

ระบบวัดความดันและปริมาตรในปอดผ่านเว็บไซต์
Measurement system for Pressure and Volume in the Lungs
via a Remote Website



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

ระบบวัดความดันและปริมาตรในปอดผ่านเว็บไซต์

Measurement system for Pressure and Volume in the Lungs

via a Remote Website



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบวัดความดันและปริมาตรในปอดผ่านเว็บไซต์

Measurement System for Pressure and Volume in the Lungs

via a Remote Website

โดย

นาย จักริน ศรีสุวรรณนท์ รหัส 56010159

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. กิตติพล ชิตสกุล

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

เรื่อง ระบบวัดความดันและปริมาตรในปอดผ่านเว็บไซต์

Measurement system for Pressure and Volume in the Lungs

via a Remote Website

จัดทำโดย

จักริน ศรีสุวรรณนท์

รหัสประจำตัว 56010159

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.กิตติพล ชิตสกุล



รายงานฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.กิตติพล ชิตสกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบวัดความดันและปริมาตรในปอดผ่านเว็บไซต์	
นักศึกษา	นาย จักริน ศรีธรวานนท์	รหัสประจำตัว 56010159
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2559	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ผศ.ดร.กิติพล ชิตสกุล		

บทคัดย่อ

โครงการนี้เป็นการสร้างระบบวัดค่าความดันและปริมาตรภายในปอดจากการเป่าเข้าไปในภาชนะปิดที่มีตัวเซนเซอร์วัดความดันติดไว้อยู่ภายในและแสดงค่าสัญญาณที่วัดได้ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยการใช้โมดูล NodeMCU - 12E ซึ่งเชื่อมต่อกับสัญญาณอินเทอร์เน็ตไร้สาย (WiFi) แล้วส่งค่าที่วัดได้จากเซนเซอร์ตรวจวัดความดันส่งไปยังหน้าเว็บเพจที่ผู้ต้องการแสดงผล ซึ่งสามารถนำไปใช้ประโยชน์ในทางการแพทย์ได้ เช่น เราสามารถใช้ฝึกการหายใจเข้า - ออกให้ถูกต้อง และสามารถใช้อัตราความดันและปริมาตรภายในปอดและเพื่อตรวจสอบและวัดความก้าวหน้าของการฝึกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Measurement system for Pressure and Volume in the Lungs via a Remote Website		
Student	Mr.Jagkarin	Srituwanont	ID 56010159
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Electronics Engineering		
Year	2016		
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Kitipol Chitsakul Advisor		

Abstract

This project presents a system for lung pressure and volume measurement. Based on transferring lung pressure by blowing into a closed container which is exactly known the volume, a built-in pressure sensor is used for measuring the pressure in the container. The pressure curves are displayed on remote monitor via the internet. By using a processor with WiFi module, NodeMCU-12E, the measured pressure values are converted to digital, sent via the wireless internet connection (WiFi) to the web-page that is able to watch by the user. Moreover This system can be used in medicine as the practical breathing device. Finally the lung volume can be calculated as assessment for progressive evaluation in practicing.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการฉบับนี้ ประสบความสำเร็จได้อย่างสมบูรณ์เพราะได้รับคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก ผศ.ดร.กิติพล ชิตสกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำโครงการและรายงานในครั้งนี้ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ของท่าน และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง นอกจากนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่ให้ความช่วยเหลือตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีในโครงการและรายงานฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



.....
(นาย จักริน ศรีสุวรรณนท์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูปภาพ.....	VI
สารบัญตาราง.....	VIII
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์.....	1
1.3 แนวคิดของโครงการ.....	1
1.4 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.6 การดำเนินโครงการ.....	3
1.7 โครงสร้างของรายงาน.....	3
2 หลักการและทฤษฎี.....	4
2.1 ความหมายของ IoT.....	4
2.2 ประโยชน์ของ IoT.....	8
2.3 NodeMCU-12E โมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต.....	9
2.4 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับเครือข่ายไร้สาย WiFi.....	12
2.5 วิธีการเชื่อมต่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ต.....	13
2.6 กระบวนการหายใจ.....	15
2.7 Valsalva maneuver.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.8 ซีเนอริโต้ด.....	19
2.9 Sensor.....	20
2.10 Solid Work.....	21
2.11 3D Printer.....	22
2.12 กฎของบอยล์ (Boyle's Law).....	23
3 กระบวนการทำงานและการออกแบบ.....	25
3.1 Schematic NodeMCU - 12E (ESP8266) แต่ละส่วน.....	25
3.2 Schematic ของการแปลงไฟและจ่ายไฟเข้าตัวเซนเซอร์วัดความดัน MPXV 5004G.....	28
3.3 Hostinger.....	28
3.4 Amchart.....	29
3.5 โปรแกรม Solid Work.....	29
3.6 ขั้นตอนการทำงานแผนภาพ Flowchart.....	32
3.7 Code การทำงานของหน้าเว็บฝั่ง Server.....	33
3.8 Code การทำงานของหน้าเว็บฝั่ง Client.....	34
3.9 Code การทำงานของโปรแกรมในส่วน Arduino.....	40
4 ผลการทดลอง.....	42
4.1 ผลการทดลองโดยให้สัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณอนาล็อก sine wave.....	42
4.2 จากการทดลองโดยการบีบตัว sphygmomanometer เพื่อวัดค่าความดัน.....	43
4.3 พล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโวลต์ (V) และความดันในปอด (mmHg).....	45
4.4 พล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโวลต์ (V) และความดันในปอด (KPa).....	46
4.5 พล็อตกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโวลต์ (V) และปริมาตรในปอด (m^3).....	47
4.6 ทำการทดลองโดยการค่อยๆเป่าเข้าไปในภาชนะปิดแล้วมาดูผลที่หน้าจอ Display.....	48
5 บทสรุป.....	50
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	50
5.2 ปัญหาจากการทดลอง.....	51
5.3 บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก.....	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1.1 แสดงการติดต่อกับบริษัทผ่านเว็บไซต์.....	5
รูปที่ 2.1.2 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลรายบุคคล.....	6
รูปที่ 2.1.3 แสดงการวางแผนและการตัดสินใจที่ซับซ้อน.....	6
รูปที่ 2.1.4 ใช้เซ็นเซอร์ควบคุมระบบในโรงงานให้ดีขึ้นได้.....	7
รูปที่ 2.1.5 สามารถแสดงผ่านเครื่องมือ smart ได้.....	7
รูปที่ 2.1.6 ระบบอัตโนมัติตอบสนองได้รวดเร็ว เช่น สมาร์ทโฟน.....	8
รูปที่ 2.3.1 หน้าตาและขาต่างๆของ NodeMCU Version0.9.....	10
รูปที่ 2.3.2 หน้าตาและขาต่างๆของ NodeMCU Version1.0.....	11
รูปที่ 2.4.1 ภาพแสดงการใช้ WiFi กับ IoT.....	12
รูปที่ 2.5.1 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบใช้สาย.....	13
รูปที่ 2.5.2 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย.....	15
รูปที่ 2.6.1 แผนผังสรุปกระบวนการหายใจเข้าและหายใจออกเป็นขั้นตอน.....	16
รูปที่ 2.6.2 แผนผังแสดงปริมาตรของอากาศที่ไหลเวียนผ่านปอดในกระบวนการหายใจ.....	17
รูปที่ 2.7.1 การทำวอลซอลวา Valsalva maneuver.....	18
รูปที่ 2.8.2 กราฟลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอด.....	19
รูปที่ 2.9.1 เซนเซอร์ความดัน MPXV 5004G.....	20
รูปที่ 2.9.1 Top view เซนเซอร์ MPXV 5004G.....	20
รูปที่ 2.10.1 โปรแกรม Solid Works.....	21
รูปที่ 2.11.1 เครื่อง 3D Printer.....	22
รูปที่ 2.12.1 โรเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle) ค.ศ. 1627 – 1691.....	23
รูปที่ 2.12.2 ทำการทดลองโดยควบคุมอุณหภูมิของแก๊สให้คงที่.....	23
รูปที่ 2.12.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V และ P.....	24
รูปที่ 3.1.1 รูปแสดงตำแหน่งขาและ Schematic ของโมดูล NodeMCU - 12E V1.....	25
รูปที่ 3.1.2 รูป Schematic ในส่วน ESP8266 Module.....	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่ 3.1.3 รูป Schematic ในส่วนของตัวแปลง USB To UART ตัว CP2102.....	26
รูปที่ 3.1.4 รูป Schematic ในส่วนของ LED ใน Module.....	27
รูปที่ 3.1.5 รูป Schematic ในส่วนของ POWER ของตัว AMS1117.....	27
รูปที่ 3.1.6 รูป Schematic ในส่วนของ KEY.....	27
รูปที่ 3.2.1 รูปแสดง Schematic ของ MPXV 5004G.....	28
รูปที่ 3.3.1 เป็นหน้าเว็บ Hostinger ที่ใช้ในการอัป localhost ขึ้นเป็นเว็บเบราว์เซอร์.....	28
รูปที่ 3.4.1 เป็นหน้าเว็บ Amchart ที่มีรูปแบบกราฟให้เลือกใช้ในการสร้างหน้าเว็บ.....	29
รูปที่ 3.5.1 รูปภาพขณะปิดที่ออกแบบแต่ละส่วนไว้แล้วนำมาประกอบกัน.....	29
รูปที่ 3.5.2 เป็นรูปขึ้นส่วนทรงกระบอกที่ไว้ตัดเซนเซอร์ภายในซึ่งใช้ Solid Work ในการออกแบบ.....	30
รูปที่ 3.5.3 เป็นรูปขึ้นส่วนฝาปิดของทรงกระบอกซึ่งใช้ Solid Work ในการออกแบบ.....	30
รูปที่ 3.5.4 เป็นรูปขึ้นส่วนที่ใช้เชื่อมกับตัวเป่าซึ่งใช้ Solid Work ในการออกแบบ.....	31
รูปที่ 3.5.5 เป็นรูปขึ้นส่วนที่ใช้สำหรับในการจับซึ่งใช้ Solid Work ในการออกแบบ.....	31
รูปที่ 4.1.1 สัญญาณที่ออกหน้าเว็บที่ความถี่ 0.1 Hz.....	42
รูปที่ 4.1.2 สัญญาณที่ความถี่ 0.5 Hz.....	42
รูปที่ 4.1.3 สัญญาณที่ออกหน้าเว็บที่ความถี่ 1 Hz.....	42
รูปที่ 4.2.1 รูปแสดงตัววัดความดันด้วยปรอทเมื่อยังไม่ได้เป่า.....	43
รูปที่ 4.2.2 รูปแสดงค่าโวลต์ที่ 1 V.....	43
รูปที่ 4.2.3 รูปแสดงค่าความดันเพิ่มขึ้น 9 mmHg.....	43
รูปที่ 4.2.4 รูปแสดงค่าโวลต์ที่ 2 V.....	43
รูปที่ 4.2.5 รูปแสดงค่าความดันเพิ่มขึ้น 18 mmHg.....	44
รูปที่ 4.2.6 รูปแสดงค่าโวลต์ที่ 3 V.....	44
รูปที่ 4.2.7 รูปแสดงค่าความดันเพิ่มขึ้น 24 mmHg.....	44
รูปที่ 4.2.8 รูปแสดงค่าโวลต์ที่ 4 V.....	44
รูปที่ 4.6.1 ได้ทำการค่อยๆเป่าเข้าไปเพื่อดูค่าโวลต์.....	48
รูปที่ 4.6.2 ทำการวัดค่าโวลต์จากการเป่าได้ 2.53 V.....	48
รูปที่ 4.7.1 ยังไม่เริ่มเป่าโวลต์ขึ้นไปที 1 V สภาวะปกติ.....	49
รูปที่ 4.7.2 เมื่อทำการเป่าแล้วได้ค่าโวลต์ 2.53 V.....	49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 1.6.1 ตารางแผนผังเวลาการดำเนินโครงการ.....	3
ตารางที่ 4.3.1 ทำการนำค่าที่วัดได้จากการเปลี่ยนแปลงโวลต์ (V) และความดันในปอด (mmHg).....	45
ตารางที่ 4.4.1 ทำการนำค่าที่วัดได้จากการเปลี่ยนแปลงโวลต์ (V) และความดันในปอด (KPa).....	46
ตารางที่ 4.5.1 ทำการนำค่าที่วัดได้จากการเปลี่ยนแปลงโวลต์ (V) และปริมาตรในปอด (m ³).....	47



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

การหายใจเป็นกระบวนการของร่างกายนำเอาออกซิเจนเข้าสู่ร่างกายทำให้เกิดการสันดาปเกิดพลังงานซึ่งจำเป็นต่อการดำรงชีพ และนำก๊าซของเสียออกจากร่างกาย การหายใจอย่างถูกต้องจึงจำเป็นอย่างยิ่ง โดยเฉพาะกับผู้ป่วยซึ่งเคยมีปัญหาเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจ ต้องมีการประเมินคุณภาพของการหายใจ และฝึกหรือฟื้นฟูการหายใจให้มีคุณภาพ การประเมินที่สำคัญคือการวัดปริมาตรของปอด โครงการนี้เป็นโครงการสร้างเครื่องมือวัดค่าปริมาตรภายในปอดอย่างง่ายใช้การแสดงผลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เพื่อแสดงผลบนอุปกรณ์ซึ่งมีอยู่แล้วเช่นคอมพิวเตอร์หรือสมาร์ทโฟน ในลักษณะเดียวกับ Internet of Things (IoT) ทำให้การแสดงผลและเข้าถึงข้อมูลได้ง่าย โครงการนี้นำเอาเทคโนโลยีโมดูล NodeMCU -12E มาประยุกต์ใช้งานและใช้เซนเซอร์ในการวัดค่าความดันเพื่อให้ใช้งานได้สะดวกและแสดงผลค่าสัญญาณได้อย่างรวดเร็วและสามารถใช้เป็นประโยชน์ทางการแพทย์ได้

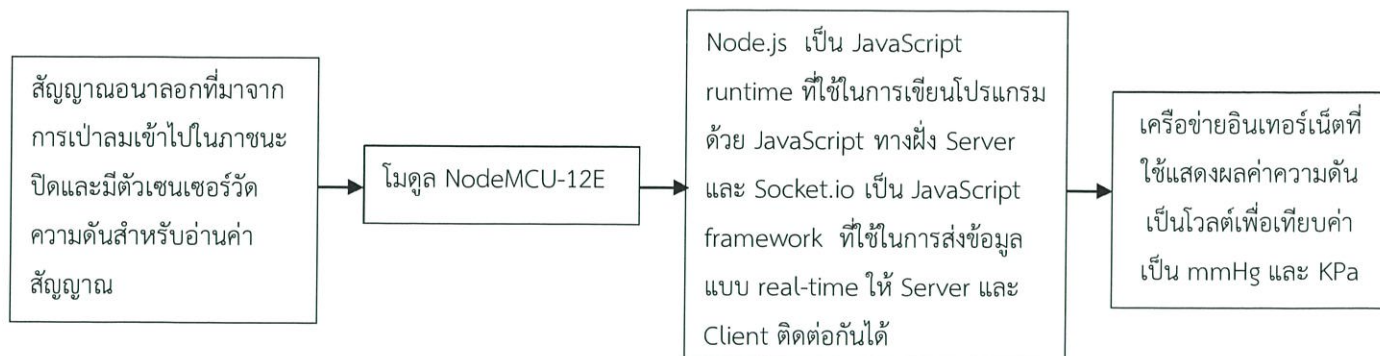
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

- 1 ออกแบบสร้างเครื่องวัดปริมาตรในปอดใช้การแสดงผลทางอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายระยะไกลเพื่อใช้ประโยชน์ทางการแพทย์
- 2 เพื่อฝึกฝนทักษะในการเขียนโปรแกรมในการติดต่อฐานข้อมูลและกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไร้สายได้
- 3 เพื่อพัฒนาและศึกษาหลักการการทำงานและเข้าใจถึงปัญหาที่พบของโมดูล NodeMCU-12E ในการส่งข้อมูลไปยังเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย

1.3 แนวคิดของโครงการ

ตามกฎหมายของ Boyle เมื่อมีการถ่ายเทก๊าซในระหว่งภาชนะปิด ผลคูณของปริมาตรและความดันจะมีค่าคงที่ ดังนั้นเมื่อต้องการทราบปริมาตรของปอด ทำได้โดยการถ่ายเทก๊าซในปอดไปยังภาชนะปิดซึ่งทราบค่าวัดความดันและคำนวณปริมาตรของปอดได้ การแสดงผลการวัดข้างต้นสามารถลดค่าใช้จ่ายในการเก็บและแสดงผลได้โดยส่งสัญญาณที่วัดได้จากเซนเซอร์วัดความดัน ผ่านตัวโมดูล NodeMCU-12E โดยการเขียนโปรแกรมหน้าเว็บฝั่ง server ก่อน แล้วตามด้วยฝั่ง client โดย source code 2 files นั้นจะอยู่ใน folder เดียวกันและทำการติดต่อกับ Framework ทั้ง Node.js ซึ่งเป็น JavaScript runtime ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมด้วย JavaScript ทางฝั่ง Server และ Socket.io เป็น JavaScript framework ที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบ real-time และให้ข้อมูลฝั่ง Server และ Client นั้นติดต่อกันได้ เพื่อนำข้อมูลที่ส่งมาจาก NodeMCU-12E ไปแสดงไว้บนหน้าเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 หลักการของการส่งสัญญาณที่วัดได้จากเซนเซอร์ความดันผ่านตัวโมดูล NodeMCU-12E

เข้าใจหลักการทำงานและการเขียนโปรแกรมของโมดูล NodeMCU-12E ในการติดต่อกับอินเทอร์เน็ตโดยใช้เซนเซอร์วัดสัญญาณความดันแล้วส่งข้อมูลไปยังโมดูล NodeMCU-12E ในการติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเพื่อให้เห็นผลค่าความดันที่วัดได้ปรากฏบนหน้าจอบราวเซอร์และสามารถเรียกใช้หรือทำการแก้ไขได้ตลอดเวลา

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1. ผลงานที่ได้สามารถนำไปใช้งานได้จริงและมีประสิทธิภาพเป็นไปตามข้อกำหนดต่างๆ
2. สามารถแสดงผลที่วัดจากเซนเซอร์วัดความดันมาแสดงผลบนหน้าจอบราวเซอร์ผ่านอินเทอร์เน็ตแบบไร้สายได้โดยใช้โมดูล NodeMCU-12E
3. สามารถเขียนโปรแกรมที่ใช้สร้างเว็บไซต์และติดต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตได้











1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถส่งข้อมูลและเรียกใช้สัญญาณต่างๆทางอินเทอร์เน็ตได้สะดวกมากขึ้น
2. ได้รับความรู้ในการเขียนโปรแกรมภาษา C ในโมดูล NodeMCU-12E ในการติดต่อแบบไร้สาย
3. สามารถได้รับข้อมูลที่รวดเร็วที่มีคุณภาพในการแสดงผ่านอินเทอร์เน็ตแม้จะอยู่บริเวณใดก็ตาม
4. เข้าใจระบบและสามารถแสดงผลสัญญาณความดันที่วัดได้ออกทางอินเทอร์เน็ตในระยะไกลได้
5. เพิ่มทักษะ และ ความสามารถในการทำงานภายใต้แรงกดดันในการทำงานคนเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 การดำเนินโครงการ

1.6.1 ตารางแผนผังเวลาการดำเนินโครงการ

ระยะเวลาการดำเนินงาน ลำดับขั้นการดำเนินงาน	มกราคม	กุมภาพันธ์	มีนาคม	เมษายน
1. ศึกษาข้อมูลออกแบบ และเขียนโปรแกรม	 			
2. สร้างภาชนะปิดที่ใช้ในการ เป่าสำหรับวัดความดัน		 		
3. ทดสอบผล			 	
4. ปรับแต่งและบันทึกผล ขั้นสุดท้าย			 	
5. จัดทำรูปเล่มโครงการ		 		



ระยะเวลาที่วางแผนไว้



ระยะเวลาจริง

ตารางที่ 1.6.1 ตารางแผนผังเวลาการดำเนินโครงการ

1.7 โครงสร้างของรายงาน

รายงานฉบับนี้เป็นผลจากการศึกษาค้นคว้า และทดลองตลอดภาคการศึกษาแล้วนำเสนอเป็นบทตอนดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึง บทนำ ความเป็นมาของโครงการ และวัตถุประสงค์

บทที่ 2 กล่าวถึง หลักการและทฤษฎีต่างๆ

บทที่ 3 กล่าวถึง การออกแบบโปรแกรม การออกแบบวงจร คุณสมบัติของวงจร และการเลือกใช้อุปกรณ์

บทที่ 4 กล่าวถึง การทดสอบคุณสมบัติ การทดลอง และผลการทดลอง

บทที่ 5 กล่าวถึง วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการและทฤษฎี

2.1 ความหมายของ IoT

ความหมายของ Internet of Things (IoT) เทคโนโลยี Internet of Things (IoT) หรือ “อินเทอร์เน็ตในทุกสิ่ง” หมายถึง การที่สิ่งต่างๆ ถูกเชื่อมโยงทุกอย่างเข้าสู่โลกอินเทอร์เน็ต ทำให้มนุษย์สามารถสั่งการ ควบคุมใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เช่น การสั่งเปิด-ปิด อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า รถยนต์ โทรศัพท์มือถือ เครื่องมือสื่อสาร เครื่องใช้สำนักงาน เครื่องมือทางการแพทย์ เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม อาคาร บ้านเรือน เครื่องใช้ในชีวิตประจำวันต่างๆ ผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เป็นต้น โดยเทคโนโลยีนี้จะเป็นทั้งประโยชน์อย่างมหาศาล และความเสี่ยงไปพร้อมๆ กัน เพราะหากระบบรักษาความปลอดภัยของอุปกรณ์และเครือข่ายอินเทอร์เน็ตไม่ดีพอ จะทำให้ผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามากระทำการที่ไม่พึงประสงค์ต่ออุปกรณ์ข้อมูลสารสนเทศหรือความเป็นส่วนตัวของบุคคลได้ ดังนั้น การพัฒนาไปสู่ Internet of Things จึงมีความจำเป็นต้องพัฒนามาตรการและเทคนิคในการรักษาความปลอดภัยไอทีควบคู่กันไปด้วย

Internet of Things (IoT) หรือบางแห่งเรียก M2M ย่อมาจาก Machine to Machine คือ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ตที่เชื่อมอุปกรณ์กับเครื่องมือต่างๆ เช่น โทรศัพท์มือถือ รถยนต์ ตู้เย็น โทรทัศน์ และอื่นๆ เข้าไว้ด้วยกัน โดยการเชื่อมโยงช่วยให้สื่อสารกันได้ผ่านระบบอินเทอร์เน็ต จากการคาดการณ์ ในปี ค.ศ. 2020 สิ่งต่างๆ กว่าแสนล้านชิ้นจะสามารถเชื่อมต่อกันได้ด้วยระบบ IoT ซึ่งจะส่งผลให้ผู้บริโภคทั่วไปจะเริ่มคุ้นเคยกับเทคโนโลยีที่ทำให้พวกเขา สามารถควบคุมสิ่งของต่างๆ ทั้งจากในบ้านและสำนักงานหรือจากที่ไหนก็ได้ทั้งนั้น

ปัจจัยสำคัญในการทำให้เกิด IoT ได้คือ การบรรจุอุปกรณ์สมองกลฝังตัวหรือ embedded system device เข้าไปใน “สิ่งของ” หรือเครื่องมือ เครื่องใช้ต่างๆ มีตัวจับหรือเซนเซอร์เพื่อตรวจจับวัดค่าที่สนใจ แล้วส่งมายังส่วนสมองกล เพื่อส่งต่อมายังส่วนประมวลผลกลางและฐานข้อมูลผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ในส่วนหลังนี้มีชื่อเรียกด้วยคำศัพท์สมัยใหม่ว่า คลาวด์เซิร์ฟเวอร์ (cloud server)

ด้วยการนำอุปกรณ์สมองกลฝังตัวบรรจุลงใน “สิ่งของ” ต่างๆ ทำให้ “สิ่งของ” เหล่านั้นทำงานในแบบอัจฉริยะได้ อุปกรณ์เครื่องใช้ต่างๆ ในบ้าน ในโรงงาน ในที่ทำงาน ในยานพาหนะ ล้วนแล้วแต่ใช้ระบบสมองกลฝังตัวมากขึ้น ทำให้มันทำงานได้ด้วยตัวเอง และ/หรือรวมเข้าเป็นส่วนหนึ่งของระบบใหญ่เกิดการเชื่อมโยงการทำงานเป็นระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Security of Everything •Internet of Things (IoT) ปัจจุบันมีคำว่า Internet of Everything (IoE) ถูกบัญญัติขึ้น ความหมายของ IoE ก็คือ ทุกสิ่งในชีวิตประจำวันของเราส่วนใหญ่ล้วนแต่เชื่อมกับอินเทอร์เน็ต ไม่เฉพาะคอมพิวเตอร์หรือ แท็บเล็ต สมาร์ทโฟนอีกต่อไปแต่ หมายถึงอุปกรณ์ไฟฟ้ารอบตัว เช่น Smart TV Smart Device ต่างๆ ที่ใช้เทคโนโลยี RFID หรือ NFC จากงานวิจัยหลายสำนัก สรุปได้ว่า จำนวน IP Devices ของโลกจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าในอนาคต อันใกล้นี้ปัญหาด้านความมั่นคงปลอดภัยไซเบอร์จะต้องตามมาอย่างแน่นอน เพราะอุปกรณ์รอบตัวเราในชีวิตประจำวันกลายเป็น อุปกรณ์ที่ต่อเชื่อมออนไลน์ ตลอดเวลา กับอินเทอร์เน็ตนั่นหมายถึงแฮกเกอร์จากทั่วโลกรวมทั้งผู้ผลิตอุปกรณ์ IP Devices ดังกล่าวสามารถเข้าถึงอุปกรณ์ในบ้านเราได้ทันทีถ้าเราป้องกันอุปกรณ์ไม่ดีพอ หรืออุปกรณ์มีช่องโหว่ก็จะทำให้เกิดปัญหา ด้านความมั่นคงปลอดภัยตามมาอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

