

การออกแบบอุปกรณ์เพื่อเปิดและปิดอัตโนมัติสำหรับประตูบานสวิง

The design equipment to automatically open and close  
for a swing door



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การออกแบบอุปกรณ์เพื่อเปิดและปิดอัตโนมัติสำหรับประตูบานสวิง

The design equipment to automatically open and close  
for a swing door



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมเครื่องกล  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

The design equipment to automatically open and close  
for a swing door



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHANICAL ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และ 2020 อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญาโทปีการศึกษา 2563

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล หลักสูตรวิศวกรรมขนส่งทางราง

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบอุปกรณ์เพื่อเปิดและปิดอัตโนมัติสำหรับประตูบานสวิง

The design equipment to automatically open and close for a swing door

ผู้จัดทำ

1. นาย นัฐพล คำของ รหัสประจำตัว 60010523
2. นาย พุฒิกิจ ทศอศวินวงศ์ รหัสประจำตัว 60010739
3. นาย สิริวิชญ์ ปรีชาหาญ รหัสประจำตัว 60011068



อาจารย์ที่ปรึกษา

( ผศ.ดร.เอกพจน์ ตันตราภิวัดน์ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## การออกแบบอุปกรณ์เพื่อเปิดและปิดอัตโนมัติสำหรับประตูบานสวิง

นัฏฐพล	ค้าของ	60010523
พุดมิกิจ	ทศอศวิวงค์	60010739
สิริวิชญ์	ปริชาหาญ	60011068
ผศ.ดร.เอกพจน์ ตันตราภิวัดน์ อาจารย์ที่ปรึกษา ปีการศึกษา 2563		

### บทคัดย่อ

ปัญญานិพนธ์ฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์ เพื่อประดิษฐ์ชุดอุปกรณ์ที่สามารถทำให้ประตูบานสวิงสามารถเปิดและปิดอัตโนมัติทั้งสองทิศทาง สามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย และติดตั้งโดยให้ส่งผลกระทบต่อโครงสร้างเดิมของประตูน้อยที่สุด โดยจะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ใช้งาน อีกทั้งยังสามารถลดการสัมผัสกับประตู ซึ่งอาจเป็นแหล่งแพร่กระจายของเชื้อโรคที่เป็นต้นเหตุหลักของโรคติดต่อได้

โดยจากการสำรวจแล้วพบว่าอุปกรณ์สำหรับประตูอัตโนมัติจะออกแบบไว้สำหรับประตูชนิดบานเลื่อน และ สำหรับชนิดบานสวิงที่เปิดและปิดได้เพียงด้านเดียวแต่ในร้านค้าทั่วไปเช่น ร้านค้า ร้านอาหาร และคาเฟ่ โดยร้อยละ 60 จะติดตั้งประตูชนิดบานสวิงซึ่งยังไม่สามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้และเปิดได้สองทิศทาง โดยการที่จะเปลี่ยนให้ประตูสวิงสามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้ มีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงและกระทบโครงสร้างเดิมของประตู ทางผู้จัดทำจึงทำการออกแบบอุปกรณ์ให้ได้ราคาที่ถูกกว่าท้องตลาดและกระทบกับโครงสร้างเดิมที่น้อยที่สุด

การดำเนินการจะเริ่มจากการศึกษาข้อมูลและบทความที่เกี่ยวข้อง หลังจากนั้นคณะผู้จัดทำจึงทำการออกแบบระบบการทำงาน การวางตำแหน่งการติดตั้ง และการป้องกันเพื่อให้เหมาะสมที่สุด โดยอุปกรณ์ดังกล่าวใช้เซ็นเซอร์เพื่อตรวจจับตำแหน่งวัตถุเพื่อควบคุมการทำงานของมอเตอร์ และอุปกรณ์ป้องกัน เพื่อกันประตูชนคนซึ่งจะติดตั้งแยกจากชุดอุปกรณ์ และมีการสร้างแบบจำลองของประตูเพื่อทดสอบการทำงานและตำแหน่งการติดตั้งของอุปกรณ์

**คำหลัก :** ประตูอัตโนมัติ, ประตูบานสวิงอัตโนมัติ, อุปกรณ์ควบคุม, อุปกรณ์ตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

## The design equipment to automatically open and close for a swing door

Natthaphon	Khakhong	60010523
Phutthikit	Tadaswinwong	60010739
Sirawit	Preechahan	60011068
Assis.Prof Dr. Akapot	Tantrapiwat	Advisor
Year 2563		

### Abstract

The purposes of this project are, firstly, to invent a device that can make the swing doors automatically open and close in both directions. Secondly, to be able to work safely and install without any impacts on the original structure of the door. Thirdly, to reduce the contact at the door, which may be a source of pathogens that are the main cause of infections.

From the survey, we found that the equipment for automatic door mostly designed for slide door while for swing door, it can be open only one direction. In addition, we found that 60 percent of general merchants such as shops, restaurants and cafes are equipped with swing doors, which are not worked automatically. However, to convert the swing door to work automatically. It consumes a relatively high cost and also impacts the original structure of the door. As such, we decided to design a device that could reduce the price to be lower than the market price and impact to the original structure as less as possible.

Starting the process with the study from articles and related research. After that we design the most suitable works, protection system and device installation location. The device uses sensors to detect human positions in order to operate the motor directly. Moreover, there is another device that separately installed from this set of invention to prevent the door from opening and hitting people. Model of the door was created to test the operation and installation location of the device.

**Key words : Automatic door, Automatic swing door, Microcontrollers, Sensor**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

||

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดี เนื่องด้วยความเอาใจใส่ คำแนะนำ และความช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ เสมอมาจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เอกพจน์ ตันตราภิววัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณสาขาวิชาวิศวกรรมขนส่งทางราง ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล ที่กรุณาให้ยืมเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปริญญานิพนธ์นี้ ขอขอบคุณบุคลากรของภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล และบุคลากรคณะสถาปัตยกรรมที่ให้ความรู้และให้ความช่วยเหลือซึ่งเป็นประโยชน์อย่างยิ่งแก่ข้าพเจ้า

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุก ๆ ด้านอันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายณัฐพล คำของ  
นายพุดมิกิจ ทักอัศวินวงศ์  
นายสิริวิชญ์ ปรีชาหาญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	II
กิตติกรรมประกาศ .....	III
สารบัญ .....	IV
สารบัญตาราง.....	VIII
สารบัญรูป.....	XI
บทที่ 1 บทนำ .....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ .....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....	2
1.3 สมมติฐาน .....	2
1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ .....	2
บทที่ 2 เอกสารที่เกี่ยวข้องและรูปแบบอุปกรณ์.....	3
2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง .....	3
2.1.1 Object sensing system for use with automatic swing door.....	3
2.1.2 Automatic door opening device .....	4
2.1.3 Analytical description of Dc motor.....	5
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง .....	6
2.2.1 การเคลื่อนที่เชิงมุม .....	6
2.2.2 แบร์ริง.....	6
2.2.3 โมเมนต์ความเฉื่อย.....	7
2.2.4 ทอร์ค.....	7
2.2.5 แรงเสียดทานและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน .....	8
2.2.6 การลื่นไถล .....	8
2.2.7 กำลัง.....	9
2.2.8 ค่านิจสปริง .....	9
2.3 รูปแบบอุปกรณ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน.....	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ลงโซเชียลมีเดีย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

2.3.1	อุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูปแบบอัตโนมัติ.....	10
2.3.1.1	ระบบประตูปานเลื่อนอัตโนมัติ .....	10
2.3.1.2	ระบบประตูปานเลื่อนกึ่งอัตโนมัติ .....	11
2.3.1.3	ระบบประตูปานสวิงอัตโนมัติ.....	11
2.3.1.4	ระบบประตูปานอัตโนมัติความเร็วสูง.....	12
2.3.2	อุปกรณ์ชุดขับเคลื่อนประตูปานสวิงที่มีอยู่ในปัจจุบัน .....	12
2.3.2.1	ชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูปานสวิงอัตโนมัติแบบใช้โซ่.....	12
2.3.2.2	ชุดล้อขับเคลื่อนประตูปานสวิงอัตโนมัติ.....	14
2.3.2.3	ชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูปานสวิงอัตโนมัติแบบฝังพื้น .....	16
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน .....		18
3.1	กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น หรือ Analytic Hierarchy Process : AHP .....	18
3.1.1	ขั้นตอนการวิเคราะห์.....	18
3.1.2	การเลือกรูปแบบประตูที่เหมาะสมที่สุดโดยกระบวนการวิเคราะห์แบบ AHP .....	21
3.1.3	สรุปการเลือกรูปแบบชุดอุปกรณ์.....	24
3.1.4	สำรวจความต้องการของผู้ใช้.....	24
3.2	การวางแผนการออกแบบ .....	24
3.3	การเลือกอุปกรณ์.....	25
3.3.1	มอเตอร์ .....	25
3.3.1.1	การหาภาระโหลดของมอเตอร์.....	25
3.3.1.2	การหาความเร็วรอบการหมุนของล้อ .....	26
3.3.1.3	ชนิดของมอเตอร์.....	26
3.3.1.4	สรุปการเลือกมอเตอร์.....	26
3.3.2	ล้อ .....	27
3.3.2.1	ประเภทของล้อ.....	27
3.3.2.2	ขนาดของล้อ.....	27
3.3.2.3	สรุปการเลือกล้อ.....	28
3.3.3	อุปกรณ์ควบคุม (Microcontroller) .....	28
3.3.3.1	บอร์ดสมองกล .....	28
3.3.3.2	อุปกรณ์ขับเคลื่อน.....	29

เอกสารนี้เป็นเอกสาร 3.3.4 อุปกรณ์ตรวจจับ (Detect Devices) ..... 29  
 3.3.4.1 เซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic sensor) ..... 29

3.3.4.2 เซนเซอร์อินฟราเรด (Infrared sensor).....	30
3.3.5 อุปกรณ์ป้องกัน (Safety Devices).....	30
3.3.5.1 Time-of-Flight Range Sensor หรือ VL53L0X.....	31
3.3.5.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) .....	31
3.3.5.3 มอดูลเสียง (Buzzer Module).....	32
3.4 ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์.....	33
3.4.1 การแก้ไขข้อ.....	33
3.4.1.1 การเจาะและเอาแปรงออก .....	33
3.4.1.2 การประกอบอุปกรณ์ยึดเข้ากับล้อ .....	34
3.4.1.3 การยึดเพลลาเข้ากับมอเตอร์.....	35
3.4.2 โปรแกรมการเขียนชุดคำสั่ง.....	36
3.4.2.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware).....	36
3.4.2.2 ซอฟต์แวร์ (Software).....	37
3.4.3 การต่อแผงจอร์จอิเล็กทรอนิกส์.....	38
3.4.3.1 การต่อชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อน.....	38
3.4.3.2 การต่ออุปกรณ์ตรวจจับ.....	38
3.4.3.3 การต่ออุปกรณ์ป้องกัน.....	39
3.4.3.4 การต่ออุปกรณ์ทั้งหมด.....	39
3.4.4 การออกแบบและการจัดวางชุดอุปกรณ์.....	40
3.4.4.1 การออกแบบแผ่นยึดชุดอุปกรณ์เข้ากับประตู.....	40
3.4.4.2 การออกแบบการกล่องใส่ชุดอุปกรณ์.....	41
3.5 หลักการทำงาน .....	47
3.5.1 แผนผังการทำงาน และ บล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์.....	47
3.5.2 หลักการทำงานของระบบป้องกัน.....	49
3.5.3 หลักการทำงานของระบบตรวจจับและระบบขับเคลื่อน .....	50
บทที่ 4 การทดสอบ.....	51
4.1 แบบจำลอง .....	51
4.1.1 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์และชุดอุปกรณ์.....	52
4.1.1.1 ภาพรวมของการติดตั้งเซนเซอร์และชุดอุปกรณ์.....	52
4.1.1.2 การติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor).....	53
4.1.1.3 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน (Safety Device).....	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำเอกสารนี้ไปใช้ในการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นมีเหตุจำเป็นจริงๆ และต้องขออนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

4.2 การทดสอบ.....	55
4.2.1 การตรวจพบวัตถุของเซนเซอร์อัลตราโซนิก .....	55
4.2.1.1 การทำงานของประตูเมื่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกตัวที่ 1 ตรวจพบวัตถุ .....	56
4.2.1.2 การทำงานของประตูเมื่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกตัวที่ 2 ตรวจพบวัตถุ .....	58
4.2.2 อุปกรณ์ป้องกันตรวจพบวัตถุ.....	61
4.2.3 เซนเซอร์อินฟราเรดพบแถบสีดำ.....	62
4.3 ทดสอบความน่าเชื่อถือ.....	64
4.3.1 ความน่าเชื่อถือของการทำงาน.....	64
4.3.2 ความผิดพลาดที่ยอมรับได้.....	65
4.3.2.1 สภาพบุคคล.....	65
4.3.2.2 ตัวอุปกรณ์.....	65
4.3.2.3 การทำงานของอุปกรณ์.....	65
บทที่ 5 สรุปและแนวทางการพัฒนา.....	66
5.1 สรุป.....	66
5.2 ปัญหาที่พบและการแก้ไข.....	67
5.2.1 บานพับสองทิศทาง.....	67
5.2.2 บอร์ดสมองกล Arduino UNO R3 .....	67
5.2.3 ความเสถียรของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์ .....	67
5.2.4 ความเสถียรของการจ่ายไฟ.....	67
5.3 แนวทางการพัฒนา.....	68
5.3.1 การตรวจจับ.....	68
5.3.2 ระบบป้องกัน.....	68
5.3.3 กลไกกดล้อ.....	68
บรรณานุกรม.....	69
ภาคผนวก.....	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.



3.17 แสดงภาพถ่ายของชุดล้อเมื่อต่อเข้ากับมอเตอร์.....	36
3.18 ภาพแสดงสัญลักษณ์ของอะคูโน.....	36
3.19 แสดงการต่อวงจรระหว่างอุปกรณ์ขับเคลื่อนกับอุปกรณ์ควบคุม .....	38
3.20 แสดงการต่อชุดอุปกรณ์ตรวจจับเข้ากับบอร์ดสมองกล .....	38
3.21 แสดงการต่อชุดอุปกรณ์ป้องกันเข้ากับบอร์ดสมองกล .....	39
3.22 แสดงการต่อชุดอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน .....	39
3.23 แสดงภาพสามมิติของแผ่นยึดชุดอุปกรณ์ก่อนติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ.....	40
3.24 แสดงภาพสามมิติของชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักของกล่องใส่ชุดอุปกรณ์.....	40
3.25 แสดงภาพสามมิติของแผ่นยึดชุดอุปกรณ์ก่อนติดตั้งเข้ากับชิ้นส่วนต่าง ๆ.....	41
3.26 แสดงภาพฉายของแผ่นยึดชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งชิ้นส่วนต่าง ๆ แล้ว.....	41
3.27 แสดงภาพฉายและขนาดของกล่องใส่ชุดอุปกรณ์ทั้งหมด.....	42
3.28 แสดงภาพฉายและขนาดของชิ้นส่วนด้านบนกล่องใส่ชุดอุปกรณ์.....	42
3.29 แสดงภาพฉายและขนาดของชิ้นส่วนด้านบนกล่องใส่ชุดอุปกรณ์.....	42
3.30 แสดงภาพฉายและขนาดของแผ่นปิดกล่องใส่ชุดอุปกรณ์ด้านบน .....	43
3.31 แสดงภาพฉายและขนาดของแผ่นปิดกล่องใส่ชุดอุปกรณ์ด้านข้าง .....	43
3.32 แสดงภาพฉายและขนาดของชิ้นส่วนรับแรงกดสปริงที่ติดกับกล่องใส่ชุดอุปกรณ์ .....	44
3.33 แสดงภาพฉายและขนาดของชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ยึดกับแผ่นยึดชุดอุปกรณ์.....	44
3.34 แสดงภาพสามมิติของชุดอุปกรณ์ก่อนติดตั้งชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ยึดกับแผ่นยึดชุดอุปกรณ์.....	45
3.35 แสดงภาพสามมิติของกล่องใส่อุปกรณ์หลังจากติดตั้งชิ้นส่วนต่าง ๆ .....	45
3.36 แสดงภาพสามมิติของกล่องใส่ชุดอุปกรณ์ก่อนติดตั้งเข้ากับแผ่นยึดชุดอุปกรณ์.....	46
3.37 แสดงภาพสามมิติของกล่องใส่ชุดอุปกรณ์เมื่อติดตั้งเข้ากับแผ่นยึดชุดอุปกรณ์ .....	46
3.38 แสดงแผนผังการทำงานของอุปกรณ์.....	47
3.39 แสดงแผนผังการทำงานของอุปกรณ์(ต่อ).....	48
3.40 แสดงบล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์.....	49
4.1 แสดงแบบจำลองสามมิติของประตูขณะยังไม่ติดตั้งชุดอุปกรณ์.....	51
4.2 แสดงแบบจำลองสามมิติของประตูขณะติดตั้งชุดอุปกรณ์ทั้งหมดแล้ว .....	52
4.3 แสดงชุดอุปกรณ์ทั้งหมดขณะติดตั้งบนประตู (ด้านที่มีชุดอุปกรณ์).....	52
4.4 แสดงชุดอุปกรณ์ทั้งหมดขณะติดตั้งบนประตู (ด้านที่ไม่มีชุดอุปกรณ์).....	53
4.5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิกด้านที่มีชุดอุปกรณ์ .....	53
4.6 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิกด้านที่ไม่มีชุดอุปกรณ์ .....	54
4.7 แสดงตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์เซอร์โวและเซนเซอร์วัดระยะทาง.....	54
4.8 แสดงตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์มอดูลเสียง (Buzzer Module) และหลอดไฟLED .....	55
4.9 แสดงการทำงานของชุดอุปกรณ์ขณะอยู่ตำแหน่งเริ่มต้นและตรวจพบวัตถุ.....	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น มิใช่เพื่อเผยแพร่ให้ผู้อื่นได้ใช้โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นที่มีเหตุที่แตกต่างไป และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

4.10 แสดงถึงการทำงานของชุดอุปกรณ์เมื่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกตัวที่ 1 ตรวจพบวัตถุ .....	56
4.11 แสดงการทำงานของประตูขณะเจอกับแถบสีดำที่กำหนดเพื่อระบุตำแหน่ง.....	57
4.12 แสดงการทำงานของประตูขณะกำลังกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้น .....	57
4.13 แสดงการทำงานของประตูขณะเจอแถบดำที่ตำแหน่งเริ่มต้น .....	58
4.14 แสดงการทำงานของชุดอุปกรณ์ขณะอยู่ตำแหน่งเริ่มต้นและตรวจพบวัตถุ.....	58
4.15 แสดงถึงการทำงานของชุดอุปกรณ์เมื่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกตัวที่ 2 ตรวจพบวัตถุ .....	59
4.16 แสดงการทำงานของประตูขณะเจอกับแถบสีดำที่กำหนดเพื่อระบุตำแหน่ง.....	59
4.17 แสดงการทำงานของประตูขณะกำลังกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้น .....	60
4.18 แสดงการทำงานของประตูขณะเจอแถบดำที่ตำแหน่งเริ่มต้น .....	60
4.19 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันเมื่อไม่พบวัตถุในระยะทำงาน .....	61
4.20 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันเมื่อพบวัตถุในระยะทำงาน .....	61
4.21 แสดงแถบสีดำทั้ง 3 ตำแหน่ง.....	62
4.22 แสดงการทำงานของเซนเซอร์อินฟราเรดขณะไม่เจอแถบสีดำ .....	63
4.23 แสดงการทำงานของเซนเซอร์อินฟราเรดขณะตรวจเจอแถบสีดำ.....	63



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

X

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงข้อมูลทางกายภาพของอุปกรณ์.....	14
2.2 แสดงข้อมูลทางกายภาพของอุปกรณ์.....	15
2.2 แสดงข้อมูลทางกายภาพของอุปกรณ์ (ต่อ).....	16
2.3 แสดงข้อมูลทางกายภาพของอุปกรณ์.....	17
3.1 แสดงตัวอย่างวิธีการให้คะแนนค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างสององค์ประกอบ.....	19
3.2 แสดงความหมายของตัวเลขที่เป็นค่าน้ำหนักในการเปรียบเทียบ.....	20
3.3 แสดงค่าความสำคัญขององค์ประกอบต่าง ๆ.....	20
3.4 แสดงคะแนนสำคัญของทางเลือกแต่ละรูปแบบ.....	21
3.5 แสดงความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการเลือกรูปแบบอุปกรณ์ที่เหมาะสม.....	22
3.6 ตารางแสดงผลคะแนนของประตูแต่ละรูปแบบ.....	23
3.7 แสดงคุณลักษณะมอเตอร์.....	27
3.8 แสดงรายการและราคาสินค้า.....	32
4.1 ตารางความน่าเชื่อถือ.....	64



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากการสำรวจตามร้านอาหารและคาเฟ่บริเวณลาดกระบังและบริเวณใกล้เคียงทำให้ทราบว่าจากการสำรวจ 100 ร้านจะพบว่าเป็นประตูสวิง 64 ร้าน และ ประตูสไลด์ 30 และอื่น ๆ อีก 6 ร้าน แสดงให้เห็นว่าประตูสวิงมีการใช้งานมากเมื่อเทียบกับประตูแบบอื่น ๆ แต่ทั้งหมดที่สำรวจพบว่าเป็นการเปิด-ปิดแบบใช้มือทั้งหมด แล้วถ้าจะเปลี่ยนมาเป็นเปิด-ปิดอัตโนมัติก็มีค่าใช้จ่ายที่สูงและอาจจำเป็นต้องมีการปรับเปลี่ยนตัวประตูหรือบริเวณวงกบของประตูซึ่งอาจเป็นเหตุผลให้ไม่มีใครเปลี่ยนและอุปกรณ์สำหรับประตูสวิงในปัจจุบันซึ่งที่นิยมใช้จะเป็นประเภทโซ้คซึ่งมีราคาสูงและสามารถเปิด-ปิดได้เพียงด้านเดียวเท่านั้น อาจไม่สะดวกและเป็นอันตรายต่อผู้ใช้ได้และเมื่อสำรวจอุปกรณ์สำหรับเปิด-ปิดประตูอัตโนมัติในตลาดจะเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบสำหรับประตูบานเลื่อนและสำหรับประตูบานสวิงจะมีแต่อุปกรณ์ที่เปิดและปิดได้เพียงด้านเดียวเท่านั้น ทำให้มีข้อจำกัดในบางกรณี

การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) เริ่มขึ้นเมื่อปลายเดือนธันวาคม 2562 และพบผู้ป่วยรายแรกในเมืองอู่ฮั่น มณฑลหูเป่ย์ ประเทศจีนและแพร่กระจายไปยังประเทศอื่นในแถบเอเชีย และระบาดไปยังประเทศต่าง ๆ ทั่วโลก ซึ่งสถานการณ์ปัจจุบันยังมีแนวโน้มการติดเชื้อเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ส่งผลให้แต่ละประเทศ กำหนดมาตรการเพื่อควบคุมและป้องกันการระบาด ทั้งการควบคุมการเคลื่อนย้ายของประชาชน ทั้งภายในประเทศและระหว่างประเทศ การปิดหรือจำกัดระบบการขนส่งต่าง ๆ ซึ่งมาตรการเหล่านี้ ส่งผลต่อการดำเนินชีวิตและดำเนินกิจกรรมตามปกติของประชาชนไปทั่วโลก จากการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนาจึงเกิดการดำเนินชีวิตในรูปแบบใหม่ หรือ ชีวิตวิถีใหม่ (New Normal)

