การผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น

THREE-LEVEL SECURITY ACCESS SYSTEM

โดย

นายจิราวัฒน์ ศรีสุวงษ์

นายนพดล เรืองอุดม

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

การผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น
THREE-LEVEL SECURITY ACCESS SYSTEM

โดย
นายจิราวัฒน์ ศรีสุวงษ์
นายนพดล เรืองอุดม

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น
THREE-LEVEL SECURITY ACCESS SYSTEM

โดย

นายจิราวัฒน์	ศรีสุวงษ์	53010234
นายนพดล	เรืองอุดม	53010786

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผศ. สมภพ แก้วมีชัย

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว
(.....)
อาจารย์ที่ปรึกษา
17/3/57

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว
(.....)
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน
17/3/57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงงานปีการศึกษา 2556
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น

THREE LEVEL SECURITY ACCESS SYSTEM

ผู้จัดทำ
1. นายจิราวัฒน์ ศรีสุวงษ์ รหัสนักศึกษา 53010234
2. นายนพดล เรืองอุดม รหัสนักศึกษา 53010786

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผศ. สมภพ แก้วมีชัย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เพื่อทำการศึกษา การสร้างระบบการผ่านเข้า-ออก ที่มีระดับความปลอดภัย 3 ชั้น ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากได้รับความเมตตาจาก ผศ.สมภพ แก้วมีชัย ที่อนุเคราะห์ให้คำปรึกษาในการทำงาน และเพื่อนๆทุกคนที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำ อีกทั้งยังเอื้อเฟื้ออุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ และเป็นกำลังใจที่ดี มอบให้แก่คณะผู้จัดทำตลอดมา ในการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำปริญญานิพนธ์รู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ตลอดการจัดทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบพระคุณอาจารย์สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคมทุกท่านที่ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการทำปริญญานิพนธ์

ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และคนรัก อันเป็นที่รักยิ่งที่สนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญานิพนธ์นี้ คุณค่าและประโยชน์อันพึงได้รับจากปริญญานิพนธ์ผู้จัดทำขอมอบให้แด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายจิราวัฒน์ ศรีสุวงษ์
นายนพดล เรืองอุดม

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น
THREE LEVEL SECURITY ACCESS SYSTEM

โดย นายจิราวัฒน์ ศรีสุวงษ์ 53010234
นายนพดล เรืองอุดม 53010786

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.สมภพ แก้วมีชัย

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาและสร้างระบบการผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น โดยควบคุมจากไมโครคอนโทรลเลอร์ แบบ Stand-alone ซึ่งทำการตรวจสอบจาก ลายนิ้วมือ Keypad และน้ำหนัก โดยมีโปรแกรมการลงทะเบียน การตรวจสอบข้อมูลทั้ง 3 ประเภท และล้างข้อมูลของผู้ใช้ โดยระบบจะทำการบันทึกข้อมูลในการลงทะเบียนใช้งานครั้งแรก จากนั้นจะทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้บันทึกไว้ เพื่อทำการเปิดประตูโดยการตรวจสอบความปลอดภัย 3 ชั้น

ABSTRACT

This project is to study and implement a standalone three-level security access system that the user can control through microcontroller. The access check access rights from fingerprint, keypad press and weight system of the users. The system save the information of the user during registration, then use it to open the door with three levels of security.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	**2**
2.1 ไบโอเมตริกซ์	2
2.2 ลายนิ้วมือ	3
2.3 Optical Fingerprint sensor module	5
2.4 เซ็นเซอร์ของแสง	6
2.5 การทำงานของเครื่องสแกนลายนิ้วมือ	7
2.6 หลักการของโปรแกรมเพื่อติดต่อกับอุปกรณ์เครื่องสแกนลายนิ้วมือ	7
2.7 แพ็คเกจคำสั่งพื้นฐานที่ใช้ในการติดต่อกับอุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ	8
2.8 คีย์แพด	8
2.9 การทำงานของคีย์แพด	10
2.10 ไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino	11
2.11 การควบคุมจอแสดงผล แบบLCD ด้วย ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328	18
2.12 โหลดเซลล์	19
2.13 Ultrasonic Distance Module Sensor	20
2.14 I2C LCD Display	22
2.15 TTL	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบและจัดทำปริญญานิพนธ์	**25**
3.1 การออกแบบ	25
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	33
3.2 การจัดเก็บผลการทดลอง	35
บทที่ 4 ผลการทดลอง	**36**
4.1 ผลการทดลองสัญญาณเอาต์พุตของโมดูลสแกนลายนิ้วมือ	36
4.2 ผลการทดลองวัดสัญญาณของ 4x3 matrix keypad	41
4.3 การแสดงผลการทำงานของโปรแกรมโดย I2C LCD Display	44
4.4 ผลการทดลองวัดสัญญาณของ Ultrasonic Distance Module Sensor	45
4.5 ผลการทดลองวัดสัญญาณจากโหลดเซลล์	47
4.6 การทดสอบการลงทะเบียนผู้ใช้งาน	48
4.7 การทดสอบการตรวจสอบผู้ใช้เพื่อทำการเปิดประตู	53
4.8 การทดสอบการลบข้อมูลผู้ใช้	57
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ	**59**
5.1 บทสรุป	59
5.2 ข้อเสนอแนะ	59
บรรณานุกรม	**60**
ภาคผนวก ก โปรแกรมการทำงาน	**61**
ภาคผนวก ข ข้อมูลรายละเอียดของโมดูลสแกนลายนิ้วมือ	**93**
ข้อมูลรายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328	
ข้อมูลรายละเอียดของอัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ HC SR04	
ข้อมูลรายละเอียดของ INA125 INSTRUMENTATION AMPLIFIER	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ลายนิ้วมือ	3
2.2 จุดและเส้นที่ลายนิ้วมือ	4
2.3 คุณสมบัติเชิงกล	5
2.4 Optical Sensor	6
2.5 คีย์แพดที่ใช้งาน	9
2.6 การกำหนดค่ารหัสของคีย์แพดแบบ 4x3	9
2.7 สถานะของขาพอร์ตเมื่อมีการกดคีย์แพดตำแหน่ง C1 R1	10
2.8 บอร์ด Arduino UNO R3	11
2.9 โครงสร้างของบอร์ด Arduino UNO R3	13
2.10 ส่วนประกอบและขาต่างๆ Arduino UNO R3	14
2.11 วงจรภายในบอร์ด Arduino UNO R3	15
2.12 ไดอะแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328	17
2.13 การจัดขอของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328	17
2.14 โมดูล LCD Characters 16x2	18
2.15 การใช้งานจอแสดงผล LCD โดยการต่อใช้งานร่วมกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328	18
2.16 วงจร ฟูล-บริจสเตรนเกจ โหลดเซลล์	19
2.17 แสดงหลักการตรวจจับวัตถุโดยใช้สัญญาณอัลตร้าโซนิก	19
2.18 Ultrasonic Distance Module Sensor	19
2.19 I2C LCD Display	22
2.20 ระดับแรงดัน TTL 0-5 Vและระดับแรงดัน 0-3.3 V	23
2.21 การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous	23
2.22 การสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous	24
3.1 บล็อกไดอะแกรมรวม	25
3.2 การทำงานของระบบรวม	26
3.3 บล็อกไดอะแกรมการลงทะเบียนของผู้ใช้	27
3.4 บล็อกไดอะแกรมการตรวจสอบผู้ใช้	28
3.5 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์	30
3.6 หน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE 1.0.5	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.7 วงจรในการเปิดประตู 31
3.8 ประตูที่ใช้ในการทดสอบระบบ 32
3.9 วงจรระบบการผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น 32
3.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Arduino UNO R3 33
3.11 อุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ รุ่น : Adafruit Optical Fingerprint Sensor 33
3.12 4X3 matrix keypad 34
3.13 Load cell 34
3.14 จอแสดงผล Dot-Matrix LCD 35
3.15 Ultrasonic Distance Module Sensor HC-SR04 35
4.1 สัญญาณชุดคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าโมดูลสแกนลายนิ้วมือ 36
4.2 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ คนที่ 1 37
4.3 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ คนที่ 2 38
4.4 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ คนที่ 3 39
4.5 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ กรณีไม่พบลายนิ้วมือ 40
4.6 ค่าตัวเลขที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับจากคีย์แพดเมื่อกดหมายเลข 4 42
4.7 ค่าตัวเลขที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับจากคีย์แพดเมื่อกดหมายเลข 5 42
4.8 ค่าตัวเลขที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับจากคีย์แพดเมื่อกดหมายเลข 8 43
4.9 สัญญาณเอาต์พุตจาก Arduino UNO R3 ที่ส่งไปยัง I2C LCD display 44
4.10 สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจากขาสัญญาณ Trig 45
4.11 สัญญาณอินพุตจากขา Echo ที่ระยะ 43 เซนติเมตร 45
4.12 สัญญาณอินพุตจากขาสัญญาณ Echo ที่ระยะทาง 30 เซนติเมตร 46
4.13 สัญญาณเอาต์พุตจากโหลดเซลล์ 47
4.14 ปุ่มเมนูเพื่อทำการลงทะเบียน 48
4.15 การป้อนรหัสของผู้ดูแลระบบ 49
4.16 เลือกโหมดในการบันทึกข้อมูลของผู้ใช้โดยการกดหมายเลข 1 บนคีย์แพด 49
4.17 ใส่หมายเลขที่ต้องการบันทึกข้อมูลผู้ใช้ 50
4.18 จอแสดงผลการบันทึกลายนิ้วมือเรียบร้อย 50
4.19 การบันทึกรหัสผ่านโดยการกดคีย์แพด 51
4.20 จอแสดงผลบันทึกข้อมูลเรียบร้อยและพร้อมให้ทำการชั่งน้ำหนัก 51
4.21 บันทึกน้ำหนักโดยการเหยียบบนโหลดเซลล์ 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.22 จอแสดงผลค่าน้ำหนักที่วัดได้ 52
4.23 จอแสดงผลว่าจัดเก็บข้อมูลเรียบร้อย 53
4.24 จอแสดงผลเมื่อพบข้อมูลผู้ใช้คนที่ 1 53
4.25 จอจะแสดงผลเมื่อไม่พบข้อมูลผู้ใช้ 54
4.26 ใส่รหัสผ่านบนคีย์แพด 54
4.27 จอแสดงผลเมื่อรหัสผ่านถูกต้อง 55
4.28 จอแสดงผลเมื่อรหัสผ่านไม่ถูกต้อง 55
4.29 จอแสดงผลค่าน้ำหนักถูกต้อง 56
4.30 ประตูทำการเปิดออก 56
4.31 กดที่ปุ่มเมนูเพื่อเลือกโหมดการทำงาน 57
4.32 ป้อนรหัสของผู้ดูแล 57
4.33 เลือกโหมดการทำงานเป็นการลบข้อมูลผู้ใช้ 58
4.34 จอแสดงผลเมื่อทำการลบข้อมูลผู้ใช้เรียบร้อย 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติของเครื่องสแกนลายนิ้วมือ	5
4.1 สัญญาณชุดคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าสู่โมดูลสแกนลายนิ้วมือ	37
4.2 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับลายนิ้วมือที่ 1	38
4.3 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับลายนิ้วมือที่ 2	39
4.4 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับลายนิ้วมือที่ 3	40
4.5 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับลายนิ้วมือที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูล	41
4.6 สัญญาณ Logic จาก 4x3 Matrix Keypad	41
4.7 การเปรียบเทียบค่าน้ำหนักที่อ่านได้จากโหลดเซลล์ที่ใช้กับเครื่องชั่งน้ำหนักทั่วไป	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันนี้การดำเนินธุรกิจมีการแข่งขันที่สูงขึ้น การนำเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาช่วยในการดำเนินงาน ก็จะช่วยเป็นส่วนเพิ่มข้อได้เปรียบและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ทางด้านความปลอดภัย การผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น โดยการนำเครื่องสแกนลายนิ้วมือมาใช้งาน ช่วยในเรื่องความปลอดภัยขององค์กร และลดปัญหาการปลอมแปลงการเข้า-ออก เพื่อให้การรักษาความปลอดภัยมีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงได้เสริมอุปกรณ์การใช้คีย์แพดและโหลดเซลล์ และยังตั้งเวลาในการใช้งานได้อีกด้วย การนำเทคโนโลยีในการรักษาความปลอดภัยการเข้า-ออกสถานที่ต่างๆ มาประยุกต์ใช้งานทั้งสามแบบ โดยการบันทึกเวลาการทำงานรวมไปถึงการรวบรวมข้อมูล สามารถนำไปตรวจสอบได้และการผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย จะสามารถนำไปใช้งานได้จริงมากน้อยเพียงใด ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อไปในอนาคต

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาการทำงานโมดูลสแกนลายนิ้วมือ
2) เพื่อศึกษาการทำงานโมดูลโหลดเซลล์
3) เพื่อศึกษาการทำงานโมดูลคีย์แพด
4) เพื่อศึกษาการประยุกต์ใช้โมดูลสแกนลายนิ้วมือร่วมกับโมดูลโหลดเซลล์และโมดูลคีย์แพด
5) เพื่อศึกษาการใช้โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1) นำเอาต์พุตของโมดูลสแกนลายนิ้วมือมาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์
2) นำเอาต์พุตของโมดูลโหลดเซลล์มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์
3) นำเอาต์พุตของโมดูลคีย์แพดมาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์
4) นำระบบสแกนลายนิ้วมือ ระบบของโหลดเซลล์ ระบบคีย์แพด มาใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำเป็นระบบความปลอดภัยในการเข้า - ออก
5) เขียนคำสั่งบนไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อรับข้อมูลจากเอาต์พุตของโมดูลสแกนลายนิ้วมือ โมดูลโหลดเซลล์และโมดูล คีย์แพดเพื่อทำการวิเคราะห์และใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไบโอเมตริกซ์ (Biometric)

ไบโอเมตริกซ์ (Biometric) มีความหมายมาจากคำสองคำอันได้แก่ ไบโอที่แปลว่าชีวิต และเมตริกซ์ที่แปลว่าตัววัด เมื่อรวมสองคำนี้เข้าด้วยกันจะหมายถึงการวัดคุณลักษณะของร่างกายโดยเทคโนโลยีชีวภาพ ซึ่งเป็นการผสมผสานกันระหว่างเทคโนโลยีทางด้านชีวภาพและทางการแพทย์กับเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน โดยการตรวจวัดคุณลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางพฤติกรรม ที่เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคนมาใช้ในการระบุตัวบุคคลนั้นๆ แล้วนำสิ่งเหล่านั้นมาเปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่ได้มีการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลก่อนหน้านี้ เพื่อใช้แยกแยะบุคคลนั้นจากบุคคลอื่นๆ ซึ่งคุณลักษณะทางกายภาพของคนเรานั้นส่วนใหญ่จะไม่ค่อยเปลี่ยนแปลงไปตามกาลเวลา ในขณะที่พฤติกรรมของมนุษย์อาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ไม่ว่าจะเป็น เสียงพูด การลงลายมือชื่อ การใช้แป้นพิมพ์ จึงทำให้การพิสูจน์บุคคลโดยการใช้ลักษณะทางกายภาพนั้น มีความน่าเชื่อถือมากกว่า ข้อดีอีกอย่างหนึ่งของการใช้ไบโอเมตริกซ์ ประเภทนี้ก็คือ ใช้ง่าย เป็นที่ยอมรับของผู้ใช้และมีอัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อต่ำเนื่องจากไม่ต้องนำอวัยวะที่ไวต่อการติดเชื้อ(เช่น ดวงตา) ไปสัมผัสกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านข้อมูล

2.1.1 คุณลักษณะทางกายภาพที่นิยมนำมาใช้

ได้แก่ ลายนิ้วมือ ม่านตา ช่องตาดำ ฝ่ามือ และรูปหน้า เป็นต้น ไบโอเมตริกซ์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ในการระบุตัวบุคคล ได้แก่

2.1.1.1 ลักษณะทางกายภาพ ลายนิ้วมือ (Fingerprint) ลักษณะใบหน้า (Facial Recognition) ลักษณะของมือ (Hand Geometry) ลักษณะของนิ้วมือ (Finger Geometry) ลักษณะใบหู (Ear Shape Iris) และเรตินาภายในดวงตา เป็นต้น

2.1.1.2 ลักษณะทางพฤติกรรม การพิมพ์ (Keystroke Dynamics) การเดิน (Gait Recognition) เสียง (Voice Recognition) การเซ็นชื่อ (Signature) เป็นต้น

2.1.2 ข้อดีของเทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์

2.1.2.1 ไบโอเมตริกซ์ ทำให้ผู้ใช้ ไม่จำเป็นต้องใช้ความจำ หรือจำเป็นต้องถือบัตรผ่านใดๆทำให้สะดวกและรวดเร็ว ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องพกบัตร และต้องจำรหัสผ่าน

2.1.2.2 ไบโอเมตริกซ์ ยากต่อการปลอมแปลง และยากต่อการลักลอบนำไปใช้

2.1.2.3 ไบโอเมตริกซ์ ทำให้ผู้ใช้ไม่สามารถปฏิเสธความรับผิดชอบได้

2.1.2.4 ช่วยลดค่าใช้จ่าย เช่น ช่วยในการป้องกันพนักงานลงเวลาแทนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ข้อเสียของเทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์

2.1.3.1 ความเชื่อถือของเทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์บางประเภทยังมีความเชื่อถือได้ไม่ดีเท่าที่ควร

2.1.3.2 ราคาของอุปกรณ์ที่จำเป็นยังมีราคาค่อนข้างสูง

2.1.3.3 การยอมรับของสังคม เพราะเรื่องของความเป็นส่วนตัวของแต่ละบุคคล

2.1.3.4 ไม่สามารถใช้ได้หากไม่มีอุปกรณ์เฉพาะทาง

2.1.3.5 เนื่องจากใช้อวัยวะของร่างกายเป็นรหัสผ่าน จึงมีโอกาสโดนทำร้ายร่างกายได้ง่าย

2.1.3.6 รหัสผ่านที่ใช้กับระบบนี้ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้

2.2 ลายนิ้วมือ

การระบุตัวบุคคลด้วยลายนิ้วมือคุณสมบัติที่สำคัญอีกของลายนิ้วมือ คือตั้งแต่เริ่มมีการเปรียบเทียบลายนิ้วมือโดยใช้วิธีสมัยใหม่ ซึ่งมีมาร้อยกว่าปี แล้วยังไม่มีการตรวจพบว่ามีการเหมือนกันของลายนิ้วมือ อีกทั้งถ้าจะอธิบายด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์และวิทยาศาสตร์ ซึ่งได้ประมาณไว้ว่าโอกาสที่คนสองคนจะมีลายนิ้วมือเหมือนกันนั้นมีความน่าจะเป็นอยู่ที่ 1/64,000,000,000

2.2.1 ลักษณะลายนิ้วมือ

คือส่วนที่เป็นสันนูนขึ้นมา ตรงบริเวณผิวหนังส่วนนอกสุดของมือและเท้าของคนและสัตว์บางชนิด สันที่นูนขึ้นจะเชื่อมกันเป็นแนว มองเห็นเป็นลายเส้น ซึ่งจะมีรูปแบบและขนาดแตกต่างกันไป

รูปที่ 2.1 ลายนิ้วมือ[10]

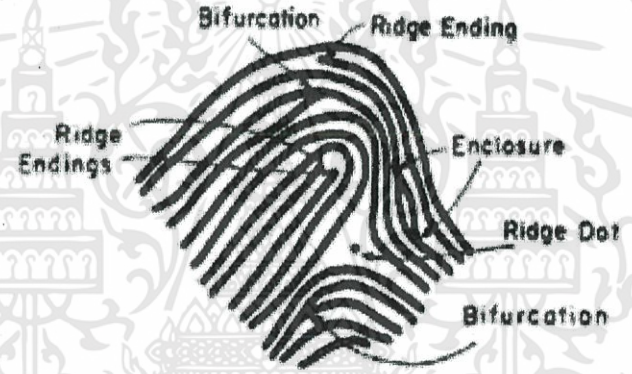
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 การเกิดลายนิ้วมือขึ้น

ลายนิ้วมือเกิดขึ้นตั้งแต่เมื่อตอนเป็นทารกในครรภ์มารดา และจะคงอยู่ตลอดชั่วอายุ ยกเว้นว่ามีการตั้งใจลบ ลอก หรือขูดขีดลายนิ้วมือให้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิม และในโลกนี้ไม่มีใครที่มีลายนิ้วมือเหมือนกันแม้กระทั่งคนที่เป็นฝาแฝดกันก็ตาม สำหรับคนๆหนึ่งรูปแบบลายนิ้วมือจะคงเดิมตั้งแต่ตอนเกิด ไม่มีการเปลี่ยนแปลงที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนรูปไปมีเพียงการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อยที่ยอมรับและอธิบายได้ ได้แก่การยืดขยายของผิวหนังเมื่อร่างกายโตขึ้น คราบสกปรกติดลายนิ้วมือ รอยขูดขีดและรอยแผลจากอุบัติเหตุ

2.2.3 การตรวจดูลายนิ้วมือ

มีหลากหลายวิธีด้วยกัน แต่วิธีที่เป็นที่นิยมกันมากที่สุด ได้แก่การเปรียบเทียบจุดสังเกตเล็ก ๆ จุดที่ว่านี้คือจุดที่เส้นลายนิ้วมือ (Ridge) มาบรรจบกัน แยกออกจากกันหรือเป็นจุดจบของเส้น และจุดที่ว่านี้ของแต่ละคนจะไม่เหมือนกัน



รูปที่ 2.2 จุดและเส้นที่ลายนิ้วมือ [11]

2.2.4 ตัวอย่างรูปแบบของจุดสังเกต

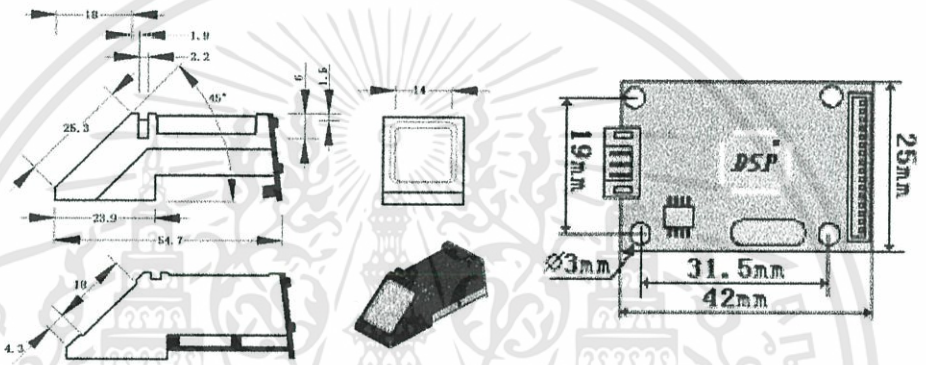
- Bifurcation เป็นจุดที่แยกเส้นออกเป็นหลายเส้น
- Ridge Divergence เป็นจุดที่เส้น 2 เส้นที่อยู่ขนานกัน แยกออกจากกันหรือเข้ามารวมกัน
- Enclosure เป็นลักษณะที่เส้นแยกออกจากกันและกลับมารวมกันเป็นเส้นเดียวกันใหม่
- Ridge Endings เป็นตำแหน่งที่เส้นนั้นสิ้นสุดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 Optical Fingerprint sensor module

เครื่องสแกนลายนิ้วมือรุ่น Adafruit Optical Fingerprint Sensor เป็นเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่ถูกนำมาใช้ในการทำงานของ การผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น ด้วยความสามารถของระบบค้นหาลายนิ้วมือที่ใช้เซ็นเซอร์แบบแสง (Optical Sensor) ออกแบบมาเพื่อให้สามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้ ในการค้นหาลายนิ้วมือร่วมกับไมโครคอนโทลเลอร์ต่างๆ รวมทั้ง Arduino และความสามารถของโมดูลสแกนลายนิ้วมือรุ่นนี้ยังสามารถที่จะนำเอาไปพัฒนาต่อได้ จึงมีความเหมาะสมที่จะนำโมดูลสแกนลายนิ้วมือรุ่นนี้มาทำการใช้งาน

2.3.1 คุณสมบัติเชิงกล



รูปที่ 2.3 คุณสมบัติเชิงกล หมายเหตุ: หน่วย มิลลิเมตร[6]

2.3.2 คุณสมบัติของเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของเครื่องสแกนลายนิ้วมือ[6]

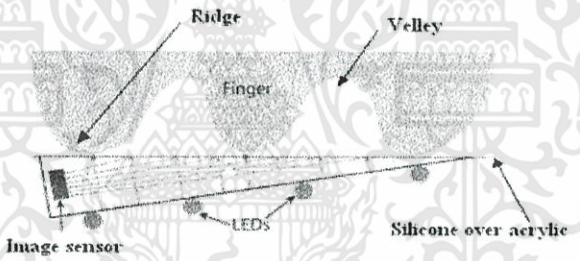
Supply voltage	3.6 - 6.0VDC
Operating current	120mA max
Peak current	150mA max
Fingerprint imaging time	<1.0 seconds
Window area	14mm x 18mm
Signature file	256 bytes
Template file	512 bytes
Storage capacity	162 templates
Safety ratings	(1-5 low to high safety)
False Acceptance Rate	<0.001% (Security level 3)
False Reject Rate	<1.0% (Security level 3)
Interface	TTL Serial

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Baud rate	9600, 19200, 28800, 38400, 57600 (default is 57600)
Working temperature rating	-20C to +50C
Working humidy	40%-85% RH
Full Dimensions	56 x 20 x 21.5mm
Exposed Dimensions (when placed in box)	(when placed in box): 21mm x 21mm x 21mm triangular
Weight	20 grams

2.4 เซ็นเซอร์ของแสง

เทคโนโลยีของแสงเป็นพื้นฐานรุ่นแรกของเซ็นเซอร์ โดยโมดูลสแกนลายนิ้วมืออิเล็กทรอนิกส์จะทำการจับภาพที่มองเห็นของพื้นผิวลายนิ้วมือ เมื่อวางนิ้วมือให้สัมผัสกับพื้นผิวแผ่นอะคิลิค ไดโอดเปล่งแสงจะทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายของแสงและภาพที่สะท้อนระหว่างลายนิ้วมือกับแผ่นอะคิลิค เซ็นเซอร์แสงมีความน่าเชื่อถือและราคาไม่แพงมาก แต่นิ้วมือที่สกปรกจะทำให้คุณภาพของหัวอ่านลดลงจึงเป็นสิ่งที่จำเป็นสำหรับเซ็นเซอร์ชนิดนี้จะต้องมีการทำความสะอาดแผ่นอะคิลิคที่ใช้วางนิ้วอย่างสม่ำเสมอ



รูปที่ 2.4 Optical Sensor[2]

2.4.1 หลักการทำงานของเซ็นเซอร์แสง

ไดโอดแปลงแสง (Light-Emitting Diode) จะทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายแสงสีแดงแล้วจะเปล่งแสงออกไปกระทบกับแผ่นอะคิลิค และลายนิ้วมือ แสงจะสะท้อนกลับหมดด้วยการอาศัยแสงสีแดงส่องลายนิ้วมือที่วางอยู่บนแผ่นอะคิลิค จากนั้นจะสะท้อนกลับมาที่ตัวหัวเซ็นเซอร์ เช่นเดียวกับการใช้นิ้วจับแก้วที่มีน้ำอยู่ภายใน ซึ่งการสะท้อนของแสงทำให้ เรามองเห็นลายนิ้วมือได้อย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การทำงานของเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

การแปลงลายนิ้วมือ ที่อยู่ในรูปแบบลายเส้น ที่ประกอบจากสัน (Ridge) และร่อง (Furrow) ที่เกิดขึ้นจากการสัมผัสไปยังหัวอ่านที่เป็นกระจก แล้วใช้การตกกระทบของแสงทำให้เกิดรอยที่จุดวางนิ้ว เมื่อเกิดรูปลายเส้นแล้ว ระบบจะทำการเปลี่ยนลายเส้นนิ้วมือให้อยู่ในรูปโครงสร้างจุดตัดหรือ มุม โดยจะมีลักษณะเฉพาะที่แตกต่างกัน เมื่อได้จุดตัดหรือโครงสร้างแล้ว เครื่องสแกนลายนิ้วมือจะทำการเก็บลายนิ้วมือไว้ในรูปแบบโครงสร้างหรือแม่แบบ (Template) อาจจะมีการเข้ารหัสหรือบีบอัดเก็บไว้ เพื่อลดขนาดพื้นที่ในการจัดเก็บ เมื่อระบบทำการจัดเก็บลายนิ้วมือไว้ เป็นโครงสร้างแล้วก็จะเป็นกระบวนการในการค้นหาลายนิ้วมือแบบระบุหนึ่งต่อจำนวนนิ้วที่เก็บทั้งหมด หรือการค้นหาแบบ 1:N โดยเมื่อเราทำการวางลายนิ้วมือที่ช่อง ระบบจำทำการเปลี่ยนรูปนิ้วมือที่วางเป็นรูปแบบโครงสร้าง แล้วนำไปเปรียบเทียบกับลายนิ้วมือต้นฉบับทั้งหมดที่เก็บไว้ในเครื่อง ซึ่งหาค้นหาก็จะมีการรายงานผลการสแกนออกมา พร้อมทั้งบันทึกเวลา และรหัสของนิ้วที่มีการสแกนไว้ใช้งานร่วมกับ ระบบคำนวณเวลาทำงานหรือถ้าหากค้นไม่พบก็ใช้มีการแจ้งเตือนเพื่อให้ลองสแกนใหม่อีกครั้ง

