

รถ AGV ควบคุมแบบ 2 ล้อนำทางด้วยเทปแม่เหล็กและ RFID
Two – wheeled AGV with Magnetic tape and RFID Navigation



ปริญญาานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Two – wheeled AGV with Magnetic tape and RFID Navigation



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEER IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2022

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2565
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ รถ AGV ควบคุมแบบ 2 ล้อนำทางด้วยเทปแม่เหล็กและ RFID
Two – wheeled AGV. with Magnetic tape and RFID Navigation

นักศึกษาผู้จัดทำ นายภาณุพงศ์ กลัดเงิน รหัสนักศึกษา 63015131
นายเจษฎากร สกุสหงษ์ รหัสนักศึกษา 63015032
นายชนาธิป หงส์ทอง รหัสนักศึกษา 63015034

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา 2565

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ ดร. สุพรรณ กุลพาณิชย์	
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒน์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	รถ AGV ควบคุมแบบ 2 ล้อนำทางด้วยเทปแม่เหล็กและ RFID	
	Two – wheeled AGV. with Magnetic tape and RFID Navigation	
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายภานุพงศ์ กลัดเงิน	รหัสนักศึกษา 63015131
	นายเจษฎากร สกุหลพันธ์	รหัสนักศึกษา 63015032
	นายชนาธิป หงส์ทอง	รหัสนักศึกษา 63015034
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สุพรรณ กุลพาณิชย์	
	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒน์	
ปีการศึกษา	2565	

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการพัฒนาระบบรถ AGV ที่มีระบบขับเคลื่อน ล้อ 2 ล้อ ติดตั้งอยู่กลางตัวรถ ด้วยเซอร์โวมอเตอร์ ที่เป็นอิสระต่อกัน นอกจากนี้ยังมีล้อประคองหน้าและหลังด้านละ 2 ล้อ และรถ AGV นำทางด้วย RFID ที่ทำงานร่วมกับเส้นแถบแม่เหล็ก (Magnetic Follower) โดยมีชุดอ่านความเข้มสนามแม่เหล็ก AGV Guide Sensor ให้ข้อมูลขนาด 8 บิตที่ทำเป็นข้อมูล Analog จากนั้นนำค่าตาข่ายของ Sensor แต่ละตำแหน่งมาคำนวณหา Position โดยใช้สมการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนัก เพื่อให้ได้ตำแหน่งของเส้นแม่เหล็กที่เป็นตำแหน่งของรถ AGV ว่าออกห่างจากแนวเส้นแถบแม่เหล็กมากน้อยเพียงใด จากนั้นนำมาควบคุม Servo Motor ด้วยฟังก์ชัน PID เพื่อรักษาให้บริเวณกึ่งกลางตัวรถอยู่ในแนวเส้นแถบแม่เหล็กพอดี ในขณะเดียวกัน จะอาศัยหัวอ่าน RFID Reader ที่ติดตั้งอยู่บนตัว AGV เพื่ออ่านรหัสของ แผ่น RFID Tag แต่ละแผ่นสร้างเป็น Command การตัดสินใจของรถ AGV ในทิศทางการเคลื่อนที่ ตรงไป เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา หรือหยุด ตามลำดับ นอกจากนี้ยังมี ระบบความปลอดภัย ตรวจจบบัตุบริเวณด้านหน้าและหลัง ด้วย Ultrasonic การควบคุมทั้งหมดนี้จะอาศัยเครื่องควบคุม PLC เป็นเครื่องควบคุมหลักให้กับระบบรถ AGV

Thesis Title	Two – wheeled AGV. with Magnetic Follower and RFID Navigation
Authors	Mr. Panupong Kladngen Mr. Jesadagon Sagoonhrung Mr. Chanathip Hongtong
Thesis Advisor	Assoc. Prof Dr. Suphan Gulpanich Asst. Porf Dr. Narin Tammarugwattana
Year	2022

ABSTRACT

This thesis is about the development of an AGV vehicle system with a 2-wheel drive system installed in the middle of the vehicle. driven by servo motors. There are also two wheels to support the front and rear wheels, as well as an RFID-guided AGV that works with magnetic follower lines. There is a set to read the intensity of the magnetic field. The AGV Guide Sensor has a data size of 8 bits. The bit of analog data is then used with the data value of each sensor to calculate the position by using the weighted average equation. How far away from the magnetic line must we be in order to obtain the position of the magnetic line, which is the position of the AGV car The servo motor was then controlled with a PID function to keep the car's center in line with the magnetic stripe. Meanwhile, it relies on the RFID reader head mounted on the AGV to read the code of each RFID tag sheet, resulting in a command decision for the AGV car to move straight, turn left, turn right, or stop. security system Detect objects in the front and back with ultrasound. All of these controls rely on the PLC controller as the main controller for the AGV vehicle system.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้เพราะคำแนะนำจากท่านอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร. สุพรรณ กุลพานิชย์ และ ผศ.ดร. นรินทร์ ธรรมรักษ์วัฒน์ และคณะจารย์ทุกท่านของภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุมที่ช่วยแนะนำ จัดหาและสั่งสอนสั่งในเนื้อหาวิชาการรวมถึงสิ่งสำคัญอันเป็นประโยชน์ต่อการจัดทำปริญญาานิพนธ์ในครั้งนี้ อีกทั้งยังเอื้อเพื่อต่ออุปกรณ์ที่จำเป็นต่อโครงการมากมาย ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเพื่อนๆ นักศึกษาวิศวกรรมการวัดคุมที่คอยช่วยเหลือและต่างก็ให้กำลังใจในการระหว่างทำโครงการที่อาจพบเรื่องผิดพลาดและไม่สามารถแก้ไขได้ด้วยตนเองด้วยคณะผู้จัดทำเองด้วยคณะผู้จัดการทำเอง อีกทั้งยังไม่มีอุปสรรคที่ช่วยในการทำโครงการผ่านพ้นไปด้วยดี

และที่ลืมไม่ได้เสีย ทางคณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณครอบครัวอันประกอบไปด้วย พ่อ แม่ พี่น้อง ทุกคนที่ช่วยสนับสนุนและเป็นแรงบันดาลใจในการทำปริญญาานิพนธ์จนประสบผลสำเร็จเช่นนี้ได้ คุณค่าและคุณประโยชน์จากทำปริญญาานิพนธ์ในครั้งนี้ ผู้จัดทำขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่านที่มีส่วนช่วยในโครงการชิ้นนี้ประสบผลสำเร็จ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	IX

บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปริญญาโท.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาโท.....	2
1.3 ขอบเขตของปริญญาโท.....	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 Automated guided vehicle systems (AGV).....	3
2.2 เทคโนโลยี RFID.....	4
2.2.1 ส่วนประกอบของระบบ RFID.....	4
2.2.2 แท็ก (Tag).....	5
2.2.2.1 Passive RFID Tags.....	5
2.2.2.2 Active RFID Tags.....	6
2.2.3 เครื่องอ่าน (Reader).....	6
2.2.4 คลื่นพาหะในระบบ RFID.....	7
2.3 PLC.....	8
2.3.1 โครงสร้างของ PLC.....	8
2.3.2 ภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรม PLC.....	9
2.3.2.1 IL (Instruction List).....	9
2.3.2.2 LD (Ladder Diagram).....	9
2.3.2.3 FBD (Function Block Diagram).....	9
2.3.2.4 SFC (Sequential Function Chart).....	9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.3.2.5 ST (Structured Text).....	10
2.3.3 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC).....	10
2.3.4 หลักการทำงานของ PLC.....	10
2.3.5 ขนาดของ PLC.....	11
2.3.6 ข้อดีการใช้ PLC มาควบคุมระบบดังนี้.....	11
2.3.7 ข้อเสียการใช้ PLC มาควบคุมระบบดังนี้.....	12
2.3.8 PLC Omron CP1H.....	12
2.4 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery).....	12
2.5 HC-SR04 Ultrasonic Module.....	13
2.6 ARDUINO UNO.....	14
2.6.1 ฟังก์ชัน Pin ทั่วไป.....	15
2.7 Step down DC-DC Module 6-24V to 5V 3A.....	15
2.8 Joy Stick.....	16
2.9 RS232.....	16
2.9.1 หลักการทำงานของ RS232.....	17
2.10 PID Controller.....	18
บทที่ 3 วิธีการดำเนินการ.....	20
3.1 อุปกรณ์ด้านฮาร์ดแวร์ที่ใช้ในกระบวนการ.....	20
3.1.1 PLC.....	20
3.1.2 เซอร์โวมอเตอร์.....	21
3.1.3 RFID.....	22
3.1.4 AGV Guide Sensor.....	23
3.1.5 4-Axis Joystick.....	24
3.2 การเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์.....	24
3.2.1 การเชื่อมต่อสื่อสารกับ RFID.....	24
3.2.1.1 การเชื่อมต่อระหว่าง RFID Reader และคอมพิวเตอร์.....	24
3.2.1.2 การเชื่อมต่อระหว่าง RFID Reader และ PLC.....	25

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.2.2 การควบคุม Servo Motor	27
3.2.2.1 การตั้งค่า Pulse Output	27
3.2.2.2 การเขียนโปรแกรมทดลองการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์	27
3.2.2.3 ทดสอบควบคุมการหมุน Servo motor.....	28
3.2.3 การอ่านความเข้มสนามแม่เหล็กด้วยเซนเซอร์ AGV Guide	28
3.2.3.1 การอ่านข้อมูลรูปแบบ Analog	28
3.2.3.2 การหาตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็กด้วยค่าเฉลี่ยน้ำหนัก	30
3.2.3.3 การอ่านค่าตำแหน่งของแถบแม่เหล็กตำแหน่งที่ 1	30
3.2.3.4 การอ่านค่าตำแหน่งของแถบแม่เหล็กตำแหน่งที่ 2	31
3.2.3.5 การอ่านค่าตำแหน่งของแถบแม่เหล็กตำแหน่งที่ 3	31
3.2.4 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย PID Controller.....	31
3.2.4.1 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย PID Controller	32
3.2.4.2 PID Control ด้วยโปรแกรม Structure Text.....	33
3.3 การออกแบบโปรแกรม Command การตัดสินใจของรถ AGV.....	34
3.3.1 การสร้างเงื่อนไขควบคุมทิศทางรถ AGV ตรงไป เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา	34
3.4 โปรแกรมการควบคุม Manual ด้วย Joystick.....	36
3.5 ฟังก์ชันที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Programmable Logic Control (PLC).....	37
3.5.1 ฟังก์ชัน MOV(0211)	37
3.5.2 ฟังก์ชัน PULS(886)	37
3.5.3 ฟังก์ชัน SPED(885).....	38
3.5.4 ฟังก์ชัน PRV(881)	38
3.5.5 ฟังก์ชัน INI(880).....	39
3.5.6 ฟังก์ชัน FLT(452).....	39
3.5.7 ฟังก์ชัน FIXL(451).....	39
3.6 โครงสร้างกายภาพเพิ่มเติมของระบบ.....	40
3.6.1 ติดตั้ง RFID	40
3.6.2 ออกแบบเส้นทางเดินรถ	41
3.6.3 ติดตั้ง Ultrasonic HC-04.....	41
3.6.4 ออกแบบและติดตั้งชั้นวางของบนตัวรถ	42

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลการทดลอง	43
4.1 การทดลองอ่านค่าจาก RFID Tag	43
4.1.1 การทดลองระยะการอ่านระหว่าง Tag และ RFID Reader.....	43
4.1.2 การทดลองการอ่านข้อมูล Tag ในแต่ละตำแหน่ง.....	44
4.2 การทดลองการอ่านค่าแถบแม่เหล็กด้วย AGV Guide Sensor	45
4.3 การทดลองการปรับค่า PID Controller.....	46
4.3.1 การปรับค่า PID ครั้งที่ 1	46
4.3.2 การปรับค่า PID ครั้งที่ 2	46
4.3.3 การปรับค่า PID ครั้งที่ 3	47
4.3.4 การปรับค่า PID ครั้งที่ 4	47
4.4 การทดลอง Command การตัดสินใจของรถ AGV บนทางแยก	48
4.4.1 การทดลองการเคลื่อนที่ในเส้นทางการเคลื่อนที่แบบที่ 1.....	48
4.4.2 การทดลองการเคลื่อนที่ในเส้นทางการเคลื่อนที่แบบที่ 2.....	49
4.5 การทดลองการหยุดการเคลื่อนที่ด้วยการอ่านค่าจากเซนเซอร์ Ultrasonic.....	50
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	51
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	51
5.2 ปัญหาที่พบขณะทำการทดลอง.....	51
5.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม.....	51

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 การคำนวณหาค่าตำแหน่งเส้นแถบแม่เหล็กด้วยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก.....	30
4.1 การทดลองระยะการอ่าน โดยที่ยังไม่ได้ติดตั้งกับรถ.....	43
4.2 การทดลองระยะการอ่าน โดยที่ติดตั้งกับรถ.....	44
4.3 การอ่านข้อมูล Tag ในแต่ละตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็ก.....	44
4.4 การอ่านข้อมูล Tag ในแต่ละตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็ก.....	45
4.5 การอ่านข้อมูล Tag ในแต่ละตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็ก.....	45
4.6 การอ่านข้อมูล Tag ในแต่ละตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็ก.....	45
4.7 การทดสอบการเคลื่อนที่ในเส้นทางการเคลื่อนที่แบบที่ 1.....	49
4.8 การทดสอบการเคลื่อนที่ในเส้นทางการเคลื่อนที่แบบที่ 2.....	50
4.9 การทดลองการหยุดการเคลื่อนที่ด้วยการอ่านค่าจากเซนเซอร์ Ultrasonic.....	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงรูปรถ AGV	4
2.2 แสดงภาพรวมของระบบ RFID	5
2.3 แสดงลักษณะของ RFID	5
2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ Passive Tag	6
2.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ Active Tag	6
2.6 แสดงโครงสร้างภายในเครื่องอ่าน	7
2.7 แสดงความถี่ย่านที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน	8
2.8 โครงสร้าง PLC	9
2.9 รูปแบตเตอรี่ลิเธียมไอออน	13
2.10 รูปอุปกรณ์ HC-SR04 Ultrasonic Module	14
2.11 รูปอุปกรณ์ ARDUINO UNO	14
2.12 รูปอุปกรณ์ Step down DC-DC Module 6-24V to 5V 3A	15
2.13 รูปอุปกรณ์ก้านควบคุม Joy Stick	16
2.14 รูปแสดงแรงดันไฟฟ้า RS-232	18
2.15 รูปอุปกรณ์ RS-232	18
2.16 แผนภาพบล็อกของการควบคุมแบบพีไอดี	19
3.1 PLC CP1H ของบริษัท Omron	20
3.2 Specification PLC CP1H	21
3.3 แสดง Specification Servo Motor	21
3.4 RFID model STMR01	22
3.5 Parameter RFID รุ่น STMR01	22
3.6 AGV Guide Sensor ของบริษัท All Mobile Robotics Co.,Ltd.	23
3.7 การเชื่อมต่อ IO ของ AGV Guide Sensor	23
3.8 4-Axis Plastic Joystick	24
3.9 แสดงการเชื่อมต่อผ่าน Port RS232	24
3.10 โปรแกรม Serial Port Monitor แสดงข้อมูลจาก RS-232	25
3.11 แสดงการ Setting Serial Port บนโปรแกรม CX-Programmer	25
3.12 แสดงการรับข้อมูลจาก RFID Reader ด้วยบล็อก RXD(235)	26
3.13 แสดงวิธีการจำแนกข้อมูลที่ต่างกันของ Tag ด้วยโปรแกรม Structure Text	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 ตัวอย่างแสดงผลการเปรียบเทียบตรงกับฐานข้อมูลตัวที่ 1	26
3.15 ตัวอย่างแสดงผลการเปรียบเทียบตรงกับฐานข้อมูลตัวที่ 2	26
3.16 ตัวอย่างแสดงผลการเปรียบเทียบตรงกับฐานข้อมูลตัวที่ 3	27
3.17 แสดงการ Setting Pulse Output	27
3.18 ฟังก์ชัน SPED(885) การควบคุมความเร็วเซอร์โวมอเตอร์	28
3.19 แสดงการหมุนของ Servo motor	28
3.20 แสดงการ Setting Serial Port	29
3.21 เป็นการส่งข้อมูลใน Dm1000 จำนวน 8 byte กลับไปยัง AGV Guide Sensor	29
3.22 เป็นการตอบคำร้องขอจากจาก AGV Guide Sensor กลับมายัง PLC	29
3.23 แทบแม่เหล็กที่ตำแหน่ง 18.66 เพอร์เซ็นต์	30
3.24 แทบแม่เหล็กที่ตำแหน่ง 82.31 เพอร์เซ็นต์	31
3.25 แทบแม่เหล็กที่ตำแหน่ง 50.21 เพอร์เซ็นต์	31
3.26 Flowchart การควบคุม Servo motor ด้วย PID Control	32
3.27 แสดงการเขียนฟังก์ชัน PID ด้วยโปรแกรม Structure Text	33
3.28 Flowchart การทำงานของ RFID ร่วมกับ AGV Guide Sensor ควบคุม Servo Motor	33
3.29 แสดงการสร้างเงื่อนไข กำหนดทิศทางเมื่อเจอทางแยก ด้วยภาษา Structure text	35
3.30 แสดง Ladder Diagram การควบคุม Servo Motor เมื่อเจอทางแยก	35
3.31 Setting การอ่านค่าจาก Analog input ของ PLC CP1H	36
3.32 Function Block โปรแกรมค่า Joystick ด้วยการ Dead Band, lower limit, upper limit	36
3.33 Function Block ควบคุมการเคลื่อนที่ Servo motor	37
3.34 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน MOV(021)	37
3.35 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน PULS(886)	38
3.36 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน SPED(885)	38
3.37 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน PRV(881)	38
3.38 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน INI(880)	39
3.39 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน FLT(452)	39
3.40 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน FIXL(451)	39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.41 ออกแบบการติดตั้ง RFID ด้วยโปรแกรม Solid work.....	40
3.42 การติดตั้ง RFID เสร็จสมบูรณ์.....	40
3.43 การออกแบบเส้นทางเดินรถ ด้วยโปรแกรม Solid work.....	40
3.44 การติดตั้งเส้นทางเดินรถเสร็จสมบูรณ์.....	41
3.45 การติดตั้ง Ultrasonic ด้านหน้าและด้านหลัง.....	42
3.46 ออกแบบการติดตั้งชั้นวางของ ด้านไอโซเมตริก.....	42
3.47 การติดตั้งชั้นวางของ เสร็จสมบูรณ์.....	42
4.1 รูปกราฟแสดงผลตอบสนอง Setpoint = 50 ปรับ PID ครั้งที่ 1.....	46
4.2 รูปกราฟแสดงผลตอบสนอง Setpoint = 50 ปรับ PID ครั้งที่ 2.....	46
4.3 รูปกราฟแสดงผลตอบสนอง Setpoint = 50 ปรับ PID ครั้งที่ 3.....	47
4.4 รูปกราฟแสดงผลตอบสนอง Setpoint = 50 ปรับ PID ครั้งที่ 4.....	47
4.5 ภาพรวมการตัดสินใจเมื่อเจอทางแยกแบบที่ 1.....	48
4.6 ภาพรวมการตัดสินใจเมื่อเจอทางแยกแบบที่ 2.....	49
ผ.1 โปรแกรมรับส่งและคำนวณ.....	55
ผ.2 โปรแกรมรับ ส่ง และคำนวณพารามิเตอร์.....	56
ผ.3 โปรแกรมรับส่งและคำนวณ.....	57
ผ.4 โปรแกรมรับส่งและคำนวณ.....	58
ผ.5 โปรแกรมควบคุมเซอร์โวมอเตอร์.....	59
ผ.6 โปรแกรม Function Block และควบคุมเซอร์โวมอเตอร์.....	60
ผ.7 Structure Text ของ Function block [RFID].....	61
ผ.8 Structure Text ของ Function block [RFID].....	62
ผ.9 Structure Text ของ Function block [PID Controller].....	63
ผ.10 Structure Text ของ Function block [PID Controller].....	64
ผ.11 Structure Text ของ Function block [JoyX].....	65
ผ.12 Structure Text ของ Function block [JoyY].....	65
ผ.13 Structure Text ของ Function block [Control XY].....	66
ผ.14 Arduino code โปรแกรมอ่านระยะทางจาก Ultrasonic HC-04.....	67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปัญญาประดิษฐ์

ในปัจจุบันระบบอัตโนมัติมีความจำเป็นในโรงงานอุตสาหกรรมอย่างมาก ซึ่งมีผลมาจากการแข่งขันกันทางการตลาดอย่างจริงจัง และมีแนวโน้มที่เพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง โดยมีปัจจัยในการตลาดที่สำคัญ คือการกำหนดเวลาส่งมอบผลิตภัณฑ์ และปริมาณที่ต้องการของลูกค้า ทำให้ประโยชน์ของระบบขับเคลื่อนอัตโนมัติเป็นปัจจัยหลักในการขนส่งในโรงงาน ช่วยทำให้ลดเวลาในการทำงาน การเคลื่อนย้ายผลิตภัณฑ์และกระบวนการต่างๆ ที่คนไม่สามารถเข้าไปปฏิบัติงานได้ และหากพิจารณาถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ในการผลิตทั้งหมด การเคลื่อนย้ายวัสดุหรืออุปกรณ์จึงจำเป็นต้องมีระบบการเคลื่อนย้ายอัตโนมัติมาช่วยในการทำงานเพื่อลดต้นทุน เพิ่มความเร็ว ความถูกต้อง และไม่ทำให้เกิดความเสียหาย จากการศึกษาได้มีการคิดค้นที่จะทำยานพาหนะแบบมีระบบนำทางขนส่งอัจฉริยะโดยไร้คนขับ และสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้อัตโนมัติ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการตามวัตถุประสงค์ โดยที่ตัวผู้ส่งนั้นไม่ต้องบังคับควบคุมยานขนส่งวัตถุอัจฉริยะไฟฟ้า แต่จะใช้ระบบ PLC ในการควบคุม จึงออกมาเป็นต้นแบบรถ AGV ที่ควบคุมการเคลื่อนที่ตามเส้นแม่เหล็กเพียงอย่างเดียว เมื่อมีทิศทางในการเคลื่อนที่มากกว่าหนึ่งหรือทางแยก ทำให้เกิดข้อจำกัดในการตัดสินใจ

ปัจจุบันเทคโนโลยีในด้านต่างๆ เทคโนโลยีสารสนเทศ และการสื่อสารได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้หลายองค์กรพยายามที่จะนำเอาระบบการสื่อสารที่สะดวก รวดเร็ว ปลอดภัย และทันสมัยมาประยุกต์ใช้กับองค์กรของตนเอง เทคโนโลยี Radio Frequency Identify (RFID) เป็นเทคโนโลยีที่กำลังมีบทบาทและความสำคัญเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ใช้ในการระบุข้อมูลที่แสดงถึงเอกลักษณ์ของวัตถุ ด้วยความถี่วิทยุนิยมนำมาประยุกต์ใช้กันอย่างแพร่หลาย ระบบ RFID ประกอบไปด้วย RFID Reader ในงานวิจัยนี้จะนำมาเชื่อมต่อสื่อสารกับ PLC (Programable logic control) และ RFID Tag ที่มีข้อมูลเฉพาะของแต่ละ Tag ที่แตกต่างกัน

จากที่ได้กล่าวมาข้างต้น ทางคณะผู้จัดทำจึงได้นำเทคโนโลยี RFID มาประยุกต์ใช้ในการนำทางการเคลื่อนที่ของต้นแบบรถ AGV ที่เคลื่อนที่ตามเส้นแม่เหล็กเพียงอย่างเดียว ได้พัฒนาต่อมาเป็นระบบการนำทางรถ AGV ด้วย RFID โดยการสร้าง Command การเคลื่อนที่เพื่อควบคุมการตัดสินใจทิศทางของรถ AGV จากการอ่านรหัส RFID Tags และการควบคุมระบบ Manual ด้วย Joystick เพื่อเพิ่มการควบคุมเส้นทางที่หลากหลายตามการใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ของปฏิญานิพนธ์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบ RFID (Radio Frequency Identify)
2. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรม Ladder และ Structure Text เครื่องควบคุม Programable Logic Control (PLC) และ ฟังก์ชัน PID เป็นต้น
3. เทคนิคการอ่านข้อมูลจาก AGV Guide Sensor เพื่อทำข้อมูลขนาด 8 บิตให้เป็นข้อมูล Analog เพื่อหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักใช้เป็นค่าปัจจุบันในการติดตามรถ AGV
4. เพื่อศึกษาการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ RFID เครื่องควบคุม PLC ผ่านทาง Port RS332
5. เพื่อสร้าง Command ในการควบคุมทิศทางของรถ AGV จากการอ่านรหัสของ RFID Tag
6. เพื่อสร้างแบบจำลองระบบนำทางการเคลื่อนที่ของ AGV ในพื้นที่ที่กำหนดด้วย RFID Tag

