

รถขนส่งอัตโนมัติสำหรับใช้ในโรงงาน  
AGV (AUTOMATED GUIDED VEHICLE) FOR INDUSTRIAL

ทศพล ศรีณยพิพัฒน์  
วิหวัศ ทองเดช

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2558

รถขนส่งอัตโนมัติสำหรับใช้ในโรงงาน  
AGV (AUTOMATED GUIDED VEHICLE) FOR INDUSTRIAL

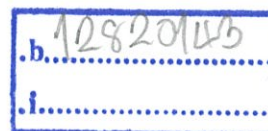


T144383

ทศพล ศรีณยพัฒน์

วิทวัส ทองเดช

เลขหมู่.....  
เลขทะเบียน 144383  
รับ เดือน 24 พ.ย. 2559



ปฏิญานិพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

# AGV (AUTOMATED GUIDED VEHICLE) FOR INDUSTRIAL

THOSSAPHOL      SARANYAPIPAT  
VITTAWAT        TORNGDET

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2015

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง รถขนส่งอัตโนมัติสำหรับใช้ในโรงงาน  
AGV (AUTOMATED GUIDED VEHICLE) FOR INDUSTRIAL

ผู้จัดทำ	นายทศพล	ศรัณย์พิพัฒน์	55010457
	นายวิทวัส	ทองเดช	55011146

  
..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์)

# รถขนส่งอัตโนมัติสำหรับใช้ในโรงงาน

โดย

นายทศพล ศรีณยพัฒน์ 55010457

นายวิทวัส ทองเดช 55011146

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์

ปีการศึกษา 2558

## บทคัดย่อ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการสร้างรถขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติ (AGV) ที่นำไปใช้ในการขนส่งวัสดุในโรงงาน เป็นการใช้ระบบอัตโนมัติ มาแทนการใช้คนในการเคลื่อนย้าย เพื่อลดต้นทุนการผลิตด้านการใช้แรงงานคนในการขนส่ง และมีการวางแผนเพื่อใช้ในระยะเวลา โดยเพิ่มจุดเคลื่อนที่ของรถขนส่งอัตโนมัติ ให้ไปในจุดอื่นที่มีรูปแบบเส้นทางที่ต่างกัน รถขนส่งเคลื่อนที่อัตโนมัติสร้างขึ้นตามจุดประสงค์ของบริษัท SVI เพื่อใช้ในการขนส่งสินค้าจากสถานีแรก ไปยังสถานีที่สอง และสาม เพื่อนำวัสดุออกไปยังกระบวนการผลิตถัดไป ซึ่งรถขนส่งอัตโนมัติคั้งนี้เป็นระบบ กิ่งอัตโนมัติ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสั่งคำสั่งโดยใช้หน้าจอ Touchscreen เพื่อเลือกสถานีที่จะจอดได้ และสามารถตั้งค่าเวลาในการจอดของสถานีนั้นๆ ให้รถสามารถเคลื่อนที่ต่อไปยังสถานีถัดไปได้เองโดยอัตโนมัติ โดยมีพื้นที่ที่จำกัดความกว้าง 1 เมตร จึงต้องสร้างรถให้มีความกว้างน้อยกว่า 1 เมตร และเพียงพอสำหรับการหมุนตัวกลับรถ เพื่อกลับมายังสถานีที่หนึ่งในการเริ่มขนส่งวัสดุถัดไป

# AGV (Automated Guided Vehicle) for Industrial

By

Mr. Thossaphol Saranyapipat 55010457

Mr. Vittawat Torngdet 55011146

Advisor

Asst.Prof.Dr. Noppadol Maneerat

Academic 2015

## ABSTRACT

This thesis presents how to create an automated guided vehicle (AGV) used to transport the material for industrial. The AGV issued for transportation instead of human work, reduces the production costs helps for the long term transportation plan by adding the station of an auto-guided vehicle to another station in the different routes. The AGV is developed follow to the SVI company's requirements. The production route has 3 stations which AGV will stop respectively. This AGV used the Semi-automatic system by ordered a touchscreen monitor to choose the station and users can set the timer for each station to park. The AGV can move to next station automatically when time up. Which the area is defined by one meter wide. From that reason we must create a vehicle that have a width less than 1 meter and enough space for rotate the car to return to the station for start the next material transport.

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความอนุเคราะห์ช่วยเหลืออย่างดีจากบริษัท เอสวีไอ จำกัด (มหาชน) และแผนก Planning Production บริษัท เอสวีไอ จำกัด (มหาชน) ที่ให้โอกาส และมอบประสบการณ์ทำงานทางด้านระบบ Automatic ที่บริษัทแห่งนี้ตลอดระยะเวลาการทำงาน ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ คุณสุธินันท์ เหล่านิยมไทย นักศึกษาปริญญาตรี และคุณณัฐภาสน์ คุ่มกลาง นักศึกษาปริญญาโท ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำในการแก้ไขปัญหาดังกล่าว และให้ความรู้ด้านต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงการที่ได้รับมอบหมายในครั้งนี้

ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นพดล มณีรัตน์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการนี้ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำทั้งการทำงาน และปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการทำงาน ขอขอบคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมทุกท่านที่มอบความรู้ทางทฤษฎี และปฏิบัติทำให้สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับโครงการครั้งนี้ได้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณครอบครัวของผู้ทำปริญญาานิพนธ์ สำหรับการสนับสนุนและให้กำลังใจในทุกด้านตลอดจนจบปริญญาานิพนธ์นี้ได้เป็นอย่างดี คุณและประโยชน์จากปริญญาานิพนธ์นี้ขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผู้จัดทำ

นายทศพล

ศรัณย์พิพัฒน์

นายวิทวัส

ทองเดช

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นที่มาและความสำคัญ	1
1.2 ขอบเขตการทำงาน	2
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำ	3
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 AGV Specification	4
2.1.1 Safety Sensor	4
2.1.1.1 Ultrasonic Sensor	4
2.1.1.2 Bumper	8
2.1.1.3 Buzzer	9
2.1.2 Tracking Sensor	10
2.1.2.1 Magnetic Sensor	10
2.1.2.2 Magnetic Guide Tape	13
2.1.3 Drive Motor	15
2.1.4 Power Supply	17
2.2 การควบคุม	19
2.2.1 PLC	19

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.2 HMI	20
2.2.3 Handle Remote	21
2.3 หลักการที่ใช้ในการคำนวณ	22
2.3.1 Kinematic Model	22
<b>บทที่ 3 วิธีการออกแบบและดำเนินงาน</b>	24
3.1 ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงาน	24
3.2 ศึกษาวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง	24
3.3 การออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ (AGV)	27
3.4 การออกแบบการทำงานของตัวรถเพื่อให้มีความเสถียร	39
3.5 การออกแบบการทำงานสำหรับอุปกรณ์ของผู้ใช้งาน	40
3.6 การออกแบบโปรแกรม	41
<b>บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง</b>	44
4.1 วิธีการทดลอง	44
4.1.1 อุปกรณ์	44
4.1.2 สภาพแวดล้อม	44
4.1.3 ขั้นตอนการทดสอบ	44
4.2 ผลการทดลอง	44
4.3 สรุปผลการทดลอง	46
<b>บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ</b>	47
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	47
5.2 ปัญหาและการแก้ไข	48
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการค้นคว้าพัฒนา	49
เอกสารอ้างอิง	50

## สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	52
ภาคผนวก ก	53
ภาคผนวก ข	64
ภาคผนวก ค	72
ประวัติผู้วิจัย	85

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 หลักการทำงานของอัลตราโซนิก	5
2.2 การส่งและรับคลื่นของอัลตราโซนิก	6
2.3 อัลตราโซนิกเซนเซอร์, วงจรเวลาคงที่	7
2.4 ทิศทางของคลื่นอัลตราโซนิก	7
2.5 หน้าสัมผัสกันชน	8
2.6 ไฟสัญญาณ	8
2.7 อุปกรณ์ส่งเสียงเตือน	9
2.8 การตรวจจับของเซนเซอร์แม่เหล็ก	10
2.9 การปล่อยสนามแม่เหล็กของแถบแม่เหล็ก	10
2.10 โครงสร้างภายนอก	11
2.11 การรับและส่งผ่านสัญญาณของเซนเซอร์	11
2.12 การต่อสายวงจรเซนเซอร์	12
2.13 ลักษณะของแถบแม่เหล็ก	13
2.14 ขั้วที่ถูกต้องของการติดแถบแม่เหล็ก	14
2.15 ลักษณะการปล่อยคลื่นแม่เหล็ก	14
2.16 วงจรขับของมอเตอร์	16
2.17 มอเตอร์และชุดขับ	17
2.18 กล่องใส่แบตเตอรี่	18
2.19 โครงสร้างของ PLC	19
2.20 Ladder Diagram	20
2.21 หน้าจอสัมผัส	21
2.22 ชุดควบคุมด้วยมือ	21
2.23 การเคลื่อนที่ทางกลของรถ AGV	22
3.1 Aluminium Profile	25
3.2 การยึด Aluminium Profile	25

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.3 ล้อยาง	26
3.4 ล้อพลาสติก	26
3.5 ฐานโครงสร้าง	27
3.6 ฐานชั้นที่สอง	28
3.7 ชั้นวางด้านบน	28
3.8 การขยายชั้นวางด้านบน	29
3.9 การต่อยื่นเพื่อขยายฐาน	29
3.10 การขยายชั้นวางที่สอง	30
3.11 การวางฐานของชุดลาก	30
3.12 การขยายฐานชั้นล่าง	31
3.13 ติดตั้งชุดลาก	31
3.14 มุมมองด้านหน้า	32
3.15 มุมมองด้านข้าง	32
3.16 มุมมองด้านบน	33
3.17 การวางอุปกรณ์ช่วยเลื่อน	33
3.18 การประกอบแผ่นรองเข้ากับชุดเลื่อน	34
3.19 การวางแผ่นรองชั้นที่สอง	34
3.20 การวางแผ่นรองชั้นบน	35
3.21 การวางมอเตอร์และล้อ	35
3.22 ช่วงล่างของตัวรถ	36
3.23 อุปกรณ์ควบคุม	36
3.24 อุปกรณ์ในชั้นที่สอง	37
3.25 อุปกรณ์ในชั้นที่หนึ่ง	37
3.26 การยึดอุปกรณ์ชุดลาก	38
3.27 การประกอบสำหรับทดลอง	38
3.28 เส้นแถบแม่เหล็ก	39
3.29 เส้นแถบแม่เหล็กเพิ่มสัญญาณเร่งและชะลอ	40

## สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.30 ชั้นบนสุดสำหรับส่งงานโดยตรง	40
3.31 แผ่นวางอุปกรณ์ ขณะวางอุปกรณ์ใช้งาน	41
3.32 หน้าจอสั่งการหลัก	41
3.33 หน้าจอตั้งค่า	43
4.1 ความเร็วเชิงมุมเทียบเวลา 1.25 วินาที	45
4.2 ความเร็วเชิงมุมเทียบเวลา 1 วินาที	45
4.3 ความเร็วเชิงมุมเทียบเวลา 0.2 วินาที	46
4.4 การออกแบบแถบแม่เหล็กใหม่	46

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 หน้าที่ของแต่ละสายส่ง	12
3.1 คำสั่งหน้าจอลัก	42
3.2 คำสั่งหน้าจอดึงค่า	43

# บทที่ 1

## บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญ ขอบเขตของโครงการ วัตถุประสงค์ในการจัดทำ ขอบเขตการทำงาน และประโยชน์ที่ได้รับ โดยมีรายละเอียด ดังต่อไปนี้

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันการแข่งขันในอุตสาหกรรมการผลิตมีสูง ผู้บริโภคในปัจจุบันก็มีความต้องการ สินค้าเพิ่มมากขึ้นเช่นกัน ดังนั้นโรงงานอุตสาหกรรมส่วนใหญ่จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุง ระบบการผลิตให้สามารถผลิตสินค้าได้มากขึ้น และทันต่อความต้องการ โดยการนำเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาใช้แทนแรงงานคนก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่จะช่วยให้ผู้ผลิตสามารถผลิตสินค้าได้รวดเร็ว และทันต่อความต้องการของตลาด ทั้งนี้เนื่องมาจากเครื่องจักรอัตโนมัติมีความสามารถในการผลิตสูง มีความสะดวกรวดเร็วมทั้งมีระบบการควบคุมความผิดพลาดในการทำงาน จากที่ได้กล่าวในข้างต้น การนำเครื่องจักรอัตโนมัติมาใช้ในระบบผลิต จะช่วยให้ผู้ผลิตสามารถควบคุมต้นทุนการผลิต ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นในการทำงาน และสามารถผลิตสินค้าได้ทันตามความต้องการของผู้บริโภคได้มากขึ้น เครื่องจักรอัตโนมัติที่นำมาใช้ในการขนส่งมีหลายประเภท รถขนส่งวัสดุอัตโนมัติ Automated Guided Vehicles (AGV) เป็นเครื่องจักรประเภท รถอัตโนมัติชนิดหนึ่ง โดยรถ AGV จะถูกควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์และถูกกำหนดเส้นทางในการขนส่งที่ชัดเจน โดยไม่จำเป็นต้องใช้แรงงานคนในการควบคุม การเลือกใช้อุปกรณ์ประเภทรถ AGV จำเป็นต้องใช้เงินลงทุนมาก ทั้งค่าใช้จ่ายในการติดตั้งเส้นทางการวิ่งของรถ AGV เพราะในที่นี้จะใช้ Magnetic Sensor ในการนำทางรถ ซึ่งต้องมีการวางแผนแม่เหล็ก ตามเส้นทางการวิ่งของรถ AGV และมีการติดตั้ง Safety Sensor เพื่อป้องกันสิ่งของ หรือคนทำงานกีดขวางทางเดินรถ AGV ข้อดีอีกประการหนึ่งของการใช้งานรถ AGV ได้แก่ การเพิ่มผลผลิต การลด ระยะเวลาที่สูญเสียในระบบ และการปรับเปลี่ยนสายการผลิตในโรงงานเมื่อต้องการผลิตชิ้นงานที่มีกระบวนการผลิตเปลี่ยนแปลงไป ให้สามารถทำได้ง่ายขึ้น โดยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการควบคุมรถ AGV เท่านั้น

บริษัท เอสวีไอ จำกัด (มหาชน) เป็นบริษัทที่ประกอบธุรกิจให้บริการแบบครบวงจรในการประกอบผลิตภัณฑ์ประเภทวงจรไฟฟ้า และผลิตภัณฑ์อิเล็กทรอนิกส์สำเร็จรูป (Electronic Manufacturing Service-EMS) ซึ่งในการผลิตวงจรไฟฟ้าต้องอาศัยส่วนหลายๆ ชิ้นมาประกอบรวมกัน ซึ่งเรียกชิ้นส่วนต่างๆ ว่า Assembly Parts โดยชิ้นส่วนประกอบต่างๆ จะถูกจัดเก็บไว้ในห้อง

รวบรวมที่เรียกว่า Warehouse โดยใช้พนักงานและรถขนชิ้นส่วน หรือ Trolley ในการลำเลียงจากสายการผลิตไปยังห้องจัดเก็บสินค้า โดยในปัจจุบันใช้พนักงานในการลากรถขนไปยังห้องจัดเก็บบริษัทจึงต้องการลดจำนวนคน และลดการทำงานของคนในการผลิต โดยหันมาใช้ระบบอัตโนมัติด้วยเหตุผล ในการลดต้นทุนการผลิตดังกล่าวมาข้างต้น

งานศึกษาค้นคว้านี้จึงมุ่งที่ศึกษาการนำรถ AGV มาใช้ภายในกระบวนการผลิตในโรงงาน และข้อจำกัดในด้านต่างๆ ที่เป็นเงื่อนไขในการเดินรถ AGV ในสายการผลิตของโรงงาน เพื่อนำเงื่อนไขมาประยุกต์และปรับแต่งการสร้างรถ AGV ให้เข้ากับสถานการณ์ที่เป็นอยู่ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและประสิทธิผลโดยรวมของสายการผลิต และเพื่อรองรับการเติบโตขององค์กรในอนาคต พร้อมทั้งช่วยลดความเสี่ยงและลดต้นทุนที่ไม่สามารถควบคุมได้อีกด้วย

## 1.2 ขอบเขตของโครงการ

1. ศึกษาความเป็นไปได้ในการประยุกต์ใช้รถ AGV ในสายการผลิต แทนการใช้คนงานในการขนย้าย Trolley
2. ศึกษาและวิเคราะห์คุณลักษณะทางการภาพและระบบควบคุมของรถ AGV ที่เหมาะสมกับความต้องการของบริษัท
3. ศึกษาข้อบ่งชี้ของการใช้รถ AGV ในโรงงาน
4. สามารถนำรถ AGV ไปใช้ได้จริงในบริษัท เพื่อสำรวจแนวทางการขยายเส้นทางเดินรถในอนาคต

## 1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการศึกษาและค้นคว้าระบบการทำงานทางกายภาพของรถ AGV ในโรงงาน
2. เพื่อศึกษาวิธีการเขียนโปรแกรมสั่งการทำงานของรถ AGV
3. เพื่อทำการทดลองสร้างรถ AGV ที่สามารถนำไปใช้ลำเลียงสินค้าได้จริง
4. เพื่อทำการประยุกต์รถ AGV ให้เข้ากับสภาพแวดล้อมของเส้นทางเดินรถและความต้องการของบริษัท

## 1.4 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำ

1. ทำการศึกษาสภาพแวดล้อมและเส้นทางการเดินรถที่บริษัทต้องการ เพื่อหาลักษณะทางกายภาพที่เหมาะสมของรถ AGV
2. ทำการหาออกแบบโครงสร้างของรถ AGV ที่สามารถรองรับน้ำหนักในการขนย้ายสินค้า และมีโครงสร้างแข็งแรงพอสำหรับการรองรับ แผงวงจรควบคุมทั้งหมด
3. จัดหาวัสดุในการสร้างรถ AGV จากสถานที่ต่างๆ โดยทำการศึกษาเปรียบเทียบคุณภาพจากหลายแหล่ง
4. ทำการประกอบวงจรควบคุม และประกอบโครงของรถ AGV เข้าด้วยกัน
5. ทำการทดลองใช้งาน และเช็คการทำงานของทุกวงจร
6. นำรถ AGV ไปใช้งานจริงในโรงงาน

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจถึงการทำงานโดยรวมของรถ AGV
2. มีความรู้ในเรื่องวงจรควบคุม ในส่วนต่างๆ ของรถ AGV
3. สามารถอธิบายความแตกต่างของอุปกรณ์ที่ทำมาใช้เป็นส่วนประกอบของรถว่ามีข้อดีหรือข้อเสียอย่างไร
4. สามารถออกแบบโครงสร้างของรถ AGV ให้เหมาะกับการทำงานได้
5. มีความรู้ในการเขียนโปรแกรม PLC เพื่อสั่งการทำงานของฟังก์ชันต่างๆ ที่รถ AGV ในโรงงานควรมี
6. มีความรู้และสามารถประยุกต์การสร้างรถ AGV ในรูปแบบอื่นๆ ในสถานการณ์อื่นๆ ได้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

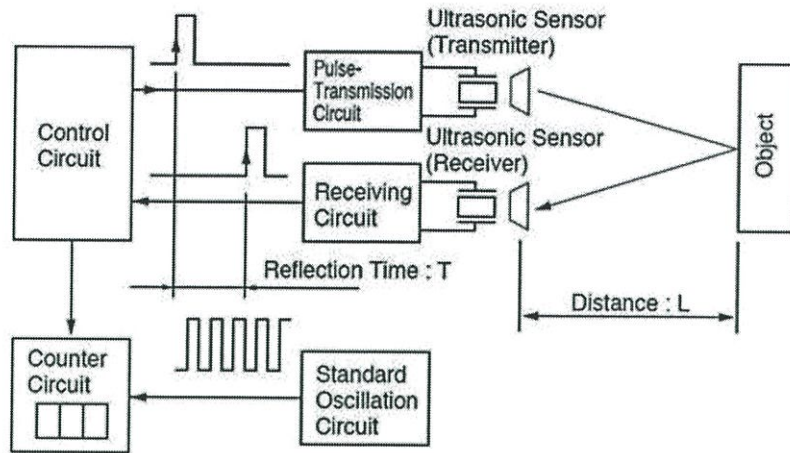
การสร้างรถ AGV นำไปใช้ในโรงงาน มีหลักการ ทฤษฎีและความรู้ต่างๆ ที่ต้องรู้ และศึกษาให้เข้าใจก่อนลงมือทำ ดังนี้

