

ตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ

SMART SHOES CABINET



ปริญญาานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

ตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ

SMART SHOES CABINET



ปริญญาานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SMART SHOES CABINET



THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ผู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ  
SMART SHOES CABINET

ผู้จัดทำ นายกันต์ พัทธ์ศานต์ 54010090

นายเกียรติศักดิ์ กลิ่นโชดา 54010132

นายศุภสิน พีชธัญญากิจ 54011303



.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์สุเจียร เกียรติสุนทร)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ บุญลักษณ์านุสรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ

โดย

นายกัณฑ์	พิทักษ์ศานต์	54010090
นายเกียรติศักดิ์	กลั่นโชดา	54010132
นายศุภสิน	พีชัญญากิจ	54011303



ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอทฤษฎีและกรอกรออกแบบการทำงานของตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ โดยโครงสร้างของตู้ ประกอบด้วย ไม้มีเดียมเด้นซิติไฟเบอร์ (MDF) เป็นตัวโครงตู้ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ ตัวอ่าน เนียร์ฟิลด์คอร์ทูนิเคชัน (NFC) จอแสดงผลและไดร์ฟมอเตอร์ นอกจากนี้เพื่อความปลอดภัย จึงติดตั้งเซอร์ไว้มอเตอร์เพื่อใช้ล๊อคประตู จุดมุ่งหมายของโครงการคือ ออกแบบตู้เก็บรองเท้าที่มีความปลอดภัยป้องกันรองเท้าสูญหายและป้องกันรองเท้าเสียหาย

ขั้นตอนการดำเนินการ เริ่มจากการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง ออกแบบตู้เก็บรองเท้า ศึกษาโปรแกรมควบคุมการหมุนของชั้นวางรองเท้า จากนั้นออกแบบเขียนโปรแกรมควบคุมโดยใช้ชุดคำสั่ง Arduino ซึ่งนำข้อมูลมาจากชิ้นงานที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SMART SHOES CABINET

By

Mr. Kan Pitaksan 54010090

Mr. Kieatisak Klinsoda 54010132

Mr. Supasin Puedthanyagid 54011303

Advisors

Assoc.Prof. Suthian Kiatsunthorn

Assoc.Prof.Dr.Chanin Bunlaksananusorn

Academic Year 2014

## ABSTRACT

This dissertation presents theories and how the automatic cabinet work. This cabinet includes Medium density fiber (MDF) to be a cabinet, stepper motor, near field communication reader (NFC), Liquid-crystal display and drive motor device. In addition, for security concern we also have servo motors to lock each door. Protecting shoes from stealing, disappearance and damaged shoes are our main purpose of this project.

Our procedure start form learning theory that relate our designing, how to control shelf's rotation then program our data that we had designed with a Arduino.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถทำสำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาเป็นอย่างดีจากอาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์สุเชียร เกียรติสุนทร ที่ให้โอกาสกลุ่มของข้าพเจ้าได้ทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณห้อง PCC LAB-107 ซึ่งอำนวยความสะดวกในด้านสถานที่ในการทำโปรเจค และยังช่วยจัดหาอุปกรณ์สำหรับทำโปรเจคจนสำเร็จล่วงไปได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมถึงการสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณที่ขาดเหลือ ตลอดจนเป็นแรงบันดาลใจที่ดีที่สุดที่ทำให้โครงการนี้สำเร็จสมบูรณ์ลงได้



คณะผู้จัดทำ  
นายกันต์ พัทธ์ศานต์  
นายเกียรติศักดิ์ กลิ่นโชดา  
นายศุภสิน พีชธัญญาภิจ

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 บทนำ	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 โมเดลตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ	3
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ยี่ห้อ Arduino	4
2.2.1 รายละเอียด Arduino Mega 2560	4
2.3 เนียร์ฟیلคอมมูนีเคชั่น	6
2.4 แอลซีดี	7
2.4.1 ข้อมูลพื้นฐาน	7
2.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์	9
2.5.1 การกระตุ้นเฟส	10
2.6 ไมโครเซอร์โว	12
2.6.1 รายละเอียด	12
บทที่ 3 การออกแบบโครงสร้างตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติและชุดวงจรควบคุมการทำงาน	13
3.1 โครงสร้างตู้เก็บรองเท้า	13
3.2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์	13
3.3 พูเลย์	16
3.4 บอร์ดอินพุต/เอาต์พุต	17
3.5 การออกแบบบอร์ดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า	17
3.6 ตลับลูกปืนและตลับลูกปืนกันรุน	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และ IV ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.7 ไมโครเซอร์โว	19
3.8 การออกแบบโปรแกรม	22
<b>บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง</b>	<b>24</b>
4.1 การทดสอบจำนวนพัลส์ต่อการหมุนของชั้นฝากรองเท้า	24
4.2 การทดสอบชุดคำสั่งของจอแสดงผลในกรณีต่างๆ	28
<b>บทที่ 5 สรุปผลการปฏิบัติงาน</b>	<b>31</b>
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	31
5.2 ปัญหาในการทำงานและการแก้ไข	31
5.3 แนวทางในการพัฒนา	32
<b>เอกสารอ้างอิง</b>	<b>34</b>
ภาคผนวก	35
ภาคผนวก ก โปรแกรมภาษาซี	36
ภาคผนวก ข เอกสารคู่มืออุปกรณ์ที่ใช้	97



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา แลVต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตู้เก็บร่องเท้าอัตโนมัติ	3
2.2 ชั้นวางร่องเท้าภายในตู้เก็บร่องเท้า	3
2.3 Arduino Mega 2560	4
2.4 การทำงานของเอสพีไอ ระหว่างมาสเตอร์กับสเลฟ	5
2.5 เอ็นเอฟซี โมดูล PN532	6
2.6 การทำงานในโหมดอ่านหรือเขียน	6
2.7 การต่อวงจรแบบขนาน	7
2.8 ชนิดของขาของจอยแอลซีดี	7
2.9 สเต็ปเปอร์ มอเตอร์	9
2.10 โครงสร้างภายในสเต็ปเปอร์ มอเตอร์ชนิดโครงสร้างผสม	9
2.11 การพันขดลวดชนิดไปโพล่า	10
2.12 การพันขดลวดชนิดยูนิโพล่า	10
2.13 รูปแบบการกระตุ้นเฟสของฮอฟสเต็ปไดรฟ์	11
2.14 ไมโครเซอร์โว	12
2.15 ระยะเวลากว้างของพัลส์	12
3.1 โครงสร้างตู้เก็บร่องเท้าและโครงสร้างภายในตู้	13
3.2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดกระแสตรง	13
3.3 ชั้นวางร่องเท้าทรงกระบอกตัน	14
3.4 ช่องวางร่องเท้าทรงกระบอกตัน	15
3.5 รูใส่สตั๊ด	15
3.6 พื้นที่ทำเหล็ก	15
3.7 พู่เล่ย์ขับเคลื่อนสายพาน	16
3.8 ลายวงจรของบอร์ดอินพุต/เอาต์พุตโดยใช้โปรแกรม Altium Designer	17
3.9 ลายวงจรของบอร์ดแหล่งจ่ายโดยใช้โปรแกรม Altium Designer	17
3.10 ชนิดของตลับลูกปืน	18
3.11 ไมโครเซอร์โวที่ใช้ในการทำโปรเจ็ค	19
3.12 ระยะเวลาสัญญาณของไมโครเซอร์โว	20

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.13 เซอร์โว 90°	21
3.14 เซอร์โว 0°	21
3.15 เซอร์โว -90°	21
3.16 การทำงานโดยรวมของตู้เก็บร่องเท้า	21
3.17 แผนภาพการเชื่อมต่อต่างๆกับไมโครคอนโทรลเลอร์	23
4.1 ไมโครสวิตช์สำหรับหาจุดอ้างอิง	28
4.2 เซ็ตการ์ดสำหรับรีเซ็ต	28
4.3 รอให้ผู้ใช้นำการ์ดเอ็นเอฟซีมาสแกน	28
4.4 สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนช่องฝากร่องเท้าที่ว่าง	29
4.5 ประตูลูกปัดล๊อค	29
4.6 ประตูล๊อค	29
4.7 การเก็บร่องเท้าเสร็จสมบูรณ์	29
4.8 ผู้ใช้ต้องการรับร่องเท้าคืน	29
4.9 การรับร่องเท้าคืนเสร็จสมบูรณ์	29
4.10 ไม่มีการเปิดประตู	30
4.11 เลื่อนชั้นที่มีช่องที่ต้องการรีเซ็ต	30
4.12 กดไมโครสวิตช์เพื่อเลือกช่อง	30
4.13 สแกนการ์ดรีเซ็ตเพื่อยืนยันการรีเซ็ต	30
4.14 ช่องถูกรีเซ็ต	30

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงหน้าที่ของแต่ละขาสัญญาณ	5
2.2 ข้อมูลสายต่างๆ	8
2.3 แสดงการกระตุ้นเฟสของฮอฟสเติปไดร์ฟ	11
4.1 ผลการทดลององศาในการหมุน และจำนวนพัลส์	24
4.2 ผลการทดลองระยะเวลาในการหมุนแต่ละครั้ง	25
4.3 ผลการทดลององศาในการหมุนและจำนวนพัลส์เมื่อมีการปรับแก้	27



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา **VIII** ของอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 บทนำ

เนื่องจากได้มีความสนใจเกี่ยวกับการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีเอ็นเอฟซี ที่มีอยู่ในบัตรแตะและเครื่องสมาร์ตโฟนส่วนใหญ่ นำมาประยุกต์ใช้ร่วมกับตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ เพื่อการระบุตำแหน่งการวางรองเท้าแต่ละคู่ที่อยู่ในตู้เก็บรองเท้า และป้องกันการสูญหายของรองเท้า ในขั้นตอนการทำงานของตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัตินั้นจะใช้หลักการเอ็นเอฟซี ที่ทำหน้าที่อ่านและส่งยูเอไอ โดยโมดูลของเอ็นเอฟซีนั้นได้ถูกต่อเข้ากับบอร์ด Arduino MEGA 2560 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์นี้จะมีหน้าที่รับหรือส่งยูเอไอ และประมวลผลต่อจากนั้นจะไปสั่งให้ตัวสเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนไปตำแหน่งที่ต้องการ และมีการแสดงผลต่างๆ เป็นข้อความทางจอแอลซีดี

เนียร์ฟิลด์คอมมูนิเคชัน หรือเรียกย่อๆ ว่าเอ็นเอฟซี นั้นเป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการสื่อสารแบบระยะสั้นระหว่างอุปกรณ์ ซึ่งปัจจุบันเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี นี้ถูกนำมาใช้ในบัตรแตะและสมาร์ตโฟน ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายเพื่ออำนวยความสะดวกในการรับส่งข้อมูลที่มีความรวดเร็วและมีศักยภาพในการทำงาน โดยทั่วไปเทคโนโลยีเอ็นเอฟซี ถูกนำมาใช้ร่วมในชีวิตประจำวัน เช่น ใช้ในชำระสินค้าแทนเงินสดหรือบัตรเครดิต การถ่ายโอนข้อมูลระหว่างสมาร์ตโฟนด้วยกัน ฯลฯ แล้วแต่การนำมาประยุกต์ในการใช้งาน

Arduino MEGA 2560 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิด 8 บิต เป็นตัวควบคุมการทำงานของบอร์ด โดยมีจำนวนช่องดิจิตอล อินพุต/เอาต์พุต ทั้งหมด 54 ช่อง ในจำนวนนี้มีช่อง พีดับบิวเอ็ม(PWM) 15 ช่อง ช่อง อนาล็อกอินพุต 16 ช่อง คริสตอลออสซิลเลเตอร์ที่ให้สัญญาณความถี่สัญญาณนาฬิกา 16 เมกกะเฮิร์ต เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของตัวบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์พอร์ตยูเอสบี เพื่อใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการอัปโหลดโปรแกรมที่ได้เขียนไว้และเป็นแหล่งพลังงานให้กับตัวบอร์ด ช่องพาวเวอร์แจ็ค และปุ่มรีเซ็ต

จอแอลซีดีขนาด 16x2 รุ่น ACM1602B-FL-GBH แสดงผลหน้าจอได้ทั้งหมด 32 ตัวอักษร 2 บรรทัด แบ่งเป็นบรรทัดละ 16 ตัวอักษร มีหลอดไฟเป็นแสงสีเขียวแสดงผลได้แม้อยู่ในที่มีแสงสว่างน้อย

สเต็ปเปอร์มอเตอร์คือ มอเตอร์ที่มีความแม่นยำสูง โดยการหมุนแต่ละรอบนั้นจะมีความเที่ยงตรง และแม่นยำ ดังนั้นมอเตอร์ชนิดนี้ไม่จำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ที่มีระบบฟีดแบค เช่น เอ็นโค้ดเดอร์ ในการควบคุมมอเตอร์ ในการตรวจเช็คตำแหน่งในการหมุนของมอเตอร์ทำได้โดยการนับจำนวนพัลส์ที่ถูกจ่าย ซึ่งจำนวนพัลส์กับองศาที่หมุนนั้นจะเป็นอัตราส่วนซึ่งกันและกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

- 1) ศึกษาการประยุกต์ใช้เนียร์ฟิลด์คอมมูนิเคชัน (Near Field Communication)
- 2) ศึกษาการประยุกต์ใช้งานระหว่างของบอร์ด Arduino MEGA 2560 กับจอแอลซีดี ขนาด 16x2 และเนียร์ฟิลด์คอมมูนิเคชัน (Near Field Communication)
- 3) ศึกษาการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

## 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) มีความรู้ความเข้าใจในการประยุกต์ใช้งานระบบเอ็นเอฟซี ที่มีอยู่ในบัตรแตะและบนมือถือสมาร์ตโฟน
- 2) มีความรู้ความเข้าใจในการควบคุมการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์
- 3) มีความรู้ความเข้าใจในการนำเอาบอร์ด Arduino MEGA 2560 มาประยุกต์ใช้เชื่อมต่อกับจอแอลซีดี และบอร์ด Arduino NFC
- 4) มีความรู้ความเข้าใจในการเลือกใช้คำสั่งของจอแอลซีดี กับเอ็นเอฟซี เพื่อทำการอ่านและแสดงผลร่วมกัน
- 5) สามารถนำความรู้ที่ได้จากการค้นคว้านี้ไปประยุกต์ใช้ในอนาคตได้

## 1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ ความเป็นมาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง กล่าวถึงโมเดลของตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ กล่าวถึงไมโครคอนโทรลเลอร์ยี่ห้อ Arduino หลักการทำงานของเอ็นเอฟซีโมดูลชิปส์ในการอ่านค่าไอพีแอสเตรส หลักการทำงานในการแสดงผลของจอแอลซีดี และหลักการทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

บทที่ 3 การออกแบบโครงสร้างตู้เก็บรองเท้าและชุดวงจรควบคุมการทำงาน

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง จำนวนพัลส์ต่อการหมุนของช่อง ระยะเวลาในการหมุนต่อรอบ ชุดคำสั่งของจอแสดงผลแอลซีดี

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป นำเสนอบทสรุปการดำเนินงาน ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุงพัฒนาโปรเจกต์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 โมเดลตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ



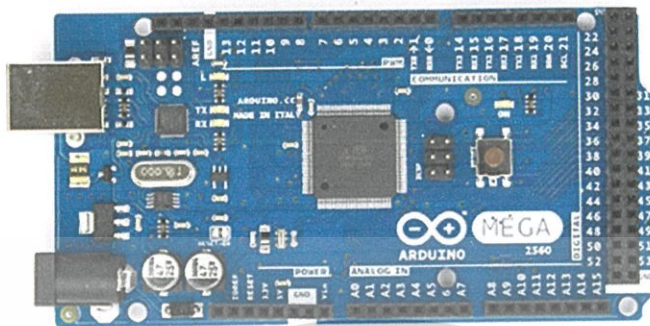
รูปที่ 2.1 ตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ

### รูปที่ 2.2 ชั้นวางรองเท้าภายในตู้เก็บรองเท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ ยี่ห้อ Arduino

### 2.2.1 รายละเอียดของ Arduino Mega2560



รูปที่ 2.3 Arduino Mega 2560

#### รายละเอียดและคุณสมบัติ

บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega2560 ชนิด 8 บิต โดยมีคุณสมบัติเด่นดังนี้

