย ข้างปุ่ม compile สังเกตแถบสีเขียว เมื่อแถบสีเขียววิ่งจนเต็มช่องแล้วดับไป แสดงว่าอัปโหลดเสร็จสิ้น

3.1.3.4 ทำการต่อสายสัญญาณเอาต์พุต จาก gas sensor เข้ากับ board Freeduino V1.16 ที่ขา A0 เทียบกราวด์ ดังรูปที่ 3.18 ลักษณะการต่อวงจรทดลอง gas sensor แสดงผลเป็นตัวเลข แสดงดังรูปที่ 3.19

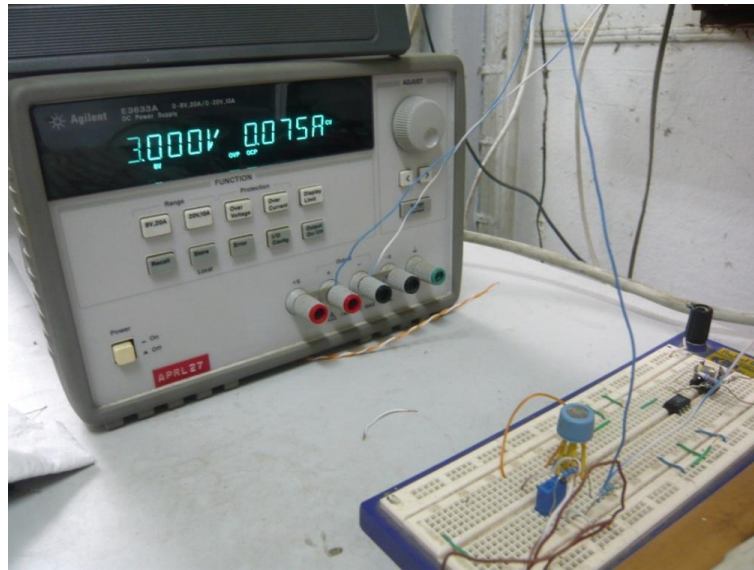


รูปที่ 3.18 การต่อสายสัญญาณเอาต์พุต จาก gas sensor เข้ากับ board Freeduino

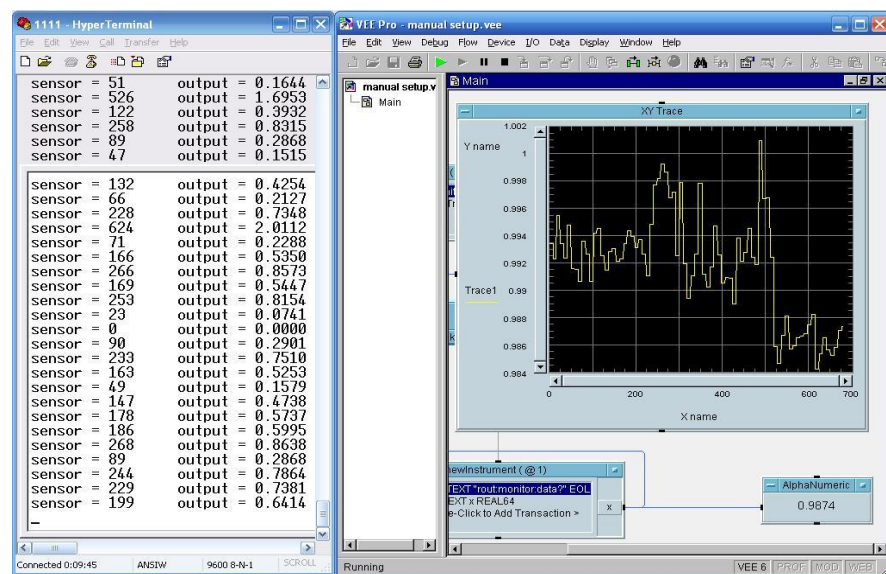


รูปที่ 3.19 บล็อกไดอะแกรมการต่อวงจรทดลอง gas sensor แบบแสดงผลเป็นตัวเลข

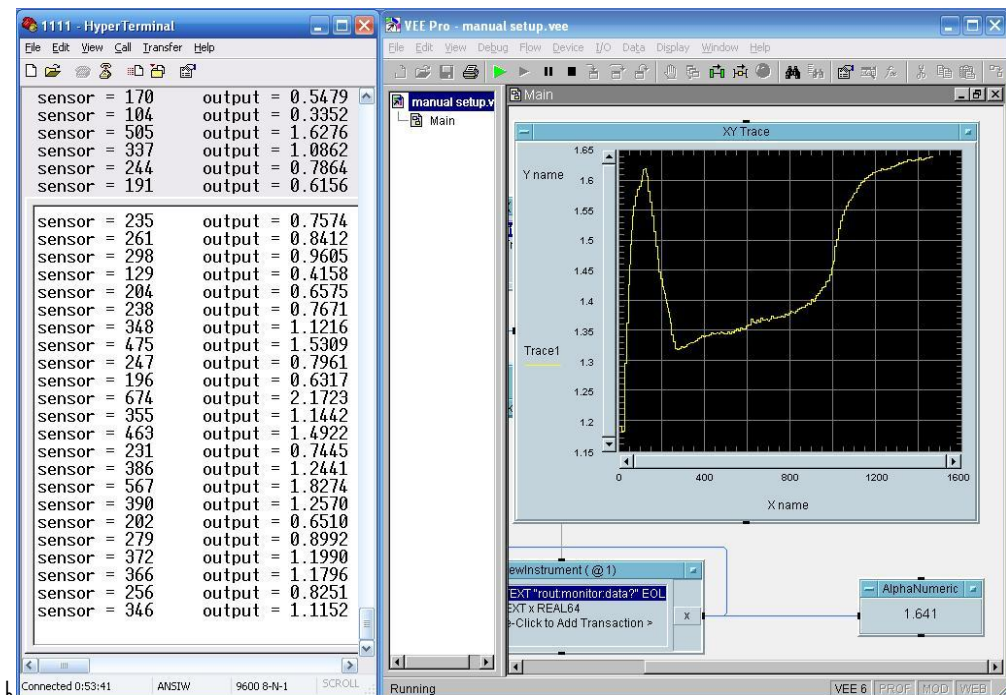
3.1.3.5 ทำการจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับ gas sensor โดยมีแรงดัน 3 V ตามรูป 3.20 และทำการตรวจสอบวงจร ทางเอาต์พุตผ่านทางโปรแกรม Hyper Terminal เทียบกับโปรแกรม Simulate VEE Pro ของเครื่องวัด Agilent ทั้งก่อนการป้อนสารระเหย