2.5.1 การจดจำลายนิ้วมือ

เพื่อยืนยันตัวตนของผู้ใช้ โดยอัตโนมัติสามารถทำการแยกแยะได้จากการค้นหาจุดสำคัญจากรูปลายนิ้วมือของผู้ใช้งาน วิธีการยืนยันตัวตนจะต้องใช้อัลกอริทึมจดจำลายนิ้วมือจะประกอบด้วยสองเทคโนโลยีหลัก คือ เทคโนโลยีการประมวลผลภาพที่จับคุณสมบัติของลายนิ้วมือที่ตรงกันโดยมีภาพที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลและเทคโนโลยีการจับคู่ที่จะตรวจสอบตัวตนโดยการเปรียบเทียบข้อมูลคุณลักษณะประกอบด้วยจุดสำคัญเปรียบเทียบกับแม่แบบในฐานข้อมูล

2.5.2 อัลกอริทึม

การยืนยันลายนิ้วมือของระบบสแกนลายนิ้วมือ ที่จะทำงานตามแผนการยืนยันลายนิ้วมือที่เป็นที่ยอมรับโดยทั่วไปซึ่งใช้ชุดของจุดบนลายนิ้วมือจำเพาะ โดยระบบมีกระบวนการประมวลผลอันเป็นเอกลักษณ์หลายอย่างซึ่งเพิ่มสมรรถภาพของระบบและความน่าเชื่อถือ ตัวอย่างเช่น อัลกอริทึมจะกรองภาพ กำจัดสัญญาณรบกวนส่วนที่แตก ส่วนนูน และลบจุดส่วนย่อยต่างๆ ที่เกิดจากรูปลายนิ้วมือคุณภาพต่ำแล้วจะแสดงผลลายนิ้วมือที่ทำการยืนยันเสร็จสิ้น

2.6 หลักการของโปรแกรมเพื่อติดต่อกับโมดูล

ในการที่จะติดต่อกับโมดูลต่างๆ ได้นั้นจำเป็นต้องมีองค์ประกอบขั้นพื้นฐานอยู่ 2 ส่วน

- โปรแกรมที่ใช้ในการติดต่อกับโมดูล
- อุปกรณ์โมดูลที่ใช้

โดยส่วนที่เป็นโปรแกรมที่ใช้ ในการติดต่อกับโมดูล จะประกอบไปด้วยส่วนของโปรแกรมที่ทำหน้าที่ติดต่อกับโมดูลผ่านทางไดร์เวอร์ ออกทางพอร์ต USB และส่วนที่เป็นตัวสร้างแพ็คเกจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พื้นฐานเพื่อที่จะติดต่อกับโมดูลผ่านทางไดร์เวอร์ออกทางพอร์ต USB โดยส่วนของโปรแกรมดังกล่าวนี้จะส่งแพ็คเกจคำสั่งต่างๆ ให้ โมดูลผ่านทางไดร์เวอร์ออกทางพอร์ต USB แล้วโมดูลก็จะตอบสนองโดยการส่งแพ็คเกจตอบรับกลับมาทางพอร์ต USB เช่นเดียวกัน เพื่อให้โปรแกรมตัวเดียวกันนี้ได้ถอดรหัสแพ็คเกจที่ได้รับ และส่งผลของการถอดรหัสแพ็คเกจไปแสดงผลในหน้าการแสดงผลเพื่อให้ผู้ใช้งานรับทราบ

2.7 แพ็คเกจคำสั่งพื้นฐานที่ใช้ในการติดต่อกับโมดูลต่างๆ

การใช้งานโปรแกรมเพื่อติดต่อกับโมดูลนั้น จะต้องเขียนขึ้นโดยยึดตามหลักที่ผู้ผลิตอุปกรณ์โมดูลแนะนำเอาไว้ เป็นหลักตามคู่มือการใช้งาน ดังนี้

- Enroll ใช้ในการบันทึกลายนิ้วมือ รหัส และน้ำหนักของผู้ใช้งานรายใหม่ เข้าไปยังหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์ หลังจากนั้นเก็บไว้เป็นต้นแบบข้อมูลที่ใช้ยืนยันตัวตน เมื่อการบันทึกข้อมูลเสร็จสิ้น โมดูลต่างๆก็จะส่งข้อมูลกลับมา เพื่อให้ผู้ใช้งานทราบว่าขั้นตอนการบันทึกข้อมูลเสร็จสิ้นแล้ว

- Verify ใช้ในการตรวจสอบลายนิ้วมือ รหัส และน้ำหนักของผู้ใช้งานว่าตรงกับต้นแบบที่มีอยู่ในฐานข้อมูลของหน่วยความจำของไมโครคอนโทรลเลอร์หรือไม่ ซึ่งถ้าตรงกับฐานข้อมูลที่มีอยู่ในหน่วยความจำไมโครคอนโทรลเลอร์ จะคืนค่าหมายเลขอ้างอิงต้นแบบที่ตรงกับข้อมูลกลับมายังโปรแกรมหากไม่ตรงก็จะส่งข้อมูลกลับมาให้ผู้ใช้งานทราบว่า ข้อมูลไม่ตรงกับฐานข้อมูลในหน่วยความจำ

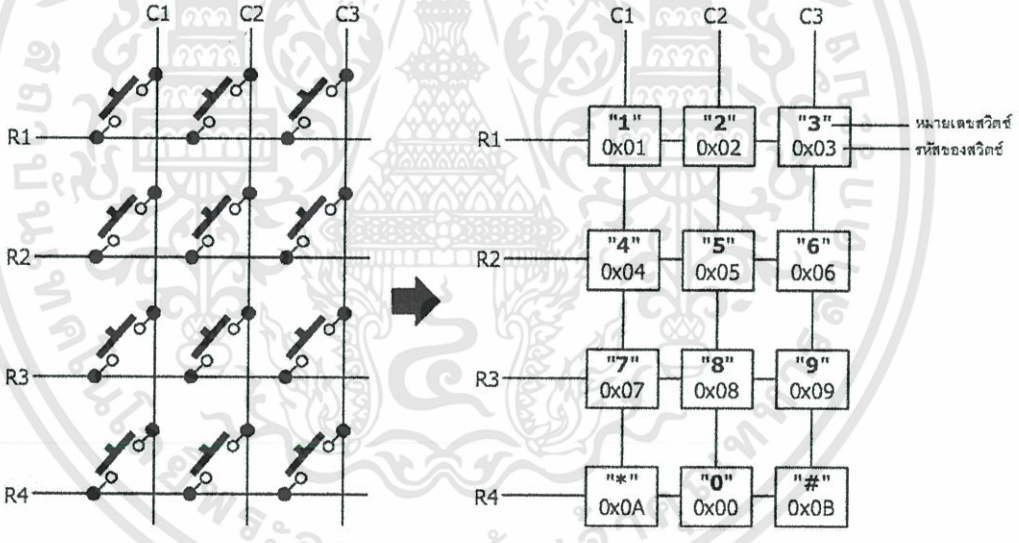
- Empty ใช้ในการล้างข้อมูลของลายนิ้วมือ รหัส และน้ำหนักของผู้ใช้งานออกจากซึ่งเป็นการล้างข้อมูลออกทั้งหมดเพื่อทำการอัพเดตข้อมูลใหม่ได้เสมอตามผู้ใช้งาน

2.8 คีย์แพด

คีย์แพด ถูกนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ในการป้อนข้อมูลให้กับงานทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์นอกเหนือจากสวิตช์กดติดปล่อยดับแบบธรรมดา (Push Button Switch) โดยเฉพาะกับงานที่ต้องมีการป้อนข้อมูลทั้งตัวอักษรและตัวเลขโดยมีสวิตช์จำนวนมากแล้ว สวิตช์เมตริกซ์จะเป็นตัวที่ถูกเลือกใช้งานเสมอ สวิตช์ในรูปแบบเมตริกซ์ที่เห็นได้ในชีวิตประจำวัน เช่น คีย์กดตัวเลขของระบบโทรศัพท์ การต่อใช้งานสวิตช์แบบเมตริกซ์เป็นการนำสวิตช์ธรรมดามาต่อกันในแบบเมตริกซ์คือ ขาด้านหนึ่งจะต่อในแนวหลัก (Column) และขาอีกด้านหนึ่งจะต่ออยู่ในแนวแถว (Row)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

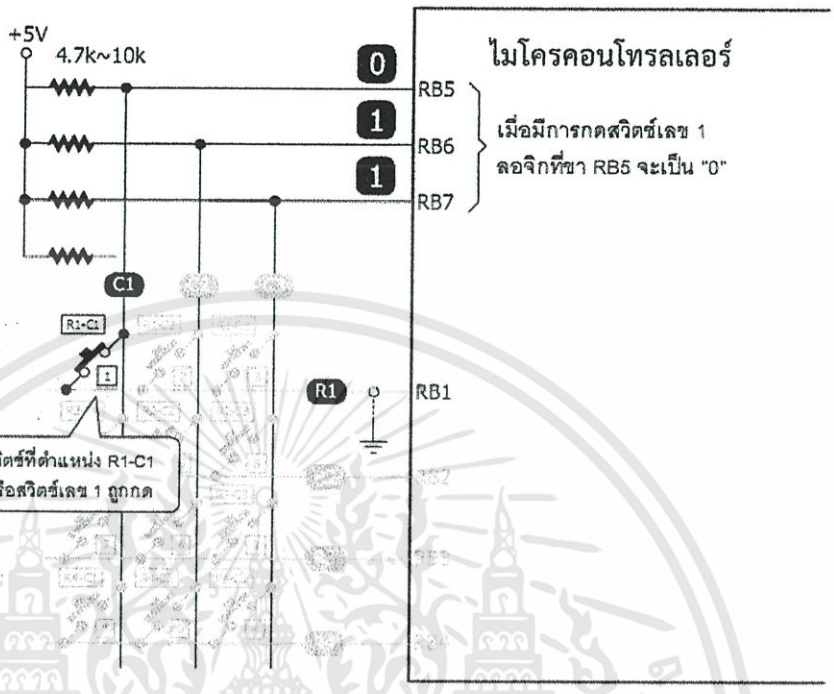
รูปที่ 2.5 คีย์แพดที่ใช้งาน[3]



รูปที่ 2.6 การกำหนดค่ารหัสของคีย์แพดแบบ 4x3[3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 การทำงานของคีย์แพด



รูปที่ 2.7 สถานะของขาพอร์ตเมื่อมีการกดคีย์แพดตำแหน่ง C1-R1[3]

2.9.1 การอ่านค่าสวิตช์เมตริกซ์หรือคีย์แพด

- กำหนดให้ขาพอร์ต RB5 ถึง RB7 เป็นพอร์ตอินพุตดิจิตอล
- กำหนดให้ขาพอร์ต RB1 ถึง RB4 เป็นพอร์ตเอาต์พุตดิจิตอล
- ส่งลอจิก “1” ออกไปยังขาพอร์ต RB1 ถึง RB4
- จากนั้นเริ่มต้นการตรวจสอบแถวที่ 1 ด้วยการทำให้ขาพอร์ต RB1 เป็น “0” แล้วอ่านค่าจากขาพอร์ต RB5 ถึง RB7 ว่าขาใดเป็นลอจิก “0” หรือไม่ หากขาใดเป็นลอจิก “0” นั่นคือเกิดการกดสวิตช์ที่ขานั้นหากขา RB5 เป็น “0” นั่นคือเกิดการกดสวิตช์ที่ตำแหน่ง R1, C1 ซึ่งก็คือสวิตช์เลข1 โปรแกรมจะคืนค่าเป็น 0x01 กลับมาการวนรออ่านค่านี้จะใช้เวลา 600 มิลลิวินาทีหากไม่มีการกดสวิตช์เลยจะเปลี่ยนการตรวจสอบไปยังแถวที่ 2

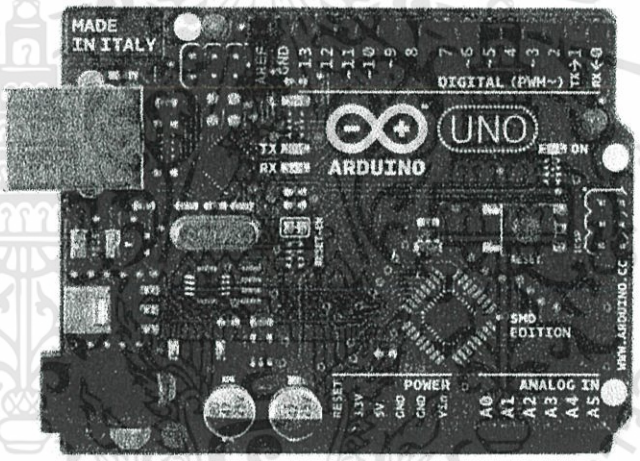
- การตรวจสอบแถวที่ 2 จะเกิดขึ้นเมื่อทำให้ขา RB1 กลับมาเป็น “1” แล้วทำให้ ขา RB2 เป็น“0” จากนั้นรออ่านค่าจากขาพอร์ต RB5 ถึง RB7 เช่นเดิมหากในคราวนี้ที่ ขา RB5 เป็น “0” นั่นหมายถึง เกิดการกดสวิตช์ที่ ตำแหน่ง R2, C1 ซึ่งก็คือสวิตช์เลข 4 โปรแกรมจะคืนค่าเป็น 0x04 กลับมา หากไม่มีการกดสวิตช์ เลยจะเปลี่ยนการตรวจสอบไปยังแถวที่ 3 และ 4 แล้ววนกลับมายังแถวที่ 1 อีกครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เมื่อการตรวจสอบมาถึงแถวที่ 4 จะพบว่า ต้องมีการตรวจสอบสวิตช์ 3 ตัวคือ *, 0 และ # ดังนั้นค่าที่ได้จากการตรวจสอบการกดสวิตช์จะเกิดได้ 3 ค่าคือ 10 หรือ 0x0A, 0 หรือ 0x00 และ 11 หรือ 0x0B ในการทดลองจะสนใจเพียงค่า 0x00 เท่านั้นจึงต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อกรองเอาเฉพาะข้อมูลเลข 0 ถึง 9 อีกชั้นหนึ่ง

2.10 ไมโครคอนโทลเลอร์ Arduino

บอร์ต Arduino UNO R3 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล AVR โดยบอร์ดเลือกใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA328 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดย MCU รุ่นนี้จะบรรจุอยู่ภายในตัวถังแบบ 28 Pin DIP โดย MCU ตัวนี้จะมีจุดเด่น คือ เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กแต่เพียบพร้อมไปด้วยทรัพยากรพื้นฐานต่าง ๆ อย่างครบถ้วน เหมาะแก่การใช้ในการศึกษาเรียนรู้สำหรับผู้เริ่มต้น และยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานต่างๆได้โดยง่าย เหมาะแก่การนำไปประยุกต์ใช้งานเกี่ยวกับการควบคุมและประมวลผลต่างๆ ได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 2.8 บอร์ด Arduino UNO R3[5]

2.10.1 คุณสมบัติของบอร์ด

1. เลือกใช้ MCU ตระกูล AVR เบอร์ ATMEGA328 ของ ATMEL เป็น MCU ประจำบอร์ด โดยเลือกใช้แหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาแบบ Crystal Oscillator ค่า 16 MHz เพื่อให้สามารถใช้งานพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ได้อย่างลงตัว

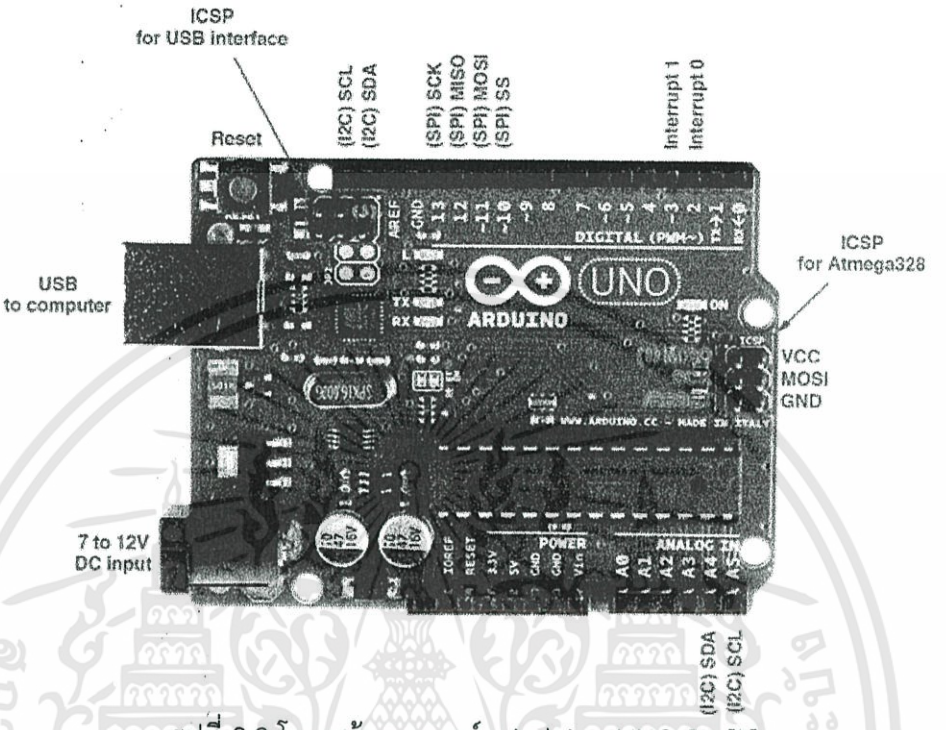
2. สามารถเปลี่ยนไปติดตั้งใช้งาน MCU ตระกูล AVR ขนาด 28 PIN เบอร์อื่นๆในอนุกรมเดียวกันได้เช่น ATMEGA8, ATMEGA48, ATMEGA168 และ ATMEGA328 เป็นต้น โดย MCU เหล่านี้จะมีตำแหน่งขาที่เข้ากันได้ สามารถติดตั้งใช้งานในบอร์ดได้ทันที โดยไม่ต้องดัดแปลงหรือแก้ไขวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แรงดันไฟฟ้าในการใช้งาน 5V
4. แรงดันไฟฟ้า INPUT DC 7-12V
5. มีหน่วยความจำ 32 KB Flash / 1KB EEPROM / 2 KB SRAM
6. มีพอร์ต I/O ขนาด 20 บิต จำนวน 3 พอร์ต (PB (8บิต), PC (7บิต), PC (8Bit))
   6.1 มีวงจรสื่อสารอนุกรม UART จำนวน 1 พอร์ต
   6.2 มีวงจรสื่อสาร SPI จำนวน 1 พอร์ต
   6.3 มีวงจรสื่อสาร I2C จำนวน 1 พอร์ต
   6.4 มีวงจร Timer/Counter ขนาด 16 บิต 1 ชุด และ Timer/Counter ขนาด 8 บิต 2 ชุด
   6.5 มีวงจร ADC ขนาด 10บิต จำนวน 6 ช่อง
7. MCU ประจำบอร์ดได้รับการติดตั้ง Boot loader สำหรับใช้ Upload Code ให้บอร์ดผ่านโดยผ่านสายเคเบิล USB จะมีชิป ATMEGA16U2 ทำหน้าที่แปลง USB-to-Serial ได้ทันที โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรมภายนอก สามารถใช้การพัฒนาโปรแกรมได้ทั้ง ภาษาแอสแซมบลี้ ภาษาซี ภาษาเบสิก และ ภาษา C++ ของ Arduino ได้ทันที
8. โมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART แบบโปรแกรมได้ พร้อมส่วนควบคุมการถ่ายทอดข้อมูล
9. โมดูลสื่อสารข้อมูลผ่านบัส SPI และ I2C
10. ดาวน์โหลดและสื่อสารข้อมูลผ่านพอร์ต USB ได้โดยตรง
11. ขนาด 2.7 x 2.1 นิ้ว
12. พัฒนาโปรแกรมด้วย Arduino 1.0x ขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2 โครงสร้างบอร์ด Arduino UNO R3



รูปที่ 2.9 โครงสร้างของบอร์ด Arduino UNO R3 [5]

1. Power: บอร์ด Aduino Uno R3 สามารถใช้ไฟเลี้ยงจาก USB หรือแหล่งกำเนิดไฟฟ้าจากภายนอกเช่น Power Supply ได้โดยตรง โดยบอร์ดจะทำการเลือกโดยอัตโนมัติ โดยที่ไฟเลี้ยงจากภายนอกควรอยู่ระหว่าง 7-12V

2. 5 V: เป็นขาเอาต์พุตที่มีไฟขนาด 5 V จากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

3. 3.3 V: เป็นขาเอาต์พุตที่มีไฟขนาด 3.3 V จากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

4. GND: เป็น Pin สำหรับต่อกราวด์จากบอร์ด

5. IOREF: ขาบนบอร์ด Arduino สำหรับ เป็นแรงดันอ้างอิงของไมโครคอนโทรลเลอร์

6. INPUT/OUTPUT PIN: โดยแต่ละขาทั้ง 14 ขาดิจิตอลบนบอร์ด Arduino Uno R3 สามารถนำมาใช้เป็นอินพุทหรือเอาต์พุตโดยใช้คำสั่ง digital Write () และ digital Read () โดยจะทำงานที่แรงดัน 5 โวลต์ แต่ละขาสามารถให้หรือรับกระแสได้สูงสุด 40 mA และมีความต้านทานดึงขึ้นภายใน จาก 20-50 กิโลโอห์ม

7. Serial: 0 (RX) และ 1 (TX) ที่ใช้ในการได้รับ (RX) และส่ง (TX) ข้อมูล TTL แบบอนุกรมขาเหล่านี้จะเชื่อมต่อไปชิปของ ATmega8U2 ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจาก USB-to-TTL ซึ่งมีอยู่ภายในบอร์ดอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. External Interrupts: 2 และ 3 ขาเหล่านี้สามารถกำหนดค่าให้เรียกการขัดจังหวะ

9. PWM: 3, 5, 6, 9, 10และ 11 เป็นขา 8 บิตเอาต์พุตแบบ PWM ด้วยการใช้งานฟังก์ชัน analog Write ()

10 SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK) ขาเหล่านี้สนับสนุนการสื่อสาร แบบ SPI โดยใช้ SPI library.

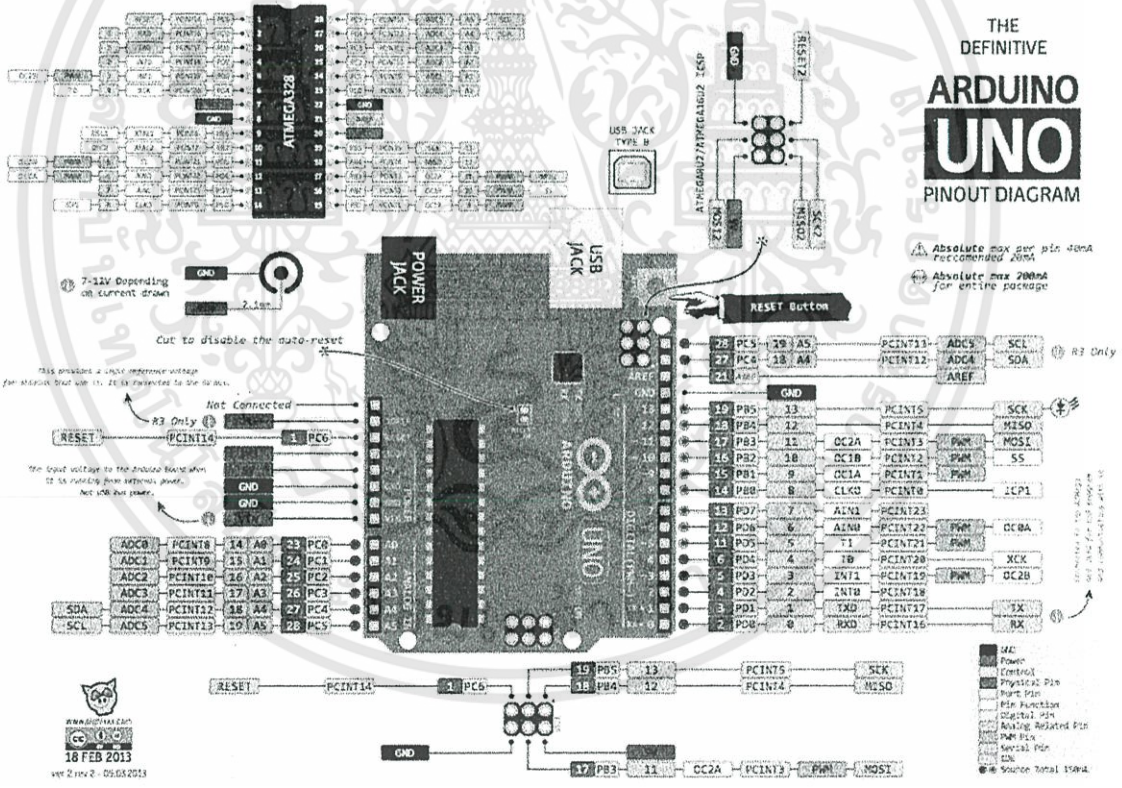
11. LED: LED ที่เชื่อมต่อกับขาดิจิตอลที่ 13 เมื่อสถานะเป็น HIGH LED จะสว่างและดับเมื่อขามีสถานะ LOW

12. TWI: A4 หรือขา SDA และ SCL A5 หรือขา สนับสนุนการสื่อสารแบบ TWI

13. ARFF: แรงดันอ้างอิงสำหรับขาอนาล็อก ใช้กับฟังก์ชัน analog Reference ()

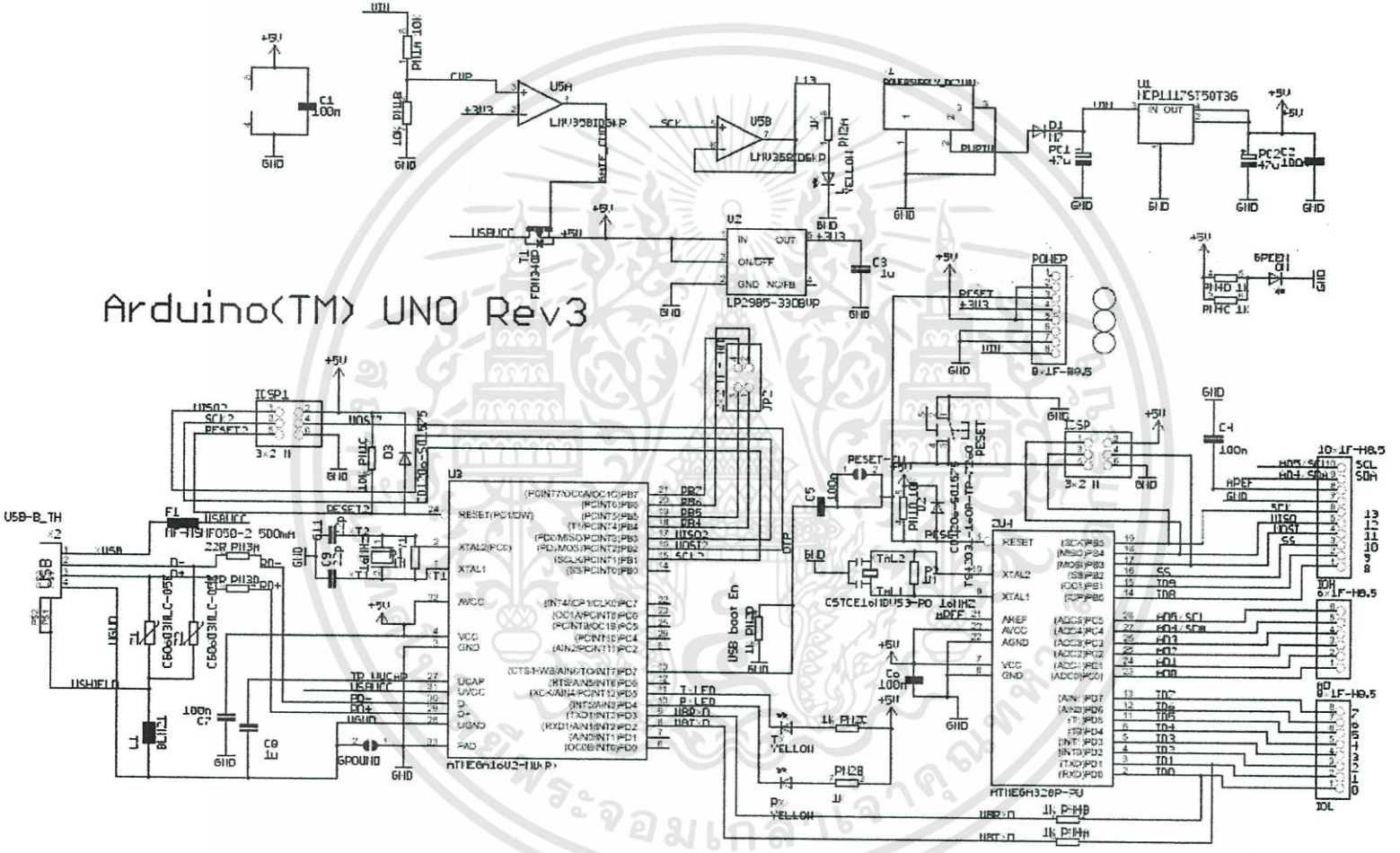
14. Reset: ขาสำหรับการรีเซตการทำงานของบอร์ดทำงานเมื่อมีสถานะลอจิกเป็นศูนย์