ชีวิตวิถีใหม่ (New Normal) เป็นแนวทางที่คนส่วนใหญ่ต้องปรับเปลี่ยนพฤติกรรมต่าง ๆ จากที่เคยออกจากบ้าน เพื่อไปทำงาน ไปโรงเรียน เราจึงต้องปรับเปลี่ยนการทำกิจกรรมมาทำอยู่ที่บ้านเพียงอย่างเดียว หากมีความจำเป็นต้องออกจากบ้านไปซื้อของ หรือแม้กระทั่งไปพบแพทย์ เราควรสวมหน้ากากอนามัยหรือหน้ากากผ้าเพื่อป้องกันโรค ต้องเว้นระยะห่างสำหรับบุคคล ล้างมือบ่อย ๆ นาน 20 วินาที รวมถึงหมั่นล้างมือด้วยแอลกอฮอล์สำหรับล้างมือ รวมถึงการปรับเปลี่ยนทางด้านธุรกิจและบริการต่าง ๆ ให้ทันต่อสถานการณ์ปัจจุบัน จึงต้องปรับเปลี่ยนไปสู่การเปิดระบบลงทะเบียนออนไลน์ การใช้ระบบซื้อขายและบริการทางออนไลน์ รวมไปถึงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้เพื่ออำนวยความสะดวกต้องเปลี่ยนไปเป็นระบบอัตโนมัติเพื่อลดการสัมผัสให้ได้มากที่สุด สิ่งนี้ เกิดเป็นวิถีใหม่ในการ

ดำรงชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

โดยประตูเป็นช่องทางที่จะเข้าออกสถานที่ต่าง ๆ ถึงแม้จะต้องการที่จะเลี่ยงการสัมผัสส่วนใด

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามเผยแพร่ต่อสาธารณะ และต้องอยู่ใต้อาณัติของเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนหนึ่งของประตูเพื่อเปิดหรือปิดประตูก็เป็นไปได้ยาก ซึ่งอาจจะมีผู้ที่มีเชื้อโรคที่สามารถแพร่ระบาด

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สู่ผู้อื่นได้มาสัมผัสกับส่วนต่าง ๆ ของประตู ทำให้เชื้อโรคติดอยู่กับที่ส่วนนั้น โดยตัวเชื้อโรคที่เกาะอยู่กับวัตถุใด ๆ สามารถมีอายุมากกว่าอยู่ในอากาศ ยกตัวอย่างจากสถานการณ์ปัจจุบันเชื้อไวรัสโคโรนาที่เป็นสาเหตุของโรคโควิด - 19 ซึ่งข้อมูลจากกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์กล่าวไว้ว่าเชื้อไวรัสโคโรนาจะอยู่ได้บนประตุนานกว่าบนอากาศมากกว่าถึง 7-8 ชั่วโมง จากข้อมูลนี้จะแสดงให้เห็นว่า ลูกบิดประตุนั้นเป็นจุดเสี่ยงในแพร่เชื้อ ซึ่งปัญหาเหล่านี้ทำให้ทางผู้จัดทำได้คิดที่จะทำการค้นคว้าและประดิษฐ์อุปกรณ์เพื่อทำให้ประตูสวิงทำงานอย่างอัตโนมัติ โดยสามารถเปิดและปิดได้ทั้งสองทิศทางเพื่อลดการสัมผัส ลดความเสี่ยงในการแพร่ระบาดของโรค และอำนวยความสะดวกให้ผู้ที่ใช้งาน

## 1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1.2.1 ศึกษา ออกแบบ ประกอบ ทดสอบ และแก้ไขข้อบกพร่องของอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงแบบอัตโนมัติ

1.2.2 ศึกษาและวิเคราะห์หลักการการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับ และนำมาประยุกต์ใช้กับการทำงานของอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงแบบอัตโนมัติ

1.2.3 ประดิษฐ์ชุดอุปกรณ์ที่สามารถทำให้ประตูบานสวิงสามารถเปิดและปิดได้อัตโนมัติทั้งสองทิศทางและสามารถทำงานได้อย่างปลอดภัย

1.2.4 เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาต่อยอดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงแบบอัตโนมัติในอนาคต

## 1.3 สมมติฐาน

1.3.1 สามารถออกแบบชุดอุปกรณ์ที่ขับเคลื่อนประตูบานสวิงให้เป็นระบบอัตโนมัติ

1.3.2 สามารถประยุกต์ใช้อุปกรณ์ตรวจจับ ให้เข้ากับอุปกรณ์ขับเคลื่อนและประตูบานสวิงได้อย่างเหมาะสม เพื่อให้ประตูสามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพและมีความปลอดภัย

1.3.3 สามารถนำความรู้ที่ได้จากการศึกษาและค้นคว้า เพื่อนำไปประยุกต์ใช้และต่อยอดในอนาคตได้

## 1.4 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.4.1 ประตูเป็นแบบสวิงตามร้านค้าขนาดเล็ก

1.4.2 ประตูเป็นแบบมีบานพับในการรับน้ำหนัก

1.4.3 ชุดอุปกรณ์ต้องไม่รับน้ำหนักของประตู

1.4.4 ประตูสามารถเปิดและปิดได้ทั้งสองทิศทาง

1.4.5 บริเวณพื้นที่อยู่ในรัศมีการเปิดและปิดของประตูต้องไม่มีความต่างระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับครูใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.


## บทที่ 2

# เอกสารที่เกี่ยวข้องและรูปแบบอุปกรณ์

### 2.1 เอกสารที่เกี่ยวข้อง

เพื่อให้การออกแบบทำได้เหมาะสมและมีประสิทธิภาพที่สุด ทางผู้จัดทำได้ทำการค้นคว้าเอกสารหรือบทความที่เกี่ยวข้องกับการทำงานของประตูสวิงอัตโนมัติ

#### 2.1.1 Object sensing system for use with automatic swing door



US006678999B2

(12) **United States Patent**  
**Zengguang et al.**

(10) **Patent No.:** **US 6,678,999 B2**  
(45) **Date of Patent:** **Jan. 20, 2004**

(54) **OBJECT SENSING SYSTEM FOR USE WITH AUTOMATIC SWING DOOR**

(75) Inventors: **Ye Zengguang, Kobe (JP); Shigeaki Sasaki, Kobe (JP)**

(73) Assignee: **Nabco Limited, Kobe (JP)**

(\*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 80 days.

(21) Appl. No.: **09/963,319**

(22) Filed: **Sep. 26, 2001**

(65) **Prior Publication Data**  
US 2002/0036476 A1 Mar. 28, 2002

(30) **Foreign Application Priority Data**  
Sep. 28, 2000 (JP) ..... 2000-296814  
Oct. 4, 2000 (JP) ..... 2000-304518

(51) **Int. Cl.** ..... **E05F 15/20**  
(52) **U.S. Cl.** ..... **49/25**  
(58) **Field of Search** ..... **49/25, 324**

(56) **References Cited**

**U.S. PATENT DOCUMENTS**

4,733,081 A	*	3/1988	Mizukami	49/25
4,967,083 A	*	10/1990	Kornbrekke et al.	49/25
5,142,152 A	*	8/1992	Boiucaner	49/25
5,886,307 A	*	3/1999	Full et al.	49/25
5,963,000 A	*	10/1999	Tsutsumi et al.	49/25
6,037,594 A	*	3/2000	Claytor et al.	250/353
6,265,972 B1	*	7/2001	Lee	340/541

**FOREIGN PATENT DOCUMENTS**  
EP 935044 \* 1/1999

**OTHER PUBLICATIONS**  
B.E.A., Inc., "SuperScan Instruction Manual," Jun. 1996, B.E.A. Inc., 300 South Main Street, Pittsburgh, PA 15215, USA.  
\* cited by examiner

*Primary Examiner*—Jerry Redman  
(74) *Attorney, Agent, or Firm*—Duane Morris LLP

(57) **ABSTRACT**  
An object sensor for use with an automatic swing door includes a light emitter, which is mounted on a door surface of the automatic swing door. The light emitter emits a light beam toward a floor. A distance detector is mounted on the door surface. The distance detector receives the light beam reflected from an object and develops an output signal having a value representing the distance of the object from the distance detector. A control unit makes a judgment based on the value of the output signal of the distance detector as to whether the object is approaching the door surface. The control unit stores the value of the distance detector output signal representing the distance between the distance detector and the floor, as a reference value. A dead zone is defined for the reference value to extend from the floor to a predetermined distance above the floor. When the value of the distance detector output signal is outside the dead zone, the control units judges the object to be approaching the door surface.

**11 Claims, 9 Drawing Sheets**

รูปที่ 2.1 แสดงบทคัดย่อของ Object sensing system for use with automatic swing door

เซ็นเซอร์สำหรับใช้งานกับประตูบานสวิง จะทำงานโดยการปล่อยลำแสงไปที่วัตถุ จากนั้นแสงจากวัตถุจะสะท้อนเข้าหาเครื่องตรวจจับลำแสง แล้วแปลงเป็นสัญญาณเอาต์พุตที่มีค่าแทนระยะห่างระหว่างวัตถุกับเครื่องตรวจจับ จากนั้นทำการตรวจสอบสัญญาณเอาต์พุต โดยจะมีการกำหนด Dead zone โดยจะมี Controller ตรวจสอบค่า และตัดสินใจว่าวัตถุนั้นเข้าใกล้ประตูหรือไม่

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.1.2 Automatic door opening device

<b>United States Patent</b> [19]		[11] <b>4,348,835</b>
Jones et al.		[45] <b>Sep. 14, 1982</b>
[54] <b>AUTOMATIC DOOR OPENING DEVICE</b>	4,007,557 2/1977 Davis et al. .... 49/139	
[76] Inventors: Stanley Jones, 1918 Lake St., Holland, Mich. 49423; Willard Nylenbrink, 6549 Fillmore St., Allendale, Mich. 49401	4,121,382 10/1978 Dietrich et al. .... 49/334	
[21] Appl. No.: 108,676	<i>Primary Examiner</i> —Philip C. Kannan	
[22] Filed: Dec. 31, 1979	<i>Attorney, Agent, or Firm</i> —Waters, Lesniak & Willey	
[51] Int. Cl. <sup>3</sup> ..... E05F 15/00	[57] <b>ABSTRACT</b>	
[52] U.S. Cl. .... 49/139; 49/29; 49/140; 49/340; 49/345	An auxiliary door opening device comprises an extendible motor driven rotatable output shaft that engages and rotates a pivot shaft of a conventional door closing mechanism. The pivot shaft is drivingly connected to a pair of pivotally connected arms of the door closing mechanism, such that rotation of the pivot shaft causes the arms of the door closing device to pivot, urging the door open. The door opening device is activated by a remote switching device so that a handicapped person may open the door with a minimum of effort. A limit switch causes the motor to shut off and the output shaft to retract out of engagement with the pivot shaft when the door is fully opened. A solenoid apparatus holds the door open long enough to allow a handicapped person to pass through the door before allowing the door closing mechanism to urge the door closed. When not actuated by the switching device, the door opens manually and the door closing mechanism controls door closing in its normal manner, unaffected by the door opening device.	
[58] Field of Search ..... 49/139, 140, 340, 339, 49/333, 334, 345, 264, 29, 30, 386		
[56] <b>References Cited</b>		
U.S. PATENT DOCUMENTS		
1,684,704 9/1928 Hubbell ..... 49/139		
2,298,542 10/1942 Potter et al. .... 49/139 X		
2,591,693 4/1952 Gatesy ..... 49/139 X		
3,069,151 12/1962 Cook et al. .... 49/139 X		
3,081,994 3/1963 Martens ..... 49/340		
3,344,554 10/1967 Misaka et al. .... 49/139 X		
3,384,994 5/1968 Daugirdas et al. .... 49/139 X		
3,457,674 7/1969 Catlett et al. .... 49/340		
3,470,653 10/1969 Kalog ..... 49/139		
3,508,362 4/1970 Wright ..... 49/340		
3,708,915 1/1973 Davey ..... 49/340		
3,874,117 4/1975 Boehm ..... 49/340 X		
	<b>17 Claims, 3 Drawing Figures</b>	

## รูปที่ 2.2 แสดงบทคัดย่อของ Automatic door opening device

อุปกรณ์เปิดประตูที่ประกอบด้วยเฟลาสก้าลิ่ง ถูกขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ที่ปรับขนาดได้ โดยเฟลาเดือยเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ติดอยู่กับประตู ดังนั้นการหมุนเฟลาเดือยจะทำให้แขนที่ติดที่ประตูหมุนด้วย จะกระตุ้นให้ประตูเปิด อุปกรณ์จะทำงานโดยรับสัญญาณจากระยะไกล เพื่อให้ผู้พิการสามารถเปิดประตูได้ง่าย โดยจะมีโซลินอยด์ช่วยในการเปิดค้างของประตูให้นานพอที่ผู้พิการจะผ่านประตูไปก่อนจะปล่อยให้กลไกการปิดประตูกระตุ้นให้ประตูเปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.1.3 Analytical description of Dc motor with determination of Rotor Damping Constant (B) of 12v Dc Motor

The International Journal of Engineering and Science (IJES)  
 || Volume || 6 || Issue || 6 || Pages || PP 37- 42 || 2017 ||  
 ISSN (e): 2319 – 1813 ISSN (p): 2319 – 1805



#### Analytical Description of Dc Motor with Determination of Rotor Damping Constant (B) Of 12v Dc Motor

Onawola, Hassan Jimoh<sup>1</sup>, Adewunmi, Olugbenga Titus<sup>2</sup>, Ehiagwina, Frederick Ojiemhende<sup>3</sup>, Iromini, Nurudeen Ajibola<sup>4</sup>

<sup>1,4</sup>Department of Computer Engineering Technology, Federal Polytechnic, Offa, PMB 420, Offa, Kwara State, Nigeria

<sup>2,3</sup>Department of Electrical/Electronics Engineering, Federal Polytechnic, Offa,

#### ABSTRACT

DC motor as an electric machine have been applied in numerous control systems. However, a critical parameter of interest that must be evaluated in designing a DC motor based system is the damping constant of the rotor. This paper analytically examines how to determine the damping constant of the rotor of a 12V DC motor, with the determination based on the following parameters: Armature resistance ( $R_a$ ), inductance ( $L_a$ ), Capacitance, the Stall current and the Angular rate of excitation of the motor with varying armature excitation of the current. These parameters help to ascertain the maximum and the minimum operating limit of the motor so as not to exceed the boundary-operating limits of the 12V motor. Experiments were performed in the laboratory and at the end of the analysis, the result shows that the value of damping constant of a 12V DC motor was  $-3.317 \times 10^{-4}$  N-m-sec<sup>2</sup>. This parameter can be factored in future control system designs.

**Keywords:** Motor, machines, impedance, armature, inductance

Date of Submission: 17 May 2017

Date of Accepted: 17 June 2017

#### รูปที่ 2.3 แสดงบทคัดย่อของ Analytical description of Dc motor

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นเครื่องจักรไฟฟ้าที่ถูกนำไปใช้ในระบบควบคุมจำนวนมาก โดยมีพารามิเตอร์ที่สำคัญที่ต้องประเมินในการออกแบบ คือ ค่าคงที่การหน่วงของโรเตอร์ โดยงานวิจัยนี้จะวิเคราะห์การหาค่าคงที่การลดแรงสั่นสะเทือนของโรเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 โวลต์ ด้วยการกำหนดพารามิเตอร์ต่อไปนี้ ได้แก่ ความจุ กระแสไฟฟ้าและอัตราการกระตุ้นเชิงมุมของมอเตอร์ โดยพารามิเตอร์เหล่านี้จะช่วยในการตรวจสอบขีดจำกัดการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ขนาด 12 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.2.1 การเคลื่อนที่เชิงมุม (Rotational motion)

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่ต้านการเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนที่บนผิวที่มีการสัมผัสกันโดยค่าแรงเสียดทานจะมีค่าเท่าไรนั้นขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุและวัสดุที่สัมผัสกันส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานหมายถึงอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานกับแรงปฏิกิริยาที่ผิวสัมผัสกระทำกับวัตถุในแนวฉากโดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะบอกถึงความมากหรือน้อยของแรงเสียดทาน สมการที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

$$\theta = \frac{S}{R} \quad (2.1)$$

$$\omega = \frac{v}{R} = \frac{\theta}{t} \quad (2.2)$$

$$\alpha = \frac{a}{R} = \frac{\omega}{t} \quad (2.3)$$

เมื่อ  $\theta$  = ระยะทางเชิงมุม (rad)

$S$  = ระยะทางเชิงเส้น (m)

$\omega$  = ความเร็วเชิงมุม (rad/s)

$v$  = ความเร็วเชิงเส้น (m/s)

$\alpha$  = อัตราเร่งเชิงมุม (rad/s<sup>2</sup>)

$R$  = รัศมี (m)

### 2.2.2 แบริ่ง (Bearing)

แบริ่ง หมายถึง ชิ้นส่วนสำหรับลดแรงเสียดทานระหว่างการหมุนโดยจะทำหน้าที่ ลดแรงเสียดทานและเพิ่มประสิทธิภาพ เพิ่มอายุการใช้งานของชิ้นส่วน และป้องกันการชำรุดเนื่องจากการเสียดสี

สมการที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

$$\tau_{bearing} = \frac{P \times \mu \times d_m}{2} \quad (2.4)$$

เมื่อ  $\tau_{bearing}$  = ทอร์กที่เกิดขึ้นที่แบริ่ง (N-m)

$P$  = น้ำหนักบรรทุก (N)

$\mu$  = สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของแบริ่ง

$d_m$  = เส้นผ่านศูนย์กลางของแบริ่ง (m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.2.3 โมเมนต์ความเฉื่อย (Moment of inertia)

โมเมนต์ความเฉื่อย หมายถึง ปริมาณที่สามารถแสดงความสามารถในการต้านการหมุนของวัตถุ โดยค่าโมเมนต์ความเฉื่อยจะขึ้นอยู่กับรูปร่าง ขนาด และมวลของวัตถุ ผู้จัดทำพิจารณาเป็นการหมุนของล้อและประตูทำให้โมเมนต์ความเฉื่อยที่ใช้จะเป็นรูปทรงแผ่นสี่เหลี่ยมและทรงกระบอกกลวง

สมการที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

$$I = \frac{m}{2} \times (r_1^2 + r_2^2) \quad (2.5)$$

เมื่อ  $I$  = โมเมนต์ความเฉื่อย ( $\text{kgm}^2$ )

$m$  = น้ำหนัก (kg)

$r_1$  = รัศมีขอบในของล้อ (m)

$r_2$  = รัศมีขอบนอกของล้อ (m)

### 2.2.4 ทอร์ก (Torque)

ทอร์ก หมายถึง การออกแรงกระทำเพื่อเปิดประตูนั้นจะเกิดทอร์กหรือโมเมนต์ของแรงเกิดขึ้น ที่จุดหมุนของประตู โดยทอร์ก หมายถึงความพยายามของแรงที่จะหมุนวัตถุรอบแกนหรือจุดหมุน ซึ่งเป็นผลคูณเชิงเวกเตอร์ตำแหน่ง  $r$  กับแรง

สมการที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

$$\tau = F \times r \quad (2.6)$$

$$\tau = I \times \alpha \quad (2.7)$$

เมื่อ  $\tau$  = ทอร์ก (N-m)

$r$  = แขนของโมเมนต์ (m)

$\alpha$  = อัตราเร่งเชิงเส้น ( $\text{m/s}^2$ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.2.5 แรงเสียดทานและค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

แรงเสียดทาน หมายถึง แรงที่ต้านการเคลื่อนที่จะเกิดขึ้นเมื่อมีการเคลื่อนที่บนผิวที่มีการสัมผัสกันโดยค่าแรงเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับน้ำหนักของวัตถุและวัสดุที่สัมผัสกัน ส่วนค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานหมายถึงอัตราส่วนระหว่างแรงเสียดทานกับแรงปฏิกิริยาที่ผิวสัมผัสกระทำกับวัตถุในแนวฉากโดยค่าสัมประสิทธิ์ความเสียดทานจะบอกถึงความมากหรือน้อยของแรงเสียดทาน

สมการที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

$$f = \mu \times N \quad (2.8)$$

เมื่อ  $f$  = แรงเสียดทาน (N)

$\mu$  = สัมประสิทธิ์ความเสียดทาน

$N$  = แรงปฏิกิริยา (N)

### 2.2.6 การลื่นไถล (Slip)

การลื่นไถลของล้อ หมายถึง การที่ทอร์คที่เกิดขึ้นที่เพลาของล้อมากกว่าทอร์คที่เกิดจากแรงเสียดทานทำให้ล้อหมุน แต่ไม่เคลื่อนที่ไปข้างหน้า และจะทำให้ล้อไม่สามารถติดกับระนาบพื้นได้ จะทำให้ชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูปานสวิงแบบอัตโนมัติไม่สามารถทำงานได้

สมการที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

$$\tau_{shaft} \leq \tau_{friction} \quad (2.9)$$

เมื่อ  $\tau_{shaft}$  = ทอร์คที่เกิดขึ้นที่เพลา (N-m)

$\tau_{friction}$  = ทอร์คที่เกิดจากแรงเสียดทาน (N-m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.2.7 กำลัง (Power)

กำลัง หมายถึง ปริมาณที่บ่งบอกถึงงานที่สามารถทำได้ต่อหนึ่งหน่วยเวลา โดยงานที่เกิดขึ้นนั้นมาจากตัวกระแสที่ไหลในแบตเตอรี่, การที่มอเตอร์หมุนล้อและประตูเคลื่อนที่ด้วยความเร็วค่าหนึ่ง

สมการที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

$$P_{in} = I \times V \quad (2.10)$$

$$P_{out} = \tau \times \omega \quad (2.11)$$

เมื่อ  $P_{in}$  = กำลังจากแบตเตอรี่ (W)

$P_{out}$  = กำลังขับเคลื่อนมอเตอร์ (W)

### 2.2.8 ค่านิจสปริง

แรงที่กระทำต่อสปริง จะแปรผันตรงกับระยะยืดหยุ่นของสปริง มีค่าคงที่ของสปริง เรียกว่า ค่าคงที่ของสปริง หรือ ค่านิจของสปริง โดยสปริงแต่ละอันนั้นจะมีค่านิจไม่เท่ากัน สปริงที่แข็งแรงมากจะมีค่านิจสปริงมาก ส่วนสปริงที่แข็งแรงน้อยจะมีค่านิจสปริงน้อย

สมการที่เกี่ยวข้องมีดังนี้

$$F_k = k \times x \quad (2.12)$$

เมื่อ  $F_k$  = แรงสปริง (N)

$k$  = ค่านิจสปริง (N/m)

$x$  = ระยะยืดหดสปริง (m)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 2.3 รูปแบบอุปกรณ์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน

การศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงแบบอัตโนมัติ เริ่มจากศึกษาจากสิ่งประดิษฐ์ที่มีอยู่แล้วในปัจจุบัน นำข้อดีข้อเสียและข้อจำกัดของอุปกรณ์มาปรับปรุง หรือ แก้ไขข้อบกพร่องของสิ่งประดิษฐ์นั้น โดยที่ยึดหลักการทำงานเดิมของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีอ้างอิง หรือมีการจดสิทธิบัตร โดยผู้ออกแบบได้เล็งเห็นปัญหาที่เกิดขึ้นว่า ข้อจำกัดของอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูนั้นมีอยู่หลากหลายรูปแบบ โดยแต่ละรูปแบบนั้นจะเหมาะสมกับสถานที่ที่แตกต่างกันออกไป รวมไปถึงการใช้งานที่ยังมีข้อจำกัดอยู่มาก จากการเล็งเห็นปัญหาในส่วนนี้ ผู้ออกแบบจึงต้องตัดสินใจเลือกรูปแบบที่เหมาะสมที่สุดผ่านกระบวนการกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้น รวมทั้งนำความคิดเห็นของผู้ประกอบการและผู้ใช้งานมาประกอบการตัดสินใจในการเลือกรูปแบบอุปกรณ์ เพื่อเป็นต้นแบบในการปรับปรุงและพัฒนาอุปกรณ์ให้เหมาะสม