### 2.1 AGV Specification

รถ AGV ที่จะนำไปใช้ในโรงงานนั้นมีอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องติดตั้ง โดยอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องติดตั้งนั้น ก็เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของรถ AGV ให้มีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งด้านความปลอดภัยในการใช้งาน ความเสถียรในการเคลื่อนที่ของตัวรถ และความสามารถในการทำงานต่างๆ ซึ่งทั้งหมดนี้มีผลต่อการที่จะนำมาเริ่มต้นออกแบบตัวโครงสร้างของรถ AGV ที่ต้องติดอุปกรณ์เหล่านี้ในตัวรถ และสามารถนำมาใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด อุปกรณ์เหล่านี้มีให้เลือกใช้หลายประเภท ที่มีทั้งข้อดีและข้อเสีย ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าจะเลือกใช้อย่างไร เพื่อให้เข้ากับสภาพแวดล้อมในการใช้งานมากที่สุด จึงต้องศึกษาหาข้อมูลและทำความเข้าใจการทำงานของอุปกรณ์แต่ละชิ้นให้เข้าใจก่อนตัดสินใจเลือกใช้งาน

#### 2.1.1 Safety Sensor

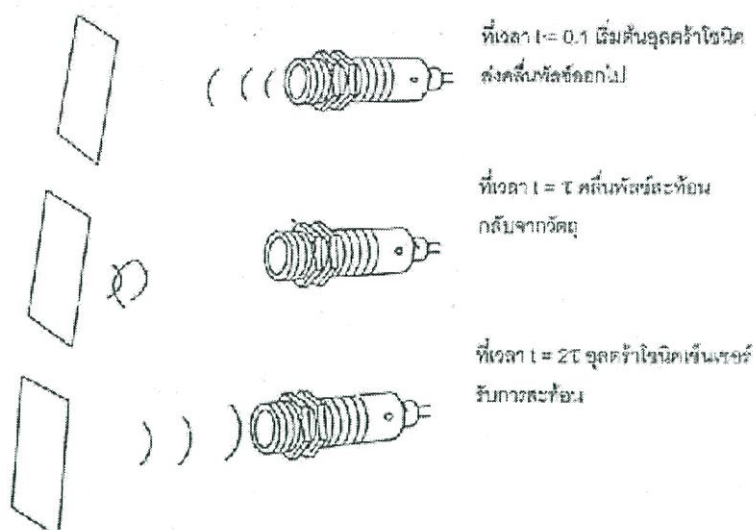
2.1.1.1 อัลตราโซนิกเซนเซอร์ เป็นเซนเซอร์ที่นิยมใช้ในการวัดระยะทาง เพราะสามารถตรวจจับวัตถุได้หลายขนาด ซึ่งการเลือกใช้ต้องคำนึงถึงสภาพแวดล้อมในบริเวณที่ต้องการใช้ เพราะเซนเซอร์ชนิดนี้จะมีระยะตรวจจับไม่เท่ากัน โดยการปล่อยคลื่นของเซนเซอร์อัลตราโซนิกจะเหมือนกับค่างควาบินในเวลากลางคืนคือใช้การส่งคลื่นเสียงที่หูมนุษย์ไม่สามารถได้ยินออกไปสะท้อนวัตถุที่ต้องการวัดระยะ แล้วจับเวลาเสียงสะท้อน เพื่อคำนวณระยะทาง รูปแบบต่าง ๆ ของอัลตราโซนิกเซนเซอร์ประกอบด้วย ตัวตรวจจับด้วยคลื่นอัลตราโซนิก ชุดส่งสัญญาณ ชุดประมวลผล และชุดเอาต์พุต ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 หลักการทำงานของอัลตราโซนิก

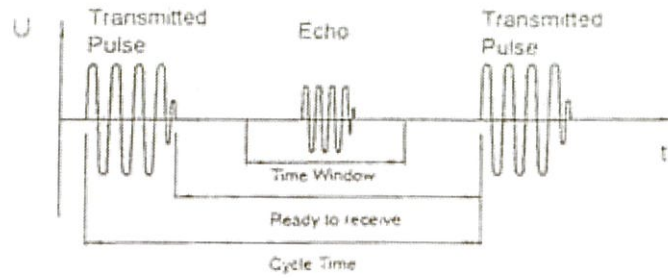
อัลตราโซนิกเซ็นเซอร์จะประกอบด้วยภาครับ และภาคส่ง อาจมีระบบซึ่งประกอบด้วยส่วนหลักๆ แยกกันอยู่ 2 ส่วน ในระหว่างการทำงาน เซ็นเซอร์จะทำการส่งสัญญาณเสียงซึ่งเรียกว่า “ซาวด์พาร์เซลล์” (Sound Parcels) ให้กระบวนการทางอิเล็กทรอนิกส์ ของเวลาทำงานไปเรื่อยๆ จนกระทั่งมีการรับการสะท้อนครั้งแรกเกิดขึ้น

สำหรับการทำงานเป็นวงจรของอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ จะส่งผ่านคลื่นพัลส์เสียงในช่วงเวลาสม่ำเสมอ หรือช่วงเวลาที่เปลี่ยนแปลง คลื่นเสียงที่ปล่อยออกไปจะถูกสะท้อนได้โดยวัตถุที่เหมาะสม โดยเซ็นเซอร์ และระบบการทำงานจะรับการสะท้อนของคลื่นเสียงที่สะท้อนกลับมา (ดังแสดงในรูป) ความกว้างของคลื่นพัลส์ของเสียงอยู่ในช่วง 2-200 ไมโครวินาที ดังรูปที่ 2.2



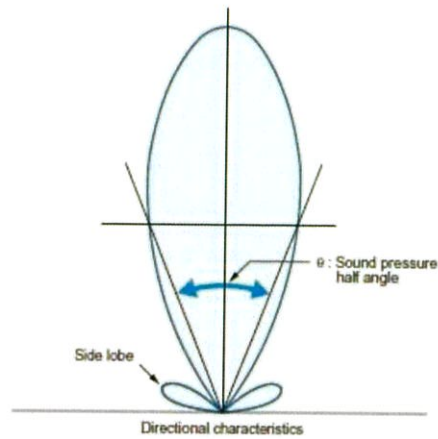
รูปที่ 2.2 การส่งและรับคลื่นของอัลตราโซนิก

เวลาในการเดินทางของคลื่นพัลส์ของคลื่นเสียงเป็นการวัดระยะห่างจากวัตถุ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของเซ็นเซอร์ ระยะห่างนี้มาไปแสดงในรูปของ สัญญาณalog (Analogue Signal) (เช่น 0-20 mA) สัญญาณลอจิก (Logic Signal) (เช่น สัญญาณลอจิก 8 บิต) ตลอดทั้ง ซีเรียลอินเตอร์เฟซ (Serial Interface) (RS232) หรือการเปรียบเทียบกับค่าอ้างอิงในรูปของสวิชพัลส์ที่เรียกว่า ไทม์เฟรม (Time Frame) เนื่องจากกระบวนการดำเนินไปตามเวลาที่คลื่นสะท้อนเดินทาง ไม่ใช่เป็นไปตามความเข้มของคลื่นสะท้อน จึงจัดได้ว่าอัลตราโซนิกเซ็นเซอร์ มีข้อดีเหนือกว่าเซ็นเซอร์แบบออปติคัล (Optical Sensor) เวลาที่คลื่นสะท้อนการเดินทางจะทำให้กระบวนการดำเนินโดยไม่มีขึ้นกับความเข้มของคลื่นสะท้อน ตรวจจับที่วัตถุยังคงสะท้อนคลื่นที่สามารถตรวจจับได้ออกมา ดังนั้นคุณลักษณะการสวิทช์ไม่เปลี่ยนแปลง แม้ในสภาวะที่การสะท้อนเป็นไปอย่างไม่ดีคลื่นสะท้อนที่อ่อนจะมีผลต่อความถูกต้องในการตรวจจับวัตถุ ซึ่งอาจทำให้ไม่สามารถทำการตรวจจับวัตถุได้เลยความเร็วที่เปลี่ยนแปลงของคลื่นพัลส์ของเสียง มีผลกระทบต่อพิสัย การทำงานของสวิทช์ (ระยะทาง) โดยตรง เซ็นเซอร์ทำงานด้วยวงจรเวลาที่คงที่ (เช่น  $t = 20$  มิลลิวินาที) จะส่งคลื่นเสียงออกมาอย่างสม่ำเสมอ ดังแสดงในรูปที่ 2.3 ดังนั้นวงจรเวลาจะเป็นตัวกำหนดช่วงและวงจรการทำงานของสวิทช์ของเซ็นเซอร์



รูปที่ 2.3 อัลตราโซนิกเซนเซอร์, วงจรเวลาคงที่

โดยต้องรู้ช่วงวัดและมุมที่สามารถวัดได้ เนื่องจากคุณสมบัติของอุปกรณ์ที่เลือกใช้นี้ ทำให้ตัวอุปกรณ์มีมุมวัด 15 องศา (Measuring Angle) โดยสามารถวัดระยะทางได้ตั้งแต่ 2 ซม. จนถึง 4 เมตร โดยมีทิศทางของคลื่นที่ปล่อยออกมา ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ทิศทางของคลื่นอัลตราโซนิก

สามารถคำนวณระยะทางได้จากสูตร

$$\text{ระยะทาง} = \text{ความยาวของสัญญาณสะท้อน} \times 340 \text{ (m/s)} / 2 \quad (2.1)$$

### 2.1.1.2 Bumper

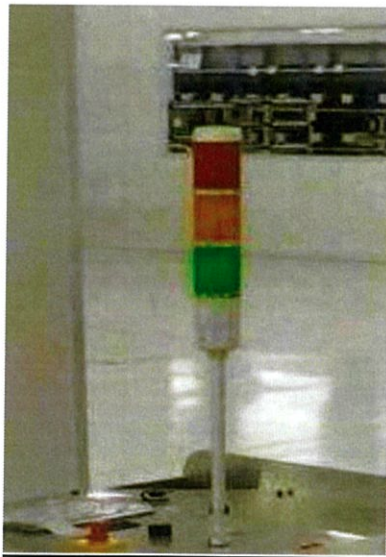
เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในเรื่องการป้องกันจากการชนกับสิ่งกีดขวางที่ขวางหน้ารถ โดยเมื่อสิ่งกีดขวางมาสัมผัสหน้าสัมผัสของกันชนนี้ จะส่งสัญญาณให้ตัวรถรู้ว่า มีสิ่งกีดขวาง และสั่งให้รถหยุดการเคลื่อนที่ หน้าสัมผัสกันชน มีลักษณะดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 หน้าสัมผัสกันชน

### 2.1.1.3 Light Tower

เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในเรื่องของการระบุสถานะในการวิ่งของรถ เช่น สีเขียวแสดงว่า กำลังเดินหน้า สีส้มแสดงว่ากำลังหยุดพัก และสีแดงแสดงว่ารถกำลังหยุด เพื่อให้ผู้ใช้สามารถสังเกตได้จากระยะไกล และเป็นการเตือนให้ผู้คนที่อยู่ใกล้ได้ทราบว่า มีรถกำลังวิ่งผ่านมา ลักษณะของไฟสัญญาณ มีลักษณะดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ไฟสัญญาณ

#### 2.1.1.4 Buzzer

เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกับไฟสัญญาณ ในการส่งเสียงสัญญาณในความถี่ต่างๆ ตามที่กำหนด เพื่อเป็นเสียงเตือน หากผู้คนรอบข้างไม่ทันสังเกต เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่จะเกิดขึ้น และสามารถบ่งบอกถึงสถานะของรถได้เช่นกัน ลักษณะของเสียงสัญญาณเตือน มีลักษณะดังรูปที่ 2.7



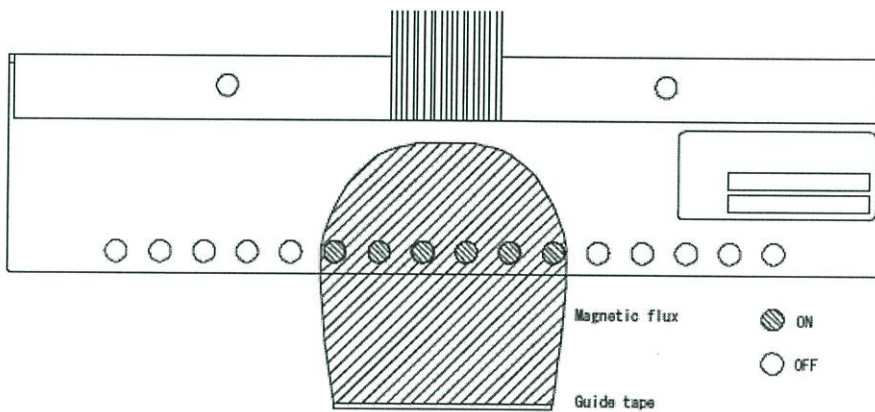
รูปที่ 2.7 อุปกรณ์ส่งเสียงสัญญาณเตือน

อุปกรณ์ส่งเสียงสัญญาณเตือนมีคุณลักษณะดังนี้

- มีความถี่เรโซแนนท์ที่ 2,048 เฮิร์ตซ์
- ที่ความถี่ 2,048 เฮิร์ตซ์, Sine Wave วัดกระแสได้ 60 ไมโครแอมป์
- ให้เสียงดังมากกว่า 80 เดซิเบล (ที่ระยะ 10 เซนติเมตร)

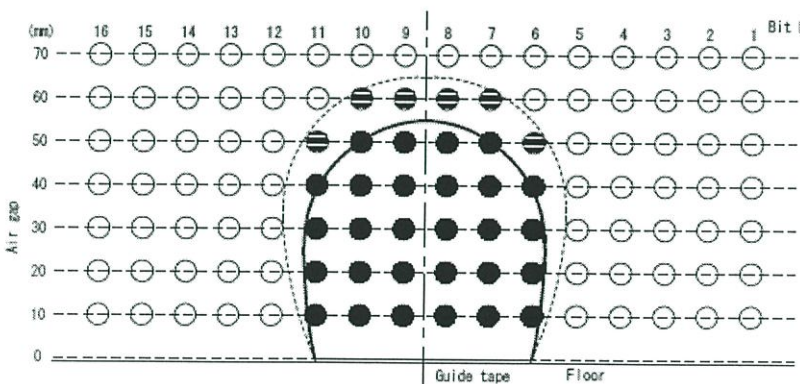
## 2.1.2 Tracking Sensor

2.1.2.1 Magnetic Sensor เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นำทางให้กับรถ AGV ให้ไปในทางที่เราต้องการ จึงต้องเข้าใจการทำงานของ Guide Sensor ซึ่งมีหลายประเภท แต่การทำงานจะคล้ายกัน ในที่นี้เลือกที่จะศึกษาการทำงานของ Magnetic Sensor เนื่องจากเป็นที่นิยมใช้งานสำหรับรถ AGV ในปัจจุบัน เนื่องจากมีเสถียรภาพมากกว่า Guide Sensor อื่น โดยการทำงานของเซนเซอร์มีการทำงานดังรูปที่ 2.8 โดยเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กจะจับสนามแม่เหล็กจากเส้นแถบแม่เหล็กได้ 5-6 จุด โดยจุดทึบแสดงสถานะว่าตรวจพบสนามแม่เหล็ก และจุดสว่างแสดงสถานะว่าไม่มีสนามแม่เหล็กอยู่



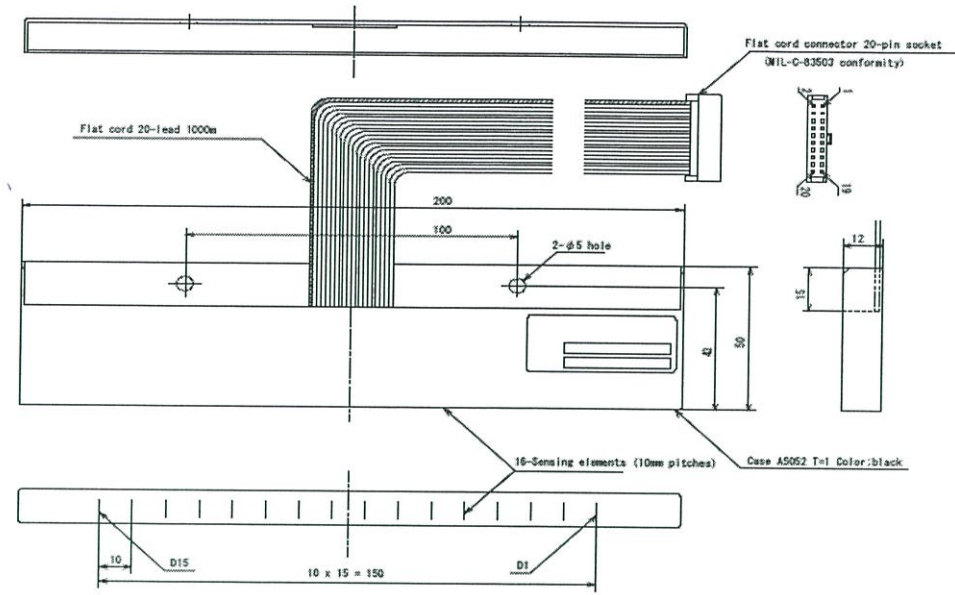
รูปที่ 2.8 การตรวจจับของเซนเซอร์แม่เหล็ก

โดยการปล่อยสนามแม่เหล็กจากแถบแม่เหล็ก ระยะความห่างระหว่างตัวเซนเซอร์กับแถบแม่เหล็ก จะมีผลต่อจำนวนการตรวจจับได้ของเซนเซอร์ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 การปล่อยสนามแม่เหล็กของแถบแม่เหล็ก

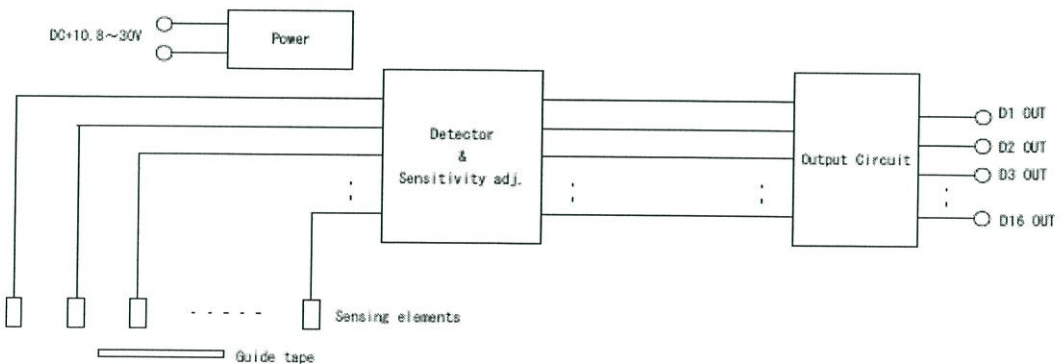
ลักษณะภายนอกของเซนเซอร์ จะมีขนาดและรูปร่าง ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 โครงสร้างภายนอก

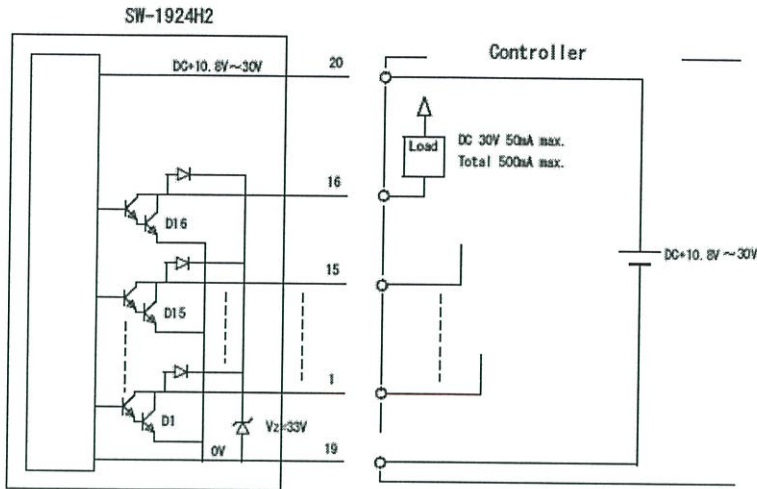
การติดตั้งเซนเซอร์ ความเข้มของเส้นแม่เหล็กถูกปล่อยออกมาและเซนเซอร์สามารถตรวจจับได้ 4-5 จุด และโดยแต่ละจุดรับสัญญาณของเซนเซอร์มีระยะห่าง 1 เซนติเมตร เส้นแม่เหล็กจะส่งสนามแม่เหล็กออกมา โดยขั้นตอนการติดตั้งต้องหงายขั้วเหนือขึ้นเสมอ

