

เครื่องวัดแรงดันในลำไส้ใหญ่ผ่านปลาย
ANORECTAL MANOMETRY MONITOR



ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2556

เครื่องวัดแรงดันในลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย

ANORECTAL MANOMETRY MORNITOR



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

เรื่อง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เครื่องวัดแรงดันในลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย
Anorectal Manometry Mornitor

ผู้จัดทำ นายณัฐชนนท์ รัชชปรกรณ์ รหัสประจำตัว 53010451

นายณัฐวัชร บรรจงจิตร รหัสประจำตัว 53010508

ปริญญาานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว



(ผศ.ดร.กิติพล ชิตสกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	เครื่องวัดแรงดันในลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย
นักศึกษา	นายณัฐชนนท์ รัชชปกรณธ์ รหัสประจำตัว 53010451
	นายณัฐวัชร บรรจงจิตร รหัสประจำตัว 53010508
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2556
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์	ผศ.ดร.กิติพล ชิตสกุล

บทคัดย่อ

คนไข้ที่มีปัญหาการขับถ่ายไม่ออก เนื่องจากมีพฤติกรรมกำบังการขับถ่ายผิดธรรมชาติ ทำให้ต้องมีการฝึกการขับถ่ายใหม่ โดยการสังเกตความดันที่ปลายลำไส้ใหญ่และที่หูรูด ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นการพัฒนาระบบการวัดแรงดันในลำไส้ใหญ่ส่วนปลาย (Anorectal Manometry) โดยวัดแรงดัน สองจุดที่หูรูดและในลำไส้ใหญ่ลึกเข้าไปประมาณ 15 เซนติเมตร วัตถุประสงค์ของการพัฒนาเครื่องมือเพื่อให้ผู้ป่วยที่มีปัญหาของการเบ่ง ในการแสดงค่าความดันในลำไส้ เพื่อปรับพฤติกรรมในการเบ่งถ่าย การใช้งานทำโดยใช้ทรานสดิวเซอร์สอดเข้าทางทวารหนัก ข้อมูลความดันจะนำมาแสดงผลบนจอมอนิเตอร์

Thesis Title	Anorectal Manometry Monitor
Student	Mr. Natchanon Ratchapakorn 1 Student ID 53010451 Mr. Nattawat Banchongchit 2 Student ID 53010508
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Electronics Engineering
Year	2013
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Kitiphol Chitsakul

Abstract

Physically anal sphincter muscles contraction prevents to release stool. However the contraction occurs whenever we need to release. Many people nowadays suffer from this abnormal symptom. A major course of this symptom is bad habits concerning stool releasing. We develop a system for monitoring the pressures in anorectal region using for practicing stool releasing. The system consists of two pressure sensors established in a small tube 15 cm. apart used to measure the pressure in the rectum and at sphincter. The tube with 1 cm. in diameter could be insert in the anal to monitor anorectal pressure. The patient will release stool by observing the pressures.

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.ดร.กิตติพล ชิตสกุล เป็นอย่างสูง ที่ช่วยให้คำแนะนำ คอยให้คำปรึกษาปัญหาต่างๆ และคอยให้ความช่วยเหลือ และขอขอบคุณTMECที่สนับสนุนด้านอุปกรณ์เซ็นเซอร์ จนทำให้โครงการและปริิญญานิพนธ์นี้ประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

ณัฐชนนท์ รัชชปกรณ

ณัฐวัชร บรรจงจิตร



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
สารบัญรูปภาคผนวก.....	X
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 แนวคิดของระบบ.....	2
1.4 ส่วนประกอบของปรินูญานิพนธ์.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 Anorectal manometry.....	3
2.2 ทฤษฎีทางด้านHardware.....	4
2.2.1 Sensor.....	4
2.2.2 Arduino UNO	6

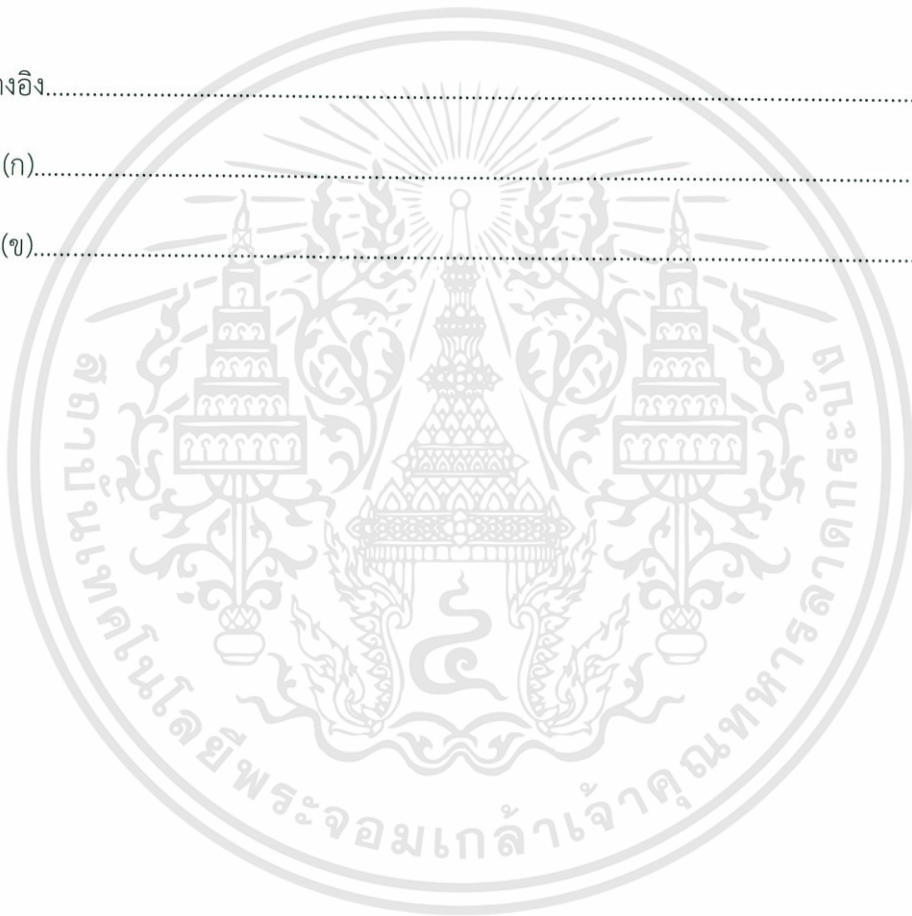
สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3 ทฤษฎีทางด้าน Software.....	12
2.3.1 โปรแกรม LabVIEW.....	12
2.3.2 การออกแบบโปรแกรมโดยใช้ LabVIEW.....	12
บทที่ 3 การออกแบบ	18
3.1 เซ็นเซอร์วัดแรงดันแบบ Piezo-resistive pressure sensor.....	18
3.1.1 โครงสร้างของเซ็นเซอร์ TMPS110B.....	18
3.1.2 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์ประเภท TMPS110B ที่เลือกใช้ในงานวิจัย.....	19
3.1.3 การตอบสนองของเซ็นเซอร์ และ การใช้งานเซ็นเซอร์ TMPS110B.....	20
3.2 ระบบประมวลผล.....	20
3.2.1 การออกแบบวงจรส่วนหน้า(Front End).....	21
3.2.2 การออกแบบระบบประมวลผล.....	22
3.3 การออกแบบ Hardware.....	22
3.4 การออกแบบทางด้าน Software.....	24
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง.....	25
4.1 วิธีการทดลอง.....	25
4.2 ผลการทดลอง.....	26

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 บทสรุป.....	32
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	32
เอกสารอ้างอิง.....	33
ภาคผนวก(ก).....	34
ภาคผนวก(ข).....	38



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงคำศัพท์ที่ใช้ใน LabVIEW.....	15
3.1 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์ TMPS110B.....	19
4.1 แสดงผลการทดลองการตอบสนองของเซ็นเซอร์ที่ความถี่ต่างๆ.....	28



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 การตรวจวัดความดันที่หูรูดทวารหนัก	1
1.2 ผลการตรวจ Anorectal Manometry	1
1.3 ไตอะแกรมการทำงาน.....	2
2.1 การตรวจAnorectal manometry	3
2.2 วิธีตรวจ Anorectal manometry	3
2.3 TMPS110B : Piezoresistive pressure sensor	6
2.4 บอร์ด Arduino UNO.....	9
2.5 แสดงวงจรสมบูรณ์ของบอร์ด Arduino UNO.....	10
2.6 บอร์ด Arduino UNO และรายละเอียดตำแหน่งขาต่างๆบนบอร์ด.....	11
2.7 การตั้งค่าเครื่องมือวัดไนโปรแกรม LabVIEW.....	13
2.8 หน้าต่าง Block Diagram.....	14
2.9 รูปแสดง Icon และ Connector.....	14
3.1 แสดงโครงสร้างภายในของเซ็นเซอร์ TMPS110B.....	18
3.2 แสดงตัวถังของเซ็นเซอร์ TMPS110B.....	19
3.3 ลักษณะเซ็นเซอร์ TMPS110B.....	20
3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและ Output Voltage.....	20
3.5 วงจรส่วนหน้าที่ได้รับการออกแบบให้เปลี่ยนค่าความต้านทานเป็นแรงดันไฟฟ้า.....	21
3.6 การเชื่อมต่อกันของวงจรส่วนหน้า บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และLabVIEW.....	22

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.7 โครงสร้าง Anorectal manometry.....	23
3.8 แสดงองค์ประกอบ Hardware.....	23
3.9 แสดงโปรแกรมประมวลผล ผ่าน Labview.....	24
3.10 หน้าจอแสดงการทำงานของ Labview.....	24
4.1 เครื่องวัดความดัน.....	25
4.2 การทดลองวัดสัญญาณ.....	25
4.3 แสดงการทำงานของ Sensor.....	26
4.4 แสดงการขยายของสัญญาณ Analog ของ Sensor ตัวที่ 1.....	26
4.5 แสดงการขยายของสัญญาณ Analog ของ Sensor ตัวที่ 2.....	27
4.6 แสดงการ Sensitivity ของ Resistance Sensor ตัวที่ 1.....	27
4.7 แสดงการ Sensitivity ของ Resistance Sensor ตัวที่ 2.....	27
4.8 กราฟแสดงการตอบสนองที่แรงดันต่างๆ 1.....	28
4.9 กราฟแสดงการตอบสนองที่แรงดันต่างๆ 2.....	29
4.10 กราฟแสดงการตอบสนองที่แรงดันต่างๆ 3.....	29
4.11 กราฟแสดงการตอบสนองที่แรงดันต่างๆ 4.....	30
4.12 กราฟแสดงการตอบสนองที่แรงดันต่างๆ(เฉลี่ย).....	30

สารบัญรูปภาพผนวก

รูปที่	หน้า
ก.1 วงจรเครื่องวัดความดัน.....	34
ก.2 วงจรเครื่องวัดความดัน.....	34
ก.3 ท่อตัวถังของเครื่องวัดความดัน.....	34
ก.4 อุปกรณ์ทดสอบเครื่องวัดความดัน.....	35
ก.5 ระบบทดสอบเครื่องวัดความดัน.....	35
ก.6 การทดสอบเครื่องวัดความดัน1.....	35
ก.7 การทดสอบเครื่องวัดความดัน2.....	35
ก.8 การทดสอบวงจรถยาย1.....	36
ก.9 การทดสอบวงจรถยาย2.....	36
ก.10 การทดสอบการตอบสนองของวงจรถยาย1.....	36
ก.11 การทดสอบการตอบสนองของวงจรถยาย2.....	36
ก.12 การทดสอบวัดความดัน1.....	36
ก.13 การทดสอบวัดความดัน2.....	36
ก.14 เครื่องวัดความดัน.....	37
ก.15 รูปแสดงขนาดเครื่องวัดความดัน.....	37
ข.1 ลายวงจรถยายเซนเซอร์ด้านหน้า.....	38
ข.2 ลายวงจรถยายเซนเซอร์ด้านหลัง.....	38
ข.3 ลายวงจรถยาย.....	38

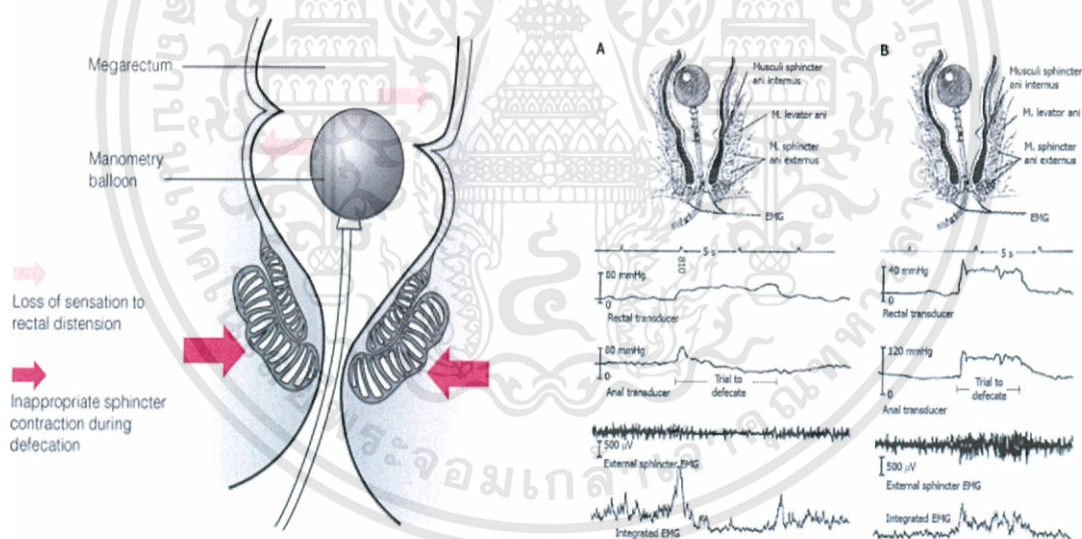
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

ในปัจจุบันปัญหาการจราจรติดขัดมีมากขึ้นทำให้ผู้คนที่อยู่บนท้องถนนไม่สามารถที่จะไป ขับถ่ายได้จึงทำให้ต้องกลั้นการขับถ่ายไว้ ดังนั้นจึงทำให้เกิดความผิดปกติกับระบบขับถ่ายขึ้น ซึ่งเป็น อาการป่วยและนำไปสู่โรคอื่นๆได้

Anorectal Manometry (รายละเอียดในบทที่ 2) เป็นการตรวจการทำงานของลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก และกล้ามเนื้อหูรูดทวารหนัก ในการตรวจนั้นผู้ป่วยจะต้องเดินทางไปทำการตรวจที่ โรงพยาบาลเท่านั้น อีกทั้งยังมีจำนวนเครื่องมือตรวจต่อผู้ป่วยนั้นไม่เพียงพอ จึงทำให้ผู้ป่วยต้องใช้ เวลานานในการรอเพื่อเข้ารับการตรวจจากแพทย์ เพื่อลดภาระของแพทย์และผู้ป่วยในการตรวจและ การเดินทางจึงได้เกิดแนวคิดที่จะสร้างเครื่องวัดความดันที่ลำไส้ใหญ่ส่วนปลายและหูรูดทวารหนัก ที่ ใช้ตรวจวัดการทำงานของของลำไส้ใหญ่และหูรูดทวารหนัก ซึ่งสามารถให้ผู้ป่วยตรวจและทำการ รักษาโดยคำสั่งของแพทย์เองที่บ้านได้ โดยการนำความรู้ในการใช้เซนเซอร์ มาประยุกต์ใช้เพื่อให้ได้ค่า ความดันของผู้ป่วยการออกมา



