การพัฒนาวิธีการวัดระยะยางขอบประตูรถยนต์ โดยใช้เซนเซอร์วัดแรง-การสร้างอุปกรณ์ตั้งต้นและการทดลอง

AN ALTERNATIVE SEAL-GAP MEASUREMENT METHOD BY USING FORCE SENSOR - PROTOTYPE AND EXPERIMENT

นางสาวธมลวรรณ ชื่นจิตร์

MS. THAMONWAN CHUENJIT

นางสาวสุกัญญา เวียงนาค

MS. SUKANYA WEANGNAK

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

การพัฒนาวิธีการวัดระยะยางขอบประตูรถยนต์ โดยใช้เซนเซอร์วัดแรง-การสร้างอุปกรณ์ตั้งต้นและการทดลอง

AN ALTERNATIVE SEAL-GAP MEASUREMENT METHOD BY USING FORCE SENSOR - PROTOTYPE AND EXPERIMENT

นางสาวธมลวรรณ ชื่นจิตร์

MS. THAMONWAN CHUENJIT

นางสาวสุกัญญา เวียงนาค

MS. SUKANYA WEANGNAK

00216090

TB00259

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AN ALTERNATIVE SEAL-GAP MEASUREMENT METHOD BY USING FORCE SENSOR - PROTOTYPE AND EXPERIMENT

MS. THAMONWAN CHUENJIT
MS. SUKANYA WEANGNAK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2017

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การพัฒนาวิธีการวัดระยะยางขอบประตูรถยนต์โดยใช้เซนเซอร์วัดแรง - การสร้างอุปกรณ์ตั้งต้นและการทดลอง

An Alternative Seal-Gap Measurement Method by Using Force Sensor - Prototype And Experiment

นักศึกษา

นางสาวธมลวรรณ	ชื่นจิตร์	รหัสประจำตัว 57010594
นางสาวสุกัญญา	เวียงนาค	รหัสประจำตัว 57011380

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ดร.นพดล สุกแสงปัญญา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การพัฒนาวิธีการวัดระยะยางขอบประตูรถยนต์โดยใช้เซนเซอร์วัดแรง - การสร้างอุปกรณ์ตั้งต้นและการทดลอง
นักศึกษา	นางสาวธมลวรรณ ชื่นจิตร์
	นางสาวสุกัญญา เวียงนาค
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2560
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.นพดล สุกแสงปัญญา

บทคัดย่อ

ในสายการประกอบยานยนต์นั้นมีกระบวนการหนึ่งที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพนั่นคือการวัดความแน่นของประตูรถยนต์ขณะปิดประตูโดยมีกระบวนการตรวจสอบด้วยการวัดช่องว่างระหว่างตัวรถและประตูรถยนต์ ซึ่งเรียกว่ากระบวนการวัด Seal-gap โดยกระบวนการนี้มีหลายขั้นตอน ทำให้ต้องใช้เวลาในการวัดมากและต้องใช้คนงานอย่างน้อย 2 คนในการติดตั้งอุปกรณ์วัดกับประตู ซึ่งติดตั้งครั้งละ 1 ตำแหน่งต่อการวัด 1 ครั้ง (ต้องวัดทั้งหมด 12 ตำแหน่งต่อประตูหนึ่งบาน) โดยปริญญานิพนธ์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนากระบวนการหรือสร้างทางเลือกในการวัดช่องว่างด้วยการวัดค่าแรงกดแทนการวัดค่าระยะห่าง ซึ่งกระบวนการแบบใหม่นี้จะช่วยปรับปรุงทั้งในด้านขั้นตอนของกระบวนการวัด ด้านเวลา และด้านแรงงาน โดยได้นำเซนเซอร์ตรวจวัดแรงกดมาใช้งานร่วมกับบอร์ดออดุลโน่และสร้างเป็นตัวอุปกรณ์ต้นแบบขึ้นเพื่อใช้สำหรับการทดลอง จากผลการทดลองนั้นแสดงให้เห็นว่าจากกระบวนการวัดแบบเดิมมีขั้นตอนในการตรวจวัด 31 ขั้นตอนต่อการวัดหนึ่งประตู แต่ภายหลังจากการพัฒนากระบวนการวัดทำให้มีขั้นตอนในการตรวจวัดเหลือเพียง 5 ขั้นตอนต่อการวัดหนึ่งประตู ลดจำนวนคนงานให้เหลือเพียง 1 คนในการตรวจวัด และลดระยะเวลาที่ใช้ให้การตรวจวัดลงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	An Alternative Seal-Gap Measurement Method by Using Force Sensor - Prototype and Experiment
Student	Ms. Thamonwan Chuenjit
	Ms. Sukanya Weangnak
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2017
Thesis Advisor	Dr. Nobphadon Suksangpanya

ABSTRACT

. In an automotive assembly line, tightness of car doors is inspected by measuring seal gaps between the car body and its doors which is called seal-gap measurement. The seal-gap measurement is a multi-step, time-consuming, and operator-dependent process where at least 2 workers are required to manually attach a gap measurement sensor onto the door one position at a time. The objective of this work is to develop an alternative approach to measuring seal gaps by using compressive force measurement which improves in processing procedure, time, and labors. The force sensors together with Arduino devices are used to develop a prototype used for performing experiments of seal-gap measurement which are shown to reduce steps from 9 steps/measurement, respectively, in typical method to 5 steps/measurement, in force-sensor method. Moreover, the force-sensor method only requires 1 worker to perform such task.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องการสร้างโปรแกรมเพื่อควบคุมระบบวัด Seal-gap จากระบบเซนเซอร์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี กลุ่มผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคลทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้อง ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ ดร.นพดล สุกแสงปัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่กรุณาให้การสนับสนุน คำแนะนำ ข้อคิดเห็น การตรวจสอบข้อผิดพลาดและแก้ไขข้อผิดพลาดต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.นิรันดร์ พิสุทธอานนท์ สำหรับโอกาสในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ตลอดจนคอยให้คำชี้แนะแนวทางต่างๆ เพื่อให้อยู่ในขอบเขตของปริญญานิพนธ์และสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ดร.พลชัย โชติปรายนกุล สำหรับการให้ความรู้ คำแนะนำและแนวทางในการปฏิบัติ ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ อาจารย์รณน เจียรตระกูล สำหรับการให้ความรู้ คำแนะนำและแนวทางในการปฏิบัติ ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณ บริษัท ฟอร์ด มอเตอร์ คัมปะนี (ประเทศไทย) จำกัด สำหรับโอกาสและการสนับสนุนในการศึกษาปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ให้การสนับสนุนและให้ความรู้ในเรื่องของระบบในการการวัด seal-gap ส่งผลให้ปริญญานิพนธ์สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอบคุณเพื่อนนักศึกษาปี4 สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ที่คอยอยู่เคียงข้างกัน คอยให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจตลอดมา

และสุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่ให้โอกาสในการศึกษา คอยสนับสนุนให้ความช่วยเหลือต่าง ๆ และเป็นกำลังใจตลอดมาจนกระทั่งประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....ข

กิตติกรรมประกาศ.....ค

สารบัญ.....ง

สารบัญตาราง.....ฉ

สารบัญรูป.....ช

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์.....3

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....3

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....3

1.5 แผนการดำเนินการ.....5

1.6 ลักษณะของปริญญานิพนธ์.....6

1.7 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์.....7

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การควบคุณคุณภาพ.....8

2.2 กระบวนการตรวจวัด Seal Gap.....10

2.3 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์.....11

2.4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิด Arduino.....14

2.5 Force Sensing Resister (FSR).....27

2.6 LCD Display.....30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 โปรแกรม MATLAB.....31
2.8 การประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น.....32

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

3.1 การทดลองที่ 1.....34
3.2 การทดลองที่ 2.....39
3.3 การออกแบบตัวอุปกรณ์ต้นแบบของอุปกรณ์.....46
3.4 การทดลองการใช้งานตัวอุปกรณ์ต้นแบบ.....47

บทที่ 4 ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองที่ 1.....49
4.2 ผลการทดลองที่ 2.....50
4.3 ผลการสร้างตัวอุปกรณ์ต้นแบบ.....53
4.4 ผลการทดลองการใช้งานตัวอุปกรณ์ต้นแบบ.....53

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผล.....56
5.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ.....57
5.3 งานในอนาคต.....57

รายการอ้างอิง.....58
ภาคผนวก.....ผ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน.....5
ตารางที่ 4.1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรงและค่าแรงที่เกิดขึ้นจริง.....52
ตารางที่ 4.2 ค่าค่าเปรียบเทียบและค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าแรงที่แสดงผลผ่านหน้าจอของตัวอุปกรณ์ต้นแบบและค่าแรงจริงที่ได้จากการคำนวณ.....53
ตารางที่ 4.3 ค่าแรงที่อ่านได้จากจอของตัวอุปกรณ์ต้นแบบและค่าระยะห่างช่องว่างระหว่างซีลยาง.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ลักษณะของปริญญานิพนธ์.....6

รูปที่ 2.1 แสดงซีลยางขอบประตูรถยนต์.....11

รูปที่ 2.2 แสดงการตรวจวัด Seal Gap ด้วยอุปกรณ์วัด.....11

รูปที่ 2.3 แสดงตำแหน่งในการตรวจวัด Seal Gap.....11

รูปที่ 2.4 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์.....13

รูปที่ 2.5 บอร์ด Arduino Uno R3.....15

รูปที่ 2.6 บอร์ด Arduino Uno SMD.....16

รูปที่ 2.7 บอร์ด Arduino Mega ADK.....17

รูปที่ 2.8 บอร์ด Arduino Mega 2560.....18

รูปที่ 2.9 บอร์ด Arduino Leonardo.....19

รูปที่ 2.10 บอร์ด Arduino Mini 05.....19

รูปที่ 2.11 บอร์ด Arduino Mini 328 3.3V.....20

รูปที่ 2.12 บอร์ด Arduino Mini 328 5V.....20

รูปที่ 2.13 บอร์ด Arduino Ethernet With PoE Module.....21

รูปที่ 2.14 บอร์ด Arduino Ethernet Without PoE Module.....21

รูปที่ 2.15 บอร์ด Arduino Duo.....23

รูปที่ 2.16 หน้าเว็บไซต์ดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino.....24

รูปที่ 2.17 การติดตั้งไฟล์ของโปรแกรม.....24

รูปที่ 2.18 ไฟล์ของโปรแกรม Arduino.....25

รูปที่ 2.19 หน้าต่างของโปรแกรม Arduino.....25

รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการเขียนโค้ดโปรแกรมบนโปรแกรม Arduino IDE.....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการเลือกรุ่นของบอร์ดที่เลือกใช้.....26
รูปที่ 2.22 ตัวอย่างการเลือกหมายเลข Com Port.....27
รูปที่ 2.23 ตัวอย่างการกด Verify และ Upload.....27
รูปที่ 2.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดและค่าความต้านทานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น.....28
รูปที่ 2.25 โครงสร้างของตัวตรวจจับแรงกด FSR.....29
รูปที่ 2.26 การทำงานของตัวตรวจจับแรงกด FSR.....30
รูปที่ 2.27 แสดงขนาดตัวตรวจจับแรงกด FSR.....31
รูปที่ 2.28 โครงสร้างภายในจอ LCD.....32
รูปที่ 2.29 สัญลักษณ์โปรแกรม MATLAB.....33
รูปที่ 2.30 กราฟการประมาณค่า f(xi) ด้วยฟังก์ชันพหุนามอันดับหนึ่ง.....34
รูปที่ 3.1 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม.....35
รูปที่ 3.2 การออกแบบการทำงานของการทดลองที่ 1.....35
รูปที่ 3.3 Arduino Mega 2560.....36
รูปที่ 3.4 การออกแบบผังงานของโปรแกรม Arduino.....37
รูปที่ 3.5 การออกแบบ User Interface โดยใช้ GUIDE ในโปรแกรม MATLAB.....38
รูปที่ 3.6 การออกแบบของผังงานของโปรแกรม MATLAB.....39
รูปที่ 3.7 การออกแบบการทำงานของการทดลองที่ 2.....40
รูปที่ 3.8 TFT LCD Display Module with Touch Panel 41
รูปที่ 3.9 TFT LCD Mega Shield V2.2 Adapter Module.....41
รูปที่ 3.10 การออกแบบผังงานของโปรแกรม Arduino.....42
รูปที่ 3.11 หน้าใช้งานหน้าที่ 1.....43
รูปที่ 3.12 หน้าใช้งานหน้าที่ 2.....44
รูปที่ 3.13 หน้าใช้งานหน้าที่ 3.....44
รูปที่ 3.14 หน้าใช้งานหน้าที่ 4.....45
รูปที่ 3.15 หน้าใช้งานหลังจากกดปุ่ม 'SAVE' และหน้าใช้งานหลังจากเลือกประตูด้านหลังฝั่งขวา.....45
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.16 หน้าใช้งานหน้าสุดท้ายเมื่อทำการวัดประตูครบทั้ง 4 ประตู....46
รูปที่ 3.17 การออกแบบตัวอุปกรณ์ต้นแบบของอุปกรณ์วัด....48
รูปที่ 3.18 การทดลองการใช้งานตัวอุปกรณ์ต้นแบบ....49
รูปที่ 3.19 การวัดค่าระยะห่างช่องว่างของซีลยาง....49
รูปที่ 4.1 หน้าจอแสดงผลก่อนการให้แรงกดแก่ตัวเซนเซอร์วัดแรงกด....50
รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลหลังการให้แรงกดแก่ตัวเซนเซอร์วัดแรง....51
รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรงและค่าแรงที่เกิดขึ้นจริง...52
รูปที่ 4.4 ตัวอุปกรณ์ต้นแบบของอุปกรณ์....54
รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะห่างช่องว่างระหว่างซีลยางและค่าที่อ่านได้จาก
ตัวเซนเซอร์รับแรง....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมรถยนต์เป็นอุตสาหกรรมที่รัฐบาลไทยให้การสนับสนุนและมีนโยบายสร้างความเข้มแข็งให้กับอุตสาหกรรมรถยนต์ในประเทศ โดยส่งเสริมการผลิตและใช้ชิ้นส่วนยานยนต์ ส่งผลให้อุตสาหกรรมการผลิตรถยนต์ในประเทศไทยเติบโตอย่างต่อเนื่องและมีระดับการแข่งขันกันในหลายๆ องค์กรที่สูง[1] โดยมีการแข่งขันกันในด้านคุณภาพ (Quality) ซึ่งจะต้องมีคุณภาพตรงตามมาตรฐานกำหนดโดยต้องตรวจสอบอย่างเคร่งครัดก่อนส่งถึงมือของผู้บริโภค ทำให้องค์กรทุกองค์กรต้องปรับปรุงคุณภาพสินค้าของตนเองอยู่สม่ำเสมอเพื่อให้ทัดเทียมกับคู่แข่งได้ เช่นเดียวกันกับในบริษัท ฟอร์ด ไทยแลนด์ แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่ผลิตชิ้นส่วนรถยนต์และประกอบรถยนต์นั้นได้ใส่ใจในคุณภาพของรถยนต์ที่ผลิตของมาในแต่ละรุ่นอย่างเคร่งครัด

ประการแรกที่บริษัท ฟอร์ด ไทยแลนด์ แมนูแฟคเจอริ่ง จำกัด เคร่งครัดในเรื่องคุณภาพคือความแน่นของประตูรถยนต์ขณะปิดประตู โดยทางบริษัทมีกระบวนการควบคุมคุณภาพ (Quality Control) ในการตรวจวัดความแน่นของประตูรถยนต์ขณะปิดประตูด้วยวิธีการวัดช่องว่างระหว่างตัวรถกับประตูรถ (Seal Gap) โดยช่างเทคนิคที่มีความเชี่ยวชาญด้วยอุปกรณ์ชนิดหนึ่ง โดยจะทำการตรวจวัดระยะช่องว่างรอบประตูทีละตำแหน่ง ทั้งหมด 12 ตำแหน่งต่อประตูหนึ่งบาน ซึ่งหากประตูไม่แน่นหรือมีค่าช่องว่างที่ห่างจากค่ามาตรฐานจะส่งผลให้เกิดเสียงรบกวนจากภายนอกขณะขับรถได้และจะเกิดปัญหาการปิดประตูได้ยาก กระบวนตรวจวัดช่องว่างนี้มีขั้นตอนคือ[2]

1 .ถอดซีลยางที่ขอบประตูออก
2. ตั้งค่าอุปกรณ์วัดช่องว่าง
3. นำอุปกรณ์วัดติดที่ตำแหน่งแรกที่ต้องการวัด
4. ปิดประตู และทำการวัดค่าช่องว่างระหว่างประตูรถและตัวรถ
5. เปิดประตู แล้วนำอุปกรณ์วัดติดที่ตำแหน่งถัดไป
6. ทำตามขั้นตอนที่ 4 และ 5 จนกระทั่งครบทั้ง 12 ตำแหน่ง
7. บันทึกค่าช่องว่างที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ใส่ซีลยางกลับเข้าไปที่ขอบประตูดังเดิม
9. ทำจนกระทั่งครบทั้ง 4 ประตู

จากกระบวนการตรวจวัดคุณภาพโดยวิธีดังกล่าวทำให้เห็นถึงปัญหาของกระบวนการนี้ คือ

1. ตัวเลขช่องว่างระหว่างตัวรถยนต์กับประตูรถยนต์ที่ได้จากการตรวจวัดจะขึ้นอยู่กับความเชี่ยวชาญของช่างเทคนิค ดังนั้นกระบวนการนี้จึงขึ้นอยู่กับการวิเคราะห์ระบบการวัด (Measurement System Analysis) ของแต่ละบุคคลโดยตรง ซึ่งทำให้ค่าช่องว่างที่วัดได้มีความผันแปรของการวัดเกิดขึ้น อาจส่งผลให้ช่างเทคนิคที่ต่างกันวัดได้ค่าตัวเลขที่ต่างกัน[3]
2. กระบวนการตรวจวัดช่องว่างเพื่อตรวจวัดความแน่นของประตูรถยนต์นี้ต้องใช้เวลามาก เนื่องจากช่างเทคนิคต้องวัดระยะช่องว่างทีละตำแหน่ง รวมทั้งสิ้น 12 ตำแหน่ง
3. ภายหลังจากการตรวจวัดมักมีชิ้นส่วนที่ถอดออกก่อนการตรวจวัดชำรุด ทำให้ต้องมีการเปลี่ยนชิ้นส่วนใหม่

จากบทเรียนในชั้นเรียนจึงทำให้เล็งเห็นว่าเราสามารถพัฒนากระบวนการควบคุมคุณภาพของการตรวจวัดความแน่นของประตูรถยนต์ได้โดยการวัดค่าแรงอัดของประตูในทุกตำแหน่งแทนที่การวัดช่องว่างทีละตำแหน่ง ซึ่งการวัดแรงอัดนั้นสามารถทำได้โดยการประยุกต์ใช้ Micro-Controller (Arduino) ตัวตรวจจับแรงกด (Force Sensors) และการเขียนโปรแกรมเพื่อจัดเก็บข้อมูลและรายงานข้อมูล ด้วยการสร้างโปรแกรมเพื่อแสดงค่าแรงอัดจากการปิดประตูรถยนต์ โดยใช้เซนเซอร์ติดที่ตำแหน่งที่ต้องการจะวัดช่องว่างทั้ง 12 ตำแหน่ง จากนั้นให้โปรแกรมรับค่าแรงอัดจากตัวตรวจจับแรงกดและประมวลผลออกมาแสดงเป็นค่าแรงของแต่ละตำแหน่งของประตูรถยนต์ที่หน้าจอ ซึ่งค่าแรงอัดสูงบ่งบอกว่าประตูที่จุดนั้นมีช่องว่างน้อยและค่าแรงอัดน้อยบ่งบอกว่าประตูที่จุดนั้นมีช่องว่างมาก โดยกระบวนการวัดความแน่นของประตูรถยนต์ด้วยการวัดค่าแรงอัดนี้มีขั้นตอน คือ

1. ตั้งค่าอุปกรณ์วัดแรงอัด
2. ติดอุปกรณ์วัดแรงอัดในตำแหน่งที่ต้องการวัดทั้ง 12 ตำแหน่ง
3. ปิดประตูรถและทำการวัดค่าแรงอัด
4. บันทึกค่าแรงอัดที่วัดได้
5. ทำจนกระทั่งครบทั้ง 4 ประตู

กระบวนการตรวจวัดความแน่นของประตูรถยนต์โดยการวัดค่าแรงอัดนี้จะสามารถช่วยลดปัญหาที่กล่าวข้างต้นได้ คือ

1. ลดระยะเวลาในการตรวจวัดที่ยาวนานจากการวัดช่องว่างทีละจุดลงได้
2. ลดค่าความผันแปรของการวัดจากช่างเทคนิคที่ต่างกันลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ลดการชำรุดของชิ้นส่วนในกระบวนการวัด หรือไม่มีชิ้นส่วนใดที่ชำรุดในกระบวนการวัด
4. ลดขั้นตอนการทำงานลง เหลือเพียง 5 ขั้นตอน

1.2 วัตถุประสงค์

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ดังนี้

1. เขียนโปรแกรมที่ใช้ในการรับค่าแรงอัดจากการปิดประตูรถยนต์ การแสดงค่าแรงอัดและบันทึกผลของแรงอัด
2. สร้างตัวต้นแบบ (Prototype) เพื่อใช้ในการตรวจสอบการทำงานในการตรวจวัดแรงอัดของโปรแกรม
3. ทดลองการทำงานของตัวต้นแบบและโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้น เพื่อแสดงว่าสามารถใช้ตรวจวัดแรงอัดและแสดงผลค่าแรงที่หน้าจอได้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. สร้างโปรแกรมในการควบคุมการรับค่าแรงอัดจากตัวตรวจจับแรงกดโดยใช้ไมโครคอนโทรล-เลอร์
2. สร้างโปรแกรมในการประมวลผล แสดงผล และบันทึกผลของแรงอัดโดยใช้โปรแกรม MATLAB
3. สร้างโปรแกรมในการรับค่าแรงอัด ประมวลผล แสดงผล และบันทึกผลโดยใช้โปรแกรม Arduino
4. สร้างตัวต้นแบบเพื่อใช้ในการตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมในการรับค่าแรงอัด
5. ทดลองการทำงานของตัวต้นแบบและโปรแกรมในห้องทดลอง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้เรียนรู้การเขียนโปรแกรมจากภาษาซีเพื่อใช้ในการควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์ Arduino
2. ได้เรียนรู้ประเภทการใช้งานและได้เรียนรู้กระบวนการการทำงานของ Arduino
3. ได้เรียนรู้การใช้งานและเขียนโปรแกรมจากโปรแกรม MATLAB
4. ได้เรียนรู้และนำความรู้ที่ได้จากห้องเรียนมาประยุกต์ใช้งานจริงในภาคอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มีระบบในการวัดความแน่นของประตูรถยนต์ที่ดีกว่าการวัดช่องว่างระหว่างประตูรถยนต์กับตัวรถยนต์ทีละครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินงาน

เพื่อให้การดำเนินงานของปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปตามวัตถุประสงค์จึงต้องมีการกำหนดแผนการดำเนินงานขึ้น ดังนี้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

รายการ	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.
1. ประชุมเพื่อกำหนดหัวข้อและขอบเขตของโครงการ	↔									
2. ศึกษาชนิดและการทำงานของ Arduino	↔	↔								
3. ศึกษาเกี่ยวกับภาษาซีเพื่อนำมาเขียนโปรแกรมและควบคุมไมโครคอนโทรเลอร์	↔	↔	↔							
4. เรียนรู้การใช้งาน Arduino	↔	↔	↔	↔	↔	↔				
5. เรียนรู้การใช้งานโปรแกรม MATLAB	↔	↔	↔							
6. เขียนโปรแกรมในการรับค่าแรงอัดจากตัวตรวจจับแรงกด 1 ตัว โดยใช้ Arduino ในการควบคุม		↔	↔	↔						
7. เขียนโปรแกรมโดยใช้ MATLAB เพื่อประมวลผลและแสดงผลการรับค่าแรงอัดจากตัวตรวจจับแรงกด 1 ตัว		↔	↔	↔						
8. เขียนโปรแกรมการรับค่าแรงอัดโดยใช้ Arduino ควบคุมและเขียนโปรแกรมโดยใช้ MATLAB เพื่อประมวลผลและแสดงผลการรับค่าแรงอัดจาก ตัวตรวจจับแรงกด 12 ตัว			↔	↔						
9. พัฒนาโปรแกรมให้มีความสะดวกต่อการใช้งาน					↔	↔	↔			
10. สร้างตัวต้นแบบเพื่อตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมในการรับค่าแรงอัด							↔	↔		
11. ทดลองการทำงานของโปรแกรมเพื่อดูผลและแก้ไขโปรแกรมในส่วนที่มีปัญหา							↔	↔		
12. รวบรวมเนื้อหาในการทำรูปเล่ม		↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	↔	
13. นำเสนอโครงการ										↔

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ลักษณะของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้ออกแบบอุปกรณ์และสร้างโปรแกรมในการวัดค่าแรงอัดระหว่างประตูรถยนต์และตัวรถยนต์ประกอบไปด้วยส่วนหลัก 2 ส่วนดังนี้

เครื่องมือวัด[4] รับข้อมูลเข้า[5] ประมวลผลและแสดงผลลัพธ์[6]

รูปที่ 1.1 ลักษณะของปริญญานิพนธ์

1.6.1 ส่วนโปรแกรมการทำงาน

ในส่วนโปรแกรมการทำงานจะประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

1. ส่วนรับข้อมูลเข้า เป็นส่วนที่ใช้ในการรับข้อมูลของค่าแรงอัดระหว่างประตูรถยนต์และตัวรถยนต์เข้าสู่การทำงานของโปรแกรม โดยใช้ตัวตรวจจับแรงกด (Force Sensor) ติดไปยังตำแหน่งที่ต้องการตรวจวัดแรงอัดแล้วทำการวัดแรงอัดโดยการปิดประตู จากนั้นจะรายงานข้อมูลที่วัดได้ไปในส่วนถัดไปเพื่อประมวลผล

2. ส่วนประมวลผล เป็นส่วนที่เก็บรวบรวมข้อมูลที่ส่วนรับข้อมูลเข้ารายงานมาให้ จากนั้นส่วนประมวลผลจะทำการประมวลผลหรือแปรสภาพข้อมูลในอยู่ในรูปแบบที่พร้อมรายงานต่อผู้ใช้งานต่อไป

3. ส่วนแสดงผลลัพธ์ เป็นส่วนที่แสดงข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลแก่ผู้ใช้งาน เป็นการแปลงผลลัพธ์ที่เก็บไว้ออกมาในรูปของการแสดงข้อมูลที่ง่ายต่อการใช้งาน เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบและอ่านค่าข้อมูลที่ได้รับเข้ามา

1.6.2 ส่วนผู้ใช้งาน

เป็นส่วนที่ใช้ในการโต้ตอบกับผู้ใช้งานเพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถตั้งค่าก่อนการตรวจวัด อ่านค่าจากการวัด และบันทึกข้อมูลจากการรับค่าเข้ามา การออกแบบในส่วนผู้ใช้งานนั้นได้ออกแบบตามหลักการศึกษาการทำงาน (Work Study) เพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งาน การตั้งค่าเพื่อการวัดเป็นแบบเข้าใจง่ายและเป็นลำดับขั้นตอนชัดเจนเพื่อความเป็นลำดับขั้นตอน ความรวดเร็วในการวัด และเพื่อป้องกันการผิดพลาดของตำแหน่งวัดที่อาจเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้การจัดทำแบ่งออกเป็น 5 บท โดยแต่ละบทมีรายละเอียดดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

ในบทนี้จะอธิบายถึงความเป็นมาและความสำคัญของปริญญานิพนธ์ วัตถุประสงค์ ขอบเขตการศึกษา ผลที่คาดว่าจะได้รับ แผนการดำเนินงานและลักษณะของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและการออกแบบ

ในบทนี้จะอธิบายถึงพื้นฐานความรู้และข้อมูลต่างๆ ที่นำมาศึกษาในการทำปริญญานิพนธ์นี้

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะอธิบายถึงการออกแบบและการสร้าง ทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ของชิ้นงานในปริญญานิพนธ์นี้

บทที่ 4 ผลการทดสอบ

ในบทนี้จะอธิบายถึงผลการทดสอบ ทั้งในส่วนของซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ของชิ้นงานในปริญญานิพนธ์นี้

บทที่ 5 สรุปผลงานดำเนินงาน

ในบทนี้จะอธิบายถึงบทสรุปของปริญญานิพนธ์ ปัญหาที่เกิดขึ้น และข้อเสนอแนะในปริญญานิพนธ์นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้แสดงถึงทฤษฎีที่ใช้ในการศึกษาเพื่อเป็นความรู้และแนวทางในการจัดทำปริญญานิพนธ์นี้ ซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อต่างๆ ดังต่อไปนี้

2.1 การควบคุมคุณภาพ

2.2 กระบวนการตรวจวัด Seal Gap

2.3 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิด Arduino

2.5 Force Sensing Resister (FSR)

2.6 LCD Display

2.7 โปรแกรม MATLAB

2.8 การประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น

2.1 การควบคุมคุณภาพ [7]

การควบคุมคุณภาพ (Quality Control) คือการควบคุมคุณภาพของสินค้าให้เป็นไปตามมารฐานที่กำหนดไว้และสามารถสร้างความพึงพอใจสูงสุดให้กับลูกค้า โดยกระบวนการตรวจวัด (Inspection) และตรวจสอบสินค้าเพื่อนำไปหาข้อบกพร่อง วิเคราะห์หาสาเหตุและแก้ไขข้อบกพร่องก่อนที่จะนำสินค้าส่งมอบให้กับลูกค้า

<u>คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพ</u> สามารถกล่าวได้ดังนี้

1. สามารถปฏิบัติงานได้ (Performance) คือ ผลิตภัณฑ์มีความสามารถในการใช้งานได้ตามหน้าที่ที่ได้ถูกกำหนดไว้