การแพร่กระจายของ IoT จะต้องใช้ระยะเวลา ซึ่งเกี่ยวข้องกับการพัฒนาของเทคโนโลยี พื้นฐานความก้าวหน้าของ network ไร้สาย และมาตรฐานการสื่อสาร ปัจจุบัน IoT แบ่งตามการนำไปใช้ประโยชน์ได้เป็น 6 ประเภท โดยจะอยู่กลุ่มหลัก ๆ คือ กลุ่มข้อมูลและการวิเคราะห์ (Information and Analysis) และกลุ่มระบบตอบสนองอัตโนมัติและควบคุม (Automation and Control)

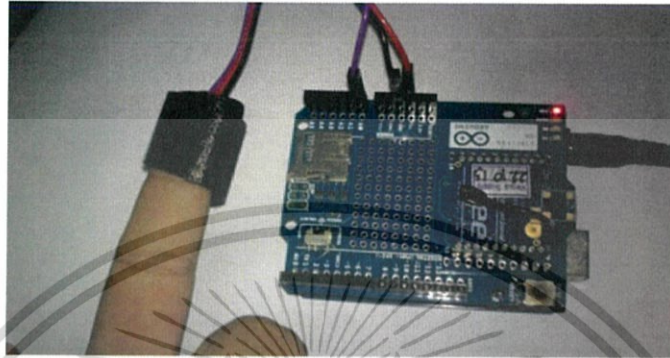
1. Information and Analysis •Tracking behaviour IoT สามารถใช้เป็นประโยชน์ในการติดตามพฤติกรรม รวมทั้ง ติดต่อบริษัทกับสินค้า เช่น บริษัทขายปลีก ตัวเซ็นเซอร์จะช่วยรวบรวมข้อมูลของสมาชิกและเสนอส่วนลดสินค้าเมื่อมีการกลับมาซื้อสินค้าชนิดนั้นซ้ำ



รูปที่ 2.1.1 แสดงการติดต่อกับบริษัทผ่านเว็บไซต์

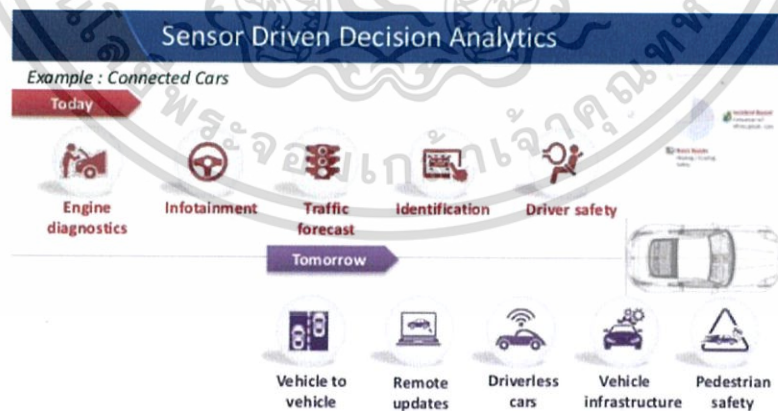
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Information and Analysis • Enhance situational awareness ข้อมูลที่ได้จากตัวเซ็นเซอร์สามารถรายงานสภาพของสิ่งแวดล้อม เพื่อจะช่วยให้เพิ่มประสิทธิภาพในการตัดสินใจ เช่น ระบบความปลอดภัยจะใช้ตัวเครือข่ายเซ็นเซอร์ ซึ่งรวมเอาระบบภาพ เสียง และ ตัวจับการสั่นสะเทือน เพื่อชี้ถึงบุคคลที่ไม่ได้รับอนุญาตเข้ามา



รูปที่ 2.1.2 แสดงการวิเคราะห์ข้อมูลรายบุคคล

3. Information and Analysis • Sensor –driven decision analytics IoT สามารถใช้ประโยชน์ในการวางแผนและการตัดสินใจระยะยาวที่ซับซ้อน โดยเทคโนโลยีจำเป็นต้องใช้การรวบรวมข้อมูลจำนวนมากและระบบคำนวณที่ใช้กับระบบซอฟต์แวร์ที่ทันสมัยที่จะสามารถแสดงข้อมูลกราฟฟิกสำหรับการวิเคราะห์ เช่น ในอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมชาติ การใช้ระบบเครือข่ายตัวเซ็นเซอร์ระบุตำแหน่งที่แม่นยำ จะช่วยลดค่าใช้จ่ายจำนวนมาก และยังปรับปรุงการขนส่งได้ดีขึ้น



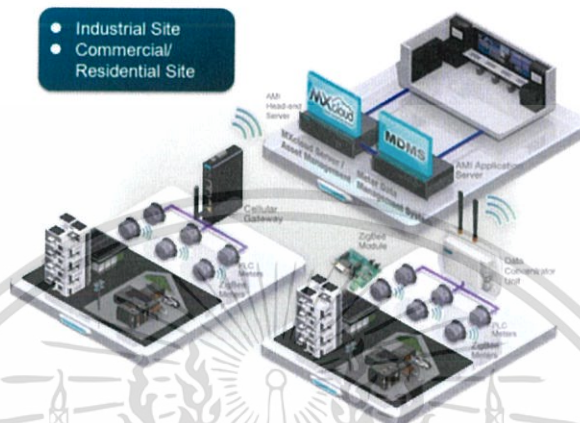
รูปที่ 2.1.3 แสดงการวางแผนและการตัดสินใจที่ซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Automation and Control • Process optimization ช่วยพัฒนากระบวนการต่าง ๆ ใน บางอุตสาหกรรม เช่น การผลิตสารเคมี ได้ทำการติดตั้งเซ็นเซอร์จำนวนมากเพื่อควบคุมระบบที่ดีกว่าโดยเซ็นเซอร์เหล่านี้จะช่วยรวบรวมข้อมูลไปยังระบบคอมพิวเตอร์เพื่อทำการเปลี่ยนแปลงกระบวนการอุตสาหกรรมต่างๆให้ดีขึ้น

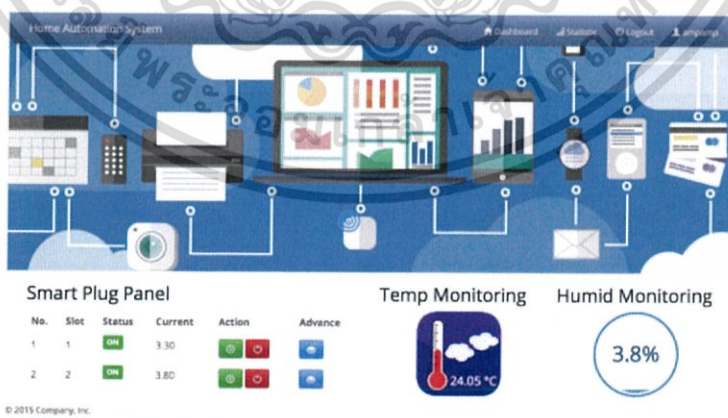
Industrial IoT in AMI

- Industrial Site
- Commercial/ Residential Site



รูปที่ 2.1.4 ใช้เซ็นเซอร์ควบคุมระบบในโรงงานให้ดีขึ้นได้

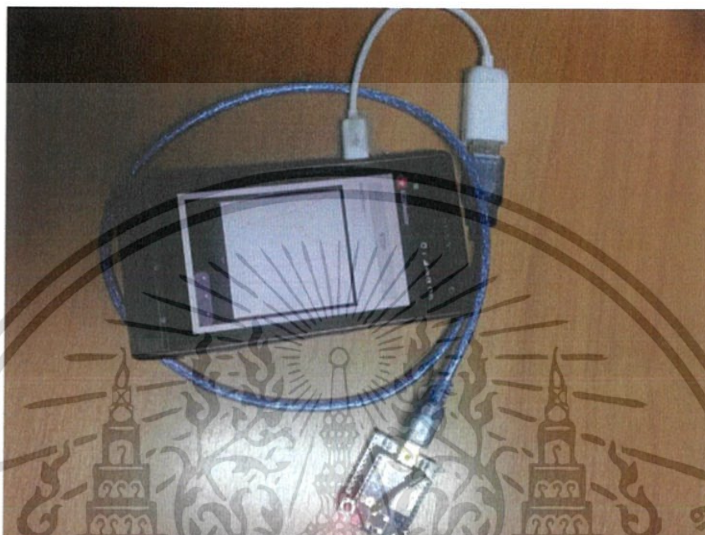
5. Automation and Control •Optimized resource consumption เครื่องใช้ตัวเซ็นเซอร์และตัวเซ็นเซอร์ ตอรับอัตโนมัติสามารถช่วยวิเคราะห์ ปริมาณการบริโภคทรัพยากร ได้อย่างเหมาะสม เช่น พลังงานน้ำในสหรัฐอเมริกาได้นำตัววัด smart ซึ่งช่วยแสดงการใช้พลังงานผ่านเครื่องมือที่สามารถแสดงให้เห็นถึงการใช้พลังงานและ ค่าใช้จ่ายตามที่เกิดขึ้นจริงแก่ลูกค้ารายย่อยและรายใหญ่ ด้วยข้อมูลการคิดราคา



รูปที่ 2.1.5 สามารถแสดงผ่านเครื่องมือ smart ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Automation and Control • Complex autonomous systems ระบบอัตโนมัติที่สมบูรณ์สามารถตอบสนองต่อสถานการณ์ปัจจุบันได้อย่างรวดเร็วโดยระบบนี้ได้เลียนแบบการตอบสนองของมนุษย์แต่ในระดับที่สูงกว่า เช่น ในอุตสาหกรรมรถยนต์ ราคาสูงได้มีการพัฒนาระบบเบรกอัตโนมัติเพื่อป้องกันการชนหรือระบบด้านสุขภาพซึ่งช่วยตรวจหาโรคหัวใจได้



รูปที่ 2.1.6 ระบบอัตโนมัติตอบสนองได้รวดเร็ว เช่น สมาร์ทโฟน

2.2 ประโยชน์ของ IoT

การใช้ประโยชน์จาก IoT โดยแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของผู้คน ชุมชน การดำรงชีวิตสมัยใหม่ผ่านเทคโนโลยี IoT เริ่มจาก นักเรียน นักศึกษาได้เรียนรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ IoT จนนำไปสู่การสร้างโครงการเพื่อส่งต่อหรือร้องขอข้อมูลเพื่อนำไปใช้ประโยชน์ ทำให้พวกเขาเป็นกลุ่มคนในอนาคตที่จะพัฒนาและบำรุงรักษาเทคโนโลยีต่อไป

ด้านชุมชนได้ใช้อุปกรณ์ IoT ในการตรวจสอบสภาพแวดล้อม การใช้พลังงาน ควบคุมสาธารณสุขโรคอย่างชาญฉลาด ช่วยให้เกิดความเป็นอยู่ที่ปลอดภัยเป็นปกติสุข

ด้านการดำรงชีวิตในรูปแบบเน้นไปที่เกษตรกร พวกเขาได้ใช้ประโยชน์จากอุปกรณ์ IoT ในการตรวจสอบสภาพดิน น้ำ อากาศ แล้วส่งข้อมูลผ่านระบบคลาวด์เพื่อนำมาประมวลผล จนนำไปสู่การตัดสินใจแก้ไข หรือปรับปรุงกรรมวิธีในการทำการเกษตร ส่งผลดีต่อปริมาณและคุณภาพของผลิตภัณฑ์ โดยมีการประสานความร่วมมือกับนักพัฒนาอุปกรณ์ IoT ที่มีการนำข้อมูลแบ่งปันกับนักวิชาการเกษตรในพื้นที่อื่นๆ ทั่วโลก เพื่อนำมาปรับปรุงอุปกรณ์ IoT ให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ใช้งาน ทำให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้อง นำไปสู่การตัดสินใจแก้ไขปัญหาหรือปรับปรุงกระบวนการผลิตของเกษตรกรได้อย่างถูกต้องมากที่สุดต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IoT นำมาซึ่งการพัฒนาเมืองอัจฉริยะหรือ Smart City ผู้คนในเมืองนี้ย่อมต้องการบริการต่างๆ ที่สะดวกสบายมากขึ้น อาทิ การเดินทางด้วยยานพาหนะที่ฉลาด จึงต้องพัฒนามีการพัฒนา IoV-Internet of Vehicle โดยมีการสร้างสาธารณูปโภคขั้นพื้นฐานให้รองรับ ก่อให้เกิดการเชื่อมต่อในลักษณะ V2I หรือ Vehicle to Infrastructure ไม่ว่าจะ เป็น อุปกรณ์บอกสัญญาณต่างๆ บอกตำแหน่ง บอกสภาพพื้นผิว การจราจร นอกจากนี้ ยานพาหนะจำเป็นต้องติดต่อสื่อสารกันเอง หรือ V2V-Vehicle to Vehicle ทั้งนี้ เพื่อให้เกิดการเดินทางที่รวดเร็ว สะดวก ปลอดภัย การสร้างเมืองอัจฉริยะจึงเกี่ยวข้องกับเทคโนโลยี หลากหลาย ไม่ว่าจะ เป็นการสื่อสารไร้สายที่ต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ต, ระบบสมองกลฝังตัว, เทคโนโลยี โครงข่ายตัวตรวจจับอัจฉริยะแบบไร้สาย,ระบบอาคารหรือบ้านอัตโนมัติ เป็นต้น

2.3 NodeMCU-12E โมดูลไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต

NodeMCU คือ แพลตฟอร์มหนึ่งที่ใช้ช่วยในการสร้างโปรเจกต์ Internet of Things (IoT) ที่ประกอบไปด้วย Development Kit (ตัวบอร์ด) และ Firmware (Software บนบอร์ด) ที่เป็น open source ทำให้ใช้งานได้ง่ายขึ้น มาพร้อมกับโมดูล WiFi (ESP8266) ซึ่งเป็นหัวใจสำคัญในการใช้เชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตนั่นเอง ตัวโมดูล ESP8266 นั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรุ่นมาก ตั้งแต่เวอร์ชันแรกที่เป็น ESP-01 ไล่ไปเรื่อยๆจนปัจจุบันมีถึง ESP-12 แล้ว และที่ฝังอยู่ใน NodeMCU version แรกนั้นก็ เป็น ESP-12 แต่ใน version2 นั้นจะใช้เป็น ESP-12E แทน ซึ่งการใช้งานโดยรวมก็ไม่แตกต่างกันมากนัก NodeMCU นั้นมีลักษณะคล้ายกับ Arduino ตรงที่มีพอร์ต Input Output build in มาในตัว สามารถเขียนโปรแกรมคอนโทรลอุปกรณ์ I/O ได้โดยไม่ต้องผ่านอุปกรณ์อื่นๆ และเมื่อไม่นานมานี้ก็มีนักพัฒนาที่สามารถทำให้ Arduino IDE ใช้งานร่วมกับ Node MCU ได้ จึงทำให้ใช้ภาษา C/C++ ในการเขียนโปรแกรมได้ ทำให้เราสามารถใช้งานมันได้หลากหลายมากยิ่งขึ้น NodeMCU ตัวนี้สามารถทำอะไรได้หลายอย่างมากโดยเฉพาะเรื่องที่เกี่ยวข้องกับ IoT ไม่ว่าจะ เป็นการทำ Web Server ขนาดเล็ก การควบคุมการเปิดปิดไฟผ่าน WiFi และอื่นๆอีกมากมาย

2.3.1 คุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญ มีดังนี้

1. ใช้โมดูล ESP8266-12E ที่ภายในมีไมโครคอนโทรลเลอร์ 32 บิต หน่วยความจำแบบแฟลช ความจุ 4 เมกะไบต์และวงจรวางจร WiFi ในตัว
2. มีชิป CP2102 สำหรับแปลงสัญญาณพอร์ต USB เป็น UART เพื่อเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ (ของเลียนแบบจะใช้ชิปเบอร์ CH340)
3. ใช้ไฟเลี้ยงภายนอก +5V มีวงจรวางจรควบคุมแรงดันไฟเลี้ยงสำหรับอุปกรณ์ 3.3V กระแสไฟฟ้าสูงสุด 800mA
4. มีขาพอร์ต SPI สำหรับติดต่อกับ SD การ์ด
5. มีสวิตช์ RESET และ FLASH สำหรับโปรแกรมเฟิร์มแวร์ใหม่
6. มีอินพุตเอาต์พุตดิจิตอล (ลอจิก 3.3V) รวม 16 ขา

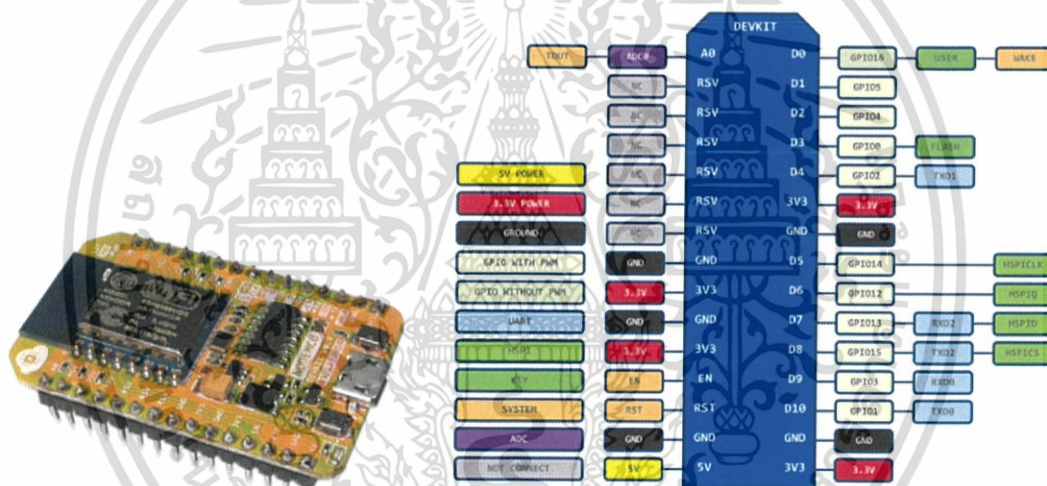
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. มีอินพุตอะนาล็อก 1 ช่อง รับแรงดันไฟตรง 0 ถึง +3.3Vdc เข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอล ความละเอียด 10 บิต (ที่อินพุตมีวงจรแบ่งแรงดัน เนื่องจากอินพุตอะนาล็อกของ ESP8266-12E รับแรงดันได้เพียง 0 ถึง 1V จึงต้องมีการต่อตัวต้านทานเพื่อช่วยลดแรงดันลงจาก +3.3V ให้เหลือไม่เกิน 1.0V)

8. เสียบลงบนบอร์ดเพื่อทำการทดลองได้ทันที หรือนำไปติดตั้งบนแผงวงจรประยุกต์ที่ออกแบบขึ้นเองได้สะดวก

2.3.2 NodeMCU Development Kit

ชุดพัฒนาบอร์ด NodeMCU หรือเรียกสั้นๆว่า NodeMCU DevKit ปัจจุบันมีอยู่ 2 เวอร์ชันด้วยกัน NodeMCU DevKit 0.9 (ESP-12) Version 0.9



รูปที่ 2.3.1 หน้าตาและขาต่างๆของ NodeMCU Version 0.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. กำลังส่ง +19.5dBm เมื่อทำงานในโหมด 802.11b
8. เมื่อทุกอย่างได้รับการจัดเตรียมมาพร้อม ด้านการเรียนรู้และใช้งานก็เพียงจ่ายไฟและเขียนโปรแกรมเพื่อให้ NodeMCU-12E ทำงาน

2.4 การเชื่อมต่อ NodeMCU กับเครือข่ายไร้สาย WiFi

ก่อนที่จะนำ NodeMCU-12E ไปเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตที่อยู่ภายนอก จะต้องเรียนรู้ และทำการทดลอง ทดสอบการเชื่อมต่อ NodeMCU-12E เข้ากับเครือข่ายภายในแบบไร้สายผ่าน WiFi หรือรู้จักกันในชื่อ Wireless LAN (WLAN) เสียก่อน

2.4.1 WiFi คืออะไร

WiFi เขียนได้ทั้ง WiFi หรือ Wi-Fi เป็นเทคโนโลยีที่รองรับการเชื่อมต่อเพื่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างอุปกรณ์หรือผ่านเครือข่ายในแบบไร้สายโดยใช้คลื่นวิทยุย่านความถี่ 2.4 GHz ชื่อของเทคโนโลยีที่ได้รับการกำหนดมาตั้งแต่แรกคือ WLAN หรือ Wireless Local Area Network หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า ไวร์เลสแลน หรือแลนไร้สายนั่นเอง โดยเทคโนโลยีนี้มีมาตรฐานรองรับที่กำหนดโดย IEEE หรือสถาบันวิศวกรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เป็นรหัส IEEE802111

ดังนั้นชื่อย่อที่แท้จริงของเทคโนโลยีคือ WLAN ส่วนชื่อ WiFi เป็นชื่อของการรับรองว่าอุปกรณ์นั้นๆ ได้ผ่านการทดสอบให้เป็นไปตามมาตรฐาน IEEE802.11 ที่ออกโดย WiFi Alliance ซึ่งจะได้รับเครื่องหมายการค้า WiFi CERTIFIED มาติดในบรรจุภัณฑ์ของอุปกรณ์นั้นๆ ด้วย จึงทำให้นิยมเรียกระบบ WLAN ว่า WiFi มากกว่า



รูปที่ 2.4.1 ภาพแสดงการใช้ WiFi กับ IoT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 วิธีการเชื่อมต่อเข้าสู่อินเทอร์เน็ต

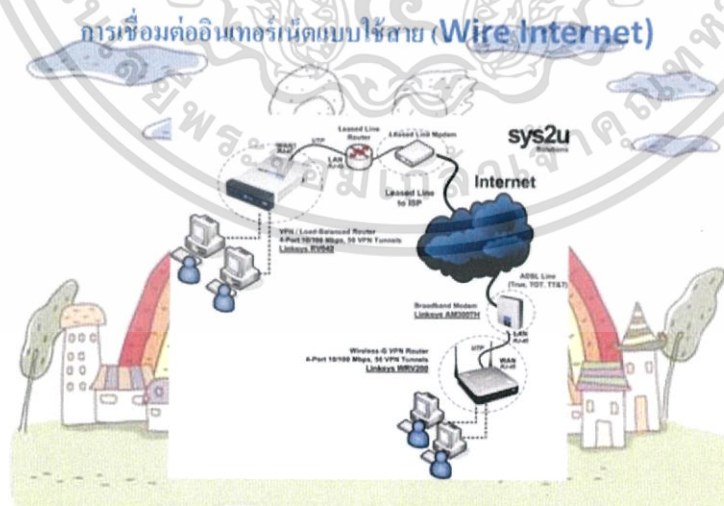
การเชื่อมโยงโดยตรงด้วยเกตเวย์เป็นการเชื่อมโยงเครือข่ายคอมพิวเตอร์ เข้ากับ Backbone ของอินเทอร์เน็ต โดยผ่านเกตเวย์ (Gateway) หรือ IP Router สายสื่อสารความเร็วสูงมาก มักใช้กับองค์กรขนาดใหญ่ เนื่องจากมีค่าใช้จ่ายสูงมาก การเชื่อมต่อผ่าน Internet Service Providers (ISP) เป็นการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์ เข้าสู่อินเทอร์เน็ตโดยผ่านบริษัทผู้ให้บริการจัดสรรการเชื่อมโยง

2.5.1 รูปแบบการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ต

การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบใช้สาย (Wire Internet)

1. การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตรายบุคคล (Individual Connection) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตรายบุคคล คือ การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตจากที่บ้าน (Home user) ซึ่งยังต้องอาศัยคู่สายโทรศัพท์ในการเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต ผู้ใช้ต้องสมัครเป็นสมาชิกกับผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ตก่อน จากนั้นจะได้เบอร์โทรศัพท์ของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต รหัสผู้ใช้ (User name) และรหัสผ่าน (Password) ผู้ใช้จะเข้าสู่ระบบอินเทอร์เน็ตได้โดยใช้โมเด็มที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้หมุนไปยังหมายเลขโทรศัพท์ของผู้ให้บริการอินเทอร์เน็ต จากนั้นจึงสามารถใช้งานอินเทอร์เน็ตได้

2. การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบองค์กร (Corporate Connection) การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบองค์กรนี้จะพบได้ทั่วไปตามหน่วยงานต่างๆ ทั้งภาครัฐและเอกชน หน่วยงานต่างๆ เหล่านี้จะมีเครือข่ายท้องถิ่น (Local Area Network : LAN) เป็นของตัวเอง ซึ่งเครือข่าย LAN นี้เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตตลอดเวลาผ่านสายเช่า (Leased line) ดังนั้น บุคลากรในหน่วยงานจึงสามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้ตลอดเวลา การใช้อินเทอร์เน็ตผ่านระบบ LAN ไม่มีการสร้างการเชื่อมต่อ (Connection) เหมือนผู้ใช้รายบุคคลที่ยังต้องอาศัยคู่สายโทรศัพท์ในการเข้าสู่เครือข่ายอินเทอร์เน็ต



รูปที่ 2.5.1 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบใช้สาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย (Wireless Internet)

1. การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย ผ่านเครื่องโทรศัพท์บ้านเคลื่อนที่ PCT เป็นการเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตผ่านคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (Note book) และคอมพิวเตอร์แบบพกพา (Pocket PC) ผู้ใช้จะต้องมี โมเด็มชนิด PCMCIA ของ PCT ผู้ใช้สามารถใช้อินเทอร์เน็ตได้ ในเขตกรุงเทพ และปริมณฑลได้

2. การใช้งานอินเทอร์เน็ตผ่านโทรศัพท์มือถือโดยตรง (Mobile Internet)

2.1 WAP (Wireless Application Protocol) เป็นโปรโตคอลมาตรฐานของอุปกรณ์ไร้สายที่ใช้งานบนอินเทอร์เน็ต ใช้ภาษา WML (Wireless Markup Language) ในการพัฒนาขึ้นมา แทนการใช้ภาษา HTML (Hypertext markup Language) ที่พบในโทรศัพท์มือถือปัจจุบัน หลายๆยี่ห้อ จะสนับสนุนการใช้ WAP เพื่อท่องอินเทอร์เน็ต ซึ่งมีความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่ 9.6 kbps และการใช้ WAP ท่องอินเทอร์เน็ตนั้น จะมีการคิดอัตราค่าบริการเป็นนาทีซึ่งยังมีราคาแพง

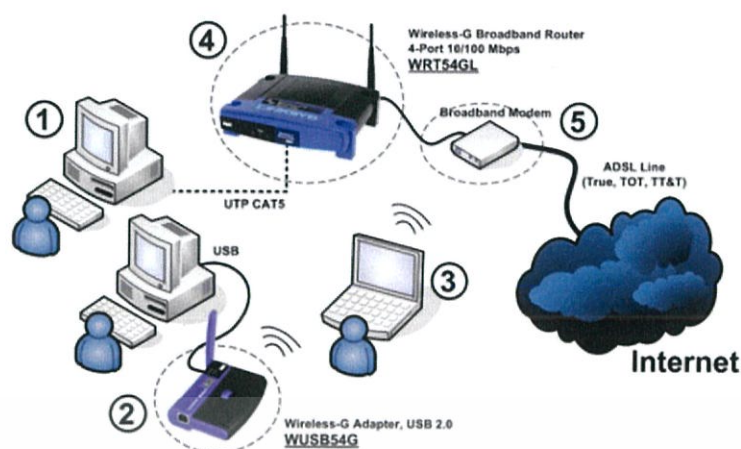
2.2 GPRS (General Packet Radio Service) เป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาขึ้นเพื่อให้โทรศัพท์มือถือสามารถเชื่อมต่อกับอินเทอร์เน็ตด้วยความเร็วสูง และสามารถส่งข้อมูลได้ในรูปแบบของมัลติมีเดีย ซึ่งประกอบด้วย ข้อความ ภาพกราฟิก เสียง และวิดีโอ ความเร็วในการรับส่งข้อมูลด้วยโทรศัพท์ที่สนับสนุน GPRS อยู่ที่ 40 kbps ซึ่งใกล้เคียงกับโมเด็มมาตรฐานซึ่งมีความเร็ว 56 kbps อัตราค่าบริการคิดตามปริมาณข้อมูลที่รับ-ส่ง ตามจริง ดังนั้นจึงทำให้ประหยัดกว่าการใช้ WAP และยังสื่อสารได้รวดเร็วขึ้นด้วย

2.3 โทรศัพท์ระบบ CDMA (Code Division Multiple Access) ระบบ CDMA นั้น สามารถรองรับการสื่อสารไร้สายความเร็วสูงได้เป็นอย่างดี โดยสามารถทำการรับส่งข้อมูลได้สูงสุด 153 Kbps ซึ่งมากกว่าโมเด็มที่ใช้กับโทรศัพท์ตามบ้านที่เชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้เพียง 56 kbps นอกจากนี้ ระบบ CDMA ยังสนับสนุนการส่งข้อมูลระบบมัลติมีเดียได้ด้วย

2.4 เทคโนโลยีบลูทูธ (Bluetooth Technology) เทคโนโลยีบลูทูธถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้กับการสื่อสารแบบไร้สาย โดยใช้หลักการการส่งคลื่นวิทยุ ที่อยู่ในย่านความถี่ระหว่าง 2.4 - 2.4 GHz ในปัจจุบันนี้ได้มีการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆที่ใช้เทคโนโลยีไร้สายบลูทูธเพื่อใช้ในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายๆชนิด เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก คอมพิวเตอร์พ็อคเก็ตพีซี

3. การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตด้วยโน้ตบุ๊ก (Note book) และ เครื่องปาล์ม (Palm)

ผ่านโทรศัพท์มือถือที่สนับสนุนระบบ GPRS โทรศัพท์มือถือที่สนับสนุน GPRS จะทำหน้าที่เสมือนเป็นโมเด็มให้กับอุปกรณ์ที่นำมาพ่วงต่อ ไม่ว่าจะเป็น Note Book หรือ Palm และในปัจจุบันบริษัทที่ให้บริการโทรศัพท์เคลื่อนที่ได้มีการผลิต SIM card ที่เป็น Internet SIM สำหรับโทรศัพท์มือถือเพื่อให้สามารถติดต่อกับอินเทอร์เน็ตได้สะดวกและรวดเร็วมากขึ้น



รูปที่ 2.5.1 การเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย

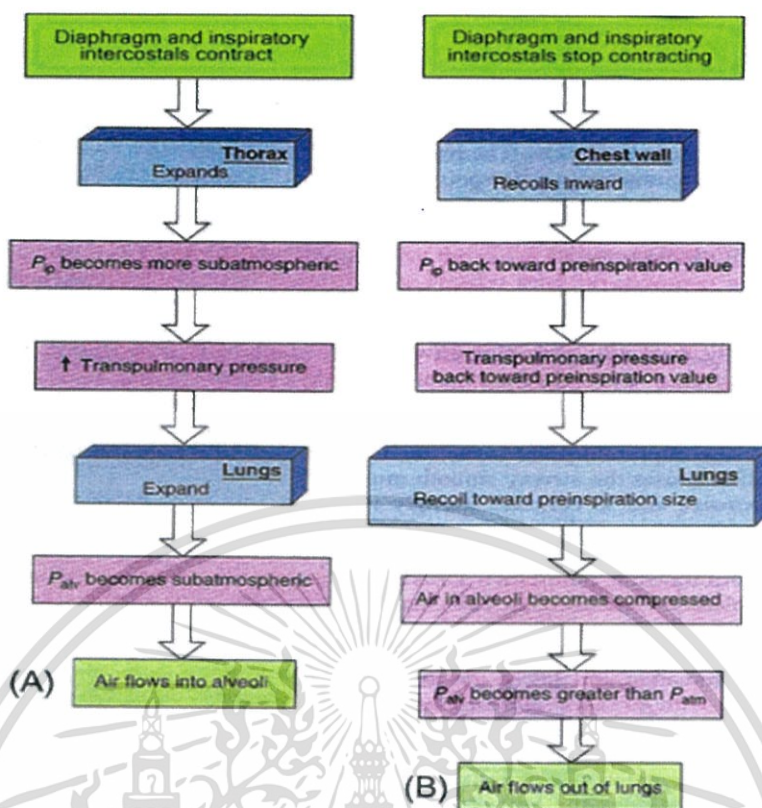
2.6 กระบวนการหายใจ

กระบวนการหายใจมี 2 กระบวนการคือกระบวนการหายใจเข้า และกระบวนการหายใจออก ทั้งสองกระบวนการเกิดขึ้นได้เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตรและความดันของช่องอกซึ่งเป็นไปตามกฎของบอยล์ (Boyle's law) ที่มีหลักการว่า ที่อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรและความดันของก๊าซในภาชนะบรรจุที่มีโมเลกุลของก๊าซคงที่ จะมีความสัมพันธ์ในทางผกผัน กล่าวคือเมื่อปริมาตรเพิ่มขึ้น ความดันของก๊าซจะลดลง และเมื่อปริมาตรลดลง ความดันจะเพิ่มขึ้น

1. กระบวนการหายใจเข้า การหายใจเข้าเกิดขึ้นได้เมื่อมีการทำงานร่วมกัน ระหว่างกล้ามเนื้ออกซ์เทอร์นอลอินเตอร์คอสตอล กับ กะบังลมโดยที่กล้ามเนื้ออกซ์เทอร์นอลอินเตอร์คอสตอล หดตัว กะบังลมเคลื่อนตัวลงไปตามช่องท้องจะทำให้ซี่โครงยกตัวขึ้นทำให้ปริมาตรของช่องอกมากขึ้น ความดันภายในช่องอกลดลง ความดันอากาศภายนอก (ประมาณ 760 มิลลิเมตรปรอท) สูงกว่าความดันภายในช่องอก จึงดันอากาศเข้าสู่ปอดได้ ปรกติแล้วเมื่อการหายใจออกสิ้นสุดลง ความดันในช่องอกจะต่ำกว่าความดันภายนอก ประมาณ 4 มิลลิเมตรปรอท (มักเขียนเป็น -4 มิลลิเมตรปรอท เนื่องจากความดันต่ำกว่าความดันบรรยากาศ) เมื่อมีการเพิ่มปริมาตร ของช่องอก ความดันลดลงเป็น -6 มิลลิเมตรปรอท ดังนั้น การที่อากาศเข้าสู่ปอดได้ เนื่องจากการขยายตัวของช่องอก ปอดขยายตัวตาม ความดันในปอดจึงลดลงประมาณ 2-3 มิลลิเมตรปรอท

2. กระบวนการหายใจออก กระบวนการ นี้เป็นการคืนสภาพปรกติของกล้ามเนื้อ อกซ์เทอร์นอลอินเตอร์คอสตอล เป็นสภาพการคลายตัวของกล้ามเนื้อ ทำให้ซี่โครงยุบตัวลง กะบังลมเคลื่อนที่มาทางช่องอก ขณะที่มีการทำงานของกล้ามเนื้ออกซ์เทอร์นอล อินเตอร์คอสตอล ทำให้ปริมาตรของช่องอกลดลง ทำให้ความดันของช่องอกเพิ่มจาก -6 มิลลิเมตรปรอท เกือบถึง -4 มิลลิเมตรปรอท ความดันนี้มีผลถึงความดันภายในปอด ปอดจึงบีบตัวไล่อากาศออกมาได้ ดังนั้นการหายใจออกจึงมักจัดเป็นกระบวนการพาสซีฟ (passive process) ความดันของการไล่อากาศออกอาจเพิ่มถึง +3 ถึง +4 มิลลิเมตรปรอทจากเดิม -6 มิลลิเมตรปรอท ถ้ามีการใช้กล้ามเนื้อส่วนท้องช่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6.1 แผนผังสรุปกระบวนการหายใจเข้าและหายใจออกเป็นขั้นตอน

2.6.1 ปริมาตรของอากาศที่เกี่ยวข้องกับการหายใจ

ถ้าใช้สไปโรมิเตอร์หรือเรสไพโรมิเตอร์ (spirometer หรือ respirometer) วัดปริมาตรอากาศที่ผ่านเข้าออกจากปอด จะสามารถวัดได้หลายปริมาตรดังนี้

1. ปริมาตรไทดอล (tidal volume ; TD) หมายถึง ปริมาตรอากาศที่หายใจเข้าออกตามปกติ
2. ปริมาตรหายใจออกสำรอง (expiratory reserve volume; ERV) หมายถึง ปริมาตรอากาศที่หายใจออกอย่างเต็มที่ ภายหลังจากหายใจออกในสภาพปกติแล้ว
3. ปริมาตรหายใจเข้าสำรอง (inspiratory reserve volume; IRV) หมายถึง ปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าอย่างเต็มที่ ภายหลังจากหายใจเข้าตามปกติแล้ว
4. ปริมาตรตกค้าง (residual volume; RV) หมายถึง ปริมาตรของอากาศที่ยังหลงเหลืออยู่ในปอด ภายหลังจากหายใจออกอย่างเต็มที่แล้ว
5. ความจุในการดำรงชีวิต (vital capacity; VC) หมายถึง ปริมาตรของอากาศที่หายใจเข้าออกอย่างเต็มที่ ดังนั้นปริมาตรนี้จะเท่ากับปริมาตรไทดอล+ปริมาตรหายใจออกสำรอง+ปริมาตรหายใจเข้าสำรอง+ปริมาตรตกค้าง

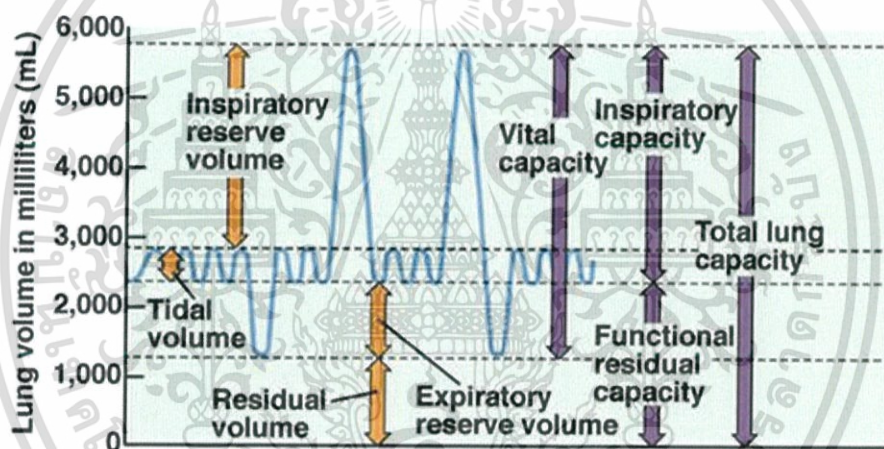
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ปริมาตรอากาศต่ำสุด (minimal air) หมายถึง ปริมาตรของอากาศที่เหลืออยู่ในปอดเมื่อบีบเอาอากาศที่อยู่ในปอดออกให้หมด แต่ยังมีอากาศส่วนนี้หลงเหลืออยู่เนื่องจากไม่สามารถบีบอากาศออกได้

7. ความจุปอดทั้งหมด (total lung capacity ; TLC) หมายถึง ปริมาตรอากาศที่ปอดสามารถบรรจุได้เต็มที่ ดังนั้นปริมาตรนี้จะเท่ากับความจุในการดำรงชีวิต + ปริมาตรอากาศต่ำสุด

8. ความจุหลังการหายใจออกปกติ (functional expiratory capacity ; FEC) หมายถึง ปริมาตรทั้งหมดของอากาศที่หลงเหลืออยู่ในปอด ภายหลังจากการหายใจออกตามปกติ

9. เดด สเปส (dead space) หมายถึง อากาศที่พบที่ทางเดินหายใจ ภายหลังจากการหายใจออก แยกได้ 2 กรณีคือ แอนาโตมิก เดด สเปส (anatomic dead space หมายถึง อากาศ ที่พบบนทางเดินอากาศ ตั้งแต่จมูกลงไปจนถึงถุงลม ปริมาณอากาศส่วนนี้ไม่เกี่ยวข้องกับการแลกเปลี่ยนก๊าซอีกกรณีหนึ่งคือฟิสิโอโลจิคอล เดด สเปส (physiological dead space) หมายถึงปริมาณอากาศที่พบเหลืออยู่ในถุงลมและไม่มีการแลกเปลี่ยนก๊าซพบในปอดที่ผิดปกติ เช่น กรณีของโรคถุงลมโป่งพองในคน เป็นต้น



รูปที่ 2.6.2 แผนผังแสดงปริมาตรของอากาศที่ไหลเวียนผ่านปอดในกระบวนการหายใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Valsalva maneuver

การทำวอลซอลวา Valsalva maneuver เป็นการบังคับอากาศออกจากร่างกายด้วยการปิดปาก บีบจมูก แล้วพยายามหายใจออกทางจมูก อากาศจะพยายามหาทางออก โดยไปทางหูแทน วิธีนี้ใช้เพื่อปรับความดันภายในหูเมื่อเราเดินทางผ่านระดับความสูงที่ต่างกัน

ข้อปฏิบัติของการปรับความดัน

1. ปรับความดันทันทีตั้งแต่เริ่มดำนํ้า และปรับความดันบ่อยๆ
2. อย่ารอนจนกระทั่งรู้สึกไม่สบายในหู แล้วค่อยปรับ ให้ปรับความดันก่อนจะรู้สึกไม่สบายในหู
3. หากมีปัญหาในการปรับ ให้ลอยตัวขึ้นมาเล็กน้อยและลองใหม่ หากยังปรับไม่ได้ ให้ยกเลิกการดำน้ำครั้งนั้น
4. รักษาตำแหน่งของร่างกายให้อยู่ในท่าเอาขาลง เพราะจะทำให้ท่อ Eustachian เปิดง่าย
5. อย่าพยายามทำการปรับแบบ Valsalva Maneuver อย่างรุนแรงหรือต่อเนื่อง เพราะจะทำอันตรายกับแก้วหู และไม่ควรเพิ่มแรงกดดันวิธีนี้นานเกินห้าวินาทีด้วย

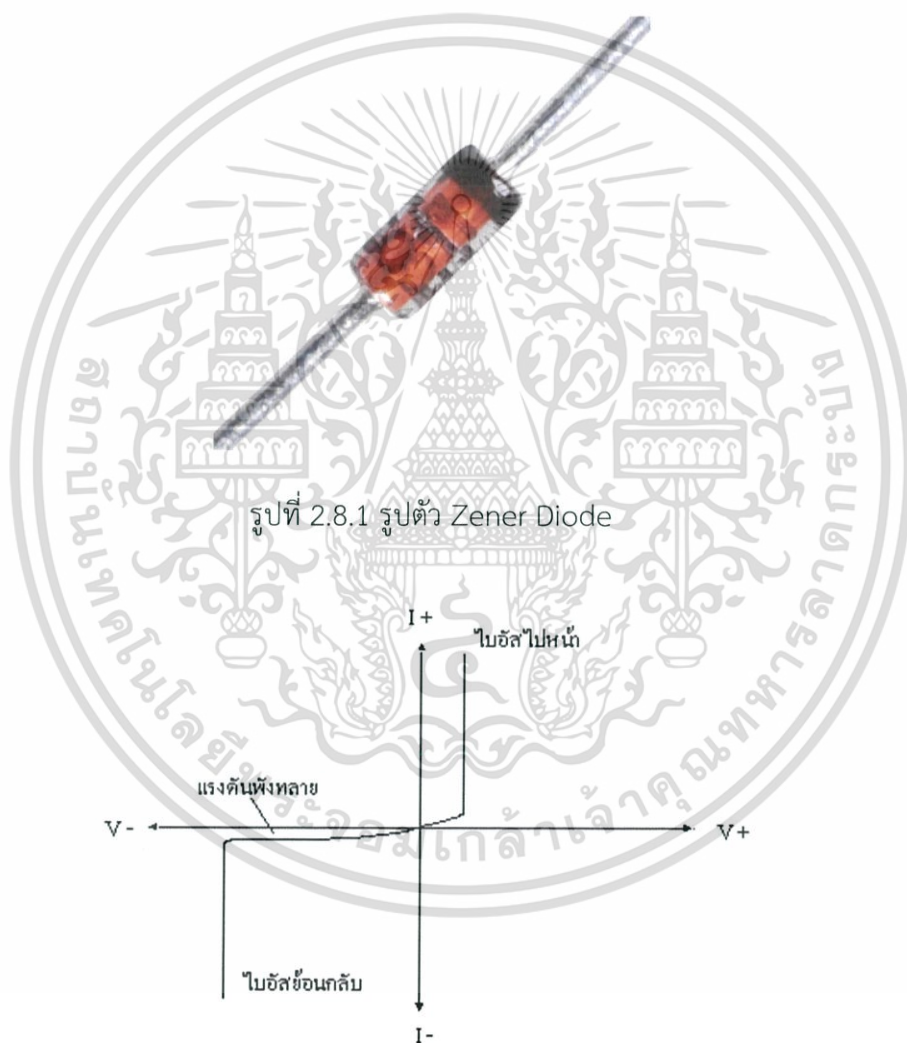


รูปที่ 2.7.1 การทำวอลซอลวา Valsalva maneuver

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ซีเนอร์ไดโอด

ใช้เบอร์ 5231B แปลงแรงดันให้เหลือ 5V เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำจัดอยู่ในจำพวกไดโอด แต่ใช้งานเพื่อนำกระแสเมื่อได้รับไบอัสกลับ และระดับแรงดันไบอัสกลับที่นำซีเนอร์ไดโอดไปใช้งานได้เรียกว่า ระดับแรงดันพังทลายซีเนอร์ (Zener Breakdown Voltage ; V_z) ซีเนอร์ไดโอดจะมีแรงดันไบอัสกลับ (V_r) น้อยกว่า V_z เล็กน้อย ไดโอดประเภทนี้เหมาะที่จะนำไปใช้ควบคุมแรงดันที่โหลดหรือวงจรที่ต้องการแรงดันคงที่ เช่น ประกอบอยู่ในแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง หรือโวลเทจเรกูเลเตอร์ ซีเนอร์ไดโอดจะนำไปใช้งานในช่วงไบอัสกลับที่ค่าเบรคดาวน์ ที่เรียกว่า ซีเนอร์เบรคดาวน์ (Zener Berakdown) ซึ่งมักจะเรียกว่า แรงดันซีเนอร์เบรคดาวน์ (Zener Berakdown Voltage) เป็นค่าแรงดันที่ตัว ซีเนอร์ไดโอดทำการควบคุมให้คงที่ตลอดเวลา



รูปที่ 2.8.1 รูปตัว Zener Diode

รูปที่ 2.8.2 กราฟลักษณะสมบัติทางไฟฟ้าของซีเนอร์ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 sensor

Sensor คืออุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆเช่นอุณหภูมิ เสียง แสง การสัมผัส เป็นต้น

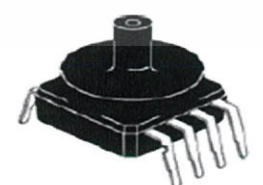
ปัจจุบันมีการนำระบบ sensor มาใช้บนโทรศัพท์มือถือ ในหลายรูปแบบ เช่น G-sensor ระบบตรวจจับความเคลื่อนไหว Accelerometer Sensor ระบบหมุนภาพ อัตโนมัติ Orientation Sensor เซ็นเซอร์ปรับมุมมองหน้าจอ Sound Sensor เซ็นเซอร์ตรวจจับระดับเสียง Magnetic Sensor ตรวจจับความเข้มสนามแม่เหล็ก Light Sensor ตรวจจับแสงสว่างสำหรับการปรับแสงบนหน้าจออัตโนมัติ และ Proximity Sensor ระบบเปิด/ปิดหน้าจออัตโนมัติขณะสนทนาแนบหู เป็นต้น ซึ่งเรามักพบคุณสมบัติเหล่านี้ได้กับโทรศัพท์มือถือ แบบ smartphone ทั้งในระบบ iOS และ Android OS

2.9.1 เซ็นเซอร์ตรวจจับความดัน (PRESSURE SENSOR)

Pressure Sensor คือ อุปกรณ์ตรวจจับความดันของก๊าซหรือเหลว เซ็นเซอร์จะส่งสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีความสัมพันธ์กับความดันเซนเซอร์ถูกสร้างให้มีเยื่อบางที่สามารถโค้งงอตามความดันซึ่งระดับความโค้งงอสามารถวัดได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความต้านทาน หรือ การเปลี่ยนแปลงของการเก็บประจุในการพัฒนา เซ็นเซอร์แรกเริ่มทำด้วยวิธีการประดิษฐ์โครงสร้างจุลภาคบนพื้นผิว (Surface Micromachining) วัดความดันที่เปรียบเทียบความดันทั้งสองด้าน เช่น ด้านเข้าและออกได้ เพื่อตรวจสอบการอุดตันของระบบหรือไม่