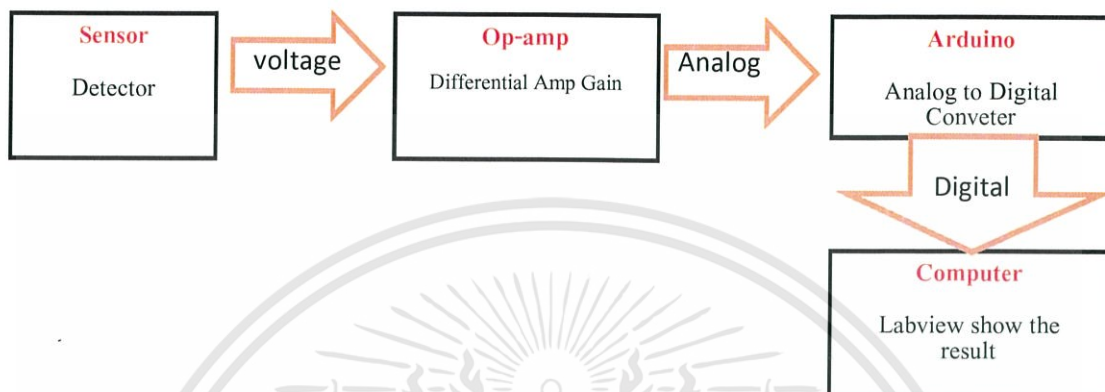
รูปที่ 1.1 การตรวจวัดความดันที่หูรูดทวารหนัก รูปที่ 1.2 ผลการตรวจ Anorectal Manometry

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

โครงการเรื่อง Anorectal Manometry ได้สร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในการตรวจวัดความดันของ ลำไส้ใหญ่ส่วนปลายและหูรูดทวารหนัก เพื่อให้แพทย์นำผลการตรวจที่ได้ไปวิเคราะห์แนวทางการ รักษาโรคต่อไปได้

1.3 แนวคิดของระบบ

ใช้sensorเป็นตัวรับความดันและส่งค่าออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้าเข้าสู่ Op-Amp เพื่อขยายกระแสซึ่งสัญญาณที่ได้เป็นอนาล็อก ต่อมาเชื่อมต่อเข้ากับ Arduino เพื่อเปลี่ยนสัญญาณจากอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัลและเชื่อมต่อ Arduino เข้ากับคอมพิวเตอร์เพื่อประมวลผลและแสดงผลด้วยโปรแกรม LabView



รูปที่ 1.3 ไดอะแกรมการทำงาน

1.4 ส่วนประกอบของปริญญานิพนธ์

ผลที่ได้จากการค้นคว้าทฤษฎี ที่เกี่ยวข้อง การสร้างและทดสอบได้นำมารายงานในรายงานฉบับนี้ซึ่งมีเนื้อหาแบ่งออกเป็น 5 บท ซึ่งแต่ละบทจะมีเนื้อหา ดังนี้

- บทที่ 1 กล่าวถึง ที่มา และจุดประสงค์ของโครงการนี้
- บทที่ 2 กล่าวถึง ทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการนี้
- บทที่ 3 กล่าวถึง แนวทางในการออกแบบ
- บทที่ 4 กล่าวถึง ผลการทดสอบการทำงาน
- บทที่ 5 กล่าวถึง บทสรุปของโครงการ

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 Anorectal manometry

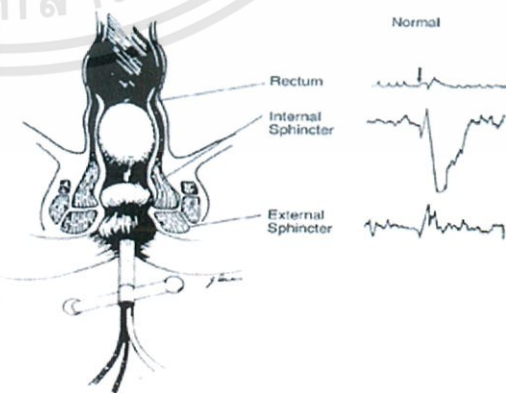
การตรวจ anorectal manometry คือการตรวจวัดการทำงานของลำไส้ใหญ่และทวารหนักโดยตรวจวัดพลศาสตร์ของความดันในทวารหนักอีกทั้งยังช่วยในการฝึกหัดให้ผู้ป่วยเบ่งอุจจาระอย่างถูกวิธี ในผู้ป่วยที่มีอาการท้องผูกเรื้อรังที่สงสัยว่ามีการทำงานที่ผิดปกติของลำไส้ใหญ่หรือมีสาเหตุจากการทำงานของกล้ามเนื้อกะบังลมส่วนล่างหรือทวารหนักทำงานผิดปกติ เป็นผลทำให้ผู้ป่วยมีอาการถ่ายอุจจาระลำบาก และใช้ตรวจผู้ป่วยเด็กที่มีท้องผูกตั้งแต่แรกคลอดที่สงสัยว่าลำไส้ส่วนปลายไม่มีปมประสาทแต่กำเนิด

ขั้นตอนในการตรวจ

แพทย์จะใส่สายขนาดเล็ก เข้าไปภายในทวารหนักลึกประมาณ 10 เซนติเมตร ที่บริเวณปลายสายนี้จะมีลูกโป่งขนาดเล็กติดอยู่ในระหว่างการตรวจแพทย์จะให้ผู้ป่วยขมิบก้ามเนื้อทวารหนักและเบ่งอุจจาระ เพื่อดูการทำงานของทวารหนักและกล้ามเนื้อทวารหนักในขณะกลั้นอุจจาระและขณะเบ่งว่ามีความผิดปกติอย่างไรบ้าง หลังจากนั้นแพทย์จะทำการตรวจดูประสาทรับความรู้สึกและการตอบสนองของทวารหนัก โดยการใส่ลมปริมาณต่างๆ กัน ตั้งแต่ 10 มิลลิลิตร จนถึง 120 มิลลิลิตร เข้าไปในลูกโป่ง ผู้ป่วยจะต้องแจ้งให้แพทย์ทราบในแต่ละครั้งที่ใส่ลมเข้าไปในลูกโป่งว่ามีความรู้สึกอย่างไร ในผู้ป่วยที่มีอาการท้องผูก แพทย์มักจะใส่น้ำ 50 มิลลิลิตรเข้าไปในลูกโป่ง แล้วให้ท่านเบ่ง เพื่อตรวจดูความสามารถในการถ่ายอุจจาระ ว่ามีความผิดปกติมากน้อยเพียงใด แต่ในผู้ป่วยที่มีการบีบตัวของกล้ามเนื้อทวารหนักไม่ประสานกับการเบ่ง อาจพบว่าแรงเบ่งน้อยกว่าปกติปกติ หรือมากกว่า แต่กล้ามเนื้อทวารหนักไม่คลายตัวหรือกลับบีบตัวแรงขึ้นทำให้ไม่สามารถถ่ายออกได้ นอกจากนั้นในผู้ป่วยบางรายอาจมีความไวในการรับความรู้สึกของอุจจาระภายในทวารหนักน้อยกว่าปกติ ทำให้เมื่อมีอุจจาระมาที่ทวารหนักแล้วก็ยังไม่รู้สึกอยากถ่ายทำให้เกิดอาการท้องผูก



รูปที่ 2.1 การตรวจAnorectal manometry



รูปที่ 2.2 วิธีตรวจ Anorectal manometry

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีทางด้าน Hardware

2.2.1 Sensor เซนเซอร์คือตัวอุปกรณ์ตรวจวัดตัวแรกในระบบการวัด ซึ่งใช้ตรวจจับหรือรับรู้ การเปลี่ยนแปลงปริมาณทางกายภาพของตัวแปรต่าง ๆ เช่น ความร้อน แสง สี เสียง ระยะทางการ เคลื่อนที่ ความดัน การไหล เป็นต้น แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณหรือข้อมูลที่สอดคล้องและ เหมาะสมกับส่วนของการกำหนด เงื่อนไข ทางสัญญาณ ถ้าใช้เซนเซอร์วัดแบบสัมผัสกับตัวแปร โดยตรงเรียก ตัวตรวจวัดแบบปฐม (Primary Sensors) หรือตัวตรวจวัดขั้นต้น หากมีการตรวจวัดโดยผ่าน ส่วนอื่นก่อนเช่น สเตรนเกจตรวจรับแรงกดที่ต้องรับแรงถ่ายถอดจากแท่งโลหะที่รับแรงโดยตรงอีก ทอดโดยใช้สเตรนเกจแปะติดกับแท่งโลหะดังกล่าวเพื่อวัดแรงนั้น เราจะเรียกสเตรนเกจในกรณีนี้ว่า เป็นตัวตรวจวัดทุติยภูมิ (Secondary Sensor) หรือ ตัวตรวจวัดขั้นรอง การตรวจวัดจะอาศัยผลการ เปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ในตัวเซนเซอร์เองที่สามารถตรวจวัดได้ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพารามิเตอร์ ทางไฟฟ้า เช่น แรงดัน กระแส ความต้านทาน ความจุและความเหนี่ยวนำ เป็นต้น เมื่อค่าตัวแปรทาง กายภาพเปลี่ยนแปลงแล้วพารามิเตอร์ของตัวเซนเซอร์เหล่านี้จะเปลี่ยนตาม เมื่อเราทราบ ค่าพารามิเตอร์ทางไฟฟ้าที่เปลี่ยนตาม อาจวัดได้โดยใช้มิเตอร์หรือวงจรบริดจ์ต่าง ๆ ซึ่งเป็นการวัดตัว แปรทางอ้อมด้วยวิธีทางไฟฟ้าโดยเราจะทำการเทียบหรือ ปรับแต่งปริมาณทางไฟฟ้านี้แทนค่าตัวแปร ที่ทำการวัดอีกทอดเราจึงอาจเรียกว่าเป็นการวัดโดยวิธีอ้อมได้ กระบวนการนี้เรียกว่า การตรวจจับ (Sensing) กรณีนี้คำว่าทรานสดิวเซอร์จะถูกเรียกว่า เซนเซอร์ จะเห็นว่าทรานสดิวเซอร์และเซนเซอร์ แท้จริง คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เดียวกันต่างตรงที่เราจะกล่าวถึงหลักการทำงานหรือกล่าวถึงลักษณะ การใช้งาน ปัจจุบันทรานสดิวเซอร์และเซนเซอร์เป็นคักกลาง ๆ ที่ใช้ร่วมกันโดยทรานสดิวเซอร์อาจจะ รวมทั้งตัวเซนเซอร์และวงจรการปรับแต่งสัญญาณต่าง ๆ เข้าเป็นหน่วยเดียวกัน แล้วนำไปใช้ได้ทันที เช่น ทรานสดิวเซอร์ความดัน (Pressure Transducer) เมื่อมีความดันเข้ามาจะทำให้เป็นแรงดันไฟฟ้า หรือกระแสที่ด้านทางออก(Output)ที่แปรเป็นสัดส่วนกับความดันที่ต้องการวัด เป็นต้น

ชนิดของเซนเซอร์

การแบ่งชนิดของทรานสดิวเซอร์แบ่งโดยอาศัยหลักเกณฑ์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้คือ

1. แบ่งตามความต้องการพลังงาน

- แบบแอคทีฟ (Active Sensors) เป็นทรานสดิวเซอร์ที่สามารถปล่อยพลังงานเองได้เช่น เทอร์โมคัปเปิล เพียโซ เซลล์แสงอาทิตย์ ออปโตไดโอด เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้ไม่ต้องมีแหล่งจ่าย กำลังจากภายนอกให้ก็สามารถให้สัญญาณแรงดันหรือกระแสที่แปรตามตัวแปรได้เอง

- แบบพาสซีฟ (Passive Sensors) แบบนี้จะต้องใช้แหล่งจ่ายจากภายนอกจึงจะทำการ ตรวจวัดได้เช่น เซ็นเซอร์ที่ใช้หลักการเปลี่ยนค่าความต้านทาน ค่าความจุค่าความเหนี่ยวนำ ฯลฯ เป็นต้น

2. แบ่งตามลักษณะกลไกในการทำงาน

- การเปลี่ยนแปลงค่าความจุ (Variable Capacitance Transducer)
- การเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ (Variable Inductance Transducer)
- การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (Variable Resistance Transducer)

3. แบ่งตามชนิดของการเปลี่ยนแปลงพลังงาน

- เปลี่ยนพลังงานกลเป็นไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล
- เปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า
- เปลี่ยนพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า

4. แบ่งตามชนิดของสัญญาณที่ใช้

- แบบอนาลอกให้สัญญาณเป็นแบบต่อเนื่อง
- แบบไบนารีให้สัญญาณแบบเปิด – ปิด (ON – OFF)
- ดิจิตอลให้สัญญาณเป็นแบบดิจิตอล

5. แบ่งตามตำแหน่งที่ใช้ในระบบ

- ทรานสดิวเซอร์ด้านเข้า (Input Transducer) อยู่ทางด้านเข้าของระบบเครื่องมือ เช่น ไมโครโฟน เป็นต้น
- ทรานสดิวเซอร์ด้านออก (Output Transducers) เช่น ลำโพงของระบบเครื่องขยายเสียง เป็นต้น

6. แบ่งตามข้อมูลหรือวัตถุประสงค์ในการวัด

- เช่น ทรานสดิวเซอร์วัดการเคลื่อนที่ วัดอุณหภูมิความดัน อัตราการไหล ตำแหน่ง เป็นต้น

Piezo-resistive pressure sensor

เป็นอุปกรณ์ตรวจวัด ที่สามารถวัดแรงที่มากระทำต่อวัสดุ และวัสดุจะเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าโดยจะเห็นได้ว่าที่มากระทำจะมีผลทำให้เส้นลวด(ภายใน)ยืดออกมาตามความยาวจึงทำให้พื้นที่หน้าตัดลดลง

สามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$R = \rho \frac{L}{A}$$

การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานนั้นเกิดจาก $\frac{\Delta R}{R} = \frac{d\rho}{\rho} + \frac{dL}{L} - \frac{dA}{A}$