2.10.3 วงจรและการทำงานของบอร์ด Arduino UNO R3



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบและขาต่างๆ Arduino UNO R3 [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 วงจรภายในบอร์ด Arduino Uno R3[5]

2.10.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328

1.เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ 8 บิตแบบ RISC กำลังงานต่ำ

2.หน่วยความจำ โปรแกรมแฟลช 32 กิโลไบต์รองรับการโปรแกรม ในวงจร เขียน-ลบได้ 10,000 รอบ

3.หน่วยความจำข้อมูลแรม 2.5 กิโลไบต์และหน่วยความข้อมูลอีอีพรอม 1 กิโลไบต์ รักษาข้อมูลได้ 20 ปี

4.บรรจุ USB บูตโหลดเดอร์มาจากผู้ผลิตจึงโปรแกรมหน่วยความจำผ่านพอร์ต USB ได้โดยไม่ต้องใช้เครื่องโปรแกรมภายนอก

5.พอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบโปรแกรมได้ รวม 26 ขา

6.ความถี่ สัญญาณนาฬิกาจากภายนอกสูงสุด 16MHz มี วงจรเฟสล็อกลูปเพื่อทวีคูณความถี่ถึง 96MHz

7.เลือกแหล่งกำเนิดสัญญาณนาฬิกาได้ทั้งจากภายในและภายนอก

8.มีไทเมอร์เคาน์เตอร์ 4 ตัว

9.มีโมดูลกำเนิดสัญญาณ PWM 3 ชุด

10.มีเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณ (output compare)

11.โมดูลแปลงสัญญาณ อนาลอกเป็นดิจิตอลความละเอียด 10 บิ ต 12 ช่อง รองรับการทำงานของอินพุตแบบ ดิฟเฟอเรนเชียล และโปรแกรมอัตราการขยายสัญญาณได้

12.โมดูลสื่อสารข้อมูลอนุกรม USART แบบโปรแกรมได้พร้อมส่วนควบคุมการถ่ายทอดข้อมูล

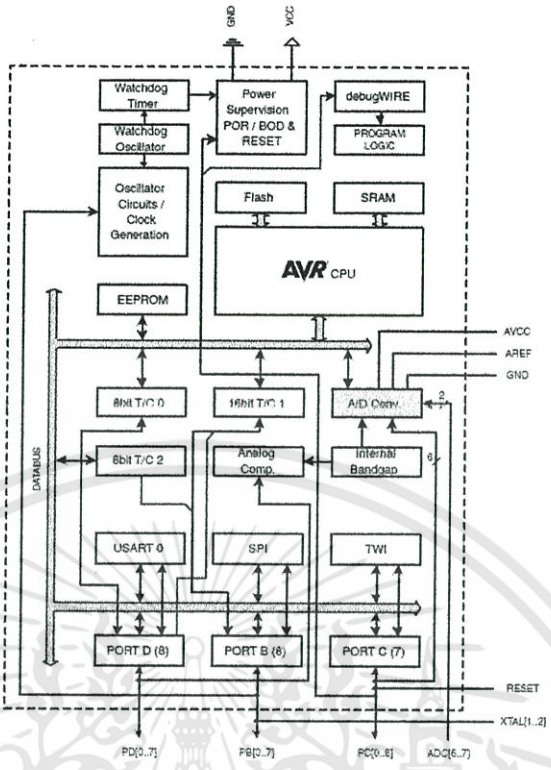
13.โมดูลสื่อสารข้อมูลผ่านบัส SPI และ I2C

14.มีวงจรตรวจจับไฟเลี้ยงต่ำกว่าที่กำหนดหรือบราวเอาต์แบบโปรแกรมได้

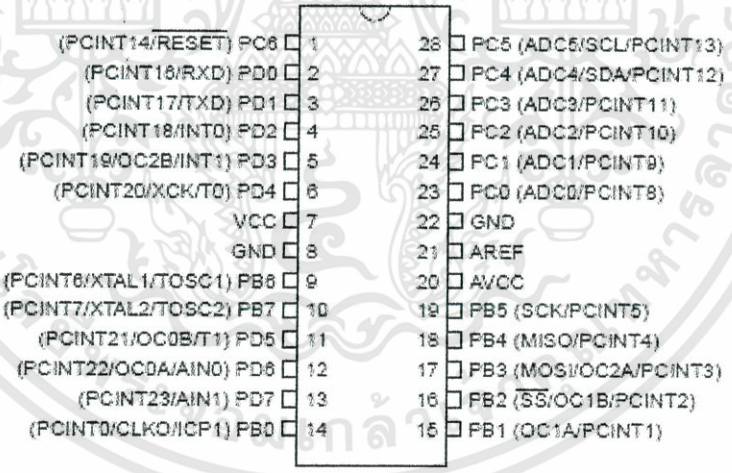
15.มีโหมดการทำงานเพื่อลดการใช้พลังงานหรือโหมดสลิปเลือกได้ 6 โหมด (โหมดเตรียม ทำงานหรือไอเดิล, โหมดลดสัญญาณรบกวนในวงจร ADC, โหมดประหยัดพลังงาน, โหมดลดพลังงาน, โหมดหยุดรอหรือสแตนบายด์และโหมดหยุดรอเพิ่มเติม

16.อุณหภูมิใช้งาน -40 ถึง +85 เซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 ไดอะแกรมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328[4]

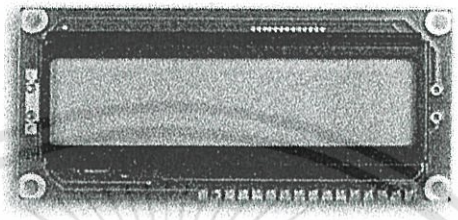


รูปที่ 2.13 การจัดขอของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328[4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 การควบคุมจอแสดงผลแบบ LCD ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328

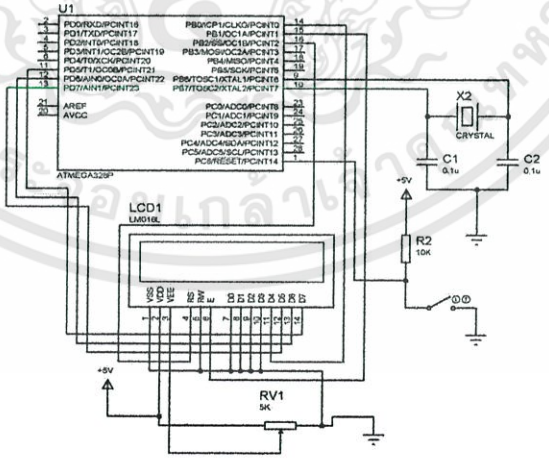
หน่วยแสดงผลโมดูล LCD (Liquid Crystal Display module) หรือหน่วยแสดงผลแบบผลึกเหลวโดยโมดูล LCD จะมีอยู่ 2 ชนิดด้วยกัน คือ แบบตัวอักษร และแบบกราฟิก โครงสร้างพื้นฐานของโมดูล LCD แบบอังกฤษ



รูปที่ 2.14 โมดูล LCD Characters 16x2[12]

2.11.1 รายละเอียดขาสัญญาณของโมดูล LCD

ขาที่ 1:GND สำหรับต่อขากราวด์ของวงจร
ขาที่ 2:+Vcc ต่อกับไฟเลี้ยง +5V
ขาที่ 3:Vo สำหรับปรับความสว่างของหน้าจอโมดูล LCD
ขาที่ 4:RS (Register Select)ขาที่เลือกการติดต่อกับรีจิสเตอร์คำสั่งหรือข้อมูลโดย "0"จะต่อติดกับคำสั่งและ"1"จะติดต่อข้อมูล
ขาที่ 5:R/W (Read/Write Control) ขาอ่านหรือเขียนข้อมูลกับโมดูล LCD
ขาที่ 6:E(Enable)ป้อนสัญญาณพัลส์ Enable ให้โมดูล LCD เริ่มทำงาน
ขาที่ 7ถึง14:D0-D7 (DATA)เป็นขาข้อมูล

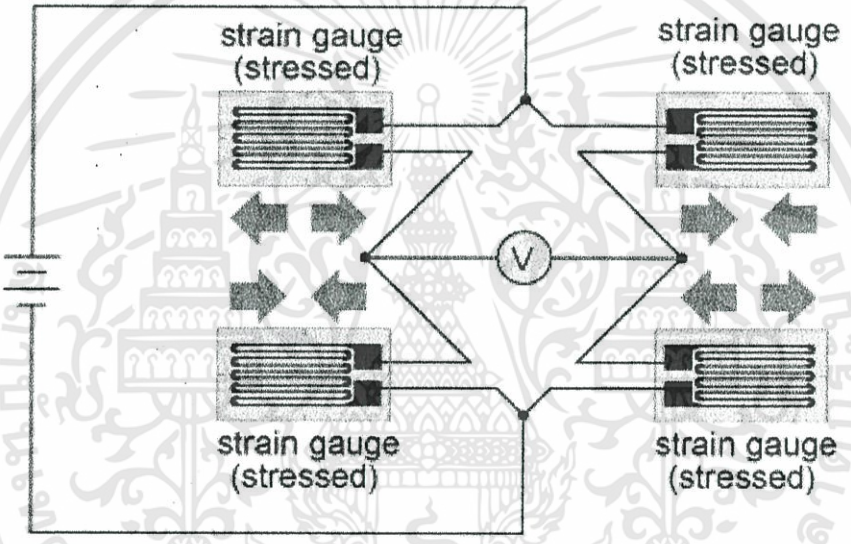


รูปที่ 2.15 การใช้งานจอแสดงผล LCD โดยการต่อใช้งานร่วมกับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328[12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 โหลดเซลล์

โหลดเซลล์ (Load cell) เป็นเซ็นเซอร์ที่สามารถแปลงค่าแรงกด หรือแรงดึง เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า โดยคิดค้นวงจรสะพานไฟฟ้าที่ใช้วัดการเปลี่ยนแปลงความต้านทานที่เกิดขึ้นในอุปกรณ์วัดความเครียด หรือสเตรนเกจ จากการใช้เส้นโลหะขนาดเล็กนำมาขดรวมกันเป็นกลุ่ม เหมาะสมสำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกลของชิ้นงาน โดยนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ได้แก่ การชั่งน้ำหนัก การทดสอบแรงกดของชิ้นงาน การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน ฯลฯ มีความแม่นยำในช่วง 0.03-0.25% โดยผู้ใช้สามารถจำแนกโหลดเซลล์ออกได้เป็น 3 ประเภท ได้แก่ โหลดเซลล์แบบกด,โหลดเซลล์แบบดึงและโหลดเซลล์แบบกดและดึง



รูปที่ 2.16 วงจร ฟูล-บริจสเตรนเกจ โหลดเซลล์ [13]

2.12.1 หลักการทำงานของโหลดเซลล์

เมื่อมีน้ำหนักมากระทำความเครียด(Strain) จะเปลี่ยนเป็นความต้านทานทางไฟฟ้าในสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำ ปกติแล้วมักจะใช้เกจวัดความเครียด 4 ตัวในการวัด โดยเกจตัวต้านทานทั้งสี่จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อแปลงแรงกระทำกับตัวมันไม่ว่าจะเป็นแรงกดหรือแรงดึง ส่งสัญญาณออกมาเป็นไฟฟ้า โดยแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จะมีหน่วยเป็น mV/V หมายความว่า ถ้าจ่ายแรงดัน 10V ให้กับโหลดเซลล์ ที่มี Spec. 2 mV/V ที่ Full load จะเป็น 2,000 กิโลกรัม

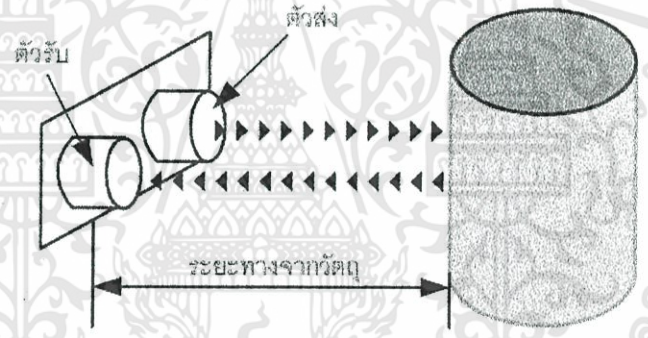
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13 Ultrasonic Distance Module Sensor

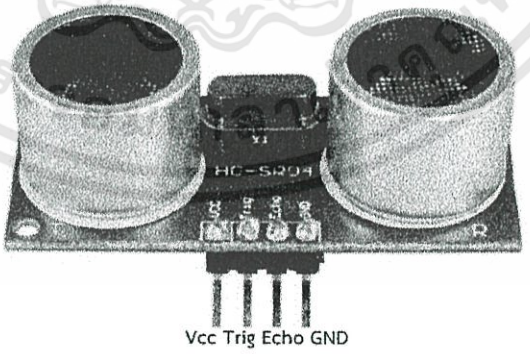
เป็นโมดูลตรวจจับและวัดระยะทางด้วยคลื่นอัลตร้าโซนิกทีมีความเที่ยงตรงสูงโดยสามารถวัดระยะได้ตั้งแต่ 1 เซนติเมตรไปจนถึง 4 เมตร โดยโมดูลชนิดนี้ออกแบบมาให้ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ง่ายโดยการใช้ขาเชื่อมต่อเพียง 1 หรือ 2 ขา ขึ้นอยู่กับการกำหนดรูปแบบการทำงานของฮาร์ดแวร์

2.13.1 การทำงานของ Ultrasonic Distance Module Sensor

การทำงานของโมดูล จะทำการส่งสัญญาณคลื่นอัลตร้าโซนิกออกไป แล้ววัดระยะเวลาที่มรสัญญาณสะท้อนกลับมา โดยเอาต์พุตที่ได้จะอยู่ในรูปของความกว้างพัลส์ซึ่งสัมพันธ์กับระยะทางของวัตถุที่ตรวจจับได้ ความถี่สัญญาณอัลตร้าโซนิก ของโมดูลชนิดนี้คือ 40 kHz ถูกส่งออกไปในอากาศความความเร็ว 1.125 ฟุตต่อมิลลิวินาที (ประมาณ 346 เมตรต่อวินาที) ดังนั้นเมื่อทราบความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่น เวลาที่เริ่มต้นส่งคลื่นและเวลาที่รับเสียงสะท้อนกลับมาจึงสามารถคำนวณหาค่าของระยะทางได้



รูปที่ 2.17 แสดงหลักการตรวจจับวัตถุโดยใช้สัญญาณอัลตร้าโซนิก[16]



รูปที่ 2.18 Ultrasonic Distance Module Sensor[16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2 การใช้งาน Ultrasonic Distance Module Sensor

มีจุดต่อสำหรับการใช้งาน 4 จุด

- ขา Vcc สำหรับต่อไฟเลี้ยงแรงดัน +5 V

- ขา Echo Pulse Output (ECHO) เป็นขาเอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณพัลส์ออกจาก โมดูลซึ่งการใช้งานจะนำขานี้ไปต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อตรวจจับความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกมาเพื่อแปลความหมายออกมาเป็นระยะทางอีกครั้งหนึ่ง

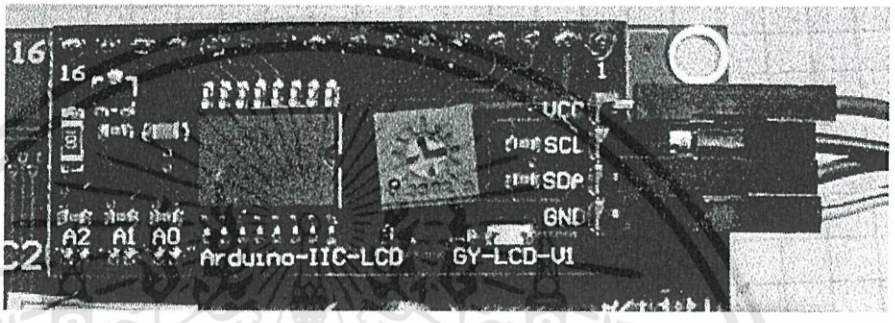
- ขา Trigger Pulse Input (TRIGGER) เป็นขาอินพุทรับสัญญาณ พัลส์ที่มีความกว้างอย่างน้อย 10 ไมโครวินาทีเพื่อกระตุ้นการสร้างคลื่นอัลตร้าโซนิกความถี่ 40 kHz ออกสู่อากาศจากตัวส่ง ดังนั้นเมื่อคลื่นความถี่ดังกล่าวนี้เคลื่อนที่ไปกระทบส่งกีดขว้างที่อยู่เบื้องหน้าก็จะเกิดการสะท้อนกลับเข้ามายังตัวรับ และถูกแปลงออกมาเป็นความกว้างของสัญญาณพัลส์ที่ส่งออกไปทางขา Echo Pulse Output นอกจากนี้ในโหมด 1 สัญญาณ จะใช้จุดนี้เป็นจุดสื่อสารข้อมูลอนุกรมเพื่อรับส่งค่าการวัดกับไมโครคอนโทรลเลอร์

- ขา GND สำหรับต่อกราวด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 I2C LCD Display

โดยปกติแล้วการเชื่อมต่อโมดูล LCD เข้ากับอุปกรณ์อื่น ๆ จำเป็นจะต้องใช้ขา I/O เป็นจำนวนมาก ซึ่งบางครั้งจำนวน Pin ของอุปกรณ์นั้นๆ อาจจะไม่เพียงพอต่อความต้องการ ดังนั้นการเปลี่ยนรูปแบบการเชื่อมต่อของ โมดูล LCD จึงมีความจำเป็นที่จะใช้งานเพื่อลดจำนวนของ I/O Port ที่ต้องใช้ในการเชื่อมต่อกับ module LCD ให้มีความเหมาะสมสำหรับการใช้งาน



รูปที่ 2.19 I2C LCD Display [14]

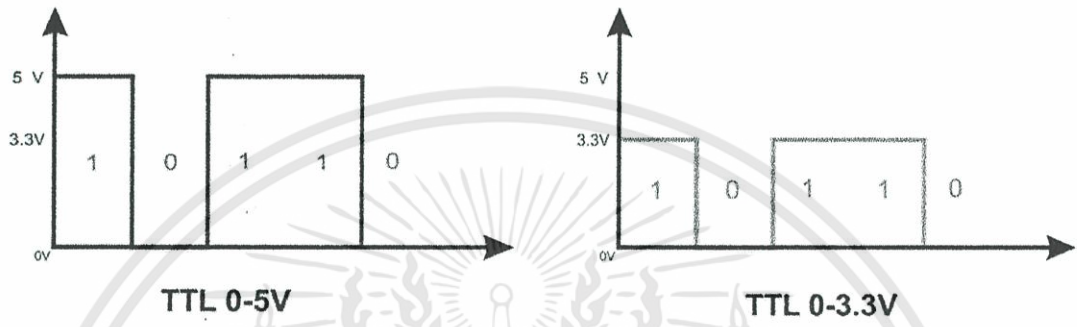
2.14.1 หลักการของ I2C LCD Display

I2C = I2C Bus ย่อมาจาก Inter Integrate Circuit Bus (IIC) นิยมเรียกสั้นๆ ว่า I2C BUS (ไอ-แสคว-ซี-บัส) เป็นการสื่อสารอนุกรม แบบซิงโครนัส (Synchronous) เพื่อใช้ติดต่อสื่อสาร ระหว่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) กับอุปกรณ์ภายนอก ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นโดยบริษัท Philips Semiconductors โดยใช้สายสัญญาณเพียง 2 เส้นเท่านั้น คือ Serial Data (SDA) และสาย Serial Clock (SCL) ซึ่งสามารถ เชื่อมต่ออุปกรณ์ จำนวนหลายๆ ตัว เข้าด้วยกันได้ ทำให้ MCU ใช้พอร์ตเพียง 2 พอร์ตเท่านั้นในการนำไปใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15 TTL (Transistor-Transistor Logic)

TTL เป็นระดับแรงดันที่ถูกกำหนดขึ้นในยุคแรกๆเพื่อใช้ระหว่าง Transistor กับ Transistor ภายในวงจรรวม (IC) ดังนั้น TTL จะใช้ระดับแรงดัน อยู่ที่ 0–5 V แต่ในปัจจุบันมีอุปกรณ์หลายเบอร์ที่ทำงานในช่วง 0–3.3 V (เรียกแรงดันระดับนี้ว่า LVTTL)

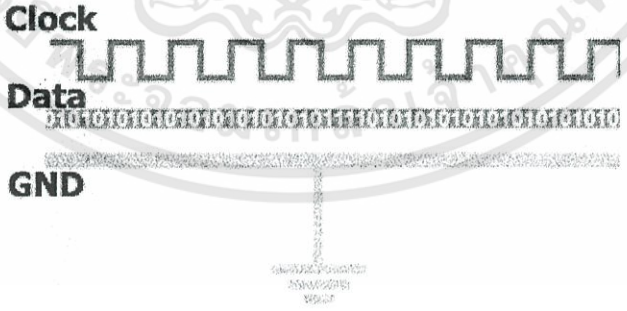


รูปที่ 2.20 ระดับแรงดัน TTL 0-5 Vและระดับแรงดัน 0-3.3 V [15]

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter หมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบ Asynchronous ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งในการสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous การสื่อสารแบบอนุกรมจะแบ่งเป็น 2 แบบ

2.15.1 การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous

เป็นรูปแบบที่ใช้วิธีส่งข้อมูล โดยใช้สัญญาณ Clock มาเป็นตัวกำหนดจังหวะ การรับส่งข้อมูล การส่งข้อมูลแบบนี้ เป็นการรับส่งที่ค่อนข้างมีคุณภาพ และส่งได้ที่ความเร็วสูง มีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายระหว่างการส่งน้อย ตัวอย่างการส่งข้อมูลลักษณะนี้เช่น I2C, I2S, SPI ข้อเสียของการส่งข้อมูลแบบนี้คือ ต้องใช้สายสัญญาณมาก เพราะว่าต้องส่ง Clock ไปด้วย



รูปที่ 2.21 การสื่อสารอนุกรมแบบ Synchronous [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.15.2 การสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous

เป็นการส่งข้อมูลที่ไม่ต้องใช้สัญญาณ Clock มาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูลแต่ ใช้วิธีกำหนด รูปแบบ Format การรับส่งข้อมูลขึ้นมาแทน และ อาศัยการกำหนดความเร็วของการรับ และ ส่ง ที่เท่ากันทั้งฝั่งรับและฝั่งส่ง ข้อดีของการใช้ Asynchronous คือ สามารถสื่อสารแบบ Full Duplex รับ และ ส่งได้ในเวลาเดียวกัน แต่ Asynchronous มีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายขณะรับส่งข้อมูล หรือ รับส่งข้อมูลผิดพลาดได้มากกว่าแบบ Synchronous

UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter) หมายถึง รูปแบบการส่งข้อมูล ที่ถูกกำหนดขึ้นมาเพื่อใช้รับส่งข้อมูลแบบ Asynchronous เริ่มต้นจาก Start Bit เป็น Logic 0 จากนั้นจะตามด้วย Data ที่เราส่ง แล้วจะถูกปิดด้วย Stop Bit เป็น Logic 1

รูปที่ 2.22 การสื่อสารอนุกรมแบบ Asynchronous [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

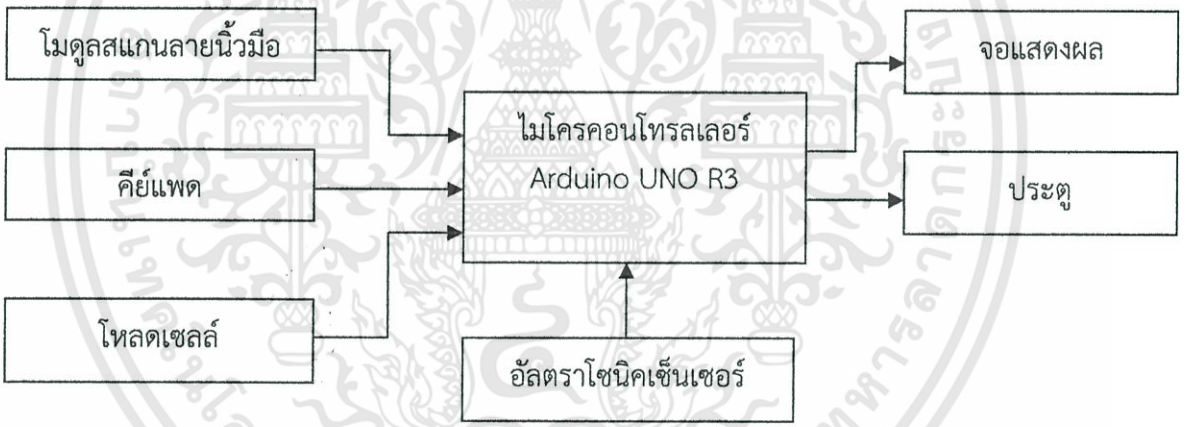
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบและการสร้างของปริญญานิพนธ์จะออกเป็น 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนที่ทำหน้าที่รับอินพุทจากผู้ใช้ ส่วนตรวจสอบอินพุทที่รับเข้ามากับฐานข้อมูล ส่วนสุดท้ายคือส่วนแสดงผล โดยส่วนแรกที่ทำหน้าที่รับอินพุตจากผู้ใช้จะปรกอบไปด้วย ระบบสแกนลายนิ้วมือ ระบบ Keypad และระบบน้ำหนัก การทำงานของโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 3 โหมด คือ การลงทะเบียนผู้ใช้ การตรวจสอบผู้ใช้ และการล้างข้อมูลของผู้ใช้