หลักการส่งสัญญาณในชุดเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กจะประกอบด้วย ชุดประมวลผลเซนเซอร์ตรวจจับ วงจรที่สื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกและหน่วยรับพลังงาน โดยมีลำดับการส่งผ่านสัญญาณ ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การรับและส่งผ่านสัญญาณของเซนเซอร์

การต่อสายของวงจรเซนเซอร์กับตัวควบคุมสัญญาณขาออก มีวิธีการต่อสาย ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 การต่อสายของวงจรเซนเซอร์

โดยสายส่งสัญญาณมีทั้งหมด 20 สาย แต่ละสายมีหน้าที่ดังตารางที่ 2.1  
ตารางที่ 2.1 หน้าที่ของแต่ละสายส่งสัญญาณ

Pin No.	Signal	Pin No.	Signal
1	D1 OUT	11	D11 OUT
2	D2 OUT	12	D12 OUT
3	D3 OUT	13	D13 OUT
4	D4 OUT	14	D14 OUT
5	D5 OUT	15	D15 OUT
6	D6 OUT	16	D16 OUT
7	D7 OUT	17	N.C.
8	D8 OUT	18	N.C.
9	D9 OUT	19	0V
10	D10 OUT	20	DC+10.8~30V

2.1.2.2 Magnetic Guide Tape คือ แถบแม่เหล็กที่ทำหน้าที่ส่งสนามแม่เหล็กออกมา เพื่อให้เซนเซอร์แม่เหล็กตรวจจับ และนำค่าไปใช้เป็นการระบุตำแหน่งของตัวรถว่ารถอยู่ตรงแถบแม่เหล็กที่ใช้นำทางเดินนี้หรือไม่ เพื่อส่งสัญญาณไปควบคุมความเร็วล้อในแต่ละข้างต่อไป

คุณลักษณะของแม่เหล็กมีดังนี้

Magnet: Anisotropic strontium ferrite

(Binder; Chlorinated polyethylene polymer alloy)

Residual magnetic flux density;  $B_r$  230 ~ 255mT (2300 ~ 2550G)

Coercivity;  $bH_c$  159 ~ 183kA/m (2000 ~ 2300Oe)

$iH_c$  207 ~ 262kA/m (2600 ~ 3300Oe)

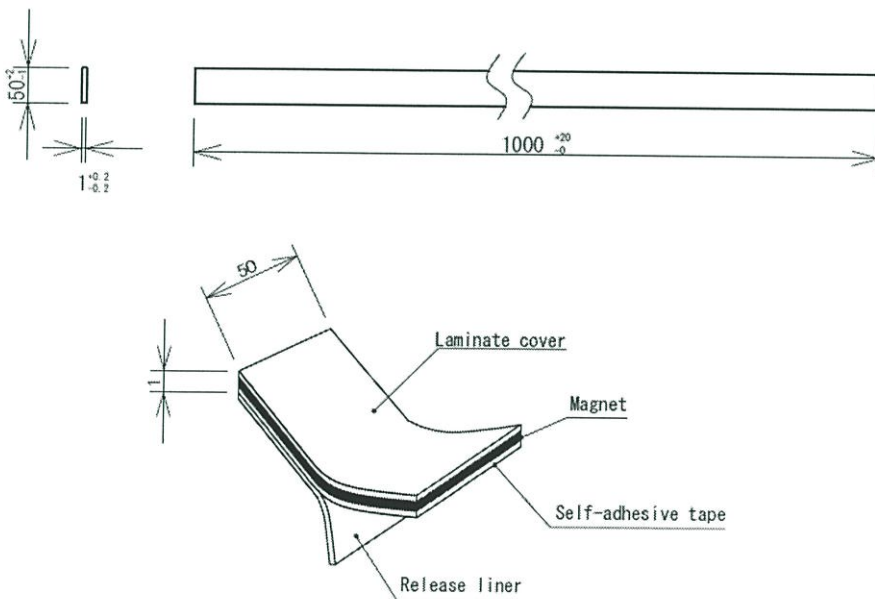
Maximum energy product;  $B \cdot H$  (max) 10.3 ~ 12.3kJ/m<sup>3</sup>

(1.3 ~ 1.55MGOe)

Operation temperature: -20 ~ +60°C

Storage temperature: -30 ~ +70°C

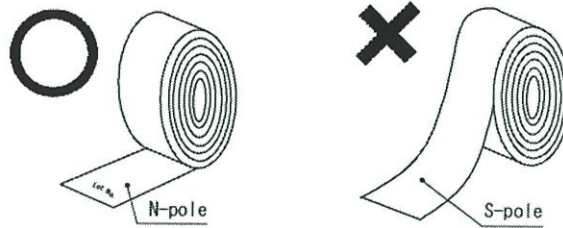
เส้นแถบแม่เหล็กที่ใช้จะเป็นรุ่น MGL รหัส MGL-50-25 และจะมีขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร และหนา 0.8 มิลลิเมตร ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ลักษณะของแถบแม่เหล็ก

## ขั้นตอนการติดตั้งแถบแม่เหล็ก

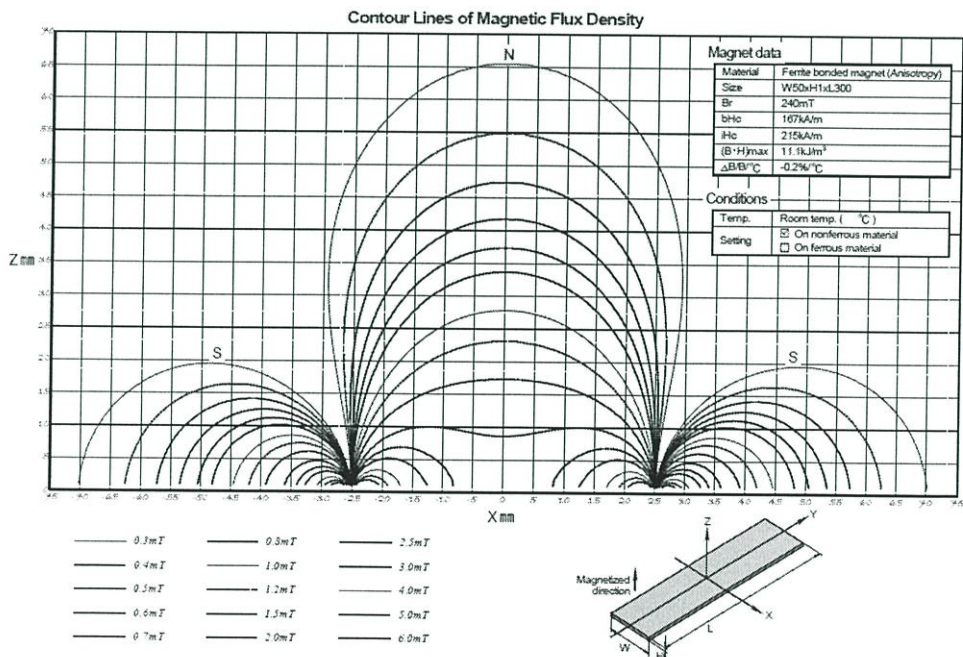
1. ทำความสะอาดผิวของพื้นที่จะทำการติดตั้ง ต้องไม่มีน้ำ หรือน้ำมัน
2. นำแถบมาแปะที่พื้น
3. แถบแม่เหล็กรุ่นนี้จะมีส่วนหัวเหนื่ออยู่ด้านใน และแถบแม่เหล็กรุ่นนี้จะต้องติดให้หัวเหนื่ออยู่ด้านบนเสมอ ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 หัวที่ถูกต้องของการติดแถบแม่เหล็ก

เมื่อติดตั้งแถบแม่เหล็กแล้วอาจจะทำให้แข็งแรงมากขึ้น ทนทานต่อสภาวะของสิ่งแวดล้อม และยืดอายุการใช้งานโดยหากาวอีพ็อกซี่ โดยให้ความหนา 1 มิลลิเมตร

พฤติกรรมการปล่อยคลื่นสนามแม่เหล็กของแถบแม่เหล็กรุ่น MGL มีลักษณะ ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ลักษณะการปล่อยคลื่นแม่เหล็ก

## ข้อควรระวัง

1. สามารถนำแถบแม่เหล็กไปติดบนผิววัสดุที่เป็นเหล็กได้ แต่ไม่ควรฝังในวัสดุที่เป็นเหล็ก เพราะจะทำให้แถบแม่เหล็กสูญเสียความเป็นแม่เหล็ก
2. ไม่ควรนำอุปกรณ์ที่เป็นแม่เหล็กมาวางใกล้กับแถบแม่เหล็ก จะทำให้สนามแม่เหล็กเกิดความวุ่นวายและการกระจายตัวของแรงแม่เหล็ก
3. ควรทำความสะอาดที่แถบแม่เหล็กตลอด เพื่อป้องกันการสูญเสียความเป็นแม่เหล็กจากผงหรือ ฝุ่น เม็ดเล็กๆ
4. การเชื่อมต่อกันระหว่างเส้นควรเว้นได้ไม่เกิน 2 มิลลิเมตร
5. หลีกเลี่ยงสารเคมีและสารที่ทำละลาย เช่น ACETONE, THINNER
6. สามารถนำวัสดุที่เป็นโลหะมาคลุมแถบแม่เหล็ก เพื่อป้องกันความเสียหายได้ และไม่ควรนำวัสดุที่เป็นโลหะมาคลุมเพราะสนามแม่เหล็กไม่สามารถไหลออกนอกวัสดุได้

### 2.1.3 ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์

ชุดขับเคลื่อนประกอบด้วย ชุดขับ และตัวมอเตอร์ และบอร์ดไดรฟ์ ดังรูปที่ 2.16 นั้นเป็นชุดที่ใช้เฉพาะกับมอเตอร์ชุดนี้ สามารถปรับความแรง ชะลอ และความเร็วเริ่มต้น

ชุดขับมีขนาด ความกว้าง 55 มิลลิเมตร ความยาว 72 มิลลิเมตร ความสูง 27 มิลลิเมตร

รุ่น VEXTA

ชนิด Brushless DC Motor

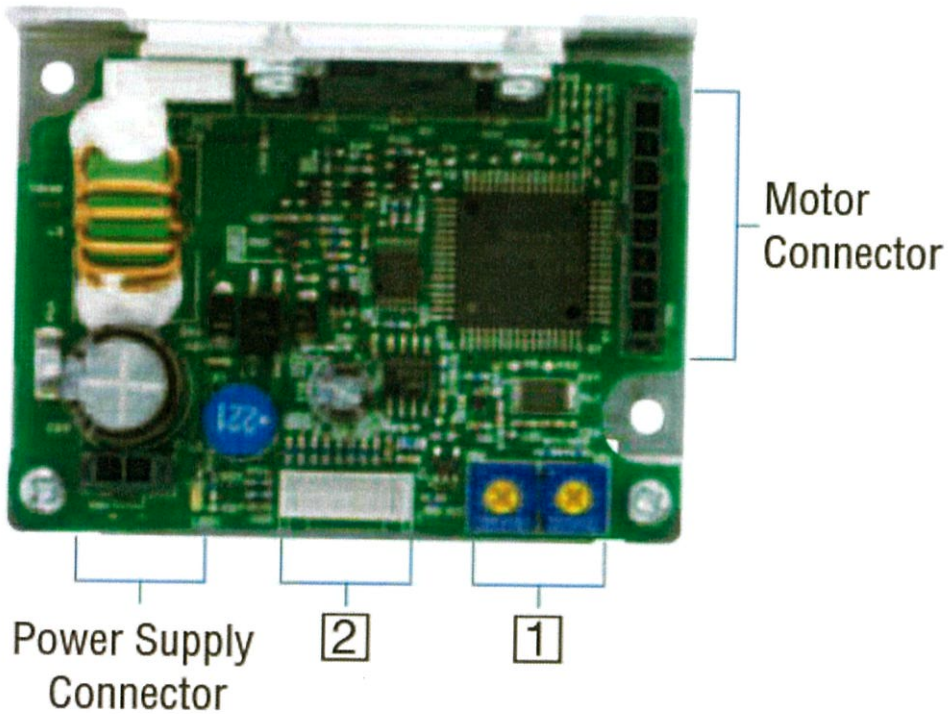
กำลังขาออก 100 Watt

กำลังขาเข้า 24 VDC

การส่งกำลัง Hollow Shaft Flat Gearhead

อุณหภูมิที่รับได้ 0°C ~ +50°C (+32°F ~ +122°F) (nonfreezing)

ความเร็ว 20 ~ 600 rpm



รูปที่ 2.16 วงจรขับของมอเตอร์

ในส่วนของมอเตอร์จะมีขนาด ความกว้าง 90 มิลลิเมตร ความยาว 180 มิลลิเมตร ความหนา 112 มิลลิเมตร น้ำหนัก 3.6 กิโลกรัม รวมชุดขับ ขนาดก้าน 20 มิลลิเมตร อัตราทด 15:1 แรงบิด 1.7 นิวตันเมตร น้ำหนักที่รับได้ 500 นิวตัน ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 มอเตอร์และชุดขับ

#### 2.1.4 Power Supply

ภายในกล่อง ดังรูปที่ 2.18 แบตเตอรี่มีแบตเตอรี่ชนิด Li-Po หรือ Lithium Polymer ขนาด 4 โวลต์ 20 แอมป์ต่อชั่วโมง ต่อแบบ Series 6 เซลล์ จะได้ 24 โวลต์ 20 แอมป์ต่อชั่วโมง ทำการชาร์จกับเครื่องชาร์จที่จัดเตรียมไว้

#### ข้อควรระวัง

1. การชาร์จแบตเตอรี่ Li-Po จะต้องใช้เครื่องชาร์จสำหรับชาร์จแบตเตอรี่ Li-Po เท่านั้น ห้ามนำไปชาร์จกับอุปกรณ์อื่นๆ ที่ไม่ใช่เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ Li-Po โดยเด็ดขาด
2. ตรวจสอบสายไฟต่างๆ ที่เครื่องชาร์จให้เรียบร้อยว่าต่ออย่างถูกต้อง
3. ห้ามดึงสายขณะชาร์จไฟออกทันทีระหว่างดำเนินการชาร์จไฟ
4. 1 Cell ของ Li-Po โดยปกติแล้วจะมีไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่ 3.7 โวลต์ เมื่อชาร์จจนเต็มจะมีแรงดันไฟฟ้าที่ 4.2 โวลต์ และห้ามให้แรงดันไฟฟ้าในตัวแบตเตอรี่แต่ละเซลล์เหลือน้อยกว่า 3.0 โวลต์ เพราะอาจทำให้แบตเตอรี่เสียหายอย่างถาวร
5. ห้ามเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสและมากกว่า 50 องศาเซลเซียส
6. ควรชาร์จแบตเตอรี่ในอากาศถ่ายเทได้สะดวก พื้นที่โล่งพื้นที่แห้ง-แฉง ไม่มีวัตถุที่เป็นเชื้อไฟหรือที่ติดไฟง่าย

144383

7. ถ้าชาร์จไฟแล้วไฟไม่เข้า หรือเมื่อถึงกำหนดเวลาที่จะเต็มแล้วแต่ไฟไม่เต็ม ให้สงสัยไว้ก่อนว่าแบตเตอรี่เสีย อย่าฝืนชาร์จต่อจะเกิดอันตรายได้

เพื่อประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ควรทิ้งไว้โดยไม่ได้นำมาใช้งานเกิน 6 เดือน (ควรมีการชาร์จใหม่ภายใน 3-6 เดือน)



รูปที่ 2.18 กล่องใส่แบตเตอรี่

## 2.2 การควบคุม

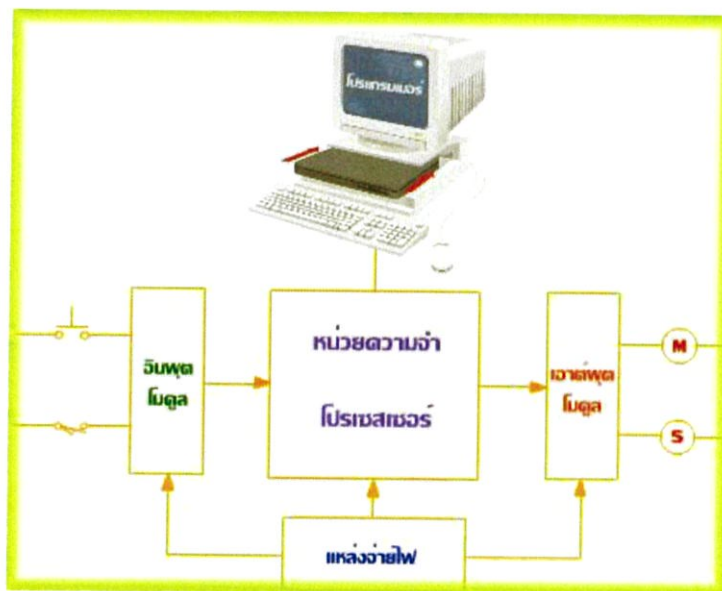
### 2.2.1 PLC (Programmable Logic Controller)

สิ่งที่เป็นตัวประมวลผลกลางของรถ AGV โดยมีหน้าที่รับคำสั่งจากอุปกรณ์ต่างๆ และส่งคำสั่งไปสั่งการ นั่นคือ PLC Controller

#### โครงสร้างของ PLC

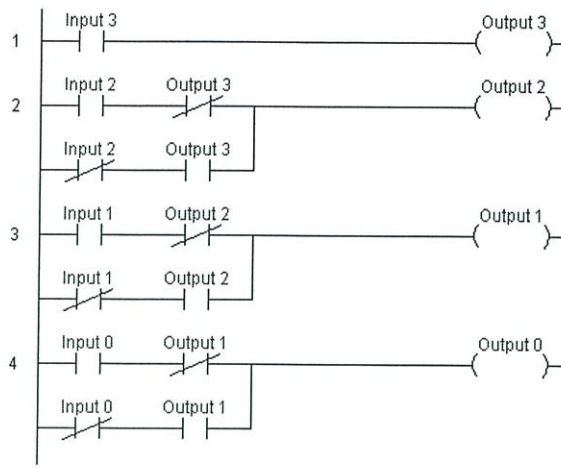
โครงสร้างของ PLC มีองค์ประกอบดังรูปที่ 2.19 คือ

1. วงจรอินพุต (Input)
2. วงจรเอาต์พุต (Output)
3. หน่วยความจำ (Memory)
4. หน่วยประมวลผล (CPU)



รูปที่ 2.19 โครงสร้างของ PLC

การทำงานของ PLC จะทำงานในลักษณะของ ON/OFF หรือที่เรียกว่า Digital Input นั่นเอง อินพุตประเภทนี้จะมีสภาวะการทำงานเพียง 2 สภาวะการทำงานเท่านั้นคือ "เปิด" (ON) หรือ "1" และ "ปิด" (OFF) หรือ "0" ด้วยการเขียนโปรแกรมสั่งการเปิด-ปิด เพื่อสั่งการอุปกรณ์ต่างๆ ให้เริ่มทำงาน หรือหยุดทำงาน โดยใช้หลักการเขียนแบบ Ladder Diagram ดังตัวอย่างรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 Ladder Diagram

การเขียน Ladder Diagram สำหรับรถ AGV นั้นคือ การใช้สัญญาณ Input ซึ่งรับมาจาก Guide Sensor หรือในที่นี้จะใช้ Magnetic Sensor เพื่อส่งสัญญาณ Output ไปปรับเปลี่ยนความเร็วของล้อในแต่ละล้อ ให้รถสามารถเดินทางไปตามแถบแม่เหล็ก ไม่ให้ออกนอกเส้นทาง

### 2.2.2 HMI (Human Machine Interface)

เป็นอุปกรณ์การสื่อสารระหว่างตัวรถกับผู้ใช้งาน โดยผ่านอุปกรณ์ชิ้นนี้ หน้าจอตัวนี้ถูกออกแบบให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกการจอดของรถได้