เมื่อ ρ เท่ากับความต้านทานจำเพาะของโลหะตัวนำมีหน่วยเป็นโอห์มเมตร

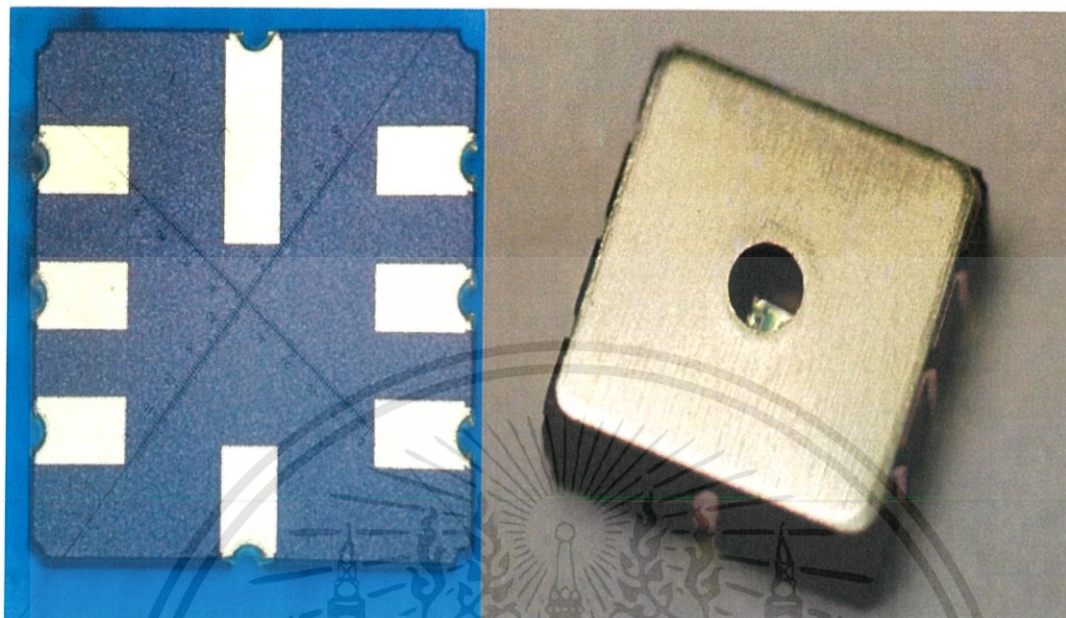
L เท่ากับความยาวของโลหะมีหน่วยเป็นเมตร

A เท่ากับพื้นที่หน้าตัดมีหน่วยเป็นตารางเมตร

การนำไปใช้งานภายในตัวอุปกรณ์ประกอบด้วยวงจรบริดจ์ ในสภาวะปกติความต้านทานของอุปกรณ์จะทำให้บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จนกว่าจะมีแรงไปกระทำกับตัวมัน ผลที่ได้คือบริดจ์จะอยู่ในสภาวะไม่สมดุลอย่างไรก็ตามความคลาดเคลื่อนอาจเกิดขึ้นได้จากอุณหภูมิแวดล้อมทั้งนี้เนื่องจาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทานของอุปกรณ์มักจะมีผลกระทบกับอุณหภูมิด้วยดังนั้นจึงอาจทำให้เกิดบรีดจ์สูญเสียความสมดุลได้



รูปที่ 2.3 TMPS10B : Piezoresistive pressure sensor

2.2.2 Arduino UNO คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ (I/O-Device) เพื่อใช้งานตามต้องการ Arduino Uno เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ชิป ATmega168 หรือ ATmega328 มีขาใช้งาน ที่เป็น I/O 14 digital input/output pins (ซึ่งมี 6 ขาใช้งานเป็น PWM (pulse width modulation) Outputs), 6 รับสัญญาณอนาล็อก , มี oscillator 16 MHz, การเชื่อมต่อแบบ USB, Power Jack, ICSP header, และ ปุ่มรีเซ็ต . เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่รวมแทบทุกอย่างไว้สำหรับรองรับการใช้งาน microcontroller และง่ายต่อการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ไม่ว่าจะผ่านทาง USB หรือ AC-to-DC adapter

Duemilanove เป็นทรัพย์สินที่สร้างขึ้นในปี 2009 ชื่อนี้เป็นชื่อจากประเทศอิตาลี Duemilanove คือเวอร์ชันล่าสุด ของ Arduino boards ได้มีการเปรียบเทียบข้อแตกต่างระหว่างเวอร์ชันต่างๆ สามารถดูได้จาก [index of Arduino boards](#).

คุณสมบัติโดยรวม

Microcontroller	ATmega168
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	16 KB (ATmega168) or 32 KB (ATmega328) of which 2 KB used by bootloader
SRAM	1 KB (ATmega168) or 2 KB (ATmega328)
EEPROM	512 bytes (ATmega168) or 1 KB (ATmega328)
Clock Speed	16 MHz

Power : สามารถใช้พลังงานจาก usb ภายในตัว หรือใช้พาวเวอร์จากแหล่งจ่ายภายนอกโดยจะเลือกใช้พลังงานโดยอัตโนมัติจากแหล่งจ่ายภายนอก (ไม่ใช่ USB) เราสามารถใช้จาก adapter หรือ แบตเตอรี่ adapter ขนาดความกว้าง 2.1mm แขนกกลางเป็นขั้วบวก ไว้สำหรับติดต่อกับ power jack ตัวผู้ หรือจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ โดยใช้ การเชื่อมต่อที่ Gnd and Vin pin headers โดยบอร์ดนี้สามารถตอบสนองแหล่งจ่ายจากภายนอกได้ตั้งแต่ 6-12 volts ถ้าแหล่งจ่ายน้อยกว่า 7 volts หรือ 5 Volts หรืออาจจะน้อยกว่านั้นก็ตาม การทำงานของบอร์ดนี้จะไม่แน่นอน ไม่เสถียรภาพ ถ้าใช้มากกว่า 12V จะทำให้ ตัวปรับแรงดันมีความร้อนสูงและอาจทำให้บอร์ดเกิดความเสียหายได้ จึงแนะนำให้ใช้แรงดันตั้งแต่ 7-12 volts

การใช้งาน ขา power ตามลำดับ

- VIN รับแรงดันไฟฟ้าเข้าบอร์ด เมื่อเราใช้แหล่งจ่ายจากภายนอก (จะมีแรงดันขนาด 5 volts เมื่อต่อจาก Usb หรือ ตัวควบคุมแรงดัน) คุณสามารถจ่ายแรงดันให้กับขานี้ หรือ ไม่ก็จ่ายจาก power jack โดยตรง
- 5V สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ และ อุปกรณ์อื่นๆภายในบอร์ดจะได้รับแรงดันไฟฟ้า 5V เพื่อใช้เลี้ยงบอร์ด ซึ่ง แรงดันไฟฟ้านี้ มาจาก VIN จากบอร์ด หรือ แหล่งจ่าย Usb หรือมาจากแหล่งจ่ายอื่นๆ ที่มีแรงดัน 5 volts
- 3V3 โดยการแปลงแรงดัน 3.3 Volt โดยชิป FTDI บนบอร์ด จ่ายกระแสสูงสุดได้ 50 mA.
- GND เป็นขา ground

คุณสมบัติเฉพาะ

Memorylesiy

- ATmega168 มีหน่วยความจำแบบ flash memory ขนาด 16 Kb ไว้สำหรับเก็บข้อมูล (2Kb ใช้สำหรับ bootloader)
- ATmega328 มีหน่วย ความจำหน้า 32Kb (2Kb ใช้สำหรับ bootlaoder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ATmega168 มี 1Kb ของ SRAM และ 512 Byte ของ EEPROM (สามารถอ่านและเขียนข้อมูลด้วย EEPROM library)
- ATmega328 มี 2Kb ของ SRAM และ 1Kb ของ EEPROM

Input and Output จะประกอบด้วย 14 ขาดิจิตอล บนบอร์ด สามารถใช้เป็นขา input/output ได้ สามารถใช้ฟังก์ชัน pinMode(), digitalWrite(), and digitalRead() ได้ ซึ่งขาพวกนี้จะมีแรงดัน 5volt กระแสสูงสุด 40 mA. สามารถมีการต่อตัวต้านทางแบบ pull-up เพื่อเพิ่มกระแสขนาด 20-50kOhms. ในบางขาอาจมีฟังก์ชันพิเศษ จึงควรศึกษาให้ดี ก่อนจะเพิ่ม

Serial: 0 (RX) and 1 (TX). ใช้รับ RX(receive)และส่งTX(transmit) TTL การส่งข้อมูลทางพอร์ทอนุกรม ซึ่งขาเหล่านี้จะต้องตรงกับ pin ของ FTDI USB-to-TTL Serial chip.

External Interrupts: 2 and 3 สำหรับขานี้จะใช้ในการกำหนดการเกิดกระบวนการขัดจังหวะ (interrupt) ที่เกิดจาก ค่าที่เป็นขอบขาลง หรือขอบขาขึ้น หรือการเปลี่ยนค่าสัญญาณที่เข้ามาในขา สามารถดูรายละเอียดได้ attachInterrupt() function

PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11. จะมีการส่งออกค่าของสัญญาณ PWM ขนาด 8bit ด้วยฟังก์ชัน analogWrite()

SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). ในขาเหล่านี้จะสนับสนุนการติดต่อสื่อสารแบบ SPI SPI library.

LED: 13 ในขานี้จะมีหลอด LED เชื่อมต่ออยู่ เมื่อขานี้มีลอจิกสูงเข้ามาจะทำให้หลอด LED ติด เมื่อมีลอจิกต่ำเข้ามาจะทำให้หลอด LED ดับ
บอร์ด Duemilanove รับค่าสัญญาณ อานาลอก 6 ขา

I²C: analog input pins A4 (SDA) and A5 (SCL). สนับสนุนการติดต่อสื่อสารแบบ I2C (TWI) Wire library.

ภายในบอร์ดจะมี 2ขาที่ทำงานร่วมกันคือ AREF และ Reset

AREF อ้างอิงแรงดันสำหรับการรับสัญญาณอานาลอก ใช้กับ analogReference()

Reset เป็นสายสัญญาณที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำ ที่ไว้สำหรับ รีเซ็ตไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งจะต้องมีการเพิ่มปุ้ม รีเซ็ตเข้าไป เพื่อเป็นการป้องกันของบอร์ด

Communication

Arduino Duemilanove มีรูปแบบการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ The ATmega168 และ ATmega328 จะใช้การติดต่อสื่อสารทางพอร์ทอนุกรม Pin0 (RX) , Pin1 (TX) . ชิพ FTDI FT232RL บนบอร์ด ใช้เป็นช่องทางการสื่อสารแบบอนุกรม เป็นมากกว่าUSBและ FTDI drivers (มาจาก Arduino software) เป็นซอฟต์แวร์ที่ติดต่อกับคอมพิวเตอร์พอร์ท The Arduino software ประกอบด้วย การส่งข้อมูลบนหน้าจอ ที่มาจากบอร์ด Arduino ขา TX , RXบนบอร์ดมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลอดLedติดอยู่จะมีการกระพริบ เมื่อเริ่มมีการส่งข้อมูล ด้วยชิพ FTDI และการเชื่อมต่อกับ Usb กับคอมพิวเตอร์ SoftwareSerial library สำหรับการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรม ของ Duemilanove's digital pins The ATmega168 and ATmega328 ทั้งสองตัวนี้มีการสนับสนุนการสื่อสารแบบ I2C (TWI) และการสื่อสารแบบ SPI ซึ่งการสื่อสารแบบ I2C ได้มีการเชื่อมต่อของสายไฟในบอร์ดไว้แล้ว ดูจาก documentation ส่วน การสื่อสารแบบ SPI ดูจาก SPI library.

Programming

- Arduino Duemilanove สามารถทำการโปรแกรมโดยทางซอฟต์แวร์ Arduino software (download). โดยเลือก Tools > Board เราจะสามารถเลือกรุ่นของบอร์ด Arduino ได้ หาข้อมูลเพิ่มเติมได้ที่ reference and tutorials.
- ชิพ ATmega168 or ATmega328 บน Arduino Duemilanove คุณสามารถอัปโหลด โค้ดใหม่ ด้วย bootloader ซึ่งการติดต่อสื่อสารในรูปแบบโปรโตคอล STK500 protocol (reference, C header files).
- คุณสามารถโปรแกรมผ่านทาง bootloader และ โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วย ICSP (In-Circuit Serial Programming) ส่วน Header ; ดูจาก these instructions

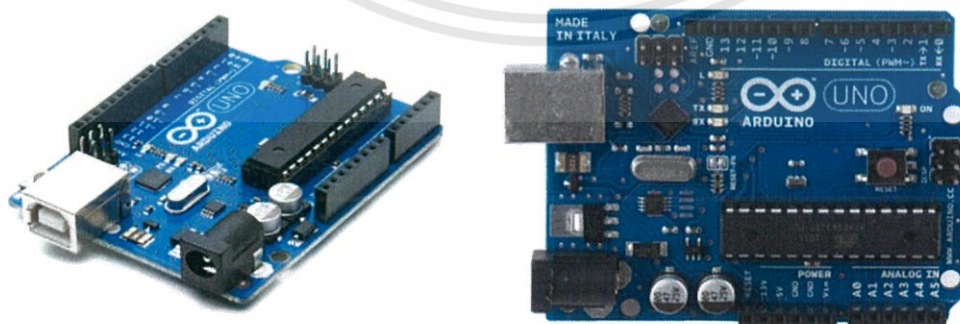
Automatic (Software) Reset (การรีเซ็ตโดยอัตโนมัติ)

USB Overcurrent Protection (การป้องกันกระแสเกินของUSB)

Arduino Duemilanove มีการรีเซ็ต ที่ช่วยในการป้องกันพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์จากการช็อตหรือกระแสเกิน ถึงแม้ว่าคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่จะมีการป้องกันภายในตัว โดยมีฟิวส์เป็นการเพิ่มชั้นการป้องกัน ถ้ามีกระแสไหลผ่านมากกว่า 500mA เข้ามาทางพอร์ตUSB ฟิวส์จะตัดการเชื่อมต่อโดยอัตโนมัติ จนกว่าการช็อตหรือการเกินกระแสจะถูกตัดออก

Physical Characteristics (ลักษณะทางกายภาพ)

ความยาวและความกว้างสูงสุดของ Duemilanove PCB มีขนาด 2.7 และ 2.1 inches ตามลำดับ มีการเชื่อมต่อ USB และ Power Jack ที่ยื่นออกมา มีรูสำหรับใส่น็อต (screw) จำนวนสามรู ไว้สำหรับยึดติดกับพื้นผิว หรือ กรณีอื่น Note pin7 กับ pin8 มีความยาว 160 mil (0.16’’)