3.1 การออกแบบ

3.1.1 Block diagram

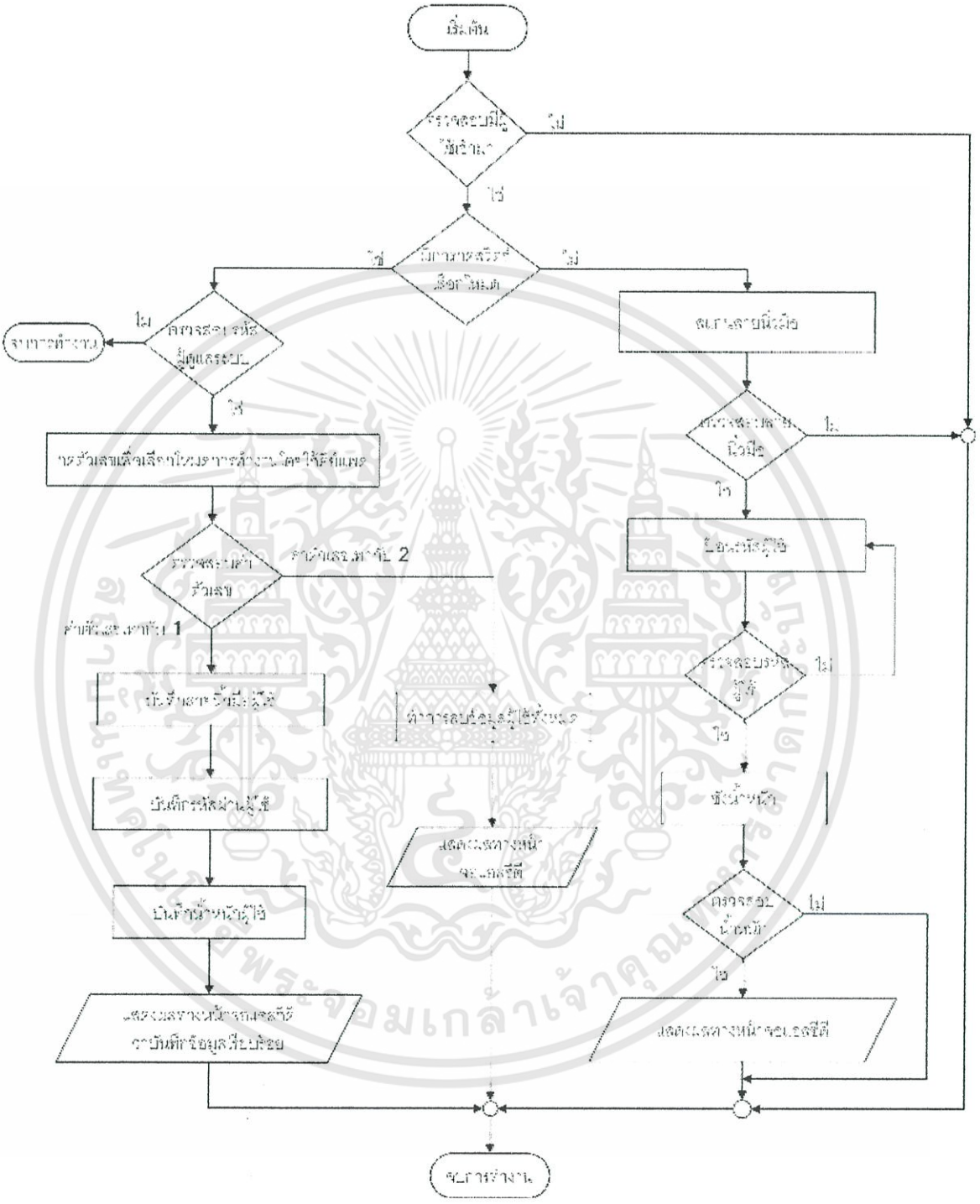


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมรวม

การทำงานของระบบการผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย3ชั้น ประกอบด้วย 3 ระบบรวมกันก็คือ การตรวจสอบลายนิ้วมือ การตรวจสอบรหัสผ่าน และการตรวจสอบน้ำหนัก ซึ่งระบบทั้งหมดจะทำงานด้วยตัวเอง (Standalone) ผ่านการควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 เมื่อทำการตรวจสอบว่าทั้งลายนิ้วมือรหัสผ่านและน้ำหนักถูกต้องแล้วประตูก็จะทำการเปิดออกพร้อมกับแสดงให้ผู้ใช้รู้ทางหน้าจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การทำงานของระบบรวม

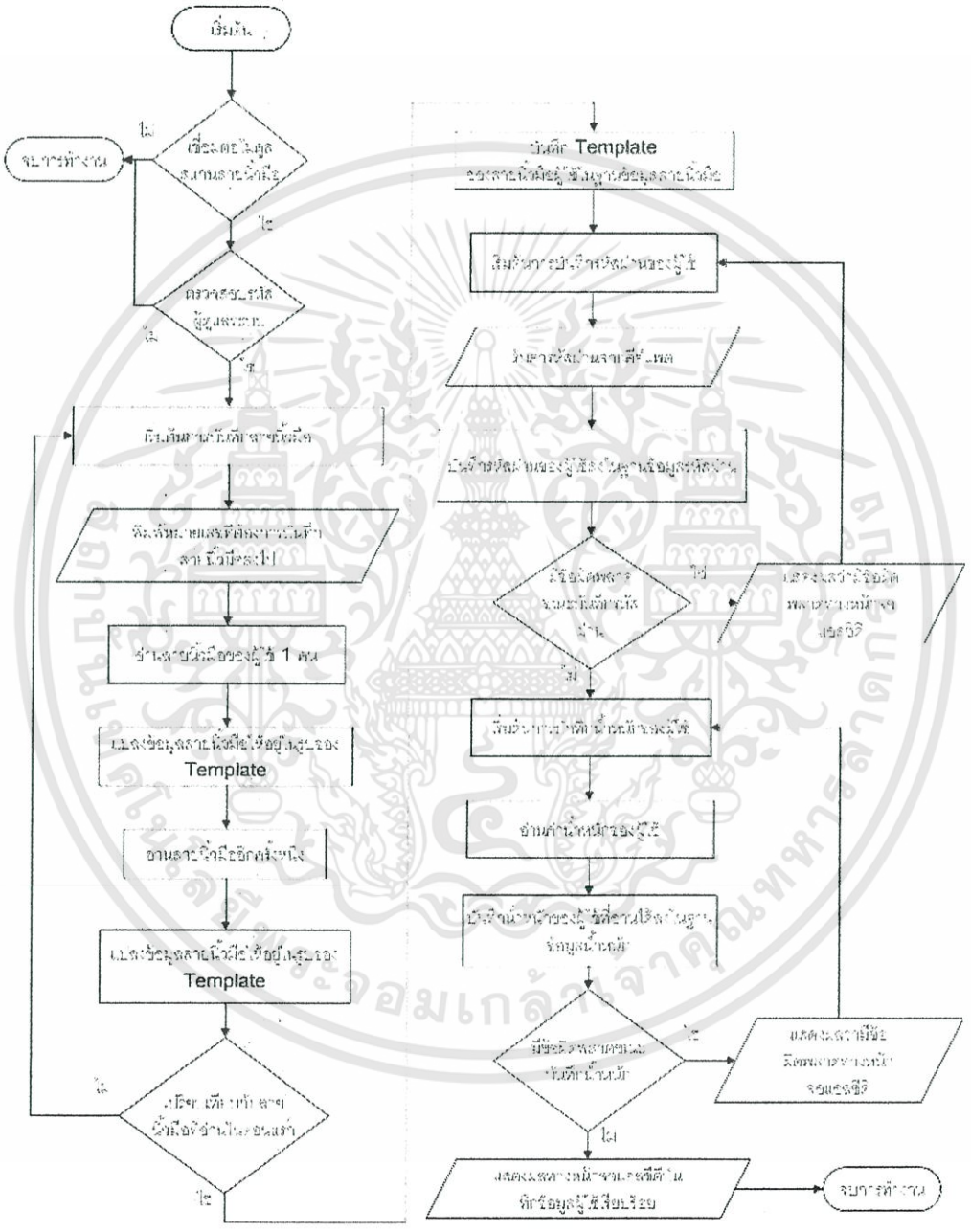


รูปที่ 3.2 การทำงานของระบบรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การลงทะเบียนผู้ใช้งาน

ขั้นตอนการลงทะเบียนของผู้ใช้จะประกอบด้วยหลายขั้นตอนคือลงทะเบียนลายนิ้วมือลงทะเบียนรหัสผ่านและสุดท้ายคือลงทะเบียนน้ำหนักของผู้ใช้ดังบล็อกไดอะแกรมต่อไปนี้

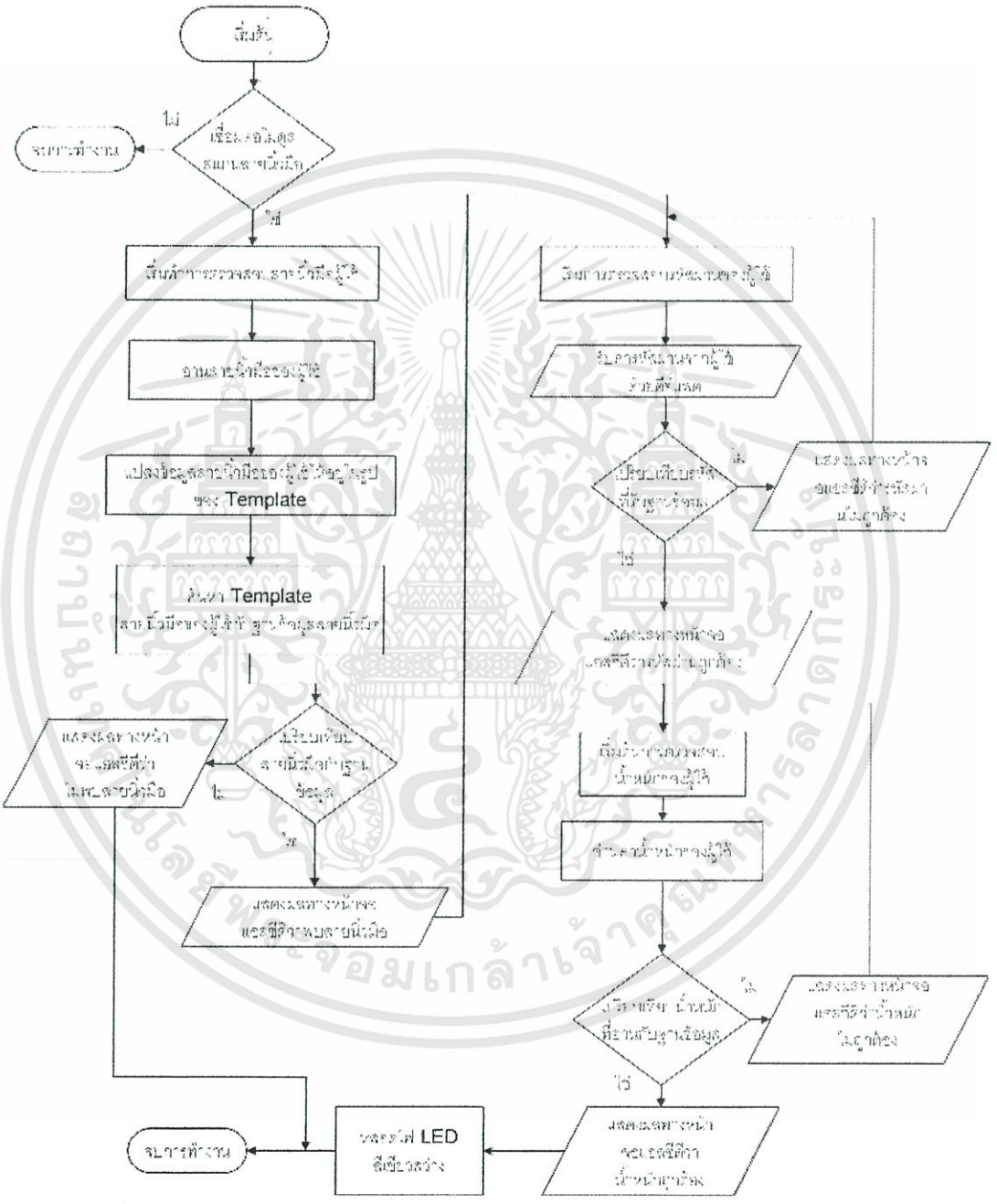


รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมการลงทะเบียนของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การตรวจสอบผู้ใช้

ขั้นตอนการตรวจสอบผู้ใช้งานประกอบด้วยหลายขั้นตอนคือการตรวจสอบลายนิ้วมือตรวจสอบรหัสผ่านและตรวจสอบน้ำหนักจากนั้นก็จะแสดงผลลัพท์ทางหน้าจอแอลซีดีดังบล็อกไดอะแกรมข้างล่างนี้



รูปที่ 3.4 บล็อกไดอะแกรมการตรวจสอบผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การออกแบบเพื่อใช้ติดต่อระหว่างอุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือและบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

การเชื่อมต่อระหว่างโมดูลสแกนลายนิ้วมือกับไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 โดยที่ทางฝั่งของโมดูลสแกนลายนิ้วมือจะมีขาสัญญาณอยู่ 4 ขาคือ +VCC สำหรับต่อไฟเลี้ยง 5V GND สำหรับต่อลงกราวกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และ ขา TX, RX สำหรับส่ง-รับข้อมูลตามลำดับซึ่งขา TX ของโมดูล สแกนลายนิ้วมือจะต่อกับขาอนาล็อกที่ A2 ของบอร์ด และขา RX ของบอร์ดจะต่อกับขาอนาล็อกที่ A3 ของบอร์ดโดยการใช้งานจะมีคำสั่งการใช้งานอยู่หลักๆ สองคำสั่งคือ Enrolling สำหรับการบันทึกลายนิ้วมือและคำสั่ง Searching สำหรับการสแกนลายนิ้วมือ โดยการใช้งานโมดูลสแกนลายนิ้วมือจะต้องส่งชุดคำสั่งไปยังตัวโมดูลเพื่อให้โมดูลทำงาน ซึ่งคำสั่งเราก็จะมี library คำสั่งอยู่แล้วเราเพียงแค่เรียกใช้คำสั่งนั้นเท่านั้น

3.1.6 การออกแบบเพื่อใช้ติดต่อระหว่าง keypad และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

การเชื่อมต่อใช้งาน Keypad 4x3 กับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 ซึ่ง Keypad จะมีจำนวนขาสัญญาณเท่ากับจำนวน 7 ขา (C0 C2 R0 R1 C1 R2 R3 ตามลำดับ) นำมาต่อเข้ากับขาดิจิตอลของบอร์ดขา D9 ,D8 ,D7 ,D6 ,D5 ,D4 ,D3 ตามลำดับโดยคำสั่งหลักที่ใช้คือ keypad.waitKey() สำหรับรอรับค่าตัวเลขที่กด จากนั้นโปรแกรมจะแปลค่าอินพุตที่ได้จากKeypad เป็นค่าตัวเลขตามที่กดแล้วแสดงผลทางหน้าจอLCD

3.1.7 การออกแบบเพื่อใช้ติดต่อระหว่างจอแสดงผล LCD และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

การใช้งานจอแสดงผลจะใช้ไอซีเบอร์ PCF8574 ในการสื่อสารข้อมูลแบบ I2C bus ระหว่างบอร์ด Arduino UNO R3 กับจอแสดงผลเพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้ได้รู้สถานะ การทำงานของโปรแกรม ซึ่งในตัวโปรแกรมจะใช้คำสั่ง lcd.print() ในการแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD

3.1.8 การออกแบบในส่วนของเครื่องวัดน้ำหนัก

ในส่วนของเครื่องวัดน้ำหนักจะใช้ตัวโหลดเซลล์แบบ Full-Bridge Strain-Gauge และใช้ไอซี INA125. เป็นตัวขยายสัญญาณจากตัวโหลดเซลล์และส่งไปยังขาสัญญาณอนาล็อก A0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 แล้วจะใช้โปรแกรมเพื่ออ่านค่าสัญญาณแล้วแปลค่าให้เป็นน้ำหนักอีกที หลักการทำงานของโปรแกรมคือคำสั่งโปรแกรมจะทำการอ่านค่าสัญญาณจากตัวโหลดเซลล์ซึ่งจะแปลค่าตามน้ำหนักจากนั้นแปลแกรมจะแปลค่าออกมาเป็นน้ำหนักที่ชั่งได้ซึ่งการจะทำให้ได้ค่าน้ำหนักที่ถูกต้องจะต้องมีการ Calibrate

3.1.9 การออกแบบ Ultrasonic Distance Module Sensor

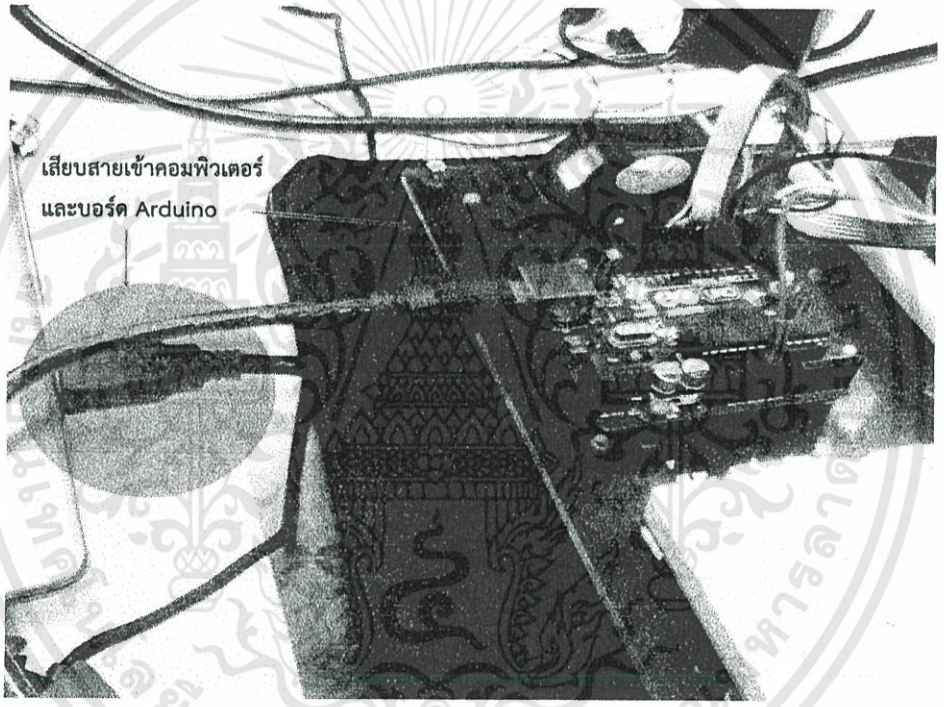
ในส่วนนี้จะเป็นส่วนของการตรวจสอบว่ามีผู้ใช้งานเข้ามาใกล้เครื่องหรือไม่ โดยจะใช้ Ultrasonic Distance Module Sensor ร่วมกับ Arduino UNO R3 เพื่อทำการวัดระยะทางผู้ใช้งานกับเครื่อง หลักการทำงานของโปรแกรมคือ จะตรวจสอบว่ามีผู้ใช้งานเข้ามาหรือไม่โดยในที่นี้เราจะใช้ระยะ 30 เซนติเมตรเป็นระยะอ้างอิง คือถ้าผู้ใช้เข้ามาใกล้กว่าระยะอ้างอิงโปรแกรมก็จะเริ่มการทำงาน การเชื่อมต่อ Ultrasonic Distance Module Sensor Arduino UNO R3 จะต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขาสัญญาณTrig เข้ากับขาดิจิตอล D11 และขาสัญญาณ Echo เข้ากับขาดิจิตอล D10 ของ Arduino UNO R3 โดยโปรแกรมจะส่งสัญญาณ Pulse ความกว้างอย่างน้อย 10 ไมโครวินาที ออกไปที่ขาเอาต์พุต TRIG จากนั้นจึงวัดความกว้างของสัญญาณ Pulse ที่เป็นอินพุตจากขา ECHO โดยใช้คำสั่ง pulseIn() จากนั้นนำค่าที่ได้มาคำนวณเป็นระยะทาง

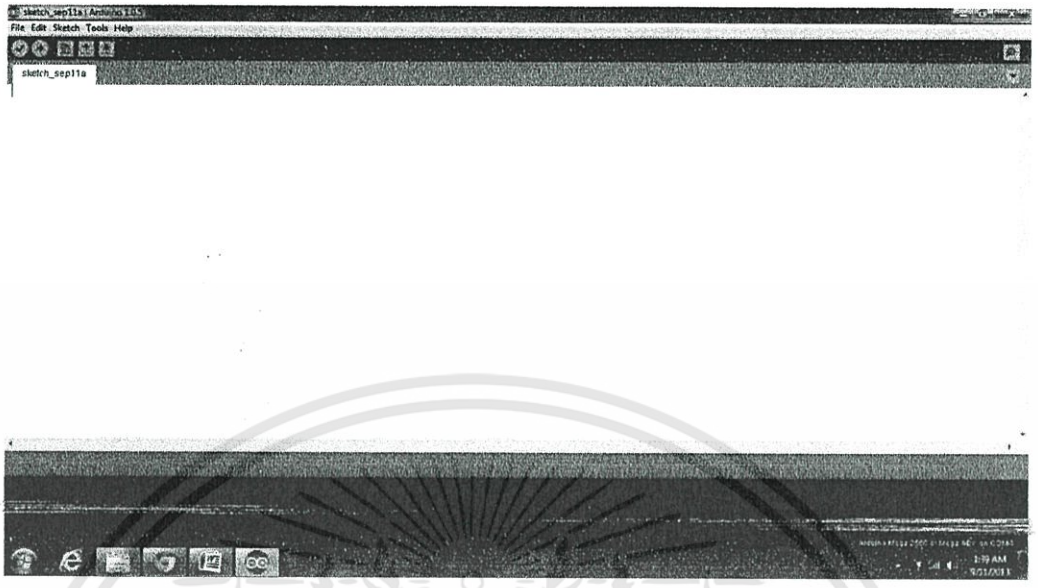
3.1.10 การออกแบบเพื่อติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino UNO R3 จะมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากUSB ของคอมพิวเตอร์ เป็นสัญญาณ TTL เพื่อเขียนโปรแกรมลงไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่ภายในตัวแล้ว ดังนั้นเราไม่จำเป็นต่ออุปกรณ์อะไรเพิ่มเติมอีก โดยสามารถใช้สาย USB cable เชื่อมระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ได้เลยโดยผ่านโปรแกรม Arduino IDE 1.0.5



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์

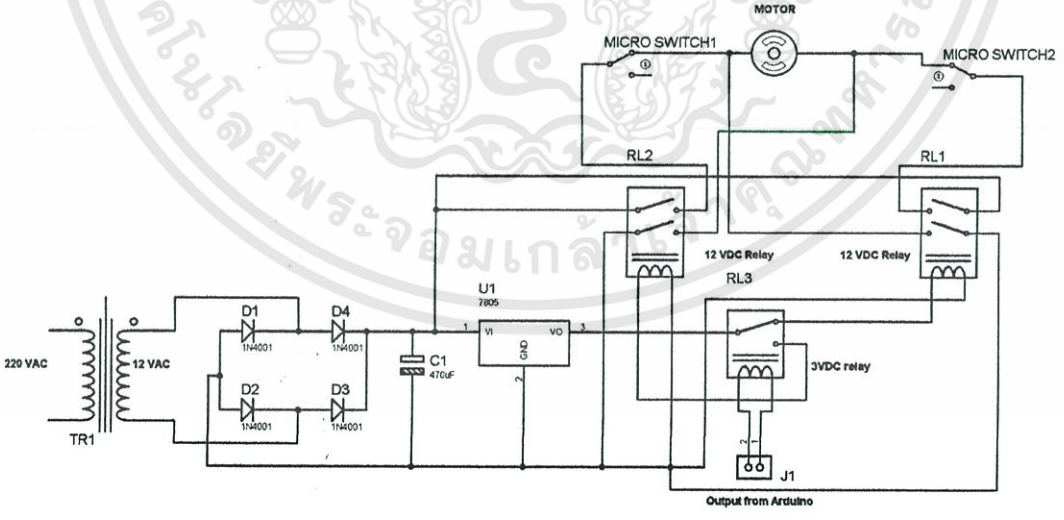
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 หน้าต่างโปรแกรม Arduino IDE 1.0.5

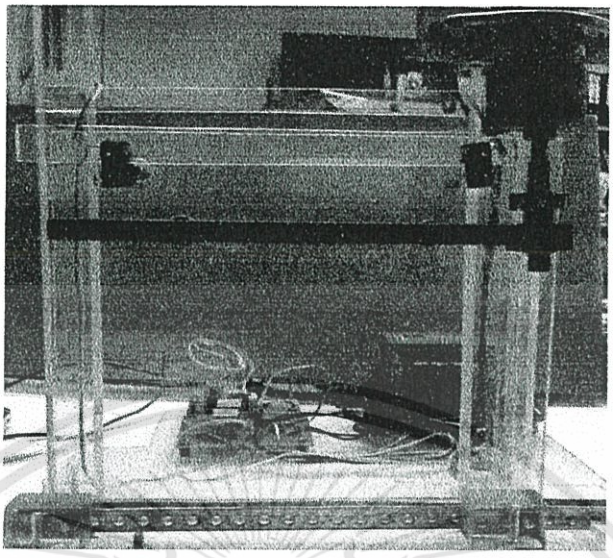
3.1.11 การออกแบบประตูเพื่อทำการทดสอบระบบ

การออกแบบประตูจะใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 12 โวลต์ในการทำหน้าที่เปิดและปิดประตูหลังจากการทำงานของระบบ ซึ่งจะใช้แหล่งจ่ายไฟจากหม้อแปลงกระแสสลับ 220 โวลต์ เป็น 12 โวลต์แล้วแปลงเป็นกระแสตรง เป็นไฟเลี้ยงในการขับมอเตอร์กระแสตรง และใช้ไมโครสวิตซ์เป็นตัวตัดไฟที่จ่ายให้แก่มอเตอร์เมื่อประตูได้ทำการเปิดปิดเสร็จแล้วโดยมีรีเลย์ทำหน้าที่เลือกให้มอเตอร์หมุนทางซ้ายหรือขวา



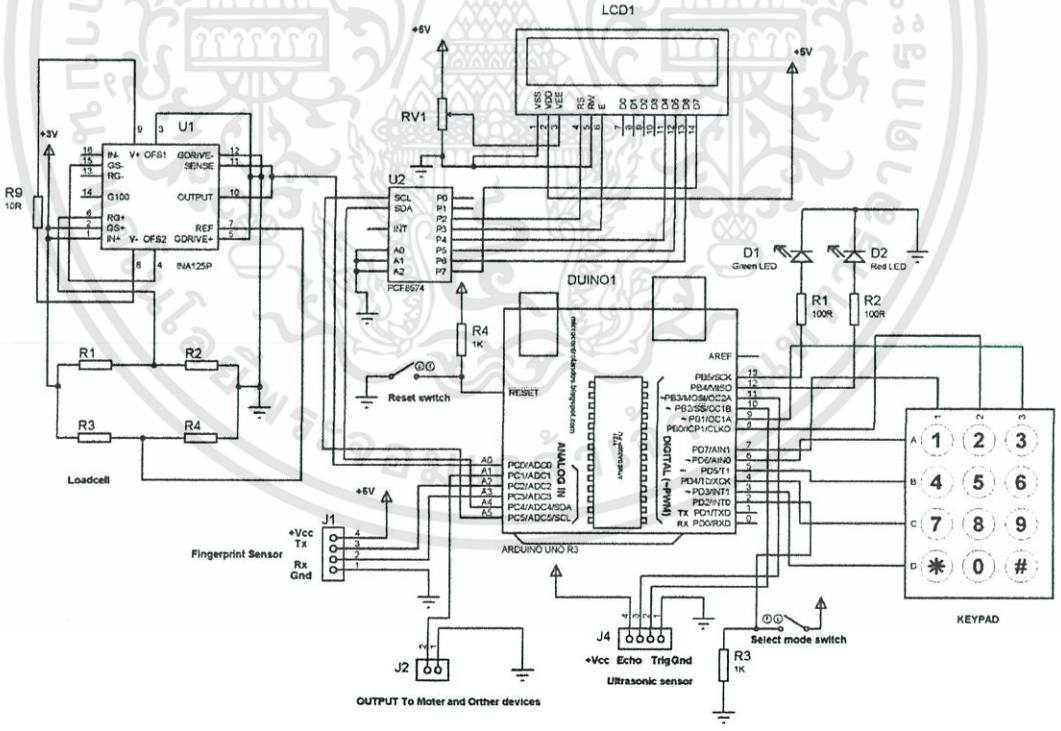
รูปที่ 3.7 วงจรในการเปิดประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ประตูที่ใช้ในการทดสอบระบบ

3.1.12 วงจรระบบการผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น



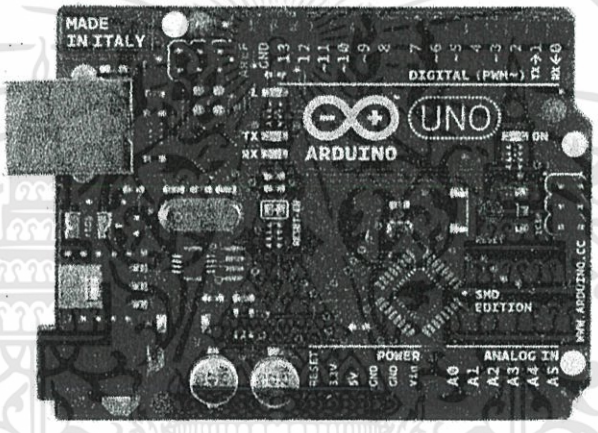
รูปที่ 3.9 วงจรระบบการผ่านเข้า-ออกด้วยระบบความปลอดภัย 3 ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 บอร์ด Arduino รุ่น Arduino UNO R3