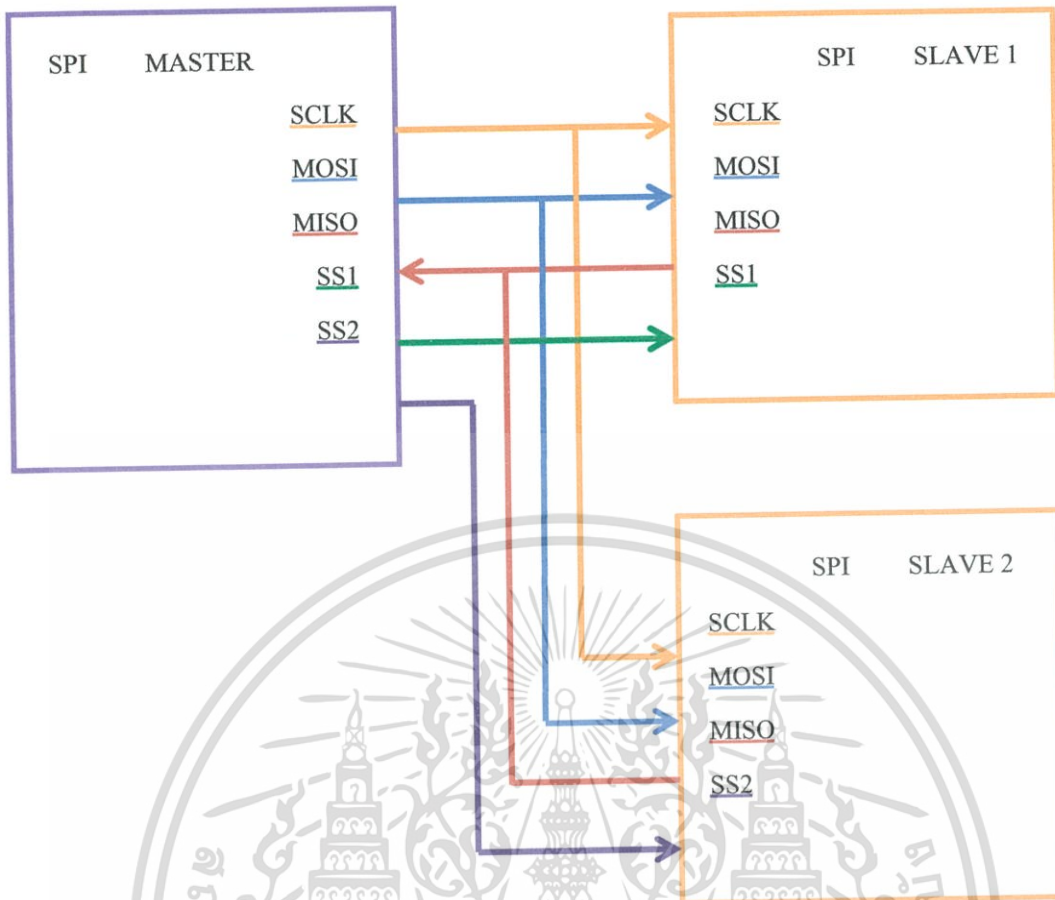
- จำนวนขาจติจิตอล อินพุต/เอาต์พุต ทั้งหมด 54 ขา
- ขาพีดีบีวีเอ็ม (PWM) 15 ขา
- ขาสำหรับบอานาล็อกอินพุต 16 ขา
- ความถี่สัญญาณนาฬิกา 16 เมกกะเฮิร์ต
- หน่วยความจำชนิด
  - แฟลช เมมโมรี่ 256 กิโลไบต์
  - เอสแรม (หน่วยความจำชั่วคราว) 8 กิโลไบต์
  - อีอีพีรอม 4 กิโลไบต์
- พอร์ตยูเอสบี เพื่อใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อทำการอัปโหลดโปรแกรมที่ได้เขียนไว้

#### การทำงานของเอสพีไอ (Serial Peripheral Interface)

ซีเรียลเพอร์ฟิรอลอินเตอร์เฟส (SPI) คือ การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ตั้งแต่สองอุปกรณ์ขึ้นไป โดยมีอุปกรณ์ตัวแม่ (มาสเตอร์) เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ (สเลฟ) ซึ่งจะใช้สัญญาณนาฬิกาเป็นตัวควบคุมการทำงาน (ซิงโครนัส)

ในการรับส่งข้อมูลระหว่างมาสเตอร์ และสเลฟ นั้นจะอยู่ในโหมดฟลูตติค สัญญาณสามารถส่งหากันระหว่างมาสเตอร์ และสเลฟ ได้อย่างต่อเนื่อง โดยมีการเชื่อมต่อดังรูปที่ 2.4 และหน้าที่ของแต่ละสายดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



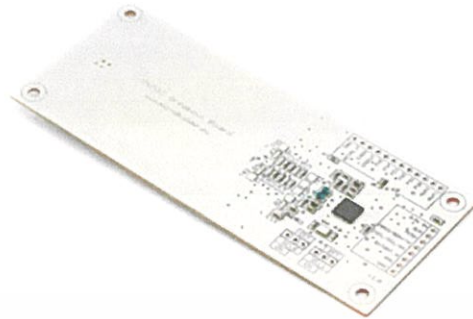
รูปที่ 2.4 การทำงานของเอสพีไอ ระหว่างมาสเตอร์กับสเลฟ

ตารางที่ 2.1 แสดงหน้าที่ของแต่ละขาสัญญาณ

ขา	ชื่อเต็ม	หน้าที่
SCLK	Serial Clock	สัญญาณนาฬิกาจากมาสเตอร์เพื่อควบคุมการทำงานของสเลฟ
MOSI	Master output, Slave input	ช่องสำหรับเอาต์พุตจากมาสเตอร์ ไปยังอินพุตของสเลฟ
MISO	Master input, Slave output	ช่องสำหรับรับค่าเอาต์พุตจากสเลฟไปยังอินพุตของมาสเตอร์
SS	Slave Select	ใช้ส่งสัญญาณโลว์ ไปยังอุปกรณ์สเลฟ ที่ต้องการรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

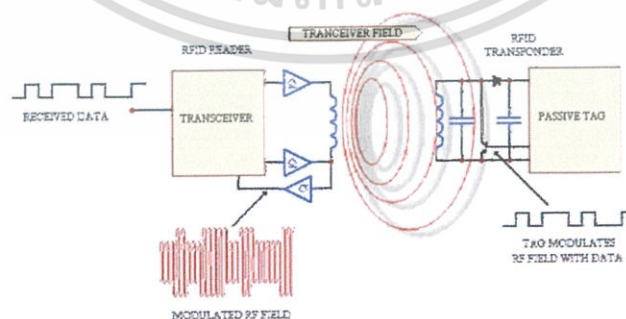
### 2.3. เนียร์ฟิลด์คอมมูนิเคชัน



รูปที่ 2.5 NFC Module PN532

เอ็นเอฟซี ( Near Field Communication) คือ การแลกเปลี่ยนข้อมูลระยะสั้น (ประมาณ 20 ซม.) โดยใช้ไวเลสซึ่งมีมาตรฐานคือ ISO/IEC 18092 และ ECMA-340 โดยความถี่ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารนั้นจะใช้ที่ความถี่ 13.56 เมกกะเฮิร์ต นอกจากนี้ยังสามารถใช้มาตรฐาน ISO/IEC 14443A/B

เอ็นเอฟซีนั้นมีโหมดในการทำงานที่แตกต่างกันถึง 3 โหมดก็คือ โหมดที่ 1 คือโหมดอ่านหรือเขียน (รีดเตอร์/ไรเตอร์) ข้อมูลต่างๆ ในตัวการ์ดเอ็นเอฟซีผ่านสัญญาณสนามแม่เหล็ก ดังรูปที่ 2.6 ซึ่งในโครงการนี้ได้นำโหมดนี้มาใช้อ่านค่าไอดีของการ์ดแต่ละใบ ซึ่งค่าไอดีนั้นแต่ละใบจะมีความแตกต่างกัน ในส่วนของโหมดที่ 2 คือ โหมดการ์ด อิมูเลชัน (Card Emulation Mode) เป็นการจำลองให้สมาร์ทโฟนที่เอ็นเอฟซี ทำงานเป็นลักษณะของการ์ด และโหมดสุดท้ายคือ โหมดเพียร์ทูเพียร์(Peer-To-Peer Mode) โหมดนี้เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยตรงของสมาร์ทโฟน



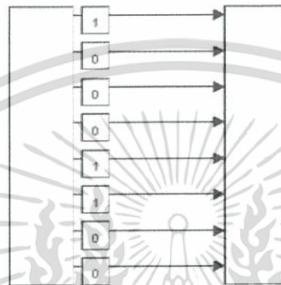
รูปที่ 2.6 การทำงานในโหมดอ่านหรือเขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.4 แอลซีดี

แอลซีดี แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ แอลซีดีแบบปกติเชื่อมต่อแบบขนาน (Parallel) กับแอลซีดีแบบเชื่อมต่ออนุกรม (Serial) ที่นำมาใช้เป็นแบบเชื่อมแบบขนาน(Parallel)ซึ่งต่างจากแอลซีดีแบบเชื่อมต่ออนุกรม (Serial) คือ ไม่มีอุปกรณ์เสริมเพื่ออำนวยความสะดวกในการไวท์สาย

การต่อแบบขนาน (Parallel) เป็นการส่งผ่านข้อมูลในลักษณะบิตทุกบิตแทนหนึ่งตัวอักษร ส่งไปตามสายที่ขนานกัน ดังนั้นทุกบิตจะเดินทางถึงผู้รับพร้อมๆ กัน และจำนวนสายส่ง เพื่อให้เกิดช่องการส่งจะต้องมีจำนวนเท่ากัน



รูปที่ 2.7 การต่อวงจรแบบขนาน



รูปที่ 2.8 แสดงชนิดของขาแอลซีดี

แอลซีดี 16x2 รุ่น ACM1602B-FL-GBH แสดงผลหน้าจอได้ทั้งหมด 32 ตัวอักษร 2 บรรทัด แบ่งเป็นบรรทัดละ 16 ตัวอักษร มีหลอดไฟเป็นแสงสีเขียว สามารถแสดงผลได้แม้ในที่ที่มีแสงสว่างน้อย

### 2.4.1 ข้อมูลพื้นฐาน

- แสดงผล 16x2 Character
- ใช้ไฟ 5.0 โวลต์
- โมดูลขนาด 84.0 มม. (W) x 44.0 มม. (H) x 13.0 มม. (D)
- พื้นที่หน้าจอ 64.5 มม. (W) x 16.4 มม. (H)
- ขนาดตัวอักษร 3.00 มม. (W) x 5.20 มม. (H)
- หน้าจอสามารถเปิดไฟเป็นแสงสีเขียว (Backlight)
- อุณหภูมิใช้งาน -20 องศาเซลเซียส ~ 70 องศาเซลเซียส

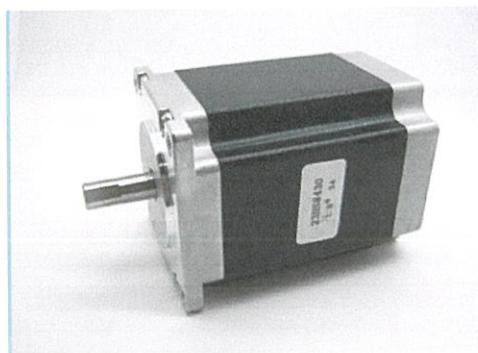
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ตารางที่ 2.2 ข้อมูลสายต่างๆ

Pin No.	Symbol	Description	Level	Function
1	Vss	Ground	-	0 โวลต์ Ground
2	V <sub>Do</sub>	Power Supply	-	+5 โวลต์ ต่อกับแรงดันไฟเลี้ยง +5 โวลต์
3	Vo	LCD Control	-	ต่อกับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล
4	RS	Register Select	H/L	RS = 0 หมายถึงต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register) RS = 1 หมายถึงต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์ข้อมูล (Data Register)
5	R/W	Read/Write	H/L	R/W = 0 หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยัง LCD โมดูล R/W = 1 หมายถึงต้องการอ่านข้อมูลจาก LCD โมดูล
6	E	Enable	H,H->L	Enable Signal
7-14	DB0-DB7	Data Bus	H/L	Data Bus Line
15	A	Back Light A		Back Light +5 โวลต์ (สำหรับรุ่นที่มี Back Light)
16	K	Back Light K		Back Light S 0 โวลต์ (สำหรับรุ่นที่มี Back Light)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

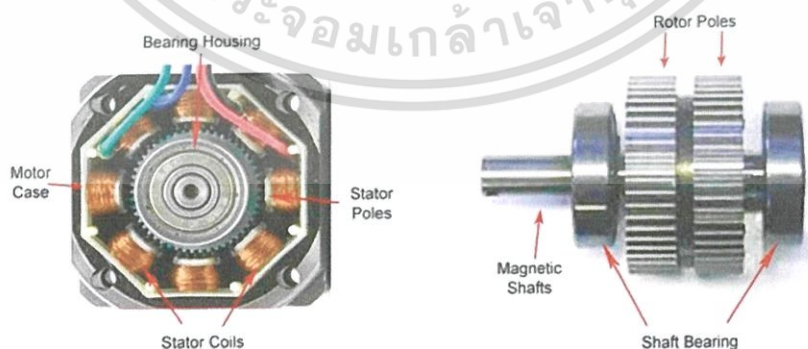
## 2.5 สเต็ปเปอร์มอเตอร์



รูปที่ 2.9 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

สเต็ปเปอร์มอเตอร์คือ มอเตอร์ที่มีความแม่นยำสูง โดยการหมุนแต่ละรอบนั้นจะมีความเที่ยงตรงและแม่นยำ ดังนั้นมอเตอร์ชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีระบบปิดแบ็คคอนโทรล เช่น เอ็นโคเดอร์ ในการควบคุมมอเตอร์ ในการตรวจเช็คตำแหน่งในการหมุนของมอเตอร์ทำได้โดยการนับจำนวนพัลส์ที่ถูกจ่าย ซึ่งจำนวนพัลส์กับองศาที่หมุนนั้นจะเป็นอัตราส่วนซึ่งกันและกัน

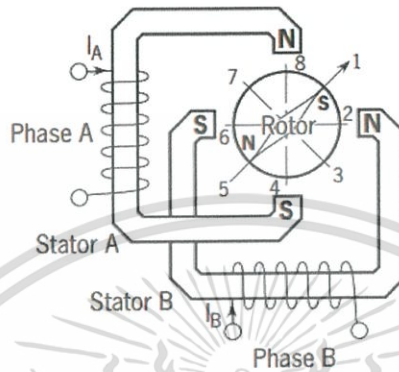
สเต็ปเปอร์มอเตอร์นั้นมีอยู่หลายประเภท เมื่อแบ่งตามโครงสร้างของโรเตอร์และสเตเตอร์ เช่น ชนิดวารเอเบิลเรลักแตนซ์ [Variable-reluctance(VR)] ชนิดแม่เหล็กถาวร[Permanent Magnet(PM)] และชนิดโครงสร้างผสม (Hybrid) สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดโครงสร้างผสมนั้นจะมีโรเตอร์นั้นจะเป็นแม่เหล็กที่มีลักษณะเป็นฟัน ส่วนสเตเตอร์นั้นจะมีลักษณะเป็นฟัน ดังรูปที่ 2.10 ซึ่งจะทำให้มีแรงบิดสูงความละเอียดของสเต็ปในการหมุนสูง, ความเร็วสูงกว่าสองชนิดที่กล่าวมาแล้ว ซึ่งโครงงานนี้ได้เลือกใช้ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดผสม (Hybrid) เนื่องจากหาซื้อได้ง่ายตามท้องตลาด



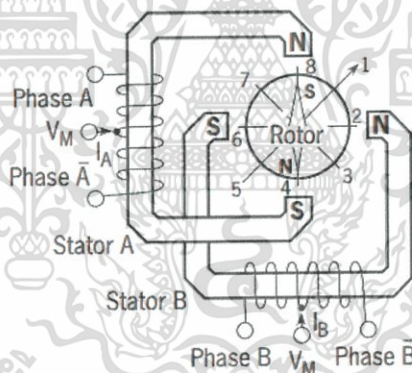
รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายในของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดโครงสร้างผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของการพันขดลวดบนสเตเตอร์นั้นจะมีอยู่ 2 ชนิด ชนิดแรกคือ ไบโพลาร์และยูนิโพลาร์ สเต็ปเปอร์มอเตอร์ที่ใช้ในโครงการนี้นี้จะมีลักษณะการพันขดลวดเป็นแบบไบโพลาร์ ซึ่งมีการพันดังรูปที่ 2.11 และรูปที่ 2.12 นั้นเป็นการพันแบบยูนิโพลาร์ ซึ่งการพันขดลวดที่แตกต่างกันนี้จะส่งผลให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์นั้นมีเฟสที่แตกต่างกัน โดยที่การพันแบบไบโพลาร์ จะทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์นั้นมี 2 เฟส และยูนิโพลาร์มี 4 เฟส



รูปที่ 2.11 การพันขดลวดชนิดไบโพลาร์

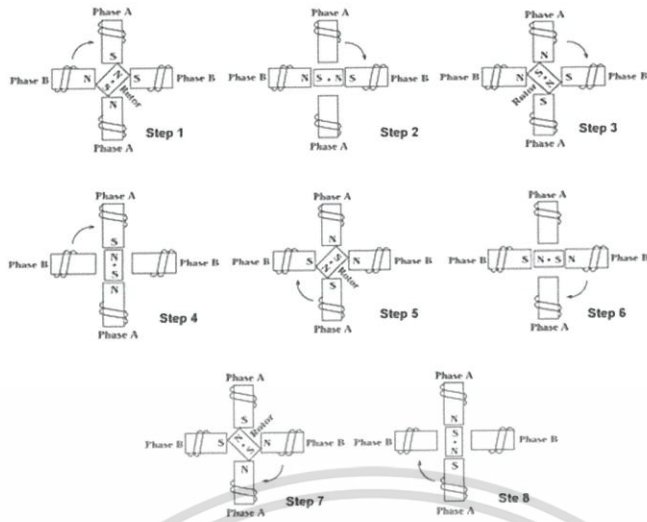


รูปที่ 2.12 การพันขดลวดชนิดยูนิโพลาร์

### 2.5.1 การกระตุ้นเฟส

การกระตุ้นเฟสของสเต็ปเปอร์มอเตอร์นั้นคือ การจ่ายกระแสไฟฟ้าชนิดกระแสตรงเข้าไปให้กับเฟสของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตามลำดับ เพื่อให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุน ซึ่งการกระตุ้นนั้นมีหลากหลายวิธี เช่น การกระตุ้นแบบเวฟไดร์ฟ (Wave Drive) นั้นจะมีการกระตุ้นเฟสทีละเฟส การกระตุ้นแบบฟูลสเต็ปไดร์ฟ (Full Step Drive) จะมีการกระตุ้นคล้ายกับชนิดแรก แต่ในการกระตุ้นเฟสแต่ละครั้งจะกระตุ้นเฟสเพิ่มกันถึง 2 เฟส และการกระตุ้นแบบสุดท้ายคือ ฮาล์ฟสเต็ปไดร์ฟ (Half Step Drive) การกระตุ้นแบบนี้บางสเต็ปการกระตุ้นจะมีเฟสที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน 2 เฟส และบางสเต็ปจะมีการกระตุ้นเพียงแค่ 1 เฟส สลับกันไป ดังรูปที่ 2.13 และตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 รูปแบบการกระตุ้นเฟสของฮาฟสเต็ปไดรฟ์