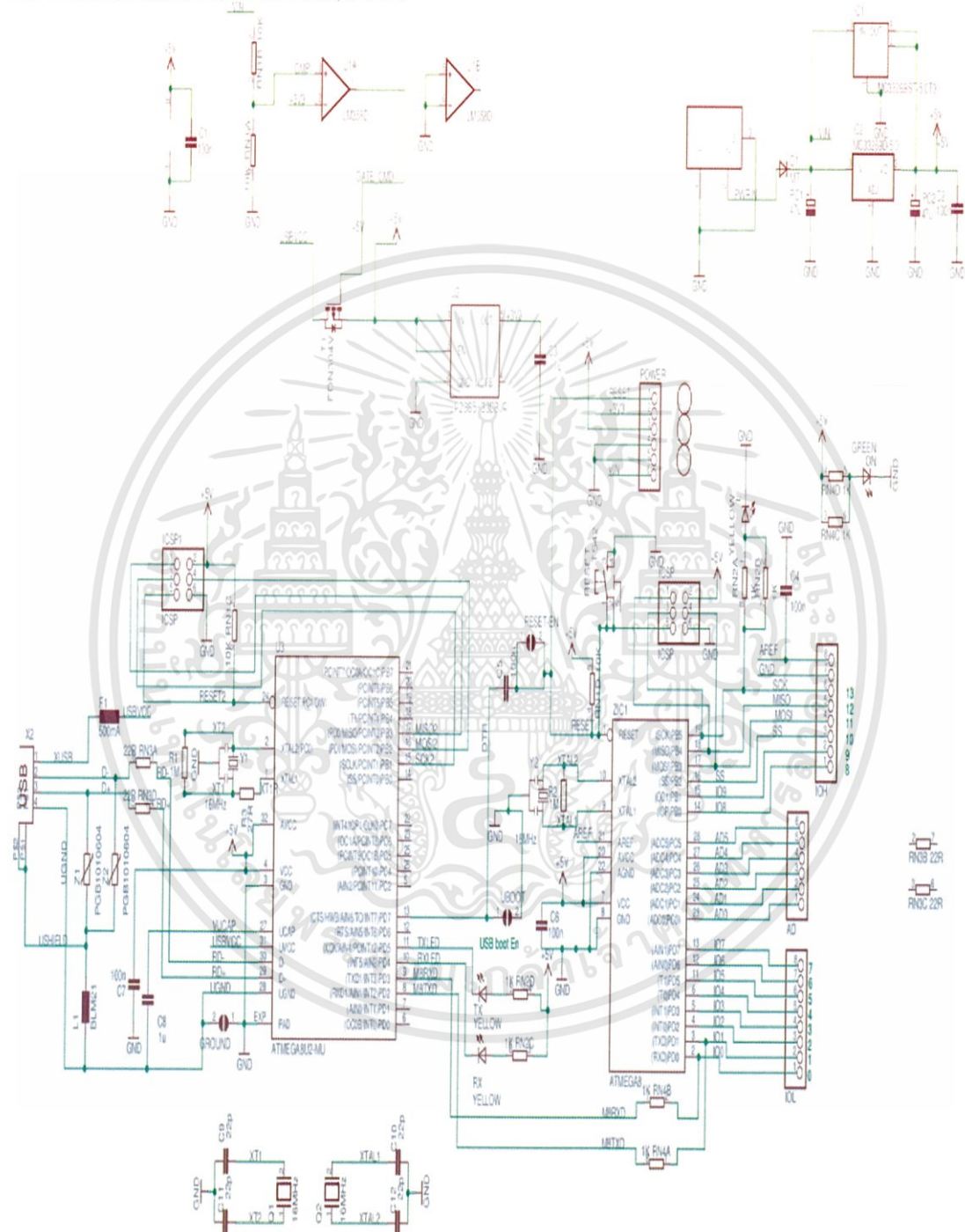
รูปที่ 2.4 บอร์ด Arduino UNO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino™ UNO Reference Design

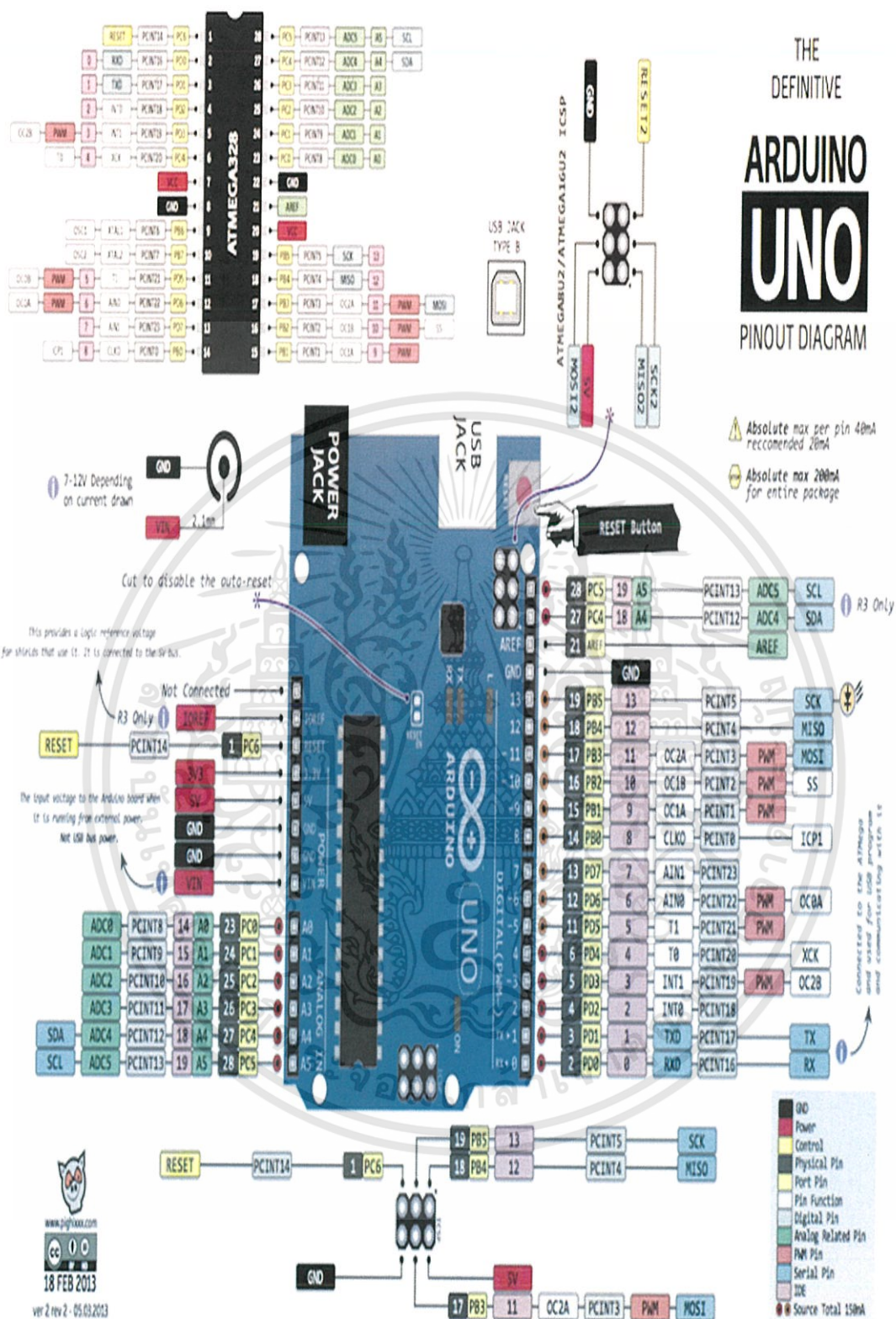
Reference Designs ARE PROVIDED "AS IS" AND "WITH ALL FAULTS". Arduino DISCLAIMS ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS OR IMPLIED REGARDING PRODUCTS INCLUDING BUT NOT LIMITED TO ANY IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE.

Arduino may make changes to specifications and product descriptions at any time without notice. The Customer must not rely on the absence or presence of any features or instructions marked "reserved" or "under review". Arduino reserves the right to use different and shall have no responsibility whatsoever for conflicts or incompatibilities arising from future changes to them. The product information on the Web Site or Materials is subject to change without notice. Do not reuse a design with the information.



รูปที่ 2.5 แสดงวงจรสมบูรณ์ของบอร์ด Arduino UNO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 บอร์ด Arduino UNO และรายละเอียดตำแหน่งขาต่างๆ บนบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ทฤษฎีทางด้าน Software

2.3.1 โปรแกรมLabVIEW

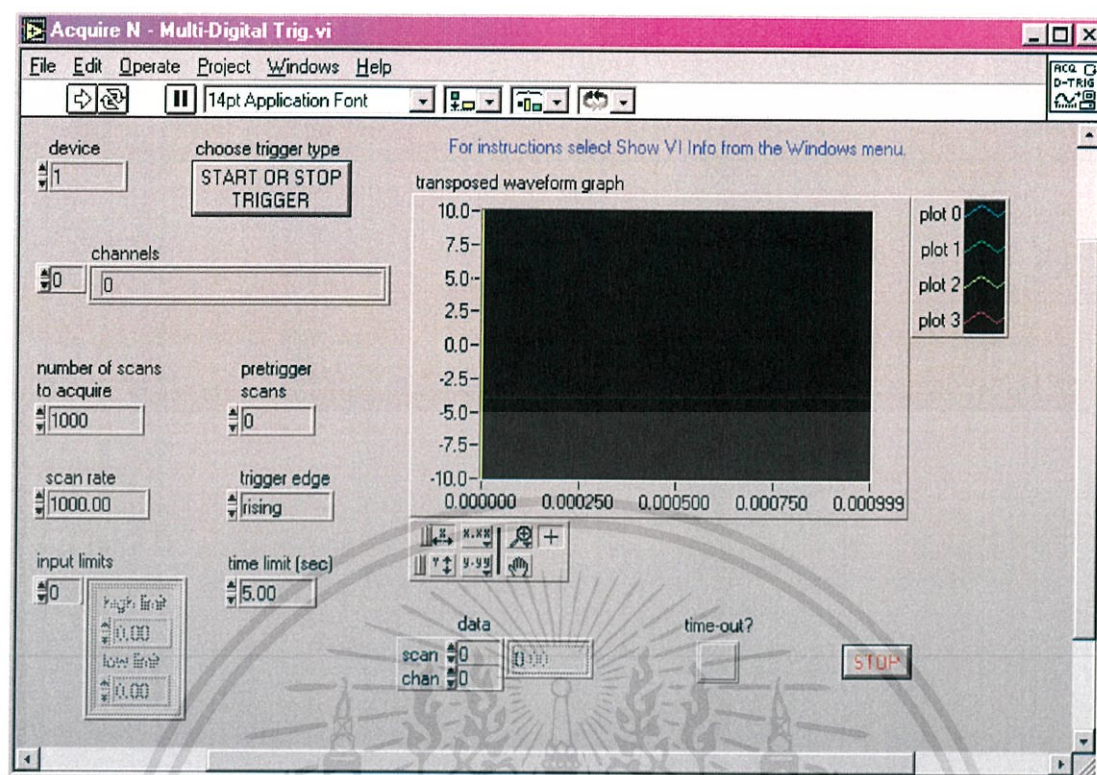
LabVIEW เป็นโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สร้างเพื่อนำมาใช้ในด้านการวัดและเครื่องมือวัด สำหรับงานทางวิศวกรรม LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench ซึ่งหมายความว่า เป็นโปรแกรมที่สร้าง เครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทาง วิศวกรรม ดังนั้นจุดประสงค์หลักของการทำงานของโปรแกรมนี้ก็คือการจัดการในด้านการวัดและ เครื่องมือวัด อย่างมีประสิทธิภาพ และในตัวของโปรแกรมจะประกอบไปด้วยฟังก์ชันที่ใช้ช่วยในการ วัดมากมายและแน่นอนที่สุด โปรแกรมนี้จะมีประโยชน์อย่างสูงเมื่อใช้ร่วมกับเครื่องมือวัดทาง วิศวกรรมต่างๆ

LabVIEW จัดเป็นซอฟต์แวร์ประเภท Programming Language คล้ายกับ Visual Basic หรือ Visual C++ แต่แตกต่างกันตรงที่ LabVIEW เป็นการสร้างโปรแกรมโดยใช้ภาษารูปภาพ (Graphical (G) Programming Language) คือจะใช้บล็อกฟังก์ชันซึ่งแทนด้วยรูปไอคอน (Icon) แทน การเขียนโปรแกรมย่อย (Subroutine) และใช้เส้นเชื่อมต่อบetween บล็อกฟังก์ชันแทนการไหลของ ข้อมูลระหว่างโปรแกรมย่อยนั้นๆ คล้ายกับการเขียนโฟลชาร์ต (Flow Chart) หรือบล็อกไดอะแกรม (Block -Diagram) ของโปรแกรม สิ่งที่ทำให้ LabVIEW ต่างจากซอฟต์แวร์สำหรับการพัฒนา โปรแกรมอื่นทั่วไปอีกอย่างหนึ่งคือความสามารถในการพัฒนาโปรแกรมใช้งานทางด้านงานวัดและงาน ควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งถือเป็นเป้าหมายสำคัญของ LabVIEW โดยจะมีเครื่องมือ (Tool) และไลบรารี (Library) ที่สนับสนุนการใช้งานทางด้านนี้ไว้อย่างมากมาย ให้ผลลัพธ์ออกมาในรูปแบบของเครื่องมือ เสมือนจริง (Virtual Instrument หรือ VI)

2.3.2 การออกแบบโปรแกรมโดยใช้ LabVIEW

โปรแกรมที่เขียนขึ้นมาโดย LabVIEW เราจะเรียกว่า Virtual Instrument (VI) เพราะ ลักษณะที่ปรากฏทางจอภาพเมื่อผู้ใช้ใช้งานจะเหมือนกับเครื่องมือหรืออุปกรณ์ทางวิศวกรรม ใน ขณะเดียวกันหลังจากของอุปกรณ์เสมือนจริงเหล่านั้นจะเป็นการทำงานของ ฟังก์ชัน, Subroutines และโปรแกรมหลักเหมือนกับภาษาทั่วไป สำหรับ VI หนึ่งๆ จะประกอบด้วยส่วนประกอบที่สำคัญสามส่วนคือ 1. Front Panel 2. Block Diagram 3. Icon และ Connector

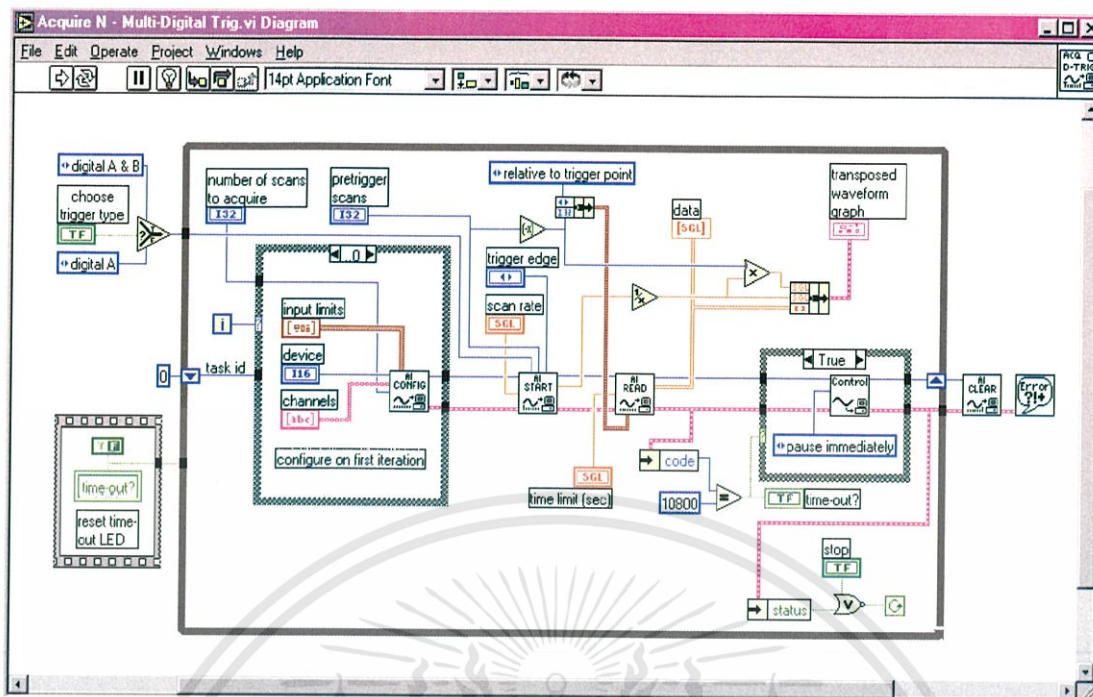
1. Front Panel จะเป็นส่วนที่ใช้สื่อความกันระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม (หรือที่นิยมเรียก user interface) โดยทั่วไปจะมีลักษณะเหมือนกับหน้าปัดของของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้งานด้าน การวัดต่างๆ ไป โดยทั่วไปจะประกอบด้วย สวิตช์ปิดเปิด, ปุ่มบิด, ปุ่มกด จอแสดงผลหรือแม้แต่ค่าที่ ผู้ใช้สามารถกำหนดได้ ลักษณะของ Front Panel แสดงในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.7 การตั้งค่าเครื่องมือวัดในโปรแกรม LabVIEW