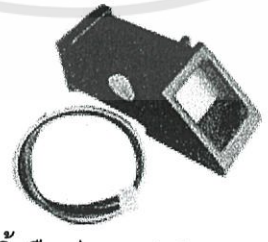
บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในปริญญานิพนธ์นี้มีหน้าที่ควบคุมบอร์ดรีเลย์สวิตช์เพื่อสลับช่องสัญญาณของอินพุตซึ่งบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้คือ บอร์ด Arduino รุ่น Arduino328 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ในตระกูล AVR เบอร์ Atmega328P ของ Atmel ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรเลอร์ 8 Bit มี GPIO ใช้งานจำนวน 22 Pins โดยเป็น Digital GPIO จำนวน 14 I/O และ Analog Input จำนวน 6 ช่องขนาด 10 Bit VRef, 5V, Ground, Vin and Reset, 6-Pin Standard ICSP Header, Auto-reset capability บอร์ด Arduino328 ได้รวบรวมเอาอุปกรณ์ที่จำเป็นต่างๆต่อการใช้งาน บรรจุไว้ภายในโครงสร้างของ MCU เพียงตัวเดียว ไม่ว่าจะเป็นระบบ SPI, I2C, ADC, Timer/Counter, PWM, UART เป็นต้น



รูปที่ 3.10 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Arduino UNO R3

3.2.2 อุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ รุ่น: Adafruit Optical Fingerprint Sensor

อุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ รุ่น Adafruit Optical Fingerprint Sensorเป็นโมดูลที่รวมเอา Optical sensor, CMOS Image Sensor, CPU และ Flash Memory ไว้ด้วยกัน สามารถบันทึกลายนิ้วมือได้ 162 ลายนิ้วมือ ติดต่อกับผู้ใช้งานในรูปแบบ UART (TTL 3.3 โวลต์) สามารถใช้ร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ทุกตระกูลที่รองรับการใช้งานรูปแบบ UART



รูปที่ 3.11 อุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ รุ่น : Adafruit Optical Fingerprint Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

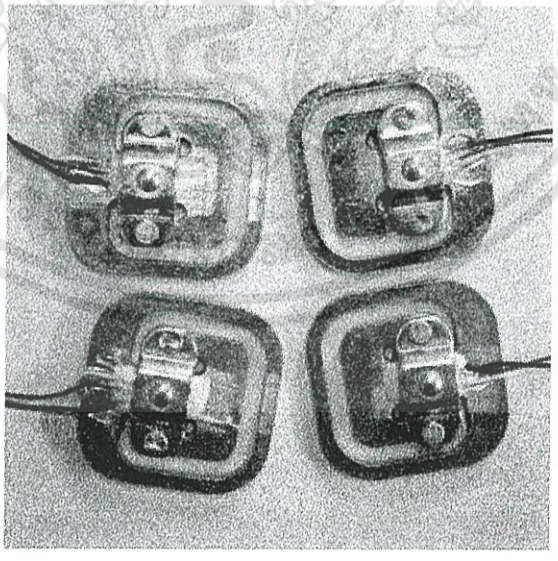
3.2.3 อุปกรณ์สำหรับใส่รหัสตัวเลข: 4X3 matrix keypad

อุปกรณ์ในการป้อนข้อมูลตัวเลขให้กับงานทางด้านไมโครคอนโทรลเลอร์นอกเหนือจากสวิตช์กดติดปล่อยดับแบบธรรมดา (Push Button Switch) การต่อใช้งานสวิตช์แบบเมตริกซ์เป็นการนำสวิตช์ธรรมดามาต่อกันในแบบเมตริกซ์ คือขาด้านหนึ่งจะต่อในแนวหลัก (Column) และขาอีกด้านหนึ่งจะต่ออยู่ในแนวแถว (Row) ซึ่งในที่นี้ Matrix Keypad ที่ใช้ มีจำนวน Column = 3 และ Row=4

รูปที่ 3.12 4X3 matrix keypad

3.2.4 Load cell

Load Cell ที่ใช้เป็นโหลดเซลล์แบบ Full-Bridge Strain-Gauge ซึ่งประกอบไปด้วยโหลดเซลล์จำนวนทั้งหมด 4 ตัวต่อกันในลักษณะแบบ bridge ทำให้รับน้ำหนักได้เพิ่มมากขึ้น

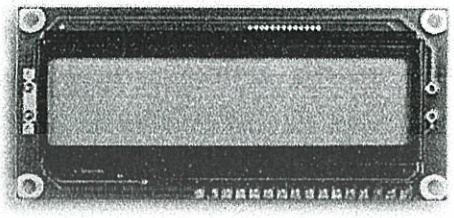


รูปที่ 3.13 Load cell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.5 จอแสดงผล Dot-Matrix LCD

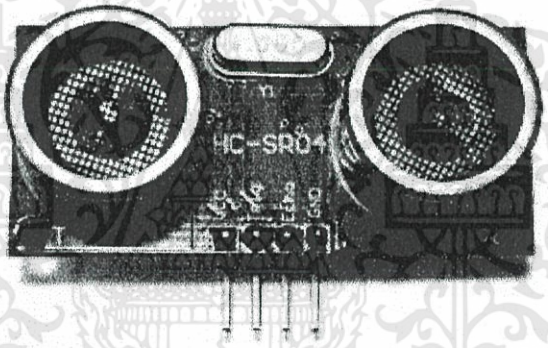
จอแสดงผล Dot-Matrix LCD ขนาด 16x2 ซึ่งใช้ในการบอกสถานะ การใช้งานของผู้ใช้



รูปที่ 3.14 จอแสดงผล Dot-Matrix LCD

3.2.6 Ultrasonic Distance Module Sensor

Ultrasonic Distance Module Sensor รุ่น HC-SR04 ซึ่งระยะที่สามารถวัดได้อยู่ในระหว่าง2-400 เซนติเมตรใช้ไฟเลี้ยง 5V



รูปที่ 3.15 Ultrasonic Distance Module Sensor HC-SR04

3.2.7 ซอฟต์แวร์ที่ใช้พัฒนาปริญญานิพนธ์

Arduino IDE 1.0.5 เป็นโปรแกรมใช้เขียนโปรแกรมควบคุมบอร์ด โดยใช้ภาษา C มี Compiler ในตัว สามารถสร้าง Hex file ได้เพื่อนำไปโหลดลงไมโครคอนโทรลเลอร์

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดลองวัดสัญญาณเอาต์พุตของโมดูลสแกนลายนิ้วมือ

3.3.2 การทดลองวัดสัญญาณของ 4x3 matrix keypad

3.3.3 การทดลองวัดสัญญาณของ I2C LCD Display

3.3.4 การทดลองวัดสัญญาณของ Ultrasonic Distance Module Sensor

3.3.5 การทดลองวัดสัญญาณจากโหลดเซลล์

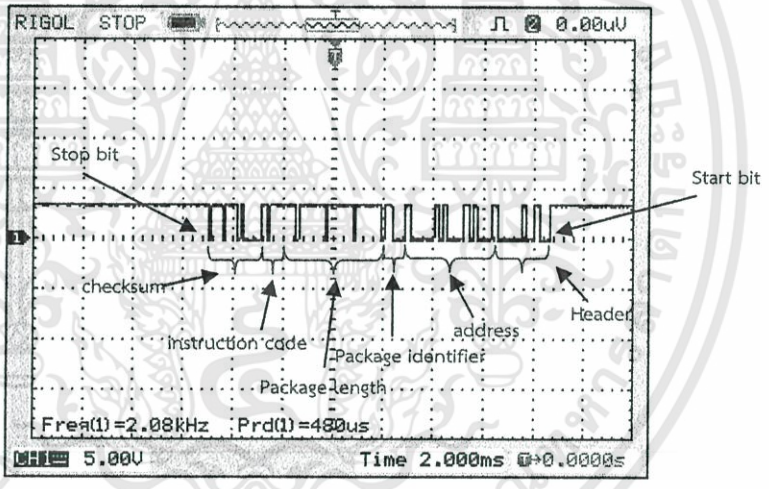
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองวัดสัญญาณเอาต์พุตของโมดูลสแกนลายนิ้วมือ

ในการทำงานของโมดูลสแกนลายนิ้วมือกับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้นจะสื่อสารกันโดยใช้ชุดคำสั่ง ซึ่งในส่วนของโปรแกรมที่เราทำการเขียนลงไปนั้นจะทำการสร้างชุดคำสั่งพื้นฐานเพื่อจะติดต่อกับโมดูลสแกนลายนิ้วมือ โดยจะส่งแพ็คเกจคำสั่งต่างๆ ให้โมดูลสแกนลายนิ้วมือผ่านทางพอร์ตอนุกรม แล้วโมดูลสแกนลายนิ้วมือก็จะตอบสนองโดยการส่งแพ็คเกจตอบรับกลับมาทางพอร์ตอนุกรมเช่นเดียวกัน รูปที่ 4.1 แสดงตัวอย่างสัญญาณของแพ็คเกจที่ใช้ในการติดต่อโมดูลสแกนลายนิ้วมือ



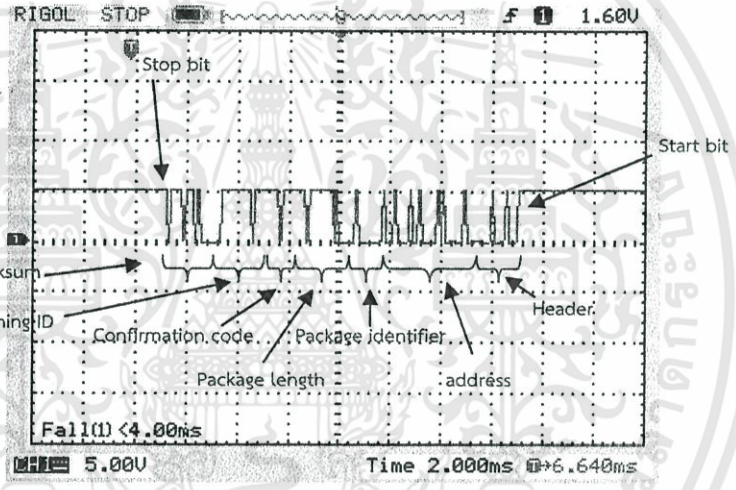
รูปที่ 4.1 สัญญาณชุดคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าสู่โมดูลสแกนลายนิ้วมือ

จากรูปที่ 4.1 เป็นคำสั่งให้โมดูลสแกนลายนิ้วมือทำการอ่านค่าลายนิ้วมือที่วัดจากขาสัญญาณ A2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์และโมดูลสแกนลายนิ้วมือที่ขา Rx จะเห็นว่าสัญญาณเป็นสัญญาณ TTL 0-3.3 โวลต์ มีคาบเวลา 480 ไมโครวินาที โดยชุดคำสั่งจะเริ่มต้นด้วย 0 (Start bit) และสิ้นสุดคำสั่งที่บิต 1 (Stop bit) มีข้อมูลทั้งหมด 48 บิต สัญญาณที่อ่านได้คือ 0101000100101 00100100101111111111111111110010111B โดยส่วนประกอบของข้อมูลแสดงในตารางที่4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 สัญญาณชุดคำสั่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์เข้าสู่โมดูลสแกนลายนิ้วมือ

Header	01010001
Address	0010100100100101
Package identifier	1111
Package length	11111111
Instruction code	1111
Checksum	10010111



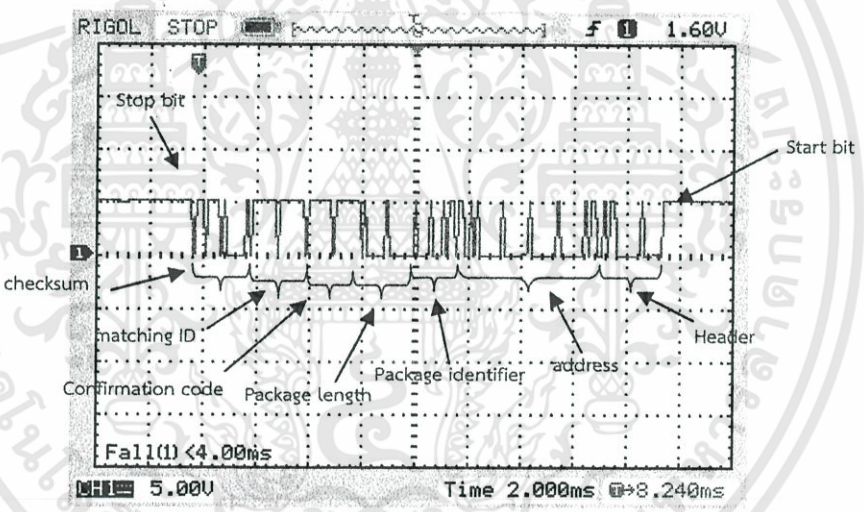
รูปที่ 4.2 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับลายนิ้วมือที่ 1

จากรูปที่ 4.2 เป็นสัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือที่ส่งกลับมายังไมโครคอนโทรลเลอร์หลังจากการสแกนลายนิ้วมือ ซึ่งผลการวัดตรวจสอบพบว่าลายนิ้วมือที่อ่านค่าได้เป็นลายนิ้วมือของผู้ใช้คนที่ 1 จะเห็นว่าสัญญาณเป็นสัญญาณ TTL 0-5 โวลต์ โดยชุดคำสั่งจะเริ่มต้นด้วย 0 (Start bit) และสิ้นสุดคำสั่งที่บิต 1 (Stop bit) มีข้อมูลทั้งหมด 48 บิต สัญญาณที่อ่านได้คือ 010100100101101010010011111111111111000101100101B โดยส่วนประกอบของข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับลายนิ้วมือที่ 1

Header	01010010
Address	0101101010010011
Package identifier	1111
Package length	1111
Confirmation code	1111
Matching ID	0001
Checksum	01100101



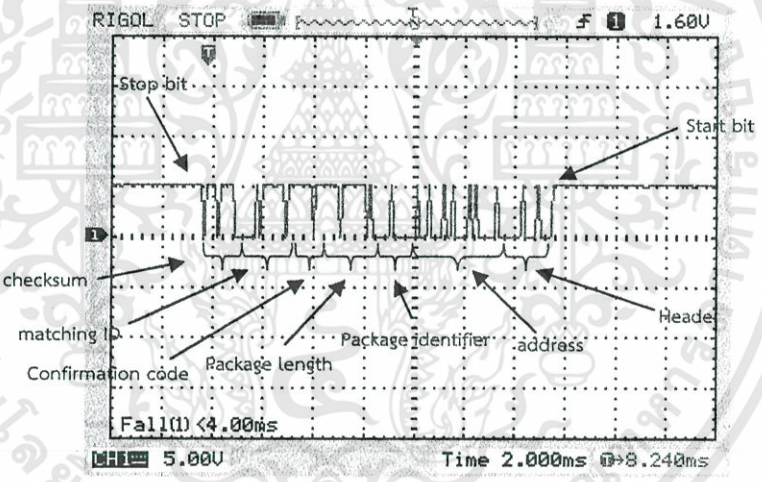
รูปที่ 4.3 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับลายนิ้วมือที่ 2

จากรูปที่ 4.3 เป็นสัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือที่ส่งกลับมายังไมโครคอนโทรลเลอร์หลังจากการสแกนลายนิ้วมือ ซึ่งผลการวัดตรวจสอบพบว่าลายนิ้วมือที่อ่านค่าได้เป็นลายนิ้วมือของผู้ใช้คนที่ 2 จะเห็นว่าสัญญาณเป็นสัญญาณ TTL 0-5 โวลต์ โดยชุดคำสั่งจะเริ่มต้นด้วย 0 (Start bit) และสิ้นสุดคำสั่งที่บิต 1 (Stop bit) มีข้อมูลทั้งหมด 48 บิต สัญญาณที่อ่านได้คือ 010100100101101010010011111111111111001001100101B โดยส่วนประกอบของข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับลายนิ้วมือที่ 2

Header	01010010
Address	0101101010010011
Package identifier	1111
Package length	1111
Confirmation code	1111
Matching ID	0010
Checksum	01100101



รูปที่ 4.4 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับลายนิ้วมือที่ 3

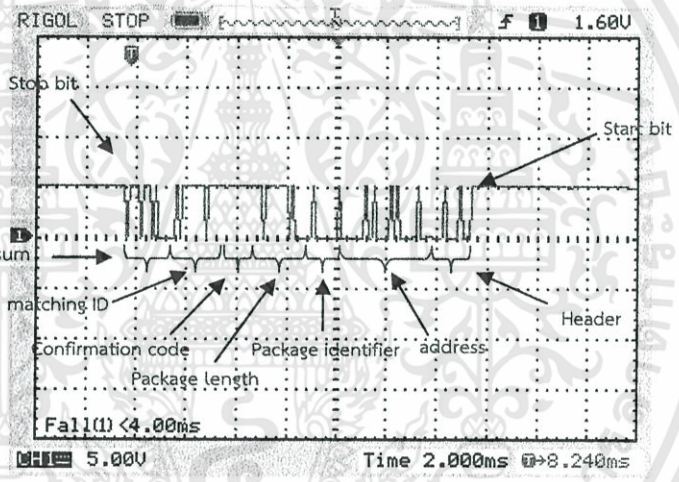
จากรูปที่ 4.4 เป็นสัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือที่ส่งกลับมายังไมโครคอนโทรลเลอร์หลังจากการสแกนลายนิ้วมือซึ่งผลการวัดตรวจสอบพบว่าลายนิ้วมือที่อ่านค่าได้เป็นลายนิ้วมือของผู้ใช้คนที่ 3 จะเห็นว่าสัญญาณเป็นสัญญาณ TTL 0-5 โวลต์ โดยชุดคำสั่งจะเริ่มต้นด้วย 0 (Start bit) และสิ้นสุดคำสั่งที่บิต 1 (Stop bit) มีข้อมูลทั้งหมด 48 บิต สัญญาณที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อ่านได้คือ 0101001001011010100100111111111111111001101100101B โดยส่วนประกอบของข้อมูลแสดงในตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับลายนิ้วมือที่ 3

Header	01010010
Address	0101101010010011
Package identifier	1111
Package length	1111
Confirmation code	1111
Matching ID	0011
Checksum	01100101



รูปที่ 4.5 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับลายนิ้วมือที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูล

จากรูปที่ 4.5 เป็นสัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือที่ส่งกลับมายังไมโครคอนโทรลเลอร์หลังจากการสแกนลายนิ้วมือ ซึ่งผลการวัดตรวจสอบพบว่าลายนิ้วมือที่อ่านค่าได้เป็นลายนิ้วมือที่ไม่มีอยู่ในฐานข้อมูล จะเห็นว่าสัญญาณเป็นสัญญาณ TTL 0-5 โวลต์ โดยชุดคำสั่งจะเริ่มต้นด้วย 0 (Start bit) และสิ้นสุดคำสั่งที่บิต 1 (Stop bit) มีข้อมูลทั้งหมด 48 บิต สัญญาณที่อ่านได้คือ 0101001001011010100100111111111111111000001100101B โดยส่วนประกอบของข้อมูลแสดงดังตารางที่ 4.5 ซึ่งมีความแตกต่างกับกรณีที่พบลายนิ้วมือคือ matching ID จะเป็น 0000 ซึ่งกรณีที่พบลายนิ้วมือ matching ID จะเป็นหมายเลขผู้ใช้ที่พบตั้งแต่ 1-162

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 สัญญาณเอาต์พุตจากโมดูลสแกนลายนิ้วมือเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับลายนิ้วมือที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูล

Header	01010010
Address	0101101010010011
Package identifier	1111
Package length	1111
Confirmation code	1111
Matching ID	0000
Checksum	01100101

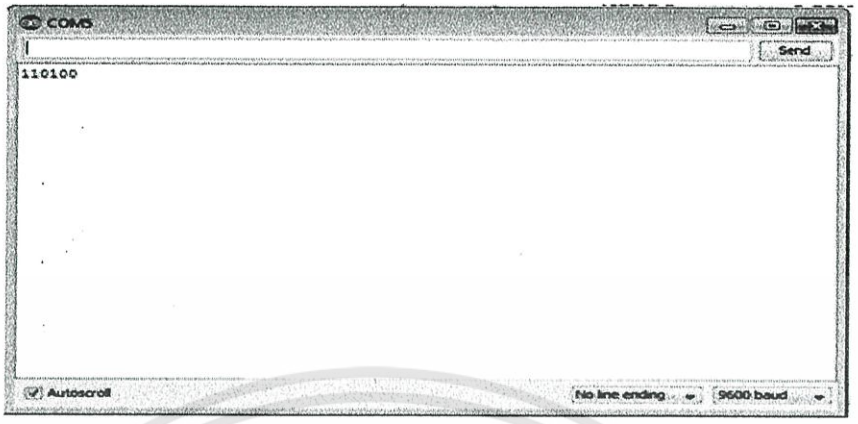
4.2 ผลการทดลองวัดสัญญาณของ 4x3 matrix keypad

ตารางที่ 4.6 แสดงค่าลอจิกจากขาสัญญาณที่มาจาก 4x3 matrix keypad ซึ่งจะมีค่าเป็นสัญญาณลอจิกคือ 0 กับ 1 ซึ่งจะขึ้นอยู่กับการกดหมายเลขบน keypad จากนั้นโปรแกรมในไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตรวจสอบค่าลอจิกที่อ่านได้จากการกดหมายเลข จากนั้นจะทำการประมวลผลออกมาเป็นค่าตัวเลขและแสดงผลทางหน้าจอแอลซีดี

ตารางที่ 4.6 สัญญาณลอจิกจาก 4x3 matrix keypad

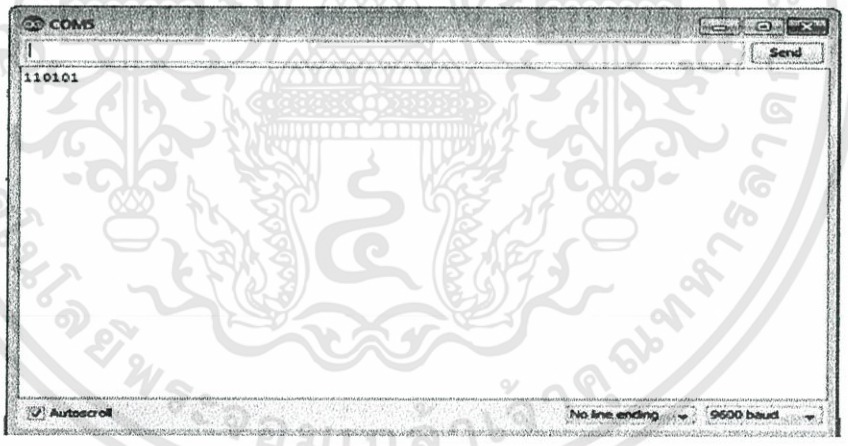
Column			Row				Key	
C0	C2	C3	R0	R1	R2	R3	Character	binary
0	0	0	1	1	1	1	(none)	1111
0	1	1	0	1	1	1	1	0001
1	0	1	0	1	1	1	2	0010
1	1	0	0	1	1	1	3	0011
0	1	1	1	0	1	1	4	0100
1	0	1	1	0	1	1	5	0101
1	1	0	1	0	1	1	6	0110
0	1	1	1	1	0	1	7	0111
1	0	1	1	1	0	1	8	1000
1	1	0	1	1	0	1	9	1001
0	1	1	1	1	1	0	*	1010
1	0	1	1	1	1	0	0	0000
1	1	0	1	1	1	0	#	1011

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ค่าตัวเลขที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับจากคีย์แพดเมื่อกดหมายเลข 4

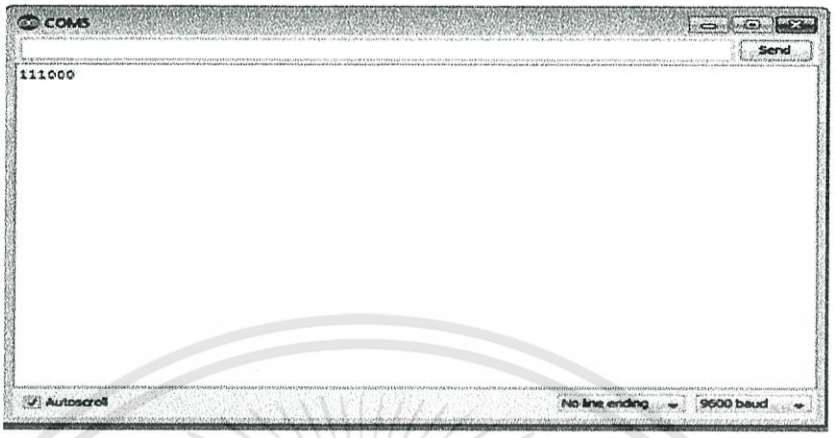
จากรูปที่ 4.6 เป็นผลการทดลองจากการที่ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลค่าตัวเลขที่รับจากคีย์แพดแล้วส่งเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE เพื่อทำการทดสอบว่าตัวเลขที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลนั้นตรงกับตัวเลขที่เรากดหรือไม่ จากรูปเป็นการกดหมายเลข 4 ที่คีย์แพด ซึ่งค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลได้คือ 0100 ซึ่งตรงกับค่าที่กดที่คีย์แพดตามตารางที่ 4.6



รูปที่ 4.7 ค่าตัวเลขที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับจากคีย์แพดเมื่อกดหมายเลข 5

จากรูปที่ 4.7 เป็นผลการทดลองจากการที่ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลค่าตัวเลขที่รับจากคีย์แพดแล้วส่งเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE เพื่อทำการทดสอบว่าตัวเลขที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลนั้นตรงกับตัวเลขที่เรากดหรือไม่ จากรูปเป็นการกดหมายเลข 5 ที่คีย์แพด ซึ่งค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลได้คือ 0101 ซึ่งตรงกับค่าที่กดที่คีย์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



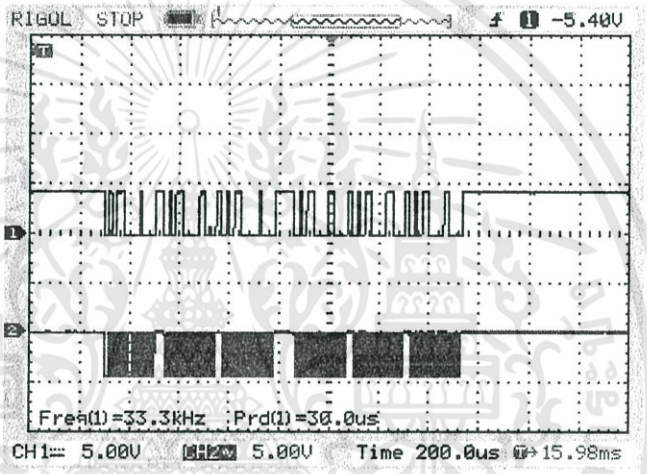
รูปที่ 4.8 ค่าตัวเลขที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับจากคีย์แพดเมื่อกดหมายเลข 8

จากรูปที่ 4.8 เป็นผลการทดลองจากการที่ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลค่าตัวเลขที่รับจากคีย์แพดแล้วส่งเข้ามายังคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรม Arduino IDE เพื่อทำการทดสอบว่าตัวเลขที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลนั้นตรงกับตัวเลขที่เรากดหรือไม่ จากรูปเป็นการกดหมายเลข 8 ที่คีย์แพด ซึ่งค่าที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลได้คือ 1000 ซึ่งตรงกับค่าที่กดที่คีย์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การแสดงผลการทำงานของโปรแกรมโดย I2C LCD Display

I2C LCD Display จะทำหน้าที่ในการแสดงผลการทำงานของโปรแกรมแก่ผู้ใช้ การใช้งานจอแสดงผลจะใช้ไอซีเบอร์ PCF8574 ในการสื่อสารข้อมูลแบบ I2C bus ระหว่างบอร์ด Arduino UNO R3 กับจอแสดงผลเพื่อแสดงผลให้ผู้ใช้ได้รู้สถานะการทำงานของโปรแกรม การทำงานของโปรแกรมจะเริ่มจากการเซตแถวที่ต้องการเขียนโดยใช้คำสั่ง lcd.setCursor(); จากนั้นใช้คำสั่ง lcd.clear(); คำสั่งนี้จะใช้สำหรับลบข้อความหน้าจอทั้งหมด จากนั้นก็จะใช้คำสั่ง lcd.print(); สำหรับเขียนข้อมูลหรือรหัสตัวอักษรไปให้กับ LCD



Chanel 1 SDA Signal

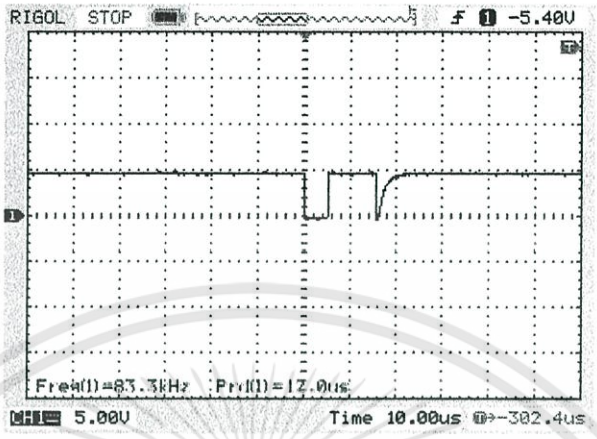
Chanel 2 SCL Signal

รูปที่ 4.9 สัญญาณเอาต์พุตจาก Arduino UNO R3 ที่ส่งไปยัง I2C LCD display

จากรูปที่ 4.9 เป็นตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบ I2C bus ระหว่างบอร์ด Arduino UNO R3 กับจอแสดงผล พบว่าสัญญาณมีค่าแรงดัน 4 โวลต์ คือ SCLกับ SDA โดย SDA คือ Serial Data มีข้อมูลทั้งหมด 48 บิต สัญญาณที่อ่านได้คือ 010010101001001010100100110010010110110010101B และ SCL คือ Serial clock มีความถี่ 33.3 KHz จะเห็นว่าช่วงที่มีการส่งข้อมูล SCL จะเป็น 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