1.3 ขอบเขตของปฏิญานิพนธ์

1. หุ่นยนต์ AGV เป็นรถขับเคลื่อนด้วย Servomotor จำนวน 2 ล้อและล้อประกอบด้านหน้า และหลังด้านละ 2 ล้อ
2. มี Ultrasonic ตรวจจับวัตถุบริเวณด้านหน้าและหลังระยะห่างจากตัวหุ่นอย่างน้อย 1 เมตร เป็นระบบความปลอดภัยที่ติดตั้งที่ตัว AGV
3. การควบคุมระบบ Manual ด้วย Joystick และระบบอัตโนมัติอาศัยการอ่านรหัสจาก RFID Tag ทำงานร่วมกับ Magnetic Follower เพื่อนำทาง และ ควบคุมการเคลื่อนที่ของรถไปในทิศทางที่ต้องการ
4. แบตเตอรี่ ลิเทียมไอออน แรงดัน 24 VDC, 30Ah สามารถใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1/2 ชั่วโมงต่อการ ชาร์จหนึ่งครั้ง
5. ทำแบบจำลองตัวอย่างเส้นทางการเคลื่อนที่ของ AGV ให้สอดคล้องกับรหัส RFID Tag เพื่อทดสอบ Command หรือ คำสั่งการเคลื่อนที่

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาหลักการอ่าน RFID (Radio Frequency Identify)
2. ศึกษาการเขียนโปรแกรมด้วย Ladder บนโปรแกรม CX Programmer
3. ศึกษาการสร้างแบบจำลองระบบนำทางการเคลื่อนที่ของ AGV ในพื้นที่ที่กำหนดด้วย RFID
4. ศึกษาการเขียนโปรแกรมสื่อสารข้อมูลระหว่าง PLC กับ RFID
5. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ AGV โดยมี RFID นำทาง
6. การสร้าง PID Block เพื่อควบคุม AGV ให้เคลื่อนที่ตามแนวแถบแม่เหล็กโดยอาศัย AGV Guide Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 Automated guided vehicle systems (AGV)

รถ AGV เป็นคำเรียกที่ใช้อธิบายยานยนต์ที่เป็นการเคลื่อนที่อิสระ โดยการกำหนดค่า AGV จะถูก "นำทาง" โดยชุดของเครื่องหมายที่เซ็นเซอร์ตรวจจับได้ บางแอปพลิเคชันอาจต้องใช้เครื่องหมายหลายประเภทเพื่อให้ AGV นำทาง วิธีการนำทางที่ได้รับความนิยมมากที่สุดคือ การระบุตำแหน่งด้วยเลเซอร์ ด้วยวิธีนี้เลเซอร์เซ็นเซอร์บน AGV จากนั้นยานพาหนะจะทำการวิเคราะห์สัญญาณจากชิ้นงานอีกครั้งและคำนวณตำแหน่งสัมพัทธ์ที่แน่นอนและเส้นทางด้วยอัลกอริทึม วิธีการนำทางอื่น ๆ ได้แก่ การนำทางด้วยการนำทางแบบกริด การนำทางด้วยเทปแม่เหล็ก การนำทางด้วยสายในตัว การนำทางแผนที่ และการนำทางด้วยแสง การนำทางและวิธีการเหล่านี้แตกต่างกันไปตามประเภทของเซ็นเซอร์หรือเครื่องหมายที่ใช้อุปกรณ์ประเภท AGV มีลักษณะคล้ายอุปกรณ์ประเภท Industrial Truck แตกต่างที่ AGV ถูกควบคุมโดยคอมพิวเตอร์ และถูกกำหนดเส้นทางการเดินทางที่ชัดเจน ไม่ต้องใช้คนขับ การเลือกใช้อุปกรณ์ประเภท AGV มักต้องลงทุนสูง ทั้งค่าคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุมการติดตั้งเส้นทางซึ่งอาจมีการฝังสายไฟใต้พื้นตามเส้นทาง และตัวรถ AGV เอง การควบคุมอุปกรณ์ประเภท AGV สามารถควบคุมได้หลาย ๆ คັນโดยใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมเพียงชุดเดียว และ AGV แต่ละคันสามารถสื่อสารถึงกันได้ เช่น เพื่อหลีกเลี่ยงการชนกันเอง หรือเพื่อป้องกันการกีดขวางการจราจร หากอีกคันยังอยู่ในจุดรับส่งวัสดุ เทคโนโลยี AGV คือสิ่งที่เข้ามาช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการขนส่งในคลังสินค้า เพราะหากเปรียบเทียบระหว่างการใช้แรงงานคนกับการใช้ AGV ในเรื่องของการขนย้ายวัสดุ/สินค้าในคลังสินค้าแล้ว ระบบอัตโนมัติ AGV สามารถทำงานได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว และต่อเนื่องในชั่วโมงการทำงานที่มากกว่า ลดข้อผิดพลาดและปัญหาที่เกิดจากการใช้แรงงานคนและด้วยความสามารถในการขนส่งและลำเลียงสินค้าทำให้ AGV สามารถช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดำเนินงานในไลน์การผลิตในโรงงานอุตสาหกรรมได้อีกด้วย การนำระบบอัตโนมัติเข้ามาช่วยจัดการระบบคลังสินค้าหรือการขนส่งสินค้าในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นทางเลือกที่ดีในการปรับตัวเพื่อรองรับกับความเปลี่ยนแปลงที่กำลังจะเกิดขึ้นในอนาคต ซึ่ง AGV สามารถตอบโจทย์ความต้องการนี้ได้เป็นอย่างดี จึงเป็นระบบอัตโนมัติที่ช่วยสนับสนุนงานด้านโลจิสติกส์ภายในโรงงานคลังสินค้า รวมถึงสายการผลิต โรงรับอุตสาหกรรมยุค 4.0 ได้เป็นอย่างดี เคลื่อนย้ายสินค้าหรือชิ้นงานเป็นเรื่องง่าย เพิ่มความเร็วแม่นยำ ด้วยระบบนำทางและควบคุมเส้นทางที่หลากหลายตามการใช้งาน อาทิ การเคลื่อนที่ด้วยการเหนี่ยวนำของแถบแม่เหล็ก, การฝังหมุดแม่เหล็กลงบนพื้น, การฝังสายไฟใต้พื้น, การตรวจจับด้วย Laser, การสร้างแผนที่ด้วยระบบนำทางอัตโนมัติ (Mapping) เป็นต้น จึงตอบสนองความต้องการในการใช้งานของอุตสาหกรรมได้อย่างครบครันทั้งในอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทั่วไป อุตสาหกรรมยานยนต์และ Supply Chain อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ระบบคลังสินค้า อัตโนมัติ รวมถึง ธุรกิจ E-Commerce



รูปที่ 2.1 แสดงรูปรถ AGV

2.2 เทคโนโลยี RFID

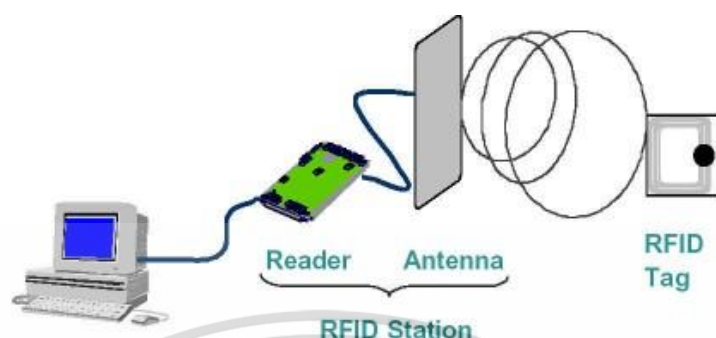
RFID ย่อมาจาก Radio Frequency Identification เป็น ระบบระบุลักษณะของวัตถุด้วยคลื่นความถี่วิทยุที่ได้ถูกพัฒนา มาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1980 มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อนำไปใช้งาน แทนระบบบาร์โค้ด (Barcode) โดยจุดเด่นของ RFID อยู่ที่ การอ่านข้อมูลจากแท็ก (Tag) ได้หลาย ๆ แท็กแบบไร้สัมผัส และสามารถอ่านค่าได้แม้ในสภาพที่ทัศนวิสัยไม่ดี ทนต่อความเปียกชื้น แรงแล่นสะเทือน การกระแทกกระแทก สามารถอ่านข้อมูลได้ ด้วยความเร็วสูง โดยข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในไมโครชิปที่อยู่ในแท็ก ในปัจจุบันได้มีการนำ RFID ไปประยุกต์ใช้งานในด้านอื่น ๆ นอกเหนือจากนำมาใช้แทนระบบบาร์โค้ดแบบเดิม เช่น ใช้ในบัตร ชนิดต่าง ๆ เช่น บัตรสำหรับใช้ผ่านเข้าออกสถานที่ต่าง ๆ บัตรที่จอดรถ ตามศูนย์การค้าต่าง ๆ ที่เราอาจพบเห็นอยู่ในรูป ของแท็กสินค้า มีขนาดเล็กจนสามารถแทรกลงระหว่างชั้น ของเนื้อกระดาษได้ หรือเป็นแคปซูลขนาดเล็กฝังเอาไว้ในตัว สัตว์เพื่อบันทึกประวัติต่างๆ เป็นต้น

2.2.1 ส่วนประกอบของระบบ RFID

ในระบบ RFID จะมีองค์ประกอบหลัก ๆ อยู่ 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกคือทรานสปอนเดอร์หรือแท็ก (Transponder/Tag) ที่ติดกับวัตถุต่างๆที่ต้องการ โดยแท็กจะบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับวัตถุชิ้นนั้น ๆ เอาไว้ ส่วนที่สองคือเครื่องสำหรับอ่าน/เขียนข้อมูลภายในแท็ก (Interrogator/Reader) ด้วยคลื่นความถี่วิทยุ เมื่อเปรียบเทียบกับระบบบาร์โค้ด แท็ก RFID คือตัวบาร์โค้ดที่ติดกับฉลากสินค้า และเครื่องอ่าน RFID คือเครื่องอ่านบาร์โค้ด ข้อแตกต่างคือระบบ RFID จะใช้คลื่นความถี่วิทยุในการอ่าน ในส่วนระบบอ่านรหัสแท่งจะใช้แสงเลเซอร์ ห้ามมีสิ่งกีดขวาง และอ่านได้ในระยะไกล ๆ แต่ระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RFID จะสามารถอ่านแท็กได้โดยไม่ต้องเห็นแท็ก เพียงอยู่ในบริเวณที่รับคลื่นวิทยุได้ก็สามารถอ่านข้อมูลได้ โดยระยะในการอ่านข้อมูลได้ไกลกว่าระบบบาร์โค้ดอีกด้วย



รูปที่ 2.2 แสดงภาพรวมของระบบ RFID

2.2.2 แท็ก (Tag)

โครงสร้างภายในของแท็กจะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ ได้แก่ขดลวดขนาดเล็กซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศ (Antenna) สำหรับรับส่งสัญญาณคลื่นความถี่วิทยุ และสร้างพลังงาน บ่อนให้ส่วนของไมโครชิป (Microchip) ที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของวัตถุเช่นรหัสสินค้า โดยทั่วไปตัวแท็กอาจอยู่ในชนิดทั้งเป็นกระดาษแผ่นฟิล์ม พลาสติก มีขนาดและรูปร่างต่าง ๆ กันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวัสดุที่จะนำเอาไปติด และมีหลายรูปแบบ เช่น ขนาดเท่าบัตรเครดิต เหยียด กระดุม ฉลากสินค้า แคปซูล เป็นต้น ดังรูปที่ 2 แต่โดยหลักการอาจแบ่งแท็กที่มีการใช้งานกันอยู่ 2 ชนิดใหญ่ ๆ แต่ละชนิดก็จะมี ความแตกต่างกันในแง่ของการใช้งานราคาโครงสร้างและหลักการทำงานอยู่ ซึ่งจะขอกล่าวถึงและอธิบายแยกเป็นหัวข้อดังนี้



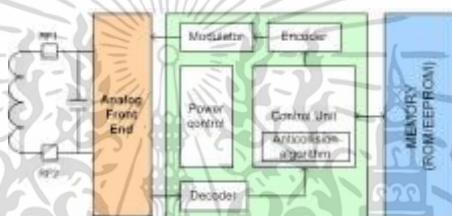
รูปที่ 2.3 แสดงลักษณะของ RFID

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 Passive RFID Tags

แท็กชนิดนี้ไม่ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟภายนอกใด ๆ เพราะภายในแท็กมีวงจรกำเนิดไฟฟ้าเหนี่ยวนำขนาดเล็ก เป็นแหล่งจ่ายไฟในตัวอยู่ ทำให้การอ่านค่าข้อมูลทำได้ไม่ไกลมากนัก ระยะอ่านสูงสุดประมาณ 1 เมตร ขึ้นอยู่กับความแรงของเครื่องส่งและคลื่นวิทยุที่ใช้ แท็กชนิดนี้มีหน่วยความจำขนาดเล็กประมาณ 16 ถึง 1024 ไบต์ มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา ราคาต่ำ

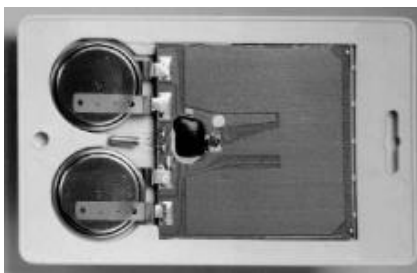
ไอซีของแท็กชนิดพาสซีฟที่มีการผลิตออกมา จะมีทั้งขนาดและรูปร่างเป็นแท่งหรือแผ่นขนาดเล็กจนแทบไม่สามารถมองเห็นได้ไปจนถึงขนาดใหญ่สะดุดตา โครงสร้างภายในประกอบด้วย 3 ส่วนหลักๆ ได้แก่ ส่วนควบคุมการทำงานของภาครับ-ส่งสัญญาณวิทยุ Analog Front End ส่วนควบคุมภาคลอจิก Digital Control Unit ส่วนของหน่วยความจำ Memory ซึ่งอาจจะเป็นแบบ ROM หรือ EEPROM



รูปที่ 2.4 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ Passive Tag

2.2.2.2 Active RFID Tags

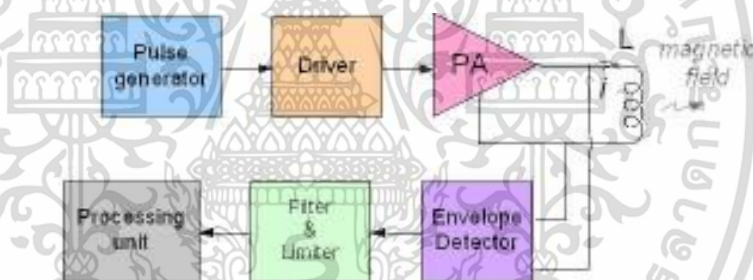
แท็กชนิดนี้ต้องอาศัยแหล่งจ่ายไฟจากแบตเตอรี่ภายนอก เพื่อจ่ายพลังงานให้กับวงจรภายในทำงาน แท็กชนิดนี้มีหน่วยความจำภายในขนาดใหญ่ได้ถึง 1 เมกะไบต์ และสามารถอ่านได้ในระยะไกลสูงสุดประมาณ 10 เมตร แม้ว่าแท็กจะมีข้อดี แต่ข้อเสียคือมีราคาต่อหน่วยแพง มีขนาดค่อนข้างใหญ่ และมีระยะเวลาในการทำงานที่จำกัด ดังรูป 2.4 นอกจากนี้แบ่งจากชนิดที่ว่ามาแล้ว แท็กก็ยังแบ่งประเภทจากรูปแบบในการใช้งานได้เป็น 3 แบบ คือ แบบที่สามารถถูกอ่านและเขียนข้อมูลได้อย่างอิสระ Read-Write แบบเขียนได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้นแต่อ่านได้อย่างอิสระ Write-Once Read-Many หรือ WROM และแบบอ่านได้เพียงอย่างเดียว Read-Only ด้วยอย่างไรก็ตาม แท็กชนิดพาสซีฟจะนิยมใช้มากกว่า ดังนั้นจึงจะขอกกล่าวถึงเฉพาะแท็กชนิดนี้เป็นหลัก



รูปที่ 2.5 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ Active Tag

2.2.3 เครื่องอ่าน (Reader)

โดยโดยหน้าที่ของเครื่องอ่านก็คือการเชื่อมต่อ เพื่อเขียนหรืออ่านข้อมูลลงในแท็กด้วยสัญญาณความถี่วิทยุภายใน เครื่องอ่านจะประกอบด้วยเสาอากาศที่ทำจากขดลวดทองแดง เพื่อใช้รับส่งสัญญาณภาครับและภาคส่งสัญญาณวิทยุและวงจร ควบคุมการอ่าน-เขียนข้อมูล จำพวกไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่วนของการติดต่อกับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.5 โดยทั่วไปเครื่องอ่านจะประกอบด้วยส่วนประกอบหลักดังนี้ ภาครับและส่งสัญญาณวิทยุ, ภาคสร้างสัญญาณพาหะ, ขดลวดทำหน้าที่เป็นสายอากาศ, วงจรจูนสัญญาณ และหน่วยประมวลผลข้อมูล และภาคติดต่อกับคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างภายในเครื่องอ่าน

2.2.4 คลื่นพาหะในระบบ RFID

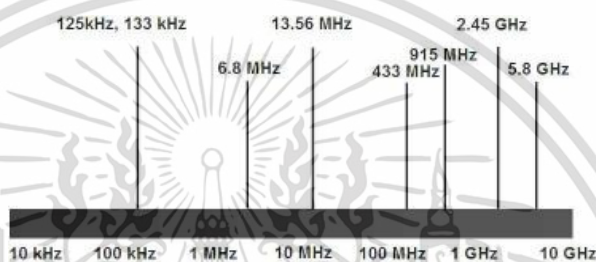
ในปัจจุบันคลื่นพาหะที่ใช้กันภายในระบบ RFID จะอยู่ในย่านความถี่ ISM (Industrial-Scientific-Medical) ซึ่งเป็นย่านความถี่ที่กำหนดการใช้งานในเชิงอุตสาหกรรม วิทยาศาสตร์ และการแพทย์ สามารถใช้งานได้โดยไม่ตรงกับย่านความถี่ที่ใช้ในการสื่อสารทั่วไป สำหรับคลื่นพาหะที่ใช้กันภายในระบบ RFID อาจแบ่งออกได้เป็น 3 ย่านความถี่ใช้งานหลัก ได้แก่

- 1) ย่านความถี่ต่ำ (Low Frequency: LF) ต่ำกว่า 150 kHz
- 2) ย่านความถี่สูง (High Frequency: HF) 13.56 MHz
- 3) ย่านความถี่สูงยิ่ง (Ultra High Frequency: UHF) 433/868/915 MHz

การใช้งาน 2 ย่านความถี่แรกจะเหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีระยะสื่อสารข้อมูลในระยะใกล้ (LF ระยะ

อ่าน ประมาณ 10-20 เซนติเมตร และ HF ระยะอ่านประมาณ 1 เมตร) เช่น การตรวจสอบการผ่านเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าออกพื้นที่การตรวจหาและเก็บประวัติในสัตว์ ส่วนย่านความถี่สูงยิ่ง จะถูกใช้กับงานที่มีระยะการสื่อสารข้อมูลในระยะไกล (UHF ระยะอ่านประมาณ 1 – 10 เมตร) เช่น ระบบเก็บค่าบริการทางด่วน และปัจจุบันระบบ RFID กำลังถูกวิจัยและพัฒนาในย่านความถี่ไมโครเวฟที่ความถี่ 2.4 GHz และความถี่ 5.8 GHz เพื่อใช้งานที่ต้องการระยะที่ไกลกว่า 10 เมตร เป็นต้น ดังรูป 2.6 ในแง่ของราคาและความเร็วในการสื่อสารข้อมูลเมื่อ เทียบกันแล้ว RFID ใช้คลื่นพาหะย่านความถี่สูงเป็นระบบที่มีความเร็วในการส่งข้อมูลสูงสุด และมีราคาแพงที่สุดด้วย เช่นกัน ส่วน RFID ที่ใช้คลื่นพาหะในอีก 2 ย่านความถี่จะมีระดับราคาและความเร็วลดหลั่น กันไป



รูปที่ 2.7 แสดงความถี่ย่านที่ระบบ RFID ถูกใช้งาน

2.3 PLC

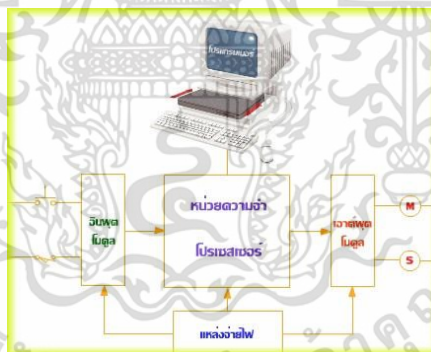
PLC หรือ Programmable Logic Controller เป็นอุปกรณ์ที่มีส่วนสำคัญในระบบการควบคุมทางอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก บทความนี้จะกล่าวถึงว่า PLC มีที่มาอย่างไรก่อนที่จะมีการนำ PLC มาใช้ วงจรควบคุมสมัยก่อนจะใช้รีเลย์ในการสั่งให้อุปกรณ์ทำงานตามต้องการแต่การใช้รีเลย์ก็มีข้อจำกัด เช่น วงจรจะมีขนาดใหญ่ตามความซับซ้อนของวงจร การซ่อมบำรุงทำได้ลำบาก จึงเกิดการคิดหาวิธีใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาเหล่านี้ PLC กำเนิดขึ้นมาในปี ค.ศ. 1968 เมื่อทาง GM ต้องการอุปกรณ์ที่ทำมาใช้เป็นมาตรฐานในการผลิต ซึ่ง Dick Morley ได้เสนอ PLC ตัวแรกขึ้นมา คือ 084 (ชื่อเรียกมาจากรหัสของตัวต้นแบบ) ซึ่งในปีถัดมาได้สร้าง PLC ตัวแรกขึ้นมา คือ Modicon 084 ซึ่งมีการนำไปใช้งานอย่างแพร่หลายนับตั้งแต่มี PLC ตัวแรกขึ้นมาจนถึงวันนี้ PLC มีการพัฒนาขึ้นมาอย่างมากมาย เช่น รองรับสัญญาณ Analog รองรับการเขียนได้หลายภาษา มี Protocol เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก มี Web Server ในตัว เป็นต้น ซึ่งกล่าวได้ว่า PLC จะพัฒนาไปเรื่อย ๆ เพื่อตอบสนองความต้องการต่างๆในระบบอุตสาหกรรม

2.3.1 โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลางหน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLCขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่ส่งวนเวลาหรือการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญตเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบย่อย ๆ ได้ หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

- 1) RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมากจึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ
- 2) EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม
- 3) EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรมโดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจาก นั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM



รูปที่ 2.8 โครงสร้าง PLC

2.3.2 ภาษาสำหรับการเขียนโปรแกรม PLC

ตามมาตรฐานของ EC1131-3 ได้กำหนดการใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมของ PLC ไว้ทั้งหมด 5 ภาษาคือ

2.3.2.1 IL (Instruction List)

เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมประกอบด้วย ส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 LD (Ladder Diagram)

ภาษาซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์และวงจรไฟฟ้าเป็นวงจรที่อ่านได้ง่ายและแสดงการทำงาน

2.3.2.3 FBD (Function Block Diagram)

ภาษาที่แสดงฟังก์ชันและเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายโดยการเขียนโปรแกรมในรูปของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรมจะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม

2.3.2.4 SFC (Sequential Function Chart)

ภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบซีควенซ์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วยคำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน (Step) และเงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step (Transition)

2.3.2.5 ST (Structured Text)

เป็นภาษาระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งคำสั่งโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงานเช่น IF...THEN...ELSE เป็นต้น

2.3.3 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC)