ethanol (โดยใช้ alcohol simulator) เข้าสู่ sensor และหลังการป้อนสารระเหย ethanol ดังแสดงในรูป 3.21 – 3.22 เพื่อหาค่า error และทำการปรับปรุงวงจรต่อไป



รูปที่ 3.20 ป้อนไฟฟ้ามีแรงดัน 3 V เข้าสู่วงจร gas sensor



รูปที่ 3.21 ค่าก่อนการป้อนสารระเหย ethanol เข้าสู่วงจร

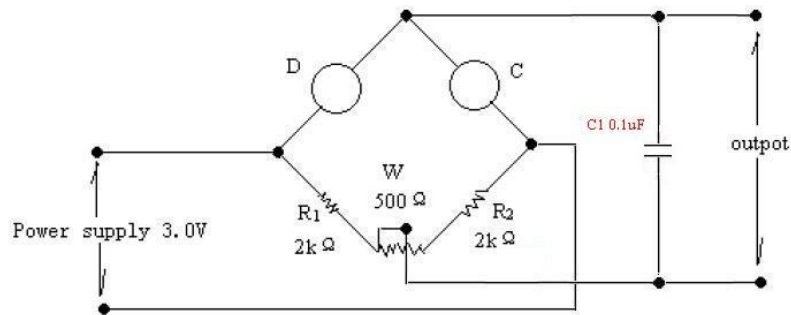


รูปที่ 3.22 ค่าหลังการป้อนสารระเหย ethanol เข้าสู่วงจร

3.1.4 การปรับปรุงวงจร gas sensor เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของเครื่องวัดฯ ให้ใช้งานได้ดีขึ้น

เนื่องจาก gas sensor ที่ใช้หัววัดรุ่น MR-513 มีค่าสัญญาณรบกวนค่อนข้างมาก จึงได้ทำการปรับปรุงวงจร และเปลี่ยนหัววัด gas sensor เพื่อทำให้มีสัญญาณรบกวนน้อยลง ตลอดจนพัฒนาวงจรให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้เครื่องวัด gas sensor มีขนาดที่สามารถพกพาได้ โดยมีกระบวนการในการปรับปรุง ดังนี้