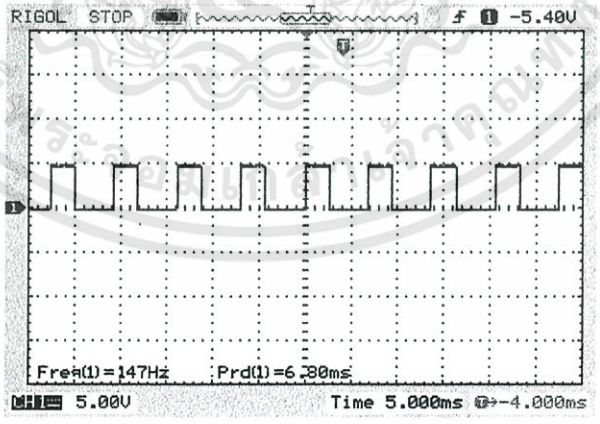
4.4 ผลการทดลองวัดสัญญาณของ Ultrasonic Distance Module Sensor



รูปที่ 4.10 สัญญาณเอาต์พุตที่ออกมาจากขาสัญญาณ Trigger

จากรูปที่ 4.10 เป็นสัญญาณเอาต์พุตจาก Ultrasonic Distance Module Sensor ที่ขา Trigger มีขนาดกว้างเท่ากับ 10 ไมโครวินาที ค่าแรงดัน 5 โวลต์ สัญญาณนี้จะถูกสร้างจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ทันทีที่ Ultrasonic Sensor ได้รับสัญญาณพัลส์บวกเข้าที่ขา Trigger Ultrasonic Sensor จะดำเนินการสร้างขบวนพัลส์ความถี่ 40 KHz จากนั้นสัญญาณนี้จะถูกส่งออกมาจากตัว Ultrasonic Sensor จนกระทั่งกระทบกับวัตถุที่ต้องการวัดระยะทาง การคำนวณหาระยะทางของวัตถุจะอาศัยหลักการสะท้อนกลับของคลื่นจากวัตถุกลับมาที่ Ultrasonic Sensor จากนั้นจะนำสัญญาณที่ขา Echo มาคำนวณหาระยะทาง ซึ่งสามารถคำนวณหาได้จากสมการคือ

ระยะทาง(เซนติเมตร) = ความกว้างของ pulse ที่ขา Echo (uS)/58 (4.1)

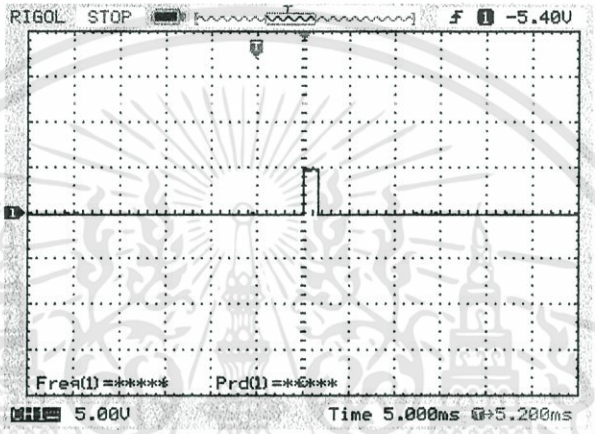


รูปที่ 4.11 สัญญาณอินพุตจากขา Echo ที่ระยะ 43 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.11 เป็นสัญญาณอินพุตจากขา Echo ที่รับกลับมาที่ระยะ 45 เซนติเมตร เป็นสัญญาณที่มีค่าแรงดัน 5 โวลต์ วัดความกว้างของสัญญาณได้ 2.5 มิลลิวินาที ซึ่งเราสามารถคำนวณหาระยะทางได้จากสมการคือ

ระยะทางที่วัดได้= $\frac{2.5x10^3}{58} = 43.10$ เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับระยะทางที่วัดจริง มีค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 4.22 %



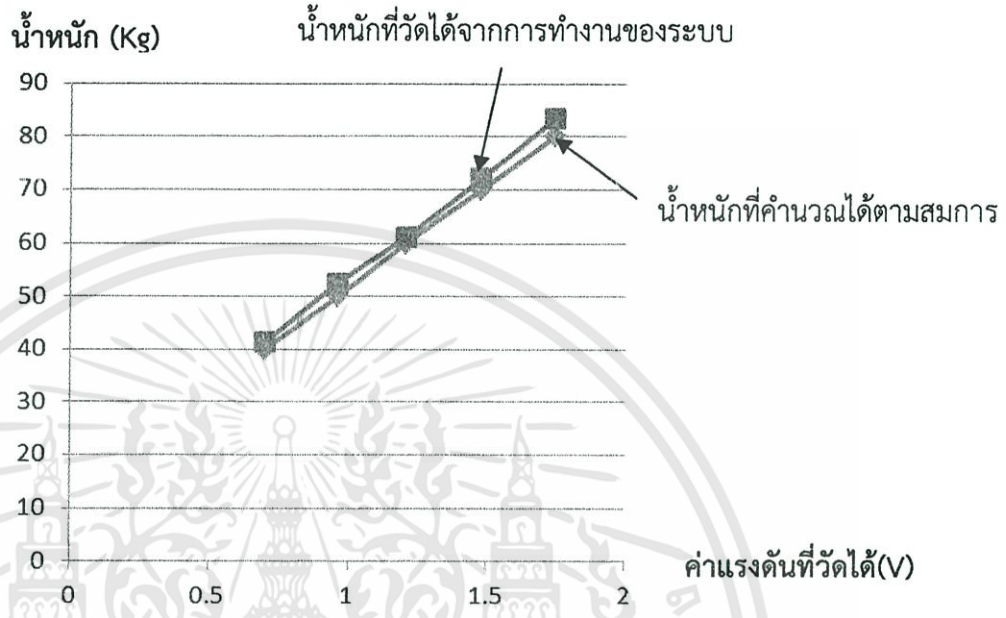
รูปที่ 4.12 สัญญาณอินพุตจากขาสัญญาณ Echo ที่ระยะทาง 30 เซนติเมตร

จากรูปที่ 4.12 เป็นสัญญาณอินพุตจากขา Echo ที่รับกลับมาที่ระยะ 30 เซนติเมตร เป็นสัญญาณที่มีค่าแรงดัน 5 โวลต์ วัดความกว้างของสัญญาณได้ 1.7 มิลลิวินาที ซึ่งเราสามารถคำนวณหาระยะทางได้จากสมการคือ

ระยะทางที่วัดได้= $\frac{1.7x10^3}{58} = 29.31$ เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับระยะทางที่วัดจริง มีค่าความความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 2.3 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดลองวัดสัญญาณจากโหลดเซลล์



รูปที่ 4.13 สัญญาณเอาต์พุตจากโหลดเซลล์

จากรูปที่ 4.13 เป็นสัญญาณเอาต์พุตจากโหลดเซลล์จากช่วงน้ำหนัก 40-80 กิโลกรัม จะเห็นได้ว่ามีกราฟ 2 เส้น คือ เส้นล่างเป็นค่าแรงดันที่วัดได้กับน้ำหนักตามสมการในการคำนวณหาค่าน้ำหนักจากค่าแรงดันของโปรแกรมการทำงานของระบบ ซึ่งเป็นสมการเส้นตรงคือ

$$y = 38.30x + 13.275 \qquad (4.2)$$

เมื่อ y คือน้ำหนักที่คำนวณได้ (กิโลกรัม) และ x คือค่าแรงดัน (โวลต์) และกราฟเส้นบนเป็นค่าแรงดันจากโหลดเซลล์กับน้ำหนักที่วัดได้จากการทำงานของระบบ ซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากการคำนวณตามสมการกับค่าที่ได้จากการทำงานของโปรแกรมจะมีค่าแตกต่างกันเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การเปรียบเทียบค่าน้ำหนักที่อ่านได้จากโหลดเซลล์ที่ใช้กับเครื่องชั่งน้ำหนักทั่วไป

น้ำหนัก (กิโลกรัม)	น้ำหนักที่วัดได้จากโหลดเซลล์ที่ใช้ (กิโลกรัม)	น้ำหนักที่วัดได้จากเครื่องชั่งทั่วไป (กิโลกรัม)	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
40	41.30	40	3.25
50	52.50	50	5
60	61.20	60	2
70	72.10	70	3
80	83.40	80	4.25

4.6 การทดสอบการลงทะเบียนผู้ใช้

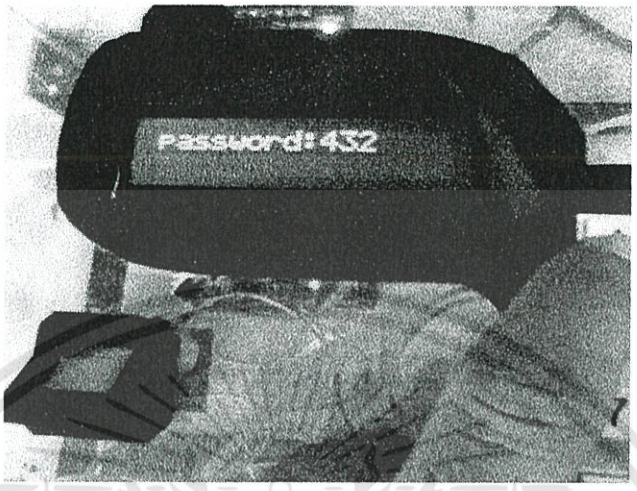
ระบบการลงทะเบียนผู้ใช้งานมีขั้นตอนดังนี้

1) ระบบจะทำงานก็ต่อเมื่อมีคนเข้ามาใกล้ในระยะ 30 เซนติเมตร ซึ่งระบบจะทำงานอยู่ในโหมดของการตรวจสอบผู้ใช้ จากนั้นกดที่ปุ่มเมนูเพื่อทำการลงทะเบียนผู้ใช้

รูปที่ 4.14 ปุ่มเมนูเพื่อทำการลงทะเบียนผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) ป้อนรหัสของผู้ดูแลในการบันทึกข้อมูลผู้ใช้ที่ไม่อยู่ในฐานข้อมูล



รูปที่ 4.15 การป้อนรหัสของผู้ดูแลระบบ

3) จากนั้นเลือกโหมดในการบันทึกข้อมูลของผู้ใช้โดยการกดหมายเลข 1 บนคีย์แพด ดังรูปที่ 4.16

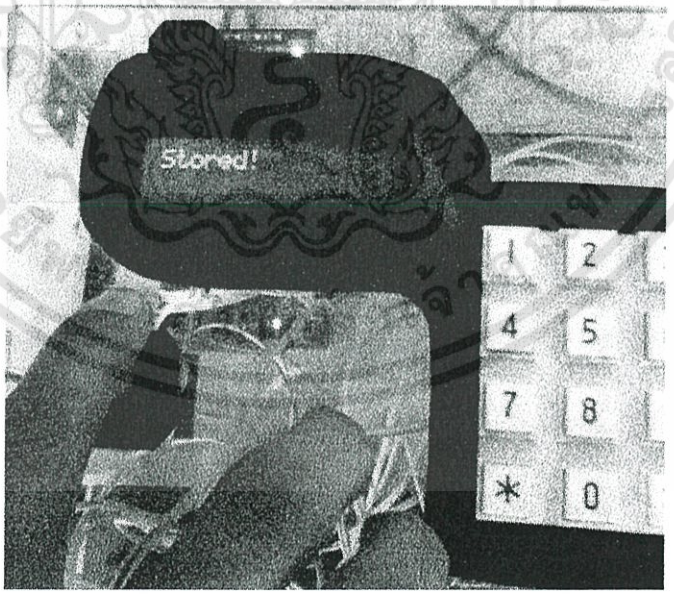
รูปที่ 4.16 เลือกโหมดในการบันทึกข้อมูลของผู้ใช้โดยการกดหมายเลข 1 บนคีย์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) ใส่หมายเลขที่ต้องการบันทึกข้อมูลผู้ใช้ ซึ่งเราสามารถบันทึกข้อมูลได้สูงสุด 162 หมายเลขและสามารถบันทึกซ้ำหมายเลขเดิมได้ เมื่อต้องการบันทึกข้อมูลแทนผู้ใช้คนเดิม ดังรูปที่ 4.17

รูปที่ 4.17 ใส่หมายเลขที่ต้องการบันทึกข้อมูลผู้ใช้

5) บันทึกลายนิ้วมือซึ่งจะทำการบันทึก 2 ครั้ง หากทำการบันทึกลายนิ้วมือเรียบร้อย ระบบจะแสดงผลการบันทึกเรียบร้อย ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 จอแสดงผลการบันทึกลายนิ้วมือเรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

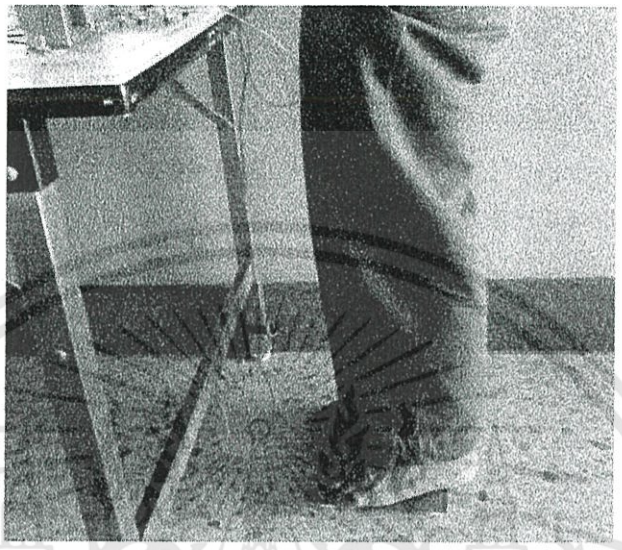
6) บันทึกรหัสผ่านโดยการกดคีย์แพดเป็นตัวเลขจำนวน 4 ตัว ดังรูปที่ 4.19 ระบบจะแสดงผลว่าบันทึกข้อมูลเรียบร้อยและพร้อมให้ทำการชั่งน้ำหนัก ดังรูปที่ 4.20

รูปที่ 4.19 การบันทึกรหัสผ่านโดยการกดคีย์แพด

รูปที่ 4.20 จอแสดงผลบันทึกข้อมูลเรียบร้อยและพร้อมให้ทำการชั่งน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

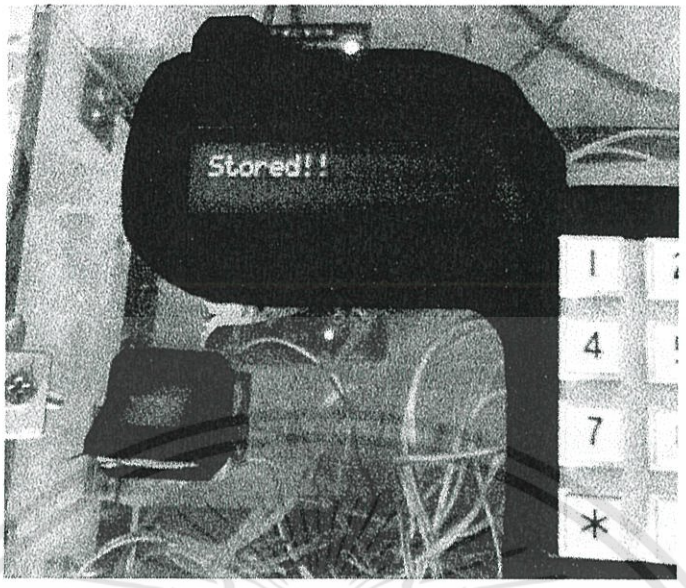
7) บันทึกน้ำหนักโดยการเหยียบบนโหลดเซลล์ดังรูปที่ 4.21 และค่าน้ำหนักที่วัดได้จะแสดงในจอแสดงผลดังรูปที่ 4.22 และเมื่อทำการจัดเก็บเรียบร้อยหน้าจอจะแสดงผลดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.21 บันทึกน้ำหนักโดยการเหยียบบนโหลดเซลล์

รูปที่ 4.22 จอแสดงผลค่าน้ำหนักที่วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

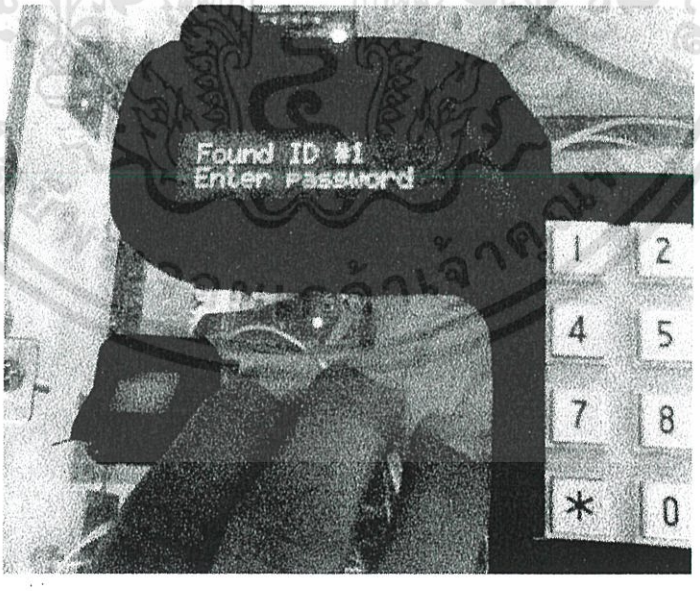


รูปที่ 4.23 จอแสดงผลว่าจัดเก็บข้อมูลเรียบร้อย

4.7 การทดสอบการตรวจสอบผู้ใช้เพื่อทำการเปิดประตู

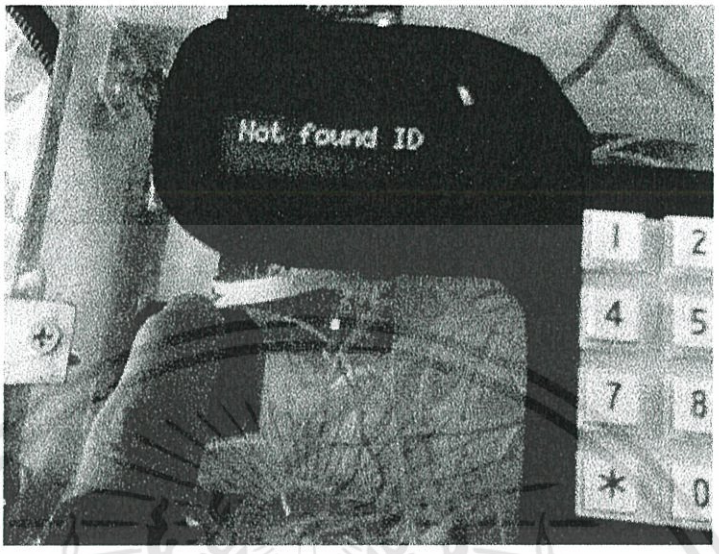
การตรวจสอบผู้ใช้ มีขั้นตอนดังนี้

1) สแกนลายนิ้วมือ หน้าจอจะแสดงผลของการตรวจสอบข้อมูลผู้ใช้ในการสแกนลายนิ้วมือ หากตรวจสอบพบข้อมูลผู้ใช้ในฐานข้อมูลจะแสดงผลดังรูปที่ 4.24 แต่หากไม่พบข้อมูลผู้ใช้ในฐานข้อมูลจะแสดงผลดังรูปที่ 4.25



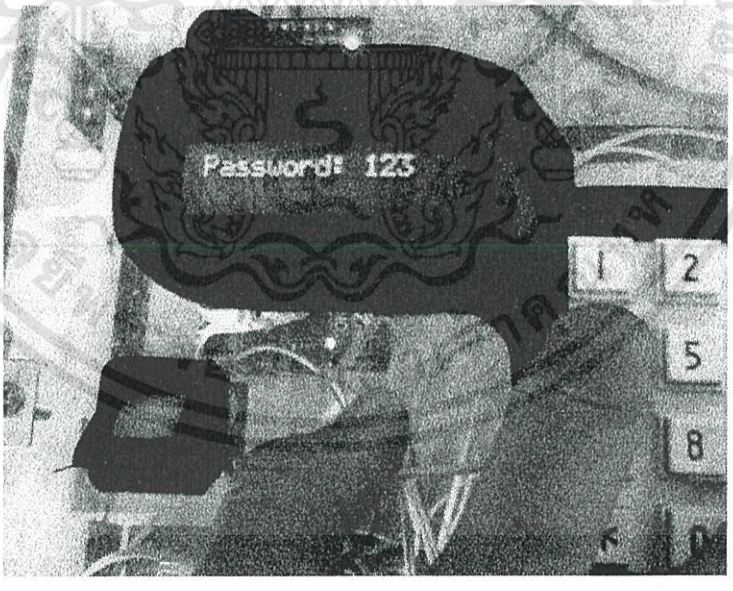
รูปที่ 4.24 จอแสดงผลเมื่อพบข้อมูลผู้ใช้คนที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



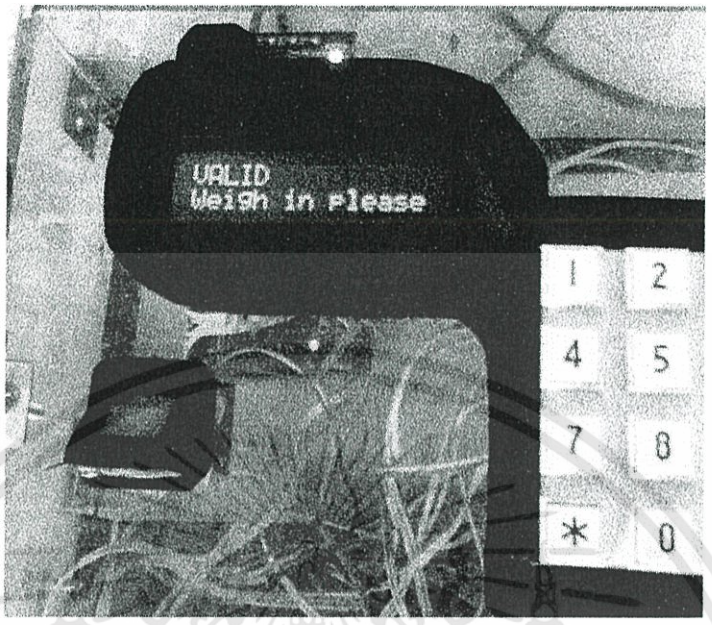
รูปที่ 4.25 จอแสดงผลเมื่อไม่พบข้อมูลผู้ใช้

2) เมื่อสแกนลายนิ้วมือผ่านแล้วจากนั้นจะทำการตรวจสอบรหัสโดยผู้ใช้พิมพ์รหัสผ่านบนคีย์แพดจำนวน 4 ตัวดังรูปที่ 4.26 ระบบจะทำการตรวจสอบและแสดงผลทางหน้าจอ ถ้าใส่รหัสผ่านถูกต้องจะแสดงผลดังรูปที่ 4.27 แต่ถ้าใส่รหัสผ่านไม่ถูกต้องจะแสดงผลดังรูปที่ 4.28 โดยระบบให้ใส่รหัสผ่านใหม่อีกครั้ง

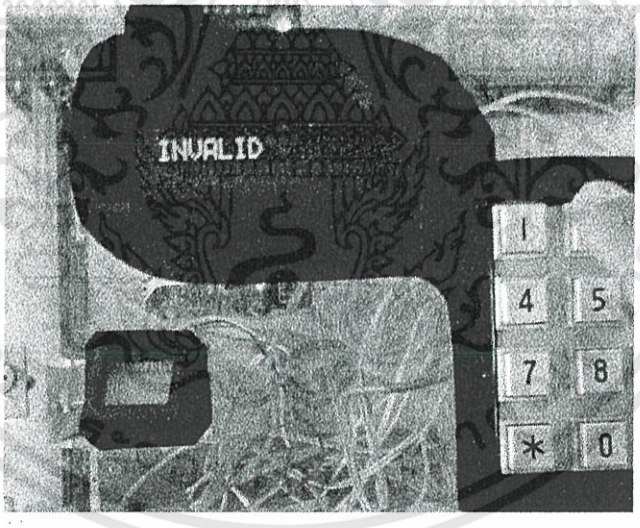


รูปที่ 4.26 ใส่รหัสผ่านบนคีย์แพด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.27 จอแสดงผลรหัสผ่านถูกต้อง

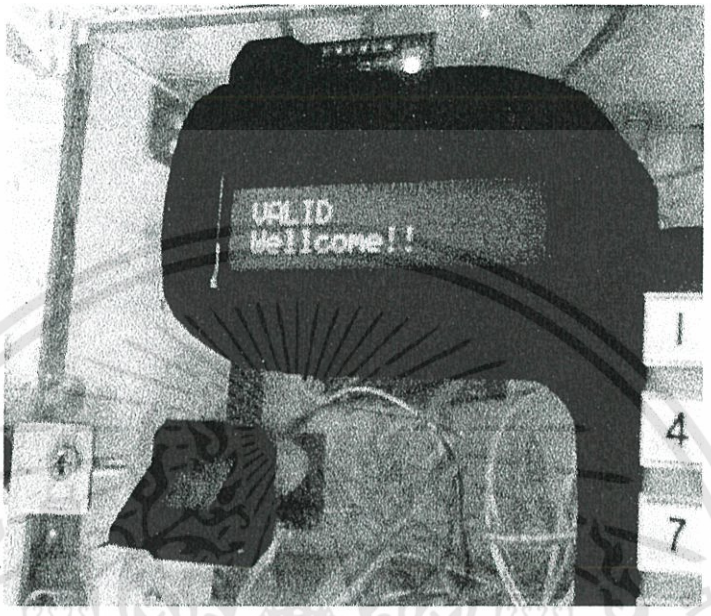


รูปที่ 4.28 จอแสดงผลเมื่อรหัสผ่านไม่ถูกต้อง

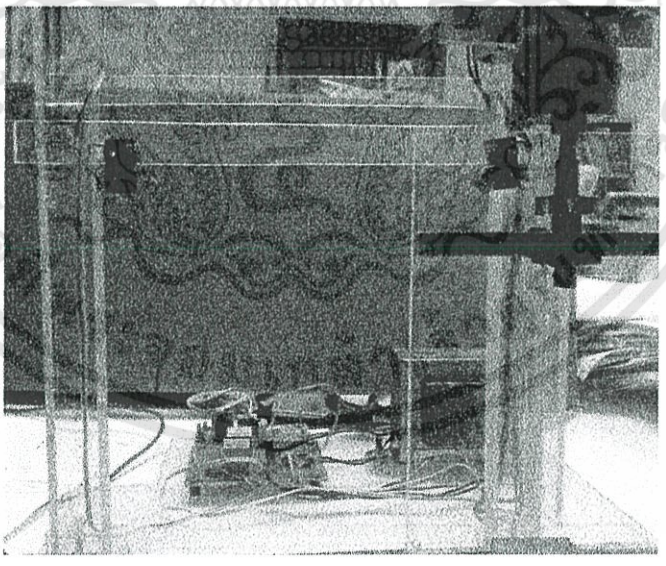
3) ตรวจสอบน้ำหนัก หลังจากที่ทำการตรวจสอบรหัสผ่านถูกต้องแล้วระบบจะทำการตรวจสอบน้ำหนัก โดยการอ่านค่าน้ำหนักจากโหลดเซลล์ หากตรวจสอบพบว่าน้ำหนักที่อ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถูกต้องจะแสดงผลดังรูปที่ 4.29 พร้อมกันนั้นประตูจะทำการเปิดออกดังรูปที่ 4.30 แต่หากพบว่าน้ำหนักที่อ่านได้ไม่ถูกต้องประตูจะไม่เปิดออก



รูปที่ 4.29 จอแสดงผลค่าน้ำหนักถูกต้อง



รูปที่ 4.30 ประตูทำการเปิดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การทดสอบการลบข้อมูลผู้ใช้

การลบข้อมูลของผู้ใช้ มีขั้นตอนดังนี้

1) กดที่ปุ่มเมนู เพื่อเข้าสู่โหมดการทำงานเป็นโหมดการบันทึกข้อมูลและการลบข้อมูล ดังรูปที่ 4.31