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด - สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic - Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้นนอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด - สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.3.4 หลักการทำงานของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่งที่น่าสนใจที่นำมาแทนการควบคุมที่ใช้รีเลย์ ทำให้สะดวกขึ้น เพราะเป็นระบบอิเล็กทรอนิกส์และใช้การเขียนโปรแกรมทำนองเดียวกับคอมพิวเตอร์แทนการเดินสายไฟฟ้า PLC เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นโมดูล สามารถตรวจสอบด้วยตัวเองเพราะฉะนั้นเมื่อเสียหายก็ทำได้โดยเปลี่ยนโมดูลเท่านั้นและ PLC สามารถตรวจสอบสถานะ ON หรือOFF ของอุปกรณ์ภายนอกตามโปรแกรมได้ ทำให้สามารถตรวจสอบหาข้อบกพร่องได้อย่างเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวดเร็ว PLC มีหน่วยอินพุต/เอาต์พุตหลายชนิดเช่น หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบลอจิก (On/O0f),หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบAC/DC, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบTL, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอนาล็อก(Analog), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบอิสระ(Isolated), หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบตัวเลข, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีจิสเตอร์ (Register, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบรีโมท, หน่วยอินพุต/เอาต์พุตแบบหน้าจอสัมผัส(Contact) เป็นต้น จึงทำให้สามารถควบคุมเครื่องจักรได้ทุกชนิด นอกจากนั้นแล้ว ยังมีหน่วยอินพุตและเอาต์พุตจำนวนมาก ทั้งมีขนาดเล็กและราคาถูกลักษณะการทำงานของ PLC คือเมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาจะถูกเก็บเป็นความจำไว้ในส่วนของความจำ(หน้าคอนแทกที่ต่อกันเรียกว่าลอจิก 1 ส่วนคอนแทกที่ไม่ต่อกันเรียกว่าลอจิก0) หลังจากนั้นแลตเตอร์โดยแอมป์ก็จะสรุปผลรวมกับคอนแทกภายในว่าให้เป็นคอนแทกเปิด (Open) หรือปิด (Closed) ขึ้นอยู่กับการบันทึกของหน่วยความจำถ้าหากต้องการสัญญาณเอาต์พุตค่าของลอจิกต้องเป็นเลข 1 ซึ่งหมายถึงชุดหน้าคอนแทกของโมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface)ต่อกัน แต่ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทำให้ขดลวดความจำของคอยล์(Coil Memory) มีค่าเป็นลอจิกเลข0และมดูล อินเตอร์เฟส (Module Interface)ไม่ต่อกัน การทำงานของ PLC เมื่อครบ1 รอบของลำดับดังกล่าวนี้เรียกว่า สแกน (Scan) ส่วน Scan Timeคือเวลาที่ต้องการสำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งเป็นตัววัดค่าความเร็วการทำงานของ PLC 1 สแกนเวลาประมาณ 1-100 Mr.ขึ้นอยู่กับความยาวของโปรแกรมและชนิดของอินพุต/เอาต์พุต PLCจะใช้เลขฐานต่างๆกับลอจิกในการประมวลผลหรือติดต่อกับผู้ใช้ PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก(Logic Functions การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการการทำงานของคอมพิวเตอร์จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elementsเพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบว่าการใช้ระบบของรีเลย์(Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้าหรือที่เรียกว่า Hard-Wiredฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานให้ใหม่ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด-สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือ

2.3.5 ขนาดของ PLC

โดยทั่วไปการเลือกใช้ PLC จะเลือกใช้จากจำนวนอินพุตและเอาต์พุตเป็นหลักว่ามีจำนวนอินพุตเท่าไร และจำนวนเอาต์พุตเท่าไรแต่จะมีการแบ่งขนาดของ PLC ได้ 4ขนาดใหญ่ๆคือ

- ขนาดเล็ก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 128 จุด
- ขนาดกลาง มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 1024 จุด
- ขนาดใหญ่ มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 4096 จุด
- ขนาดใหญ่มาก มีจำนวนอินพุต/เอาต์พุตไม่เกิน 8192 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.6 ข้อดีการใช้ PLC มาควบคุมระบบดังนี้

- ติดตั้งทำได้ง่าย
- ลดการเดินสายไฟฟ้าควบคุม
- เนื้อที่ติดตั้งน้อย
- มีความน่าเชื่อถือสูง
- บำรุงรักษาและซ่อมแซมง่าย
- มีประสิทธิภาพการทำงานสูง
- การควบคุมระบบ สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมทำได้ง่าย
- อายุการใช้งานมาก เพราะมีส่วนที่เคลื่อนที่น้อย
- การติดต่ออุปกรณ์ภายนอกและระบบอื่นทำได้ง่าย
- ติดต่ออุปกรณ์ไกลๆง่ายการเดินสายไฟน้อย
- ความเร็วในการทำงานเร็ว ขนาดเล็ก การติดตั้งใช้เวลาสั้น
- การทำงานที่ระบบซับซ้อนง่ายและสะดวก
- การขยายระบบให้ใหญ่สามารถทำได้ง่าย
- มีหน่วย Input /Output หลายแบบให้เลือกใช้

2.3.7 ข้อเสียการใช้ PLC มาควบคุมระบบดังนี้

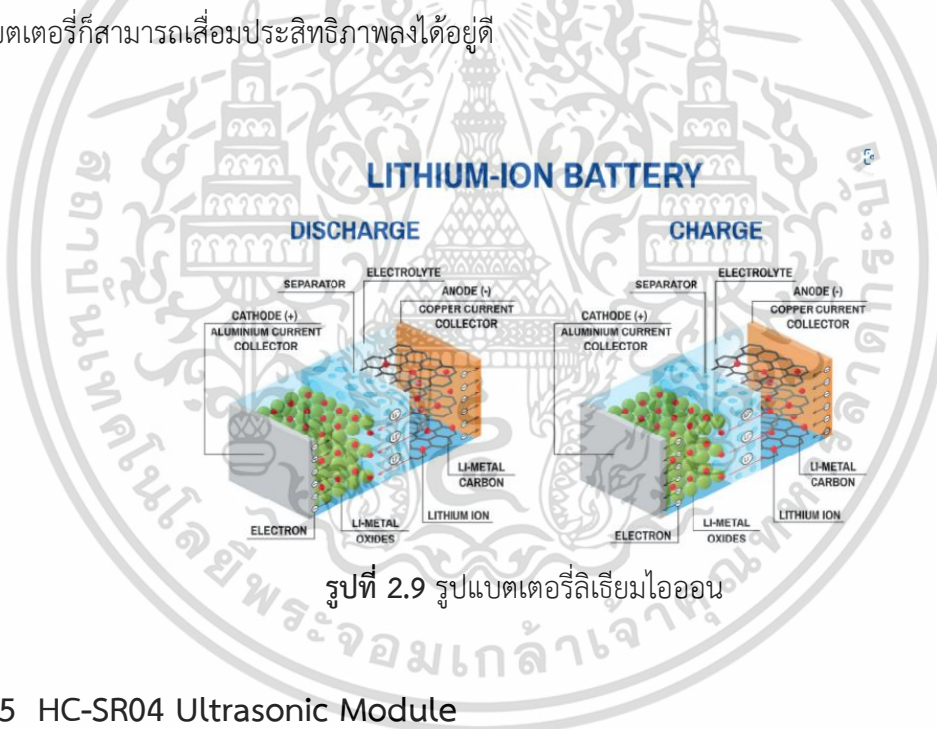
- สามารถเพิ่มอินพุต/เอาต์พุตได้น้อย
- เมื่ออินพุต/เอาต์พุตจุดใดจุดหนึ่งเสีย ต้องยก PLC ทั้งชุดออกจากกระบวนการผลิต ทำให้เสียเวลาในการผลิต

2.3.8 PLC Omron CP1H

ออกแบบมาสำหรับเครื่องจักรขนาดเล็กโดยรวมขนาดของไมโคร PLC แล้วพลังของ PLC แบบแยกส่วนตัวนับความเร็วสูงในตัวสี่ตัวและเอาต์พุตพัลส์สี่ตัวเหมาะอย่างยิ่งสำหรับการควบคุมตำแหน่งหลายแกน CP1H-XA มาพร้อมกับอินพุตอะนาล็อก 4 ตัวและเอาต์พุตอะนาล็อก 2 ตัวในตัว ทำให้เหมาะสำหรับการควบคุมแบบวนซ้ำโดยใช้ฟังก์ชันควบคุม PID ชั้นสูงของ PLC พร้อมการปรับแต่งอัตโนมัติ (P1H สามารถขยายได้ด้วย CP1W I / Os และรองรับหน่วย / / O พิเศษ CJ1 ได้สูงสุด 2 ยูนิต ซึ่งหมายความว่า จะเปิดให้บริการ Fieldbuses ยอดนิยมและรองรับหน่วยการสื่อสารทั้งหมดของซีรีส์ CJ1

2.4 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery)

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery) หรือตัวย่อคือ “Li-Ion” เป็นแบตเตอรี่คุณภาพสูง ชนิดที่สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ (Rechargeable Battery) หรือใช้ซ้ำได้ มันเริ่มใช้กันมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1970 (พ.ศ. 2513) แล้ว โดยในปัจจุบันมีใช้กันอย่างแพร่หลายใน เครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ต้องมีการเก็บประจุไฟมากมาย อาทิ หุ่นยนต์ดูดฝุ่น หุ่นยนต์ใช้ดักขยะ (ใช้เพื่อสำรองไฟกรณีไฟบ้านที่ต่ออยู่เกิดดับขึ้นมา) หุ่นยนต์ตัดหญ้า หรือแม้แต่โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ต คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก (แล็ปท็อป) แบตเตอรี่สำรอง (Power Bank) เกือบทุกรุ่น และทุกยี่ห้อ ก็ใช้แบตเตอรี่ชนิดนี้เช่นกันสำหรับคุณสมบัติหลักของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน คือ การจ่ายไฟที่แรง และคงที่อยู่ตลอดเวลา แม้ไฟในแบตเตอรี่ใกล้จะหมด แถมยังมีระยะเวลาการชาร์จไฟจนเต็มความจุที่เร็วกว่าแบตเตอรี่แบบอื่น ๆ และยังสามารถใช้งานได้ยาวนานกว่าอีกด้วยเช่นกัน อายุการใช้งานของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน ในระยะที่เต็มประสิทธิภาพจะอยู่ระหว่าง 1.0-1.5 ปี ขึ้นอยู่กับปริมาณการใช้งานว่ามากหรือน้อย รวมไปถึงการดูแลรักษา และหลังจากนั้นก็เสื่อมลง และถึงแม้ว่าเราจะเก็บแบตเตอรี่ชนิดนี้เอาไว้เฉย ๆ โดยไม่ได้ใช้งานอะไรเลย แบตเตอรี่ก็สามารถเสื่อมประสิทธิภาพลงได้อยู่ดี



รูปที่ 2.9 รูปแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน

2.5 HC-SR04 Ultrasonic Module

โมดูลตัวนี้ทำงานโดยใช้คลื่นเสียง เราจึงนำหลักการทางฟิสิกส์มาประยุกต์ใช้งาน โดยคลื่นเสียงในอากาศสามารถเดินทางได้ 343 เมตร/วินาที (ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส & เพื่อความสะดวกและง่ายของการคำนวณในที่นี้จึงขอใช้ 340 เมตร/วินาที) เมื่อรู้ความเร็วของเสียงแล้ว เราปล่อยคลื่นเสียงเป็นช่วงสั้นๆ แล้วจับเวลารอให้คลื่นไปกระทบวัตถุแล้วเดินทางกลับมา เมื่อได้เวลาแล้วก็สามารถคำนวณหาระยะกระจัด (คือระยะทางที่สั้นที่สุดโดยการลากเป็นเส้นตรง ซึ่งก็คือระยะห่างของวัตถุนั่นเอง) ได้ จากสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$s = vt \quad (2.1)$$

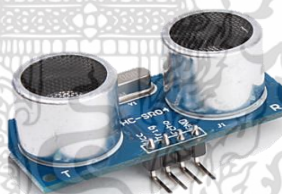
เมื่อกำหนดให้ s คือ ระยะทางระหว่างวัตถุ v คือ ความเร็ว t คือ เวลาที่ใช้ในการเดินทางแต่เนื่องจากเรารู้ค่าความเร็วของเสียงคือ 340 เมตร/วินาที หรือแปลงหน่วยได้ 0.034 เซนติเมตร/ไมโครวินาที จึงนำไปแทนค่า v จะได้สูตรว่า

$$s = 0.034 \cdot t \quad (2.2)$$

เมื่อปล่อยลูกคลื่นออกไป จับเวลาที่คลื่นเดินทางออกจนกลับมากระทบตัวรับ(ใช้หน่วยไมโครวินาที) จะได้เวลานำไปแทนตัวแปร t ก็จะทำให้การคำนวณหา s คือระยะทางที่เสียงเดินทาง ซึ่งเท่ากับระยะกระจัด(ระยะห่าง) แต่เนื่องจากเวลาที่เรารู้ได้มาเป็นเวลาที่คลื่นเสียงเดินทางออกไปพร้อมกับเวลาที่สะท้อนและเดินทางกลับมา เราอยากได้ระยะห่างคือเฉพาะที่เดินทางออกไปชนวัตถุเท่านั้น จึงต้องนำระยะทางมาหารด้วย 2 จึงได้สูตรสุดท้ายคือ

$$s = \frac{0.034 \cdot t}{2} \quad (2.3)$$

เป็นสูตรที่เราจะใช้มาหาระยะห่างของวัตถุ โดยจะมีหน่วยออกมาเป็นเซนติเมตร (cm)



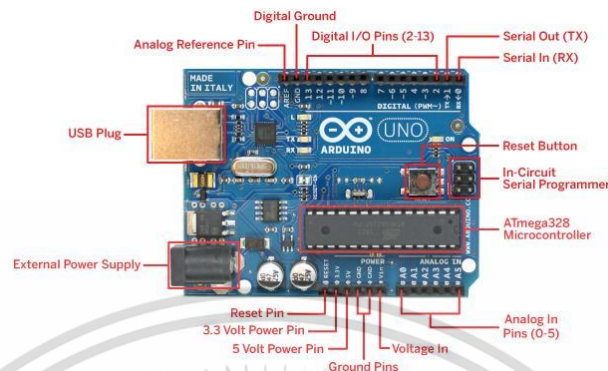
รูปที่ 2.10 รูปอุปกรณ์ HC-SR04 Ultrasonic Module

2.6 ARDUINO UNO

Arduino UNO เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ open-source ใช้กันอย่างแพร่หลายบนพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ AT mega328P บอร์ดมีชุด Pin อินพุต / เอาต์พุต (I / O) แบบดิจิทัลและอนาล็อก ที่สามารถเชื่อมต่อเข้ากับบอร์ดขยาย (shields) ต่างๆ และวงจรอื่น ๆ ได้ บอร์ดนี้มี Analog pin 6 ขา และ Digital pin 14 ขา โดยมี 6 ขา สามารถใช้เป็น output แบบ PWM ได้ สามารถโปรแกรมด้วย Arduino IDE (Integrated Development Environment) สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิล USB หรือใช้ adaptor AC-to-DC เพื่อเริ่มต้นใช้งาน"Uno" หมายถึง "หนึ่ง" ในภาษาอิตาลี และต้องการตั้งชื่อให้เป็นเครื่องหมายการค้าของ Arduino 1.0 โดย Uno

และ version 1.0 จะเป็นรุ่นที่ใช้อ้างอิงสำหรับ Arduino รุ่นอื่นๆในอนาคต และ Uno ยังเป็นรุ่นล่าสุด เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเนื้อหาเว็บไซต์เผยแพร่เอกสารนี้ ไม่ว่ากรรมใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในชุดของ USB board Arduino นอกจากนี้ Arduino Uno ยังเป็นบอร์ดรุ่นที่นิยมมากที่สุดเนื่องจาก ราคาที่ไม่สูงและมีผู้พัฒนาโปรเจกต์และ library ทำให้ใช้งานได้ง่ายและมีความหลากหลาย



รูปที่ 2.11 รูปอุปกรณ์ ARDUINO UNO

2.6.1 ฟังก์ชัน Pin ทั่วไป

LED: built-in ที่ digital pin 13 เมื่อส่งค่า High จะทำให้ LED ติด เมื่อส่งค่า Low จะทำให้ LED ดับ

- VIN: ใช้เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าภายนอกเข้ากับบอร์ด
- 5V: เป็น output pin โดยจ่ายแรงดันออกจากบอร์ดขนาด 5V
- 3V3: เป็น output pin โดยจ่ายแรงดันออกจากบอร์ดขนาด 3.3V และให้กระแสสูงสุด 50 mA GND: ขา Ground
- IOREF: เป็น pin ที่ให้ voltage reference กับไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อเลือกค่าแรงดันให้กับ shield ที่มาเชื่อมต่อกับบอร์ด
- Reset: ใช้ในการ reset ไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่โดยทั่วไปจะใช้โดยการเพิ่มปุ่ม reset ไว้บน shield เพื่อป้องกันปุ่มที่อยู่บนบอร์ด

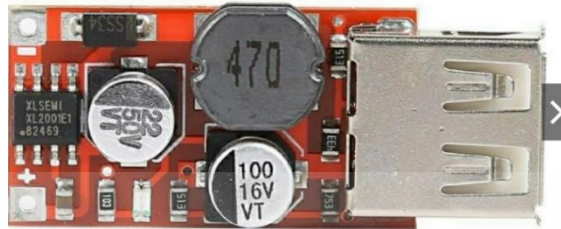
2.7 Step down DC-DC Module 6-24V to 5V 3A

Step down DC-DC Buck Converter Module 6-24V to 5V 3A/โมดูลแปลงไฟลง 6-24V ใช้ IC เบอร์ QS-1205CUL-3A เหมาะสำหรับใช้ในงานเกี่ยวกับ รถยนต์ ที่ไฟแรงดันไม่คงที่ แต่ Module ตัวนี้จะแปลงแรงดันให้คงที่ ที่ 5V เพื่อเอาไปใช้ในเลี้ยงวงจรหรือ ชาร์จแบตเตอรี่ เป็นต้น มีขนาดเล็กน้ำหนักเบา

- Input Voltage (ไฟเข้า) : 6-24 VDC
- Output Voltage (ไฟออก) : 5 VDC
- Output Current Maximum : 3A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Output Current Continuous : 2A
- Chipset : -
- Dimension (ขนาด) : 29mm x 16.2mm 5V 3A



รูปที่ 2.12 รูปอุปกรณ์ Step down DC-DC Module 6-24V to 5V 3A

2.8 Joy Stick

คืออุปกรณ์ป้อนข้อมูลประกอบด้วยแท่งที่หมุนบนฐานและรายงานมุมหรือทิศทางไปยังอุปกรณ์ที่กำลังควบคุม ก้านควบคุมมักใช้เพื่อควบคุมและมักมีปุ่มกดอย่างน้อยหนึ่งปุ่มที่สามารถอ่านสถานะได้จากคอมพิวเตอร์อีกด้วย รูปแบบที่เป็นที่นิยมของก้านควบคุมที่ใช้กับเครื่องเล่นวิดีโอเกมสมัยใหม่คือก้านแอนะล็อกก้านควบคุมได้รับการควบคุม การบินที่สำคัญในห้องนักบินของเครื่องบินหลายลำ โดยเฉพาะเครื่องบินเจ็ตของทหารซึ่งอาจใช้ตรงกลางหรือติดตั้งด้านข้างก้านควบคุมยังใช้สำหรับควบคุมเครื่องต่าง ๆ เช่น รถเครน, รถบรรทุก, ยานพาหนะไม่มีกำลังได้น้ำและเครื่องตัดหญ้าไร้มีวงกลมศูนย์ ก้านควบคุมที่ใช้นิ้วมีขนาดเล็กได้รับการยอมรับว่าเป็นอุปกรณ์อินพุตสำหรับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กอื่น ๆ เช่น โทรศัพท์เคลื่อนที่ การบังคับอุปกรณ์อะไรก็ตาม สำคัญที่สุดก็คือต้องตอบสนองกับประสาทสัมผัสจริงที่เกิดขึ้น การบังคับเลี้ยวรถยนต์ มีแต่ซ้าย-ขวา อุปกรณ์ควบคุมที่ดีที่สุด ก็คืออุปกรณ์ที่หมุนซ้าย-ขวา แล้วรถก็เลี้ยวตาม ซึ่งก็คือพวงมาลัย แต่อนาคตพวงมาลัยก็คงจะมีปุ่มนั้นปุ่มนี้มากขึ้นเรื่อย ๆ การบังคับเครื่องบิน มีซ้าย-ขวา บน-ล่าง อุปกรณ์ควบคุมที่ดีที่สุด ก็คือคันโยก



รูปที่ 2.13 รูปอุปกรณ์ก้านควบคุม Joy Stick

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9 RS232

RS232 (ย่อมาจาก: Recommended Standard no. 232) คือมาตรฐานการสื่อสารข้อมูลดิจิทัลแบบอนุกรม (serial communication) ซึ่งถูกกำหนดขึ้นครั้งแรกในปี ค.ศ. 1960 โดย EIA (Electronic Industries Association) หรือ สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของอเมริกา ซึ่งในยุคแรก RS232 เป็นที่นิยมมากขนาดที่คอมพิวเตอร์ทุกเครื่องจะต้องมี Serial port สำหรับการสื่อสาร มาตรฐานนี้แล้วเชื่อว่าคอมพิวเตอร์ผู้ใช้หลาย ๆ ท่านก็ยังมี Port เชื่อมต่อนี้อยู่ แต่ในปัจจุบันได้มี USB ซึ่งเป็นมาตรฐานสื่อสารที่รับ/ส่งข้อมูลได้เร็วกว่าเข้ามาแทนที่ ทำให้มาตรฐานการสื่อสารอย่าง RS232 ก็ค่อยๆ มีอุปกรณ์ที่รองรับน้อยลงเรื่อย ๆ ตามกาลเวลา

2.9.1 หลักการทำงานของ RS232

RS232 มาตรฐาน RS232 เป็นมาตรฐานที่รับ/ส่งข้อมูลแบบ Full duplex หรือจะให้พูดคือ สามารถรับและส่งข้อมูลได้พร้อมกันทั้งคู่ในเวลาเดียวกัน โดยการรับ/ส่งข้อมูลนั้นจะใช้สายไฟทั้งหมด 3 เส้น ได้แก่ Tx (Transmit data) คือ สายส่งข้อมูล ซึ่งสายเส้นนี้จะมีหน้าที่ในการส่งข้อมูลเท่านั้น Rx (Receive data) คือ สายรับข้อมูล ซึ่งสายเส้นนี้จะมีหน้าที่ในการรับข้อมูลเท่านั้น GND (Signal ground) คือ สายกราวด์ เป็นสายเทียบหรืออ้างอิงแรงดันไฟฟ้า 0V มีอุปกรณ์รองรับการใช้งาน RS232 เป็นระบบที่ถูกคิดค้นมาตั้งแต่ปี 1960 และเป็นที่ยอมรับในยุคแรกซึ่งมีข้อดีคือ มีอุปกรณ์ที่รองรับเยอะ การสื่อสารแบบ RS232 เป็นการสื่อสารที่มีอยู่ในเมนบอร์ดคอมพิวเตอร์แทบทุกรุ่น ซึ่งคนทั่วไปจะรู้จักกันในชื่อ Serial port ซึ่งทำให้การสื่อสารแบบ RS232 ไม่จำเป็นต้องใช้ Converter (ตัวแปลงสัญญาณ) ในการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งต่างจากมาตรฐานใหม่อย่าง RS422, RS485 ที่ถึงแม้จะมีข้อดีที่มากกว่าแต่ก็ต้องใช้ Converter ในการแปลงสัญญาณอยู่ดี แต่ข้อดีข้อนี้อาจอยู่ได้อีกไม่นาน เพราะปัจจุบันเมนบอร์ดรุ่นใหม่ ๆ ได้นำ Serial port ออกจากเมนบอร์ดและเพิ่ม Port การสื่อสารน้องใหม่ที่กำลังเป็นที่นิยมเข้าไปแทนที่นั่นคือการสื่อสารแบบ USB ซึ่งทำให้การสื่อสารรุ่นเก่าอย่าง RS232 ค่อย ๆ เลือนหายไปตามกาลเวลา ความยาวของสายเคเบิล RS232 เป็นอีกหนึ่งสิ่งที่ถูกกล่าวถึงมากที่สุดในโลก ซึ่งตัวมาตรฐานได้พูดไว้อย่างชัดเจนว่าความยาวสูงสุดของสายเคเบิล RS232 คือ 50 ฟุต (15 เมตร) หรือสายเคเบิลต้องมีค่า capacitance สูงสุดเท่ากับ 2,500 pF ซึ่งกฎข้อหลังนี้มักจะถูกลืม นั้นหมายความว่า การใช้สายเคเบิลที่มีค่า capacitance ต่ำ ๆ จะช่วยขยายระยะสายเคเบิลให้ไกลขึ้นได้ ยกตัวอย่าง หากใช้สายเคเบิลแบบ UTP CAT-5 ที่มีค่า capacitance อยู่ที่ 17 pF/ft ก็จะทำให้สามารถใช้สายเคเบิลได้ที่ความยาวสูงสุด 147 ฟุต (44 เมตร) นั่นเอง ความยาวสูงสุดของสายเคเบิล RS232 ที่ระบุในมาตรฐานเป็นความยาวที่จะช่วยให้สามารถรับ/ส่งข้อมูลได้ที่ความเร็วสูงสุด ถ้าความเร็วในการรับ/ส่งข้อมูลลดลง นั่นก็หมายความว่าความยาวสูงสุดของสายเคเบิลก็จะเพิ่มขึ้น ซึ่งทาง Texas Instruments ได้ทดลองในทางปฏิบัติเมื่อหลายปีก่อน โดยใช้ความเร็วในการส่งข้อมูลที่แตกต่างกันเพื่อหาความยาวสูงสุดของสายเคเบิล โปรดจำไว้ว่ามาตรฐาน