การใช้งานต้องมีการสั่งงานที่ง่ายและเร็วสำหรับผู้ใช้งาน และมีการใช้พลังงานที่น้อยโดยมีขนาดที่สามารถมองเห็นได้ชัดรวมถึงต้องมีการใส่ระบบความปลอดภัยจากผู้ไม่เกี่ยวข้องเพื่อป้องกันความผิดพลาดในโปรแกรมได้ทำการทดสอบโดยการเชื่อมต่อกับ ชุดควบคุม PLC และจากการใช้งานจริง ซึ่งใช้หน้าจอนขนาด 7 นิ้ว และบริโภคนกระแสที่ 0.1 แอมป์ และมีการใส่โปรแกรม แล้วนำไปใช้งานจริง จากนั้นปรับขนาดตัวหนังสือให้สามารถใช้งานได้ง่ายขึ้น มีรูปร่างลักษณะ ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 หน้าจอสัมผัส

### 2.2.3 Handle Remote

ชุดควบคุมด้วยมือ เป็นตัวที่ให้ผู้ใช้งานควบคุมรถ โดยตรงและไม่เกี่ยวข้องกับการทำงานอัตโนมัติ ซึ่งออกแบบมาให้ใช้กับการควบคุมอย่างทั่วไป เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ตามลำดับ มีสายเชื่อมต่อมีความยาว 5 เมตรเพียงพอต่อการใช้งานแบบธรรมดา ลักษณะชุดควบคุมด้วยมือ มีลักษณะดังรูปที่ 2.22

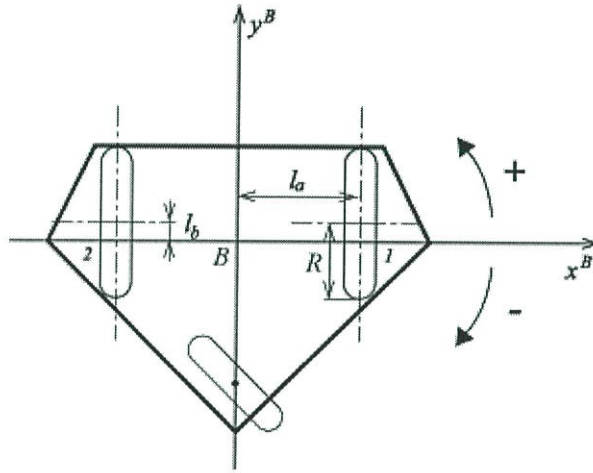


รูปที่ 2.22 ชุดควบคุมด้วยมือ

## 2.3 หลักการที่ใช้ในการคำนวณ

### 2.3.1 Kinematic Model

กลศาสตร์การเคลื่อนที่แบบจำลอง เป็นการจำลองการเคลื่อนที่ของรถ AGV ในรูปแบบต่างๆ โดยใช้ล้อเป็นตัวขับเคลื่อน การเคลื่อนที่ของรถ AGV จะใช้หลักการเดียวกับการเคลื่อนที่ของ Wheel Chair ดังรูปที่ 2.23 เป็นการเคลื่อนที่แบบ Two Degrees Of Freedom (2DOF) คือมีแกน X และ Y เป็นการเคลื่อนที่ที่ทางตรงด้วย V (Translation) และแกน Z เป็นการเคลื่อนที่แบบหมุนด้วย W (Rotation) โดยใช้ล้อสองล้อในการขับเคลื่อน มีสูตรในการคำนวณหาความเร็ว ดังนี้



รูปที่ 2.23 การเคลื่อนที่ที่ทางกลของรถ AGV

สูตรการหาความเร็วในแต่ละแกน ดังนี้

$$\begin{pmatrix} v_{B_x} \\ v_{B_y} \\ \omega_{B_z} \end{pmatrix} = \frac{R}{2l_a} \begin{pmatrix} -l_b & l_b \\ -l_a & -l_a \\ -1 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \omega_{W_1} \\ \omega_{W_2} \end{pmatrix} \quad (2.2)$$

และสูตรในการหาความเร็วในการหมุนในแต่ละล้อ ดังนี้

$$\begin{pmatrix} \omega_{\text{H}_1} \\ \omega_{\text{H}_2} \end{pmatrix} = \frac{1}{R(l_b^2 + 1)} \begin{pmatrix} -l_a l_b & -l_b^2 - 1 & -l_a \\ l_a l_b & -l_b^2 - 1 & l_a \end{pmatrix} \begin{pmatrix} v_{Bx} \\ v_{By} \\ \omega_{Bz} \end{pmatrix} \quad (2.3)$$

โดย  $v_{Bx}, v_{By}$  คือ ความเร็วในการเคลื่อนที่ของตัวรถในแกน X และ Y [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ],  
 $\omega_{Bz}$  คือ ความเร็วในการหมุนของตัวรถของแกน Z [ $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ],  
 $\omega_{\text{H}_1}, \omega_{\text{H}_2}$  คือ ความเร็วในการหมุนของล้อแต่ละล้อ [ $\text{rad}\cdot\text{s}^{-1}$ ],  
 $R$  คือ รัศมีของล้อ [m],  
 $l_a, l_b$  คือ ระยะห่างของแต่ละล้อจากจุดศูนย์กลางของตัวรถ [m].

ซึ่งสูตรคำนวณนี้จะต้องนำมาใช้เพื่อกำหนดความเร็วในการวิ่งของล้อ ซึ่งสามารถกำหนดความเร็วในการเคลื่อนที่ของแต่ละแกนได้เอง และทำค่ามาคำนวณผ่านโปรแกรมใน Controller เพื่อแปลงให้เป็นความเร็วของล้อแต่ละล้อ และสั่งการให้ล้อหมุนตามความเร็วที่โปรแกรมคำนวณออกมาได้

## บทที่ 3

# วิธีการออกแบบและการดำเนินงาน

### 3.1 ศึกษาขั้นตอนการดำเนินงาน

การออกแบบนั้นได้แนวทางมาจากการปัญหาหน้างาน จากนั้นได้สำรวจสภาพแวดล้อมและขอบเขตของการทำงานเพื่อดูปัจจัยในหลายๆ ด้านของการออกแบบเพื่อให้ตรงกับปัญหาที่จะแก้ไข และเมื่อสำรวจมาพบว่ามีเส้นทางการทำงานที่แคบและยาว จึงต้องออกแบบเพื่อให้มีขนาดตัวรถให้ได้ตามขนาด อีกทั้งยังต้องสามารถรับน้ำหนักจากการลากได้มากโดยที่ถ้าสามารถทำงานได้ทั้งวันตลอดวัน และต้องมีความปลอดภัย เพื่อลดอุบัติเหตุที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายได้ในภายหลัง หลังจากนั้นได้กำหนดให้ตัวรถต้องทำงานในส่วนไหนบ้าง จึงได้ออกแบบและหาอุปกรณ์เพื่อนำมาใช้ประโยชน์โดยแบ่งส่วนการทำงานแต่ละส่วนของรถ และในการทำงานนั้นอาศัยปัจจัยในการทำงาน ได้แก่ เส้นแถบแม่เหล็ก ตัวเซนเซอร์ตรวจจับ และกำลังล้อขับเคลื่อน

### 3.2 ศึกษาวัสดุที่ใช้ทำโครงสร้าง

ในการออกแบบสร้าง เริ่มจากการออกแบบและติดตั้งประกอบโดยการใช้โปรแกรม SolidWork ในการออกแบบ แล้วจึงทำการทดลองประกอบ หลังจากประกอบเสร็จแล้วในโปรแกรมให้ทดลองประกอบตามแบบที่ได้ออกแบบ หลังจากนั้นให้ตรวจสอบเช็คว่ามีารประกอบให้ตรงแบบและมีจุดไหนที่ผิดพลาดละแก้ไขต่อไป

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงสร้างส่วนใหญ่เป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminium Profile) ดังรูปที่ 3.1 และอลูมิเนียมเฟรม (Aluminium Frame) คือ อลูมิเนียมรีดขึ้นรูปเป็นเส้นยาว วัสดุที่ใช้มีน้ำหนักที่เบาเป็นการเชื่อมต่อโดยใช้อุปกรณ์ยึดโดยไม่ต้องมีการเชื่อม และดูสวยงาม เมื่อทำการออกแบบเสร็จให้นำวัสดุมาตัดให้ได้ขนาดหลังจากนั้นนำมาประกอบกัน



รูปที่ 3.1 Aluminium Profile

อุปกรณ์ที่นำมายึดเรียกว่า Bracket ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งมีความแข็งแรง และมีการยึดอุปกรณ์ให้ฉากได้สวยงามในการประกอบต้องระวังในการขันให้แน่น เพราะถ้าขณะขันน็อตตัวเมียจะวิ่งตามทำให้ไม่สามารถขันให้แน่นได้ หรืออาจจะขันแน่นได้แต่ด้านตัวเมียอาจจะเกะแค่นิดเดียว ซึ่งเมื่อมีการใช้งานอาจจะทำให้เกิดการสั่นและหลุดออกมาในที่สุด ซึ่งจะทำให้โครงสร้างหลุด สาเหตุเพราะว่าขันไม่แน่นหรือขันแต่เกะยึดได้นิดเดียว



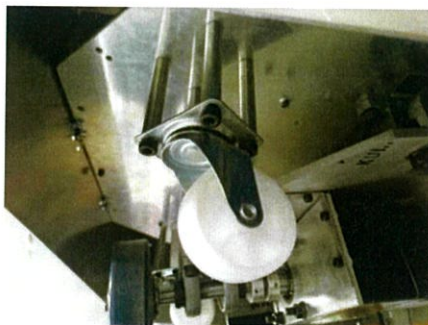
รูปที่ 3.2 การยึด Aluminium Profile

ล้อยาง เป็นล้อที่สามารถรับภาระได้สูง และมีความยืดหยุ่นสูง ดังรูปที่ 3.3 ซึ่งจากสภาพแวดล้อมของหน่วยงานพบว่าต้องใช้วัสดุที่ไม่ทำให้พื้นผิวเป็นรอยได้ง่าย และพื้นนั้นทำจากยางทำให้ต้องใช้วัสดุที่ไม่มีคม และต้องใช้แรงเสียดทานมากในการหมุนเพื่อเคลื่อนที่ ป้องกันการหมุนเปล่าของล้อ ล้อต้องสัมผัสกับพื้นให้มากจะทำให้ตัวรถเคลื่อนที่ได้คงตัว จากโครงสร้างของล้อนั้นผลิตโดยมียางจากธรรมชาติมารองรับด้านนอกของตัวล้อเพื่อทำให้สามารถนำไปใช้งานได้หลายรูปแบบ ทั้งพื้นเรียบหรือเอียง อีกทั้งยังเพิ่มอายุการใช้งานของล้อคือ ไม่มีจุดที่มีคมที่ไปทำให้พื้นฉีกขาดหรือเสียหายกับพื้นที่ใช้งาน แล้วยังถนอมอายุของผิวหน้าสัมผัสของพื้นอีกด้วย ซึ่งไม่ทำให้พื้นนั้นเป็นรอย



รูปที่ 3.3 ล้อยาง

ล้อพลาสติก ดังรูปที่ 3.4 เป็นล้อที่นำมาใช้สำหรับการช่วงพวงตัวรถขณะวิ่ง จอด หรือเลี้ยว ด้านใต้ตัวรถจะมีล้อประกอบอยู่ 4 ล้อ โดยอยู่ที่บริเวณมุมของตัวรถเพื่อให้ตัวรถสมดุลไม่เกิดอาการส่ายได้ง่าย ล้อนี้จะติดตั้งในระยະที่สูงกว่าล้อขับ เพราะว่าในการเคลื่อนที่ที่ต้องให้ล้อขับสัมผัสกับพื้นมากที่สุด

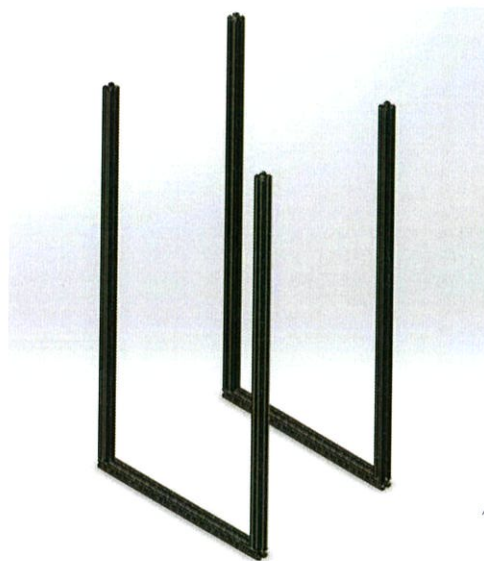


รูปที่ 3.4 ล้อพลาสติก

### 3.3 การออกแบบรถขนส่งอัตโนมัติ (AGV)

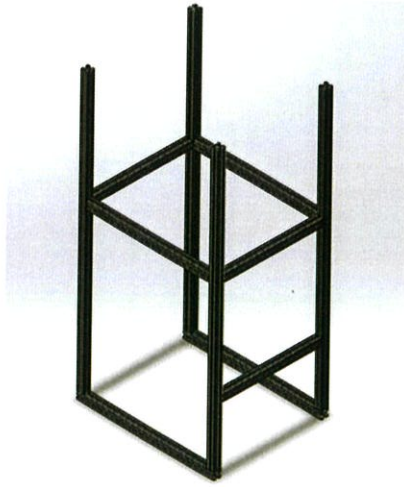
การสร้างจากการออกแบบเริ่มจากตั้งฐานแล้วตั้งเสาขึ้นมา ชั้นแรกในการออกแบบต้องเริ่มจากการวางฐานก่อน เพื่อเป็นโครงสร้างหลักในโครงสร้างของตัวรถนั้น ต้องทำให้ฐานแข็งแรงมาก เพราะจะต้องมีการรับภาระจากการลากที่มีขนาด 300 กิโลกรัม อีกทั้งยังถูกออกแบบให้มีความสูง เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถใช้งานได้อย่างสะดวกสบาย แต่ในทางตรงข้ามก็มีผลต่อทางอากาศพลศาสตร์ คือยิ่งมีความสูงมากก็จะทำให้เกิดอาการเอียงหรือส่ายได้ง่ายแม้วิ่งด้วยความเร็วต่ำ ซึ่งได้ทำการป้องกันโดยใช้ระบบช่วงล่างที่สามารถเอียงตัวรับเมื่อเกิดอาการส่าย

ขั้นต้นเริ่มออกแบบโดยการจัดวางแท่งอลูมิเนียมให้มีลักษณะเป็นกล่องแล้วมีเสาตั้งขึ้นมา เพื่อเป็นหลักในการยึดโครงสร้างในส่วนเล็กๆ ต่อไป โดยในการติดตั้งต้องระวังในการประกอบ เพราะส่วนนี้ถือว่าสำคัญเพราะหากว่าประกอบไม่ตรงจะทำให้ส่วนอื่นที่มายึดนั้นไม่ตรงและจะมีผลทำให้รถวิ่งส่ายอีกด้วยดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 ฐานโครงสร้าง

จากนั้นวางโครงสร้างสำหรับวางอุปกรณ์ของชั้นที่สอง โดยแต่ละจุดเชื่อมจะใช้ตัวยึด ที่เป็นมุมฉาก ดังรูปที่ 3.6



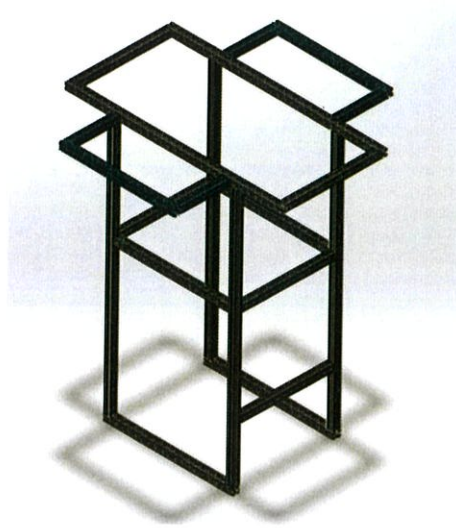
รูปที่ 3.6 ฐานชั้นที่สอง

วางโครงสร้างสำหรับวางอุปกรณ์ของชั้นที่สาม ดังรูปที่ 3.7



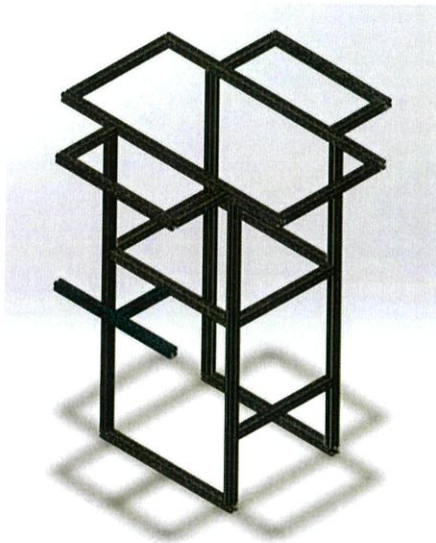
รูปที่ 3.7 ชั้นวางด้านบน

ขยายโครงสร้างพื้นที่ด้านบนเพื่อรองรับน้ำหนักของอุปกรณ์ที่ใช้สั่งงานจากผู้ใช้งาน  
ดังรูปที่ 3.8



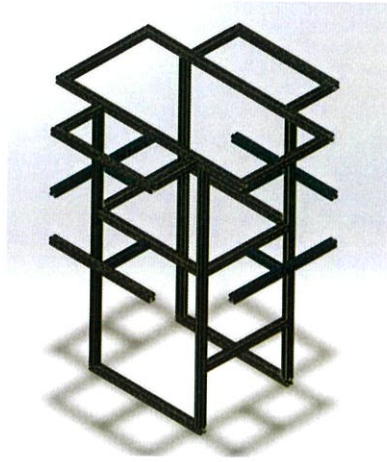
รูปที่ 3.8 การขยายชั้นวางด้านบน

ขยายโครงสร้างพื้นที่ด้านบนเพื่อรองรับน้ำหนักของอุปกรณ์ เพราะว่าออกแบบให้แผ่นรองของแต่ละชั้นเป็นรูปแปดเหลี่ยม ดังรูปที่ 3.9



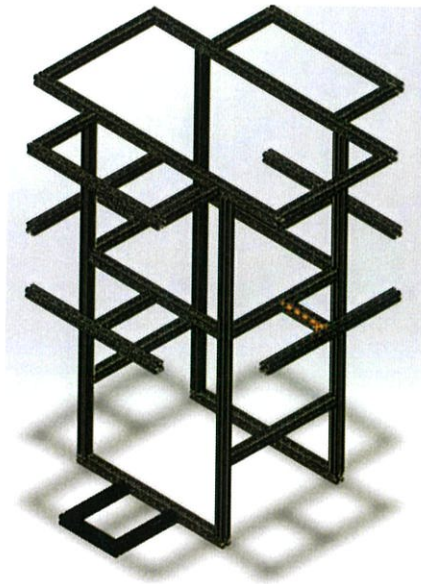
รูปที่ 3.9 การต่อยื่นเพื่อขยายฐาน

ขยายพื้นที่ชั้นสองเพื่อเพิ่มความแข็งแรงทำให้รองรับน้ำหนักในทุกด้านของชั้นที่สอง ดังรูปที่ 3.10



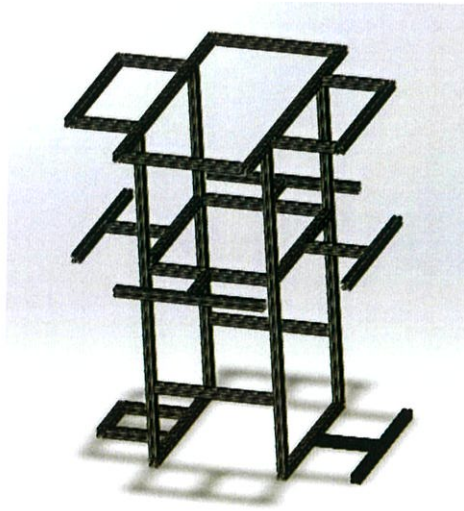
รูปที่ 3.10 การขยายชั้นวางที่สอง

ทำโครงสร้างสำหรับชุดลากที่ติดตั้งเพิ่ม โดยการยึดที่ฐานก่อน แล้วหลังจากนั้นค่อยยึดต่อขึ้นมาให้เป็นลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยม ดังรูปที่ 3.11