2. มีความสวยงาม (Aesthetics) คือ สินค้าสามารถดึงดูดใจลูกค้าได้ในทุกๆด้าน ได้แก่ กลิ่น รสชาติ รูปร่าง ผิวสัมผัส สีสัน เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. มีคุณสมบัติพิเศษ (Special Features) คือ ผลิตภัณฑ์ควรมีความโดดเด่นรวมทั้งมีคุณสมบัติพิเศษแตกต่างจากสินค้าชนิดอื่นๆ

4. มีความสอดคล้อง (Conformance) คือ ราคาและคุณภาพของผลิตภัณฑ์มีความเหมาะสมกัน

5. มีความปลอดภัย (Safety) คือ มีความเสี่ยงอันตรายในการใช้ผลิตภัณฑ์ต่อผู้ใช้งานน้อยที่สุด

6. สามารถเชื่อถือได้ (Reliability) คือ ผลิตภัณฑ์ควรใช้งานได้อย่างสม่ำเสมอ

7. ความคงทน (Durability) คือ ระยะเวลาหรืออายุการใช้งานผลิตภัณฑ์ที่ยาวนานในระดับหนึ่ง

8. คุณค่าที่รับรู้ (Perceived Quality) คือ ผลิตภัณฑ์มีภาพลักษณ์ที่ดีและสามารถสร้างความประทับใจแก่ผู้บริโภคได้

9. มีบริการหลังการขาย (Service After Sale) คือ ธุรกิจมีบริการหลังการขายที่ดีและต่อเนื่องแก่ผู้บริโภค มีการคงคุณสมบัติและการทำงานของผลิตภัณฑ์ให้มีความสมบูรณ์และมีคุณภาพ รวมไปถึงมีการรับฟังความคิดเห็นของผู้บริโภคที่มีต่อผลิตภัณฑ์

การทดสอบและการตรวจสอบคุณภาพ (Testing For Quality Control and Inspection) [8] การควบคุมคุณภาพหรือการตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ มีวิธีการตรวจสอบหลายวิธีการดังนี้

1. วิธีตรวจสอบทุกชิ้น (Screening Inspection)

การตรวจสอบทุกชิ้นเป็นการตรวจสอบสินค้าแบบ 100% (100% Inspection) วิธีนี้เป็นวิธีที่ง่ายและใช้กันทั่วไปเพื่อหาของเสีย (Defective) จากกระบวนการผลิต แต่ก็ยังมีความไม่แน่นนอนที่จะได้ผลิตภัณฑ์ (Product) ที่สมบูรณ์เนื่องจากเป็นวิธีการที่ทำให้เกิดความเบื่อหน่ายและเป็นเหตุเกิดความเมื่อยล้า ส่งผลให้พนักงานมีความตั้งใจลดลงเรื่อยๆ ตามลำดับ ข้อเสียของวิธีตรวจสอบทุกชิ้นคือค่าใช้จ่ายสูงและต้องใช้เวลาในการตรวจวัดนาน และงานบางชนิดก็ไม่สามารถจะตรวจสอบทุกชิ้นได้ เช่น การตรวจสอบความคมของใบมีดโกนหรือสารเคลือบใบมีด ซึ่งวิธีการทดสอบจะต้องใช้ความร้อนในการทดสอบส่งผลให้ชิ้นงานเสียหายได้

2. วิธีการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละรุ่น (Lot by Lot Inspection or Sampling)

การสุ่มตัวอย่างจากแต่ละรุ่นเป็นวิธีการหลีกเลี่ยงวิธีตรวจสอบแบบตรวจสอบทุกชิ้น การผลิตสินค้าจำนวนมากๆ รวมกันเป็นกลุ่มก้อนจะเรียกว่า รุ่น (Lot) สินค้าที่สมบูรณ์แล้วแทนที่จะทำการตรวจสอบทุกชิ้น ก็เลือกตรวจสอบเพียงบางชิ้นเท่านั้นและจะตัดสินใจว่ายอมรับ (Accept) หรือปฏิเสธ (Reject) ทั้งรุ่น (Lot)

3. วิธีตรวจสอบตามขบวนการผลิต (Process Inspection)

การตรวจสอบกระบวนการผลิต ผู้ตรวจจะถูกกำกับในขอบเขตบริเวณที่หนึ่งๆ เพื่อตรวจสอบเครื่องมือ วิธีการผลิตและชิ้นส่วนบางอย่างจากวัตถุดิบ วิธีการตรวจสอบวิธีนี้จะสามารถแก้ข้อผิดพลาดได้ทันทีเมื่อพบข้อผิดพลาด เช่น การตรวจสอบในสายการผลิต โดยพนักงานทุกคนที่ทำงานในสายการผลิตทุกจุดเป็นผู้ตรวจสอบไปในตัวด้วย เป็นต้น ข้อเสียของการตรวจสอบวิธีนี้ก็คือผู้ตรวจไม่สามารถตรวจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชิ้นงานได้ทุกชิ้นหรือทุกเครื่องได้ ชิ้นงานบางชิ้นงานจะพลาดการตรวจ หากจะตรวจให้ครบทุกเครื่องได้ จะต้องเพิ่มผู้ตรวจมากขึ้น

2.2 กระบวนการตรวจวัด Seal Gap [9]

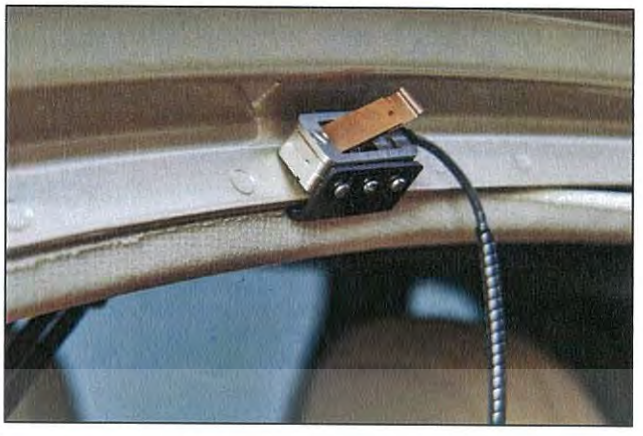
กระบวนการตรวจวัด Seal Gap คือการวัดช่องว่างระหว่างตัวรถยนต์กับประตูรถยนต์ขณะปิดประตูรถยนต์ โดยถอดตัวซีลยางที่อยู่บริเวณขอบของประตูรถยนต์ออกก่อนการวัด ดังแสดงในรูปที่ 2.2 และรูปที่ 2.3

กระบวนการตรวจวัด Seal Gap เป็นกระบวนการหนึ่งในกระบวนการตรวจวัดคุณภาพ ที่กระทำเพื่อตรวจวัดความแน่นของประตูรถยนต์ขณะปิดประตูรถยนต์ โดยมีค่ามาตรฐานของระยะ Seal Gap กำหนดไว้ หาก Seal Gap มีค่ามากเกินไปหรือน้อยเกินไปก็จะถือว่าไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด ต้องทำการแก้ไขก่อนที่จะผ่านกระบวนการส่งมอบให้กับลูกค้า โดยค่า Seal Gap มากบ่งบอกว่าความแน่นของประตูน้อย กระบวนการตรวจวัด Seal Gap นี้เป็นกระบวนการตรวจสอบคุณภาพด้วยวิธีการสุ่มตัวอย่างจากแต่ละรุ่น เนื่องจากใช้เวลาในการตรวจสอบเป็นเวลานานมาก หากตรวจสอบทุกชิ้นงานจะทำให้เสียเวลามาก

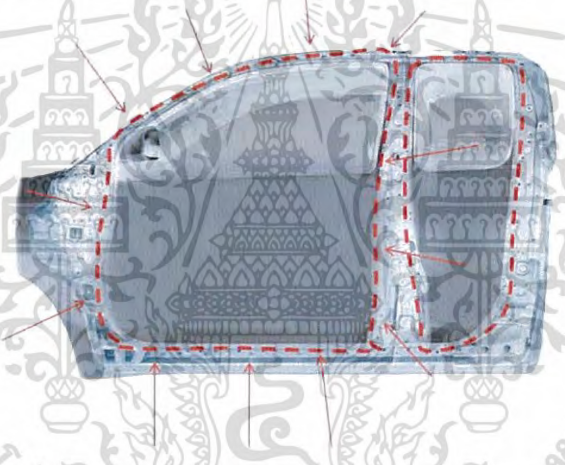
กระบวนการตรวจวัด Seal Gap นั้นจำเป็นต้องทำการตรวจสอบเนื่องจากเป็นคุณภาพที่สำคัญของรถยนต์ หากรถยนต์มีความแน่นของประตูรถยนต์ขณะปิดประตูไม่ตรงตามมาตรฐานจะส่งผลต่อการใช้งาน คือ 1. เสียงลม (Wine Noise) ดังรบกวนขณะรถเคลื่อนที่ 2. มีของเหลวไหลเข้ามาขณะใช้งาน เช่น ฝนตก 3.เครื่องปรับอากาศในรถยนต์ทำงานหนักเนื่องจากไม่สามารถกักเก็บความเย็นได้ ดังนั้นจึงต้องมีกระบวนการตรวจวัด Seal Gap ในกระบวนการควบคุมคุณภาพเพื่อควบคุมให้รถยนต์มีคุณภาพที่ตรงตามมาตรฐานและตอบสนองความพึงพอใจของลูกค้าสูงสุดได้

รูปที่ 2.1 แสดงซีลยางขอบประตูรถยนต์ [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงการตรวจวัด Seal Gap ด้วยอุปกรณ์วัด



รูปที่ 2.3 แสดงตำแหน่งในการตรวจวัด Seal Gap

2.3 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์ [11]

ไมโครคอนโทรลเลอร์คือระบบคอนโทรลขนาดเล็กหรือสามารถเรียกอีกแบบหนึ่งว่าระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก เนื่องจากมีความสามารถที่คล้ายคลึงกับคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์มีซีพียู หน่วยความจำและพอร์ตเป็นส่วนประกอบ ซึ่งเหมือนกับคอมพิวเตอร์ที่มีซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ตเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญ โดยทำการบรรจุทั้งสามส่วนประกอบเข้าไว้ในที่เดียวกัน ซึ่งผู้ใช้งานสามารถออกแบบวงจรให้เหมาะสมกับงานและสามารถโปรแกรมคำสั่งในการควบคุมขา Input/Output เพื่อสั่งงานในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกด้วย นับว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างหลากหลาย ทั้งทางด้านดิจิตอล (Digital) และอนาล็อก (Analog) ตัวอย่างเช่น ระบบสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ ระบบบัตรคิว ระบบตอกบัตรพนักงาน เป็นต้น

2.3.1 ส่วนประกอบของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นสามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (Central Processing Unit, CPU) : เป็นส่วนที่ควบคุมการปฏิบัติงานของเครื่อง เป็นอุปกรณ์หลักในการประมวลผลกลาง โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูลมาประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรมและส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผลลัพธ์

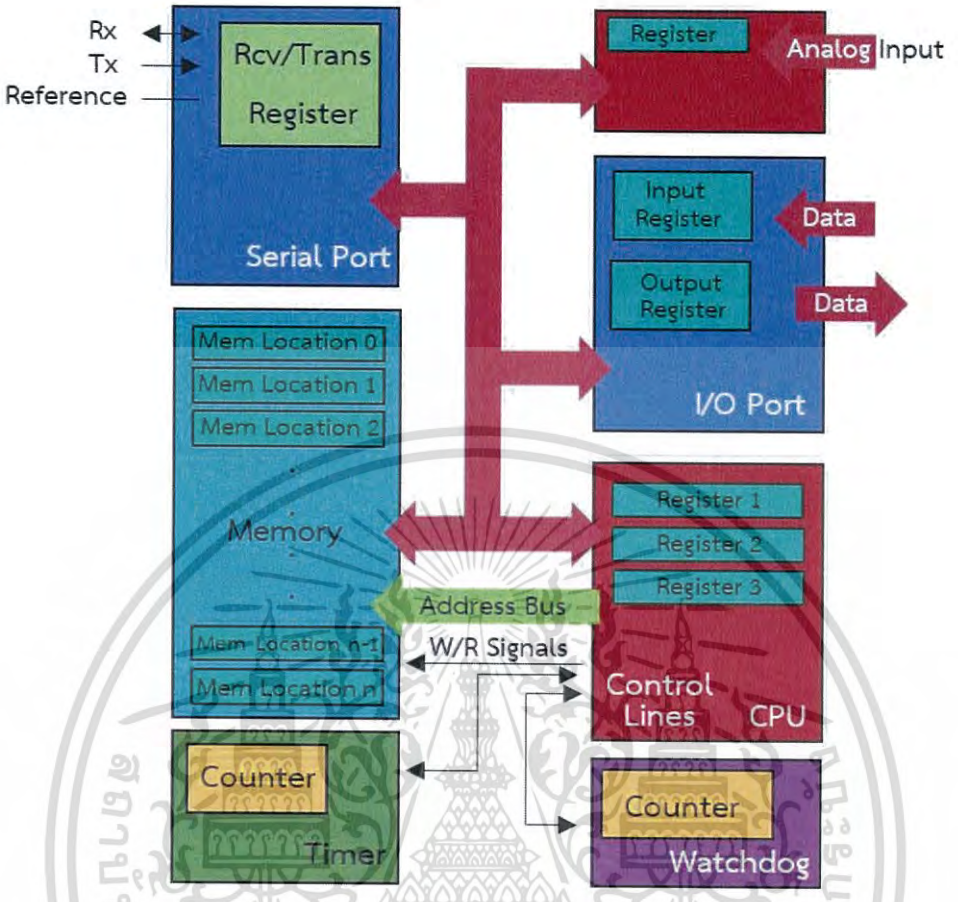
2. หน่วยความจำ (Memory) : หน่วยความจำแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (RAM) และหน่วยความจำข้อมูล (Erasable Electrically Read-Only Mempry, EEPROM) โดยหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลักจะเก็บข้อมูลไว้โดยที่ข้อมูลไม่หายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง แต่หน่วยความจำข้อมูลนั้นเป็นเพียงที่พักข้อมูลชั่วคราวเปรียบเหมือนกระดาษทด หากไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไป

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ต (Port, I/O) : เป็นส่วนที่สำคัญมากโดยจะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก มี 2 ลักษณะคือพอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) หรือพอร์ตส่งสัญญาณ

4. ช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) : เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเป็นเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา : เป็นองค์ประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูงจังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้นมีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์[11]

2.3.2 ภาษาที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ [12]

ภาษาที่นิยมใช้โดยทั่วไปกับไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ดังนี้

1. ภาษาเครื่อง (Machine Language) เป็นภาษาที่อยู่ในรูปแบบของรหัสเลขฐานสอง ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเข้าใจภาษานี้ได้ทันทีโดยไม่ต้องผ่านกระบวนการแปล ข้อดีคือ ภาษานี้มีขนาดเล็ก ทำงานได้รวดเร็วและสามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์ได้โดยตรง ส่วนข้อจำกัดคือ เป็นภาษาที่ยากต่อการเรียนรู้และผู้ใช้ต้องมีความรู้เกี่ยวกับฮาร์ดแวร์เป็นอย่างดี

2. ภาษาแอสแซมบลี้ (Assembly Language) เป็นภาษาที่สร้างขึ้นมาเพื่อให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้นเนื่องจากภาษาแอสเซมบลี้ใกล้เคียงกับภาษาเครื่องมาก โดยจะใช้รหัสเป็นคำแทนคำสั่งภาษาเครื่อง ดังนั้นในการใช้งานจะต้องผ่านการแปลจากภาษาแอสเซมบลี้เป็นภาษาเครื่องก่อน ข้อดีของภาษาแอสเซมบลี้คือโปรแกรมที่เขียนด้วยภาษาแอส-เซมบลี้จะทำงานเร็วและมีขนาดเล็กเพราะสามารถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าถึงฮาร์ดแวร์ (Hardware) ได้โดยตรงเช่นเดียวกับภาษาเครื่อง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการเขียนของผู้เขียนด้วย

3. อินเทอร์พรีตอร์ (Interpreter) เป็นภาษาระดับสูงซึ่งใกล้เคียงกับภาษาของมนุษย์ โดยจะฝังตัวอยู่ในหน่วยความจำและทำหน้าที่อ่านคำสั่งจากโปรแกรมขึ้นมาทีละคำสั่ง ทำการแปลเป็นภาษาเครื่องแล้วปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ ข้อจำกัดของภาษาอินเทอร์พรีเตอร์คือ ทำงานช้าเนื่องจากต้องแปลงทีละคำสั่ง เช่น ภาษา BASIC

4. คอมไพเลอร์ (Compiler) เป็นภาษาระดับสูงซึ่งแปลโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาทั้งหมดให้เป็นภาษาเครื่อง จากนั้นเอาเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ แล้วจึงสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ ทีละคำสั่ง ทำให้การทำงานได้เร็วขึ้น ตัวอย่างเช่น ภาษาซี (C++) เป็นต้น

2.4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ชนิด Arduino [11]

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เลือกใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ชนิด Arduino ซึ่งนิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย เป็นไมโครคอนโทลเลอร์แบบสำเร็จรูป มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานโดยใช้ภาษาซี ใช้งานได้ง่ายเพียง Upload Code ลงบนบอร์ด และ Arduino ยังสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์พ่วง (Shield) อื่นๆ เพื่อนำไปปรับใช้งานและพัฒนาต่อได้หลากหลายมากขึ้น โดยบอร์ด Arduino นั้นมีอยู่หลายรุ่น หลายขนาด โดยมีความจุ ความเร็ว จำนวนขาพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตที่แตกต่างกันออกไป เพื่อให้ผู้ใช้สามารถใช้งานได้ตามความเหมาะสม

2.4.1 รุ่นต่างๆ ของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

2.4.1.1 Arduino Uno R3

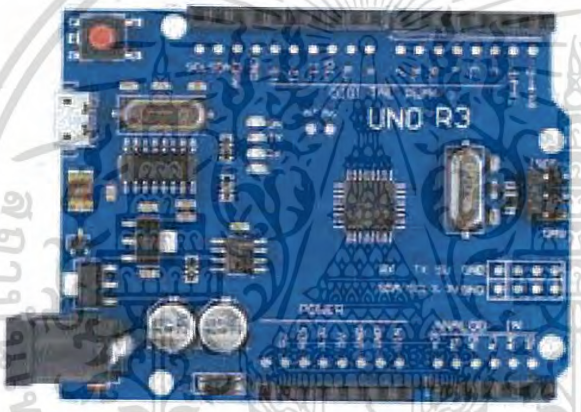
Arduino Uno R3 เป็นบอร์ด Arduino รุ่นแรกที่ผลิตออกมา ได้รับความนิยมมากที่สุด เหมาะกับการใช้งานสำหรับผู้เริ่มต้น มี Shield ให้เลือกใช้งานมากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆ ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ ATmega328 ใช้แรงดันไฟฟ้า 5 V มีพอร์ต Digital I/O 14 พอร์ต มีพอร์ต Analog Input 6 พอร์ต มีหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (RAM) 2 KB หน่วยความจำข้อมูล (EEPROM) 1 KB มีพื้นที่โปรแกรมภายใน 32 KB และมี MCU ที่เป็น Package DIP

ข้อมูลจำเพาะ

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega328
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พอร์ต Digital I/O	14 พอร์ต (มี 6 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	6 พอร์ต
กระแสไฟที่จ่ายได้ในแต่ละพอร์ต	40 mA
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต	3.3 V 50 mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	32 KB (500B ถูกใช้โดย Boot Loader)
พื้นที่ RAM	2 KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	1 KB
ความถี่คริสตัล	16 MHz
ขนาด	68.6 x 53.4 มม.
น้ำหนัก	25 กรัม



รูปที่ 2.5 บอร์ด Arduino Uno R3 [11]

2.4.1.2 Arduino Uno SMD

Arduino UNO SMD เป็นบอร์ดที่มีคุณสมบัติและการทำงานเหมือนกับบอร์ด Arduino UNO R3 ทุกประการ แต่จะแตกต่างกันที่ Package ของ Microcontroller Unit (MCU) ซึ่งบอร์ดนี้จะมี MCU ที่เป็น Package SMD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.6 บอร์ด Arduino Uno SMD [11]

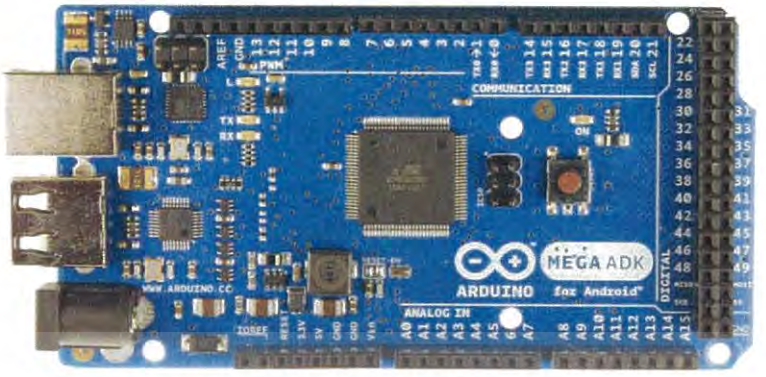
2.4.1.3 Arduino Mega ADK

Arduino Mega ADK ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ ATmega2560 ใช้แรงดันไฟฟ้า 5 V มีพอร์ต Digital I/O 54 พอร์ต พื้นที่โปรแกรมภายใน 256 KB พื้นที่RAM 8 KB มีพื้นที่ EEPROM 4 KB และยังมีชิปไอซี USB Host เบอร์ MAX3421e มาให้บนบอร์ดซึ่งใช้สำหรับเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือแอนดรอยผ่าน OTG (สายที่สามารถใช้งาน USB Storage ร่วมกับอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอย) เหมาะสำหรับงานที่ใช้การเชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือ แต่ไม่เหมาะจะนำไปใช้กับงานคำนวณ

ข้อมูลจำเพาะ

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega2560
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20 V
พอร์ต Digital I/O	54 พอร์ต (มี 15 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	16 พอร์ต
กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต	40 mA
กระแสไปที่จ่ายได้ในพอร์ต	3.3 V 50 mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	256 KB (8 KB ถูกใช้โดย Boot Loader)
พื้นที่ RAM	8 KB
พื้นที่ EEPROM	4 KB
ความถี่คริสตัล	16 MHz
ขนาด	101.52 x 53.3 มม.
น้ำหนัก	36 กรัม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 บอร์ด Arduino Mega ADK [11]

2.4.1.4 Arduino Mega 2560

บอร์ด Arduino Mega 2560 จะเหมือนกับ Arduino Mega ADK แต่แตกต่างกันตรงที่บนบอร์ดไม่มี USB Host มาให้ การโปรแกรมยังต้องทำผ่านโปรโตคอล UART (การเชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูลอนุกรมกับอุปกรณ์ต่างๆ บนบอร์ด) เป็นบอร์ด Arduino ที่ออกแบบมาสำหรับงานที่ต้องใช้พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตมาก เช่นงานที่ต้องการรับสัญญาณจากเซนเซอร์หรือควบคุม Motor Servo หลายๆ ตัว

ในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เลือกใช้ Arduino ชนิด Mega 2560 เนื่องจากมีคุณสมบัติที่เหมาะสมกับการใช้งานพอดี โดยมีข้อมูลจำเพาะดังต่อไปนี้

ข้อมูลจำเพาะ

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	ATmega2560
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20 V
พอร์ต Digital I/O	54 พอร์ต (มี 15 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	16 พอร์ต
กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต	40 mA
กระแสไปที่จ่ายได้ในพอร์ต	3.3 V 50 mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	256 KB (8 KB ถูกใช้โดย Boot Loader)
พื้นที่ RAM	8 KB
พื้นที่ EEPROM	4 KB
ความถี่คริสตัล	16 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 บอร์ด Arduino Mega 2560 [11]

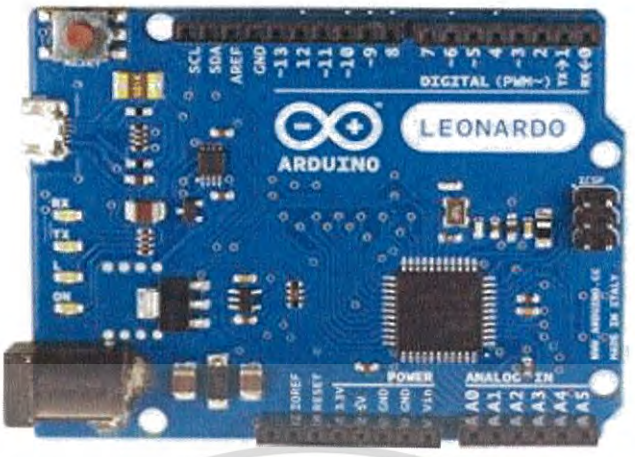
2.4.1.5 Arduino Leonardo

บอร์ด Arduino Leonard ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ Atmega32u4 ใช้แรงดันไฟฟ้า 5 V ทำให้ไม่มีปัญหากับเซ็นเซอร์หรืออุปกรณ์เสริม มีพอร์ต Digital I/O 20 พอร์ต พื้นที่โปรแกรมภายใน 32 KB พื้นที่ RAM 2.5 KB และพื้นที่ EEPROM 1 KB เป็นบอร์ดที่การทำงานจะคล้ายกับบอร์ด Arduino Uno R3 แต่มีการเปลี่ยน MCU ตัวใหม่ที่รองรับการเชื่อมต่อกับพอร์ต USB ได้โดยตรง ทำให้บอร์ดสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อจำลองตัวเองให้เป็นเมาส์หรือคีย์บอร์ดได้

ข้อมูลจำเพาะ

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	Atmega32u4
ใช้แรงดันไฟฟ้า	5 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 20 V
พอร์ต Digital I/O	20 พอร์ต (มี 7 พอร์ต PWM output)
พอร์ต Analog Input	12 พอร์ต
กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต	40 mA
กระแสไปที่จ่ายได้ในพอร์ต	3.3 V 50 mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	32 KB (4 KB ถูกใช้โดย Boot Loader)
พื้นที่ RAM	2.5 KB
พื้นที่ EEPROM	1 KB
ความถี่คริสตัล	16 MHz
ขนาด	68.6 x 53.3 มม.
น้ำหนัก	20 กรัม

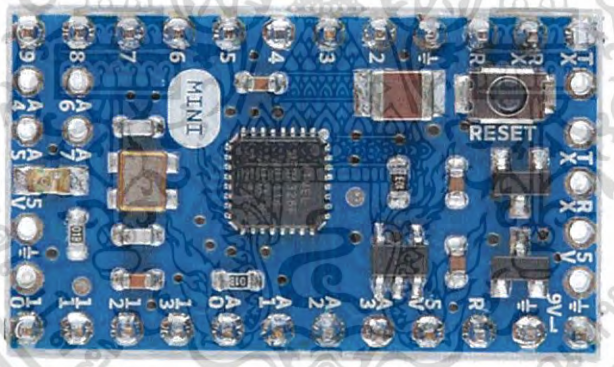
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 บอร์ด Arduino Leonardo [11]

2.4.1.6 Arduino Mini 05

Arduino Mini 05 เป็นบอร์ด Arduino ขนาดเล็กที่ไม่มีพอร์ต USB มาให้ เมื่อต้องการโปรแกรมบอร์ดผู้ใช้งานต้องต่อบอร์ดกับ USB Serial Converter

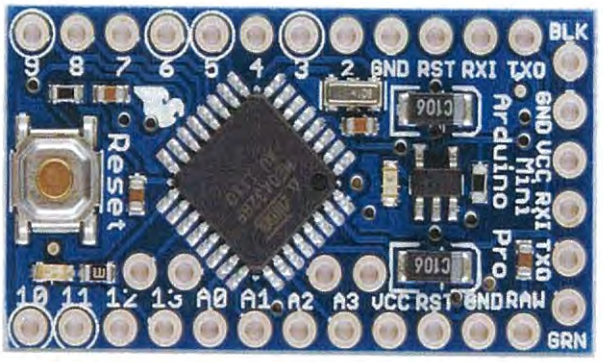


รูปที่ 2.10 บอร์ด Arduino Mini 05 [11]

2.4.1.7 Arduino Pro Mini 328 3.3V

Arduino Pro Mini 328 3.3V เป็นบอร์ด Arduino ขนาดเล็กที่คล้ายกับบอร์ด Arduino Mini 05 แต่บนบอร์ดจะมี Regulator 3.3V ชุดเดียวเท่านั้น ระดับแรงดันไฟที่พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตคือ 3.3V

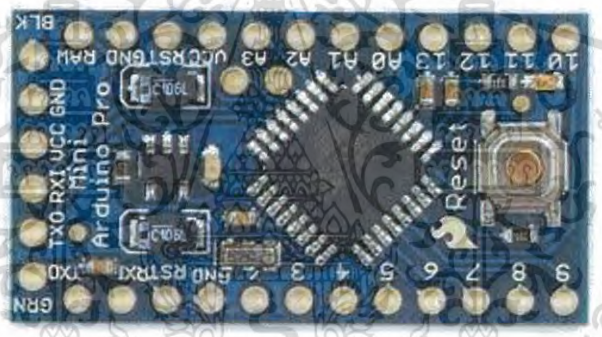
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 บอร์ด Arduino Mini 328 3.3V [11]

2.4.1.8 Arduino Pro Mini 328 5V

เป็นบอร์ด Arduino ขนาดเล็กที่คล้ายกับบอร์ด Arduino Mini 05 แต่บนบอร์ดจะมี Regulator 5V ชุดเดียวเท่านั้น ระดับแรงดันไฟที่พอร์ตอินพุตและพอร์ตเอาต์พุตคือ 5V

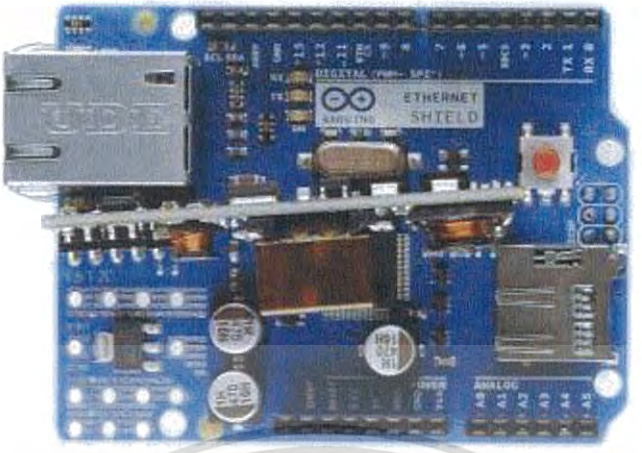


รูปที่ 2.12 บอร์ด Arduino Mini 328 5V [11]