RS232 เดิมได้รับการพัฒนาขึ้นสำหรับความเร็ว 20,000 bit/s ซึ่งหากลดความเร็วลงครึ่งหนึ่งจะทำให้เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ลึกลับและยากต่อการเข้าถึงในเอกสารที่เปิดเผยเท่านั้น เมื่อคุณเห็นใบแจ้งหนี้ของคุณที่ไม่ถูกต้องใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวสายเคเบิลเพิ่มขึ้นได้อีกถึง 10 เท่า เลขที่เดี่ยวRS232 เป็นรูปแบบการส่งข้อมูลดิจิทัลรูปแบบหนึ่ง ซึ่งอย่างที่ทุกคนทราบกันดีว่าข้อมูลดิจิทัลจะประกอบด้วยตัวเลขเพียงสองตัว คือ 0 และ 1 เรียงต่อกันเป็นรหัสหรือชุดคำสั่งเพื่อสั่งงานอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่ง RS232 จะใช้ ระดับของแรงดันไฟฟ้า เป็นตัวบอกข้อมูลไหนคือ 0 และ 1 ตามตาราง

แรงดันไฟฟ้าของ RS-232

รหัส	ตัวส่งสัญญาณ (V)	ตัวรับสัญญาณ (V)
0	+5 ... +15	+3 ... +25
1	-5 ... -15	-3 ... -25
Undefined	-	-3 ... +3

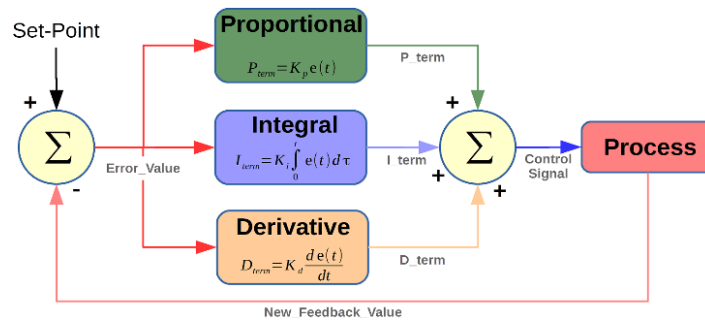
รูปที่ 2.14 รูปแสดงแรงดันไฟฟ้า RS-232



รูปที่ 2.15 รูปอุปกรณ์ RS-232

2.10 PID Controller

ระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ (PID controller) เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการและค่าที่ต้องการตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดนั้นให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ ค่าตัวแปรของ PID ที่ใช้จะปรับเปลี่ยนตามธรรมชาติของระบบ



รูปที่ 2.16 แผนภาพบล็อกของการควบคุมแบบพีไอดี

วิธีคำนวณของ PID ขึ้นอยู่กับสามตัวแปรคือค่าสัดส่วน, ปริพันธ์ และ อนุพันธ์ ค่าสัดส่วน กำหนดจากผลของความผิดพลาดในปัจจุบัน, ค่าปริพันธ์กำหนดจากผลบนพื้นฐานของผลรวมความผิดพลาดที่ซึ่งพ่วงผ่านไป, และค่าอนุพันธ์กำหนดจากผลบนพื้นฐานของอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดน้ำหนัที่ที่เกิดจากการรวมกันของทั้งสามนี้จะใช้ในการปรับกระบวนการโดยการปรับค่าคงที่ใน PID ตัวควบคุมสามารถปรับรูปแบบการควบคุมให้เหมาะกับที่กระบวนการต้องการได้ การตอบสนองของตัวควบคุมจะอยู่ในรูปของการไหวตัวของตัวควบคุมจนถึงค่าความผิดพลาด ค่าโอเวอร์ชูด (overshoots) และ ค่าแกว่งของระบบ (oscillation) วิธี PID ไม่รับประกันได้ว่าจะเป็นระบบควบคุมที่เหมาะสมที่สุดหรือสามารถทำให้กระบวนการมีความเสถียรแน่นอน

โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคเฉพาะ ดังนี้ต่อไปนี้

Type	AC power supply models	DC power supply models
Model	CP1H-□□□-A	CP1H-□□□-D
Power supply	100 to 240 VAC 50/60 Hz	24 VDC
Operating voltage range	85-264 VAC	20.4 to 26.4 VDC (with 4 or more Expansion Units and Expansion I/O Units: 21.6 to 26.4 VDC)
Power consumption	100 VA max. (CP1H-□□□-A)	50 W max. (CP1H-□□□-D)
Inrush current *	100 to 120 VAC inputs: 20 A max. (for cold start at room temperature) 8 ms max. 200 to 240 VAC inputs: 40 A max. (for cold start at room temperature), 8 ms max.	30 A max. (for cold start at room temperature) 20 ms max.
External power supply	300 mA at 24 VDC	None
Insulation resistance	20 MΩ min. (at 500 VDC) between the external AC terminals and GR terminals	No insulation between primary and secondary for DC power supply
Dielectric strength	2,300 VAC at 50/60 Hz for 1 min between the external AC and GR terminals, leakage current: 5 mA max.	No insulation between primary and secondary for DC power supply
Noise immunity	Conforms to IEC 61000-4-4, 2 kV (power supply line)	
Vibration resistance	Conforms to JIS C60068-2-6, 10 to 57 Hz, 0.075-mm amplitude, 57 to 150 Hz, acceleration: 9.8 m/s ² in X, Y, and Z directions for 80 minutes each. Sweep time: 8 minutes × 10 sweeps = total time of 80 minutes)	
Shock resistance	Conforms to JIS C60068-2-27, 147 m/s ² three times each in X, Y, and Z directions	
Ambient operating temperature	0 to 55°C	
Ambient humidity	10% to 90% (with no condensation)	
Ambient operating environment	No corrosive gas	
Ambient storage temperature	-20 to 75°C (Excluding battery.)	
Power holding time	10 ms min.	2 ms min.

รูปที่ 3.2 Specification PLC CP1H

3.1.2 เซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้กับรถ AGV นั้นถือเป็น Actuator ที่ขับเคลื่อนด้วยพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานกลและรับสัญญาณการควบคุม ทั้ง Pulse/Direct จาก Controller โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคเฉพาะ ดังต่อไปนี้

Parameter of electric machine		
Category	Robot AGV used for micro	
Product name	ZLIG45AM200	ZLIG45AM200
Motor size	128mm	128mm
Weight	2.9KG	3KG
Rated voltage	24VDC	24VDC
Rated power	50-250W	50-250W
Rated torque	6N.m	6N.m
Rated speed	1200rpm	1200rpm
Rated current	300RPM	300RPM
Rated speed current	400RPM	400RPM
Rated speed current	5-15A	5-15A
Rated speed current	30A	30A
Rated speed	30 gears	30 gears
Rated speed	2000 rpm	2000 rpm
Rated speed	Direct brake	Direct brake
Rated speed	IP54	IP65
Rated speed	Low heat 100°C (max. temp)	Low heat 100°C (max. temp)
Rated speed	ZLAC706, ZLAC706-CAN, ZLAC8015, ZLAC8015D	ZLAC706, ZLAC706-CAN, ZLAC8015, ZLAC8015D
Rated speed	Power line: Yellow (V), Green (N), Blue (GND)	Power line: Yellow (V), Green (N), Blue (GND)
Rated speed	Hall Line: Yellow (V), Green (N), Blue (GND), Red (FV), Black (GND)	Hall Line: Yellow (V), Green (N), Blue (GND), Red (FV), Black (GND)
Rated speed	Encoder line: Yellow (V), Green (N), Blue (GND)	Encoder line: Yellow (V), Green (N), Blue (GND)
Rated speed	Temperature: 100°C (max. temp)	Temperature: 100°C (max. temp)



รูปที่ 3.3 แสดง Specification Servo Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 RFID

RFID รุ่น STMR01 มีหน้าที่ในการเชื่อมต่อกับ RFID Tag เพื่ออ่านข้อมูลใน Tag ที่แตกต่างกันเพื่อระบุตำแหน่งของรถ AGV เป็น RFID รุ่นที่ใช้ความถี่ต่ำ 125 kHz มีระยะอ่านสูงสุดอยู่ 100 เซนติเมตร และใช้การเชื่อมต่อแบบ RS-232



รูปที่ 3.4 RFID model STMR01

โดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคเฉพาะ ดังต่อไปนี้

Interface	RS232
Frequency	Standard 125kHz
Support card	TK4100/em4100,etc
Reading distance	0-1100mm (with EM4200 card up to 1 meter away)
Reading time	32ms or so
Card reading speed	0.2S
Reader spacing	0.5S
Size	240mm × 234mm × 32mm
Weight	140g
Working environment	-30 degrees - +70 degrees
Working voltage & current	+ DC 12V

รูปที่ 3.5 Parameter RFID รุ่น STMR01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 AGV Guide Sensor

AGV Guide Sensor เป็นเซนเซอร์ที่มีคุณสมบัติในการตรวจจับและส่งข้อมูลตำแหน่งของสนามแม่เหล็กตามแกนนอนได้ เหมาะสำหรับการใช้งานในยานพาหนะนำทางอัตโนมัติ (AGV) โดยใช้เทปแม่เหล็ก ซึ่งเซนเซอร์นี้สามารถอ่านค่าได้ทั้งแบบ Analog และ Digital



รูปที่ 3.6 AGV Guide Sensor ของบริษัท All Mobile Robotics Co.,Ltd.

คุณลักษณะการเชื่อมต่อ IO Output ดังต่อไปนี้

Pin number.	Name	exegesis	Line color
Pin 1	VCC	VCC (9-28V) positive	brown
Pin 2	GND	GND (9-28V) negative	red
Pin 3	TX	RS-232 communication TX foot	orange
Pin 4	RX	RS-232 communicates with RX feet	yellow
Pin 5	S1	NPN open-drain output (detection point 1)	green
Pin 6	S2	NPN open-drain output (detection point 2)	blue
Pin 7	S3	NPN open and leak output (detection point 3)	purple
Pin 8	S4	NPN open-drain output (detection point 4)	ash
Pin 9	S5	NPN open-drain output (detection point 5)	white
Pin 10	S6	NPN open-drain output (detection point 6)	black
Pin 11	S7	NPN open-drain output (detection point 7)	brown
Pin 12	S8	NPN open-drain output (detection point 8)	red
Pin 13	DO'S	Manufacturers use, please hang	orange
Pin 14	GND	GND (9-28V) negative	yellow

รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่อ IO ของ AGV Guide Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 4-Axis Joystick

4-Axis Joystick อุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นคันโยก มีปุ่มบังคับที่ด้ามคันโยก เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของรถ AGV ในระบบการควบคุมแบบ Manual ให้เคลื่อนที่ เดินหน้า ถอยหลัง เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา มีการเชื่อมต่อแบบ Analog ระหว่าง 4-Axis Joystick กับ PLC มีความต้านทานภายในเท่ากับ 10 กิโลโอห์ม



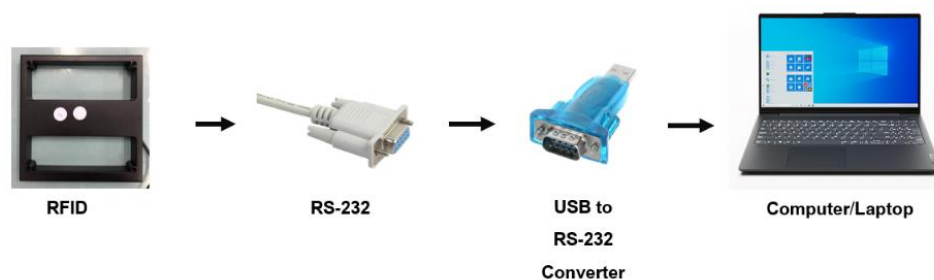
รูปที่ 3.8 4-Axis Plastic Joystick

3.2 การเชื่อมต่อและควบคุมอุปกรณ์

3.2.1 การเชื่อมต่อสื่อสารกับ RFID

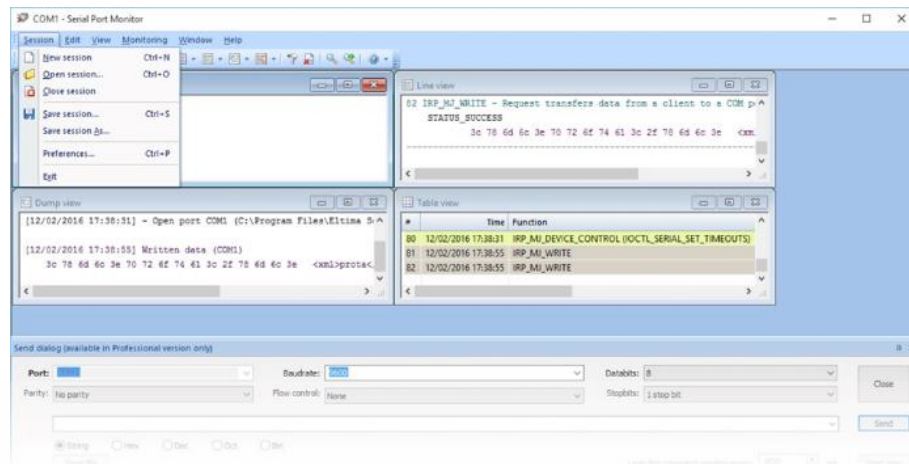
3.2.1.1 การเชื่อมต่อระหว่าง RFID Reader และคอมพิวเตอร์

ศึกษาการสื่อสารกันระหว่าง RFID Reader และคอมพิวเตอร์ ผ่านพอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม RS-232 แต่เนื่องจากคอมพิวเตอร์นั้นไม่มีพอร์ตการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จึงต้องใช้ USB to RS-232 Converter เชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ เมื่อมีการอ่านข้อมูลจาก Tag บันทึกข้อมูล RFID Reader จะส่งข้อมูลผ่าน Protocol ไปยังคอมพิวเตอร์ และแสดงผลผ่านโปรแกรม Serial Port Monitor ตามข้อมูลที่บันทึกอยู่ใน Tag บันทึกข้อมูล



รูปที่ 3.9 แสดงการเชื่อมต่อผ่าน Port RS232

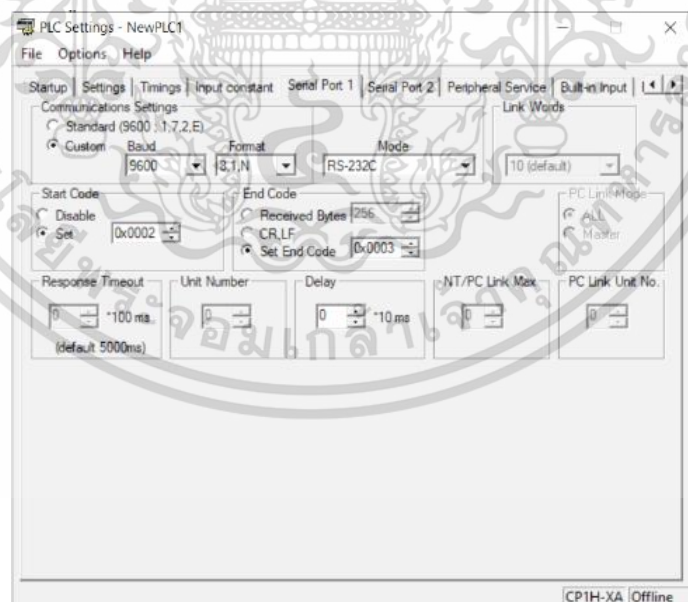
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 โปรแกรม Serial Port Monitor แสดงข้อมูลจาก RS-232

3.2.1.2 การเชื่อมต่อระหว่าง RFID Reader กับ PLC และการแปลความหมายของ Tag ที่มีข้อมูลแตกต่างกัน

ศึกษาการสื่อสารกันระหว่าง RFID Reader และ PLC ผ่านพอร์ตการสื่อสารแบบอนุกรม RS-232 ด้วยโปรแกรม CX-Programmer โดยเริ่มจากการตั้งค่าพอร์ตการสื่อสารอนุกรมระหว่างตัวอ่าน RFID กับคอมพิวเตอร์ให้ตรงกันและเขียนโปรแกรมด้วยภาษา Ladder diagram รับข้อมูล 10 byte จาก RFID Reader ด้วย RXD(235) เริ่มเก็บข้อมูลที่ Data Memory D0 และเขียนโปรแกรมจำแนกข้อมูลที่ต่างกันของ Tag ด้วยโปรแกรม Structure Text เพื่อแปลความหมาย



รูปที่ 3.11 แสดงการ Setting Serial Port บนโปรแกรม CX-Programmer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

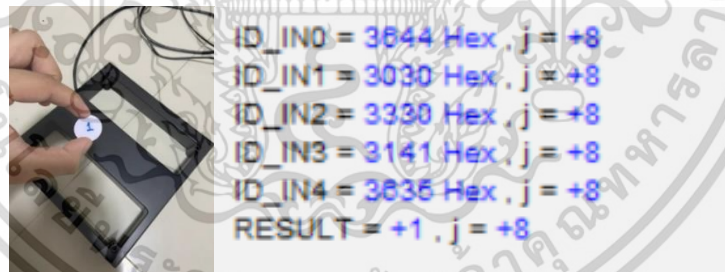


รูปที่ 3.12 แสดงการรับข้อมูลจาก RFID Reader ด้วยบล็อก RXD(235) เพื่อเปรียบเทียบกับฐานข้อมูลที่สร้างไว้

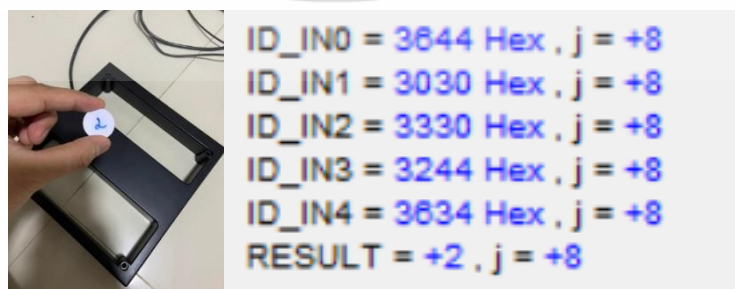
```
FOR j := 0 to 8 DO
```

```
IF ID_IN0 = ID_DATA[(j*5) +0] THEN
  IF ID_IN1 = ID_DATA[(j*5)+1] THEN
    IF ID_IN2 = ID_DATA[(j*5)+2] THEN
      IF ID_IN3 = ID_DATA[(j*5)+3] THEN
        IF ID_IN4 = ID_DATA[(j*5)+4] THEN
          RESULT := j;
        END_IF;
      END_IF;
    END_IF;
  END_IF;
END_IF;
```

รูปที่ 3.13 แสดงวิธีการจำแนกข้อมูลที่ต่างกันของ Tag ด้วยโปรแกรม Structure Text

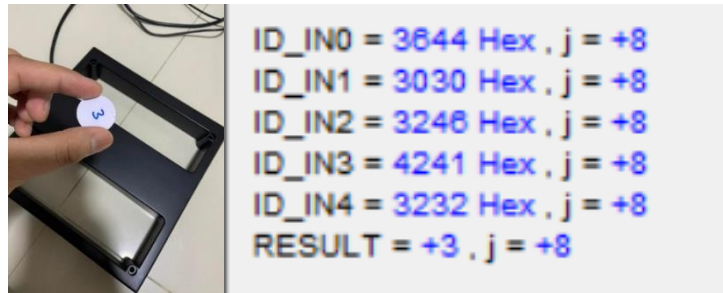


รูปที่ 3.14 ตัวอย่างแสดงผลการเปรียบเทียบตรงกับฐานข้อมูลตัวที่ 1



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างแสดงผลการเปรียบเทียบตรงกับฐานข้อมูลตัวที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

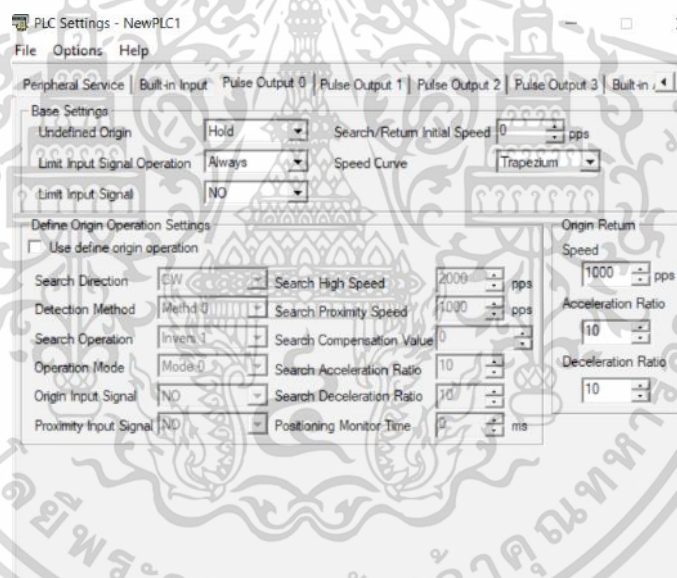


รูปที่ 3.16 ตัวอย่างแสดงผลัพท์การเปรียบเทียบตรงกับฐานข้อมูลตัวที่ 3

3.2.2 การควบคุม Servo Motor

สำหรับการควบคุม Servo Motor จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ PLC, Servo Driver และ Servo Motor โดยการควบคุมการทำงานจะอธิบายได้ดังนี้

3.2.2.1 การตั้งค่า Pulse Output

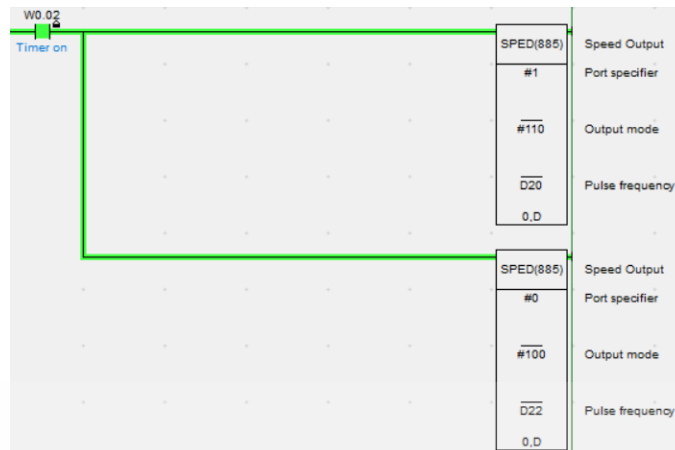


รูปที่ 3.17 แสดงการ Setting Pulse Output

3.2.2.2 การเขียนโปรแกรมทดลองการควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ ด้วยการเขียนภาษา Ladder Diagram โดยใช้ฟังก์ชัน SPED(885) เป็นการตั้งค่าความเร็วพัลส์เอาต์พุตในโหมดต่อเนื่อง เพื่อควบคุมความเร็วในการหมุนของ Servo Motor โดยกำหนดไว้ที่ Data Memory ล้อด้านซ้ายให้อยู่ที่ Data Memory D20 และล้อด้านขวาให้อยู่ที่ Data Memory D22 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 ฟังก์ชัน SPED(885) การควบคุมความเร็วเซอร์โวมอเตอร์

3.2.2.3 ทดสอบควบคุมการหมุน Servo motor

ในการทดสอบการหมุนของล้อ ซึ่งขับเคลื่อนโดยที่ล้อไม่สัมผัสพื้น เพื่อหาทิศทางการหมุนและความเร็วในการขับเคลื่อน



รูปที่ 3.19 แสดงการหมุนของ Servo motor

3.2.3 การอ่านความเข้มสนามแม่เหล็กด้วย AGV Guide Sensor

ชุดอ่านความเข้มสนามแม่เหล็กด้วยเซนเซอร์ AGV Guide นั้นมีเซนเซอร์ตรวจจับความเข้มสนามแม่เหล็กทั้งหมด 8 ตัว และมีการอ่านข้อมูลออกมา ทั้งแบบ Digital และแบบ Analog โดยจะอธิบายการทำงานได้ดังนี้

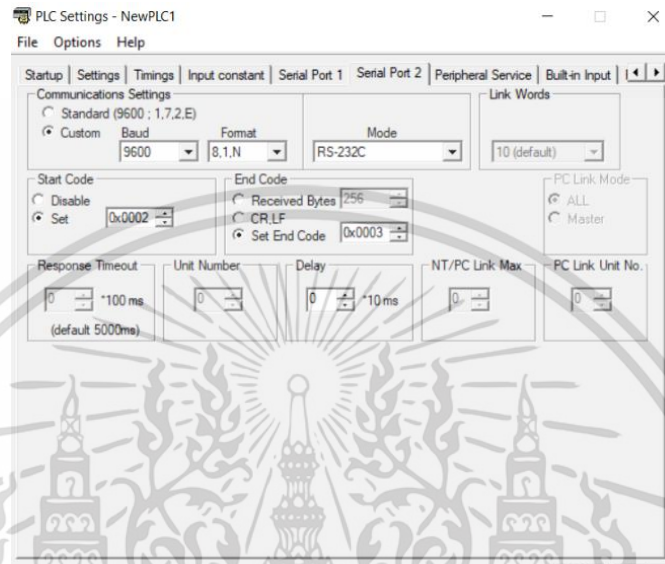
3.2.3.1 การอ่านข้อมูลรูปแบบ Analog

การอ่านข้อมูลในรูปแบบ Analog เป็นการเชื่อมต่อผ่านสาย RS-232 อุปกรณ์จะสื่อสารด้วย Modbus-RTU เป็นวิธีการสื่อสารแบบ Master-Slave ซึ่ง Slaves คือเซนเซอร์ และ Master คือ PLC โดย Slaves จะส่งข้อมูลที่ร้องขอกลับไปยัง Master ซึ่งข้อมูลที่ส่งมาจากเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นั้นเป็นข้อมูลขนาด 8 บิตจากนั้นนำค่าค่าตัวของเซนเซอร์แต่ละตำแหน่งมาคำนวณหาตำแหน่งของเส้นแม่เหล็กโดยใช้สมการถ่วงน้ำหนัก