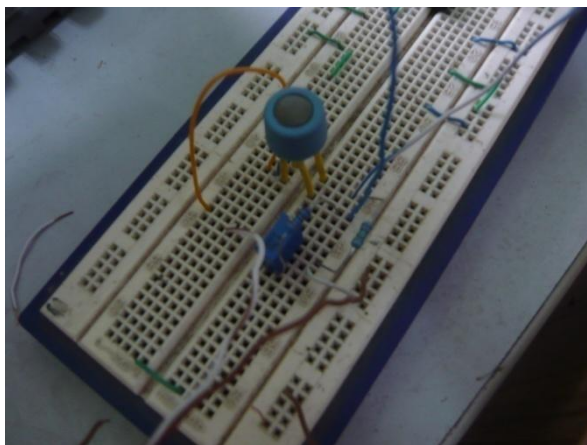
3.1.4.1 ทำการปรับปรุงวงจร gas sensor เนื่องจากเซ็นเซอร์ MR-513 มีความผิดพลาดสูงมาก เพราะค่าเอาต์พุตออกมาไม่มีความคงที่ และมีสัญญาณรบกวนค่อนข้างมาก จึงทำการปรับเปลี่ยนค่าตัวต้านทาน และทำการต่อตัวเก็บประจุล่อมเอาต์พุตลงกราวด์⁽⁹⁾ โดยมีการออกแบบวงจรดังรูปที่ 3.23



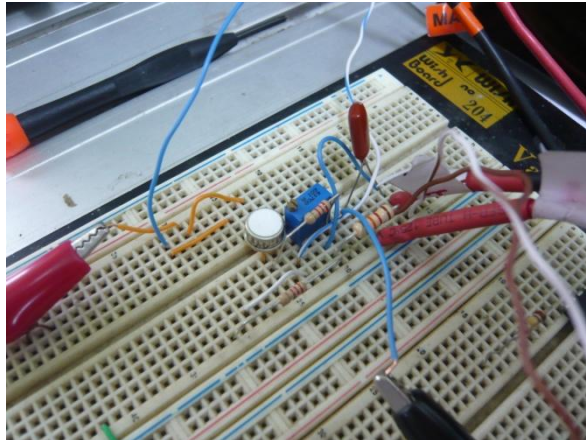
รูปที่ 3.23 วงจรที่ทำการปรับปรุงโดยใช้หลักการการต่อกันแบบบริดจ์

จากรูป 3.23 จะเห็นว่ามีส่วนตัวเก็บประจุ $C1$ ค่า $0.1 \mu F$ ถูกต่อเข้าไปในวงจรเพื่อทำหน้าที่บายพาส สัญญาณรบกวนลงกราวด์ทิ้งไป ทำให้สัญญาณรบกวนลดลงไปได้พอสมควรซึ่งค่าแรงดันที่วัดได้ ขณะมีแก๊สอยู่ที่ประมาณ $1.7 V$ ส่วนค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ตอนไม่มีแก๊สอยู่ที่ประมาณ $0.35 V$ และค่าความกว้างขณะที่ยังไม่ได้ใส่ตัวเก็บประจุบายพาสมีค่าแรงดันจากสัญญาณรบกวนอยู่ที่ $\pm 0.15 V$ และหลังใส่ตัวเก็บประจุบายพาสเทียบกันแล้วอยู่ที่ $\pm 0.05 V$

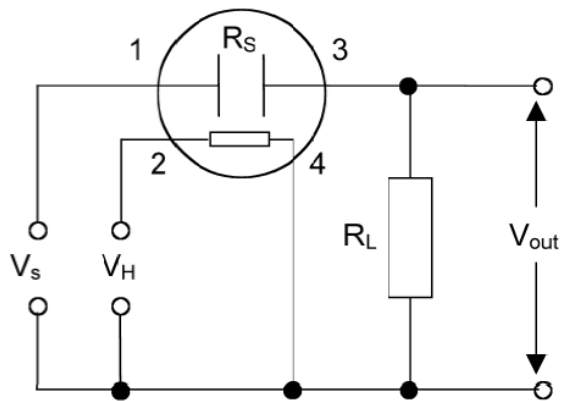
3.1.4.2 ทำการเปลี่ยนตัว sensor จาก MR-513 (made in China) มาเป็น AS-MLK CH4 (made in Germany) ดังแสดงลักษณะของตัว sensor และวงจรที่ใช้ในรูป 3.24 – 3.26 ซึ่งพบว่าทำให้ค่าสัญญาณรบกวนลดลงมากกว่าเดิม ส่งผลให้ค่าความผิดพลาดมีค่าลดลงด้วย



