



หุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

ROBOTS PICKING UP TRASH ON THE BEACH

ปิยวัฒน์ ทองบุรี

ราชวัตร คงเม่ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2021

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2564

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
เรื่อง หุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

ROBOTS PICKING UP TRASH ON THE BEACH

ผู้จัดทำ

- | | | |
|-----------------------|--------------|----------|
| 1.นายปวิวัฒน์ ทองบุรี | รหัสนักศึกษา | 61511023 |
| 2.นายราชวัตร คงเม่ง | รหัสนักศึกษา | 61511026 |



.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปริญญาบัตร	หุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด		
นักศึกษา	นายปิยวัฒน์ ทองบุรี	รหัสนักศึกษา	61511023
	นายราชวัตร คงเม่ง	รหัสนักศึกษา	61511026
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล		
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์		
ปีการศึกษา	2564		

บทคัดย่อ

ปริญญาบัตรฉบับนี้ขอเสนอ หุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด การออกแบบชิ้นงานจะถูกแบ่งออกไป 2 ส่วนสำคัญ ได้แก่ ส่วนของการขับเคลื่อนและส่วนของการเก็บขยะ โดยการควบคุมจะใช้การควบคุมผ่านพีแอลซีผ่านอินเทอร์เน็ตสามารถแสดงสถานะการทำงานผ่านทางหน้าจอของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดไม่ว่าจะเป็นการแสดงค่าของอุณหภูมิของตัวหุ่นยนต์เมื่ออุณหภูมิที่ตัวหุ่นยนต์มีค่ามากกว่า 30 องศา จะสั่งการให้พัดลมดูดอากาศทำงาน และสามารถควบคุมการทำงานของตัวหุ่นยนต์ได้ที่ระยะ 100 เมตร ระยะเวลาการใช้งานของตัวหุ่นยนต์อยู่ที่ 1 ชม 30 นาที ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง โดยการทำงานทั้งหมดของหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดจะใช้พีแอลซีในการควบคุมการทำงานทั้งหมดของตัวหุ่นยนต์

จากการทดลองหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด ตัวหุ่นยนต์สามารถควบคุมการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่ว่าจะเป็นการตรวจวัดอุณหภูมิภายในและการแสดงค่าสถานะต่างๆได้ทันกับเวลาจริง (real time) ของการทำงานทั้งหมดของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

Project Title	ROBOTS PICKING UP TRASH ON THE BEACH	
Student	Mr. Piyawat Thongburee	ID 61511023
	Mr. Ratchawat Khongmeng	ID 61511026
Advisor	Asst.Prof. Dr. Phasapon Manosukritkul	
Degree	Bachelor of Engineering	
Program in	Electronics Engineering	
Academic Year	2021	

ABSTRACT

This thesis would like to present Robots picking up trash on the beach. The design of the workpiece is divided into two main parts: part of the drive and part of the garbage collection by controlling it, using PLC control via the Internet, it can show the working status via the screen of the beachside garbage collector. If the display of the temperature of the robot when the temperature of the robot is greater than 30 degrees, it will command the exhaust fan to work. and can control the operation of the robot at a distance of 100 meters. The operating time of the robot is 1.30 hours per charge.

In summaries, the beachside garbage collection robot experiment. The robot can control the work effectively, such as measuring internal temperature and displaying various status values in real-time.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาโทฉบับนี้และโครงการขึ้นนี้สำเร็จลุล่วงอย่างสมบูรณ์ได้ ต้องอาศัยการทุ่มเท แรงกายแรงใจ ความอดทน และความพยายามเป็นอย่างมาก อีกทั้งยังมีบุคคลอีกหลายคนที่ได้ให้การสนับสนุน ให้การช่วยเหลือมากมายในแต่ละด้านที่แตกต่างกันไป ผู้จัดทำจึงขอใช้พื้นที่ส่วนนี้ กล่าวคำขอบพระคุณและคำขอบคุณไปยังผู้มีส่วนร่วมเกี่ยวข้องทุกท่าน

ขอขอบพระคุณคุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การส่งเสริมและสนับสนุนค่าใช้จ่าย ตลอดเวลาในการเรียนและทำโครงการขึ้นนี้พร้อมด้วยกำลังใจความรักและความห่วงใยที่ผู้จัดทำ ได้รับเสมอมาขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล อาจารย์ที่ปรึกษาและคณาจารย์ผู้ซึ่ง ให้คำแนะนำคำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งในการออกแบบ และการสร้างชิ้นงาน รวมไปถึงการจัดรูปแบบเล่มของโครงการ ตลอดจนการติดตามเกี่ยวกับโครงการตลอดมา

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือ และให้คำปรึกษาในการทำโครงการจนสำเร็จ ลุล่วงไปได้ด้วยดี ทั้งในด้านของความรู้ การแบ่งปันอุปกรณ์ต่างๆ รวมถึงกำลังใจและการช่วยเหลือในทุกด้านที่มีให้เสมอมา

คุณค่า ประโยชน์และคุณงามความดีที่ได้จากปริญญาโทฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบแก่ผู้มีส่วนร่วมส่วนเกี่ยวข้องทุกคน

ปิยวัฒน์ ทองบุรี

ราชวัตร คงเม่ง

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	I
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา.....	1
1.3 สมมุติฐานของโครงการ.....	1
1.4 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 แผนการดำเนินงาน	2
1.7 โครงสร้างปริญญาานิพนธ์	4
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	5
2.1 พีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC)	5
2.1.1 โครงสร้างของ พีแอลซี (PLC).....	7
2.2 รีเลย์ (relay)	7
2.2.1 หลักการเบื้องต้น.....	8
2.2.2 ชนิดของรีเลย์	9
2.2.3 หน้าสัมผัสของรีเลย์.....	11
2.3 มอเตอร์เกียร์ กระแสตรง	12
2.3.1 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า.....	13
2.3.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า.....	14
2.4 โมดูลสเตปดาวน์ (Step-Down).....	15
2.5 แบตเตอรี่ (Battery).....	15
2.5.1 ชนิดของแบตเตอรี่.....	16
2.6 โมดูลแสดงผล (Display).....	19
2.7 พัฒนาระบายความร้อน A0151.....	20

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.8 เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ (object detection sensor)	21
2.8.1 ชนิดของเซ็นเซอร์	22
2.9 สวิตช์ (LA38-11X2)	23
2.10 สัญญาณไฟฟ้า (Buzzer).....	24
2.11 สวิตช์ LA38-11D Reset	25
2.12 สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch).....	25
บทที่ 3 วิธีการออกแบบ	28
3.1 บล็อกไดอะแกรมของส่วนต่าง ๆ ในโครงงาน	28
3.2 โพรซาร์ท.....	29
3.3 การออกแบบโครงสร้าง	30
3.3.1 วัตถุประสงค์	32
3.3.2 โครงสร้างของตัวเก็บขยะ	33
3.3.3 โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด	34
3.4 การออกแบบวงจรและโปรแกรมพีแอลซี	35
3.4.1 แบบวงจรที่ใช้งานร่วมกับพีแอลซี	35
3.5 การใช้งานโปรแกรม จีเอ็กซ์เวิร์ค 2 (GX Works2)	37
3.5.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการใช้งานตัวซอฟต์แวร์ จีเอ็กซ์เวิร์ค 2.....	37
3.5.2 การจำลองเพื่อที่จะทดสอบและลิงค์ไปยังพีแอลซี.....	40
3.6 การออกแบบโปรแกรม HMI.....	43
3.7 การออกแบบวงจรภายใน.....	47
3.7.1 ขั้นตอนการเข้าถึงโปรแกรมและหน้าต่างของตัวโปรแกรม	47
3.8 การเขียนโปรแกรมควบคุมทั้งระบบ	51
3.9 หน้าต่างการควบคุมของตัวโครงงาน.....	56
บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบ.....	59
4.1 การทดลองแรงดันเอาต์พุตแรงดันของพีแอลซี.....	59
4.1.1 วิธีการทดลอง	59
4.2 ทดลองการควบคุมที่ระยะ 0-100 เมตร	62

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.2.1 วัตถุประสงค์.....	62
4.2.2 อุปกรณ์ในการทดลอง	62
4.3 การทดลองการแกว่งเตือนวัตถุ.....	64
4.3.1 วัตถุประสงค์.....	64
4.3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง	64
4.4 การทดลองการตรวจวัดอุณหภูมิ	66
4.4.1 วัตถุประสงค์.....	66
4.4.2 อุปกรณ์ในการทดลอง	66
4.5 การทดลองการเก็บขยะ.....	69
4.6 การทดสอบการควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน	74
บทที่ 5	76
5.1 สรุปผลการทดลอง	76
5.1.1 การทดสอบแรงดันเอาต์พุตแรงดันของพีแอลซี	76
5.1.2 ทดสอบการควบคุมระยะ 100 เมตร.....	76
5.1.3 การทดสอบการแกว่งเตือนวัตถุ.....	76
5.1.4 การทดสอบการตรวจวัดอุณหภูมิ.....	76
5.1.5 การทดสอบการเก็บขยะ	76
5.2 ปัญหาและอุปสรรค.....	76
5.3 ข้อเสนอแนะและการแก้ไขปัญหา.....	77
เอกสารอ้างอิง	78
ภาคผนวก ก.....	80
ภาคผนวก ข.....	90
ภาคผนวก ค.....	95
ประวัติผู้เขียน.....	118

สารบัญตาราง

หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการภาคเรียนที่ 1	3
1.2 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการภาคเรียนที่ 2	4
3.1 หน้าที่การทำงานของพีแอลซี	36
4.1 การทดลองวัดแรงดันเอาต์พุตของพีแอลซีและแรงดันของตัวมอเตอร์	59
4.2 การควบคุมที่ระยะทาง 0 – 100 เมตร	62
4.3 การทดสอบการแจ้งเตือนและหยุดการทำงานที่ระยะ 0 ถึง 30 เซนติเมตร	64
4.4 การทดสอบการเปิด/ปิดการทำงานของพัดลมระบายความร้อน	66
4.5 การทดสอบการเก็บขยะ	73
4.6 การทดสอบการควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน	75

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
2.1 พีแอลซี	5
2.2 ลักษณะโครงสร้างของพีแอลซี	6
2.3 รีเลย์ 24 โวลต์.....	8
2.4 โครงสร้างภายในอาร์เมเจอร์รีเลย์.....	9
2.5 รีดรีเลย์โดยใช้สนามแม่เหล็ก	10
2.6 แสดงการทำงานของรีดรีเลย์.....	10
2.7 การทำงานของโซลิดสเตตรีเลย์	11
2.8 หน้าสัมผัสของรีเลย์.....	12
2.9 มอเตอร์เกียร์ กระแสตรง.....	13
2.10 หลักการสร้างพลังงานกลโดยอาศัยสนามแม่เหล็กทั้งสองชุด	13
2.11 มอเตอร์กระแสตรง	14
2.12 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ	14
2.13 โมดูลสเตปดาวน์	15
2.14 แบตเตอรี่.....	16
2.15 แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด	17
2.16 แบตเตอรี่ชนิดเจล	17
2.17 แบตเตอรี่ตะกั่ว	18
2.18 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน	19
2.19 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต	19
2.20 HMI SAMKOOON AK-043AW.....	20
2.21 พัฒนาระบายความร้อน.....	21
2.22 โครงสร้างภายในของพัฒนาระบายอากาศ.....	21
2.23 เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ INFRARED PHOTOELECTRIC SWITCH SENSOR E18-D80NK.....	22
2.24 เซ็นเซอร์ชนิด NPN	22
2.25 เซ็นเซอร์ชนิด PNP	23

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
2.26 สวิตช์ LA38-11X2	24
227 สัญญาณไฟฟ้า (BUZZER).....	24
2.28 สวิตช์ LA38-11D RESET	25
2.29 STOP SWITCH EMERGENCY LAY37-11ZSD	26
2.30 เซ็นเซอร์วัตถุหนี 27	27
3.1 บล็อกไดอะแกรมส่วนต่าง ๆ ในการออกแบบหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด	28
3.2 โฟร์ชาร์ต.....	29
3.3 โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด	30
3.4 โครงสร้างด้านข้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด	31
3.5 โครงสร้างด้านหน้าของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด	31
3.6 อุปกรณ์ภายในตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด.....	32
3.7 โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด	33
3.8 โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด	34
3.9 การออกแบบวงจรใช้งานร่วมกับพีแอลซี	35
3.10 การกำหนดค่าเบื้องต้นของจีเอ็กซ์เวิร์ค 2	37
3.11 หน้าต่าง NEW PROJECT	38
3.12 หน้าต่างการเขียน LADDER	38
3.13 การเริ่มต้นเขียน LADDER.....	39
3.14 ตัวอย่างการเขียน LADDER.....	39
3.15 การจำลอง	40
3.16 รูปแบบหน้าต่างการจำลอง	40
3.17 การ SETUP CONNERCTION1.....	41
3.18 การดาวน์โหลด LADDER ไปยังพีแอลซี	41
3.19 การเขียนโปรแกรมลงพีแอลซี	42
3.20 ไอคอนโปรแกรม AKWORKSHOP	43
3.0.21 การ NEW PROJECT	43
3.22 เริ่มต้นการ NEW PROJECT	44

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
3.23 การสร้างปุ่มกดบนจอ HMI	44
3.24 การเลือก INPUT ของตัวจอ HMI	45
3.25 ตัวอย่างหน้าต่างการเขียน HMI	45
3.26 หน้าต่างเมนู DOWNLOAD	46
3.27 การ DOWNLOAD ไปยังตัวจอ HMI	46
3.28 หน้าตาโปรแกรมการใช้งาน	47
3.29 หน้าตาการสร้างหน้า DRAWING	47
3.30 ตัวอย่างการออกแบบวงจรภายใน.....	48
3.31 การออกแบบวงจรภายใน.....	48
3.32 วงจรภายในทั้งหมดของตัวโครงงาน.....	49
3.33 วงจรการควบคุมมอเตอร์	50
3.34 แลตเตอร์สำหรับการตรวจจับอุณหภูมิ.....	51
3.35 แสดงการตรวจจับวัตถุและหยุดการทำงาน	52
3.36 การควบคุมการเคลื่อนไหว.....	53
3.37 การเคลื่อนไหวเป็นพื้นที่ (ต่อ).....	54
3.38 การเคลื่อนไหวเป็นพื้นที่.....	55
3.39 หน้าต่างของการควบคุมตัวจอ HMI.....	56
3.40 หน้าต่างเมนูหลักของการควบคุมโครงงาน	56
3.41 หน้าต่างการควบคุมด้วยมือ	57
3.42 แสดงหน้าต่างการทำงานเป็นพื้นที่ของตัวโครงงาน	57
3.43 แสดงการทำงาน	58
4.1 แรงดันที่ออกมาจากพีแอลซี.....	60
4.2 แรงดันที่มอเตอร์ใช้งาน	60
4.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานของตัวมอเตอร์.....	61
4.4 หน้าต่างการควบคุม.....	63
4.5 ระยะเวลาควบคุมที่ 100 เมตร	63
4.6 ระยะเวลาเร่งเตือนที่ 0 ถึง 30 เซนติเมตร.....	65