โดยรูปที่ 3.20 เป็นการ Setting Serial Port 1. ให้มีอัตราส่งข้อมูล 9600bps ในเฟรมมีบิตข้อมูลจำนวน 8 บิต ไม่กำหนดบิตตรวจสอบข้อมูล และ บิตสิ้นสุดคือ 1 มีตัวอย่างดังนี้



รูปที่ 3.20 แสดงการ Setting Serial Port



รูปที่ 3.21 เป็นการส่งข้อมูลใน Dm1000 จำนวน 8 byte กลับไปยัง AGV Guide Sensor



รูปที่ 3.22 เป็นการตอบคำร้องขอจากจาก AGV Guide Sensor กลับมายัง PLC ใน Dm1010 จำนวน 20 byte เพื่อรองรับการเก็บข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.2 การหาตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็กด้วยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

ในการหาตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็กด้วยการคำนวณแบบค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนักโดยการนำข้อมูลของเซนเซอร์ทั้ง 8 ค่ามาคำนวณหาตำแหน่งของเส้นแม่เหล็ก โดยใช้สมการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักเป็นค่าเฉลี่ยที่มีการให้น้ำหนักของแต่ละข้อมูลที่มีความสำคัญไม่เท่ากัน แสดงดังตารางที่ 3.1

สูตรในการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

$$\mu = \frac{\sum w_i x_i}{\sum w_i} \quad (3.1)$$

เมื่อ $\sum w_i x_i$ คือผลคูณของข้อมูลและน้ำหนัก และนำแต่ละค่ามาบวกกัน
 $\sum w_i$ คือผลรวมของค่าถ่วงน้ำหนัก

ตารางที่ 3.1 การคำนวณหาตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็กด้วยค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก

ข้อมูลจาก Sensor มีค่า 0-255							
Sensor 1	Sensor 2	Sensor 3	Sensor 4	Sensor 5	Sensor 6	Sensor 7	Sensor 8
0	0	150	100	70	150	0	0
คำนวณหาตำแหน่งด้วยสูตรการหาค่าเฉลี่ยถ่วงน้ำหนัก							
Position = $((150 \times 2) + (100 \times 3) + (70 \times 4) + (150 \times 5)) / (150 + 100 + 70 + 150) = 3.46$							
Position = $(3.46 \times 100) / 7 = 49.57 \%$							

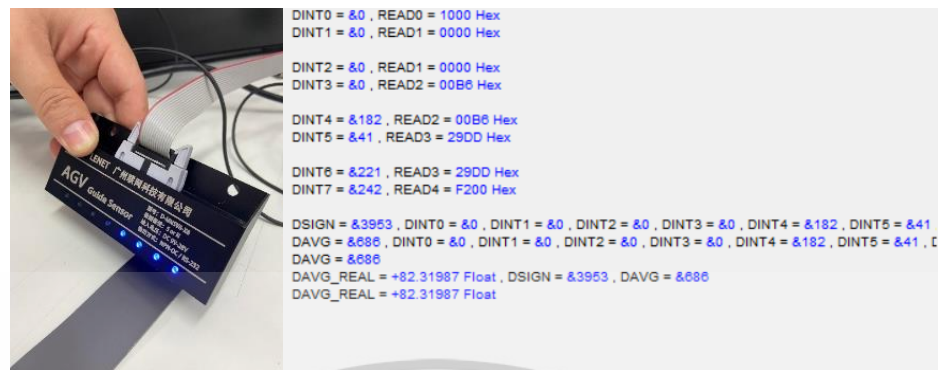
3.2.3.3 การอ่านค่าตำแหน่งของแถบแม่เหล็กตำแหน่งที่ 1



รูปที่ 3.23 แถบแม่เหล็กที่ตำแหน่ง 18.66 เปอร์เซ็นต์

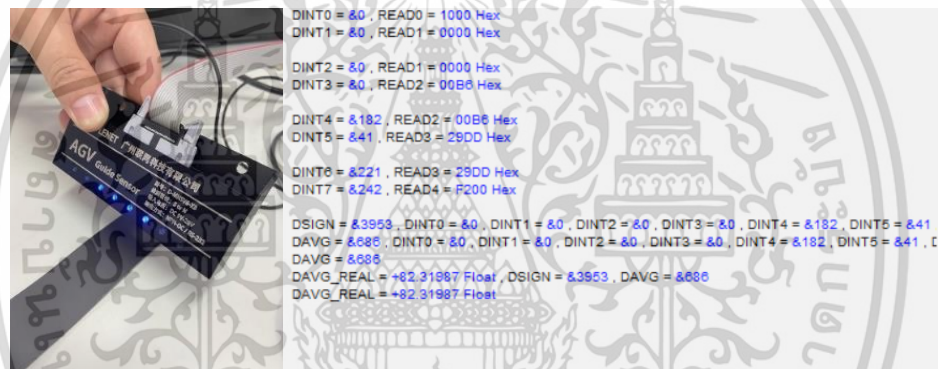
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.4 การอ่านค่าตำแหน่งของแถบแม่เหล็กตำแหน่งที่ 2



รูปที่ 3.24 แถบแม่เหล็กที่ตำแหน่ง 82.31 เพอร์เซ็นต์

3.2.3.5 การอ่านค่าตำแหน่งของแถบแม่เหล็กตำแหน่งที่ 3



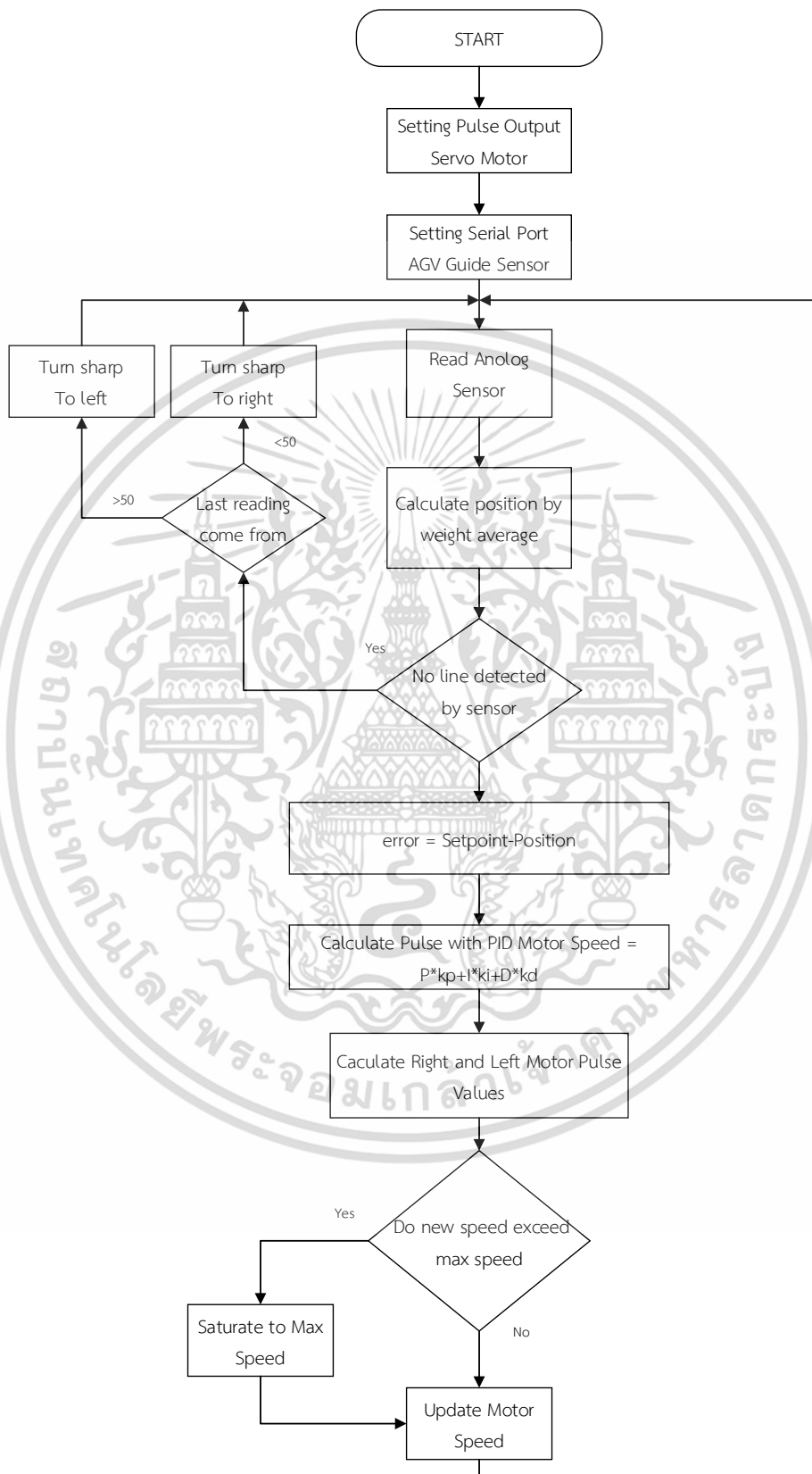
รูปที่ 3.25 แถบแม่เหล็กที่ตำแหน่ง 50.21 เพอร์เซ็นต์

3.2.4 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย PID Controller

การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย PID Controller จะใช้ภาษา Structure Text ในการเขียนฟังก์ชัน PID เพื่อควบคุมไม่ให้รถส่าย โดยรูปที่ 3.26 เป็น flowchart อธิบายการทำงานของ การควบคุม Servo motor ด้วย PID Control โดยนำมาเขียนฟังก์ชัน PID Control ด้วยโปรแกรม Structure Text ดังรูปที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.1 การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ด้วย PID Controller



รูปที่ 3.26 Flowchart การควบคุม Servo motor ด้วย PID Control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4.2 PID Control ด้วยโปรแกรม Structure Text

PID Control ด้วยโปรแกรม Structure Text เริ่มจากนำค่าตำแหน่งของเส้นแม่เหล็กหรือ DAVG_REAL ที่ได้จากตัวอย่างดังรูปที่ 3.23 มาลบค่าที่ต้องการควบคุมให้เส้นแม่เหล็กอยู่กลางตัวรถหรือ Setpoint ซึ่งจะได้ค่าความผิดพลาดมาเข้าสมการ PID โดยกำหนดค่า k_p, k_i และ k_d เพื่อให้ได้ PIDmv ที่จะนำไปควบคุมความเร็วมอเตอร์ทั้งสองตัว ถ้าเกิด PIDmv มีค่าเป็นบวกจะแสดงถึงเส้นอยู่ทางขวาของรถ จะทำให้ล้อด้านซ้ายวิ่งเร็วขึ้น ถ้าเกิด PIDmv มีค่าเป็นลบจะแสดงถึงเส้นอยู่ทางซ้ายของรถ จะทำให้ล้อด้านขวาวิ่งเร็วขึ้น

```

93 Setpoint := 50;
94
95 error := DAVG_REAL-Setpoint;
96 P := error;
97 I := I+error;
98 D := error-previous_error;
99
100 P_real := UINT_TO_REAL(P_error);
101 i_real := UINT_TO_REAL(i_error);
102 D_real := UDINT_TO_REAL(D_error);
103
104 PIDmv := (Kp*P)+(Ki*I)+(Kd*D);
105
106 previous_error = error;
107
108 SpdRealL := 3000.00+(PIDmv);
109 SpdRealR := 3000.00-(PIDmv);
110
111 SpedR := REAL_TO_UINT (SpdRealL);
112 SpedL := REAL_TO_UINT (SpdRealR);
113

```

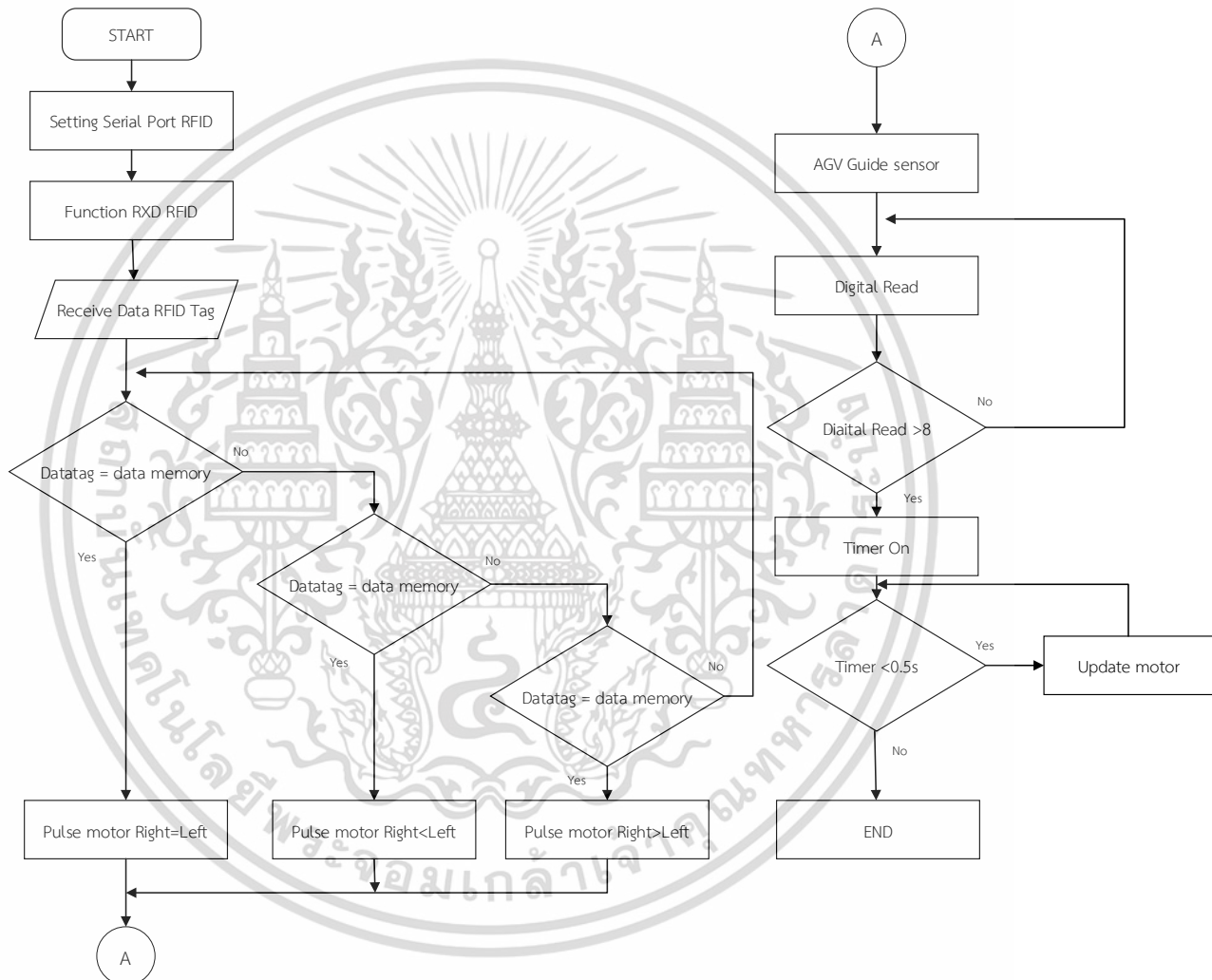
รูปที่ 3.27 แสดงการเขียนฟังก์ชัน PID ด้วยโปรแกรม Structure Text

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบโปรแกรม Command การตัดสินใจของรถ AGV

การสร้าง Command เงื่อนไขควบคุมทิศทางรถ AGV นั้นเริ่มจากการนำข้อมูลที่อ่านได้จาก Tag ที่อยู่ในแต่ละตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็กมาเข้าเงื่อนไขควบคุมการเคลื่อนที่รถให้ตรงไป เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา หรือหยุด ตามลำดับ

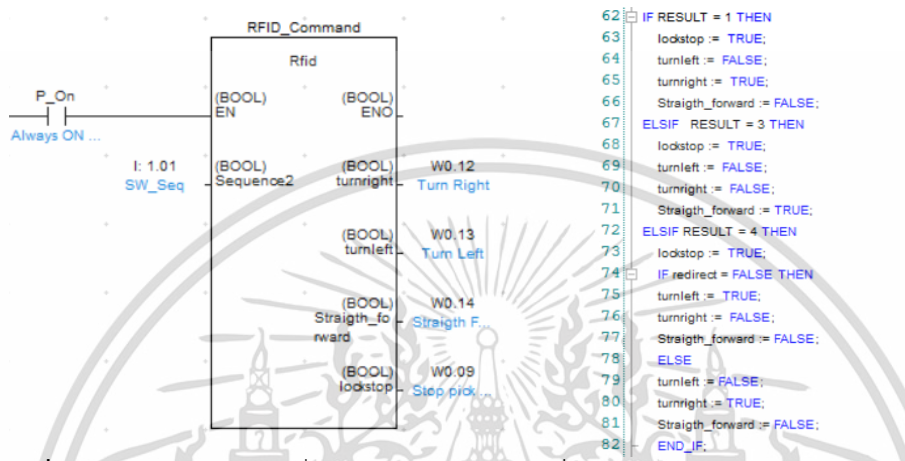
3.3.1 การสร้างเงื่อนไขควบคุมทิศทางรถ AGV ตรงไป เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา



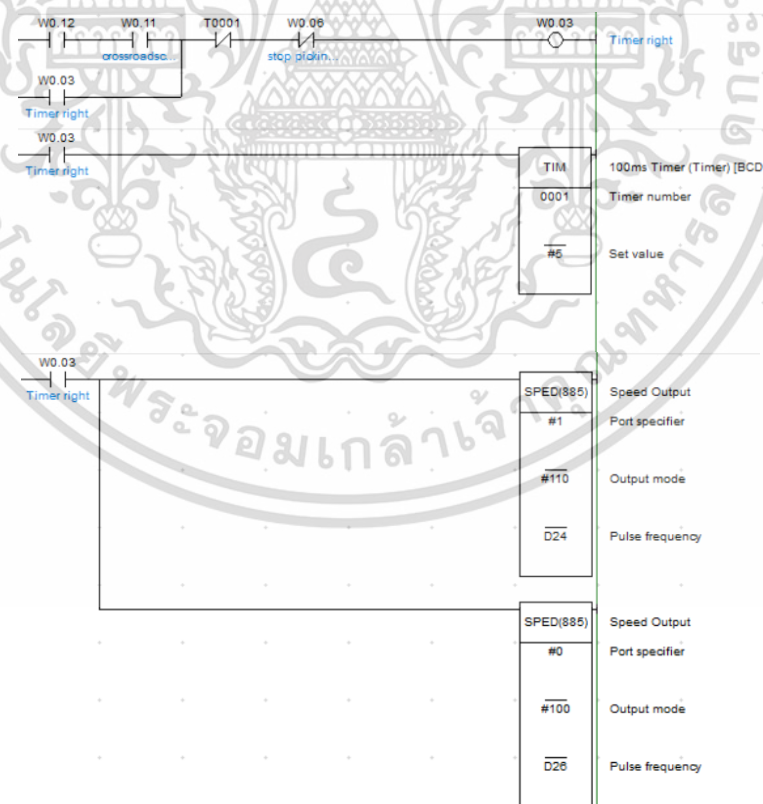
รูปที่ 3.28 Flowchart การทำงานของ RFID ร่วมกับ AGV Guide Sensor ควบคุม Servo Motor ตรงไป เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทำงานของ Flowchart ดังรูปที่ 3.27 นั้นแสดงให้เห็นว่าเมื่อรถเคลื่อนที่ผ่าน Tag จะทำให้ RFID Reader อ่านข้อมูล Tag มาเข้าเงื่อนไขเปรียบเทียบกับควรจะ ตรงไป เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา หรือ หยุด รอไว้จนกว่ารถจะเคลื่อนที่ไปเจอทางแยกหรือเส้นแม่เหล็กที่มากกว่า 1 เส้นจะเป็นการใช้การอ่านข้อมูลจาก AGV Guide Sensor แบบ Digital Read เมื่ออ่าน Digit ได้มากกว่าหรือเท่ากับ 8digit จะบังคับให้รถเคลื่อนที่ตามข้อมูลที่ RFID อ่านได้



รูปที่ 3.29 แสดงการสร้างเงื่อนไข กำหนดทิศทางเมื่อเจอทางแยก ด้วยโปรแกรม Structure text

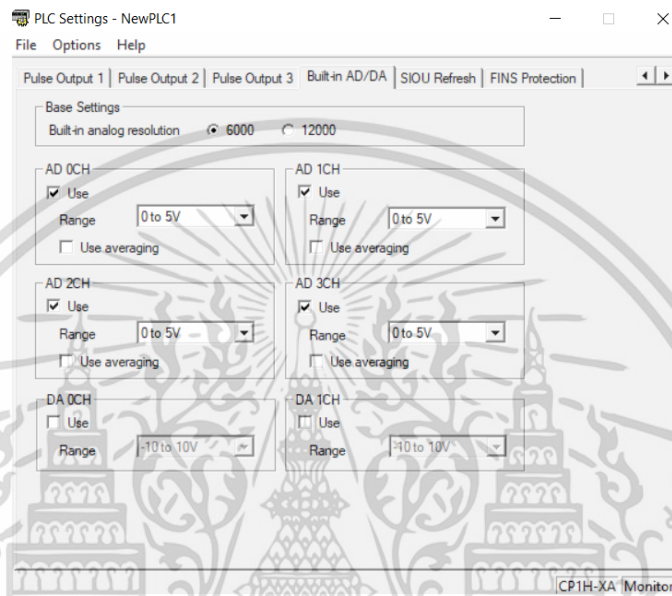


รูปที่ 3.30 แสดง Ladder Diagram การควบคุม Servo Motor เมื่อเจอทางแยก

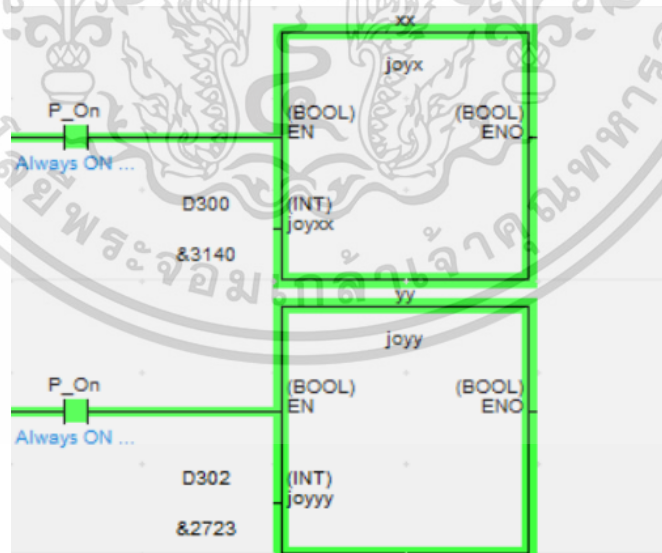
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 โปรแกรมการควบคุม Manual ด้วย Joystick

เนื่องจากการเชื่อมต่อระหว่าง Joystick และ PLC เป็นแบบสัญญาณ Analog จึงทำให้ค่าแกนอินพุทของแกน x และ y มีจุดกึ่งกลางที่ไม่แน่นอน โดยต้องเขียนโปรแกรม Dead band ค่าของแกน x และ y เพื่อให้ช่วงของค่าที่ไม่แน่นอนนั้นออกมาเพียงค่าเดียว และกำหนดค่าสูงสุดและต่ำสุดอีกด้วย มีการดำเนินการดังนี้

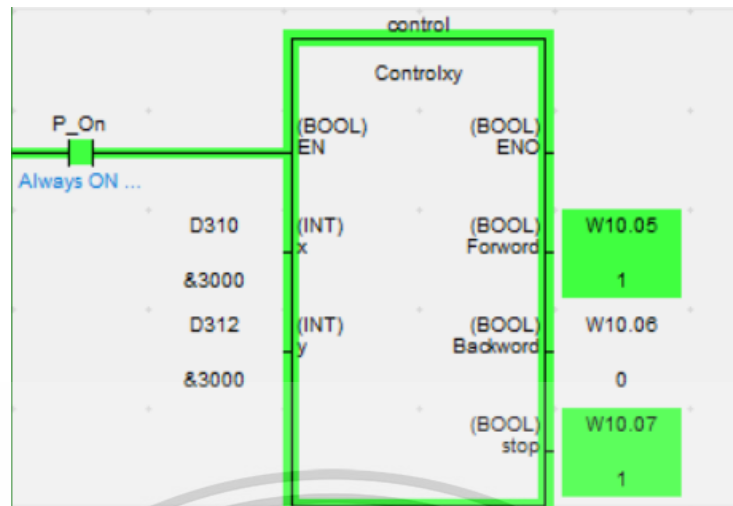


รูปที่ 3.31 Setting การอ่านค่าจาก Analog input ของ PLC CP1H



รูปที่ 3.32 Function Block โปรแกรมค่า Joystick ด้วยการ Dead Band, lower limit, upper limit แกน x และแกน Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