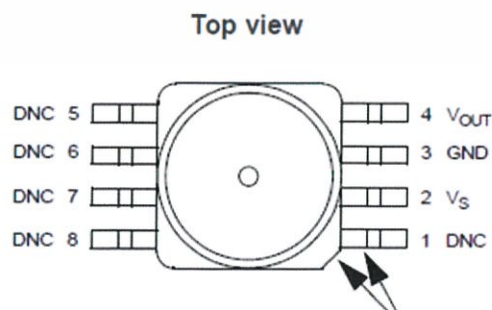
เหมาะสำหรับการตรวจสอบการอุดตันของแผ่นกรองอากาศเป็นต้นสำหรับใช้งานในช่วงความดันต่างๆ เพื่อประยุกต์ใช้ในอุตสาหกรรมยานยนต์ และ เซ็นเซอร์ตรวจจับแรงดันในเส้นเลือด เป็นต้น สำหรับในปัจจุบันได้มีการนำโครงสร้างของเซ็นเซอร์ประเภทนี้มาพัฒนาเป็นระบบการวัดแรงดันน้ำและแรงดันลม (Pressure Transmitter) ที่มีความละเอียดสูงสำหรับงานอุตสาหกรรมปรับอากาศและการเกษตร TMSPI คือ อุปกรณ์ตรวจจับความดันของก๊าซและของเหลว ของ TMEC เป็นโครงสร้างแบบ piezo-resistive micro-machine pressure sensor โดยโครงสร้างดังกล่าวมีความแม่นยำสูง และการตอบสนองเป็นเชิงเส้นดี สิ้นค้ามี 2 ชนิด สามารถวัดได้ในระดับแรงดัน 0-10 bars และ 0-15 bars โดยใช้แพ็คเกจมาตรฐานแบบ Ceramic QFN 5x5mm 8 lead

2.9.2 เซ็นเซอร์ตรวจจับความดันเบอร์ MPXV 5004G เป็นเซนเซอร์วัดความดันที่มีขนาด 0 ถึง 3.92 KPa ที่ได้นำมาใช้เพื่อวัดความดันลมจากการเป่าเข้าไปในภาชนะปิด



MPXV5004GC7U
Case 98ASB17759C

รูปที่ 2.9.1 เซนเซอร์ความดัน MPXV 5004G



รูปที่ 2.9.1 Top view เซนเซอร์ MPXV 5004G

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 Solid Works



รูปที่ 2.10.1 โปรแกรม Solid Works

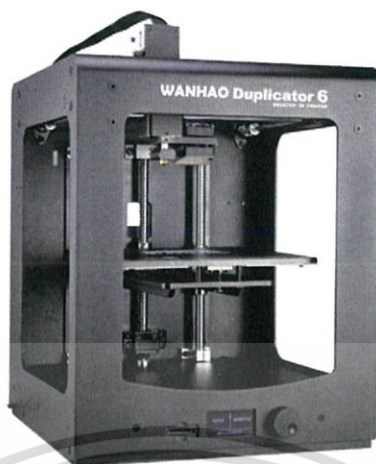
Solid Works พัฒนาขึ้นในปี 1995 โดยบริษัท Dassault System ในฝรั่งเศส เป็นซอฟต์แวร์เพื่อให้พนักงานออกแบบใช้ เป็นเครื่องมือในการออกแบบทางวิศวกรรม เพื่อสร้างตัวอย่าง ผลิตภัณฑ์จำลอง ใน Computer ก่อนที่จะสร้างผลิตภัณฑ์ ต้นแบบจริง โดยตัวซอฟต์แวร์ จะจัดอยู่ในตระกูล CAD (Computer Aided Design) ซึ่งสามารถสร้างชิ้นงานจำลองในรูปแบบ 3D Solid Models เป็นแบบงานแยกชิ้น (Part) และแบบงานประกอบ (Assembly) เพื่อนำไปสร้างเป็น 2D Standard Engineering

ลักษณะการทำงาน Solid Works แบ่งหมวดการทำงานหลักออกเป็น 3 หมวดคือ Part Assembly และ Drawing โดยรูปแบบการทำงานทั้ง 3 หมวดมีลักษณะการใช้งานดังนี้

1. Part Mode เป็นหมวดการทำงานเริ่มต้นก่อนที่จะก้าวสู่การทำงานในหมวด Assembly และ Drawing ในขั้นนี้จะมีการแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ การใช้ 2D Sketch เพื่อนำไปสู่การสร้างเป็น 3D Feature และมีเงื่อนไขเป็น Feature - Based Modeling และ Parametric โดยมีการอ้างอิงจาก Solid Mode
2. Assembly Mode เป็นหมวดการทำงานเพื่อนำ Part Model เข้าไปประกอบเป็นเครื่องจักรกลต่างๆ และมีเงื่อนไขเป็น Feature Base และ Parametric เช่นเดียวกับ Part Model โดย Part Model และ Assembly จะมีความสัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เมื่อทำการแก้ไขในหมวดใด อีก หรือมีการประกอบที่ซ้อนหรือทับกันหมวดจะมีการเปลี่ยนแปลงตามการแก้ไขไป
3. Drawing Mode เป็นหมวดการทำงานเพื่อสร้าง 2D Standard Engineering โดยในหมวดนี้เป็นการสร้างมุมมอง และ กำหนดรายละเอียด ตามระบบมาตรฐาน ต่าง ๆ โดยจะแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คือ
 1. Generative Drafting ซึ่งเป็นการสร้าง 2D Sketch และ Interaction Drafting ซึ่งเป็นการนำ 3D Model
 2. Interaction Drafting คือการนำ 3D Model จาก Part และ Assembly มาวาง Drawing เพื่อสร้างเป็น 2D Drafting

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 3D Printer



รูปที่ 2.11.1 เครื่อง 3D Printer

3D printer คือเครื่องจักรที่ใช้กระบวนการเติมเนื้อวัสดุ เพื่อทำให้เกิดเป็นรูปร่างที่สามารถจับต้องได้ตามที่ต้องการ โดยอาศัยข้อมูลในรูปแบบดิจิทัล ซึ่งการเติมเนื้อหรือพิมพ์วัสดุลงไปนั้นเรียกว่า Additive Process ซึ่งการพิมพ์นั้นจะค่อยเป็นไปทีละ Layer หรือทีละชั้นเครื่องพิมพ์ 3 มิตินั้นก่อนที่จะพิมพ์งานได้ต้องมีข้อมูลในรูปแบบของ Digital ซึ่งสามารถใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จำพวก CAD ในการออกแบบซึ่งสามารถสร้างชิ้นงานที่เป็นวัตถุจับต้องได้ (3 มิติ) มีความกว้าง-ลึก-สูง ประเภทของ 3D Printer มีอยู่ 4 ประเภท ประเภทที่ 1 คือ ระบบฉีดเส้นพลาสติก (FDM หรือ FFF) เป็นเครื่องพิมพ์ 3 มิติ ที่นิยมใช้กันมากที่สุดในปัจจุบัน มีหลักการทำงานคือ การหลอมเส้นพลาสติกให้กลายเป็นของเหลวแล้วฉีดออกมาเป็นเส้นผ่านหัวฉีด (Nozzle) ประเภทที่ 2 คือ ระบบลาดเรซิน (SLA หรือ DLP) เป็นเครื่องระบบนี้จะฉายแสงไปตัวลาดที่ใส่เรซินความไวแสงไว (Photo Resin/Photopolymer) เมื่อเรซินถูกแสงจะแข็งตัวเฉพาะจุดที่โดนแสง จึงใช้หลักการแข็งตัวของเรซินนี้ในการทำชิ้นงานให้เกิดรูปร่าง ประเภทที่ 3 คือ ระบบผงยิปซัม+สี Ink เป็นระบบใช้ผงยิปซัม/ผงพลาสติก เป็นตัวกลางในการขึ้นชิ้นงาน โดยจะพิมพ์สีลงไปเหมือนกัน ต่างกันที่ระบบจะฉีด Blinder หรือ กาว ลงไปด้วยในการผสมผงเข้าด้วยกันเป็นรูปร่าง เมื่อสร้างเสร็จในชั้นหนึ่ง เครื่องจะเกลี่ยผงยิปซัมมาทับเป็นชั้นบางๆในชั้นต่อไป ประเภทที่ 4 คือ ระบบหลอมผงพลาสติก, ผงโลหะ, เซรามิก (SLS) เป็นระบบที่มีหลักการทำงานคล้ายระบบ SLA ต่างกันตรงที่แทนที่จะทำให้เรซินแข็งตัวโดยการฉายเลเซอร์ SLS จะยิงเลเซอร์ไปโดยตรงบนผงวัสดุ ความร้อนจากเลเซอร์จะทำให้ผงวัสดุหลอมละลายเป็นเนื้อเดียวกัน

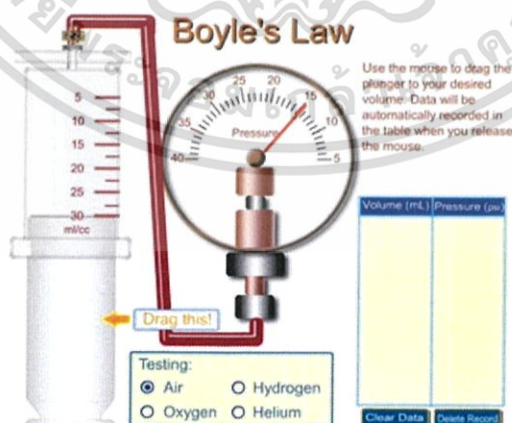
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 กฎของบอยล์ (Boyle's Law)



รูปที่ 2.12.1 โรเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle) ค.ศ. 1627 - 1691

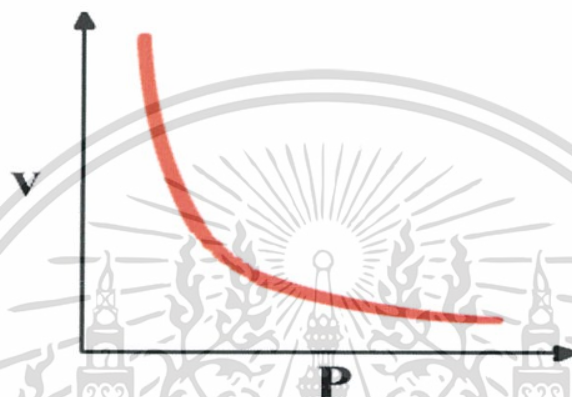
ในการศึกษาสมบัติของแก๊ส มีตัวแปรที่เกี่ยวข้องอยู่ 4 ตัวแปร ได้แก่ ความดัน ปริมาตร อุณหภูมิ และปริมาณแก๊ส ซึ่งความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆ เราเรียกว่า สมการสถานะ (Equation of state) เมื่อต้องการศึกษาตัวแปรคู่ใดคู่หนึ่ง จำเป็นต้องควบคุมตัวแปรที่เหลือ โรเบิร์ต บอยล์ นักวิทยาศาสตร์ ชาวอังกฤษ สนใจศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความดันและปริมาตรของแก๊ส เขาได้ทำการทดลองโดยควบคุมอุณหภูมิให้คงที่ จากการทดลองในปี ค.ศ.1660 พบว่า "สำหรับระบบปิดใดๆ เมื่ออุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดันของแก๊ส" ซึ่งแสดงให้เห็นได้จากภาพจำลองการทดลองด้านล่างนี้



รูปที่ 2.12.2 ภาพระบอบสูบที่บรรจุแก๊สอยู่ภายใน ทำการทดลองโดยควบคุมอุณหภูมิของแก๊สให้คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกสูบที่บรรจุแก๊สอยู่ภายใน ทำการทดลองโดยควบคุมอุณหภูมิของแก๊สให้คงที่ มวลที่วางบนกระบอกสูบเป็นการเพิ่มความดันให้กับแก๊สที่บรรจุอยู่ภายในกระบอกสูบ จากการทดลองนี้เราสามารถวัดปริมาตรของแก๊ส เมื่อนำผลที่ได้จากการทดลองมีเขียนกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรและความดันของแก๊ส จะได้กราฟดังภาพด้านขวา ซึ่งพบว่า ปริมาตรของแก๊สแปรผกผันกับความดันแก๊ส V และ $1/P$ จากการทดลองของบอยล์ พบความสัมพันธ์ระหว่างความดัน และปริมาตรของแก๊สเมื่ออุณหภูมิคงที่ ดังกราฟ



รูปที่ 2.12.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง V และ P

จากกราฟ เราสามารถสรุปเป็นกฎของบอยล์ (Boyle's Law) ได้ว่า "สำหรับระบบปิดใดๆ เมื่ออุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะแปรผกผันกับความดันของแก๊ส"

เมื่อ P และ V คือความดันและปริมาตรของแก๊สตามลำดับ

k = ค่าคงที่

$$V \propto \frac{1}{P}$$

$$V = k \frac{1}{P}$$

$$PV = k$$

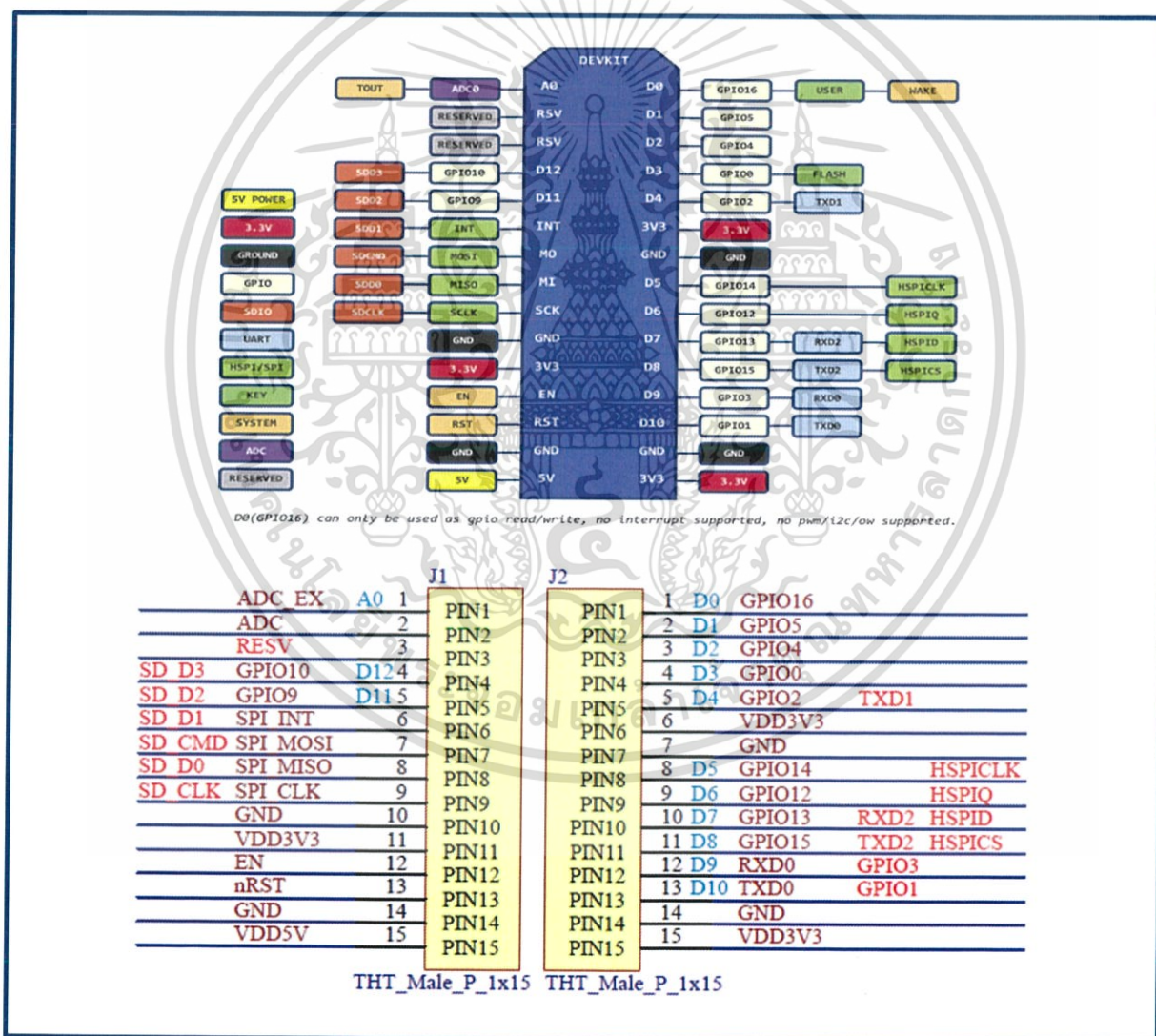
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

กระบวนการทำงานและการออกแบบ

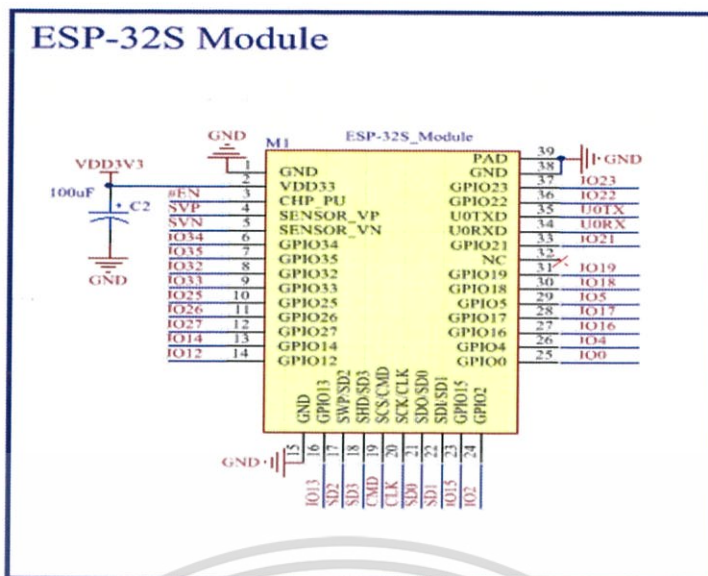
ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบขั้นตอนของการประมวลผลโปรแกรม ขั้นตอนการทำงานรวมถึง ออกแบบการทดลอง โดยเริ่มแรกใช้ตัวโมดูล NodeMCU-12E แล้วเขียนโค้ดลงไปโมดูลให้เชื่อมต่อกับ อินเทอร์เน็ตและส่งค่าสัญญาณ Pressure ที่วัดได้จากการเป่าไปในภาชนะปิดซึ่งเป็นสัญญาณอนาลอกที่วัดได้จากขา A0 ออกมาไปยังส่วนหน้าเว็บไซต์โดยทำการเขียนหน้าโปรแกรมในส่วน Server และ Client ให้สอง ส่วนนี้ติดต่อและรับ - ส่งข้อมูลกันได้เพื่อที่จะส่งข้อมูลที่วัดได้ออกไปแสดงผลหน้าเว็บไซต์

3.1 Schematic NodeMCU - 12E (ESP8266) แต่ละส่วน

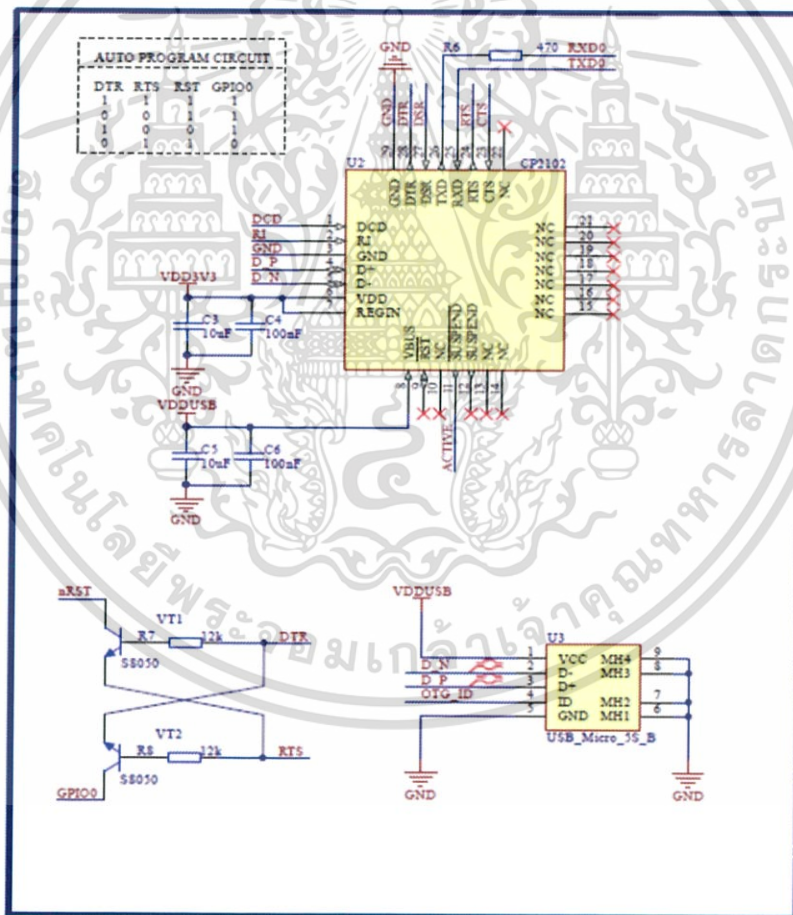


รูปที่ 3.1.1 รูปแสดงตำแหน่งขาและ Schematic ของโมดูล NodeMCU - 12E V1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

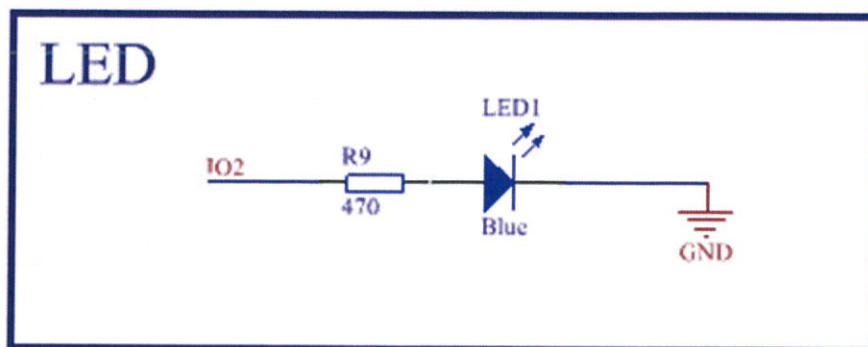


รูปที่ 3.1.2 รูป Schematic ในส่วน ESP8266 Module

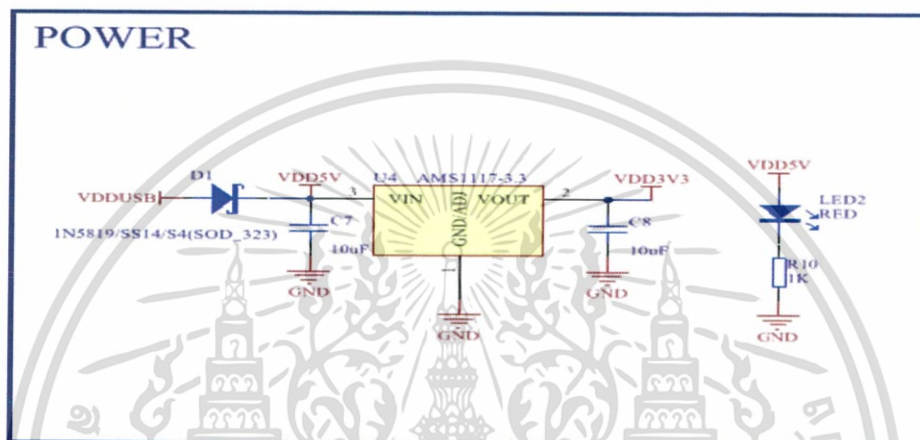


รูปที่ 3.1.3 รูป Schematic ในส่วนของตัวแปลง USB To UART ตัว CP2102

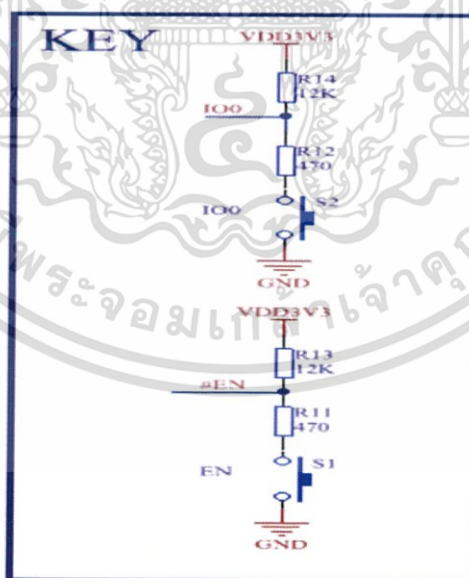
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.1.4 รูป Schematic ในส่วนของ LED ใน Module