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
4.7 การแสดงสถานะการทำงานบนโปรแกรม GX WORKS2	65
4.8 หน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผล	67
4.9 เซนเซอร์ในการตรวจวัดอุณหภูมิ	67
4.10 พัฒนาระบายอากาศของตัวหุ่นยนต์	68
4.11 รูปแบบการเขียนแลตเตอร์ของตัวถังเตือนการเก็บขยะ	69
4.12 ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 2 ตารางเมตร	69
4.13 รูปแบบของตัวชิ้นงาน	70
4.14 ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 3 ตารางเมตร	70
4.15 ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 3 ตารางเมตร	71
4.16 ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 4 ตารางเมตร	71
4.17 ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 4 ตารางเมตร	72
4.18 ทดสอบการเก็บขยะที่ 8500 ลูกบาศก์เซนติเมตร	72
4.19 หน้าต่างการแจ้งเตือนเมื่อขยะครบ 8500 ลูกบาศก์เซนติเมตร	73
4.20 หน้าจอโปรแกรม AKWORKSHOP	74
4.21 หน้าจอ IP ADDRESS ของหน้าจอ HMI	74
4.22 หน้าจอการควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน	75

บทที่ 1

บทนำ

ในส่วนบทนี้จะกล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ของโครงการ สมมติฐานของโครงการ ขอบเขตของโครงการ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ แผนการดำเนินงาน และ โครงสร้างของปริญญาโท

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงการ

เนื่องจากในปัจจุบันมีขยะตามชายหาดส่งผลกระทบต่อสัตว์ในทะเล และนักท่องเที่ยวจึง ทำให้มีสภาพแวดล้อมของชายหาดที่มีขยะอยู่จำนวนมากอาจส่งผลกระทบต่อปัญหาโลกร้อนที่จะ ส่งผลกระทบต่อระดับน้ำทะเลที่เพิ่มสูงขึ้น และอุณหภูมิที่สูงขึ้นจากการขยายตัวของทางความร้อน ของน้ำในมหาสมุทร จึงเกิดปัญหาโลกร้อนที่ก่อผลเสียมากกว่าในยุคปัจจุบัน

จากสาเหตุดังกล่าว ผู้จัดทำเล็งเห็นถึงความสำคัญของปัญหานี้ จึงได้คิดค้นการ ออกแบบหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด เพื่อที่จะช่วยลดปัญหาโลกร้อนที่ก่อมาจากขยะริมชายหาดและ ลดอัตราที่อาจก่อกับผู้ที่มาท่องเที่ยวร่วมไปจนถึงสัตว์ทะเลที่อาศัยอยู่บริเวณริมชายหาด

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อลดปัญหาโลกร้อนที่เกิดจากปัญหาของขยะริมชายหาด
2. ลดการเกิดอัตราของสิ่งมีชีวิตริมชายหาดที่อาจเกิดขึ้นจากขยะริมชายหาด
3. ศึกษาการทำงานของระบบพีแอลซี
4. ศึกษาการออกแบบโครงสร้างของตัวหุ่นยนต์ที่ใช้ในการเดินบนชายหาด

1.3 สมมติฐานของโครงการ

หุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด ส่วนของการควบคุมจะใช้การควบคุมผ่านพีแอลซีที่จะใช้ในการ ควบคุมอีกทั้งตัวของหุ่นยนต์สามารถตรวจวัดอุณหภูมิภายในของตัวหุ่นยนต์และสามารถแสดงค่า อุณหภูมิบนจอแสดงสถานะ สามารถควบคุมได้ที่ระยะ 100 เมตรต่อการใช้งานและยังสามารถใช้งาน ได้นานถึง 1 ชม 30 นาทีต่อการชาร์ต 1 ครั้งในการใช้งานสามารถเชื่อมต่อการควบคุมผ่าน อินเทอร์เน็ตโดยจะควบคุมผ่านสมาร์ตโฟนที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขอบเขตของการศึกษา

1. ตัวหุ่นยนต์สามารถบรรจุขยะได้ 8,500 ลูกบาศก์เซนติเมตร เมื่อขยะเต็มจะมีการแจ้งเตือนที่ตัวหุ่นยนต์และสมาร์ตโฟน
2. สามารถควบคุมหุ่นยนต์ได้ในระยะ 100 เมตร
3. สามารถตรวจสอบแจ้งเตือนวัตถุที่อยู่กีดขวางด้านหน้าในระยะ 30 เซนติเมตร
4. สามารถใช้งานต่อเนื่องได้ 1 ชม.30 นาที. ต่อการชาร์จ 1 ครั้ง (ระยะทางได้ที่ 1.2 กิโลเมตร)
5. สามารถตรวจสอบอุณหภูมิเพื่อการระบายความร้อนของหุ่นยนต์เมื่ออุณหภูมิในตัวหุ่นยนต์สูงกว่า 30 องศาเซลเซียสพัดลมจะทำงาน
6. สามารถควบคุมผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
7. หุ่นยนต์สามารถเก็บขยะได้อัตโนมัติโดยกำหนดเป็นพื้นที่สีเขียว
8. สามารถเก็บขยะที่ผิวของพื้นทรายที่ความลึก 5 เซนติเมตร

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถลดขยะริมชายหาดได้ เพื่อที่จะลดปัญหาของสัตว์ทะเลที่อาจได้รับอันตรายจากขยะริมชายหาด
2. ศึกษาการใช้งานพีแอลซีในการควบคุมการทำงานผ่านอินเทอร์เน็ต
3. ทำให้ชายหาดมีความสวยงามมากยิ่งขึ้นเมื่อไม่มีขยะตามชายหาด
4. ลดปัญหาโลกร้อนที่เกิดจากขยะที่ไม่สามารถย่อยสลายตามธรรมชาติได้

1.6 แผนการดำเนินงาน

1. ค้นคว้าหาข้อมูลของอุปกรณ์ รวมถึงหลักการการทำงานต่าง ๆ ของอุปกรณ์
2. ออกแบบโครงสร้างของชิ้นงาน
3. จัดหาอุปกรณ์ และสั่งซื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงงาน
4. ทดลองเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์
5. นำชิ้นงานมาประกอบร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์
6. ทดลองใช้งานจริง รวมไปถึงการแก้ปัญหา และอุปสรรคที่เกิดจากการทำงาน
7. สรุปผลการทดลอง
8. จัดทำรายงาน และนำเสนอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการดำเนินงานที่ผู้จัดทำได้วางแผนไว้ เริ่มจากการศึกษาค้นคว้ารวบรวมข้อมูล ออกแบบโครงสร้าง ศึกษาอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทำโครงการ การจัดหาอุปกรณ์ ทดสอบการทำงานของ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์จัดทำโครงการทดลอง ทดสอบการทำงานทั้งหมด เก็บผลการทดลอง การแก้ไข จัดทำรายงาน และเตรียมการนำเสนอ จะแบ่งตามภาคเรียนที่ 1 และ 2 ซึ่งได้ชี้แจง รายละเอียดในตารางที่ 1.1 และ 1.2 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการภาคเรียนที่ 1

รายละเอียด	ช่วงเวลาดำเนินงาน (สิงหาคม - พฤศจิกายน 2564)																
	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1.ศึกษาและรวบรวมข้อมูลเกี่ยวกับโครงการ	←————→																
2.เข้าพบอาจารย์ที่ปรึกษา									←————→								
3.นำเสนอหัวข้อโครงการต่อคณาจารย์								←→									
4.ศึกษาอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทำโครงการ	←————→																
5.จัดซื้ออุปกรณ์				←————→													
6.สร้างโครงสร้างระบบต่างๆ				←————→													
7.ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์				←————→													
8. นำชิ้นงานและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประกอบเข้าด้วยกัน									←————→								
9.ทดสอบการทำงานทั้งหมด														←————→			
10.จัดทำรายงานและเตรียมการนำเสนอ																←→	
11.นำเสนอโครงการ																←→	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.2 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงการภาคเรียนที่ 2

รายละเอียด	ช่วงเวลาดำเนินงาน (มกราคม - พฤษภาคม 2565)																				
	มกราคม				กุมภาพันธ์				มีนาคม				เมษายน				พฤษภาคม				
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1. ศึกษาการใช้พีแอลซี ควบคุมผ่านไอโอที																					
2. จัดซื้ออุปกรณ์																					
3. สร้างโครงสร้างส่วนท้าย																					
4. ทดลองการทำงานของหุ่นยนต์																					
5. จัดทำเล่มปฏิญานิพนธ์																					
6. นำเสนอโครงการ																					

1.7 โครงสร้างปฏิญานิพนธ์

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้จะอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด แบ่งออกเป็น 5 บทแต่ละบทประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของการศึกษาขอบเขตของปฏิญานิพนธ์ ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ แผนขั้นดำเนินงาน และโครงสร้างของปฏิญานิพนธ์

บทที่ 2 ในบทนี้จะกล่าวถึง 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ในการทำโครงการซึ่งประกอบไปด้วย เซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง และเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ เป็นต้น

บทที่ 3 ในบทนี้จะกล่าวถึงบล็อกไดอะแกรมของระบบโพลีชาร์ตการทำงานของโปรแกรมการควบคุมอุณหภูมิและแสงของเครื่อง การออกแบบโครงสร้าง และการออกแบบลายวงจรของเครื่อง

บทที่ 4 ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองในส่วนของเซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ และเซ็นเซอร์วัดความเข้มแสง

บทที่ 5 วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง ในบทนี้จะกล่าวถึงการสรุปผลการทำงานของเครื่อง ปัญหาและอุปสรรค วิธีแก้ไขปัญหา และข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

โครงการหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดโดยใช้พีแอลซีในการควบคุมเป็นการนำเทคโนโลยีของพีแอลซีมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุดหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดสามารถทำงานได้หลากหลายรูปแบบไม่ว่าจะเป็นการทำงานอัตโนมัติเมื่ออุณหภูมิเกินที่กำหนดและสามารถควบคุมผ่านระบบอินเทอร์เน็ตโดยวิธีดังต่อไปนี้

2.1 พีแอลซี (Programmable Logic Controller : PLC)

เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมีไมโครโพรเซสเซอร์ เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญพีแอลซีจะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุตส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปในพีแอลซีนอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) [1] ดังรูปที่ 2.1

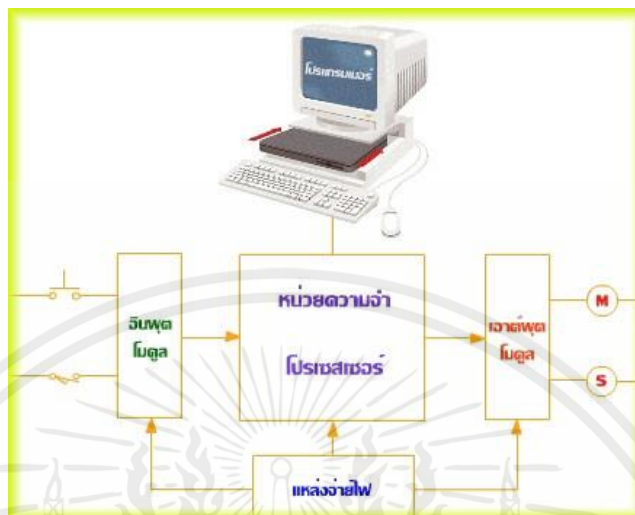


รูปที่ 2.1 พีแอลซี

(ที่มา: <https://www.servoplus3.com/17220140/fx3u-14mr>)

ในปัจจุบันนอกจากเครื่องพีแอลซีจะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand-alone) แล้วยังสามารถต่อพีแอลซีหลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งานพีแอลซีมีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้พีแอลซี ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ลักษณะโครงสร้างของพีแอลซี

(ที่มา: <http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/>)

โดยทั่วไปแล้ว โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ที่ใช้งานในปัจจุบัน จะเปรียบเสมือนคอมพิวเตอร์ตัวหนึ่ง แต่ไม่สามารถเพิ่มความเร็วของหน่วยประมวลผลกลาง หรือเพิ่มหน่วยความจำของพีแอลซีได้ดังนั้นผู้ใช้งานต้องศึกษาคุณสมบัติของพีแอลซีแต่ละรุ่น เพื่อให้เหมาะสมกับการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและให้เกิดประสิทธิภาพสูงสุด โครงสร้างของพีแอลซี สามารถแบ่งออกได้ 3 ส่วน

1. หน่วยประมวลผล (CPU ; Central Processing Unit)
 - ไมโครโปรเซสเซอร์ (Micro Processor)
 - หน่วยความจำ (Memory Unit)
 - แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)
2. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input / Output Unit)
3. หน่วยอุปกรณ์ที่ใช้โปรแกรม (PM ; Programmer / Monitor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 โครงสร้างของพีแอลซี [2]

พีแอลซี เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม พีแอลซี ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม พีแอลซี ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ พีแอลซี จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ หน่วยความจำของ พีแอลซี ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิดแรมและรอม หน่วยความจำชนิดแรมทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับการปฏิบัติงานของ พีแอลซี ส่วนรอม ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับการปฏิบัติงานของ พีแอลซี ตามโปรแกรมของผู้ใช้

1. RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน แรม ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ แรม นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง แรม

2.2 รีเลย์ (relay) [3]

รีเลย์ คืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในวงจรควบคุมอัตโนมัติ ทำหน้าที่เปรียบเสมือนสวิตช์ไฟ ที่ใช้แรงดันไฟฟ้าในการเปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อควบคุมวงจรต่างๆ ลักษณะดังรูปที่ 2.3

หลักการทำงานของรีเลย์ ขดลวด(coil) ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าจากวงจรตัวควบคุมหรือ controller เพื่อเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าให้เปลี่ยนเป็นพลังงานแม่เหล็กในการทำให้ดึงดูดหน้าสัมผัส(contact) ให้เปลี่ยนตำแหน่ง หน้าสัมผัส(contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ ที่กำหนด ทิศทางการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ

OMRON



รูปที่ 2.3 รีเลย์ 24 โวลต์

(ที่มา: <https://www.spebanmoh.com/Relay%20and%20Socket.html>)

จากรูปที่ 2.3 โปรเจกต์ได้นำรีเลย์ 24 โวลต์ ถูกนำมาใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้สามารถหมุนได้ 2ทิศทาง มีด้วยกัน 3 ส่วน คือส่วนที่หนึ่ง เป็นตัวขับเคลื่อนทางด้านขวาของตัวหุ่นยนต์ ส่วนที่สองเป็นตัวขับเคลื่อนทางด้านซ้าย และส่วนสุดท้ายส่วนที่สามใช้ในการเปิดหรือปิดตัวดูดอากาศ

2.2.1 หลักการเบื้องต้น

รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่นิยมนำมาทำเป็นสวิตช์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะต้องป้อนกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดจำนวนหนึ่ง เพื่อนำไปควบคุมวงจรกำลังงานสูง ๆ ที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัสหรือคอนแทกต์ของรีเลย์

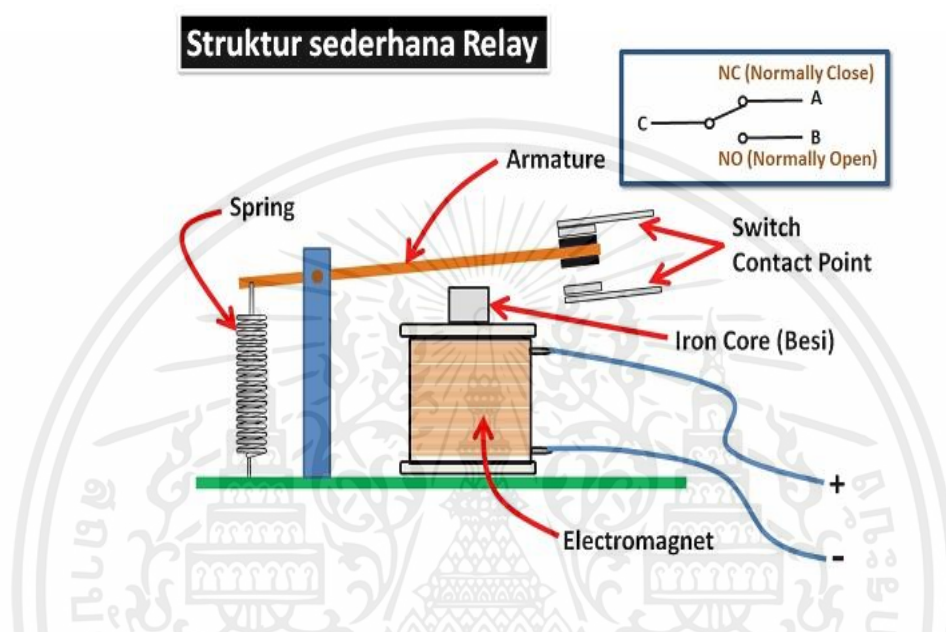
หลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์แสดงดังรูปที่ 9.2 การทำงานเริ่มจากปิดสวิตช์ เพื่อป้อนกระแสให้กับขดลวด (Coil) โดยทั่วไปจะเป็นขดลวดพันรอบแกนเหล็ก ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไปดูดเหล็กอ่อนที่เรียกว่าอาร์เมเจอร์ (Armature) ให้ต่ำลงมา ที่ปลายของอาร์เมเจอร์ด้านหนึ่งมียึดติดกับสปริง (Spring) และปลายอีกด้านหนึ่งยึดติดกับหน้าสัมผัส (Contacts) การเคลื่อนที่อาร์เมเจอร์ จึงเป็นการควบคุมการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัส ให้แยกจากหรือแตะกับหน้าสัมผัสอีกอันหนึ่งซึ่งยึดติดอยู่กับที่ เมื่อเปิดสวิตช์อาร์เมเจอร์ ก็จะกลับสู่ตำแหน่งเดิม เราสามารถนำหลักการนี้ไปควบคุมโหลด (Load) หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ชนิดของรีเลย์

รีเลย์ที่นิยมใช้งานและรู้จักกันแพร่หลาย 4 ชนิด สามารถแยกได้แต่ละชนิดดังนี้

1. อาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay) หรือรีเลย์ที่ได้อธิบายหลักการทำงานดังในรูปที่ 9.6 ซึ่งเป็น รีเลย์ที่นิยมใช้กันมากที่สุด บางครั้งเรียกรีเลย์แบบนี้ว่า รีเลย์ชนิดแคลปเปอร์ (Clapper Relay)

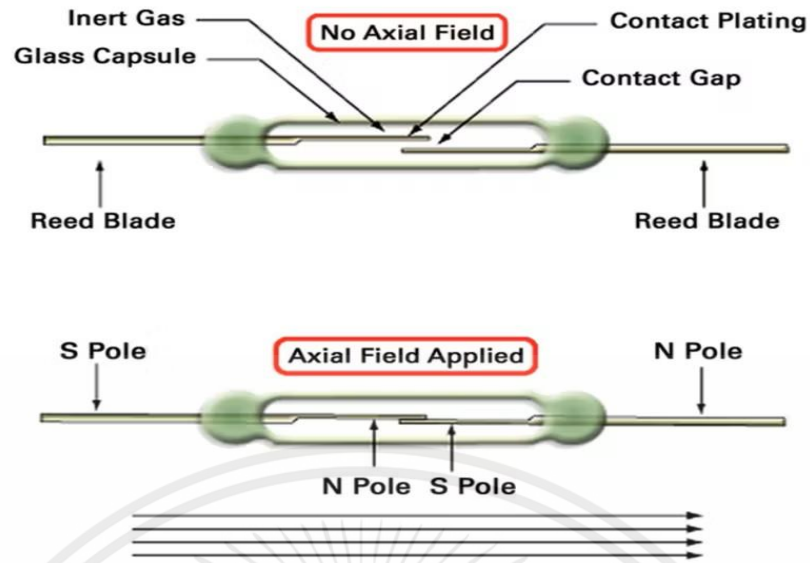


รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในอาร์เมเจอร์รีเลย์

(ที่มา: <https://www.listrikonline.com/news/16/Pengertian-dan-Fungsi-Relay>)

จากรูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างภายในของรีเลย์แบบใช้งานทั่วไป ซึ่ง Armature จะทำหน้าที่ให้หน้าคอนแทคสับเปลี่ยนตำแหน่งโดยอาศัยสนามแม่เหล็กจากคอยล์แม่เหล็กไฟฟ้า

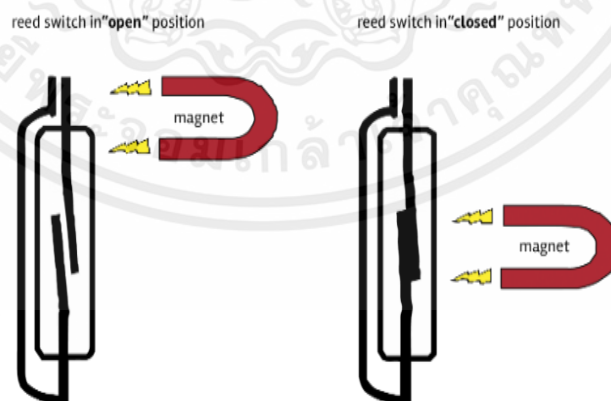
2. รีดรีเลย์ (Reed Relay) เป็นรีเลย์ไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นแคปซูลขนาดเล็ก ตัดขวางของรีเลย์ ที่ประกอบด้วยส่วนที่เรียกว่ารีดแคปซูล ซึ่งมีคอยล์พันบนแกนบ๊อบบี้ รีดแคปซูลจะเป็นหลอดแก้ว ภายในบรรจุก๊าซเฉื่อย หน้าสัมผัสเป็นโลหะผสมแผ่นบาง ๆ ปลายตัด 2 แผ่น วางซ้อนแต่ไม่สัมผัสกัน เป็นสวิตช์ชุดเดียวทางเดียวหน้าสัมผัสปกติเปิดวงจร (SPST-NO) ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 รีเลย์ที่ใช้สนามแม่เหล็ก

(ที่มา: <https://www.electronicdesign.com/technologies/test-measurement/article/21206307/what-is-a-reed-relay>)

3. รีดสวิตช์ (Reed Switch) เป็นรีเลย์อีกชนิดหนึ่งแต่ไม่มีชุดขดลวดสำหรับสร้างสนามแม่เหล็ก การควบคุมการปิดเปิดหน้าสัมผัส ของสวิตช์จะใช้สนามแม่เหล็กจากภายนอกมาควบคุม หน้าสัมผัส โครงสร้างภายในของรีดสวิตช์ดังรูปที่ 2.6

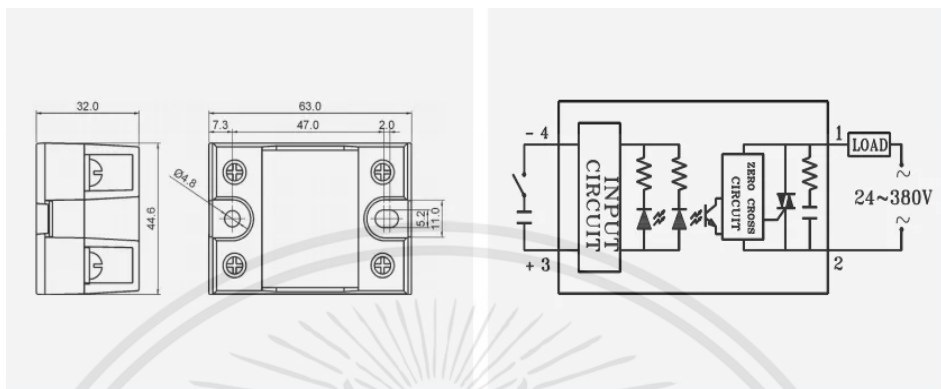


รูปที่ 2.6 แสดงการทำงานของรีดสวิตช์

(ที่มา: <https://www.electronicdesign.com/technologies/test-measurement/article/21206307/what-is-a-reed-relay>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay) เป็นรีเลย์ที่ไม่มีโครงสร้างทางกลอยู่ภายใน มีขั้วต่ออย่างละ 2 ขั้ว ขั้วอินพุต เป็นขั้วสำหรับป้อนสัญญาณควบคุม เพื่อบังคับให้ขั้วเอาต์พุตปิดหรือเปิดวงจร โดยจะมีการแยกกันทางไฟฟ้าระหว่างขั้วอินพุตและเอาต์พุต ดังรูปที่ 2.7

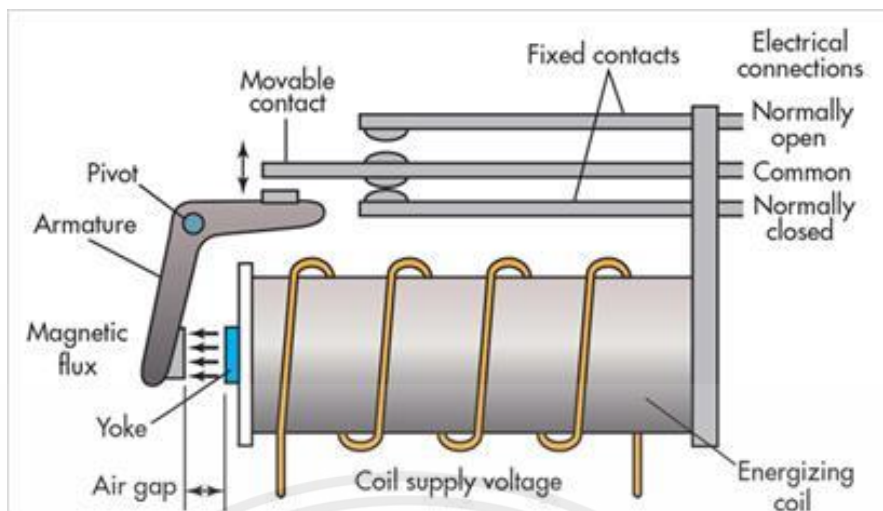


รูปที่ 2.7 การทำงานของโซลิดสเตตรีเลย์

(ที่มา: <https://supremelines.co.th/>)

2.2.3 หน้าสัมผัสของรีเลย์

ปัจจุบันรีเลย์ที่มีขดลวดชุดเดียวสามารถควบคุมหน้าสัมผัสได้หลายชุดดังรูปที่ 9.3 อาร์เมเจอร์อันเดียวถูกยึดอยู่กับหน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ 4 ชุด ดังนั้นรีเลย์ตัวนี้จึงสามารถควบคุมการแตะหรือจากกันของหน้าสัมผัสได้ถึง 4 ชุด แต่ละหน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้มีชื่อเรียกว่าขั้ว (Pole) รีเลย์ในรูปที่ 9.3 มี 4 ขั้ว จึงเรียกหน้าสัมผัสแบบนี้ว่าเป็นแบบ 4PST (Four Pole Single Throw) ถ้าแต่ละขั้วที่เคลื่อนที่แล้วแยกจากหน้าสัมผัสอันหนึ่งไปแตะกับหน้าสัมผัสอีกอันหนึ่งเหมือนกับสวิตช์โยก โดยเป็นการเลือกหน้าสัมผัส ในกรณีที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดของรีเลย์ สถานะ NO (Normally Open) คือสถานะปกติหน้าสัมผัสกับขั้วแยกจากกัน ถ้าต้องการให้สัมผัสกันจะต้องป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวด ส่วนสถานะ NC (Normally Closed) คือสถานะปกติหน้าสัมผัสกับขั้วสัมผัสกัน ถ้าต้องการให้แยกกันจะต้องป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวด นอกจากนี้ยังมีแบบแยกก่อนแล้วสัมผัส (Break-Make) หมายถึงหน้าสัมผัสระหว่าง 1 และ 2 จะแยกจากกันก่อนที่หน้าสัมผัส 1 และ 3 จะสัมผัสกัน แต่ถ้าหากตรงข้ามกันคือ หน้าสัมผัส 1 และ 2 จะสัมผัสกัน และจะไม่แยกจากกัน จนกว่าหน้าสัมผัส 1 และ 3 จะสัมผัสกัน (Make-Break) ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 หน้าสัมผัสของรีเลย์

(ที่มา: <https://www.artronshop.co.th/article/59/>)

2.3 มอเตอร์เกียร์ กระแสตรง

มอเตอร์เกียร์ ดีซีเป็นมอเตอร์ลักษณะการทำงานจะมีแรงบิดที่สูงสามารถขับเคลื่อนที่มีกำลังสูง ๆ หรือวัตถุที่มีน้ำหนักมากได้ มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric motor) คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลซึ่งจะแสดงออกมาเป็นกำลังที่เพลา มอเตอร์ไฟฟ้าถูกนำไปใช้งานเป็นต้นกำลังขับเคลื่อน (Driver) ของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น พัดลม, ปั้มน้ำหอยโข่ง, เครื่องมือเครื่องใช้ในครัวเรือน และดิสก์ไดรฟ์ จนกระทั่งไปถึงงานในอุตสาหกรรมหนักพวก (turbo-machinery) พวก แก๊สคอมเพลสเซอร์ที่ตัวหนึ่งขนาดหลาย MW [4] ดังรูปที่ 2.9

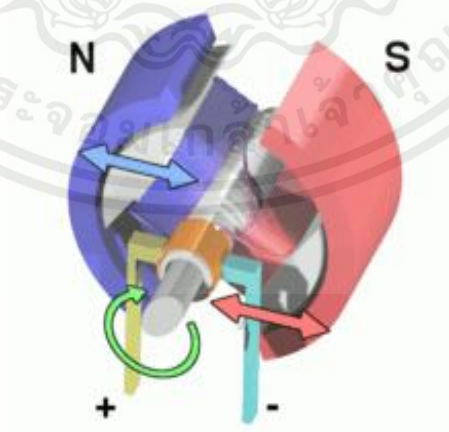
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 มอเตอร์เกียร์ กระแสตรง
(ที่มา: <https://thai.alibaba.com/product-detail/>)

2.3.1 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า

การทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็ก ของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์และ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดการสร้าง แรงดูด และแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสอง ทำให้เกิดเป็นพลังงานกลดังรูปที่ 2.10



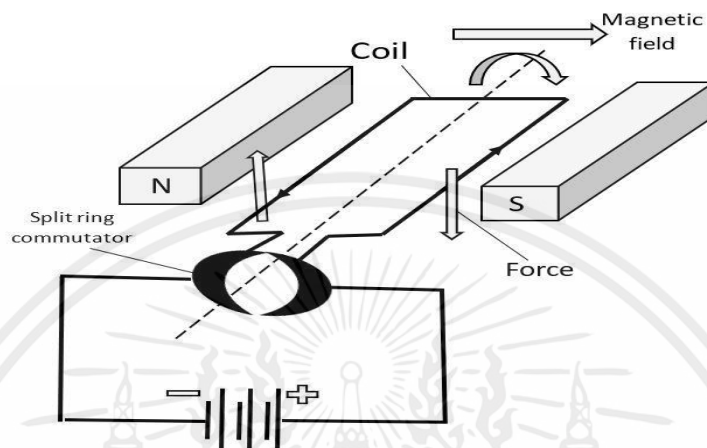
รูปที่ 2.10 หลักการสร้างพลังงานกลโดยอาศัยสนามแม่เหล็กทั้งสองขูด
(ที่มา: <https://naichangmashare.com/2020/02/18/electrical-motor-ep01/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถแบ่งได้ 2 แบบหลักๆ ตามลักษณะของกระแสไฟฟ้าคือ

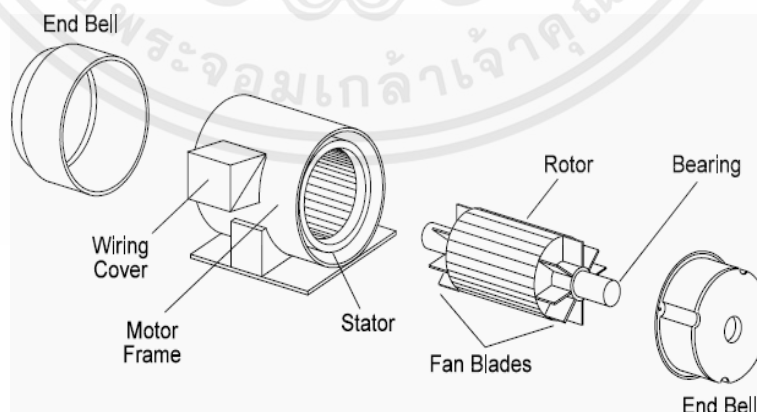
1. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเข้าไปในขดลวดเพื่อทำให้เกิดการดูดและผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากขดลวดมอเตอร์จึงหมุนได้ ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 มอเตอร์กระแสตรง

(ที่มา: <https://www.vedantu.com/question-answer/>)

2. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้หลักการดูดและผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าจากขดลวดมาทำให้เกิดการหมุนของมอเตอร์และ 90% ในโรงงานอุตสาหกรรมจะใช้แบบนี้เป็นหลัก ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ

(ที่มา: https://www.researchgate.net/figure/AC-motor-construction-3_fig3_308787153)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 โมดูลสเตปดาวน์ (Step-Down)

วงจรลดแรงดัน หรือเรียกอีกแบบว่า Buck Converter (บัคคอนเวอร์เตอร์) ใช้ลดแรงดันจากแรงดันสูงให้ต่ำลง ใช้หลักการสวิตชิง-ตัวเหนี่ยวนำ(L) จึงทำให้มีความร้อนและความสูญเสียกำลังไฟน้อย ไม่เหมือนกับการลดแรงดันโดยใช้ IC ตระกูล 78xx / 317 ทัวไปที่ใช้หลักการลดทอนทำให้เกิดความร้อนสูง วงจรบัคคอนเวอร์เตอร์เมื่อลดแรงดันลงแล้วจะได้กระแส [5] เพิ่มขึ้นดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 โมดูลสเตปดาวน์

(ที่มา: <http://www.raspberrysource.in.th/product/180/step-down-power-supply-module-with-digital-display-lm2596-lm2596s-power-module-led-voltmeter-dc-dc-a>)

2.5 แบตเตอรี่ (Battery)

แบตเตอรี่ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จัดเก็บพลังงานเพื่อไว้ใช้ต่อไป ถือเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานเคมี ให้เป็นไฟฟ้าได้โดยตรงด้วยการใช้เซลล์กัลวานิก (galvanic cell) ที่ประกอบด้วยขั้วบวกและขั้วลบ พร้อมกับสารละลาย อิเล็กโทรไลต์ (electrolyte solution) แบตเตอรี่อาจประกอบด้วยเซลล์กัลวานิกเพียง 1 เซลล์หรือมากกว่าก็ได้ แบตเตอรี่เป็นอุปกรณ์สำหรับจัดเก็บไฟฟ้าเท่านั้น ไม่ได้ผลิตไฟฟ้า สามารถประจุไฟฟ้าเข้าไปใหม่ (recharge) ได้หลายครั้งและประสิทธิภาพจะไม่เต็ม 100% จะอยู่ที่ประมาณ 80% เพราะมีการสูญเสียพลังงานบางส่วนไปในรูปความร้อนและปฏิกิริยาเคมีจากการประจุ/จ่ายประจุนั่นเอง แบตเตอรี่จัดเป็นอุปกรณ์ที่มีราคาแพง และเสียหายได้ง่าย หากดูแลรักษาไม่ดี เพียงพอหรือใช้งานผิดวิธี รวมถึงอายุการใช้งานของแบตเตอรี่แต่ละชนิดจะแตกต่างกันไปเนื่องด้วยวิธีการใช้, การบำรุงรักษา, การประจุและอุณหภูมิฯลฯ [6] ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 แบตเตอรี่

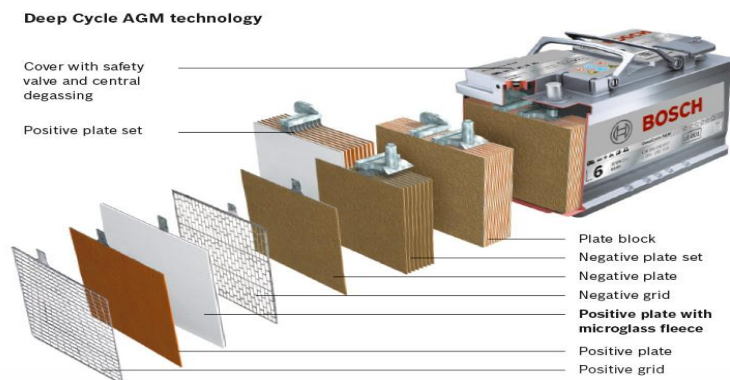
(ที่มา: <https://www.officemate.co.th/th/>)

แบตเตอรี่ที่เหมาะสมสำหรับใช้งานกับระบบไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด คือ แบตเตอรี่แบบจ่ายประจุสูง (Deep discharge battery) เพราะถูกออกแบบให้สามารถจ่ายพลังงานปริมาณมากหรือน้อยได้อย่างต่อเนื่องเป็นเวลานานๆ โดยไม่เกิดความเสียหาย เราจะสามารถใช้ไฟฟ้าที่เก็บอยู่ในแบตเตอรี่นี้ได้อย่างต่อเนื่องถึง 80% โดยแบตเตอรี่ไม่ได้รับความเสียหาย ซึ่งต่างจากแบตเตอรี่รถยนต์ที่ถูกออกแบบให้จ่ายพลังงานสูงในช่วงเวลาสั้น ๆ ถ้าใช้ไฟฟ้ามากกว่า 20 - 30% ของพลังงานที่เก็บอยู่ จะทำให้อายุการใช้งานสั้นลงได้ ส่วนมากแบตเตอรี่ที่ใช้ในระบบโซลาร์เซลล์ จะมีลักษณะที่ฝาครอบด้านบนเปิดออกได้ เพื่อให้สามารถตรวจสอบเซลล์ และเติมน้ำในเวลา ที่จำเป็นได้ เรียกว่า แบตเตอรี่แบบเซลล์เปิด (Open cell หรือ Unsealed หรือ Flooded cell battery) มีบางชนิดที่ถูกปิดแน่นและไม่ต้องการการซ่อมบำรุง เรียกว่า แบตเตอรี่แบบไม่ต้องดูแลรักษา (Maintenance free หรือ Sealed battery)

2.5.1 ชนิดของแบตเตอรี่

แบตเตอรี่มี 4 ชนิดหลักๆ สามารถจำแนกอธิบายได้ดังต่อไปนี้

1. แบตเตอรี่ชนิดน้ำ (Battery Water) แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด ส่วนผสมภายในแบตเตอรี่นั้นประกอบด้วยโลหะผสมระหว่างตะกั่วกับพลวง แบตเตอรี่ชนิดน้ำนั้นเหมาะสำหรับคนที่มีเวลาในการดูแลรดพอสมควร เพราะต้องหมั่นตรวจสอบระดับน้ำกลั่นและคอยเติมอยู่เสมอ เพื่อให้แบตเตอรี่น้ำนั้นอยู่ในสภาพที่พร้อมใช้งานตลอดเวลา ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 แบตเตอรี่ชนิดตะกั่วกรด
(ที่มา: <http://www.sunpro-solar.net/article/23>)

2. แบตเตอรี่เจล (Gel Battery)

คือ แบตเตอรี่ที่เป็นระบบปิด ไม่มีการถ่ายเทอากาศ และไม่ต้องการการดูแลหรือการเติมน้ำกลั่น ทำให้ช่วงหนึ่งมีการใช้กันมากขึ้น ตามทฤษฎี เพื่อลดปัญหาการรั่วไหลของน้ำกลั่นออกจากแบตเตอรี่ ทำให้มีข้อเสียในเรื่องของการทำงานที่ไม่อาจเทียบได้กับแบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว (Lead) แต่จากการทดสอบประสิทธิภาพแล้วก็พอกๆกับแบตเตอรี่แบบตะกั่ว และราคายังถูกกว่าแบตเตอรี่ตะกั่วกรด ดังรูปที่ 2.16

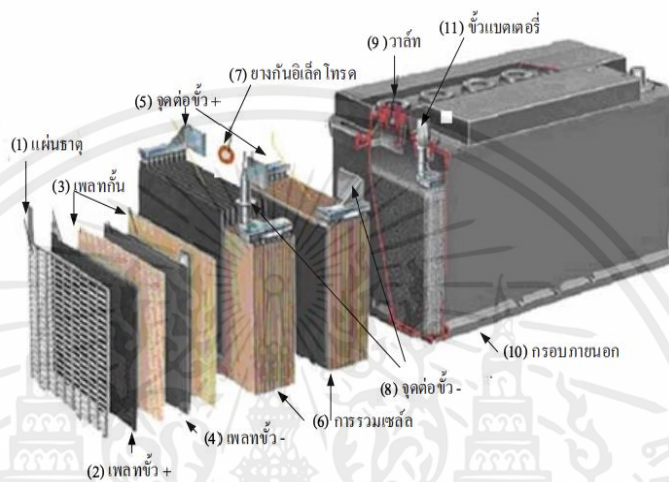


รูปที่ 2.15 แบตเตอรี่ชนิดเจล
(ที่มา: <https://thai.alibaba.com/product-detail/>)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. แบตเตอรี่ตะกั่ว (Lead)

แบตเตอรี่ที่เป็นระบบปิดเหมือนกับแบตเตอรี่เจล (Gel) รู้จักกันในชื่อ แบตเตอรี่กรดตะกั่ว, ตะกั่วกรด (Lead acid) ที่ตอนนี้ใช้กันอย่างแพร่หลาย มีความทนทานสูง การดูแลรักษาทำได้ง่าย เนื่องจากแบตเตอรี่ไม่ต้องเติมน้ำกลั่นแล้ว หากซื้อมาแล้วไม่ได้ใช้งานต้องอัดประจุแบตเตอรี่ซ้ำทุก 3 เดือนทำให้สามารถเก็บแบตเตอรี่ไว้ได้นาน ดังรูปที่ 2.17

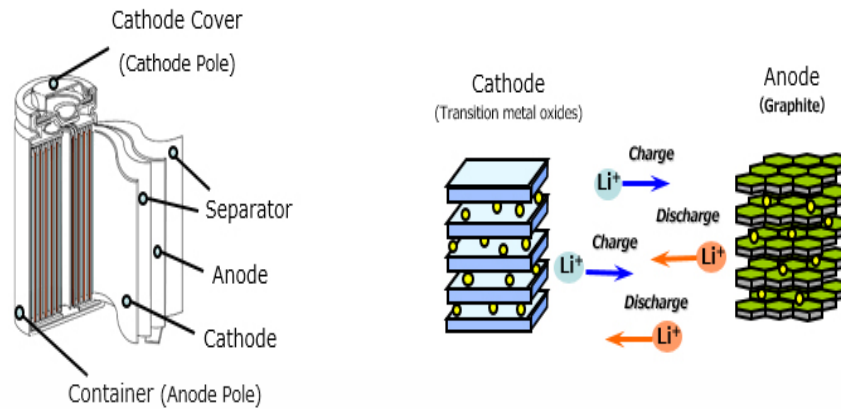


รูปที่ 2.16 แบตเตอรี่ตะกั่ว

(ที่มา: <https://www.changfi.com/fix/2021/10/26/lead-acid-battery-4/>)

4. แบตเตอรี่ลิเธียม (Lithium)

แบตเตอรี่ที่มีประสิทธิภาพสูงสุด แบ่งเป็น 2 แบบ 1.) แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery) 2.) แบตเตอรี่ ลิเธียมไอออนฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate) (LiFePO₄) แบตเตอรี่ลิเธียมไอออน (Lithium-Ion Battery) เป็นแบตเตอรี่ที่ค่าการจ่ายไฟที่แรง และคงที่ มีระยะเวลาการชาร์จประจุไฟจนเต็มได้เร็วกว่า ราคาที่แพงกว่าแบตเตอรี่ชนิดอื่นเช่นกันโครงสร้างภายในดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.17 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน
(ที่มา <https://industrial.panasonic.com/ww/products/pt/lithium-ion>)

แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต (Lithium Iron Phosphate) (LiFePO_4) เป็นแบตเตอรี่ที่พัฒนามาจากแบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Lithium-Ion Battery) ทนต่อความร้อนที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมี ซึ่งสามารถให้พลังงานที่สูงกว่า ไม่เป็นพิษ มีอายุการใช้งานที่มากกว่าแบตเตอรี่รุ่นเก่า ราคาจึงสูง ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.18 แบตเตอรี่ลิเทียมไอออนฟอสเฟต
(ที่มา: <https://energyfordummies.com/component-hub/lifepo4/>)

2.6 โมดูลแสดงผล (Display) [8]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของจอทัชสกรีน คือการส่งและรับข้อมูลในพีแอลซีไม่ว่าจะเป็น อินพุท รีเลย์ หรือ เอาท์พุท มาแสดงเป็นแบบกราฟิก รูปภาพ ค่าที่เป็นตัวเลข หรืออื่นๆบนหน้าจอสกรีนซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะสัมพันธ์กับ Ladder diagram ที่ได้เขียนไว้ โดยโปรแกรมเอาไว้ในพีแอลซี เมื่อออกแบบสวิตช์ไว้บนจอสกรีนและกำหนดค่ารีจิสเตอร์ เมื่อกดปุ่มดังกล่าวในจอสกรีน จะส่งผลให้ข้อมูลในพีแอลซีทำงานรวมกัน โดยสามารถใช้นิ้วสัมผัสในการกดสั่งคำสั่งได้ ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.19 HMI SAMKOON AK-043AW

(ที่มา: <https://thai.alibaba.com/product-detail/-100-New-SAMKOON-HMI-Touch-62177734145.html>)

2.7 พัฒนาระบายความร้อน A0151 [9]

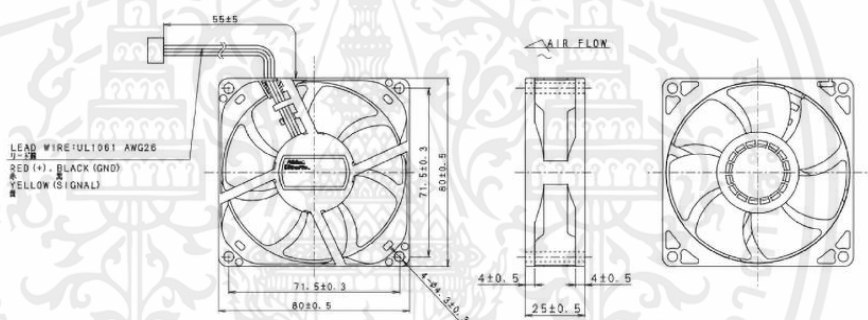
เป็นอุปกรณ์ที่มีความสำคัญอย่างมาก ถ้าหากพัดลมไม่ทำงานหรือทำงานได้ไม่เต็มที่ที่จะทำให้ อุปกรณ์ข้างชนิดภายใน เกิดความร้อนอย่างมากทำให้ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ช่วยในการระบายความร้อนภายในตัวของหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดดังรูปที่ 2.21 โครงสร้างภายในของพัดลมระบายอากาศ ดังรูปที่ 2.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 พัดลมระบายความร้อน

(ที่มา: <https://www.cybertice.com/product/1151>)



รูปที่ 2.21 โครงสร้างภายในของพัดลมระบายอากาศ

(ที่มา: <https://www.nidec.com/jp/product/search/category/B101/M111/S100/>)

2.8 เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ (object detection sensor) [10]

เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ โดยปราศจากการสัมผัส ทำให้ทราบถึงตำแหน่งของวัตถุหรือสามารถระบุได้ว่ามีวัตถุใดผ่านเข้ามาในตำแหน่งที่กำหนดไว้หรือไม่ ส่วนใหญ่จะใช้กับงานตรวจจับ ตำแหน่ง ระดับ ขนาด และรูปร่าง สามารถแยกการตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ (Inductive) กับอโลหะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Capactive) โดยการตรวจจับความหนาแน่นได้และ เป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุที่ใช้หลักการสะท้อนของคลื่นอินฟราเรด สามารถกำหนดระยะในการทำงานได้ ดังรูปที่ 2.23



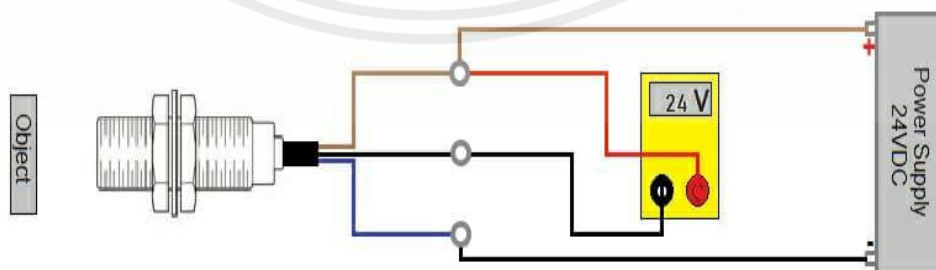
รูปที่ 2.22 เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ Infrared photoelectric switch Sensor E18-D80NK
(ที่มา: <https://thai.alibaba.com/g/sensors-e3f-ds30c4.html>)

2.8.1 ชนิดของเซ็นเซอร์

เซ็นเซอร์สามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิดหลักๆโดยจำแนกได้ดังนี้

1. เซ็นเซอร์ชนิด NPN

เอาต์พุตเซ็นเซอร์ จะเป็น NPN เมื่อวัดแรงไฟฟ้าระหว่างสายไฟบวก + (สายสีน้ำตาล) กับ สายสัญญาณเอาต์พุต (สายสีดำ) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์จะแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟเลี้ยง (24 โวลต์) ดังรูปที่ 2.24



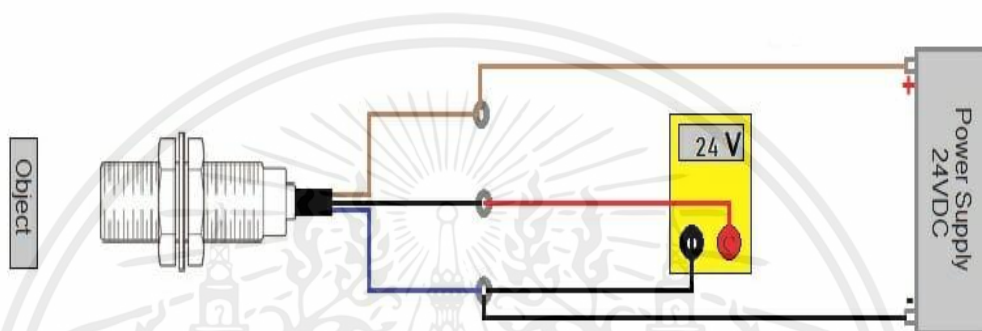
รูปที่ 2.23 เซ็นเซอร์ชนิด NPN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(ที่มา: <https://mall.factomart.com/choose-npn-or-pnp-sensor-to-match-plc-and-controller/>)

2. เซ็นเซอร์ชนิด PNP

เอาต์พุตเซ็นเซอร์ จะเป็น PNP เมื่อวัดแรงไฟระหว่างสายไฟลบ – (สายสีน้ำเงิน) กับ สายสัญญาณเอาต์พุต (สายสีดำ) ดิจิตอลมัลติมิเตอร์จะแสดงค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับแรงดันไฟเลี้ยง (24 โวลต์) ดังรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.24 เซ็นเซอร์ชนิด PNP

(ที่มา: <https://mall.factomart.com/choose-npn-or-pnp-sensor-to-match-plc-and-controller/>)

2.9 สวิทช์ (LA38-11X2) [11]

เป็นสวิทช์ควบคุมการเปิดปิดด้วยการหมุน ถ้ามีการหมุนไปซ้าย วงจรฝั่งซ้ายจะทำงาน ถ้ามีการหมุนไปขวา วงจรฝั่งขวาจะทำงาน ถ้าหมุนมาอยู่ตรงกลาง จะตัดวงจรทั้งฝั่งซ้ายและฝั่งขวา แบบ ON-OFF-ON 3 ทาง สวิทช์จะล๊อคตัวเอง ไม่ดีดกลับ ดังรูปที่ 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 สวิตช์ LA38-11X2

(ที่มา: <https://www.cybertice.com/product/1959>)

2.10 สัญญาณไฟฟ้า (Buzzer) [12]

เรียกอีกอย่างว่ากริ่งเซรามิก (piezoelectric) เป็นหนึ่งในผลิตภัณฑ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในเซรามิกเพียโซอิเล็กทริก (Buzzer) เป็นส่วนประกอบหลักของกริ่งแบบเพียโซอิเล็กทริก ดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.26 สัญญาณไฟฟ้า (Buzzer)

(ที่มา: <https://www.cybertice.com/product/1965/>)

องค์ประกอบของเม็ดกริ่ง

แท็บเล็ท Huming ทำจากตะกั่วเซอร์โคเนตไททาเนตหรือตะกั่วไนโอเบตแมกนีเซียมวัสดุเซรามิกเพียโซอิเล็กทริก แผ่นเซรามิกชุบด้วยอิเล็กโทรดสีเงินทั้งสองด้านโพลาริซ์และมีอายุแล้วยึดกับแผ่นทองเหลืองหรือสแตนเลส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของเม็ดกริ่ง แท้บเล็ต Buzzer ทำงานบนหลักการของผลกระทบของเพียโซอิเล็กทริก เมื่อใช้แรงดันไฟฟ้าสลับกับแรงดันไฟฟ้าจะทำให้เกิดการสั่นสะเทือนทางกล ในทางกลับกัน สัญญาณแรงดันไฟฟ้าจะถูกสร้างขึ้นเมื่อมีการใช้แรงทางกลกับมัน ดังนั้นจึงสามารถใช้กริ่งเซรามิกเพียโซอิเล็กทริกเป็นเซ็นเซอร์ตรวจจับการสั่นสะเทือนได้ สัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่สร้างโดยกริ่งเพียโซอิเล็กทริกนั้นอ่อนแอมากเมื่ออยู่ภายใต้แรงทางกลดังนั้นควรเชื่อมต่อเครื่องขยายแรงดันไฟฟ้าเมื่อใช้เป็นเซ็นเซอร์การสั่นสะเทือน

2.11 สวิตช์ LA38-11D Reset [13]

หลักการทำงานของ Push button Switchแบบกดติด ปล่อยดับ เมื่อมีการกด Push button Switch หน้าสัมผัสดังกล่าวจะเปลี่ยนสถานะ จาก NO เป็น NC หรือ จาก NC จะเป็น NO แต่เมื่อปล่อยมือออกจาก Push button Switch หน้าสัมผัสจะกลับสู่สภาวะปกติในแห่งเดิมโดยมีแรงผลักดันจากสปริงให้ Push button Switchเข้าสู่สภาวะปกติ ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.27 สวิตช์ LA38-11D Reset

(ที่มา: <https://www.cybertice.com/product/2080/>)

2.12 สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch) [14]

สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน หรือ ที่เรียกทั่วไปว่าสวิตช์หัวเห็ด นิยมใช้กับปุ่มหยุดเครื่องจักรกลต่าง ๆ เพื่อรองรับกับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น และเมื่อถึงเวลาใช้งาน ทันทีที่เรากดที่ปุ่ม (Emergency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switch) เครื่องจักรกลทุกอย่างที่มีปุ่ม (emergency switch) จะหยุดการทำงานในทันที เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้ ดังรูปที่ 2.29



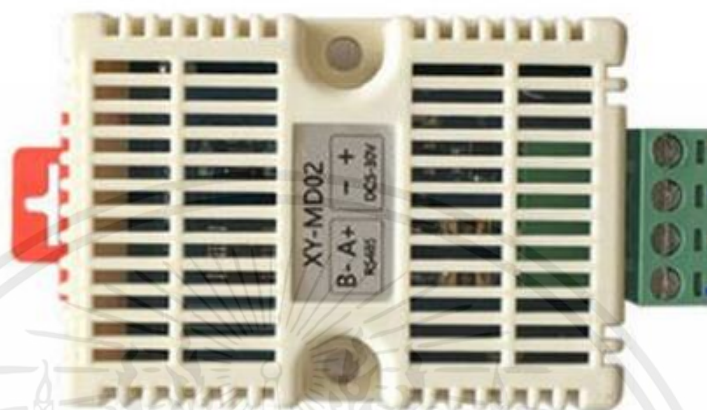
รูปที่ 2.28 Stop switch emergency LAY37-11ZSD
(ที่มา: <https://www.cybertice.com/product/3322>)

ปุ่มหยุดฉุกเฉินเป็นปุ่มที่ใช้เฉพาะเมื่อจำเป็นต้องหยุดการทำงานของเครื่องทันที ปุ่มเหล่านี้สามารถกดได้เมื่อสิ่งใดก็ตามที่เกี่ยวข้องกับฟังก์ชันของเครื่องหรือสภาพแวดล้อมของผู้ปฏิบัติงานเป็นภัยคุกคามต่อการผลิตหรือความปลอดภัย พวกเขาหมดสิ้นไปกับฟังก์ชันปัจจุบันของเครื่องดังนั้น เครื่องอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องหยุดอาจต้องแก้ไขเมื่อกดปุ่ม เพื่อความปลอดภัยปุ่มหยุดฉุกเฉินเป็นส่วนสำคัญของเครื่องจักรที่อาจเป็นอันตรายซึ่งมีวงจรไฟฟ้า พวกเขาสามารถพบได้ในปั๊มก๊าซ, เลื่อย, โรงงาน, อุปกรณ์ตัดและเครื่องจักรเคลื่อนย้ายอื่น ๆ ที่ใช้สำหรับอุตสาหกรรมเช่นสายพานลำเลียง ยิ่งเครื่องมีความซับซ้อนมากเท่าใดก็จะมีปุ่มหยุดฉุกเฉินมากขึ้นเท่านั้น โดยทั่วไปแล้วปุ่มเหล่านี้จะทำงานโดยการตัดไฟไปยังวงจรที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับเครื่อง