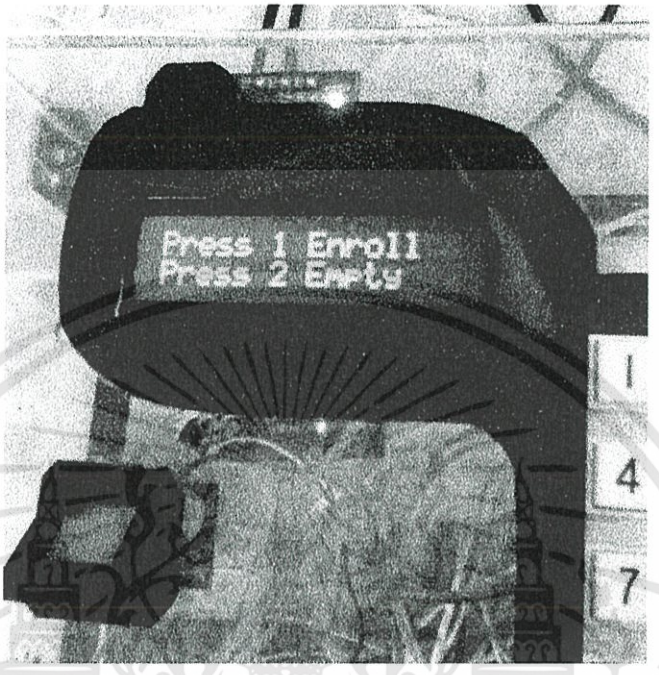
รูปที่ 4.31 ปุ่มเมนูเพื่อเลือกโหมดการทำงาน

2) ป้อนรหัสของผู้ดูแลในการลบข้อมูลผู้ใช้ ดังรูปที่ 4.32

รูปที่ 4.32 ป้อนรหัสของผู้ดูแล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เลือกโหมดการทำงานเป็นการลบข้อมูลผู้ใช้โดยการกดหมายเลข 2 บนคีย์แพด ดังรูปที่ 4.33



รูปที่ 4.33 เลือกโหมดการทำงานเป็นการลบข้อมูลผู้ใช้

4) เมื่อระบบทำการลบข้อมูลผู้ใช้ทั้งหมดเรียบร้อยแล้วจะแสดงผลดังรูปที่ 4.34

รูปที่ 4.34 จอแสดงผลเมื่อทำการลบข้อมูลผู้ใช้เรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุป

จากการทดสอบระบบการผ่านเข้า-ออก ด้วยความปลอดภัย 3 ชั้น ที่ได้พัฒนาขึ้น สามารถทำงานได้ โดยระบบสามารถรักษาความปลอดภัยโดยใช้ข้อมูล 3 ชั้น คือ ลายนิ้วมือ รหัส และน้ำหนัก การทำงานจะทำงานได้ 3 รูปแบบคือ การลงทะเบียน การตรวจสอบ และการล้างข้อมูล และจะแสดงผลออกทางจอ LCD โดยระบบจะเริ่มทำงาน ก็ต่อเมื่อมีคนเดินเข้ามาใกล้ และถ้าเข้าประตูไม่ทันจะทำการปิดประตูโดยมีการตั้งค่าหน่วงเวลาไว้ 20 วินาที ระบบโดยรวมจะมีลักษณะทำงานแบบ Stand-alone จากการสั่งการผ่านคีย์แพด โดยภาพรวมทั้งหมดระบบสามารถทำงานได้ดีและสามารถนำไปพัฒนาในการใช้งานด้านอื่นๆ ต่อไป

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาข้อมูลการใช้งานของบอร์ด Arduino UNO R3 เนื่องจากบอร์ดชนิดนี้มีชุดคำสั่งแตกต่างจากไมโครคอนโทรลเลอร์อื่นๆ จึงต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษาให้ดี ก่อนทำการสร้างควร จัดหาอุปกรณ์ต่างๆ ที่หาซื้อได้ยาก ซึ่งอาจจำเป็นต้องสั่งมาจากต่างประเทศ โดยการสร้างโมเดล ในการจำลองการใช้งานจำเป็นต้องสร้างขึ้นมาก่อนเพื่อกำหนดลักษณะการใช้งานจริง และผู้ใช้งานจำเป็นต้องมีความรู้ความเข้าใจในระบบการนำไปใช้งาน

แนวทางการพัฒนาต่อไป สามารถนำระบบการผ่านเข้า-ออก ด้วยความปลอดภัย 3 ชั้นไปติดตั้งกับประตูชนิดเปิดด้วยไฟฟ้าได้ และนำไปพัฒนาต่อเพื่อเพิ่มระบบการรักษาความปลอดภัยในสำนักงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] กลุ่มวิจัยฟิสิกส์ศึกษา, *ลายนิ้วมือ*, ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล, 1985.

[2] วุฒิไกร รักวงษ์วาน และสรณัญช์ กางการ, "Fingerprint Recognition", ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2546.

[3] นคร ภักดีชาติ, *การติดต่อสวิตช์เมตริกซ์ของไมโครคอนโทรลเลอร์*, กรุงเทพมหานคร, อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์, 2546.

[4] เอกชัย มะการ, *ศึกษาการใช้งาน Arduino*, กรุงเทพมหานคร, บริษัท อีทีที จำกัด, 2552.

[5] Arduino, *Arduino Uno R3*, www.arduino.cc, 2013.

[6] Adafruit Optical Fingerprint Sensor, *คู่มือการใช้งาน Optical Fingerprint sensor module*, www.learn.adafruit.com, 2013.

[7] Thaimicrotron, *การเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบ I2C*, http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Referrence/I2CBUS.htm (วันที่สืบค้น:8/2/57)

[8] Arduino, *Arduino*, http://arduino.cc/en/Reference/HomePage (วันที่สืบค้น:8/2/57)

[9] Wunjun, *Load Cell*, http://archive.wunjun.com/boon/5/1227.html (วันที่สืบค้น:9/2/57)

[10] ศูนย์วิทยาศาสตร์ฮาลาล, *ลายนิ้วมือ*, http:// www.halalscience.org/th/main2011/content.php?page=sub&category=85&id=1148 (วันที่สืบค้น:9/2/57)

[11] รศ.ดร.ดวงแก้ว สวามิภักดิ์, *พิสูจน์ตัวตนด้วยลายนิ้วมือ : ปลอดภัยจริงหรือ*, http://www.cs.tu.ac.th/file/article/fingerprint.htm (วันที่สืบค้น:2/2/57)

[12] Arduino, *Arduino*, http://www.sathittham.com (วันที่สืบค้น:8/2/57)

[13] Cerulun, *Arduino and Load cell*, http://cerulean.dk/words/?page_id=42(วันที่สืบค้น:2/2/57)

[14] Detect And Zero Rightmost One, *I2C LCD Display*, http://dzrmo.wordpress.com/2012/05/22/i2c-lcd-display (วันที่สืบค้น:2/2/57)

[15]] Arduino, *Arduino EEROM*, http://www.thaieasyelec.com (วันที่สืบค้น:1/2/57)

[16] Application of Embedded Linux Base, *Ultrasonic Distance ModuleSensor*, http://application-with-embedded-linux.blogspot.com (วันที่สืบค้น:1/2/57)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <NewPing.h>
#include <EEPROMex.h>
#include "Arduino.h"
#include <Adafruit_Fingerprint.h>
#include <Password.h>
#include <Keypad.h>
#include <SoftwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
uint8_t getFingerprintEnroll(uint8_t id);
#define TRIGGER_PIN  11  // Arduino pin tied to trigger
#define ECHO_PIN     10  // Arduino pin tied to echo
#define MAX_DISTANCE 400 // Maximum
NewPing sonar(TRIGGER_PIN, ECHO_PIN, MAX_DISTANCE); // NewPing setup of pins and
maximum distance.


SoftwareSerial mySerial(A2, A3);  //A2 Greenwire TX ,A3 write wire RX
Adafruit_Fingerprint finger = Adafruit_Fingerprint(&mySerial);
Password password = Password( "4321" ); // รหัสในการตรวจสอบการบันทึกข้อมูล
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const byte ROWS = 4; // Four rows
const byte COLS = 3; // Three columns
// Define the Keymap
char keys[ROWS][COLS] =
 {
   {'1','2','3',},
   {'4','5','6',},
   {'7','8','9',},
   {'a','0',' ',}
 };
// Connect keypad ROW0, ROW1, ROW2 and ROW3 to these Arduino pins.
byte rowPins[ROWS] = { 7, 6, 4, 3 };//  7 6 4 3
// Connect keypad COL0, COL1 and COL2 to these Arduino pins.
byte colPins[COLS] = { 9, 5, 8 }; //    9   5  8        connect to the column pinouts of the
keypad
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
const int buttonPin = 2;  // สวิตช์ Pin
int pushButton = 3; //  input form output Pin 13
int buttonState2 = 0;
//int buttonState1 = 0;
void enroll_data();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void enterpassword();

void checkweight();

void opendoor();

void Emplydatabase();

float loadA = 0; // kg

int analogvalA = 12.00; // analog reading taken with load A on the load cell

float loadB =65; // kg

int analogvalB = 240.00;  // analog reading taken with load B on the load cell

float analogValueAverage = 0;

int addr = 0;

int load=0;

void loadcell();

void checkpassword();

int Toweight();

int led1 = 12; // Red LED

int led2 = 13;  // Green LED

int moterPin = A1;

void setup()

{

  lcd.init();

  lcd.noBacklight();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  lcd.begin(16,2);
  Serial.begin(9600);
  keypad.addEventListener(keypadEvent); //add an event listener for this keypad
  keypad.setDebounceTime(250);
  pinMode(pushButton, INPUT);
  pinMode(led1, OUTPUT);
  pinMode(led2, OUTPUT);
  digitalWrite(led1, HIGH);
  digitalWrite(led2, LOW);
  pinMode(moterPin, OUTPUT);
 finger.begin(9600);  // set the data rate for the sensor serial port
  if (finger.verifyPassword())
    {
    }
  else
    {
     while (1);
    }
}

void loop()                     // run over and over again
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
 unsigned int uS = sonar.ping(); // Send ping, get ping time in microseconds (uS).
 unsigned int distance=uS / US_ROUNDTRIP_CM;
  int buttonState2 = digitalRead(buttonPin);
   if ( buttonState2==HIGH&&distance<=30)
     {
       lcd.backlight();
       lcd.setCursor(0,0);
       lcd.println("Enter password  ");
       lcd.setCursor(0,1);
       lcd.println("Enroll or Emply ");
       delay(3000);
      lcd.clear();
      lcd.print("password:");
      for(int i=9;i<=12;i++)
        {
          char key= keypad.waitForKey();
          lcd.setCursor(i,0);
          lcd.print(key);
          password.append(key);
        }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      guessPassword();
    }
   else if(distance<=30)
    {
      lcd.backlight();
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.println("Waite you finger");
      getFingerprintIDez(); // เรียกใช้ function  getFingerprintIDez()
     }
   lcd.clear();
   lcd.noBacklight();
} // จบการทำงานโปรแกรมหลัก
 void enroll_data()
  {
    lcd.clear();
    lcd.setCursor (0,0);
    lcd.print("Type ID to save");
    lcd.setCursor (0,1);
    lcd.print("ID:");
      int id1=0;
      int id2=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    int id3=0;
    const int nsize=3;
    int x[nsize];
    x[4]=0;x[5]=0;x[6]=0;
for(int i=4;i<=6;i++)
  {
  x[i]=keypad.waitForKey();
    int d=0;
    lcd.setCursor(i,1);
    int pass=x[i];
    d *= 10;
    d += pass - '0';
    lcd.print(d);
  }
  delay(1000);
  int key1=x[4];
    id1 *= 10;
    id1 += key1 - '0';
  int key2=x[5];
    id2 *= 10;
    id2 += key2 - '0';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      int key3=x[6];
         id3 *= 10;
         id3 += key3 - '0';
      int id =id1*100 +id2*10+id3*1;
      lcd.clear();
      lcd.setCursor (0,0);
      lcd.print("Enrolling ID:");
      lcd.setCursor (13,0);
      lcd.print(id);
      delay(3000);
      addr =id;
      while (! getFingerprintEnroll(id) );   //ตรวจสอบว่ามีค่า id เข้ามาป่าวถ้าไม่มีหยุดที่ loop นี้

  }


uint8_t getFingerprintEnroll(uint8_t id)
{
  uint8_t p = -1;
  lcd.clear();
  lcd.setCursor (0,0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  lcd.print("Put finger Enroll");
  while (p != FINGERPRINT_OK)
  {
    p = finger.getImage();
    switch (p)
    {
    case FINGERPRINT_OK:
      break;
    case FINGERPRINT_NOFINGER:
      break;
    case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
      break;
    case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
      break;
    default:
      break;
    }
}

// OK success!
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  p = finger.image2Tz(1);
  switch (p)
  {
    case FINGERPRINT_OK:
      break;
    case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
      return p;
    case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
      return p;
    case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
      return p;
    case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
      return p;
    default:
      return p;
  }
  lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print("Remove finger    ");
  p = 0;
  while (p != FINGERPRINT_NOFINGER)
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  p = finger.getImage();
}
p = -1;
lcd.setCursor (0,0);
lcd.print("Put finger again");
while (p != FINGERPRINT_OK)
{
  p = finger.getImage();
  switch (p)
  {
  case FINGERPRINT_OK:
    break;
  case FINGERPRINT_NOFINGER:
    break;
  case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
    break;
  case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
    break;
  default:
    break;
  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
p = finger.image2Tz(2);
switch (p)
{
  case FINGERPRINT_OK:
    break;
  case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
    return p;
  case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
    return p;
  case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
    return p;
  case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
    return p;
  default:
    return p;
}
// OK converted!
p = finger.createModel();
if (p == FINGERPRINT_OK)
 {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print("Prints matched! ");
 }
 else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR)
 {
  return p;
 }
 else if (p == FINGERPRINT_ENROLLMISMATCH)
 {
  return p;
 }
 else
 {
  return p;
 }

p = finger.storeModel(id);
if (p == FINGERPRINT_OK)
{
  lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print("Stored!         ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
  else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR)
  {
    return p;
  }
  else if (p == FINGERPRINT_BADLOCATION)
  {
    return p;
  }
  else if (p == FINGERPRINT_FLASHERR)
  {
    return p;
  }
  else
  {
    return p;
  }
  addr =id;
  enterpassword();
}                                   //End getFingerprintEnroll  จบการทำงานของโปรแกรมบันทึกลายนิ้ว
uint8_t getFingerprintID()
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
  uint8_t p = finger.getImage();
  switch (p)
   {
    case FINGERPRINT_OK:
      break;
    case FINGERPRINT_NOFINGER:
      return p;
    case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
      return p;
    case FINGERPRINT_IMAGEFAIL:
      return p;
    default:
      return p;
  }

// OK success!
p = finger.image2Tz();
switch (p)
 {
   case FINGERPRINT_OK:
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        break;
      case FINGERPRINT_IMAGEMESS:
        return p;
      case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
        return p;
      case FINGERPRINT_FEATUREFAIL:
        return p;
      case FINGERPRINT_INVALIDIMAGE:
        return p;
      default:
        return p;
    }
  // OK converted!
 p = finger.fingerFastSearch();
  if (p == FINGERPRINT_OK)
    {

    }
  else if (p == FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR)
    {
      return p;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
  else if (p == FINGERPRINT_NOTFOUND)
    {
     return p;
    }
  else
    {
     return p;
    }
}
// returns -1 if failed, otherwise returns ID #
int getFingerprintIDez()
{
  uint8_t p = finger.getImage();
  if (p != FINGERPRINT_OK)  return -1;

  p = finger.image2Tz();
  if (p != FINGERPRINT_OK)  return -1;
 p = finger.fingerFastSearch();
  if (p != FINGERPRINT_OK)
  {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Notfound ID     ");
    delay(2000);
    return -1;
  }
  // found a match!
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("Found ID #"); lcd.print(finger.fingerID);
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("Enter password");
  delay(3000);
  addr = finger.fingerID;
  checkpassword();
}


void keypadEvent(KeypadEvent eKey)
 {
    switch (keypad.getState())
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      {
        case PRESSED:
       Serial.print(eKey);
        }
  }
void guessPassword()
{
   if (password.evaluate())
      {
        password.reset(); //resets password after correct entry
        lcd.setCursor (0,0);
        lcd.print("VALID PASSWORD");
        lcd.setCursor (0,1);
        lcd.print("Select Mode");
        delay(3000);
        lcd.setCursor (0,0);
        lcd.print("Press 1 Enroll");
        lcd.setCursor (0,1);
        lcd.print("Press 2 Emply");
   char b= keypad.waitForKey();
      if (b=='1')
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        {
          enroll_data();
        }
      else if (b=='2')
        {
          Emplydatabase();
        }

    }
  else
    {
      lcd.setCursor (0,0);
      lcd.print("INVALID PASSWORD");
      password.reset(); //resets password after INCORRECT entry
      delay(600);

    }
  }
void enterpassword()
{
   lcd.setCursor (0,0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 lcd.print("Save Password   ");
 lcd.setCursor (0,1);
 lcd.print("PASSWORD:");
int num1=0;
int num2=0;
int num3=0;
int num4=0;
const int nsize=4;
int y[nsize];
y[10]=0;y[11]=0;y[12]=0;y[13]=0;
for(int i=10;i<=13;i++)
 {
 y[i]=keypad.waitForKey();
   int d=0;
   lcd.setCursor(i,1);
   int pass=y[i];
   d *= 10;
   d += pass - '0';
   lcd.print(d);
 }
 delay(1000);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   int ke1=y[10];
        num1 *= 10;
        num1 += ke1 - '0';
   int ke2=y[11];
        num2 *= 10;
        num2 += ke2 - '0';
   int ke3=y[12];
        num3 *= 10;
        num3 += ke3 - '0';
   int ke4=y[13];
        num4 *= 10;
        num4 += ke4 - '0';
   int password =num1*1000 +num2*100+num3*10+num4*1;
   EEPROM.writeLong(addr,password); // บันทึกรหัสใน  EEPROM
   long output = 0;                    //อ่านข้อมูล EEPROM
    output = EEPROM.readLong(addr);
lcd.clear();
lcd.setCursor (0,0);
lcd.print("Complete!!      ");
delay(2000);
   addr = addr + 162;   // บวกไปอีก 162 ตามลายนิ้วมือ
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    loadcell(); // call loadcell
 }
void loadcell()
{
      lcd.clear();
      lcd.setCursor (0,0);
      lcd.print("Save weight     ");
      Toweight();
      int analogValue = analogRead(0);
  //  running average - We smooth the readings a little bit
      analogValueAverage = 0.99*analogValueAverage + 0.01*analogValue;
      int load = analogToLoad(analogValueAverage);
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Your weight     ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(load);
    lcd.setCursor(4,1);
    lcd.print("KG");
   EEPROM.writeLong(addr,load);  // บันทึกข้อมูลลงใน  EEPROM
   long output = 0;              //อ่านข้อมูล EEPROM
   output = EEPROM.readLong(addr);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    lcd.clear();
    lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Complete!!      ");
    delay(2000);
    addr = 0;
    enroll_data();
}
 int Toweight()
{
  for(int i=0;i<700;i++)
    {
      int analogValue = analogRead(0);
//  running average - We smooth the readings a little bit
      analogValueAverage = 0.99*analogValueAverage + 0.01*analogValue;
      int load = analogToLoad(analogValueAverage);
      lcd.setCursor(0,0);
    lcd.print("Your weight:    ");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print(load);
    lcd.setCursor(4,1);
    lcd.print("KG");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
 }
float analogToLoad(float analogval)
 {
  // using a custom map function, because the standard arduino map function only uses int
  float load = mapfloat(analogval, analogvalA, analogvalB, loadA, loadB);
  return load;
 }
float mapfloat(float x, float in_min, float in_max, float out_min, float out_max)
 {
  return (x - in_min) * (out_max - out_min) / (in_max - in_min) + out_min;
 }
void checkpassword()
{
 addr = finger.fingerID;
 lcd.clear();
 lcd.setCursor(0,0);
 lcd.print("Password:");
  int num1=0;
  int num2=0;
  int num3=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int num4=0;
const int nsize=4;
int y[nsize];
y[0]=10;y[11]=0;y[12]=0;y[13]=0;
for(int i=10;i<=13;i++)
  {
  y[i]=keypad.waitForKey();
    int d=0;
    lcd.setCursor(i,0);
    int pass=y[i];
    d *= 10;
    d += pass - '0';
    lcd.print(d);
  }
  delay(1000);
 int ke1=y[10];
     num1 *= 10;
     num1 += ke1 - '0';
 int ke2=y[11];
     num2 *= 10;
     num2 += ke2 - '0';
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  int ke3=y[12];
      num3 *= 10;
      num3 += ke3 - '0';
  int ke4=y[13];
      num4 *= 10;
      num4 += ke4 - '0';
  int password =num1*1000 +num2*100+num3*10+num4*1;
 long value=0;
  value = EEPROM.readLong(addr); //อ่านค่าจาก EEPROM
if( password==value)
  {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Correct");
    delay(2000);
    addr = addr + 162;
    checkweight();
 }
  else
  {
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("No Correct");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        delay(2000);
        checkpassword();
        }
}
void checkweight()
{
      lcd.clear();
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("Check weight    ");
      delay(2000);
      lcd.clear();
      int value=0;
      value = EEPROM.readInt(addr); //อ่านค่าจาก EEPROM
      Toweight();
      int analogValue = analogRead(0);
       // running average - We smooth the readings a little bit
      analogValueAverage = 0.99*analogValueAverage + 0.01*analogValue;
      int load = analogToLoad(analogValueAverage);
      lcd.setCursor(0,0);
      lcd.print("Your weight:    ");
      lcd.setCursor(0,1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      lcd.print(load);
      lcd.setCursor(4,1);
      lcd.print("KG");
       if (load==value)
        {
         lcd.clear();
         lcd.setCursor(0,0);
         lcd.print("Wellcome!!       ");
         opendoor();
        }
       else
       {
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Notpass!!        ");
       }
}
void opendoor()
{
  digitalWrite(led1, LOW);
  digitalWrite(led2, HIGH);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  analogWrite(moterPin,255);
  delay(20000);
  digitalWrite(led1, HIGH);
  digitalWrite(led2, LOW);
  lcd.clear();
  lcd.noBacklight();
  }
void Emplydatabase()
{
uint8_t p=finger.emptyDatabase();
  switch (p)
  {
    case FINGERPRINT_OK:
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("Emply complete ");
      delay(3000);
        break;
    case FINGERPRINT_PACKETRECIEVEERR:
    lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        lcd.print("Communication error");
    case FINGERPRINT_DBCLEARFAIL:
        lcd.clear();
        lcd.setCursor(0,0);
        lcd.print("fail to Emply");
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

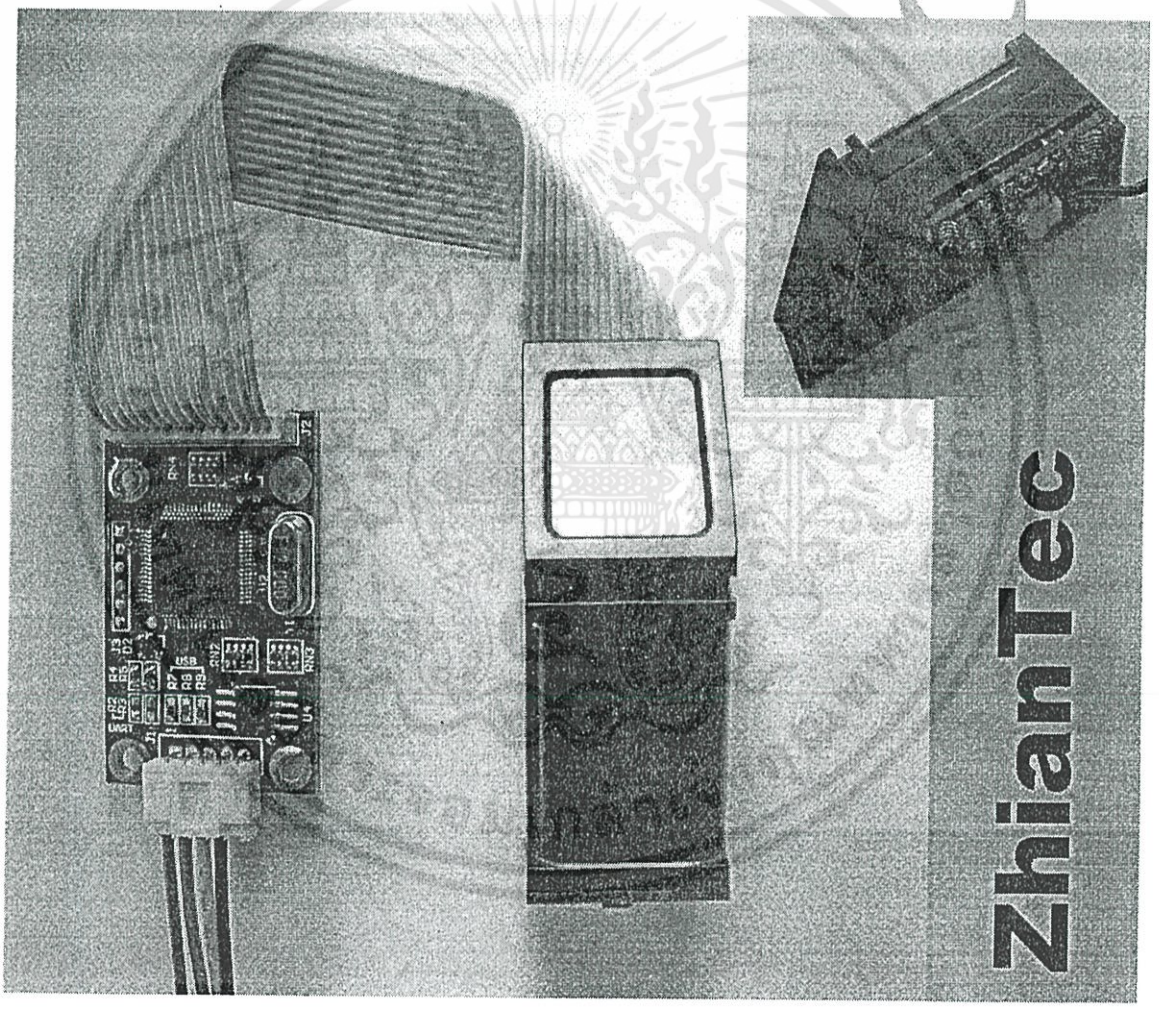
ภาคผนวก ข
ข้อมูลรายละเอียดของโมดูลสแกนลายนิ้วมือ
ข้อมูลรายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ ATMEGA328
ข้อมูลรายละเอียดของอัลตร้าโซนิคเซ็นเซอร์ HC SR04
ข้อมูลรายละเอียดของ INA125 INSTRUMENTATION AMPLIFIER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZHIANTEC

ZFM-20 Series
Fingerprint Identification Module

User Manual



Hangzhou Zhian Technologies Co., Ltd

Sep 2008 Ver: 1.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

I Introduction

ZFM-20 series are separate fingerprint identification modules proposed by Hangzhou Zhian Technologies Co., Ltd., which takes Synochip DSP as the main processor and optical sensor with Zhian¡s own intellectual property rights. The module performs series of functions like fingerprint enrollment, image processing, fingerprint matching, serching and template storage.

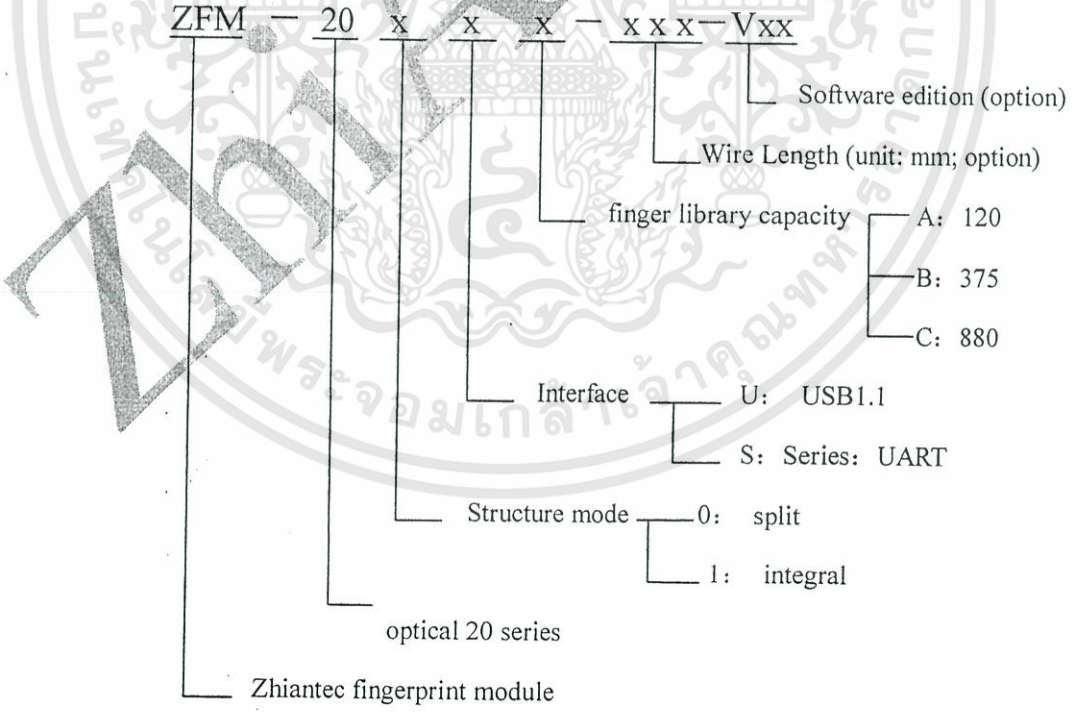
1.1 Operation Principle

Fingerprint processing includes two parts: fingerprint enrollment and fingerprint matching (the matching can be 1:1 or 1:N).