2. Block Diagram เป็นเสมือนกับ Source Code หรือโปรแกรมของ LabVIEW ซึ่งปรากฏว่าอยู่ในรูปของภาษา G ซึ่ง Block Diagram นี้ ถือว่าเป็น Executable Program คือสามารถที่จะทำงานได้ทันที และข้อดีอีกประการหนึ่งก็คือ LabVIEW จะมีการตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรมตลอดเวลา ทำให้โปรแกรมจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อไม่มีข้อผิดพลาดในโปรแกรมเท่านั้นโดยผู้ใช้งานสามารถที่จะดูรายละเอียดของความผิดพลาดแสดงให้เห็นได้ตลอดเวลา ทำให้การเขียนโปรแกรมนั้นง่ายขึ้นมาก ส่วนประกอบภายใน Block Diagram นี้จะประกอบด้วย ฟังก์ชัน ค่าคงที่ โปรแกรมควบคุมการทำงานหรือโครงสร้าง จากนั้นในแต่ละส่วนเหล่านี้ ซึ่งจะปรากฏในรูปของ Block เราจะได้รับการต่อสาย (wire) สำหรับ Block ที่เหมาะสมเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดลักษณะการถ่ายของข้อมูลระหว่าง block เหล่านั้น ทำให้ข้อมูลได้รับการประมวลผลตามที่ต้องการ และแสดงผลออกมาให้แก่ผู้ใช้ต่อไป

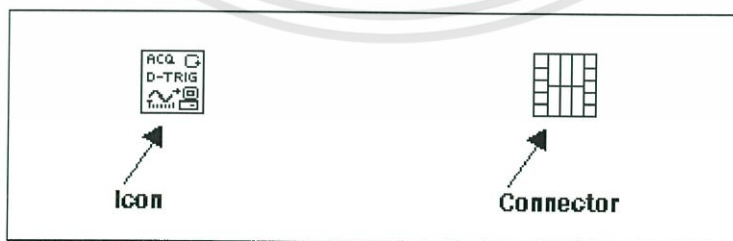
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 หน้าต่าง Block Diagram

3. Icon และ Connector เปรียบเสมือนโปรแกรมย่อย Subroutine ในโปรแกรมปกติทั่วไป โดย icon จะหมายถึง block diagram ตัวหนึ่งที่มีการส่งข้อมูลเข้าและออกผ่านทาง Connector ซึ่งใน LabVIEW เราจะเรียก Subroutine นี้ว่า subVI ข้อดีของการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา G นี้ก็คือเราสามารถสร้าง VI ที่เล็กลงขึ้นมาให้ทำงานด้วยตัวเองได้อย่างอิสระ จากนั้นในภายหลังหากเราต้องการเราก็สามารถเขียนโปรแกรมอื่นขึ้นมาเพื่อเรียกใช้งาน VI ที่เราเคยสร้างขึ้นมาก่อนหน้านี้ทีละตัว ซึ่งทำให้ VI ที่เราเขียนขึ้นก่อนกลายเป็น subVI ไป การเขียนในลักษณะนี้เราเรียกว่า เขียนเป็น module

สำหรับลักษณะทั่วไปของ Icon และ Connector จะแสดงในรูปต่อไปนี้ เราจะเห็นว่าเมื่อเราแสดงในรูปของ Connector เราจะพบว่า มีช่องต่อข้อมูลหรือที่เรียกว่า Terminal ปรากฏให้เห็น



รูปที่ 2.9 รูปแสดง Icon และ Connector

คำศัพท์ต่างๆที่ใช้นั้นใน LabVIEW นี้ออกจะแตกต่างจากที่เราใช้นั้นในภาษาการเขียนโปรแกรมตัวหนังสือต่างๆไปในหลายด้าน ดังนั้นเพื่อให้ผู้ที่เริ่มใช้ LabVIEW เข้าใจถึงศัพท์ต่างๆ ที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโปรแกรม เราจึงขอเปรียบเทียบศัพท์ที่ใช้ใน LabVIEW กับโปรแกรมพื้นฐานต่างๆ ไปตามตารางที่ได้แสดงต่อไปนี้

LabVIEW	โปรแกรมพื้นฐาน	หน้าที่
VI	Program	ตัวโปรแกรมหลัก
Function	function	ฟังก์ชันสำเร็จรูปที่สร้างขึ้นมากับโปรแกรมนั้นเช่น sin, log เป็นต้น
SubVI	Subroutine	โปรแกรมย่อยที่ถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมหลัก
Front Panel	user interface	ส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้
Block Diagram	Program code	การเขียนตามขั้นตอนของทีแต่ละโปรแกรมกำหนดขึ้น

ตารางที่ 2.1 แสดงคำศัพท์ที่ใช้ใน LabVIEW

การใช้งาน DAQ, GPIB and Serial Communication

ในงานด้านการวัดและเครื่องมือวัดทางวิศวกรรม จะประกอบด้วยขั้นตอนหรือกระบวนการวัดหลักๆ ตามลำดับดังนี้

1. **Sensor - Transducer** ทำหน้าที่เปลี่ยนปรากฏการณ์ทางธรรมชาติหรือปริมาณต่างๆ ทางฟิสิกส์ให้เป็นปริมาณทางไฟฟ้าที่สามารถตรวจจับได้ ไม่ว่าจะเป็น กระแส ความต่างศักย์ แรงเคลื่อนไฟฟ้า หรือความต้านทานไฟฟ้า
2. **Signal Conditioner** ทำหน้าที่ปรับแต่งปริมาณสัญญาณที่ได้จากขั้นที่ 1 ให้มีขนาดปริมาณหรือลักษณะที่เหมาะสม เพราะสัญญาณที่ได้จากขั้นตอนที่ 1 นั้น อาจมีขนาดไม่เหมาะสมหรือมีสัญญาณรบกวนมากเกินไปกว่าที่จะนำไปวิเคราะห์ในขั้นที่ได้
3. **Data Acquisition** ทำหน้าที่ประมวลผลความหมายหรือเปลี่ยนสัญญาณในลักษณะ Analog ให้มาอยู่ในรูปของ digital signal เพื่อประโยชน์ในการตีความหมายและใช้ในการควบคุมหน้าที่ของ DAQ boards อาจจะเป็นการอ่านสัญญาณ analog (A/D Conversion) การสร้างสัญญาณอนาล็อก (D/A conversion) เขียนและอ่านสัญญาณเพื่อเชื่อมต่อกับ Transducer

การติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์และ transducer จึงเป็นเรื่องสำคัญสำหรับคอมพิวเตอร์โดยปกติแล้ว สามารถที่จะติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกได้โดยการผ่าน Input/Output Board (I/O Board) ซึ่ง I/O board นี้จะมีหลายแบบแต่แบบที่สำคัญและสามารถเชื่อมต่อโดยผ่านคำสั่งของ LabVIEW ได้ทันทีจะประกอบด้วยอุปกรณ์ดังต่อไปนี้

1. DAQ Board
2. GPIB Board
3. Serial Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DAQ Board

หน้าที่ของ DAQ Board นี้จะทำการติดต่อโดยตรงกับ Transducer ซึ่งอาจจะผ่านอุปกรณ์ Signal Conditioner หรือไม่ก็ได้ตามความจำเป็น นอกเหนือจากนั้นแล้วเราไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์อื่นเข้ามาช่วยในการสร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริง ซึ่งจุดนี้เป็นจุดได้เปรียบของ DAQ Board นั่นคือ แม้ว่าจะมีราคาแพง แต่สามารถจะทดแทนการซื้อเครื่องมือวัดอื่นๆ ได้มากมาย

การเลือกใช้ DAQ Board ที่เหมาะสมกับตนที่จะใช้ถือว่าเป็นเรื่องที่สำคัญมากประการหนึ่ง เพราะราคาของเครื่องมือนี้จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างมากหากเรากำหนดข้อจำกัดแตกต่างกันออกไป เช่น อัตราการเรียกสุ่มตัวอย่าง (sampling rate) จำนวนช่องรับ-ส่งสัญญาณ (I/O channel) หรืออื่นๆ โดยปกติราคาของ DAQ Board ที่ผลิตโดยบริษัท National Instrument จะมีราคาอยู่ระหว่าง \$700-2000 ขึ้นอยู่กับความต้องการ ซึ่งเป็นราคาที่นับว่าสูงมาก เราอาจจะได้ board ที่ราคาถูกกว่านี้จากผู้ผลิตรายอื่น แต่อาจจะมีปัญหาเรื่องการใช้งานร่วมกับ LabVIEW

GPIB

จุดประสงค์แรกของ GPIB คือใช้ในการควบคุมเครื่องมือวัดโดยคอมพิวเตอร์ อย่างไรก็ตาม จุดประสงค์ได้เปลี่ยนแปลงไปบ้างแล้ว โดยการนำ GPIB มาใช้ควบคุมและติดต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกันหรือระหว่างคอมพิวเตอร์ กับ scanner หรือเครื่องมือวัดอื่นๆ ในระยะ 1-2 ปี ที่ผ่านมาเราจะพบว่าเครื่องคอมพิวเตอร์บางรุ่นเริ่มมี GPIB ติดมาเป็นอุปกรณ์มาตรฐานของเครื่องแล้ว

GPIB เป็นการติดต่อแบบใหม่ที่สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์หลายชิ้นเข้ากับ GPIB Port ตัวเดียวได้ โดยสามารถต่ออุปกรณ์ได้สูงถึง 15 ชิ้น โดยใช้ bus เพียงตัวเดียว ทำให้ประหยัด (และป้องกันเรื่องปวดหัวในการ set อุปกรณ์) ส่วนข้อดีอื่นๆ มีดังนี้

- ส่งผ่านข้อมูลด้วยวิธีแบบขนาน ครั้งละ 1 byte (8-bits)
- Hardware จะเป็นผู้จัดการเรื่อง Handshaking, timing และอื่นๆ
- อัตราการส่งผ่านข้อมูล 800 Kbytes/sec หรือมากกว่า ซึ่งนับว่าเร็วมากเมื่อเทียบกับ port แบบเก่า
- ใช้คำสั่ง ASCII ในการติดต่อ

และอื่นๆ อีกหลายประการ

Serial Communication

ข้อดีของ serial communication ผ่านทาง Serial Port หรือพอร์ตอนุกรมก็คือราคาถูก และเครื่องมือมากมายได้ใช้อุปกรณ์นี้เป็นมาตรฐาน ลักษณะการทำงานของพอร์ตก็จะคล้ายกับ GPIB Port เพียงแต่ส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม และมีอัตราการส่งข้อมูลที่ช้ากว่า ซึ่งพอร์ตนี้จะใช้มาตรฐาน RS-232 หรือ RS-485 และการติดต่อข้อมูลจะต้องทำระหว่างคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์ที่มีพอร์ตนี้อยู่ด้วย

LabVIEW มี subVI ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ กับคอมพิวเตอร์ที่สามารถเรียกมาใช้งานได้ทันทีและการ Set Up เครื่องมือจะมีความยุ่งยากน้อยกว่าอุปกรณ์แบบอื่นๆ ข้อสำคัญเรา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องมีความเข้าใจกับ Baud Speed, Parity, Stop Bits และอื่นๆ เป็นต้น อย่างไรก็ตามมีแนวโน้มว่า GPIB Port จะเข้ามาเป็นมาตรฐานและเข้าแทนที่พอร์ตนานได้ในอีกไม่นานนัก



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ

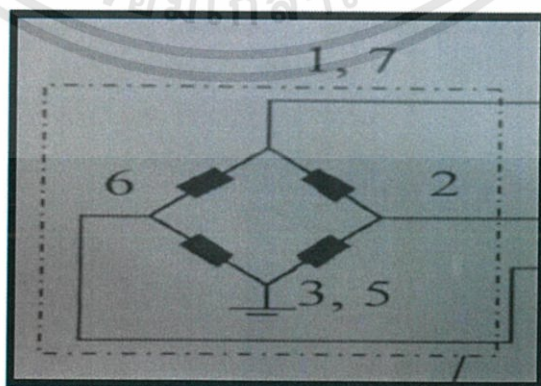
ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีเกี่ยวกับหลักการออกแบบระบบเซ็นเซอร์ในการวัดแรงดันซึ่งเป็นหัวใจของงานวิจัยนี้ การออกแบบระบบเซ็นเซอร์ในการวัดแรงดันนั้น ส่วนสำคัญคือ เซ็นเซอร์ที่ใช้วัดแรงดัน ซึ่งควรจะต้องมีความไวและตอบสนองพอเพียงกับการวัดเชิงพลศาสตร์และมีสัญญาณรบกวนต่ำ เพื่อที่จะสามารถนำสัญญาณดังกล่าวไปประมวลผลต่อไปได้อย่างถูกต้อง นอกจากนี้การออกแบบระบบที่ใช้ประมวลผลและวิเคราะห์ข้อมูลจากเซ็นเซอร์เน้นให้ง่ายต่อการใช้งาน และสามารถวิเคราะห์ข้อมูลแรงดันเบื้องต้นได้

3.1 เซ็นเซอร์วัดแรงดันแบบ Piezo-resistive pressure sensor

Piezo-resistive pressure sensor เป็นเซ็นเซอร์วัดแรงดันประเภทหนึ่งซึ่งอาศัยหลักการของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานในกรณีที่มีแรงดันมากระทบจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่า R ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง Voltage ซึ่งอุปกรณ์ TMPS110B นี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า Piezo-resistive pressure sensor

3.1.1 โครงสร้างของเซ็นเซอร์ TMPS110B

เซ็นเซอร์ TMPS110B ประกอบด้วย Resistance Bridge มีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานในกรณีที่มีแรงดันมาตกกระทบที่เซ็นเซอร์ ค่า Resistance จะ Sensitivity ทำให้มี Volt เพิ่มมากขึ้นที่ output เกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันขึ้นและนำแรงดันที่ได้ไปเข้าวงจรขยาย Differential Amplifier โดยมี Gain=2 แล้วนำสัญญาณเข้า Arduino เพื่อประมวลผลต่อไป



รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างภายในของเซ็นเซอร์ TMPS110B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีของเซ็นเซอร์ประเภท TMPS110B นั้นคือมีขนาดเล็กมากพอที่จะสามารถนำไปตรวจในร่างกายคนได้ โดยความดันในลำไส้ใหญ่มีความดันอยู่ที่ 30-300 mmHg ซึ่งสามารถนำเซ็นเซอร์เข้าไปวัดในลำไส้ใหญ่ได้โดยจะทำการวัดเป็นสองส่วนคือส่วนของลำไส้ใหญ่และส่วนของหูด ซึ่งแรงดันระหว่างสองส่วนจะมีค่าไม่เท่ากันเพราะว่าแต่ละส่วนจะสลับกันทำงาน

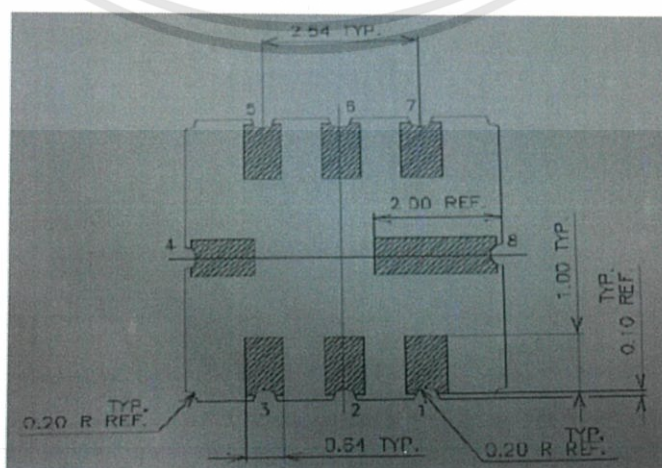
3.1.2 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์ประเภท TMPS110B ที่เลือกใช้ในงานวิจัย

ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เซ็นเซอร์วัดแรงดัน (Pressure Sensor) รุ่น TMPS110B ดังแสดงในรูป 3.2 โดยได้ทำการติดเซ็นเซอร์ TMPS110B ไว้สองตัวเพื่อทำการวัดแรงดันระหว่างลำไส้ใหญ่ส่วน (colon) ซึ่งมีความหนาเพียง 0.1 มิลลิเมตร และสามารถวัดแรงดันอยู่ในช่วง 1 -11 Bar หรือประมาณ 14.5 Psi (โดย 1 Bar = 14.5 psi = 749.86 mmHg) โดยสามารถวัดแรงดันภายในลำไส้ใหญ่ได้ คุณสมบัติของเซ็นเซอร์แสดงในตารางที่ 3.1

Characteristics	คุณสมบัติของเซ็นเซอร์
ช่วงการวัด (Pressure Range)	1-11 Bar (14.5 Psi)
Temperature Range	-20°C ถึง 120°C
Resistance Bridge	มากที่สุด 5 K Ω ในกรณีที่ไม่มีโหลดมากระทำ และ น้อยสุด 4 K Ω กรณีที่รับแรงดันสูงสุด
ความถูกต้อง (Accuracy)	-0.25 - +0.25 %FSO
ความไว (Sensitivity)	ต่ำสุด 7.9 mV/Bar มากสุด 8.2 mV/Bar
Supply Voltage	Min 1.5 V - Max 15 V

ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติของเซ็นเซอร์ TMPS110B

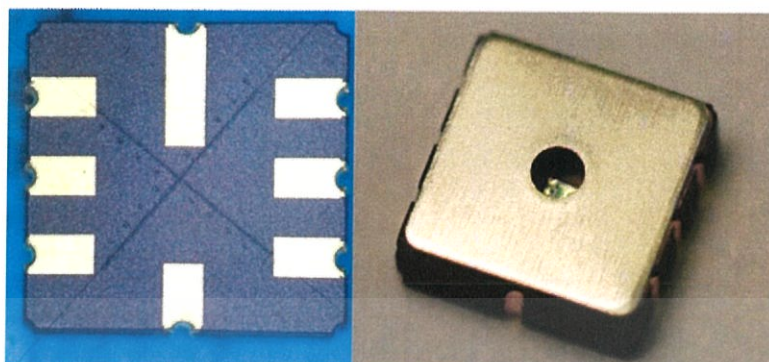
ลักษณะทางกายภาพของเซ็นเซอร์



รูปที่ 3.2 แสดงตัวถังของเซ็นเซอร์ TMPS110B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

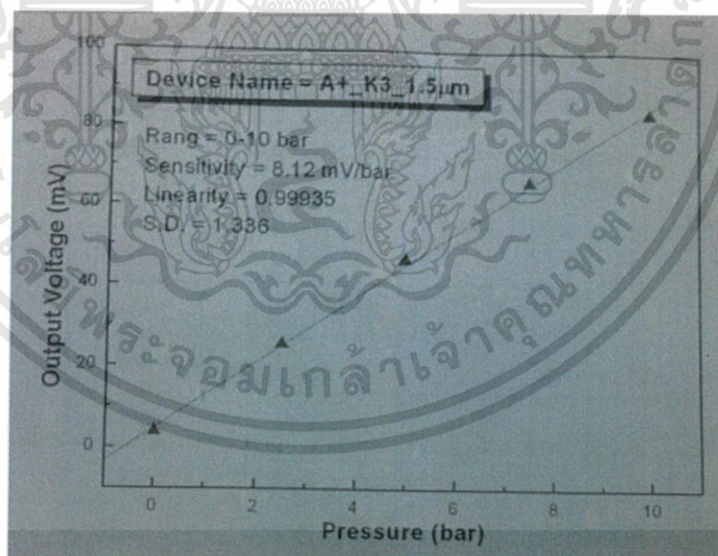
ความสามารถของเซ็นเซอร์



รูปที่ 3.3 ลักษณะเซ็นเซอร์ TMPS110B

3.1.3 การตอบสนองของเซ็นเซอร์ และ การใช้งานเซ็นเซอร์ TMPS110B

เซ็นเซอร์ TMPS110B นั้นมีความสามารถในการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานภายในในกรณีที่มีแรงดันมากกระทบ ซึ่งเซ็นเซอร์ที่ได้เลือกใช้ในงานวิจัยนี้ สามารถรองรับแรงดันได้สูงถึง 11 Bar จากรูปที่ 3.3 เป็นข้อมูลจากผู้ผลิต แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดัน (แกนนอน) และ Output Voltage (แกนตั้งซ้ายมือ)



รูปที่ 3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและ Output Voltage

3.2 ระบบประมวลผล

ภาพรวมของระบบประมวลผล จะเห็นว่าระบบที่ออกแบบไว้เบื้องต้นประกอบด้วยเซ็นเซอร์วัดแรงดันทั้งหมด 2 จุด ซึ่งข้อมูลจากเซ็นเซอร์จะถูกประมวลผลโดย ARDUINO ซึ่งใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328P ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นข้อมูลดิจิทัล โดยมีสวิตช์ Reset คอย Reset ค่าเริ่มต้นของข้อมูลให้มีค่าเป็นศูนย์ โดยจะกดสวิตช์ก็ต่อเมื่อต้องการจะวัดแรงดันระหว่างสองจุด เพื่อให้ค่าเริ่มต้นที่วัดเป็นศูนย์ จากนั้นเมื่อระบบผ่านการประมวลผลแล้วจะแสดงผลออกมาผ่านทาง LabVIEW

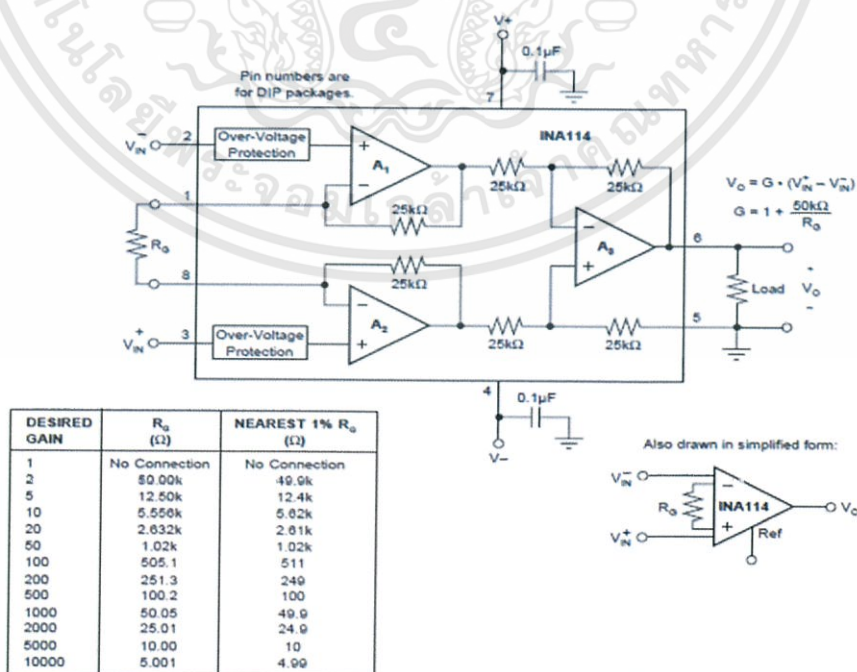
3.2.1 การออกแบบวงจรส่วนหน้า (Front End)

การออกแบบวงจรส่วนหน้าดังรูปที่ 3.5 เพื่อแปลงค่าความต้านทานจากเซ็นเซอร์เป็นแรงดันได้เลือกใช้วงจร Instrumentation Amplifier ซึ่งค่าของ V_{OUT} ที่ได้ เกิดจากความสัมพันธ์ของสมการดังต่อไปนี้

$$V_{out} = G * (V_{in}^+ - V_{in}^-)$$

(3.1) ในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้แรงดันในวงจรมีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ และค่า R_g เท่ากับ 68Ω ซึ่งหากคำนวณตามสมการที่ 3.1 จะเห็นว่า หากมีแรงดันกระทบเซ็นเซอร์ จะทำให้ RFSR มีค่าความต้านทานลดลง ในทางกลับกัน R_g มีค่าความต้านทานที่คงที่ จะทำให้ V_{OUT} มีค่าสูงขึ้น นอกจากนี้ หากไม่มีแรงดันบริเวณเซ็นเซอร์ จะทำให้ค่า RFSR มีค่ามากกว่า $5M\Omega$ ซึ่งเปรียบเสมือนวงจรอยู่ในสถานะ Open Circuit ทำให้ V_{OUT} ที่เกิดขึ้นมีค่าลงสู่ 0 โวลต์

นอกจากนี้จากข้อมูลของบริษัทผู้ผลิต ได้แนะนำให้เลือกใช้ Op-Amp ที่มี Input Impedance ที่สูงและ Offset ต่ำ เพื่อลดความผิดพลาดปริมาณแรงดันที่วัดได้จากการดึงกระแสของวงจร Voltage Divider ที่เซ็นเซอร์ถูกเชื่อมต่ออยู่ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้ Op-Amp เบอร์ INA 114 ที่มี Gain = 500 และสามารถทำงานในช่วงแรงดัน 5 โวลต์ และมี Input Impedance สูงถึง $10^{12} \Omega$



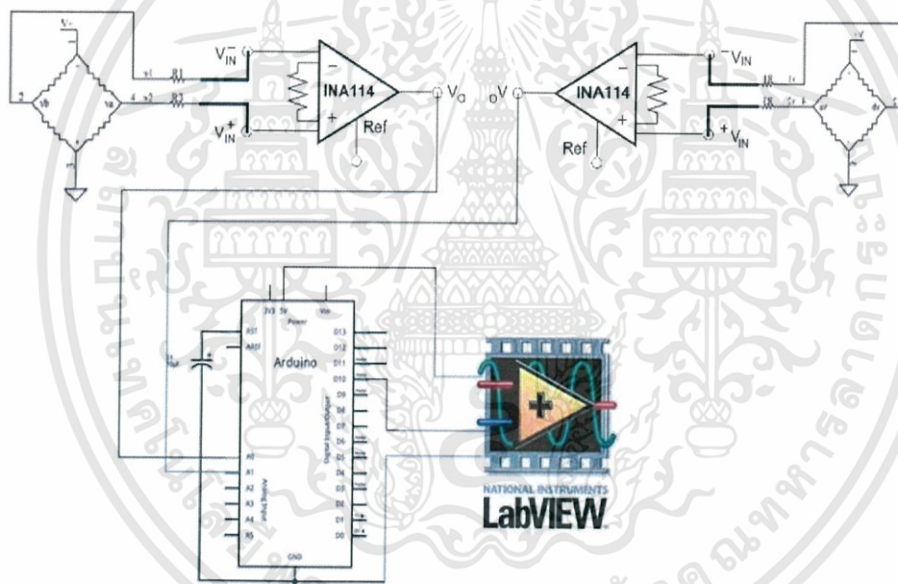
รูปที่ 3.5 วงจรส่วนหน้าที่ได้รับการออกแบบให้เปลี่ยนค่าความต้านทานเป็นแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบระบบประมวลผล

ในงานวิจัยนี้ ได้เลือกระบบไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต รุ่น ATMEGA328P จากบริษัท ATMEL ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกจากวงจรส่วนหน้าให้เป็นข้อมูลดิจิทัล ผ่านทางช่องสัญญาณแปลงอนาล็อกเป็นดิจิทัล (Analog-to-Digital Converter) โดยเมื่อมีการแปลงสัญญาณแล้วจะมีการส่งข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลไปยัง LabVIEW

สำหรับระบบประมวลผลที่ได้ออกแบบนั้น ได้ทำการเชื่อมต่อวงจรส่วนหน้าโดยต่อเอาท์พุทของวงจรส่วนหน้าเข้ากับขา A0 และ A1 ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วจะมีการประมวลผลภายในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อเสร็จสิ้นการประมวลผลก็จะมีการแสดงผลออกมาทางหน้าจอ โดยต่อวงจรตามรูปด้านล่างนี้

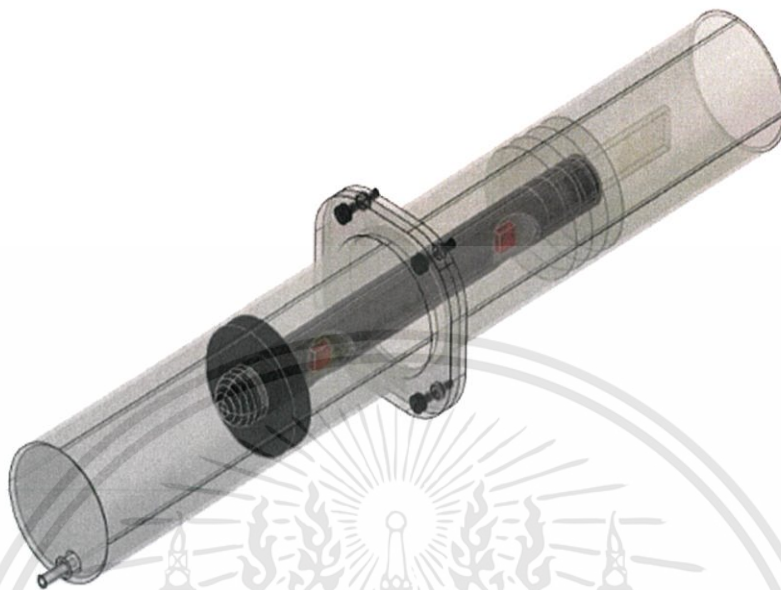


รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อกันของวงจรส่วนหน้า บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และLabVIEW