### 2.3.1 อุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูแบบอัตโนมัติ

#### 2.3.1.1 ระบบประตูบานเลื่อนอัตโนมัติ (Automatic Sliding Door System)



รูปที่ 2.4 แสดงรูปตัวอย่างของประตูบานเลื่อนอัตโนมัติ

ทำงานโดยการเลื่อนประตูแต่ละฝั่งไปยังพื้นที่ว่างทางด้านซ้ายและด้านขวาของการติดตั้ง ซึ่งในการติดตั้งประตูประเภทนี้ต้องมีการวางการติดตั้งไว้ตั้งแต่การก่อสร้างหรือถ้าต้องการต้องมีการแก้ไขพื้นที่ของผนังและติดตั้งชุดประตูเข้าไป ซึ่งประตูประเภทนี้จะมีความปลอดภัยที่สูงเนื่องจากการทำงานในทิศทางตรงกันข้ามกับการเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

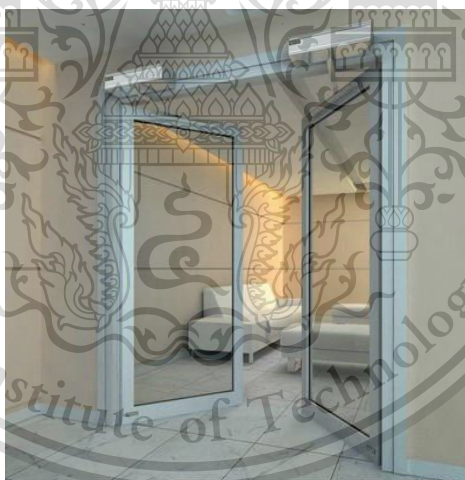
### 2.3.1.2 ระบบประตูบานเลื่อนกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Auto Sliding Door System)



รูปที่ 2.5 แสดงรูปตัวอย่างของประตูบานเลื่อนกึ่งอัตโนมัติ

หลักของการทำงานและหลักของความปลอดภัยคล้ายคลึงกับประตูบานเลื่อนอัตโนมัติ ต่างกัน  
เพียงแค่ประตูประเภทนี้จะมีบานประตูบานเดียวเท่านั้น

### 2.3.1.3 ระบบประตูบานสวิงอัตโนมัติ (Automatic Swing Door System)



รูปที่ 2.6 แสดงรูปตัวอย่างของระบบประตูบานสวิงอัตโนมัติ

ประตูประเภทนี้จะเป็นการประกอบประตูขึ้นมาก่อนแล้วจากนั้นทำการติดตั้งอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตู  
เข้าไป โดยประตูประเภทนี้ในปัจจุบันสามารถเปิดได้เพียงทิศทางเดียวเป็นส่วนมาก เนื่องจากเรื่องของ  
ความปลอดภัยที่มีโอกาสที่ประตูจะชนกับคนได้  
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 2.3.1.4 ระบบประตูอัตโนมัติความเร็วสูง (Hi-Speed Shutter Door System)



รูปที่ 2.7 แสดงรูปตัวอย่างของระบบประตูอัตโนมัติความเร็วสูง

ประตูอัตโนมัติความเร็วสูงหรือประตูม้วนผ้าใบความเร็วสูง ทำงานโดยการคลายหรือคลี่ผ้าใบออกตามทิศทางของการติดตั้งอุปกรณ์ ซึ่งประตูประเภทนี้มีความปลอดภัยดีเนื่องจากการเก็บผ้าใบประตูไว้ด้านบน แต่ประตูประเภทนี้เหมาะสมกับงานที่มีลักษณะงานเฉพาะ

เมื่อทางผู้จัดทำทำการค้นหาข้อมูลพบว่าประตูอัตโนมัติมีอยู่ 4 รูปแบบคือประตูบานเลื่อนอัตโนมัติ ประตูบานเลื่อนกึ่งอัตโนมัติ ประตูบานสวิงอัตโนมัติและประตูอัตโนมัติความเร็วสูง ซึ่งพบว่าประตูบานเลื่อนอัตโนมัติและประตูบานเลื่อนกึ่งอัตโนมัติ ต้องมีการวางแผนไว้ตั้งแต่ก่อนการก่อสร้างเนื่องจากการติดตั้งประตูทั้งสองแบบต้องมีการเผื่อพื้นที่ไว้ และในส่วนของประตูอัตโนมัติความเร็วสูงมีจุดประสงค์ในการใช้ที่เฉพาะงาน ดังนั้นมีเพียงประตูบานสวิงอัตโนมัติเท่านั้นที่สามารถติดตั้งชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนได้โดยที่เริ่มจากการที่ต้องมีประตูบานสวิงแบบปกติก่อน แล้วจึงค่อยนำอุปกรณ์ขับเคลื่อนมาติด ซึ่งสอดคล้องกับวัตถุประสงค์ของผู้จัดทำคือการทำประตูบานสวิงที่เป็นแบบการใช้มือเปิดให้เป็นแบบอัตโนมัติโดยที่ไม่ต้องมีการปรับเปลี่ยนวงกบของประตู

### 2.3.2 อุปกรณ์ชุดขับเคลื่อนประตูบานสวิงที่มีอยู่ในปัจจุบัน

#### 2.3.2.1 ชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติแบบใช้โซ่ (Automatic Choke Swing Door)

เป็นชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่กับประตูบานสวิง เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ทำงานร่วมกับ Sensor ตรวจจับวัตถุ โดยชุดอุปกรณ์จะติดตั้งอยู่บริเวณด้านบนของโครงสร้างประตู เหมาะกับทั้งประตูกระจก ประตูไม้ และประตูอะลูมิเนียม โดยมีรูปแบบดังรูปที่ 2.8

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.8 (a) แสดงรูปแบบของชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติแบบใช้โซ้ค

(b) แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติแบบใช้โซ้ค

หลักการทำงานของอุปกรณ์

ชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติแบบใช้โซ้ค เป็นชุดประตูอัตโนมัติที่ส่งสัญญาณเพื่อเปิดประตูอัตโนมัติด้วยอุปกรณ์ต่างๆ แล้ว เมื่อเปิดสุดก็จะเปิดค้างตามเวลาที่กำหนด แล้วจึงทำการปิดโดยอัตโนมัติ ซึ่งเหมาะกับงานที่มีข้อจำกัดไม่สามารถสไลด์ประตูไปด้านข้างได้ โดยสามารถเลือกวิธีการสั่งให้ประตูเปิดได้หลายวิธีเช่นเปิดด้วยกดสวิทช์, เปิดด้วยการทาบบัตร สแกนนิ้ว สแกนหน้า และ เปิดด้วยเซนเซอร์ตรวจจับการเคลื่อนไหว

โดยที่การติดตั้งชุดอุปกรณ์ที่ประตู เพื่อให้เปิดได้อย่างอัตโนมัตินั้น ยังสามารถทำการติดตั้งอุปกรณ์เสริมที่ช่วยในการกันกระแทก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานอีกด้วย โดยเซนเซอร์กันกระแทกจะทำหน้าที่ตรวจจับบุคคล โดยเซนเซอร์จะยิงลำแสงอินฟราเรดลงมา 2 ลำแสง หากเจอบุคคลหรือวัตถุก็จะสั่งให้ประตูหยุดการเคลื่อนที่ และดึงกลับไปเปิดจนสุด โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้เผยแพร่เนื้อหาใดๆ และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## ตารางที่ 2.1 แสดงข้อมูลทางกายภาพของอุปกรณ์

Voltage	110 - 220 V $\pm$ 10%
Power Consumption	50 W
Opening Time	3 - 7 second per 90°
Hold Open Time	1 - 30 second
Maximum Door Frame Depth	450 mm
Door Width	660 - 1200 mm
Maximum Opening Angle	120°
Environment Temperature	-20 C ~ +50 C
Item Weight	6.5 Kg
Item Dimension (Long x Height x Width)	515 mm x 95 mm x 90 mm

ข้อดี : 1. ติดตั้งอุปกรณ์ง่าย สามารถติดตั้งแทนที่อุปกรณ์ชะลอการปิด  
ที่มีอยู่เดิมได้

2. มีเสียงรบกวนจากมอเตอร์ที่น้อยขณะทำงาน สูญเสียพลังงานต่ำ

ข้อเสีย : 1. มีข้อจำกัดในการใช้งาน คือ สามารถเปิด - ปิดได้ทิศทางเดียว

2. มีต้นทุนในการติดตั้งที่สูง ถ้าติดตั้งอุปกรณ์เสริมด้วย ยังมีค่าใช้จ่าย  
ที่สูงขึ้นตาม

ที่มาของอุปกรณ์ : บริษัท อาร์ม คอร์ปอเรชั่น จำกัด

### 2.3.2.2 ชุดล้อขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติ (Automatic Roller Swing Door Operator)

เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งกับประตูแบบบานสวิง เพื่อขับเคลื่อนประตูบานสวิงให้ขับเคลื่อนได้อย่างอัตโนมัติ ทำงานร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ โดยชุดอุปกรณ์จะติดตั้งอยู่บริเวณขอบด้านตรงข้ามกับแกนของประตู เหมาะกับทั้งประตูไม้ ประตูเหล็ก ประตูอะลูมิเนียม หรือประตูที่มีขนาดใหญ่และน้ำหนักเยอะ เนื่องจากการขับเคลื่อนของอุปกรณ์นี้ เป็นการขับเคลื่อนประตูจากจุดที่มีการใช้แรงน้อยที่สุด โดยมีรูปแบบดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ที่ 2.10 แสดงตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์ชุดล้อขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติ

หลักการทำงานของอุปกรณ์

ตัวควบคุมประตูอัตโนมัติ (Roller Swing) เป็นตัวอุปกรณ์ที่สามารถติดตั้งที่ประตูได้อย่างง่าย เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่มีการติดตั้งเพียงแค่กล่องรับสัญญาณ โดยการใช้รีโมทคอนโทรลในการสั่งให้มอเตอร์ทำงาน เพื่อที่จะขับเคลื่อนให้ล้อทำงานตามความเร็วที่ตั้งค่าไว้

ในส่วนของล้อยาง (High Anti - Collision Rubber Wheel) จะเป็นล้อยางที่ใช้กันกระแทกเพื่อการทำงานที่ราบรื่น โดยจะมีสปริงติดตั้งไว้ เพื่อผลักให้ล้อติดอยู่กับพื้นตลอด ทำให้การทำงานของตัวควบคุมประตูอัตโนมัติที่มีความสมดุลและเสถียรในการทำงาน



รูปที่ 2.11 แสดงชุดล้อขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติ

ตารางที่ 2.2 แสดงข้อมูลทางกายภาพของอุปกรณ์

Voltage	220 V
Speed	15 m / minute
Maximum Door Frame Depth	Non-limit
Door Width	Non-limit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### ตารางที่ 2.3 แสดงข้อมูลทางกายภาพของอุปกรณ์ (ต่อ)

Push Force	600 N
Environment Temperature	-50 C ~ +50 C
Item Weight	23 Kg

ข้อดี : 1. อุปกรณ์ติดตั้งได้ง่าย แต่อาจจะไม่เหมาะกับประตูที่ไม่มีโครงสร้างรองรับการติดตั้ง

2. สามารถขับเคลื่อนประตูที่มีน้ำหนักมากถึง 1500 กิโลกรัมได้ โดยปรับความเร็วได้ตามต้องการ

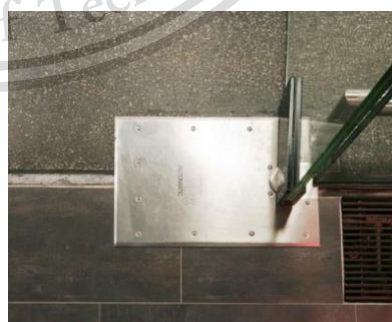
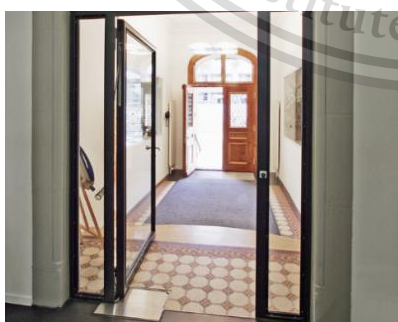
ข้อเสีย : 1. ใช้รีโมทคอนโทรลในการควบคุม ดังนั้นจะไม่สามารถเปิดอย่างอัตโนมัติโดยใช้เซนเซอร์ได้

2. มีน้ำหนักของอุปกรณ์ที่มาก ไม่สะดวกในการเคลื่อนย้าย

ที่มาของอุปกรณ์ : Fujian Omker Intelligent Technology Co., Ltd.  
จากประเทศจีน

#### 2.3.2.3 ชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติแบบฝังพื้น (Automatic Floor Swing Door)

เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพื่อขับเคลื่อนประตูบานสวิงให้ทำงานได้อย่างอัตโนมัติ โดยที่อุปกรณ์จะติดตั้งอยู่ในพื้นบริเวณแกนหมุนของประตู โดยการติดตั้งลักษณะนี้จะมีความสะดวกในด้านสถาปัตยกรรมที่มากกว่ารูปแบบอื่น ๆ แต่ก็จะมีความยากในการติดตั้งเพิ่มขึ้นไปด้วย มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.12



#### รูปที่ 2.12 แสดงตำแหน่งการติดตั้งอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูแบบฝังพื้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### หลักการทำงานของอุปกรณ์

ประตูบานสวิงแบบฝังพื้น (Floor Swing Door) ทำงานโดยการฝังชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนอยู่ที่พื้น ซึ่งช่วยในการออกแบบทางสถาปัตยกรรมด้านความสวยงามและการใช้งาน ซึ่งสามารถติดตั้งระบบบานสวิงแบบอัตโนมัติได้ทั้งประตูบานเดี่ยวและประตูบานคู่ โดยประตูนี้ทำงานด้วยระบบไมโครโพรเซสเซอร์ควบคุมอัจฉริยะ ใช้มอเตอร์กระแสสลับในการควบคุม โดยที่มีตัวขับเคลื่อนอยู่ด้านล่างของประตู

ในด้านความปลอดภัยและความมั่นคงในการทำงาน ประตูบานสวิงแบบฝังพื้นนี้สามารถทำงานได้อย่างมั่นคงเมื่อมีลมพัดแรง และในกรณีไฟดับ ประตูจะสามารถเปิด - ปิด ด้วยมือได้

### ตารางที่ 2.4 แสดงข้อมูลทางกายภาพของอุปกรณ์

Voltage	100 V AC $\pm$ 10% , 5A (per unit)
Opening Speed	Variable under 0.45 degrees / second
Closing Speed	Variable under 0.30 degrees / second
Maximum Operable Wind Speed	10 m / second or less
Maximum Door Weight	450 Kg

ข้อดี : มีความสวยงามด้านสถาปัตยกรรม เนื่องจากอุปกรณ์ทั้งหมดถูกฝังใต้พื้นสามารถใช้ร่วมกับ Access Control ได้ ทำให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ

ข้อเสีย : การติดตั้งต้องมีการปรับเปลี่ยนโครงสร้าง ทำให้เกิดความยุ่งยากในการติดตั้งรับน้ำหนักประตูได้จำกัด เนื่องจากมอเตอร์ขับเคลื่อนที่แกนของประตู จึงต้องใช้แรงมาก

ที่มาของอุปกรณ์ : บริษัท ทีจีที ออโตเมติกส์ ดอร์ส จำกัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 3

# วิธีการดำเนินงาน

วิธีการดำเนินงานนั้น เริ่มต้นจากการเลือกรูปแบบของอุปกรณ์ที่เหมาะสมและคุ้มค่าที่สุดที่สุด จากนั้นนำทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและสมมติฐานการออกแบบชุดอุปกรณ์ มาดำเนินการคำนวณหาแรงที่ใช้ ในเปิดประตู ความเร็วรอบการหมุนของมอเตอร์ กำลังของมอเตอร์ ขนาดของล้อ รวมไปถึงเครื่อง อุปกรณ์ที่จะใช้ในการยึดชุดอุปกรณ์ติดกับประตู เมื่อได้ผลลัพธ์ที่เหมาะสมแล้ว นำค่าที่ได้จากการ คำนวณทั้งหมด มาประกอบการตัดสินใจในการเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสม หลังจากนั้นนำอุปกรณ์ที่ เลือกใช้มาประดิษฐ์เป็นชุดล้อขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติ

### 3.1 กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น หรือ Analytic Hierarchy Process : AHP

กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น หรือ AHP คือกระบวนการที่นำมาใช้เพื่อประกอบการ ตัดสินใจ โดยเป็นกระบวนการที่ใช้การแบ่งองค์ประกอบของปัญหาออกเป็นส่วนๆ แล้วให้ค่าน้ำหนัก ของแต่ละองค์ประกอบ แล้วนำมาคำนวณเพื่อหาค่าน้ำหนักความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบ เพื่อ นำไปสู่ลำดับความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบ

#### 3.1.1 ขั้นตอนการวิเคราะห์

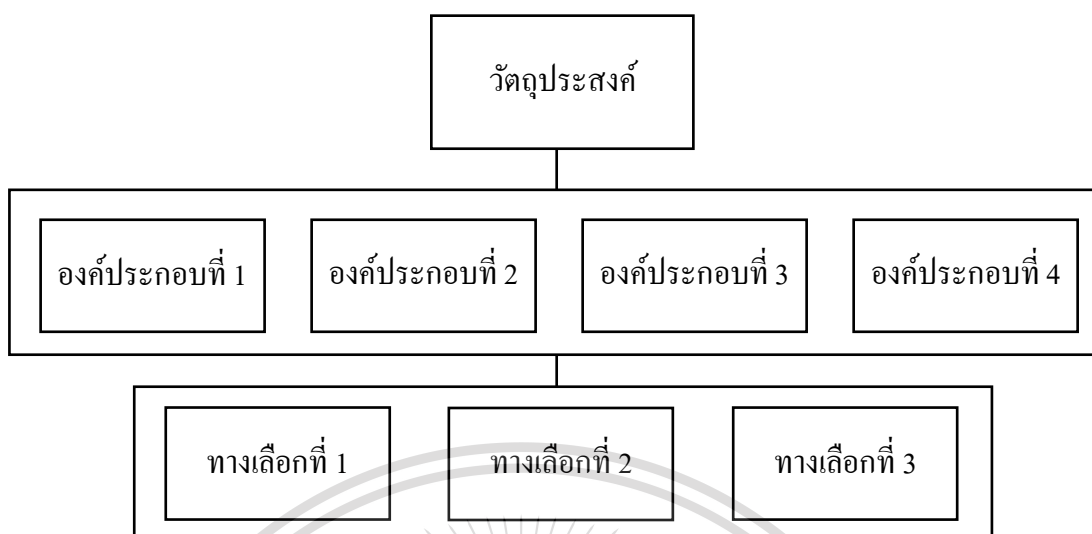
การวิเคราะห์ตามกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น หรือ AHP นั้น จะมีการแบ่งลำดับ ขั้นตอนชัดเจน โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้

3.1.1.1 สร้างแผนภูมิโครงสร้างการกำหนดวัตถุประสงค์ที่ต้องการ องค์ประกอบของ ปัญหาและทางเลือกทั้งหมดที่มีอยู่ โดยมีตัวอย่างของแผนภูมิโครงสร้าง ดังแสดงในรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.1 แสดงแผนภูมิโครงสร้างขั้นตอนการวิเคราะห์

3.1.1.2 สร้างตารางการเปรียบเทียบองค์ประกอบ การเปรียบเทียบเกณฑ์ต่าง ๆ เป็นการเปรียบเทียบองค์ประกอบ โดยการจับเป็นคู่แล้วเปรียบเทียบระหว่างสององค์ประกอบ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบเพื่อกำหนดค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างทั้งสององค์ประกอบ โดยแทนองค์ประกอบและค่าความสำคัญด้วยตัวแปร ดังแสดงในตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แสดงตัวอย่างวิธีการให้คะแนนค่าน้ำหนักความสำคัญระหว่างสององค์ประกอบ

องค์ประกอบที่	1	2	3	4
1	1	$A_{12}$	$A_{13}$	$A_{14}$
2	$1/A_{12}$	1	$A_{23}$	$A_{24}$
3	$1/A_{13}$	$1/A_{23}$	1	$A_{34}$
4	$1/A_{14}$	$1/A_{24}$	$1/A_{34}$	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.1.1.3 เปรียบเทียบความสำคัญระหว่างสององค์ประกอบ โดยการให้คะแนนเป็นตัวเลข 1 – 9 โดยพิจารณาจากเหตุผลและความเหมาะสม ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 แสดงความหมายของตัวเลขที่เป็นค่าน้ำหนักในการเปรียบเทียบ

องค์ประกอบที่	1	2	3	4	ผลรวม แนวนอน	ค่าความ สำคัญ
1						
2						
3						
4						
					ผลรวมแนวตั้ง	

3.1.1.4 คำนวณค่าของน้ำหนักความสำคัญ รวมค่าของเลขในแต่ละแถวขององค์ประกอบ จากนั้นนำคะแนนที่ได้ไปทำการนอร์มัลไลเซชัน (Normalization) เพื่อให้ได้ค่าความสำคัญของแต่ละองค์ประกอบ ดังแสดงในตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงค่าความสำคัญขององค์ประกอบต่าง ๆ

ระดับคะแนน ความสำคัญ	ความหมาย	คำอธิบาย
1	สำคัญเท่ากัน	ทั้ง 2 เกณฑ์มีความสำคัญเท่า ๆ กัน
3	สำคัญกว่าเล็กน้อย	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งในระดับเล็กน้อย
5	สำคัญกว่าปานกลาง	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งในระดับปานกลาง
7	สำคัญกว่ามาก	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งในระดับมาก
9	สำคัญกว่ามากที่สุด	เกณฑ์หนึ่งสำคัญกว่าอีกเกณฑ์หนึ่งในระดับมากที่สุด
2, 4, 6, 8	อยู่ระหว่างระดับ	ความสำคัญอยู่ระหว่างแต่ละระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในของคณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ห้ามเผยแพร่หรือใช้เพื่อประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.1.1.5 ให้คะแนนขององค์ประกอบในทางเลือกที่มี

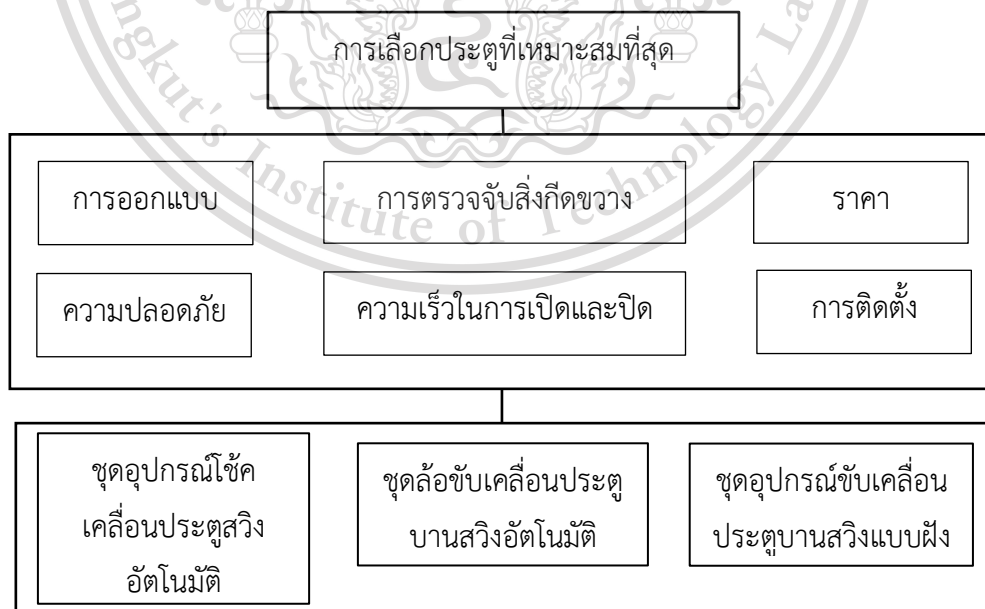
โดยแต่ละทางเลือกไม่จำเป็นต้องมีค่าองค์ประกอบที่เท่ากัน เมื่อให้คะแนนในแต่ละทางเลือกแล้ว ให้นำคะแนนมาคูณกับค่าความสำคัญจะทำให้ได้คะแนนสำคัญ นำคะแนนสำคัญมารวมกันเพื่อให้ได้คะแนนรวมเพื่อนำมาเปรียบเทียบกัน ดังแสดงในตารางที่ 3.4

ตารางที่ 3.4 แสดงคะแนนสำคัญของทางเลือกแต่ละรูปแบบ

องค์ประกอบ	ค่าความสำคัญ	ทางเลือกที่ 1		ทางเลือกที่ 2	
		คะแนน	คะแนนสำคัญ	คะแนน	คะแนนสำคัญ
1					
2					
3					
4					
รวมคะแนน					

### 3.1.2 การเลือกรูปแบบประตูที่เหมาะสมที่สุดโดยกระบวนการวิเคราะห์แบบ AHP

การพิจารณาเลือกรูปแบบประตูที่เหมาะสมนั้น ต้องมีการกำหนดวัตถุประสงค์องค์ประกอบของปัญหาและทางเลือกทั้งหมดที่มีอยู่ เพื่อนำมาประกอบการพิจารณา โดยมีการสร้างแผนภูมิโครงสร้างเพื่อใช้พิจารณา ดังแสดงในรูปที่ 3.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงรูปที่ 3.2 แสดงถึงแผนภูมิโครงสร้าง ของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.5 แสดงความสำคัญของปัจจัยที่ใช้ในการเลือกรูปแบบอุปกรณ์ที่เหมาะสม

องค์ประกอบ	การออกแบบ	ราคา	การติดตั้ง	ความเร็วในการเปิดและปิด	การตรวจจับสิ่งกีดขวาง	ความปลอดภัย	ผลรวมคะแนน	ค่าความสำคัญ (%)
การออกแบบ	1	5	4	7	1/3	1/6	17.500	20.768
ราคา	1/5	1	1/2	1	1/6	1/7	3.010	3.572
การติดตั้ง	1/4	2	1	4	1/5	1/7	7.593	9.011
ความเร็วในการเปิดและปิด	1/7	1	1/4	1	1/7	1/8	2.661	3.158
การตรวจจับสิ่งกีดขวาง	3	6	5	7	1	1/2	22.500	26.702
ความปลอดภัย	6	7	7	8	2	1	31.000	36.790
						ผลรวมแนวตั้ง	84.264	100

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งนี้หากมีการให้คำปรึกษาหรือข้อเสนอแนะใดๆ กรุณาแจ้งให้ทราบล่วงหน้า

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.6 ตารางแสดงผลคะแนนของประตู่แต่ละรูปแบบ

องค์ประกอบ	ค่าความสำคัญ (%)	ชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติแบบใช้โซ่		ชุดล้อขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติ		ชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงแบบฝังพื้น	
		คะแนน	คะแนนความสำคัญ	คะแนน	คะแนนความสำคัญ	คะแนน	คะแนนความสำคัญ
การออกแบบ	20.768	3	0.623	4	0.831	4	0.831
ราคา	3.572	2	0.0714	4	0.143	3	0.107
การติดตั้ง	9.011	4	0.360	5	0.451	2	0.180
ความเร็วในการเปิดและปิด	3.158	4	0.126	4	0.126	3	0.095
การตรวจจับสิ่งกีดขวาง	26.702	4	1.068	1	0.267	3	0.801
ความปลอดภัย	36.79	3	1.1104	2	0.736	3	1.104
ผลรวมคะแนนความสำคัญ	100	3.353		2.553		3.118	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.1.3 สรุปการเลือกรูปแบบชุดอุปกรณ์

จากกระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับขั้นจะได้รูปแบบที่มีคะแนนสูงสุดคือ ชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติแบบใช้โซ๊ค แต่จากตารางที่ 3.6 จะเห็นได้ว่าคะแนนของรูปแบบชุดล้อยขับเคลื่อนประตูบานสวิงในส่วนของ การออกแบบ ราคา การติดตั้ง ความเร็วในการเปิด-ปิด มีคะแนนสูงกว่ารูปแบบอื่น แต่คะแนนในส่วน ของ ความปลอดภัยและการตรวจจับสิ่งกีดขวางอัตโนมัติ น้อยกว่ารูปแบบอื่นอย่างเห็นได้ชัด และผู้จัดทำเล็งเห็นว่าสามารถพัฒนาและต่อยอดในส่วนนี้ได้ จึงสรุปว่าจะใช้รูปแบบชุดล้อยขับเคลื่อนประตูบานสวิงเป็นต้นแบบในการประดิษฐ์

### 3.1.4 สำรวจความต้องการของผู้ใช้

หลังจากได้ข้อสรุปของต้นแบบที่ถือว่าเป็นรูปแบบชุดล้อยขับเคลื่อนประตูบานสวิง จึงทำการลงพื้นที่สำรวจร้านอาหารและคาเฟ่จำนวนหนึ่ง เพื่อสอบถามความต้องการ ความคิดเห็น และข้อเสนอแนะของทั้งผู้ประกอบการและผู้ใช้บางส่วนเกี่ยวกับชุดล้อยขับเคลื่อนประตูบานสวิงอัตโนมัติแล้ว จึงได้นำข้อมูลเหล่านั้นมาใช้ในการตั้งสมมติฐานการออกแบบเพื่อจะได้สามารถออกแบบให้ตรงกับความต้องการของผู้ใช้

## 3.2 การวางแผนการออกแบบ

### 3.2.1 สมมติฐานการออกแบบ

1. อุปกรณ์มีขนาดกะทัดรัด
2. สามารถปรับความเร็วในการเปิดประตูและปิดประตูได้
3. สามารถปรับระยะเวลาของการเปิดประตูค้างไว้ได้
4. ในชุดอุปกรณ์จะมีกลไกที่ทำให้ล้อยึดพื้นตลอดเพื่อประสิทธิภาพในการทำงาน
5. สามารถถอดประกอบได้ง่าย
6. อุปกรณ์ป้องกันติดตั้งทั้งสองฝั่ง

### 3.2.2 เงื่อนไขการใช้งานของอุปกรณ์

1. ประตูต้องมีบานพับที่รับน้ำหนักทั้งหมดของประตู
2. ชุดอุปกรณ์ล้อยต้องไม่รับน้ำหนักของประตู
3. ประตูต้องสามารถเปิดได้ทั้งสองทิศทาง
4. พื้นต้องไม่มีความชื้น

โดยเงื่อนไขของการใช้งานอุปกรณ์จะเป็นการบ่งบอกถึงลักษณะของประตูที่สามารถใช้งานชุดอุปกรณ์ล้อยของผู้จัดทำได้ ซึ่งถ้าประตูที่มีอยู่เป็นไปตามเงื่อนไขตามข้างต้น ประตูก็สามารถติดตั้งและใช้งานชุดอุปกรณ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

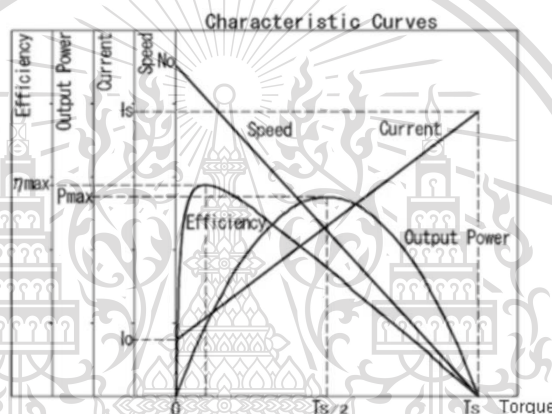
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3 การเลือกอุปกรณ์

ในการเลือกอุปกรณ์เพื่อตอบสนองกับวัตถุประสงค์ในการออกแบบนั้นเราจำเป็นต้องทราบตัวแปรที่จำเป็นต่างๆก่อน อาทิเช่นความเร็วรอบ ทอร์ก กำลังของมอเตอร์ และไฟที่ต้องใช้ทั้งหมด เมื่อได้ตัวแปรที่จำเป็นต่างๆ จึงนำไปสู่การเลือกอุปกรณ์ได้อย่างถูกต้องและเหมาะสม

#### 3.3.1 มอเตอร์

มอเตอร์กระแสตรงมีคุณลักษณะคล้ายคลึงกับต้นกำลังชนิดอื่นๆ คือ แรงบิดจะเปลี่ยนแปลงไปตามความเร็วรอบของการหมุน ซึ่งถูกกำหนดค่าจากแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่จ่ายให้กับมอเตอร์ และภาระของมอเตอร์ที่กระทำอยู่ ดังในรูปที่ 3.3 เป็นรูปที่แสดงคุณลักษณะ และความสัมพันธ์ของตัวแปรต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง ค่าประสิทธิภาพของมอเตอร์นั้นจะเปลี่ยนแปลงตามกำลังที่เข้าต่อกำลังที่ออกจากมอเตอร์



รูปที่ 3.3 แสดงกราฟคุณลักษณะทางทฤษฎีของการขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง

##### 3.3.1.1 การหาภาระโหลดของมอเตอร์

ภาระโหลดของมอเตอร์ คือกำลังที่มอเตอร์ต้องไปขับเคลื่อนเพื่อชนะแรงต้านในการเปิดประตูแต่ในความเป็นจริงแล้วประตูจะอยู่ในสภาวะที่สมดุล เพราะมีบานพับทำหน้าที่เป็นจุดหมุน และเป็นตัวรับน้ำหนักของประตู ซึ่งหมายความว่าในการเปิดปิดประตูนั้นออกแรงเพียงเล็กน้อยก็สามารถเปิดหรือปิดประตูได้ โดยบานพับจะประกอบไปด้วยแบริ่งเป็นเหตุผลให้ประตูสามารถเปิดได้อย่างง่ายแม้ประตูจะมีน้ำหนักมาก แสดงให้เห็นว่าแรงที่ใช้ในการเปิดประตูจะพิจารณาที่แบริ่งโดยต้องหาทอร์กที่แบริ่งรับไว้ก่อนโดยหาได้จากสมการ (3.4) โดยใช้น้ำหนักของประตู 60 kg และค่าสัมประสิทธิ์ของ แบริ่งและเส้นผ่านศูนย์กลางแบริ่ง เท่ากับ 0.01 m และ 0.025 m ตามลำดับ จะได้ค่าทอร์กที่ แบริ่งเท่ากับ 0.15 N-m และใช้สมการที่ (3.6) โดยแทนค่าทอร์กที่ได้กับระยะ 0.9 m จะได้แรงที่ต้องใช้ในการเปิดประตูเท่ากับ 0.17 N และนำแรงนี้ไปพิจารณาที่ล้อจะได้ทอร์กจากการนำแรงที่ใช้ในการเปิดประตูมาคูณกับรัศมีล้อคือ 0.05 m จะได้ทอร์กที่มอเตอร์ต้องทำได้คือ 0.85 Ncm

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3.1.2 การหาความเร็วรอบการหมุนของล้อ

ในการเปิดประตู 1 ครั้งมีระยะการเคลื่อนที่เป็น 1.4137 m เมื่อนำระยะเวลาในการเปิดประตูมาคำนวณจะได้ความเร็วในการเปิดประตูเท่ากับ 0.28274 m/s จากนั้นเปลี่ยนให้เป็นความเร็วเชิงมุมตามสมการ (3.2) จะได้ค่าความเร็วเชิงมุม ( $\omega$ ) เท่ากับ 5.655 rad/s หรือ 54 rpm

### 3.3.1.3 ชนิดของมอเตอร์

1. DC Motor เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล โดยเมื่อจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์จะทำให้แกนของมอเตอร์หมุน จึงสามารถนำการหมุนของแกนมอเตอร์ไปใช้ในการขับเคลื่อนวัตถุให้เกิดการเคลื่อนที่ โดยปกติมอเตอร์ไฟตรงจะถูกสร้างขึ้นให้สามารถหมุนแกนด้วยความเร็วสูงมาก แต่แรงบิดที่ความเร็วรอบสูงมีน้อยมาก จนไม่สามารถนำไปขับเคลื่อนไหนไหวได้

2. Worm Gear Motor เป็นอุปกรณ์สำหรับการส่งกำลังที่มีการใช้ระบบทดกำลังเข้ามาประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อใช้ในการลดความเร็ว และเพิ่มแรงบิดเพื่อตอบสนองความต้องการของการทำงานของมอเตอร์

### 3.3.1.4 สรุปการเลือกมอเตอร์

หลังจากการคำนวณหาภาระโหลดของมอเตอร์ที่ต้องมีค่าทอร์ก 0.85 N-cm และหาความเร็วรอบการหมุนได้ 54 rpm ผู้จัดทำจึงทำการเลือกมอเตอร์ชนิด Worm Gear Motor เนื่องจากมอเตอร์ชนิดนี้มีความเร็วรอบที่ไม่สูงมากแต่ได้ค่าทอร์กที่สูงจึงเหมาะกับการทำงาน ซึ่งตามท้องตลาดพบว่ามีมอเตอร์ที่เหมาะสมกับการทำงานด้วยกันสองขนาดคือ 1. ความเร็วรอบ 280 rpm ทอร์ก 0.04 N-m และ 2. ความเร็วรอบ 200 rpm ทอร์ก 0.05 N-m แต่ด้วยรอบที่จำเป็นต้องใช้เพียง 54 rpm ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงเลือกมอเตอร์ขนาดความเร็วรอบ 200 rpm ทอร์ก 0.05 Nm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ **รูปที่ 3.4** แสดงภาพของมอเตอร์ที่นำมาใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### ตารางที่ 3.7 แสดงคุณลักษณะมอเตอร์

กำลัง (W)	18
ทอร์ค (N-cm)	5
ความเร็วรอบ (rpm)	200
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเพลลา (mm)	8
กระแสไฟ (A)	1.5

#### 3.3.2 ล้อ

อุปกรณ์การหมุนสำหรับการขับเคลื่อนประตูให้สามารถเปิดและปิดได้ โดยการหมุนจะเกิดจากการขับของมอเตอร์ โดยสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาคือประเภทของวัสดุที่ใช้เนื่องจากวัสดุที่ต่างกัน จะส่งผลให้ความเสียดทานต่างกันไปแล้ว และอีกหนึ่งสิ่งที่ต้องนำมาพิจารณาคือขนาดของล้อ เนื่องจากขนาดส่งต่างต้นจะส่งผลต่อความเร็วรอบและประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์

##### 3.3.2.1 ประเภทของล้อ

ล้อที่มีการใช้ในงานอุตสาหกรรมมีหลายประเภทเช่น ล้อยางธรรมชาติ ล้อเหล็กหล่อ ล้อไนรอนขาว ล้อโพลียูรีเทน (Polyurethane, PU) ซึ่งวัสดุแต่ละประเภทเหมาะกับการทำงานที่แตกต่างกันออกไป แต่ล้อที่เหมาะสมกับการทำปริญญานิพนธ์ครั้งนี้ประกอบด้วยล้อยางธรรมชาติ และล้อโพลียูรีเทน (Polyurethane, PU)

1. ล้อยาง เป็นล้อที่มีความนิ่ม ยืดหยุ่น ทำให้ไม่เกิดเสียงดังรบกวนเวลาเซ็น ไม่ทำให้พื้นเป็นรอย เหมาะกับการใช้งาน ที่มีการเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ แต่อาจพบปัญหาเนื้อยางร่วน ปรแตก และฉีกขาดหลังจากผ่านการใช้งาน ทั้งนี้เป็นเพราะ ในเนื้อยางมีส่วนผสมของแป้ง และ สารประกอบอื่น ๆ อยู่มาก

2. ล้อโพลียูรีเทน (Polyurethane, PU) การผสมของยูรีเทนและสารประกอบคุณสมบัติคือ ไม่ก่อให้เกิดเสียงรบกวน ไม่ทำให้พื้นเป็นรอย รวมทั้งยังสะอาด ไม่ยุบตัว และล้อยูรีเทนเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรง ทนทานไม่ฉีกขาด

##### 3.3.2.2 ขนาดของล้อ

เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อที่นำมาใช้จะส่งผลต่อการเลือกมอเตอร์ เนื่องจากถ้าล้อมีขนาดไม่เหมาะสมกับประเภทงานที่ใช้จะทำให้อาจมีการใช้มอเตอร์ที่ไม่เหมาะสมกับงาน โดยถ้าเลือกล้อขนาด 3 นิ้ว จะทำให้ได้ว่าล้อต้องมีความเร็วรอบ 72 rpm และถ้าใช้ล้อขนาด 4 นิ้ว จะได้ว่าล้อต้องมีความเร็วรอบ 54 rpm แต่เนื่องด้วยความเร็วรอบแปรผกผันกับทอร์ค ดังนั้นผู้จัดจึงต้องพิจารณาในส่วนนี้เพื่อเป็นการตัดสินใจเลือกขนาดล้อที่เหมาะสมมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใช้ได้ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3.2.3 สรุปการเลือกสื่อ

จากความสัมพันธ์จาก รูปที่ 3.3 จะพบว่าความเร็วรอบแปรผกผันกับทอร์คหรือห  
 มายความว่าจำนวนรอบที่น้อยจะทำให้ทอร์คเพิ่มขึ้น ดังนั้นผู้จัดทำจึงเลือกสื่อโพลียูรีเทน  
 (Polyurethane, PU) ขนาด 4 นิ้ว

### 3.3.3 อุปกรณ์ควบคุม (Microcontroller)

อุปกรณ์ควบคุม(Microcontroller) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับอ่านค่าและควบคุมการ  
 ทำงานของอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์ควบคุมที่เหมาะสมกับชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อนประตูปานสวิงแบบ  
 อัตโนมัติ

#### 3.3.3.1 บอร์ดสมองกล

บอร์ดสมองกล คือ บอร์ดที่เชื่อมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้าด้วยกัน เช่น  
 อุปกรณ์ขับเคลื่อน อุปกรณ์ตรวจจับ โดยบอร์ดสมองกลจะเป็นบอร์ดที่เก็บคำสั่งของระบบและจะเป็น  
 บอร์ดสั่งงานให้อุปกรณ์ชนิดอื่นที่ต่อกับบอร์ดอยู่ให้ทำงาน โดยในที่นี่คณะผู้จัดทำได้ใช้ บอร์ดสมองกล  
 Arduino Uno R3



รูปที่ 3.5 แสดงภาพของ Arduino Uno R3

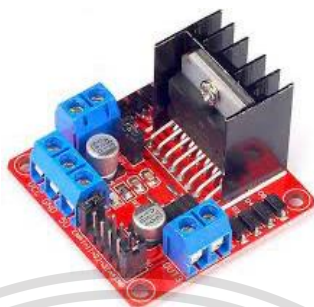
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3.3.2 อุปกรณ์ขับเคลื่อน

บอร์ดสั่งงานมอเตอร์ โดยจะต่อกับมอเตอร์และบอร์ดสมองกลเพื่อให้บอร์ดสมองกลสามารถควบคุมการทำงานของมอเตอร์ได้ โดยคณะผู้จัดทำเลือกใช้ Arduino L298N เนื่องจากสามารถต่อกับบอร์ด Arduino Uno R3 ได้ และสามารถจ่ายไฟได้เพียงพอกับไฟที่มอเตอร์ต้องการ



รูปที่ 3.6 แสดงภาพของ L298N

### 3.3.4 อุปกรณ์ตรวจจับ (Detect Devices)

การตรวจจับการเคลื่อนไหวของประตูปานสวิงแบบอัตโนมัติต้องอาศัยการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) โดยอุปกรณ์ตรวจจับมีหลากหลายรูปแบบซึ่งที่เหมาะสมกับประตูปานสวิงแบบอัตโนมัตินั้นจะเป็น อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหว (Motion Sensor) โดยจะแบ่งออกเป็น 3 ชนิดได้แก่ Passive Infrared Sensors (PIR), Ultrasonic และ Microwave โดยส่วนสำคัญในการเลือกอุปกรณ์ตรวจจับจะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีความแม่นยำ และ รองรับกับอุปกรณ์ควบคุม เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจจับนั้นเป็นส่วนสำคัญในการทำงานของประตูปานสวิงแบบอัตโนมัติ เนื่องจากอุปกรณ์ตรวจจับจะเป็นตัวแปลงการตรวจจับการเคลื่อนไหวไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อกำหนดการเปิด - ปิดของประตูปานสวิงแบบอัตโนมัติ และควบคุมตำแหน่งของประตูเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงาน

#### 3.3.4.1 เซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic sensor)

เซนเซอร์อัลตราโซนิก จะใช้เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้สำหรับตรวจจับคนที่เดินเข้าและออกประตู โดยอาศัยหลักการสะท้อนของคลื่นความถี่เสียง และคำนวณหาค่าระยะทางได้จากการเดินทางของคลื่นและนำมาเทียบกับเวลา ด้วยกลไกดังกล่าวทำให้เราสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างมากมาย เช่น งานวัดระดับน้ำ งานตรวจจับชิ้นงาน งานตรวจจับความหนาของวัตถุ ด้วยเหตุผลเหล่านี้ ทำให้เราตัดสินใจเลือกใช้ อุปกรณ์ตรวจจับการเคลื่อนไหวแบบอัลตราโซนิก เพราะมีความเหมาะสมมากกว่าแบบอื่นโดยจะใช้เป็นรุ่น HC-SR04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.7 แสดงภาพของ Ultrasonic Sensor รุ่น HC-SR04

#### 3.3.4.2 เซนเซอร์อินฟราเรด (Infrared sensor)

เซนเซอร์อินฟราเรด จะใช้เป็นอุปกรณ์สำหรับบ่งบอกตำแหน่งที่ประตูต้องหยุด หรือก็คือ ตำแหน่งที่ประตูปิดและที่ตำแหน่งประตูเปิดสูงสุด โดยจะอาศัยหลักการทำงานคือยิงแสงอินฟราเรดออกไปเมื่อกระทบกับวัตถุใด ๆ วัตถุนั้นจะสะท้อนกลับไปที่ไต้ไดโอด หากมีการสะท้อนมาก ความเข้มของแสงจะมากจะตีความว่าเจอเส้นสีขาว กลับกันก็คือเส้นสีดำ (วัตถุสีดำสะท้อนแสงได้น้อย เราจึงเห็นเป็นสีดำ) รุ่นที่ใช้จะใช้เป็นรุ่น TCRT5000



รูปที่ 3.8 แสดงภาพของ Infrared Sensor รุ่น TCRT5000

#### 3.3.5 อุปกรณ์ป้องกัน (Safety Devices)

ในการออกแบบอุปกรณ์ความปลอดภัยของการใช้งานต้องมาเป็นอันดับแรกโดยการป้องกันที่คณะผู้จัดทำได้ออกแบบไว้ โดยการมีอุปกรณ์ป้องกันแยกออกจากชุดอุปกรณ์และมีการเตือนให้คนที่เดินเข้า-ออกระวังด้วยเสียงเตือนและแสงและสั่งให้ประตูหยุดเมื่ออยู่ในเงื่อนไขที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้และจะทำงานต่อได้เมื่อตรวจสอบแล้วว่าไม่มีคนอยู่ในระยะการทำงานของประตู

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาก่อนนี้ เมื่ออนุญาตเห็นาเบเซบระโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3.5.1 Time-of-Flight Range Sensor หรือ VL53L0X

VL53L0X จะใช้เทคโนโลยีที่ใช้การวัดระยะระหว่างเซนเซอร์กับวัตถุ ด้วยการนับเวลาการเดินทางของอนุภาคคลื่นแสงที่ถูกยิงออกไป ตั้งแต่ส่งออกจากภาคส่ง (Emitter) และสะท้อนจากวัตถุกลับมาถึงภาครับ (Receiver) เมื่อคำนวณแล้วจะทำให้ทราบระยะห่างระหว่างเซนเซอร์และวัตถุ และมีความแม่นยำสูงจึงนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อป้องกันประตูไม่ให้ชนคน โดยตัวเซนเซอร์เมื่อตรวจสอบคนได้ในระยะจะส่งข้อมูลไปยังบอร์ดและบอร์ดจะสั่งให้มอเตอร์หยุดแล้วมอเตอร์จะหมุนได้อีกเมื่อคนออกนอกระยะเวลาการตรวจจับของเซนเซอร์



รูปที่ 3.9 แสดงภาพของ VL53L0X

### 3.3.5.2 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor)

เนื่องจากตัว VL53L0X จะยิงอนุภาคคลื่นแสงออกไปเป็นเส้นตรงแต่เป็นลำแสงขนาดเล็กจึงอาจจะไม่ครอบคลุมทั้งบริเวณประตู จึงใช้เซอร์โวมอเตอร์เพื่อสายตัว VL53L0X ให้เป็นพื้นที่การตรวจจับสำหรับการป้องกันไม่ให้ประตูชนคน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้รูปที่ 3.10 แสดงภาพของ SG90 Servo Motor เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.3.5.3 มอดูลเสียง (Buzzer Module)

มอดูลเสียง (Buzzer Module) จะเป็นอุปกรณ์ที่ให้กำเนิดเสียงที่เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียง จึงใช้เป็นอุปกรณ์เพื่อส่งเสียงเตือนให้แก่ผู้คนที่เข้ามาใช้งานประตูในกรณีที่มีคนเข้ามาพร้อมกันทั้งสองทางซึ่งมีความเสี่ยงที่ประตูจะชนคนมากที่สุด เสียงจะช่วยเตือนให้คนระวังตัวมากขึ้น



รูปที่ 3.11 แสดงภาพของ Buzzer Module

ตารางที่ 3. 8 แสดงรายการและราคาสินค้า

อุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน (ชิ้น)	ราคาต่อหน่วย (บาท)	ราคารวม (บาท)
มอเตอร์	18 W 200 rpm	1	750	750
ล้อ	วัสดุ PU ขนาด 4 นิ้ว	1	133	133
เพลลา	ขนาด 8 มิลลิเมตร	1	50	50
คัปปลิ่ง	ขนาดรูเพลลา 8 × 8 มิลลิเมตร	1	40	40
ซัพพอร์ตเพลลา	ขนาดรูเพลลา 8 มิลลิเมตร	2	150	300
สกรูและน็อต	M5	4	7	36
อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์	HC-SR04	2	32	64
อินฟราเรดเซ็นเซอร์	TCRT5000	1	15	15
เซอร์โวมอเตอร์	SG-90	1	38	38
มอดูลเสียง	MH-FMD	1	15	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับองค์กรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้วยการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ตารางที่ 3.8 แสดงรายการและราคาสินค้า (ต่อ)

เซนเซอร์วัดระยะทาง	VL53L0X	1	170	170
บอร์ดควบคุมมอเตอร์	L298N	1	110	110
บอร์ดสมองกล	Arduino Uno R3	1	190	190
บอร์ดวงจรอิเล็กทรอนิกส์	Protoboard/Breadboard	1	65	65
หลอดไฟ	LED 5 mm	1	1	4
ราคารวมสินค้า				1,980.-

### 3.4 ขั้นตอนการประกอบอุปกรณ์

การอธิบายถึงขั้นตอนของปัญหาที่พบและการแก้ไขปัญหา เพื่อทำอุปกรณ์ที่เลือกมาให้มีคุณลักษณะที่เหมาะสมกับการทำงาน ขั้นตอนการต่ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของระบบต่างๆเพื่อนำมารวมให้ได้เป็นอุปกรณ์ที่มีลักษณะตามที่ต้องการ และการออกแบบกล่องเพื่อนำอุปกรณ์ทั้งหมดไว้ด้วยกัน รวมถึงการติดตั้งอุปกรณ์แต่ละตัวไว้ยังตำแหน่งในกล่อง

#### 3.4.1 การแก้ไขข้อ

##### 3.4.1.1 การเจาะและเอาแบร์ริงออก

เนื่องจากล้อที่มีอยู่นั้นมีแบร์ริงอยู่ในส่งผลให้ล้อกับเพลลาไม่สามารถเคลื่อนที่ไปพร้อมกันได้ ดังนั้นผู้จัดทำจึงมีความจำเป็นต้องนำแบร์ริงออก หลังจากนำแบร์ริงออกแล้ว พบว่ารูของล้อนั้นมีขนาดใหญ่เกินไปและวัสดุไม่เหมาะสมกับการสวมอัด ผู้จัดทำจึงต้องมีการเจาะรูที่ล้อเพื่อใส่อุปกรณ์ยึด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

รูปที่ 3.12 แสดงภาพถ่ายของล้อหลังผ่านการนำแบร์ริงออกและเจาะรู

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

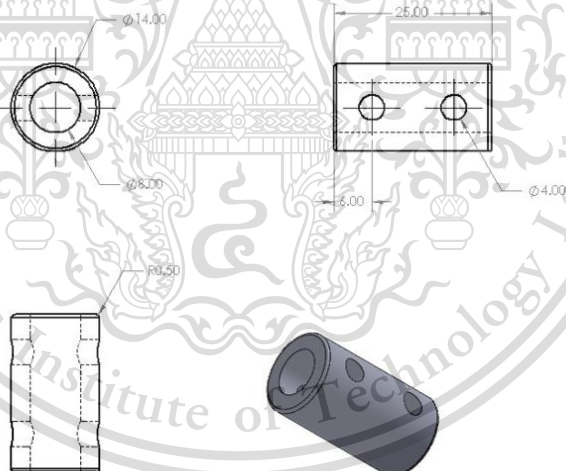
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4.1.2 การประกอบอุปกรณ์ยึดเข้ากับล้อ

จากนั้นใช้ซัพพอร์ตเพลายึดติดกับเพลลา และใช้น็อตยึดระหว่างซัพพอร์ตเพลลาทั้งสองอันซึ่งมีล้อที่เจาะอยู่ระหว่างซัพพอร์ตเพลลาทั้งสองฝั่ง ส่งผลให้ไม่จำเป็นต้องใช้วิธีการสวมอัด ดังแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงภาพถ่ายของล้อเมื่อติดกับอุปกรณ์ยึด

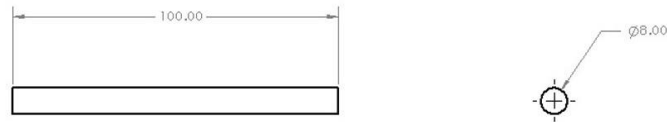


รูปที่ 3.14 แสดงภาพถ่ายและขนาดของคัปปลิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.15 แสดงภาพฉายและขนาดของเพลา



รูปที่ 3.16 แสดงภาพฉายและขนาดของซัพพอร์ตเพลา

#### 3.4.1.3 การยึดเพลาเข้ากับมอเตอร์

เมื่อประกอบส่วนของล้อและอุปกรณ์ยึดแล้ว หลังจากนั้นทำการยึดระหว่างมอเตอร์กับเพลาโดยใช้คัปปลิ่ง (Coupling) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 8 มิลลิเมตร ทั้งสองด้าน จากนั้นทดสอบชุดอุปกรณ์เข้ากับแหล่งจ่ายไฟ พบว่าล้อและเพลาหมุนไปพร้อมกับล้อได้โดยไม่มีปัญหาใด ๆ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

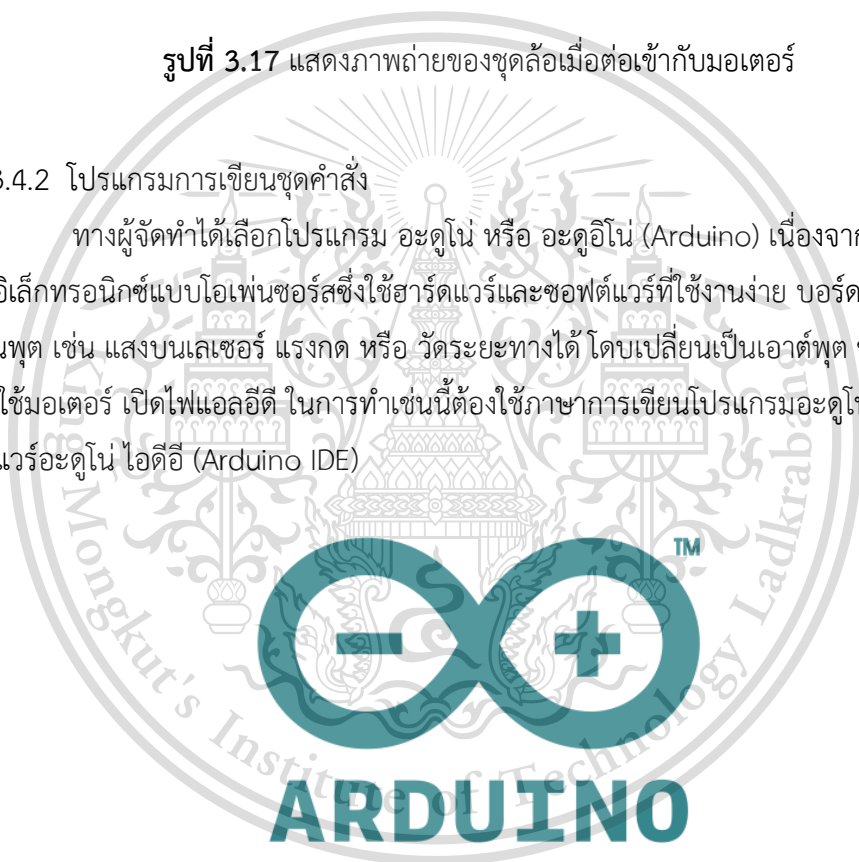
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.17 แสดงภาพถ่ายของชุดล้อย่อมื่อต่อเข้ากับมอเตอร์

### 3.4.2 โปรแกรมการเขียนชุดคำสั่ง

ทางผู้จัดทำได้เลือกโปรแกรม อะดูโน้ หรือ อะดูอินโน่ (Arduino) เนื่องจากเป็นแพลตฟอร์มอิเล็กทรอนิกส์แบบโอเพ่นซอร์สซึ่งใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้งานง่าย บอร์ดอะดูโน้สามารถอ่านอินพุต เช่น แสงบนเลเซอร์ แรงกด หรือ วัตรระยะทางได้ โดยเปลี่ยนเป็นเอาต์พุต ชุดคำสั่ง เช่น ให้เปิดใช้มอเตอร์ เปิดไฟแอลอีดี ในการทำเช่นนี้ต้องใช้ภาษาการเขียนโปรแกรมอะดูโน้และซอฟต์แวร์อะดูโน้ ไอดีอี (Arduino IDE)



รูปที่ 3.18 ภาพแสดงสัญลักษณ์ของอะดูโน้

#### 3.4.2.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

บอร์ดอะดูโน้ ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น

ศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ด หรือโปรแกรมต่อได้อีก  
 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น มิฉะนั้นผู้ใดเห็นใบนี้ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ด้วยความง่ายของบอร์ดอะดูโน้ ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจร  
 ไม่ว่าจะกรณีใดตราบเท่าที่ปลอดภัยและไม่ก่อให้เกิดอันตราย และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้  
 อิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ดได้เลย

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ข้อดี

1. ราคาไม่แพง
2. เป็นโอเพ่นซอร์สและฮาร์ดแวร์ที่เผยแพร่ได้
3. มีบอร์ดให้เลือกหลากหลายตามความเหมาะสมการใช้งาน

### 3.4.2.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

โปรแกรมภาษาของอาร์ดูอิโน้ใช้ภาษา C/C++ เป็นรูปแบบของโปรแกรมภาษาซีประยุกต์ ที่มี โครงสร้างของตัวภาษาใกล้เคียงกับภาษาซีมาตรฐาน (ANSI-C) มีการปรับปรุงรูปแบบการเขียนโปรแกรม และให้ผู้เขียนโปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกมากกว่า

ภาษาซีของอาร์ดูอิโน้จัดแบ่งรูปแบบโครงสร้างของการเขียนโปรแกรมออกเป็น ส่วนย่อยหลายส่วน โดยเรียกแต่ละส่วนว่าฟังก์ชัน และเมื่อนำฟังก์ชันมารวมเข้าด้วยกันก็จะเรียกว่า โปรแกรมโดยโครงสร้างการ เขียนโปรแกรมของอาร์ดูอิโน้ นั้น ทุกๆโปรแกรมจะต้องประกอบไปด้วย ฟังก์ชันจำนวนเท่าใดก็ได้ แต่อย่าง น้อยที่สุดต้องมีฟังก์ชัน จำนวน 2 ฟังก์ชัน คือ setup() และ loop() โครงสร้างพื้นฐานของภาษาซีที่ใช้กับอาร์ดูอิโน้ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ setup และ loop

1. header คือส่วนที่นำเข้าไปในไลบรารี ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมและประกาศตัวแปรที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม
2. setup คือส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดทุกโปรแกรม ใช้เป็นตัวกำหนดขอบเขตของฟังก์ชัน ใช้สำหรับบรรจุคำสั่งในส่วนที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเพียงรอบเดียวช่วงเริ่มต้นทำงานของโปรแกรมครั้งแรก ได้แก่ คำสั่งเดียวกับการตั้งค่าการทำงาน เช่น การกำหนดหน้าที่การใช้งานของช่องทาง และการกำหนดค่าอัตราบอด (baud rate) สำหรับใช้งานช่องทางสื่อสารอนุกรม เป็นต้น
3. loop คือส่วนฟังก์ชันบังคับที่ต้องกำหนดทุกโปรแกรมเช่นเดียวกับฟังก์ชัน setup() ฟังก์ชันloop()ใช้บรรจุคำสั่งที่ต้องการให้โปรแกรมทำงานเป็นวงรอบซ้ำกันไปไม่รู้จบ

ข้อดี

1. ง่ายต่อการพัฒนามีรูปแบบคำสั่งไม่ซับซ้อนเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น
2. มีชุมชนที่มีกลุ่มคนที่พัฒนาที่แข็งแรง
3. สามารถทำงานกับระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย บอร์ดอื่นส่วนมากทำได้แค่ Window OS
4. เป็นโอเพ่นซอร์สและซอฟต์แวร์ที่เผยแพร่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

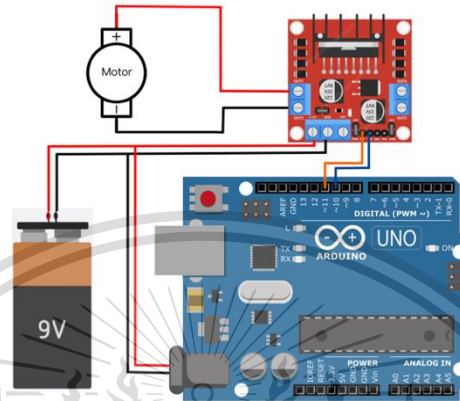
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4.3 การต่อแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์

#### 3.4.3.1 การต่อชุดอุปกรณ์ขับเคลื่อน

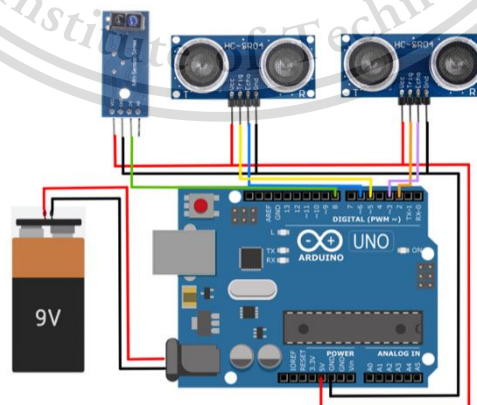
การต่อมอเตอร์เข้ากับอุปกรณ์ไครฟ์เพื่อให้สามารถควบคุมและทิศทางการหมุนของมอเตอร์ได้ และต่อกับบอร์ดสมองกล



รูปที่ 3.19 แสดงการต่อวงจรระหว่างอุปกรณ์ขับเคลื่อนกับอุปกรณ์ควบคุม

#### 3.4.3.2 การต่ออุปกรณ์ตรวจจับ

การต่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกจำนวน 2 ตัว และเซนเซอร์อินฟราเรดจำนวน 1 ตัว เข้ากับบอร์ดสมองกล โดยเซนเซอร์อัลตราโซนิกจะเป็นเซนเซอร์ที่ตรวจวัตถุ ในส่วนของเซนเซอร์อินฟราเรดจะเป็นเซนเซอร์ที่ตรวจจับตำแหน่งของประตู เพื่อให้สามารถหยุดได้ในตำแหน่งที่ทำสัญลักษณ์ไว้



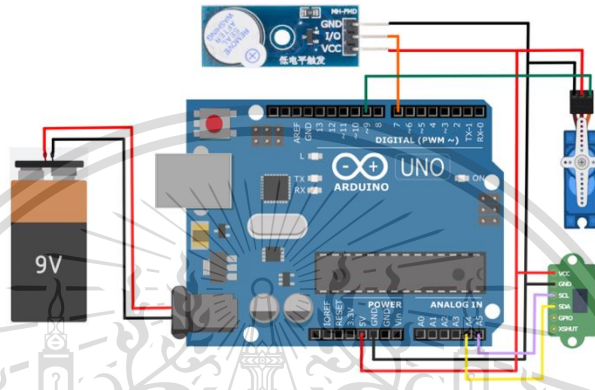
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
รูปที่ 3.20 แสดงการต่อชุดอุปกรณ์ตรวจจับเข้ากับบอร์ดสมองกล  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4.3.3 การต่ออุปกรณ์ป้องกัน

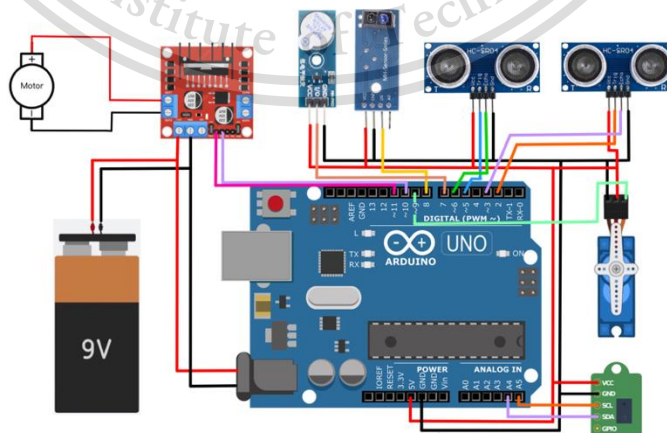
ต่อเซนเซอร์เลเซอร์ เซอร์โวมอเตอร์และบัสเซอร์ เข้ากับบอร์ดสมองกล โดย ทำการติดเซนเซอร์เลเซอร์เข้ากับเซอร์โวมอเตอร์ โดยเซนเซอร์เลเซอร์มีหน้าที่ตรวจจับวัตถุที่เข้ามาในระยะ แต่เนื่องจากเซนเซอร์เลเซอร์มีข้อจำกัดในเรื่องของระยะในการตรวจจับ ดังนั้นผู้จัดทำจึงทำการต่อกับเซอร์โวมอเตอร์เพื่อลดข้อจำกัดให้น้อยลง ส่วนบัสเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่ส่งเสียงตามคำสั่งรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.21 แสดงการต่อชุดอุปกรณ์ป้องกันเข้ากับบอร์ดสมองกล

### 3.4.3.4 การต่ออุปกรณ์ทั้งหมด

การออกแบบอุปกรณ์ขับเคลื่อน อุปกรณ์ตรวจจับและอุปกรณ์ป้องกันเข้าด้วยกัน หลังจากนั้นทำการต่ออุปกรณ์ทั้ง 3 ระบบเข้ากับบอร์ดสมองกล เพื่อให้ทุกอุปกรณ์สามารถทำงานร่วมกันได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.22 แสดงการต่อชุดอุปกรณ์ทั้งหมดเข้าด้วยกัน

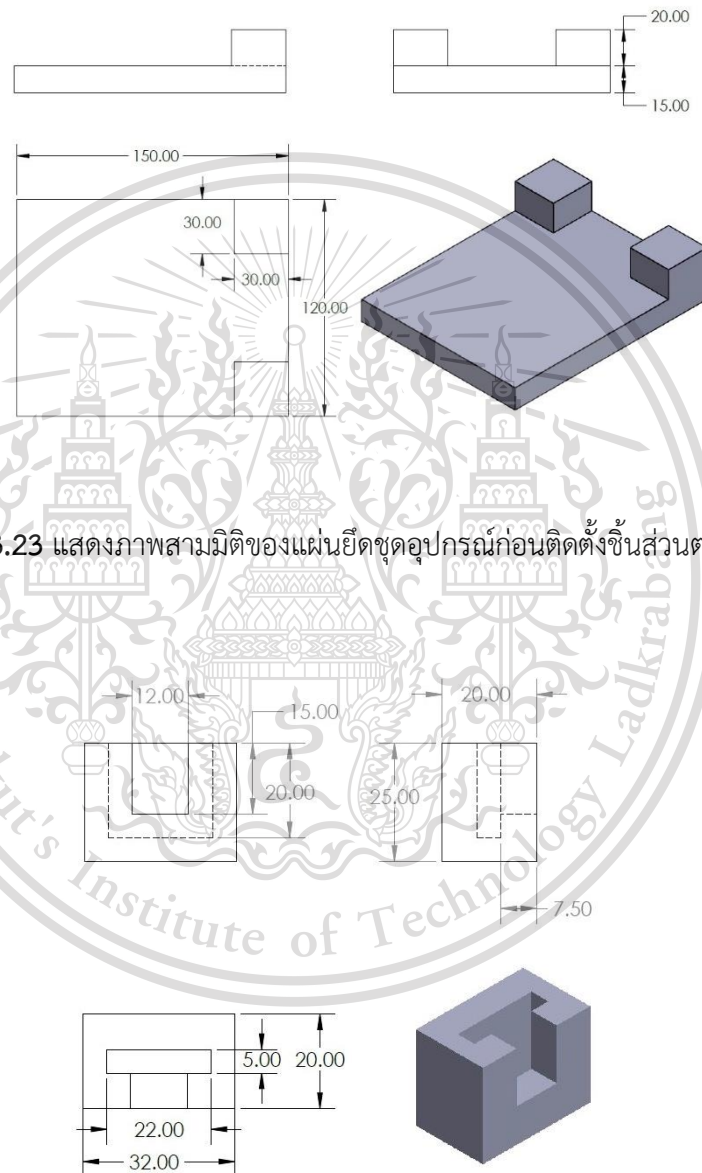
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.4.4 การออกแบบและการจัดวางชุดอุปกรณ์

#### 3.4.4.1 การออกแบบแผ่นยึดชุดอุปกรณ์เข้ากับประตู

การออกแบบแผ่นยึดชุดอุปกรณ์เข้ากับประตู เป็นการติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ ที่ทำหน้าที่ยึดและรับน้ำหนักของกล่องใส่ชุดอุปกรณ์ รวมไปถึงชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ยึดสปริง เพื่อกดให้ชุดอุปกรณ์ขนานและล๊อตติดกับพื้น



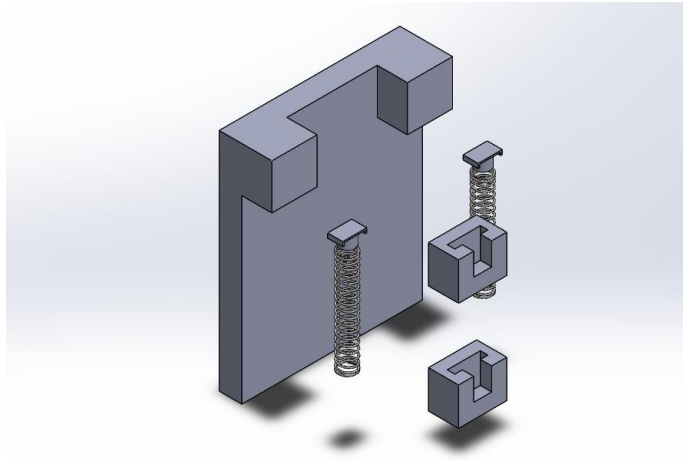
รูปที่ 3.23 แสดงภาพสามมิติของแผ่นยึดชุดอุปกรณ์ก่อนติดตั้งชิ้นส่วนต่างๆ

#### รูปที่ 3.24 แสดงภาพสามมิติของชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่รับน้ำหนักของกล่องใส่ชุดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.25 แสดงภาพสามมิติของแผ่นยึดชุดอุปกรณ์ก่อนติดตั้งเข้ากับชิ้นส่วนต่าง ๆ



รูปที่ 3.26 แสดงภาพฉายของแผ่นยึดชุดอุปกรณ์ที่ติดตั้งชิ้นส่วนต่าง ๆ แล้ว

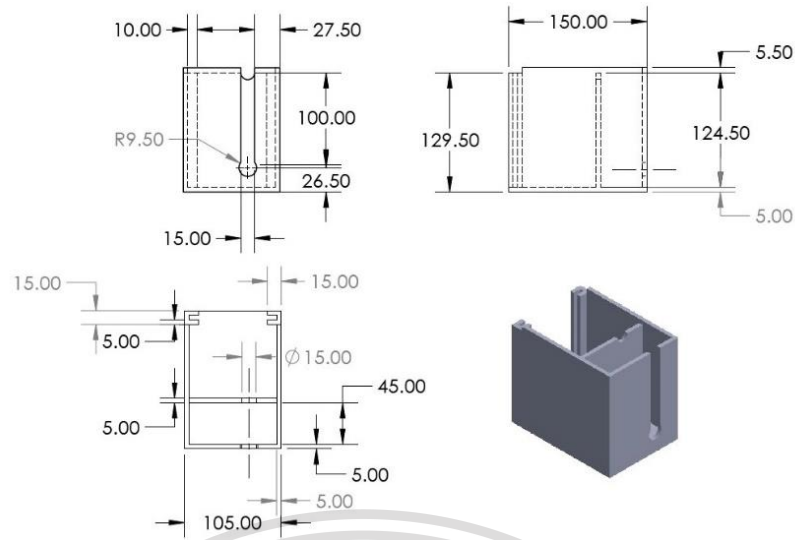
#### 3.4.4.2 การออกแบบการกล่องใส่ชุดอุปกรณ์

ทำการออกแบบกล่องอุปกรณ์ เพื่อยึดอุปกรณ์ทั้งหมดไม่ว่าจะเป็นมอเตอร์, บอร์ด Arduino Uno R3, บอร์ดควบคุมการทำงานมอเตอร์ (Arduino L298N) ไว้ด้วยกันให้เป็นระเบียบและง่ายต่อการติดตั้งและทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

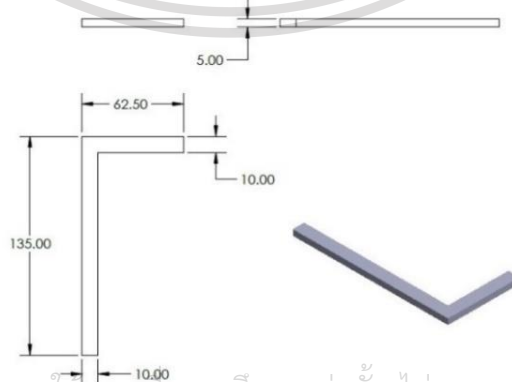
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.27 แสดงภาพฉายและขนาดของกล่องใส่ชุดอุปกรณ์ทั้งหมด



รูปที่ 3.28 แสดงภาพฉายและขนาดของชิ้นส่วนด้านบนกล่องใส่ชุดอุปกรณ์



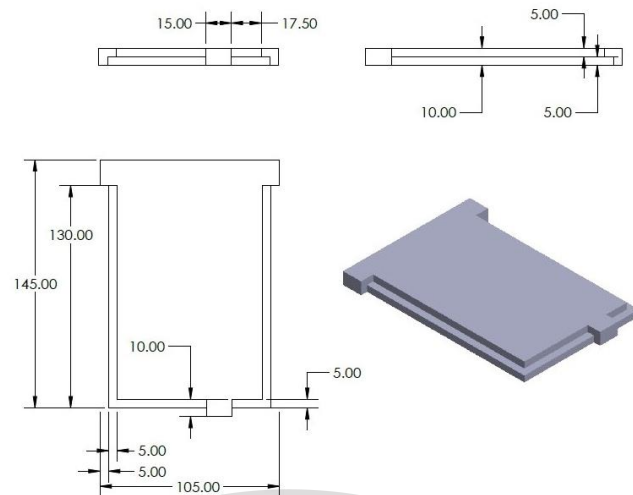
รูปที่ 3.29 แสดงภาพฉายและขนาดของชิ้นส่วนด้านบนกล่องใส่ชุดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.30 แสดงภาพถ่ายและขนาดของแผ่นปิดกล่องใส่ชุดอุปกรณ์ด้านบน

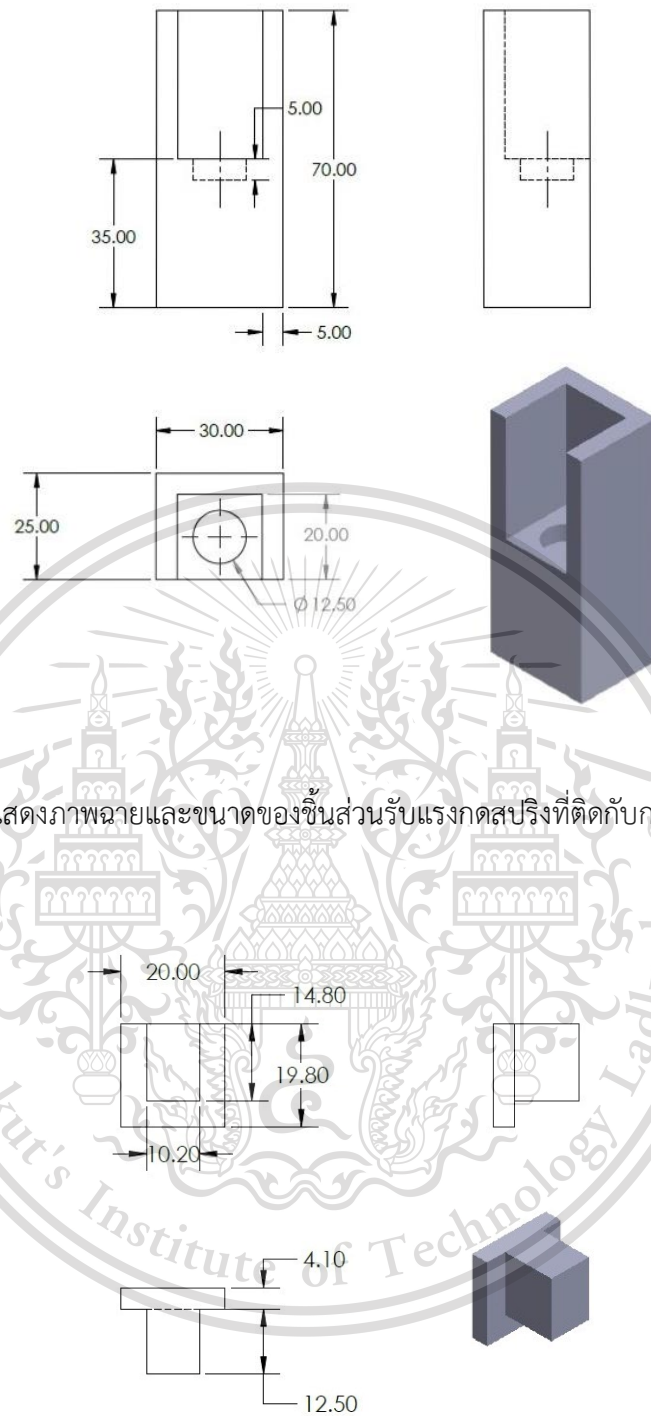


รูปที่ 3.31 แสดงภาพถ่ายและขนาดของแผ่นปิดกล่องใส่ชุดอุปกรณ์ด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



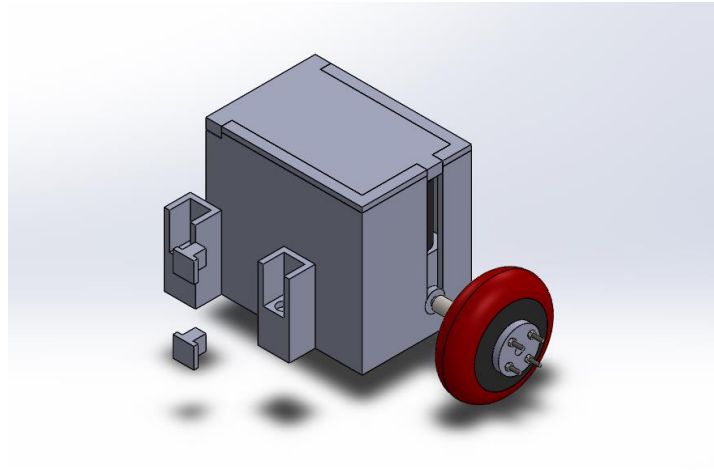
รูปที่ 3.32 แสดงภาพฉายและขนาดของชิ้นส่วนรับแรงกดสปริงที่ติดกับกล่องใส่ชุดอุปกรณ์

รูปที่ 3.33 แสดงภาพฉายและขนาดของชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ยึดกับแผ่นยึดชุดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.34 แสดงภาพสามมิติของชุดอุปกรณ์ก่อนติดตั้งชิ้นส่วนที่ทำหน้าที่ยึดกับแผ่นยึดชุดอุปกรณ์

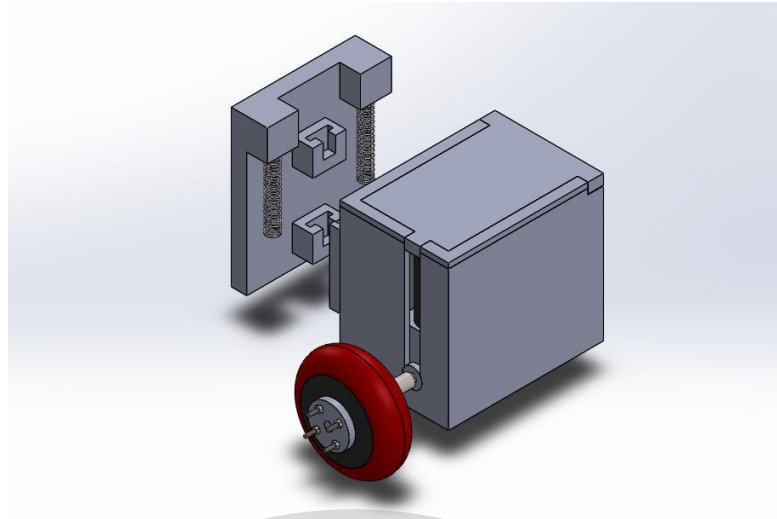


รูปที่ 3.35 แสดงภาพสามมิติของกล่องใส่อุปกรณ์หลังจากติดตั้งชิ้นส่วนต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.36 แสดงภาพสามมิติของกล่องใส่ชุดอุปกรณ์ก่อนติดตั้งเข้ากับแผ่นยึดชุดอุปกรณ์



รูปที่ 3.37 แสดงภาพสามมิติของกล่องใส่ชุดอุปกรณ์เมื่อติดตั้งเข้ากับแผ่นยึดชุดอุปกรณ์

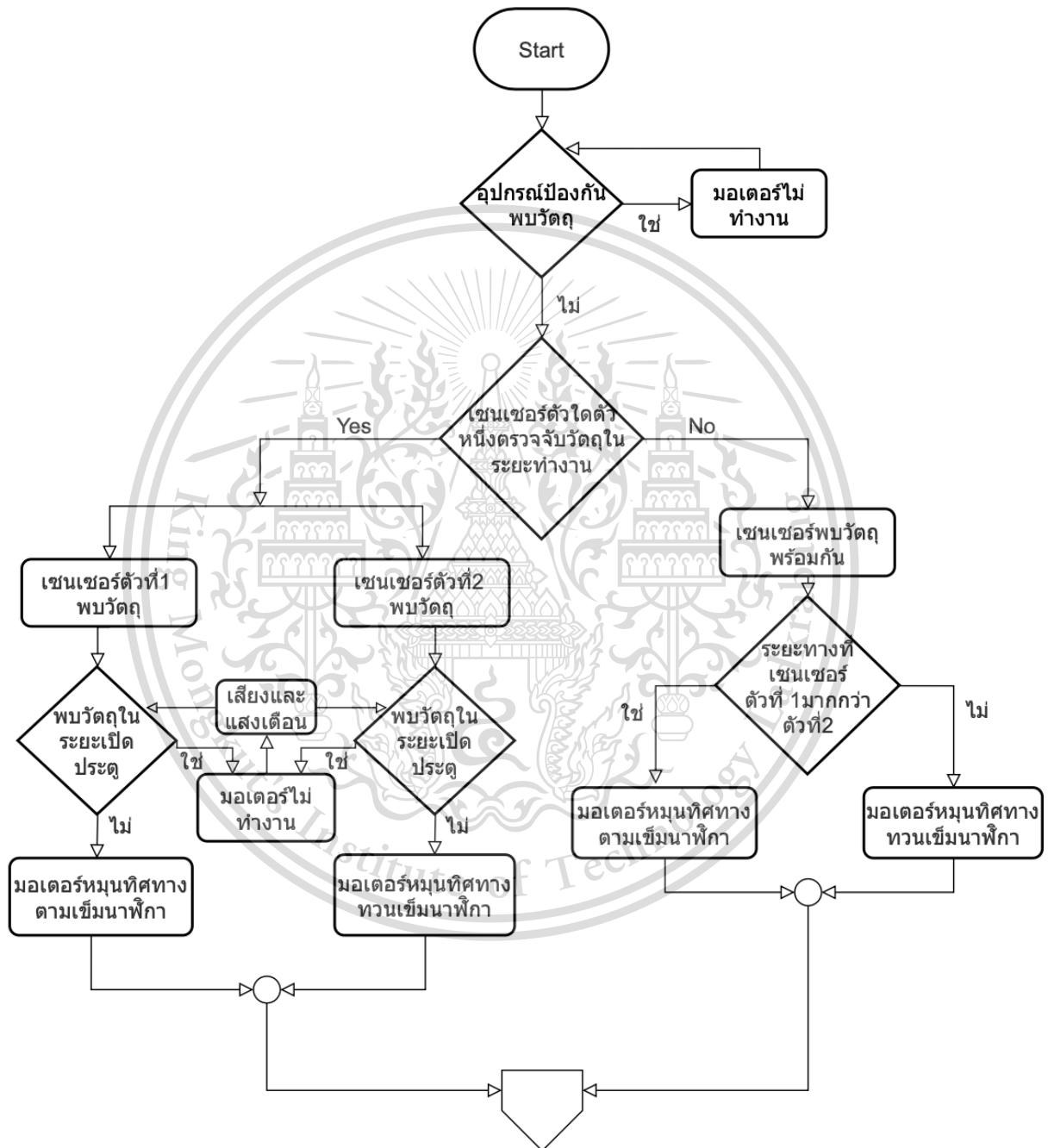
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.5 หลักการทำงาน

3.5.1 แผนผังการทำงาน (Flowchart Diagram) และ บล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) ของอุปกรณ์

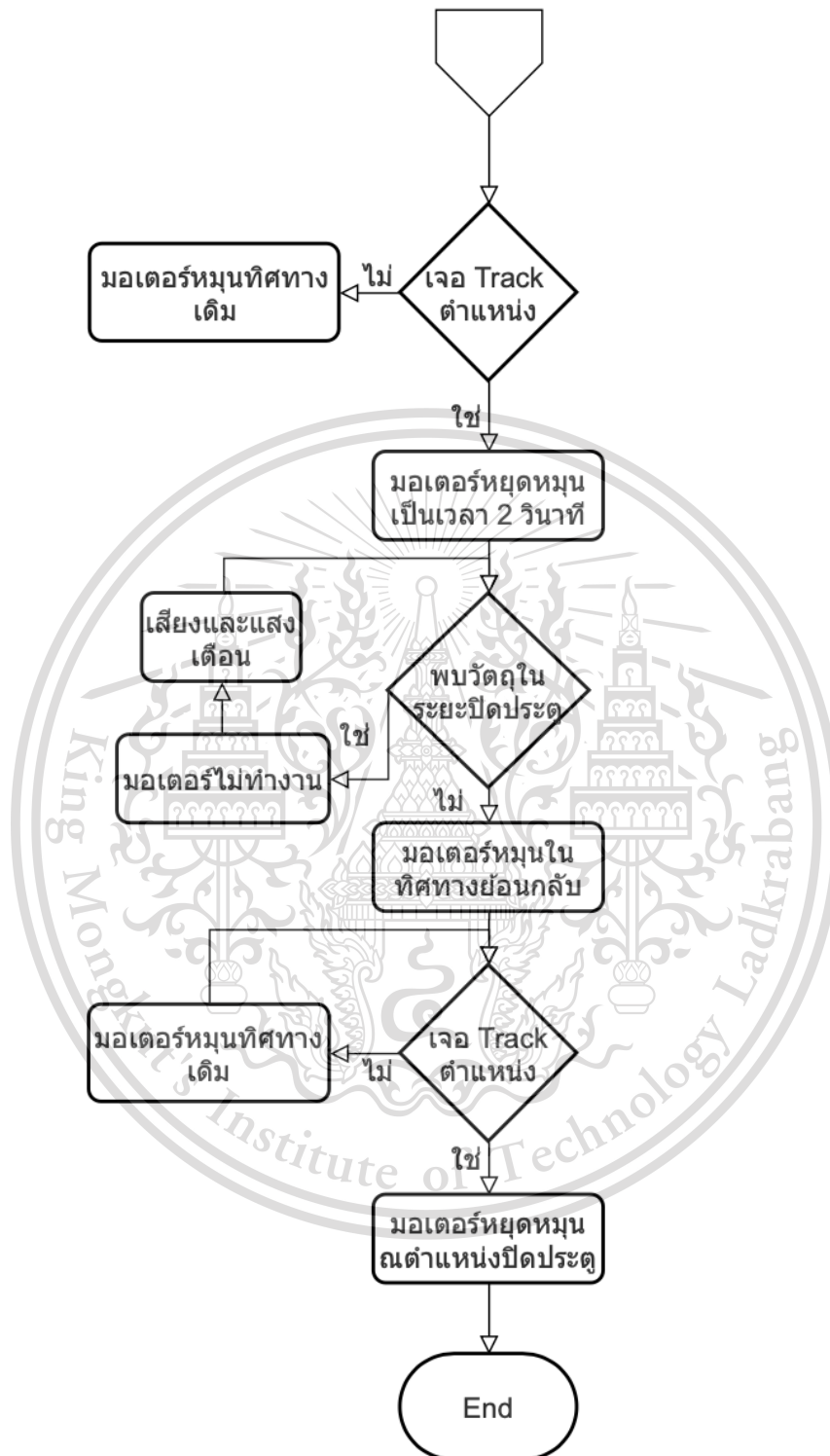


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับจุดประสงค์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

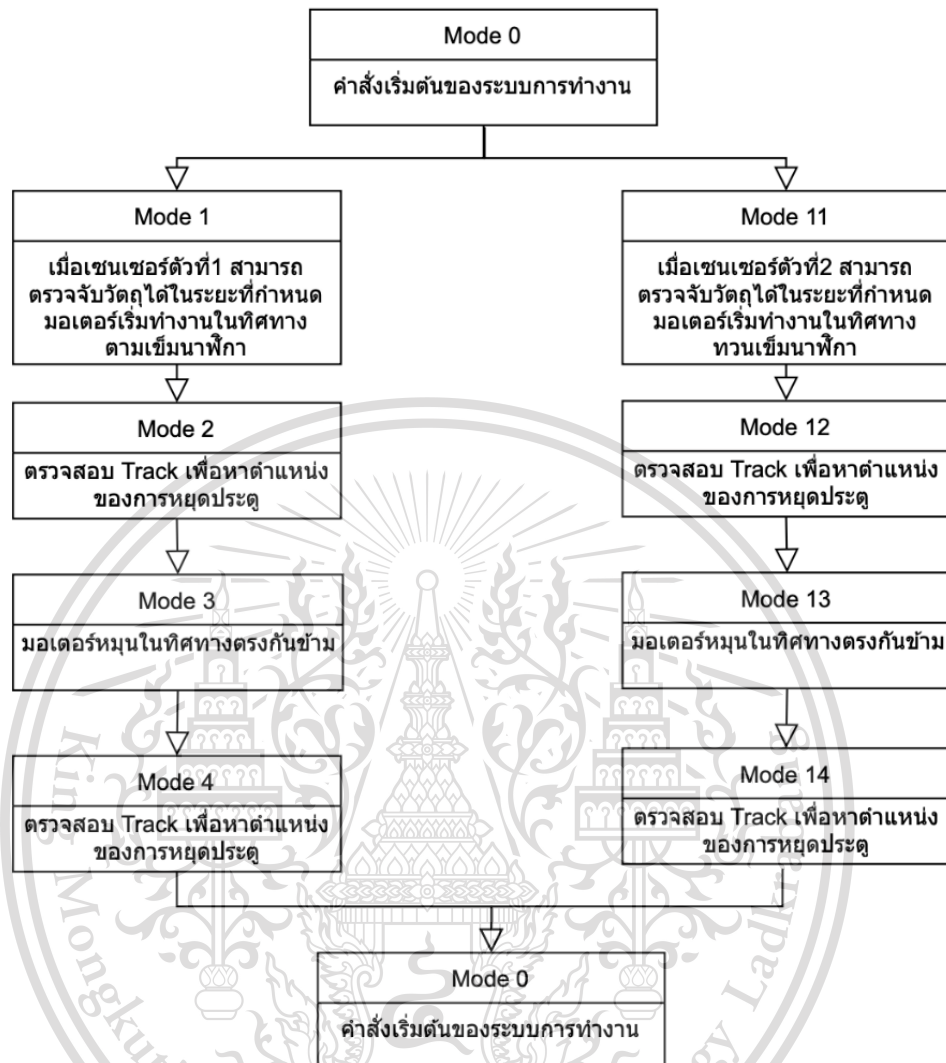
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปที่ 3.39 แสดงแผนผังการทำงานของอุปกรณ์(ต่อ)  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 3.40 แสดงบล็อกไดอะแกรมของอุปกรณ์

### 3.5.2 หลักการทำงานของระบบป้องกัน

ในการทำงานทุกครั้งระบบป้องกันจะเป็นระบบที่ทำงานตลอดเวลา โดยจะตรวจวัตถุในระยะของระบบป้องกัน และเมื่อไม่พบวัตถุใด ๆ ในระยะทำงาน ระบบอื่นจึงจะสามารถทำงานได้ แต่เมื่อพบวัตถุในระยะทำงาน ทุกระบบจะหยุดทำงานทันทีและจะไม่ทำงานจนกว่าวัตถุจะออกจากระยะการทำงานของระบบป้องกัน แต่เมื่อวัตถุออกจากระยะการทำงานของระบบป้องกันแล้ว ระบบอื่นจะทำงานต่อไปทันที

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3.5.3 หลักการทำงานของระบบตรวจจับและระบบขับเคลื่อน

เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุได้ในระยะทำงาน เซนเซอร์จะส่งคำสั่งไปยังมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์ทำงาน โดยทิศทางการหมุนจะขึ้นอยู่กับว่าเซนเซอร์ตัวใดสามารถจับวัตถุได้ โดยเมื่อประตูกำลังหรือในขณะที่มอเตอร์กำลังทำงาน มอเตอร์จะหมุนต่อไปจนกว่า เซนเซอร์อินฟราเรดจะพบกับสัญลักษณ์ที่ทำเอาไว้ เพื่อเป็นการกำหนดหนึ่งของประตู



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 4

### การทดสอบ

เนื่องจากทางผู้จัดทำไม่สามารถจัดหาประตูบานสวิงแบบเปิดได้ทั้งสองทิศทาง เพื่อนำมาใช้ในการทดสอบระบบการทำงานได้ และจากการสำรวจร้านค้าพบว่าประตูสวิงแบบเปิดได้สองทิศทางในร้านค้าส่วนมาก จะมีการใช้บานพับแบบจุดหมุน เนื่องจากสามารถฝังจุดหมุนเข้าไปในพื้นได้ แต่มีราคาที่สูง ด้วยเหตุผลดังกล่าว จึงทำให้ทางผู้จัดทำสร้างแบบจำลองบานประตูสวิงเพื่อให้ง่ายต่อการทดสอบการติดตั้ง ทดสอบการทำงานและง่ายต่อการสาธิต

#### 4.1 แบบจำลอง

แบบจำลองของประตูมีความกว้าง 70 เซนติเมตร ความหนา 3.5 เซนติเมตร และความสูง 30 เซนติเมตร โดยประกอบประตูเข้ากับวงกบและฐานเพื่อให้ประตูสามารถเปิดและปิดได้อย่างปลอดภัย

วัตถุประสงค์ของการทำโมเดล

1. ทดสอบการทำงานการทำงานของอุปกรณ์
2. ทดสอบการติดตั้งอุปกรณ์
3. หาข้อบกพร่องของการทำงาน

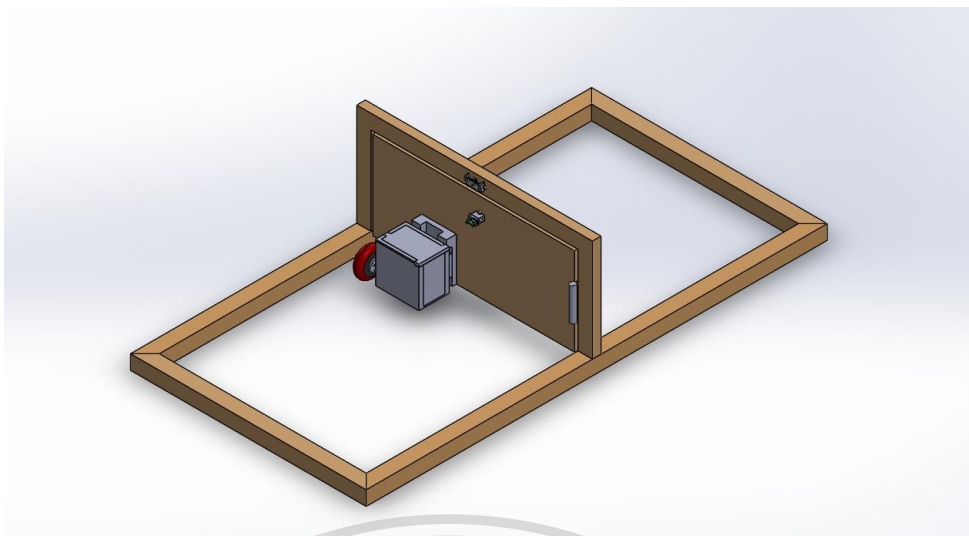


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวน **รูปที่ 4.1** แสดงแบบจำลองสามมิติของประตูขณะยังไม่ติดตั้งชุดอุปกรณ์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.2 แสดงแบบจำลองสามมิติของประตูขณะติดตั้งชุดอุปกรณ์ทั้งหมดแล้ว

4.1.1 ตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์และชุดอุปกรณ์

4.1.1.1 ภาพรวมของการติดตั้งเซนเซอร์และชุดอุปกรณ์

โดยเลือกติดตั้งจุดศูนย์กลางของล้อจนถึงตำแหน่งของขอบประตูด้านที่มีบานพับ เป็นระยะ 60 เซนติเมตร จากบานพับประตูและสูงจากขอบล่างประตูตามรูป

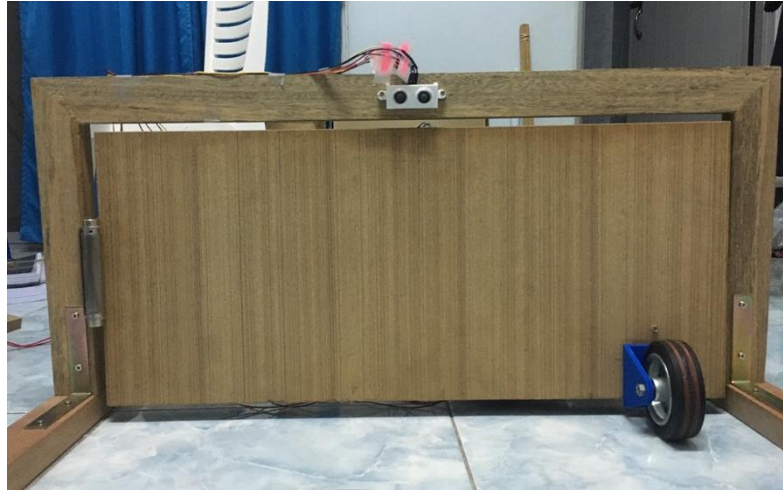


รูปที่ 4.3 แสดงชุดอุปกรณ์ทั้งหมดขณะติดตั้งบนประตู (ด้านที่มีชุดอุปกรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

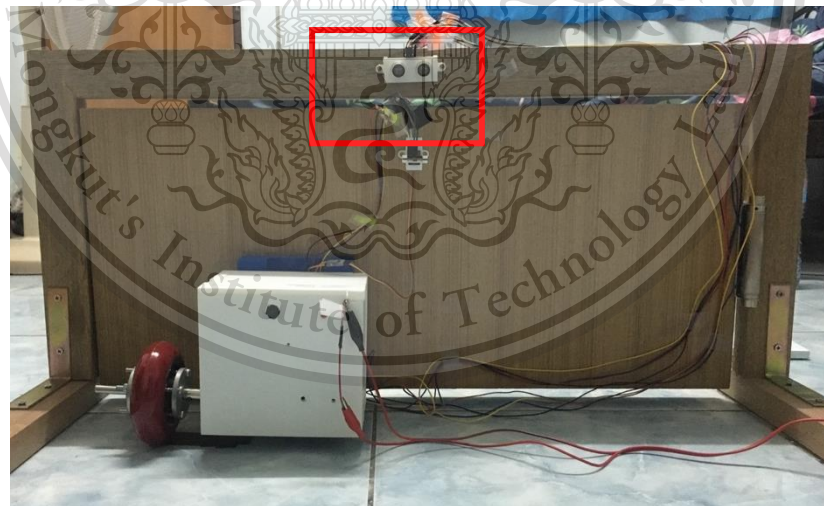
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.4 แสดงชุดอุปกรณ์ทั้งหมดขณะติดตั้งบนประตู่ (ด้านที่ไม่มีชุดอุปกรณ์)

#### 4.1.1.2 การติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor)

แสดงตำแหน่งของการติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิกด้านที่มีชุดอุปกรณ์ (เซนเซอร์อัลตราโซนิกตัวที่ 1) และไม่มีชุดอุปกรณ์ (เซนเซอร์อัลตราโซนิกตัวที่ 2) โดยตำแหน่งในการติดตั้งคือจุดศูนย์กลางด้านบนของวงกบ

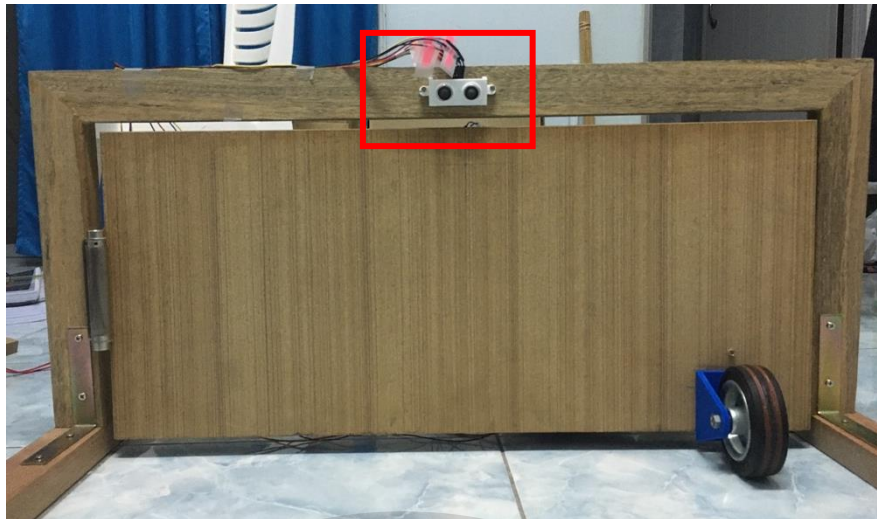


รูปที่ 4.5 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิกด้านที่มีชุดอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

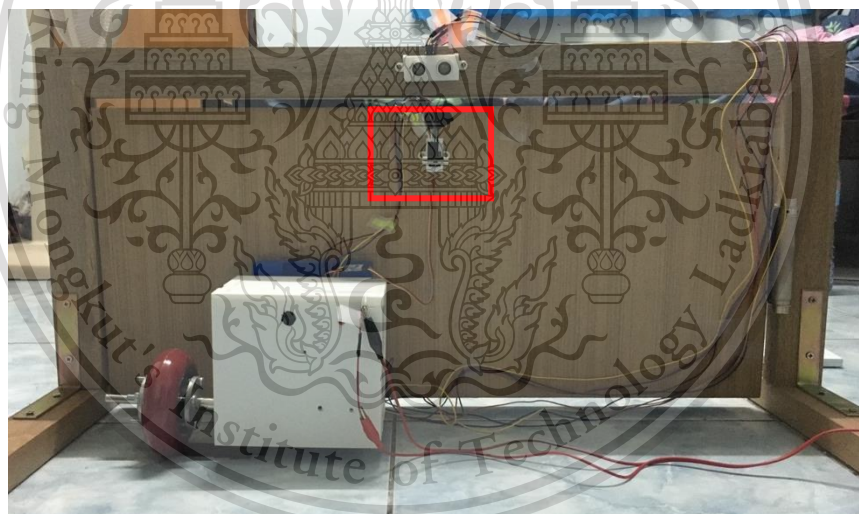
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.6 แสดงตำแหน่งการติดตั้งเซนเซอร์อัลตราโซนิกด้านที่ไม่มีชุดอุปกรณ์

#### 4.1.1.3 การติดตั้งอุปกรณ์ป้องกัน (Safety Device)

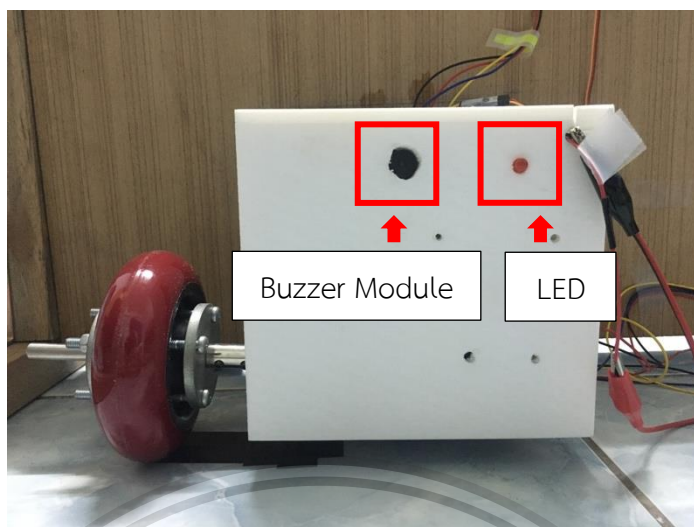


รูปที่ 4.7 แสดงตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์เซอร์โวและเซนเซอร์วัดระยะทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.8 แสดงตำแหน่งการติดตั้งมอเตอร์มอดูลเสียง (Buzzer Module) และหลอดไฟ LED

## 4.2 การทดสอบ

เนื่องจากการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดนั้นได้ทำการทดสอบแล้วว่าทำงานได้ แต่การทดสอบนี้จะทดสอบการทำงานรวมกันของชุดอุปกรณ์ต่าง ๆ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ตรวจจับ อุปกรณ์ควบคุม อุปกรณ์ป้องกัน ว่าสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้ได้หรือไม่ โดยจะทำการทดสอบแยกเป็นกรณีไว้ดังนี้

### 4.2.1 การตรวจพบวัตถุของเซนเซอร์อัลตราโซนิก

การทดสอบการทำงานของชุดอุปกรณ์จะพบว่า เมื่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกตรวจพบวัตถุในระยะที่กำหนด จะสั่งงานให้มอเตอร์หมุนเพื่อเปิดประตูไปในทิศทางที่ตรงข้ามกับวัตถุที่ตรวจพบ และจะหยุดการทำงานเมื่อเจอแกสสีดำในตำแหน่งที่กำหนด โดยเซนเซอร์อัลตราโซนิกจะมีทั้งหมด 2 ตัว โดยให้ตัวที่ 1 อยู่ฝั่งเดียวกับชุดอุปกรณ์ และตัวที่ 2 อยู่ในทิศทางตรงกันข้ามกับอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.2.1.1 การทำงานของประตูเมื่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกตัวที่ 1 ตรวจพบวัตถุ



รูปที่ 4.9 แสดงการทำงานของชุดอุปกรณ์ขณะอยู่ตำแหน่งเริ่มต้นและตรวจพบวัตถุ



รูปที่ 4.10 แสดงถึงการทำงานของชุดอุปกรณ์เมื่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกตัวที่ 1 ตรวจพบวัตถุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.11 แสดงการทำงานของประตูขณะเจอกับแถบสีดำที่กำหนดเพื่อระบุตำแหน่ง

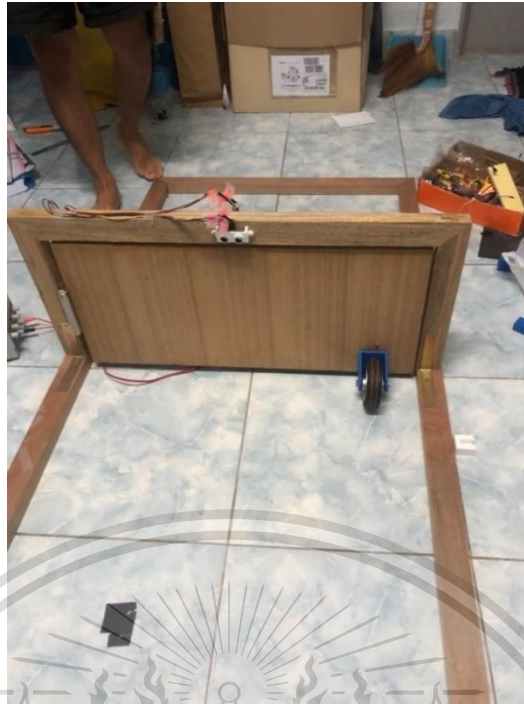


รูปที่ 4.12 แสดงการทำงานของประตูขณะกำลังกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเนื้อหาเว็บไซต์ประกาศใช้  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.13 แสดงการทำงานของประตูลงจอดแถบดำที่ตำแหน่งเริ่มต้น

#### 4.2.1.2 การทำงานของประตูเมื่อเซนเซอร์อัลตราโซนิกตัวที่ 2 ตรวจพบวัตถุ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 รูปที่ 4.14 แสดงการทำงานของชุดอุปกรณ์ขณะอยู่ตำแหน่งเริ่มต้นและตรวจพบวัตถุ  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีเหตุดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.15 แสดงถึงการทำงานของชุดอุปกรณ์เมื่อเซนเซอร์อัลตราโซนิคตัวที่ 2 ตรวจพบวัตถุ

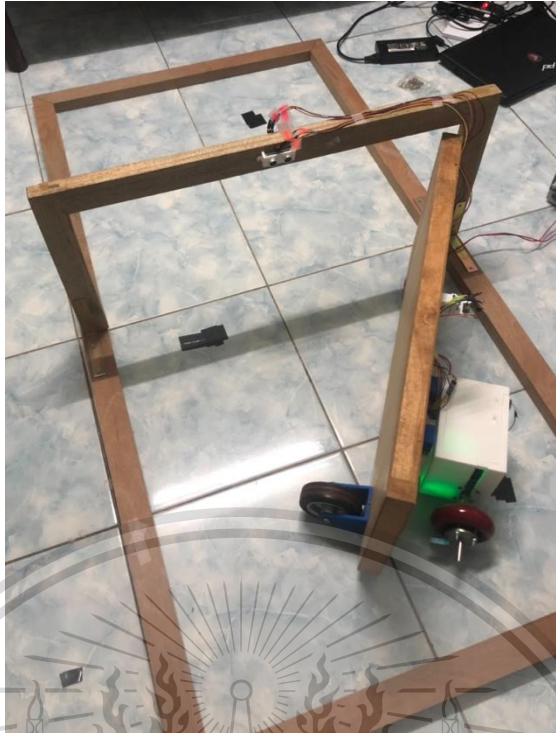


รูปที่ 4.16 แสดงการทำงานของประตูขณะเจอกับแถบสีดำที่กำหนดเพื่อระบุตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.17 แสดงการทำงานของประตูดึงขณะกำลังกลับไปยังตำแหน่งเริ่มต้น



รูปที่ 4.18 แสดงการทำงานของประตูดึงขณะเจอแถบดำที่ตำแหน่งเริ่มต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตเห็นใบเซอร์ไพรส์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.2.2 อุปกรณ์ป้องกันตรวจพบวัตถุ

โดยอุปกรณ์ป้องกันมีหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ขับเคลื่อนและอุปกรณ์ตรวจจับ โดยถ้าในระยะเวลาทำงานของอุปกรณ์ป้องกันไม่พบวัตถุ ระบบตรวจจับและระบบขับเคลื่อนจะทำงานได้ปกติ แต่ถ้าอุปกรณ์ป้องกันตรวจพบวัตถุในระยะเวลาทำงานแล้ว แม้ว่าอุปกรณ์ตรวจจับจะตรวจเจอวัตถุแต่ระบบขับเคลื่อนก็จะไม่ทำงานและจะมีเสียงและแสงเพื่อเป็นสัญญาณเตือน และจะทำงานต่อก็ต่อเมื่อจนวัตถุที่ตรวจพบจะออกนอกระยะเวลาการทำงานของอุปกรณ์ป้องกัน



รูปที่ 4.19 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันเมื่อไม่พบวัตถุในระยะเวลาทำงาน



รูปที่ 4.20 แสดงการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันเมื่อพบวัตถุในระยะเวลาทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

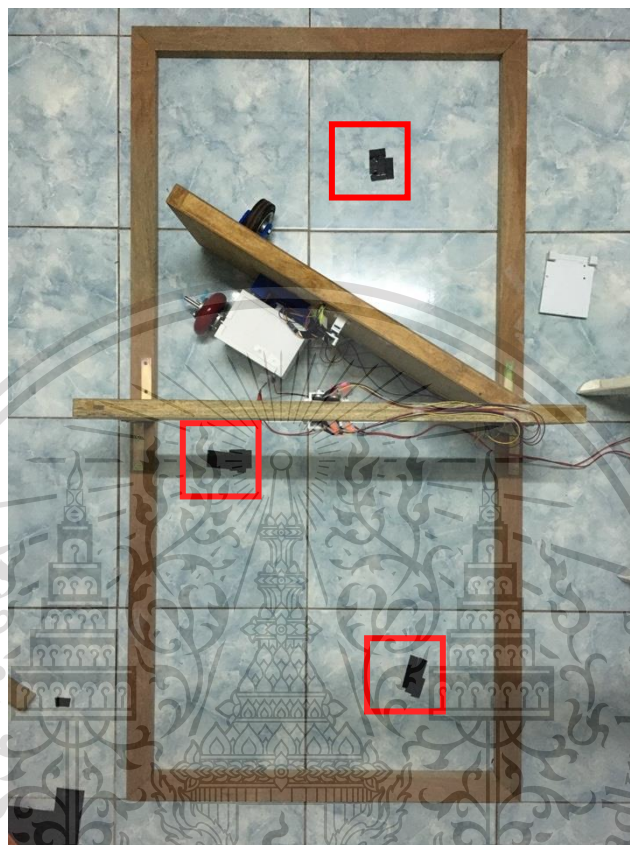
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.2.3 เซนเซอร์อินฟราเรดพบแถบสีดำ

การติดตั้งตำแหน่งของแถบสีดำจะติดอยู่ 3 ตำแหน่ง เพื่อการระบุตำแหน่งเพื่อให้อุปกรณ์สามารถหยุดทำงานได้



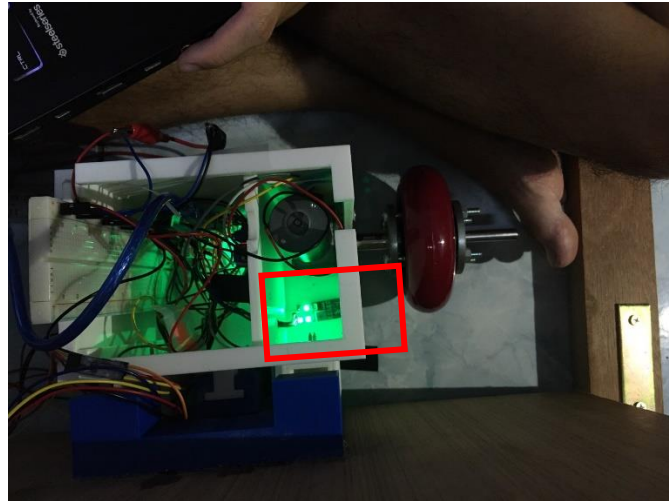
รูปที่ 4.21 แสดงแถบสีดำทั้ง 3 ตำแหน่ง

การทำงานของเซนเซอร์อินฟราเรดจะทำงานเมื่อเซนเซอร์เจอแถบสีดำ โดยในการทำงานปกติหรือในกรณีที่ไม่มีเจอแถบสีดำ ไฟสีเขียวที่มอดูล (Module) จะติดทั้งสองดวงซึ่งในขณะเดียวกันอุปกรณ์ขับเคลื่อนก็จะทำงานปกติ แต่เมื่อเจอแถบสีดำไฟบนมอดูล (Module) จะติดเพียงดวงเดียวซึ่งเป็นการสั่งหยุดการทำงานของอุปกรณ์ขับเคลื่อน

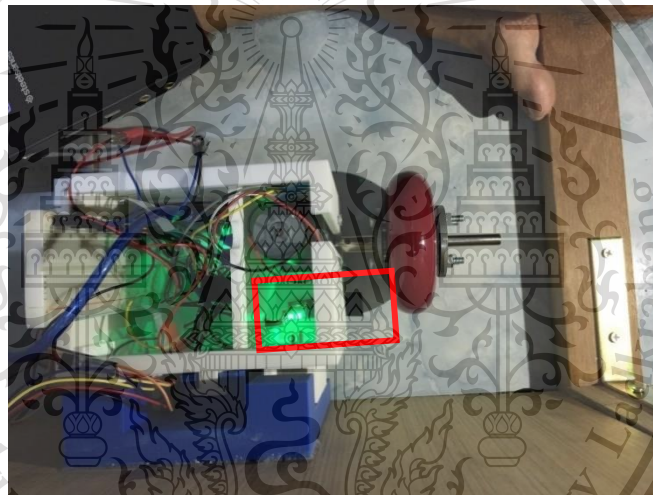
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.22 แสดงการทำงานของเซนเซอร์อินฟราเรดขณะไม่เจอแถบสีดำ



รูปที่ 4.23 แสดงการทำงานของเซนเซอร์อินฟราเรดขณะตรวจเจอแถบสีดำ

สรุปการทำงานของอุปกรณ์ในแบบจำลอง

การทำงานของอุปกรณ์ที่ติดตั้งบนแบบจำลอง อุปกรณ์สามารถทำงานได้อย่างปกติเป็นไปตามที่ออกแบบไว้ ในส่วนของการติดตั้งจำเป็นต้องใช้กาวช่วยเนื่องจากประตูที่ใช้เป็นประตูไม้อัด ทำให้จุดที่ต้องการจะติดตั้งอุปกรณ์ไม่มีที่ให้ยิงสกรูยึดติดได้เพียงพอ และการทดสอบการทำงานกับแบบจำลองยังแสดงให้เห็นถึงความสำคัญของระดับความสูงที่แตกต่างกันของพื้นในบริเวณที่อุปกรณ์ทำงานมากขึ้นอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 4.3 ทดสอบความน่าเชื่อถือ