รูปที่ 3.24 ใช้ sensor เบอร์ MR-513

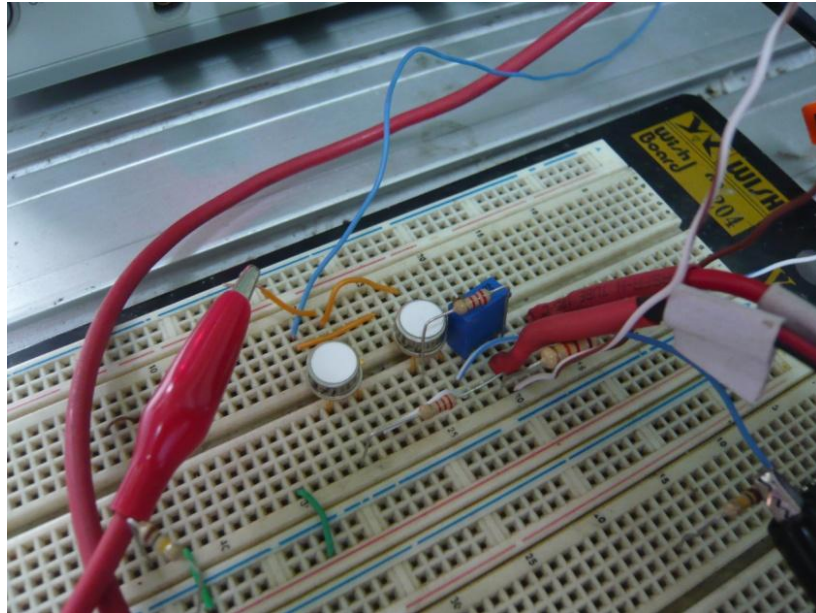


รูปที่ 3.25 ใช้ sensor เบอร์ AS-MLK CH4

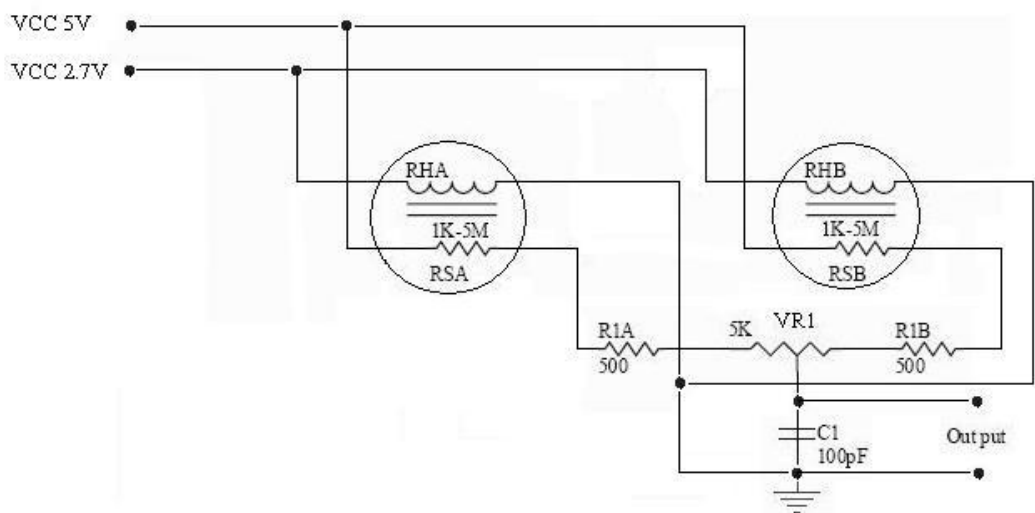


รูปที่ 3.26 การต่อวงจรของ gas sensor เบอร์ AS-MLK CH4

3.1.4.3 ปรับปรุงพัฒนางจรใหม่ แบ่งออกเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ โดยทำการปรับปรุงพัฒนางจรใหม่โดยใช้ AS-MLK CH4 จำนวน 2 ตัว ต่อกัน โดยใช้เซ็นเซอร์ตัวที่ 1 ในการวัดแก๊ส และเซ็นเซอร์ตัวที่ 2 ในการวัดสภาพแวดล้อม เพื่อนำค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นใน gas sensor ทั้ง 2 ตัวมาหักลบกัน จะได้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่เกิดจาก gas sensor เพื่อนำไปคำนวณหาค่าปริมาณ gas ต่อไป



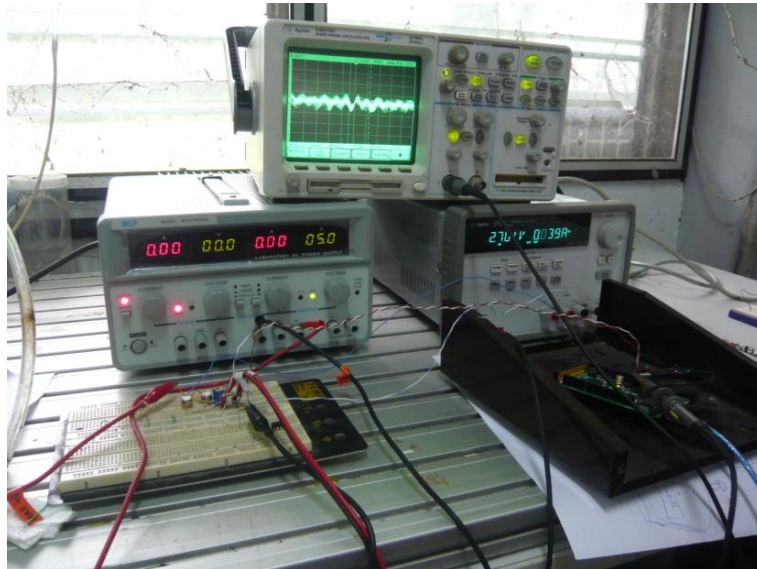
รูปที่ 3.27 การต่อวงจรโดยใช้ sensor 2 ตัว ต่อรวมกัน



รูปที่ 3.28 วงจรที่ใช้ gas sensor เบอร์ AS-MLK CH4 2 ตัวต่อกันแบบ bridge โดยที่วงกลม ด้านซ้ายเป็นเซ็นเซอร์ตัวที่ 1 และด้านขวาเป็นเซ็นเซอร์ตัวที่ 2

3.1.4.4 ทำการทดสอบวงจร เมื่อทำการจ่ายแรงดันให้กับวงจรแล้ว จะเห็นได้ว่าค่าแรงดันเริ่มต้นของเอาต์พุตที่วัดได้ จากวงจรจะแตกต่างจากเครื่องวัด Agilent 34970A Data Acquisition/Switch Unit อยู่เล็กน้อย คือ ประมาณ 0.12 – 0.14 V แต่เมื่อมีการปล่อยแก๊ส ethanol 50 mg% เข้าไปในวงจร ค่าความแตกต่างอยู่ที่ประมาณ

0.003 – 0.008 V ซึ่งมีค่าความผิดพลาดน้อยมาก เมื่อเทียบกับ 2 วงจร ที่เคยทำการทดลองผ่านมาก่อนหน้านี้ และมีอัตราการเกิดสัญญาณรบกวนน้อยมาก ดังรูป 3.29



รูปที่ 3.29 การทดสอบจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่วงจร และวัดค่าสัญญาณรบกวน

3.1.4.5 ขั้นตอนการทดลองจ่ายแก๊สเข้าสู่วงจร และบันทึกผล ขั้นตอนการทดสอบ โดยทำการวัดแรงดันไฟฟ้าจากเครื่องวัดแรงดันไฟฟ้า Agilent 34970A Data Acquisition/Switch Unit ผ่านโปรแกรม Vee Pro6 เพื่อดูผลที่ได้จากเอาต์พุตของไมโครโปรเซสเซอร์จากวงจร ด้วยโปรแกรม Hyper Terminal ว่าใกล้เคียงกันหรือไม่ จากค่าของ analog เทียบกับ digital เพื่อจะได้ทำการ calibrate ค่าใน 4 สภาวะคือ

การทดสอบในสภาวะปกติ

การทดสอบในสภาวะมีปริมาณแอลกอฮอล์ 25 mg%

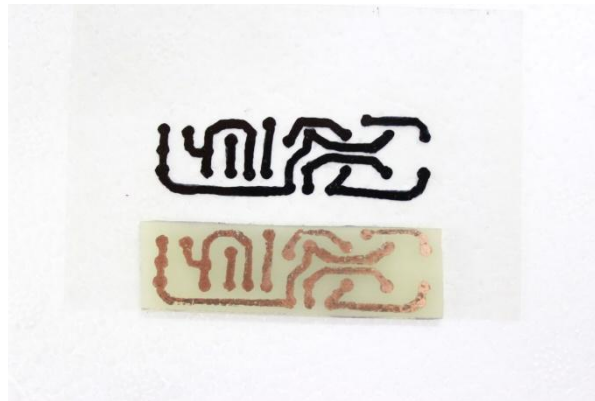
การทดสอบในสภาวะมีปริมาณแอลกอฮอล์ 50 mg%

การทดสอบในสภาวะมีปริมาณแอลกอฮอล์ 100 mg%

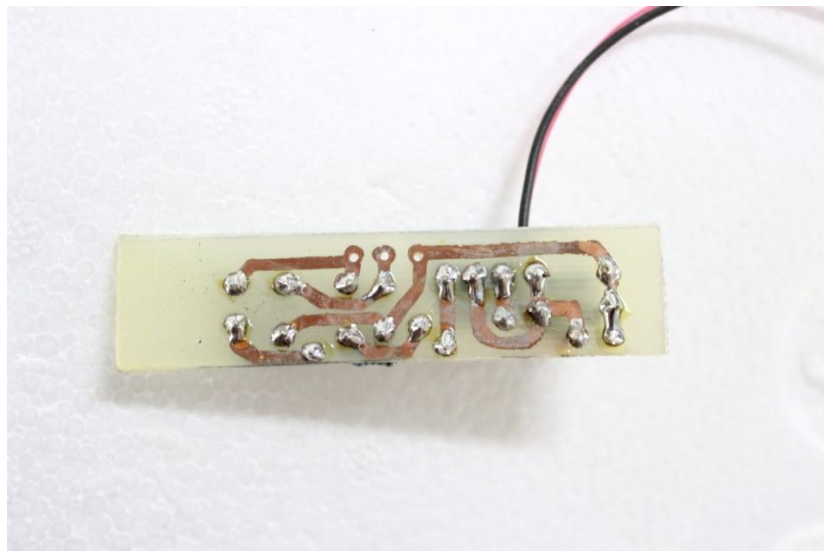
การเปรียบเทียบผลการทดลอง

3.1.5 การปรับปรุงวงจรที่ได้เพื่อนำมาทำลายวงจรทองแดง และออกแบบตัวเครื่องที่จะนำมาใช้งานได้จริง มีดังนี้