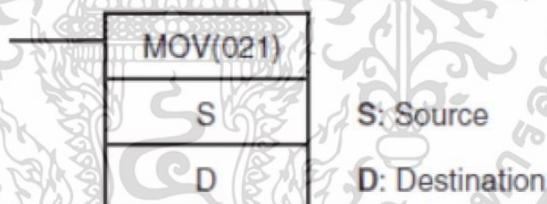


รูปที่ 3.33 Function Block ควบคุมการเคลื่อนที่ Servo motor

3.5 ฟังก์ชันที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Programmable Logic Control (PLC)

3.5.1 ฟังก์ชัน MOV(0211)

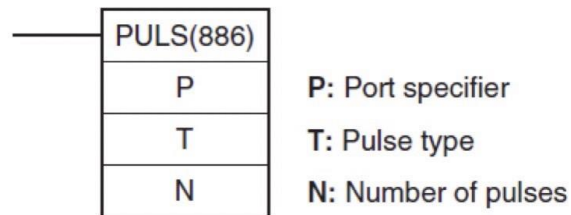
ฟังก์ชัน MOV(021) ใช้ในการส่งข้อมูลไปเก็บไว้ที่ตำแหน่งที่ต้องการโดยจะคัดลอกเป็นจำนวน 1 เวิร์ด หรือ 16 บิต



รูปที่ 3.34 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน MOV(021)

3.5.2 ฟังก์ชัน PULS(886)

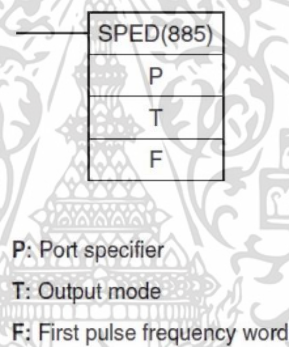
ใช้ในการกำหนดปริมาณ Pulse เอาต์พุต หรือ จำนวน Pulse เอาต์พุตเพื่อส่งจำนวน Pulse เอาต์พุต เมื่อมีการเริ่มการใช้งาน โดยฟังก์ชัน PULS(886) จำเป็นจะต้องใช้ร่วมกับฟังก์ชัน SPED(885) หรือ ACC(888)



รูปที่ 3.35 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน PULS(886)

3.5.3 ฟังก์ชัน SPED(885)

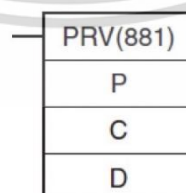
ฟังก์ชัน SPED(885) ถูกใช้ในการกำหนดค่าความถี่ของ Pulse เอาต์พุตโดยฟังก์ชันนี้สามารถเลือกใช้งานในรูปแบบของ โหมดระบุตำแหน่ง หรือใช้ใน โหมดความเร็ว แต่ในการใช้งานในโหมดระบุตำแหน่งจำเป็นต้องใช้งานร่วมกับฟังก์ชัน PULS(886) เพื่อให้สามารถใช้งานในโหมดระบุตำแหน่งได้



รูปที่ 3.36 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน SPED(885)

3.5.4 ฟังก์ชัน PRV(881)

ใช้ในการอ่าน PV ตัวนับความเร็วสูงและ PV เอาต์พุต Pulse



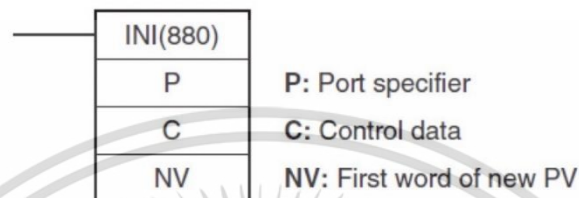
P: Port specifier
C: Control data
D: First destination word

รูปที่ 3.37 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน PRV(881)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.5 ฟังก์ชัน INI(880)

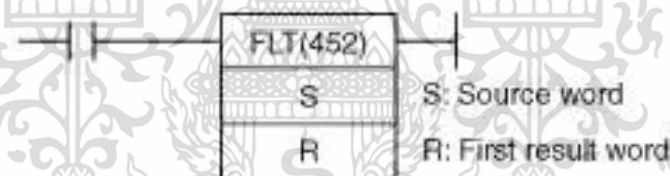
ใช้ในการดำเนินการเพื่อเริ่มเปรียบเทียบกับตารางเปรียบเทียบตัวนับความเร็วสูงเพื่อหยุดเปรียบเทียบกับตารางเปรียบเทียบตัวนับความเร็วสูงเพื่อเปลี่ยน PV ของเคาน์เตอร์ความเร็วสูงเพื่อเปลี่ยน PV ของอินพุตขัดจังหวะในโหมดตัวนับเพื่อเปลี่ยน PV ของเอาต์พุตพัลส์ (แหล่งกำเนิดคองที่ 0) เพื่อหยุดเอาต์พุตพัลส์



รูปที่ 3.38 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน INI(880)

3.5.6 ฟังก์ชัน FLT(452)

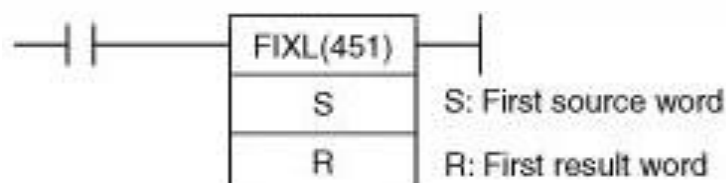
ใช้แปลงค่าไบนารีที่เซ็นเซอร์แบบ 16 บิตเป็นข้อมูลจุดลอยตัวแบบ 32 บิต และวางผลลัพธ์เป็นคำผลลัพธ์ที่ระบุ



รูปที่ 3.39 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน FLT(452)

3.5.7 ฟังก์ชัน FIXL(451)

ใช้แปลงค่าจุดทศนิยมลอยตัวแบบ 32 บิตเป็นข้อมูลไบนารีที่เซ็นเซอร์แบบ 32 บิต และวางผลลัพธ์เป็นคำผลลัพธ์ที่ระบุ



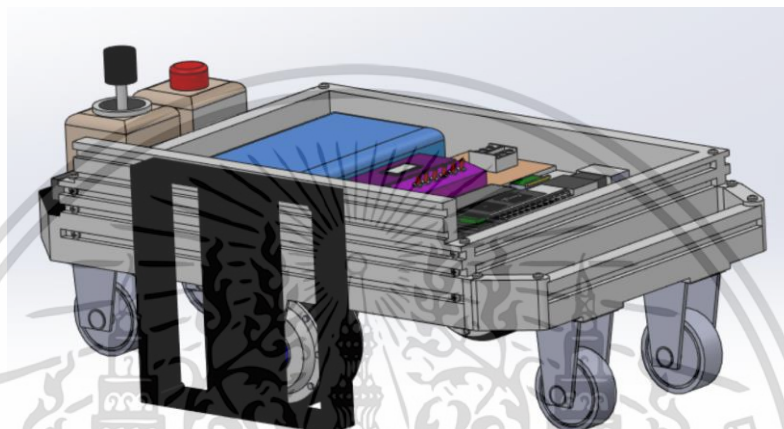
รูปที่ 3.40 สัญลักษณ์ฟังก์ชัน FIXL(451)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 โครงสร้างกายภาพเพิ่มเติมของระบบ

3.6.1 ติดตั้ง RFID

การติดตั้ง RFID Reader นั้นจะติดตั้งที่ด้านขวาของตัวรถดังรูปที่ 3.42 เพื่อให้การอ่านข้อมูลในขณะรถเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นการติดตั้ง RFID Tag นั้นจะต้องติดตั้งทางด้านขวาของเส้นแถบแม่เหล็กให้มีระยะห่างอยู่ที่ 22 เซนติเมตรเพื่อให้ RFID Reader สามารถอ่านข้อมูลจาก Tag ได้



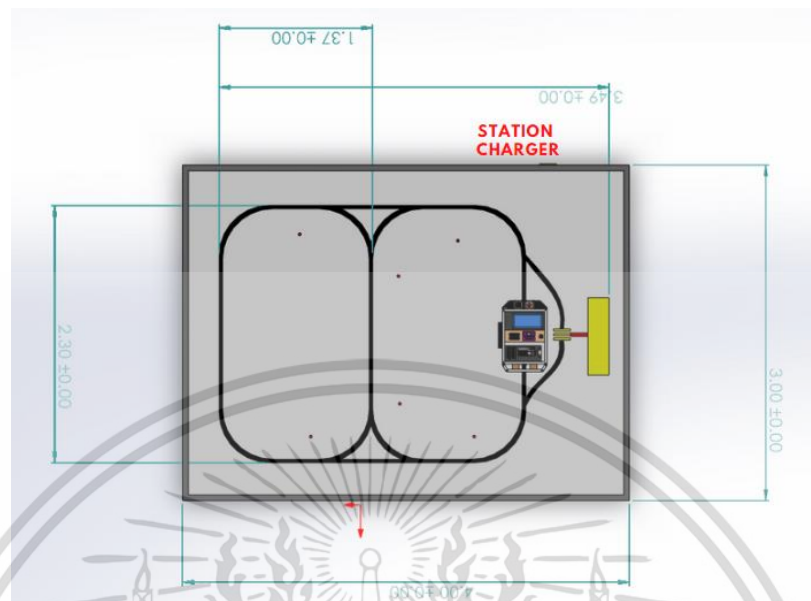
รูปที่ 3.41 ออกแบบการติดตั้ง RFID ด้วยโปรแกรม Solid work



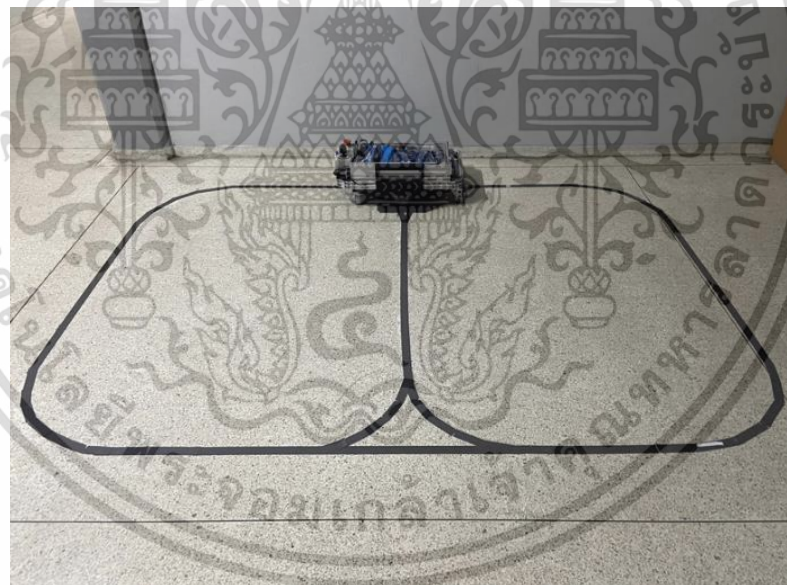
รูปที่ 3.42 การติดตั้ง RFID เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 ออกแบบเส้นทางเดินรถ



รูปที่ 3.43 การออกแบบเส้นทางเดินรถ ด้วยโปรแกรม Solid work

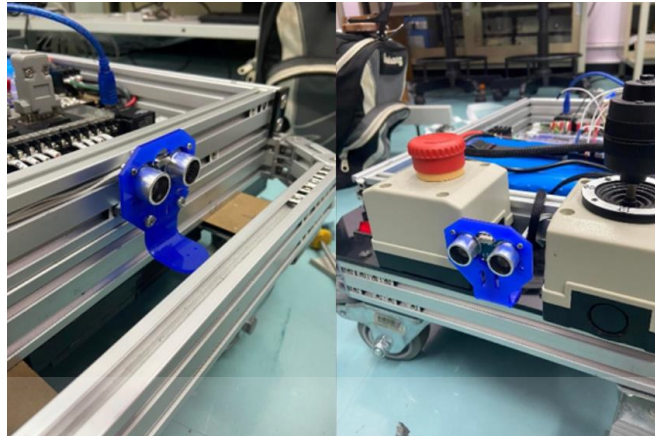


รูปที่ 3.44 การติดตั้งเส้นทางเดินรถเสร็จสมบูรณ์

3.6.3 ติดตั้ง Ultrasonic HC-04

เนื่องจากรถ AGV จะเคลื่อนที่ไปตามเส้นแถบแม่เหล็ก หรือก็คือการเคลื่อนที่ที่เดินหน้าถอยหลังเท่านั้น จึงทำการติดตั้ง Ultrasonic HC-04 ด้านหน้าและด้านหลังของตัวรถ AGV

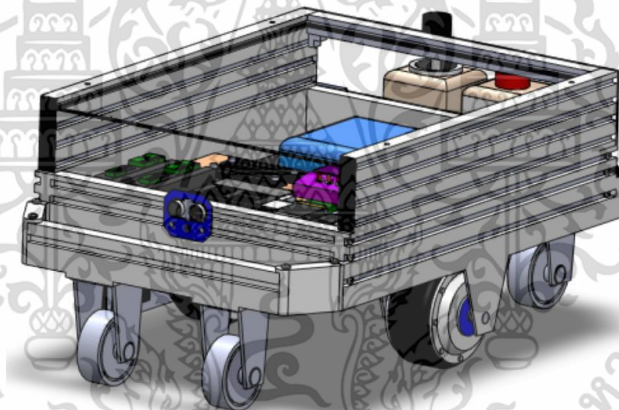
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.45 การติดตั้ง Ultrasonic ด้านหน้าและด้านหลัง

3.6.4 ออกแบบและติดตั้งชั้นวางของบนตัวรถ

การติดตั้งชั้นวางของด้านบนตัวรถ เนื่องจากตัวรถไม่สามารถทดลองการรับส่งของจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งได้



รูปที่ 3.46 ออกแบบการติดตั้งชั้นวางของ ด้านไอโซเมตริก



รูปที่ 3.47 การติดตั้งชั้นวางของ เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการทดสอบรถ AGV มอเตอร์ควบคุมแบบ 2 ล้อ นำทางด้วย RFID ซึ่งจะต้องใช้ค่าตัวแปรที่นำมาควบคุม เช่น ความสามารถในการอ่านข้อมูลของ RFID ข้อมูลจาก AGV Guide Sensor เพื่อใช้ในการสร้าง Command ตามวัตถุประสงค์ จึงต้องอาศัยข้อมูลที่แม่นยำจากการทดลอง ซึ่งสามารถแบ่งผลการทดลองออกเป็น 5 หัวข้อดังนี้

- 4.1 การทดลองอ่านค่า RFID Tag
- 4.2 การทดลองการอ่านค่าแถบแม่เหล็กด้วย AGV Guide Sensor
- 4.3 การทดลองการปรับค่า PID Controller
- 4.4 การทดลองโปรแกรม Command การตัดสินใจของรถ AGV
- 4.5 การทดลองการหยุดการเคลื่อนที่ด้วยการอ่านค่าระยะทางจากเซนเซอร์ Ultrasonic

4.1 การทดลองอ่านค่าจาก RFID Tag

4.1.1 การทดลองระยะการอ่านระหว่าง Tag และ RFID Reader

การทดลองระยะการอ่านระหว่าง Tag และ RFID Reader นั้นจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 แบบ เพื่ออยากทราบว่าเกิดสัญญาณรบกวนขึ้นหรือไม่

ตารางที่ 4.1 การทดลองระยะการอ่าน โดยที่ยังไม่ได้ติดตั้งกับรถ

ครั้งที่	ระยะห่าง					
	4cm	8cm	13cm	16cm	18cm	20cm
1	○	○	○	○	X	X
2	○	○	○	○	X	X
3	○	○	○	○	X	X
4	○	○	○	○	X	X
5	○	○	○	○	X	X

หมายเหตุ : ○ แทนความถูกต้องในการอ่านค่า Tag

X แทนความผิดพลาดในการอ่านค่า Tag

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองระยะการอ่าน Tag ด้วย RFID Reader โดยที่ยังไม่ได้ติดตั้งกับรถนั้นมีระยะการอ่านมากที่สุดอยู่ที่ 16 เซนติเมตรและเมื่อระยะเกิน 16 เซนติเมตรขึ้นไปจะไม่สามารถอ่านได้

ตารางที่ 4.2 การทดลองระยะการอ่าน โดยที่ติดตั้งกับรถ

ครั้งที่	ระยะห่าง					
	4cm	8cm	13cm	16cm	18cm	20cm
1	X	O	O	X	X	X
2	X	O	O	X	X	X
3	O	X	O	O	X	X
4	X	O	O	X	X	X
5	O	X	O	O	X	X

หมายเหตุ : O แทนความถูกต้องในการอ่านค่า Tag

X แทนความผิดพลาดในการอ่านค่า Tag

เมื่อนำ RFID Reader ติดตั้งกับตัวรถ ระยะการอ่านค่าของ RFID Reader มีความผิดพลาดค่อนข้างมาก แต่สามารถอ่านได้เสถียรในระยะ 10 - 13 เซนติเมตร โดยค่าความผิดพลาดในการอ่านนั้นเกิดจาก RFID Reader ได้รับสัญญาณรบกวนจากตัวรถ

4.1.2 การทดลองการอ่านข้อมูล Tag ในแต่ละตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็ก

ในการอ่านข้อมูลของ RFID Read จาก Tag ทั้ง 8 ตัวนั้นจะได้ข้อมูลมาเก็บไว้ใน Data Memory ทั้งหมด 10 byte เริ่มต้นที่ D0 ไปจนถึง D4 เพื่อนำค่า Data ของ Tag นี้ไปเปรียบเทียบกับ Data ในตำแหน่งที่เรากำหนด เพื่อให้ทราบตำแหน่งของรถที่วิ่งอยู่บนเส้นแถบแม่เหล็ก

ตารางที่ 4.3 การอ่านข้อมูล Tag ในแต่ละตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็ก

RFID ตำแหน่ง	Data Tag (HEX)						
	D0	D1	D2	D3	D4	Result	ERROR
1	3644	3030	3246	4646	4331	1	O
2	3644	3030	3330	3144	3742	2	O
3	3644	3030	3246	4241	3232	3	O
4	3644	3030	3246	4330	4546	4	O
5	3644	3030	3330	4243	3841	5	O
6	3644	3030	3330	3141	3635	6	O

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 การอ่านข้อมูล Tag ในแต่ละตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็ก (ต่อ)

RFID	Data Tag (HEX)						
	D0	D1	D2	D3	D4	Result	ERROR
7	3644	3030	3246	3641	4545	7	○
8	3644	3030	3330	3141	3635	8	○

4.2 การทดลองการอ่านค่าแถบแม่เหล็กด้วย AGV Guide Sensor

การอ่านค่าแถบแม่เหล็กด้วย AGV Guide Sensor นั้นมีการอ่านอยู่ 2 แบบ ในแบบแรกคือการอ่านค่าแบบ Digital จะเป็นการเชื่อมต่อ I/O เข้ากับ PLC โดยตรงเมื่อเซนเซอร์ตรวจจับแม่เหล็กได้จะส่งข้อมูลไปที่ I/O ของ PLC เป็น 0 และ 1

ตารางที่ 4.5 การอ่านข้อมูล Tag ในแต่ละตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็ก

เซนเซอร์ ตำแหน่ง	Bit0	Bit1	Bit2	Bit3	Bit4	Bit5	Bit6	Bit7	ERROR
1	1	1	1	1	0	0	0	0	○
2	0	0	0	0	1	1	1	1	○
3	0	1	1	1	1	0	0	0	○
4	0	0	0	1	1	1	1	0	○
5	0	0	1	1	1	1	0	0	○
6	1	1	1	1	1	1	1	1	○

หมายเหตุ : ○ แทนความถูกต้องในการอ่านค่าแถบแม่เหล็ก

X แทนความผิดพลาดในการอ่านค่าแถบแม่เหล็ก

ตารางที่ 4.6 การอ่านข้อมูล Tag ในแต่ละตำแหน่งของเส้นแถบแม่เหล็ก

เซนเซอร์ ตำแหน่ง	Bit0	Bit1	Bit2	Bit3	Bit4	Bit5	Bit6	Bit7	Position
1	125	117	49	102	0	4	0	0	20.81
2	0	0	8	0	110	57	110	125	79.21
3	79	30	131	129	22	80	0	0	35.55
4	0	0	81	21	134	133	29	81	64.62
5	23	0	138	86	81	135	0	19	49.37
6	133	142	118	124	110	113	108	109	50.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานานาชาติ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

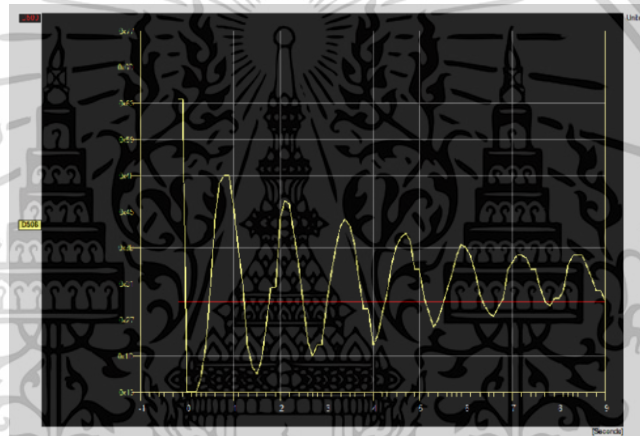
จากผลการทดลองการอ่านค่าแถบแม่เหล็กด้วย AGV Guide Sensor จากตารางที่ 4.5 และ ตารางที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าการอ่านค่าแบบ Analog หรือแบบ Digital นั้นสามารถอ่านค่าจากแถบแม่เหล็กได้ทั้ง 2 แบบ แต่การอ่านค่าแบบ Analog จะให้ความละเอียดในการอ่านมากกว่าเพราะ เซนเซอร์ แต่ละตัวจะให้ข้อมูลในจำนวน 8 บิต ซึ่งนำมาเข้าสมการถ่วงน้ำหนักได้อย่างละเอียด

4.3 การทดลองการปรับค่า PID Controller

จากการทดลองการควบคุมด้วย PID Control นั้นมีการปรับจูนค่า Kp Ki Kd ดังนี้

4.3.1 การปรับค่า PID ครั้งที่ 1

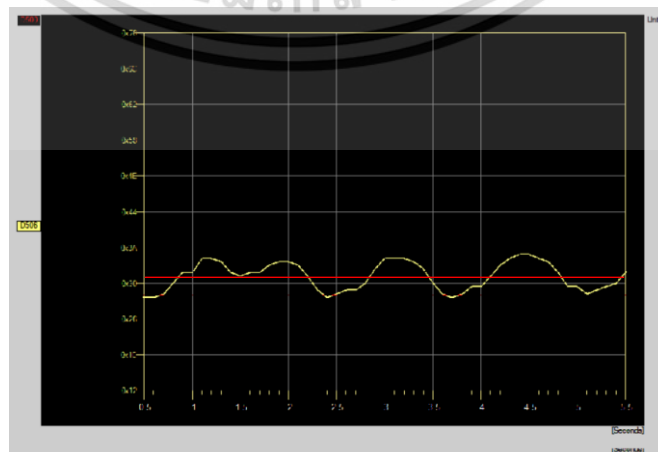
$$K_p = 100 \quad K_i = 0 \quad K_d = 300$$



รูปที่ 4.1 กราฟแสดงผลตอบสนอง Setpoint = 50 ปรับ PID ครั้งที่ 1

4.3.2 การปรับค่า PID ครั้งที่ 2

$$K_p = 50 \quad K_i = 0 \quad K_d = 300$$

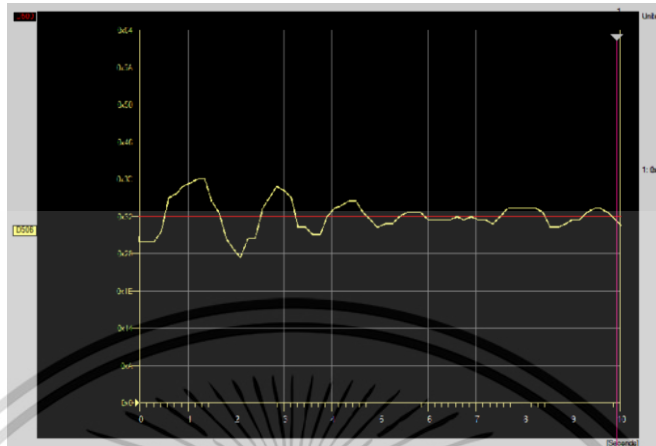


รูปที่ 4.2 กราฟแสดงผลตอบสนอง Setpoint = 50 ปรับ PID ครั้งที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 การปรับค่า PID ครั้งที่ 3