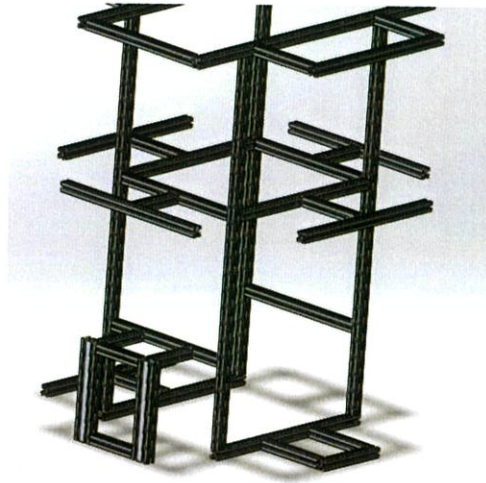
รูปที่ 3.11 การวางฐานของชุดลาก

ขยายพื้นที่ชั้นล่างเพื่อรองน้ำหนักจากอุปกรณ์และยึดเพื่อให้ตัวรถสมดุล โดยต่อแท่งอลูมิเนียมยื่นออกมาเป็นการช่วยค้ำโครงสร้างอีกทางหนึ่ง ดังรูปที่ 3.12



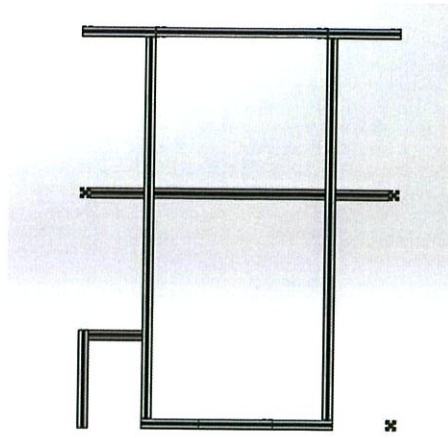
รูปที่ 3.12 การขยายฐานชั้นล่าง

ต่อชิ้นส่วนที่เป็นชุดลาก ต่อแท่งอลูมิเนียมขึ้นมาเพื่อให้เวลาลากจูงชุดยึดจะได้ไม่หลุดไปกับรถขนชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.13



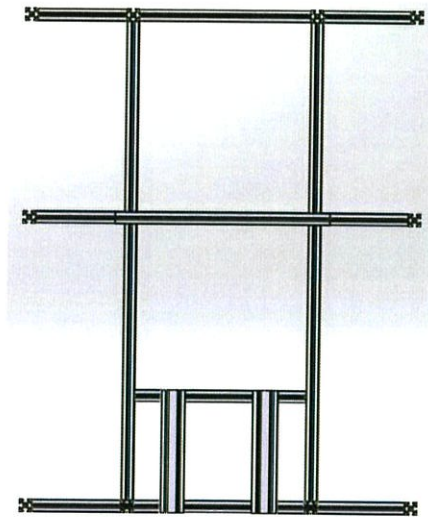
รูปที่ 3.13 ติดตั้งชุดลาก

จากการออกแบบสามมิติ สามารถทำให้มองเห็นมุมมองด้านหน้า เพื่อตรวจสอบระยะ โดยรวมว่าจะไม่ไปรบกวนหรือกีดขวางสิ่งอื่น ดังรูปที่ 3.14



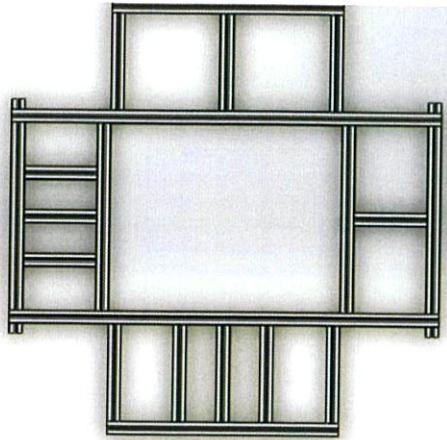
รูปที่ 3.14 มุมมองด้านหน้า

ตรวจสอบว่าในมุมมองด้านข้างนั้นมีโครงสร้างที่ผิดไปจากระยะที่ออกแบบไว้หรือไม่จากแบบสามมิติสามารถเห็นมุมมองด้านข้างได้ ดังรูปที่ 3.15



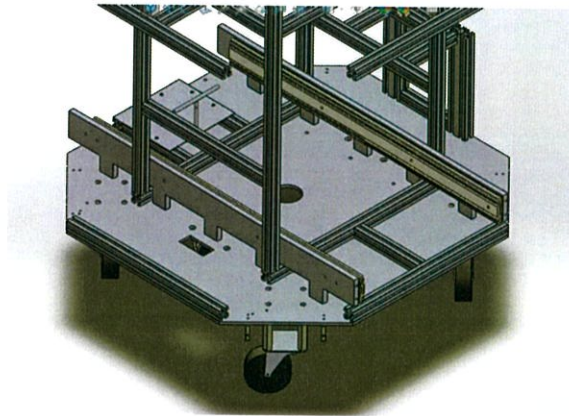
รูปที่ 3.15 มุมมองด้านข้าง

จากแบบสามารถเห็นมุมมองด้านบนเพื่อที่จะดูระยะโดยรวมของขนาดตัวรถ สามารถดูได้จากมุมมองด้านบนของตัวรถเพื่อสังเกตว่าระยะที่กำหนดจะไปชนกับสิ่งอื่นหรือไม่ ดังรูปที่ 3.16



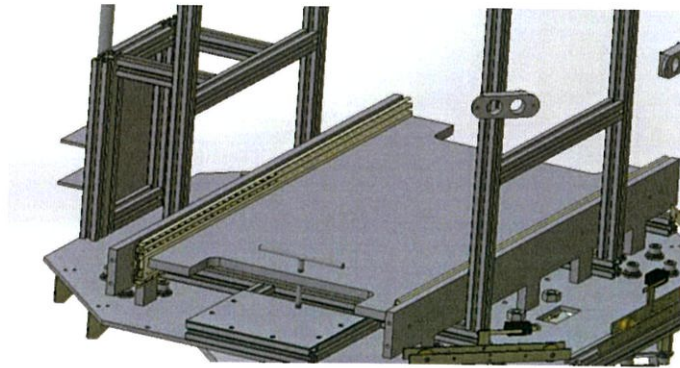
รูปที่ 3.16 มุมมองด้านบน

วางชุดล้อแล้ววางชุดเลื่อนสำหรับแผ่นเลื่อนของแบตเตอรี่เพื่อใช้สำหรับการเลื่อน แบตเตอรี่ทำให้สามารถเปลี่ยนได้อย่างสะดวกขึ้น ดังรูปที่ 3.17



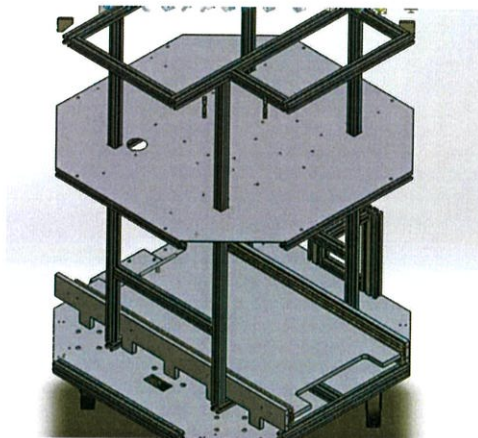
รูปที่ 3.17 การวางอุปกรณ์ช่วยเลื่อน

ประกอบแผ่นรองแบตเตอรี่ เข้ากับชุดเลื่อน และทำการใส่จุดเพื่อป้องกันการเลื่อนออกเอง ขณะตัวรถมีการเลี้ยว ดังรูปที่ 3.18



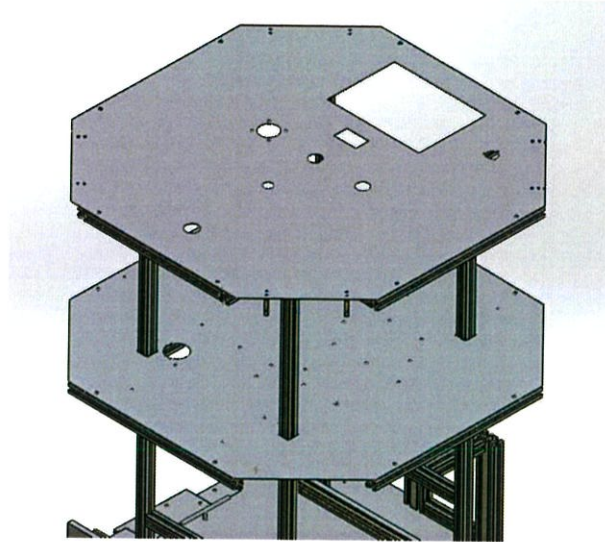
รูปที่ 3.18 การประกอบแผ่นรองเข้ากับชุดเลื่อน

วางแผ่นวางอุปกรณ์ชั้นที่สองเพื่อวางอุปกรณ์ชุดควบคุม และวางสายไฟโดยเดินสายไฟจากชุดควบคุมไปยังเซนเซอร์ด้านล่าง และเดินสายไฟจากแหล่งจ่ายไฟขึ้นมายังชุดควบคุม ดังรูปที่ 3.19



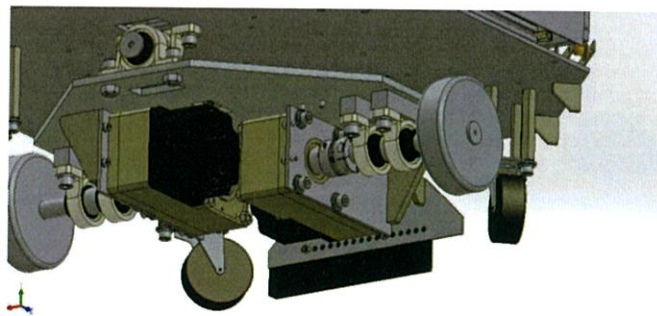
รูปที่ 3.19 การวางแผ่นรองที่ชั้นสอง

ติดตั้งแผ่นสำหรับวางอุปกรณ์ชั้นบนสำหรับวางอุปกรณ์ที่มีไว้สำหรับให้ใช้งานได้ส่งข้อมูลโดยตรง ดังรูปที่ 3.20



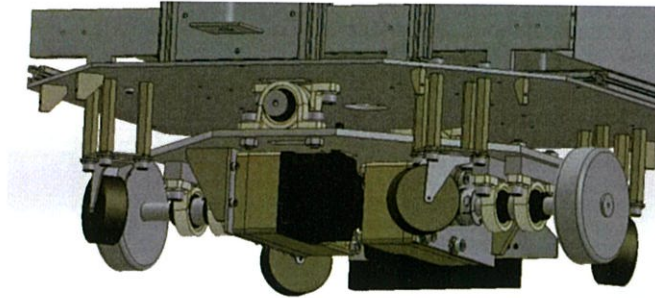
รูปที่ 3.20 การวางแผ่นรองที่ชั้นบน

ติดตั้งชุดขับเคลื่อนด้านล่างของโครงสร้างตัวรถ และวางมอเตอร์ในตำแหน่งกลางเครื่อง เพื่อให้สามารถหมุนรอบตัวเองได้ โดยไม่ต้องเลี้ยวกลับรถเพื่อจะได้มีการใช้พื้นที่ให้เหมาะสม ดังรูปที่ 3.21



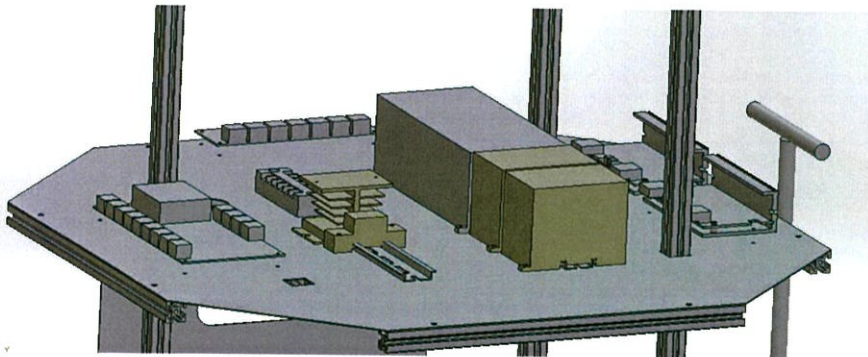
รูปที่ 3.21 การวางตำแหน่งของมอเตอร์และล้อ

ช่วงล่างเป็นชุดปรับสมดุลขณะตัวรถมีการเอียงตัวเพื่อให้มีการป้องกันขณะที่รถวิ่งผ่านเส้นทางที่ไม่เรียบ อีกทั้งจะทำให้เกิดอาการส่ายจากการเลี้ยวไปมา ดังรูปที่ 3.22



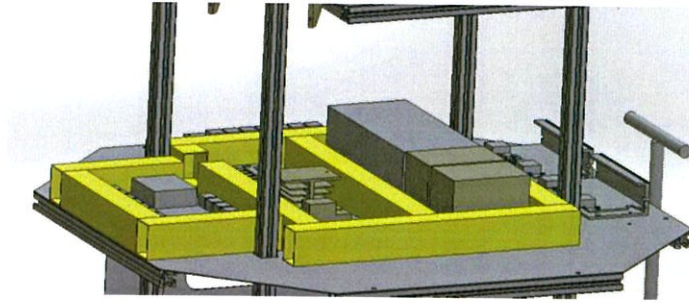
รูปที่ 3.22 ช่วงล่างของตัวรถ

วางอุปกรณ์ในชั้นที่สอง เป็นชั้นสำหรับการวางอุปกรณ์ชุดควบคุม และวงจรไฟฟ้าเพิ่มเติม เพื่อให้มีการแยกชั้นที่วางชุดควบคุมจากอุปกรณ์อื่นๆ เพราะว่าชุดควบคุมไม่จำเป็นต้องเข้าไปปรับค่า เนื่องจากมีการตั้งในโปรแกรมก่อนหน้านี้แล้ว ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 อุปกรณ์ควบคุม

วางช่องสำหรับเก็บสายไฟ การวางสายไฟโดยไม่มีรางสายไฟ ทำให้เกิดการสับสนและเสียเวลาในการต่อสายไฟอีกด้วย ดังรูปที่ 3.24



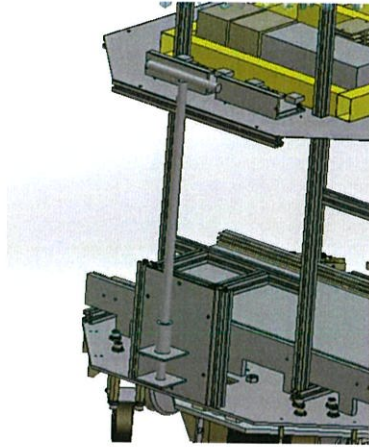
รูปที่ 3.24 อุปกรณ์ในชั้นที่สอง

วางอุปกรณ์สำหรับการสั่งการใช้งาน ชั้นนี้เป็นชั้นวางอุปกรณ์สั่งงานต่างๆ จากผู้ใช้งาน เพราะว่าจะอยู่ชั้นนอกสุดและมีการออกแบบให้มีความสูงเหมาะสมกับผู้ใช้งาน ดังรูปที่ 3.25



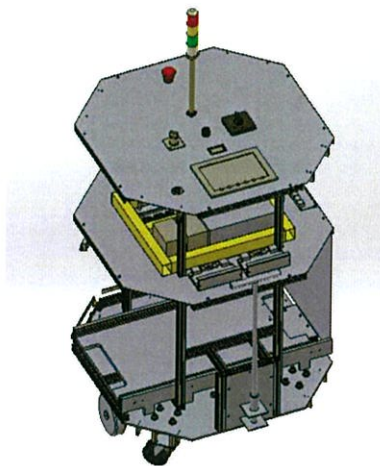
รูปที่ 3.25 อุปกรณ์ในชั้นที่หนึ่ง

ติดตั้งชุดลากรถเลื่อน โดยติดตั้งไว้ด้านหลังของตัวรถเพราะว่ามีการออกแบบให้มีการลากในทางเดียว ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 การยึดอุปกรณ์ชุดลาก

เมื่อประกอบตามแบบจะเป็นตามรูปด้านล่างคือ ทั้งสามชั้นจะมีอุปกรณ์ที่แยกกันอยู่โดยชั้นล่างจะเป็นชั้นสำหรับวางแหล่งจ่ายไฟ และชั้นที่สองสำหรับวางชุดควบคุม สุดท้ายชั้นบนสุดจะเป็นชั้นสำหรับวางอุปกรณ์สั่งงานที่มีไว้สำหรับให้ผู้ใช้งานสั่งงานโดยตรง ดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 การประกอบสำหรับทดลอง

### 3.4 การออกแบบการทำงานของตัวรถเพื่อให้มีความเสถียร

การทำงานของตัวรถมีปัจจัยที่ทำให้มีการทำงานที่ดีขึ้น โดยการเพิ่มการเขียนโปรแกรมเพิ่ม และการเพิ่มหลักการทำงานเพื่อให้ตัวรถนั้นแยกแยะฟังก์ชันการทำงานเพิ่ม โดยส่วนหนึ่งมาจากการที่ปรับปรุงเส้นแถบแม่เหล็ก ซึ่งสามารถทำได้ง่ายโดยไม่ต้องเพิ่มต้นทุนไปอีก

การปรับปรุงนั้นจะทำโดยการให้ตัวรถนั้นสามารถเพิ่มความเร็วเมื่อต้องวิ่งออกจากสถานีในระยะที่เหมาะสม และลดความเร็วเมื่อตัวรถจะกำลังจอดในสถานีข้างหน้า ซึ่งสามารถทำได้โดยการแปะเส้นแถบแม่เหล็กเพิ่ม เพื่อเป็นการเก็บข้อมูลและนำข้อมูลที่ได้รับมาไปสั่งให้โปรแกรมนั้นสั่งงานให้มอเตอร์ เพิ่มและลด อัตราความเร่ง และความเร็ว ตามลำดับ เพื่อป้องกันการกระชากตัวและการกระตุก จากสภาวะการเปลี่ยนแปลงของความเร็วอย่างรวดเร็ว

โดยเริ่มแรกได้มีการออกแบบเส้นแถบแม่เหล็กเพียงแค่หลักการคือ วิ่งแล้วจอด หลังจากการทดลองผลว่ามีปัญหา จึงได้ทำการออกแบบเพิ่มโดยการเพิ่มข้อมูลเพื่อให้ตัวรถได้เก็บข้อมูลไปแล้วชุดควบคุมทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้ล้อทำงานเร็วขึ้นหรือช้าลงเมื่อได้รับคำสั่งนั้น ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 เส้นแถบแม่เหล็กโดยมีปลายสองด้านสำหรับสัญญาณหยุด

เมื่อมีการออกแบบหลังจากการแก้ไขปัญหาก็ได้นำไปใช้งาน และตัวรถนั้นสามารถรับข้อมูลได้จริงและนำข้อมูลไปสั่งงานได้ โดยที่แปะแผ่นห่างจากเส้นแถบหลัก 3 เซนติเมตร และเส้นแถบด้านปลายทั้งสองด้านมีความยาว 20 เซนติเมตร และตัวเส้นมีความกว้าง 5 เซนติเมตร โดยข้อมูลที่รับไปนั้นลักษณะเก็บข้อมูลจะมาจากเซนเซอร์ที่จะตรวจจับเส้นหลักก่อนแล้วเว้นระยะ 3 เซนติเมตร ก่อนจากนั้นจึงตรวจจับเส้นแถบแม่เหล็กที่มาติดเพิ่มอีกโดยมีขนาดความกว้าง 5 เซนติเมตร เมื่อได้ข้อมูลนี้

ชุดควบคุมจะสั่งให้ล้อหมุนเร็วขึ้นเมื่อเพิ่งออกจากสถานีคือ สถานียังไม่เอเส้นแถบแม่เหล็กและจะช้าลงเมื่อเจอแถบที่อยู่ก่อนเส้นปลายทาง คือมีการเจอเส้นแถบไปก่อนแล้ว ดังรูปที่ 3.29



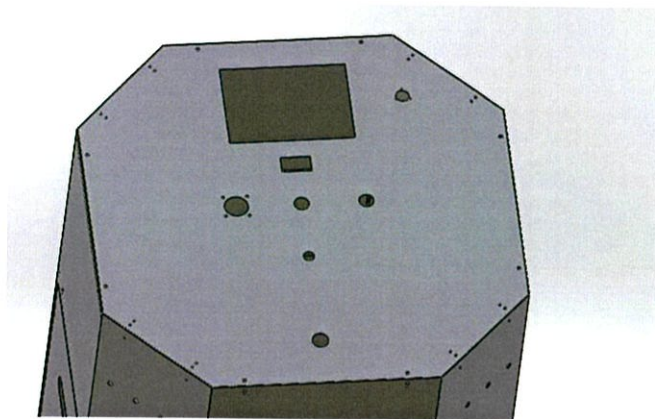
รูปที่ 3.29 เส้นแถบแม่เหล็กโดยเพิ่มสัญญาณเร่งและชะลอ