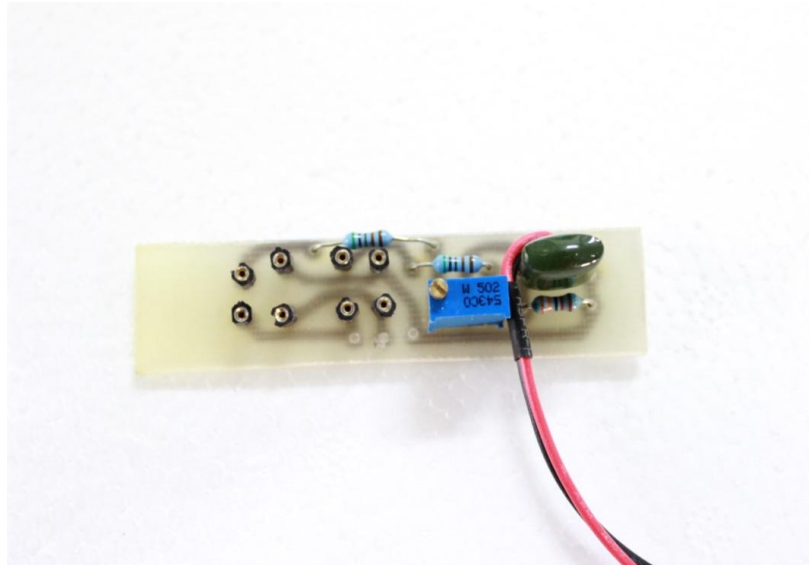
3.1.5.1 ทำการออกแบบลายวงจรแผ่นปริ๊น และทำการกัดแผ่นลายวงจรด้วยน้ำกรดกัดแผ่นวงจร หลังจากนั้นทำการเจาะรูเพื่อใส่อุปกรณ์และทำการบัดกรีอุปกรณ์ก่อนที่จะนำตัวเซ็นเซอร์มาต่อ ดังรูป 3.30 – 3.32



รูปที่ 3.30 การออกแบบลายปริ๊น และการกัดลายแผ่นปริ๊น



รูปที่ 3.31 การเจาะรูแผ่นปริ๊นและการบัดกรีอุปกรณ์



รูปที่ 3.32 วงจรสำเร็จหลังจากการบัดกรีอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว

3.1.5.2 ทำการตรวจเช็ค วงจรสำเร็จ หลังจากที่ได้ทำการบัดกรีเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ว่ามีส่วนไหนที่ขัดกันหรือว่าลายวงจรส่วนไหนขาดออกจากกัน โดยใช้ multi meter

3.1.5.3 ทำการออกแบบกล่องสำหรับเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจระบบดิจิทัล แสดงผลออกทางหน้าจอ LCD ขนาด 8*2 digit ตัวกล่องทำจากแผ่นพลาสติกความหนา 1 มิลลิเมตร ออกแบบกล่องให้มีขนาด 160x85x28 มิลลิเมตร ลักษณะกล่องเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า ลบมุมดังรูป 3.32 ด้านหลังทำการเปิด-ปิดด้วยการสไลด์ ภายในประกอบด้วย วงจรแก๊สเซ็นเซอร์ วงจรสแต็ปคอนเวอเตอร์ 2 ชุด แผ่นวงจรควบคุม microcontroller หน้าจอ LCD 8*2 digit ใช้แหล่งพลังงานแบตเตอรี่ขนาด AA 1.5 V จำนวน 2 ก้อน และนำตัวเครื่องที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้วไปทำทดสอบวัดค่าปริมาณแอลกอฮอล์

ลักษณะของเครื่องวัดปริมาณแอลกอฮอล์จากลมหายใจแบบพกพา แสดงผลด้วยตัวเลข ซึ่งทางห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์ประยุกต์ได้พัฒนามาเริ่มจากรุ่น มช. 06/1 มช. 06/2 , มช. 06/3 โดยในรุ่น มช.06/1 นั้น ใช้หัววัด sensor รุ่น MR-513 มีตัวเครื่องขนาดใหญ่ เนื่องจากมีแผ่นวงจรควบคุม (microcontroller) มีขนาดใหญ่ และใช้พลังงาน