2.4.1.9 Arduino Ethernet With PoE Module

Arduino Ethernet With PoE Module เป็นบอร์ด Arduino ที่ในบอร์ดมีชิป Ethernet และช่องสำหรับเสียบ SD Card รวมทั้งโมดูล POE ทำให้บอร์ดนี้สามารถใช้แหล่งจ่ายไฟจากสาย LAN ได้โดยตรงโดยไม่ต้องต่อตัวแปลงเพิ่ม แต่เวลาโปรแกรมต้องต่อบอร์ด USB Serial Converter เพิ่มเติม เนื่องจากไม่มีพอร์ต USB มาให้

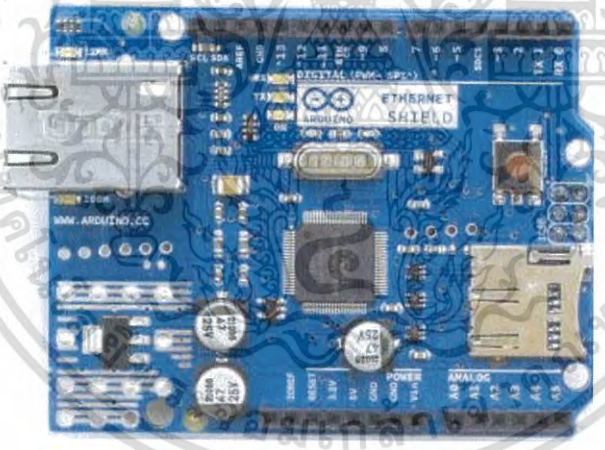
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 บอร์ด Arduino Ethernet With PoE Module [11]

2.4.1.10 Arduino Ethernet Without PoE Module

บอร์ด Arduino Ethernet Without PoE Module นี้คุณสมบัติอื่นๆ จะเหมือนกับบอร์ด Arduino Ethernet With PoE Module แต่จะไม่มีโมดูล POE ต้องใช้ไฟจากพอร์ต Power Jack เท่านั้น



รูปที่ 2.14 บอร์ด Arduino Ethernet Without PoE Module [11]

2.4.1.11 Arduino Due

บอร์ด Arduino Duo ใช้ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์ AT91SAM3X8E เป็นชิปไอซีที่ใช้เทคโนโลยี ARM Core ที่เร่งความถี่คริสตอลขึ้นไปสูงถึง 84 MHz จึงทำให้สามารถทำงานด้านการคำนวณหรือการประมวลผลอัลกอริทึมได้เร็ว แต่เนื่องจากชิปไอซีทำงานที่แรงดัน 3.3 V ดังนั้นการนำไปใช้งานกับเซ็นเซอร์ควรระวังไม่ให้แรงดัน 5 V ไหลเข้าบอร์ด ควรใช้วงจรแบ่งแรงดันเพื่อช่วยลดแรงดันลงมาให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เหมาะสม มีพอร์ต Digital I/O 54 พอร์ต (12 พอร์ต PWM) พื้นที่โปรแกรมภายใน 512 KB พื้นที่ RAM 2 KB และพื้นที่ EEPROM 96 KB

ข้อมูลจำเพาะ

ชิปไอซีไมโครคอนโทรเลอร์	AT91SAM3X8E
ใช้แรงดันไฟฟ้า	3.3 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่แนะนำ)	7 – 12 V
รองรับการจ่ายแรงดันไฟฟ้า (ที่จำกัด)	6 – 16 V
พอร์ต Digital I/O	54 พอร์ต (มี 12 พอร์ต PWM Output)
พอร์ต Analog Input	2 พอร์ต
กระแสไฟฟ้ารวมที่จ่ายได้ในทุกพอร์ต	130 mA
กระแสไฟที่จ่ายได้ในพอร์ต	3.3V 800 mA
กระแสไปที่จ่ายได้ในพอร์ต	5V 800 mA
พื้นที่โปรแกรมภายใน	512 KB พื้นที่โปรแกรม
พื้นที่แรม	2 KB
พื้นที่หน่วยความจำถาวร (EEPROM)	96 KB
ความถี่คริสตัล	84 MHz
ขนาด	101.52x53.3 มม.
น้ำหนัก	36 กรัม

รูปที่ 2.15 บอร์ด Arduino Duo [11]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 โปรแกรมสำหรับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

โปรแกรมสำหรับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นซอฟแวร์ที่เรียกว่า Arduino IDE ซึ่งแจกให้ใช้ฟรี สามารถดาวน์โหลดกันได้อย่างถูกกฎหมาย ไม่ต้องเสียเงินแบบไมโครคอนโทรลเลอร์เจ้าอื่น โดยโปรแกรมนั้นจะใช้สำหรับควบคุมให้บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ทำงานตามที่ต้องการ การเขียนโปรแกรมจะใช้การเขียนด้วยภาษาซี โดยตัวโปรแกรมแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ void setup() และ void loop() โดยฟังก์ชัน setup() เป็นส่วนที่เมื่อโปรแกรมทำงานจะทำคำสั่งของฟังก์ชันนี้เพียงครั้งเดียว ใช้ในการกำหนดค่าเริ่มต้นของการทำงาน โดยปกติใช้กำหนดโหมดการทำงานของขาต่างๆ กำหนดการสื่อสารแบบอนุกรม เป็นต้น ส่วนฟังก์ชัน loop() เป็นส่วนทำงาน โดยโปรแกรมจะทำคำสั่งในฟังก์ชันนี้ต่อเนื่องตลอดเวลา เช่น อ่านค่าอินพุต ประมวลผลสั่งงาน เอาต์พุต เป็นต้น โดยส่วนกำหนดค่าเริ่มต้น เช่น ตัวแปรจะต้องเขียนที่ส่วนหัวของโปรแกรมก่อนถึงตัวฟังก์ชัน นอกจากนั้นยังต้องคำนึงถึงตัวพิมพ์เล็ก-ใหญ่ของตัวแปรและชื่อฟังก์ชันให้ถูกต้อง [13]

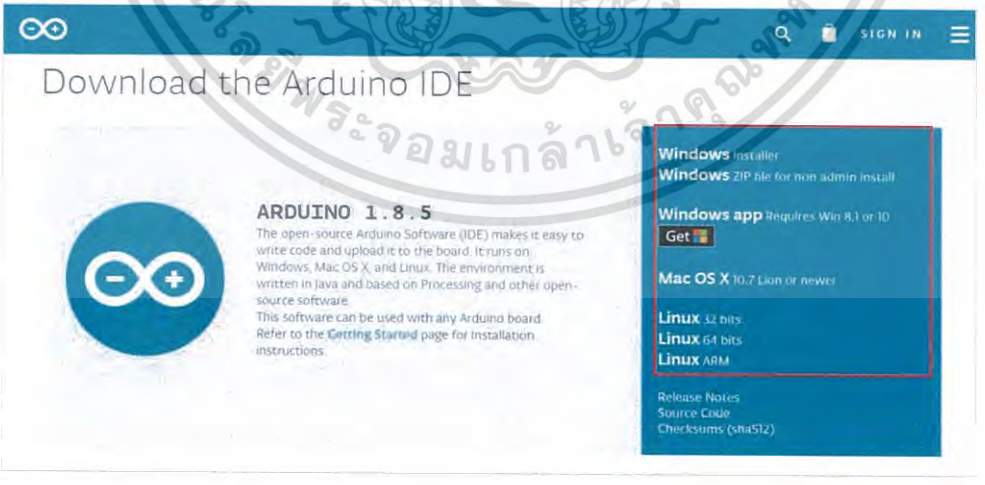
2.4.2.1 <u>การติดตั้งโปรแกรม Arduino</u>

1. ดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino IDE จากเว็บไซต์http://arduino.cc/en/Main/Software ดังแสดงในรูปที่ 2.16

2. ติดตั้งไฟล์ที่ดาวน์โหลดลงในไดรฟ์หรือโฟลเดอร์ที่ต้องการติดตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 2.18

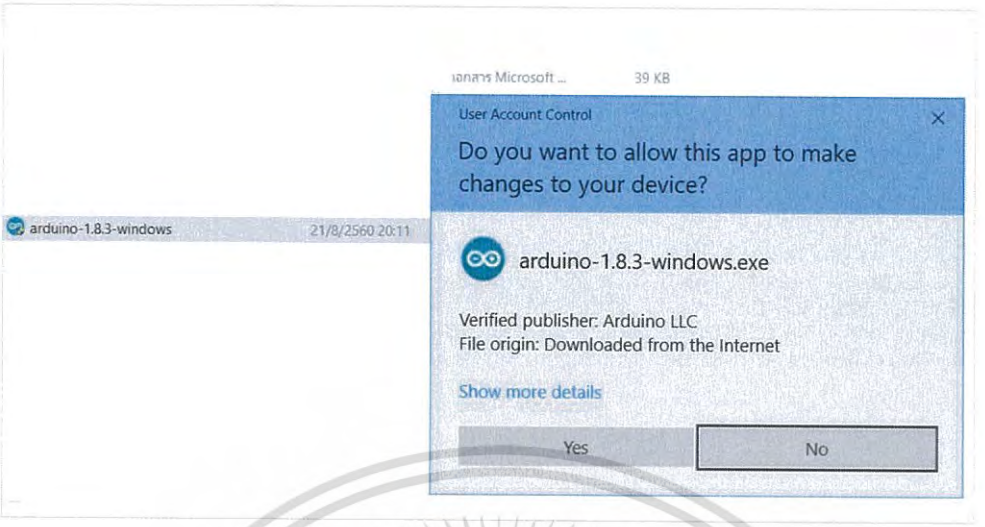
3. เมื่อเสร็จสิ้นการติดตั้ง จะได้ไฟล์ที่ปรากฏในรูปที่ 2.18

4. สามารถเริ่มต้นใช้งานโปรแกรมได้ โดยการดับเบิลคลิกที่ไฟล์ Arduino จะขึ้นหน้าต่างของโปรแกรมดังรูปที่ 2.19

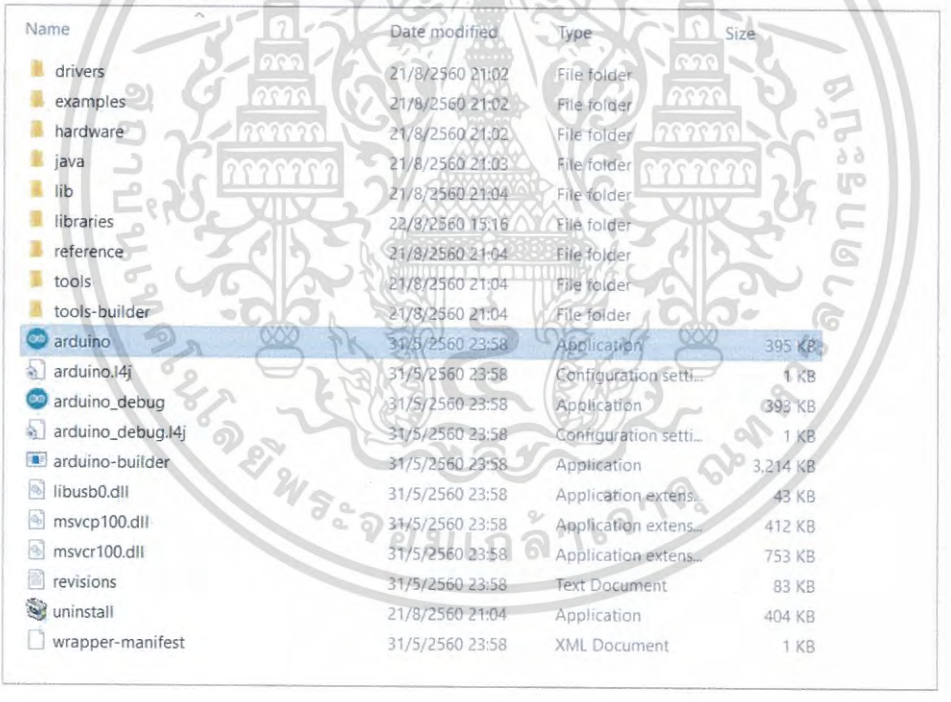


รูปที่ 2.16 หน้าเว็บไซต์ดาวน์โหลดโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 การติดตั้งไฟล์ของโปรแกรม



รูปที่ 2.18 ไฟล์ของโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.19 หน้าต่างของโปรแกรม Arduino

2.4.2.2 <u>การอัพโหลดโค้ดลงบนบอร์ด Arduino</u>

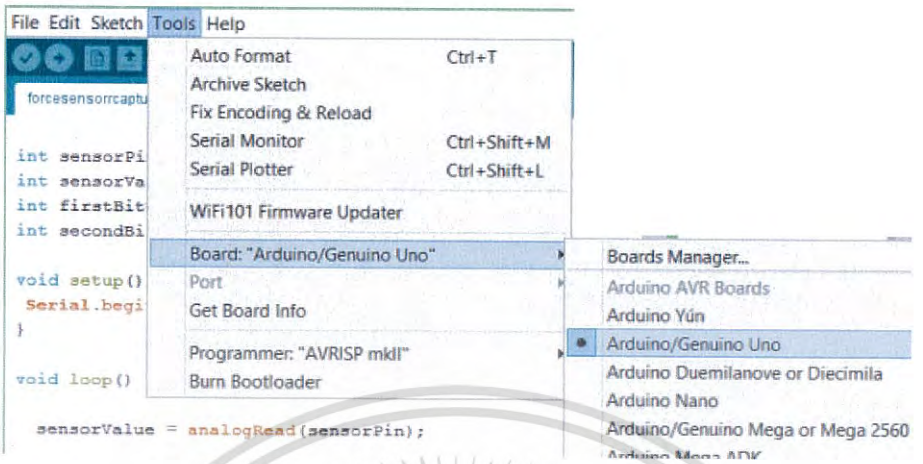
1. เขียนโค้ดโปรแกรมโดยใช้ภาษาซีลงบนโปรแกรม Arduino IDE

2. เลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้งานอยู่ และเลือกหมายเลข Comport

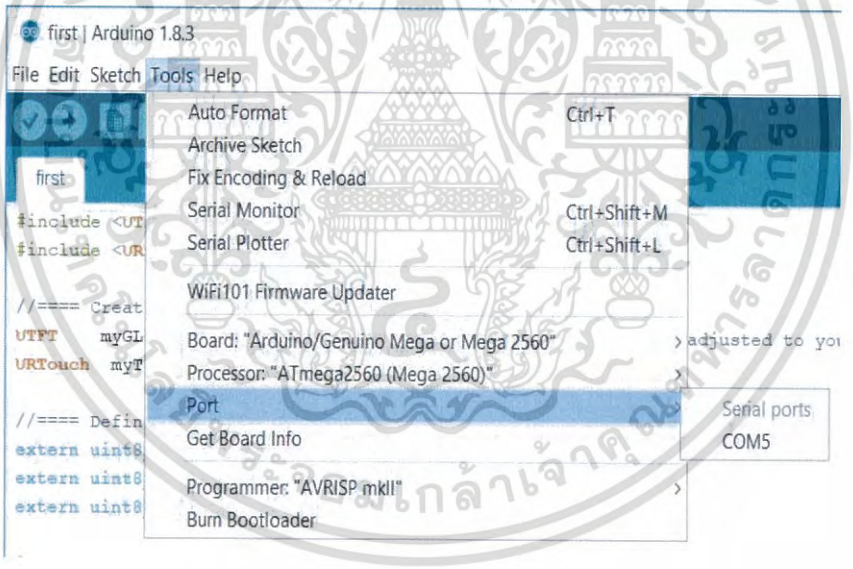
3. กดปุ่ม 'Verify' เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของโค้ดโปรแกรม จากนั้นกดปุ่ม 'Upload' เมื่ออัพ-โหลดเสร็จจะขึ้นข้อความด้านล่างว่า 'Done Uploading' บอร์ด Arduino ก็จะเริ่มทำงานตามคำสั่งโปรแกรมทันที

รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการเขียนโค้ดโปรแกรมบนโปรแกรม Arduino IDE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

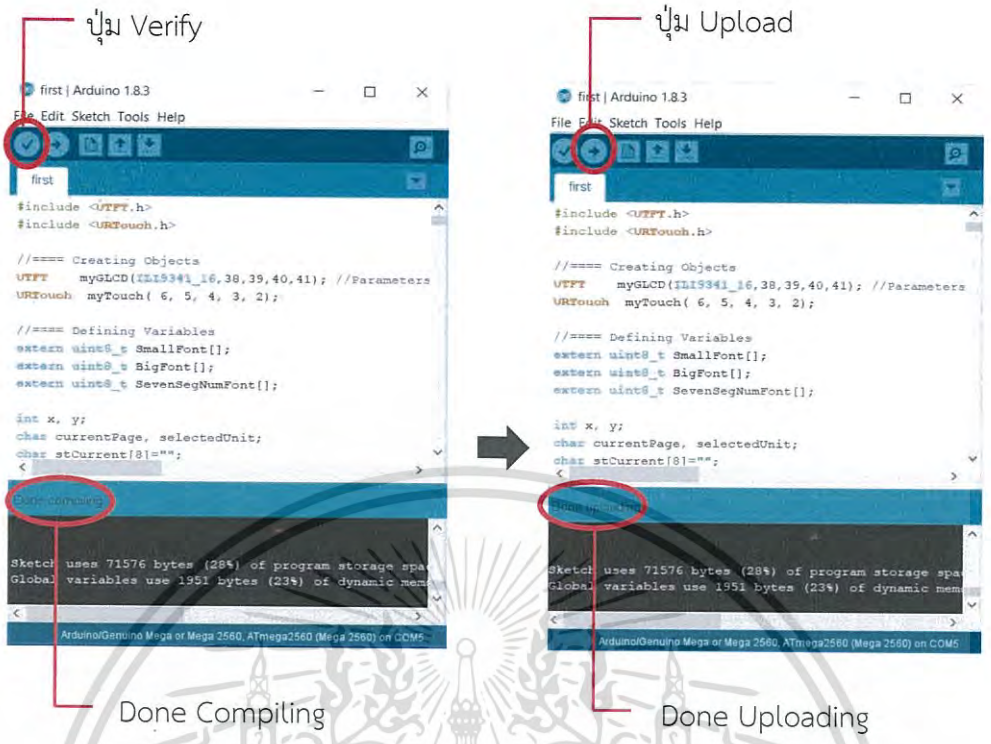


รูปที่ 2.21 ตัวอย่างการเลือกรุ่นของบอร์ดที่เลือกใช้



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างการเลือกหมายเลข Com Port

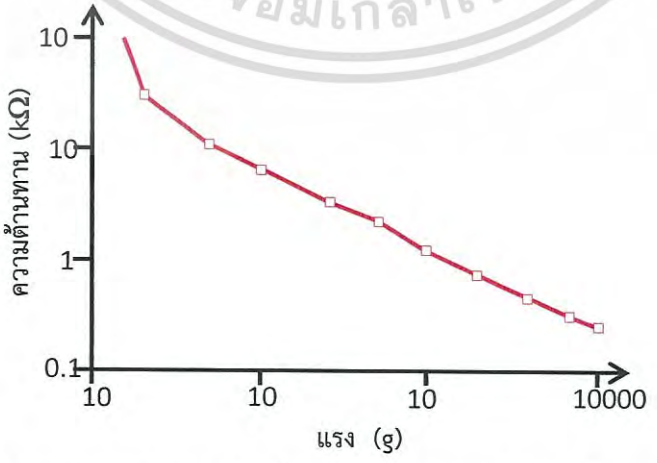
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 ตัวอย่างการกด Verify และ Upload

2.5 Force Sensing Resister (FSR) [14]

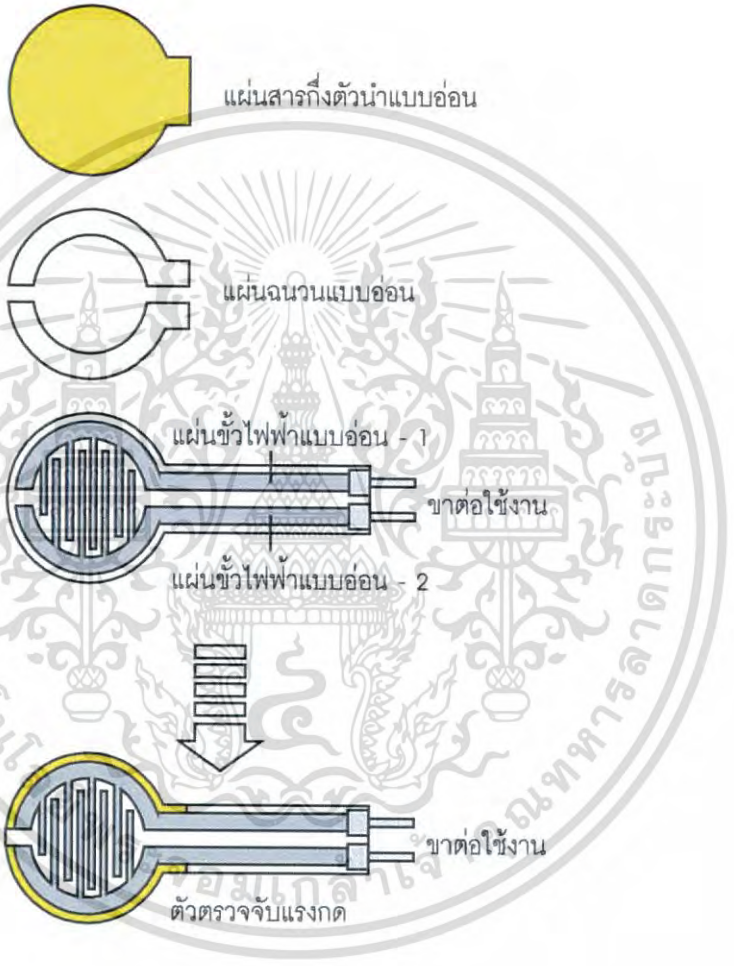
ตัวตรวจจับแรงกดแบบค่าความต้านทานหรือ Force Sensing Resistor (FSR) เป็นตัวตรวจจับแรงกดที่อาศัยเทคโนโลยีฟิล์มโพลีเมอร์แบบหนา (Polymer Thick Film) โดยเมื่อมีแรงกดมากระทำบนแผ่นตรวจจับจะทำให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมีความเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวตรวจจับมีความเปลี่ยนแปลง แสดงได้ดังกราฟรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงกดและค่าความต้านทานไฟฟ้าที่เกิดขึ้น

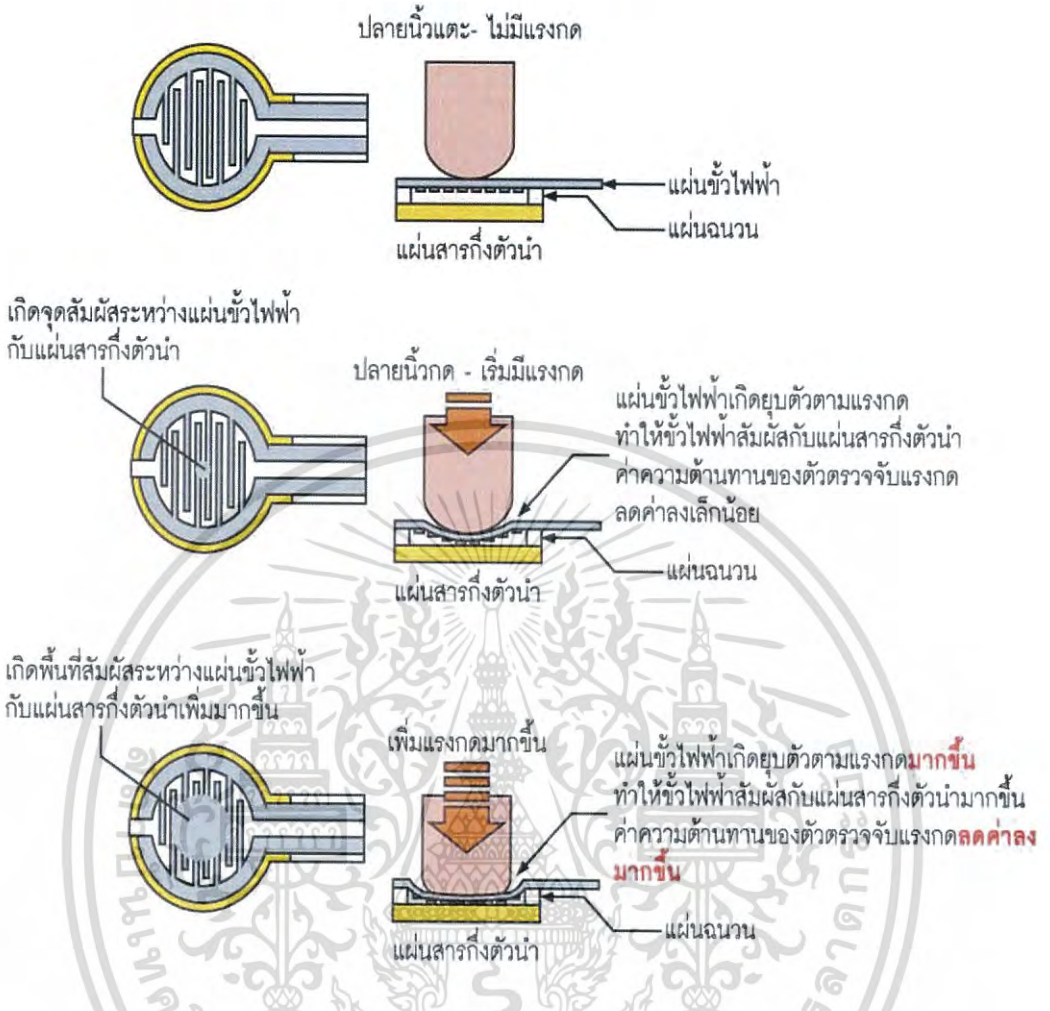
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวตรวจจับแรงกดประกอบด้วยแผ่นสารกึ่งตัวนำแบบอ่อนที่เป็นตัวกำหนดค่าความต้านทานไฟฟ้าประกบเข้ากับแผ่นขั้วไฟฟ้าแบบอ่อน โดยมีแผ่นฉนวนแบบอ่อนคั่นกลางดังแสดงในรูปที่ 2.25ทำให้เกิดค่าความต้านทานไฟฟ้าขึ้นระหว่างขาต่อใช้งาน เมื่อมีแรงกดลงบนแผ่นขั้วนำไฟฟ้าจะทำให้เกิดการสัมผัสระหว่างสารกึ่งตัวนำกับขั้วไฟฟ้า ทำให้ค่าความต้านทานไฟฟ้าเกิดการเปลี่ยนแปลง ดังแสดงกระบวนการทำงานในรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.25 โครงสร้างของตัวตรวจจับแรงกด FSR [14]

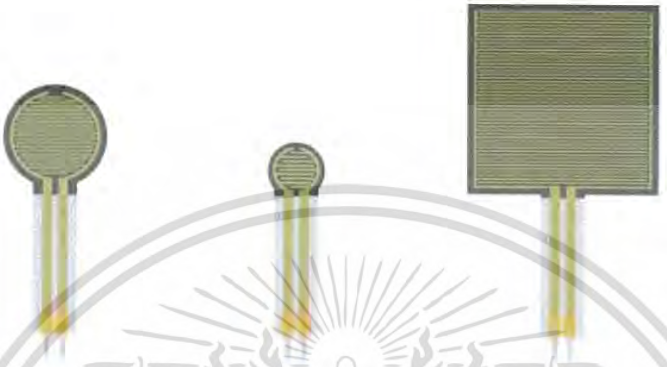
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 การทำงานของตัวตรวจจับแรงกด FSR [14]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวตรวจจับแรงกดที่นิยมใช้และหาซื้อได้ง่ายมีอยู่ 3 ขนาด คือ แบบกลมขนาด 0.5 นิ้ว จะสามารถรับแรงกดได้สูงสุด 10 กิโลกรัม แบบกลมขนาด 0.16 นิ้ว จะสามารถรับแรงกดสูงสุดได้ 2.5 กิโลกรัม และแบบสี่เหลี่ยมขนาด 1.75 x 1.5 นิ้ว จะสามารถรับแรงกดสูงสุดได้ 10 กิโลกรัม ดังแสดงในรูปที่ 2.27 การเลือกใช้งานนั้นจะเลือกโดยพิจารณาตามคุณสมบัติของแต่ละแบบ



แบบกลม 0.5 นิ้ว แบบกลม 0.16 นิ้ว แบบสี่เหลี่ยม 1.75 x 1.5 นิ้ว

รูปที่ 2.27 แสดงขนาดตัวตรวจจับแรงกด FSR [14]

2.6 LCD Display [15]

คำว่า LCD ย่อมาจากคำว่า Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตัลเหลว หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่างหรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึกก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้จะไม่สว่าง โดยผลึกจะมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตัล เช่นสีเขียว หรือ สีฟ้า เป็นต้น ทำให้เมื่อมองไปที่จอจะพบกับตัวหนังสือแล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆ กัน

จอ LCD เป็นจอแสดงผลรูปแบบหนึ่งที่นิยมนำมาใช้งานกับระบบสมองกลฝังตัวอย่างแพร่หลาย เนื่องจากเป็นจอที่สามารถมีการผลิตขึ้นมาใช้เฉพาะงาน ทำให้มีรูปแบบและรูปร่างเฉพาะเจาะจงในการแสดงผล เช่นนาฬิกาดิจิตอล เครื่องคิดเลข หรือ หน้าปัดวิทยุ เป็นต้น