2.13 เซ็นเซอร์วัตถุหมุน XY-MD02 [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซ็นเซอร์อุณหภูมิคืออุปกรณ์ที่วัดปริมาณของพลังงานความร้อนหรือความเย็นที่สร้างขึ้นโดยวัตถุหรือระบบ ซึ่งจะทำการสัมผัส/ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพที่เกิดขึ้นจากอุณหภูมิโดยใช้เอาต์พุตอะนาล็อกหรือดิจิทัล ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.29 เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ

(ที่มา: <https://www.cybertice.com/product/4530/>)

เซ็นเซอร์อุณหภูมิมีสองประเภทหลักๆ คือ เซ็นเซอร์อุณหภูมิชนิดสัมผัส และเซ็นเซอร์อุณหภูมิชนิดไม่สัมผัส เซ็นเซอร์อุณหภูมิชนิดสัมผัสจะต้องมีการสัมผัสทางกายภาพกับวัตถุที่ตรวจจับ และใช้การกระแสเพื่อตรวจสอบความเปลี่ยนแปลง เซ็นเซอร์อุณหภูมิชนิดไม่สัมผัสจะใช้การพาความร้อนหรือการแผ่รังสีเพื่อตรวจสอบความเปลี่ยนแปลง

เทอร์มิสเตอร์คืออุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ที่เปลี่ยนแปลงแรงต้านได้เมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลง อุปกรณ์ประเภทนี้เหมาะสำหรับการวัดที่มีความไวสูงในช่วงไม่เกิน 100 องศาเซลเซียส ความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความต้านทานจะไม่ใช่เชิงเส้น (RTD) ใช้ปรากฏการณ์ที่ความต้านทานของโลหะเปลี่ยนไปตามอุณหภูมิ โดยจะเป็นเชิงเส้นในช่วงกว้างและมีความเสถียรมากที่สุด รวมทั้งมีความแม่นยำและความละเอียดสูงกว่าเทอร์โมคัปเปิล (RTD) จะใช้ขดลวดความละเอียดสูง ซึ่งมักจะเป็นแพลทินัมสำหรับตรวจจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

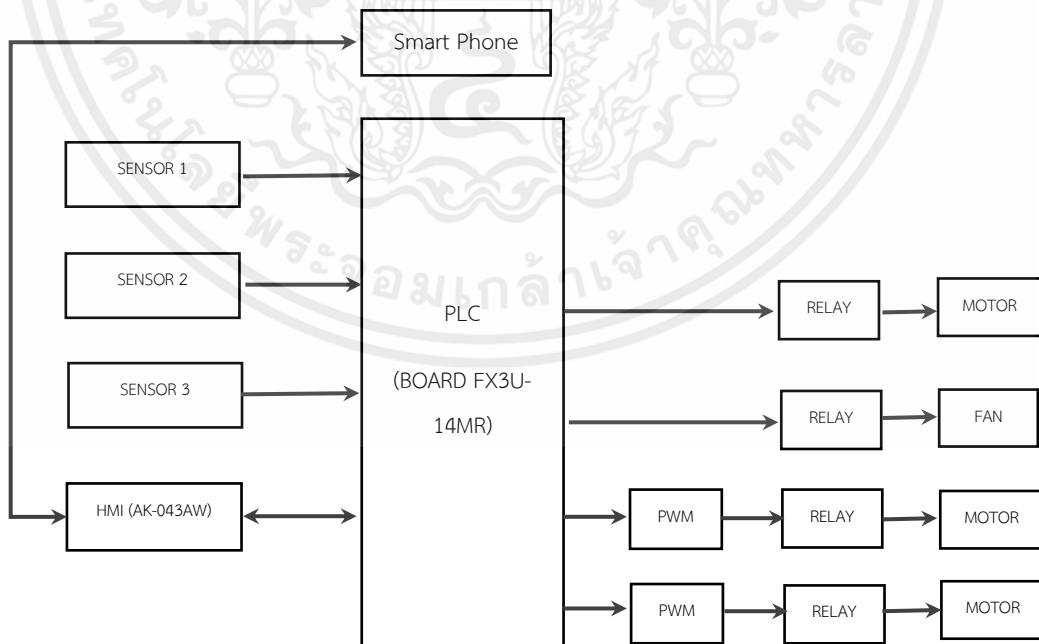
วิธีการออกแบบ

ในส่วนบทนี้กล่าวถึง การออกแบบระบบทั้งหมด การทำงานของหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด โดยได้ดำเนินการตามขั้นตอนต่อไปนี้ บล็อกไดอะแกรมของส่วนต่าง ๆ ในโครงการ การออกแบบโครงสร้าง การออกแบบวงจรภายใน การออกแบบโปรแกรมภายในพีแอลซี

3.1 บล็อกไดอะแกรมของส่วนต่าง ๆ ในโครงการ

ผู้จัดทำสามารถอธิบายรายละเอียดบล็อกไดอะแกรมของหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดได้ดังนี้

1. เชื่อมต่อสมาร์ทโฟนเข้ากับเครือข่าย Wi-Fi 2.4 GHz เพื่อทำการสื่อสารระหว่างตัวสมาร์ทโฟนและตัว HMI หลังจากนั้นตัว HMI จะทำการเชื่อมต่อกับ Wi-Fi 2.4 GHz เมื่อทั้ง 2 อุปกรณ์เชื่อมต่อกันเรียบร้อยแล้ว ตัว HMI จะทำการสื่อสารกับตัวพีแอลซี
2. แบตเตอรี่ทำการจ่ายแรงดันกระแสตรง 24 โวลต์ 1 แอมป์ ให้กับบอร์ด HMI และพีแอลซี โวลต์ที่บอร์ด HMI และ พีแอลซี ต้องการคือ 24 โวลต์ 1แอมป์ ทั้ง 2 อุปกรณ์ และจ่ายแรงดันกระแสตรงไปยังดีเลย์ทั้ง 2 อุปกรณ์ ดังรูปที่ 3.1

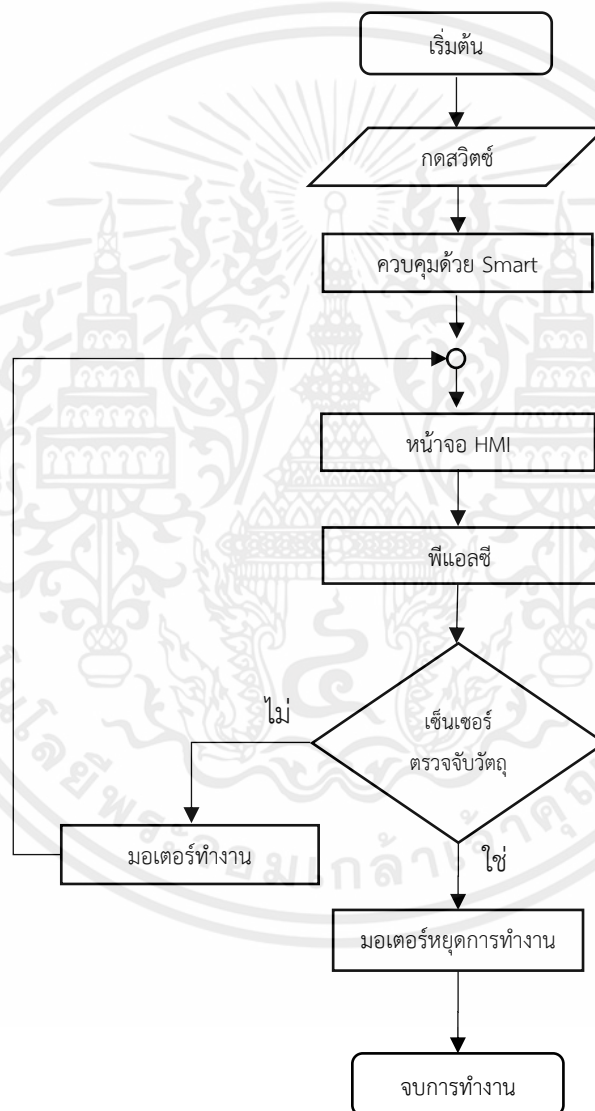


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมส่วนต่าง ๆ ในการออกแบบหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 โฟร์ชาิร์ต

เมื่อเริ่มต้นการทำงานกดสวิทซ์การทำงานของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดเพื่อจ่ายแรงดันให้กับพีแอลซี ทำการเชื่อมต่อกับหน้าจอ (HMI) โดยสมาร์ตโฟนไอพีของหน้าจอ (HMI) เพื่อเริ่มการทำงานพีแอลซีจะทำงานตามคำสั่งจากสมาร์ตโฟน โดยเมื่อสั่งการให้หุ่นยนต์เก็บขยะเดินหน้าเมื่อไม่เจอสิ่งกีดขวางอยู่ข้างหน้ามอเตอร์จะทำงาน แต่เมื่อเจอสิ่งกีดขวางหรือวัตถุมอเตอร์จะหยุดการทำงาน ดังรูปที่ 3.2

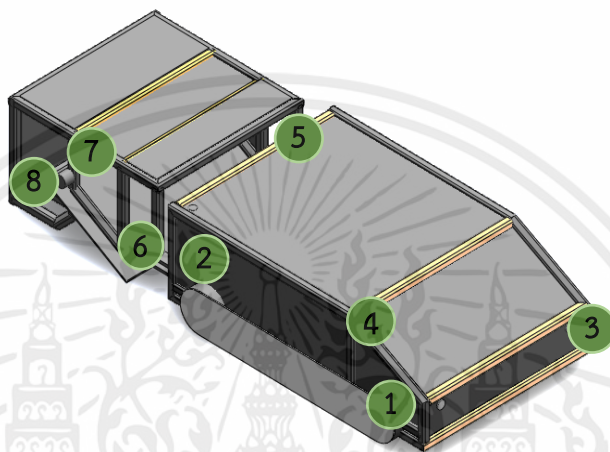


รูปที่ 3.2 โฟร์ชาิร์ต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบโครงสร้าง

ส่วนของการออกแบบโครงสร้าง จะกล่าวถึงโครงสร้างโดยรวมของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด โดยตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนหลักๆ ส่วนที่หนึ่งคือส่วนของการขับเคลื่อนควบคุมของตัวหุ่นยนต์ ส่วนที่สองจะเป็นส่วนของการเก็บขยะริมชายหาด ดังนั้นทางผู้จัดทำจะทำการอธิบายโครงสร้างและการออกแบบของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด ดังรูปที่ 3.3



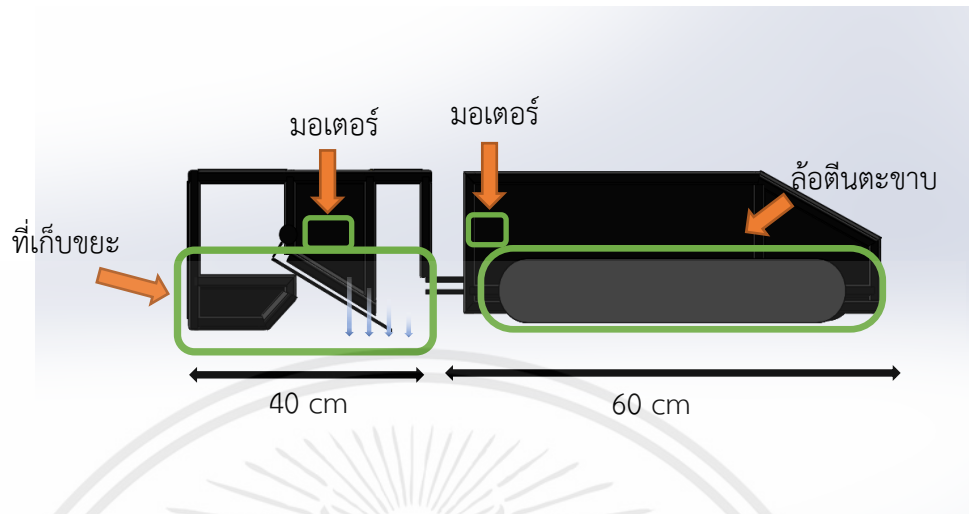
รูปที่ 3.3 โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

จากรูปที่ 3.3 ส่วนประกอบต่างๆของโครงการ ประกอบไปด้วยดังนี้

1. ล้อตะขาบ
2. มอเตอร์ดีซี 12 โวลต์ 100 วัตต์ ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด
3. เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุทางด้านหน้า
4. เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด
5. พัดลมดูดอากาศของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด
6. จุ่ร่อนทราย
7. มอเตอร์ที่ใช้ในการร่อนทราย
8. จุดเก็บขยะ

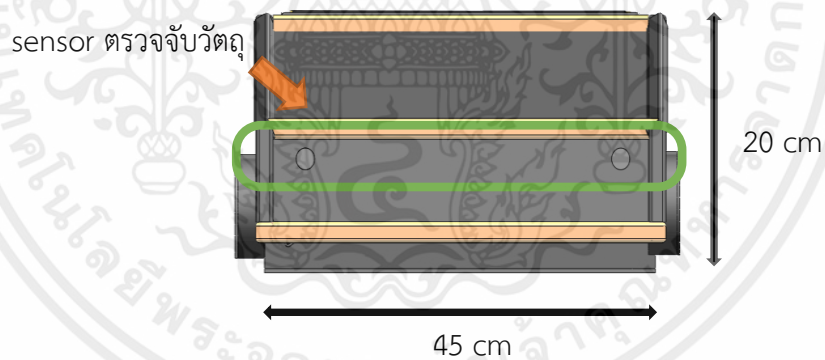
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. โครงสร้างด้านข้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 โครงสร้างด้านข้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

2. โครงสร้างด้านหน้าของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด ดังรูปที่ 3.5

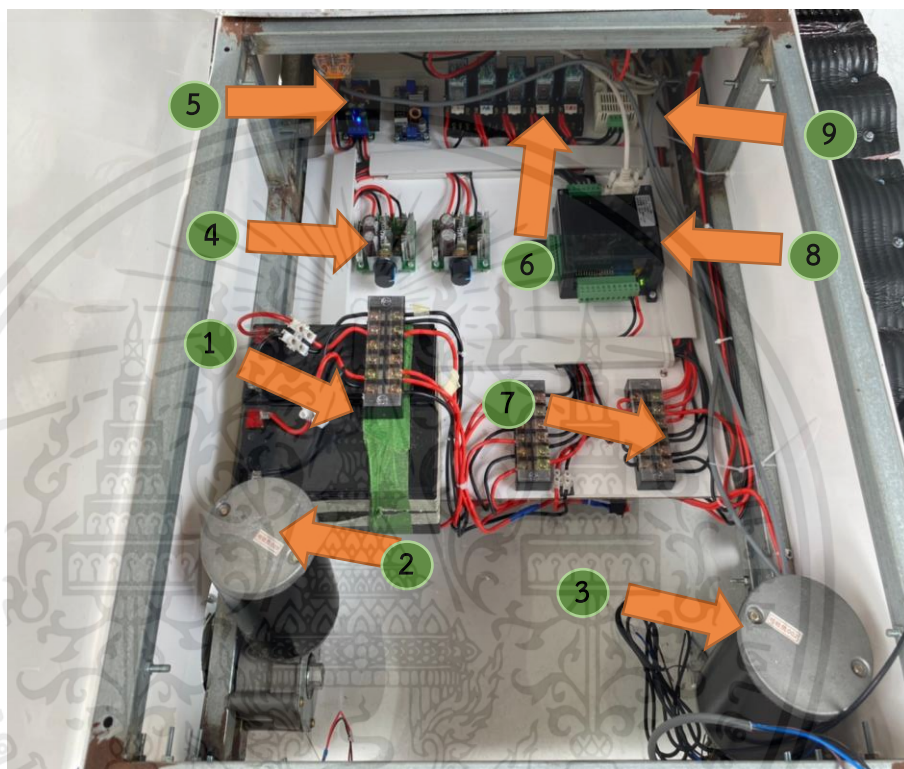


รูปที่ 3.5 โครงสร้างด้านหน้าของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ตู้ควบคุม

ตู้ควบคุมสำหรับการประมวลผลผ่านพีแอลซี (FX3U) ที่จะทำงานโดยมีค่าสัญญาณมายังตัวพีแอลซี จะควบคุมการทำงานทั้งหมดของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด เมื่อเงื่อนไขถูกต้องตามที่ได้เขียนโดยแกรมไว้ จะจ่ายลอจิกเท่ากับ 1 ออกมาและจะมีไฟแสดงสถานะการทำงานของตัวพีแอลซี จะเป็นไฟสีเขียวที่ตัว พีแอลซีเมื่อไม่มีลอจิก1เข้ามา จะทำให้ไฟแสดงสถานะดับลง ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 อุปกรณ์ภายในตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

จากรูปที่ 3.6 ส่วนประกอบต่างๆของโครงการ ประกอบไปด้วยดังนี้

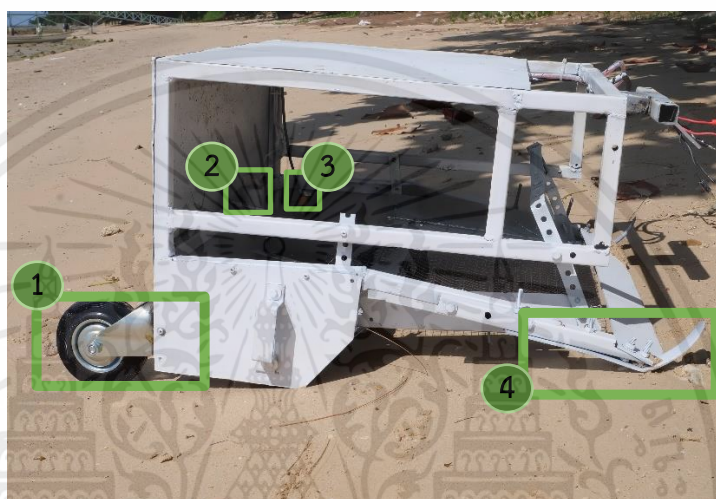
1. แบตเตอรี่ขนาด 24 โวลต์ 14 แอมป์
2. มอเตอร์ซ้าย 12 โวลต์ 100 วัตต์
3. มอเตอร์ขวา 12 โวลต์ 100 วัตต์
4. โมดูลปรับความเร็วมอเตอร์ 12 โวลต์ 10 แอมป์
5. โมดูล.สเตปดาวน์ 1.5 โวลต์ – 24 โวลต์ 10 แอมป์
6. ดีเลย์ 24 โวลต์ 10 แอมป์
7. เทอมินอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. พีแอลซี 24 โวลต์ 1 แอมป์
9. เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ 24 โวลต์ 1แอมป์

3.3.2 โครงสร้างของตัวเก็บขยะ

โครงสร้างของตัวเก็บขยะทำหน้าที่รอนทรายที่มากับขยะ โดยที่เก็บขยะนั้นจะประกอบไปด้วย 2 ส่วนสำคัญ 1. มอเตอร์ที่ใช้ในการรอนทราย และ 2. เซ็นเซอร์ตรวจจับปริมาณขยะ เมื่อขยะเต็มจะแจ้งเตือนมายังหน้าจอที่ใช้ควบคุมหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดดังรูปที่ 3.7



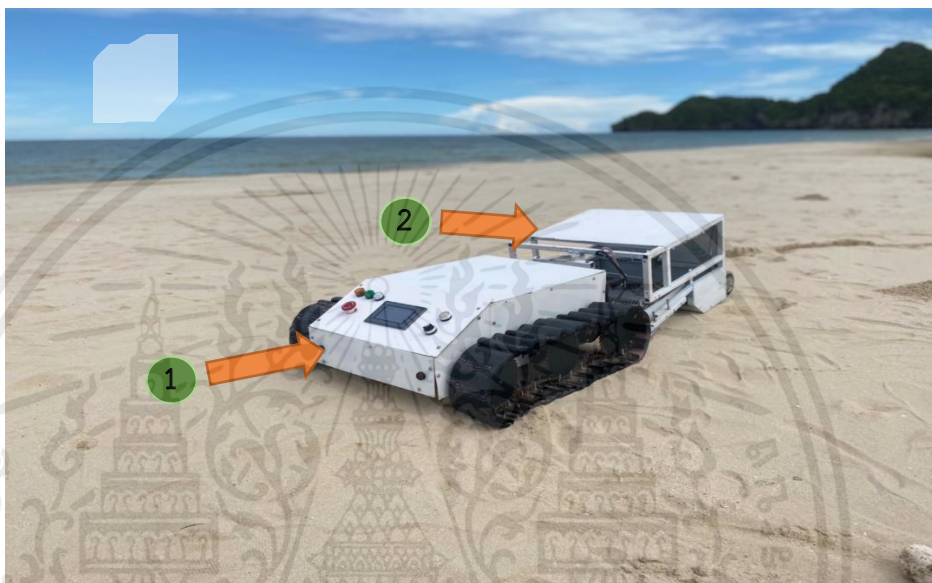
รูปที่ 3.7 โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

จากรูปที่ 3.7 ส่วนประกอบต่างๆของโครงการ ประกอบไปด้วยดังนี้

1. ล้อจำนวน 2 ตัว
2. มอเตอร์ขนาด 12 โวลต์
3. เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ
4. จุดติดตั้งสำหรับหน้าตักขยะ

3.3.3 โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

โครงสร้างของตัวโครงงานออกแบบมาเพื่อที่จะให้สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ สามารถเคลื่อนไหวยบนชายหาดได้อย่างอิสระล้อตีนตะขาบเพื่อลดการติดของล้อที่จะสามารถติดบนชายหาดได้จึงออกแบบให้ล้อเป็นแบบตีนตะขาบโครงสร้างทำจากเหล็กกล่องเพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับตัวโครงงาน ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 โครงสร้างของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

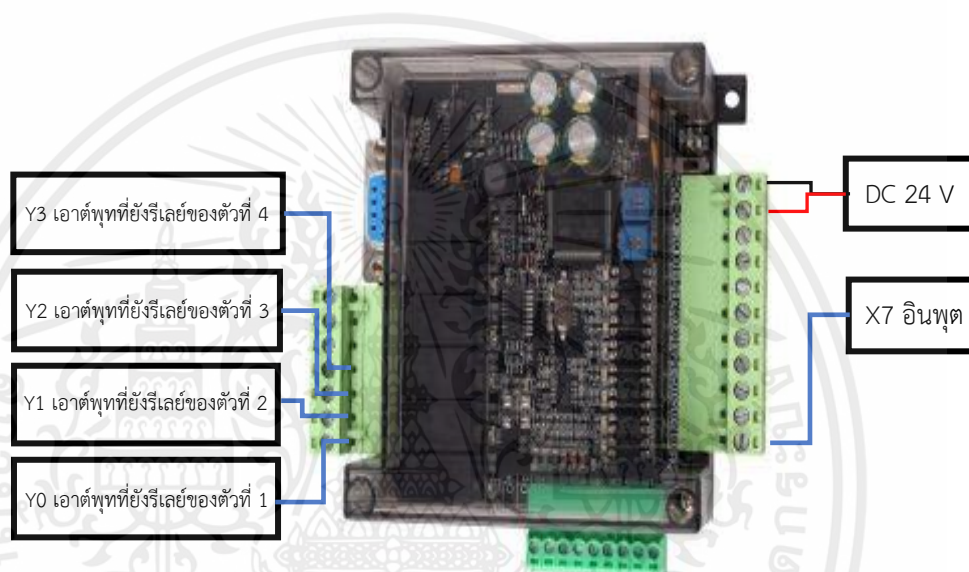
จากรูปที่ 3.8 ส่วนประกอบต่างๆของโครงการ ประกอบไปด้วยดังนี้

1. ส่วนขับเคลื่อนของหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด
2. ส่วนของการเก็บขยะของหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

3.4 การออกแบบวงจรและโปรแกรมพีแอลซี

3.4.1 แบบวงจรที่ใช้งานร่วมกับพีแอลซี

วงจรที่ใช้งานร่วมกับดีเลย์โดยพีแอลซีจะจ่ายแรงดันดีซี 24 โวลต์ ไปยังดีเลย์ หลังจากนั้นดีเลย์จะทำการจ่ายแรงดันดีซี 12 โวลต์ ไปยังตัวมอเตอร์เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ของตัวโครงงาน และพีแอลซียังเป็นหัวใจสำคัญของวงจรภายในตัวหุ่นยนต์อีกด้วย วิธีการต่อวงจรใช้งานของตัวพีแอลซีสามารถต่อใช้งานได้ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 การออกแบบวงจรใช้งานร่วมกับพีแอลซี

จากรูปที่ 3.9 เป็นการเชื่อมต่อระหว่างตัวดีเลย์และพีแอลซีโดยลักษณะและมีวิธีการเชื่อมต่อดังตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 หน้าที่การทำงานของพีแอลซี

ชื่อขาอินพุทของพีแอลซี	เอาต์พุตการทำงาน
X7	สวิตเปิดการใช้งานพีแอลซี
Y0	เอาต์พุตของขาดีเลย์ตัวที่ 1
Y1	เอาต์พุตของขาดีเลย์ตัวที่ 2
Y2	เอาต์พุตของขาดีเลย์ตัวที่ 3
T1	ทามเมอร์ช่วงเวลา 5 วินาที
M0	ตัวแปรสมมุติตัวที่ 1
M8012	รีเลย์สร้างสัญญาณพัลส์
MOV	คำสั่งย้ายค่าตัวแปรภายในพีแอลซี
D0	เอาต์พุตของพีแอลซี Y0
D1	เอาต์พุตของพีแอลซี Y1
D2	เอาต์พุตของพีแอลซี Y2
D3	เอาต์พุตของพีแอลซี Y3
D4	เอาต์พุตของพีแอลซี Y4
D5	เอาต์พุตของพีแอลซี Y5
D6	เอาต์พุตของพีแอลซี Y6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

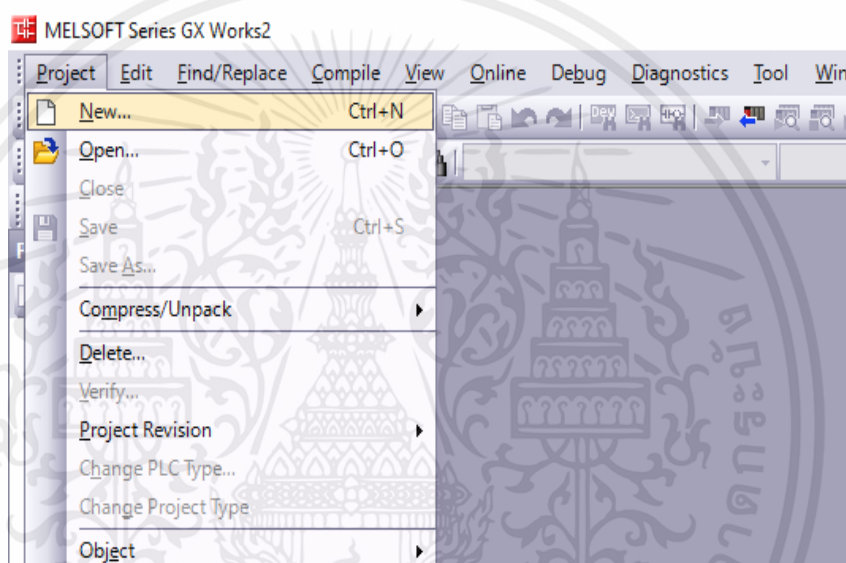
3.5 การใช้งานโปรแกรม จีเอ็กซ์เวิร์ค 2 (GX Works2)

นั้นเป็นซอฟต์แวร์ประยุกต์สามารถเข้าถึงการควบคุมของพีแอลซี รวมถึงเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้จำลองการทำงานของพีแอลซี ที่ใช้ในการควบคุม ง่ายต่อการติดตั้ง และต่อการใช้งาน ไม่ว่าจะเป็นการอ่านพีแอลซี หรือการเขียนตัวพีแอลซี เองก็ตาม มีความรวดเร็วต่อการใช้งาน

3.5.1 การกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับการเข้าใช้งานตัวซอฟต์แวร์ จีเอ็กซ์เวิร์ค 2

เมื่อทำการเปิดโปรแกรม GX Works2 จะพบกับหน้าต่างดังกล่าว โดยจะต้องค่าเริ่มต้นดัง รูปที่ 3.10 ดังต่อไปนี้

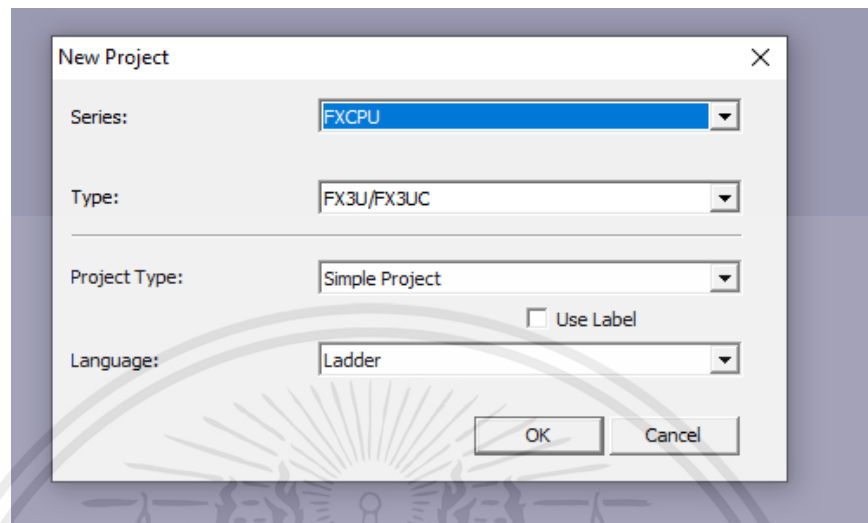
1. เริ่มต้นการสร้างหน้า Project โดยการไปที่ Project – New Project