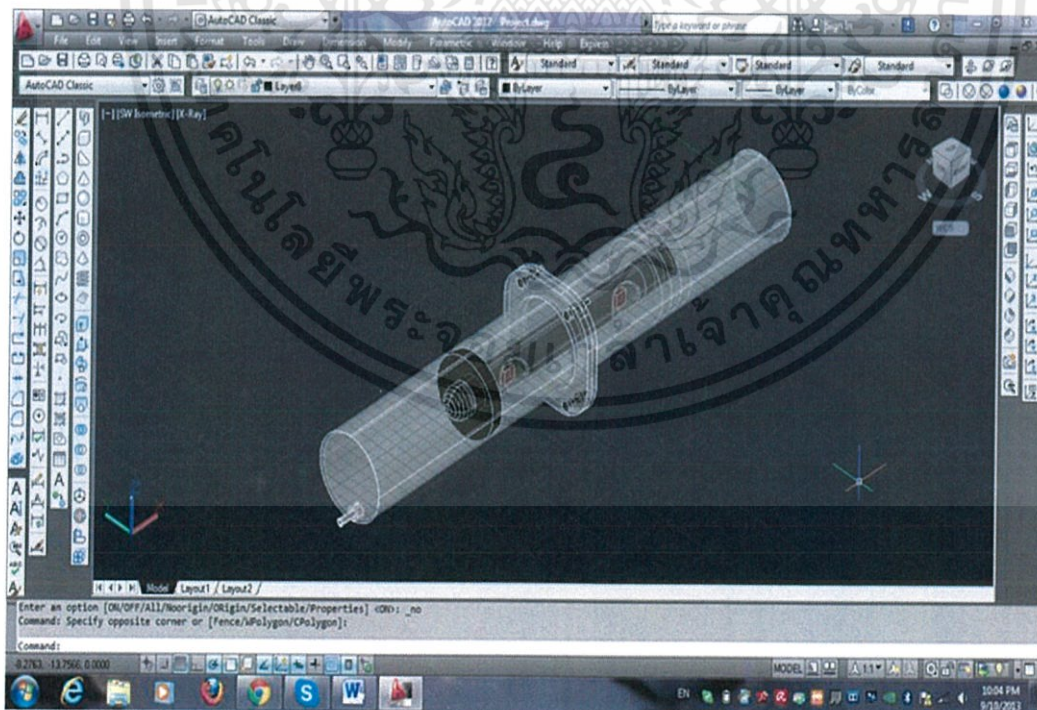
3.3 การออกแบบ Hardware

การออกแบบ Hardware ที่ได้ออกแบบเป็นดังรูป โดยได้ทำการจำลองการทำงานของเครื่อง Anorectal manometry ได้ทำการนำ syringe ขนาด 50 ml ความยาว 11 cm มาต่อกัน โดยมีประเก็นเพื่อป้องกันแรงดันรั่วออก ภายในจะมีท่อ ขนาด 11 cm โดยจะป้องกันแรงดันรั่วอีกชั้น โดยมีแผ่นยางป้องกันถึงสามชั้นซึ่งออกแบบมาโดยเฉพาะสำหรับการวัดทางทวารหนักโดยมีวงจรถนเซ็นเซอร์ อยู่ภายในสองตัวซึ่งมีระยะห่างกัน 6 cm โดยเซ็นเซอร์จะอยู่ระหว่างช่องของท่อที่ออกแบบ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไว้ซึ่งเมื่อมีแรงดันมาตกกระทบ R จะsensitivity ทันที และส่งผลเข้า A/D เพื่อนำไปประมวลผลต่อไป โดยผ่านLabVIEWเพื่อแสดงผลการทดลอง



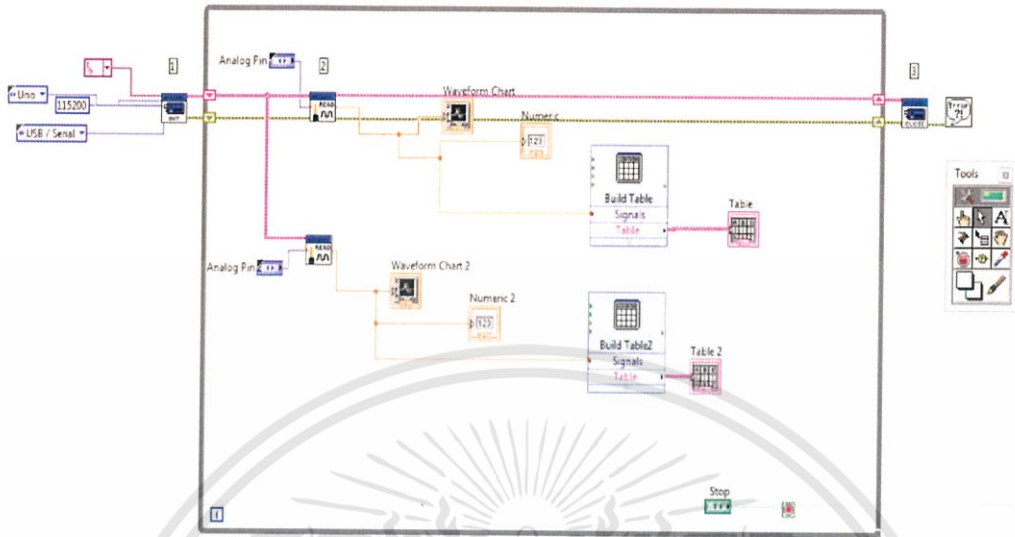
รูปที่ 3.7 โครงสร้าง Anorectal manometry



รูปที่ 3.8 แสดงองค์ประกอบ Hardware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบทางด้าน Software



รูปที่ 3.9 แสดงโปรแกรมประมวลผล ผ่าน LabVIEW

หลักการการทำงานของโปรแกรมคือ เมื่อมี input สัญญาณ Analog เข้าที่ขา A0 กับ A1 ที่บอร์ด Arduino ในโปรแกรมจะทำการวนลูปเพื่อเช็คค่าที่รับเข้ามาทุกครั้งและแสดงผลทางหน้าจอ Monitor ของ LabVIEW พร้อมทั้งแสดงค่าลงในตารางให้ด้วยโดยสามารถแบ่งตารางข้อมูลของ Sensor เป็นสองตารางเพื่อนำมาเปรียบเทียบค่าและนำไปวิเคราะห์ห้อัตรการแบ่งต่อไป



รูป 3.10 หน้าจอแสดงการทำงานของ LabVIEW

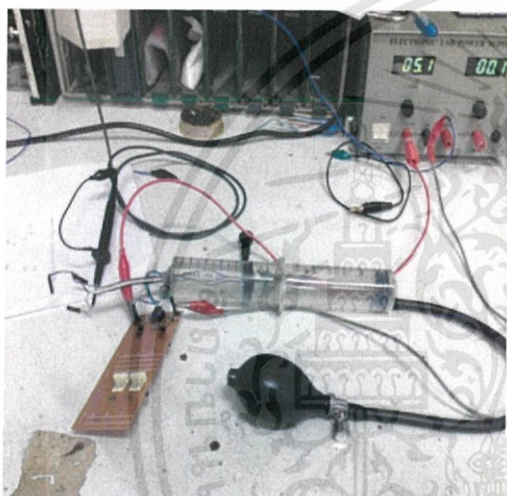
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

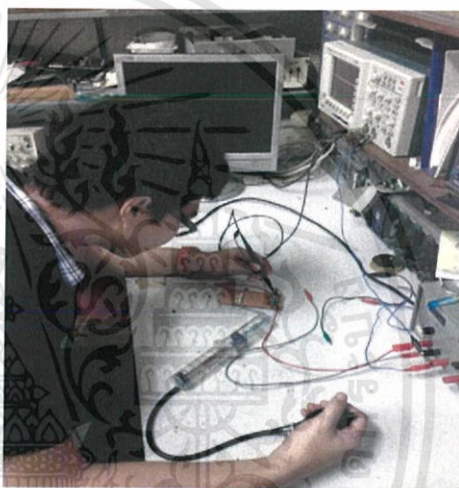
การทดลองและผลการทดลอง

4.1 วิธีกรทดลอง

1. นำวงจร Sensor ต่อผ่าน Differential Amplifier เข้ากับบอร์ด Arduino เพื่อเป็นตัวแปลง A/D เข้า LabVIEW และ แสดงผล
2. ทำการ เช็คค่า Resistance และ Sensor ว่าอยู่ในสถานะพร้อมทำงาน



รูปที่ 4.1 เครื่องวัดความดัน



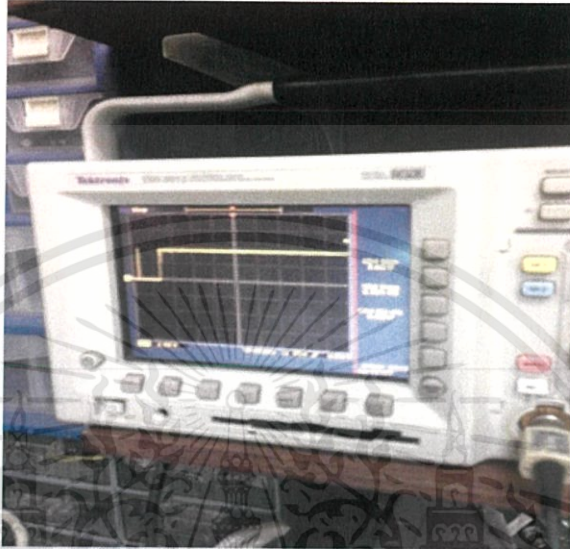
รูปที่ 4.2 การทดลองวัดสัญญาณ

3. นำผลการทดลองของ Sensor ทั้งสองตัวมาพล็อตกราฟระหว่างความดัน(mmHg)กับแรงดันไฟฟ้า
4. นำค่าที่ได้ ไปคำนวณหาความห่างระหว่างสองจุดและวัดแรงดันของแต่ละ Sensor
5. นำผลการทดลองไปวิเคราะห์เปรียบเทียบกับแรงดันมาตรฐานในการแบ่งซึ่งมีค่าอยู่ที่ (30-150mmHg) และนำผลการตรวจมาวิเคราะห์การแบ่งว่าเสี่ยงต่อโรคหรือไม่
6. คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด และ วิเคราะห์ความผิดพลาดที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

รูปผลการทดลอง



รูปที่ 4.3 แสดงการทำงานของ Sensor



รูป 4.4 แสดงการขยายของสัญญาณ Analog ของ Sensor ตัวที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.5 แสดงการขยายของสัญญาณ Analog ของ Sensor ตัวที่ 2



รูป 4.6 แสดงการ Sensitivity ของ Resistance Sensor ตัวที่ 1



รูป 4.7 แสดงการ Sensitivity ของ Resistance Sensor ตัวที่ 2

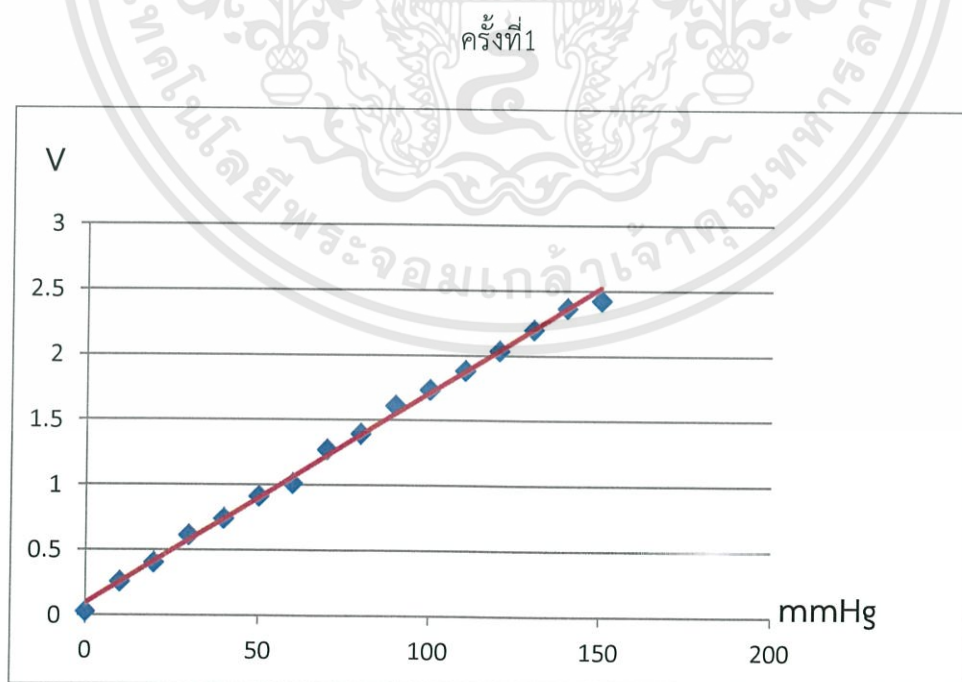
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลอง

mmHg	ครั้งที่1(V)	ครั้งที่2(V)	ครั้งที่3(V)	ครั้งที่4(V)	เฉลี่ย(V)
0	0.03	0.02	0.06	0.01	0.03
10	0.26	0.22	0.2	0.18	0.22
20	0.41	0.45	0.3	0.32	0.37
30	0.62	0.63	0.4	0.53	0.56
40	0.75	0.81	0.64	0.66	0.72
50	0.92	0.95	0.81	0.83	0.88
60	1.02	1.08	1	1.04	1.01
70	1.28	1.25	1.23	1.12	1.23
80	1.4	1.45	1.45	1.23	1.37
90	1.62	1.62	1.54	1.42	1.55
100	1.74	1.84	1.65	1.54	1.71
110	1.89	1.95	1.87	1.75	1.82
120	2.04	2.02	2.03	1.81	1.97
130	2.2	2.18	2.14	1.96	2.1
140	2.37	2.48	2.22	2.32	2.31
150	2.43	2.56	2.41	2.4	2.45

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการทดลองการตอบสนองของเซนเซอร์ที่ความดันต่างๆ

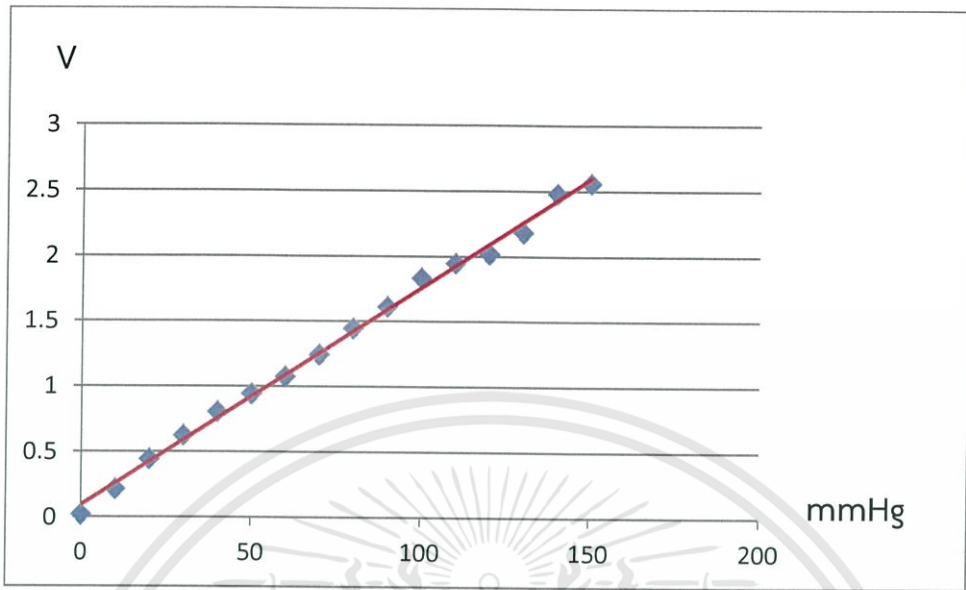
กราฟแสดงผลการทดลอง



รูปที่ 4.8 กราฟแสดงการตอบสนองที่แรงดันต่างๆ 1 (ตัวที่1)