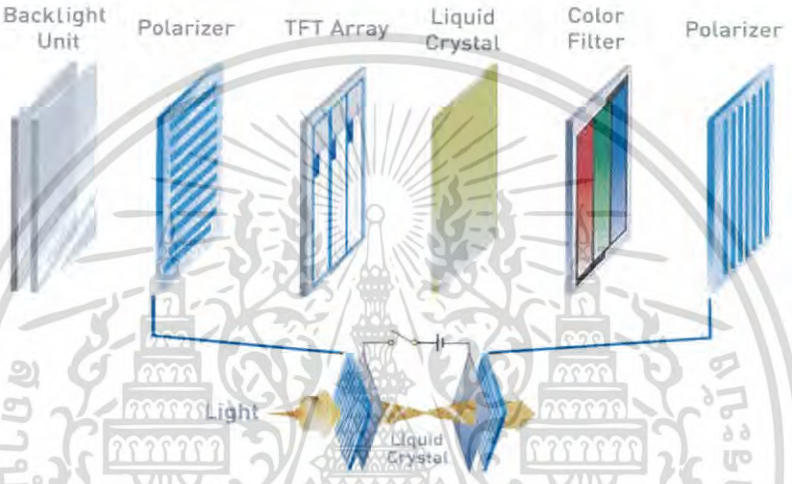
จอ LCD แบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ๆ ตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

1. Character LCD เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่นจอ LCD ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถวมีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 4 บรรทัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Graphic LCD เป็นจอที่สามารถแสดงผลเป็นรูปภาพหรือสัญลักษณ์ได้ตามความต้องการของผู้ใช้งาน เนื่องจากสามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอกั้นแสงหรือปล่อยแสงออกไป ทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว ยกตัวอย่างเช่น 360x240 หมายถึงจอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 360 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 240 จุด

หลักการทำงานของจอ LCD จะอาศัยของเหลวพิเศษที่มีคุณสมบัติการบิดแกนโพราไรซ์ของแสง คือถ้ามีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไประหว่างสารเหลวนี้ โมเลกุลจะบิดตัวและทำให้แสงไม่สามารถผ่านกระจกออกมาได้ ถ้าไม่มีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าแสงจะไม่สามารถทะลุผ่านออกมาได้ดังแสดงในรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 โครงสร้างภายในจอ LCD [16]

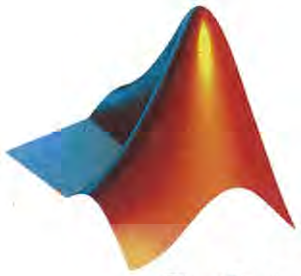
2.7 โปรแกรม MATLAB [17]

โปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมสำเร็จรูปที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ชื่อโปรแกรม MATLAB นั้นย่อมาจาก Matrix Laboratory ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ในการคำนวณและการเขียนโปรแกรมที่มีความสามารถครอบคลุมตั้งแต่ การพัฒนาอัลกอริธึม การสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ และการทำแบบจำลองของระบบ(Simulation) การสร้างระบบควบคุม และโดยเฉพาะเรื่องกระบวนการประมวลผลภาพ (Image Processing) การสร้างเมตริกซ์ และ การแปลงเวฟเล็ท (Wavelet)

MATLAB สามารถทำงานได้ทั้งในลักษณะของการติดต่อโดยตรงคือการเขียนคำสั่งเข้าไปทีละคำสั่ง เพื่อสั่งการให้ MATLAB ประมวลผลไปเรื่อยๆ หรือสามารถที่จะรวบรวมชุดคำสั่งเป็นโปรแกรม ข้อสำคัญอย่างหนึ่งของ MATLAB คือข้อมูลทุกตัวจะถูกเก็บในลักษณะของแถวลำดับ ในแต่ละตัวแปรจะได้รับการแบ่งเป็นส่วนย่อยเล็กๆ ขึ้น ซึ่งการใช้ตัวแปรเป็นแถวลำดับใน MATLAB เราไม่จำเป็นที่จะต้องจองมิติเหมือนกับการเขียนโปรแกรมในภาษาขั้นต่ำทั่วไป ซึ่งทำให้เราสามารถที่จะแก้ปัญหาของตัวแปรที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ในลักษณะของเมทริกซ์และเวกเตอร์ได้โดยง่าย ส่งผลให้สามารถลดเวลาการทำงานลงได้อย่างมากเมื่อเทียบกับการเขียน โปรแกรมโดยภาษาอื่น ยกตัวอย่างเช่น ภาษาซีหรือภาษาฟอร์แทรน เป็นต้น



MATLAB

รูปที่ 2.29 สัญลักษณ์โปรแกรม MATLAB [18]

2.8 การประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น [19]

ในการทดลองมักจะพบว่าข้อมูลที่ได้จากการทดลองโดยส่วนใหญ่นั้นจะเป็นแบบจุดไม่ต่อเนื่อง แต่เพื่อเป็นการอธิบายข้อมูลหรือต้องการทราบค่าที่อยู่ระหว่างจุดจำเป็นต้องวาดเส นกราฟที่ต่อเนื่องผ่านจุดของข้อมูลที่มี จึงต้องอาศัยการประมาณค่าในช่วงแบบเชิงเส้น (Linear Interpolation)

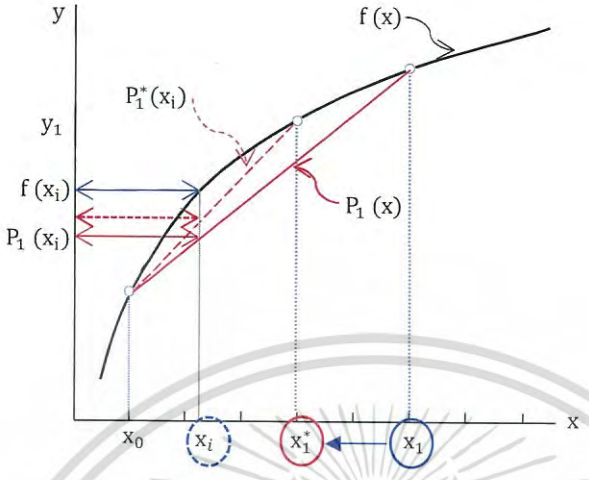
จากกราฟรูปที่ 2.30 จะเห็นได้ว่ามีความสัมพันธ์ระหว่าง 2 ปริมาณ (x กับ y) ตามธรรมชาติที่ต้องการทราบกำหนดให้เป็นฟังก์ชั่น f(x) แต่เนื่องจากข้อมูลจากการทดลองมีจำกัด อาจทราบข้อมูลเพียง 2 จุด คือจุด (x_0 , y_0) และจุด (x_1 , y_1) จึงสามารถสร้างสมการเส้นตรงที่ผ่านจุดทั้งสองนี้โดยสมการเส้นตรงที่หาได้กำหนดให้เป็นสมการ $y = P_1(x)$ ที่นิยามในช่วง $x \in [x_0 , x_1]$

หากต้องการทราบค่าของฟังก์ชัน $f(x_i)$ ที่ตำแหน่ง x ใดๆ สามารถกำหนดให้เป็น x_i ดังรูปที่ 2.27 ในที่นี่จะพบว่าจุดต่างๆ บนแกน x เรียงตัวกันดังนี้คือ $x_0 < x_i < x_1^* < x_1$ เนื่องจากไม่ทราบ f(x) ในธรรมชาติ มีเพียงแคจุดข้อมูล 2 จุดและสมการเส้นตรงที่ผ่าน 2 จุดนั้น จึงทำการประมาณฟังก์ชันจริงในธรรมชาติด้วยฟังก์ชันหรือสมการเส้นตรงที่สร้างขึ้นคือ $f(x) \approx P_1(x)$ เพราะฉะนั้นค่าของฟังก์ชันที่เราสนใจ $f(x_i)$ ก็จะประมาณได้ด้วย $P_1(x_i)$ นั่นเอง

สมการหลักที่ใช้อธิบายกราฟเส้นตรงผ่านจุด 2 จุดคือ สมการเส้นตรงหรือสมการ Polynomial อันดับหนึ่ง เขียนได้ดังสมการ

$$f(x) \approx P_1(x) = f(x_0) + \frac{f(x_1) - f(x_0)}{x_1 - x_0}(x - x_0)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 กราฟการประมาณค่า $f(x_i)$ ด้วยฟังก์ชันพหุนามอันดับหนึ่ง[19]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์เรื่องการสร้างโปรแกรมเพื่อความแน่นของประตูจากแรงอัดแทนการวัด Seal Gap ด้วยระบบเซนเซอร์ มีวิธีการดำเนินงาน 4 ขั้นตอน คือ

3.1 การทดลองที่ 1

3.2 การทดลองที่ 2

3.3 การออกแบบตัวอุปกรณ์ต้นแบบ

3.4 การทดลองการใช้งานตัวอุปกรณ์ต้นแบบ

รูปที่ 3.1 การออกแบบการทำงานของโปรแกรม

3.1 การทดลองที่ 1

การทดลองที่ 1 ได้ออกแบบให้มีการใช้ Arduino ในการรับข้อมูลเข้า และใช้โปรแกรม MATLAB ในการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ ซึ่งแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

เครื่องมือวัด[4] รับข้อมูลเข้า[5] ประมวลผลและแสดงผลลัพธ์[20]

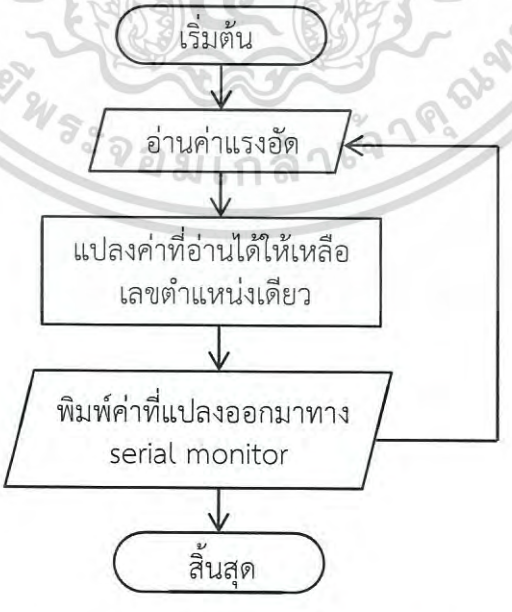
รูปที่ 3.2 การออกแบบการทำงานของการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ส่วนรับข้อมูลเข้า (Input)

ในส่วนรับข้อมูลเข้าจะใช้ Arduino ในการรับข้อมูลเข้า เนื่องจาก Arduino เป็นไมโครคอนโทล-เลอร์แบบสำเร็จรูป มีรูปแบบคำสั่งพื้นฐานโดยใช้ภาษาซี ใช้งานได้ง่ายเพียง Upload Code ลงบนบอร์ด และยังสามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์พ่วงอื่นๆ เพื่อประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายอีกด้วย Arduino นั้นมีอยู่หลายชนิดจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับการใช้งาน โดยในปริญญานิพนธ์นี้จะเลือกใช้งาน Arduino ชนิดที่สามารถรับสัญญาณข้อมูลได้มาก มีหน่วยความจำมากเพื่อให้สามารถเขียนโค้ดโปรแกรมเข้าไปได้มากและประมวลผลได้รวดเร็ว ดังนั้นจึงเลือกใช้ Arduino Mega 2560 เนื่องจากมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการในการใช้งาน โดยมี Digital Input/Output มากถึง 54 ขา มี Analog Input 16 ขา มีหน่วยความจำแฟลช 256 KB และมีแรงดันของระบบอยู่ที่ 5 V โดยส่วนรับข้อมูลเข้านั้นได้ใช้โปรแกรม Arduino ในการเขียนโปรแกรมซึ่งได้ออกแบบให้มีการทำงานดังแสดงในรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.3 Arduino Mega 2560 [21]



รูปที่ 3.4 การออกแบบผังงานของโปรแกรม Arduino

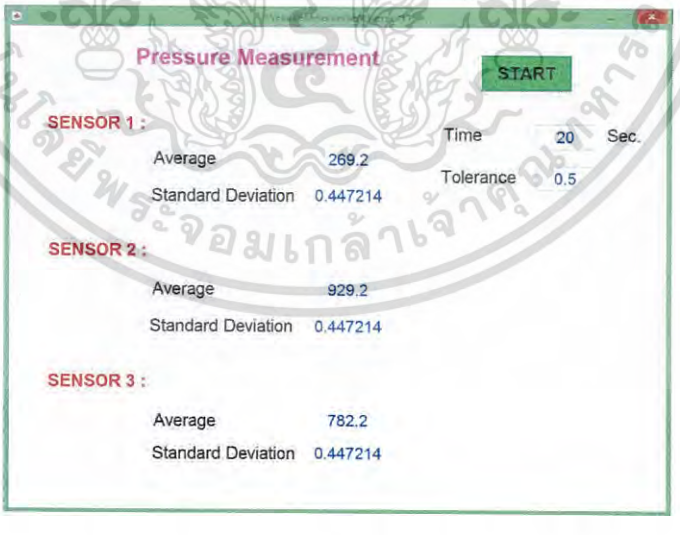
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ส่วนประมวลผล (Processing)

ในส่วนประมวลผลจะเลือกใช้โปรแกรม MATLAB ในการประมวลผลข้อมูลจากข้อมูลที่ส่วนรับข้อมูลเข้าส่งมาให้ โดยจะแปลงข้อมูลที่รับมาให้อยู่ในรูปของค่าแรงอัดในหน่วยนิวตัน โดยใช้การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) จากค่าที่อ่านได้ในโปรแกรม MATLAB กับแรงที่กดลงจริงบนตัวตรวจจับแรงกด (หน่วยกิโลกรัม) (ศึกษาการทดลองเทียบค่าที่อ่านได้จากโปรแกรมและค่าแรงจริงที่กดลงบนตัวตรวจจับแรงกดได้จากปริญญานิพนธ์เรื่องการออกแบบเครื่องมือวัด Seal-Gap สำหรับไลน์ประกอบรถยนต์ : Force Sensor Device for Seal-Gap Measurement in Automotive Assembly Line) จากนั้นนำค่าที่ได้จากการประมาณค่าในช่วงไปคำนวณค่าเฉลี่ย โดยมีหลักการทำงานคือหากค่าเฉลี่ยของข้อมูลมีค่าความคลาดเคลื่อน (Error) น้อยกว่าค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance) โปรแกรมจะหยุดทำงานและแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทันที แต่หากเวลาการอ่านค่าถึงเวลาที่กำหนดให้กับโปรแกรมก่อนที่ค่าความคลาดเคลื่อนจะน้อยกว่าค่าพิกัดความเผื่อ โปรแกรมก็จะหยุดทำงานและแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานทันที การออกแบบการทำงานของโปรแกรม MATLAB ในการประมวลผลได้ออกแบบดังแสดงในรูปที่ 3.6

3.1.3 ส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output)

ในส่วนแสดงผลลัพธ์จะแสดงผลลัพธ์โดยใช้ GUIDE ในโปรแกรม MATLAB โดยจะแสดงผลลัพธ์ที่ได้จากส่วนประมวลผลในรูปแบบของค่าเฉลี่ยและส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวตรวจจับแรงกดแต่ละตัว



รูปที่ 3.5 การออกแบบ User Interface โดยใช้ GUIDE ในโปรแกรม MATLAB

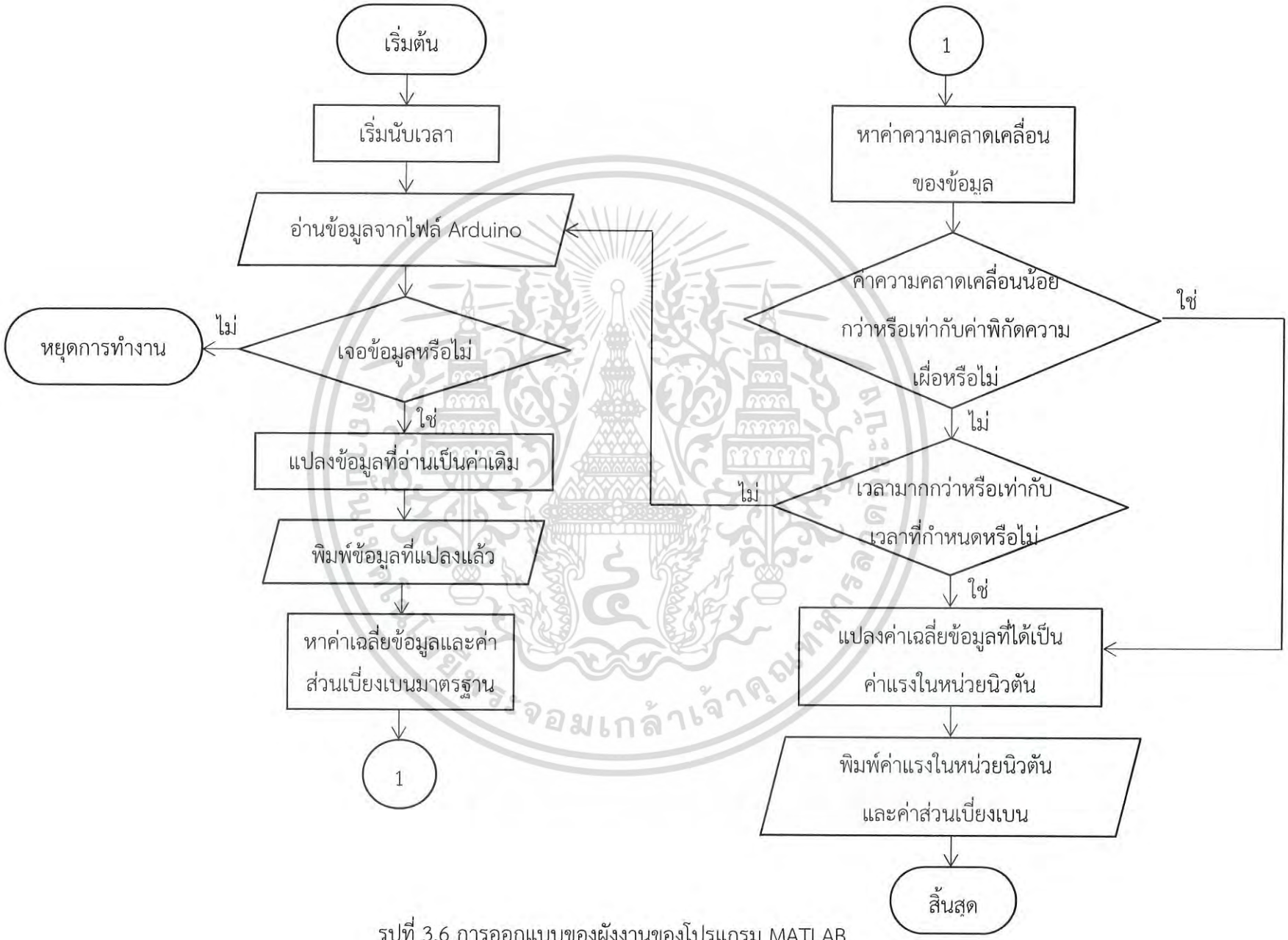
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 ส่วนผู้ใช้งาน (User Interface)

ส่วนผู้ใช้งานนั้นจะใช้จากส่วนแสดงผลลัพธ์ โดยที่ผู้ใช้งานสามารถระบุค่าช่วงเวลาที่ต้องการให้โปรแกรมประมวลผลข้อมูลและสามารถระบุค่าพิกัดความเผื่อ (Tolerance) ของข้อมูล หากข้อมูลมีค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของค่าแรงจริงกับค่าเฉลี่ยน้อยกว่าค่าพิกัดความเผื่อ โปรแกรมก็จะหยุดการวัดค่าและแสดงค่าเฉลี่ยนั้นออกมาก่อนที่จะถึงค่าเวลาที่เรากำหนดไว้ รวมถึงแสดงค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานด้วย ดังแสดงในรูปที่ 3.5

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 การออกแบบของผังงานของโปรแกรม MATLAB

3.2 การทดลองที่ 2

จากการทดลองที่ 1 การใช้งาน User Interface ในโปรแกรม MATLAB ต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการใช้งาน ทำให้มีข้อเสียคือผู้ใช้งานในหน้างานจริงจะใช้งานในการวัดแรงอัดได้ค่อนข้างยากและไม่สะดวกต่อการวัดแรงอัด จึงได้ปรับปรุงวิธีการวัดและออกแบบใหม่ในการทดลองที่ 2 โดยได้ออกแบบให้ใช้โปรแกรม Arduino ในการรับข้อมูลเข้าและประมวลผล ใช้จอแสดงผลแบบสัมผัสในการแสดงผลและเป็นส่วนผู้ใช้งาน

เครื่องมือวัด[4] รับข้อมูลเข้า ประมวลผลและแสดงผลลัพธ์[5]

รูปที่ 3.7 การออกแบบการทำงานของการทดลองที่ 2

3.2.1 ส่วนรับข้อมูลเข้า (Input)

ส่วนรับข้อมูลเข้านั้นจะใช้ Arduino Mega 2560 เช่นเดียวกับในการทดลองที่ 1 เนื่องจากมีคุณสมบัติตรงตามความต้องการในการใช้งาน

3.2.2 ส่วนประมวลผล (Processing)

ส่วนประมวลผลจะใช้โปรแกรม Arduino ในการประมวลผล โดยจะแปลงข้อมูลที่รับมาให้อยู่ในรูปของค่าแรงอัดในหน่วยนิวตัน โดยใช้การประมาณค่าในช่วง (Interpolation) แล้วทำการคำนวณค่าเฉลี่ยของแรงอัดที่เก็บเข้ามาทั้งหมด 20 ค่า หากตำแหน่งใดมีค่าความแน่นผ่านมาตรฐานกำหนด โปรแกรมจะแสดงสัญลักษณ์สีเขียวพร้อมแสดงค่าแรงอัดที่วัดได้ให้ผู้งานได้เห็นอย่างชัดเจน และหากมีตำแหน่งใดมีค่าความแน่นของประตูไม่ตรงตามมาตรฐานกำหนด โปรแกรมจะแสดงสัญลักษณ์สีแดงพร้อมค่าแรงอัดที่วัดได้ของตำแหน่งนั้น ๆ การออกแบบการทำงานของโปรแกรม Arduino นั้นได้แสดงในรูปที่ 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

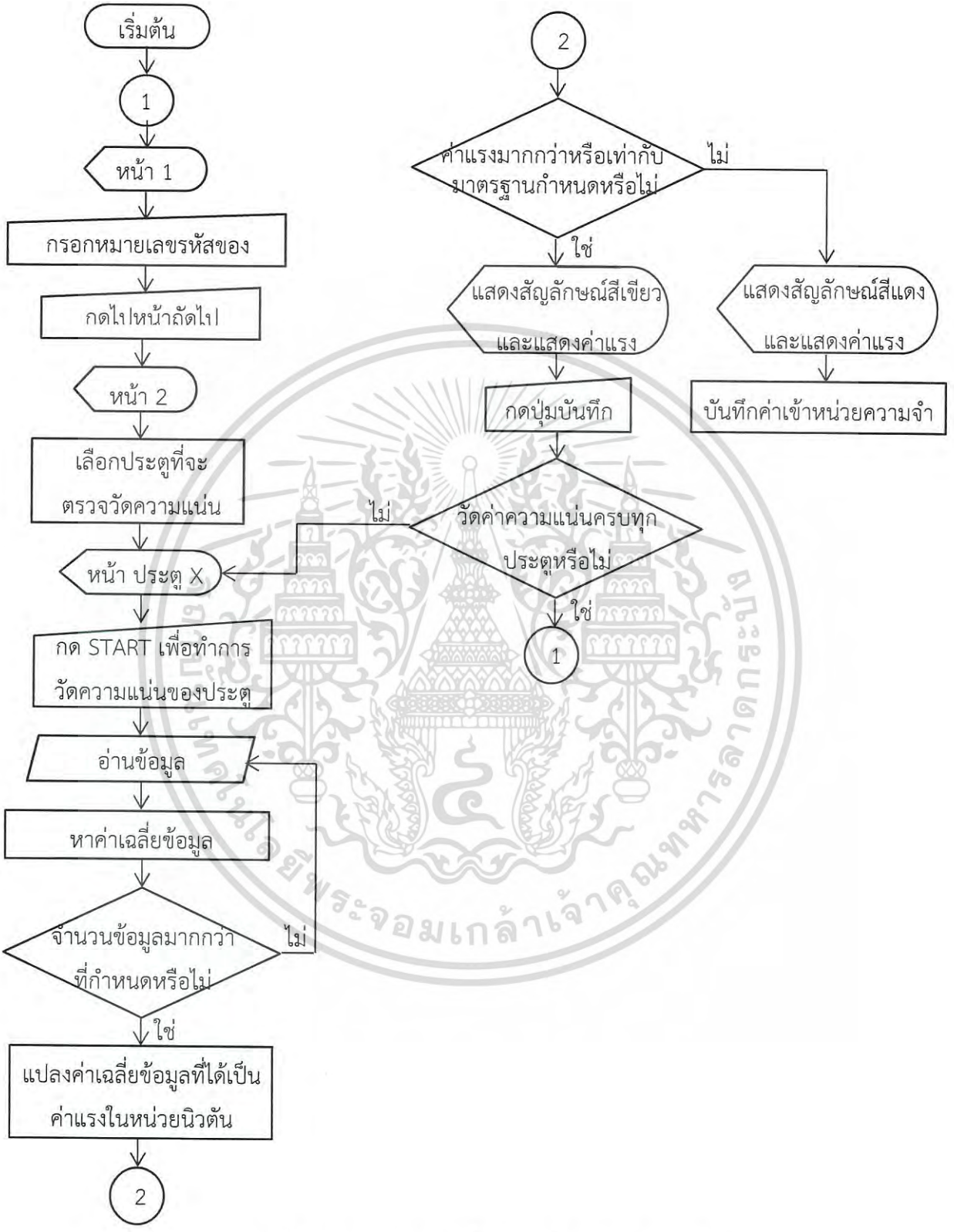
3.2.3 ส่วนแสดงผลลัพธ์ (Output)

ส่วนแสดงผลลัพธ์ได้ใช้ 3.2" TFT LCD Display Module with Touch Panel ในการแสดงผลลัพธ์จากการประมวลผล ซึ่งเป็นหน้าจอแสดงผลขนาด 3.2 นิ้ว หน้าจอสามารถใช้งานแบบสัมผัสซึ่งมีความละเอียด 240 x 320 Pixels มีสี 262,000 สี สามารถแสดงรูปภาพและแสดงผลข้อมูลจาก Arduino ได้ และยังสามารถเชื่อมต่อข้อมูลโดย SD Card ได้ โดย 3.2" TFT LCD Display จะมีขา Pin 2 แถว แถวละ 20 ขาที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับ Microcontroller Unit มีแรงดันทำงานที่ 3.3 โวลต์ โดยตัวบอร์ด Arduino Mega 2560 ที่ใช้ร่วมกันกับ TFT LCD Display นั้นจะมีแรงดันทำงานที่ 5 โวลต์ ดังนั้นจึงต้องใช้ TFT LCD Mega Shield ที่ออกแบบมาให้ใช้งานคู่กับบอร์ด Arduino Mega 2560 และ TFT LCD Display โดยเฉพาะ ซึ่งจะช่วยในลดแรงดันไฟฟ้าและตัวขา Shield นั้นก็ได้ออกแบบมาให้เสียบกับบอร์ดได้พอดีกัน

รูปที่ 3.8 TFT LCD Display Module with Touch Panel [22]

รูปที่ 3.9 TFT LCD Mega Shield V2.2 Adapter Module [23]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การออกแบบผังงานของโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

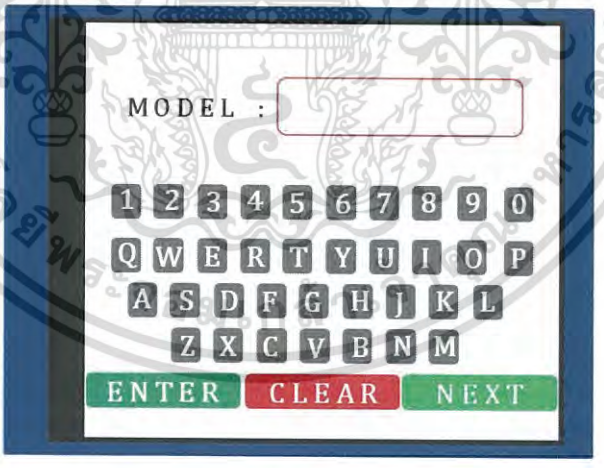
3.2.4 ส่วนผู้ใช้งาน (User Interface)

ส่วนผู้ใช้งานได้ออกแบบโดยคำนึงถึงผู้ใช้งานเป็นหลัก โดยออกแบบตามตามหลักการศึกษาการทำงาน (Work Study) เพื่อให้ผู้ใช้งานใช้งานได้อย่างสะดวก ทำความเข้าใจได้ง่าย เป็นลำดับขั้นตอนและไม่ซับซ้อน

ส่วนผู้ใช้งานนั้น ในขั้นตอนแรกจะให้ผู้ใช้งานกรอกหมายเลขรหัสของรถยนต์ที่จะทำการตรวจวัดความแน่นของประตูในหน้าแรก จากนั้นให้ผู้ใช้งานกดเลือกประตูด้านที่ผู้ใช้งานจะทำการตรวจวัดความแน่นของประตูรถ แล้วกดปุ่ม “START” เพื่อเริ่มทำการวัดค่า หากตำแหน่งใดมีค่าความแน่นไม่ผ่านมาตรฐานกำหนด โปรแกรมจะแสดงสัญลักษณ์สีแดงพร้อมแสดงค่าแรงอัดที่วัดได้ให้ผู้งานได้เห็นอย่างชัดเจน เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทำการแก้ไขประตูให้มีความแน่นตรงตามมาตรฐานได้ และสามารถวัดค่าความแน่นอีกครั้งหลังการแก้ไขก่อนทำการบันทึกข้อมูลค่าความแน่น โดยหน้าใช้งานนั้นได้ออกแบบดังต่อไปนี้

<u>หน้าที่ 1</u>

หน้าที่ 1 ใช้ในการกรอกรุ่นโมเดลของรถคันที่ทำการทดสอบ เพื่อระบุข้อมูลที่จะบันทึก และเรียกข้อมูลค่าแรงอัดที่ผ่านเกณฑ์มาตรฐานที่บันทึกไว้เพื่อเปรียบเทียบกับค่าแรงอัดที่เกิดขึ้นจริง โดยการกรอกข้อมูลโมเดลแล้วกด Enter เพื่อเป็นการเก็บค่าและเรียกข้อมูล จากนั้นกด Next เพื่อไปหน้าถัดไป