When enrolling, user needs to enter the finger two times. The system will process the two time finger images, generate a template of the finger based on processing results and store the template. When matching, user enters the finger through optical sensor and system will generate a template of the finger and compare it with templates of the finger library. For 1:1 matching, system will compare the live finger with specifc template designated in the Module; for 1:N matching, or searching, system will search the whole finger library for the matching finger. In both circumstances, system will return the matching result, success or failure.

1.2 Order Information

Naming of our fingerprint modules follows the following rule. When placing order with us, please fill the correct the type name, so that we can provide better service.



Note: 1) Wire length means the length of parallel wire which connects optical sensor and main board. It is only for split mode.

2) Software edition can be omitted in first order or neglected at all. By default, we take it as the latest edition.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

II Main Parameters

Power	DC 3.6V-6.0V	**Interface**	UART(TTL logical level)/ USB 1.1
Working current	Typical: 100mA Peak: 150mA	**Matching Mode**	1:1 and 1:N
Baud rate	(9600*N)bps, N=1～12 (default N=6)	**Character file size**	256 bytes
Image acquiring time	<1s	**Template size**	512 bytes
Storage capacity	120/ 375/ 880	**Security level**	5 (1, 2, 3, 4, 5(highest))
FAR	<0.001%	**FRR**	<0.1%
Average searching time	< 1s (1:880)	**Window dimension**	14mm*18mm
Working environment	Temp: -10℃- +40℃	**Storage environment**	Temp: -40℃- +85℃
	RH: 40%-85%		RH: <85%
Outline Dimention	Split type	Module: 42*25*8.5mm (install dimension: 31.5*19mm) Sensor:56*20*21.5mm	
	Integral type	56*20*21.5mm	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Features

- High Performance, Low Power AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions – Most Single Clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 4/8/16/32K Bytes of In-System Self-Programmable Flash progam memory (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
  - 256/512/512/1K Bytes EEPROM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
  - 512/1K/1K/2K Bytes Internal SRAM (ATmega48PA/88PA/168PA/328P)
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C(1)
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Six PWM Channels
  - 8-channel 10-bit ADC in TQFP and QFN/MLF package
    - Temperature Measurement
  - 6-channel 10-bit ADC in PDIP Package
    - Temperature Measurement
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Byte-oriented 2-wire Serial Interface (Philips I^2C compatible)
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-pin PDIP, 32-lead TQFP, 28-pad QFN/MLF and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltage:
  - 1.8 - 5.5V for ATmega48PA/88PA/168PA/328P
- Temperature Range:
  - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
  - 0 - 20 MHz @ 1.8 - 5.5V
- Low Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega48PA/88PA/168PA/328P:
  - Active Mode: 0.2 mA
  - Power-down Mode: 0.1 µA
  - Power-save Mode: 0.75 µA (Including 32 kHz RTC)

8-bit AVR® Microcontroller with 4/8/16/32K Bytes In-System Programmable Flash

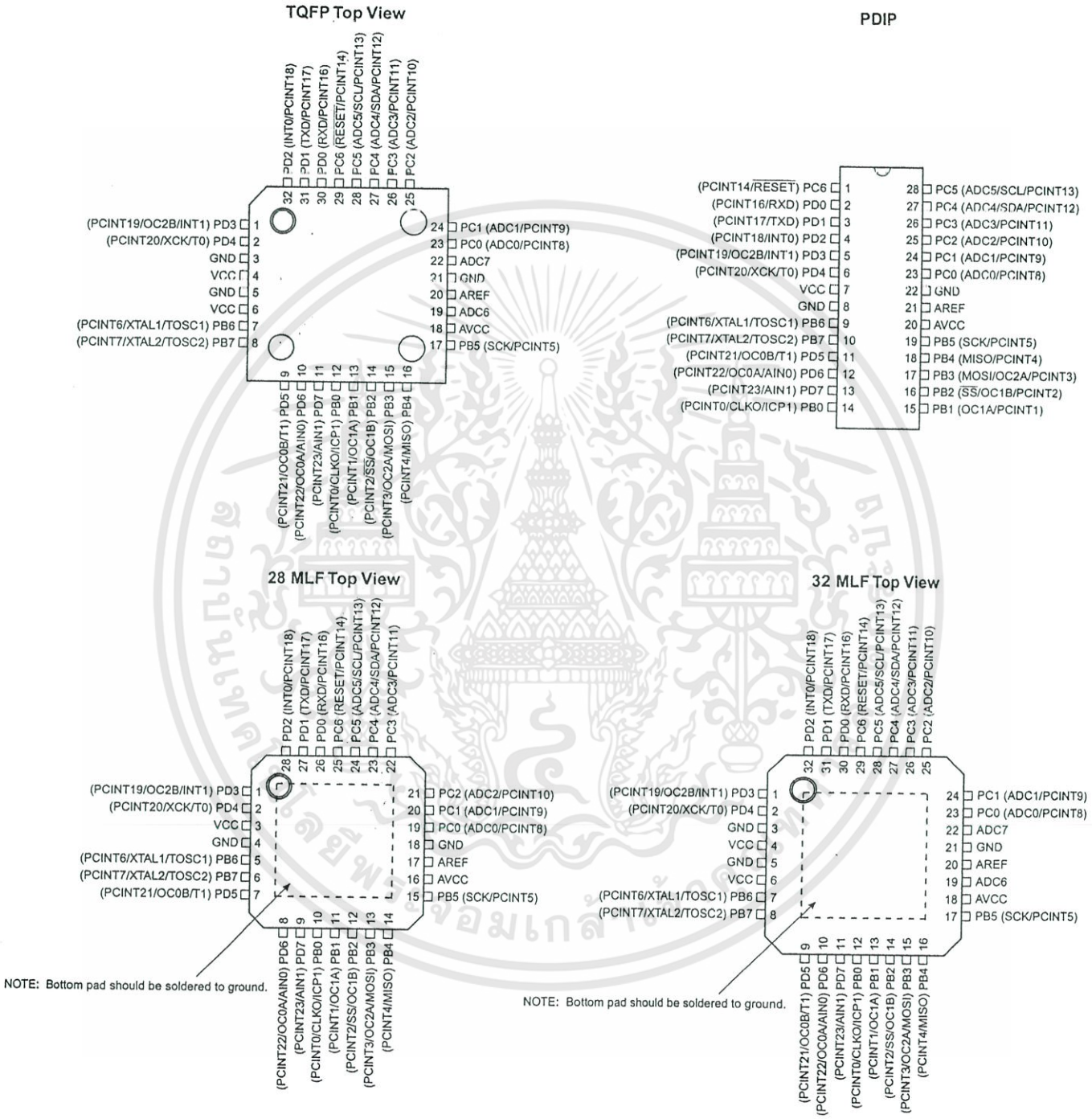
ATmega48PA
ATmega88PA
ATmega168PA
ATmega328P

Rev. 8161D–AVR–10/09

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48PA/88PA/168PA/328P



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1 Pin Descriptions

1.1.1 VCC

Digital supply voltage.

1.1.2 GND

Ground.

1.1.3 Port B (PB7:0) XTAL1/XTAL2/TOSC1/TOSC2

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Depending on the clock selection fuse settings, PB6 can be used as input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

Depending on the clock selection fuse settings, PB7 can be used as output from the inverting Oscillator amplifier.

If the Internal Calibrated RC Oscillator is used as chip clock source, PB7..6 is used as TOSC2..1 input for the Asynchronous Timer/Counter2 if the AS2 bit in ASSR is set.

The various special features of Port B are elaborated in "Alternate Functions of Port B" on page 82 and "System Clock and Clock Options" on page 26.

1.1.4 Port C (PC5:0)

Port C is a 7-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The PC5..0 output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

1.1.5 PC6/$\overline{\text{RESET}}$

If the RSTDISBL Fuse is programmed, PC6 is used as an I/O pin. Note that the electrical characteristics of PC6 differ from those of the other pins of Port C.

If the RSTDISBL Fuse is unprogrammed, PC6 is used as a Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a Reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in Table 28-3 on page 318. Shorter pulses are not guaranteed to generate a Reset.

The various special features of Port C are elaborated in "Alternate Functions of Port C" on page 85.

1.1.6 Port D (PD7:0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The various special features of Port D are elaborated in "Alternate Functions of Port D" on page 88.

1.1.7 AV_{CC}

AV_{CC} is the supply voltage pin for the A/D Converter, PC3:0, and ADC7:6. It should be externally connected to V_{CC}, even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to V_{CC} through a low-pass filter. Note that PC6..4 use digital supply voltage, V_{CC}.

1.1.8 AREF

AREF is the analog reference pin for the A/D Converter.

1.1.9 ADC7:6 (TQFP and QFN/MLF Package Only)

In the TQFP and QFN/MLF package, ADC7:6 serve as analog inputs to the A/D converter. These pins are powered from the analog supply and serve as 10-bit ADC channels.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

Product features:

Ultrasonic ranging module HC - SR04 provides 2cm - 400cm non-contact measurement function, the ranging accuracy can reach to 3mm. The modules includes ultrasonic transmitters, receiver and control circuit. The basic principle of work:

(1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,

(2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.

(3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

Test distance = (high level time×velocity of sound (340M/S) / 2,

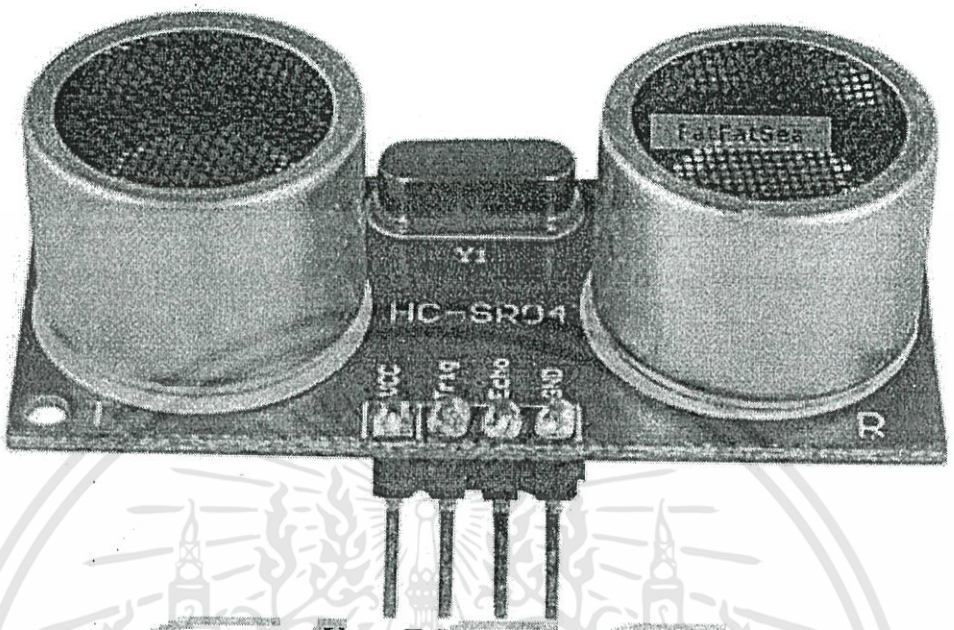
Wire connecting direct as following:

- 5V Supply
- Trigger Pulse Input
- Echo Pulse Output
- 0V Ground

Electric Parameter

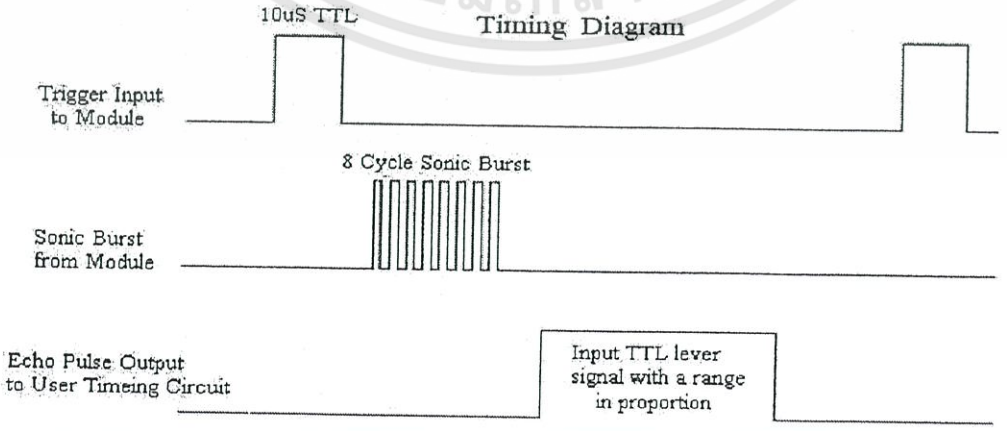
Working Voltage	**DC 5 V**
Working Current	**15mA**
Working Frequency	**40Hz**
Max Range	**4m**
Min Range	**2cm**
MeasuringAngle	**15 degree**
Trigger Input Signal	**10uS TTL pulse**
Echo Output Signal	**Input TTL lever signal and the range in proportion**
Dimension	**45*20*15mm**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Timing diagram

The Timing diagram is shown below. You only need to supply a short 10uS pulse to the trigger input to start the ranging, and then the module will send out an 8 cycle burst of ultrasound at 40 kHz and raise its echo. The Echo is a distance object that is pulse width and the range in proportion .You can calculate the range through the time interval between sending trigger signal and receiving echo signal. Formula: uS / 58 = centimeters or uS / 148 =inch; or: the range = high level time * velocity (340M/S) / 2; we suggest to use over 60ms measurement cycle, in order to prevent trigger signal to the echo signal.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

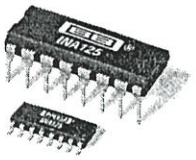
Attention:

- The module is not suggested to connect directly to electric, if connected electric, the GND terminal should be connected the module first, otherwise, it will affect the normal work of the module.
- When tested objects, the range of area is not less than 0.5 square meters and the plane requests as smooth as possible, otherwise ,it will affect the results of measuring.

www.Elecfreaks.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BURR-BROWN®



INA125

INSTRUMENTATION AMPLIFIER
With Precision Voltage Reference

FEATURES

- LOW QUIESCENT CURRENT: 460µA
- PRECISION VOLTAGE REFERENCE: 1.24V, 2.5V, 5V or 10V
- SLEEP MODE
- LOW OFFSET VOLTAGE: 250µV max
- LOW OFFSET DRIFT: 2µV/°C max
- LOW INPUT BIAS CURRENT: 20nA max
- HIGH CMR: 100dB min
- LOW NOISE: 38nV/√Hz at f = 1kHz
- INPUT PROTECTION TO ±40V
- WIDE SUPPLY RANGE
  - Single Supply: 2.7V to 36V
  - Dual Supply: ±1.35V to ±18V
- 16-PIN DIP AND SO-16 SOIC PACKAGES

APPLICATIONS

- PRESSURE AND TEMPERATURE BRIDGE AMPLIFIERS
- INDUSTRIAL PROCESS CONTROL
- FACTORY AUTOMATION
- MULTI-CHANNEL DATA ACQUISITION
- BATTERY OPERATED SYSTEMS
- GENERAL PURPOSE INSTRUMENTATION

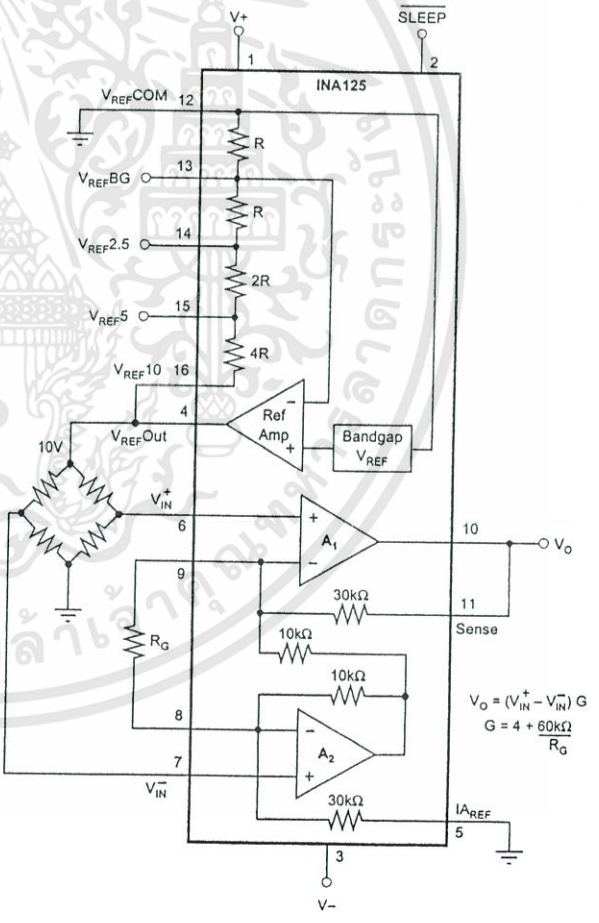
DESCRIPTION

The INA125 is a low power, high accuracy instrumentation amplifier with a precision voltage reference. It provides complete bridge excitation and precision differential-input amplification on a single integrated circuit.

A single external resistor sets any gain from 4 to 10,000. The INA125 is laser-trimmed for low offset voltage (250µV), low offset drift (2µV/°C), and high common-mode rejection (100dB at G = 100). It operates on single (+2.7V to +36V) or dual (±1.35V to ±18V) supplies.

The voltage reference is externally adjustable with pin-selectable voltages of 2.5V, 5V, or 10V, allowing use with a variety of transducers. The reference voltage is accurate to ±0.5% (max) with ±35ppm/°C drift (max). Sleep mode allows shutdown and duty cycle operation to save power.

The INA125 is available in 16-pin plastic DIP and SO-16 surface-mount packages and is specified for the –40°C to +85°C industrial temperature range.



International Airport Industrial Park • Mailing Address: PO Box 11400, Tucson, AZ 85734 • Street Address: 6730 S. Tucson Blvd., Tucson, AZ 85706 • Tel: (520) 746-1111 • Twx: 910-952-1111
Internet: http://www.burr-brown.com/ • FAXLine: (800) 548-6133 (US/Canada Only) • Cable: BBRCORP • Telex: 066-6491 • FAX: (520) 889-1510 • Immediate Product Info: (800) 548-6132

©1997 Burr-Brown Corporation

PDS-1361B

Printed in U.S.A., February, 1998

)S060

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIFICATIONS: $V_S = \pm 15V$

At T_A = +25°C, V_S = ±15V, IA common = 0V, V_{REF} common = 0V, and R_L = 10kΩ, unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	INA125P, U			INA125PA, UA			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
INPUT								
Offset Voltage, RTI								
Initial			±50	±250		*	±500	µV
vs Temperature			±0.25	±2		*	±5	µV/°C
vs Power Supply	V_S = ±1.35V to ±18V, G = 4		±3	±20		*	±50	µV/V
Long-Term Stability			±0.2			*		µV/mo
Impedance, Differential			10^{11} || 2			*		Ω || pF
Common-Mode			10^{11} || 9			*		Ω || pF
Safe Input Voltage				±40			*	V
Input Voltage Range			See Text			*		
Common-Mode Rejection	V_{CM} = −10.7V to +10.2V							
	G = 4	78	84		72	*		dB
	G = 10	86	94		80	*		dB
	G = 100	100	114		90	*		dB
	G = 500	100	114		90	*		dB
BIAS CURRENT	V_{CM} = 0V		10	25		*	50	nA
vs Temperature			±60			*		pA/°C
Offset Current			±0.5	±2.5		*	±5	nA
vs Temperature			±0.5			*		pA/°C
NOISE, RTI	R_S = 0Ω							
Voltage Noise, f = 10Hz			40			*		$nV/\sqrt{Hz}$
f = 100Hz			38			*		$nV/\sqrt{Hz}$
f = 1kHz			38			*		$nV/\sqrt{Hz}$
f = 0.1Hz to 10Hz			0.8			*		µVp-p
Current Noise, f = 10Hz			170			*		$fA/\sqrt{Hz}$
f = 1kHz			56			*		$fA/\sqrt{Hz}$
f = 0.1Hz to 10Hz			5			*		pAp-p
GAIN								
Gain Equation			4 + 60kΩ/R_G			*		V/V
Range of Gain		4		10,000	*		*	V/V
Gain Error	V_O = −14V to +13.3V							
	G = 4		±0.01	±0.075		*	±0.1	%
	G = 10		±0.03	±0.3		*	±0.5	%
	G = 100		±0.05	±0.5		*	±1	%
	G = 500		±0.1			*		%
Gain vs Temperature								
	G = 4		±1	±15		*	*	ppm/°C
	G > 4[1]		±25	±100		*	*	ppm/°C
Nonlinearity	V_O = −14V to +13.3V							
	G = 4		±0.0004	±0.002		*	±0.004	% of FS
	G = 10		±0.0004	±0.002		*	±0.004	% of FS
	G = 100		±0.001	±0.01		*	*	% of FS
	G = 500		±0.002			*		% of FS
OUTPUT								
Voltage: Positive		(V+)−1.7	(V+)−0.9		*	*		V
Negative		(V−)+1	(V−)+0.4		*	*		V
Load Capacitance Stability			1000			*		pF
Short-Circuit Current			−9/+12			*		mA
VOLTAGE REFERENCE	V_{REF} = +2.5V, +5V, +10V							
Accuracy	I_L = 0		±0.15	±0.5		*	±1	%
vs Temperature	I_L = 0		±18	±35		*	±100	ppm/°C
vs Power Supply, V+	V+ = (V_{REF} + 1.25V) to +36V		±20	±50		*	±100	ppm/V
vs Load	I_L = 0 to 5mA		3	75		*	*	ppm/mA
Dropout Voltage, (V+) − V_{REF}[2]	Ref Load = 2kΩ	1.25	1		*	*		V
Bandgap Voltage Reference			1.24			*		V
Accuracy	I_L = 0		±0.5			*		%
vs Temperature	I_L = 0		±18			*		ppm/°C

The information provided herein is believed to be reliable; however, BURR-BROWN assumes no responsibility for inaccuracies or omissions. BURR-BROWN assumes no responsibility for the use of this information, and all use of such information shall be entirely at the user's own risk. Prices and specifications are subject to change without notice. No patent rights or licenses to any of the circuits described herein are implied or granted to any third party. BURR-BROWN does not authorize or warrant any BURR-BROWN product for use in life support devices and/or systems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIFICATIONS: V_S = ±15V (CONT)

At T_A = +25°C, V_S = ±15V, IA common = 0V, V_{REF} common = 0V, and R_L = 10kΩ, unless otherwise noted.

PARAMETER	CONDITIONS	INA125P, U			INA125PA, UA			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
FREQUENCY RESPONSE								
Bandwidth, –3dB	G = 4		150			*		kHz
	G = 10		45			*		kHz
	G = 100		4.5			*		kHz
	G = 500		0.9			*		kHz
Slew Rate	G = 4, 10V Step		0.2			*		V/µs
Settling Time, 0.01%	G = 4, 10V Step		60			*		µs
	G = 10, 10V Step		83			*		µs
	G = 100, 10V Step		375			*		µs
	G = 500, 10V Step		1700			*		µs
Overload Recovery	50% Overdrive		5			*		µs
POWER SUPPLY								
Specified Operating Voltage			±15			*		V
Specified Voltage Range		±1.35		±18	*		*	V
Quiescent Current, Positive	I_O = I_{REF} = 0mA		460	525		*	*	µA
Negative	I_O = I_{REF} = 0mA		–280	–325		*	*	µA
Reference Ground Current[3]			180			*		µA
Sleep Current (V_{SLEEP} ≤ 100mV)	R_L = 10kΩ, Ref Load = 2kΩ		±1	±25		*	*	µA
SLEEP MODE PIN[4]								
V_{IH} (Logic high input voltage)		+2.7		V+	*		*	V
V_{IL} (Logic low input voltage)		0		+0.1	*		*	V
I_{IH} (Logic high input current)			15			*		µA
I_{IL} (Logic low input current)			0			*		µA
Wake-up Time[5]			150			*		µs
TEMPERATURE RANGE								
Specification Range		–40		+85	*		*	°C
Operation Range		–55		+125	*		*	°C
Storage Range		–55		+125	*		*	°C
Thermal Resistance, θ_{JA}								
16-Pin DIP			80			*		°C/W
SO-16 Surface-Mount			100			*		°C/W

* Specification same as INA125P, U.

NOTES: (1) Temperature coefficient of the "Internal Resistor" in the gain equation. Does not include TCR of gain-setting resistor, R_G. (2) Dropout voltage is the positive supply voltage minus the reference voltage that produces a 1% decrease in reference voltage. (3) V_{REF}COM pin. (4) Voltage measured with respect to Reference Common. Logic low input selects Sleep mode. (5) IA and Reference, see Typical Performance Curves.

SPECIFICATIONS: V_S = +5V

At T_A = +25°C, V_S = +5V, IA common at V_S/2, V_{REF} common = V_S/2, V_{CM} = V_S/2, and R_L = 10kΩ to V_S/2, unless otherwise noted.

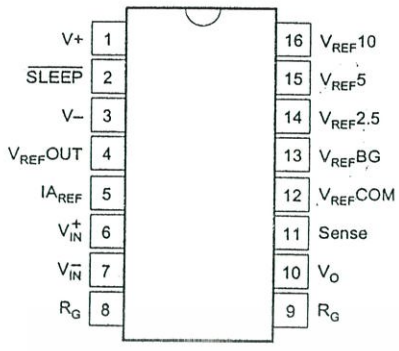
PARAMETER	CONDITIONS	INA125P, U			INA125PA, UA			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
INPUT								
Offset Voltage, RTI								
Initial			±75	±500		*	±750	µV
vs Temperature			±0.25			*		µV/°C
vs Power Supply	V_S = +2.7V to +36V		3	20		*	50	µV/V
Input Voltage Range			See Text			*		
Common-Mode Rejection	V_{CM} = +1.1V to +3.6V							
	G = 4	78	84		72	*		dB
	G = 10	86	94		80	*		dB
	G = 100	100	114		90	*		dB
	G = 500	100	114		90	*		dB
GAIN								
Gain Error	V_O = +0.3V to +3.8V							
	G = 4		±0.01			*		%
OUTPUT								
Voltage, Positive		(V+)–1.2	(V+)–0.8		*	*		V
Negative		(V–)+0.3	(V–)+0.15		*	*		V
POWER SUPPLY								
Specified Operating Voltage			+5			*		V
Operating Voltage Range		+2.7		+36	*		*	V
Quiescent Current	I_O = I_{REF} = 0mA		460	525		*	*	µA
Sleep Current (V_{SLEEP} ≤ 100mV)	R_L = 10kΩ, Ref Load = 2kΩ		±1	±25		*	*	µA

* Specification same as INA125P, U.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN CONFIGURATION

Top View — 16-Pin DIP, SO-16



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS[1]

Power Supply Voltage, V+ to V–	36V
Input Signal Voltage	±40V
Output Short Circuit	Continuous
Operating Temperature	–55°C to +125°C
Storage Temperature	–55°C to +125°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

NOTE: Stresses above these ratings may cause permanent damage.

PACKAGE INFORMATION

PRODUCT	PACKAGE	PACKAGE DRAWING NUMBER[1]
INA125PA	16-Pin Plastic DIP	180
INA125P	16-Pin Plastic DIP	180
INA125UA	SO-16 Surface-Mount	265
INA125U	SO-16 Surface-Mount	265

NOTES: (1) For detailed drawing and dimension table, please see end of data sheet, or Appendix C of Burr-Brown IC Data Book.

ELECTROSTATIC DISCHARGE SENSITIVITY

This integrated circuit can be damaged by ESD. Burr-Brown recommends that all integrated circuits be handled with appropriate precautions. Failure to observe proper handling and installation procedures can cause damage.

ESD damage can range from subtle performance degradation to complete device failure. Precision integrated circuits may be more susceptible to damage because very small parametric changes could cause the device not to meet its published specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้