จากแบตเตอรี่ขนาด AA 1.5 V จำนวน 2 ก้อน ให้กระแส 1200 mA มีค่าความผิดพลาดประมาณ $\pm 5 \text{ mg\%}$ ทำให้ไม่ค่อยสะดวกในการพกพา มีลักษณะดังรูปที่ 3.33 – 3.34

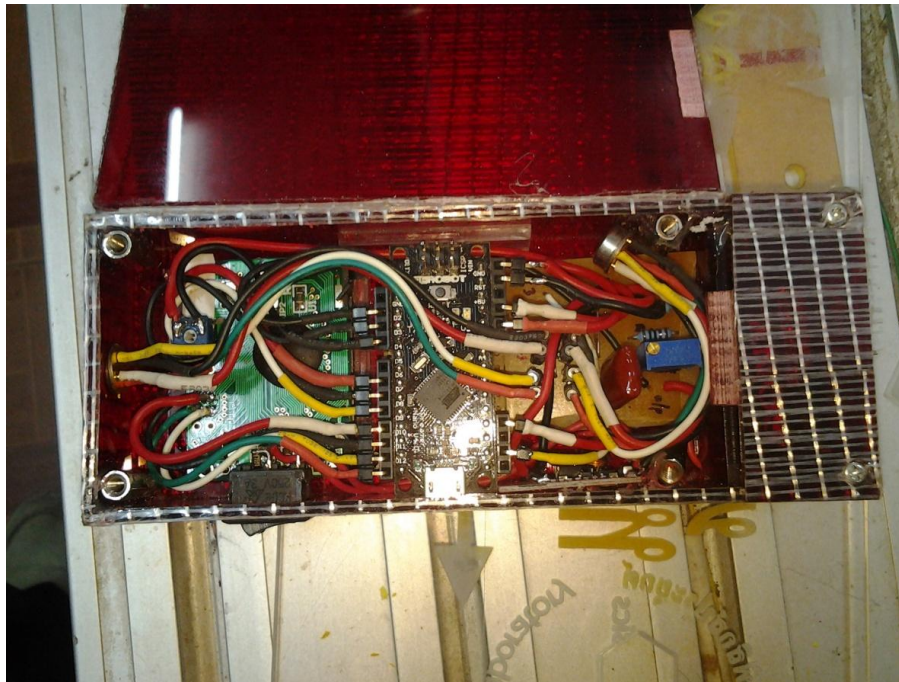


รูปที่ 3.33 ลักษณะภายนอกของเครื่องวัดฯ แบบแสดงผลด้วยตัวเลข รุ่น มช. 06/1



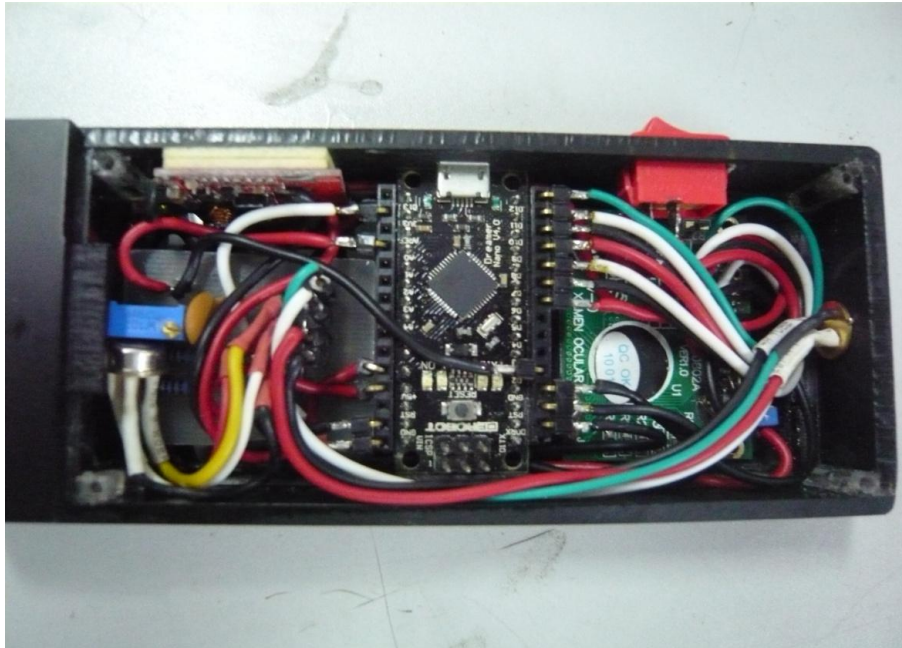
รูปที่ 3.34 อุปกรณ์ภายในของเครื่องวัดฯ แบบแสดงผลด้วยตัวเลข รุ่น มช.06/1