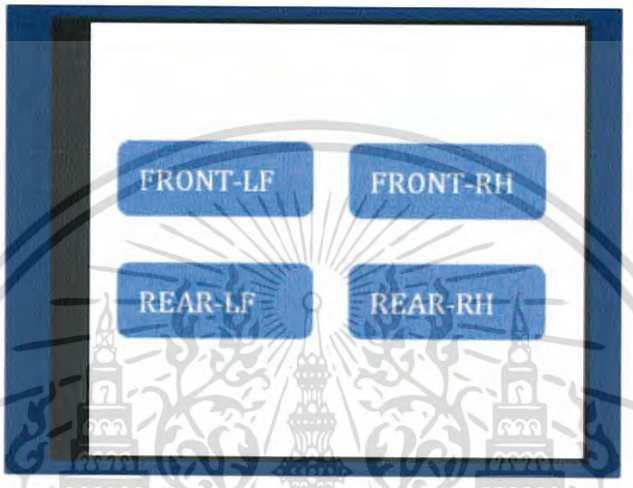


รูปที่ 3.11 หน้าใช้งานหน้าที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ 2

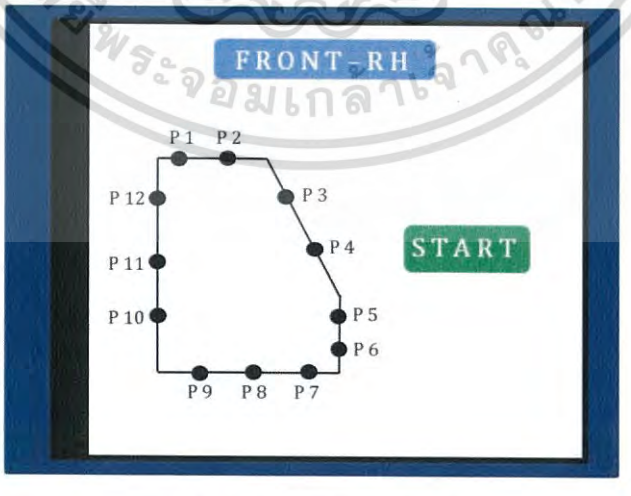
ในหน้าที่สองจะเป็นหน้าที่ให้ผู้ใช้งานเลือกประตูที่ทำการตรวจวัดความแน่นของประตูโดย FRONT-RH คือประตูด้านหน้าฝั่งขวา REAR-RH คือประตูด้านหลังฝั่งขวา FRONT-LH คือประตูด้านหน้าฝั่งซ้าย และ REAR-LF คือประตูด้านหลังฝั่งซ้าย



รูปที่ 3.12 หน้าใช้งานหน้าที่ 2

หน้าที่ 3

ในหน้าถัดมานี้เป็นหน้าที่จะแสดงตำแหน่งในการวัดของประตูที่ได้เลือกจากหน้าที่ 2 พร้อมกับปุ่มกด 'START' เพื่อทำการเริ่มวัดค่าความแน่นของประตูรถยนต์

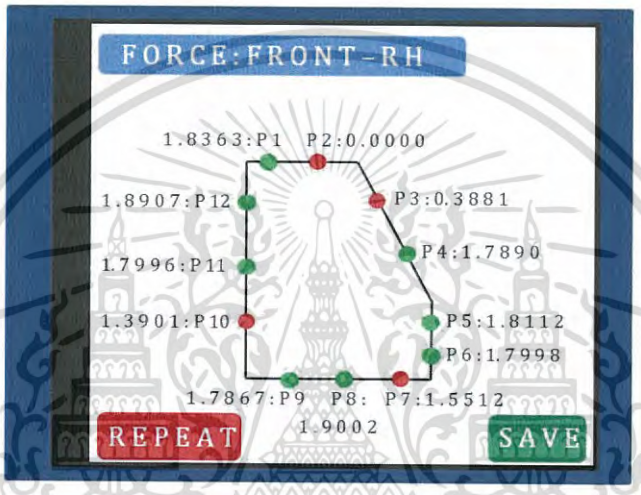


รูปที่ 3.13 หน้าใช้งานหน้าที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

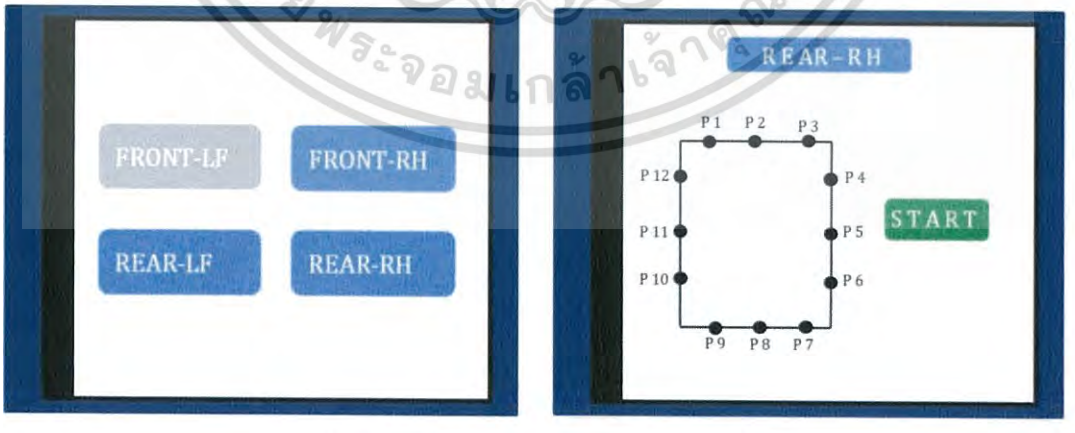
หน้าที่ 4

ในหน้านี้จะแสดงค่าความแน่นที่วัดได้ โดยหากตำแหน่งใดมีค่าความแน่นผ่านมาตรฐานกำหนด โปรแกรมจะแสดงสัญลักษณ์สีเขียวพร้อมแสดงค่าแรงอัดที่วัดได้ให้ผู้งานได้เห็นอย่างชัดเจน และหากมีตำแหน่งใดมีค่าความแน่นของประตูไม่ตรงตามมาตรฐานกำหนด โปรแกรมจะแสดงสัญลักษณ์สีแดงพร้อมค่าแรงอัดที่วัดได้ของตำแหน่งนั้น ๆ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้ทำการแก้ไขประตูให้มีความแน่นตรงตามมาตรฐานได้และสามารถวัดค่าความแน่นอีกครั้งหลังการแก้ไขก่อนทำการบันทึกข้อมูลค่าความแน่น



รูปที่ 3.14 หน้าใช้งานหน้าที่ 4

เมื่อกดปุ่ม ‘SAVE’ ก็จะบันทึกข้อมูลลงหน่วยความจำข้อมูลและกลับไปหน้าที่ 2 เพื่อให้ผู้ใช้งานเลือกประตูในการวัดความแน่นของประตูถัดไป



รูปที่ 3.15 หน้าใช้งานหลังจากกดปุ่ม ‘SAVE’
และหน้าใช้งานหลังจากเลือกประตูด้านหลังฝั่งขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อผู้ใช้งานตรวจวัดความแน่นของประตูรถยนต์ครบทั้ง 4 ประตูแล้วก็จะเสร็จสิ้นการตรวจวัด แล้วเริ่มการทำงานที่หน้า 1 อีกครั้ง

รูปที่ 3.16 หน้าใช้งานหน้าสุดท้ายเมื่อทำการวัดประตูครบทั้ง 4 ประตู

3.2.5 การวัดแรงของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ

การวัดแรงที่เกิดขึ้นนั้นต้องหาค่าความสัมพันธ์ของแรงและค่าที่แสดงจากตัวเซนเซอร์วัดแรงกด เนื่องจากมีความจำเป็นสำหรับการคำนวณค่าของตัวโปรแกรมเพื่อความใช้งานได้ของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ ในส่วนการวัดแรงของตัวอุปกรณ์ต้นแบบจึงประกอบด้วย 2 ส่วน คือ การได้มาซึ่งแรง (Force Acquisition) และความใช้งานได้ของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ (Validation of Prototype)

3.2.5.1 <u>การได้มาซึ่งแรง</u>

การหาค่าของแรงทำได้โดยการหาค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่ตัวเซนเซอร์วัดแรงกดอ่านค่าได้และค่าแรงที่เกิดขึ้นจริงเพื่อใช้เขียนตัวโปรแกรมในส่วนของการคำนวณโดยจะมีการเปลี่ยนค่าที่เซนเซอร์วัดแรงกดอ่านให้เป็นค่าแรงในหน่วยนิวตัน ซึ่งมีขั้นตอนการหาค่าความสัมพันธ์ด้วยการวางน้ำหนักที่แตกต่างกันลงบนตัวเซนเซอร์วัดแรงกดที่วางบนตราชั่งน้ำหนักเป็นจำนวน 10 ค่าน้ำหนักที่แตกต่างกัน โดยทดสอบค่าน้ำหนักละ 3 ครั้ง แล้วจดบันทึกข้อมูลที่เซนเซอร์วัดแรงกดอ่านได้ หลังจากทำการทดสอบครบทั้ง 10 น้ำหนัก จึงนำข้อมูลที่ได้มาสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์วัดแรงกดและค่าแรงที่เกิดขึ้นจริงในหน่วยนิวตัน โดยหาค่าแรงที่เกิดขึ้นจริงจากค่าน้ำหนักที่วางโดยคำนวณดังสมการที่ 1 เมื่อได้ค่าตัวเลข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสัมพันธ์แล้วจึงนำไปเป็นข้อมูลสำหรับการแปลงค่าในโปรแกรมโดยใช้สูตรของวิธีการประมาณค่าในช่วง (Interpolation)

$$\text{ค่าแรงที่เกิดขึ้นจริง} = \frac{\text{ค่าน้ำหนัก}}{1000} \times 9.81 \quad \text{สมการที่ (1)}$$

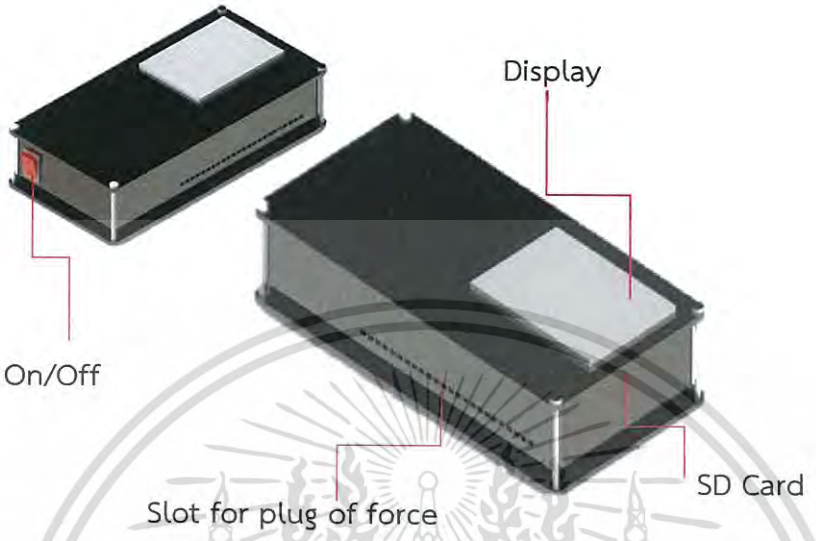
3.2.5.2 <u>ความใช้งานได้ของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ</u>

เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำตัวอุปกรณ์ต้นแบบนั่นคือตัวเซนเซอร์วัดแรงกดและการต่อวงจรนั้นอาจมีผลกระทบต่อการอ่านค่าของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ จึงได้ทำการทดสอบเพื่อเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงที่แสดงผลผ่านหน้าจอของตัวอุปกรณ์ต้นแบบและค่าแรงจริงที่ได้จากการคำนวณ โดยวางน้ำหนัก 3 ค่าที่แตกต่างกันลงบนเซนเซอร์วัดแรงกดซึ่งถูกวางอยู่บนตราชั่งน้ำหนัก แล้วทำการบันทึกค่าแรงที่แสดงผลผ่านหน้าจอของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ หลังจากทำการทดสอบครบทุกค่าน้ำหนักจึงนำข้อมูลที่ได้มาเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงที่แสดงผลผ่านหน้าจอของตัวอุปกรณ์ต้นแบบและค่าแรงจริงที่ได้จากการคำนวณ แล้วนำมาคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนของแต่ละน้ำหนัก โดยค่าแรงจริงที่ได้จากการคำนวณนั้นคำนวณได้จากสมการที่ 1

3.3 การออกแบบตัวอุปกรณ์ต้นแบบของอุปกรณ์

การออกแบบตัวอุปกรณ์ต้นแบบให้กับอุปกรณ์วัดนั้นได้ออกแบบให้อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ง่ายพกพาใช้ในหน้างานได้สะดวก โดยวัสดุครอบทำจาก แผ่นอะคริลิค สามารถเปิดปิดด้านบนเพื่อเปิดใช้งานอุปกรณ์หรือซ่อมบำรุงเมื่อเกิดการชำรุด ด้านข้างอีกด้านมีช่องสำหรับเสียบสายของตัวตรวจจับแรงกดซึ่งมีตัวเลขระบุเพื่อให้ผู้ใช้งานเสียบตัวตรวจจับแรงกดได้ตรงกันกับช่องเสียบ ส่วนตัวตรวจจับแรงกดก็จะมีตัวเลขระบุเช่นเดียวกัน โดยตัวเลข 1 หมายถึงให้ผู้ใช้งานใช้ตัวตรวจจับแรงกดวัดที่ตำแหน่งที่ 1 (หรือตำแหน่ง P1 สำหรับในหน้าจอผู้ใช้งาน) ตัวเลข 2 หมายถึงให้ผู้ใช้งานใช้ตัวตรวจจับแรงกดวัดที่ตำแหน่งที่ 2 (หรือตำแหน่ง P2 สำหรับในหน้าจอผู้ใช้งาน) และตัวเลขอื่น ๆ ก็เช่นเดียวกัน การออกแบบตัวอุปกรณ์ต้นแบบของอุปกรณ์วัดนั้นได้ออกแบบดังแสดงในรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

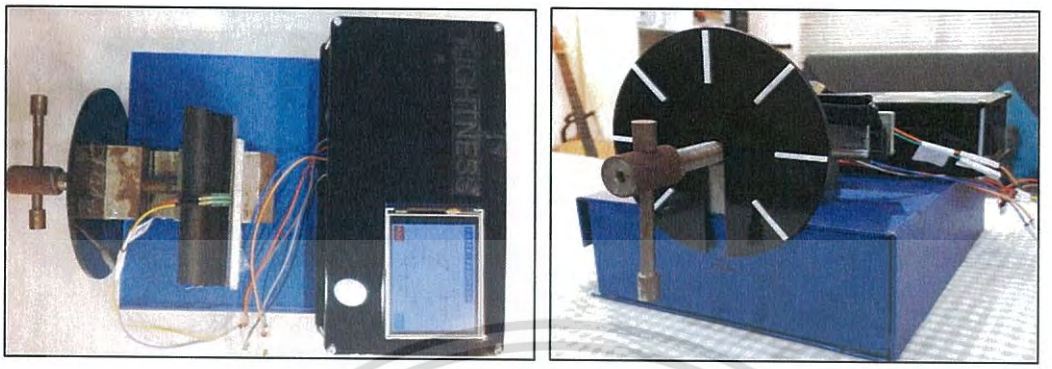


รูปที่ 3.17 การออกแบบตัวอุปกรณ์ต้นแบบของอุปกรณ์วัด

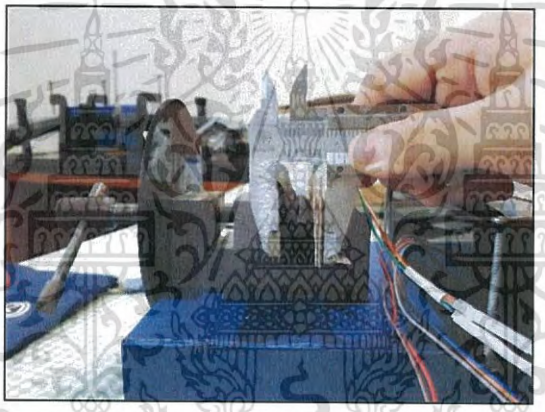
3.4 การทดลองการใช้งานตัวอุปกรณ์ต้นแบบ

การทดลองการใช้งานของตัวอุปกรณ์ต้นแบบนั้นได้ทดสอบประสิทธิภาพของการวัดค่าแรงกดโดยการทดสอบด้วยเครื่องจำลองการกดของตัวซีลยางขณะปิดประตูที่ความแน่นขนาดต่าง ๆ ด้วยปากกาจับชิ้นงาน โดยติดตัวซีลยางที่บริเวณปากของปากกาจับชิ้นงานฝั่งหนึ่ง และติดวงกลมบริเวณที่หมุนเพิ่มความแน่นของปากกาจับชิ้นงานเพื่อให้ทราบระยะที่ขยับปากกาจับชิ้นงานและสามารถหาระยะช่องว่างระหว่างช่องซีลยางที่เปลี่ยนแปลงไปได้ ดังแสดงในรูปที่ 3.18 จากนั้นทำการทดสอบโดยการนำเซนเซอร์วัดแรงกดติดลงบนตัวซีลยางและขันให้ปากกาจับชิ้นงานเข้ามาในระยะที่ทำให้เกิดช่องว่าง 9.5 มิลลิเมตร แล้วทำการบันทึกผลค่าที่อ่านได้จากจอของอุปกรณ์ต้นแบบ ดังรูปที่3.19 จากนั้นให้หมุนคลายตัวปากกาจับชิ้นงานออกไปเป็นระยะ 1 รอบของวงกลม ทำให้บริเวณปากของปากกาจับชิ้นงานขยับเป็นระยะ 1.25 มิลลิเมตร แล้ววัดค่าแรงกดใหม่ที่เกิดขึ้น ทำการทดลองซ้ำโดยคลายปากกาจับชิ้นงานทีละ1 รอบ จนกระทั่งระยะช่องว่างมีค่าเท่ากับ 14.5 มิลลิเมตร ซึ่งเป็นค่าช่องว่างที่มากที่สุดที่ยอมรับได้ของช่องว่าง แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้คือค่าแรงอ่านได้จากจอของอุปกรณ์ต้นแบบและระยะห่างช่องว่างระหว่างซีลยางมาสร้างกราฟความสัมพันธ์ เพื่อดูแนวโน้มของการอ่านค่าของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 การทดลองการใช้งานตัวอุปกรณ์ต้นแบบ



รูปที่ 3.19 การวัดค่าระยะห่างช่องว่างของซีลยาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้เป็นการแสดงผลการดำเนินงานของการออกแบบโปรแกรมในการทดลองที่ 1 การทดลองที่ 2 การออกแบบตัวอุปกรณ์ต้นแบบ และการใช้งานของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ ซึ่งประกอบไปด้วยหัวข้อดังต่อไปนี้

4.1 ผลการทดลองที่ 1

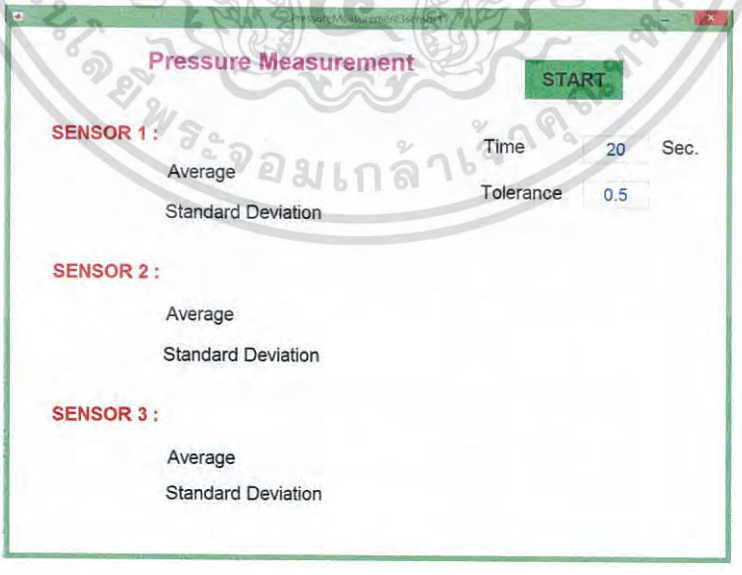
4.2 ผลการทดลองที่ 2

4.3 ผลการสร้างตัวอุปกรณ์ต้นแบบ

4.4 ผลการทดลองการใช้งานตัวอุปกรณ์ต้นแบบ

4.1 ผลของการทดลองที่ 1

จากการทดลองการใช้งานโปรแกรม ในเริ่มต้นของการวัดแรงกด หน้าจอจะแสดงผลดังรูปที่ 4.1 และเมื่อทำการให้แรงกดกับตัวเซนเซอร์วัดแรงกด หน้าจอจะแสดงผลดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 หน้าจอแสดงผลก่อนการให้แรงกดแก่ตัวเซนเซอร์วัดแรงกด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.2 หน้าจอแสดงผลหลังการให้แรงกดแก่ตัวเซนเซอร์วัดแรง

จากการทดลองดังกล่าว ผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมจากทั้งส่วนโปรแกรม Arduino และโปรแกรม MATLAB นั้น สามารถใช้งานในการแสดงค่าเฉลี่ยของข้อมูลและค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานได้โดยวัดค่าในช่วงเวลาที่กำหนดให้กับโปรแกรมได้อย่างถูกต้อง การทดลองนี้มีข้อดีคือ สามารถปรับหรือเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมให้เป็นไปตามความต้องการได้หลากหลายซึ่งเหมาะกับผู้พัฒนาโปรแกรม แต่มีข้อจำกัดคือใช้งานค่อนข้างยากและไม่เหมาะกับการนำไปใช้ในหน้างาน เนื่องจากต้องใช้คอมพิวเตอร์ในการแสดงข้อมูล ส่งผลให้ผู้ใช้งานใช้งานไม่สะดวก

4.2 ผลของการทดลองที่ 2

การวัดแรงของตัวอุปกรณ์ต้นแบบซึ่งเป็นการวัดแรงที่เกิดขึ้นในทั้ง 2 ส่วน คือ การได้มาซึ่งแรง และความใช้งานได้ของตัวต้นแบบนั้นมีผลการทดลองดังนี้

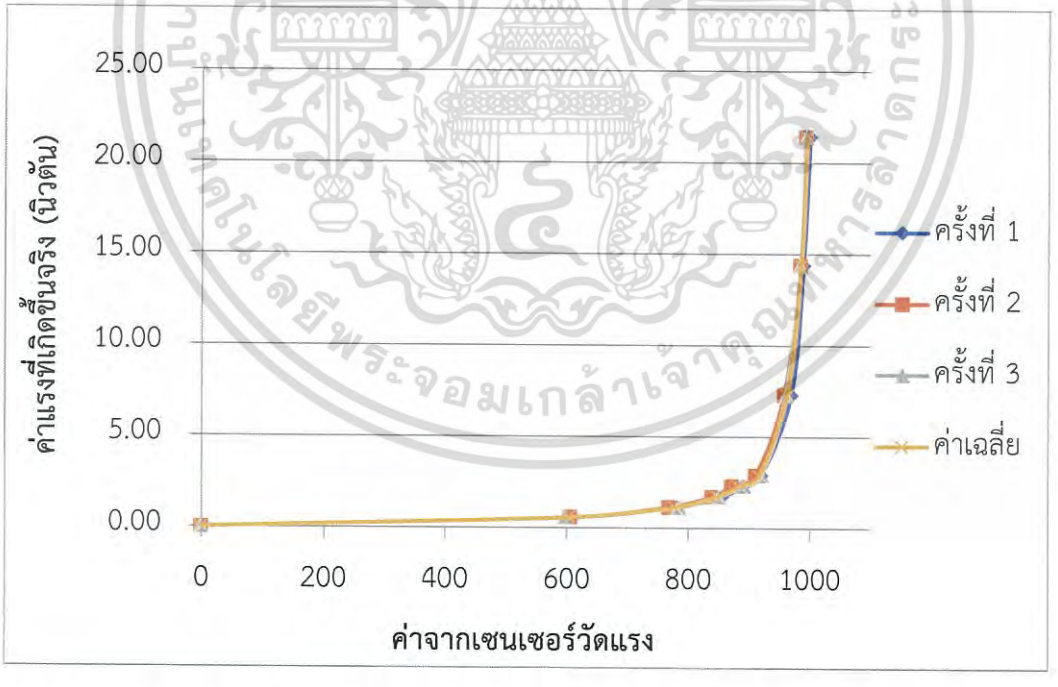
4.2.1 ผลของการทดลองการได้มาซึ่งแรง

หลังจากการทดสอบหาค่าของแรงนั้นทำให้ได้ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรงและค่าแรงที่เกิดขึ้นจริงเพื่อใช้ในการเขียนตัวโปรแกรมในส่วนของการคำนวณเปลี่ยนค่าแรงที่ได้ โดยค่าความสัมพันธ์สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1 และสามารถแสดงเป็นกราฟความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรงและค่าแรงที่เกิดขึ้นจริง

ค่าแรงจริง (นิวตัน)	ค่าจากเซนเซอร์			
	ทดลองครั้งที่1	ทดลองครั้งที่2	ทดลองครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
0.00	0	0	0	0
0.58	607.65	606.9	596.87	603.81
1.16	782.45	768.68	784.6	778.58
1.73	855.52	839.65	850.13	848.43
2.31	890.42	871.37	890.95	884.25
2.89	920.08	910.00	920.63	916.90
7.28	969.02	958.13	960.91	962.69
14.40	989.03	984.17	983.98	985.73
21.41	999.67	992.67	993.33	995.22



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรงและค่าแรงที่เกิดขึ้นจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรงกดและค่าแรงที่เกิดขึ้นจริงโดยทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง และใช้ค่าแรงทั้งหมด 9 ค่า เมื่อนำค่าที่ได้จากการทดลองมาวาดกราฟนั้นแสดงให้เห็นว่าค่าที่อ่านได้ทั้งสามครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน และค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรงกดมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นเมื่อค่าแรงที่เกิดขึ้นจริงเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้สามารถนำไปใช้ในการเขียนตัวโปรแกรมในส่วนของการคำนวณเปลี่ยนค่าแรงที่ได้

4.2.2 ผลของการทดลองความใช้งานได้ของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ

ในการทดสอบค่าความใช้งานได้ของต้นแบบนั้นทำให้ได้ผลค่าเปรียบเทียบระหว่างค่าแรงที่แสดงผลผ่านหน้าจอของตัวอุปกรณ์ต้นแบบและค่าแรงจริงที่ได้จากการคำนวณ รวมไปถึงค่าความคลาดเคลื่อนจากการอ่านค่าของตัวอุปกรณ์ต้นแบบ โดยผลค่าเปรียบเทียบและค่าความคลาดเคลื่อนแสดงได้ดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ค่าค่าเปรียบเทียบและค่าความคลาดเคลื่อนระหว่างค่าแรงที่แสดงผลผ่านหน้าจอของตัวอุปกรณ์ต้นแบบและค่าแรงจริงที่ได้จากการคำนวณ

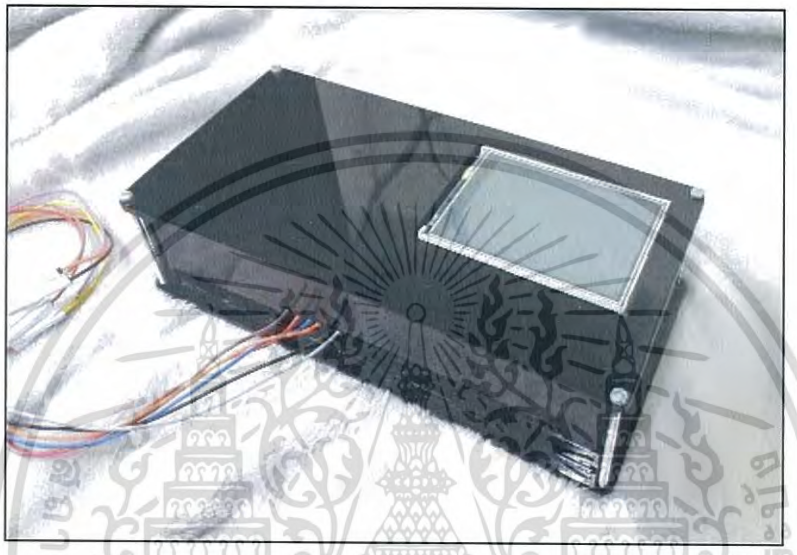
	แรง (นิวตัน)		
	น้ำหนัก 59 กรัม	น้ำหนัก 118 กรัม	น้ำหนัก 177 กรัม
ค่าแรงจริง	0.5788	1.1576	1.7364
ค่าแรงจากตัวอุปกรณ์ต้นแบบ	0.5744 ± 0.010	1.1930 ± 0.093	1.7766 ± 0.045
% ความคลาดเคลื่อน	0.76	3.06	2.32

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่า ค่าแรงจริงและค่าแรงที่อ่านได้จากตัวอุปกรณ์ต้นแบบมีค่าใกล้เคียงกัน โดยแสดงให้เห็นจากค่าความคลาดเคลื่อนซึ่งมีค่าความคลาดเคลื่อนน้อยมาก เฉลี่ยเพียง 2.05 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการออกแบบตัวอุปกรณ์ต้นแบบของอุปกรณ์

จากการออกแบบตัวอุปกรณ์ต้นแบบนั้นได้มีการออกแบบให้อุปกรณ์สามารถใช้งานได้ง่าย พกพาใช้ในหน้างานได้สะดวก มีขนาดกะทัดรัดและมีความแข็งแรงในการป้องกันความเสียหายจากภายนอกสู่ตัวอุปกรณ์ได้ โดยแสดงผลการสร้างตัวอุปกรณ์ต้นแบบดังแสดงในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ตัวอุปกรณ์ต้นแบบของอุปกรณ์