ตารางที่ 2.3 แสดงการกระตุ้นเฟสของฮาฟสเต็ปไดรฟ์

Phase	Step 1	Step 2	Step 3	Step 4	Step 5	Step 6	Step 7	Step 8
A	★						★	
B	★	★	★				★	★
A'			★	★	★			
B'					★	★		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 ไมโครเซอร์โว

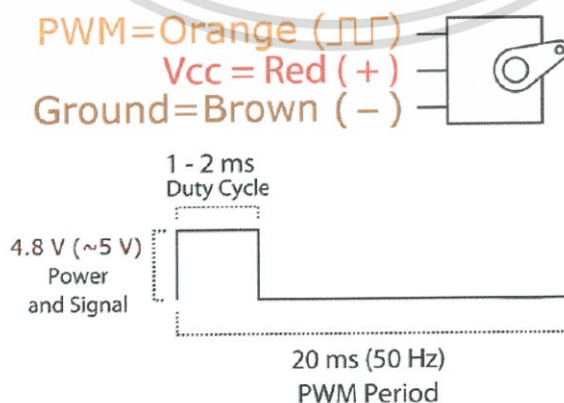


รูปที่ 2.14 ไมโครเซอร์โว

### 2.6.1 รายละเอียด

- น้ำหนัก 9 กรัม
- ขนาดของ ไมโครเซอร์โว 22.2 มม. x 11.8 มม. x 31 มม.
- ทอร์คสูงสุดขณะยังไม่เคลื่อนที่ 1.8 กิโลกรัมฟอร์ส.ซม.
- อัตราความเร็วของไมโครเซอร์โว 0.1 s/60 Degree
- แรงดันสูงสุด 4.8 โวลต์ (~ 5 โวลต์)
- ความกว้างของสัญญาณ 10 ไมโครเซค
- ช่วงอุณหภูมิที่สามารถใช้ได้ 0 องศาเซลเซียส – 55 องศาเซลเซียส

เซอร์โวมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่ประกอบไปด้วยชุดเกียร์(Gear) มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) และส่วนควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ที่อยู่รวมภายในตัวมอเตอร์ เซอร์โวมอเตอร์จะทำงานได้ด้วยสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างอยู่ระหว่าง 1 มิลลิวินาที ถึง 2 มิลลิวินาที (พัลส์บวกหรือลोजิก 1) โดยส่งพัลส์ดังกล่าวห่างกันเป็นระยะเวลา 20 มิลลิวินาที (พัลส์ลบหรือลोजิก 0) แสดงดังในรูปที่ 2.15 การส่งสัญญาณพัลส์ดังกล่าวมีผลให้มอเตอร์หมุน โดยทิศทางการหมุนนั้นจะขึ้นอยู่กับความกว้างของพัลส์บวก



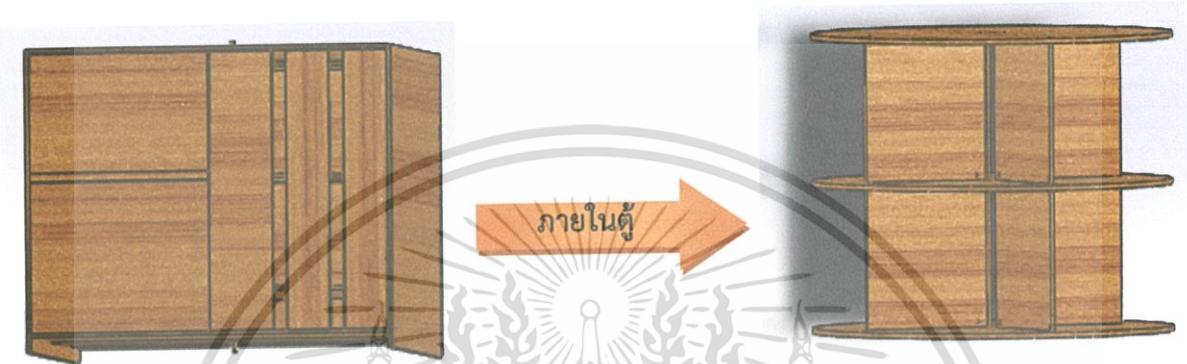
รูปที่ 2.15 ระยะเวลาความกว้างของพัลส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 3

# การออกแบบโครงสร้างตู้เก็บรองเท้า และชุดวงจรควบคุมการทำงาน

### 3.1 โครงสร้างตู้เก็บรองเท้า

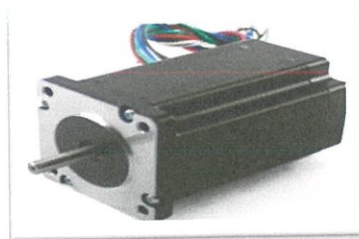


รูปที่ 3.1 โครงสร้างตู้เก็บรองเท้าและโครงสร้างภายในตู้เก็บ

ชนิดของไม้ที่เลือกทำตู้เป็นไม้ MDF เนื่องจากเป็นไม้ที่ง่ายต่อการนำมาประยุกต์ใช้ มีน้ำหนักเบา ราคาถูกและหาซื้อได้ง่าย ซึ่งเหมาะกับวัตถุประสงค์ของการทำโครงการนี้ ตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติสามารถบรรจุรองเท้าได้จำนวน 8 คู่ แบ่งเป็น 2 ชั้น ชั้นละ 4 คู่ หลักการทำงานของตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติจะใช้สเต็ปเปอร์มอเตอร์ในการหมุนชั้นวางรองเท้าเพื่อเปลี่ยนช่องเก็บรองเท้า ในการหมุนชั้นวางรองเท้าจะเกิดแรงเสียดทานระหว่างแกนหมุนกับโครงตู้ จึงนำเอาตลับลูกปืนและตลับลูกปืนรูนมาช่วยลดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักและแรงในแนวแกนที่กระทำต่อตู้

### 3.2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์

24 VDC , 1A ,0.8 N-M , 1.8 องศา/พัลส์



รูปที่ 3.2 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดกระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ที่เลือกใช้เป็นชนิดสแต็ปเปอร์มอเตอร์ ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงขนาด 24 โวลต์เป็นมอเตอร์ที่มีขนาดเล็กเหมาะกับการใช้งาน และสามารถควบคุมการหมุนแบบเป็นองศาได้อย่างแม่นยำในการหมุนชั้นวางรองเท้าที่มีน้ำหนักประมาณ 20 กิโลกรัมโดยใช้ทอร์กที่ได้จากสแต็ปเปอร์มอเตอร์เท่ากับ 0.8 N-M ที่เพียงพอต่อการหมุนชั้นวางรองเท้าซึ่งจำนวนทอร์กที่ใช้หาได้จากสูตร

คำนวณหาค่าแรงบิด (ทอร์ก) ที่ใช้ในการหมุน

$$\tau = I\alpha$$

$\tau$  คือ แรงบิดที่ต้องการใช้ในการหมุนชั้นวางรองเท้า

$I$  คือ โมเมนต์ความเฉื่อย

$\alpha$  คือ ความเร่งเชิงมุม

ในการคำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อย โดยคำนวณหาโมเมนต์ความเฉื่อยของชั้นวางรองเท้าโดยพิจารณาเป็นทรงกระบอกตัน และนำค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของแต่ละส่วนมาลบออกจะได้ดังนี้เนื่องจากโมเมนต์ความเฉื่อยของชั้นวางรองเท้าและส่วนประกอบอื่น ๆ นั้นมีรูปทรงเป็นทรงกระบอก

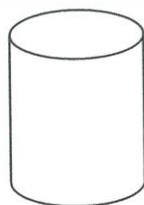
$$\text{ดังนั้น } I_x = \frac{md^2}{8}$$

$$\text{ค่า } I_x \text{ จาก } I_x = \frac{md^2}{8} \quad d = 800 \times 10^{-3} \text{ m}, l = 527 \times 10^{-3} \text{ m}$$

$$\rho = 730 \text{ kg/mm}^2$$

$$m = \frac{\pi d^2 l \rho}{4g} = 19.71 \text{ kg}$$

$$\text{โมเมนต์ความเฉื่อยของชั้นวางรองเท้า } I_x = 1.58 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$$



รูปที่ 3.3 ชั้นวางรองเท้าทรงกระบอกตัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I_x = \frac{md^2}{8}, d = 60 \times 10^{-3} m, l = 25 \times 10^{-3}, \rho = 730 \text{ kg/mm}^2$$

$$m = \frac{\pi d^2 l \rho}{4g} = 5.26 \times 10^{-3}$$

โมเมนต์ความเฉื่อยของช่องวางรองเท้า

$$I_x = 2.28 \times 10^{-6} \text{ kg/mm}^2, I_x = \frac{md^2}{8}, d = 10 \times 10^{-3} m$$

$$l = 9 \times 10^{-3} m, \rho = 730 \text{ kg/mm}^2$$

$$m = \frac{\pi d^2 l \rho}{4g} = 5.26 \times 10^{-5} \text{ kg}$$



รูปที่ 3.4 ช่องวางรองเท้าทรงกระบอกตัน

โมเมนต์ความเฉื่อยของรูใส่สตั๊ด

$$I_x = 1.315 \times 10^{-6} \text{ kg/m}^2, I_x = \frac{m}{8} (d_o^2 + d_i^2), d_o = 800 \times 10^{-3}$$

$$d_i = 600 \times 10^{-3}, l = 25 \times 10^{-3} \text{ kg}, \rho = 730 \text{ kg/mm}^2$$

$$m = \frac{\pi d^2 l \rho}{4g} = 0.41 \text{ kg}$$



รูปที่ 3.5 รูใส่สตั๊ด

โมเมนต์ความเฉื่อยของขอบที่เหลือ

$$I_x = \frac{m}{8} (d_o^2 + d_i^2) = 0.05125 \text{ kg.m}^2$$

ดังนั้น โมเมนต์ความเฉื่อยทั้งหมดของชั้นวางรองเท้าเท่ากับ  $1.539 \text{ kg.m}^2$

ดังนั้นแรงบิดที่ต้องใช้เพื่อให้ชั้นวางรองเท้าหมุนด้วยความเร็ว 2 rpm ในเวลา 0.5 วินาที เท่ากับ

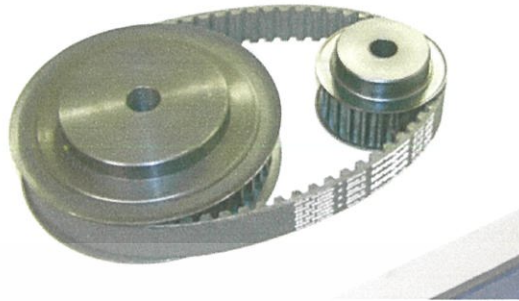
$$0.64 \text{ N.m}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 พื้นที่ที่เหลือ

### 3.3 พุเลย์ขับเคลื่อนสายพาน



รูปที่ 3.7 พุเลย์ขับเคลื่อนสายพาน

จากสูตรการคำนวณอัตราทดเฟือง =  $\frac{\text{product of driving tooth numbers}}{\text{product of driven tooth numbers}}$

ทอร์คที่ต้องใช้ในการหมุนชั้นวางรองเท้า คือ 0.6 N.M ซึ่งมอเตอร์สามารถจ่ายได้เพียงพอแต่ก็ได้มีการเผื่อค่าความปลอดภัยไว้ 2 เท่าในการทำโครงการ

วิธีทำ ทอร์คมอเตอร์ 0.6 N.M, ทอร์คที่ต้องการใช้ในการหมุนชั้นวางรองเท้าหาอัตราส่วนของ ทอร์คที่ต้องการต่อทอร์คของมอเตอร์

$$\frac{\tau}{\tau_m} = 1$$

เมื่อทราบอัตราส่วนของทอร์ค คือ 2.00 ทางกลุ่มผู้จัดทำจึงเลือกเฟืองขับ 15T และเฟืองตาม 30T

และเมื่อนำมาเข้าสมการที่

$$e = \frac{15}{30} = 0.5$$

แต่เนื่องจากสมการที่ใช้เป็นสมการที่อ้างอิงมาจากสมการความเร็วดังนั้นค่าทอร์คจะแปรผกผันกับความเร็วทำให้ถ้าจะนำอัตราทดนี้ไปใช้กับเรื่องทอร์คต้องมีการกลับสมการ ก็จะได้

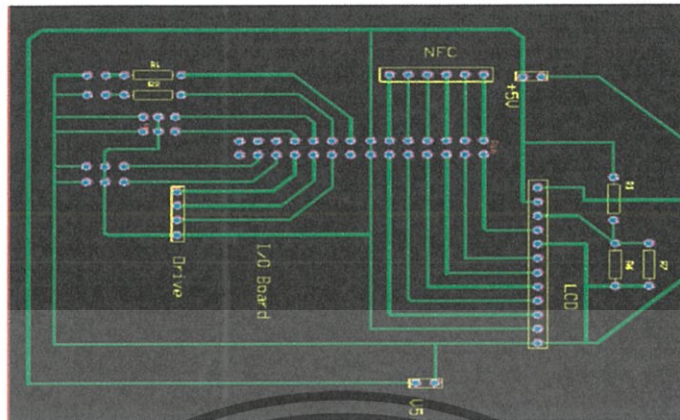
$$e = \frac{\text{product of driving tooth numbers}}{\text{product of driven tooth numbers}}$$

แทนค่าในสมการ  $e = \frac{30}{15} = 2$

ทำให้เฟืองขับ 15 กับเฟืองตาม 30 (สามารถใช้ได้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

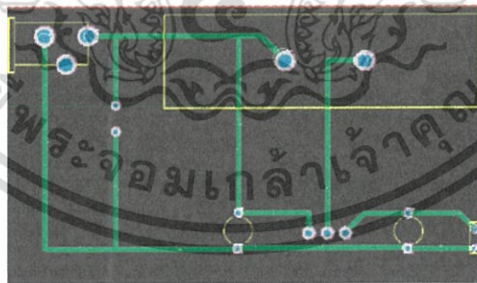
### 3.4 บอร์ดอินพุต/เอาต์พุต



รูปที่ 3.8 ลายวงจรของบอร์ดอินพุต/เอาต์พุตโดยใช้โปรแกรม Altium Designer

ทำการออกแบบบอร์ดอินพุต/เอาต์พุต โดยใช้บอร์ดพีซีบีขนาด 30X36.4 ซม. โดยโปรแกรม Altium Designer เนื่องจากในการทำตู้เก็บร่องเท้าอัตโนมัติ นั้น มีบอร์ดวงจรในการควบคุมระบบการทำงานของตู้อยู่หลายบอร์ด ทำให้เกิดปัญหาในการเดินสายไฟภายในตู้ไม่เป็นระเบียบยากต่อการไล่สายไฟ เมื่อเกิดปัญหาจึงได้ทำบอร์ดพีซีบี ขึ้นมาเพื่อเป็นตัวกลางที่ใช้ในการเชื่อมต่อ และกระจายสายไฟไปยังบอร์ดต่างๆ ที่อยู่ภายในตู้เก็บร่องเท้าอัตโนมัติให้เป็นระเบียบเรียบร้อย

### 3.5 การออกแบบบอร์ดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 3.9 ลายวงจรของบอร์ดแหล่งจ่าย โดยใช้โปรแกรม Altium Designer

บอร์ดแหล่งจ่ายออกแบบด้วยโปรแกรม Altium Designer บนบอร์ดพีซีบีขนาด 27X14 เซนติเมตร ซึ่งใช้ในการจ่ายแรงดันไฟฟ้าขนาด 24 โวลต์ให้กับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ นอกจากนี้ยังใช้ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าที่เข้ามาจากตัวอะแดปเตอร์ที่ 24 โวลต์ ให้เหลือ 10 โวลต์ เพื่อจ่ายไฟไปเลี้ยงแผงวงจรควบคุม Arduino Mega 2560 ที่มีความต้องการใช้ไฟอยู่ที่ 7-12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.6 ตลับลูกปืนและตลับลูกปืนกันรุน