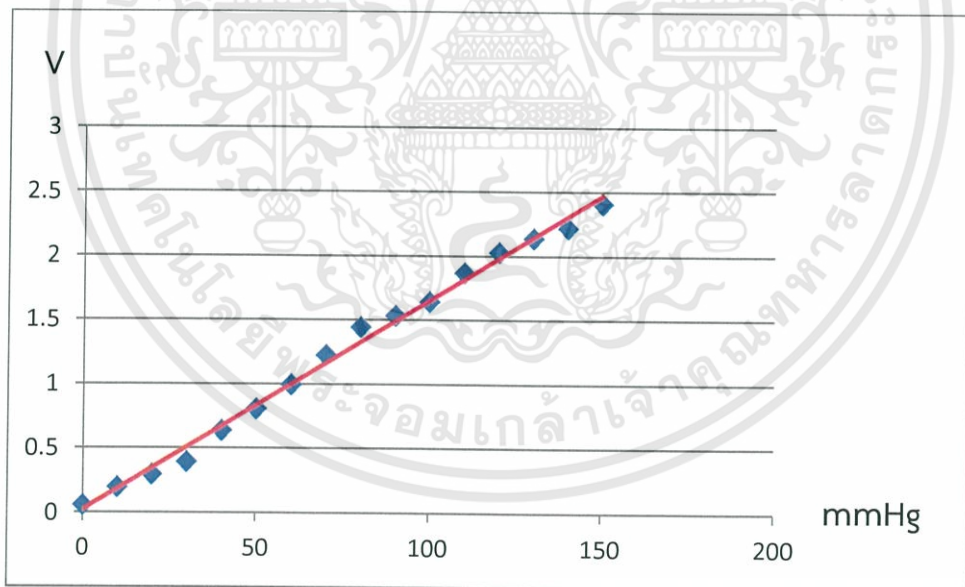
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 2



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงการตอบสนองที่แรงดันต่างๆ 2 (ตัวที่ 1)

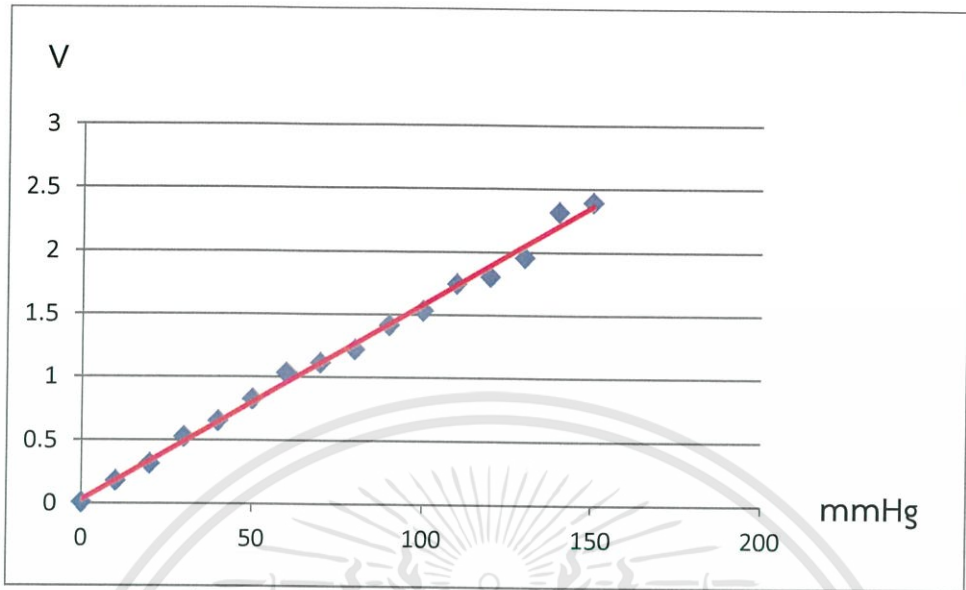
ครั้งที่ 3



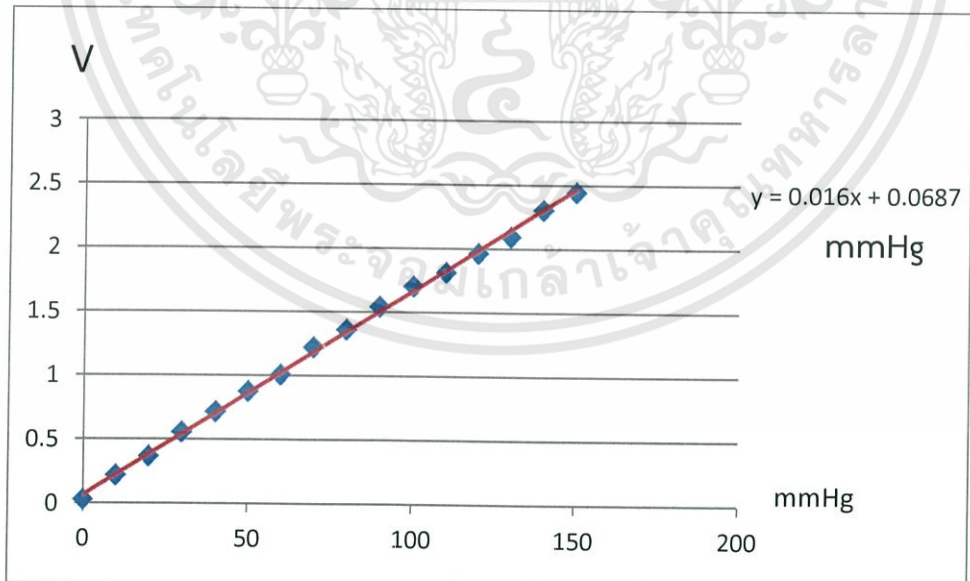
รูปที่ 4.10 กราฟแสดงการตอบสนองที่แรงดันต่างๆ 3 (ตัวที่ 2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 4



รูปที่ 4.11 กราฟแสดงการตอบสนองที่แรงดันต่างๆ 4 (ตัวที่ 2)



รูปที่ 4.12 กราฟแสดงการตอบสนองที่แรงดันต่างๆ (เฉลี่ย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถหาค่าแรงดันและความดันได้จากสมการ

$$y = 0.016x + 0.0687 \quad ; x = \text{ค่าความดันที่วัดได้}$$

$$x = 62.5y - 4.2937 \quad ; y = \text{ค่าแรงดันที่วัดได้}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุปผลการทดลอง

ในรายงานนี้ได้กล่าวถึงการเครื่องวัดความดันที่ลำไส้ใหญ่ส่วนปลายและหูดทวารหนัก ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญอย่างหนึ่งในการตรวจการดูทำงานของลำไส้ใหญ่ ทวารหนัก และกล้ามเนื้อหูดทวารหนักระบบวัดความดันที่ลำไส้ใหญ่ส่วนปลายหูดทวารหนักนี้ได้มีการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ และแสดงผลด้วยโปรแกรม LabVIEW ในอนาคตผู้ป่วยสามารถใช้เครื่องวัดความดันนี้ในการตรวจและฝึกหัดการเบ่งอย่างถูกต้องเองที่บ้าน

เมื่อมีแรงดันมากระทำต่อเซ็นเซอร์ จะเกิดการตอบสนองของค่าความต้านทานภายใน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดันของ sensor สองตัวแล้วนำค่าที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตรฐานที่ระดับแรงดัน 30-150 mmHg. จากการทดลองพบว่าเครื่องวัดความดันที่จัดทำขึ้นสามารถทำงานได้ตามข้อมูลอ้างอิงของเซ็นเซอร์ และสามารถนำไปวิเคราะห์กับอัตราแรงดันระหว่างสองจุดเพื่อนำไปวินิจฉัยโรคของผู้ป่วยจากแพทย์

โครงการนี้สามารถพัฒนาต่อไปได้อีกในอนาคตโดยการลดขนาดเครื่องวัดความดัน ให้มีขนาดเล็กลงในการทดสอบและมีการเพิ่มฟังก์ชันแบตเตอรี่ในตัวและ ในการแสดงผลทางคอมพิวเตอร์แท็บเล็ต เพื่อให้มีความสะดวกในการพกพาและการใช้งานนอกสถานที่



เอกสารอ้างอิง

- [1] http://www.cu-gimotility.in.th/gi_reading_detail.php?cid=48
- [2] <http://www.motilitysociety.org/patient/pdf/Anorectal%20Manometry%20Patient%20Information%208%205%202005.pdf>
- [3] http://tmec.nectec.or.th/public/uploaded/products/Product-2013/Pressure%20Sensor_/TMEC_Pressure_Sensor_product_TMPSI10B.pdf
- [4] สมเกียรติ วงศ์กิจวัฒนะ, *Android* กับการเชื่อมต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์, กรุงเทพฯ, ม.ป.ท., ม.ป.ป. : 9-14

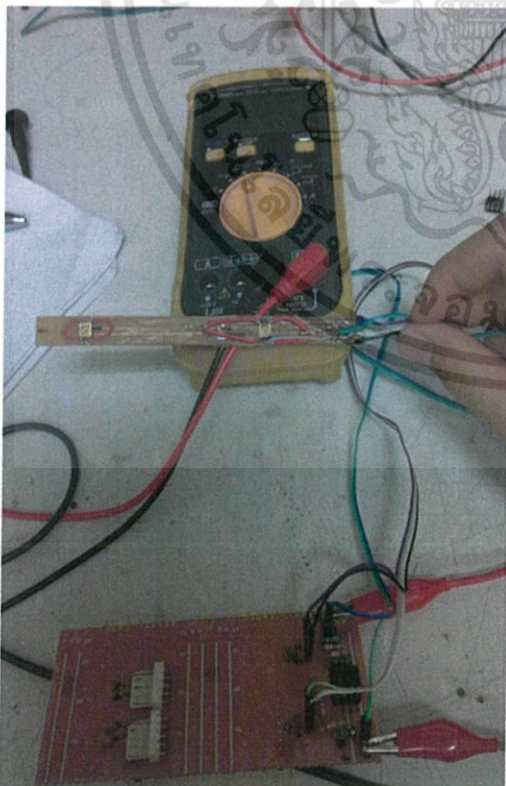


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก(ก)



รูปที่ ก.1 วงจรเครื่องวัดความดัน

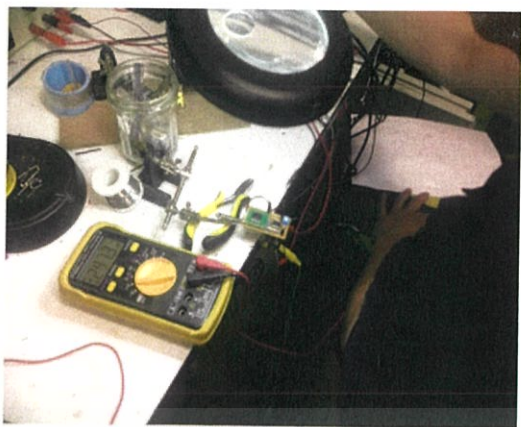


รูปที่ ก.2 วงจรเครื่องวัดความดัน



รูปที่ ก.3 ท่อตัวถังของเครื่องวัดความดัน

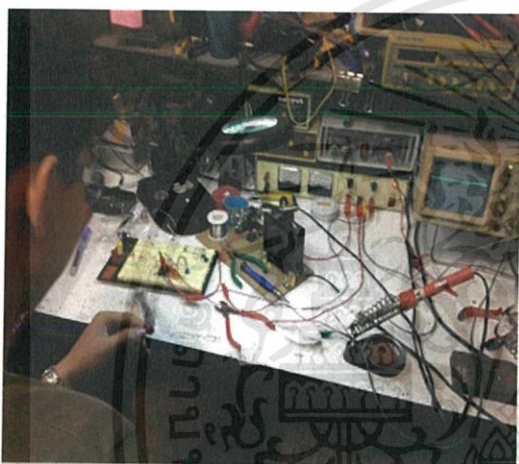
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่ขึ้นด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



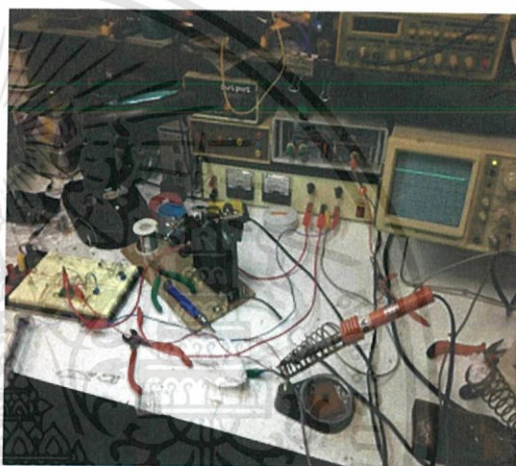
รูปที่ ก.8 การทดสอบวงจรขยาย1



รูปที่ ก.9 การทดสอบวงจรขยาย2



รูปที่ ก.10 การทดสอบการตอบสนองของวงจร1



รูปที่ ก.11 การทดสอบการตอบสนองของวงจร2

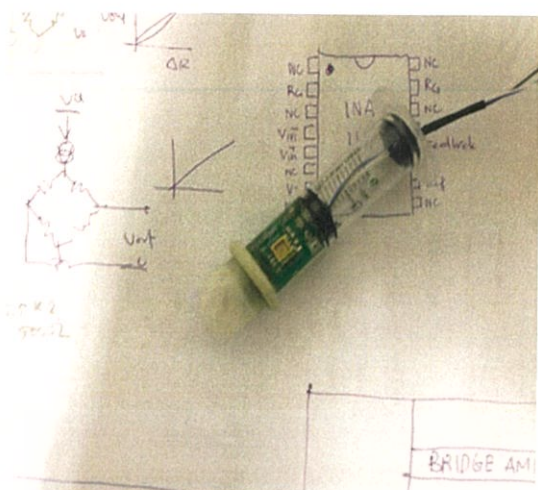


รูปที่ ก.12 การทดสอบวัดความดัน1

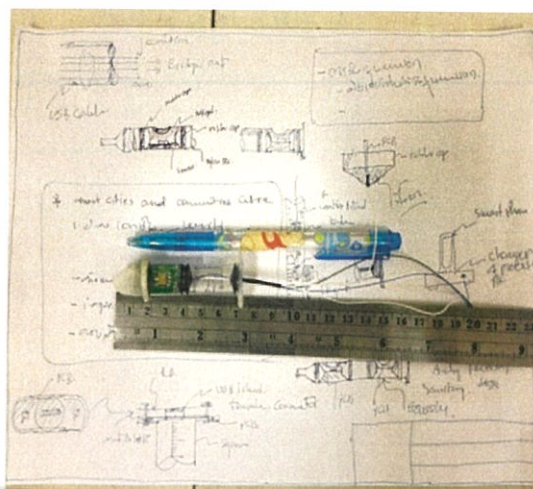


รูปที่ ก.13 การทดสอบวัดความดัน2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.14 เครื่องวัดความดัน



รูปที่ ก.15 รูปแสดงขนาดเครื่องวัดความดัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก(ข)



รูปที่ ข.1 ลายวงจรเซนเซอร์ด้านหน้า



รูปที่ ข.2 ลายวงจรเซนเซอร์ด้านหลัง



รูปที่ ข.3 ลายวงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