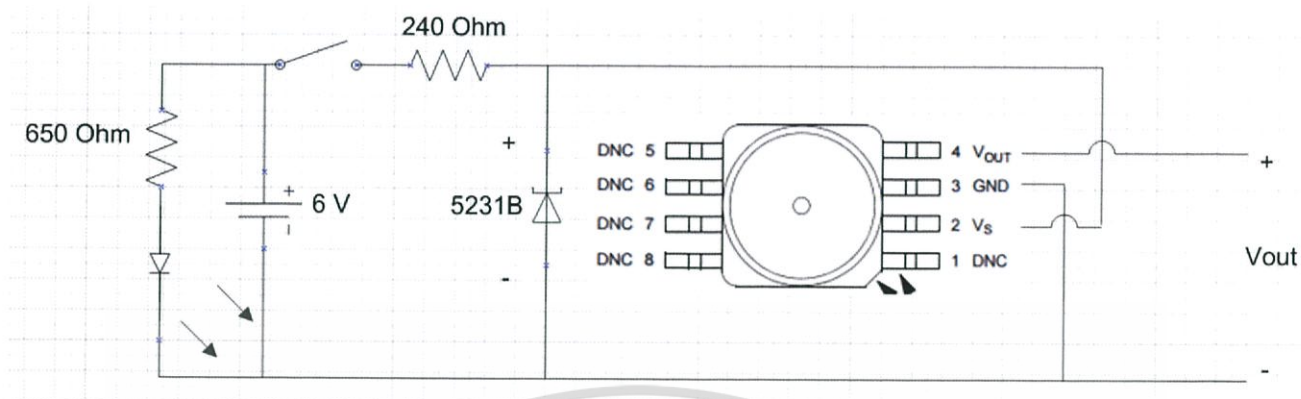
รูปที่ 3.1.5 รูป Schematic ในส่วนของ POWER ของตัว AMS1117



รูปที่ 3.1.6 รูป Schematic ในส่วนของ KEY

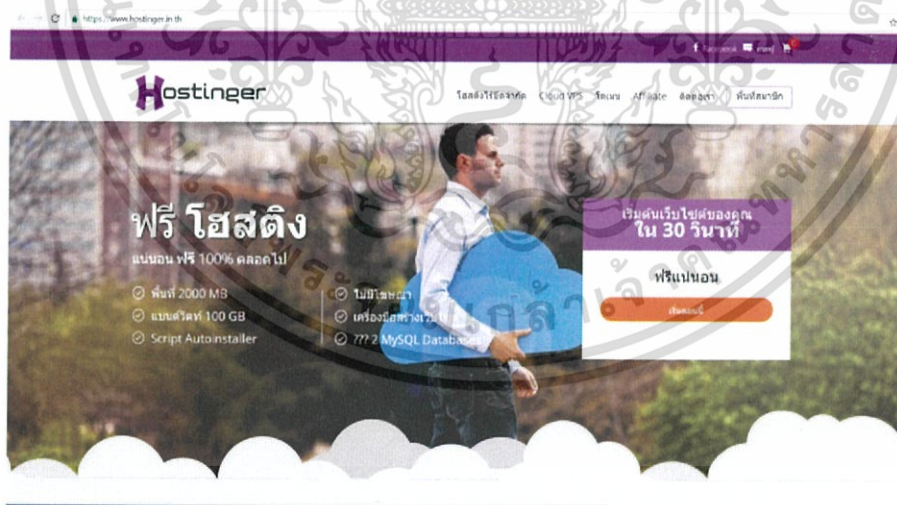
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Schematic ของการแปลงไฟและจ่ายไฟเข้าตัวเซนเซอร์วัดความดัน MPXV 5004G



รูปที่ 3.2.1 รูปแสดง Schematic ของ MPXV 5004G

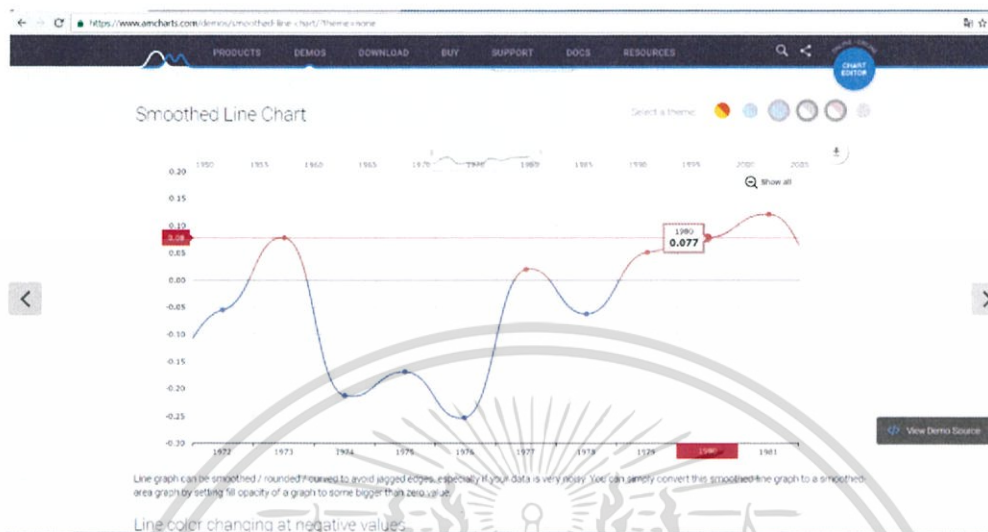
3.3 Hostinger เป็นเว็บโฮสติ้ง ซึ่งเป็น พื้นที่การใช้งานในอินเทอร์เน็ต โดยการเช่าพื้นที่ ฮาร์ดดิสก์ ในเครื่อง Server ของผู้ให้บริการหากต้องการมีเว็บไซต์ก่อนอื่นต้องจดโดเมนก่อน จากนั้นต้องสร้างหน้าเว็บให้ ได้ แล้วจึงเช่า Hosting เพื่อเก็บเว็บไซต์ซึ่งจาก localhost:1111/jagkarin/ เป็นเว็บใน localhost เรา สามารถอัปขึ้นหน้าเว็บเบราว์เซอร์ jagkarin01.esy.es/run.html/ ที่ใช้ในการค้นหาผ่านทางอินเทอร์เน็ต



รูปที่ 3.3.1 เป็นหน้าเว็บ Hostinger ที่ใช้ในการอัป localhost ขึ้นเป็นเว็บเบราว์เซอร์

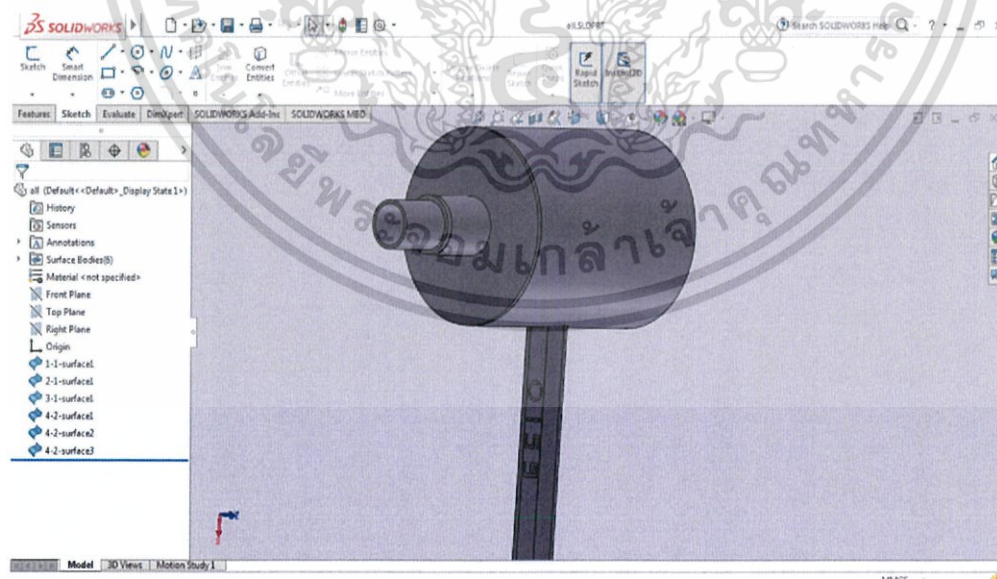
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 Amchart เป็นเว็บที่เราสามารถใช้แบบฟอร์มของกราฟมาใช้ในการสร้างกราฟบนเว็บไซต์ของเราได้ ซึ่งสามารถสร้างได้ด้วยการเขียนภาษา javascript และรองรับการเขียน html 5 ซึ่งเราสามารถใช้ในการตกแต่งและแก้ไขข้อมูลกราฟของ amchart ได้



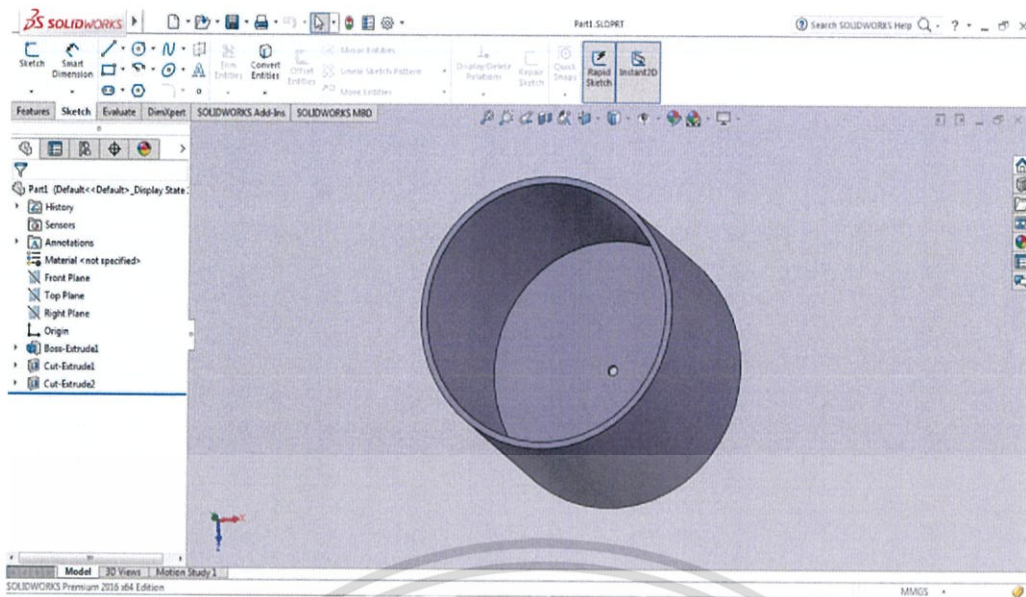
รูปที่ 3.4.1 เป็นหน้าเว็บ Amchart ที่มีรูปแบบกราฟให้เลือกใช้ในการสร้างหน้าเว็บ

3.5 โปรแกรม Solid Work ที่ใช้ในการออกแบบลักษณะปิดสำหรับใช้ในการเป่าเข้าไปซึ่งภายในได้มีเซนเซอร์วัดความดันติดตั้งอยู่ ซึ่งได้ทำการออกแบบไว้เป็นแต่ละชิ้นส่วนเพื่อง่ายต่อการนำไปปรีนใน 3D Printer

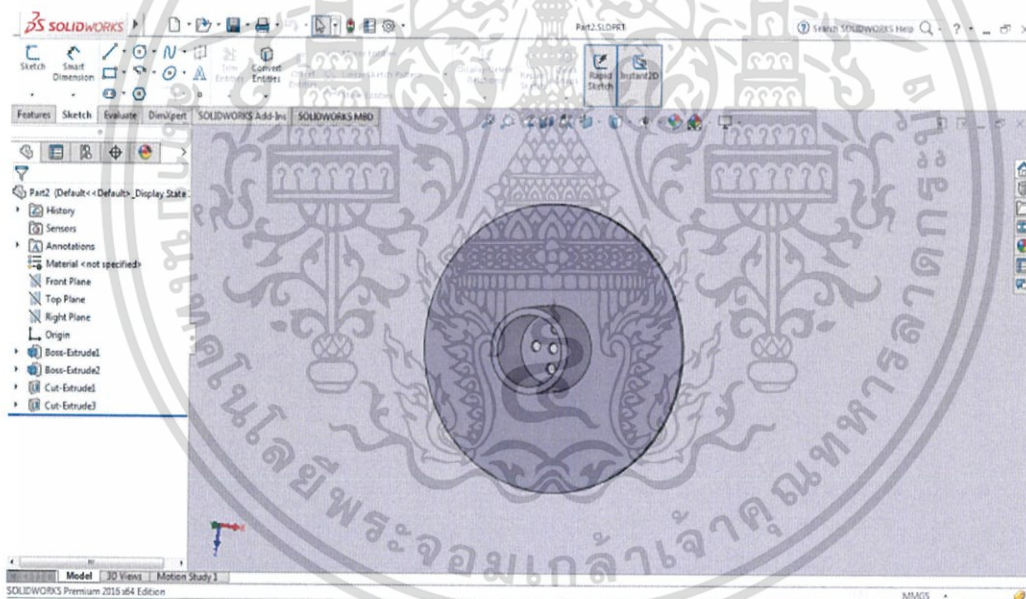


รูปที่ 3.5.1 รูปลักษณะปิดที่ออกแบบแต่ละส่วนไว้แล้วนำมาประกอบกันซึ่งใช้ Solid Work ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

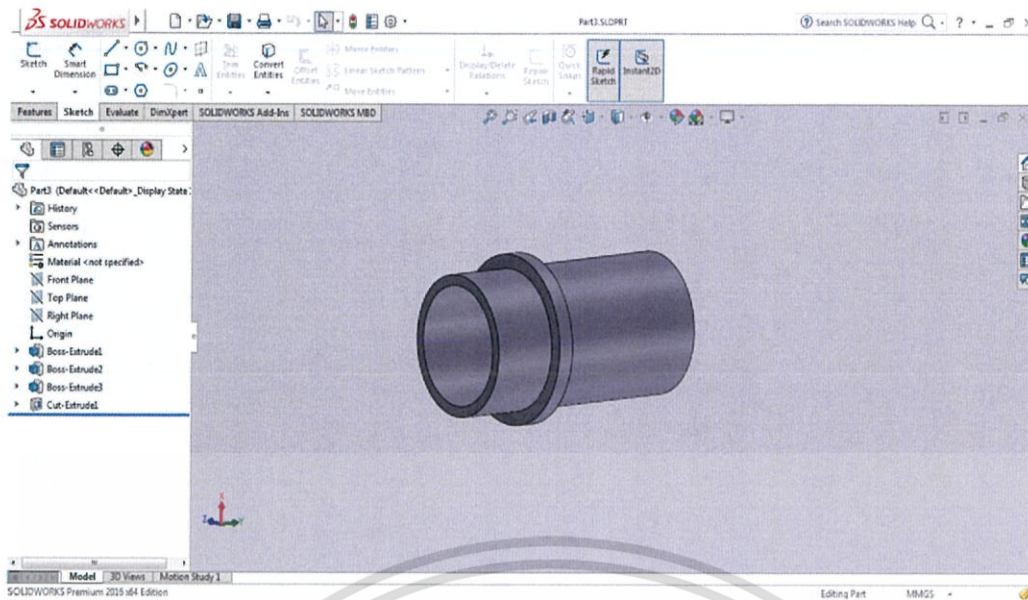


รูปที่ 3.5.2 เป็นรูปชิ้นส่วนทรงกระบอกที่ไว้ตัดเซนเซอร์ภายในซึ่งใช้ Solid Work ในการออกแบบ

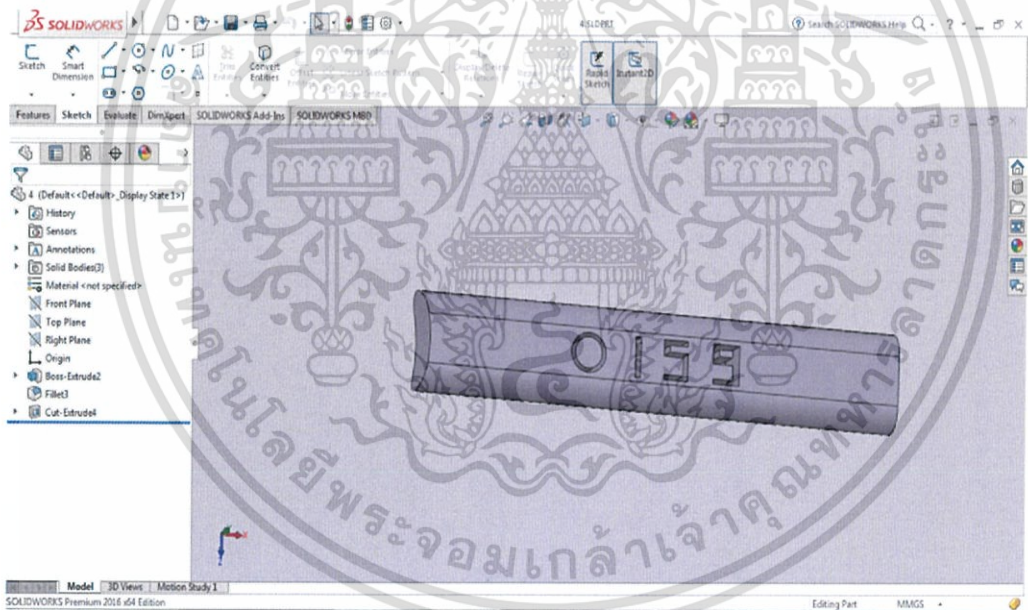


รูปที่ 3.5.3 เป็นรูปชิ้นส่วนฝาปิดของทรงกระบอกซึ่งใช้ Solid Work ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



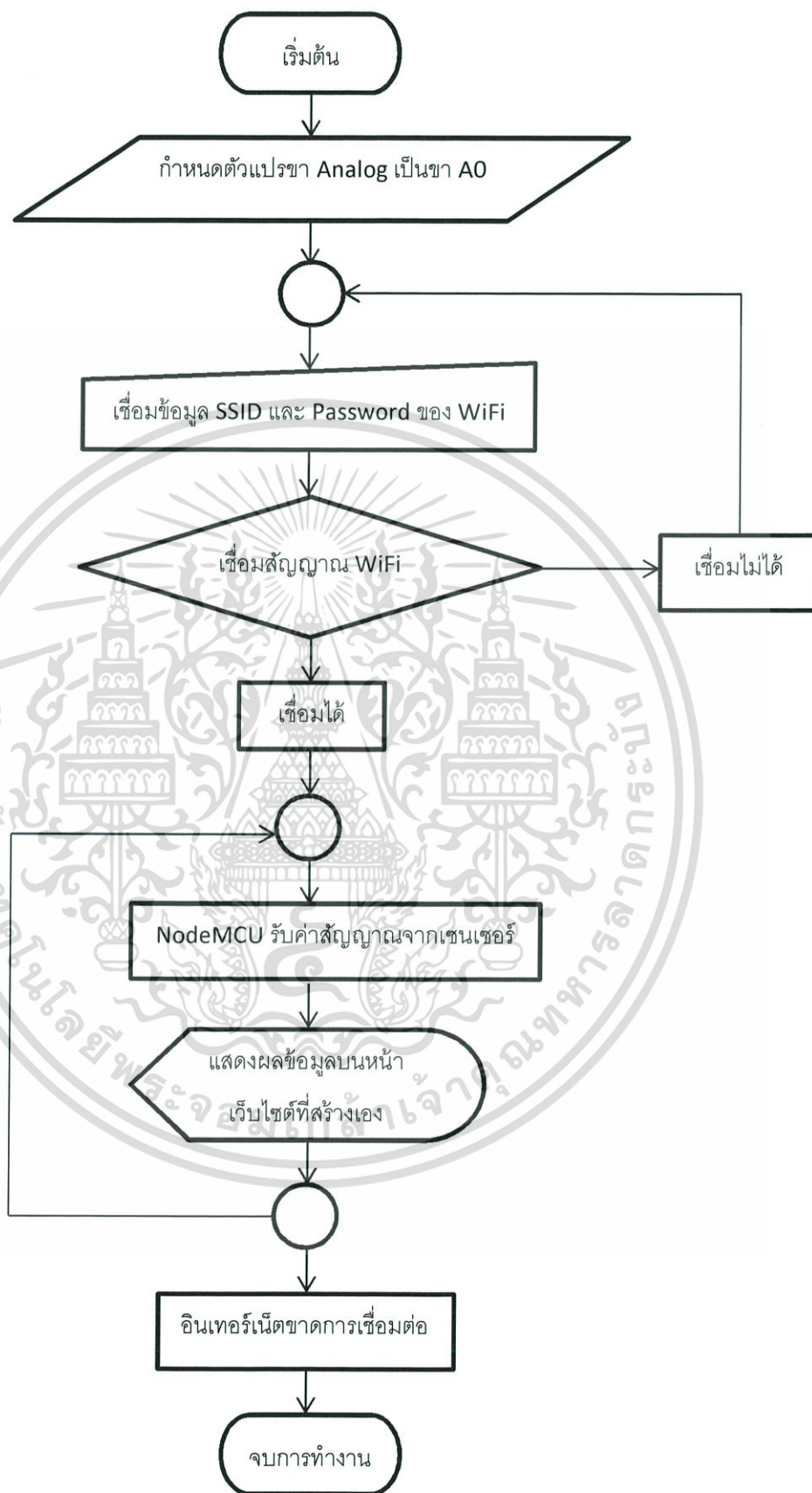
รูปที่ 3.5.4 เป็นรูปชิ้นส่วนที่ใช้เชื่อมกับตัวเป่าซึ่งใช้ Solid Work ในการออกแบบ



รูปที่ 3.5.5 เป็นรูปชิ้นส่วนที่ใช้สำหรับในการจับซึ่งใช้ Solid Work ในการออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ขั้นตอนการทำงานแผนภาพ Flowchart



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 Code การทำงานของหน้าเว็บฝั่ง Server

```

var express = require('express');

var app = express ( );

// กำหนดให้เชื่อมต่อกับ server ด้วย http

var http = require('http'). Server (app);

// ใช้งาน socket protocol ผ่านทาง http

var io = require ('socket.io')(http);

// กำหนด port ในการเข้าถึง server

var port = 1111 ;

app.use ('/static', express.static(__dirname + '/public')));

app.get ("/jagkarin", function (req, res) {

res.sendFile ( __dirname + '/run.html') ;

});

// input/output สำหรับการเข้าถึง web

io.on ('connection', function (socket) {

// รอรับ object หรือ message ผ่าน event ชื่อ 'connection' จาก client

socket.on ('connection',function (data) {

    console.log ("Data from NodeMCU :)");

    console.log (data) ;

// ส่ง object -> data.message ผ่าน event ชื่อ 'update_chart' ไปยัง client

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 Code การทำงานของหน้าเว็บฝั่ง Client

```

<html>

<head>

<!-- กำหนดคุณสมบัติของหน้า web -->

<meta charset="utf-8">

<meta http-equiv="X-UA-Compatible" content="IE=edge">

<meta name="viewport" content="width=device-width, initial-scale=1">

<title>Measurement of Pressure </title>

</head>

<body>

<center><img src = "/static/122244.png" width = "300" length = "300"></center><br><br><br>

<center><img src = "/static/3.png" width = "900" length = "900"></center><br><br><br>

<center><img src = "/static/5.png" width = "900" length = "900"></center><br><br><br>

<center><img src = "/static/2.png" width = "900" length = "900"></center><br><br><br>

<div id="chartdiv"></div>

<style>

    body { background-color: #FFC0CB; color: #006400 ; }

    #chartdiv {

        width : 100% ;

        height : 500px ; }

</style>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

<script src="https://www.amcharts.com/lib/3/serial.js"></script>

<script src="https://www.amcharts.com/lib/3/plugins/export/export.min.js"></script>

<link rel="stylesheet" href="https://www.amcharts.com/lib/3/plugins/export/export.css"
type="text/css" media="all" />

<script src="https://www.amcharts.com/lib/3/themes/light.js"></script>

<script src="https://cdn.socket.io/socket.io-1.4.5.js"></script>

<script src="http://code.jquery.com/jquery-latest.min.js" type="text/javascript"></script>

<!-- กำหนด function การทำงานต่างๆในนี้ -->
<script>
// รองจนโหลดหน้า web เสร็จจึงค่อยทำ
$(document).ready (function ( ) {
// เชื่อมต่อ websocket ด้วย IP ของ instance บน AWS
var socket = io ( 'http://192.168.43.42:1111/' );

var currentDate ;

var chartData = generateChartData ( ) ;

var chart = AmCharts.makeChart("chartdiv" , {

    "type": "serial" ,

    "theme": "dark",

    "marginTop":0 ,

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//ความกว้างตาราง
```

```
"marginRight": 100 ,
```

```
"dataProvider": chartData ,
```

```
"synchronizeGrid":true ,
```

```
"valueAxes": [ {
```

```
//กำหนดค่าทางซ้ายมือ
```

```
"position": "left" ,
```

```
"axisColor": "black" ,
```

```
"title": "Analog Pressure (V)" } ] ,
```

```
"graphs": [ {
```

```
//ลักษณะของกราฟ สี ความเข้มพื้นหลัง
```

```
"id": "g1" ,
```

```
"fillAlphas": 0.2 ,
```

```
"lineColor": "#FF4500" ,
```

```
"type": "smoothedLine" ,
```

```
"valueField": "value" ,
```

```
//เป็นก๊อกลมสเกลในกราฟ
```

```
"bullet": "round" ,
```

```
"bulletSize": 5 ,
```

```
"balloonText": "< div style='margin:3px; font-size:14px;'>Analog:<b>[[value]]</b></div >" } ] ,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