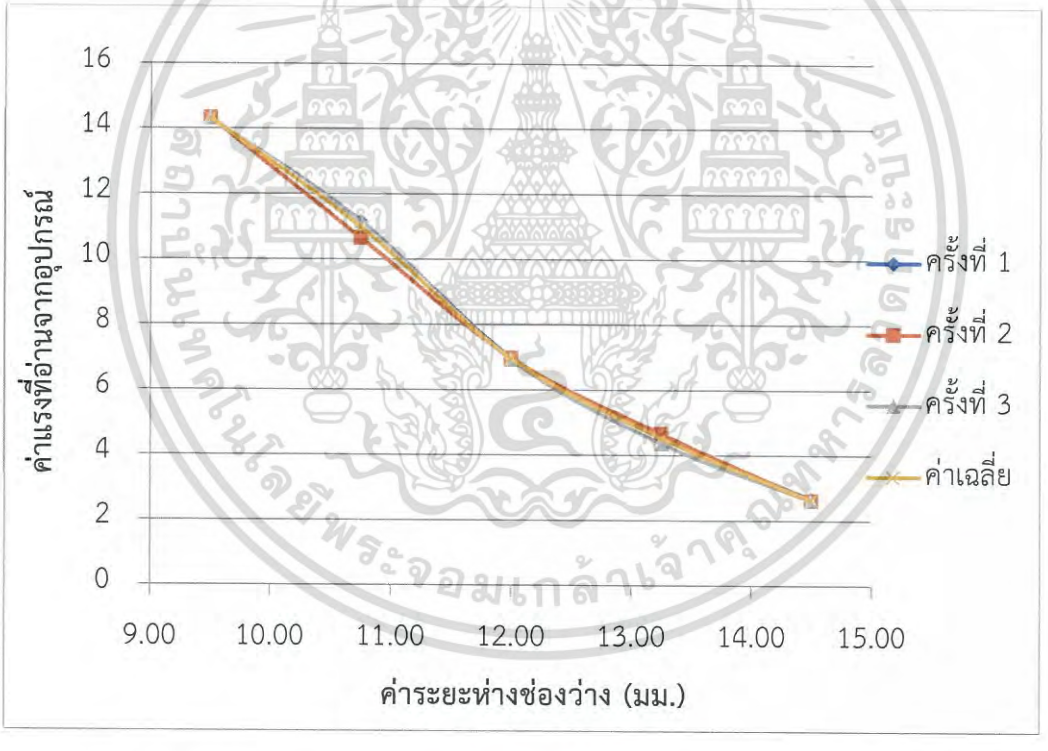
4.4 ผลการทดลองการใช้งานตัวอุปกรณ์ต้นแบบ

จากการทดลองการใช้งานตัวอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการวัดค่าแรงกด ทำให้ได้ข้อมูลคือค่าระยะห่างช่องว่างระหว่างซีลยางและค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรงซึ่งสามารถแสดงผลได้ดังตารางที่ 4.3 และสามารถแสดงได้ดังกราฟรูปที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ค่าแรงที่อ่านได้จากจอของตัวอุปกรณ์ต้นแบบและค่าระยะห่างช่องว่างระหว่างซีลยาง

ค่าระยะห่างช่องว่าง(มม.)	ค่าแรงที่อ่านจากอุปกรณ์			
	ทดลองครั้งที่1	ทดลองครั้งที่2	ทดลองครั้งที่3	ค่าเฉลี่ย
9.50	14.3227	14.3259	14.3243	14.3243
10.75	11.1481	10.6468	11.1558	10.9836
12.00	6.9913	6.9749	6.9095	6.9586
13.25	4.596	4.6647	4.3556	4.5388
14.50	2.659	2.6172	2.6068	2.6277



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะห่างช่องว่างระหว่างซีลยาง
และค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะห่างช่องว่างระหว่างซีลยางและค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรงโดยทำการทดลองซ้ำทั้งหมด 3 ครั้ง โดยใช้ระยะห่างทั้งหมด 5 ค่า เมื่อนำค่าที่ได้จากการทดลองมาวาดกราฟนั้นแสดงให้เห็นว่าค่าที่อ่านได้ทั้งสามครั้งมีค่าใกล้เคียงกัน โดยเมื่อค่าระยะห่างช่องว่างระหว่างซีลยางลดลง ค่าที่แรงอ่านได้จากจอของอุปกรณ์ต้นแบบจะมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นซึ่งเป็นไปตามความเป็นจริง ซึ่งกล่าวได้ว่าตัวต้นแบบสามารถใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและอภิปรายผลการทดลอง

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างตัวต้นแบบในการพัฒนากระบวนการหรือสร้างทางเลือกในการวัดช่องว่างด้วยการวัดค่าแรงกดแทนการวัดค่าระยะห่าง เพื่อใช้ในการวัดความแน่นของประตูรถยนต์ในกระบวนการตรวจสอบคุณภาพของรถยนต์ โดยได้เขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการประมวลค่าแรงกดจากการใช้เซนเซอร์วัดแรงกด ซึ่งการเขียนโปรแกรมนั้นได้เขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรม Arduino และโปรแกรม MATLAB และได้สร้างตัวอุปกรณ์ต้นแบบในการวัดแรงกดขึ้นมาโดยตัวตรวจวัดแรงกดในการวัดแรงกด ใช้ Arduino Mega 2560 ในการรับข้อมูล ประมวลผลข้อมูล และแสดงผลข้อมูล กล่องของตัวอุปกรณ์ต้นแบบทำจากอะคริลิค ซึ่งตัวอุปกรณ์สามารถเปิดด้านบนเพื่อซ่อมบำรุงอุปกรณ์ภายในได้ ด้านข้างมีช่องเพื่อใช้สำหรับเสียบสายของเซนเซอร์วัดแรงกด มีปุ่มเปิด/ปิด และมีช่องสำหรับเสียบ/ถอด SD Card ภายหลังจากสร้างตัวต้นแบบแล้วได้ทำการทดลองการได้มาซึ่งแรงเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่อ่านได้จากตัวเซนเซอร์รับแรงและค่าแรงที่เกิดขึ้นจริงเพื่อนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมในส่วนของการคำนวณเปลี่ยนค่าที่เซนเซอร์รับแรงกดอ่านได้เป็นค่าแรง หลังจากเขียนโปรแกรมเสร็จจึงได้ทำการทดลองความใช้งานได้ของตัวอุปกรณ์ต้นแบบโดยเปรียบเทียบค่าแรงที่แสดงผลผ่านหน้าจอของตัวอุปกรณ์ต้นแบบและค่าแรงจริงที่ได้จากการคำนวณและหาค่าความคลาดเคลื่อนของการอ่านค่าของตัวต้นแบบของแต่ละค่าน้ำหนักคือน้ำหนัก 59 กรัม 118 กรัม และ 177 กรัม ซึ่งค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้นั้นมีค่าเท่ากับ 0.76% 3.06% และ 2.32% ตามลำดับ จากค่าความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นนั้นมีค่าน้อยมาก โดยค่าความคลาดเคลื่อนนั้นอาจมีผลจากเซนเซอร์วัดแรงกดและวงจรที่ใช้ แต่เป็นผลความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นในปริมาณที่ยอมรับได้ในทางวิศวกรรม หลังจากนั้นได้ทำการทดลองการใช้งานตัวอุปกรณ์ต้นแบบเพื่อทดสอบประสิทธิภาพในการวัดค่าแรงกดเพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างค่าที่แรงอ่านได้จากจอของอุปกรณ์ต้นแบบและค่าระยะห่างช่องว่างระหว่างซีลยาง โดยผลการทดลองแสดงให้เห็นว่าเมื่อค่าระยะห่างช่องว่างระหว่างซีลยางลดลงค่าที่แรงอ่านได้จากจอของอุปกรณ์ต้นแบบจะเพิ่มมากขึ้น ซึ่งเป็นไปตามความเป็นจริงจึงสามารถสรุปได้ว่าตัวอุปกรณ์ต้นแบบนั้นสามารถใช้งานในการวัดแรงที่เกิดขึ้นแทนการวัดค่าช่องว่างระหว่างซีลยางได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อจำกัดและข้อเสนอแนะ

จากการทดลองในการวัดค่าแรงและการใช้งานของตัวอุปกรณ์ต้นแบบจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้ยังมีความคลาดเคลื่อน เนื่องจากในการทดลองยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่มีผลต่อตัวเซนเซอร์รับแรงกด เช่นปัจจัยจากการต่อวงจร หากต้องการค่าผลการทดลองที่แม่นยำมากขึ้นควรทำการออกแบบการทดลองให้ครอบคลุมปัจจัยที่มีผลต่อตัวเซนเซอร์รับแรงให้มากยิ่งขึ้นเพื่อไม่ให้การทดลองมีผลความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้น เช่นการควบคุมสภาพแวดล้อมในการทดลอง การออกแบบหน้าตัดจุดรับแรงกด หรือการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

5.3 งานในอนาคต

ในอนาคตอาจมีการใช้อุปกรณ์ที่มีความแม่นยำและสะดวกต่อการใช้งานมากขึ้น เช่นเลือกใช้เซนเซอร์วัดแรงกดแบบไร้สาย การส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์ผ่านทาง WIFI เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ หรือการสแกนบาร์โค้ดจากตัวรถยนต์แต่ละรุ่นเพื่อบันทึกรุ่นของรถโดยที่ผู้ใช้งานไม่ต้องกรอกข้อมูลเอง ซึ่งจะช่วยให้ใช้งานได้สะดวกขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอ้างอิง

[1] วรรณา ยงพิศาลภพ. (2559). **อุตสาหกรรมรถยนต์**. ค้นเมื่อ 26 ธันวาคม 2560. https://www.krungsri.com/bank/getmedia/5a37ca02-b012-4204-9e6e82051d5b1544/IO_Automobile_2016_TH.aspx.

[2] B. Longchin. **Engineer - Plant Vehicle Team (Body Exterior).** Ford Motor Company (Thailand) Limited, Rayong. (Private Communication).

[3] จรัล ทรัพย์เสรี. **MSA ตอนการวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหา.** ค้นเมื่อ 26 ธันวาคม 2560. http://www.tpa.or.th/publisher/pdfFileDownloadS/F120_P41-43.pdf.

[4] **Force Sensitive Resistor.** ค้นเมื่อ 30 ธันวาคม 2560. https://www.arduitronics.com/product/258/force-sensitive-resistor-0-5quot-sparkfun.

[5] **Arduino.** ค้นเมื่อ 30 ธันวาคม 2560. https://www.arduino.cc/.

[6] **ProDisplay**. ค้นเมื่อ 30 ธันวาคม 2560. http://www.roiya.net/index.php/component/hikashop/product/3722-hp-prodisplay-p202-50,8-cm-20-monitor.

[7] Chaicharoentech. **เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับการควบคุมคุณภาพ (Quality Control–Q.C.).** ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2561. https://www.chi.co.th/article/article-1138/.

[8] Robotic. **วิธีการควบคุมคุณภาพ.** ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2561. https://sites.google.com/site/roboticins/qc/qcste.

[9] B. Longchin. **Engineer - Plant Vehicle Team (Body Exterior).** Ford Motor Company (Thailand) Limited, Rayong. (Private Communication).

[10] Peerapat. (2559). **วิธีตรวจเช็คสภาพรถยนต์.** ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2561. https://www.one2car.com/%E0%B8%82%E0%B9%88%E0%B8%B2%E0%B8%A7/one2car/43526.

[11] ทันพงษ์ ภู่รักษ์. **ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทลเลอร์เบื้องต้น.** ค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2560. http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[12] Tabs-chord. (2558). **ไมโครคอนโทรลเลอร์และไมโครโปรเซสเซอร์.** ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2561. http://knowledge58.blogspot.com/2015/01/blog-post_98.html.

[13] ทันพงษ์ ภู่รักษ์. **Arduino IDE ซอฟต์แวร์สำหรับโปรแกรมภาษา C.** ค้นเมื่อ 15 มกราคม 2561. http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_2.pdf.

[14] J. KRITSADA. (2557). **ตรวจจับแรงกดอย่างง่ายกับ Force sensor.** ค้นเมื่อ 25 สิงหาคม 2560. http://hobby-experiment. blogspot.com/2014/09/force-sensor.html.

[15] ทันพงษ์ ภู่รักษ์. **การแสดงผลด้วยจอ LCD ของ Arduino.** ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2561. http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_6.pdf.

[16] ชานม. (2558). **OLED TV คืออะไร เทียบกับ LED TV อย่างไหนดีกว่ากัน.** ค้นเมื่อ 18 มีนาคม 2561. https://www.lcdtvthailand.com/topic_detail.php?id=773.

[17] Wikipedia. (2557). **แมตแล็บ.** ค้นเมื่อ 15 มกราคม 2561. https://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B9%81%E0%B8%A1%E0%B8%95%E0%B9%81%E0%B8%A5%E0%B9%87%E0%B8%9A.

[18] R. Rahul. (2560). **What is MATLAB used for?.** ค้นเมื่อ 15 มกราคม 2561. https://www.quora.com/What-is-MATLAB-used-for.

[19] (2554). **Interpolation.** ค้นเมื่อ 15 กุมภาพันธ์ 2561. http://pirun.ku.ac.th/~fengslj/02212471/doc54a/chap05_rev2.pdf.

[20] DoIT. (2560). **What's New In MATLAB.** ค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2561. https://it.wisc.edu/news/tech-tuesday-workshop-whats-new-matlab/.

[21] Arduinoall. (2561). **Arduino MEGA 2560.** ค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2561. https://www.arduinoall.com/product/17/arduino-mega-2560-r3-%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B9%89%E0%B8%AD%E0%B8%A1-usb

[22] Arduitronics. (2561). **3.2" TFT LCD Display Module with Touch Panel + SD Card Socket.** ค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2561. https://www.arduitronics.com/product/195/3-2-tft-lcd-display-module-with-touch-panel-sd-card-socket.

[23] Arduitronics. (2561). **TFT LCD Mega Shield V2.2 Adapter Module.** ค้นเมื่อ 20 มีนาคม 2561. https://www.arduitronics.com/product/192/tft-lcd-mega-shield-v2-2-adapter-module.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

1. การทดลองที่ 1

1.1 โค้ดโปรแกรม Arduino

```
int sensorPinA = A0;
int sensorPinB = A1;
int sensorPinC = A2;

int sensorValueA = 0;
int sensorValueB = 0;
int sensorValueC = 0;

int firstBitA=0;
int secondBitA=0;
int firstBitB=0;
int secondBitB=0;
int firstBitC=0;
int secondBitC=0;

void setup() {
 Serial.begin(9600);
 }

void loop() {
  sensorValueA = analogRead(sensorPinA);
  sensorValueB = analogRead(sensorPinB);
  sensorValueC = analogRead(sensorPinC);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  firstBitA = sensorValueA/128;
  secondBitA = sensorValueA%128;
  firstBitB = sensorValueB/128;
  secondBitB = sensorValueB%128;
  firstBitC = sensorValueC/128;
  secondBitC = sensorValueC%128;

  Serial.print('@');
  Serial.print('A');
  Serial.print(char(firstBitA));
  Serial.print(char(secondBitA));

  Serial.print('@');
  Serial.print('B');
  Serial.print(char(firstBitB));
  Serial.print(char(secondBitB));

  Serial.print('@');
  Serial.print('C');
  Serial.print(char(firstBitC));
  Serial.println(char(secondBitC));
  delay(100);
}
```

1.2 โค้ดโปรแกรม MATLAB

```
function varargout = PressureMeasurement3sensor11(varargin)
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @PressureMeasurement3sensor11_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @PressureMeasurement3sensor11_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if nargin && ischar (varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end

if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end

function PressureMeasurement3sensor11_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
handles.output = hObject;
guidata(hObject, handles);

function varargout = PressureMeasurement3sensor11_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
varargout{1} = handles.output;

function Start_button_Callback(hObject, eventdata, handles)
%% Input
comPort = 'COM6';

%% Preprocessing
delete(instrfindall);
maxCount = 10000;
s=serial(comPort);
set(s,'DataBits',8);
set(s,'StopBits',1);
set(s,'BaudRate',9600);
set(s,'Parity','none');
fopen(s);
a1='b1'; count = 1; pi = 1;
fprintf('Serial port opened. \n')
%% Loop
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
tic;
sumsensor1=0;
A=1;
B=1;
C=1;
Timetic=20;
plevela=0;
plevelb=0;
x=0;
tolerance=0.5
run1=true;
run2=true;
run3=true;

while (count<maxCount)
    flushinput(s)
    readSize = 14;
    a = fread(s,readSize,'uchar');

    found_data1 = false; index = 1;
    found_data2 = false;
    found_data3 = false;

    while (index <= readSize-3)
        a1 = a(index);
        a2 = a(index+1);
        a3 = a(index+2);
        a4 = a(index+3);

        b1 = a(index+4);
        b2 = a(index+5);
        b3 = a(index+6);
        b4 = a(index+7);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        c1 = a(index+8);
        c2 = a(index+9);
        c3 = a(index+10);
        c4 = a(index+11);

        if (a1=='@' && a2 =='A') %Found the right sequence
            found_data1 = true;
        end
        if (b1=='@' && b2 =='B') %Found the right sequence
            found_data2 = true;
        end
        if (c1=='@' && c2 =='C') %Found the right sequence
            found_data3 = true;
           break
        end
        index = index + 1;
    end

% sensor1
    if found_data1&&run1
        plevela(A) = (a3*128)+a4;
        fprintf('Sensor1 = %f \t', plevela(A));
        Avgplevela(A) = mean(plevela);
        fprintf('AVGSensor1 = %f \t', Avgplevela(A));
        errorsensor1=abs((plevela(A)-Avgplevela(A))/Avgplevela(A))*100;
        fprintf('ErrorSensor1 = %f \t', errorsensor1);
        A=A+1;
        fprintf('\n');
    end
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
%     sensor2
     if found_data2&&run2
        plevelb(B) = (b3*128)+b4;
        fprintf('Sensor2 = %f \t', plevelb(B));
        Avgplevelb(B) = mean(plevelb);
        fprintf('AVGSensor2 = %f \t', Avgplevelb(B));
        errorsensor2=abs((plevelb(B)-Avgplevelb(B))/Avgplevelb(B))*100;
        fprintf('ErrorSensor2 = %f \t', errorsensor2);
        B=B+1;
    fprintf('\n');
     end
%  sensor3
    if found_data3&&run3
        plevelc(C) = (c3*128)+c4;
        fprintf('Sensor3 = %f \t', plevelc(C));
        Avgplevelc(C) = mean(plevelc);
        fprintf('AVGSensor3 = %f \t', Avgplevelc(C));
        errorsensor3=abs((plevelc(C)-Avgplevelc(C))/Avgplevelc(C))*100;
        fprintf('ErrorSensor3 = %f \t', errorsensor3);
        C=C+1;
    fprintf('\n');
    end

    toc;
    fprintf('\n');

    Timetic=str2double(get(handles.Time_edit,'String'));
    tolerance=str2double(get(handles.Tolerance_edit,'String'));

    if errorsensor1<=tolerance&&toc>=2
        fprintf('================================================= \n');
        fprintf('AVGSensor1 = %f \t', mean(plevela));
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    fprintf('STDSensor1 = %f \t', std(plevela));
    fprintf('\n');
    run1=false;
    set(handles.valueavg1,'String',mean(plevela));
    set(handles.valuestd1,'String',std(plevela));
  end

 if errorsensor2<=tolerance&&toc>=2
    fprintf('AVGSensor2 = %f \t', mean(plevelb));
    fprintf('STDSensor2 = %f \t', std(plevelb));
    fprintf('\n');
    run2=false;
    set(handles.valueavg2,'String',mean(plevelb));
    set(handles.valuestd2,'String',std(plevelb));
  end

 if errorsensor3<=tolerance&&toc>=2
    fprintf('AVGSensor3 = %f \t', mean(plevelc));
    fprintf('STDSensor3 = %f \t', std(plevelc));
    run3=false;
    set(handles.valueavg3,'String',mean(plevelc));
    set(handles.valuestd3,'String',std(plevelc));
 end
if run1==false&&run2==false&&run3==false
   break
end

 if  toc>=Timetic;
 fprintf('================================================== \n');
 fprintf('AVGSensor1 = %f \t', mean(plevela));
 fprintf('STDSensor1 = %f \t', std(plevela));
 fprintf('\n');
 fprintf('AVGSensor2 = %f \t', mean(plevelb));
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    fprintf('STDSensor2 = %f \t', std(plevelb));
    fprintf('\n');
    fprintf('AVGSensor3 = %f \t', mean(plevelc));
    fprintf('STDSensor3 = %f \t', std(plevelc));
    break
    end
end

set(handles.valueavg1,'String',mean(plevela));
set(handles.valuestd1,'String',std(plevela));
set(handles.valueavg2,'String',mean(plevelb));
set(handles.valuestd2,'String',std(plevelb));
set(handles.valueavg3,'String',mean(plevelc));
set(handles.valuestd3,'String',std(plevelc));

%% Clean up the serial port
fclose(s); delete(s); clear s;

function Time_edit_Callback(hObject, eventdata, handles)
function Time_edit_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
function Tolerance_edit_Callback(hObject, eventdata, handles)
function Tolerance_edit_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
if ispc && isequal(get(hObject,'BackgroundColor'), get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'))
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
end
```