รูปที่ 3.10 ชนิดของตลับลูกปืน

ที่นี้ได้เลือกตลับลูกปืน 2 ชนิดนี้ คือ SKF 6000-2z และ XHL Thrust Bearing เพราะโครงสร้างตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ นั้น ใช้แท่งเหล็กสตัดเป็นแกนหมุน ในขณะที่ชั้นวางรองเท้าทำการเคลื่อนที่นั้นจะเกิดแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากน้ำหนักของวัตถุ และแรงเสียดทานที่เกิดจากเนื้อไม้กับสตัด จึงจำเป็นต้องนำเอาตลับลูกปืนทั้ง 2 ชนิดมาใช้เพื่อช่วยลดแรงเสียดทานในแนวแกนที่เกิดขึ้น และอีกประการหนึ่ง que เลือกใช้ตลับลูกปืน 2 ชนิดนี้ เพราะมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับขนาดของแท่งเหล็กสตัดที่สามารถสวมใส่ได้พอดี ซึ่งสามารถคำนวณหาแบริ่งที่เหมาะสมกับการใช้งาน ดังนี้

เงื่อนไขแบริ่งที่ต้องการมีรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางภายใน 10 มิลลิเมตรที่สตัดสามารถสวมเข้าไปได้อย่างพอดี

#### วิธีทำ

แรงที่กระทำต่อแบริ่งมีด้วยกัน 3 แรง เป็นแรงในแนวแกน 2 แรงคือ แรงในแนวแกน ( $F_a$ ) และแรงในแนวรัศมี ( $F_r$ ) อีกแรงจะเป็นแรงที่เกิดจากการหมุนของสตัดที่กระทำต่อแบริ่งคือ แรงจากการเคลื่อนที่ ( $F_D$ )

- 1) หา  $F_a$  คือ แรงของน้ำหนักชั้นวางรองเท้ากดลงไปยังตัวตลับลูกปืน

หาได้จาก  $F = mg$

น้ำหนักของรูปทรงคำนวณได้จากสูตรปริมาตรที่ว่า  $\rho = \frac{m}{V}$  ซึ่ง  $\rho$  ได้จาก Data Sheet ของผู้ผลิต คือ  $730 \text{ kg/m}^3$  และทราบปริมาตร (V) ของรูปทรงจากโปรแกรม Solidwork ที่ใช้เขียนรูปทรง คือ  $0.019 \text{ m}^3$  นำค่าทั้งสองไปแทนในสมการข้างต้นจะได้  $730 = \frac{m}{0.019}$

$$m = 13.87 \text{ Kg}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากทราบน้ำหนักของรูปทรงแล้ว นำค่าที่ได้ไปแทนในสูตร  $F = mg$

จะได้  $F = 13.87 \times 9.81$

$$F_a = 136.0647 \text{ N}$$

2)  $F_r$  (จากรูปทรงไม่มีแรง  $F_r$  มากกระทำต่อแบร์ริงจึงไม่ต้องนำมาคำนวณ)

3)  $F_D$  คือ แรงที่เกิดจากการหมุนของสตัด

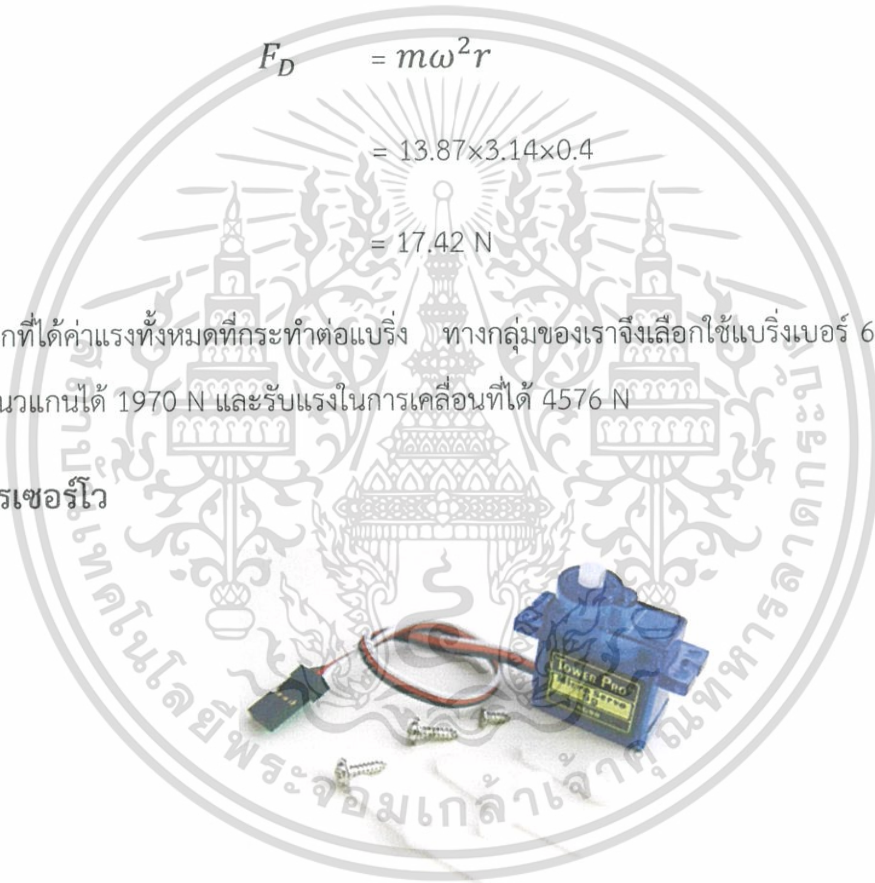
ทราบรูปทรงมีมวล 13.87 Kg มีค่าความเร็วเชิงมุม 3.14 rad/s และรูปทรงมีรัศมี 0.4 m

จากสูตร

$$\begin{aligned} F_D &= m\omega^2 r \\ &= 13.87 \times 3.14 \times 0.4 \\ &= 17.42 \text{ N} \end{aligned}$$

และหลังจากที่ได้ค่าแรงทั้งหมดที่กระทำต่อแบร์ริง ทางกลุ่มของเราจึงเลือกใช้แบร์ริงเบอร์ 6000ZZ ที่รับแรงในแนวแกนได้ 1970 N และรับแรงในการเคลื่อนที่ได้ 4576 N

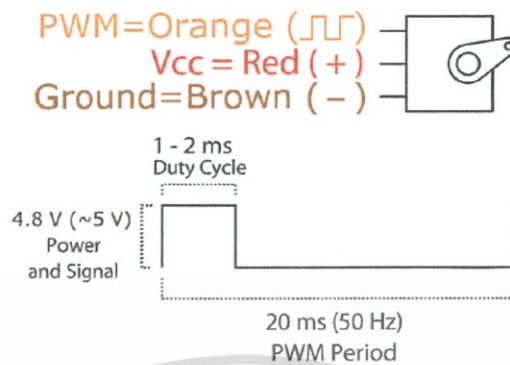
### 3.7 ไมโครเซอร์โว



รูปที่ 3.11 Micro Servo ที่ใช้ในการทำโครงงาน

ไมโครเซอร์โวที่เลือกใช้ในการทำโครงงานนี้ ทำหน้าที่ล็อกและปลดล็อกประตูของตู้เก็บร่องเท้าอัตโนมัติในขณะที่ฝาครอบเท้าและร่องเท้าคืน หลักการทำงานของไมโครเซอร์โวนี้จะรับคำสั่งมาจากบอร์ดควบคุมให้ทำการล็อกหรือปลดล็อก เมื่อทำการสแกนบัตรด้วยระบบเอ็นเอฟซีเพื่อป้องกันการการขโมยจากผู้ที่ไม่ได้เป็นเจ้าของร่องเท้า ซึ่งการไมโครเซอร์โวที่ใช้มีรายละเอียดและชุดคำสั่งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