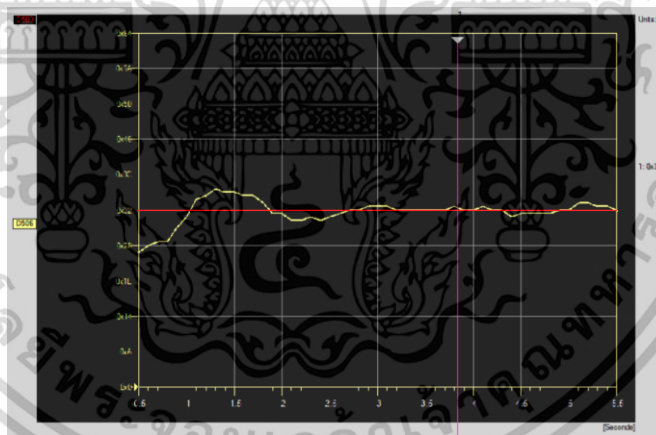
$$K_p = 30 \quad K_i = 0 \quad K_d = 150$$



รูปที่ 4.3 กราฟแสดงผลตอบสนอง Setpoint = 50 ปรับ PID ครั้งที่ 3

4.3.4 การปรับค่า PID ครั้งที่ 4

$$K_p = 30 \quad K_i = 0 \quad K_d = 300$$

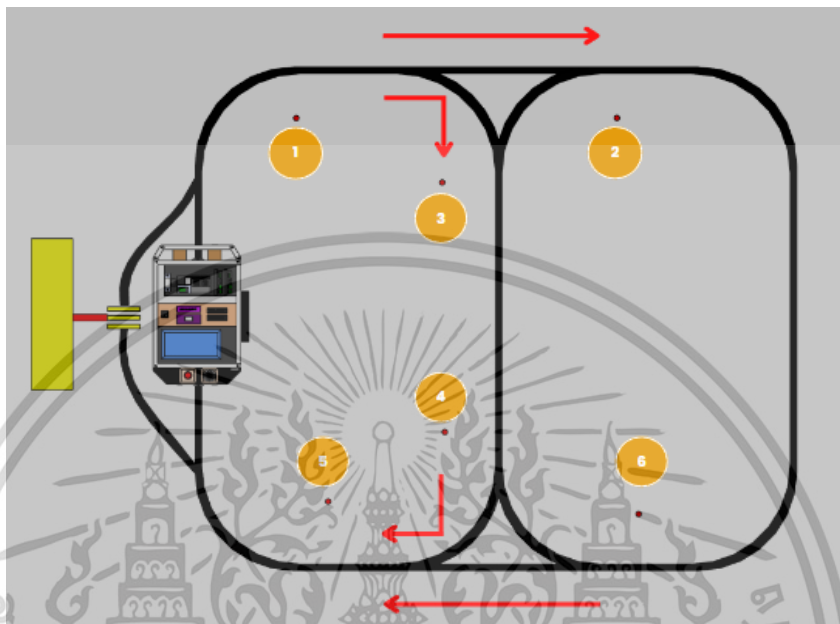


รูปที่ 4.4 กราฟแสดงผลตอบสนอง Setpoint = 50 ปรับ PID ครั้งที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลอง Command การตัดสินใจของรถ AGV บนทางแยก

4.4.1 การทดลองการเคลื่อนที่ในเส้นทางการเคลื่อนที่แบบที่ 1



รูปที่ 4.5 รูปภาพรวมการตัดสินใจเมื่อเจอทางแยกแบบที่ 1

การทดลอง Command การตัดสินใจของรถ AGV บนทางแยกจะตรวจเช็คการเคลื่อนที่ของรถ AGV เมื่ออ่าน Tag RFID ที่ติดตั้งอยู่ในแต่ละตำแหน่ง ว่ามีการตัดสินใจในการเคลื่อนที่ถูกต้องหรือไม่ โดยการตัดสินใจในการเคลื่อนที่ของ RFID Tag ในแต่ละจุดมีผลต่อการตัดสินใจของรถ AGV ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- 1) Tag ตำแหน่งที่ 1 การเคลื่อนที่เดินหน้าเมื่อเจอทางแยกในครั้งแรก และเลี้ยวขวาบนทางแยกในครั้งที่สอง
- 2) Tag ตำแหน่งที่ 2 หยุดการเคลื่อนที่เพื่อรับส่งสินค้า
- 3) Tag ตำแหน่งที่ 3 หยุดการเคลื่อนที่เพื่อรับส่งสินค้า
- 4) Tag ตำแหน่งที่ 4 เลี้ยวขวาเมื่อเจอทางแยก
- 5) Tag ตำแหน่งที่ 5 เดินหน้าเมื่อเจอทางแยก
- 6) Tag ตำแหน่งที่ 6 หยุดการเคลื่อนที่เพื่อรับส่งสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.7 การทดสอบการเคลื่อนที่ในเส้นทางการเคลื่อนที่แบบที่ 1

ครั้งที่	Tag ตำแหน่งที่						
	1		2	3	4	5	6
	เดินหน้า	เลี้ยวขวา	หยุดรถ	หยุด	เลี้ยวขวา	เดินหน้า	หยุดรถ
1	○	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	○	○
4	○	X	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○	○	○
8	○	X	○	○	X	○	○
9	○	○	○	○	○	○	○
10	○	○	○	○	○	○	○

หมายเหตุ : ○ แทนความถูกต้องในการเคลื่อนที่

X แทนความผิดพลาดในการเคลื่อนที่

4.4.2 การทดลองการเคลื่อนที่ในเส้นทางการเคลื่อนที่แบบที่ 2



รูปที่ 4.6 ภาพรวมการตัดสินใจเมื่อเจอทางแยกแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 1) Tag ตำแหน่งที่ 1 เลี้ยวขวาเมื่อเจอทางแยก
- 2) Tag ตำแหน่งที่ 2 หยุดการเคลื่อนที่เพื่อรับส่งสินค้า
- 3) Tag ตำแหน่งที่ 3 เดินหน้าเมื่อเจอทางแยก
- 4) Tag ตำแหน่งที่ 4 เลี้ยวซ้ายเมื่อเจอทางแยกในครั้งแรก และเลี้ยวขวาบนทางแยกในครั้งที่สอง
- 5) Tag ตำแหน่งที่ 7 หยุดการเคลื่อนที่เพื่อรับส่งสินค้า
- 6) Tag ตำแหน่งที่ 8 เลี้ยวซ้ายเมื่อเจอทางแยก

ตารางที่ 4.8 การทดสอบการเคลื่อนที่ในเส้นทางการเคลื่อนที่แบบที่ 2

ครั้งที่	Tag ตำแหน่งที่						
	4		1	2	3	7	8
	เดินหน้า	เลี้ยวขวา	หยุดรถ	หยุดรถ	เลี้ยวขวา	เดินหน้า	หยุดรถ
1	○	○	○	○	○	○	○
2	○	○	○	○	○	○	○
3	○	○	○	○	○	○	○
4	○	X	○	○	○	○	○
5	○	○	○	○	○	○	○
6	○	○	○	○	○	○	○
7	○	○	○	○	○	○	○
8	○	X	○	○	X	○	○
9	○	○	○	○	○	○	○
10	○	○	○	○	○	○	○

หมายเหตุ : ○ แทนความถูกต้องในการเคลื่อนที่

X แทนความผิดพลาดในการเคลื่อนที่

4.5 การทดลองการหยุดการเคลื่อนที่ด้วยการอ่านค่าจากเซนเซอร์ Ultrasonic

การทดลองการควบคุมเคลื่อนที่ ด้วยเซนเซอร์ Ultrasonic นั้นใช้การอ่านค่าระยะทางจาก Ultrasonic มาควบคุมความเร็วของ Servo motor ให้หยุดการหมุน เมื่อระยะเซนเซอร์อ่านได้น้อยกว่า 40 เซนติเมตร ได้ผลการทดลองดังตารางที่

ตารางที่ 4.9 การทดลองการหยุดการเคลื่อนที่ด้วยการอ่านค่าจากเซนเซอร์ Ultrasonic

ครั้งที่	ผลลัพธ์การเคลื่อนที่ในระยะการอ่านน้อยกว่า 50 cm		
	หยุดเคลื่อนที่	ระยะที่อ่านได้ (ซม.)	ERROR (ซม.)
1	○	43	7
2	○	40	10
3	○	40	10
4	○	43	7
5	○	40	10
6	○	40	10
7	○	43	7
8	○	45	5
9	○	40	10
10	○	43	7

หมายเหตุ : ○ แทนความถูกต้องในการเคลื่อนที่

X แทนความผิดพลาดในการเคลื่อนที่

จากการทดลองพบว่ารถสามารถหยุดการเคลื่อนที่ได้เมื่อเซนเซอร์ Ultrasonic อ่านระยะทางได้ต่ำกว่า 50 เซนติเมตร ซึ่งมีค่าความผิดพลาดที่รถจะหยุดในระยะ 50 เซนติเมตร อยู่ที่ 19.3 เปอร์เซ็นต์

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองรถ AGV มอเตอร์ควบคุมแบบ 2 ล้อ นำทางด้วย RFID สามารถอ่าน Tag RFID ได้ผลลัพธ์แตกต่างกันระหว่าง RFID Reader ที่ติดตั้งกับรถ กับไม่ติดตั้งกับรถ ซึ่ง RFID Reader ที่ติดตั้งกับรถจะมีระยะการอ่านน้อยกว่า ผลมาจากสัญญาณรบกวนจากโครงสร้างของรถ AGV และในการทดลองการอ่านค่าของ AGV Guide Sensor การอ่านแบบ Analog จะให้ความละเอียดในการอ่านสูง ซึ่งเหมาะสำหรับการควบคุมให้มีความแม่นยำ เมื่อควบคุม AGV Guide Sensor ร่วมกับ RFID เพื่อตอบสนองการทำงานในเส้นทางที่ออกแบบไว้ การตอบสนองการควบคุมมีผลลัพธ์ที่น่าพอใจ และการทดสอบในด้านความปลอดภัยด้วยเซนเซอร์ Ultrasonic สามารถกำหนดให้มีระยะความปลอดภัยจากรถได้อย่างที่น่าพอใจ

5.2 ปัญหาที่พบขณะทำการทดลอง

1. ข้อจำกัดทางประสิทธิภาพของเซนเซอร์ Ultrasonic
2. ข้อจำกัดทางประสิทธิภาพของ RFID Reader
3. ปัญหาจากการทดลองเมื่อสภาพพื้นที่ไม่เท่ากัน

5.3 ข้อเสนอแนะเพิ่มเติม

สำหรับการพัฒนาต่อในอนาคต อาจใช้การเคลื่อนที่โดยไม่อาศัยเส้นแถบแม่เหล็ก เพราะประสิทธิภาพของแถบแม่เหล็กสามารถโดนรบกวนได้จากสัญญาณในอุตสาหกรรมจากการอ่าน ส่วนในด้านความปลอดภัยควรใช้เซนเซอร์ Ultrasonic ระดับอุตสาหกรรมร่วมกับ PLC จะเพิ่มประสิทธิภาพได้ดีมากขึ้น และเพื่อตอบสนองในความหลากหลายในอุตสาหกรรมต่าง ๆ RFID ควรมีระยะความถี่ที่สูงขึ้นเพื่อความยืดหยุ่นในการควบคุม

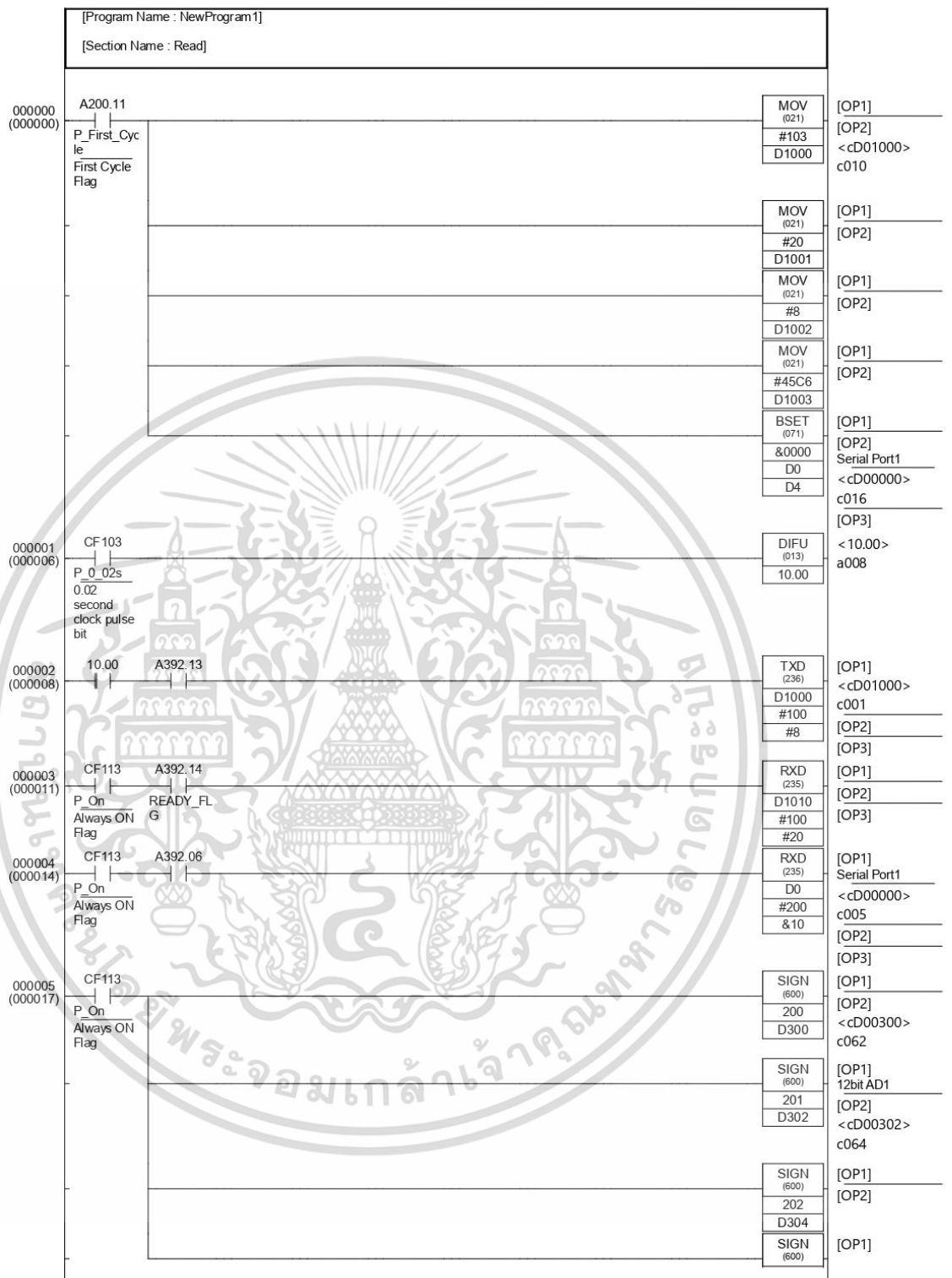
บรรณานุกรม

- [1] เว็บไซต์ Thanop.com (ธรรมพุดคอม).(2555) Technology for Home Applications. สืบค้น 4 ตุลาคม 2565. จาก <https://www.thanop.com/general-article/>
- [2] เว็บไซต์ Fitrox Electronic.(2562) การใช้งาน HC-SR04 Ultrasonic Module. สืบค้น 19 พฤษภาคม 2565. จาก <http://fitrox.lnwshop.com/article/27/tutorial>
- [3] บริษัท เอไอซีเอส จำกัด.(2564) บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ARDUINO UNO R3. สืบค้น 12 พฤษภาคม 2565. จาก <https://www.ai-corporation.net/2021/11/19/arduino-uno-r3>
- [4] Great Oriental Trading Co.,Ltd.(2562) ระบบควบคุมพีไอดี(PID). สืบค้น 21 พฤษภาคม 2565. จาก https://www.gotautomations.com/News/news_detail/23
- [5] บริษัท มาร์คแพค จำกัด.(2562) RFID(อาร์เอฟไอดี) เทคโนโลยีสารพัดประโยชน์. สืบค้น 22 พฤษภาคม 2565. จาก <https://www.pospak.com/th/what-is-rfid-blog>
- [6] บริษัท ริเวอร์พลัส จำกัด.(2563) What is RS232. สืบค้น 16 กันยายน 2565. จาก <https://iiot.riverplus.com/rs232/>
- [7] Nut Veron.(2560) Solid works ขั้นพื้นฐาน. สืบค้น 28 กันยายน 2565. จาก <https://www.slideshare.net/nutveron/solidworks-78878207>
- [8] Beijing Core Future Technology Co., Ltd.(2563) 8-bit magnetic navigation sensor manual. สืบค้น 18 ตุลาคม 2565. จาก <http://en.ccfrobot.com/html/Productcenter/AGVnavigationensor/three3/39.html>
- [9] เกียรติชัย อยู่สุข, ณัฏฐ์ สกกุลพิมพ์รัตน์, ภาณิต พิมมาส, และศศิณธ์ กิจสวัสดิ์. (2564). การประยุกต์การควบคุมด้วย PLC กับ AGV ขับเคลื่อน 2 ล้อนำทางด้วยแถบแม่เหล็ก (วิทยานิพนธ์ปริญญาบัณฑิต). กรุงเทพมหานคร. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. สืบค้นจาก <https://opac.lib.kmitl.ac.th/catalog/results.aspx>



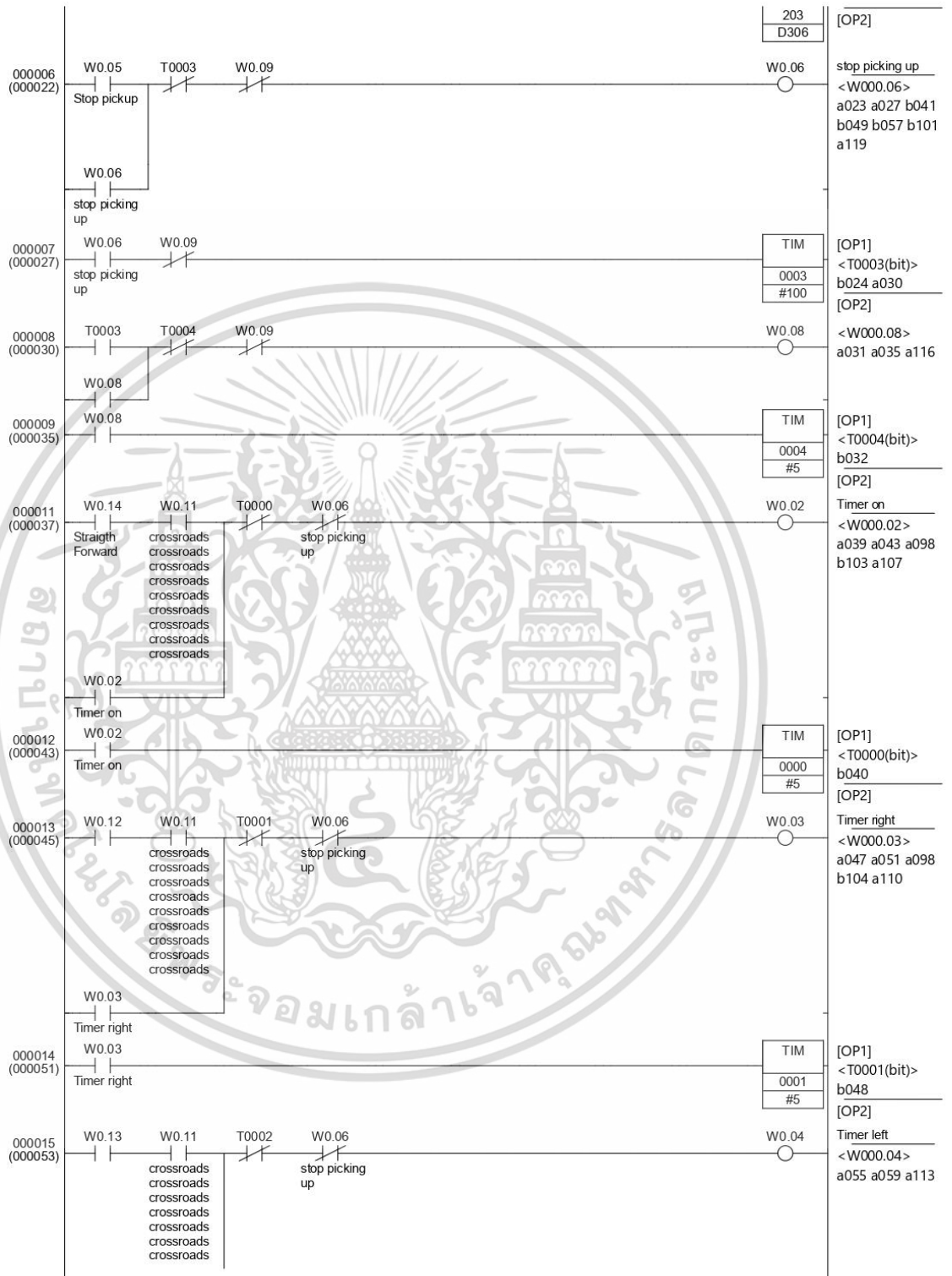
ภาคผนวก ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



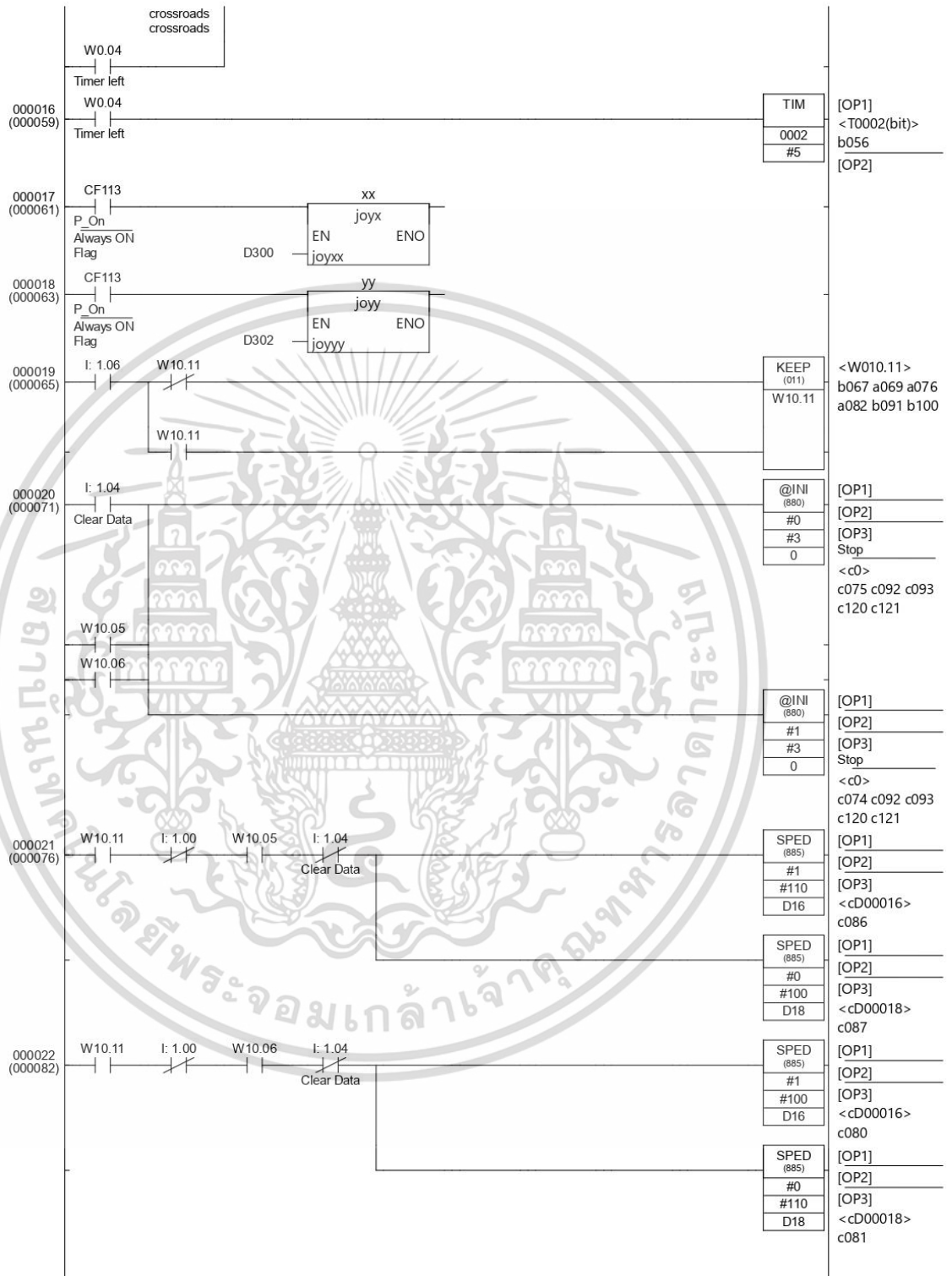
รูปที่ ก-1 โปรแกรมรับส่งและคำนวณพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



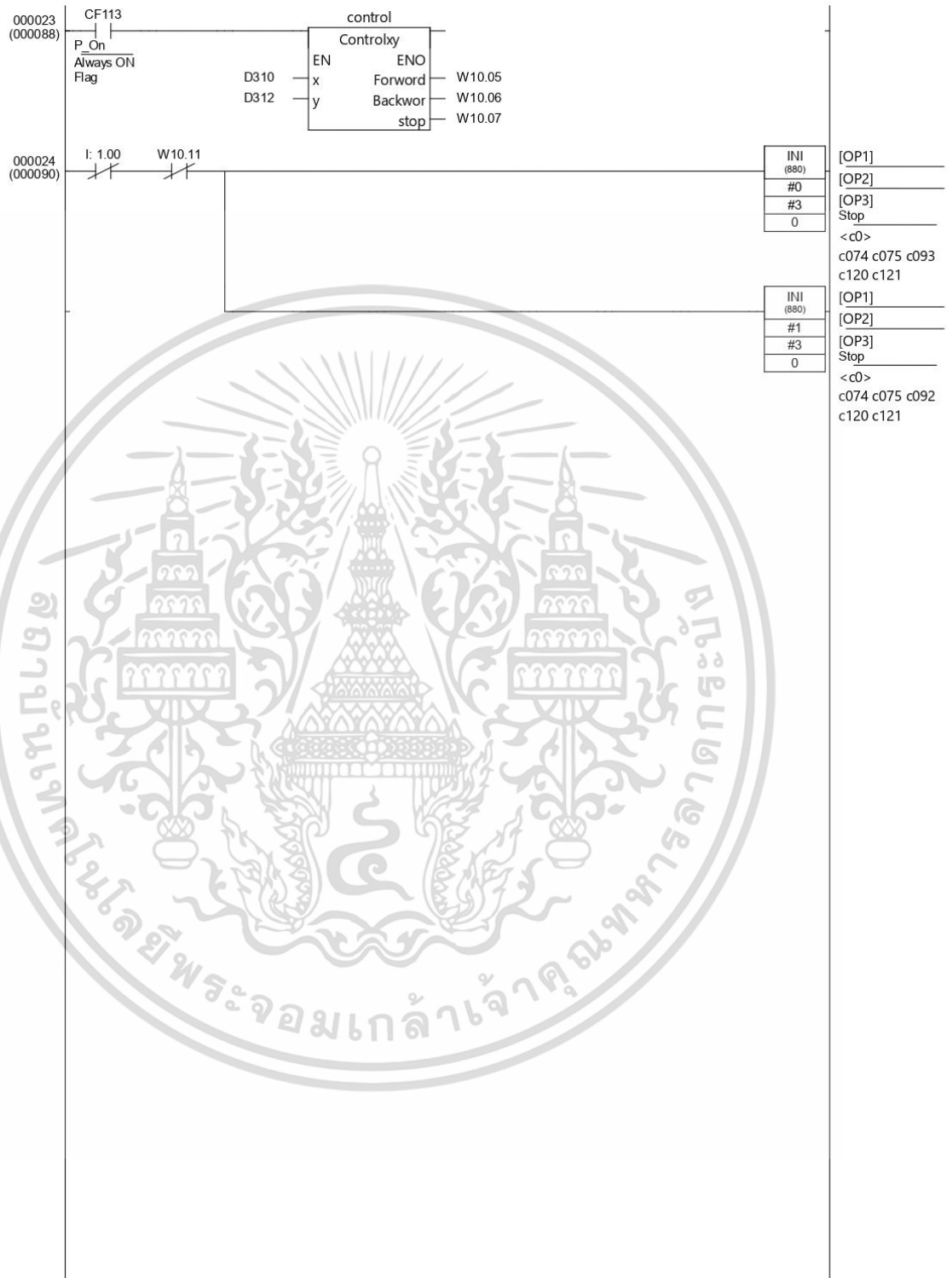
รูปที่ ก-2 โปรแกรมรับ ส่ง และคำนวณพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



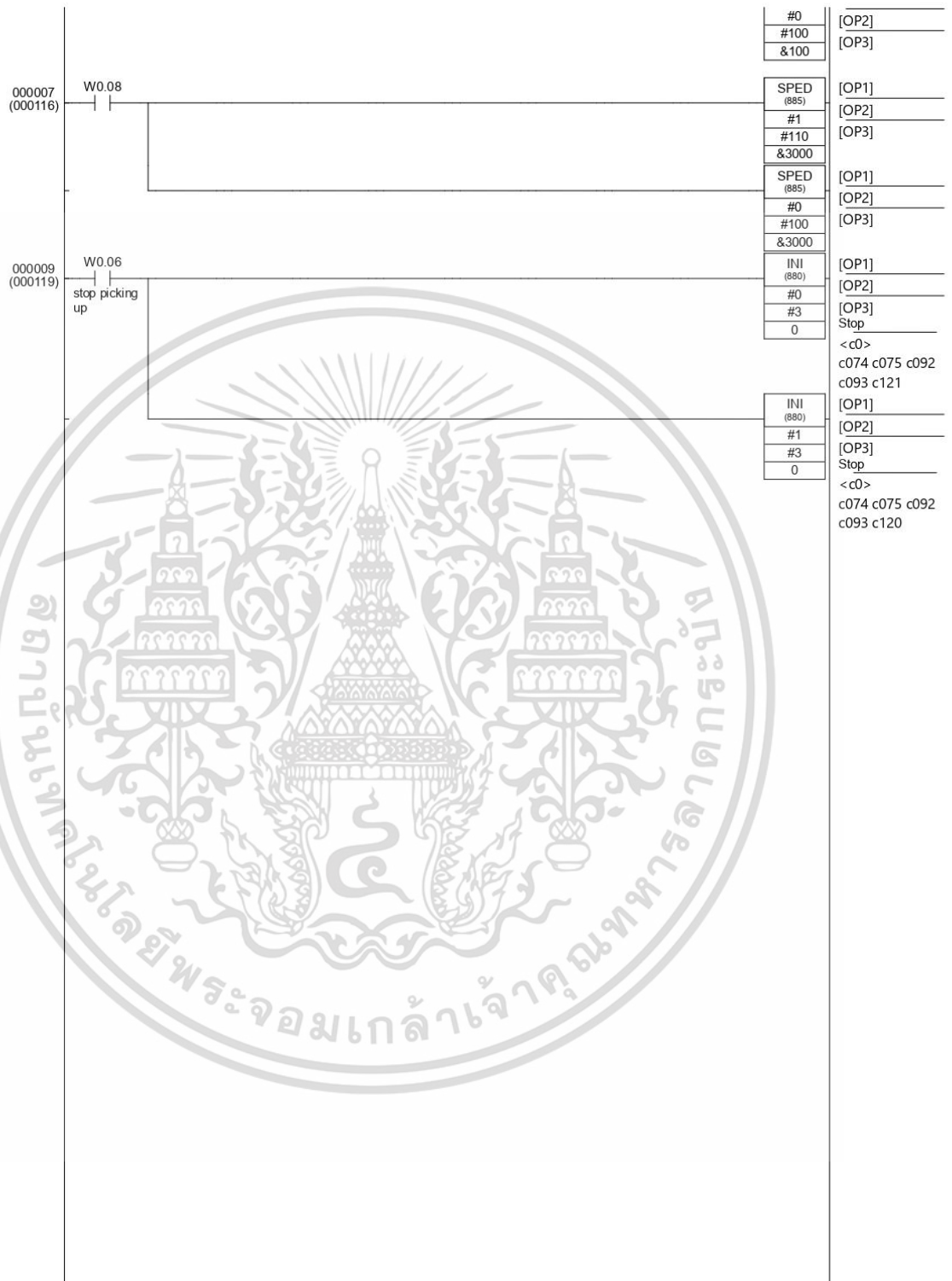
รูปที่ ก-3 โปรแกรมรับส่งและคำนวณพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-4 โปรแกรมรับส่งและคำนวณพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก-6 โปรแกรม Function Block และควบคุมเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	Sequence2	BOOL	No		FALSE	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Outputs	turnright	BOOL	No		FALSE	
Outputs	turnleft	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Straight_forward	BOOL	No		FALSE	
Outputs	lockstop	BOOL	No		FALSE	
Internals	RESULT	INT	No		0	
Internals	redirect	BOOL	No		FALSE	
Internals	j	INT	No		0	
Internals	ID_IN4	WORD	No	D4		
Internals	ID_IN3	WORD	No	D3		
Internals	ID_IN2	WORD	No	D2		
Internals	ID_IN1	WORD	No	D1		
Internals	ID_IN0	WORD	No	D0		
Internals	ID_DATA	WORD[10]	No	D100		
Internals	nutequl	BOOL	No		FALSE	

```

[Function Block Name : Rfid]

FOR j := 0 to 8 DO
  IF ID_IN0 = ID_DATA[(j*5)+0] THEN
    IF ID_IN1 = ID_DATA[(j*5)+1] THEN
      IF ID_IN2 = ID_DATA[(j*5)+2] THEN
        IF ID_IN3 = ID_DATA[(j*5)+3] THEN
          IF ID_IN4 = ID_DATA[(j*5)+4] THEN
            RESULT := j;
          END_IF;
        END_IF;
      END_IF;
    END_IF;
  END_IF;
END_FOR;
IF Sequence2 = TRUE THEN
  IF RESULT = 0 THEN
    lockstop := TRUE;
    turnleft := FALSE;
    turnright := FALSE;
    Straight_forward := FALSE;
    nutequl := TRUE;
  ELSIF RESULT = 1 THEN
    lockstop := TRUE;
    IF redirect = FALSE THEN
      turnleft := FALSE;
      turnright := FALSE;
      Straight_forward := TRUE;
    ELSE
      turnleft := FALSE;
      turnright := TRUE;
      Straight_forward := FALSE;
    END_IF;
  ELSIF RESULT = 2 THEN
    lockstop := FALSE;
    turnleft := FALSE;
    turnright := FALSE;
    Straight_forward := FALSE;
    nutequl := FALSE;
  ELSIF RESULT = 3 THEN
    lockstop := FALSE;
    turnleft := FALSE;
    turnright := TRUE;
    Straight_forward := FALSE;
    nutequl := TRUE;
  ELSIF RESULT = 4 THEN
    lockstop := TRUE;
    turnleft := FALSE;
    turnright := TRUE;
    Straight_forward := FALSE;
  END_IF;

```

รูปที่ ก-7 Structure Text ของ Function block [RFID]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ELSIF RESULT = 5 THEN
  lockstop := FALSE;
  if nutequi = TRUE THEN
    redirect := FALSE;
  ELSE
    redirect := TRUE;
  END_IF;
  turnleft := FALSE;
  turnright := FALSE;
  Straight_forward := FALSE;
ELSIF RESULT = 6 THEN
  lockstop := TRUE;
  turnright := FALSE;
  Straight_forward := TRUE;
  nutequi := FALSE;
END_IF;
ELSE
  IF RESULT = 1 THEN
    redirect := FALSE;
    lockstop := TRUE;
    turnleft := FALSE;
    turnright := TRUE;
    Straight_forward := FALSE;
  ELSIF RESULT = 3 THEN
    lockstop := TRUE;
    turnleft := FALSE;
    turnright := FALSE;
    Straight_forward := FALSE;
  ELSIF RESULT = 4 THEN
    lockstop := TRUE;
    IF redirect = FALSE THEN
      turnleft := TRUE;
      turnright := FALSE;
      Straight_forward := FALSE;
    ELSE
      turnleft := FALSE;
      turnright := TRUE;
      Straight_forward := FALSE;
    END_IF;
  ELSIF RESULT = 7 THEN
    redirect := TRUE;
    lockstop := FALSE;
    turnleft := FALSE;
    turnright := FALSE;
    Straight_forward := FALSE;
  ELSIF RESULT = 5 THEN
    redirect := FALSE;
    lockstop := FALSE;
    turnleft := FALSE;
    turnright := FALSE;
    Straight_forward := FALSE;
  ELSIF RESULT = 8 THEN
    redirect := TRUE;
    lockstop := TRUE;
    turnleft := TRUE;
    turnright := FALSE;
    Straight_forward := FALSE;
  END_IF;
END_IF;

```

รูปที่ ก-8 Structure Text ของ Function block [RFID]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	Mv	UINT	No		0	
Inputs	digital8	BOOL	No		FALSE	
Inputs	digital7	BOOL	No		FALSE	
Inputs	digital6	BOOL	No		FALSE	
Inputs	digital5	BOOL	No		FALSE	
Inputs	digital4	BOOL	No		FALSE	
Inputs	digital3	BOOL	No		FALSE	
Inputs	digital2	BOOL	No		FALSE	
Inputs	digital1	BOOL	No		FALSE	
Inputs	forward	BOOL	No		FALSE	
Inputs	rightt	BOOL	No		FALSE	
Inputs	Ultrasonic_Start	BOOL	No		FALSE	
Inputs	step2	BOOL	No		FALSE	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Outputs	DINT0	UINT	No		0	
Outputs	DINT1	UINT	No		0	
Outputs	DINT2	UINT	No		0	
Outputs	DINT3	UINT	No		0	
Outputs	DINT4	UINT	No		0	
Outputs	DINT5	UINT	No		0	
Outputs	DINT6	UINT	No		0	
Outputs	DINT7	UINT	No		0	
Outputs	DAVG	UINT	No		0	
Outputs	DSIGN	UINT	No		0	
Outputs	Lsped	BOOL	No		FALSE	
Outputs	crossroads	BOOL	No		FALSE	
Outputs	stoppickup	BOOL	No		FALSE	
Internals	READ0	WORD	No	D1011		
Internals	READ1	WORD	No	D1012		
Internals	READ2	WORD	No	D1013		
Internals	READ3	WORD	No	D1014		
Internals	READ4	WORD	No	D1015		
Internals	DAVG_REAL	REAL	No	D200		
Internals	SpedR	UINT	No	D12		
Internals	SpedL	UINT	No	D14		
Internals	Setpoint	UINT	No	D202		
Internals	Mvscale	REAL	No		0.0	
Internals	SpdRealL	REAL	No		0.0	
Internals	SpdRealR	REAL	No		0.0	
Internals	Mw	REAL	No		0.0	
Internals	testreal	REAL	No		0.0	
Internals	PID	REAL	No		0.0	
Internals	error	REAL	No		0.0	
Internals	P	REAL	No		0.0	
Internals	I	REAL	No		0.0	
Internals	D	REAL	No		0.0	
Internals	previous_error	REAL	No		0.0	
Internals	MVID	REAL	No		0.0	
Internals	Pv	UINT	No	D506		
Internals	online	BOOL	No		FALSE	
Internals	last_position	BOOL	No		FALSE	
Internals	i1	UINT	No		0	
Internals	i2	UINT	No		0	

รูปที่ ก-9 Structure Text ของ Function block [PID Controller]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Internals	i3	UINT	No		0	
Internals	i4	UINT	No		0	
Internals	i5	UINT	No		0	
Internals	i6	UINT	No		0	
Internals	i7	UINT	No		0	
Internals	i8	UINT	No		0	
Internals	isum	UINT	No		0	
Internals	P_error	UINT	No	D32		
Internals	i_error	UINT	No	D33		
Internals	D_error	UINT	No	D34		
Internals	P_real	REAL	No		0.0	
Internals	i_real	REAL	No		0.0	
Internals	D_real	REAL	No		0.0	
Internals	Ultrasonic	UINT	No	D304		
Internals	scalestop	REAL	No		0.0	

```
[Function Block Name : PIDcontroller]

DINT0 := WORD_TO_UINT(READ0 AND (16#00FF));
DINT1 := (WORD_TO_UINT(READ1)) / 256;

DINT2 := WORD_TO_UINT(READ1 AND (16#00FF));
DINT3 := (WORD_TO_UINT(READ2)) / 256;

DINT4 := WORD_TO_UINT(READ2 AND (16#00FF));
DINT5 := (WORD_TO_UINT(READ3)) / 256;

DINT6 := WORD_TO_UINT(READ3 AND (16#00FF));
DINT7 := (WORD_TO_UINT(READ4)) / 256;

DSIGN := (DINT0 * 0) + (DINT1 * 1) + (DINT2 * 2) + (DINT3 * 3) + (DINT4 * 4) + (DINT5 * 5) + (DINT6 * 6) + (DINT7 * 7);
DAVG := DINT0 + DINT1 + DINT2 + DINT3 + DINT4 + DINT5 + DINT6 + DINT7;

IF digital8 = TRUE THEN
    i8 := 1;
ELSE
    i8 := 0;
END_IF;
IF digital7 = TRUE THEN
    i7 := 1;
ELSE
    i7 := 0;
END_IF;
IF digital6 = TRUE THEN
    i6 := 1;
ELSE
    i6 := 0;
END_IF;
IF digital5 = TRUE THEN
    i5 := 1;
ELSE
    i5 := 0;
END_IF;
IF digital4 = TRUE THEN
    i4 := 1;
ELSE
    i4 := 0;
END_IF;
IF digital3 = TRUE THEN
    i3 := 1;
ELSE
    i3 := 0;
END_IF;
IF digital2 = TRUE THEN
    i2 := 1;
ELSE
    i2 := 0;
END_IF;
IF digital1 = TRUE THEN
    i1 := 1;
ELSE
    i1 := 0;
END_IF;

isum := i1+i2+i3+i4+i5+i6+i7+i8;

scalestop := 1.00;

END_IF;
END_IF;

IF Ultrasonic_Start = TRUE THEN
    SpdR := REAL_TO_UINT (SpdReal*scalestop);
    SpdL := REAL_TO_UINT (SpdReal*scalestop);
ELSE
    SpdR := REAL_TO_UINT (SpdReal*scalestop);
    SpdL := REAL_TO_UINT (SpdReal*scalestop);
END_IF;
```

รูปที่ ก-10 Structure Text ของ Function block [PID Controller]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	joyxx	INT	No		0	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Internals	Zero	BOOL	No		FALSE	
Internals	Upper	BOOL	No		FALSE	
Internals	Lower	BOOL	No		FALSE	
Internals	joyx	INT	No		0	
Internals	outx	INT	No	D310		

```
[Function Block Name : joyx]

joyx := joyxx;
IF joyx >= 3000 AND joyx <= 3300 THEN
  outx := 3000;
  Zero := TRUE;
ELSIF joyx <= 3000 AND joyx >= 2800 THEN
  outx := 3000;
  Zero := TRUE;
ELSE
  Zero := FALSE;
END_IF;
IF joyx >= 6000 THEN
  outx := 6000;
  Upper := TRUE;
ELSE
  Upper := FALSE;
END_IF;
IF joyx <= 20 THEN
  outx := 0;
  Lower := TRUE;
ELSE
  Lower := FALSE;
END_IF;
IF Upper = FALSE AND Lower = FALSE AND Zero = FALSE THEN
  outx := joyx;
END_IF;
```

รูปที่ ก-11- Structure Text ของ Function block [JoyX]

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	joyyy	INT	No		0	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Internals	Zero	BOOL	No		FALSE	
Internals	Upper	BOOL	No		FALSE	
Internals	Lower	BOOL	No		FALSE	
Internals	joyy	INT	No		0	
Internals	outy	INT	No	D312		

```
[Function Block Name : joyy]

joyy := joyyy;
IF joyy >= 2700 AND joyy <= 3050 THEN
  outy := 3000;
  Zero := TRUE;
ELSIF joyy <= 2699 AND joyy >= 2650 THEN
  outy := 3000;
  Zero := TRUE;
ELSE
  Zero := FALSE;
END_IF;
IF joyy >= 6000 AND joyy < 7000 THEN
  outy := 6000;
  Upper := TRUE;
ELSE
  Upper := FALSE;
END_IF;
IF joyy <= 5 OR joyy >= 8000 THEN
  outy := 0;
  Lower := TRUE;
ELSE
  Lower := FALSE;
END_IF;
IF Upper = FALSE AND Lower = FALSE AND Zero = FALSE THEN
  outy := joyy;
END_IF;
```

รูปที่ ก-12 Structure Text ของ Function block [JoyY]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Variable Type	Name	Data Type	Retained	AT	Initial Value	Comment
Inputs	EN	BOOL	No		FALSE	Controls execution of the Function Block.
Inputs	x	INT	No		0	
Inputs	y	INT	No		0	
Outputs	ENO	BOOL	No		FALSE	Indicates successful execution of the Function Block.
Outputs	Forword	BOOL	No		FALSE	
Outputs	Backword	BOOL	No		FALSE	
Outputs	stop	BOOL	No		FALSE	
Internals	Wheel2	INT	No	D18		
Internals	Wheel1	INT	No	D16		
Internals	scaly	INT	No		0	
Internals	scalx	INT	No		0	

[Function Block Name : Controlxy]

```

IF x > 3000 AND y = 3000 THEN
  scalx := (6000/(6000-3000))*(x-3000)+0;
  Forword := TRUE;
  Backword := FALSE;
  Wheel1 := scalx;
  Wheel2 := scalx;
ELSIF x < 3000 AND y = 3000 THEN
  scalx := ((0-6000)/3000)*(x-0)+6000;
  Forword := FALSE;
  Backword := TRUE;
  Wheel1 := scalx;
  Wheel2 := scalx;
ELSIF y > 3000 AND x = 3000 THEN
  scaly := (6000/(6000-3000))*(y-3000)+0;
  Forword := TRUE;
  Backword := FALSE;
  Wheel1 := scaly;
  Wheel2 := 0;
ELSIF y < 3000 AND x = 3000 THEN
  scaly := ((0-6000)/3000)*(y-0)+6000;
  Forword := TRUE;
  Backword := FALSE;
  Wheel1 := 0;
  Wheel2 := scaly;
ELSIF y > 3000 AND x > 3000 THEN
  scalx := (6000/(6000-3000))*(x-3000)+0;
  scaly := ((6000/(6000-3000))*(y-3000)+0)/2;
  Forword := TRUE;
  Backword := FALSE;
  Wheel1 := scalx;
  Wheel2 := scalx;
ELSIF y > 3000 AND x < 3000 THEN
  scalx := ((0-6000)/3000)*(x-0)+6000;
  scaly := ((6000/(6000-3000))*(y-3000)+0)/2;
  Forword := FALSE;
  Backword := TRUE;
  Wheel1 := scaly;
  Wheel2 := scalx;
ELSIF y < 3000 AND x < 3000 THEN
  scalx := (((0-6000)/3000)*(y-0)+6000)/2;
  scaly := ((0-6000)/3000)*(x-0)+6000;
  Forword := FALSE;
  Backword := TRUE;
  Wheel1 := scaly;
  Wheel2 := scaly;
ELSIF y < 3000 AND x > 3000 THEN
  scalx := (6000/(6000-3000))*(x-3000)+0;
  scaly := (((0-6000)/3000)*(y-0)+6000)/2;
  Forword := TRUE;
  Backword := FALSE;
  Wheel1 := scaly;
  Wheel2 := scaly;
ELSE
  scaly := 0;
  scalx := 0;
END_IF;
IF y = 3000 AND x = 3000 THEN
  stop := TRUE;

  Wheel1 := 0;
  Wheel2 := 0;
ELSE
  stop := FALSE;
END_IF;
IF scalx < 0 THEN
  scalx := 0;
END_IF;
IF scaly < 0 THEN
  scaly := 0;
END_IF;
IF Wheel1 < 0 THEN
  Wheel1 := 0;
END_IF;
IF Wheel2 < 0 THEN
  Wheel2 := 0;
END_IF;
IF scalx > 6500 OR scaly > 6500 OR Wheel1 > 6500 OR Wheel2 > 6500 THEN
  scalx := 0;
  Wheel1 := 0;
  scaly := 0;
  Wheel2 := 0;
END_IF;

```

รูปที่ ก-13 Structure Text ของ Function block [Control XY]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

ultrasonic_test$
int TriggerPIN1 = 7;
int EchoPIN = 8;
int TiggerPIN2 = 2;
int EchoPIN2 = 3;

void setup() {
  pinMode(TriggerPIN1, OUTPUT);
  pinMode(EchoPIN2, INPUT);
  pinMode(TiggerPIN2, OUTPUT);
  pinMode(EchoPIN2, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}
int x,y;
int count=0;
void loop() {
  digitalWrite(TriggerPIN1, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TriggerPIN1, HIGH);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TriggerPIN1, LOW);
  long timedelay = pulseIn(EchoPIN, HIGH);
  int distance1 = 0.0343 * (timedelay/2);
  Serial.print("PWM1 : ");
  Serial.print(x);
  Serial.print(" distanel : ");
  Serial.print(distance1);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TiggerPIN2, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TiggerPIN2, LOW);
  long td = pulseIn(EchoPIN2, HIGH);
  int distance2 = 0.0343 * (td/2);
  Serial.print(" PWM2 : ");
  Serial.print(y);
  Serial.print(" distance2 : ");
  Serial.println(distance2);
  if(distance2<=50||distance1<=50){
  count=0;
  x=0;
  y=0;
  }else if(distance2<=60||distance1<=60){ count++;
  x=120;
  y=120;
  }else if(distance2<=4000&&distance1<=4000){count++;
  x=255;
  y=255;
  }else{
  x=0;
  y=0;
  }
  if(count<50){
  x=0;
  y=0;
  }
  analogWrite(9, x);
  analogWrite(10, x);
}

```

รูปที่ ก-14 Arduino code โปรแกรมอ่านระยะทางจาก Ultrasonic HC-04

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้