2. การทดลองที่ 2

โค้ดโปรแกรม Arduino

```
#include <UTFT.h>
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <URTouch.h>

// Creating Objects
UTFT    myGLCD(ILI9341_16,38,39,40,41);
URTouch  myTouch( 6, 5, 4, 3, 2);

// Defining Variables
extern uint8_t SmallFont[];
extern uint8_t BigFont[];
extern uint8_t SevenSegNumFont[];

int x, y;
char currentPage, selectedUnit;
char stCurrent[8]="";
char stCurrentLen=0;
char stLast[8]="";
int comp[4]= {0,0,0,0};

#include <SPI.h>
#include <SD.h>
unsigned long sensorPinA = A0;
unsigned long sensorPinB = A1;
unsigned long sensorPinC = A2;
unsigned long sensorPinD = A3;
unsigned long sensorPinE = A4;
unsigned long sensorPinF = A5;
unsigned long sensorPinG = A6;
unsigned long sensorPinH = A7;
unsigned long sensorPinI = A8;
unsigned long sensorPinJ = A9;
unsigned long sensorPinK = A10;
unsigned long sensorPinL = A11;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned long sensorValueA = 0;
unsigned long sensorValueB = 0;
unsigned long sensorValueC = 0;
unsigned long sensorValueD = 0;
unsigned long sensorValueE = 0;
unsigned long sensorValueF = 0;
unsigned long sensorValueG = 0;
unsigned long sensorValueH = 0;
unsigned long sensorValueI = 0;
unsigned long sensorValueJ = 0;
unsigned long sensorValueK = 0;
unsigned long sensorValueL = 0;

unsigned long totalA = 0;
unsigned long averageA = 0;
unsigned long totalB = 0;
unsigned long averageB = 0;
unsigned long totalC = 0;
unsigned long averageC = 0;
unsigned long totalD = 0;
unsigned long averageD = 0;
unsigned long totalE = 0;
unsigned long averageE = 0;
unsigned long totalF = 0;
unsigned long averageF = 0;
unsigned long totalG = 0;
unsigned long averageG = 0;
unsigned long totalH = 0;
unsigned long averageH = 0;
unsigned long totalI = 0;
unsigned long averageI = 0;
unsigned long totalJ = 0;
unsigned long averageJ = 0;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
unsigned long totalK = 0;
unsigned long averageK = 0;
unsigned long totalL = 0;
unsigned long averageL = 0;

const int chipSelect = 53;
const int numReadings = 30;
int readIndex = 0;

float matrixA[26][2] = {
                {0,0},
                {55,0.2060},
                {130,0.2747},
                {157,0.3532},
                {196,0.4120},
                {259,0.4905},
                {314,0.6377},
                {389,0.8240},
                {443,0.8437},
                {511,1.0006},
                {522,1.0693},
                {538,1.2655},
                {553,1.4028},
                {569,1.9816},
                {578,2.5702},
                {640,2.8940},
                {631,3.0509},
                {741,6.8278},
                {765,7.0240},
                {772,7.4066},
                {785,7.9853},
                {812,8.5641},
                {817,9.1429},
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                {827,14.1558},
                {986,14.4109},
                {995,21.4349}
               };

int Upper = 0 ;
int Lower = 0  ;

unsigned long ReadA = 0;
unsigned long ReadB = 0;
unsigned long ReadC = 0;
unsigned long ReadD = 0;
unsigned long ReadE = 0;
unsigned long ReadF = 0;
unsigned long ReadG = 0;
unsigned long ReadH = 0;
unsigned long ReadI = 0;
unsigned long ReadJ = 0;
unsigned long ReadK = 0;
unsigned long ReadL = 0;

float forceSensorA = 0;
float forceSensorB = 0;
float forceSensorC = 0;
float forceSensorD = 0;
float forceSensorE = 0;
float forceSensorF = 0;
float forceSensorG = 0;
float forceSensorH = 0;
float forceSensorI = 0;
float forceSensorJ = 0;
float forceSensorK = 0;
float forceSensorL = 0;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void setup() {

comp[0] = 0;
comp[1] = 0;
comp[2] = 0;
comp[3] = 0;

sensorPinA = A0;
sensorPinB = A1;
sensorPinC = A2;
sensorPinD = A3;
sensorPinE = A4;
sensorPinF = A5;
sensorPinG = A6;
sensorPinH = A7;
sensorPinI = A8;
sensorPinJ = A9;
sensorPinK = A10;
sensorPinL = A11;

sensorValueA = 0;
sensorValueB = 0;
sensorValueC = 0;
sensorValueD = 0;
sensorValueE = 0;
sensorValueF = 0;
sensorValueG = 0;
sensorValueH = 0;
sensorValueI = 0;
sensorValueJ = 0;
sensorValueK = 0;
sensorValueL = 0;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
totalA = 0;
averageA = 0;
totalB = 0;
averageB = 0;
totalC = 0;
averageC = 0;
totalD = 0;
averageD = 0;
totalE = 0;
averageE = 0;
totalF = 0;
averageF = 0;
totalG = 0;
averageG = 0;
totalH = 0;
averageH = 0;
totalI = 0;
averageI = 0;
totalJ = 0;
averageJ = 0;
totalK = 0;
averageK = 0;
totalL = 0;
averageL = 0;

 Upper = 0 ;
 Lower = 0  ;

ReadA = 0;
ReadB = 0;
ReadC = 0;
ReadD = 0;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
ReadE = 0;
ReadF = 0;
ReadG = 0;
ReadH = 0;
ReadI = 0;
ReadJ = 0;
ReadK = 0;
ReadL = 0;

forceSensorA = 0;
forceSensorB = 0;
forceSensorC = 0;
forceSensorD = 0;
forceSensorE = 0;
forceSensorF = 0;
forceSensorG = 0;
forceSensorH = 0;
forceSensorI = 0;
forceSensorJ = 0;
forceSensorK = 0;
forceSensorL = 0;

Serial.begin(9600);
myGLCD.InitLCD();
myGLCD.clrScr();
myTouch.InitTouch();
myTouch.setPrecision(PREC_MEDIUM);

Page1();  // Draws the Home Screen
currentPage = '0'; // Indicates that we are at Home Screen

while (!Serial) {
   ;  // wait serial port to ready
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }

pinMode(53, OUTPUT);
Serial.println("Initializing SD card...");

if (!SD.begin(chipSelect)) {
Serial.println("Card failed, or not present"); //ถ้าต่อสายไม่ถูกหรืออะไรก็แล้วแต่ที่ทำให้ไม่สามารถติดต่อกับ
SD Card Module ได้ ก็จะแจ้งผู้ใช้
return;
  }
}

void loop()
{
  while (true)
  {
    if (currentPage == '0')
      {
    if (myTouch.dataAvailable())
    {
      myTouch.read();
      x=myTouch.getX();
      y=myTouch.getY();

      if ((y>=93) && (y<=117))  //  row 1
      {
        if ((x>=9) && (x<=31))  // Button: 1 (9, 93, 31, 117)
        {
          waitForIt(9, 93, 31, 117);
          updateStr('1');
        }
        if ((x>=40) && (x<=62))  // Button: 2 (40, 93, 62, 117)
        {
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  waitForIt(40, 93, 62, 117);
  updateStr('2');
 }
 if ((x>=71) && (x<=93))  // Button: 3 (71, 93, 93, 117)
 {
  waitForIt(71, 93, 93, 117);
  updateStr('3');
 }
 if ((x>=102) && (x<=124))  // Button: 4 (102, 93, 124, 117)
 {
  waitForIt(102, 93, 124, 117);
  updateStr('4');
 }
 if ((x>=133) && (x<=155))  // Button: 5 (133, 93, 155, 117)
 {
  waitForIt(133, 93, 155, 117);
  updateStr('5');
 }
 if ((x>=165) && (x<=187))  // Button: 6 (165, 93, 187, 117)
 {
  waitForIt(165, 93, 187, 117);
  updateStr('6');
 }
 if ((x>=197) && (x<=219))  // Button: 7 (197, 93, 219, 117)
 {
  waitForIt(197, 93, 219, 117);
  updateStr('7');
 }
 if ((x>=229) && (x<=251))  // Button: 8 (229, 93, 251, 117)
 {
  waitForIt(229, 93, 251, 117);
  updateStr('8');
 }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if ((x>=261) && (x<=283))  // Button: 9 (261, 93, 283, 117)
    {
      waitForIt(261, 93, 283, 117);
      updateStr('9');
    }
    if ((x>=292) && (x<=314))  // Button: 0 (292, 93, 314, 117)
    {
      waitForIt(292, 93, 314, 117);
      updateStr('0');
    }
  }

if ((y>=124) && (y<=147))  //  row 2
  {
    if ((x>=9) && (x<=31))  // Button: Q (9, 124, 31, 147)
    {
      waitForIt(9, 124, 31, 147);
      updateStr('Q');
    }
    if ((x>=40) && (x<=62))  // Button: W (40, 124, 62, 147)
    {
      waitForIt(40, 124, 62, 147);
      updateStr('W');
    }
    if ((x>=71) && (x<=93))  // Button: E (71,124, 93, 147)
    {
      waitForIt(71,124, 93, 147);
      updateStr('E');
    }
     if ((x>=102) && (x<=124))  // Button: R (102, 124, 124, 147)
    {
      waitForIt(102, 124, 124, 147);
      updateStr('R');
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 }
  if ((x>=133) && (x<=155))  // Button: T (133, 124, 155, 147)
 {
   waitForIt(133, 124, 155, 147);
   updateStr('T');
 }
  if ((x>=165) && (x<=187))  // Button: Y (165, 124, 187, 147)
 {
   waitForIt(165, 124, 187, 147);
   updateStr('Y');
 }
  if ((x>=197) && (x<=219))  // Button: U (197, 124, 219, 147)
 {
   waitForIt(197, 124, 219, 147);
   updateStr('U');
 }
 if ((x>=229) && (x<=251))  // Button: I (229, 124, 251, 147)
 {
   waitForIt(229, 124, 251, 147);
   updateStr('I');
 }
 if ((x>=261) && (x<=283))  // Button: O (261, 124, 283, 147)
 {
   waitForIt(261, 124, 283, 147);
   updateStr('O');
 }
 if ((x>=292) && (x<=314))  // Button: P (292, 124, 314, 147)
 {
   waitForIt(292, 124, 314, 147);
   updateStr('P');
 }
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if ((y>=152) && (y<=176))  //  row 3
   {
     if ((x>=20) && (x<=42))  // Button: A (20, 152, 42, 176)
     {
       waitForIt(20, 152, 42, 176);
       updateStr('A');
     }
     if ((x>=51) && (x<=73))  // Button: S (51, 152, 73, 176)
     {
       waitForIt(51, 152, 73, 176);
       updateStr('S');
     }
     if ((x>=82) && (x<=104))  // Button: D (82, 152, 104, 176)
     {
       waitForIt(82, 152, 104, 176);
       updateStr('D');
     }
      if ((x>=113) && (x<=135))  // Button: F (113, 152, 135, 176)
     {
       waitForIt(113, 152, 135, 176);
       updateStr('F');
     }
      if ((x>=144) && (x<=166))  // Button: G (144, 152, 166, 176)
     {
       waitForIt(144, 152, 166, 176);
       updateStr('G');
     }
      if ((x>=175) && (x<=197))  // Button: H (175, 152, 197, 176)
     {
       waitForIt(175, 152, 197, 176);
       updateStr('H');
     }
      if ((x>=206) && (x<=228))  // Button: J (206, 152, 228, 176)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  {
    waitForIt(206, 152, 228, 176);
    updateStr('J');
  }
  if ((x>=237) && (x<=259))  // Button: K (237, 152, 259, 176)
  {
    waitForIt(237, 152, 259, 176);
    updateStr('K');
  }
  if ((x>=268) && (x<=290))  // Button: L (268, 152, 290, 176)
  {
    waitForIt(268, 152, 290, 176);
    updateStr('L');
  }
}

if ((y>=181) && (y<=205))  //  row 4
{
  if ((x>=49) && (x<=71))  // Button: Z (49, 181, 71, 205)
  {
    waitForIt(49, 181, 71, 205);
    updateStr('Z');
  }
  if ((x>=80) && (x<=102))  // Button: X (80, 181, 102, 205)
  {
    waitForIt(80, 181, 102, 205);
    updateStr('X');
  }
  if ((x>=111) && (x<=133))  // Button: C (111, 181, 133, 205)
  {
    waitForIt(111, 181, 133, 205);
    updateStr('C');
  }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if ((x>=142) && (x<=164))  // Button: V (142, 181, 164, 205)
    {
      waitForIt(142, 181, 164, 205);
      updateStr('V');
    }
    if ((x>=173) && (x<=195))  // Button: B (173, 181, 195, 205)
    {
      waitForIt(173, 181, 195, 205);
      updateStr('B');
    }
    if ((x>=204) && (x<=226))  // Button: N (204, 181, 226, 205)
    {
      waitForIt(204, 181, 226, 205);
      updateStr('N');
    }
    if ((x>=235) && (x<=257))  // Button: M (235, 181, 257, 205)
    {
      waitForIt(235, 181, 257, 205);
      updateStr('M');
    }
  }


if ((y>=209) && (y<=237))  //  row 5
 {
   if ((x>=102) && (x<=220))  // Button: Clear 102, 209, 220, 237
   {
     waitForIt(102, 209, 220, 237);
     stCurrent[0]='\0';
     stCurrentLen=0;
     myGLCD.setColor(255, 255, 255);
     myGLCD.fillRoundRect(135, 30, 290, 65);
     myGLCD.setColor(255, 0, 0); // Set rectangle color to red
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.drawRoundRect (135, 30, 290, 65); // draw rectangle
}

if ((x>=2) && (x<=100))  // Button: Enter 2, 209, 100, 237
{
  waitForIt(2, 209, 100, 237);
  if (stCurrentLen>0)
  {
    for (x=0; x<=stCurrentLen+1; x++)
    {
      stLast[x]=stCurrent[x];
    }
    stCurrent[0]='\0';
    stCurrentLen=0;
    Serial.print("MODEL NUMBER");
    Serial.print(stLast);

    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.fillRect(135, 30, 290, 65);
    myGLCD.setColor(16, 167, 103);
    myGLCD.print(stLast, 145, 40);

  }
}

   if ((x>=222) && (x<=317))  // Button: NEXT (222, 209, 317, 237)
{
  waitForIt(222, 209, 317, 237);
  File dataFile = SD.open("DATALOG.csv", FILE_WRITE);
       if(dataFile)
         {
         dataFile.print("MODEL NUMBER :");
         dataFile.println(stLast);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 dataFile.print("Sensor 1");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 2");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 3");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 4");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 5");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 6");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 7");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 8");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 9");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 10");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 11");
 dataFile.print(",");
 dataFile.print("Sensor 12");
 dataFile.print(",");
 dataFile.println("NumData");
 dataFile.close();
 }
 else
 {
Serial.println("error opening datalog.csv");
 }
currentPage = '1'; // Indicates that we are Page2
Page2();// change to page2
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }
           }
          }
         }

//-----------------------------page 2---------------------------------
   if (currentPage == '1')
    {
   if (myTouch.dataAvailable())
   {
     myTouch.read();
     x=myTouch.getX();
     y=myTouch.getY();

          if ((y>=35) && (y<=95))
         {
          if ((x>=15) && (x<=145))  // Button: FRONT-LF 15, 35, 145, 95
          {
            comp[0] = 1;
           waitForIt(15, 35, 145, 95);
            currentPage = '2';
          FRLF();
       File dataFile = SD.open("datalog.csv", FILE_WRITE);
            if(dataFile)
             {
             dataFile.println("FRONT-LF");
             dataFile.close();
             }
            else
             {
            Serial.println("error opening datalog.csv");
             }
    }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

if ((y>=35) && (y<=95))
      {
       if ((x>=175) && (x<=305))  // Button: FRONT-LF 15, 35, 145, 95
       {
         comp[1] = 1;
       waitForIt(175, 35, 305, 95);
        currentPage = '3';
      FRRH();
      File dataFile = SD.open("datalog.csv", FILE_WRITE);
         if(dataFile)
          {
          dataFile.println("FRONT-RH");
          dataFile.close();
          }
         else
          {
         Serial.println("error opening datalog.csv");
          }
 }
}

if ((y>=135) && (y<=195))
      {
       if ((x>=15) && (x<=145))  // Button: FRONT-LF 15, 35, 145, 95
       {
         comp[2] = 1;
       waitForIt(15, 135, 145, 195);
        currentPage = '4';
      RRLF();
File dataFile = SD.open("datalog.csv", FILE_WRITE);
         if(dataFile)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            {
             dataFile.println("REAR-LF");
             dataFile.close();
             }
            else
             {
            Serial.println("error opening datalog.csv");
             }
       }
}

if ((y>=135) && (y<=195))
      {
       if ((x>=175) && (x<=305))  // Button: FRONT-LF 15, 35, 145, 95
       {
        comp[3] = 1;
       waitForIt(175, 135, 305, 195);
        currentPage = '5';
       RRRH();
File dataFile = SD.open("datalog.csv", FILE_WRITE);
          if(dataFile)
            {
             dataFile.println("REAR-RH");
             dataFile.close();
             }
            else
             {
            Serial.println("error opening datalog.csv");
             }
           }
        }
      }
}
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//-------------------------page 3----------------
if (currentPage == '2' || currentPage == '3' || currentPage == '4' || currentPage == '5')
    {
   if (myTouch.dataAvailable())
   {
    myTouch.read();
    x=myTouch.getX();
    y=myTouch.getY();

          if ((y>=105) && (y<=145))
         {
          if ((x>=200) && (x<=300))  // Button: FRONT-LF 15, 35, 145, 95
          {
          waitForIt(200, 105, 300, 145);
         Page11();

     for ( int thisReading = 0; thisReading < numReadings; thisReading++) {
          sensorValueA = analogRead(sensorPinA);
          sensorValueB = analogRead(sensorPinB);
          sensorValueC = analogRead(sensorPinC);
          sensorValueD = analogRead(sensorPinD);
          sensorValueE = analogRead(sensorPinE);
          sensorValueF = analogRead(sensorPinF);
          sensorValueG = analogRead(sensorPinG);
          sensorValueH = analogRead(sensorPinH);
          sensorValueI = analogRead(sensorPinI);
          sensorValueJ = analogRead(sensorPinJ);
          sensorValueK = analogRead(sensorPinK);
          sensorValueL = analogRead(sensorPinL);


          sensorValueA = analogRead(sensorPinA);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  totalA = totalA + sensorValueA;
  sensorValueB = analogRead(sensorPinB);
  totalB = totalB + sensorValueB;
  sensorValueC = analogRead(sensorPinC);
  totalC = totalC + sensorValueC;
  sensorValueD = analogRead(sensorPinD);
  totalD = totalD + sensorValueD;
  sensorValueE = analogRead(sensorPinE);
  totalE = totalE + sensorValueE;
  sensorValueF = analogRead(sensorPinF);
  totalF = totalF + sensorValueF;
  sensorValueG = analogRead(sensorPinG);
  totalG = totalG + sensorValueG;
  sensorValueH = analogRead(sensorPinH);
  totalH = totalH + sensorValueH;
  sensorValueI = analogRead(sensorPinI);
  totalI = totalI + sensorValueI;
  sensorValueJ = analogRead(sensorPinJ);
  totalJ = totaJ + sensorValueJ;
  sensorValueK = analogRead(sensorPinK);
  totalK = totalK + sensorValueK;
  sensorValueL = analogRead(sensorPinL);
  totalL = totalL + sensorValueL;

  readIndex = readIndex + 1;

for (int i=0; i<26; i++){
  averageA = totalA / readIndex;
  ReadA = averageA ;
     if
      (matrixA[i][0]>ReadA)
      {
       Upper = i ;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Lower = i-1 ; i=26;
          Serial.print("A=");
          Serial.println(averageA);
          forceSensorA=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadA-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
          Serial.print("FORCEA :");
          Serial.println(forceSensorA);
              }
            }

          for (int i=0; i<26; i++){
          averageB = totalB / readIndex;
          ReadB = averageB ;
            if
            (matrixA[i][0]>ReadB)
            {
              Upper = i ;
              Lower = i-1 ; i=26;
          Serial.print("B=");
          Serial.println(averageB);
          forceSensorB=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadB-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
          Serial.print("FORCEB :");
          Serial.println(forceSensorB);
              }
            }

          for (int i=0; i<26; i++){
          averageC = totalC / readIndex;
          ReadC = averageC ;
            if
            (matrixA[i][0]>ReadC)
            {
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Upper = i ;
            Lower = i-1 ; i=26;
        Serial.print("C=");
        Serial.println(averageC);
        forceSensorC=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadC-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
        Serial.print("FORCEC :");
        Serial.println(forceSensorC);
            }
          }

        for (int i=0; i<26; i++){
        averageD = totalD / readIndex;
        ReadD = averageD ;
          if
          (matrixA[i][0]>ReadD)
          {
           Upper = i ;
           Lower = i-1 ; i=26;
        Serial.print("D=");
        Serial.println(averageD);
        forceSensorD=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadD-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
        Serial.print("FORCED :");
        Serial.println(forceSensorD);
            }
          }

        for (int i=0; i<26; i++){
        averageE = totalE / readIndex;
        ReadE = averageE ;
          if
          (matrixA[i][0]>ReadE)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            {
             Upper = i ;
             Lower = i-1 ; i=26;
          Serial.print("E=");
          Serial.println(averageE);
          forceSensorE=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadE-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
          Serial.print("FORCEE :");
          Serial.println(forceSensorE);
                }
            }

          for (int i=0; i<26; i++){
          averageF = totalF / readIndex;
          ReadF = averageF ;
            if
            (matrixA[i][0]>ReadF)
            {
             Upper = i ;
            Lower = i-1 ; i=26;
          Serial.print("F=");
          Serial.println(averageF);
          forceSensorF=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadF-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
          Serial.print("FORCEF :");
          Serial.println(forceSensorF);
                }
            }

          for (int i=0; i<26; i++){
          averageG = totalG / readIndex;
          ReadG = averageG ;
            if
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            (matrixA[i][0]>ReadG)
            {
             Upper = i ;
             Lower = i-1 ; i=26;
          Serial.print("G=");
          Serial.println(averageG);
          forceSensorG=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadG-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
          Serial.print("FORCEG :");
          Serial.println(forceSensorG);
                }
            }

           for (int i=0; i<26; i++){
          averageH = totalH / readIndex;
          ReadH = averageH ;
            if
            (matrixA[i][0]>ReadH)
            {
             Upper = i ;
            Lower = i-1 ; i=26;
          Serial.print("H=");
          Serial.println(averageH);
          forceSensorH=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadH-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
          Serial.print("FORCEH :");
          Serial.println(forceSensorH);
                }
            }

          for (int i=0; i<26; i++){
          averageI = totalI / readIndex;
          ReadI = averageI ;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if
             (matrixA[i][0]>ReadI)
             {
              Upper = i ;
              Lower = i-1 ; i=26;
          Serial.print("I=");
          Serial.println(averageI);
          forceSensorI=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadI-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
          Serial.print("FORCEI :");
          Serial.println(forceSensorI);
                }
             }

          for (int i=0; i<26; i++){
          averageJ = totalJ / readIndex;
          ReadJ = averageJ ;
             if
             (matrixA[i][0]>ReadJ)
             {
              Upper = i ;
              Lower = i-1 ; i=26;
          Serial.print("J=");
          Serial.println(averageJ);
          forceSensorJ=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadJ-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
          Serial.print("FORCEJ :");
          Serial.println(forceSensorJ);
                }
             }

                for (int i=0; i<26; i++){
          averageK = totalK / readIndex;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            ReadK = averageK ;
               if
                (matrixA[i][0]>ReadK)
                {
                 Upper = i ;
                 Lower = i-1 ; i=26;
            Serial.print("K=");
            Serial.println(averageK);
            forceSensorK=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadK-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
            Serial.print("FORCEK :");
            Serial.println(forceSensorK);
                  }
                 }

            for (int i=0; i<26; i++){
            averageL = totalL / readIndex;
            ReadL = averageL ;
               if
                (matrixA[i][0]>ReadL)
                {
                 Upper = i ;
                 Lower = i-1 ; i=26;
            Serial.print("L=");
            Serial.println(averageL);
            forceSensorL=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadL-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
            Serial.print("FORCEL :");
            Serial.println(forceSensorL);
                  }
                 }

            delay(100);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      if (readIndex >= numReadings)
       {
         if(currentPage == '2') {
        currentPage = '6';
        SFRLF();
       }
      if(currentPage == '3') {
         currentPage = '7';
         SFRRH();
       }
      if(currentPage == '4') {
         currentPage = '8';
         SRRLF();
       }
      if(currentPage == '5') {
         currentPage = '9';
         SRRRH();
       }
       }
      }
     }

    }
  }

//--------------------------page 7-------------------------
if (currentPage == '7' || currentPage == '8' || currentPage == '6' || currentPage == '9')
     {
    if (myTouch.dataAvailable())
    {
      myTouch.read();
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
x=myTouch.getX();
y=myTouch.getY();

      if ((y>=205) && (y<=235))
     {
       if ((x>=268) && (x<=317))  // Button: SAVE
       {
         waitForIt(268, 205, 317, 235);
       File dataFile = SD.open("datalog.csv", FILE_WRITE);
       if (dataFile) {
         // Force sensor 1
         dataFile.print(forceSensorA);
         dataFile.print(",");

        // Force sensor 2
         dataFile.print(forceSensorB);
         dataFile.print(",");

        // Force sensor 3
         dataFile.print(forceSensorC);
         dataFile.print(",");

         // Force sensor 4
         dataFile.print(forceSensorD);
         dataFile.print(",");

        // Force sensor 5
         dataFile.print(forceSensorE);
         dataFile.print(",");

        // Force sensor 6
         dataFile.print(forceSensorF);
         dataFile.print(",");
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 // Force sensor 7
 dataFile.print(forceSensorG);
 dataFile.print(",");

// Force sensor 8
 dataFile.print(forceSensorH);
 dataFile.print(",");

// Force sensor 9
 dataFile.print(forceSensorI);
 dataFile.print(",");

 // Force sensor 10
 dataFile.print(forceSensorJ);
 dataFile.print(",");

// Force sensor 11
 dataFile.print(forceSensorK);
 dataFile.print(",");

// Force sensor 12
 dataFile.print(forceSensorL);
 dataFile.print(",");

// number of data
 dataFile.println(readIndex);
 dataFile.close();

readIndex = 0;

forceSensorA = 0;
averageA = 0;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
totalA = 0;
sensorValueA = 0;

forceSensorB = 0;
averageB = 0;
totalB = 0;
sensorValueB = 0;

forceSensorC = 0;
averageC = 0;
totalC = 0;
sensorValueC = 0;

forceSensorD = 0;
averageD = 0;
totalD = 0;
sensorValueD = 0;

forceSensorE = 0;
averageE = 0;
totalE = 0;
sensorValueE = 0;

forceSensorF = 0;
averageF = 0;
totalF = 0;
sensorValueF = 0;

forceSensorG = 0;
averageG = 0;
totalG = 0;
sensorValueG = 0;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
forceSensorH = 0;
averageH = 0;
totalH = 0;
sensorValueH = 0;

forceSensorI = 0;
averageI = 0;
totalI = 0;
sensorValueI = 0;

forceSensorJ = 0;
averageJ = 0;
totalJ = 0;
sensorValueJ = 0;

forceSensorK = 0;
averageK = 0;
totalK = 0;
sensorValueK = 0;

forceSensorL = 0;
averageL = 0;
totalL = 0;
sensorValueL = 0;

if(comp[0] == 1 && comp[1] ==1 && comp[2] ==1 && comp[3] ==1)
{
  comp[0] == 0;
  comp[1] == 0;
  comp[2] == 0;
  comp[3] == 0;
  currentPage = 'A';
  Page10();
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
else{
  currentPage = '1'; // Indicates that we are Page2
    Page2();
}
  }
else {
  Serial.println("error opening datalog.csv");
    }
}
}

if ((y>=205) && (y<=235))
{
 if ((x>=3) && (x<=52))  // Button: FRONT-LF 15, 35, 145, 95
 {
 waitForIt(3, 205, 52, 235);
 readIndex = 0;



Page11();
 for ( int thisReading = 0; thisReading < numReadings; thisReading++) {
 sensorValueA = analogRead(sensorPinA);
 sensorValueB = analogRead(sensorPinB);
 sensorValueC = analogRead(sensorPinC);
 sensorValueD = analogRead(sensorPinD);
 sensorValueE = analogRead(sensorPinE);
 sensorValueF = analogRead(sensorPinF);
 sensorValueG = analogRead(sensorPinG);
 sensorValueH = analogRead(sensorPinH);
 sensorValueI = analogRead(sensorPinI);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  sensorValueJ = analogRead(sensorPinJ);
  sensorValueK = analogRead(sensorPinK);
  sensorValueL = analogRead(sensorPinL);


  sensorValueA = analogRead(sensorPinA);
  totalA = totalA + sensorValueA;
  sensorValueB = analogRead(sensorPinB);
  totalB = totalB + sensorValueB;
  sensorValueC = analogRead(sensorPinC);
  totalC = totalC + sensorValueC;
  sensorValueD = analogRead(sensorPinD);
  totalD = totalD + sensorValueD;
  sensorValueE = analogRead(sensorPinE);
  totalE = totalE + sensorValueE;
  sensorValueF = analogRead(sensorPinF);
  totalF = totalF + sensorValueF;
  sensorValueG = analogRead(sensorPinG);
  totalG = totalG + sensorValueG;
  sensorValueH = analogRead(sensorPinH);
  totalH = totalH + sensorValueH;
  sensorValueI = analogRead(sensorPinI);
  totalI = totalI + sensorValueI;
  sensorValueJ = analogRead(sensorPinJ);
  totalJ = totalJ + sensorValueJ;
  sensorValueK = analogRead(sensorPinK);
  totalK = totalK + sensorValueK;
  sensorValueL = analogRead(sensorPinL);
  totalL = totalL + sensorValueL;

  readIndex = readIndex + 1;

for (int i=0; i<26; i++){
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
averageA = totalA / readIndex;
ReadA = averageA ;
   if
    (matrixA[i][0]>ReadA)
    {
     Upper = i ;
     Lower = i-1 ; i=26;
Serial.print("A=");
Serial.println(averageA);
forceSensorA=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadA-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
Serial.print("FORCEA :");
Serial.println(forceSensorA);
      }
     }
for (int i=0; i<26; i++){
averageB = totalB / readIndex;
ReadB = averageB ;
   if
    (matrixA[i][0]>ReadB)
    {
     Upper = i ;
     Lower = i-1 ; i=26;
Serial.print("B=");
Serial.println(averageB);
forceSensorB=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadB-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
Serial.print("FORCEB :");
Serial.println(forceSensorB);
      }
     }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
for (int i=0; i<26; i++){
averageC = totalC / readIndex;
ReadC = averageC ;
   if
    (matrixA[i][0]>ReadC)
    {
     Upper = i ;
     Lower = i-1 ; i=26;
Serial.print("C=");
Serial.println(averageC);
forceSensorC=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadC-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
Serial.print("FORCEC :");
Serial.println(forceSensorC);
      }
     }

for (int i=0; i<26; i++){
averageD = totalD / readIndex;
ReadD = averageD ;
   if
    (matrixA[i][0]>ReadD)
    {
     Upper = i ;
     Lower = i-1 ; i=26;
Serial.print("D=");
Serial.println(averageD);
forceSensorD=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadD-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
Serial.print("FORCED :");
Serial.println(forceSensorD);
       }
     }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        for (int i=0; i<26; i++){
        averageE = totalE / readIndex;
        ReadE = averageE ;
           if
            (matrixA[i][0]>ReadE)
            {
             Upper = i ;
             Lower = i-1 ; i=26;
        Serial.print("E=");
        Serial.println(averageE);
        forceSensorE=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadE-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
        Serial.print("FORCEE :");
        Serial.println(forceSensorE);
              }
            }

        for (int i=0; i<26; i++){
        averageF = totalF / readIndex;
        ReadF = averageF ;
           if
            (matrixA[i][0]>ReadF)
            {
             Upper = i ;
             Lower = i-1 ; i=26;
        Serial.print("F=");
        Serial.println(averageF);
        forceSensorF=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadF-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
        Serial.print("FORCEF :");
        Serial.println(forceSensorF);
              }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        }

    for (int i=0; i<26; i++){
    averageG = totalG / readIndex;
    ReadG = averageG ;
      if
       (matrixA[i][0]>ReadG)
       {
        Upper = i ;
        Lower = i-1 ; i=26;
    Serial.print("G=");
    Serial.println(averageG);
    forceSensorG=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadG-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
    Serial.print("FORCEG :");
    Serial.println(forceSensorG);
        }
       }

     for (int i=0; i<26; i++){
    averageH = totalH / readIndex;
    ReadH = averageH ;
      if
       (matrixA[i][0]>ReadH)
       {
        Upper = i ;
        Lower = i-1 ; i=26;
    Serial.print("H=");
    Serial.println(averageH);
    forceSensorH=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadH-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
    Serial.print("FORCEH :");
    Serial.println(forceSensorH);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            }
          }

        for (int i=0; i<26; i++){
        averageI = totalI / readIndex;
        ReadI = averageI ;
           if
            (matrixA[i][0]>ReadI)
            {
             Upper = i ;
             Lower = i-1 ; i=26;
        Serial.print("I=");
        Serial.println(averageI);
        forceSensorI=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadI-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
        Serial.print("FORCEI :");
        Serial.println(forceSensorI);
            }
            }

        for (int i=0; i<26; i++){
        averageJ = totalJ / readIndex;
        ReadJ = averageJ ;
           if
            (matrixA[i][0]>ReadJ)
            {
             Upper = i ;
             Lower = i-1 ; i=26;
        Serial.print("J=");
        Serial.println(averageJ);
        forceSensorJ=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadJ-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
        Serial.print("FORCEJ :");
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Serial.println(forceSensorJ);
        }
      }


          for (int i=0; i<26; i++){
averageK = totalK / readIndex;
ReadK = averageK ;
   if
    (matrixA[i][0]>ReadK)
    {
     Upper = i ;
     Lower = i-1 ; i=26;
Serial.print("K=");
Serial.println(averageK);
forceSensorK=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadK-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
Serial.print("FORCEK :");
Serial.println(forceSensorK);
      }
     }

for (int i=0; i<26; i++){
averageL = totalL / readIndex;
ReadL = averageL ;
   if
    (matrixA[i][0]>ReadL)
    {
     Upper = i ;
     Lower = i-1 ; i=26;
Serial.print("L=");
Serial.println(averageL);
forceSensorL=(((matrixA[Upper][1]-matrixA[Lower][1])/(matrixA[Upper][0]-
matrixA[Lower][0]))*(ReadL-matrixA[Lower][0]))+matrixA[Lower][1];
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Serial.print("FORCEL :");
        Serial.println(forceSensorL);
              }
            }

        delay(100);

    if (readIndex >= numReadings)
     {
       if(currentPage == '6'){
      currentPage = '6';
      SFRLF();
       }
       if(currentPage == '7'){
      currentPage = '7';
      SFRRH();
       }
       if(currentPage == '8'){
      currentPage = '8';
      SRRLF();
       }
       if(currentPage == '9'){
      currentPage = '9';
      SRRRH();
       }
     }
    }
   }
  }
 }
}
```

//---------- 19 ----------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if (currentPage == 'A')
     {
    if (myTouch.dataAvailable())
    {
      myTouch.read();
      x=myTouch.getX();
      y=myTouch.getY();

            if ((y>=90) && (y<=140))
           {
            if ((x>=50) && (x<=270))  // Button: COMPLETE 50, 110, 270, 160
            {
            waitForIt(50, 90, 270, 140);
            currentPage = '0';
            setup();
           }
         }
       }
     }
   }
 }

// Page1 - Custom Function
void Page1()
{
  myGLCD.fillScr(255,255,255); // set screen background color

  myGLCD.setBackColor(255,255,255); // Sets the background color of the area where the text will
be printed to white
  myGLCD.setColor(0, 0, 0); // Set text color  to back
  myGLCD.setFont(SmallFont); // Set the font to big size
  myGLCD.print("page1", 280 , 0); // Prints the string on the screen
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setColor(255, 0, 0); // Set rectangle color to red
  myGLCD.drawRoundRect (135, 30, 290, 65); // draw rectangle

  myGLCD.setBackColor(255,255,255); // Sets the background color of the area where the text will
be printed to white
  myGLCD.setColor(0, 0, 0); // Set text color  to back
  myGLCD.setFont(BigFont); // Set the font to big size
  myGLCD.print("MODEL :", 20 , 40); // Prints the string on the screen

//botton raw 1
   // Button - 1
  myGLCD.setColor(165, 167, 165); // Sets gray color
  myGLCD.fillRoundRect (9, 93, 31, 117); // Draws filled rounded rectangle
  myGLCD.setFont(BigFont); // Sets the font to big
  myGLCD.setColor(255, 255, 255); // Sets color to black
  myGLCD.setBackColor(165, 167, 165); // Sets the background color of the area where the text
will be printed to green, same as the button
  myGLCD.print("1", 13, 97); // Prints the string

   // Button - 2
  myGLCD.setColor(165, 167, 165);
  myGLCD.fillRoundRect (40, 93, 62, 117);
  myGLCD.setFont(BigFont
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
  myGLCD.print("2", 44, 97);
   // Button - 3
  myGLCD.setColor(165, 167, 165);
  myGLCD.fillRoundRect (71, 93, 93, 117);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
  myGLCD.print("3", 75, 97);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  // Button - 4
 myGLCD.setColor(165, 167, 165);
 myGLCD.fillRoundRect (102, 93, 124, 117);
 myGLCD.setFont(BigFont);
 myGLCD.setColor(255, 255, 255);
 myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
 myGLCD.print("4", 106, 97);
  // Button - 5
 myGLCD.setColor(165, 167, 165);
 myGLCD.fillRoundRect (133, 93, 155, 117);
 myGLCD.setFont(BigFont);
 myGLCD.setColor(255, 255, 255);
 myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
 myGLCD.print("5", 137, 97);
  // Button - 6
 myGLCD.setColor(165, 167, 165);
 myGLCD.fillRoundRect (165, 93, 187, 117);
 myGLCD.setFont(BigFont);
 myGLCD.setColor(255, 255, 255);
 myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
 myGLCD.print("6", 169, 97);
  // Button - 7
 myGLCD.setColor(165, 167, 165);
 myGLCD.fillRoundRect (197, 93, 219, 117);
 myGLCD.setFont(BigFont);
 myGLCD.setColor(255, 255, 255);
 myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
 myGLCD.print("7", 201, 97);
  // Button - 8
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
 myGLCD.fillRoundRect (229, 93, 251, 117);
 myGLCD.setFont(BigFont);
 myGLCD.setColor(255, 255, 255);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("8", 233, 97);
 // Button - 9
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (261, 93, 283, 117);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("9", 265, 97);
 // Button - 0
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (292, 93, 314, 117);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("0", 296, 97);