//แถบบาร์ข้างบนเพื่อที่จะสามารถดูค่าสถานะย้อนหลังได้

```
"chartScrollbar": {
  "graph": "g1" ,
  "scrollbarHeight": 80 ,
  "backgroundAlpha": 0 ,
  "selectedBackgroundAlpha": 0.1 ,
  "selectedBackgroundColor": "#888888",
  "graphFillAlpha": 0 ,
  "graphLineAlpha": 0.5 ,
  "selectedGraphFillAlpha": 0 ,
  "selectedGraphLineAlpha": 1 ,
  "autoGridCount": true ,
  "color": "black"  } ,
```

//เคอร์เซอร์เม้าท์เวลาไปชี้ค่าแสดงค่าวัน เดือน ปี

```
"chartCursor": {
  "categoryBalloonDateFormat": "HH:mm, DD MMMM" ,
  "cursorPosition": "mouse"  } ,
"categoryField": "date",
"categoryAxis": {
  "minPeriod": "ss",
  "parseDates": true  } ,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//ส่งค่าข้อมูล วัน เดือน ปีออกไป

"export": {

    "enabled": true ,

    "dateFormat": "YYYY-MM-DD HH:mm:ss"    } } );

socket.on ( 'update_chart', function (data) {

    var newDate = new Date( currentDate );

    newDate. setSeconds ( newDate.getSeconds ( ) + 1 );

    chartData.push ( {

        date: currentDate ,

        value: data    } );

//เป็นส่วนเรียกค่าที่อ่านได้ออกมาแสดงกราฟ

    chart. dataProvider = chartData ;

    chart. validateData ( ) ;

//ส่วนที่ทำให้ค่ากราฟเคลื่อนที่ตามเวลา

    currentDate = newDate ;

    console.log ( currentDate + " : " + data ) ; } );

chart. addListener ( "dataUpdated", zoomChart ) ;

zoomChart ( ) ;

function zoomChart ( ) {

```

```

//zoomChart : ผมให้ chart โชว์ข้อมูลย้อนหลังแค่ 10 ชุดข้อมูล

chart.zoomToIndexes (chartData.length-10, chartData.length ); }

/*generateChartData : ผมสร้าง array วางๆไว้ตัวนึง แล้วก็ดึง วันเวลาปัจจุบันมาเก็บไว้ พร้อมกับกำหนดค่า
เริ่มต้นให้กับ chart โดยการยัด object { date: newDate, value: 0 } ลงไปใน array*/

function generateChartData ( ) {

    var chartData = [ ];

    currentDate = new Date ( );

    currentDate. setSeconds ( currentDate.getDate ( ) );

    var newDate = new Date (currentDate);

    newDate.setSeconds(newDate.getSeconds ( ) );

    // add data item to the array

    chartData.push ( {

        date: currentDate,

        value: 0    } );

    return chartData ;

    } });

</script>

</body>

</html>

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 Code การทำงานของโปรแกรมในส่วน Arduino

```

#include <ArduinoJson.h>

#include <ESP8266WiFi.h>

#include <ESP8266WiFiMulti.h>

#include <SocketIOClient.h>

const char* ssid = "pitezapwer01";

const char* password = "0862534942";

ESP8266WiFiMulti wifiMulti ;

SocketIOClient client ;

StaticJsonBuffer <200> jsonBuffer ;

JsonObject & root = jsonBuffer.createObject (.) ;

extern String RID ;

extern String Rname ;

extern String Rcontent ;

char hostip [] = " 192.168.43.42 " ;

int port = 1111 ;

void setup ( ) ;

void loop ( ) ;

void setup ( ) {

  Serial.begin (115200 ) ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

WiFi.begin (ssid, password) ;

Serial.println ("Connecting Wifi...") ;

while(WiFi.status( )!=WL_CONNECTED) {

delay(250) ;

Serial.print(".") ;}

if (! client.connect(hostip, port)) {

Serial.println("connection failed") ;}

if (client.connected()) {

client.send (String("connection"),String("message"), String("0") ) ;

} }

void loop ( ) {

client.send (String ("connection"),String ("message"), String (analogRead(A0)*0.003222) ) ;

if (client.monitor()) {

//socket.emit("EVENT_NAME", {"ATTRIBUTE_OF_OBJ": SOMETHING });

if(RID == "Pite"){

if(Rname == "Jagkarin") {

Serial.print ("Pp " + Rcontent) ;

// Output : Got SOMETHING

} }

} }

```

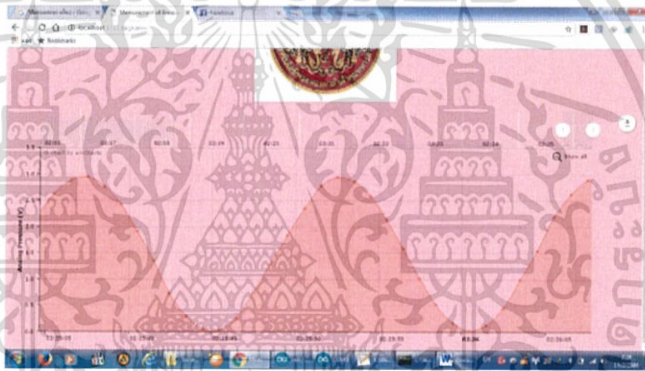
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

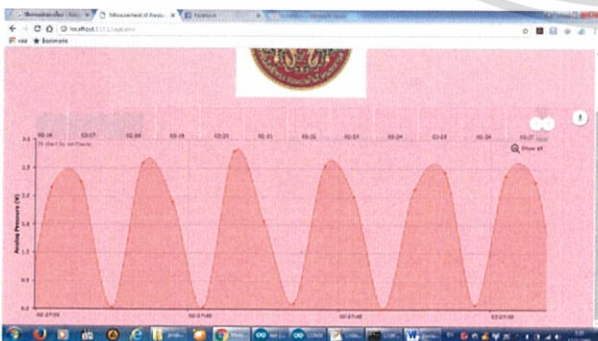
ได้ทำการทดลองโดยการเป่าลมเข้าไปในภาชนะปิดแล้วใช้เซนเซอร์วัดความดันขนาด 4 KPa ในการวัดค่าความดันจากการเป่าแล้วส่งค่าสัญญาณอนาลอกออกไปที่ NodeMCU เพื่ออ่านค่าสัญญาณและแปลงค่าเป็นดิจิตอลขนาด 10 บิตหรือประมาณ 3.3 V ไปยังส่วนของ Server แล้วได้ส่งข้อมูลไปยังส่วนของ Client ซึ่งเป็นส่วนที่รับข้อมูลมาจาก Server แล้วนำข้อมูลไปแสดงบนหน้าเว็บ Localhost ที่ได้สร้างขึ้นเอง

4.1 จากผลการทดลองโดยให้สัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณอนาลอก sine wave ที่มาจากเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ Function Generator ที่แรงดัน 3 V_{pp} ยกแรงดัน Offset ขึ้นไป 1.5 V และที่ความถี่อินพุต 0.1 Hz เป็นค่าที่ทำการ Sampling สัญญาณออกมาได้ดี

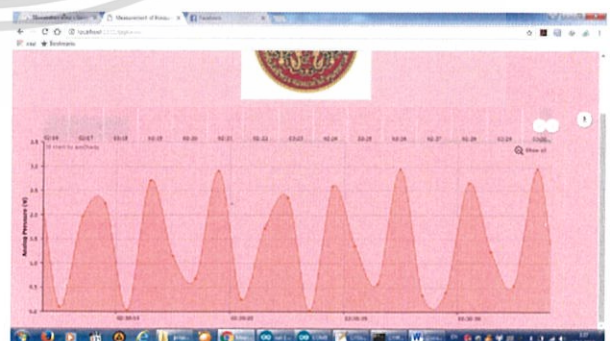


รูปที่ 4.1.1 สัญญาณที่ออกหน้าเว็บที่ความถี่อินพุต 0.1 Hz

ผลจากการจ่ายความถี่อินพุต 0.5 Hz และ 1 Hz การ Sampling สัญญาณออกมาได้ไม่ดี



รูปที่ 4.1.2 สัญญาณที่ความถี่อินพุต 0.5 Hz

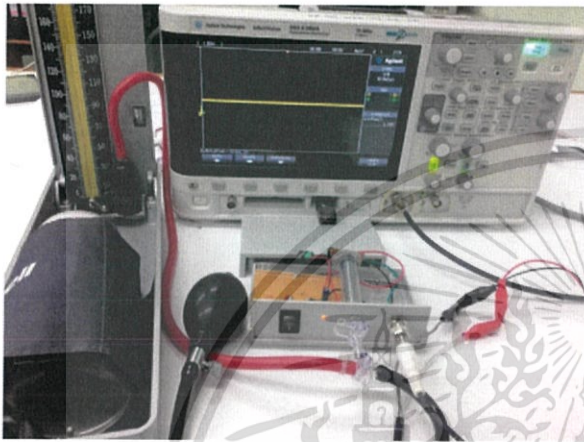


รูปที่ 4.1.3 สัญญาณที่ออกหน้าเว็บที่ความถี่อินพุต 1 Hz

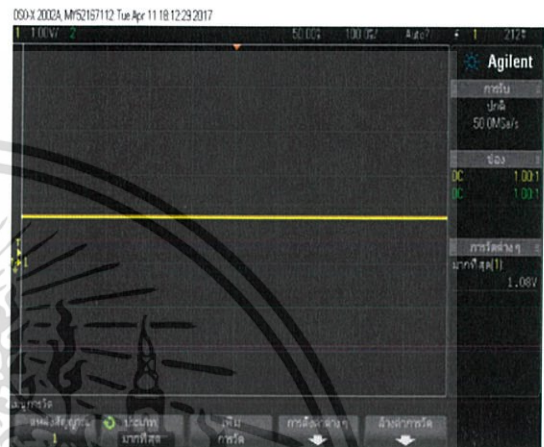
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 จากการทดลองโดยการบีบตัว sphygmomanometer เพื่อวัดค่าความดันโดยการวัดค่าจากโวลต์แล้วนำไปเทียบค่าจากตัววัดความดันที่เป็นมิลลิเมตรปรอทแล้วเราจะสามารถเทียบค่าโวลต์กับค่าความดันจากการเป่าที่เพิ่มขึ้นจาก 760 mmHg ได้

4.2.1 เมื่อยังไม่ได้บีบตัว sphygmomanometer เข้าไปยังเซนเซอร์แต่ทำการจ่ายไฟให้เซนเซอร์ทำงานแล้วโวลต์จะขึ้นมา 1 V คือสภาวะปกติที่ความดันบรรยากาศ 760 mmHg หรือประมาณ 1.013×10^5 Pa

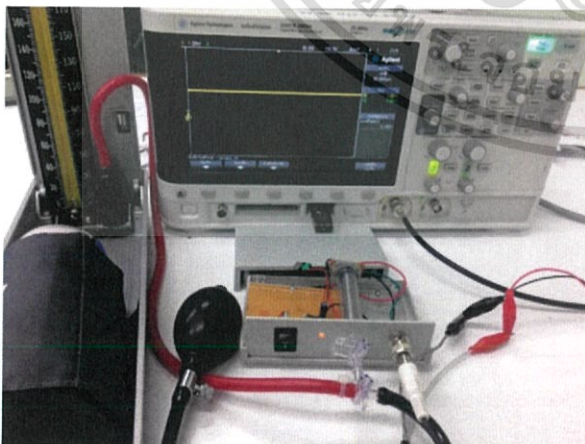


รูปที่ 4.2.1 รูปแสดงตัววัดความดันด้วยปรอทเมื่อยังไม่ได้บีบ

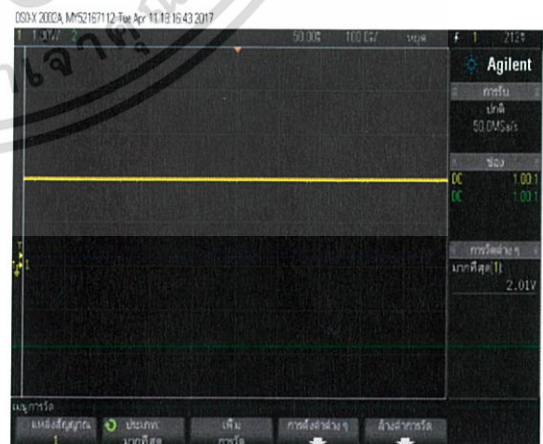


รูปที่ 4.2.2 รูปแสดงค่าโวลต์ที่ 1 V

4.2.2 เมื่อทำการบีบตัว sphygmomanometer เข้าไปแล้ววัดค่าแสดงผลความสัมพันธ์โวลต์กับตัววัดความดันด้วยปรอทโดยที่ทำการค่อยๆบีบขึ้นไปถึงที่ 2 V แล้วทำการดูค่าตัววัดความดันค่อยๆขึ้นไปจนถึง 9 mmHg ดังนั้นค่าความดันที่แท้จริงเมื่อ 2V คือ 769 mmHg



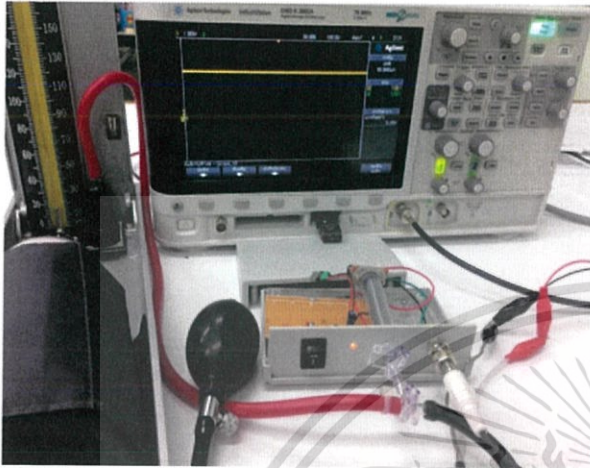
รูปที่ 4.2.3 รูปแสดงค่าความดันเพิ่มขึ้น 9 mmHg



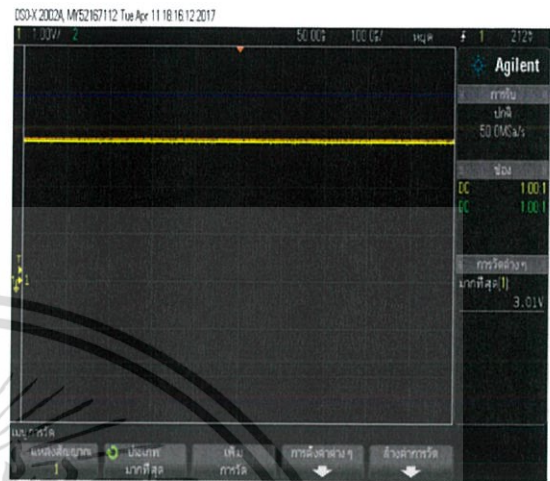
รูปที่ 4.2.4 รูปแสดงค่าโวลต์ที่ 2 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 เมื่อทำการบีบตัว sphygmomanometer เข้าไปแล้ววัดค่าแสดงผลความสัมพันธ์โวลต์กับตัววัดความดันด้วยปรอทโดยที่ทำการค่อยๆบีบขึ้นไปจนถึง 3 V แล้วทำการดูค่าตัววัดความดันค่อยๆขึ้นไปจนถึง 18 mmHg ดังนั้นค่าความดันที่แท้จริงเมื่อ 3V คือ 778 mmHg

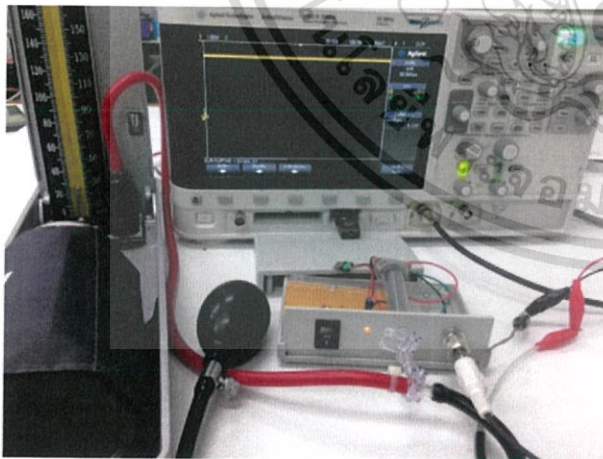


รูปที่ 4.2.5 รูปแสดงค่าความดันเพิ่มขึ้น 18 mmHg

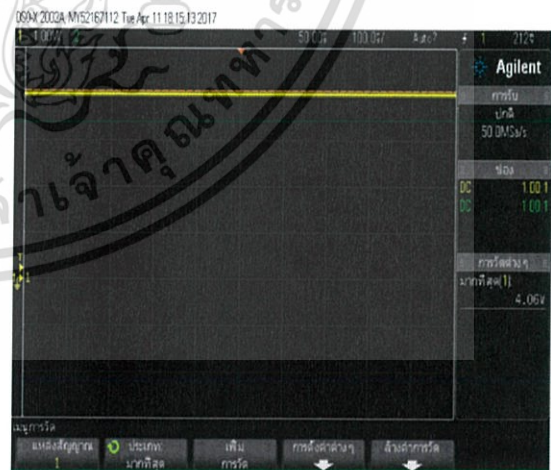


รูปที่ 4.2.6 รูปแสดงค่าโวลต์ที่ 3 V

4.2.4 เมื่อทำการบีบตัว sphygmomanometer เข้าไปแล้ววัดค่าแสดงผลความสัมพันธ์โวลต์กับตัววัดความดันด้วยปรอทโดยที่ทำการค่อยๆบีบขึ้นไปจนถึง 4 V แล้วทำการดูค่าตัววัดความดันค่อยๆขึ้นไปจนถึง 24 mmHg ดังนั้นค่าความดันที่แท้จริงเมื่อ 3V คือ 784 mmHg



รูปที่ 4.2.7 รูปแสดงค่าความดันเพิ่มขึ้น 24 mmHg

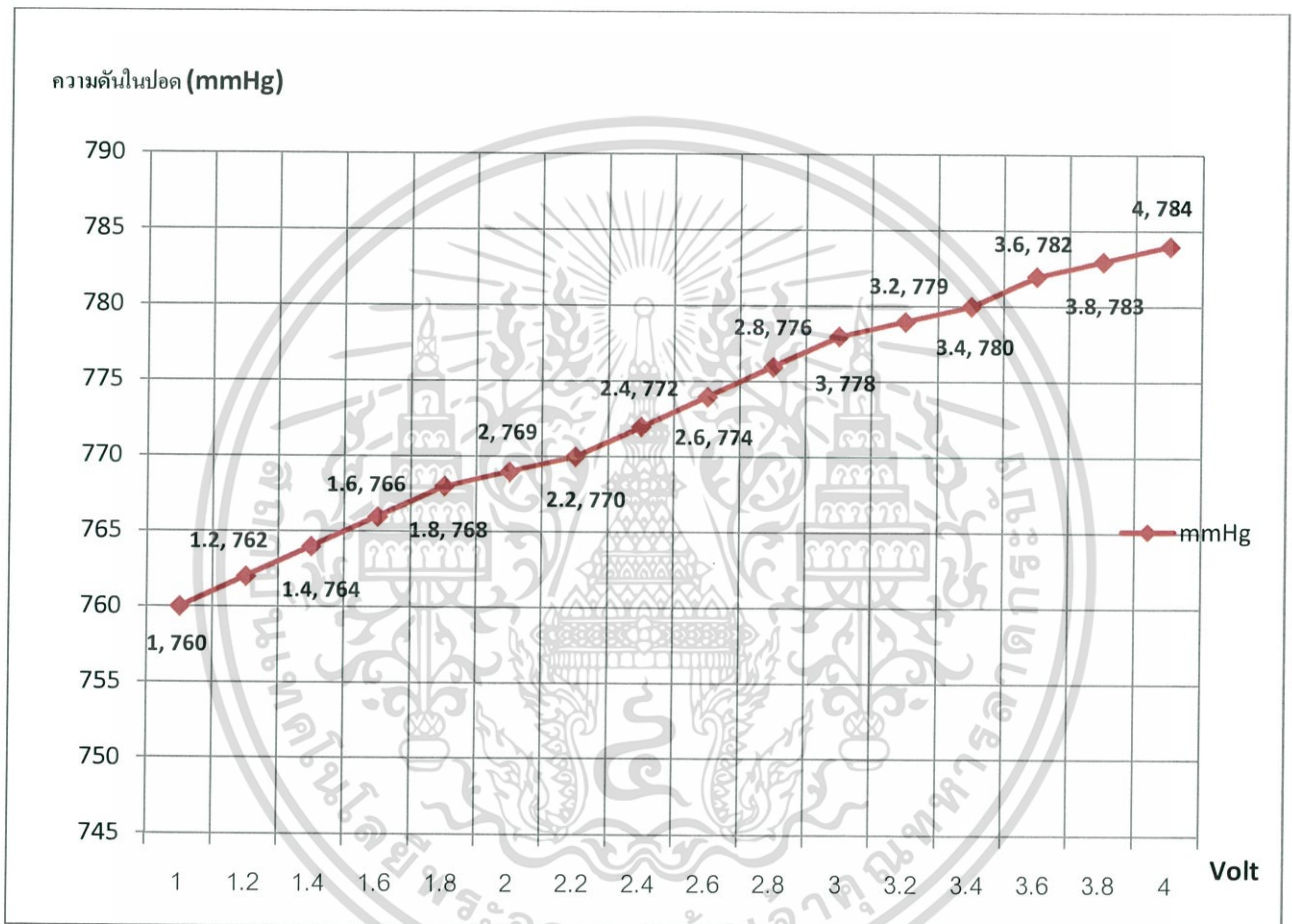


รูปที่ 4.2.8 รูปแสดงค่าโวลต์ที่ 4 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ได้ทำการนำค่าที่ได้จากการวัดความดันด้วยตัว sphygmomanometer มาพล็อตเป็นกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโวลต์ (V) และความดันในปอด (mmHg) โดยทำการเพิ่มค่าโวลต์ขึ้นไปเรื่อยๆจนถึง 4V แล้วสังเกตการเปลี่ยนแปลงของตัววัดค่าความดันด้วยปรอทเพิ่มขึ้นเรื่อยๆจนถึง 784 mmHg

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโวลต์ (V) และความดันในปอด (mmHg)



Volt (v)	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
Pressure (mmHg)	760	762	764	766	768	769	770	772	774	776	778	779	780	782	783	784

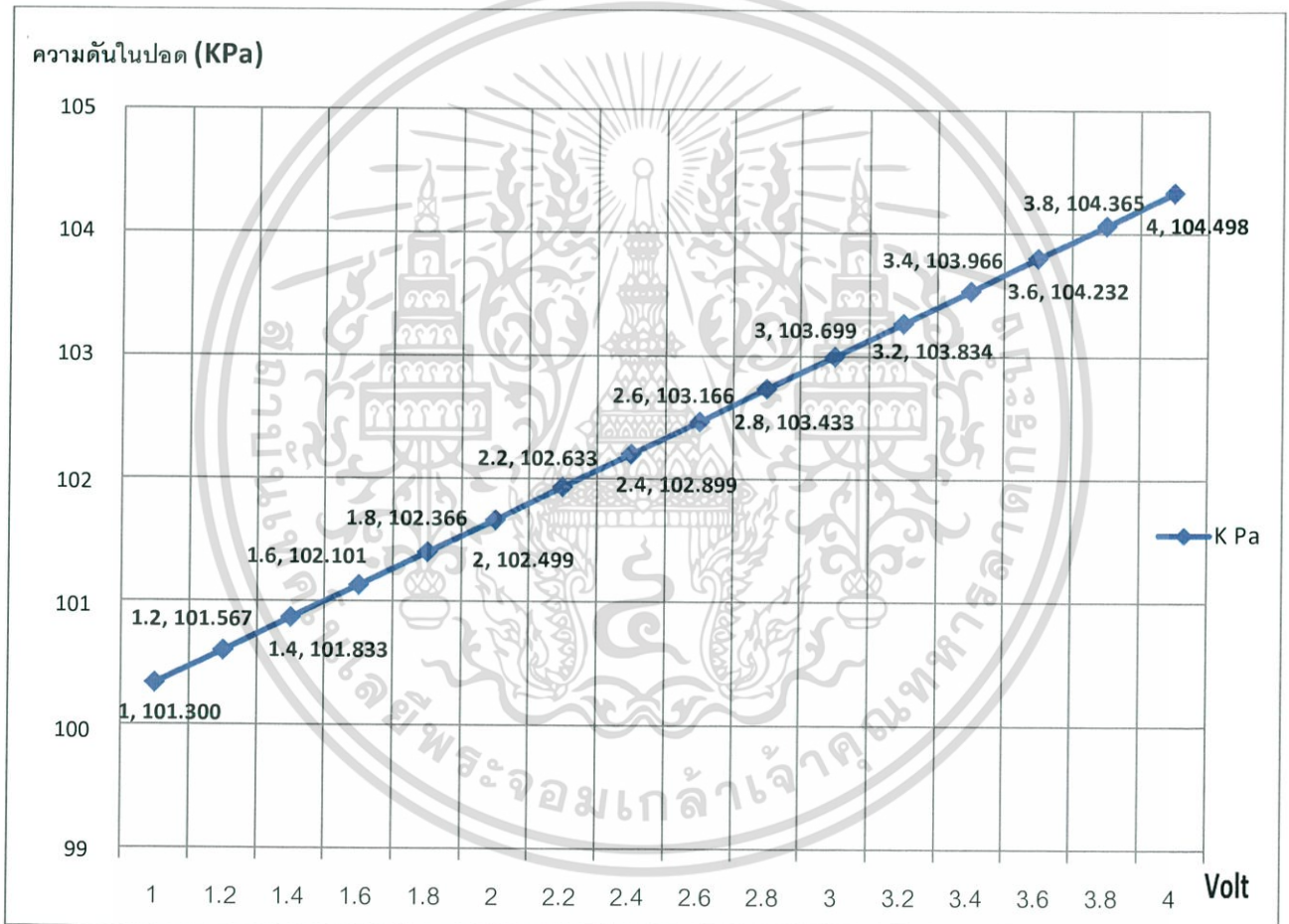
ตารางที่ 4.3.1 ทำการนำค่าที่วัดได้จากการเปลี่ยนแปลงโวลต์ (V) และความดันในปอด (mmHg) มาสรุปเป็นตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 เมื่อได้ค่าความดันจากการเทียบค่าโวลต์ ออกมาเป็นหน่วย mmHg ได้ทำการแปลงค่าจาก mmHg เป็นหน่วย KPa โดยที่เรารู้ว่า $1 \text{ atm} = 1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2 (\text{Pa}) = 101.3 \text{ KPa} = 760 \text{ mmHg}$

ทำการเปรียบเทียบค่าความดันลมจากการเป่า โดยที่ 1 V มีความดัน 760 mmHg หรือประมาณ 101.3 KPa และที่ 2 V มีความดัน 769 mmHg หรือประมาณ $(769 \times 101.3) / 760 = 102.499 \text{ KPa}$ ที่ 3 V มีความดัน 778 mmHg หรือประมาณ $(778 \times 101.3) / 760 = 103.699 \text{ KPa}$ และที่ 4V มีความดัน 784 mmHg หรือประมาณ $(784 \times 101.3) / 760 = 104.498 \text{ KPa}$ ได้ทำการคำนวณทุกค่า 0-4 V แล้วนำค่าที่ได้มาพล็อตกราฟ

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโวลต์ (V) และความดันในปอด (KPa)

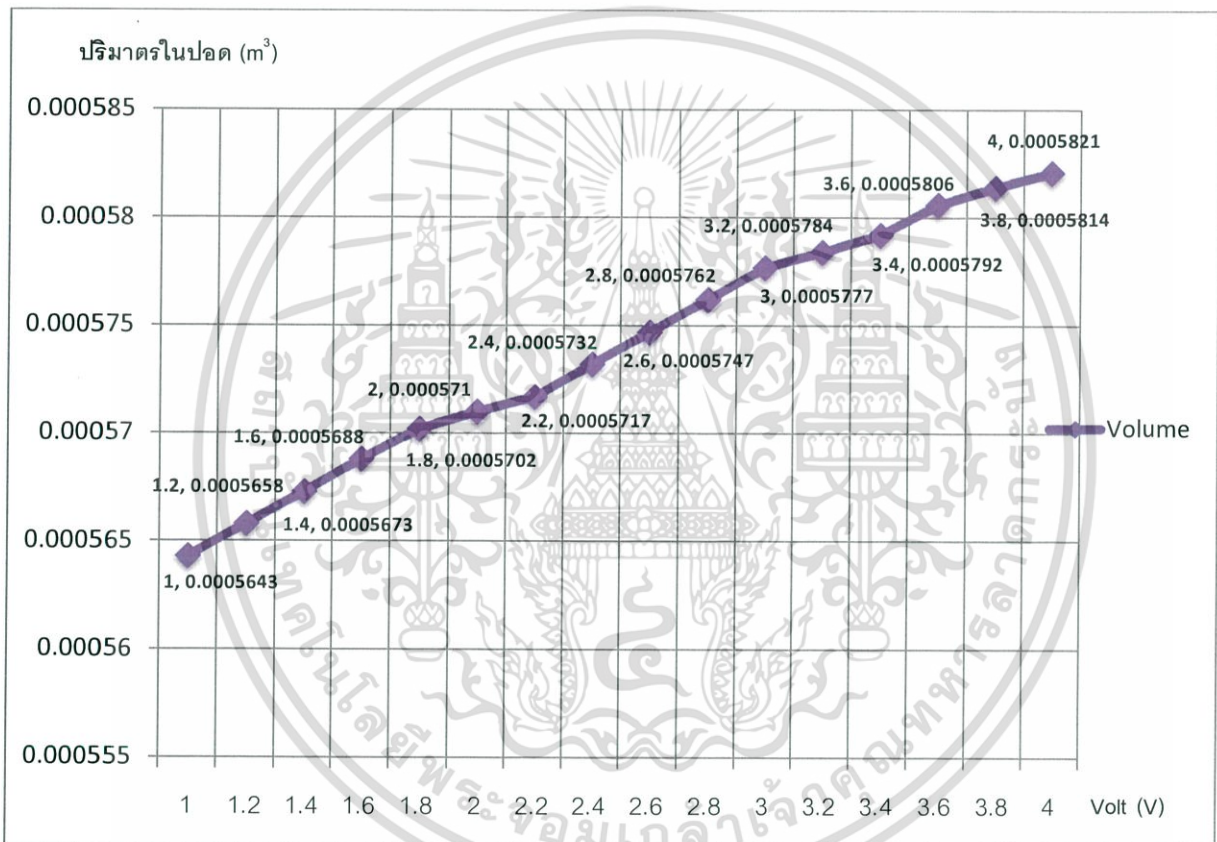


Volt (v)	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
Pressure (KPa)	101.300	101.567	101.833	102.101	102.366	102.499	102.633	102.899	103.166	103.433	103.699	103.834	103.966	104.232	104.365	104.498

ตารางที่ 4.4.1 ทำการนำค่าที่วัดได้จากการเปลี่ยนแปลงโวลต์ (V) และความดันในปอด (KPa) มาสรุปเป็นตารางเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 เราสามารถทำการหาปริมาตรภายในปอดได้อย่างคร่าวๆโดยใช้ กฎของบอยล์ (Boyle) เมื่ออุณหภูมิคงที่ ปริมาตรจะแปรผกผันกับความดัน เขียนเป็นความสัมพันธ์ได้ $P_1V_1 = P_2V_2$ โดยกำหนดให้ P_1 คือความดันภายในของ ภาชนะปิดที่เราเทียบค่าจากโวลต์ว่าโวลต์ 0-4 V มีความดัน (mmHg) ภายในเท่าไร V_1 คือค่าปริมาตรภายใน ภาชนะปิดที่เราทำการออกแบบแล้วคำนวณค่าออกมามีค่าเท่ากับ $5.643 \times 10^{-4} \text{ m}^3$ ส่วน P_2 คือค่าความดันภายใน ปอดเราเมื่อทำการหายใจออกมีค่าประมาณ 757 mmHg และ V_2 คือค่าปริมาตรภายในของปอดเมื่อเราทำการเป่า เมื่อเราคำนวณค่าทุกความดันที่วัดเราก็จะได้ค่าปริมาตรของปอดทุกค่าแล้วนำมาพล็อตกราฟแสดงด้านล่าง

กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างโวลต์ (v) และปริมาตรในปอด (m^3)

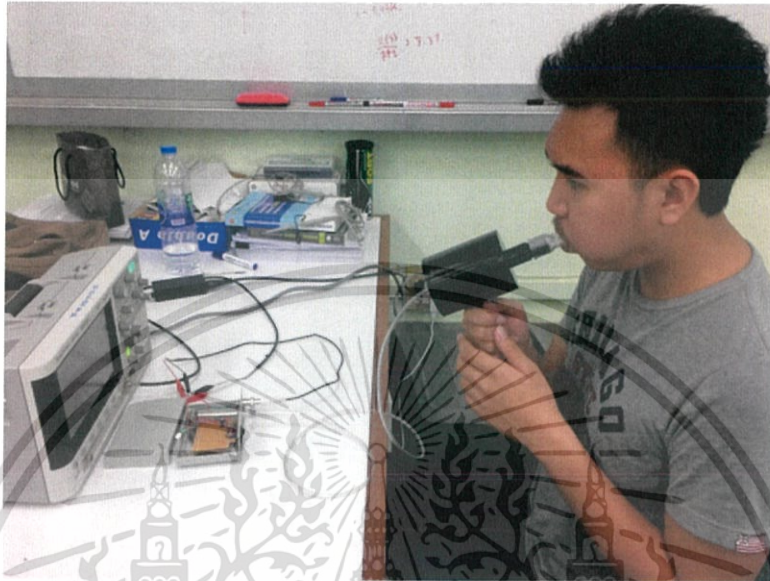


Volt (v)	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.6	2.8	3.0	3.2	3.4	3.6	3.8	4.0
Volume (m^3)	5.6	5.6	5.6	5.6	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.8	5.8	5.8
	43	58	73	88	02	10	17	32	47	62	77	84	92	06	14	21
	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$	$\times 10^{-4}$

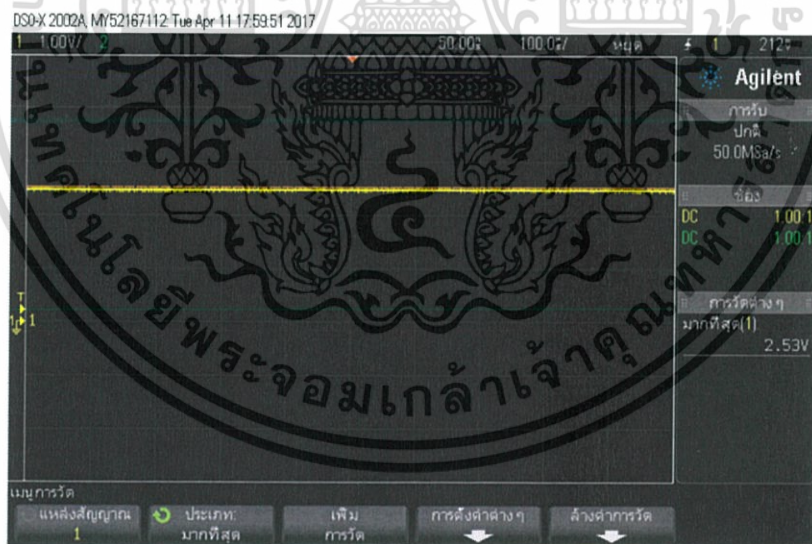
ตารางที่ 4.5.1 ทำการนำค่าที่วัดได้จากการเปลี่ยนแปลงโวลต์ (V) และปริมาตรในปอด (m^3) มาสรุปเป็นตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ได้ทำการทดลองโดยการค่อยๆเป่าเข้าไปในภาชนะปิดแล้วดูโวลต์ซึ่งวัดได้ 2.53 V ซึ่งได้ค่าความดัน 774 mmHg หรือ 103.166 KPa เทียบค่าปริมาตรประมาณ $5.747 \times 10^{-4} \text{ m}^3$



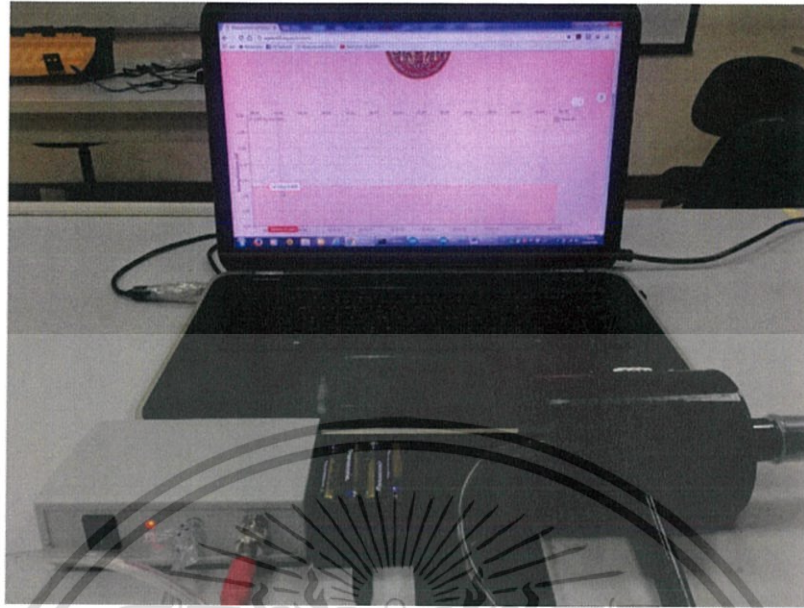
รูปที่ 4.6.1 ได้ทำการค่อยๆเป่าเข้าไปเพื่อดูค่าโวลต์



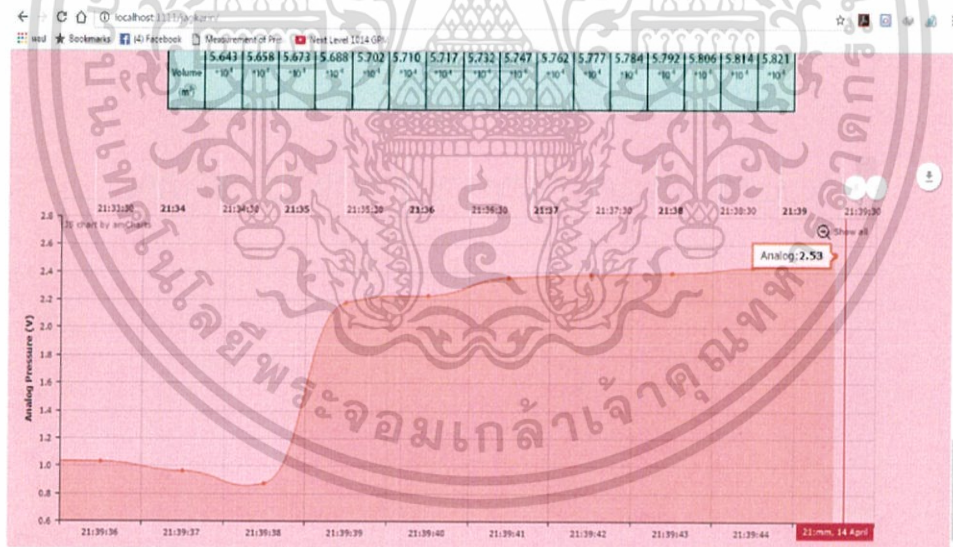
รูปที่ 4.6.2 ทำการวัดค่าโวลต์จากการเป่าได้ 2.53 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ได้ทำการทดลองโดยการเป่าเข้าไปแล้วมาดูผลที่หน้าจอ Display ที่ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 4.7.1 ยังไม่เริ่มเป่าโวลต์ขึ้นไปที่ 1 V สภาวะปกติ



รูปที่ 4.7.2 เมื่อทำการเป่าแล้วได้ค่าโวลต์ 2.53 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุป

ปรัชญาพันธบัตรนี้ได้นำเสนอ การออกแบบสร้างระบบวัดปริมาตรปอดอย่างง่าย โดยการใช้กฎของ Boyle การใช้งานอย่างย่อคือ ผู้ใช้งานจะต้องหายใจออกเข้าสู่ภาชนะปิดซึ่งทราบปริมาตร วัดความดันและคำนวณปริมาตรของปอดตามกฎของ Boyle การแสดงผลใช้ การเชื่อมต่อกับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตแบบไร้สาย เพื่อการแสดงผลและบันทึกข้อมูล เพื่อการวิเคราะห์ภายหลัง

5.2 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองโครงการการวัดความดันและปริมาตรในปอดผ่านเว็บไซต์นั้นโดยใช้สัญญาณอนาล็อกที่มาจากเซนเซอร์วัดความดันที่ต้องการวัดค่าความดันในปอดจากการเป่าลมเข้าไปในภาชนะปิดผ่านไปยังเซนเซอร์วัดความดันแล้วส่งสัญญาณไปยังขานาล็อกของโมดูล NodeMCU -12E ซึ่งเข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัล ความละเอียด 10 บิต ที่เชื่อมต่อกับสัญญาณ WiFi ประมวลผลและส่งผ่านข้อมูลไปยังหน้าเว็บฝั่ง Server ซึ่งใช้ Node.js ในการเขียนโปรแกรมด้วย JavaScript ทางฝั่ง Server แล้วส่งไปยังหน้าเว็บฝั่ง client ซึ่งเป็นส่วนที่ไว้แสดงข้อมูลบนหน้าเว็บไซต์โดย source code 2 files นั้นจะอยู่ใน folder เดียวกันและทำการติดต่อกับ Socket.io ซึ่งเป็น JavaScript framework ที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบ real-time และให้ข้อมูลฝั่ง Server และ Client นั้นติดต่อกันได้เพื่อนำข้อมูลที่ส่งมาจาก NodeMCU-12E ไปแสดงผลไว้บนหน้าเว็บไซต์

จากการทดสอบจ่ายสัญญาณอินพุตเป็นสัญญาณอนาล็อก sine wave ที่มาจากเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ Function Generator ที่แรงดัน 3 Vpp ยกแรงดัน Offset ขึ้นไป 1.5 V ที่ความถี่ 0.1 - 1 Hz ซึ่งความถี่สูงสุดที่จะ Sampling สัญญาณได้ดี ประมาณ 0.5 Hz ถ้าความถี่มากขึ้นจะเริ่ม Sampling สัญญาณนั้นผิดเพี้ยนไป

จากการทดลองโดยการบีบตัว sphygmomanometer เพื่อวัดค่าความดันโดยการวัดค่าจากโวลต์ แล้วนำไปเทียบค่าจากตัววัดความดันที่เป็นมิลลิเมตรปรอทแล้วเราสามารถเทียบค่าโวลต์ตั้งแต่ 0-4 V กับค่าความดันที่เพิ่มขึ้นจาก 760 mmHg จนถึง 784 mmHg ได้ แล้วเราสามารถนำค่าความดัน (mmHg) ที่ได้นี้ไปเทียบเป็นค่าความดัน (KPa) จากการเป่าเข้าไปในภาชนะปิดและสามารถหาค่าปริมาตรของปอดโดยประมาณได้ อีกทั้งเรายังสามารถใช้ฝีกการหายใจเข้า - ออกให้ถูกต้อง และใช้วัดค่าความดันและปริมาตรภายในปอดขณะนั้น เพื่อตรวจสอบและวัดความก้าวหน้าของการฝึกได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ชีรจุช จิตพรมมา. และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล.หนังสือเริ่มต้นเรียนรู้และพัฒนาอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) กับ NodeMCU
2. Chai Phonbopit. ๒๕๕๗. Node.js คืออะไร ? + เริ่มต้นใช้งาน Node.js และ มาทำ RESTful API ด้วย Node.js กับ Express กันดีกว่า. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://devahoy.com/posts/getting-started-with-nodejs/>. ๑๘ ธันวาคม ๒๕๕๙
3. บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด. ๒๕๕๕. บทความการใช้งานเริ่มต้น ESP8266 NodeMCU และการใช้งาน Application ต่างๆ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/getting-started-with-esp8266-nodemcu.html>. ๒๑ ธันวาคม ๒๕๕๙
4. เว็บ meewebfree.com. ๒๕๕๘. node.js กับ socket.io เพื่อทำ web socket และ เจาะลึกกับ node.jsแบบเริ่มต้นทำความรู้จัก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://meewebfree.com/site/nodejs/450-program-node-js-socket-io-web-socket>. ๒๒ ธันวาคม ๒๕๕๙
5. เว็บ siamhtml.com. ๒๕๕๘. สร้างแอป Chat ด้วย Node.js และ Socket.IO. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.siamhtml.com/real-time-chat-with-node-js-and-socket-io/>. ๑๖ ธันวาคม ๒๕๕๙
6. ประภาส AppliCAD TH. ๒๕๕๘. สอนใช้ SolidWorks เบื้องต้น #ภาษาไทยฉบับเต็ม#. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=33-hyAwCuqA&list=PLY7-usiZprrd19Nfr3gL-OUBN9Q6ArOCU&index=1>. ๒๗ ธันวาคม ๒๕๕๙
7. pathara nor. Jubchailife. ๒๕๕๙. Example code for NodeMCU to connect with server side by using Socket.io and Arduino IDEและทำ Real-Time web application บน Amazon Web Services(AWS) ด้วย Node.js + Socket.IOและแสดงข้อมูลบนกราฟแบบ real-time บน AmChart ผ่านทาง Socket.io. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://jubchailife.blogspot.com/>. ๓๑ ธันวาคม ๒๕๕๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. ชีรวิช จิตพรมมา. และ ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล.หนังสือเริ่มต้นเรียนรู้และพัฒนาอุปกรณ์ Internet of Things (IoT) กับ NodeMCU
2. Chai Phonbopit. ๒๕๕๗. Node.js คืออะไร ? + เริ่มต้นใช้งาน Node.js และ มาทำ RESTFul API ด้วย Node.js กับ Express กันดีกว่า. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://devahoy.com/posts/getting-started-with-nodejs/>. ๑๘ ธันวาคม ๒๕๕๙
3. บริษัท วินัส ซัพพลาย จำกัด. ๒๕๕๕. บทความการใช้งานเริ่มต้น ESP8266 NodeMCU และการใช้งาน Application ต่างๆ. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://thaieasyelec.com/article-wiki/embedded-electronics-application/getting-started-with-esp8266-nodemcu.html>. ๒๑ ธันวาคม ๒๕๕๙
4. เว็บไซต์ meewebfree.com. ๒๕๕๘. node.js กับ socket.io เพื่อทำ web socket และ เจาะลึกกับ node.jsแบบเริ่มต้นทำความรู้จัก. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://meewebfree.com/site/nodejs/450-program-node-js-socket-io-web-socket>. ๒๒ ธันวาคม ๒๕๕๙
5. เว็บไซต์ siamhtml.com. ๒๕๕๘. สร้างแอป Chat ด้วย Node.js และ Socket.IO. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <http://www.siamhtml.com/real-time-chat-with-node-js-and-socket-io/>. ๑๖ ธันวาคม ๒๕๕๙
6. ปรภาส AppliCAD TH. ๒๕๕๘. สอนใช้ SolidWorks เบื้องต้น #ภาษาไทยฉบับเต็ม#. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://www.youtube.com/watch?v=33-hyAwCuqA&list=PLY7-usiZprrd19Nfr3gL-OUBN9Q6ArOCU&index=1>. ๒๗ ธันวาคม ๒๕๕๙
7. pathara nor. JubchaiLife. ๒๕๕๙. Example code for NodeMCU to connect with server side by using Socket.io and Arduino IDEและทำ Real-Time web application บน Amazon Web Services(AWS) ด้วย Node.js + Socket.IOและแสดงข้อมูลบนกราฟแบบ real-time บน AmChart ผ่านทาง Socket.io. (ออนไลน์). แหล่งที่มา : <https://jubchailife.blogspot.com/>. ๓๑ ธันวาคม ๒๕๕๙

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



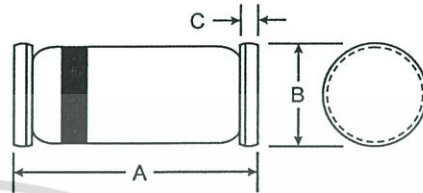
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- 500mW Power Dissipation
- Outline Similar to JEDEC DO-213AA
- Hemetic Glass Package
- Lead Free Finish, RoHS Compliant (Note 3)

Mechanical Data

- Case: MiniMELF
- Case Material: Molded Plastic. UL Flammability Classification Rating 94V-0
- Moisture Sensitivity: Level 1 per J-STD-020C
- Terminals: Finish - Sn97.5Ag2.5. Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: Cathode Band
- Ordering Information: See Last Page
- Marking: Cathode Band Only
- Weight: 0.034 grams (approximate)



MiniMELF		
Dim	Min	Max
A	3.30	3.70
B	1.30	1.60
C	0.28	0.50
All Dimensions in mm		

Maximum Ratings and Electrical Characteristics @ T_A = 25°C unless otherwise specified

Characteristic	Symbol	Value	Unit
Power Dissipation (Note 1)	P _d	500	mW
Thermal Resistance, Junction to Ambient Air (Note 1)	R _{θJA}	300	°C/W
Forward Voltage @ I _F = 200mA	V _F	1.5	V
Operating and Storage Temperature Range	T _J , T _{STG}	-65 to +175	°C

- Notes:
1. Valid provided that electrodes are kept at ambient temperature.
 2. Tested with pulses, T_p ≤ 100ms.
 3. EC Directive 2002/95/EC (RoHS) revision 13.2.2003. Glass and High Temperature Solder Exemptions Applied where applicable, see EU Directive Annex Notes 5 and 7.

Electrical Characteristics @ T_A = 25°C unless otherwise specified

Type Number	Zener Voltage Range (Note 2)				Maximum Zener Impedance		Maximum Reverse Current		Typical Temperature Coefficient @ I _{ZT}
	V _Z @ I _{ZT}			I _{ZT}	Z _{ZT} @ I _{ZT}	Z _{ZK} @ I _{ZK} = 0.25mA	I _R	@V _R	
	Nom (V)	Min (V)	Max (V)	mA	Ω	Ω	μA	V	
ZMM5221B	2.4	2.28	2.52	20	30	1200	100	1.0	-0.085
ZMM5222B	2.5	2.38	2.63	20	30	1250	100	1.0	-0.085
ZMM5223B	2.7	2.57	2.84	20	30	1300	75	1.0	-0.080
ZMM5224B	2.8	2.66	2.94	20	30	1400	75	1.0	-0.080
ZMM5225B	3.0	2.85	3.15	20	29	1600	50	1.0	-0.075
ZMM5226B	3.3	3.14	3.47	20	28	1600	25	1.0	-0.070
ZMM5227B	3.6	3.42	3.78	20	24	1700	15	1.0	-0.065
ZMM5228B	3.9	3.71	4.10	20	23	1900	10	1.0	-0.060
ZMM5229B	4.3	4.09	4.52	20	22	2000	5.0	1.0	-0.055
ZMM5230B	4.7	4.47	4.94	20	19	1900	5.0	2.0	±0.030
ZMM5231B	5.1	4.85	5.36	20	17	1600	5.0	2.0	±0.030
ZMM5232B	5.6	5.32	5.88	20	11	1600	5.0	3.0	+0.038
ZMM5233B	6.0	5.70	6.30	20	7.0	1600	5.0	3.5	+0.038
ZMM5234B	6.2	5.89	6.51	20	7.0	1000	5.0	4.0	+0.045
ZMM5235B	6.8	6.46	7.14	20	5.0	750	3.0	5.0	+0.050
ZMM5236B	7.5	7.13	7.88	20	6.0	500	3.0	6.0	+0.058
ZMM5237B	8.2	7.79	8.61	20	8.0	500	3.0	6.5	+0.062
ZMM5238B	8.7	8.27	9.14	20	8.0	600	3.0	6.5	+0.065
ZMM5239B	9.1	8.65	9.56	20	10	600	3.0	7.0	+0.068
ZMM5240B	10	9.50	10.50	20	17	600	3.0	8.0	+0.075
ZMM5241B	11	10.45	11.55	20	22	600	2.0	8.4	+0.076
ZMM5242B	12	11.40	12.60	20	30	600	1.0	9.1	+0.077
ZMM5243B	13	12.35	13.65	9.5	13	600	0.5	9.9	+0.079
ZMM5244B	14	13.30	14.70	9.0	15	600	0.1	10	+0.082
ZMM5245B	15	14.25	15.75	8.5	16	600	0.1	11	+0.082
ZMM5246B	16	15.20	16.80	7.8	17	600	0.1	12	+0.083
ZMM5247B	17	16.15	17.85	7.4	19	600	0.1	13	+0.084
ZMM5248B	18	17.10	18.90	7.0	21	600	0.1	14	+0.085
ZMM5249B	19	18.05	19.95	6.6	23	600	0.1	14	+0.086
ZMM5250B	20	19.00	21.00	6.2	25	600	0.1	15	+0.086
ZMM5251B	22	20.90	23.10	5.6	29	600	0.1	17	+0.087
ZMM5252B	24	22.80	25.20	5.2	33	600	0.1	18	+0.087
ZMM5253B	25	23.75	26.25	5.0	35	600	0.1	19	+0.089
ZMM5254B	27	25.65	28.35	4.6	41	600	0.1	21	+0.090
ZMM5255B	28	26.60	29.40	4.5	44	600	0.1	21	+0.091
ZMM5256B	30	28.50	31.50	4.2	49	600	0.1	23	+0.091
ZMM5257B	33	31.35	34.65	3.8	58	700	0.1	25	+0.092