### 3.5 การออกแบบการทำงานสำหรับอุปกรณ์ของผู้ใช้งาน

สิ่งที่จำเป็นต่อการใช้งานของผู้ใช้งานคือ ระบบความปลอดภัย และสามารถทำให้ใช้งานได้สะดวกสบายได้ โดยการแจ้งเตือนสถานะของตัวรถและปุ่มสำหรับการทำงานทั่วไป

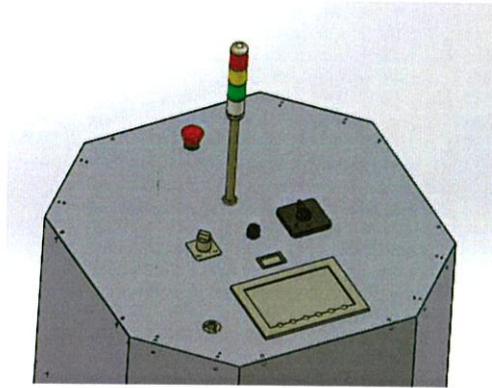
ระบบความปลอดภัยสามารถทำได้หลายรูปแบบโดยได้จัดทำไฟแสดงสถานะ และเสียงสำหรับแจ้งเตือนว่ามีตัวรถอยู่ในบริเวณนั้นๆ ที่มีเสียง และตัวแสดงถึงปริมาณของแหล่งจ่ายไฟ หรือแม้กระทั่งปุ่มเปิดปิด และปุ่มฉุกเฉิน ปุ่มโหมดการทำงาน และหน้าจอสำหรับการใส่ข้อมูล จากผู้ใช้งานได้เลือก และตั้งค่าการทำงานของตัวรถ

โดยการออกแบบนั้นต้องคำนวนถึงพื้นที่ใช้งาน และจัดการให้ได้อย่างเหมาะสม และความสะดวกต่อการใช้งานของตำแหน่งแต่ละปุ่มที่วางไว้ ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 ชั้นบนสุดสำหรับการสั่งงานโดยตรง

หลังจากที่ออกแบบไว้แล้วเมื่อนำอุปกรณ์ทั้งหมดที่ได้ออกแบบไว้มาประกอบกัน จะเห็นได้ว่า มีอุปกรณ์ที่เป็นพื้นฐาน เช่น ไฟแสดงสถานะ เสียงแจ้งเตือนซึ่งนั้นเพียงพอต่อการใช้งาน และได้เพิ่ม จุดเชื่อมต่อกับสายชุดควบคุมสำหรับควบคุมตัวรถโดยผู้ใช้งานได้โดยตรง มีปุ่มเปิดปิดเครื่อง ปุ่ม ฉุดฉีกสำหรับป้องกันการเสียหายทันที ปุ่มเลือกโหมดการทำงานสำหรับควบคุมด้วยผู้ใช้งาน หรือ ทำงานตามโปรแกรม ไฟแสดงพลังงานจากแหล่งจ่ายไฟ เพื่อให้ผู้ใช้งานได้รับรู้ได้ในขณะนั้น และ หน้าจอสัมผัสสำหรับส่งคำสั่ง เป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้งานกับตัวรถ ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 แผงวางอุปกรณ์ ผนังวางอุปกรณ์สำหรับผู้ใช้งาน

### 3.6 การออกแบบโปรแกรม

โปรแกรมที่ออกแบบจะเป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับออกแบบหน้าจอสั่งการ โดยทำการ ออกแบบตามความต้องการของผู้ใช้คือ ปุ่มสั่งการทั่วไป และหน้าจอการตั้งเวลาในการหยุดแต่ละ สถานี โดยออกแบบให้มีหน้าจอการทำงานหลัก ดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 หน้าจอสั่งการหลัก

โดยแต่ละคำสั่งจะมีการทำงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 คำสั่งของหน้าจอหลัก

คำสั่ง	คำอธิบาย
1. เริ่ม	สั่งให้รถเริ่มเดินหน้า
2. พัก	สั่งให้รถหยุดชั่วคราว
3. หมุน	สั่งให้รถหมุนตัว 180 องศา (ไม่สามารถสั่งขณะรถเริ่มเดินอยู่ได้รถต้องอยู่ในสถานะหยุดก่อน)
4. หยุด	สั่งให้รถหยุดเดิน
5. ผ่าน/จอด	เลือกคำสั่งว่าให้รถจอดพักสถานีที่ 2 หรือไม่จอด
6. ตั้งค่า	ไปยังหน้าตั้งค่าจับเวลาจอดพัก (สามารถตั้งรหัสผ่านในการเข้าไปตั้งค่าได้)*
7. สถานะ	บอกสถานะของรถในขณะนั้นว่ารถกำลัง เริ่ม/พัก/หมุน/หยุด
8. เซ็นเซอร์	บอกสถานะการตรวจจับของเซ็นเซอร์แม่เหล็ก (สีเทา = ไม่พบ, สีเขียว = พบ)

ถัดไปจะมีหน้าจอตั้งค่า ซึ่งไว้สำหรับตั้งเวลาในการหยุดรถที่สถานีที่ 2 และสามารถสั่งการได้ว่า จะหยุดที่สถานีที่ 2 หรือไม่ โดยหน้าจอตั้งค่า จะมีลักษณะ ดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 หน้าจอตั้งค่า

โดยหน้าจอตั้งค่าจะมีคำสั่ง และการใช้งานตามตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 คำสั่งหน้าจอตั้งค่า

คำสั่ง	คำอธิบาย
1. ระยะเวลาหยุดรถ	กดเพื่อตั้งตัวเลขเวลาที่จะหยุดรถอัตโนมัติ ในสถานีที่ 2
2. จับเวลา	สั่งให้รถจับเวลาในการจอดพักที่สถานีที่ 2 หรือไม่

## บทที่ 4

### การทดลองและผลการทดลอง

บทนี้จะกล่าวถึงการทำการทดสอบของตัวรถ ทั้งหลักการและผลสรุปหลังจากการทดสอบแล้วแก้ไข ตามลำดับ

#### 4.1 วิธีการทดลอง

##### 1. อุปกรณ์

- เทปแถบแม่เหล็ก
- เซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็ก

##### 2. สภาพแวดล้อม

- พื้นที่ไม่ได้เรียบเสมอลดเส้นทาง
- มีพื้นที่การทำงานแคบ

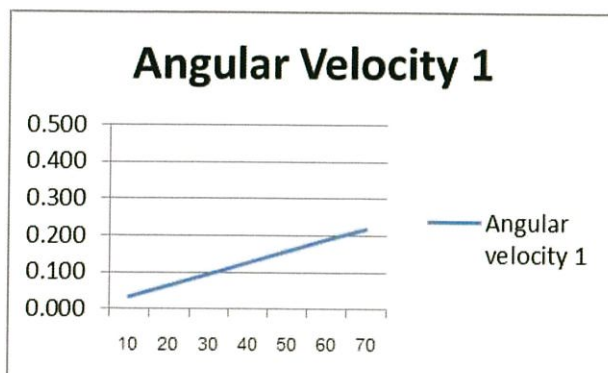
##### 3. ขั้นตอนการทดสอบ

- เตรียมอุปกรณ์ในการทดสอบ
- แปะติดเทปที่พื้น
- ขยับตัวรถโดยเล็งให้ระยะของเทปอยู่ระหว่างกลางของเซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็ก
- สังเกตว่าหน้าจอมอนิเตอร์หรือชุดควบคุม PLC มีไฟติดตามที่เซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กได้จับตามเส้นหรือไม่ จากนั้นให้ปรับเป็นโหมดอัตโนมัติ

#### 4.2 ผลการทดลอง

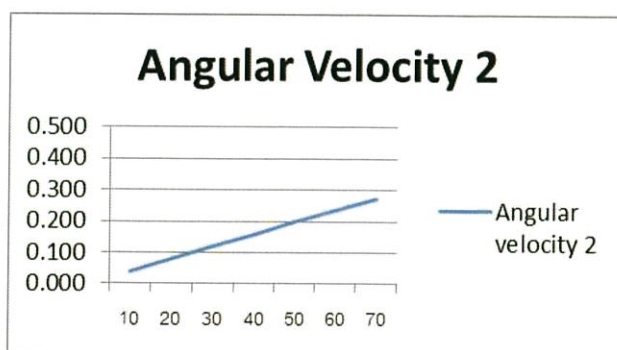
จากการทดลองพบว่าตัวรถวิ่งตามเส้นเลยตัวรถถ้าวิ่งด้วยแมนนวลไม่มีปัญหา ขณะวิ่งด้วยล้อภายในแบบตอนแรกวิ่งได้ไม่ค่อยนิ่ง และถ้าวิ่งในพื้นที่ขรุขระและเอียง ล้อจะสึกหรอ ทำให้วิ่งได้บางช่วง ตัวรถจะวิ่งฟรีแล้วเลี้ยวเองโดยที่เซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กจับตรวจจับเทปโดยให้

ตำแหน่งอยู่ตรงกลาง นั้นเพราะว่าเกิดจากล้อแต่ละข้างสีกไม่เท่ากันและขนาดล้อไม่มีความกลม หลังจากเปลี่ยนเป็นล้อ โพลียูริเทน เมื่อทำการใช้งานโดยมีอายุการใช้งานเท่ากับล้อชุดแรก ผลคือยังสามารถใช้ต่อไปได้โดยที่ล้อยังไม่ได้สึก และล้อซัพพอต ก็สึกเช่นกัน เป็นอีกปัจจัยที่ทำให้ตัวรถวิ่งไม่ตรง ตัวรถจะเลี้ยวเอง เพื่อตรวจสอบข้อเท็จจริงจึงทำการวัดขนาดของล้อโดยวัดแล้วมีขนาดเล็กลง 1 มิลลิเมตร อีกทั้งการยึดของล้อนั้นเองที่ไม่แน่น ทำให้เกิดการขยับ ดังรูปที่ 4.1



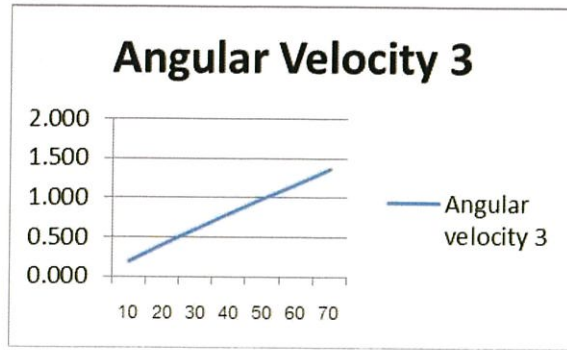
รูปที่ 4.1 ความเร็วเชิงมุมเทียบกับระยะห่างโดยใช้เวลาที่ 1.25 วินาที

เมื่อเปลี่ยนเวลาตอบสนองใหม่จะทำให้มีความเร็วเชิงมุมที่เปลี่ยนไปตามค่าตามเวลาที่ตั้งไว้ ดังรูปที่ 4.2



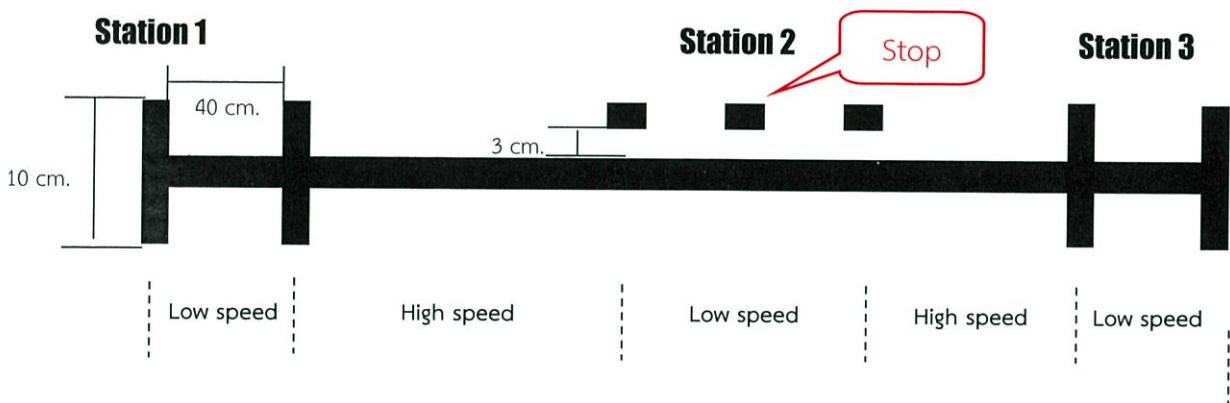
รูปที่ 4.2 ความเร็วเชิงมุมเทียบกับระยะห่างโดยใช้เวลาที่ 1 วินาที

เมื่อตั้งค่าพารามิเตอร์ของเวลาตอบสนองให้น้อยลงที่ 0.2 วินาที จะได้ว่ามีความเร็วเชิงมุมมากขึ้น แสดงว่ามีความเร่งเชิงมุมมากขึ้นตามนั่นเอง ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ความเร็วเชิงมุมเทียบกับระยะห่างโดยใช้เวลาที่ 0.2 วินาที

และได้ทำการออกแบบการวางแถบแม่เหล็กใหม่ เพื่อให้มีการชะลอความเร็วก่อนการหยุด และเริ่มวิ่งด้วยความเร็วที่ช้า เพื่อเพิ่มความเสถียรในการไล่ลำดับความเร็ว ไม่ให้ตัวรถเกิดการกระชาก โดยแถบแม่เหล็กที่ทำการออกแบบใหม่ มีลักษณะดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 การออกแบบแถบแม่เหล็กใหม่

### 4.3 สรุปผลการทดลอง

จากการทำตัวรถต้องเช็คปัจจัยในการทำ ไม่ว่าจะเป็นสภาพแวดล้อม ในการทำงานทุกด้าน ไม่อย่างนั้นอาจทำให้เกิด ปัญหาตามมาหลายอย่าง ดังที่การทำครั้งนี้

1. ไม่ได้คำนึงถึงสภาพพื้นที่การทำงานที่มีความต่างของระดับ
2. ความคลาดเคลื่อนจากการอ่าน แถบแม่เหล็ก ที่ทำให้มีการวิ่งสายในตอนแรก

ในขณะที่ทดสอบแล้วนำค่าที่ได้มาใส่ในโปรแกรม แล้วทำการแก้ไข ผลคือตัวรถวิ่งปกติทั้ง ตอนออกตัวและหยุดไม่มีการสายตอนวิ่งตามเส้น ซึ่งมีความแตกต่างจากตอนแรก

## บทที่ 5

### บทสรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการนี้เกี่ยวข้องกับการปรับปรุงและพัฒนารถขนส่งอัตโนมัติ มีความร่วมมือระหว่างสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กับบริษัท เอสวีไอ จำกัด (มหาชน) เพื่อจัดทำและทำการปรับปรุงพัฒนารถขนส่งอัตโนมัติให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น โดยเนื้อหาส่วนใหญ่เกี่ยวกับขั้นตอนการสร้างและพัฒนารถขนส่งอัตโนมัติ การสร้างและพัฒนารถขนส่งอัตโนมัติมีเรื่องที่ต้องคำนึงหลายอย่าง เช่น ความปลอดภัยในการใช้รถขนส่งอัตโนมัติ ขนาดของตัวรถ ความเร็วในการวิ่ง เส้นทางการวิ่ง น้ำหนักที่บรรทุก และระยะเวลาใช้งาน ซึ่งกว่าจะได้รถมาคันหนึ่งต้องใช้เวลาเป็นจำนวนมาก เพราะต้องใช้เวลาในการทดสอบเพื่อความมั่นใจว่ารถขนส่งอัตโนมัติสามารถใช้งานได้จริง

จากที่ได้อธิบายขั้นตอนการสร้างและปรับปรุงรถขนส่งอัตโนมัติไปในบทก่อนหน้านี้แล้ว จะมาสรุปผลของการดำเนินงานที่ได้อธิบายดังนี้

1. ทำโครงสร้างรถขนส่งอัตโนมัติ จากที่ได้ออกแบบไว้ใช้อลูมิเนียมโปรไฟล์เพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยให้ตัวรถมีขนาดกว้าง x ยาว x สูง คือ 650 x 650 x 950 เซนติเมตร เพื่อประหยัดพื้นที่ปฏิบัติงานของรถส่วนความสูงออกแบบให้เวลาปฏิบัติงานไม่ต้องก้มลดอาการเมื่อยล้า
2. เส้นทางการวิ่งของรถขนส่งอัตโนมัติจัดทำเส้นทางโดยติดแถบแม่เหล็กกับพื้นของโรงงานแล้วเคลือบด้วยอีพ็อกซีป้องกันแถบแม่เหล็กเสียหาย โดยได้ติดตั้งเส้นทางวิ่งไปแล้ว 2 เส้นทาง คือ เส้นจากไลน์การผลิต A ไปคลังสินค้า (FG) และไลน์การผลิต B (ด้านหลัง) ไปคลังสินค้า (FG)
3. การพัฒนา Ladder Diagram ทำการปรับปรุงพัฒนาคำสั่งในส่วนการวิ่งของรถขนส่งอัตโนมัติให้มีระดับความเร็วที่ละเอียดขึ้นทำให้รถวิ่งไม่กระชากเวลาเปลี่ยนความเร็ว การปรับคำสั่งจุดให้มีการหน่วงการหยุดเพื่อความเที่ยงตรงในการจอดและเรียงนั่งมากขึ้น การปรับคำสั่งความเร็วของรถให้มีความเสถียรวิ่งเป็นเส้นตรงไม่ส่ายไปมา
4. โครงด้านนอกตามที่ทางบริษัท เอสวีไอ จำกัด (มหาชน) ต้องการให้รถขนส่งอัตโนมัติมีความเป็นเอกลักษณ์ของบริษัทและเพิ่มความสวยงามให้กับตัวรถ โดยใช้เครื่องมือของทางบริษัทในการตัดเจาะรูและตัดชิ้นงาน ซึ่งวัสดุที่เลือกใช้เป็นอลูมิเนียมแผ่นหนา 2 มิลลิเมตร เนื่องจากเป็นวัสดุที่ทางบริษัทมีเก็บสำรองไว้อยู่ได้เป็นโครงด้านนอกเอามาประกอบกันแล้วไปสวมกับรถขนส่งอัตโนมัติ

5. ระบบความปลอดภัยใช้อุปกรณ์ 2 ชนิด คือ กันชน และอัลตราโซนิกเซนเซอร์ โดยกันชนจะทำงานเมื่อรถวิ่งไปชนสิ่งของเข้ามีระยะทำการใกล้ที่สุด อัลตราโซนิกเซนเซอร์จะทำงานเมื่อมีวัตถุเข้ามาในระยะตรวจจับมีระยะทำการ 2 ระยะคือ ระยะ 30 เซนติเมตร กับ 50 เซนติเมตร จากที่ทดสอบมามีการตอบสนองความไวประมาณ 0.5 - 1 วินาที หลังจากมีวัตถุเข้ามาในระยะตรวจจับ

6. การทดสอบการวิ่งของรถ AGV รถสามารถวิ่งตามแถบแม่เหล็กได้สายไปมาเล็กน้อย แต่อยู่ในเกนที่ยอมรับได้ การเร่งและชะลอความเร็วมีความนิ่งมากยิ่งขึ้นไม่กระชากรุนแรงเหมือนตอนก่อนทำการปรับปรุง สามารถเข้าโค้งรัศมีแคบที่สุด 60 เซนติเมตร ส่วนการบรรทุกสินค้าบรรทุกสูงสุดที่สามารถขนส่งได้อยู่ที่ 300 กิโลกรัม มีระยะเวลาทำงาน 3 - 4 ชั่วโมง เมื่อบรรทุกสินค้าสูงสุดและทำงานตลอดเวลา

## 5.2 ปัญหาและการแก้ไข

1. เนื่องจากโครงการนี้มีความร่วมมือกับทางสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังจึงต้องรอให้ทางทีมงานที่สถาบันจัดทำและประกอบตัวรถ AGV จนเสร็จจะก่อนถึงจะสามารถนำมาทดสอบจริงได้ จึงเกิดความล่าช้าในการทดสอบบ้าง ความไม่สะดวกสบายในการแก้ไขปัญหานี้บางปัญหา