//botton raw 2
 // Button - Q
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (9, 124, 31, 147);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("Q", 12, 128);
// Button - W
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (40, 124, 62, 147);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("W", 43, 128);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// Button - E
  myGLCD.setColor(165, 167, 165);
  myGLCD.fillRoundRect (71, 124, 93, 147);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
  myGLCD.print("E", 74, 128);
   // Button - R
  myGLCD.setColor(165, 167, 165);
  myGLCD.fillRoundRect (102, 124, 124, 147);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
  myGLCD.print("R", 105, 128);
   // Button - T
  myGLCD.setColor(165, 167, 165);
  myGLCD.fillRoundRect (133, 124, 155, 147);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
  myGLCD.print("T", 136, 128);
   // Button - Y
  myGLCD.setColor(165, 167, 165);
  myGLCD.fillRoundRect (165, 124, 187, 147);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
  myGLCD.print("Y", 169, 128);
   // Button - U
  myGLCD.setColor(165, 167, 165);
  myGLCD.fillRoundRect (197, 124, 219, 147);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
 myGLCD.print("U", 201, 128);
  // Button - I
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
 myGLCD.fillRoundRect (229, 124, 251, 147);
 myGLCD.setFont(BigFont);
 myGLCD.setColor(255, 255, 255);
 myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
 myGLCD.print("I", 233, 128);
  // Button - O
 myGLCD.setColor(165, 167, 165);
 myGLCD.fillRoundRect (261, 124, 283, 147);
 myGLCD.setFont(BigFont);
 myGLCD.setColor(255, 255, 255);
 myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
 myGLCD.print("O", 264, 128);
  // Button - P
 myGLCD.setColor(165, 167, 165);
 myGLCD.fillRoundRect (292, 124, 314, 147);
 myGLCD.setFont(BigFont);
 myGLCD.setColor(255, 255, 255);
 myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
 myGLCD.print("P", 295, 128);

//botton raw 3
  // Button - A
 myGLCD.setColor(165, 167, 165);
 myGLCD.fillRoundRect (20, 152, 42, 176);
 myGLCD.setFont(BigFont);
 myGLCD.setColor(255, 255, 255);
 myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
 myGLCD.print("A", 23, 156);
 // Button - S
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (51, 152, 73, 176);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("S", 54, 156);
 // Button - D
myGLCD.setColor(165, 167, 165); /
myGLCD.fillRoundRect (82, 152, 104, 176);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("D", 85, 156);
 // Button - F
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (113, 152, 135, 176);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("F", 116, 156);
 // Button - G
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (144, 152, 166, 176);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("G", 147, 156);
 // Button - H
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (175, 152, 197, 176);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
myGLCD.print("H", 178, 156);
 // Button - J
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (206, 152, 228, 176);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("J", 209, 156);
// Button - K
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (237, 152, 259, 176);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("K", 240, 156);
  // Button - L
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (268, 152, 290, 176);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("L", 271, 156);

//botton raw 4
  // Button - Z
myGLCD.setColor(165, 167, 165
myGLCD.fillRoundRect (49, 181, 71, 205);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("Z", 52, 185);
  // Button - X
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
myGLCD.fillRoundRect (80, 181, 102, 205);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("X", 83, 185);
  // Button - C
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (111, 181, 133, 205);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("C", 114, 185);
  // Button - V
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (142, 181, 164, 205);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("V", 145, 185);
  // Button - B
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (173, 181, 195, 205);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("B", 176, 185);
  // Button - N
myGLCD.setColor(165, 167, 165);
myGLCD.fillRoundRect (204, 181, 226, 205);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
myGLCD.print("N", 207, 185);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  // Button - M
  myGLCD.setColor(165, 167, 165);
  myGLCD.fillRoundRect (235, 181, 257, 205);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setBackColor(165, 167, 165);
  myGLCD.print("M", 238, 185);

//botton raw 5
  // Button - ENTER
  myGLCD.setColor(16, 167, 103);
  myGLCD.fillRoundRect (2, 209, 100, 237);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setBackColor(16, 167, 103);
  myGLCD.print("ENTER", 10, 216);
  // Button - CLEAR
  myGLCD.setColor(255, 0, 0);
  myGLCD.fillRoundRect (102, 209, 220, 237);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setBackColor(255, 0, 0);
  myGLCD.print("CLEAR",120, 216);
   // Button - NEXT
  myGLCD.setColor(0, 255, 0);
  myGLCD.fillRoundRect (222, 209, 317, 237);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setBackColor(0, 255, 0);
  myGLCD.print("NEXT",237, 216);
  }

 void Page2 () //page for select the door
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
 myGLCD.fillScr(255,255,255);
 myGLCD.setBackColor(255,255,255);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.setFont(SmallFont);
 myGLCD.print("page2", RIGHT , 0);

if (comp[0] == 1)
myGLCD.setColor(220, 220, 220);
else
myGLCD.setColor(0, 0, 255);
myGLCD.fillRoundRect (15, 35, 145, 95);

if (comp[0] == 1)
myGLCD.setBackColor(220, 220, 220
else
myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.print("FRONT-LF", 18 , 56);

if (comp[1] == 1)
myGLCD.setColor(220, 220, 220);
else
myGLCD.setColor(0, 0, 255);
myGLCD.fillRoundRect (175, 35, 305, 95);

if (comp[1] == 1)
myGLCD.setBackColor(220, 220, 220);
else
myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setFont(BigFont);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.print("FRONT-RH", 178 , 56);

  if (comp[2] == 1)
  myGLCD.setColor(220, 220, 220);
  else
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (15, 135, 145, 195);

  if (comp[2] == 1)
  myGLCD.setBackColor(220, 220, 220);
  else
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.print("REAR-LF", 24 , 156);

  if (comp[3] == 1)
  myGLCD.setColor(220, 220, 220);
  else
  myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  myGLCD.fillRoundRect (175, 135, 305, 195);

  if (comp[3] == 1)
  myGLCD.setBackColor(220, 220, 220);
  else
  myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setFont(BigFont);
  myGLCD.print("REAR-RH", 184 , 156);
 }

void waitForIt(int x1, int y1, int x2, int y2)
{
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    myGLCD.setColor(255, 255, 0);
    myGLCD.drawRoundRect (x1, y1, x2, y2);
    while (myTouch.dataAvailable())
    myTouch.read();
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.drawRoundRect (x1, y1, x2, y2);
}

void updateStr(int val)
{
  if (stCurrentLen<7)
   {
     stCurrent[stCurrentLen]=val;
     stCurrent[stCurrentLen+1]='\0';
     stCurrentLen++;
     myGLCD.setColor(0, 0, 255);
     myGLCD.setBackColor(255, 255, 255);
     myGLCD.print(stCurrent, 145, 40);
  }
  else
  {
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.fillRoundRect(140, 32, 280, 63);
    myGLCD.setColor(255, 0, 0);
    myGLCD.print("ERROR", 175, 40);
    delay(500);
    myGLCD.print("       ", 145, 40);
    delay(500);
    myGLCD.print("ERROR", 175, 40);
    delay(500);
    myGLCD.print(stCurrent, 145, 40);
    myGLCD.setColor(0, 0, 255);
  }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void Page11()
 {
    myGLCD.fillScr(255,255,255);
    myGLCD.setColor(16, 167, 103);
    myGLCD.drawRoundRect (50, 90, 270, 140);
    myGLCD.setBackColor(255,255,255);
    myGLCD.setColor(16, 167, 103);
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("Processing...", 60 , 105);
 }

void FRLF() //หน้าประตูFRONT-LF
 {
    myGLCD.fillScr(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 255);
    myGLCD.fillRoundRect (80, 10, 240, 40);
    myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("FRONT-LF", 98 , 17);
 //Start bottom
    myGLCD.setColor(16, 167, 103);
    myGLCD.fillRoundRect (200, 105, 300, 145);
    myGLCD.setBackColor(16, 167, 103);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("START", 210 ,118 );
//Door pic.
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.drawLine(88,70,160,70);
  myGLCD.drawLine(160,70,160,210);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.drawLine(40,210,160,210);
  myGLCD.drawLine(40,140,40,210);
  myGLCD.drawLine(40,140,88,70);
//Position
// P1
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P1", 100 ,52);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(105,70,4);
// P2
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P2", 135 ,52);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(140,70,4);
// P3
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P3", 170 ,90);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(160,95,4);
// P4
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P4", 170 ,135);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(160,140,4);
// P5
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P5", 170 ,180);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(160,185,4);
// P6
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P6", 135 ,220);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(140,210,4);
// P7
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P7", 95 ,220);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(100,210,4);
// P8
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P8", 55 ,220);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(60,210,4);
// P9
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P9", 20 ,185);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.fillCircle(40,190,4);
// P10
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P10", 13 ,155);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(40,160,4);
// P11
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P11", 25 ,112);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(55,118,4);
// P12
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P12", 46 ,84);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(75,90,4);
  }

void FRRH() //หน้าประตูFRONT-RH
  {
    myGLCD.fillScr(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 255);
    myGLCD.fillRoundRect (80, 10, 240, 40);
    myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("FRONT-RH", 98 , 17);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// Start bottom
myGLCD.setColor(16, 167, 103);
myGLCD.fillRoundRect (200, 105, 300, 145);
myGLCD.setBackColor(16, 167, 103);
myGLCD.setColor(255, 255, 255);
myGLCD.setFont(BigFont);
myGLCD.print("START", 210 ,118 );
//Door pic.
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.drawLine(40,70,112,70);
myGLCD.drawLine(112,70,160,140);
myGLCD.drawLine(160,140,160,210);
myGLCD.drawLine(40,210,160,210);
myGLCD.drawLine(40,70,40,210);
//Position
// P1
myGLCD.setBackColor(255,255,255);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.setFont(SmallFont);
myGLCD.print("P1", 55 ,52);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.fillCircle(60,70,4);
// P2
myGLCD.setBackColor(255,255,255);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.setFont(SmallFont);
myGLCD.print("P2", 90 ,52);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.fillCircle(95,70,4);
// P3
myGLCD.setBackColor(255,255,255);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.setFont(SmallFont);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 myGLCD.print("P3", 133 ,85);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.fillCircle(125,90,4);
// P4
 myGLCD.setBackColor(255,255,255);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.setFont(SmallFont);
 myGLCD.print("P4", 153 ,113);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.fillCircle(145,118,4);
// P5
 myGLCD.setBackColor(255,255,255);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.setFont(SmallFont);
 myGLCD.print("P5", 170 ,155);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.fillCircle(160,160,4);
// P6
 myGLCD.setBackColor(255,255,255);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.setFont(SmallFont);
 myGLCD.print("P6", 170 ,185);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.fillCircle(160,190,4);
 // P7
 myGLCD.setBackColor(255,255,255);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.setFont(SmallFont);
 myGLCD.print("P7", 135 ,220);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.fillCircle(140,210,4);
 // P8
 myGLCD.setBackColor(255,255,255);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.setFont(SmallFont);
myGLCD.print("P8", 95 ,220);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.fillCircle(100,210,4);
// P9
myGLCD.setBackColor(255,255,255);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.setFont(SmallFont);
myGLCD.print("P9", 55 ,220);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.fillCircle(60,210,4);
// P10
myGLCD.setBackColor(255,255,255);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.setFont(SmallFont);
myGLCD.print("P10", 13 ,180);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.fillCircle(40,185,4);
// P11
myGLCD.setBackColor(255,255,255);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.setFont(SmallFont);
myGLCD.print("P11", 13 ,135);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.fillCircle(40,140,4);
// P12
myGLCD.setBackColor(255,255,255);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.setFont(SmallFont);
myGLCD.print("P12", 13 ,90);
myGLCD.setColor(0, 0, 0);
myGLCD.fillCircle(40,95,4);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void RRLF() //หน้าประตูREAR-LH
 {
    myGLCD.fillScr(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 255);
    myGLCD.fillRoundRect (80, 10, 240, 40);
    myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("REAR-LH", 105 , 17);
    // Start buttom
   myGLCD.setColor(16, 167, 103);
   myGLCD.fillRoundRect (200, 105, 300, 145);
   myGLCD.setBackColor(16, 167, 103);
   myGLCD.setColor(255, 255, 255);
   myGLCD.setFont(BigFont);
   myGLCD.print("START", 210 ,118 );


//Door pic.
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.drawLine(40,70,160,70);
  myGLCD.drawLine(160,70,160,210);
  myGLCD.drawLine(40,210,160,210);
  myGLCD.drawLine(40,70,40,210);
//ตำแหน่ง
// P1
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P1", 55 ,52);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.fillCircle(60,70,4);
// P2
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P2", 95 ,52);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(100,70,4);
// P3
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P3", 135 ,52);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(140,70,4);
// P4
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P4", 170 ,90);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(160,95,4);
// P5
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P5", 170 ,135);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(160,140,4);
// P6
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.print("P6", 170 ,180);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(160,185,4);
// P7
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P7", 135 ,220);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(140,210,4);
// P8
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P8", 95 ,220);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(100,210,4);
// P9
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P9", 55 ,220);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(60,210,4);
// P10
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P10", 13 ,180);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(40,185,4);
// P11
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P11", 13 ,135);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(40,140,4);
// P12
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P12", 13 ,90);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(40,95,4);
 }

void RRRH() //หน้าประตูREAR-RH
 {
   myGLCD.fillScr(255,255,255);
   myGLCD.setColor(0, 0, 255);
    myGLCD.fillRoundRect (80, 10, 240, 40);
    myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("REAR-RH", 105 , 17);
   // Start buttom
    myGLCD.setColor(16, 167, 103);
    myGLCD.fillRoundRect (200, 105, 300, 145);
    myGLCD.setBackColor(16, 167, 103);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("START", 210 ,118 );
   //Door pic.
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.drawLine(40,70,160,70);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.drawLine(160,70,160,210);
  myGLCD.drawLine(40,210,160,210);
  myGLCD.drawLine(40,70,40,210);
//Position
// P1
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P1", 55 ,52);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(60,70,4);
// P2
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P2", 95 ,52);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(100,70,4);
// P3
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P3", 135 ,52);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(140,70,4);
// P4
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P4", 170 ,90);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(160,95,4);
// P5
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    myGLCD.setBackColor(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.print("P5", 170 ,135);
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(160,140,4);
   // P6
    myGLCD.setBackColor(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.print("P6", 170 ,180);
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(160,185,4);
  // P7
    myGLCD.setBackColor(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.print("P7", 135 ,220);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(140,210,4);
// P8
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P8", 95 ,220);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(100,210,4);
// P9
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P9", 55 ,220);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.fillCircle(60,210,4);
// P10
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P10", 13 ,180);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(40,185,4);
// P11
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P11", 13 ,135);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(40,140,4);
// P12
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P12", 13 ,90);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.fillCircle(40,95,4);
 }

void SFRLF() //หน้าประตูFRONT-LFแสดงผล
  {
    myGLCD.fillScr(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 255);
    myGLCD.fillRoundRect (5, 5, 235, 30);
    myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("FORCE:FRONT-LF", 8 , 10);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// Repeat buttom
  myGLCD.setColor(255, 0, 0);
  myGLCD.fillRoundRect (3, 205, 52, 235);
  myGLCD.setBackColor(255, 0, 0);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("REPEAT", 5 , 215);
 // Save buttom
  myGLCD.setColor(16,167,103);
  myGLCD.fillRoundRect (268, 205, 317, 235);
  myGLCD.setBackColor(16,167,103);
  myGLCD.setColor(255, 255, 255);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("SAVE", 278 , 215);
 //รูปประตู
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.drawLine(148,60,220,60);
  myGLCD.drawLine(220,60,220,200);
 myGLCD.drawLine(100,200,220,200);
 myGLCD.drawLine(100,130,100,200);
 myGLCD.drawLine(100,130,148,60);
//Position
// P1
 myGLCD.setBackColor(255,255,255);
 myGLCD.setColor(0, 0, 0);
 myGLCD.setFont(SmallFont);
 myGLCD.print(":P1", 150 ,42);
 if (forceSensorA>=1.2) {
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(165,60,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    myGLCD.fillCircle(165,60,4);
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorA, 4, 95 ,42);
// P2
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P2:", 195 ,42);
  if (forceSensorB>=1.2 ) {
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(200,60,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0); \
    myGLCD.fillCircle(200,60,4);
    }
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.printNumF(forceSensorB, 4, 215 ,42);
// P3
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P3:", 230 ,80);
  if (forceSensorC>=1.2) {
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(220,85,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(220,85,4);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorC, 4, 250 ,80);
// P4
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P4:", 230 ,125);
  if (forceSensorD>=1.2){
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(220,130,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(220,130,4);
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorD, 4, 250 ,125);
// P5
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P5:", 230 ,170);
  if (forceSensorE>=1.2) {
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(220,175,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(220,175,4);
    }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorE, 4, 250 ,170);
// P6
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P6:", 190 ,210);
  if (forceSensorF>=1.2) {
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(200,200,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(200,200,4);
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorF, 4, 210 ,210);
// P7
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P7", 155 ,210);
  if (forceSensorG>=1.2) {
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(160,200,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(160,200,4);
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorG, 4, 135 ,220);
// P8
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P8", 107 ,210);
  if (forceSensorH>=1.2) {
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(120,200,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(120,200,4);
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorH, 4, 215 ,210);
// P9
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P9", 73 ,175);
  if (forceSensorI>=1.2){
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(100,180,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(100,180,4);
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    myGLCD.printNumF(forceSensorI, 4, 18 ,175);
// P10
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P10", 65 ,145);
  if (forceSensorJ>=1.2) {
     myGLCD.setColor(0, 255, 0);
     myGLCD.fillCircle(100,150,4);
     }
     else {
     myGLCD.setColor(225, 0, 0);
     myGLCD.fillCircle(100,150,4);
     }
     myGLCD.setColor(0, 0, 0);
     myGLCD.setFont(SmallFont);
     myGLCD.printNumF(forceSensorJ, 4, 10 ,145);

// P11
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P11", 80 ,102)
  if (forceSensorK>=1.2) {
     myGLCD.setColor(0, 255, 0);
     myGLCD.fillCircle(115,108,4);
     }
     else {
     myGLCD.setColor(225, 0, 0);
     myGLCD.fillCircle(115,108,4);
     }
     myGLCD.setColor(0, 0, 0);
     myGLCD.setFont(SmallFont);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    myGLCD.printNumF(forceSensorK, 4, 25 ,102);
// P12
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P12", 101 ,74);
  if (forceSensorL>=1.2) {
     myGLCD.setColor(0, 255, 0);
     myGLCD.fillCircle(135,80,4);
     }
     else {
     myGLCD.setColor(225, 0, 0);
     myGLCD.fillCircle(135,80,4);
     }
     myGLCD.setColor(0, 0, 0);
     myGLCD.setFont(SmallFont);
     myGLCD.printNumF(forceSensorL, 4, 45 ,74);
  }
void Page10()
  {
    myGLCD.fillScr(255,255,255);
    myGLCD.setBackColor(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.print("page10", RIGHT , 0);
   //Complete buttom
    myGLCD.setColor(16, 167, 103);
    myGLCD.fillRoundRect (50, 90, 270, 140);
    myGLCD.setBackColor(16, 167, 103);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("COMPLETE", 90 , 105);
  }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void SFRRH() //หน้าประตูFRONT-RHแสดงผล
{
    myGLCD.fillScr(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 255);
    myGLCD.fillRoundRect (5, 5, 235, 30);
    myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(BigFont);
    myGLCD.print("FORCE:FRONT-RH", 8 , 10);
  // Repete buttom
    myGLCD.setColor(255, 0, 0);
    myGLCD.fillRoundRect (3, 205, 52, 235);
    myGLCD.setBackColor(255, 0, 0);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.print("REPEAT", 5 , 215);

     myGLCD.setColor(16,167,103);
     myGLCD.fillRoundRect (268, 205, 317, 235);
     myGLCD.setBackColor(16,167,103);
     myGLCD.setColor(255, 255, 255);
     myGLCD.setFont(SmallFont);
     myGLCD.print("SAVE", 278 , 215);
  //Door pic.
     myGLCD.setColor(0, 0, 0);
     myGLCD.drawLine(100,60,172,60);
     myGLCD.drawLine(172,60,220,130);
     myGLCD.drawLine(220,130,220,200);
     myGLCD.drawLine(100,200,220,200);
     myGLCD.drawLine(100,60,100,200);
  //ตำแหน่ง
  // P1
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P1", 107 ,42);
  if (forceSensorA>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(120,60,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(120,60,4);
       }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorA, 4, 50 ,42);
// P2
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P2:", 145 ,42);
  if (forceSensorB>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(155,60,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
       myGLCD.fillCircle(155,60,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorB, 4,165 ,42);
// P3
   myGLCD.setBackColor(255,255,255);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P3:", 193 ,75);
  if (forceSensorC>=1.2){
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(185,80,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(185,80,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorC, 4, 213 ,75);
// P4
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P4:", 213 ,103);
  if (forceSensorD>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(205,108,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(205,108,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorD, 4, 233 ,103);
// P5
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P5:", 230 ,145);
  if (forceSensorE>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,150,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,150,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorE, 4, 250 ,145);
// P6
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P6:", 230 ,175);
  if (forceSensorF>=1.2){
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,180,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,180,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
       myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorF, 4, 250 ,175);
 // P7
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.print("P7:", 190 ,210);
  if (forceSensorG>=1.2){
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(200,200,4);
      }
      else {
       myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(200,200,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorG, 4, 210 ,210);
// P8
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P8", 155 ,210);
  if (forceSensorH>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(160,200,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(160,200,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorH, 4, 135 ,220);
// P9
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P9", 107 ,210);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  if (forceSensorI>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(120,200,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(120,200,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorI, 4, 53 ,210);
// P10
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P10", 65 ,170);
  if (forceSensorJ>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(100,175,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(100,175,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorJ, 4, 10 ,170);
// P11
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P11", 65 ,125);
  if (forceSensorK>=1.2) {
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        myGLCD.setColor(0, 255, 0);
        myGLCD.fillCircle(100,130,4);
        }
        else {
        myGLCD.setColor(225, 0, 0);
        myGLCD.fillCircle(100,130,4);
        }
        myGLCD.setColor(0, 0, 0);
        myGLCD.setFont(SmallFont);
        myGLCD.printNumF(forceSensorK, 4, 10 ,125);
  // P12
    myGLCD.setBackColor(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.print(":P12", 65 ,80);
    if (forceSensorL>=1.2){
        myGLCD.setColor(0, 255, 0);
        myGLCD.fillCircle(100,85,4);
        }
        else {
        myGLCD.setColor(225, 0, 0);
        myGLCD.fillCircle(100,85,4);
        }
        myGLCD.setColor(0, 0, 0);
        myGLCD.setFont(SmallFont);
        myGLCD.printNumF(forceSensorL, 4, 10 ,80);
        }

void SRRRH() //หน้าประตูREAR-RHแสดงผล
 {
    myGLCD.fillScr(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 255);
    myGLCD.fillRoundRect (5, 5, 230, 30);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
      myGLCD.setColor(255, 255, 255);
     myGLCD.setFont(BigFont);
     myGLCD.print("FORCE:REAR-RH", 8 , 10);
   // Repeat buttom
     myGLCD.setColor(255, 0, 0);
     myGLCD.fillRoundRect (3, 205, 52, 235);
     myGLCD.setBackColor(255, 0, 0);
     myGLCD.setColor(255, 255, 255);
     myGLCD.setFont(SmallFont); //
     myGLCD.print("REPEAT", 5 , 215);
   // Save buttom
     myGLCD.setColor(16,167,103);
     myGLCD.fillRoundRect (268, 205, 317, 235);
     myGLCD.setBackColor(16,167,103);
     myGLCD.setColor(255, 255, 255);
     myGLCD.setFont(SmallFont);
     myGLCD.print("SAVE", 278 , 215);
//Door pic.
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.drawLine(100,60,220,60);
  myGLCD.drawLine(220,60,220,200);
  myGLCD.drawLine(100,200,220,200);
  myGLCD.drawLine(100,60,100,200);
//Position
// P1
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P1", 107 ,42);
  if (forceSensorA>=1.2) {
       myGLCD.setColor(0, 255, 0);
       myGLCD.fillCircle(120,60,4);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
     else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(120,60,4);
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorA, 4, 53 ,42);
// P2
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P2", 155 ,42);
  if (forceSensorB>=1.2){
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(160,60,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(160,60,4);
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorB, 4,130 ,32);
// P3
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P3:", 195 ,42);
  if (forceSensorC>=1.2) {
     myGLCD.setColor(0, 255, 0);
     myGLCD.fillCircle(200,60,4);
     }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(200,60,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorC, 4, 220 ,42);
// P4
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P4:", 230 ,80);
  if (forceSensorD>=1.2)  {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,85,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,85,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorD, 4, 250 ,80);
// P5
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P5:", 230 ,125);
  if (forceSensorE>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,130,4);
      }
      else {
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,130,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorE, 4,250 ,125);
// P6
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P6:", 230 ,170);
  if (forceSensorF>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,175,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,175,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
     myGLCD.printNumF(forceSensorF, 4, 250 ,170);
// P7
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P7:", 190 ,210);
  if (forceSensorG>=1.2){
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(200,200,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      myGLCD.fillCircle(200,200,4);
      }
     myGLCD.setColor(0, 0, 0);
     myGLCD.setFont(SmallFont);
     myGLCD.printNumF(forceSensorG, 4, 210 ,210);
// P8
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P8", 155 ,210);
  if (forceSensorH>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(160,200,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(160,200,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorH, 4, 135 ,220);
// P9
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P9", 107 ,210);
  if (forceSensorI>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(120,200,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(120,200,4);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorI, 4, 53 ,210);
// P10
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P10", 65 ,170);
  if (forceSensorJ>=1.2) {
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(100,175,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(100,175,4);
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorJ, 4, 10 ,170);
// P11
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P11", 65 ,125);
  if (forceSensorK>=1.2) {
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(100,130,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0);
    myGLCD.fillCircle(100,130,4);
    }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorK, 4, 10 ,125);
// P12
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P12", 65 ,80);
  if (forceSensorL>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(100,85,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(100,85,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
     myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorL, 4, 10 ,80);
       }

  void SRRLF() //หน้าประกาศREAR-LHแสดงผล
  {
       myGLCD.fillScr(255,255,255);
       myGLCD.setColor(0, 0, 255);
       myGLCD.fillRoundRect (5, 5, 230, 30);
       myGLCD.setBackColor(0, 0, 255);
       myGLCD.setColor(255, 255, 255);
       myGLCD.setFont(BigFont);
       myGLCD.print("FORCE:REAR-LH", 8 , 10);
     // Repeat buttom
       myGLCD.setColor(255, 0, 0);
       myGLCD.fillRoundRect (3, 205, 52, 235);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    myGLCD.setBackColor(255, 0, 0);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.print("REPEAT", 5 , 215);
  // Save buttom
    myGLCD.setColor(16,167,103);
    myGLCD.fillRoundRect (268, 205, 317, 235);
    myGLCD.setBackColor(16,167,103);
    myGLCD.setColor(255, 255, 255);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.print("SAVE", 278 , 215);
  //Dorr pic.
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.drawLine(100,60,220,60);
    myGLCD.drawLine(220,60,220,200);
    myGLCD.drawLine(100,200,220,200);
    myGLCD.drawLine(100,60,100,200);
//Position
  // P1
    myGLCD.setBackColor(255,255,255);
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.print(":P1", 107 ,42);
    if (forceSensorA>=1.2){
        myGLCD.setColor(0, 255, 0);
        myGLCD.fillCircle(120,60,4);
        }
        else {
        myGLCD.setColor(225, 0, 0);
        myGLCD.fillCircle(120,60,4);
         }
        myGLCD.setColor(0, 0, 0);
        myGLCD.setFont(SmallFont);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        myGLCD.printNumF(forceSensorA, 4, 53 ,42);
// P2
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P2", 155 ,42);
 if (forceSensorB>=1.2){
        myGLCD.setColor(0, 255, 0);
        myGLCD.fillCircle(160,60,4);
        }
        else {
        myGLCD.setColor(225, 0, 0);
        myGLCD.fillCircle(160,60,4);
        }
        myGLCD.setColor(0, 0, 0);
        myGLCD.setFont(SmallFont);
        myGLCD.printNumF(forceSensorB, 4,130 ,32);
 // P3
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P3:", 195 ,42);
 if (forceSensorC>=1.2){
        myGLCD.setColor(0, 255, 0);
        myGLCD.fillCircle(200,60,4);
        }
        else {
        myGLCD.setColor(225, 0, 0);
        myGLCD.fillCircle(200,60,4);
        }
        myGLCD.setColor(0, 0, 0);
        myGLCD.setFont(SmallFont);
        myGLCD.printNumF(forceSensorC, 4, 220 ,42);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// P4
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P4:", 230 ,80);
 if (forceSensorD>=1.2){
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,85,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,85,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorD, 4, 250 ,80);
// P5
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P5:", 230 ,125);
 if (forceSensorE>=1.2){
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,130,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,130,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorE, 4,250 ,125);
// P6
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P6:", 230 ,170);
  if (forceSensorF>=1.2){
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,175,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(220,175,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorF, 4, 250 ,170);
// P7
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P7:", 190 ,210);
  if (forceSensorG>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(200,200,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(200,200,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorG, 4, 210 ,210);
// P8
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print("P8", 155 ,210);
  if (forceSensorH>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(160,200,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(160,200,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorH, 4, 135 ,220);
// P9
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P9", 107 ,210);
  if (forceSensorI>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(120,200,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(120,200,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorI, 4, 53 ,210);
// P10
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P10", 65 ,170);
  if (forceSensorJ>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
       myGLCD.fillCircle(100,175,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(100,175,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorJ, 4, 10 ,170);
// P11
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
  myGLCD.setFont(SmallFont);
  myGLCD.print(":P11", 65 ,125);

  if (forceSensorK>=1.2) {
      myGLCD.setColor(0, 255, 0);
      myGLCD.fillCircle(100,130,4);
      }
      else {
      myGLCD.setColor(225, 0, 0);
      myGLCD.fillCircle(100,130,4);
      }
      myGLCD.setColor(0, 0, 0);
      myGLCD.setFont(SmallFont);
      myGLCD.printNumF(forceSensorK, 4, 10 ,125);
// P12
  myGLCD.setBackColor(255,255,255);
  myGLCD.setColor(0, 0, 0);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
myGLCD.setFont(SmallFont);
myGLCD.print(":P12", 65 ,80);
if (forceSensorL>=1.2) {
    myGLCD.setColor(0, 255, 0);
    myGLCD.fillCircle(100,85,4);
    }
    else {
    myGLCD.setColor(225, 0, 0); /
    myGLCD.fillCircle(100,85,4);
    }
    myGLCD.setColor(0, 0, 0);
    myGLCD.setFont(SmallFont);
    myGLCD.printNumF(forceSensorL, 4, 10 ,80);
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้