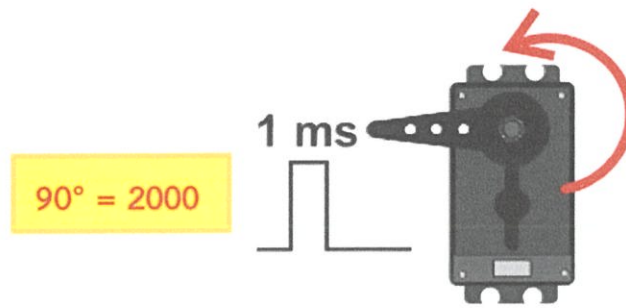


รูปที่ 3.12 ระยะเวลาสัญญาณของไมโครเซอร์โว

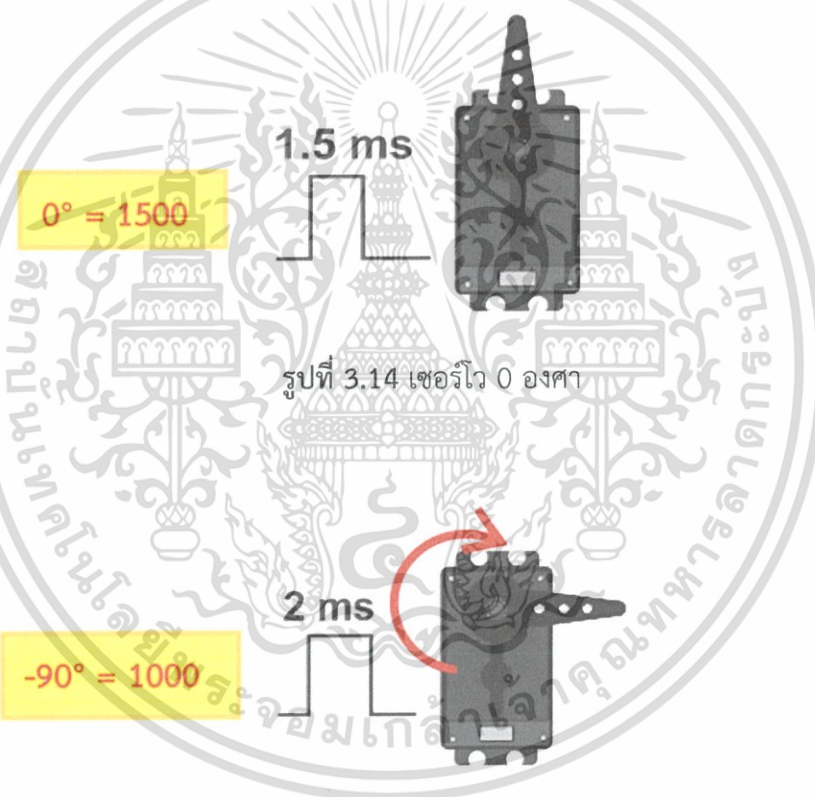
ตำแหน่งที่ 0 องศา (1.5 ms pulse) จะอยู่ตรงกลางม, 90 องศา (ประมาณ 2 ms pulse) จะอยู่ทางซ้าย, -90 องศา (ประมาณ 1 ms pulse) จะอยู่ทางขวา  
ชุดคำสั่งที่ใช้ควบคุมการหมุนของไมโครเซอร์โวมี่ดังนี้

```
#include<Servo.h>
Servo myservo1;
Servo myservo2;
void setup()
{
myservo1.attach(9);
myservo2.attach(10);
}
void loop()
{
myservo1.writeMicroseconds(1500);
delay(1000)
myservo1.writeMicroseconds(2000);
myservo2.writeMicroseconds(1500);
delay(1000)
myservo2.writeMicroseconds(2000);
delay(1000)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 เซอร์โว 90 องศา



รูปที่ 3.15 เซอร์โว -90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

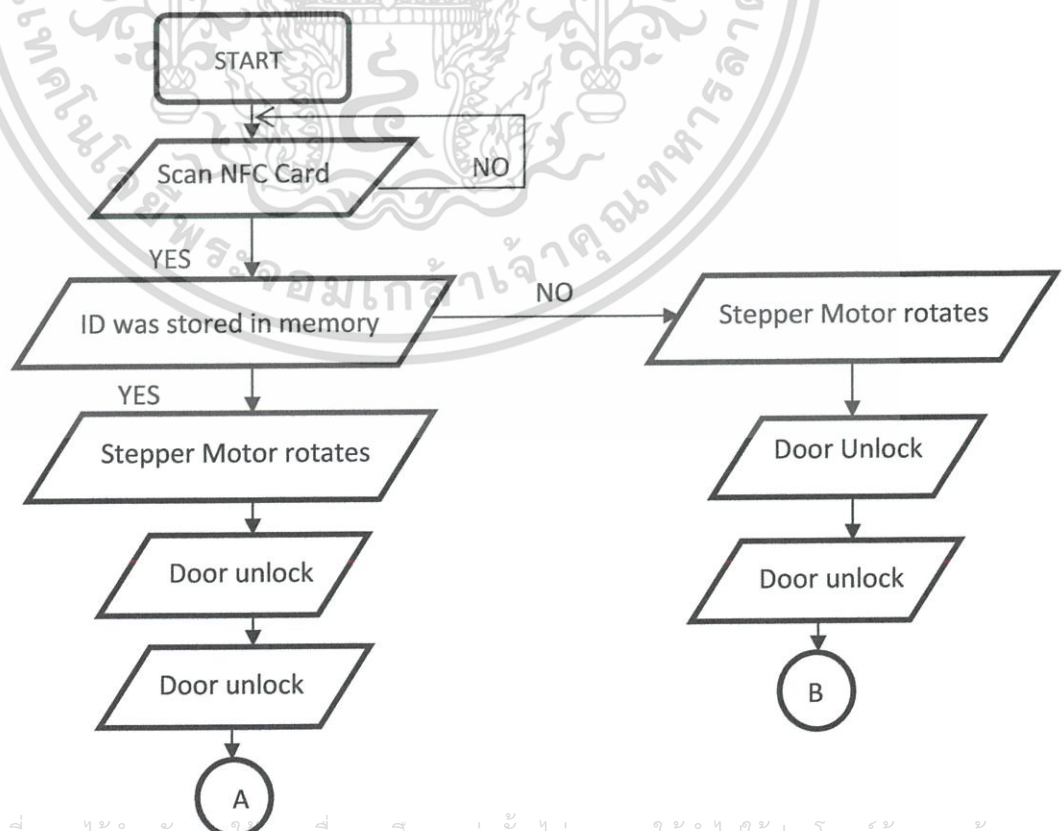
### 3.8 การออกแบบโปรแกรม

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการออกแบบโปรแกรมสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega 2560 รวมถึงผังการทำงานของโปรแกรมโดยรวม

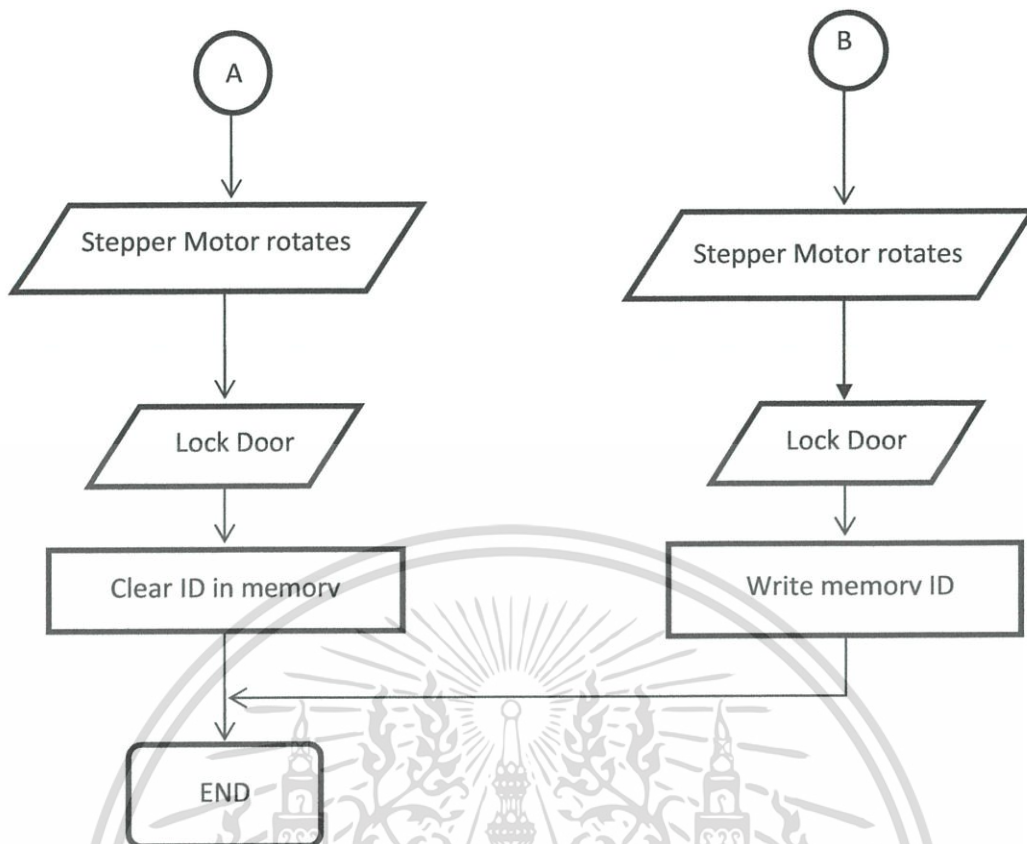
#### โปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ ATmega 2560

หลังจากเปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟให้กับบอร์ด Arduino ATmega2560 จะกำหนดค่าเริ่มต้นต่างๆ และเปิดใช้งานโมดูลเอสพีโอเพื่อทำการติดต่อกับจอแอลซีดี เพื่อให้จอแสดงผลตามที่ได้โปรแกรมชุดคำสั่งเอาไว้ นอกจากนี้ยังติดต่อกับเอ็นเอฟซีรีดเดอร์เพื่อทำการอ่านไอดีของการ์ดเอ็นเอฟซี ที่จะนำมาใช้เป็นการรีเซ็ตเมื่อมีผู้ใช้งานนำการ์ดเอ็นเอฟซีมาเสียบที่ตัวรีดเดอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการตรวจสอบว่าไอดีของการ์ดใบนั้น มีอยู่ในหน่วยความจำหรือไม่ ถ้าไม่มีจะสั่งให้มอเตอร์หมุนช่องที่ว่างมายังประตูของผู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ และไมโครเซอร์โวจะทำการหมุนเพื่อปลดล็อคประตูเพื่อให้ผู้ใช้สามารถฝากรองเท้าได้ ระบบจะจดจำไอดีของการ์ดใบนั้นๆกับช่องที่ได้ทำการฝากรองเท้าไว้ในความจำถาวร ต่อจากนั้นเมื่อผู้ใช้ทำการปิดประตู ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนช่องนั้นกลับไปยังตำแหน่งเดิม ต่อจากนั้นไมโครเซอร์โวจะทำการหมุนลงมาเพื่อล็อคประตูซึ่งในแต่ละขั้นตอนนั้นจอแอลซีดีจะมีการแสดงข้อความต่างๆ ที่เกี่ยวกับสถานการณ์ทำงานเพื่อให้ผู้ใช้ได้ทราบ

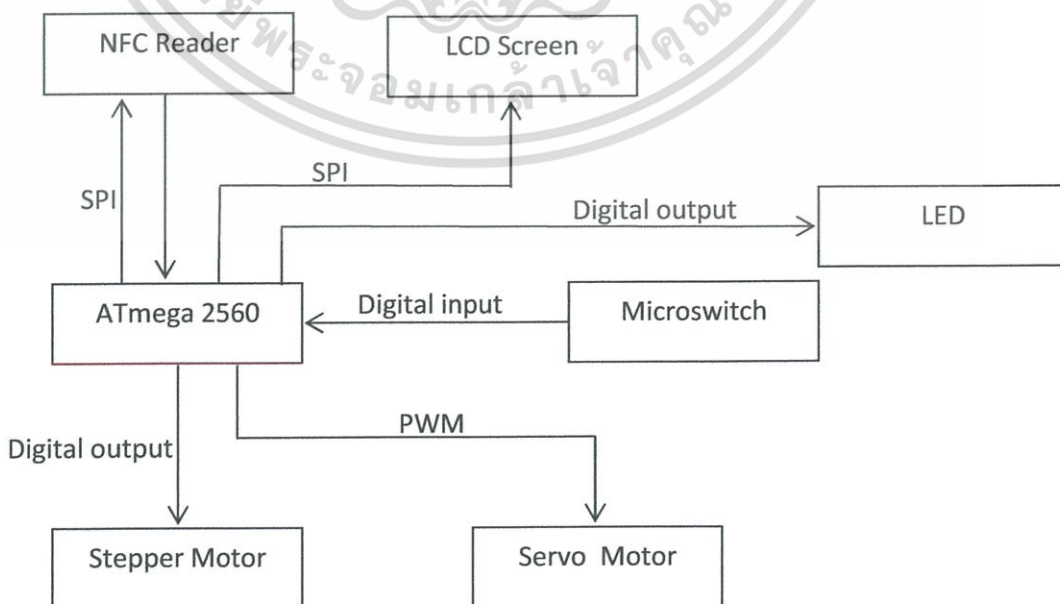


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งหารูปที่ 3.16 การทำงานโดยรวมของระบบตู้เก็บรองเท้าทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 (ต่อ)

แต่ถ้าไอดีของการ์ดใบนั้นมีอยู่ในหน่วยความจำ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งให้มอเตอร์หมุนช่องที่มีร่องเท้าของไอดีนั้นมายังประตูของตู้เก็บร่องเท้าอัตโนมัติและไมโครเซอร์โวจะทำการหมุนเพื่อปลดล็อคประตูและเมื่อผู้ใช้งานได้รับคั่นร่องเท้าและทำการปิดประตูตู้ขึ้นวางร่องเท้า ระบบจะทำการลบไอดีของการ์ดนั้นออกจากความจำถาวร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปที่ 3.17 การเชื่อมต่อต่างๆกับไมโครคอนโทรลเลอร์  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้นำเสนอการทดสอบระบบการทำงานของตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ ซึ่งแบ่งออกเป็น การทดสอบจำนวนพัลส์ต่อการหมุนของช่องและการทดลองชุดคำสั่งของจอแสดงผลในกรณีต่างๆ

#### 4.1 การทดสอบจำนวนพัลส์ต่อการหมุนของชั้นฝาครอบเท้า

จากหัวข้อการควบคุมองศาและความเร็วในการหมุนของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ เราจะได้ว่าช่องที่ 1 และ 5 ต้องการให้ชั้นฝาครอบเท้าหมุน  $90^{\circ}$  ด้วยจำนวนพัลส์ 200 พัลส์ ด้วยความเร็ว 7.5 วินาทีต่อการหมุน 1 ครั้ง ส่วนช่องที่ 2 และ 6 นั้นต้องการให้ชั้นวางรองเท้าหมุน  $180^{\circ}$  ด้วยจำนวนพัลส์ 400 พัลส์ด้วยความเร็ว 15 วินาทีต่อการหมุน 1 ครั้ง และช่องที่ 4 และ 7 ต้องการให้ชั้นฝาครอบเท้าหมุน  $90^{\circ}$  ด้วยจำนวนพัลส์ 200 พัลส์ด้วยความเร็ว 7.5 วินาที ต่อการหมุน 1 ครั้ง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลององศาในการหมุน และจำนวนพัลส์

ครั้งที่	ทิศทางการหมุน	ต้องการให้ ชั้นฝา ครอบเท้า หมุน (องศา)	ระยะที่ขาด (มม.)	ชั้นฝา ครอบเท้าหมุน ได้ (องศา)	คลาดเคลื่อน (องศา)	พัลส์ที่ต้อง เปลี่ยนแปลง	จำนวนพัลส์เฉลี่ยที่ต้อง แก้ไข
1	ทวนเข็มนาฬิกา(หมุน มา)	$90^{\circ}$	-12	91.72	-1.72	-3.82	1.78
2			10	88.57	1.43	3.18	
3			10	88.57	1.43	3.18	
4			10	88.57	1.43	3.18	
5			10	88.57	1.43	3.18	
6	ตามเข็มนาฬิกา(หมุน กลับ)	$90^{\circ}$	5	89.28	0.72	1.59	1.59
7			5	89.28	0.72	1.59	
8			5	89.28	0.72	1.59	
9			5	89.28	0.72	1.59	
10			5	89.28	0.72	1.59	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลององศาในการหมุน (ต่อ)

ครั้งที่	ทิศทางการหมุน	ต้องการให้ ชั้นฝาก รองเท้า หมุน (องศา)	ระยะที่ขาด (มม.)	ชั้นฝาก รองเท้าหมุน ได้ (องศา)	คลาดเคลื่อน (องศา)	พัลส์ที่ต้อง เปลี่ยนแปลง	จำนวนพัลส์เฉลี่ยที่ต้อง แก้ไข
11	ตามเข็มนาฬิกา (หมุนมา)	180	0	180.00	0.00	0.00	0.00
12			0	180.00	0.00	0.00	
13			0	180.00	0.00	0.00	
14			0	180.00	0.00	0.00	
15			0	180.00	0.00	0.00	
16	ทวนเข็มนาฬิกา (หมุนกลับ)	180	-15	182.15	-2.15	-4.78	-4.78
17			-15	182.15	-2.15	-4.78	
18			-15	182.15	-2.15	-4.78	
19			-15	182.15	-2.15	-4.78	
20			-15	182.15	-2.15	-4.78	

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองระยะเวลาในการหมุนแต่ละครั้ง

ครั้งที่	ทิศทางการหมุน	ต้องการให้ ชั้นฝาก รองเท้า หมุน (องศา)	ระยะเวลาที่ต้องการ หมุน(วินาที)	ระยะเวลาหมุนจริง (วินาที)	เฉลี่ยเวลาหมุนจริง (วินาที)	ความเร็วในการ หมุน (RPM)
1	ทวนเข็มนาฬิกา (หมุนมา)	90	7.5	7.62	7.54	1.99
2			7.5	7.35		
3			7.5	7.75		
4			7.5	7.65		
5			7.5	7.32		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองระยะเวลาในการหมุนแต่ละครั้ง (ต่อ)

ครั้งที่	ทิศทางการหมุน	ต้องการให้ ชั้นฝากรองเท้า หมุน (องศา)	ระยะเวลาที่ต้องการ หมุน(วินาที)	ระยะเวลาที่หมุนจริง (วินาที)	เฉลี่ยเวลาที่หมุนจริง (วินาที)	ความเร็วในการหมุน (RPM)
6	ตามเข็มนาฬิกา (หมุนกลับ)	90	7.5	7.63	7.57	1.98
7			7.5	7.45		
8			7.5	7.52		
9			7.5	7.72		
10			7.5	7.53		
11	ตามเข็มนาฬิกา (หมุนมา)	180	15	14.87	14.68	2.04
12			15	14.58		
13			15	14.94		
14			15	14.48		
15			15	14.51		
16	ทวนเข็มนาฬิกา (หมุนกลับ)	180	15	14.89	14.74	2.04
17			15	15.74		
18			15	15.10		
19			15	14.88		
20			15	13.08		

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าระยะเวลาในการหมุนของแต่ละช่องนั้นใกล้เคียงกับระยะเวลาที่ต้องการ แต่ในส่วนขององศาการหมุนของแต่ละชั้นนั้นคลาดเคลื่อนอยู่ เนื่องจากมีการสลিপ (Slip) บนสายพาน จึงได้มีการเปลี่ยนจำนวนพัลส์ของแต่ละช่องโดย 1 พัลส์ที่เปลี่ยนแปลงจะทำให้เพลาหมุนไป 6.28 มิลลิเมตร ( $0.9^\circ$ ) และชั้นฝากรองเท้าหมุนไป 3.14 มิลลิเมตร ( $0.45^\circ$ ) จึงได้เป็นดังตารางที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลององศาในการหมุน และจำนวนพัลส์เมื่อมีการปรับแก้

ครั้งที่	ทิศทางการหมุน	ต้องการให้ชั้นฝากรองเท้าหมุน (องศา)	ระยะที่ขาด (มม)	ชั้นฝากรองเท้าหมุนได้ (องศา)	คลาดเคลื่อน (องศา)	พัลส์ที่ต้องเปลี่ยนแปลง
1	ทวนเข็มนาฬิกา (หมุนมา)	90	0	90.00	0.00	0.00
2			0	90.00	0.00	0.00
3			1	89.86	0.14	0.32
4			2	89.71	0.29	0.64
5			1	89.86	0.14	0.32
6	ตามเข็มนาฬิกา (หมุนกลับ)	(199พัลส์)	2	89.71	0.29	0.64
7			2	89.71	0.29	0.64
8			2	89.71	0.29	0.64
9			2	89.71	0.29	0.64
10			2	89.71	0.29	0.64
11	ตามเข็มนาฬิกา (หมุนมา)	180	0	180.00	0.00	0.00
12			0	180.00	0.00	0.00
13			0	180.00	0.00	0.00
14			0	180.00	0.00	0.00
15			0	180.00	0.00	0.00
16	ทวนเข็มนาฬิกา (หมุนกลับ)	(400พัลส์)	0	180.00	0.00	0.00
17			0	180.00	0.00	0.00
18			0	180.00	0.00	0.00
19			0	180.00	0.00	0.00
20			0	180.00	0.00	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าเมื่อทำการแก้ไขพัลส์แล้ว ชั้นฝาครอบเท้าจะหมุนได้ใกล้เคียงกับที่ต้องการ ดังนั้นการหมุนช่องฝาครอบเท้าช่องที่ 1, 4, 5 และ 8 จะต้องใช้พัลส์จำนวน 199 พัลส์ เพื่อให้ชั้นฝาครอบเท้าหมุนได้ใกล้เคียงกับที่ต้องการ และช่องฝาครอบเท้าที่เหลือต้องใช้พัลส์จำนวน 400 พัลส์ แต่เนื่องจากรูปทรงของชั้นฝาครอบเท้านั้นไม่ได้เป็นทรงกระบอกอย่างสมบูรณ์ ดังนั้นจึงได้นำไมโครสวิตซ์มาใช้ในการหาจุดอ้างอิงในการหมุน เมื่อชั้นฝาครอบเท้าหมุนครบ 4 รอบ ชั้นฝาครอบเท้าจะถูกหมุนเพื่อหาจุดอ้างอิง ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ไมโครสวิตซ์สำหรับหาจุดอ้างอิง

## 4.2 การทดลองชุดคำสั่งของจอแสดงผลในกรณีต่างๆ

### 4.2.1 เมื่อเริ่มการทำงาน จะจอจะมีการแสดงผลดังนี้

Scan ID for  
resetting card

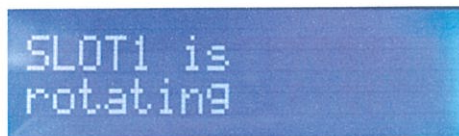
รูปที่ 4.2 เซ็ตการ์ดสำหรับรีเซ็ต

It is ready  
to SCAN

รูปที่ 4.3 รอให้ผู้ใช้นำการ์ดเอ็นเอฟซีมาสแกน

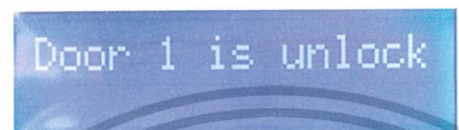
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.2 เมื่อผู้ใช้ต้องการฝากรองเท้า หน้าจะแสดงผลจะเป็นดังนี้



SLOT1 is  
rotating

รูปที่ 4.4 สเต็ปเปอร์มอเตอร์หมุนช่องฝากรองเท้าที่ว่าง



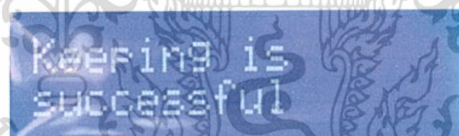
Door 1 is unlock

รูปที่ 4.5 ประตูถูกปลดล็อก



Door 1 is lock

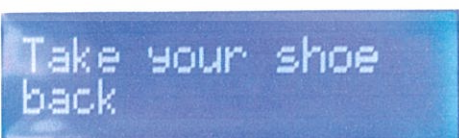
รูปที่ 4.6 ประตูล็อก



Keeping is  
successful

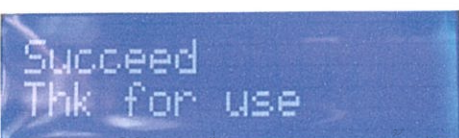
รูปที่ 4.7 การเก็บรองเท้าเสร็จสมบูรณ์

#### 4.2.3 เมื่อผู้ใช้ต้องการรับรองเท้าคืน



Take your shoe  
back

รูปที่ 4.8 ผู้ใช้ต้องการรับรองเท้าคืน

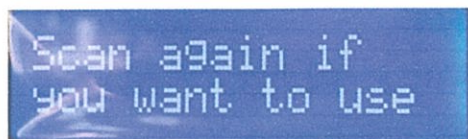


Succeed  
Thk for use

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามนำไปเผยแพร่ต่อสาธารณะโดยไม่ได้รับอนุญาตของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 การรับรองเท้าคืน เสร็จสมบูรณ์

#### 4.2.3 ในกรณีที่มีการสแกนเพื่อฝากหรือรับรองเท่าคิน แต่ไม่มีการเปิด



รูปที่ 4.10 ไม่มีการเปิดประตู

#### 4.2.4 เมื่อต้องการรีเซ็ตไอดีการ์ดของแต่ละช่องในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ไม่คาดคิดให้ทำ นำการ์ดรีเซ็ตมาสแกน



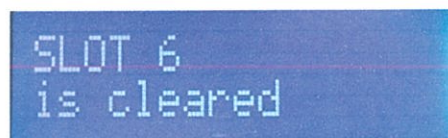
รูปที่ 4.11 เลือกชั้นที่มีช่องที่ต้องการรีเซ็ต



รูปที่ 4.12 กดไมโครสวิตช์เพื่อเลือกช่อง



รูปที่ 4.13 สแกนการ์ดรีเซ็ตเพื่อยืนยันการรีเซ็ต



รูปที่ 4.14 ช่องถูกรีเซ็ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการปฏิบัติงาน

### 5.1 ผลการปฏิบัติงาน

เป้าหมายของการทำโครงการนี้ คือการออกแบบสร้างตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ เพื่อป้องกันการขโมยรองเท้าและป้องกันรองเท้าเสียหาย ในสถานที่ต่างๆ ซึ่งขั้นตอนการทำงานของตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัตินั้นเมื่อทำการสแกนบัตรเอ็นเอฟซีที่มีในบัตร บีทีเอส, เอ็มอาร์ที, แอร์พอร์ตลิงค์และในสมาร์ตโฟนบางรุ่น โดยมีการแสดงความเป็นเจ้าของผ่านไอดี (I.D.) ที่มีอยู่ในบัตร เพื่อทำการฝากหรือรับคืนรองเท้าที่อยู่ในตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ ได้ทำการศึกษาค้นคว้าประกอบที่จำเป็นต้องใช้ในการควบคุมระบบตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติคือ ระบบการสแกนบัตร ระบบควบคุมการทำงานของบอร์ด Arduino MEGA 2560 ขั้นตอนการควบคุมการหมุนชั้นฝากรองเท้าโดยสเตปเปอร์มอเตอร์ และนำเอาความรู้ที่ได้ทั้งหมดมาประยุกต์รวมกัน เพื่อสร้างเป็นตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ

### 5.2 ปัญหาในการทำงานและการแก้ไข

#### 1. การออกแบบชั้นวางรองเท้า

ชั้นฝากรองเท้านั้นออกแบบด้วยโปรแกรม SolidWork จากแบบที่ได้เมื่อนำชิ้นส่วนที่ออกแบบมาประกอบกัน ค่าระยะของชิ้นงานและระยะของความห่างเมื่อนำมาทำตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัตินั้น โครงสร้างบางส่วนไม่เป็นไปตามแบบเพราะเป็นชิ้นงานทำขึ้นด้วยมือ อาจมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย และปัญหาไม่โก่งตัวเมื่อบรรจุน้ำหนักในบางส่วน

#### 2. การออกแบบสายวงจรของบอร์ดอินพุต/เอาต์พุต

เพื่อนำมาแก้ปัญหาค่าการเชื่อมต่อของสายไฟระหว่างบอร์ด Arduino MEGA 2560 กับบอร์ดควบคุมอื่นๆ ภายในตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ เมื่อตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติมีปัญหาจะทำให้สามารถแก้ไขได้ง่ายขึ้น ในส่วนของบอร์ดแหล่งจ่ายไฟได้ทำขึ้นเพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าที่ถูกจ่ายมาจากอแดปเตอร์ 24 โวลต์ เป็น 10 โวลต์ เพื่อนำแรงดันไฟฟ้าที่ได้ไปจ่ายให้กับ Arduino MEGA 2560 ที่ต้องการแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 7- 12 โวลต์

#### 3. ความร้อนจากการเลือกใช้ไอซี LM7810

ในบอร์ดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ทำหน้าแปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 24 โวลต์เป็น 10 โวลต์ ได้เลือกใช้ไอซี LM7810 แต่ก็เกิดปัญหาความร้อนสูงเกิน 125 องศาเซลเซียส นั้นไอซีจะทำการตัดการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ่ายแรงดันไฟฟ้าเพื่อป้องกันการเสียหายแก่วงจร ส่งผลให้จอสแต็คไม่ทำงาน จึงเปลี่ยนมาใช้อะแดปเตอร์แปลงไฟฟ้า 220 โวลต์เป็น 5 โวลต์ โดยจ่ายแรงดันไฟฟ้าผ่านทางช่องเสียบไฟแทน

#### 4. การควบคุมสแต็คเปอร์มอเตอร์

การหมุนชั้นฝาครอบเท้าภายในตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัตินั้นควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MEGA 2560 จากการคำนวณหาพัลส์ที่ใช้ควบคุมองศาในการหมุนชั้นฝาครอบเท้า เมื่อคำนวณหาจำนวนพัลส์ที่ต้องการได้แล้ว จึงนำไปใส่ในชุดคำสั่งควบคุมการทำงาน ผลที่ออกมาชั้นเมื่อหมุนชั้นฝาครอบเท้าเกิดจะความคลาดเคลื่อน จึงได้แก้ปัญหาโดยการชดเชยพัลส์ที่ขาดไปเพื่อให้หมุนได้อย่างตามที่ต้องการ และเก็บค่าหาความคลาดเคลื่อนที่ต้องแก้ไขต่อไป

#### 5. กระแสไฟฟ้าที่ใช้ขับไมโครเซอร์โว

เกิดปัญหาเนื่องจากกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆ ภายในตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัตินั้นไม่เพียงพอ จึงส่งผลให้ไมโครเซอร์โวไม่สามารถทำงานพร้อมกันได้ จึงจำเป็นต้องทำการแก้ไขโปรแกรมคำสั่งให้ไมโครเซอร์โวนั้นไม่ทำงานพร้อมกัน โดยมีการเพิ่มการหน่วงเวลาการทำงานของไมโครเซอร์โว เพื่อทำการลดกระแสที่ใช้ในการทำงานของระบบภายในตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ

### 5.3 แนวทางในการพัฒนา

#### 1. ด้านการออกแบบโครงสร้างตู้เก็บรองเท้าอัตโนมัติ

ในโครงการนี้ได้เลือกไม้ประเภทเอ็มดีเอฟ (MDF) เป็นวัสดุของโครงสร้างตู้และชั้นฝาครอบเท้าซึ่งทำด้วยมือจึงทำให้เกิดความคลาดเคลื่อน และชิ้นงานที่ทำด้วยไม้เกิดการโก่งตัวเนื่องมีการรับน้ำหนักจากชั้นฝาครอบเท้า ดังนั้นควรเลือกวัสดุที่มีความคงทนมากกว่าไม้เอ็มดีเอฟ (MDF) อาทิเช่น อะคริลิก หรือไม้ชนิดอื่น เพราะมีงบประมาณที่จำกัด และมีข้อจำกัดทางด้านอุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในการสร้างชิ้นงานจึงทำให้ชิ้นงานออกมาไม่ตรงตามแบบโครงสร้างที่ได้วางแผนเอาไว้ในโปรแกรม SolidWork

2. ในการออกแบบบอร์ดอินพุต/เอาต์พุตและบอร์ดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า บอร์ดทั้ง 2 นั้นสามารถนำเอามายุบรวมเป็นบอร์ดเดียวกันเพื่อประหยัดเนื้อที่ในการเชื่อมต่อของสายต่างๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. บอร์ดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

ควรศึกษาอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้าที่ทำให้เกิดความร้อนน้อยที่สุด ให้เหมาะสมตามความต้องการ

### 4. ระบบล๊อคประตูด้วยไมโครเซอร์โว

เปลี่ยนมาใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ล๊อคประตูแบบอื่น อาทิเช่น กลอนประตูแม่เหล็กไฟฟ้า เป็นต้น เพื่อความแข็งแรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] Richard G. Budynas, J.Keith Nisbett. “Shigley’s Mechanical Engineering Design”.  
Ninth Edition.McGraw Hill,Inc.2011.
- [2] “Industrial Circuits Application Note Stepper Motor Basics”[online].  
Available : <http://www.solarbotics.net/>
- [3]”Arduino Language Reference”[online].  
Available : <http://www.arduino.cc/en/Reference/HomePage>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ก

### โปรแกรมที่ใช้ในโครงการ

```
#include <EEPROM.h>

#include <PN532.h>

PN532 nfc(47, 49, 53, 51);

#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(52, 50, 48, 46, 44, 42);

#include <Servo.h>

Servo myservo1;Servo myservo2;

//***** Fucntion for rotating Stepper Motor *****//

//***** Rotate to Door *****//

int i = 0;

void M_1_5() //Function Drive Stepper Motor to rotate to SLOT 1 and 5

{

digitalWrite(34,LOW);

while(i<100) // Edit for angle to rotating

{

digitalWrite(32,HIGH);delay(25);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

digitalWrite(32,LOW);delay(12.5);

i = i+1;

}

i = 0;

while(i<99) // Edit for angle to rotating
{
digitalWrite(32,HIGH);delay(25);
digitalWrite(32,LOW);delay(12.5);
i = i+1;
}
digitalWrite(34,HIGH);
i = 0;
}

void M_2_6() //Function Drive Stepper Motor to rotate to SLOT 2 and 6
{

digitalWrite(34,HIGH); // CCLK Direction

while(i<400) // Edit for angle to rotating

{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

digitalWrite(32,HIGH);delay(25);

digitalWrite(32,LOW);delay(12.5);

i = i+1;

}

digitalWrite(34,LOW);

i = 0;

}

void M_3_7() //Function Drive Stepper Motor to rotate to SLOT 3 and 7
{
digitalWrite(34,HIGH); // CCLK Direction
}

void M_4_8() //Function Drive Stepper Motor to rotate to SLOT 4 and 8
{
digitalWrite(34,HIGH); // CCLK Direction

while(i<199) // Edit for angle to rotating

{

digitalWrite(32,HIGH);delay(25);

digitalWrite(32,LOW);delay(12.5);

i = i+1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

digitalWrite(34,LOW);

i = 0;

}

//***** Rotate back to Old position *****//

int j = 0;

void MB_1_5() //Function Drive Stepper Motor to rotate to SLOT 1 and 5
{
digitalWrite(34,HIGH); //
while(j<100) // Edit for angle to rotating
{
digitalWrite(32,HIGH);delay(25);
digitalWrite(32,LOW);delay(12.5);

j = j+1;

}

j = 0;

while(j<99) // Edit for angle to rotating
{

digitalWrite(32,HIGH);delay(25);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

digitalWrite(32,LOW);delay(12.5);

j = j+1;

}

digitalWrite(34,LOW);

j = 0;

}

void MB_2_6() //Function Drive Stepper Motor to rotate to SLOT 2 and 6
{
digitalWrite(34,LOW); // CLK Direction
while(j<400) // Edit for angle to rotating
{
digitalWrite(32,HIGH);delay(25);
digitalWrite(32,LOW);delay(12.5);

j = j+1;

}

digitalWrite(34,HIGH);

j = 0;

}

void MB_3_7() //Function Drive Stepper Motor to rotate to SLOT 3 and 7

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

digitalWrite(34,LOW); // CLK Direction

}

void MB_4_8() //Function Drive Stepper Motor to rotate to SLOT 4 and 8

{

digitalWrite(34,LOW); // CLK Direction

while(j<199) // Edit for angle to rotating

{

digitalWrite(32,HIGH);delay(25);

digitalWrite(32,LOW);delay(12.5);

j = j+1;

}

digitalWrite(34,HIGH); j = 0;

}

//***** Dool locked and unlocked *****//

int ULD1() {myservo1.writeMicroseconds(1500);Serial.println("ULD1");}

int ULD2() {myservo2.writeMicroseconds(1000);Serial.println("ULD2");}

int LD1() {myservo1.writeMicroseconds(800);Serial.println("LD1");}

int LD2() {myservo2.writeMicroseconds(2000);Serial.println("LD2");}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

uint32_t id[10];

int e=1; int z = 0;

int f0=0;int f1=0;int f2=0; int f3=0; int f4=0; int f5=0; int f6=0; int f7=0;

uint8_t spID[85];

uint32_t stID[85];

//***** Set up *****//

void setup()
{
  Serial.begin(9600);Serial.println("Hello");
  nfc.begin();nfc.SAMConfig();
  lcd.begin(16,2);
  lcd.print("Hello guy ^ ^");
  delay(2000);

  pinMode(32,OUTPUT);pinMode(34,OUTPUT);pinMode(36,OUTPUT);pinMode(35,OUTPUT);
  pinMode(37,OUTPUT);pinMode(39,OUTPUT);pinMode(29,INPUT);pinMode(33,INPUT);pinMo
  de(35,INPUT);

  myservo1.attach(28);myservo2.attach(30);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//***** Load id form EEPROM *****//

Serial.println("ID form EEPROM");

while(e<9)

{

f0 = e*10; Serial.print("f0 "); Serial.println(f0); stID[f0] = EEPROM.read(f0);

f1 = (e*10)+1;Serial.print("f1 "); Serial.println(f1); stID[f1] = EEPROM.read(f1);

f2 = (e*10)+2;Serial.print("f2 "); Serial.println(f2); stID[f2] = EEPROM.read(f2);

f3 = (e*10)+3;Serial.print("f3 "); Serial.println(f3); stID[f3] = EEPROM.read(f3);

id[e] = (stID[f3]<<24)|(stID[f2]<<16)|(stID[f1]<<8)|stID[f0];

Serial.print("id[e] "); Serial.println(e);

e=e+1;

}

// Pre-set

LD1();delay(3000);LD2();delay(3000);

//***** Define resetting card *****//

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan ID for");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("resetting card");

Serial.println("Scan id[9]");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

digitalWrite(37,HIGH); digitalWrite(39,HIGH);

while (id[9] == 0)

{

    id[9] = nfc.readPassiveTargetID(PN532_MIFARE_ISO14443A);

}

delay(1000);

}

void loop()

{

int A=0; int B=0; int C=0; int g=0; int h=0; int k=0; int y = 0;

//***** W8 To SCANING *****

Serial.println("Hello Mecha");

Serial.print("id0 ");Serial.println(id[0]);

Serial.print("id1 ");Serial.println(id[1]);

Serial.print("id2 ");Serial.println(id[2]);

Serial.print("id3 ");Serial.println(id[3]);

Serial.print("id4 ");Serial.println(id[4]);

Serial.print("id5 ");Serial.println(id[5]);

Serial.print("id6 ");Serial.println(id[6]);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.print("id7 ");Serial.println(id[7]);

Serial.print("id8 ");Serial.println(id[8]);

Serial.print("id9 ");Serial.println(id[9]);

Serial.print("A = ");Serial.println(A);

Serial.print("B = ");Serial.println(B);

Serial.print("C = ");Serial.println(C);

digitalWrite(36,HIGH); //Enable
digitalWrite(37,LOW); digitalWrite(39,LOW); //LED off

Serial.println("Scan id[0]");

Serial.print("Z = "); Serial.println(z);

// Set reference point

if(z==4)

{

Serial.println("Ref");

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Go to");

lcd.setCursor(0,1); lcd.print("reference point");

digitalWrite(34,LOW); // Dir CCLK

digitalWrite(36,HIGH); // EN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

while(digitalRead(29)== LOW)

{

    digitalWrite(32,HIGH);delay(25);

    digitalWrite(32,LOW);delay(12.5);

}

z=0;

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);

lcd.print("It is ready");

lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("to SCAN");

// W8 TO SCAN ID CARD ***

id[0] = 0;

while (id[0] == 0)

{

    id[0] = nfc.readPassiveTargetID(PN532_MIFARE_ISO14443A);

}

Serial.print("Read card #"); Serial.println(id[0]);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

// ***** Take shoe BACK

if (id[0] == id[1]) // ID 1+++++
{

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Take your shoe");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("back");

  delay(2000);

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT1 is ");
  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");
  M_1_5();delay(3000);ULD1();delay(3000);digitalWrite(37,HIGH);

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is");
  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked");delay(2000);

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Pick it back"); // Take your shoe back

  while(A<10) // Check for Door is open or not//

  {

    if(digitalRead(33)==LOW){break;}

    delay(1000);A = A+1;B = 10-A;
  }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A == 10)

{

id[0]= 0;

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scanagain");

LD1();delay(3000);MB_1_5();delay(4000);

}

else{id[1] = 0; id[0]=0; e = 1;delay(3000);}

if(id[1]==0)

{

while(C==0)

{

if(digitalRead(33)==HIGH){lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 1 is closed");

LD1();delay(3000); MB_1_5(); C=C+1;}

if(C==0){lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 1 pls");delay(1000);}

}

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is locked");delay(2000);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Succeed");lcd.setCursor(0,1);

lcd.print("Thk for use");delay(4000);

}

else{lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");l

cd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");delay(4000);}

digitalWrite(37,LOW); z = z+1;

}

else if (id[0] == id[2]) // ID 2 ++++++++
{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Take your shoe");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("back");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 2 is "); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

M_2_6();delay(3000);ULD1();delay(3000);digitalWrite(37,HIGH);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked");delay(2000);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Pick it back"); // Take your shoe back

while(A<10) // Check for Door is open or not//

{

    if(digitalRead(33)==LOW){break;}

    delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

    lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)

{

    id[0]=0;

    lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again");LD1();

    delay(3000);MB_2_6();delay(4000);

}

else{id[2] = 0; id[0]=0; e = 2; delay(3000);}

if(id[2]==0)

{

    while(C==0)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

if(digitalRead(33)==HIGH)

{

  lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 1 is closed");

  LD1();delay(3000);MB_2_6(); C=C+1;

}

if(C==0){lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 1 pls");delay(1000);}

}

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is locked");delay(2000);

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Succeed");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Thk for use");delay(4000);

}

else{lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to
use it");delay(4000);}

digitalWrite(37,LOW); z = z+1;

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else if (id[0] == id[3]) // ID 3+++++++

{

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Take your shoe");

  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("back");delay(2000);

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Slot 3 is "); // Motor is rotating
  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("here");delay(3000);
  M_3_7();delay(3000);ULD1();delay(3000);digitalWrite(37,HIGH);

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is");

  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked"); delay(2000);

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Pick it back"); // Take your shoe back

  while(A<10) // Check for Door is open or not//

  {

    if(digitalRead(33)==LOW){break;}

    delay(1000); A = A+1;B = 10-A;

    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)

{

id[3]=0;

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again");

LD1();delay(3000);MB_3_7();delay(4000);

}

else{id[3] = 0; id[0]=0; e = 3; delay(3000);}

if(id[3]==0)

{

while(C==0)

{

if(digitalRead(33)==HIGH){lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 1 is closed");

LD1();delay(3000);MB_3_7(); C=C+1;}

if(C==0){lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 1 pls");delay(1000);}

}

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is locked");delay(2000);

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Succeed");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Thk for use");delay(4000);

}

else {lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to
use it");delay(4000);}

digitalWrite(37,LOW); z = z+1;

}

else if (id[0] == id[4]) // ID 4+++++
{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Take your shoe");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("back");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 4 is being "); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

M_4_8();delay(3000);ULD1();delay(3000);digitalWrite(37,HIGH);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked"); delay(2000);

lcd.clear();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Pick it back"); // Take your shoe back

while(A<10) // Check for Door is open or not//

{

  if(digitalRead(33)==LOW){break;}

  delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

  lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)

{

  id[0]=0;

  lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again");

  LD1();delay(3000);MB_4_8();delay(4000);

}

else{id[4] = 0; id[0]=0; e = 4; delay(3000);}

if(id[4]==0)

{

  while(C==0)

  {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(digitalRead(33)==HIGH)

{

  lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 1 is closed");

  LD1();delay(3000);MB_4_8(); C=C+1;

}

if(C==0){lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 1 pls");delay(1000);}

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is locked");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Succeed");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Thk for use");delay(4000);

}

else{lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to
use it");delay(4000);}

digitalWrite(37,HIGH); z = z+1;

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else if (id[0] == id[5]) // ID 5+++++
{
    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Take your shoe");

    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("back");delay(2000);

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 5 is being "); // Motor is rotating
    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

    M_1_5();delay(3000);ULDR2(); delay(3000);digitalWrite(39,HIGH);

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is unlocked");delay(2000);

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Pick it back"); // Take your shoe back

    while(A<10) // Check for Door is open or not//
    {

        if(digitalRead(35)==LOW){break;}

        delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

        lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

        lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

if(A==10)

{

id[0]=0;

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again");

LD2();delay(3000);MB_1_5();delay(4000);

}

else{id[5] = 0; id[0]=0; e = 5;delay(3000);}

if(id[5]==0)

{

while(C==0)

{

if(digitalRead(35)==HIGH)

{

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 2 is closed");

LD2();delay(3000);MB_1_5(); C=C+1;

}

}

if(C==0){lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 2 pls");delay(1000);}

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is locked");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Succeed");

    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Thk for use");delay(4000);

}

else{lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to
use it");delay(4000);}

digitalWrite(39,HIGH); z = z+1;
}

else if (id[0] == id[6]) // ID 6+++++
{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Take your shoe");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("back");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 6 is being "); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

M_2_6();delay(3000); ULD2();delay(3000);digitalWrite(97,HIGH);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is unlocked");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Pick it back"); // Take your shoe back

while(A<10) // Check for Door is open or not//

{

if(digitalRead(35)==LOW){break;}

delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("\n");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)

{

id[0]=0;

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again");

LD2();delay(3000);MB_2_6();delay(4000);

}

else{id[6] = 0; id[0]=0; e = 6; delay(3000);}

if(id[6]==0)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
while(C==0)
{
if(digitalRead(35)==HIGH)
{
lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 2 is closed");
LD2();delay(3000);MB_2_6(); C=C+1;
}
if(C==0){lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 2 pls");delay(1000);}
}
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is locked");delay(2000);digitalWrite(37,LOW);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Succeed");
lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Thk for use");delay(4000);
}
else{lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to
use it");delay(4000);}
digitalWrite(39,LOW); z = z+1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

else if (id[0] == id[7]) // ID 7+++++++

{

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Take your shoe");

  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("back");delay(2000);

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 7 is being "); // Motor is rotating

  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

  M_3_7();delay(3000);ULD2();delay(3000);digitalWrite(39,HIGH);

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is unlocked"); delay(2000);

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Pick it back"); // Take your shoe back

  while(A<10) // Check for Door is open or not//

  {

    if(digitalRead(35)==LOW){break;}

    delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)

{

id[0]=0;

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again");

LD2();delay(3000);MB_3_7();delay(4000);

}

else{id[7] = 0; id[0]=0; e = 7; delay(3000);}

if(id[7]==0)

{

while(C==0)

{

if(digitalRead(35)==HIGH)

{

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 2 is closed");

LD2();delay(3000);MB_3_7(); C=C+1;

}

}

if(C==0){lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 2 pls");delay(1000);}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is locked");delay(2000);

}

else{lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to
use it");delay(4000);}

digitalWrite(39,LOW); z = z+1;
}

else if (id[0] == id[8]) // ID 8+++++++++++++
{
lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Take your shoe");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("back");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 8 is being "); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

M_4_8();delay(3000);ULD2();delay(3000);digitalWrite(39,HIGH);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is unlocked"); delay(2000);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Pick it back"); // Take your shoe back

while(A<10) // Check for Door is open or not//

{

  if(digitalRead(35)==LOW){break;}

  delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

  lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)

{

  id[0]=0;

  lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again");

  LD2();delay(3000);MB_4_8();delay(4000);

}

else{id[8] = 0; id[0]=0; e = 8; delay(4000);}

if(id[8]==0)

{

  while(C==0)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

if(digitalRead(35)==HIGH)

{

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 2 is closed");

LD2();delay(3000);MB_4_8(); C=C+1;

}

if(C==0){lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 2 pls");delay(1000);}

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is locked");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Succeed");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("Thk for use");delay(4000);

}

else{lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to

use it");delay(4000);}

digitalWrite(39,LOW); z = z+1;

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

//////////***** Reset ID in Slot *****//////////

else if(id[0] == id[9])

{

Serial.println("Reset id");

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Select level");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("to reset ID");

digitalWrite(36,LOW); //Enable

digitalWrite(37,HIGH); digitalWrite(39,HIGH); delay(3000);

U_LD1();delay(3000);U_LD2();delay(3000);

while(y<11)

{

y=y+1;delay(1000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Select level");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("in ");lcd.print(11-y); lcd.print(" sec");

if(digitalRead(33)==LOW) // Level 1

{

Serial.println("LV 1");digitalWrite(39,LOW);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Level 1"); delay(1000);

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Push MircoSwitch");

lcd.setCursor(0,1); lcd.print("to choose SLOT"); delay(3000);

while(h<11)

{

if (g<4)

{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Select slot to");

lcd.setCursor(0,1); lcd.print("reset in "); lcd.print(11-h); lcd.print("sec");

Serial.print("h "); Serial.println(h);

if(digitalRead(33) == HIGH)

{

g = g+1; k = 0;

lcd.setCursor(14,0); lcd.print(g);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Scan reset card to");

lcd.setCursor(0,1); lcd.print("reset slot "); lcd.print(g); delay(3000);

Serial.print("g ");Serial.println(g);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

while(k<6) // Scan to RESET

{

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Scan to reset "); lcd.print(g);

  lcd.setCursor(0,1); lcd.print("In "); lcd.print(6-k);lcd.print(" sec");

  Serial.print("k ");Serial.println(k);

  id[10] = nfc.readPassiveTargetID(PN532_MIFARE_ISO14443A);

  if(id[10] == id[9])

  {

    Serial.print("id[g] "); Serial.print(g); Serial.print("/t");Serial.println(id[g]);

    id[g] = 0; e = g;

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0); lcd.print("SLOT ");lcd.print(g);

    lcd.setCursor(0,1); lcd.print("is clear"); delay(2000); break;

  }

  k = k+1; delay(1000);h = 0;

}

}

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    h = h+1;delay(1000);

}

}

else if(digitalRead(35)==LOW) // level 2

{

Serial.println("LV 2");digitalWrite(37,LOW);

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Level 2"); delay(1000);

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Push MircoSwitch");

lcd.setCursor(0,1); lcd.print("to choose SLOT"); delay(3000); g = 4;

while(h<11)

{

if (g<8)

{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Select slot to ");

lcd.setCursor(0,1); lcd.print("reset in "); lcd.print(11-h); lcd.print(" sec");

Serial.print("h "); Serial.println(h);

if(digitalRead(33) == HIGH)

{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

g = g+1; k = 0;

lcd.setCursor(14,0); lcd.print(g);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Scan reset card ");

lcd.setCursor(0,1); lcd.print("to reset slot "); lcd.print(g); delay(3000);

Serial.print("g ");Serial.println(g);

while(k<6) // Scan to RESET
{
  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Scan to reset"); lcd.print(g);

  lcd.setCursor(0,1); lcd.print("In "); lcd.print(6-k);lcd.print(" sec");

  Serial.print("k ");Serial.println(k);

  id[10] = nfc.readPassiveTargetID(PN532_MIFARE_ISO14443A);

  if(id[10] == id[9])

  {

    Serial.print("id[g] "); Serial.print(g); Serial.print("/t");Serial.println(id[g]);

    id[g] = 0; e = g;

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0); lcd.print("SLOT ");lcd.print(g);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        lcd.setCursor(0,1); lcd.print("is cleared"); delay(2000); break;

    }

    k = k+1; delay(1000);h = 0;

}

}

}

h = h+1;delay(1000);

}

}

}

id[0]=0;LD1();delay(3000);LD2();delay(3000);

}

//***** Remember TAG ID *****/

else if (id[1] == 0) // Remember ID in SLOT1 ++++++

{

    lcd.clear();

    lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 1 is "); // Motor is rotating

    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

    M_1_5();delay(3000);ULD1();delay(3000);digitalWrite(37,HIGH);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is ");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked"); delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Put your shoe in");

while(A<10)// Check for Door is open or not//
{
  if(digitalRead(33)==LOW){break;}

  delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

  lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)
{
  lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");

  id[1] = 0; id[0]=0; LD1();delay(3000);MB_1_5();

}

else{id[1] = id[0]; id[0]=0; e=1; delay(3000);}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(id[1]!=0)

{

while(C==0)

{

if(digitalRead(33)==HIGH)

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is closed");

LD1();delay(3000);MB_1_5(); C=C+1;

}

if(C==0)

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 1 pls");delay(1000);

}

}

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is locked");delay(3000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Keeping is");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("successful");delay(4000);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

else

{lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");delay(4000);}

digitalWrite(37,LOW); z = z+1;

}

else if (id[2] == 0) //SLOT 2 ++++++
{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 2 is"); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

M_2_6();delay(3000);ULD1();delay(3000);digitalWrite(37,HIGH);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is ");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked"); delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Put your shoe in");

while(A<10)// Check for Door is open or not//

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

if(digitalRead(33)==LOW){break;}

delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");

id[2] = 0; id[0]=0;LD1();delay(3000);MB_2_6();

}

else{id[2] = id[0]; id[0]=0; e=2; delay(3000);}

if(id[2]!=0)

{

while(C==0)

{

if(digitalRead(33)==HIGH)

{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 1 is closed");

LD1();delay(3000);MB_2_6(); C=C+1;

}

if(C==0)

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 1 pls");delay(100);

}

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is locked");delay(3000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Keeping is");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("successful");delay(4000);

}

else

{lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");delay(4000);}

digitalWrite(37,LOW); z = z+1;

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else if (id[3] == 0) //SLOT 3 ++++++
{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 3 is"); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("here"); delay(3000);

M_3_7();delay(3000);ULD1();delay(3000);digitalWrite(37,HIGH);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is ");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked"); delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Put your shoe in");

while(A<10)// Check for Door is open or not//

{

if(digitalRead(33)==LOW){break;}

delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(A==10)

{

    lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

    lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");

    id[3] = 0; id[0]=0;LD1();delay(3000);MB_3_7();

}

else{id[3] = id[0]; id[0]=0; e=3; delay(3000);}

if(id[3]!=0)

{

    while(C==0)

    {

        if(digitalRead(33)==HIGH)

        {

            lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 1 is closed");

            LD1();delay(3000);MB_3_7(); C=C+1;

        }

    }

    if(C==0)

    {

        lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 1 pls");delay(100);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is locked");delay(3000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Keeping is");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("successful");delay(4000);

}

else

{lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");delay(4000);}

digitalWrite(37,LOW); z = z+1;

}

else if (id[4] == 0) //SLOT 4 ++++++

{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 4 is"); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

M_4_8();delay(3000);ULD1();delay(3000);digitalWrite(37,HIGH);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked"); delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Put your shoe in");

while(A<10)// Check for Door is open or not//
{
  if(digitalRead(33)==LOW){break;}
  delay(1000); A = A+1;B = 10-A;
  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);
  lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");
}

if(A==10)
{
  lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");

  id[4] = 0; id[0]=0;LD1();delay(3000);MB_4_8();
}

else{id[4] = id[0]; id[0]=0; e=4; delay(3000);}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(id[4]!=0)

{

while(C==0)

{

if(digitalRead(33)==HIGH)

{

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 1 is closed");

LD1();delay(3000);MB_4_8(); C=C+1;

}

if(C==0)

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 1 pls");delay(100);

}

}

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 1 is locked");delay(3000);digitalWrite(37,LOW);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Keeping is");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("successful");delay(4000);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

else

{lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");delay(4000);}

digitalWrite(37,LOW); z = z+1;

}

else if (id[5] == 0) //SLOT 5 ++++++
{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 5 is"); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

M_1_5();delay(3000);ULD2();delay(3000);digitalWrite(39,HIGH);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is ");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Put your shoe in");

while(A<10) // Check for Door is open or not//

{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(digitalRead(35)==LOW){break;}

delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)
{
lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");
lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");
id[5] = 0; id[0]=0;LD2();delay(3000);MB_1_5;
}
else{id[5] = id[0]; id[0]=0; e=5; delay(3000);}

if(id[5]!=0)
{
while(C==0)
{
if(digitalRead(35)==HIGH)
{
lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 2 is closed");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    MB_1_5;LD2());delay(3000); C=C+1;

}

if(C==0)

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 2 pls");delay(100);

}

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is locked");delay(3000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Keeping is");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("successful");delay(4000);

}

else

{lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");delay(4000);}

digitalWrite(39,LOW); z = z+1;

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else if (id[6] == 0) //SLOT 6 ++++++
{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 6 is"); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

M_2_6();delay(3000);ULD2();delay(3000);digitalWrite(39,HIGH);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is ");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Put your shoe in");

while(A<10) // Check for Door is open or not//

{

if(digitalRead(35)!=LOW){break;}

delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");

id[6] = 0; id[0]=0;LD2();delay(3000);MB_2_6();

}

else{id[6] = id[0]; id[0]=0; e=6; delay(3000);}

if(id[6]!=0)

{

while(C==0)

{

if(digitalRead(35)==HIGH)

{

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 2 is closed");

LD2();delay(3000);MB_2_6(); C=C+1;

}

}

if(C==0)

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 2 pls");delay(100);

}

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is locked");delay(3000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Keeping is");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("successful");delay(4000);
}
else
{lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");delay(4000);}

digitalWrite(39,LOW); z = z+1;
}

else if (id[7] == 0) //SLOT 7 +++++
{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 7 is "); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

M_3_7();delay(3000);ULD2();delay(3000);digitalWrite(39,HIGH);

lcd.clear();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is ");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked"); delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Put your shoe in");

while(A<10) // Check for Door is open or not//

{

if(digitalRead(35)==LOW){break;}

delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");

id[7] = 0; id[0]=0;LD2();delay(3000);MB_3_7();

}

else{id[7] = id[0]; id[0]=0; e=7; delay(3000);}

if(id[7]!=0)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
while(C==0)
{
if(digitalRead(35)==HIGH)
{
lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 2 is closed");
LD2();delay(3000);MB_3_7(); C=C+1;
}
if(C==0)
{
lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 2 pls");delay(100);
}
}
}
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is locked");delay(3000);
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Keeping is");
lcd.setCursor(0,1);lcd.print("successful");delay(4000);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else

{lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");delay(4000);}

digitalWrite(39,LOW); z = z+1;

}

else if (id[8] == 0) //SLOT 8 ++++++
{

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("SLOT 8 is"); // Motor is rotating

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("rotating");

M_4_8();delay(3000);ULD2();delay(3000);digitalWrite(39,HIGH);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is ");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("unlocked");delay(2000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Put your shoe in");

while(A<10) // Check for Door is open or not//

{

    if(digitalRead(35)==LOW){break;}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

delay(1000);A = A+1;B = 10-A;

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("In");lcd.setCursor(3,1);lcd.print(B);

lcd.setCursor(5,1);lcd.print("sec");

}

if(A==10)

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");

id[8] = 0; id[0]=0;LD2();delay(3000);MB_4_8();

}

else{id[8] = id[0]; id[0]=0; e=8; delay(4000);}

if(id[8]!=0)

{

while(C==0)

{

if(digitalRead(35)==HIGH)

{

lcd.clear(); lcd.setCursor(0,0); lcd.print("Door 2 is closed");

LD2();delay(3000);MB_4_8(); C=C+1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

if(C==0)

{

lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Close Door 2 pls");delay(100);

}

}

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Door 2 is locked");delay(3000);

lcd.clear();

lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Keeping is");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("successful");delay(4000);

}

else

{lcd.clear();lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Scan again if");

lcd.setCursor(0,1);lcd.print("you want to use it");delay(4000);}

digitalWrite(39,LOW); z = z+1;

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

else // ID storage is full //

{

  lcd.clear();

  lcd.setCursor(0,0);lcd.print("Cabinet is full");

  lcd.setCursor(0,1);lcd.print("See you next time");

  delay(5000);

}

//***** Spilt Bit *****//

f0 = e*10; Serial.print("f0"); Serial.print("\t"); Serial.println(f0);

f1 = (e*10)+1;Serial.print("f1"); Serial.print("\t"); Serial.println(f1);

f2 = (e*10)+2;Serial.print("f2"); Serial.print("\t"); Serial.println(f2);

f3 = (e*10)+3;Serial.print("f3"); Serial.print("\t"); Serial.println(f3);

Serial.print("id[e]"); Serial.print("\t"); Serial.print(e); Serial.print("\t"); Serial.println(id[e]);

spID[f0] = id[e]; EEPROM.write(f0,spID[f0]);

spID[f1] = id[e]>>8; EEPROM.write(f1,spID[f1]);

spID[f2] = id[e]>>16; EEPROM.write(f2,spID[f2]);

spID[f3] = id[e]>>24; EEPROM.write(f3,spID[f3]);

Serial.print("spID "); Serial.print(f0); Serial.print("\t");Serial.println(spID[f0],BIN);

Serial.print("spID "); Serial.print(f1); Serial.print("\t");Serial.println(spID[f1],BIN);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Serial.print("spID "); Serial.print(f2); Serial.print("\t");Serial.println(spID[f2],BIN);