2. เนื่องจากโครงการนี้ต้องมีการทำงานในหลายภาคส่วนจึงต้องมีการประสานงานกันในแต่ละหน่วยงานทั้งในและนอกบริษัท ทั้งนี้บางครั้งการที่นักศึกษาจะไปติดต่อก็เกิดความไม่สะดวกบ้าง หรือต้องรอทางหน่วยงานติดต่อกลับมาเองทำให้การดำเนินงานไม่ต่อเนื่องได้

3. เนื่องจากทางบริษัทนี้มีข้อกำหนดในหลายๆ อย่าง โดยเฉพาะเครื่องมือในแผนกที่ไปอยู่ไม่มีความพร้อมจึงต้องทำการยืมจากแผนกอื่นๆ ซึ่งจะทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน และแก้ไขงานขึ้น ต้องมีการบริหารจัดการที่ดีเพื่อให้งานเสร็จทันตามที่กำหนดไว้

4. เนื่องจากระบบขับเคลื่อนของรถเป็นแบบขับเคลื่อนด้วยล้อ 2 ล้อ ทำให้ยากในการควบคุมความตรง การสายไปมาของรถ AGV อีกทั้งการเลือกใช้ระบบความปลอดภัยโดยอัลตราโซนิกเซนเซอร์กลับพบสัญญาณรบกวนเป็นจำนวนมาก ทำให้ต้องมีการเขียนโปรแกรมป้องกันสัญญาณรบกวนที่เยอะขึ้น จึงอาจทำให้เซนเซอร์มีการตอบสนองช้าลงไป

### 5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางการค้นคว้าพัฒนา

1. ในการทำรถ AGV ขึ้นมาคันหนึ่งต้องใช้ความรู้และความชำนาญในหลายๆ ด้าน จึงควรเตรียมความพร้อมในเนื้อหาที่ต้องใช้ศึกษาหาความรู้ในครอบคลุมกับงานที่ทำ และควรมีผู้เชี่ยวชาญในด้านต่างๆ เพื่อให้คำแนะนำปรึกษาแก้ไขปัญหาดังกล่าว
2. จากที่ได้ใช้อัลตราโซนิกเซนเซอร์มาเป็นระบบความปลอดภัยพบว่าได้รับผลกระทบจากสัญญาณรบกวนได้ง่าย โดยเฉพาะเวลารถวิ่งทำให้ระบบไม่เสถียร ยากต่อการออกแบบ และอาจทำให้ระบบมีการตอบสนองที่ช้าเกินไป
3. ด้วยโครงสร้างของรถ AGV ที่ได้ออกแบบไว้ไม่มีใช้คอปทำให้เวลานำมาวิ่งจริงรถวิ่งไม่นิ่งมีการสั่นขณะวิ่ง และบางครั้งเจอพื้นที่ไม่เรียบมีความต่างระบบอาจทำให้ล้อของรถไม่สัมผัสกับพื้นได้
4. ในการทำโครงการครั้งนี้ได้พบปัญหาในด้านความรู้ของอัลตราโซนิกเซนเซอร์ และระบบขับเคลื่อน เนื่องจากมีความรู้ ความสามารถด้านนี้ไม่เพียงพอจึงต้องสอบถามพี่ๆ หรือหาความรู้จากข้อมูลในอินเทอร์เน็ตสำหรับข้อมูลความรู้ในส่วนที่ยังไม่เพียงพอ
5. ในการดำเนินงานโครงการในครั้งนี้ได้พบว่าการปฏิบัติงานจริงทางความรู้ด้านช่างยังมีไม่เพียงพอเนื่องจากผ่านการทำงานด้านนี้มาน้อย จึงต้องใช้เวลาในการเรียนรู้และปรับตัวสำหรับการทำงานด้านนี้ช่วงหนึ่ง ซึ่งการทำงานด้านนี้ควรมีประสบการณ์มาส่วนหนึ่งก่อนเพื่อสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] N. Sarkar, X. Yun and V. Kumar, "Control of mechanical systems with rolling constraints Available: Application to dynamic control of mobile robot," The International Journal of Robotic Research, vol. 13, no. 1, pp. 55-69, 1994.
- [2] A. Luca, G. Oriolo and M. Vendittelli, "Control of wheeled mobile robots Available: An experimental overview," in RAMSETE - Articulated and Mobile Robotics for Services and Technologies, S. Nicosia, B. Siciliano, A. Bicchi and P. Valigi, Eds. Springer-Verlag, 2001
- [3] Balluchi, A. Bicchi, A. Balestrino and G. Casalino, "Path Tracking Control for Dubin's Cars," Available: Proceedings of the 1996 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Minneapolis, Minnesota, 1996
- [4] C. Canudas de Wit and O. J. Sordalen, "Exponential Stabilization of Mobile Robots with Nonholonomic Constraints," Available: Transactions on Automatic Control, vol. 37, no. 11, pp. 1791-1797, 1992.
- [5] N. Sarkar, X. Yun and V. Kumar, "Control of mechanical systems with rolling constraints: Application to dynamic control of mobile robot," Available: The International Journal of Robotic Research, vol. 13, no. 1, pp. 55-69, 1994.
- [6] บริษัท ออมรอน อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด, คู่มือการใช้งาน PLC [Online] Available: <http://bpcd421.bpcd.net/file.net/file.php/1/usa/plc1.pdf>

## เอกสารอ้างอิง

- [7] AIC, Aluminium Profile [online]  
Available: <http://www.ai-corporation.net/index.php>
- [8] OMRON, Ultrasonic Sensor [Online]  
Available: <https://www.ia.omron.com/support/faq/answer/50/faq01268/>
- [9] MACOME, Guide Sensor [Online]  
Available: <http://www.macome.co.jp/english/gs/index.htm>
- [10] ISR, Kinematic Model [Online]  
Available: <http://home.isr.uc.pt/~michaelcouceiro/media/help/helpMRSim.htm>

ภาคผนวก

## ภาคผนวก ก

## โปรแกรมสั่งการทำงาน

## ก.1 โปรแกรมคำนวณการแปลงความเร็วของรถเป็นความเร็วล้อแต่ละข้าง

```

void INV_KINE( WORD W , BIT B ){
    double LA=0.27725;    /// meter
    double LB=0;
    double R=0.0635;
    double vy,wz;
    double wr,wl;
    vy = (double)DW[0]/1000;
    wz = (double)DW[2]/1000;
    wr = (1/R)*((-vy)+(-LA*wz));
    wl = (1/R)*((-vy)+(LA*wz));
    wr = wr*7/2*60/22*5/3200*15*4095/5;    ///change rad to Bit
    wl = wl*7/2*60/22*5/3200*15*4095/5;
    if (wr<0){
        B[100] = 1;
        wr = -wr;
    }
    else{
        B[100] = 0;
    }
    if (wl<0){
        B[101] = 1;
        wl = -wl;
    }
}

```

```

else{
    B[101] = 0;
}
W[4] = wr;
W[5] = wl;
}

```

## ก.2 โปรแกรมควบคุมความเร็วของล้อจากเซนเซอร์แม่เหล็ก

```

void SPD_CON ( WORD W , BIT B ){
    double vyy=400;    //Velocity
    double T=0.8;     //Time constant
    double vy,wz;
    B[95] = 0;
    if(B[96]){        // High Speed
        if (B[71]){
            vy = vyy;
            wz = 273*T;
            B[95] = 1;
        }
        else if(B[72]){
            vy = vyy;
            wz = 235*T;
            B[95] = 1;
        }
        else if(B[73]){
            vy = vyy;
            wz = 197*T;
            B[95] = 1;
        }
        else if(B[74]){
            vy = vyy;

```

```
wz = 158*T;
}
else if(B[75]){
    vy = vyy;
    wz = 119*T;
}
else if(B[76]){
    vy = vyy;
    wz = 79*T;
}
else if(B[77]){
    vy = vyy;
    wz = 79*T;
}
else if(B[78]){
    vy = vyy;
    wz = 39*T;
}
else if(B[79]){
    vy = vyy;
    wz = 39*T;
}
else if(B[80]){
    vy = vyy;
    wz = 18*T;
}
else if(B[81]){
    vy = vyy;
    wz = 0;
}
```

```
else if(B[82]){
    vy = vyy;
    wz = -18*T;
}
else if(B[83]){
    vy = vyy;
    wz = -39*T;
}
else if(B[84]){
    vy = vyy;
    wz = -39*T;
}
else if(B[85]){
    vy = vyy;
    wz = -79*T;
}
else if(B[86]){
    vy = vyy;
    wz = -79*T;
}
else if(B[87]){
    vy = vyy;
    wz = -119*T;
}
else if(B[88]){
    vy = vyy;
    wz = -158*T;
}
else if(B[89]){
    vy = vyy;
```

```
wz = -197*T;
B[95] = 1;
}
else if(B[90]){
vy = vyy;
wz = -235*T;
B[95] = 1;
}
else if(B[91]){
vy = vyy;
wz = -273*T;
B[95] = 1;
}
else {
vy = vyy;
wz = 0;
}
}
else if (B[94]){ //Normal speed
vyy=300;
T=1;
if (B[71]){
vy = vyy;
wz = 273*T;
B[95] = 1;
}
else if(B[72]){
vy = vyy;
wz = 235*T;
B[95] = 1;
```

```
}  
else if(B[73]){  
    vy = vyy;  
    wz = 197*T;  
    B[95] = 1;  
}  
else if(B[74]){  
    vy = vyy;  
    wz = 158*T;  
}  
else if(B[75]){  
    vy = vyy;  
    wz = 119*T;  
}  
else if(B[76]){  
    vy = vyy;  
    wz = 79*T;  
}  
else if(B[77]){  
    vy = vyy;  
    wz = 79*T;  
}  
else if(B[78]){  
    vy = vyy;  
    wz = 39*T;  
}  
else if(B[79]){  
    vy = vyy;  
    wz = 39*T;  
}
```

```
else if(B[80]){
    vy = vyy;
    wz = 18*T;
}
else if(B[81]){
    vy = vyy;
    wz = 0;
}
else if(B[82]){
    vy = vyy;
    wz = -18*T;
}
else if(B[83]){
    vy = vyy;
    wz = -39*T;
}
else if(B[84]){
    vy = vyy;
    wz = -39*T;
}
else if(B[85]){
    vy = vyy;
    wz = -79*T;
}
else if(B[86]){
    vy = vyy;
    wz = -79*T;
}
else if(B[87]){
    vy = vyy;
```

```
        wz = -119*T;
    }
    else if(B[88]){
        vy = vyy;
        wz = -158*T;
    }
    else if(B[89]){
        vy = vyy;
        wz = -197*T;
        B[95] = 1;
    }
    else if(B[90]){
        vy = vyy;
        wz = -235*T;
        B[95] = 1;
    }
    else if(B[91]){
        vy = vyy;
        wz = -273*T;
        B[95] = 1;
    }
    else {
        vy = vyy;
        wz = 0;
    }
}
else { // Mediam Speed
    vyy=200;
    T=5;
    if (B[71]){
```

```
vy = vyy;  
wz = 273*T;  
}  
else if(B[72]){  
vy = vyy;  
wz = 235*T;  
}  
else if(B[73]){  
vy = vyy;  
wz = 197*T;  
}  
else if(B[74]){  
vy = vyy;  
wz = 158*T;  
}  
else if(B[75]){  
vy = vyy;  
wz = 119*T;  
}  
else if(B[76]){  
vy = vyy;  
wz = 79*T;  
}  
else if(B[77]){  
vy = vyy;  
wz = 79*T;  
}  
else if(B[78]){  
vy = vyy;  
wz = 39*T;
```

```
}  
else if(B[79]){  
    vy = vyy;  
    wz = 39*T;  
}  
else if(B[80]){  
    vy = vyy;  
    wz = 18*T;  
}  
else if(B[81]){  
    vy = vyy;  
    wz = 0;  
}  
else if(B[82]){  
    vy = vyy;  
    wz = -18*T;  
}  
else if(B[83]){  
    vy = vyy;  
    wz = -39*T;  
}  
else if(B[84]){  
    vy = vyy;  
    wz = -39*T;  
}  
else if(B[85]){  
    vy = vyy;  
    wz = -79*T;  
}  
else if(B[86]){
```

```
    vy = vyy;
    wz = -79*T;
}
else if(B[87]){
    vy = vyy;
    wz = -119*T;
}
else if(B[88]){
    vy = vyy;
    wz = -158*T;
}
else if(B[89]){
    vy = vyy;
    wz = -197*T;
}
else if(B[90]){
    vy = vyy;
    wz = -235*T;
}
else if(B[91]){
    vy = vyy;
    wz = -273*T;
}
else {
    vy = vyy;
    wz = 0;
}
}
DW[0] = vy;
DW[2] = wz;
```

}

ภาคผนวก ข  
เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข.1 ชุดขับมอเตอร์

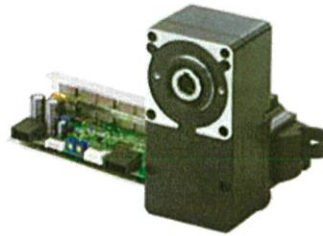
oriental Motor U.S.A. Corp.

1001 Knox St.

Torrance, CA 90502

Tel: 800-418-7903 Fax: 800-309-7999

[www.orientalmotor.com](http://www.orientalmotor.com)



BLH5100KC-5FR, Brushless DC Motor Speed Control System

**Brushless DC Motor Speed Control System**

Brushless DC motor (BLDC motor) speed control system offers high performance and simple operation from a compact motor and driver.

- Slim, Yet Powerful Design
- Compact Driver
- Wide Speed Range
- Acceleration/Deceleration Time Setting Function
- Long-Life Gearhead
- IP65 Rated Motor (except for connectors)

Motor Type	Brushless DC Motor
Motor Frame Size	90 mm
Output Power	100 W (1/8 HP)
Power Supply	24 VDC
Shaft/Gear Type	Hollow Shaft Flat Gearhead
Gear Ratio (X:1)	5 :1
Output Shaft Diameter	20 mm
Rated Torque	1.70 N·m

Variable Speed Range (r/min)	20 ~ 600
Permissible Load Inertia	$45 \times 10^{-4} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$
Permissible Overhung Load	10 mm from gearhead mounting surface = 900 N 20 mm from gearhead mounting surface = 770 N
Permissible Thrust Load	500 N
Type	Cable
Power Input	DC
Max. Extension Length (m)	2
Components	BLHD100K (Driver) BLHM5100KC-GFS (Motor) GFS5G5FR (Gearhead)
RoHS Compliant	Yes
Safety Standards	UL CSA CE
CE Marking	EMC Directives
Control System	Any one of the following methods: 1. Set using internal potentiometer 2. By external potentiometer (20 k $\Omega$ 1/4 W) 3. By DC voltage control (0 ~ 5 VDC) 1 mA or more (input impedance 47 k $\Omega$ )
Insulation Class	UL, CSA: Class A [105°C (221°F)] EN: Class E [120°C (248°F)]
Insulation Resistance (Motor)	100 M $\Omega$ or more when 500 VDC megger is applied between the windings and the frame after continuous operation under normal ambient temperature and humidity.

Insulation Resistance (Driver)	100 M $\Omega$ or more when 500 VDC megger is applied between the power supply terminal and heat radiation plate after continuous operation under normal ambient temperature and humidity.
Dielectric Strength (Motor)	Sufficient to withstand 0.5 kVAC at 50Hz applied between the windings and the frame for 1 minute after continuous operation under normal ambient temperature and humidity.
Dielectric Strength (Driver)	Sufficient to withstand 0.5 kVAC at 50Hz applied between the power supply terminal and the heat radiation plate for 1 minute after continuous operation under normal ambient temperature and humidity.
Ambient Temperature Range	0°C ~ +50°C (+32°F ~ +122°F) (nonfreezing)
Ambient Humidity	85% max. (noncondensing)
Operating Atmosphere	No corrosive gases or dust. Cannot be used in radioactive area, magnetic field, vacuum or other special environment.
Degree of Protection	[Motor] IP65 (excluding connectors) [Driver] IP00

Speed Control Method (Select one of the following)	Internal potentiometer External DC voltage External potentiometer (20k $\Omega$ , 1/4W)
Number of Speed Settings	2
Multi-Speed Setting Method	Switching between 2 speeds One speed is set by the internal potentiometer (1 pc), while another speed is set by an external potentiometer (optional PAVR-20KZ) or by external DC voltage (0-5 VDC).
Instantaneous Stop	Yes
Multi-Axes Control	Yes
Alarm Output	Yes
Position Control Mode	No
Torque Limit Control	No
Vertical Drive (Gravitational Operation)	No

## ข.2 คู่มือการใช้งานอัลตราโซนิก



Tech Support: [services@elecfreaks.com](mailto:services@elecfreaks.com)

### Ultrasonic Ranging Module HC - SR04

#### Product features:

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

- (1) Using IO trigger for at least 10us high level signal,
- (2) The Module automatically sends eight 40 kHz and detect whether there is a pulse signal back.
- (3) IF the signal back, through high level , time of high output IO duration is the time from sending ultrasonic to returning.

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

#### Wire connecting direct as following:

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

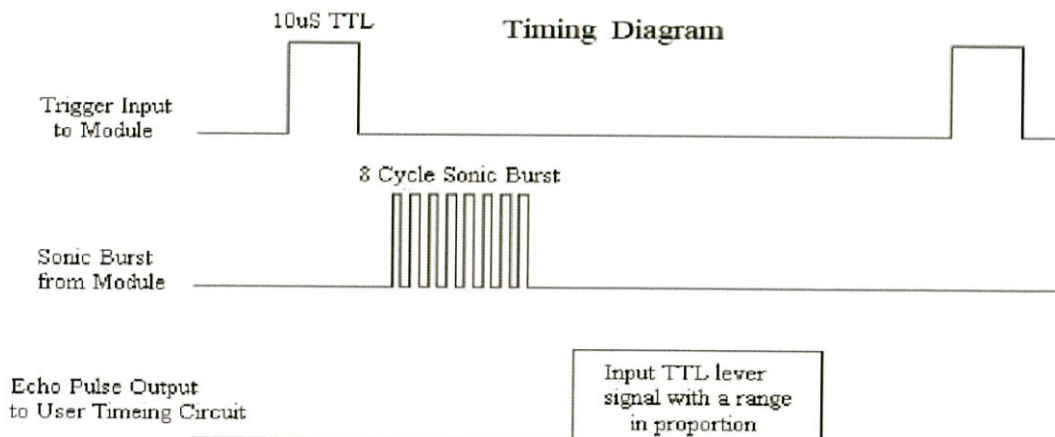
#### Electric Parameter

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



### Timing diagram

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



---

**Attention:**

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

[www.Electfreaks.com](http://www.Electfreaks.com)

### ข.3 คู่มืออุปกรณ์ หน้าจอสัมผัส

Cermate Technologies Inc.