ZMM5258B	36	34.20	37.80	3.4	70	700	0.1	27	+0.093
ZMM5259B	39	37.05	40.95	3.2	80	800	0.1	30	+0.094
ZMM5260B	43	40.85	45.15	3.0	93	900	0.1	33	+0.095
ZMM5261B	47	44.65	49.35	2.7	105	1000	0.1	36	+0.095
ZMM5262B	51	48.45	53.55	2.5	125	1100	0.1	39	+0.096
ZMM5263B	56	53.20	58.80	2.2	150	1300	0.1	43	+0.096
ZMM5264B	60	57.00	63.00	2.1	170	1400	0.1	46	+0.097
ZMM5265B	62	58.90	65.10	2.0	185	1400	0.1	47	+0.097
ZMM5266B	68	64.60	71.40	1.8	230	1600	0.1	52	+0.097
ZMM5267B	75	71.25	78.75	1.7	270	1700	0.1	56	+0.098

Notes: 2. Tested with pulses, T_p ≤ 100ms.

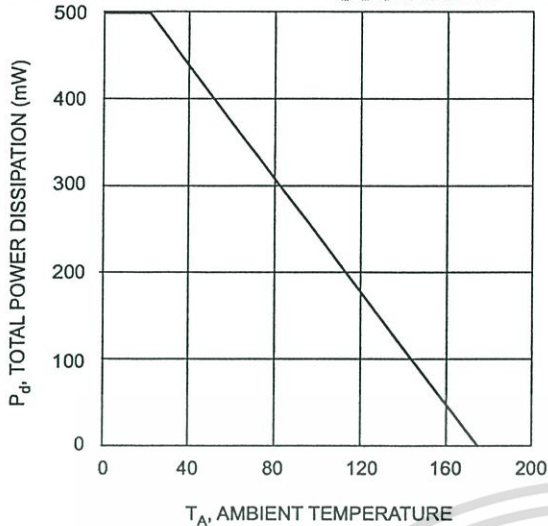


Fig. 1 Power Dissipation vs Ambient Temperature

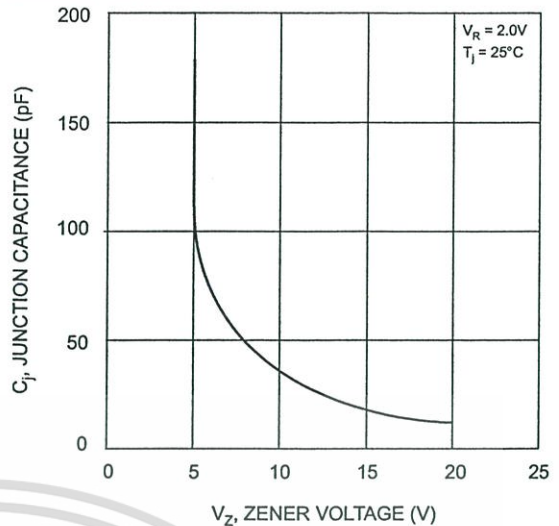


Fig. 2 Junction Capacitance vs Zener Voltage

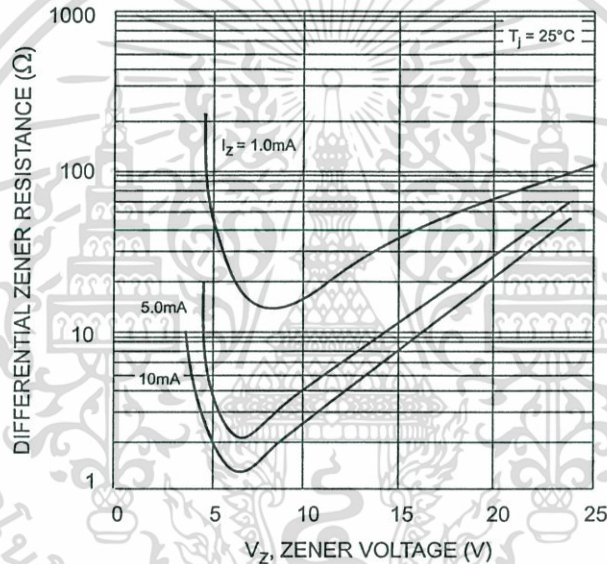


Fig. 3 Differential Zener Impedance

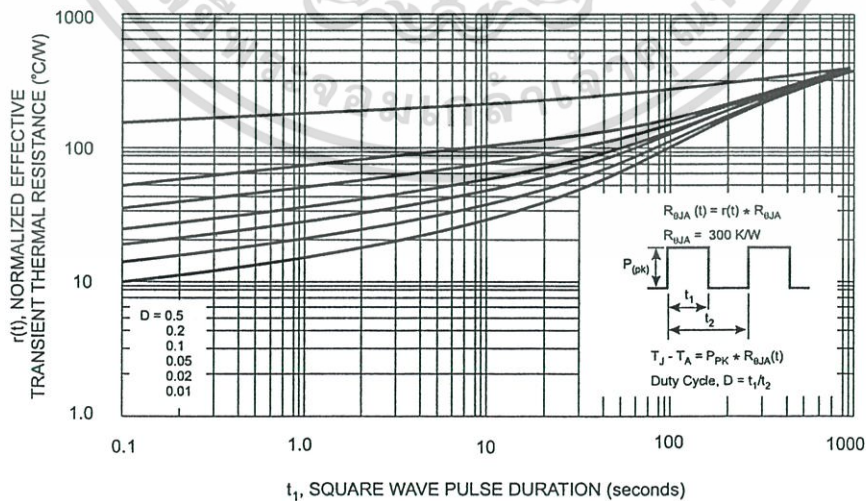


Fig. 4 Typical Normalized Transient Thermal Impedance Curves

Ordering Information (Note 4)

Device	Packaging	Shipping
ZMM5221B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5221B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5222B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5222B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5223B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5223B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5224B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5224B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5225B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5225B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5226B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5226B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5227B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5227B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5228B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5228B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5229B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5229B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5230B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5230B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5231B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5231B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5232B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5232B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5233B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5233B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5234B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5234B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5235B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5235B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5236B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5236B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5237B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5237B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5238B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5238B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5239B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5239B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5240B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5240B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5241B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5241B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5242B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5242B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5243B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5243B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5244B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5244B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5245B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5245B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch

Ordering Information (Note 4) (continued)

Device	Packaging	Shipping
ZMM5246B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5246B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5247B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5247B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5248B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5248B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5249B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5249B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5250B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5250B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5251B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5251B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5252B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5252B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5253B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5253B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5254B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5254B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5255B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5255B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5256B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5256B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5257B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5257B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5258B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5258B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5259B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5259B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5260B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5260B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5261B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5261B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5262B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5262B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5263B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5263B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5264B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5264B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5265B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5265B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5266B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5266B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch
ZMM5267B-7	MiniMELF	2.5K/Tape & Reel, 7-inch
ZMM5267B-13	MiniMELF	10K/Tape & Reel, 13-inch

Notes: 4. For packaging details, visit our website at <http://www.diodes.com/datasheets/ap02007.pdf>

MPxx5004, 0 to 3.92 kPa, Differential and Gauge, Integrated Pressure Sensor

Freescale's MPxx5004 series piezoresistive transducer is a state-of-the-art monolithic silicon pressure sensor designed for a wide range of applications, but particularly those employing a microcontroller or microprocessor with A/D inputs. This sensor combines a highly sensitive implanted strain gauge with advanced micromachining techniques, thin-film metallization, and bipolar processing to provide an accurate, high level analog output signal that is proportional to the applied pressure.

Features

- 1.5% maximum error for 0 to 100 mm H₂O over +10 °C to +60 °C with autozero
- 2.5% maximum error for 100 to 400 mm H₂O over +10 °C to +60 °C with autozero
- 6.25% maximum error for 0 to 400 mm H₂O over 10 °C to +60 °C without autozero
- Temperature compensated over 10 °C to 60 °C
- Available in gauge surface mount (SMT) or through-hole (DIP) configurations
- Durable thermoplastic (PPS) package

Applications

- Washing machine water level
- Ideally suited for microprocessor or microcontroller-based systems
- Appliance liquid level and pressure measurement
- Respiratory equipment

Small outline packages, through-hole



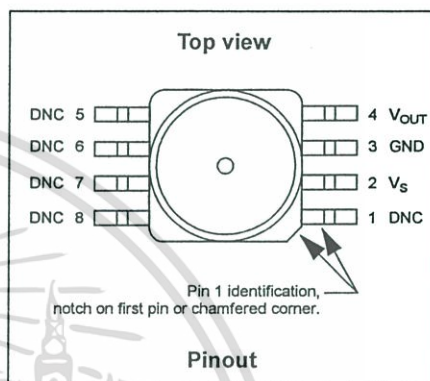
MPVZ5004G7U
Case 98ASB17758C



MPXV5004GC7U
Case 98ASB17759C



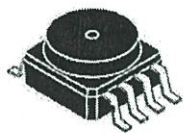
MPVZ5004GW7U
Case 98ASA10611D



Freescale reserves the right to change the detail specifications as may be required to permit improvements in the design of its products.

© 2006-2009, 2015 Freescale Semiconductor, Inc. All rights reserved.

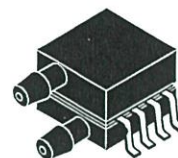
Small outline packages, surface mount



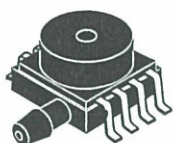
MPVZ5004G6U/6T1
Case 98ASB17756C



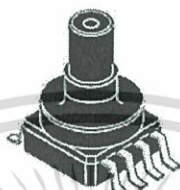
MPXV5004GC6T1/6U, MPVZ5004GC6U
Case 98ASB17757C



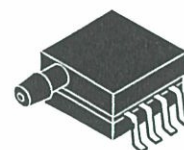
MPXV5004DP
Case 98ASA99255D



MPXV5004GVP
Case 98ASA99302D



MPVZ5004GW6U
Case 98ASA10686D



MPXV5004GP/GPT1
Case 98ASA99303D

Ordering Information

Part number	Shipping	Package	# of Ports			Pressure type			Device marking
			None	Single	Dual	Gauge	Differential	Absolute	
Small outline package (MPXV5004 series)									
MPXV5004DP	Tray	98ASA99255D			.		.		MPXV5004DP
MPXV5004GC6T1	Reel	98ASB17757C		.		.			MPXV5004G
MPXV5004GC6U	Rail	98ASB17757C		.		.			MPXV5004G
MPXV5004GC7U	Rail	98ASB17759C		.		.			MPXV5004G
MPXV5004GP	Tray	98ASA99303D		.		.			MPXV5004GP
MPXV5004GPT1	Reel	98ASA99303D		.		.			MPXV5004GP
MPXV5004GVP	Tray	98ASA99302D		.		.			MPXV5004GVP
Small outline package (Media resistant gel) (MPVZ5004 series)									
MPVZ5004G6T1	Reel	98ASB17756C	.			.			MPVZ5004G
MPVZ5004G6U	Rail	98ASB17756C	.			.			MPVZ5004G
MPVZ5004G7U	Rail	98ASB17758C	.			.			MPVZ5004G
MPVZ5004GC6U	Rail	98ASB17757C		.		.			MPVZ5004G
MPVZ5004GW6U	Rail	98ASA10686D		.		.			MZ5004GW
MPVZ5004GW7U	Rail	98ASA10611D		.		.			MZ5004GW

MPxx5004

Contents

1	General Description	4
1.1	Block diagram	4
1.2	Pinout	4
2	Mechanical and Electrical Specifications	5
2.1	Maximum ratings	5
2.2	Operating characteristics	5
3	On-chip Temperature Compensation and Calibration	6
4	Package Information	8
4.1	Pressure (P1)/Vacuum (P2) side identification	8
4.2	Minimum recommended footprint for surface mounted applications	8
4.3	Package Dimensions	9
5	Revision History	25



Related Documentation

The MPXV5004G device features and operations are described in a variety of reference manuals, user guides, and application notes. To find the most-current versions of these documents:

- Go to the Freescale homepage at:
<http://www.freescale.com/>
- In the Keyword search box at the top of the page, enter the device number MPXV5004G.
- In the Refine Your Result pane on the left, click on the Documentation link.

MPxx5004

Sensors

Freescale Semiconductor, Inc.

3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1 General Description

1.1 Block diagram

Figure 1 shows a block diagram of the internal circuitry integrated on a pressure sensor chip.

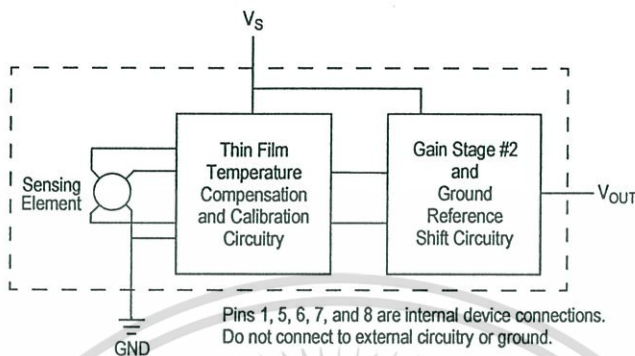


Figure 1. Integrated pressure sensor schematic

1.2 Pinout

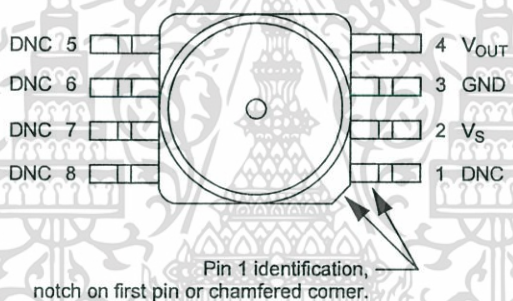


Figure 2. Device pinout (top view)

Table 1. Pin functions

Pin	Name	Function
1	DNC	Do not connect to external circuitry or ground. Pin 1 is notated by the notch in the lead or chamfered corner.
2	V_S	Voltage supply
3	GND	Ground
4	V_{OUT}	Output voltage
5	DNC	Do not connect to external circuitry or ground.
6	DNC	Do not connect to external circuitry or ground.
7	DNC	Do not connect to external circuitry or ground.
8	DNC	Do not connect to external circuitry or ground.

2 Mechanical and Electrical Specifications

2.1 Maximum ratings

Table 2. Maximum ratings⁽¹⁾

Rating	Symbol	Value	Unit
Maximum pressure (P1 > P2)	P _{MAX}	16	kPa
Storage temperature	T _{STG}	-30 to +100	°C
Operating temperature	T _A	0 to +85	°C

1. Exposure beyond the specified limits may cause permanent damage or degradation to the device.

2.2 Operating characteristics

Table 3. Operating characteristics (V_S = 5.0 V_{DC}, T_A = 25 °C unless otherwise noted, P1 > P2)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Units
Pressure range	P _{OP}	0	—	3.92 400	kPa mm H ₂ O
Supply voltage ⁽¹⁾	V _S	4.75	5.0	5.25	V _{DC}
Supply current	I _S	—	—	10	mAdc
Span @ 306 mm H ₂ O (3 kPa) ⁽²⁾ Full-scale span @ 400 mm H ₂ O (3.92 kPa) ⁽²⁾	V _{FSS}	—	3.0 3.92	—	V
Offset ⁽³⁾	V _{OFF}	0.75	1.0	1.25	V
Sensitivity	V/P	—	1.0	—	V/kPa
Accuracy ^{(4) (5)}					
0 to 100 mm H ₂ O (10 °C to 60 °C)	—	—	—	±1.5	%V _{FSS} with autozero
100 to 400 mm H ₂ O (10 °C to 60 °C)	—	—	—	±2.5	%V _{FSS} with autozero
0 to 400 mm H ₂ O (10 °C to 60 °C)	—	—	—	±6.25	%V _{FSS} without autozero

1. Device is ratiometric within this specified excitation range.

2. Span is defined as the algebraic difference between the output voltage at specified pressure and the output voltage at the minimum rated pressure.

3. Offset (V_{off}) is defined as the output voltage at the minimum rated pressure.

4. Accuracy (error budget) consists of the following:

Linearity: Output deviation from a straight line relationship with pressure, using endpoint method, over the specified pressure range.

Temperature hysteresis: Output deviation at any temperature within the operating temperature range, after the temperature is cycled to and from the minimum or maximum operating temperature points, with zero differential pressure applied.

Pressure hysteresis: Output deviation at any pressure within the specified range, when this pressure is cycled to and from the minimum or maximum rated pressure, at 25 °C.

TcSpan: Output deviation over the temperature range of 10 °C to 60 °C, relative to 25 °C.

TcOffset: Output deviation with minimum rated pressure applied, over the temperature range of 10 °C to 60 °C, relative to 25 °C.

Variation from nominal: The variation from nominal values, for offset or full-scale span, as a percent of V_{FSS}, at 25 °C.

5. Autozero at factory installation: Due to the sensitivity of the MPxx5004G, external mechanical stresses and mounting position can affect the zero pressure output reading. Autozeroing is defined as storing the zero pressure output reading and subtracting this from the device's output during normal operations. Reference AN1636 for specific information. The specified accuracy assumes a maximum temperature change of ±5 °C between autozero and measurement.

MPxx5004

Sensors

Freescale Semiconductor, Inc.

5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3 On-chip Temperature Compensation and Calibration

The performance over temperature is achieved by integrating the shear-stress strain gauge, temperature compensation, calibration and signal conditioning circuitry onto a single monolithic chip.

Figure 3 illustrates the gauge configuration in the basic chip carrier (case 98ASB17756C). A fluorosilicone gel isolates the die surface and wire bonds from the environment, while allowing the pressure signal to be transmitted to the silicon diaphragm.

The MPxx5004 series sensor operating characteristics are based on use of dry air as pressure media. Media, other than dry air, may have adverse effects on sensor performance and long-term reliability. Internal reliability and qualification test for dry air, and other media, are available from the factory. Contact the factory for information regarding media tolerance in your application.

Figure 4 shows the recommended decoupling circuit for interfacing the output of the MPxx5004 to the A/D input of the microprocessor or microcontroller. Proper decoupling of the power supply is recommended.

Typical, minimum and maximum output curves are shown for operation over a temperature range of 10 °C to 60 °C using the decoupling circuit shown in Figure 4. The output will saturate outside of the specified pressure range.

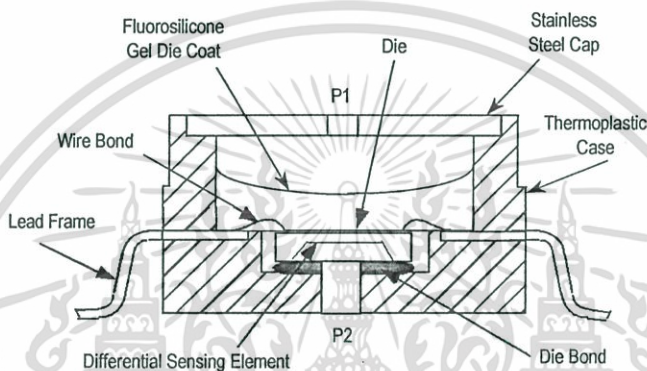


Figure 3. Cross-sectional diagram (not to scale)

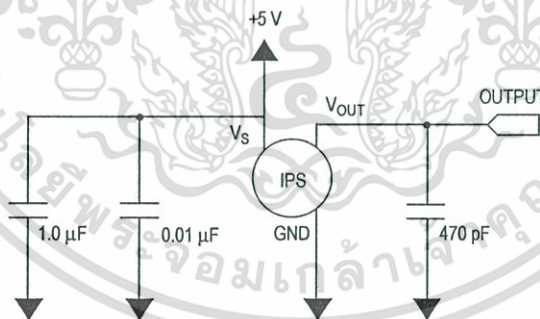


Figure 4. Recommended power supply decoupling and output filtering (For additional output filtering, please refer to AN1646.)

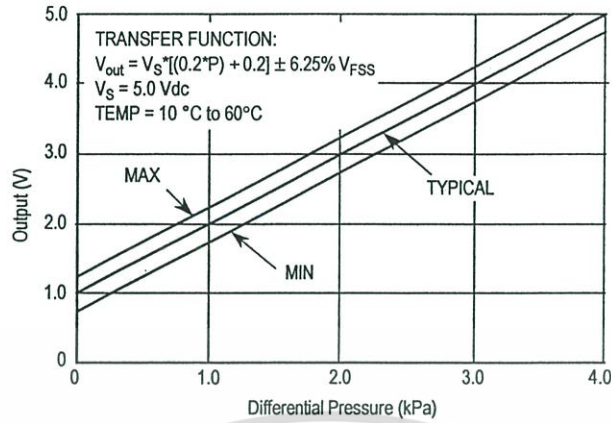


Figure 5. Output vs. pressure differential at $\pm 6.25\% V_{FSS}$ (without autozero, Table 3, note 5)

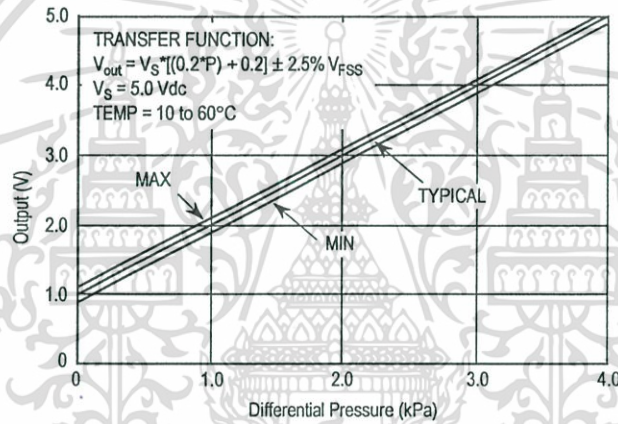


Figure 6. Output vs. pressure differential at $\pm 2.5\% V_{FSS}$ (with autozero, Table 3, note 5)