Serial.print("spID "); Serial.print(f3); Serial.print("\t");Serial.println(spID[f3],BIN);

stID[f0] = EEPROM.read(f0);

stID[f1] = EEPROM.read(f1);

stID[f2] = EEPROM.read(f2);

stID[f3] = EEPROM.read(f3);

Serial.print("stID[f0] "); Serial.print(f0); Serial.print("\t"); Serial.println(stID[f0],BIN);

Serial.print("stID[f1] "); Serial.print(f1); Serial.print("\t"); Serial.println(stID[f1],BIN);

Serial.print("stID[f2] "); Serial.print(f2); Serial.print("\t"); Serial.println(stID[f2],BIN);

Serial.print("stID[f3] "); Serial.print(f3); Serial.print("\t"); Serial.println(stID[f3],BIN);

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

# อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ

### ข.1 เอกสารคู่มือสตีปเปอร์มอเตอร์

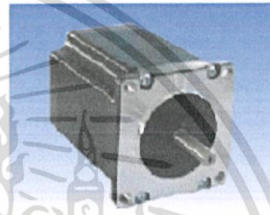
www.DataSheet4U.com

## MERCURY MOTOR

### ST-57BYGH 1.8°HYBRID STEP MOTOR

Dimensions (Unit: Millimeter)

Step Angle	1.8°±5%
Insulation Resistant	500V DC 100MΩ Min
Insulation Strength	50Hz 1Minute 500V Min
Ambient Temperature	-20~+50
Temperature Rise	80° Max
Radial Play	±0.2mm Max
End Play	0.1-0.3mm



Electrical Specifications

Model	Phase Number	Current (A)	Resistance (Ω)	Inductance (mH)	Max. Static torque (kg.cm)	Weight (kg)	Overall Dimension L0(mm)	L1(mm)
57BYGH006	4	0.34	71	20	4.4	0.42	41	22
57BYGH007	2	0.4	35.5	20	5.6	0.42	41	22
57BYGH008	4	2	1.4	1.2	4.2	0.42	41	21
57BYGH103	4	1.66	2	3.8	3.1	0.65	50	21
57BYGH104	4	2.3	1.1	1.4	3.2	0.65	50	21
57BYGH201	2	2.6	1.1	3.6	5.8	0.65	64	21
57BYGH202	4	3	0.75	1.2	9	0.65	54	21
57BYGH207	4	0.4	30	60	8	0.7	52	21
57BYGH208	4	1.6	2.2	3.4	8	0.65	53	25.5
57BYGH211	4	1.8	2.6	3	8	0.65	54	21
57BYGH212	2	1	3.5	12.5	9	0.65	54	21
57BYGH213	4	1	6.2	10	9	0.65	54	21
57BYGH218	2	1	8.2	16.8	10	0.7	58	31.5
57BYGH291	4	2.5	1.3	4.5	8	0.7	54	21
57BYGH301	2	1.4	4.2	15	15	1.1	76	21
57BYGH302	4	3	1	2.1	13	0.65	76	21
57BYGH303	4	2.3	2.5	5.3	16	0.65	76	21
57BYGH310	2	2	4.3	16.2	24	1.1	76	21
57BYGH311	4	3	1.2	2.2	15	1.1	76	25.5
57BYGH315	4	3	1	1.8	13.5	1.1	76	25.5
57BYGH316	2	3	1.4	3.5	18	1.1	76	21
57BYGH317	4	2.5	1.8	3	18	1.1	76	21
57BYGH318	2	3.3	1	2	18	1.1	76	21
57BYGH320	2	0.4	38	150	18	1.1	76	21
57BYGH323	2	0.4	80	18.5	18	1.1	76	21
57BYGH402	4	2.5	2.2	3.8	18	1.5	82	30
57BYGH405A	4	3	1.2	2.4	21	1.3	82	21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ข.2 เอกสารคู่มือจอแอลซีดี

www.p-tec.net  
sales@p-tec.net



Tel: (719) 589 3122  
Fax: (719) 589 3592

PC1602A-L (16x2) Character LCD Display					
<b>Features</b> *16 Character, 2 Line *View Angle 12H or 6H *TN or STN Fluid *Extended Temperature Range available *Several Character Types available *LED or EL Backlight available	<b>Absolute Maximum Ratings at T<sub>A</sub> = 25 °C</b>				
	Item	Symbol	Min	Max	Unit
	Power Supply (Logic)	Vdd	-0.3	7.0	V
	Power Supply (LCD)	Vo	Vdd - 0.3	Vdd 12.0	V
	Input Voltage	Vi	- 0.3	Vdd	V
	Operating Temperature (Standard)	Topr	0	50	°C
	Storage Temperature (Standard)	Tstg	- 20	70	°C
	Extended Operating Temperature	Topr	- 20	70	°C
	Extended Storage Temperature	Tstg	- 30	80	°C
<b>Electrical Characteristics at T<sub>A</sub> = 25 °C, Vdd=5V±0.25V</b>					
Item	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Power Supply (Logic)	Vdd-Vss	4.7	5.0	5.3	V
Supply Current	Idd	—	2.0	3.0	mA
LCD Driving Voltage	Vdd - Vo	4.2	4.5	4.8	V
Input Voltage "H"	Vih	2.2	—	Vdd	V
Input Voltage "L"	Vil	—	—	0.6	V
Output Voltage "H"	Voh	2.4	—	—	V
Output Voltage "L"	Vol	—	—	0.4	V
<b>Interface Pin Connection</b>					
No	Symbol	Function	No	Symbol	Function
1	Vss	Power Supply (GND)	9	DB2	Data Bus Line 2
2	Vdd	Power Supply (+5V)	10	DB3	Data Bus Line 3
3	Vo	Contrast Adjust	11	DB4	Data Bus Line 4
4	RS	Instruction/Register Select	12	DB5	Data Bus Line 5
5	R/W	Read/Write	13	DB6	Data Bus Line 6
6	E	Enable Signal	14	DB7	Data Bus Line 7
7	DB0	Data Bus Line 0	15	A	Power Supply for LED Backlight (+)
8	DB1	Data Bus Line 1	16	K	Power Supply for LED Backlight (-)
<b>LED Backlight Specifications</b>					
Forward Voltage	Forward Current	Power Dissipation	Peak Wavelength		
4.2V (Typ)	195mA (Max)	900mW (Max)	570nm (Typ)		
<b>Mechanical Specifications</b>					
Item	Overall Size	Viewing Area	Character Size	Character Pitch	Dot Size
Specifications	80.0W x 36.0H x 8.8T (BL12.7T)	65.0W x 16.0H	2.96W x 5.56H	3.55W x 5.94H	0.56W x 0.66H
All dimensions are in mm. Tolerance is ± 0.3 Unless otherwise specified					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### ข.3 เอกสารคู่มือไอซี TB6560AHQ

**TOSHIBA**
**TB6560AHQ/AFG**

TOSHIBA BiCD Integrated Circuit Silicon Monolithic

# TB6560AHQ, TB6560AFG

PWM Chopper-Type Bipolar Driver IC for Stepping Motor Control

The TB6560AHQ/AFG is a PWM chopper-type stepping motor driver IC designed for sinusoidal input microstep control of bipolar stepping motors. The TB6560AHQ/AFG can be used in applications that require 2-phase, 1-2-phase, 2W1-2-phase and 4W1-2-phase excitation modes. The TB6560AHQ/AFG is capable of low-vibration, high-performance forward and reverse driving of a two-phase bipolar stepping motor using only a clock signal.

## Features

- Single-chip motor driver for sinusoidal microstep control of stepping motors
- High output withstand voltage due to the use of BiCD process:  
 $R_{on}$  (upper and lower sum)  $\approx$   
 TB6560AHQ: 0.6  $\Omega$  (typ.)  
 TB6560AFG: 0.7  $\Omega$  (typ.)
- Forward and reverse rotation
- Selectable phase excitation modes (2, 1-2, 2W1-2 and 4W1-2)
- High output withstand voltage:  $V_{D93} = 40$  V
- High output current:  $I_{OUT} =$  TB6560AHQ: 3.5 A (peak)  
 TB6560AFG: 2.5 A (peak)
- Packages: HZIP25-P-1.27  
 HQFP64-P-1010-0.50
- Internal pull-down resistors on inputs: 100 k $\Omega$  (typ.)
- Output monitor pin:  $I_{MO}$  current (I<sub>MO</sub> max) = 1 mA
- Reset and enable pins
- Thermal shutdown (TSD)

TB6560AHQ

TB6560AFG

HZIP25-P-1.27

HQFP64-P-1010-0.50

 Weight  
 HZIP25-P-1.27: 9.86 g (typ.)  
 HQFP64-P-1010-0.50: 0.26 g (typ.)

### \*Solderability

1. Use of Sn-37Pb solder bath  
 \*solder bath temperature = 230°C  
 \*dipping time = 5 seconds  
 \*number of times = once  
 \*use of R-type flux
2. Use of Sn-3.0Ag-0.5Cu solder bath  
 \*solder bath temperature = 245°C  
 \*dipping time = 5 seconds  
 \*the number of times = once  
 \*use of R-type flux

\*: These ICs are highly sensitive to electrostatic discharge. When handling them, ensure that the environment is protected against electrostatic discharge. Ensure also that the ambient temperature and relative humidity are maintained at reasonable level.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Pin Functions

Pin No.		I/O	Symbol	Functional Description	Remarks
TB6560AHQ	TB6560AFG				
1	42	Input	TQ2	Torque setting input (current setting)	Internal pull-down resistor
2	43	Input	TQ1	Torque setting input (current setting)	Internal pull-down resistor
3	45	Input	CLK	Clock input for microstepping	Internal pull-down resistor
4	47	Input	ENABLE	H: Enable; L: All outputs OFF	Internal pull-down resistor
5	48	Input	RESET	L: Reset (The outputs are reset to their initial states.)	Internal pull-down resistor
6	50/51	—	SGND	Signal ground (for control block)	(Note 1)
7	53	—	OSC	A CR oscillation circuit is connected to this pin. Performs output chopping.	
8	55/56	Input	VM <sub>B</sub>	Motor power supply pin (for phase-B driver)	(Note 1)
9	61/62	Output	OUT <sub>BM</sub>	OUT <sub>B</sub> output	(Note 1)
10	64 (*)	—	PGND <sub>B</sub>	Power ground	
11	2/4 (*)	—	NC <sub>B</sub>	Connection pin for a B-channel current sensing resistor. Two pins of the TB6560AFG should be short-circuited.	(Note 1)
12	67	Output	OUT <sub>BP</sub>	OUT <sub>B</sub> output	(Note 1)
13	10/11	Output	OUT <sub>AM</sub>	OUT <sub>A</sub> output	(Note 1)
14	13/14 (*)	—	NC <sub>A</sub>	Connection pin for an A-channel current sensing resistor. Two pins of the TB6560AFG should be short-circuited.	(Note 1)
15	16	—	PGND <sub>A</sub>	Power ground	
16	19/20	Output	OUT <sub>AP</sub>	OUT <sub>A</sub> output	(Note 1)
17	23	Output	No	Initial state sensing output. This pin is enabled in the initial state.	Open drain
18	25/26	Input	VM <sub>A</sub>	Motor power supply pin (for phase-A driver)	(Note 1)
19	28	Output	Protect	When TSD is activated: High; when in normal state: High-Z.	Open drain
20	30/31	Input	V <sub>DD</sub>	Power supply pin for control block	(Note 1)
21	33	Input	CW/CCW	Rotation direction select input. L: Clockwise; H: Counterclockwise	Internal pull-down resistor
22	35	Input	M2	Excitation mode setting input	Internal pull-down resistor
23	36	Input	M1	Excitation mode setting input	Internal pull-down resistor
24	38	Input	DCY2	Current decay mode setting input	Internal pull-down resistor
25	39	Input	DCY1	Current decay mode setting input	Internal pull-down resistor

(\*): The pin assignment of the TB6560AFG is different from that of the TB6560FG.

TB6560AHQ: There is no no-connect (NC) pin.

TB6560AFG: Except the above pins, all pins are NC. The pin numbers of NC pins are: 1, 3, 5, 8, 9, 12, 15, 17, 18, 21, 22, 24, 27, 29, 32, 34, 37, 40, 41, 44, 46, 49, 52, 54, 57, 58, 59, 60, and 63.

Applying a voltage to NC pins does not cause any problem since they are not connected inside the IC.

All control input pins have an internal pull-down resistor of 100 k $\Omega$  (typ.)

Note 1: As for the TB6560AFG, two pins that have the same functionality should be short-circuited at a location as close to the TB6560AFG as possible.  
(The electrical characteristics provided in this document are measured when those pins are handled in this manner.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TOSHIBA****TB6560AHQ/AFG****Absolute Maximum Ratings ( $T_a = 25^\circ\text{C}$ )**

Characteristics		Symbol	Rating	Unit
Power supply voltage		$V_{DD}$	6	V
		$V_{MA/B}$	40	
Output current (per phase)	Peak	TB6560AHQ	3.5	A
		TB6560AFG	2.5	
M <sub>O</sub> drain current		$I_{(M_o)}$	1	mA
Protect drain current		$I_{(Protect)}$	1	mA
Input voltage		$V_{IN}$	$V_{DD}$	V
Power dissipation	TB6560AHQ	$P_D$	5 (Note 1)	W
			43 (Note 2)	
	TB6560AFG		1.7 (Note 3)	
	4.2 (Note 4)			
Operating temperature		$T_{opr}$	-30 to 85	$^\circ\text{C}$
Storage temperature		$T_{stg}$	-55 to 150	$^\circ\text{C}$

Note 1:  $T_a = 25^\circ\text{C}$ , without heatsink.Note 2:  $T_a = 25^\circ\text{C}$ , with infinite heatsink (HZIP25).Note 3:  $T_a = 25^\circ\text{C}$ , with soldered leads.Note 4:  $T_a = 25^\circ\text{C}$ , when mounted on a board (4-layer board).**Operating Range ( $T_a = -30$  to  $85^\circ\text{C}$ )**

Characteristics	Symbol	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
Power supply voltage	$V_{DD}$	—	4.5	5.0	5.5	V
	$V_{MA/B}$	$V_{MA/B} = V_{DD}$	4.5	—	34	V
Output current	TB6560AHQ	$I_{OUT}$	—	—	3	A
	TB6560AFG		—	—	1.5	
Input voltage	$V_{IN}$	—	0	—	6.6	V
Clock frequency	$f_{CLK}$	—	—	—	15	KHz
OSC frequency	$f_{OSC}$	—	—	—	600	KHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**TOSHIBA****TB6560AHQ/AFG****Electrical Characteristics (Ta = 25°C, VDD = 5 V, VM = 24 V)**

Characteristics	Symbol	Test Condition	Min	Typ.	Max	Unit
Input voltage	High	V <sub>IN(H)</sub>	2.0	—	V <sub>DD</sub>	V
	Low	V <sub>IN(L)</sub>	-0.2	—	0.8	
Input hysteresis voltage (Note)	V <sub>INhys</sub>	M1, M2, CW/CCW, CLK, RESET, ENABLE, DCY1, DCY2, TQ1, TQ2	—	400	—	mV
Input current	I <sub>IN(H)</sub>	M1, M2, CW/CCW, CLK, RESET, ENABLE, DCY1, DCY2, TQ1, TQ2 V <sub>IN</sub> = 5.0 V Internal pull-down resistor	30	55	80	μA
	I <sub>IN(L)</sub>	V <sub>IN</sub> = 0 V	—	—	1	
V <sub>DD</sub> supply current	I <sub>DD1</sub>	Outputs: Open, RESET: H, ENABLE: H (2, 1-2 phase excitation)	—	3	5	mA
	I <sub>DD2</sub>	Outputs: Open, RESET: H, ENABLE: H (4W 1-2, 2W 1-2 phase excitation)	—	3	5	
	I <sub>DD3</sub>	RESET: L, ENABLE: L	—	2	5	
	I <sub>DD4</sub>	RESET: H, ENABLE: L	—	2	5	
VM supply current	I <sub>M1</sub>	RESET: H/L, ENABLE: L	—	0.5	1	mA
	I <sub>M2</sub>	RESET: H/L, ENABLE: H	—	0.7	2	
Channel-to-channel voltage differential	ΔV <sub>Q</sub>	6/A, C <sub>osc</sub> = 330 pF	-5	—	5	%
V <sub>NF</sub> voltage change according to the torque settings	V <sub>NFHR</sub>	TQ1 = H, TQ2 = H	10	20	30	%
	V <sub>NFL</sub>	TQ1 = L, TQ2 = H	45	50	55	
	V <sub>NFLH</sub>	TQ1 = H, TQ2 = L	70	75	80	
	V <sub>NFL</sub>	TQ1 = L, TQ2 = L	—	—	100	
Minimum clock pulse width	t <sub>W(CLK)</sub>	C <sub>osc</sub> = 330 pF	30	—	—	μs
M <sub>Q</sub> output residual voltage	V <sub>OL M<sub>Q</sub></sub>	I <sub>OL</sub> = 1 mA	—	—	0.5	V
Protect output rest voltage (Note)	V <sub>OL Protect</sub>	I <sub>OL</sub> = 1 mA	—	—	0.5	V
TQD threshold (Note)	TQD	—	—	170	—	°C
TQD hysteresis (Note)	TQDhys	—	—	20	—	°C
Oscillating frequency	f <sub>osc</sub>	C <sub>osc</sub> = 330 pF	60	130	200	kHz

Note: Not tested In production

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้