เพื่อเป็นการลดขนาดของเครื่องวัดฯ จึงได้ทำการพัฒนาให้แผ่นวงจรควบคุม (microcontroller) ให้มีขนาดเล็กลง โดยการเปลี่ยนหัววัดเซนเซอร์เป็นรุ่น AS-MLK CH4 และเปลี่ยนมาใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ 1 ก้อน ขนาด 3.7 V ให้กระแส 3500 mA แต่พบว่ามีค่าความผิดพลาดประมาณ ± 10 mg% เป็นเครื่องวัดฯ แบบแสดงผลด้วยตัวเลข รุ่น มช.06/2 ดังแสดงในรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 อุปกรณ์ภายในของเครื่องวัดฯ แบบแสดงผลด้วยตัวเลข รุ่น มช.06/2

จากนั้นได้ทำการลดค่าความผิดพลาดลงให้เหลือเพียง ± 5 mg% โดยการเปลี่ยนหัววัด gas sensor เป็นรุ่น MiSC 5135 รวมทั้งทำการพัฒนาปรับปรุงวงจร และโปรแกรมในการควบคุมใหม่ นอกจากนี้ยังปรับปรุงรูปลักษณะของกล่องให้มีลักษณะกะทัดรัด และนำใช้ขึ้นเป็นเครื่องวัดฯ แบบแสดงผลด้วยตัวเลข รุ่น มช.06/3 ดังแสดงในรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 อุปกรณ์ภายในของเครื่องวัดฯ แบบแสดงผลด้วยตัวเลข รุ่น มช.06/3

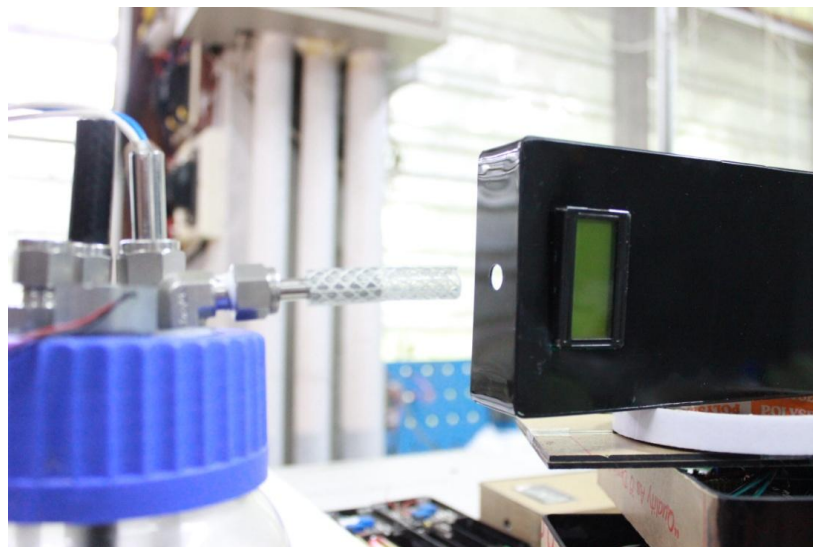
3.2 การ calibrate วงจร

ขั้นตอนการ calibrate วงจร มีดังนี้

- 3.2.1 เตรียมเครื่อง alcohol simulator จำนวน 1 ชุด
- 3.2.2 ใส่สารละลายลงใน wet bath ของ alcohol simulator
- 3.2.3 ตั้งเครื่องวัดฯ ให้ห่างจากหัวจ่ายลมออกของ alcohol simulator ประมาณ 5 ซม.
- 3.2.4 เปิดสวิทช์เครื่อง alcohol simulator รอประมาณ 10 นาทีเพื่อให้สารละลายใน wet bath ได้มีการปรับอุณหภูมิให้อยู่ที่ 34 องศาเซลเซียส
- 3.2.5 เปิดเครื่องวัดฯ สังเกตหน้าจอจะขึ้นคำว่า ready แสดงว่าพร้อมใช้งาน
- 3.2.6 ทำการจ่ายลมเข้าสู่ wet bath ของ alcohol simulator ดังแสดงในรูปที่ 3.37 โดยควบคุมแรงดันให้มีความแรงไม่เกิน 5 ลิตร/นาที
- 3.2.7 เมื่อทำการจ่ายลมไปที่เครื่องวัดฯ จะขึ้นคำว่า “Flow” แล้วชักฟักเครื่องจะแสดงผลปริมาณ alcohol ออกมาเป็นตัวเลขที่หน้าจอ แสดงดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.37 เครื่อง alcohol simulator⁽¹⁰⁾



รูปที่ 3.38 การทดสอบเครื่องวัดฯ โดยเครื่อง alcohol simulator