Product : PK070-WFT



Model Name		PK070-WFT
Sub-Models		20 / 40
Display	Size	7.0"
	Max. Resolution	800*480
	Type	TFT LCD with LED Backlight
	Max. Colors	16-bit
	Backlight Life (hr)	20,000
	Display Contrast	500:1
	Luminance (cd/m2)	250
Touch Panel		4-wire Analog Touch Panel
CPU		RISC ARM9 32Bit
Backup SRAM		128KB (optional: 1MB)
Working Memory		32MB
Built-in Storage Memory		8MB+128MB (NAND Flash)
Real-Time Clock (RTC)		YES
Communication Interface	Micro SD Slot	N/A
	USB Client	YES (USB 1.1)
	USB Host	YES (USB 1.1)
	Serial (Com1)	RS232/422/485
	Serial (Com2)	N/A
	Serial (Com3)	RS232 (optional: RS485)
	Serial (Com4)	N/A
	Ethernet	Sub-Model 40: YES

Front Function Keys		6-keys
Audio out (optional)		N/A
Video in (optional)		N/A
Front USB Host Port		N/A
Power	Input	24VDC±10% Isolated
	Consumption	20W
Environment	Operating Temperature	0°C~50°C
	Relative Humidity	10%~90%
	Shock (operation)	10 ~ 55Hz (X,Y,Z direction, 1G, 30 Mins shock testing)
	EMI	FCC Part 15 A Class A
	CE	EN61000-6-2, EN61000-6-4
	UL Certification	N/A
	Ingress Protection	IP65
	Cooling	Natural Cooling
Dimension WxHxD (mm)		203.5 x 149.0 x 33.0
Cutout Dimension WxH (mm)		192.0 x 138.5
Net Weight (kg)		0.65

## ภาคผนวก ค

### คู่มือการใช้งานรถ AGV

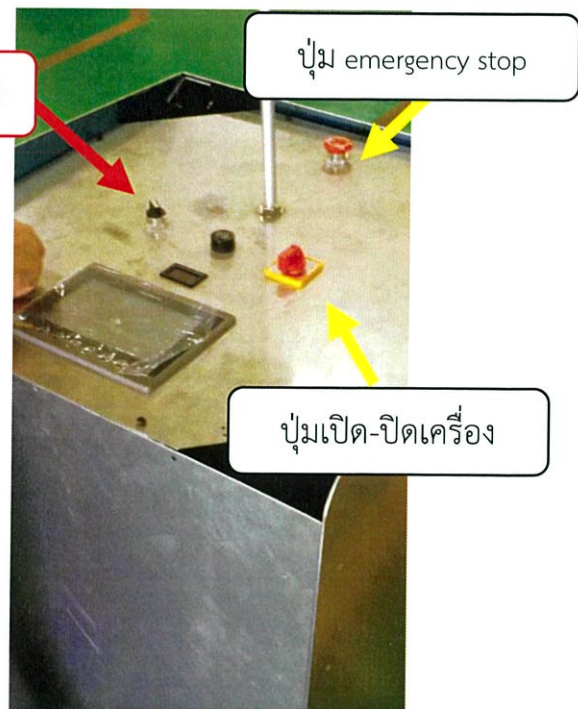
#### โหมดการทำงาน

การทำงานของรถ AGV คันนี้มี 2 โหมดคือ

1. โหมดเคลื่อนที่อัตโนมัติ (auto-guide) สั่งการจากหน้าจอระบบสัมผัส เพื่อสั่งให้เดินหน้า และจะหยุดเมื่อสิ้นสุดทาง และรอคำสั่งกลับรถ
2. โหมดบังคับด้วยมือ ใช้รีโมทสั่งการ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ใช้เพื่อเคลื่อนย้ายรถในตำแหน่งที่ไม่มีเส้นแม่เหล็ก(ความเร็ว 0.5 m/s)

โดยสามารถเลือกโหมดการทำงานโดยการหมุนปุ่มเลือกโหมดการทำงานบริเวณด้านบนของตัวรถ

\*ในกรณีที่อยู่ในโหมดบังคับด้วยมือ  
หน้าจอจะแสดงคำว่า  
“บังคับด้วยมือ”



# 1. โหมดเคลื่อนที่อัตโนมัติ

## หน้าจอเมนูหลัก



คำสั่ง	คำอธิบาย
9. เริ่ม	สั่งให้รถเริ่มเดินทาง
10. พัก	สั่งให้รถหยุดชั่วคราว
11. หมุน	สั่งให้รถหมุนตัว 180 องศา (ไม่สามารถสั่ง ขณะรถเริ่มเดินทางได้ รถต้องอยู่ในสถานะ หยุด ก่อน)
12. หยุด	สั่งให้รถหยุดเดิน
13. ผ่าน/จอด	เลือกคำสั่งว่าให้รถจอดพักสถานีที่ 2 หรือไม่จอด
14. ตั้งค่า	ไปยังหน้าตั้งค่าจับเวลาจอดพัก (สามารถตั้งรหัสผ่านในการเข้าไปตั้งค่าได้)*
15. สถานะ	บอกสถานะของรถในขณะนั้นว่ารถกำลัง เริ่ม/พัก/หมุน/หยุด
16. เซ็นเซอร์	บอกสถานการณ์ตรวจพบของเซ็นเซอร์แม่เหล็ก (สีเทา = ไม่พบ, สีเขียว = พบ)

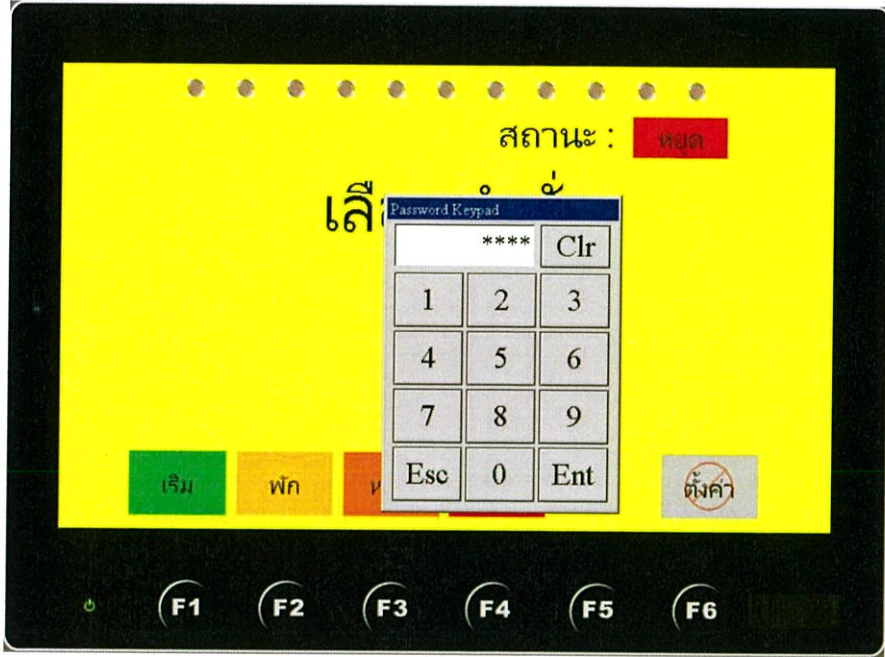
เลือกคำสั่งสำหรับสถานี 2 ในกรณีที่ขึ้นว่า “ผ่าน” รถจะไม่หยุดจอดพักในสถานีที่ 2



ในกรณีที่เลือกคำสั่งสำหรับสถานี 2 ให้ขึ้นว่า “จอด” รถจะหยุดจอดพักในสถานีที่ 2



\*ในกรณีที่ต้องการไปยังหน้าตั้งค่า เวลาในการหยุดพักรถ ณ สถานีที่ 2 จะต้องใส่รหัสผ่านในการเข้าไปตั้งค่า (รหัสเดิมคือ 88888888)



## หน้าจอต้งค่า



คำสั่ง	คำอธิบาย
3. ระยะเวลาหยุดรอ	กดเพื่อตั้งตัวเลขเวลาที่จะหยุดรออัตโนมัติ ในสถานีที่ 2
4. จับเวลา	สั่งให้รถจับเวลาในการจอดพักที่สถานีที่ 2 หรือไม่



กดเพื่อตั้งเวลาในการจอดพักอัตโนมัติในสถานีที่ 2 (วินาที)  
 ดังตัวอย่างคือรถจะหยุดพักในสถานีที่ 2 เป็นเวลา 10 วินาที

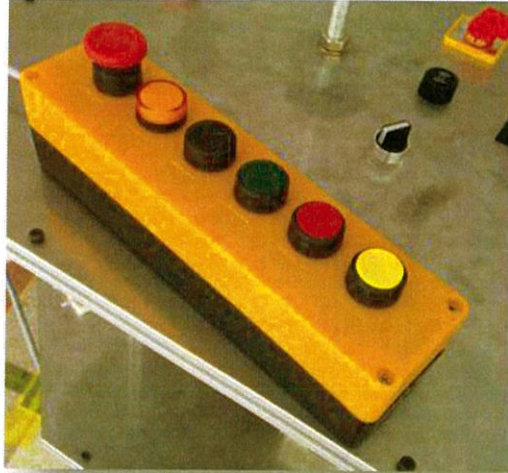
ในกรณีตั้ง “จับเวลา” เป็นปิด เมื่อรถถึงสถานีที่ 2 จะจอดพักตลอดไป จนกว่าจะกด เริ่ม เดินอีกครั้ง



ในกรณีตั้ง “จับเวลา” เป็นเปิด เมื่อรถถึงสถานีที่ 2 จะจอดพัก และเริ่มนับเวลาตาม “ระยะเวลาหยุดรอ” ที่ตั้งไว้ และจะเริ่มเดินต่ออัตโนมัติเมื่อครบกำหนดเวลา (ในที่นี้คือจอด 10 วินาที)



## 2. โหมดบังคับด้วยมือ



คำสั่ง	คำอธิบาย
1. ปุ่มสีดำ	เดินหน้า
2. ปุ่มสีเขียว	ถอยหลัง
3. ปุ่มสีแดง	หมุนทางซ้าย
4. ปุ่มสีเหลือง	หมุนทางขวา
5. ปุ่มสีแดงใหญ่ (emergency)	สำหรับหยุดรถทันที

\*ให้ใช้ปุ่ม emergency ทุกครั้งที่ใช้ ให้อยู่ในลักษณะที่ไม่ได้กด ไม่เช่นนั้นรถจะไม่สามารถเคลื่อนที่ได้

## การเปลี่ยนแบตเตอรี่

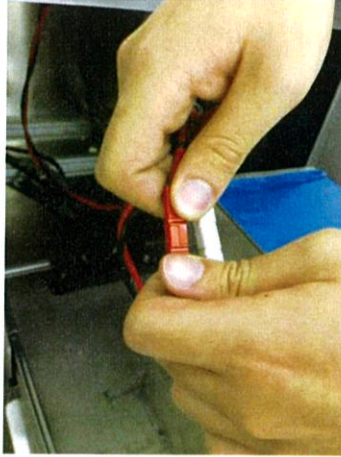
1. เมื่อนำจอแสดงตัวเลขแบตเตอรี่ต่ำกว่า ให้ทำการเปลี่ยนแบตเตอรี่มาใช้แบตเตอรี่สำรองเพื่อนำไปชาร์จ
2. ทำการดับรถ AGV โดยการหมุนปุ่มเปิด/ปิดเครื่อง
3. เปิดฝาใส่แบตเตอรี่



4. ดึงสลักล๊อคถาดวางแบตเตอรี่ขึ้น และเลื่อนออกมา



5. ถอดสายแบตเตอรี่รื้อออก (มี 2 สาย สีแดงและขาว)



6. ยกแบตเตอรี่รื้อออกและนำแบตเตอรี่สำรองมาใส่แทน



7. เสียบสายให้เรียบร้อย (สีแดงและขาว)\* และปิดฝาใส่แบตเตอรี่ให้สนิทดังเดิม

\*คำเตือน ห้ามเสียบเพียงสายเดียว หรือเสียบสายสลับสีกันเด็ดขาด

## การชาร์จแบตเตอรี่

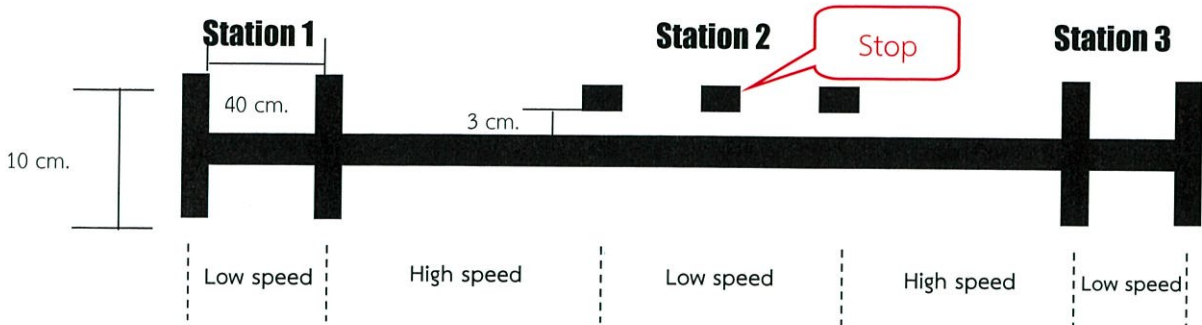
ภายในกล่องแบตเตอรี่มีแบตเตอรี่ชนิด Li-Po หรือ Lithium polymer ขนาด 4v 20 Ah ต่อแบบ series 6 cell จะได้ 24v 20Ah ทำการชาร์จกับเครื่องชาร์จที่จัดเตรียมไว้

### ข้อควรระวัง

1. การชาร์จแบตเตอรี่ Li-po จะต้องใช้เครื่องชาร์จสำหรับชาร์จแบตเตอรี่ Li-po เท่านั้น ห้ามนำไปชาร์จกับอุปกรณ์อื่นๆ ที่ไม่ใช่เครื่องชาร์จแบตเตอรี่ Li-po โดยเด็ดขาด
2. ตรวจสอบสายไฟต่างๆที่เครื่องชาร์จให้เรียบร้อยว่าต่ออย่างถูกต้อง
3. ห้ามดึงสายขณะชาร์จไฟออกทันทีระหว่างดำเนินการชาร์จไฟ
4. 1 เซลล์ ของ Li-po โดยปกติแล้วจะมีไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่ 3.7 โวลต์ เมื่อชาร์จจนเต็มจะมีแรงดันไฟฟ้าที่ 4.2 โวลต์ และห้ามให้แรงดันไฟฟ้าในตัวแบตเตอรี่แต่ละเซลล์เหลือน้อยกว่า 3.0 โวลต์ เพราะอาจทำให้แบตเตอรี่เสียหายอย่างถาวร
5. ห้ามเก็บในที่ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียสและมากกว่า 50 องศาเซลเซียส
6. ควรชาร์จแบตเตอรี่ในอากาศถ่ายเทได้สะดวก พื้นที่โล่งพื้นที่แห้ง-แฉง ไม่มีวัตถุที่เป็นเชื้อไฟหรือที่ติดไฟง่าย
7. ถ้าชาร์จไฟแล้วไฟไม่เข้า หรือเมื่อถึงกำหนดเวลาที่จะเต็มแล้วแต่ไฟไม่เต็ม ให้สงสัยไว้ก่อนว่าแบตเตอรี่เสีย อย่าฝืนชาร์จต่อ จะเกิดอันตรายได้

เพื่อประสิทธิภาพสูงสุด ไม่ควรทิ้งไว้โดยไม่ได้นำมาใช้งานเกิน 6 เดือน ( ควรมีการชาร์จใหม่ภายใน 3-6 เดือน )

## การติดตั้ง Magnetic Guide Tape



### การติดตั้งคำสั่งวิ่ง

การติดตั้งแถบแม่เหล็ก จะต้องติดตั้งตามที่ได้กำหนดไว้โดยห้ามเปลี่ยนแปลงรูปร่าง แต่สามารถปรับระยะทางของแต่ละสถานี และสามารถติดตั้งเส้นทางแบบทางโค้งได้ โดยมุมโค้งไม่ควรมีมุมรัศมีน้อยกว่า 15 เซนติเมตร

### การติดตั้งคำสั่งหยุดและเปลี่ยนความเร็ว

- แถบแม่เหล็กที่สถานีที่ 1 และ 3 จะเป็นการลดระดับความเร็ว และหยุด โดยวางเทปในแนวขวางในลักษณะเดียวกันดังภาพ โดยให้มีความยาวมากกว่า 10 เซนติเมตร
- ในสถานีที่ 2 รถจะตรวจสอบสถานีจากแถบแม่เหล็กทางซ้ายมือ ซึ่งหมายถึง จากสถานีที่ 1 ไป 2 สามารถเลือกจอดหรือไม่จอดในสถานีที่ 2 ได้ แต่ในขากลับ จากสถานีที่ 3 ไป 1 รถจะไม่หยุดในสถานีที่ 2
- ระยะห่างของเส้นคำสั่งแต่ละเส้นนั้น ไม่ควรอยู่ห่างกันน้อยกว่า 40 เซนติเมตร ในทุกสถานี

## การบำรุงรักษา

ก่อนการบำรุงรักษาหรือตรวจเช็ค ควรแน่ใจว่ารถปิดการทำงานอยู่ หรือถอดสายแบตเตอรี่ออกก่อนทุกครั้ง

รายการ	รายวัน	รายเดือน	คำอธิบาย
แบตเตอรี่	★		ตรวจระดับโวลต์เพื่อชาร์จแบตเตอรี่ และเช็คแบตเตอรี่ภายในว่ามีอาการบวมหรือไม่
น็อตและสกรู		★	ตรวจเช็คว่ามีส่วไหนหลวมหรือไม่ โดยเฉพาะส่วนล่างของรถ และบริเวณล้อ
ล้อขับเคลื่อนและล้อรับน้ำหนัก		★	ทำจาก Polyurethane ตรวจเช็คสภาพความสึกหรอของล้อ และทำความสะอาดวัดเส้นผ่านศูนย์กลางว่ามีขนาดเล็กลงหรือไม่
แผงวงจรด้านใน		★	ตรวจสอบว่ามีส่วนชำรุด มีกลิ่นไหม้หรือไม่ และทำความสะอาดฝุ่นที่เกาะตามสายต่างๆ
Ultrasonic และ Bumper sensor	★		ตรวจเช็คการทำงานว่ายังทำงานได้ปกติหรือไม่
หน้าจอสัมผัส	★		เช็คความสามารถกดได้ปกติหรือไม่ และทำความสะอาดให้ไม่มีรอยนิ้วมือ
มอเตอร์		★	ตรวจสอบโดยการใช้บังคับมือเดินหน้า ว่าความเร็วของมอเตอร์ทั้งสองตัวเท่ากันหรือไม่
ลักษณะภายนอก		★	ตรวจสอบว่ามีโครงสร้างด้านนอกเสียหาย มีรอยร้าว แตกหัก บิดงอต่างไปจากเดิมหรือไม่
แถบแม่เหล็ก		★	ตรวจสอบแถบแม่เหล็กนำทางที่ติดอยู่บนพื้นมีการหลุดลอก ชำรุดฉีกขาดเสียหายหรือไม่ ถ้ามีให้รีบทำการเปลี่ยน ซ่อมแซม

## คำเตือน

1. รถออกแบบให้วิ่งภายในอาคาร ไม่ควรนำมาวิ่งนอกอาคาร เพราะจะทำให้วัสดุชิ้นส่วนภายในเสียหายได้และอายุการใช้งานจะน้อยลง
2. แบตเตอรี่ไม่ควรวางไว้ใกล้ความร้อนเนื่องจากจะทำให้แบตเตอรี่มีอายุการใช้งานสั้นลง และยังทำให้เสี่ยงต่อการเกิดการระเบิดและอัคคีภัยได้
3. เมื่อทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงโปรแกรมในรถ AGV ควรมีการทดสอบการทำงานจริงก่อนนำไปใช้งานโดยไม่มีคนคอยดูแลเพื่อความปลอดภัย
4. ถ้ารถ AGV เกิดเหตุขัดข้องอะไรเกิดขึ้นให้รีบกดสวิทช์ emergency stop ทันที แล้วสลับสวิทช์ไปที่ Manual แล้วใช้การบังคับแบบ Manual ผ่านรีโมทในการเคลื่อนย้ายรถไปในจุดที่ปลอดภัยและสามารถปฏิบัติงานตรวจสอบ ซ่อมบำรุงได้
5. ไม่ควรเคลื่อนย้ายรถโดยการเข็น ควรใช้การบังคับแบบ Manual โดยรีโมทในการเคลื่อนย้ายรถ AGV แทน

## ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ-สกุล นายทศพล ศรีณยพิพัฒน์  
 เกิดวันที่ 17 สิงหาคม 2536  
 ที่อยู่ 70 ซอย 7 ถนน กรุงเทพมหานคร ตำบล สะพานสูง อำเภอ สะพานสูง กรุงเทพฯ 10240  
 โทรศัพท์ 083-061-9589  
 E-mail vol.z7\_n@live.com

### ประวัติการศึกษา

2010-2012 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษาพัฒนาการ  
 สายการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์  
 2013-2016 ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะ  
 วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

## ประวัติผู้วิจัย



ชื่อ-สกุล นายวิหวัส ทองเดช  
 เกิดวันที่ 9 มิถุนายน 2536  
 ที่อยู่ 260 หมู่ 7 ตำบล หนองขาม อำเภอ ศรีราชา จังหวัด ชลบุรี 20110  
 โทรศัพท์ 087-614-9558  
 E-mail ken.putter@gmail.com

### ประวัติการศึกษา

2010-2012 โรงเรียนชลราษฎรอำรุง ชลบุรี  
 สายการเรียน วิทยาศาสตร์ – คณิตศาสตร์

2013-2016 ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะ  
 วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง