



ระบบที่จ่อครออัตโนมัติแบบโรตารี



นางสาวเกษร อินอำนวยการ

นายอนาวิต พันทาไหล

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

นางสาวเจลิตา แคนสุข

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2/2562

ระบบที่จ่อครดอัตโนมัติแบบโรตารี



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ปีการศึกษา 2/2562

นางสาวเกษร อินอำนวยการ, นายอนาวิต พันตาไหล และ นางสาวเจสิตา แคนสุข : ที่จอดรถอัตโนมัติแบบดาร์รี่ ROTARY AUTOMATIC PARKING SYSTEM อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์ ดร. ธีทัต คตวิชัย

บทคัดย่อ

โครงการนี้ศึกษาและออกแบบจำลองระบบที่จอดรถอัตโนมัติแบบโรตารี (Rotary automatic parking system) เพื่อใช้ในการสร้างที่จอดรถบนพื้นที่คับแคบให้สามารถจอดรถได้หลายคันยิ่งขึ้น ซึ่งแบบจำลองนี้สามารถบรรจุรถได้ทั้งหมด 10 คัน โดยแบบจำลองจะถูกออกแบบโดยใช้โปรแกรม Solid work ในการออกแบบระบบโครงสร้าง ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ในการควบคุมการทำงานของที่จอดรถแบบอัตโนมัติ ใช้ NFC (Near Field Communication) ในการระบุรหัสผู้ใช้งาน โดยใช้การเขียนโปรแกรมลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบจะรับค่าจากเซนเซอร์ นำประมวลผลในการควบคุมตำแหน่งของที่รับ-ส่งรถ โดยใช้มอเตอร์ในการเคลื่อนที่และระบุตำแหน่งของที่รับ-ส่งรถ ซึ่งข้อมูลแสดงสถานะช่องว่างรับรถจะไปแสดงผลบนหน้าจอ LCD ผลที่ได้จากโครงการคือแบบจำลองที่จอดรถแบบอัตโนมัติที่สามารถนำไปสร้างต้นแบบจริงได้

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Ms. KESORN INAMNUAY , Mr. ANAVIL PHANTALAI , Ms. JESITA KANSUKH :
ROTARY AUTOMATIC PARKING SYSTEM. Advisor : Mr. TEETUT DOLWICHAI

Abstract

This project studied and designed the simulation of the rotary automatic parking system. The aim of this project is to build a parking in a confined space for parking lot of cars. This model can contain about 10 cars. The model will be designed by using the Solid work program, use a microcontroller to control the automatic parking and Use NFC (Near Field Communication) to specify the user code, there are use programming on the microcontroller, the system will receive the value from the sensor. Bring the processing to control the position of the pick-up car by using the motor to move and specify the location of the car. The information of the status of the gap to receive the car will display on the LCD screen. The result of the project is an automatic parking model that can be used to build a real prototype.

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จลุล่วงด้วยดีของโครงการวิศวกรรมนี้จะเกิดขึ้นมิได้ ถ้าหากไม่ได้รับความกรุณาจาก อาจารย์ ดร. ธีทัต คลวิชัย อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการที่ได้ให้ความรู้ ความช่วยเหลือสนับสนุน ให้คำปรึกษาและชี้แนะแนวทางในการทำโครงการ ตลอดจนคอยกระตุ้นและให้กำลังใจ ทำให้คณะผู้จัดทำสามารถฝ่าอุปสรรคต่างๆ จนผ่านไปได้อย่างดี คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงในความเมตตาของท่าน

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ประจำสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีทุกท่านที่ได้ให้ความรู้และข้อเสนอแนะ จนทำให้โครงการนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

โครงการนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ทั้งนี้ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และอาจารย์ ที่ให้คำอบรมสั่งสอนและสนับสนุนในเรื่องของการศึกษาเป็นอย่างดี คณะผู้จัดทำสำนึกในความเสียสละของท่านมาโดยตลอด

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์ คณะผู้จัดทำ

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง-จ
สารบัญตาราง.....	ฉ
สารบัญรูป.....	ช-ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ณ
บทที่ 1	
1. บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1-3
1.2 วัตถุประสงค์.....	4
1.3 ขอบเขตการทำงาน.....	4
1.4 วิธีการดำเนินงาน.....	4
1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ.....	4
บทที่ 2	
2. ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 รูปแบบของระบบจอตลอดอัตโนมัติ.....	5-9
2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor).....	9-16
2.3 RFID.....	17-18
2.4 Arduino.....	19
2.5 จอ LCD.....	20
2.6 เซนเซอร์แสง.....	21-22
2.7 รีเลย์.....	23-24
2.8 ระบบการส่งกำลัง.....	24-27

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
3. วิธีดำเนินการทำโครงการ.....	28
3.1 แผนการดำเนินงาน.....	28
3.2 วิธีการดำเนินงาน.....	29
3.3 ออกแบบระบบควบคุมการทำงาน.....	30-32
3.4 ออกแบบระบบโครงสร้าง.....	33
3.5 อุปกรณ์ที่เลือกใช้.....	34-38
3.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	38-39
บทที่ 4	
4. ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล.....	40
4.1 ทดสอบเวลาของการนำรถเข้าและออก.....	40-41
4.2 ผลการทดสอบกระแสและแรงดัน.....	42
4.3 การทดสอบความคลาดเคลื่อน.....	43
บทที่ 5	
5. สรุปและข้อเสนอแนะ.....	44
5.1 สรุปผล.....	44
5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ.....	44
เอกสารอ้างอิง.....	45
ภาคผนวก.....	46-50
ประวัติผู้จัดทำโครงการ.....	51

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1.1 จำนวนยอดขายรถยนต์ภายในประเทศปี 2555 – 2562.....	1
กราฟที่ 2.1 แสดงจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ตามกฎหมาย.....	2
ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการดำเนินงาน.....	28
ตารางที่ 4.1 เวลาเฉลี่ยของการนำรถเข้า.....	40
ตารางที่ 4.2 เวลาเฉลี่ยของการนำรถออก.....	41
ตารางที่ 4.3 ผลการวัดกระแสและแรงดัน.....	42
ตารางที่ 4.4 ตารางผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของการนำรถเข้าแบบสุ่ม.....	43
ตารางที่ 4.5 ตารางผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของการนำรถออกแบบสุ่ม.....	44

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 ที่จอดรถหนาแน่นในกรุงเทพมหานคร.....	3
รูปที่ 1.2 สภาพการจราจรในกรุงเทพมหานคร.....	3
รูปที่ 2.1 Dependent Jack System.....	5
รูปที่ 2.2 Sloping Out System.....	6
รูปที่ 2.3 Elevator System หรือแบบ Lift.....	6
รูปที่ 2.4 Moving Elevator System.....	7
รูปที่ 2.5 Rotary System.....	7
รูปที่ 2.6 Tower System.....	8
รูปที่ 2.7 Horizontal Puzzle System.....	8
รูปที่ 2.8 Independent Puzzle System.....	9
รูปที่ 2.9 วงจรภายในของมอเตอร์กระแสตรง.....	10
รูปที่ 2.10 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม.....	11
รูปที่ 2.11 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน.....	12
รูปที่ 2.12 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบซอร์ทซ์ชั้นท์คอมเปาต์.....	13
รูปที่ 2.13 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลงชั้นท์เปาว์มอเตอร์.....	13
รูปที่ 2.14 แสดงอินพุตและเอาต์พุตของโมเดลทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์.....	14
รูปที่ 2.15 ระบบควบคุมความเร็ว ที่ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมป้อนกลับเพียงลูบเดียวเหมาะสำหรับ อุปกรณ์ส่วนไฟฟ้าเคลื่อนที่.....	14
รูปที่ 2.16 วงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงแบบใช้ตัวต้านทานอนุกรมและกราฟแสดง คุณสมบัติ.....	15
รูปที่ 2.17 แสดง Rotary Encoder.....	16
รูปที่ 2.18 แสดงการสร้าง pulse ของ Rotary Encoder.....	16
รูปที่ 2.19 RFID.....	17
รูปที่ 2.20 Passive RFID Tag.....	18
รูปที่ 2.21 active RFID Tag.....	18

รูปที่ 2.22 บอร์ด Arduino UNO.....	19
รูปที่ 2.23 จอ LCD.....	20
รูปที่ 2.24 Line Track Sensor Module Reflection Infrared Sensor.....	22
รูปที่ 2.25 รีเลย์.....	23
รูปที่ 2.26 วงจรรีเลย์ควบคุมมอเตอร์แบบ H-Bridge.....	24
รูปที่ 2.27 เฟือง.....	25
รูปที่ 2.28 โซ่.....	25
รูปที่ 2.29 เพลางเชิงเส้น.....	27
รูปที่ 3.1 โครงสร้าง.....	33
รูปที่ 3.2 กระเช้ารับ-ส่งรถ.....	33
รูปที่ 3.3 มอเตอร์ปัดน้ำฝน 12 V, 2 A, 110 RPM.....	34
รูปที่ 3.4 บอร์ด Aduino UNO R3.....	36
รูปที่ 3.5 RFID module rc522.....	36
รูปที่ 3.6 Line Track Sensor Module Reflection Infrared Sensor.....	37
รูปที่ 3.7 จอ LCD ขนาด 16x2.....	37
รูปที่ 3.8 รีเลย์.....	38
รูปที่ 4.1 ทดลองนำรถเข้าช่องรับส่ง.....	31
รูปที่ 4.2 วงจรมอเตอร์.....	42

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

สัญลักษณ์/คำย่อ	คำอธิบาย
F	แรง (นิวตัน)
g	แรงโน้มถ่วง (เมตร/วินาที ²)
T	แรงบิด (นิวตัน-เมตร)
I	กระแสไฟฟ้า (แอมแปร์)
M	มวล (นิวตัน)
N	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)
V	แรงดันไฟฟ้า (โวลต์)
P	กำลังไฟฟ้า (วัตต์)
R	ขนาดของรัศมี
R	ความต้านทานทางไฟฟ้า (โอห์ม)
I/O	Input / Output
LCD	Liquid Crystal Display
LED	Light Emitting Diode
NFC	Near Field Communication
RFID	Radio Frequency Identification
RPM	Revolutions Per Minute
DC	Direct Current
C++	C Programming Language

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่าในกรุงเทพมหานครหรือตามเมืองใหญ่นั้นมีการจราจรที่คับคั่ง เพราะจำนวนรถยนต์ที่มีจำนวนเพิ่มมากขึ้น ส่งผลให้ผู้ขับขี่ต้องประสบกับปัญหา การหาที่จอดรถ เนื่องจากมีพื้นที่จอดรถไม่เพียงพอ ทำให้เสียเวลาในการวนหาที่จอดรถ จึงทำให้เกิดปัญหาการจอดในพื้นที่ห้ามจอด เกิดความไม่เป็นระเบียบ แม้จะแก้ปัญหาโดยการขยายพื้นที่จอดรถให้กว้างขึ้นแต่ก็ยังไม่เพียงพออยู่ดี และการขยายพื้นที่จอดในการจอดในบางพื้นที่ก็มีข้อจำกัดหลาย ๆ อย่าง เช่น ราคาของที่ดินหรือพื้นที่ที่อยู่ติดกับบริเวณที่ใช้ประโยชน์ในด้านอื่น ทำให้ไม่สามารถขยายพื้นที่ได้

ตารางที่ 1.1 จำนวนยอดขายรถยนต์ภายในประเทศ ปี 2555 – 2562

ปี (พ.ศ.)	ยอดขาย (คัน)
2555	1,436,335
2556	1,330,668
2557	881,832
2558	799,594
2559	768,788
2560	871,647
2561	1,041,739
2562 (เดือน ม.ค.-มี.ค.)	263,549
รวม	7,394,152

ที่มา : <http://www.headlightmag.com>

ข้อมูลจากเว็บไซต์ <http://www.headlightmag.com> พบว่าจำนวนยอดขายรถยนต์ภายในประเทศปี 2555 – 2562 พบว่า ในรอบ 8 ปี มีจำนวนยอดขายรถยนต์รวม 7,394,152 คัน โดยในปี 2555 มียอดขายที่ 1,436,335 คัน ปี 2556 ที่ 1,330,668 คัน ปี 2557 ที่ 881,832 คัน ปี 2558 ที่ 799,594 คัน

ปี 2559 ที่ 768,788 คัน ปี 2560 ที่ 871,647 คัน ปี 2561 ที่ 1,041,739 คัน และปี 2562 (เดือน ม.ค.-มี.ค.) ที่ 263,549 คัน

กราฟที่ 1 แสดงจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์และกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก ระหว่างปี 2551-2560



ที่มา : <https://www.tcijthai.com>

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ข้อมูลจาก กลุ่มสถิติการขนส่ง กองแผนงาน กรมการขนส่งทางบก พบว่าสถิติจำนวนรถจดทะเบียนใหม่ตามกฎหมายว่าด้วยรถยนต์และกฎหมายว่าด้วยการขนส่งทางบก ระหว่างปี 2551-2560 โดยสำนักมาตรฐานงานทะเบียนและภาษีรถ กรุงเทพมหานคร พบว่าในรอบ 10 ปีนี้มีรถจดทะเบียนใหม่รวม 8,519,416 คัน โดยปี 2551 จดทะเบียนใหม่ที่ 695,234 คัน ปี 2552 ที่ 606,901 คัน ปี 2553 ที่ 774,589 คัน ปี 2554 ที่ 811,352 คัน ปี 2555 ที่ 1,072,040 คัน ปี 2556 ที่ 1,084,080 คัน ปี 2557 ที่ 846,497 คัน ปี 2558 ที่ 811,222 คัน ปี 2559 ที่ 871,502 คัน ปี 2560 ที่ 945,999 คัน เฉลี่ยแล้วมีรถจดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพฯ คิดเป็นปีละ 851,942 คัน เดือนละประมาณ 70,995 คน วันละประมาณ 2,334 คัน หรือเฉลี่ยทุก ๆ ชั่วโมงจะมีรถจดทะเบียนใหม่ในกรุงเทพฯ ถึงประมาณ 97 คัน เฉลี่ยทีเดียว ส่วนจำนวนรถจดทะเบียนสะสมในเขตกรุงเทพฯ อยู่ที่ 9,864,593 คัน และจำนวนใบอนุญาตขับรถ-ใบอนุญาตผู้ประจำรถในกรุงเทพฯ มีทั้งหมด 4,827,941 ใบอนุญาต ดังแสดงในกราฟที่ 1

จากข้อมูลที่น่าเสนอไปเราจึงสังเกตเห็นปัญหาที่เกิดขึ้น จึงมีแนวคิดที่จะสร้างระบบจำลองที่จอดรถอัตโนมัติแบบโรตารี โดยใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน และใช้ NFC (Near Field Communication) ในการระบุรหัสผู้ใช้งาน เพื่อตอบโต้การใช้ชีวิตประจำวันของคนในเมืองหลวง ที่ต้องเร่งรีบในทุก ๆ เรื่อง ช่วยประหยัดเวลาในการหาที่จอดรถและมีความปลอดภัยต่อรถ



รูปที่ 1.1 ที่จอดรถหนาแน่นในกรุงเทพมหานคร

ที่มา : <https://www.bloggang.com/mainblog.php?id=mistersubmarine&month=12-11-2009&group=2&gblog=33>

สำนักวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
เทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 1.2 สภาพการจราจรในกรุงเทพมหานคร

ที่มา : <https://www.thairath.co.th/news/local/1658126>

1.2 วัตถุประสงค์

- 1.2.1 เพื่อศึกษาและสร้างแบบจำลองระบบที่จอตลอดอัตโนมัติแบบโรตารี
- 1.2.2 เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมที่ใช้ควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์
- 1.2.3 เพื่อศึกษาการควบคุมการทำงานของระบบเชื่อมต่อระยะสั้น (NFC)

1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 แบบจำลองระบบที่จอตลอดอัตโนมัติแบบโรตารี มีจำนวนที่จอตลอดจำลองไม่เกิน 10 คัน
- 1.3.2 ออกแบบระบบควบคุมการรับ-ส่งรถจำลองด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์
- 1.3.3 มีระบบแสดงสถานะที่จอตลอดได้
- 1.3.4 ใช้โปรแกรม solid Works ในการออกแบบชิ้นงาน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 ได้แบบจำลองระบบที่จอตลอดอัตโนมัติแบบโรตารี
- 1.3.2 ได้ทราบวิธีการควบคุมการทำงานของแบบจำลองระบบที่จอตลอดอัตโนมัติแบบโรตารี
- 1.3.3 ได้ทราบกรรมวิธีการขึ้นรูปชิ้นงานแบบจำลองระบบที่จอตลอดอัตโนมัติแบบโรตารี
- 1.3.4 ได้ทราบวิธีวิเคราะห์ Load และความปลอดภัยของเครื่องจำลองระบบที่จอตลอดอัตโนมัติแบบโรตารี

1.3.5 ได้แบบจำลองสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในด้านอุตสาหกรรมได้

บทที่ 2

ทฤษฎีและเนื้อหาที่เกี่ยวข้อง

2.1 รูปแบบของระบบจอดรถอัตโนมัติ

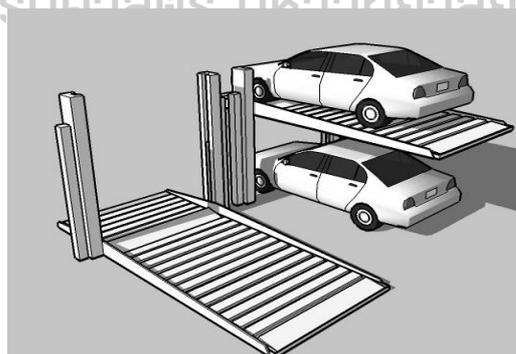
ปัจจุบันระบบจอดรถอัตโนมัติมีการแข่งขันและพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ จึงทำให้เกิดรูปแบบที่แตกต่างกันออกไปตามแต่ความต้องการของผู้ออกแบบ เพื่อตอบสนองความต้องการที่แตกต่างกันออกไป ไม่ว่าจะเป็นพื้นที่ ความสะดวกรวดเร็ว ความปลอดภัย ทำให้มีรูปแบบที่จอดรถออกมามากมาย จึงได้ทำการสรุปและได้แบ่งประเภทของระบบจอดรถอัตโนมัติออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ได้คือ แบบตายตัว (Fixed Type) และ แบบไม่ตายตัว (Unfixed Type)

2.1.1 แบบตายตัว (Fixed Type)

เป็นแบบที่มีความนิยมและความซับซ้อนไม่มาก โดยวิธีการนำรถไปวางตำแหน่งที่วางและระบบภายในไม่ทำให้รถที่จอดอยู่เดิมเปลี่ยนตำแหน่ง แบ่งเป็นรูปแบบโครงสร้างได้ดังต่อไปนี้

2.1.1.1 Dependent Jack System

เป็นแบบที่ง่ายที่สุดโดยมีหลักการง่ายๆ คือนำรถเข้ามาจอดแล้วยกรถขึ้นไปไว้ด้านบน มีข้อเสียคือเมื่อจอดรถเต็มแล้ว คันที่อยู่ด้านบนจะไม่สามารถนำรถออกมาได้ ต้องให้รถด้านล่างออกมาก่อนจึงจะออกมาได้

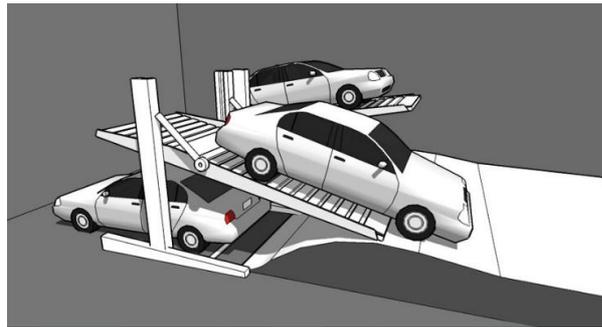


รูปที่ 2.1 Dependent Jack System

ที่มา : <http://simparkinfra.com/products/technologies/>

2.1.1.2 Sloping Out System

มีความคล้ายคลึงกับแบบแรกแต่ดัดแปลงพื้นที่ให้เป็นทางลาดเพื่อที่เมื่อรถคันชั้นบนหรือชั้นล่างจะออกจะสามารถออกได้โดยไม่ต้องอาศัยกัน

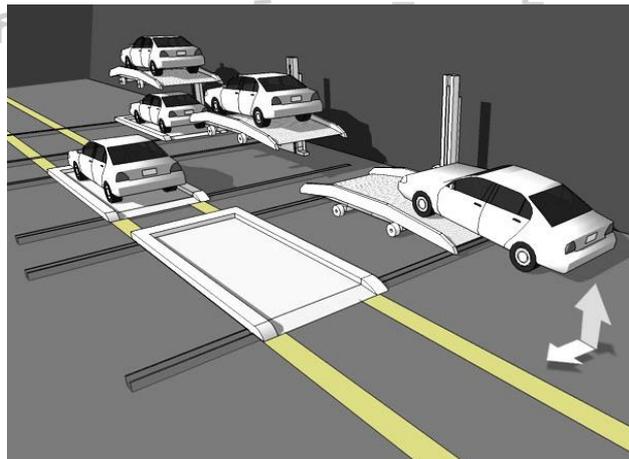


รูปที่ 2.2 Sloping Out System

ที่มา : <http://simparkininfra.com/products/technologies/>

2.1.1.3 Elevator System หรือแบบ Lift

แบบนี้มีความคล่องตัวสูง ใช้พื้นที่ในการก่อสร้างน้อยเมื่อต้องการที่จอดรถมากๆ จะทำโดยการสร้างให้สูงๆ หรือลงใต้ดินหลายๆ ชั้นนิยมมากในตึกสำนักงานขนาดกลาง

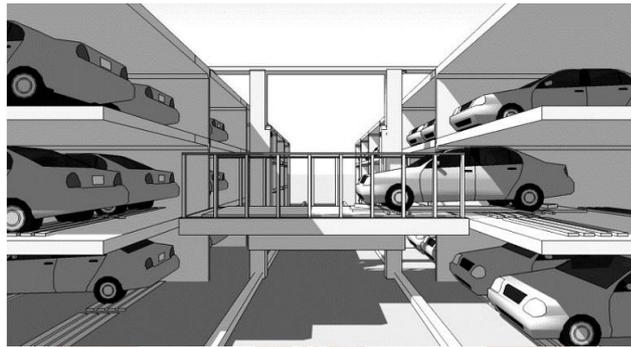


รูปที่ 2.3 Elevator System หรือแบบ Lift

ที่มา : <http://simparkininfra.com/products/technologies/>

2.1.1.4 Moving Elevator System

จะคล้ายกับ Elevator System ต่างกันตรงที่ตัวพารถสามารถเคลื่อนที่ไปในแนวลึกได้จึงทำให้แบบนี้สามารถจอดรถได้จำนวนมากและยังมีความซับซ้อนไม่มาก

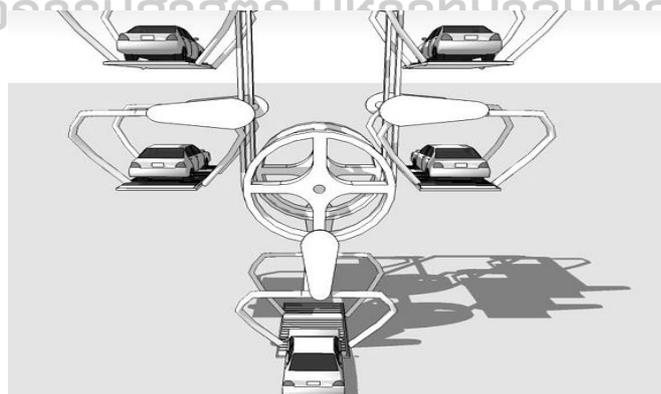


รูปที่ 2.4 Moving Elevator System

ที่มา : <http://simparkinfra.com/products/technologies/>

2.1.1.5 Rotary System

ทำงานเหมือนชิงช้าสวรรค์ทำให้รถเข้าไปอยู่ในตัวกระเช้าแล้วหมุนขึ้นไปไว้ด้านบน เมื่อต้องการนำรถออกก็จะหมุนมายังจุดรับรถ



รูปที่ 2.5 Rotary System

ที่มา : <http://simparkinfra.com/products/technologies/>

2.1.1.6 Tower System

สำหรับพื้นที่ที่เป็นจัตุรัส โดยสร้างตึกเป็นรูปทรงกระบอกแล้วมีแกนกลางเป็นตัวพารัลไปจอดยังตำแหน่งที่ต้องการ เมื่อต้องการนำรถออกก็ให้ตัวพารัลไปปรับรถยังตำแหน่งที่รถจอด



รูปที่ 2.6 Tower System

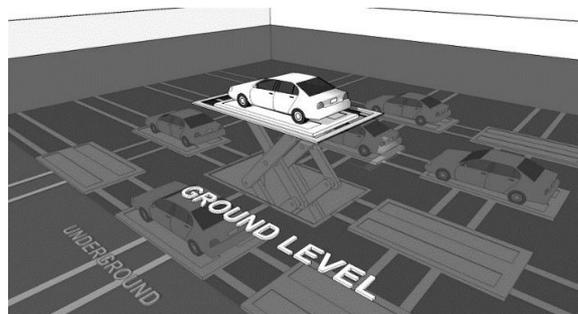
ที่มา : <http://simparkinfra.com/products/technologies/>

2.1.2 แบบไม่ตายตัว (Unfixed Type)

เป็นแบบที่ใช้พื้นที่ได้คุ้มค่าที่สุดมีความซับซ้อน แต่ละตำแหน่งที่รถจอดสามารถเคลื่อนที่เปลี่ยนตำแหน่งได้ทุกทิศทาง โดยรถที่นำเข้ามาจอดจะไม่อยู่ตำแหน่งเดิมตลอดเพราะต้องสลับกันไปมาเหมือนเกมส์เรียงภาพ แบ่งประเภทโครงสร้างได้ดังต่อไปนี้

2.1.2.1 Horizontal Puzzle System

เป็นการเคลื่อนย้ายตามแนวนอน เมื่อรถเข้ามาจอดระบบจะมีพาเลทมารับแล้วนำไปยังตำแหน่งที่ว่างเมื่อจะนำรถออกระบบจะสลับเปลี่ยนไปมาเพื่อหาช่องที่รถจะออกทุกตำแหน่งสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ

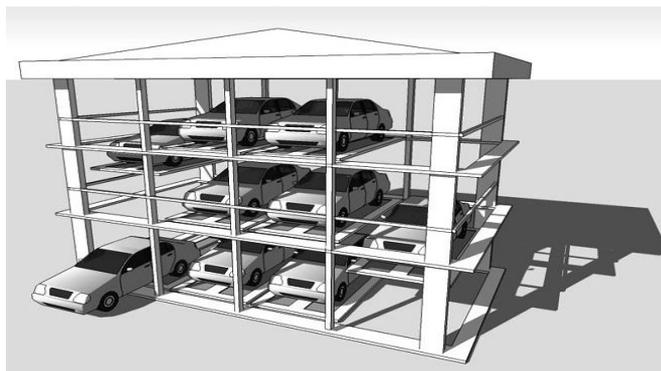


รูปที่ 2.7 Horizontal Puzzle System

ที่มา : <http://simparkinfra.com/products/technologies/>

2.1.2.2 Independent Puzzle System

เป็นแบบเคลื่อนย้ายตามแนวตั้งทุกตำแหน่งสามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระเช่นกัน



รูปที่ 2.8 Independent Puzzle System

ที่มา : <http://simparkinfra.com/products/technologies/>

2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

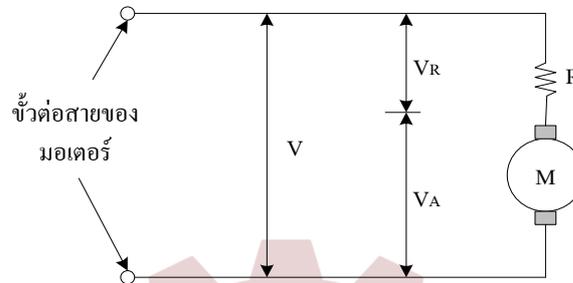
2.2.1 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

เมื่อมีการผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดในสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กซึ่งมีส่วนของแรงขึ้นกับกระแสแรงของสนามแม่เหล็ก โดยแรงจะเกิดขึ้นเป็นมุมฉากกับกระแสและสนามแม่เหล็ก ขณะที่ทิศทางของแรงกลับตรงกันข้ามกัน ถ้าหากกระแสของสนามแม่เหล็กไหลย้อนกลับจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแส และ สนามแม่เหล็กเป็นผลทำให้ทิศทางของแรงเปลี่ยนไป ด้วยคุณสมบัตินี้ทำให้มอเตอร์กระแสตรงกลับทิศทางการหมุนได้

สนามแม่เหล็กของมอเตอร์ส่วนหนึ่งเกิดขึ้นจากแม่เหล็กถาวรซึ่งจะถูกยึดติดกับแผ่นเหล็ก หรือ เหล็กกล้า โดยปกติส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ยึดอยู่กับที่ และ ขดลวดเหนี่ยวนำจะพันอยู่กับส่วนที่เป็นแกนหมุนของมอเตอร์

2.2.2 คุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรง

ในการอธิบายคุณสมบัติของมอเตอร์กระแสตรงให้ละเอียดนั้นต้องพิจารณาแรงดันที่ป้อนและความต้านทานของโรเตอร์ด้วย วงจรภายในของมอเตอร์เขียนได้ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 วงจรภายในของมอเตอร์กระแสตรง

ที่มา : <http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electromagnetic1/magnetic/pic/problem/3-41.gif>

โดยสมมติให้ทวนโรเตอร์ไม่มีความต้านทานอยู่เลย อนุกรมกับความต้านทานซึ่งในที่นี้ก็คือความต้านทานของขดลวดนั่นเอง แรงดันที่ขั้วต่อสายของมอเตอร์ก็คือผลบวกระหว่างแรงดันที่ทวนโรเตอร์ (V_A) และ แรงดันตกคร่อมความต้านทานขดลวด (V_R)

แรงดัน V_A ถูกเรียกว่า แรงเคลื่อนเหนี่ยวนำป้อนกลับ (BACK EMF) ซึ่งเกิดขึ้นในโรเตอร์ขณะที่หมุนแรงดันที่เกิดขึ้นนี้เป็นไปตามกฎของการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้าจากการเคลื่อนที่ของตัวนำในสนามแม่เหล็ก สัมพันธ์กับแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำแม่เหล็ก และ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวนำ แรงดันที่เกิดขึ้นจะมีขั้วตรงกันข้ามกับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ และ แปรผันตรงกับความเร็วในการหมุน ผลบวกของแรงดันที่ทวนโรเตอร์ (V_A) และแรงดันตกคร่อมขดลวด (V_R) ต้องเท่ากับแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์ (V)

$$V = V_A + V_R \quad (V)$$

เมื่อพิจารณาตั้งแต่มอเตอร์หยุดนิ่ง ความเร็วมีค่าเป็นศูนย์ ดังนั้น $V_A = 0$, $V_R = V$ กระแสที่ไหลในมอเตอร์หาได้จาก

$$I = V_R / R \quad (A)$$

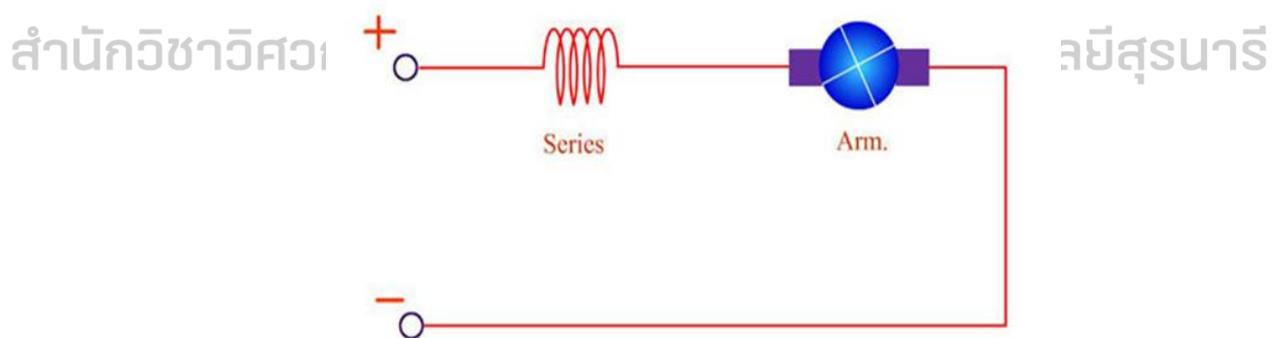
เมื่อมอเตอร์เริ่มหมุนจะมีความเร็ว และ V_A เพิ่มขึ้นเป็นเส้นตรงตามความเร็ว V_R ซึ่งมีค่าเท่ากับ ความแตกต่างระหว่าง V_A และ V จะเริ่มลดลงกระแส I ก็จะเริ่มลดลงเช่นกันขณะที่มอเตอร์ยังมีความเร็ว อยู่ ความเร็วจะเพิ่มขึ้น แรงบิดจะลดลงจนกว่าจะถึงจุดซึ่งแรงบิดของมอเตอร์รับภาระโหลดได้สมดุลพอดี ขณะที่มอเตอร์ไม่มีโหลด และ หมุนอย่างอิสระจะมีเพียงค่าความฝืดของแบร์ริง และ แรงต้านอากาศทำให้ V_A เกือบเท่ากับค่า V

2.2.3 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.3.1 มอเตอร์แบบอนุกรม (Series Motor)

คือมอเตอร์ที่ต่อขดลวดสนามแม่เหล็กอนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่า ซีรีส์ฟิลด์ (Series Field) มีคุณลักษณะที่ดีคือให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็นตัวกำลังของรถไฟฟ้ารถยนต์ของเล่นไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์อนุกรมเมื่อไม่มีโหลดความเร็วจะสูงมากแต่ถ้ามีโหลดมาต่อความเร็ว ก็จะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงานหนักความเร็วลดลง แต่ขดลวด ของมอเตอร์ ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำมาใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ในบ้านหลายอย่าง เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้า จักรเย็บผ้า เครื่องเป่าผม มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม ใช้งานหนักได้ดีเมื่อใช้งานหนัก กระแสจะมากความเร็วรอบจะลดลงเมื่อไม่มีโหลดมาต่อความเร็วจะสูงมากอาจเกิดอันตรายได้ดังนั้น เมื่อเริ่มสตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่ออยู่เสมอ

สาขาวิชาวิศวกรรมแม่เหล็กไฟฟ้า

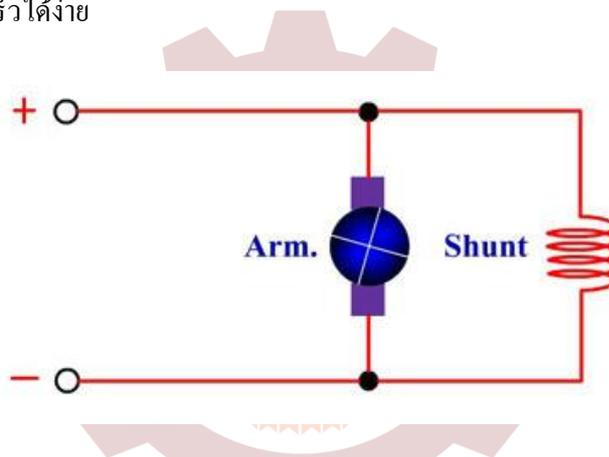


รูปที่ 2.10 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

ที่มา : <https://sites.google.com/site/seennoppadon015/mxtextr/>

2.2.3.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน (Shunt Motor)

หรือเรียกว่าชันทมอเตอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้ ขดลวดสนามแม่เหล็กจะต่อ (Field Coil) จะต่อขนานกับขดลวด ชุดอาเมเจอร์ มอเตอร์แบบขนานนี้มีคุณลักษณะ มีความเร็วคงที่ แรงบิดเริ่มหมุนต่ำ แต่ความเร็วรอบคงที่ ชันทมอเตอร์ส่วนมากเหมาะกับงานดังนี้พัฒนาเพราะพัฒนาต้องการความเร็วคงที่ และต้องการเปลี่ยนความเร็วได้ง่าย



รูปที่ 2.11 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

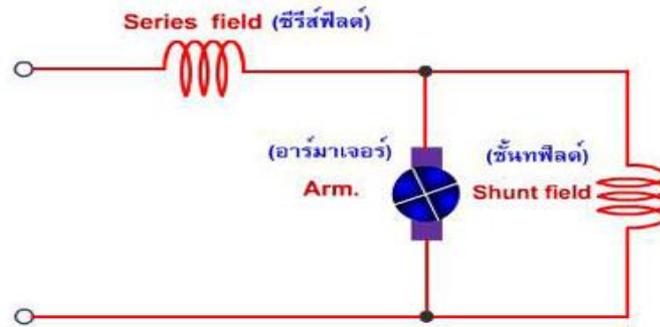
ที่มา : <https://sites.google.com/site/seennoppadon015/mxtexr/>

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

2.2.3.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (Compound Motor)

หรือเรียกว่าคอมเปาวด์มอเตอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน มอเตอร์แบบผสม มีคุณลักษณะพิเศษคือมีแรงบิดสูง (High starting torque) แต่ความเร็วรอบคงที่ ตั้งแต่ยังไม่โหลดจนกระทั่งมีโหลดเต็มที่มีมอเตอร์แบบผสมมีวิธีการต่อขดลวดขนานหรือขดลวดชันทอยู่ 2 วิธี

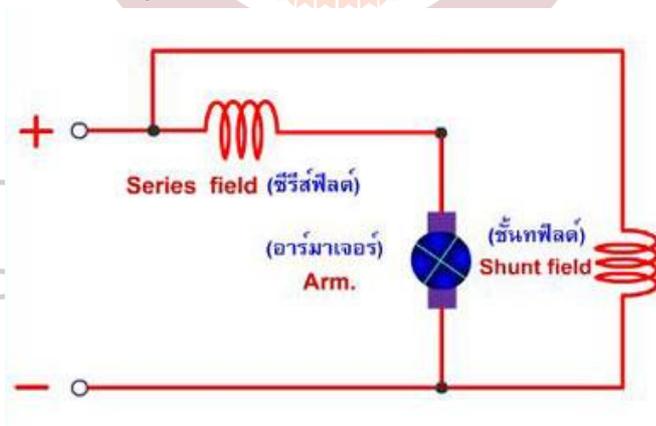
1. ใช้ต่อขดลวดแบบชันทขนานกับอาเมเจอร์เรียกว่า ชอทชันท (Short Shunt Compound Motor) ดังรูปวงจร



รูปที่ 2.12 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบชอร์ตชันทฟิลด์คอมเปาวด์

ที่มา : <https://sites.google.com/site/seennoppadon015/mxtexr/>

2. ต่อขดลวดขนานกับขดลวดอนุกรมและขดลวดอาร์มาเจอร์เรียกว่าลองชันทฟิลด์คอมเปาวด์มอเตอร์ (Long shunt motor) ดังรูปวงจร



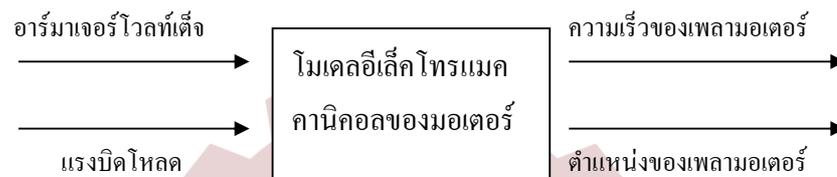
รูปที่ 2.13 วงจรแสดงการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบลองชันทฟิลด์คอมเปาวด์

ที่มา : <https://sites.google.com/site/seennoppadon015/mxtexr/>

2.2.4 โมเดลคณิตศาสตร์ของดีซีมอเตอร์

ดีซีมอเตอร์ที่ใช้ร่วมกับดีซีแอมพลิไฟเลอร์ทั้งในระบบการบังคับตำแหน่งและการบังคับความเร็ว มักจะได้รับการประยุกต์ใช้เป็นส่วนประกอบสร้างกำลังงานในระบบการนำร่องและระบบบังคับต่าง ๆ และเนื่องจากวิทยาการเกี่ยวกับสารแม่เหล็กและการขยายด้วยโซลิตอสเตททำให้ดีซีมอเตอร์แบบแม่เหล็ก

ถาวรได้รับความนิยมใช้เป็นส่วนประกอบการขับเคลื่อนในระบบการบังคับแบบปิดลูปต่าง ๆ มากขึ้น การออกแบบและการชดเชยระบบดังกล่าว ได้อย่างเหมาะสมจะต้องใช้โมเดลทางคณิตศาสตร์ของ ส่วนประกอบทั้งหมดในระบบ



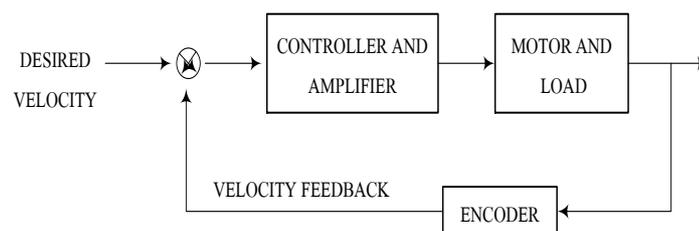
รูปที่ 2.14 แสดงอินพุตและเอาต์พุตของโมเดลทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์

ที่มา : <http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electromagnetic1/magnetic/pic/problem/3-41.gif>

2.2.5 หลักการควบคุมความเร็ว และ ตำแหน่ง

รูปที่ 2.15 คือบล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมความเร็วในระบบกลไกแบบเซอร์โว โมเตอร์ถูกเรียกว่า มอเตอร์แบบเซอร์โว (servo motor) เครื่องวัดรอบในลูปแบบป้อนกลับจะวัดความเร็วของมอเตอร์แบบเซอร์โว และ ส่งป้อนกลับมาในรูปของสัญญาณไฟฟ้า (แรงดัน หรือ กรพะสแต) ซึ่ง แปรตามความเร็วเพลาของมอเตอร์ ในที่นี้ลูปป้อนกลับจะทำให้ความเร็วเอาต์พุตของมอเตอร์มีค่าคงที่มากขึ้น

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.15 ระบบควบคุมความเร็ว ที่ประกอบด้วยลูปการควบคุมป้อนกลับเพียงลูปเดียวเหมาะสำหรับ อุปกรณ์ส่วนไฟฟ้าเคลื่อนที่

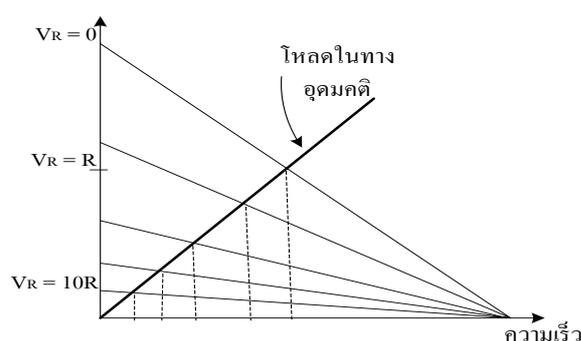
ที่มา <http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electromagnetic1/magnetic/pic/problem/3-41.gif>

ในลูปป้อนกลับความเร็วของมอเตอร์ ที่ประกอบด้วยเครื่องวัดความเร็ว ความเร็วของเครื่องมือจะยังคงมีค่าคงที่ เนื่องจากเมื่อเครื่องมือที่ใช้ในการตัดมีความเร็วลดลง สัญญาณป้อนกลับจะควบคุมมอเตอร์ให้เพิ่มความเร็วขึ้น ในขณะเดียวกัน เมื่อเครื่องมือตัดชิ้นงานที่เป็นวัสดุอ่อน ลูปป้อนกลับจะป้องกันไม่ให้มอเตอร์เร่งความเร็วเกินขนาด

2.2.6 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ขั้นพื้นฐาน

2.2.6.1 การควบคุมด้วยตัวต้านทานที่ปรับค่าได้

เป็นรูปแบบพื้นฐานที่สุดของการควบคุมมอเตอร์คือ ใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้อ่อนนุ่มกับมอเตอร์ โดยตัวต้านทานที่ปรับค่าได้จะเป็นตัวกำหนดความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ การบังคับแบบนี้ไม่มีประสิทธิภาพเพราะกำลังไฟสูญเสียไปในตัวความต้านทาน มักนิยมใช้กับมอเตอร์ตัวเล็ก ๆ การบังคับแบบนี้ให้คุณสมบัติการสตาร์ทดี (ให้แรงบิดสูงที่ความเร็วต่ำ) แต่จะให้ความเร็วสูงมากเมื่อมอเตอร์อยู่ในภาวะที่มีโหลดน้อยๆ ดังนั้นการบังคับแบบนี้มีประโยชน์เฉพาะภาวะที่แรงต้านคงที่ เช่น การบังคับความเร็วของเครื่องจักรเย็บผ้า เป็นต้น



รูปที่ 2.16 วงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงแบบใช้ตัวต้านทานอ่อนนุ่มและกราฟแสดงคุณสมบัติ

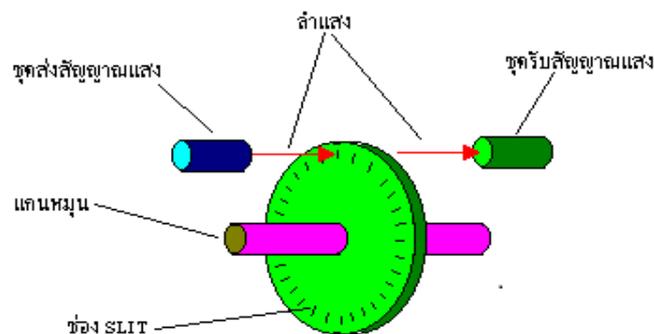
ที่มา : <http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electromagnetic1/magnetic/pic/problem/3-41.gif>

2.2.7 การควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์

ในโครงการนี้ได้นำเอา Rotary Encoder เข้ามาใช้ และ อ่านค่าออกมาเพื่อตรวจสอบทิศทาง และ ตำแหน่งของการเคลื่อนที่ เพื่อนำมาทำการเปรียบเทียบตำแหน่งการเคลื่อนที่กับค่า input โดยหลักการ ทำงานของ Encoder มีดังนี้

2.2.7.1 เอ็นโค้ดเดอร์

Rotary Encoder มีลักษณะเป็นแผ่นกลมมีแกนอยู่ตรงกลาง และ ที่แผ่นกลม จะมีช่องเล็ก ที่แสง สามารถ ส่องผ่าน ได้ เป็นจำนวนมากเราเรียกช่องนี้ว่า ช่อง slit ซึ่งที่ด้านหนึ่งของ แผ่นกลม นี้ จะมีตัวส่ง แสง infrared ไปยังตัวรับสัญญาณแสง infrared ซึ่งจะอยู่ในด้านตรงกันข้าม ดังรูปที่ 2.17

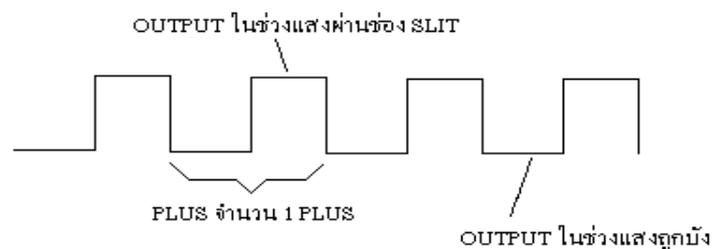


รูปที่ 2.17 แสดง Rotary Encoder

ที่มา : <http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electromagnetic1/magnetic/pic/problem/3-41.gif>

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เมื่อหมุนแกนหมุนทำให้แผ่นกลมหมุนไปตัดลำแสง Infrared ดังนั้นชุดรับแสง infrared จึงมี แสงมากระทบเป็นช่วงๆ (เป็น pulse) ตามจังหวะที่แสงผ่านช่อง slit จึงทำให้ สัญญาณ out put ของ ชุด รับแสง infrared มีลักษณะเป็น plus ดังรูปที่ 2.18

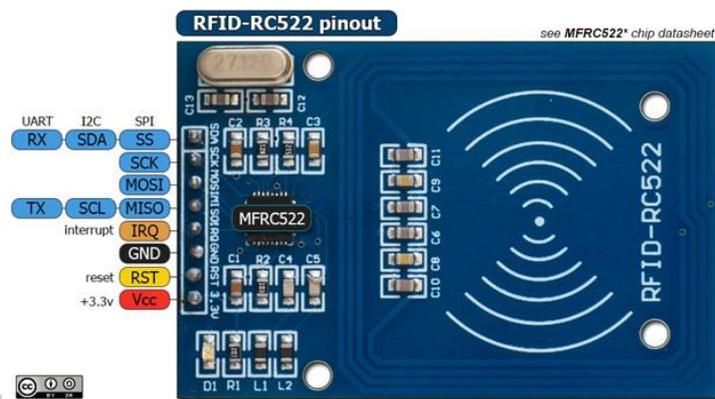


รูปที่ 2.18 แสดงการสร้าง pulse ของ Rotary Encoder

ที่มา : <http://www.rmutphysics.com/charud/scibook/electromagnetic1/magnetic/pic/problem/3-41.gif>

2.3 RFID

RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification หรือก็คือการระบุเอกลักษณ์ด้วยคลื่นวิทยุ โดยที่อุปกรณ์ RFID ในปัจจุบันมีลักษณะเป็นป้ายอิเล็กทรอนิกส์ (RFID Tag) ที่สามารถอ่านค่าได้โดยผ่านคลื่นวิทยุจากระยะห่าง เพื่อตรวจติดตามและบันทึกข้อมูลที่ติดอยู่กับป้าย ซึ่งนำไปฝังไว้หรือติดอยู่กับวัตถุต่างๆ เช่น ผลิตภัณฑ์ กล่อง หรือสิ่งของใดๆ รวมทั้งตำแหน่งที่ตั้งของวัตถุนั้นๆ ว่าอยู่ส่วนใด โดยไม่จำเป็นต้องอาศัยการสัมผัส (Contact-Less) หรือต้องเห็นวัตถุนั้นๆ ก่อน ทำงานโดยใช้เครื่องอ่านที่สื่อสารกับป้ายด้วยคลื่นวิทยุในการอ่านและเขียนข้อมูล



สำเนา

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 2.19 RFID

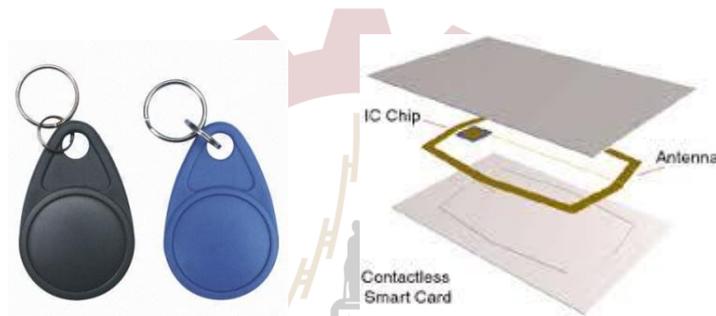
ที่มา : <https://www.crcibernetica.com/rc522-rfid-module/>

2.3.1 แท็ก (Tag)

โครงสร้างภายในของแท็กจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆ ได้แก่ขดลวดขนาดเล็กซึ่งจะทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) สำหรับรับส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ และสร้างพลังงาน ป้อนให้ส่วนของไมโครชิพ (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุ โดยทั่วไปตัวแท็กอาจอยู่ในชนิดทั้งเป็นกระดาษ แผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและรูปร่างต่างๆกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำไปติดและมีหลายรูปแบบเช่น ขนาดเท่ากับบัตรเครดิต เหรียญ กระดุม ฉลากสินค้า แคลปซูน เป็นต้น ส่วนในเรื่องของโครงสร้างและราคาจะแบ่งชนิดของ Tag เป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ ดังนี้

2.3.1.1 Passive RFID Tag

เป็นแท็กที่ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใดๆ เพราะภายในจะมีวงจรถูกกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็กอยู่ ฉะนั้นการอ่านข้อมูลได้ไม่ไกลนัก ระยะไม่เกิน 1 เมตรขึ้นอยู่กับความแรงของเครื่องส่ง และคลื่นความถี่วิทยุ



รูปที่ 2.20 Passive RFID Tag

ที่มา : <http://www.rfid-asia.com/>

2.3.1.2 active RFID Tag

เป็นแท็กที่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอกเพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงานซึ่งจะมีหน่วยความจำได้ถึง 1 เมกะไบต์ การอ่านข้อมูลได้ไกลสูงสุด 10 เมตร



รูปที่ 2.21 active RFID Tag

ที่มา : <http://www.rfid-asia.com/>

2.4 Arduino

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่าง ๆ คือผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ)

Arduino Uno R3 ค ว่า Uno เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งแปลว่าหนึ่ง เป็นบอร์ด Arduino รุ่นแรกที่ผลิตออกมา มีขนาด ประมาณ 68.6x53.4 mm. เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสม สำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆ ที่ออกแบบมา เฉพาะมากกว่า โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมา ตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซี เป็นแบบ SMD เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง และส่วนใหญ่โปรเจก และ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดีอีกอย่างคือกรณีที่ MCU เสียผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย Arduino Uno R3 มี MCU ที่เป็น Package DIP

สำนักวิชา:



จยีสุนารี

รูปที่ 2.22 บอร์ด Arduino UNO

ที่มา : <https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/latest-blogs/what-is-arduino-ch1.html>

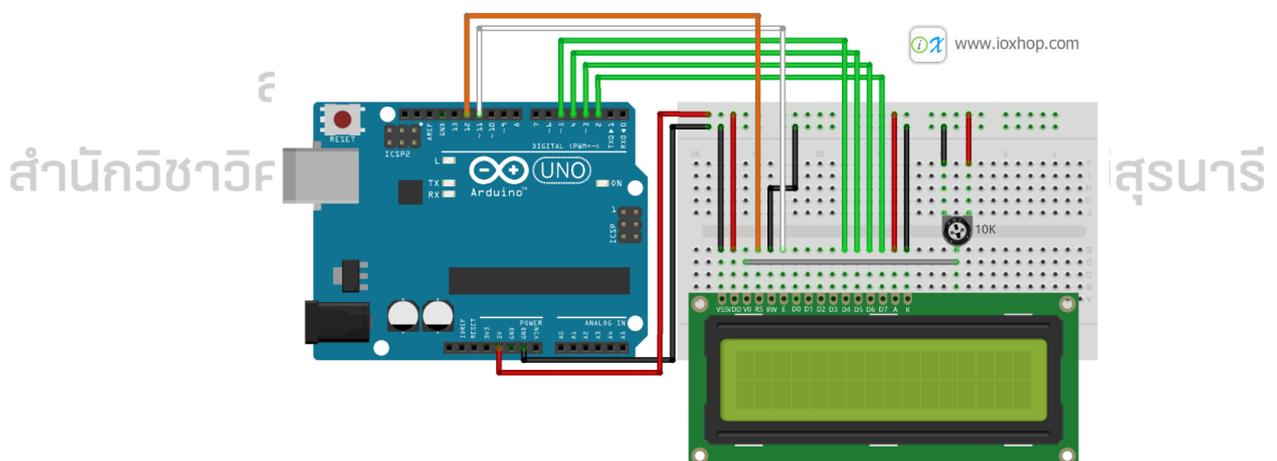
2.5 จอ LCD

คำว่า LCD ย่อมาจากคำว่า Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตอลเหลว หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไป กระตุ้นที่ผลึก ก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมาบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้ จะมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตอล เช่น สีเขียว หรือ สีฟ้า ทำให้เมื่อมองไปที่จอ ก็จะพบกับตัวหนังสือสีขาว แล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆกัน

จอ LCD จะแบ่งเป็น 2 แบบใหญ่ๆตามลักษณะการแสดงผลดังนี้

1. Character LCD เป็นจอที่แสดงผลเป็นตัวอักษรตามช่องแบบตายตัว เช่น จอ LCD ขนาด 16x2 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 16 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัดให้ใช้งาน ส่วน 20x4 จะหมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษรใส่ได้ 20 ตัว และมีทั้งหมด 2 บรรทัด

2. Graphic LCD เป็นจอที่สามารถกำหนดได้ว่าจะให้แต่ละจุดบนหน้าจอขึ้นแสง หรือปล่อยแสงออกไป ทำให้จอนี้สามารถสร้างรูปขึ้นมาบนหน้าจอได้ การระบุขนาดจะระบุในลักษณะของจำนวนจุด (Pixels) ในแต่ละแนว เช่น 128x64 หมายถึงจอที่มีจำนวนจุดตามแนวนอน 128 จุด และมีจุดตามแนวตั้ง 64 จุด



รูปที่ 2.23 จอ LCD

ที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/51805>

2.6 เซนเซอร์แสง

เซนเซอร์ชนิดใช้แสง (Optical sensor หรือ Photo sensor) โดยทั่วไปใช้ในงานการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุ เซนเซอร์ชนิดนี้ทำงานโดยอาศัยหลักการส่งและรับแสง มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ ตัวส่งแสง (Emitter) และตัวรับแสง (Receiver) ลักษณะการตรวจจับเกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งแสง ส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุ ส่งผลให้ตัวรับแสงรู้สถานะที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงสถานะของสัญญาณทางด้านเอาต์พุตเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับแสงส่วนใหญ่นิยมใช้โฟโตไดโอด (Photo diode) หรือ โฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo transistor) ส่วนตัวส่งแสงนั้นโดยทั่วไปใช้ LED (Light Emitting Diode) เนื่องจากการต่อใช้งานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำได้ง่าย สะดวกในการบำรุงรักษา ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ และ "ไม่ได้รับผลกระทบจากสภาวะรอบข้าง ไม่ว่าจะเป็นสนามแม่เหล็ก ความถี่ ความร้อน ความชื้น หรือการสั่นสะเทือน แบ่งประเภทของ LED ตามความยาวคลื่นของแสงได้ดังนี้

2.6.1 LED แบบแสงอินฟราเรด

LED แบบแสงอินฟราเรด มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910-950 nm ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ให้ความเข้มของแสงสูงและระยะส่งไกล แต่ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของสีได้

2.6.2 LED แบบแสงสีแดง

LED แบบแสงสีแดง มีความยาวคลื่นประมาณ 650 nm มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ความเข้มของแสงอยู่ในระดับปานกลาง สามารถตรวจจับพื้นผิวที่มีสีดำ สีน้ำเงินและสีเขียวบนพื้นสีขาวได้ดี

2.6.3 LED แบบแสงสีเขียว

LED แบบแสงสีเขียว มีความยาวคลื่นประมาณ 560 nm ให้ความเข้มของแสงต่ำ มีระยะการตรวจจับที่ไม่ไกล สามารถตรวจจับพื้นที่สีแดงบนพื้นสีขาวได้ดี

2.6.4 เทคนิคในการรับส่งแสง

2.6.4.1 วิธีการรับส่งแบบทั่วไป

เป็นวิธีที่ตัวส่งแสงส่งลำแสงไปอย่างต่อเนื่องเป็นปกติ เหมือนกับแสงตามธรรมชาติ วิธีนี้ระยะการตรวจจับจะไม่ไกลนักและอาจจะถูกแสงจากภายนอกรบกวนได้ง่าย

2.6.4.2 วิธีการรับส่งแบบพัลส์

เป็นวิธีที่ตัวส่งแสง จะส่งลำแสงเป็นจังหวะที่สม่ำเสมอด้วยอัตราความถี่ที่สูง และที่ส่วน

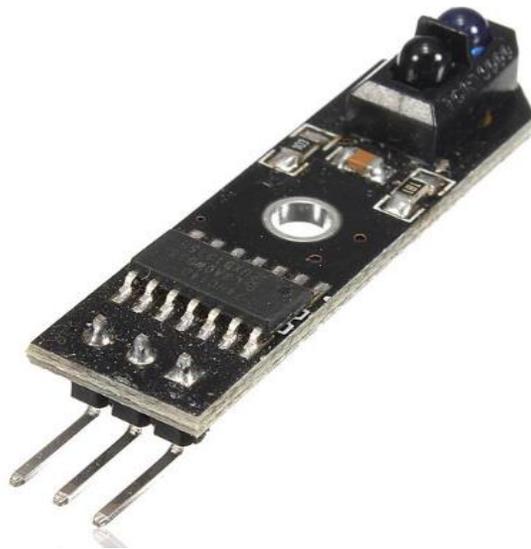
ของตัวรับก็จะถูกออกแบบมาสำหรับรับสัญญาณแสงนี้โดยเฉพาะ ด้วยวิธีนี้จะทำให้ระยะการตรวจจับทำได้ไกลและต้านทานต่อแสงรบกวนจากภายนอก

2.6.4.3 เซนเซอร์แบบลำแสงสะท้อน (Retro-Reflective Sensor)

เซนเซอร์ประเภทนี้จะรวมตัวส่งและตัวรับสัญญาณแสงไว้ในตัวเดียวกัน และใช้แผ่นสะท้อนแสง (reflector) สะท้อนแสงกลับ

2.6.4.4 เซนเซอร์แบบตรวจจับโดยตรง (Diffuse-Reflective Sensor)

เซนเซอร์ประเภทนี้ ตัวส่งและตัวรับสัญญาณแสงจะอยู่ภายในตัวเดียวกัน แล้วใช้วัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นตัวสะท้อนกลับ



รูปที่ 2.24 Line Track Sensor Module Reflection Infrared Sensor

ที่มา : <http://www.adaline.co.th/product/263/tracking-sensor-module-tcrt5000>

2.7 รีเลย์

รีเลย์ คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า และการที่รีเลย์ทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้อุปกรณ์ เมื่อรีเลย์ได้รับการจ่ายไฟ จะทำให้น้ำสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้รีเลย์ ก็จะกลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่เราใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจากเพาเวอร์ของอุปกรณ์ไฟฟ้า ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่องก็จะทำให้อุปกรณ์ทำงาน



รูปที่ 2.25 รีเลย์

ที่มา : <https://mall.factomart.com/relay/>

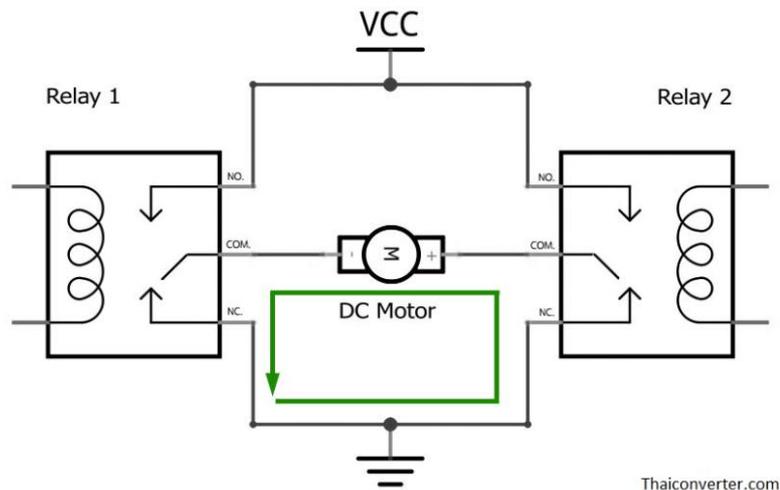
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

2.7.1 วิธีควบคุมทิศทางมอเตอร์อย่างง่ายด้วย Relay 2 ชุด (กลับทางมอเตอร์)

เราสามารถควบคุมทิศทางมอเตอร์ไฟฟ้า DC ได้อย่างง่ายๆ โดยการใช้ Relay ที่มีหน้าสัมผัส NO/NC/COM มาต่อกันจำนวน 2 ตัว (ดูภาพด้านล่างประกอบ) เป็นที่ทราบกันคืออยู่แล้วว่ามอเตอร์ไฟฟ้า DC นั้นจะสามารถกลับทิศทางการหมุนด้วยการกลับขั้วแหล่งจ่าย ซึ่งเป็นพื้นฐานการควบคุมมอเตอร์แบบ H-Bridge นั่นเอง

หลักการทำงาน

เมื่อไม่ได้ทำการจ่ายไฟเข้าไปขับ relay ทั้งสองตัว ขั้วมอเตอร์จะถูกต่อกับหน้าสัมผัส NC ลงกราวด์ไปทั้งสองสาย ซึ่งจะทำให้มอเตอร์อยู่ในสภาวะเบรก (Brake) โดยเมื่อมอเตอร์มีแรงหมุนจากภายนอก มอเตอร์จะเปลี่ยนสถานะตัวเองจากมอเตอร์เป็นสถานะไดนาโมเกิดกระแสไหลครบวงจรในตัวเอง ทำให้มอเตอร์เกิดอาการหน่วงกว่าปรกติเมื่อเปรียบเทียบกับการปล่อยสายลอยไว้เฉยๆ



รูปที่ 2.26 วงจรรีเลย์ควบคุมมอเตอร์แบบ H-Bridge

ที่มา : <https://www.thaicconverter.com/article/>

2.8 ระบบการส่งกำลัง

โดยทั่วไประบบส่งกำลังในการเคลื่อนที่ เรามักจะแยกออกเป็นหลายประเภทตามความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานในส่วนต่างๆ โดยแบ่งประเภทของระบบส่งกำลังได้โดยสังเขปดังนี้

การส่งกำลังด้วย เฟือง (GEARS), โซ่ (CHAIN DRIVES), สายพาน (BELTS), คัปปลิง (COUPLING), คลัตช์ (CLUTCH), เพลา (SHAFT), ลูกเบี้ยว (CAM) ซึ่งหลักการส่งกำลังของเครื่องจักรกล คือ การส่งกำลังจากต้นกำลังหรือสามารถเรียกได้อีกชื่อว่า "เพลาขับ" ส่งกำลังไปยังจุดที่ต้องการกำลังงานไปใช้งานเรียกว่า "เพลาตาม" หรือ "เพลางาน" ระบบการส่งกำลังของเครื่องจักรกลได้แก่ การส่งกำลังด้วยเฟืองโซ่ สายพาน คัปปลิง (Coupling) เพลา และลูกเบี้ยว เป็นต้น

2.8.1 เฟือง

เฟือง (Gear) เป็นชิ้นส่วนเครื่องกลที่มีรูปร่างเป็นจานแบนรูปวงกลม ตรงขอบมีลักษณะเป็นแฉก (เรียกว่าฟันเฟือง) ซึ่งสามารถนำไปประกบกับเฟืองอีกตัวหนึ่ง เกิดเป็นระบบส่งกำลังขึ้น สามารถปรับให้เกิดเป็นความได้เปรียบเชิงกลได้ จึงถือเป็นเครื่องกลอย่างง่ายชนิดหนึ่ง ด้วยคุณลักษณะนี้ เฟืองสามารถนำมาใช้ส่งผ่านแรงหมุน ปรับความเร็ว, แรงหมุน และทิศทางการหมุนในเครื่องจักรได้ โดยระบบเฟืองหรือระบบส่งกำลังนี้ มีความสามารถคล้ายคลึงกับระบบสายพาน แต่จะดีกว่าตรงที่ระบบเฟืองจะไม่สูญเสียพลังงานไปกับการยืดหดและการสั่นไถลของสายพาน



รูปที่ 2.27 เฟือง

ที่มา : <https://www.nanasupplier.com/tag/58653>

2.8.2 โซ่

โซ่ มีลักษณะการส่งกำลังคล้ายกับสายพาน โดยโซ่จะคล้องอยู่กับจานโซ่ที่ติดอยู่บนเพลาขับ และเพลตาม การส่งกำลังด้วยโซ่นี้ จะไม่เกิดการลื่นไถลขณะส่งถ่ายกำลัง เหมาะสำหรับงานที่รับภาระแรงดึงมากๆ

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



รูปที่ 2.28 โซ่

ที่มา : <https://www.thaimechanic.com/article-150-read.html>

2.8.3 เพลา

เพลา (Shaft) คือ อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ทำงาน หรือใช้ส่งกำลังจากจุดหนึ่งไปยังจุดอื่นๆ แกนหมุนที่ใช้ส่งถ่ายกำลัง ขับเคลื่อนให้เกิดการหมุนของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ประกอบกันอยู่ภายในเครื่อง ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานได้หลากหลายไม่ว่าจะเป็นอุตสาหกรรมยานยนต์ เครื่องจักรกลการเกษตร ระบบขนส่งทางอากาศ ระบบจัดการน้ำ เครื่องใช้ไฟฟ้า รวมถึงเครื่องมือเครื่องจักรภายในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ โดยทั่วไปส่วนมากนิยมใช้เป็นทรงกระบอกตัน เพลาจะมีหน้าตัดเป็นวงกลม มีผิวแข็งแรง ผลิตจากวัสดุเหล็กอ่อน แต่หากต้องการเพลาที่มีความแข็งแรงสูง ทนต่อการสึกหรอและการเสียดสีได้ดีจะใช้เหล็กกล้าผสมนิกเกิล นิกเกิล โครเมียม หรือเหล็กโครเมียมวานาเดียม ทำให้การส่งกำลังการหมุนมีความเร็วสูง ต้านทานแรงไม่ให้เกิดคราดหรือโค้งงอได้ ทั้งนี้เพลาจะมีให้เลือกใช้งานอยู่หลายชนิด มีรูปร่าง ความยาวและคุณสมบัติในการทำงานที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ของการใช้งาน ดังนั้นจึงต้องเลือกใช้ประเภทของเพลาให้เหมาะสมกับงานเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน และช่วยยืดอายุการทำงานให้ยาวนานขึ้นอีกด้วย

2.8.3.1 เพลาเชิงเส้น (Linear Shafts)

เพลาเชิงเส้น (Linear Shaft) เป็นเหล็กถูกลูกออกแบบให้มีลักษณะเป็นทรงกระบอกตรง มีผิวที่เรียบ โดยจะทำงานร่วมกับแบริ่ง เพื่อรองรับการเคลื่อนที่แบบเชิงเส้นที่มีความแม่นยำสูง มีให้เลือกใช้งานทั้งแบบเหล็กชุบแข็ง สแตนเลสชุบแข็งหรืออลูมิเนียม ซึ่งจะมีคุณสมบัติด้านความแข็งแรงทนทาน ป้องกันการกัดกร่อนได้ดี โดยเพลาที่ทำจากอลูมิเนียมจะมีน้ำหนักเบาเหมาะสำหรับใช้ในงานการบิน ส่วนเพลาที่ทำจากสแตนเลสจะเหมาะกับงานที่ต้องสัมผัสกับน้ำหรือสารเคมีที่มีฤทธิ์กัดกร่อน นอกจากนี้ยังพบการใช้งานของเพลาเชิงเส้นสำหรับอุปกรณ์ระบบงานอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม เครื่องพิมพ์ เครื่องกลึง เครื่องจักรสิ่งทอ เครื่องจักรกล CNC และเครื่องจักรกลงาน DIY เป็นต้น



รูปที่ 2.29 เฟลาเชิงเส้น

ที่มา : https://th.misumi-ec.com/pr/recommend_category/shaft201906/

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3

วิธีดำเนินการทำโครงการ

3.1 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.1 แสดงแผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	สัปดาห์															
	พฤศจิกายน				ธันวาคม				มกราคม				กุมภาพันธ์			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กำหนดจุดประสงค์และแผนการดำเนินงาน	→															
2. ศึกษาการใช้งานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์									→							
3. ออกแบบฮาร์ดแวร์					→											
4. ออกแบบซอฟต์แวร์					→											
5. เบิกเงินและจัดซื้อ											→					
6. สร้างแบบจำลอง									→							
7. ทดสอบแบบจำลอง													→			
8. ปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง													→			
9. สรุปและเขียนรายงาน													→			

3.2 วิธีการดำเนินงาน

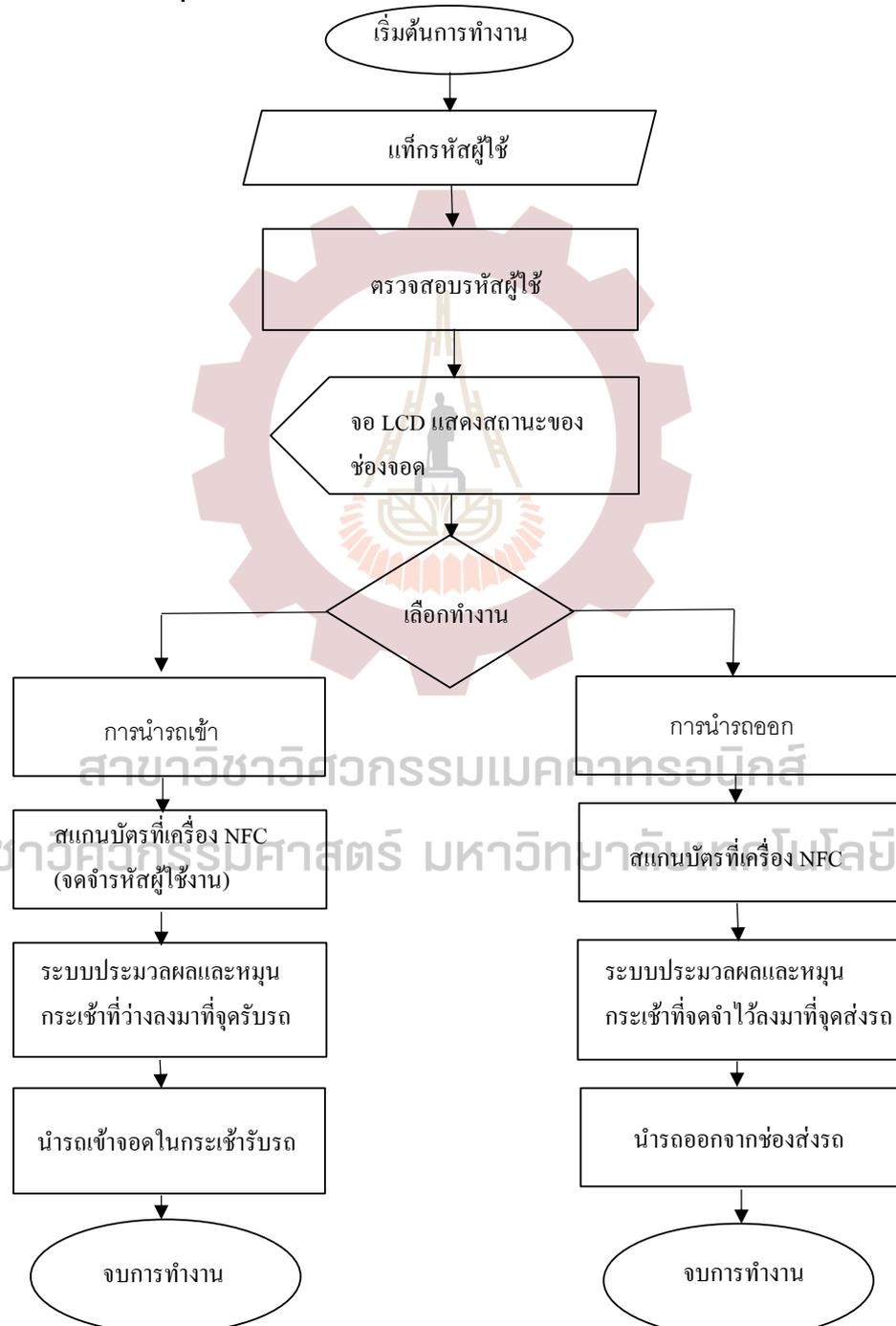
1. สืบค้นข้อมูลที่เกี่ยวข้อง กำหนดจุดประสงค์และแผนการดำเนินงาน
2. ศึกษาการใช้งานของระบบไมโครคอนโทรลเลอร์
3. ออกแบบฮาร์ดแวร์
4. ออกแบบซอฟต์แวร์
5. สร้างแบบจำลอง
6. จัดทำโครงสร้างและติดตั้งวงจร
7. เขียนโปรแกรมควบคุมระบบ
8. ทดสอบการทำงานของระบบ
9. ปรับปรุงและแก้ไขข้อบกพร่อง
10. สรุปและเขียนรายงาน



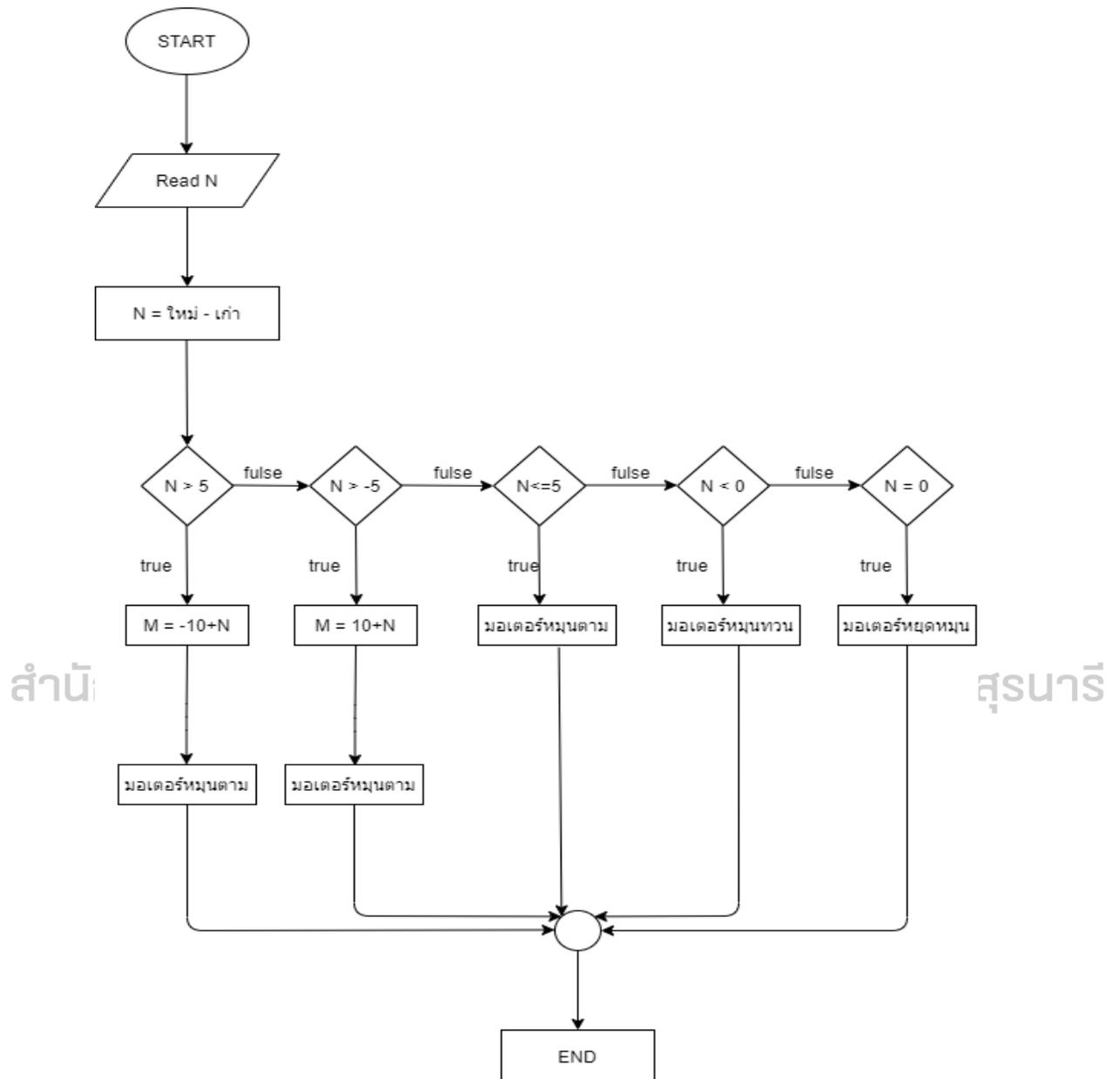
สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

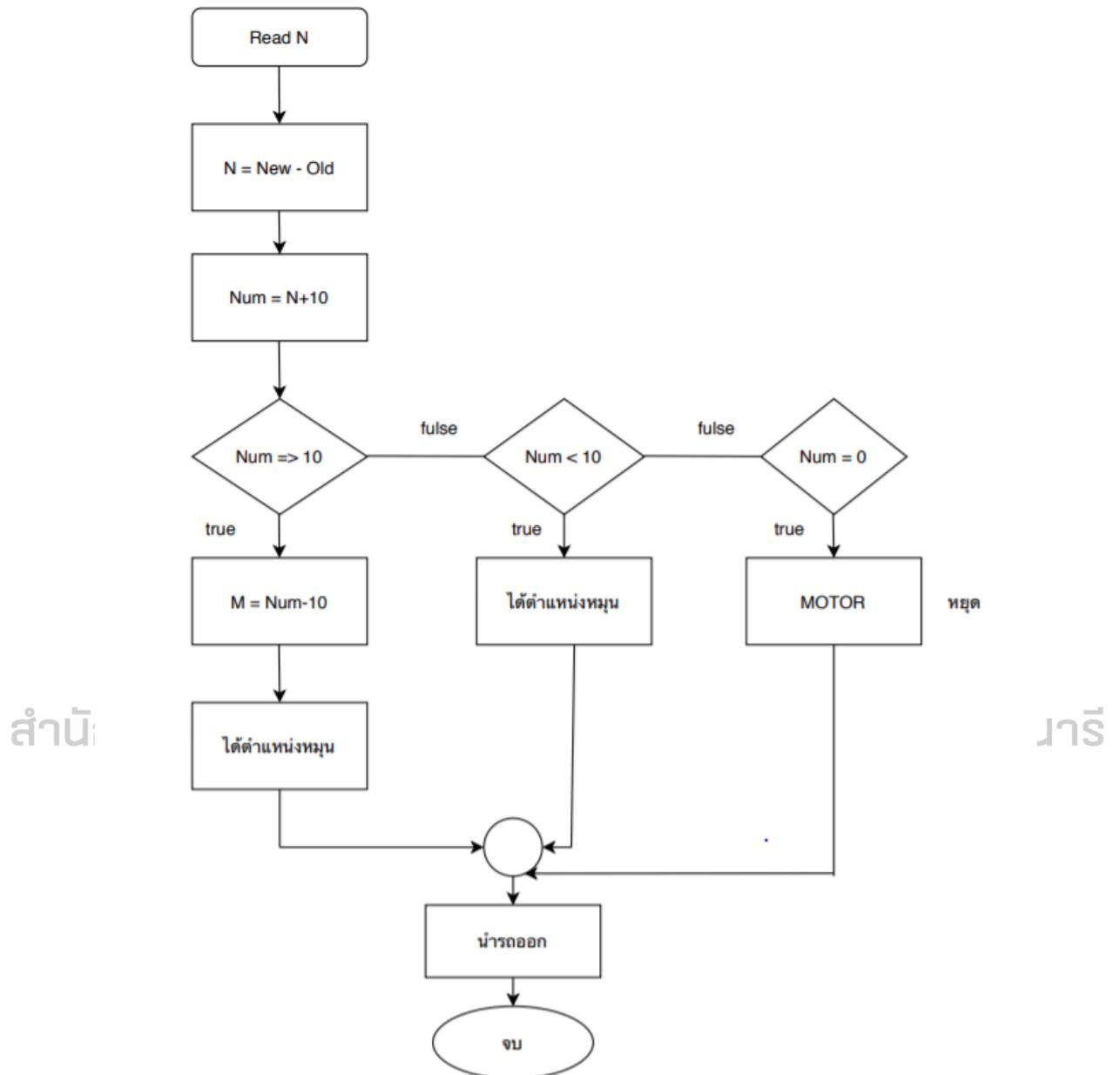
3.3 ออกแบบระบบควบคุมการทำงาน



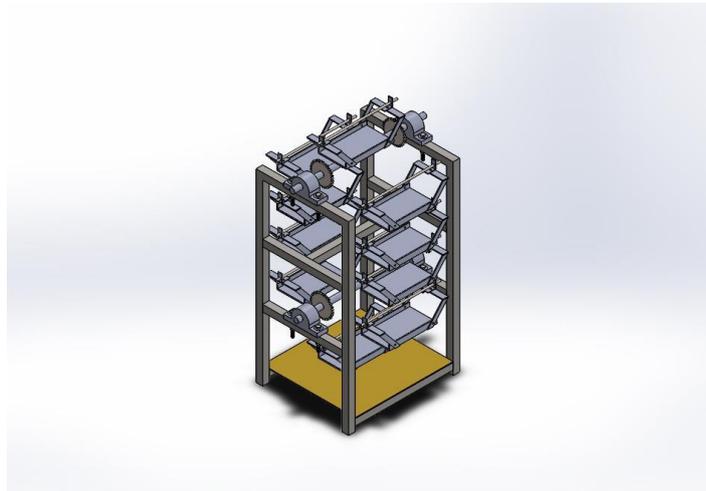
3.3.1 หลักการทำงานเมื่อมอเตอร์หมุนสองทาง



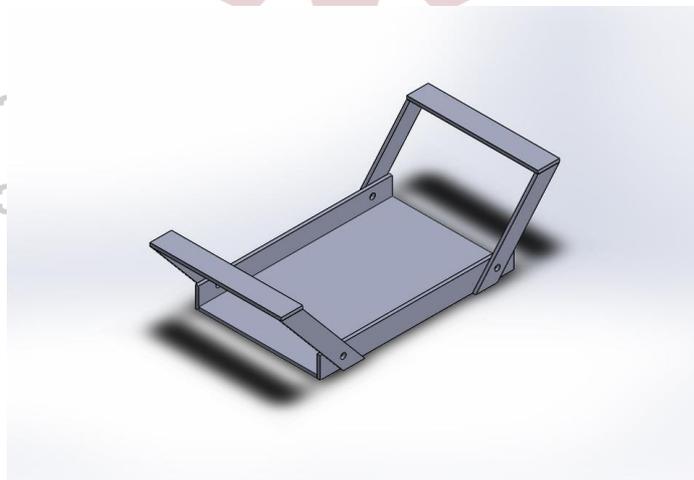
3.3.2 หลักการทำงานเมื่อมอเตอร์หมุนทางเดียว



3.4 ออกแบบระบบโครงสร้าง



รูปที่ 3.1 โครงสร้าง



รูปที่ 3.2 กระเช้า รับ-ส่งรถ

ส
สำนักวิชาวิศวกรรม

ส
นโยบายสุรนารี

3.5 อุปกรณ์ที่เลือกใช้

3.5.1 มอเตอร์ปัดน้ำฝน 12 V, 2 A, 110 RPM



รูปที่ 3.3 มอเตอร์ปัดน้ำฝน 12 V, 2 A, 110 RPM

ที่มา : <https://thai.alibaba.com/product-detail/12v-wiper-motor-for-vw-new-beetle-1c0955119-windshield-wiper-motor-1h1955113-60413159315.html>

3.5.1.1 การคำนวณ

ขนาดของมอเตอร์ที่จะนำมาใช้ในการหมุนเพื่อขับโหลด ออกแบบให้สามารถรับน้ำหนักโหลดได้ 0.3 กิโลกรัมต่อ 1 กระเช้า รวมน้ำหนักตั้งนั้นถ้า 10 กระเช้ารวมน้ำหนักของโหลดจะได้ 3 กิโลกรัม เพียงหนัก 2 กิโลกรัม เผลาหนัก 3 กิโลกรัม โช้หนัก 3 กิโลกรัม เพราะฉะนั้น กระเช้า เผลา โช้หนัก รวม 11 กิโลกรัม เส้นผ่านศูนย์กลางของเพลา โช้ เท่ากับ 1.95 เซนติเมตร รัศมี เท่ากับ 0.1 เซนติเมตร

$$T = Fr \rightarrow (1)$$

$$F = mg$$

$$= 11 \times 9.8$$

$$F = 107.91 \text{ N.m}$$

$$\text{เมื่อ } r = 0.1 \text{ m}$$

$$T = 107.91 \times 0.01$$

$$= 1.0791 \text{ N.m}$$

∴ แรงบิดมอเตอร์ในส่วนชุดหมุนรับรถขึ้น - ลง เท่ากับ **1.0791** นิวตันเมตร

โซ่ 5 ข้อ เฟือง 32 ฟัน ต้องการใช้เวลา 10 วินาที

$$\frac{50}{32} = 1.5625 \text{ รอบ}$$

$$= \frac{1.5625}{10} (60)$$

$$N = 9.375 \frac{\text{รอบ}}{\text{นาที}}$$

∴ จะได้รอบของมอเตอร์เท่ากับ $9.375 \frac{\text{รอบ}}{\text{นาที}}$

คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้ของมอเตอร์

$$P = 2\pi TN$$

$$P = 2\pi(1.0791)(9.375)$$

$$= 63.56 \text{ W}$$

$$I = \frac{P}{E}$$

$$= \frac{63.56 \text{ W}}{12 \text{ V}}$$

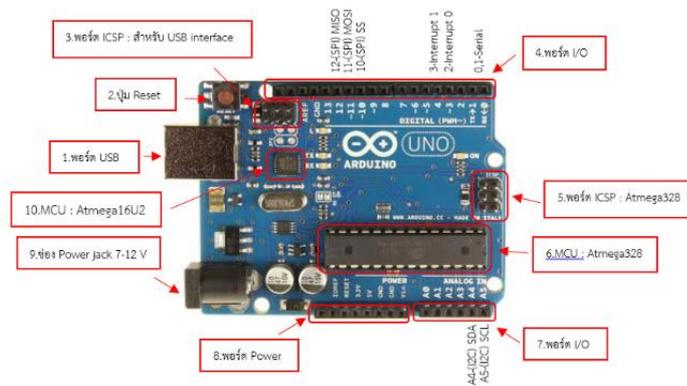
$$= 5.29 \text{ A}$$

∴ กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ในส่วนชุดรับรถ เท่ากับ 5.29 แอมแปร์

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

3.5.2 บอร์ด Aduino UNO R3



รูปที่ 3.4 บอร์ด Arduino UNO R3

ที่มา : <http://dd4toew.blogspot.com/2017/05/arduino-uno-r3.html>

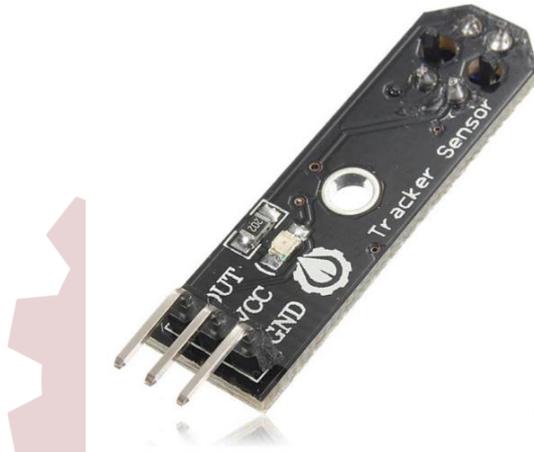
3.5.3 RFID module rc522



รูปที่ 3.5 RFID module rc522

ที่มา : <https://www.amazon.in/MFRC522-13-56MHz-Reader-Writer-Mifare/dp/B01JCUJMF2>

3.5.4 เซนเซอร์ชนิดแสง Module Reflection Infrared Sensor

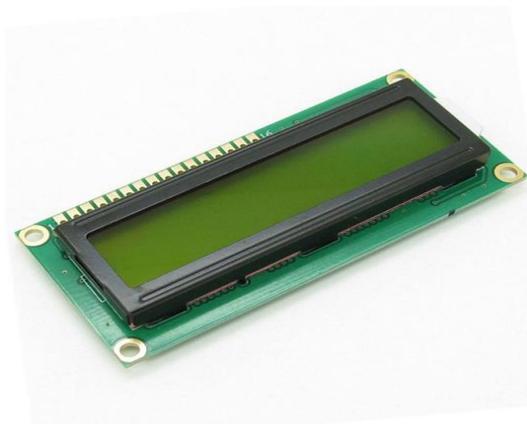


รูปที่ 3.6 Line Track Sensor Module Reflection Infrared Sensor

ที่มา : <https://alexnl.com/product/2pcs-5v-infrared-line-tracking-sensor-module-for-arduino/>

3.5.5 จอ LCD ขนาด 16x2

สำนักวิชาวิศวกรรม



เทคโนโลยีสุรนารี

รูปที่ 3.7 จอ LCD ขนาด 16x2

ที่มา : <https://www.gotoknow.org/posts/51805>

3.5.6 รีเลย์



รูปที่ 3.8 รีเลย์

ที่มา : <https://mall.factormart.com/relay/>

3.6 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.6.1 ส่วนโครงสร้าง

1. ออกแบบโครงสร้างในโปรแกรม Solid Works
2. ตัดแท่งเหล็กทำโครงที่จ่อตรงขนาดความสูง 70 เซนติเมตร กว้าง 30 เซนติเมตร ขนาดเหล็ก 1 × 1 นิ้ว
3. ทำการเชื่อมโครงเหล็ก และประกอบเข้าด้วยกัน
4. นำน้ำออกมาเชื่อมกับโครงกระเช้า
5. นำตุ้กด เพลมา เพื่อมาประกอบใส่โซ่ทั้ง 2 ข้าง พร้อมติดแกนเพื่อไว้แขวนกระเช้าแล้วนำกระเช้ามาแขวน
6. ประกอบจนครบ 10 กระเช้า และนำมอเตอร์มาติดตั้งพร้อมใส่เฟืองและโซ่เพื่อขับเคลื่อนของทุกกระเช้า
7. ต่อวงจรควบคุมเข้ากับมอเตอร์ และต่อไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ากับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์เพื่อใช้ควบคุมมอเตอร์ให้หมุน แล้วใช้เซนเซอร์เป็นอินพุตเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์

3.6.2 วิธีการทดสอบ

1. ทดสอบมอเตอร์ โดยการป้อนแรงดันไฟฟ้าขนาด 12 โวลต์ เข้าที่มอเตอร์โดยผ่านดีเลย์ เพื่อทดสอบการหมุนของมอเตอร์
2. ทดสอบเซนเซอร์ที่ใช้ติดตั้งจะมี 2 ตัว จะติดตั้งไว้ข้างจตุรรับกระเช้ารถ
3. ทดสอบความเร็วของกระเช้า โดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงาน
4. ทดสอบเริ่มต้นการทำงาน โดยการแก้กบัตร์รหัสผู้ใช้ เพื่อสั่งการมอเตอร์ให้หมุนนำกระเช้ามายังจตุรรับรถ
5. ทดสอบนำรถเข้าจอดทำการทดสอบว่าเมื่อมีกระเช้าว่าง รถจะเข้ามาจอดตรงตามเงื่อนไขได้หรือไม่
6. ทดสอบนำรถออก เมื่อมีข้อมูลส่งมาให้ นำรถออก รถจะสามารถออกตรงตามเงื่อนไขได้หรือไม่
7. ทดสอบการใช้พลังงานของมอเตอร์

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 4

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผล

4.1 ทดสอบเวลาของการนำรถเข้าและออก

ผลการทดสอบจับเวลาในการนำรถเข้าและออกโดยใช้ Microcontroller โดยมอเตอร์หมุนทางเดียว จับเวลาการนำรถเข้าโดยแท็กบัตร RFID เพื่อเรียกกระเช้าเข้าและออก การทดสอบแต่ละครั้งเป็นการทำงานในส่วนของการนำรถไปจอดโดยการจับเวลาที่จุดรับส่งทั้งหมด 10 ตำแหน่ง

ตารางที่ 4.1 ทดสอบเวลาของการนำรถเข้า

ครั้งที่	นำรถจากตำแหน่ง HOME ไปจอดตามตำแหน่งตามหมายเลขกระเช้า(วินาที)									
	Home	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0	4.2	7.55	11.39	15.69	19.26	22.82	26.42	29.80	33.27
2	0	3.75	6.92	11.02	14.48	18.16	22.14	25.70	29.24	32.79
3	0	3.80	7.20	11.04	14.57	18.40	22.08	25.42	29.20	33.08
4	0	3.93	7.13	11.34	14.83	18.23	21.86	25.36	29.06	33.16
5	0	4.02	7.52	11.52	15.02	18.70	22.56	26.22	29.92	33.56
เฉลี่ย	0	3.94	7.26	11.26	14.92	18.55	22.29	25.85	29.44	33.17

ตารางที่ 4.2 เวลาเฉลี่ยของการนำรถออก

ครั้งที่	นำรถออกตามหมายเลขกระเช้า(วินาที)									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1.55	5.04	8.80	12.73	16.46	20.30	24.92	28.35	31.93	35.55
2	1.20	4.09	7.50	11.28	16.40	20.21	24.15	27.23	31.48	34.63
3	1.34	4.79	8.49	12.14	15.89	19.69	23.84	27.62	31.07	34.74
4	1.22	4.67	8.32	11.92	15.50	19.25	23.23	27.01	31.01	34.46
5	1.31	4.67	8.56	12.03	15.61	19.71	23.49	27.99	31.73	35.13
เฉลี่ย	1.32	4.65	8.33	12.02	15.97	19.83	23.93	27.64	31.44	34.09

การทดสอบเวลาโดยเฉลี่ยของการเคลื่อนที่ของกระเช้า หมุนนำรถเข้าและนำรถออกนั้น จะนำเวลาเฉลี่ยของตั้งแต่ตำแหน่ง



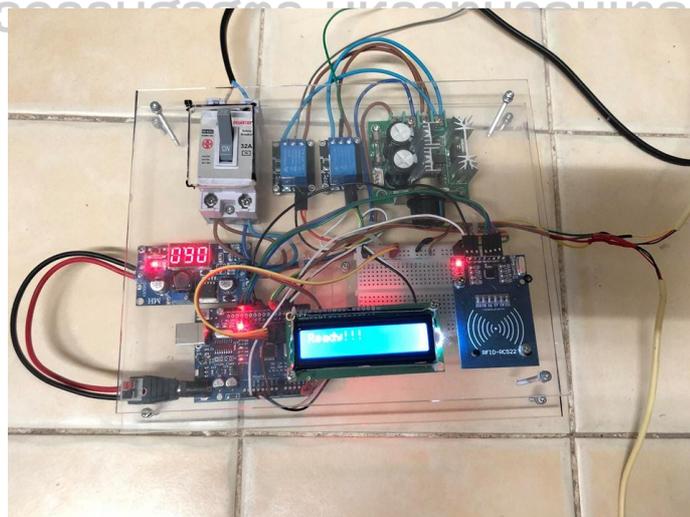
รูปที่ 4.1 ทดลองนำรถเข้าช่องรับ-ส่ง

4.2 ผลการทดสอบกระแสและแรงดัน

การทดสอบวัดค่ากระแสและแรงดันในแนวตั้ง ตามความสูง (cm) ทำการทดสอบทั้งหมด 5 ครั้ง โดยการวัดค่ากระแสและแรงดัน เพื่อนำมาหาค่ากำลังที่เกิดขึ้น จาก $P = IV$

ตารางที่ 4.3 ผลการวัดกระแสและแรงดัน

ครั้งที่	กระแส(A)		แรงดัน(V)		กำลังไฟฟ้า(W)	
	มีโหลด	ไม่มีโหลด	มีโหลด	ไม่มีโหลด	มีโหลด	ไม่มีโหลด
1	1.52	1.45	5.14	5.12	7.20	6.58
2	1.48	1.41	5.12	5.13	7.61	7.13
3	1.49	1.39	5.03	5.06	7.36	6.94
4	1.48	1.31	5.12	5.10	7.58	6.81
5	1.49	1.45	5.06	5.02	7.54	7.28
เฉลี่ย	1.48	1.40	5.09	5.81	7.65	7.27



รูปที่ 4.2 วงจรมอเตอร์

4.3 การทดสอบความคลาดเคลื่อน

การทดสอบความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งแบบสุ่ม โดยทำการทดลองทั้งหมด 5 ครั้ง

ตารางที่ 4.4 ตารางผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของการนำรถเข้าแบบสุ่ม

ครั้งที่	กระเช้าที่มีรถจอด	นำรถเข้าจอด	ผลที่ได้
1	H,1,2,3,4,5	6	กระเช้าที่ H,1,2,3,4,5,6 มีรถจอดอยู่
2	H,1,2,3,4,5,6	7	กระเช้าที่ H,1,2,3,4,5,6,7 มีรถจอดอยู่
3	H,1,2,3,4,5,6,7	8	กระเช้าที่ H,1,2,3,4,5,6,7,8 มีรถจอดอยู่
4	H,1,2,3,4,5,6,7,8	9	กระเช้าที่ H,1,2,3,4,5,6,7,8,9 มีรถจอดอยู่
5	H,1,2,3,4,5,6,7,8,9	0	กระเช้าที่ H,1,2,3,4,5,6,7,8,9 มีรถจอดอยู่

ตารางที่ 4.5 ตารางผลการทดสอบความคลาดเคลื่อนของการนำรถออกแบบสุ่ม

ครั้งที่	กระเช้าที่มีรถจอด	นำรถออก	ผลที่ได้
1	H,1,2,3,4,5,6,7,8,9	8,9	กระเช้าที่ H,1,2,3,4,5,6,7 มีรถจอดอยู่
2	H,1,2,3,4,5,6,7,	7	กระเช้าที่ H,1,2,3,4,5,6 มีรถจอดอยู่
3	H,1,2,3,4,5,6	6	กระเช้าที่ H,1,2,3,4,5 มีรถจอดอยู่
4	H,1,2,3,4,5	5,4	กระเช้าที่ H,1,2,3 มีรถจอดอยู่
5	H,1,2,3	0	กระเช้าที่ H,1,2,3 มีรถจอดอยู่

จากการทดสอบนำรถเข้าและออกจำนวน 5 ครั้ง พบว่า ระบบมีการทำงานที่ถูกต้อง

บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากผลการทดลอง การทำงานของแบบจำลองที่จอตกรออัตโนมัติแบบโรตารี พบว่ากระเช้าแต่ละกระเช้ามีการเคลื่อนที่ห่างกันประมาณ 3.94 วินาที และมีการเคลื่อนที่ทั้งในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และทิศทางทวนเข็มนาฬิกา และเมื่อทำการทดสอบการจดจำตำแหน่งเข้าออกของรถในแต่ละกระเช้า ในแบบสุ่มพบว่าระบบมีการจดจำตำแหน่งได้โดยในแต่ละสถานะจะระบุขึ้นที่จอ LCD โดยจากผลการทดลองแล้วจึงสรุปได้ว่าโครงการนี้ สำเร็จ ได้ลุล่วงตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่กำหนดไว้

5.2 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

ปัญหาที่ผู้จัดทำพบคือ มอเตอร์ที่ใช้ในการทดลองมีความเร็วรอบมากเกินไป ผู้จัดทำจึงใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้มาช่วยปรับความเร็ว แต่เมื่อปรับค่าแรงดันให้ต่ำลง มอเตอร์จะไม่ทำงาน จึงทำให้ต้องใช้แรงดันที่ 4.9 โวลต์ แต่ความเร็วที่ระดับนี้ ส่งผลให้กระเช้าแกว่งเล็กน้อย

สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

บทความจากวารสาร (Journal)

[1] วัชรินทร์ รักเสนาะ (2552). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการเรียนรู้ เรื่องการใช้โปรแกรมเมเบิล ลอจิกคอนโทรลเลอร์ควบคุมระบบนิวแมติกส์ในการสอนวิชาไฮดรอลิกส์และนิวแมติกประยุกต์, วารสารพัฒนาเทคนิคศึกษามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, ปีที่7, ฉบับที่71, กรกฎาคม-กันยายน 2552.

หนังสือ

[1] วิทยากร ฤทธิมนตรี (2546). การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล เล่ม 1, กรุงเทพฯ: บริษัทซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัดมหาชน.

เว็บไซต์

[1] MoO Cnoe (2562). *เจาะลึกยอดขายรถยนต์*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <http://www.headlightmag.com>, เข้าดูเมื่อวันที่ 26/09/2562

[2] ทีมข่าวทำความจริงให้ปรากฏ (2561). *รอบ 10 ปีมีรถใหม่ในกรุงเทพฯ*, [ระบบออนไลน์], แหล่งที่มา <https://www.tcijthai.com>, เข้าดูเมื่อวันที่ 26/09/2562.

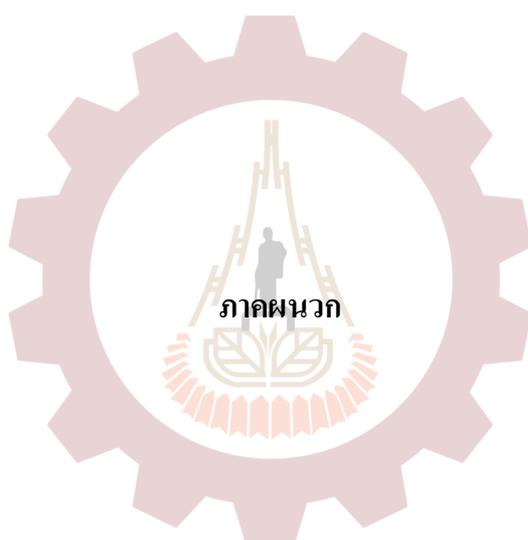
[3] การใช้งานRFID,[ระบบออนไลน์],<http://www.rfid-asia.com/>,เข้าดูเมื่อวันที่ 29/11/2562.

[4] <https://www.arduinoall.com/webboard/viewtopic/513>,เข้าดูเมื่อวันที่ 6/1/2563.

[5] <https://www.thaieasyelec.com/article-wiki/latest-blogs/what-is-arduino-ch1.html>,เข้าดูเมื่อวันที่

6/1/2563.

[6] <http://kittisakthuaprakon.blogspot.com/2013/07/sensor-sensor-g-sensor-accelerometer.html>,เข้าดูเมื่อวันที่ 6/1/2563.



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

- การเขียนโปรแกรมภาษา C++ เบื้องต้น

```

#include <SPI.h>
#include <MFRC522.h>
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_PCF8574.h>
LiquidCrystal_PCF8574 lcd(0x3F);
#define buzPin      8
#define motorPin    5
#define homeSensorPin 6
#define countSensorPin 7
int sensorCounter = 0;
int Positionold = 0;
int Num = 0;
byte parkingAvailable = 10;
#define motorOn()   digitalWrite(motorPin, HIGH);
#define motorOff()  digitalWrite(motorPin, LOW);
// Create instances
#define RST_PIN     9
#define SS_PIN      10
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);
struct {
bool PARKING_SPACE;
byte CARD_UID[4];
} DataParking[10];
byte readCard[4];
#define senser_counter_normal false
#define senser_counter_active true
#define senser_home_normal LOW

```

```

if ((a || SensorRead) == senser_counter_active && SensorState == SensorNoneAct) {
    SensorState = SensorAct;
    Serial.println("2");
    return;
}
if (SensorState == SensorAct) {
    sensorCounter++;
    Serial.println("3");
    SensorState = SensorHold;
}
}
void motorControl(uint8_t parking_num) {
    if (parking_num == 0) {
        Serial.println("Goto Home Position");
        if (digitalRead(homeSensorPin) == senser_home_normal) {
            motorOn();
        } else {
            motorOff();
        }
    }
    while (digitalRead(homeSensorPin) == senser_home_normal);
    motorOff();
}
beep();
Serial.println("Goto Parking Position");
delay(2000);
if (parking_num != Positionold) {
    Num = parking_num - Positionold;
    Num = Num + 10;
}

```

```

    if (Num >= 10) {
        Num = Num / 10;
    }
    Positionold = parking_num;
    sensorCounter = 0;
    if (parking_num != 0) {
        motorOn();
        delay(500);
        while (sensorCounter != Num) {
            readCntSensor();
        }
        motorOff();
        beep();
        Serial.println("Parking Position Success");
        delay(2000);
    } else {
        Serial.println("Parking Position Success");
        delay(2000);
    }
}
}
}

```

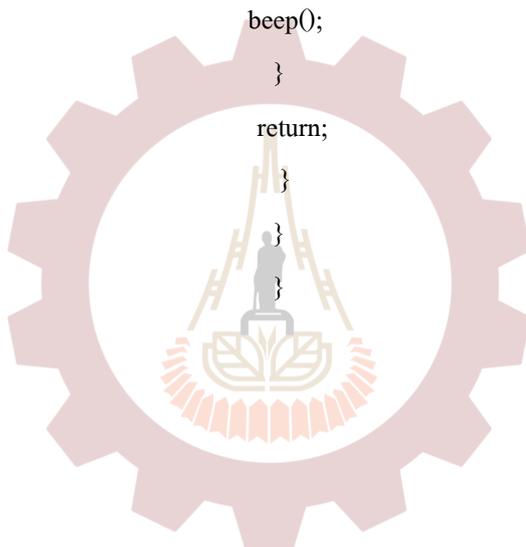
//

```

void setup() {
    pinMode(buzPin, OUTPUT);
    pinMode(homeSensorPin, INPUT_PULLUP);
    pinMode(countSensorPin, INPUT_PULLUP);
    pinMode(motorPin, OUTPUT);
    Serial.println("Ready!!!");
}

```

```
lcd.setCursor(0, 0);  
lcd.print("Ready!!! ");  
lcd.setCursor(0, 1);  
lcd.print(" ");  
beep();  
}  
return;
```



สาขาวิชาวิศวกรรมเมคคาทรอนิกส์
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัติผู้จัดทำโครงการ

นางสาวเกษร อินอำนวยการ

วันเดือนปีเกิด 24 ตุลาคม 2537

ที่อยู่ปัจจุบัน 116 ม.7 ต.กระจันทร์ อ.อุทอง

จ.สุพรรณบุรี

หมายเลขโทรศัพท์ 099-4477424



นายอนาวิต พันตาไหล

วันเดือนปีเกิด 14 ตุลาคม 2541

ที่อยู่ปัจจุบัน 57 ม.7 ต.วังโมกข์ อ.วิจิตรบุรี

จ.พิจิตร

หมายเลขโทรศัพท์ 063-8074134



สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

นางสาวเจลิดา แคนสุข

วันเดือนปีเกิด 14 พฤศจิกายน 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 30 ม.12 ต.คงใหญ่ อ.วาปีปทุม

จ.มหาสารคาม

หมายเลขโทรศัพท์ 099-4433944