#### 4.3.1 ความน่าเชื่อถือของการทำงาน

เพื่อตรวจสอบความแม่นยำของอุปกรณ์แต่ละส่วนจึงทำการทดสอบอุปกรณ์แล้วดูการทำงานของอุปกรณ์แต่ละส่วนเพื่อทดสอบความน่าเชื่อถือของชุดอุปกรณ์โดยจะทำการทดสอบ 10 ครั้ง โดยการทำงานผ่านชุดคำสั่งเดียวกันดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางความน่าเชื่อถือ

ครั้งที่	อุปกรณ์ตรวจจับ	อุปกรณ์ขับเคลื่อน	อุปกรณ์ป้องกัน	หมายเหตุ
1	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ทำงานปกติ
2	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ทำงานปกติ
3	ปกติ	ไม่ปกติ	ปกติ	อุปกรณ์ขับเคลื่อนทำงานไม่ต่อเนื่อง
4	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ทำงานปกติ
5	ไม่ปกติ	ปกติ	ปกติ	ตรวจไม่พบตำแหน่งแถบสีดำ
6	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ทำงานปกติ
7	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ทำงานปกติ
8	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ทำงานปกติ
9	ปกติ	ไม่ปกติ	ปกติ	อุปกรณ์ขับเคลื่อนไม่ทำงาน
10	ปกติ	ปกติ	ปกติ	ทำงานปกติ

#### สรุปความน่าเชื่อถือ

จากการทดสอบทั้ง 10 ครั้งผลที่ได้ คือ ทำงานได้ปกติ 7 ครั้ง นับเป็น 70 เปอร์เซ็นต์ ทำงานได้ไม่ปกติ 3 ครั้ง ในการทดสอบครั้งที่ 3 เมื่ออุปกรณ์กำลังทำงานและทดสอบระบบป้องกัน พบว่าระบบป้องกันทำงานปกติแต่เมื่อไม่ให้เซนเซอร์ตรวจเจอพบว่าล้อไม่หมุนต่อ ในความเป็นจริงเมื่อเซนเซอร์ตรวจไม่เจอระบบการทำงานต้องกลับไปเหมือนเดิม ในการทดสอบครั้งที่ 5 เป็นส่วนของอุปกรณ์ตรวจจับทำงานผิดพลาดโดยเซนเซอร์อินฟราเรดตรวจไม่พบแถบสีดำทำให้ประตูไม่หยุดตามตำแหน่ง อาจมาจากปัจจัยที่ตัวเซนเซอร์อยู่สูงจากพื้นเกินไปอันเนื่องมาจากพื้นที่ที่ใช้ทดสอบ ในการทำสอบครั้งที่ 9 นั้นพบว่าล้อไม่หมุน เมื่อตรวจสอบในคอมพิวเตอร์พบว่าตัวเซนเซอร์ทำงานปกติ จึงเป็นความผิดพลาดในส่วน of อุปกรณ์ขับเคลื่อน ผลการทำสอบพบว่า คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 70 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งถือว่าน่าพอใจ

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

#### 4.3.2 การตอบสนองต่อความผิดพลาดในการทำงานของอุปกรณ์ (Failproof)

ความผิดพลาดซึ่งอาจเกิดจากอันตรายหรืออุบัติเหตุที่เกิดจากการทำงานของตัวอุปกรณ์ แต่เนื่องจากที่ไม่สามารถหาประตูเพื่อมาทดสอบได้ ทำให้การทดสอบในบางกรณีไม่สามารถทำได้ตามที่ออกแบบไว้ โดยสาเหตุของความผิดพลาดเกิดขึ้นได้จากหลากหลายสาเหตุ เช่น สภาพของบุคคล, ตัวอุปกรณ์ หรือ การทำงานของอุปกรณ์

##### 4.3.2.1 สภาพของบุคคล

สภาพของบุคคลในที่นี้จะหมายถึง เพศ อายุ ความพร้อมในการใช้งานประตู โดยในส่วนนี้อาจทำให้เกิดอันตรายขึ้นแก่ เด็ก คนชรา และคนทุพพลภาพได้ โดยทางเราได้เตรียมการแก้ไขโดยการตั้งระยะตรวจจับที่ 2 เมตร เพื่อให้ประตูเปิดและปิด ได้อย่างสอดคล้องกับความเร็วในการเดินทั่วไป และจะสามารถมองเห็นประตูขณะยังทำงานได้จากในระยะหนึ่ง

##### 4.3.2.2 ตัวอุปกรณ์

นอกจากนี้ยังมีอันตรายที่สามารถเกิดได้จากตัวอุปกรณ์ นั่นคือ การที่คนสะดุดอุปกรณ์ แต่เนื่องจากอุปกรณ์ของเราออกแบบมาให้มีขนาดที่เล็กกระทัดรัด แต่ยังสามารถมองเห็นได้ และ อุปกรณ์ยังติดตั้งประตูฝั่งด้านนอกอาคารที่ไม่ค่อยมีผู้คนเดินผ่านในลักษณะขนานกับประตู นอกจากนี้ยังอาจเกิดอันตรายจากความไม่เสถียรของการทำงานได้ โดยเราได้ทำการออกแบบไว้ว่าถ้าเงื่อนไขการทำงานหรือการตรวจจับของเซนเซอร์ หากไม่ตรงกับกรณีใด ๆ ตามที่ได้เขียนโค้ดคำสั่งไว้ จะสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุนทันที

##### 4.3.2.3 การทำงานของอุปกรณ์

การทำงานของอุปกรณ์นั้นได้ออกแบบการทำงานให้ครอบคลุมถึงอันตรายที่อาจเกิดจากประตูทั้งหมด ซึ่งได้อธิบายไว้ในหัวข้อ 3.5 แล้ว โดยยังมีการป้องกันอีกชั้น คือ เมื่อมีคนเข้ามาใกล้ประตูขณะประตูทำงานอยู่ จะมีเซนเซอร์ตรวจจับไว้ป้องกันไม่ให้ประตูเปิดไปชนคน โดยการสั่งให้มอเตอร์หยุดหมุนและเมื่อคนออกไปจากระยะที่ประตูทำงาน จึงจะสามารถทำงานต่อได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บทที่ 5

### สรุปและแนวทางการพัฒนา

#### 5.1 สรุป

ประตูปแบบสวิงมีการใช้งานในร้านค้าทั่วไปมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับประตูชนิดอื่น ๆ โดยจากการสำรวจร้านค้า ร้านอาหาร และคาเฟ่บริเวณเขตลาดกระบังและเขตใกล้เคียงจำนวน 100 ร้าน ส่วนใหญ่ใช้ประตูสวิงจำนวน 64 ร้าน ทุกร้านอาหารและร้านกาแฟพบว่ามีการใช้ประตูสวิงแบบใช้มือเปิด (Manual) การใช้ประตูสวิงแบบที่ต้องใช้มือเปิดและปิดเองอาจไม่สะดวกและส่งผลอันตรายแก่เด็ก ผู้สูงอายุ หรือ ผู้พิการ แล้วเนื่องจากอาจมีเชื้อโรคต่าง ๆ ที่ติดอยู่บริเวณที่จับประตูได้ ตัวอย่างของโรคระบาดที่เห็นได้ชัดเลยในปัจจุบัน เช่น การระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19) ส่งผลให้ผู้คนมีการปรับเปลี่ยนวิถีการดำเนินชีวิตแบบใหม่มากขึ้นร่วมกับการรักษาความสะอาด เพื่อป้องกันตัวเองจากโรคอื่น ๆ ไม่ใช่แค่โควิด-19 เท่านั้นแต่หมายถึงสิ่งสกปรกและเชื้อโรคอื่น ๆ ด้วย ซึ่งการเปลี่ยนวิถีการดำเนินชีวิตใหม่นี้ทำให้ผู้ศึกษาวิจัยสังเกตเห็นว่า ประตูที่ใช้เข้า-ออกสถานที่ต่าง ๆ มีความเสี่ยงต่อการสัมผัสและทำให้เกิดการติดเชื้อของโรคได้ ผู้ศึกษาวิจัยจึงได้คิดค้น และประดิษฐ์ชุดอุปกรณ์เพื่อทำให้ประตูสวิงแบบเดิมที่มีการใช้มือเปิดและปิดเอง เปลี่ยนมาทำงานอย่างอัตโนมัติได้ โดยสามารถเปิดและปิดได้สองทิศทางเพื่อลดการสัมผัส และ อำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานได้

ในการประดิษฐ์อุปกรณ์นั้นจำเป็นต้องออกแบบเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้น ซึ่งเป็นเรื่องที่สำคัญและยากที่สุด เพราะประตูสวิงแบบเปิดสองทิศทางนั้นมีโอกาสสูงที่ประตูจะชนคนได้ ซึ่งทางผู้จัดทำได้ออกแบบไว้ครอบคลุมถึงกรณีต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้น และออกแบบอุปกรณ์ให้ง่ายต่อการติดตั้ง ซึ่งผลการศึกษาและออกแบบครั้งนี้ ประตูสวิงอัตโนมัติถูกประดิษฐ์ออกมาได้ตามวัตถุประสงค์และสมมติฐาน อีกทั้งมีการทดสอบความแม่นยำในการใช้งานร่วมด้วย ผลคือทดสอบ 10 ครั้งพบว่าทำงานได้ปกติ 7 ครั้ง ซึ่งการทดสอบความน่าเชื่อถือเป็นไปได้ด้วยดีแต่เมื่อนำมาทดสอบกับโมเดลแล้วนั้นพบว่า ตัวอุปกรณ์ยังไม่สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพได้ตามที่ออกแบบไว้ ซึ่งเกิดจากหลายปัจจัย เช่น พื้นที่บริเวณที่ทดสอบไม่เรียบตามที่ตั้งสมมติฐานไว้ ชีตความสามารถของตัวอุปกรณ์ หรือ การขาดความรู้ความเข้าใจเรื่องการเขียนโปรแกรม เป็นต้น และเพื่อให้มั่นใจว่าการทำงานมีการตรวจสอบความผิดพลาด โดยความผิดพลาดนั้นสามารถยอมรับได้ (Fail Approved)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 5.2 ปัญหาที่พบและการแก้ไข

### 5.2.1 บานพับสองทิศทาง

เนื่องจากผู้จัดทำไม่สามารถหาประตูเพื่อทำการทดลองได้ ผู้จัดทำจึงตัดสินใจในการสร้างแบบจำลองขึ้นมา แต่เนื่องจากบานพับแบบจุดหมุนมีราคาสูงและไม่เหมาะกับแบบจำลอง ผู้จัดทำจึงใช้บานพับแบบสองทิศทาง เมื่อประกอบเสร็จแล้วพบว่า บานพับมีการง้างออกมา เนื่องจากน้ำหนักของประตู ทำให้ผู้จัดทำต้องทำอุปกรณ์เสริมเพื่อให้บานพับไม่ง้างออก โดยผู้จัดทำนำล้อมาติดอีกด้านของประตูเพื่อให้เกิดการกระจายน้ำหนักและลดการง้างของบานพับประตู

### 5.2.2 บอร์ดสมองกล Arduino UNO R3

บอร์ดสมองกล R3 1 ตัวจะมี I2C แค่ตัวเดียว I2C หรือ Integrated Circuit คือรูปแบบการสื่อสารข้อมูลอย่างหนึ่งที่สร้างขึ้นมาเพื่อสื่อสารข้อมูลความเร็วต่ำ นิยมใช้กับอุปกรณ์จำพวกไมโครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) โดยจะอยู่ในช่อง Analog A4 และ A5 ทำให้บางอุปกรณ์สามารถติดตั้งได้เพียงตัวเดียวต่อหนึ่งบอร์ด ถ้าจะใช้หลายตัวก็สามารถทำได้แต่มีความซับซ้อนมาก ทำให้ทำงานได้ไม่เต็มที่ มีข้อผิดพลาดเกิดขึ้นได้ง่าย ยกตัวอย่างเช่น ตัว Time-of-Flight Range Sensor ทำให้สามารถติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันได้เพียงด้านเดียว

### 5.2.3 ความเสถียรของอุปกรณ์ไมโครคอนโทรลเลอร์

หลังจากผู้ทดลองได้ทำการตรวจสอบความเสถียรของอุปกรณ์พบว่า แม้จะเป็นอุปกรณ์ตัวเดิมและได้การทำงานเหมือนเดิม แต่ผลการทดลองที่ได้นั้น กลับไม่ได้เป็นเหมือนเดิมในทุกครั้งที่ทำการทดสอบ แต่ผู้จัดทำไม่สามารถแก้ไขได้ เนื่องจากไม่สามารถหาคำตอบได้ว่า สาเหตุของความไม่เสถียรนั้นเกิดจากอะไร

### 5.2.4 ความเสถียรของการจ่ายไฟ

ในการทำการทดสอบ โดยใช้ถ่าน 9 โวลต์ เป็นแหล่งจ่ายไฟ พบว่าการทำงานของอุปกรณ์มีการติดขัดซึ่งอาจเกิดจากกระแสไฟฟ้าที่จ่ายในอุปกรณ์ไม่เพียงพอ หรืออาจจะมีการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์ที่ไม่เสถียร ถึงแม้จะลองใช้ถ่านเพิ่มเป็นสองก้อน โดยให้ก้อนหนึ่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้มอเตอร์และอีกก้อนจ่ายกระแสไฟฟ้าให้บอร์ด ก็ยังพบว่ากระแสไฟฟ้าที่จ่ายยังคงไม่เพียงพอ จึงทำให้ในการทดสอบทางผู้จัดทำจึงต้องใช้ ตัวแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) เป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าเพียงตัวเดียวพบว่าชุดอุปกรณ์ทำงานได้ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 5.3 แนวทางการพัฒนา

### 5.3.1 การตรวจจับ

เราสามารถเปลี่ยนการตรวจจับจากเซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) เป็นอุปกรณ์ตรวจจับชนิดกล้อง ซึ่งอาจจะช่วยลดภาระของอุปกรณ์ป้องกันมากขึ้นเพราะการใช้กล้องมาตรวจจับคนสามารถจับคนได้กว้างกว่าเซนเซอร์อัลตราโซนิก (Ultrasonic Sensor) ที่มีระยะตรวจจับที่จำกัดตามการติดตั้ง แต่การใช้กล้องเท่าที่ได้ศึกษาจำเป็นต้องมีความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการเขียนโปรแกรม โปรแกรมที่ใช้ก็มีหลากหลายไม่ว่าจะเป็น ภาษาจาวา (Java), ภาษาไพทอน (Python) ซึ่งมีความซับซ้อนและต้องใช้เวลาในการเรียนรู้มาก โดยทางผู้จัดทำได้ทำการค้นคว้าเพิ่มเติมแล้ว แต่ไม่สามารถนำมาปรับใช้กับอุปกรณ์ที่มีอยู่ได้ ซึ่งอาจจะเนื่องด้วยเรื่อง ของเวลา งบประมาณ รวมไปถึงประสบการณ์ของผู้จัดทำ โดยภาษาที่ได้ลองเขียนเพิ่มเติม ก็คือ ภาษาไพทอน (Python)

### 5.3.2 ระบบป้องกัน

ในตอนนี้อุปกรณ์ป้องกันติดตั้งเพียงด้านเดียวของประตู อาจสั่งให้ชุดอุปกรณ์หยุดทำงานก่อนประตูจะชนคนได้เพียงด้านเดียว เนื่องจากข้อจำกัดของตัวบอร์ดสมองกล ในการศึกษาครั้งถัดไป อาจแก้ไขโดยการเพิ่มบอร์ดสมองกลอีกหนึ่งตัว หรือการแก้ที่ซอฟต์แวร์ของบอร์ดสมองกล

### 5.3.3 กลไกกดล้อ

ออกแบบกลไกให้กล้องใส่ชุดอุปกรณ์สามารถปรับเปลี่ยนความสูง เพื่อเพิ่มหรือลดแรงกดให้เหมาะสมกับสภาพพื้นผิวที่มีความชันแตกต่างกันเพื่อให้อุปกรณ์ไม่มีความขัดข้องระหว่างการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## บรรณานุกรม

- [1.] นางสาวสาคร ศรีมุข. (2563, 11 มิถุนายน). การส่งออกผลไม้ของประเทศไทย ในช่วงการระบาดของโรคติดเชื้อไวรัสโคโรนา 2019 (COVID-19). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [www.senata.go.th/Document/Exy23819/23819909\\_0002.PDF](http://www.senata.go.th/Document/Exy23819/23819909_0002.PDF). (วันที่ค้นข้อมูล : 23 ตุลาคม 2563)
- [2.] สถาบันส่งเสริมความปลอดภัย อาชีวอนามัยและสภาพแวดล้อมในการทำงาน (องค์การมหาชน). (2563). **วิถีชีวิตใหม่ (New Normal)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [www.tosh.or.th/covid-19/index.php/new-normal](http://www.tosh.or.th/covid-19/index.php/new-normal). (วันที่ค้นข้อมูล : 14 พฤศจิกายน 2563).
- [3.] สถาบันเทคโนโลยีป้องกันประเทศ. **กระบวนการวิเคราะห์ตามลำดับชั้น (Analytic Hierarchy Process : AHP)**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [https://www.dti.or.th/download/150319174753\\_3ahp4.pdf](https://www.dti.or.th/download/150319174753_3ahp4.pdf). (วันที่ค้นข้อมูล : 9 ตุลาคม 2563)
- [4.] Richard G. Budynas, and J. Keith Nisbeth. (2014). **Shigley's Mechanical Engineering Design**. (พิมพ์ครั้งที่ 10). New York : สำนักพิมพ์ McGraw-Hill.
- [5.] American Roller Bearings Company. (2559). **FRICITION & FREQUENCY FACTORS**. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : [www.amroll.com](http://www.amroll.com). (วันที่ค้นข้อมูล : 20 ตุลาคม 2563)



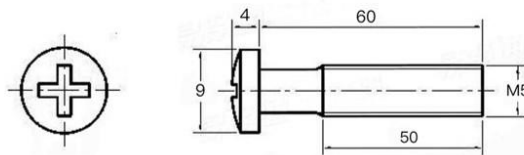
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## ภาคผนวก

1. ภาพฉายและขนาดของ Bolt และ Nut ที่ใช้ในการยึดล้อเข้ากับ Coupling



2. ภาพของสปริง ขนาดความยาว 68 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายใน 10 มิลลิเมตร โดยมีค่าคงที่สปริง 6 N/cm

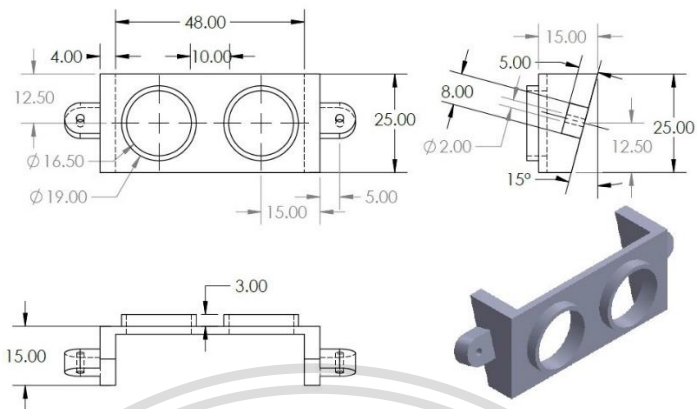


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

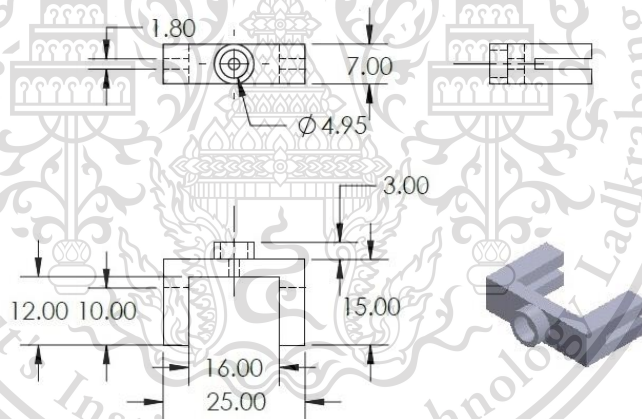
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

### 3. ภาพฉายและขนาดของกรอบป้องกันเซนเซอร์อัลตราโซนิก



### 4. ภาพฉายและขนาดของกรอบป้องกันเซนเซอร์วัดระยะ

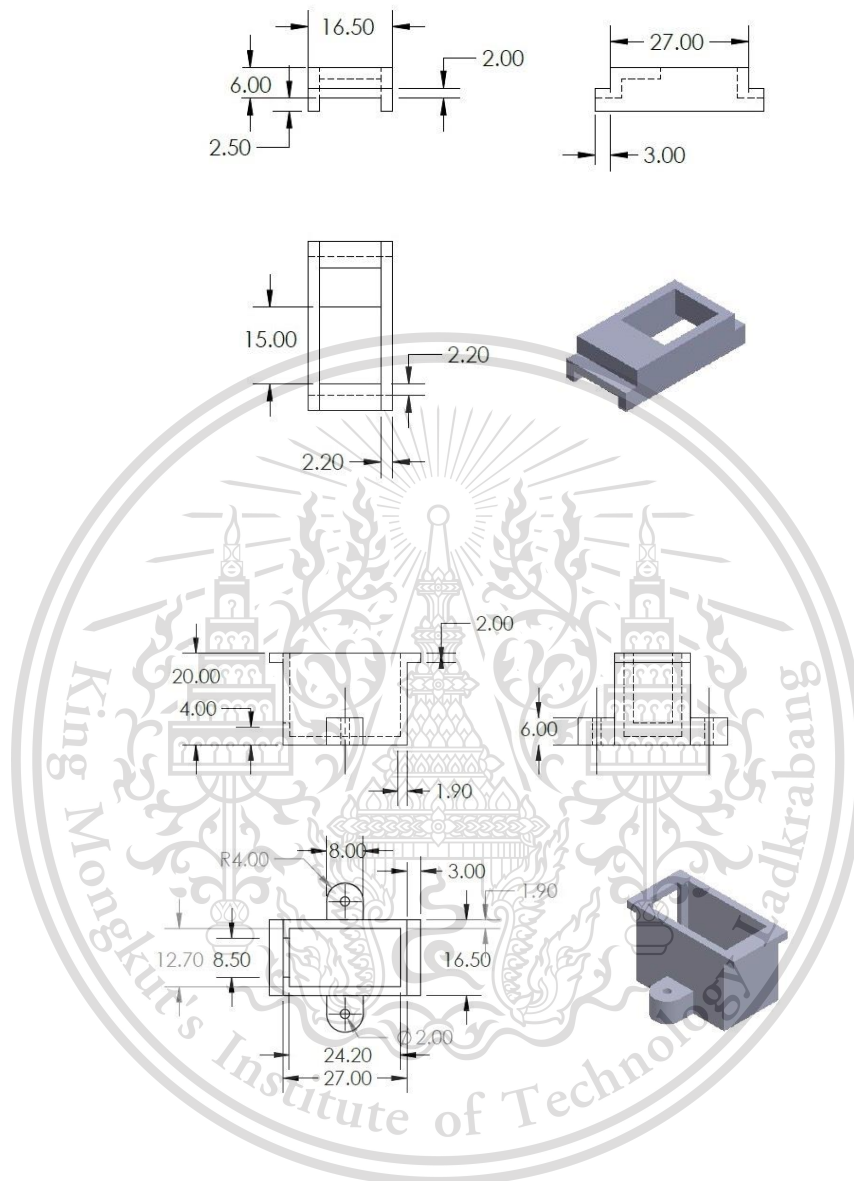


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

## 5. ภาพฉายและขนาดของกรอบป้องกัน Servo Motor



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.