รูปที่ 3.10 การกำหนดค่าเบื้องต้นของจีเอ็กซ์เวิร์ค 2

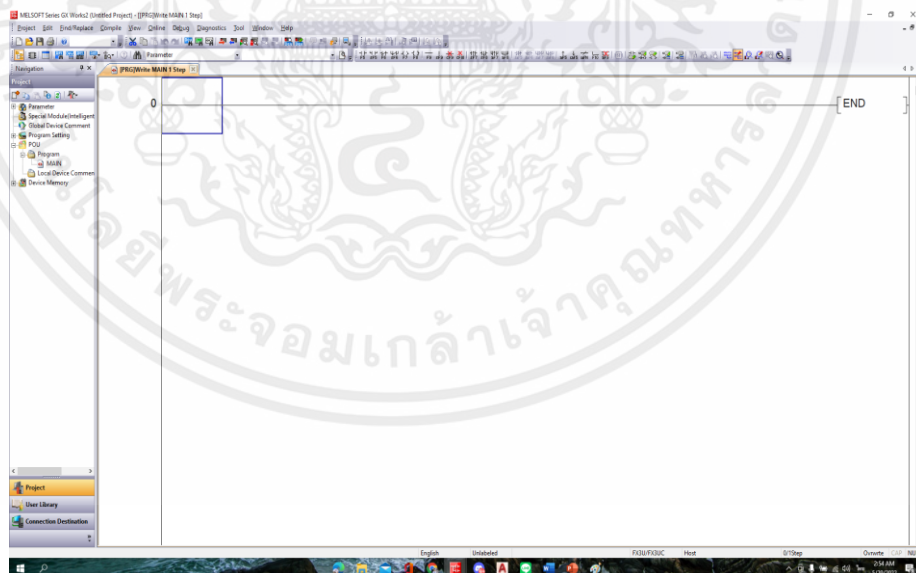
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จะปรากฏหน้าต่าง New Project ให้ทำการเลือก Series เป็น FXCPU – Type เป็น FX3U/FX3UC -จากนั้นกด OK ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 หน้าต่าง New Project

3. เมื่อกดเลือก New Project จะเข้าสู่หน้าการเขียน Ladder ดังรูปที่ 3.12

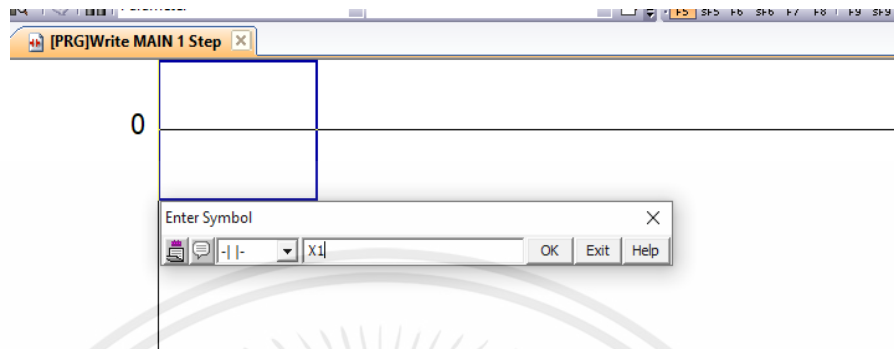


รูปที่ 3.12 หน้าต่างการเขียน Ladder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการเขียนวงจร Ladder เบื้องต้น

ตัวอย่างการเขียนวงจร Ladder ดังรูปที่ 3.13 และ 3.14 กดเลือกเมนู Open Contact หรือ F5 เพื่อเริ่มต้นการเขียน Input ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 การเริ่มต้นเขียน Ladder

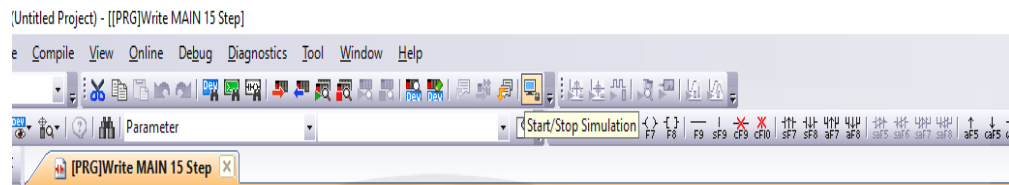


รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการเขียน Ladder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

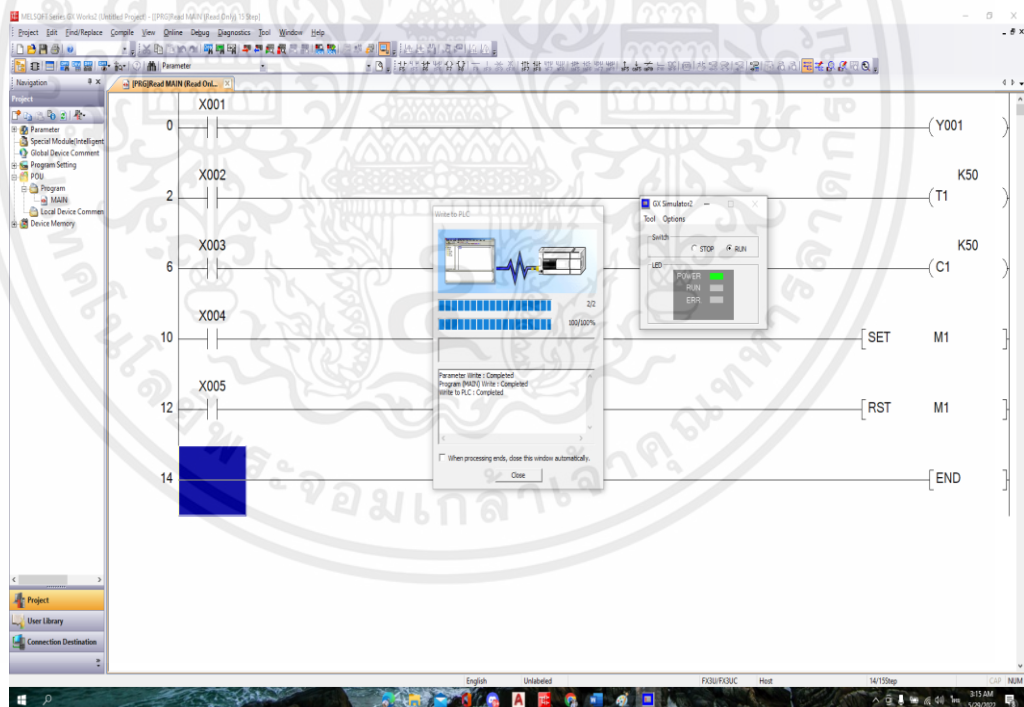
3.5.2 การจำลองเพื่อที่จะทดสอบและลิงค์ไปยังพีแอลซี

โปรแกรมจีเอ็กซ์เวิร์ค 2 สามารถทำการจำลองการทำงานของ Ladder ที่จะเขียนไว้ เพื่อที่จะทดสอบความผิดพลาดและลิงค์ไปยังพีแอลซี ไปยังคำสั่ง Start – Stop Simulation ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การจำลอง

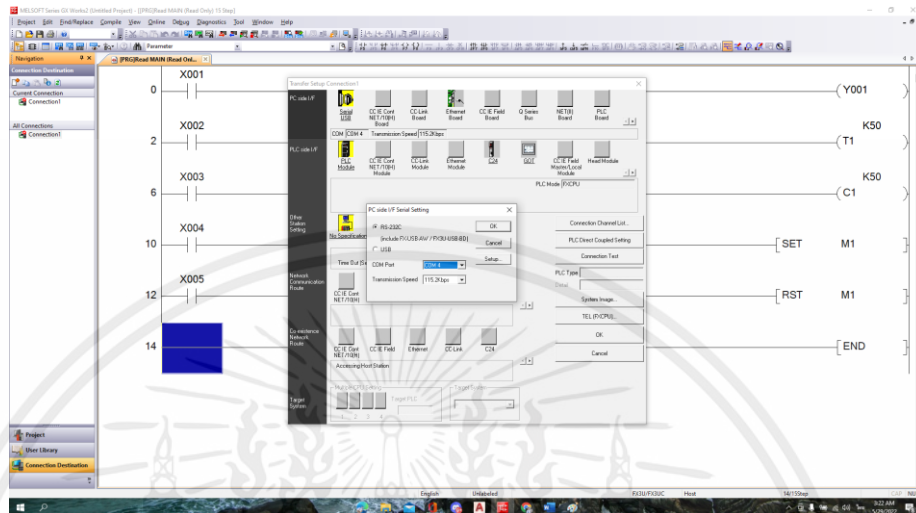
หน้าต่างการจำลองสามารถเริ่มการทำงานของ Input ได้จะแสดงดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 รูปแบบหน้าต่างการจำลอง

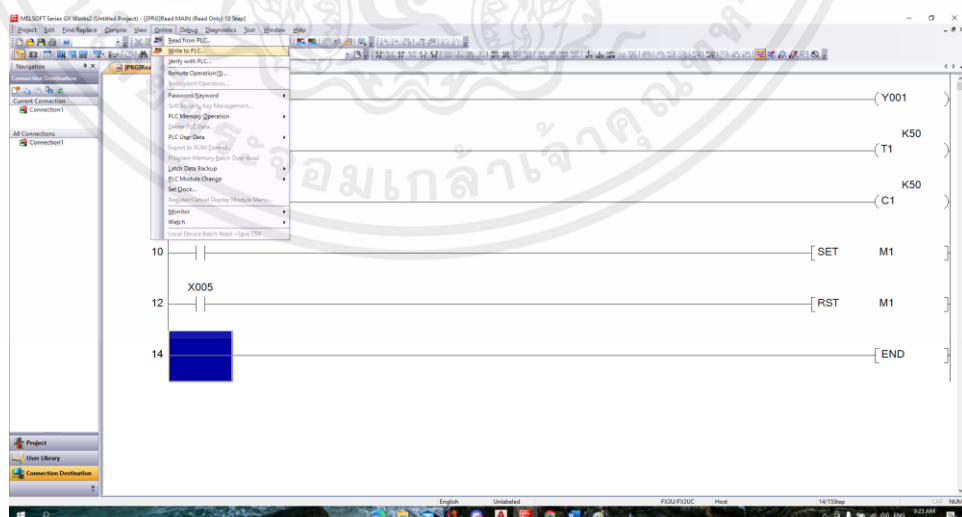
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตั้งค่าพีแอลซีให้ตรงกับการเขียนโปรแกรม โดยเริ่มต้นไปยังเมนู Connection Destination – Connection1 – Serial USB ทำการเลือกCOM Portให้ตรงกับซอฟต์แวร์ของตัว Device Manager ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 การ Setup Connection1

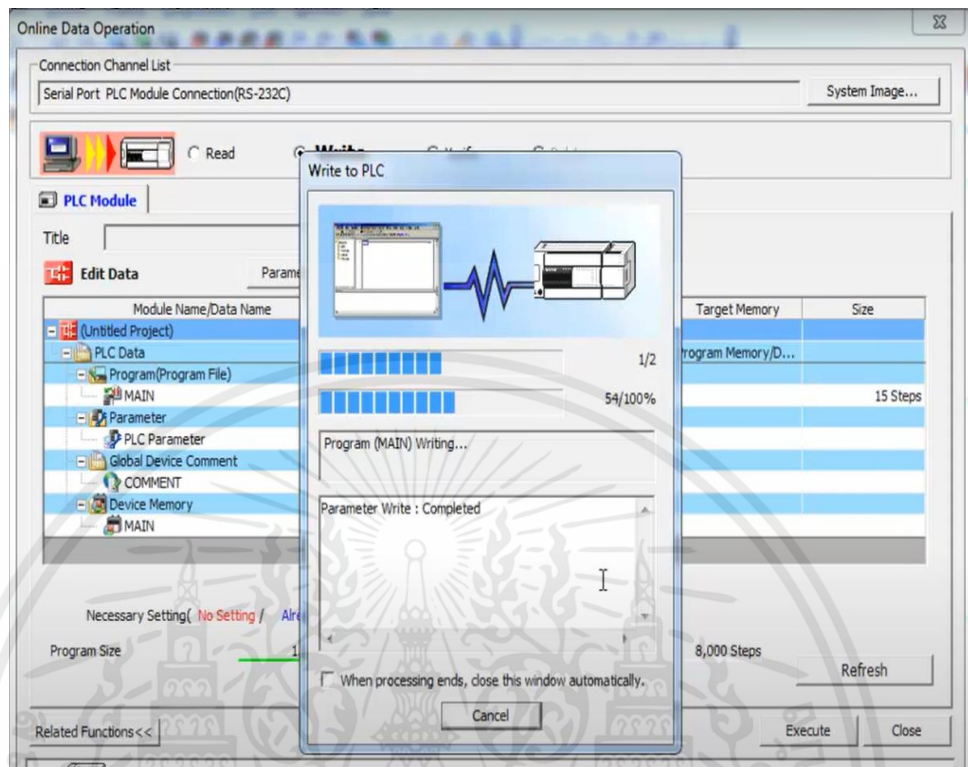
ทำการดาวน์โหลด Ladder ไปยัง พีแอลซี โดยการไปยังคำสั่ง Online – Write to พีแอลซี ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 การดาวน์โหลด Ladder ไปยังพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำการดาวน์โหลดโปรแกรมไปยังพีแอลซีจะสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การเขียนโปรแกรมลงพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 การออกแบบโปรแกรม HMI

ในส่วนนี้ผู้จัดทำได้เลือกใช้น้ำจอ HMI รุ่น Samkoon AK-043AW เพื่อให้สามารถสื่อสารผ่านอินเทอร์เน็ตและสามารถทำการสื่อสารซึ่งกันและกันระหว่างพีแอลซี กับตัว HMI ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความสะดวกของแต่ละบุคคลในการเลือกใช้ชนิดของหน้าจอ HMI โดยผู้จัดทำจะอธิบายถึงการเข้าใช้งานโปรแกรม การเขียนโปรแกรม และการตั้งค่าต่างๆให้กับผู้ที่ต้องการใช้งาน

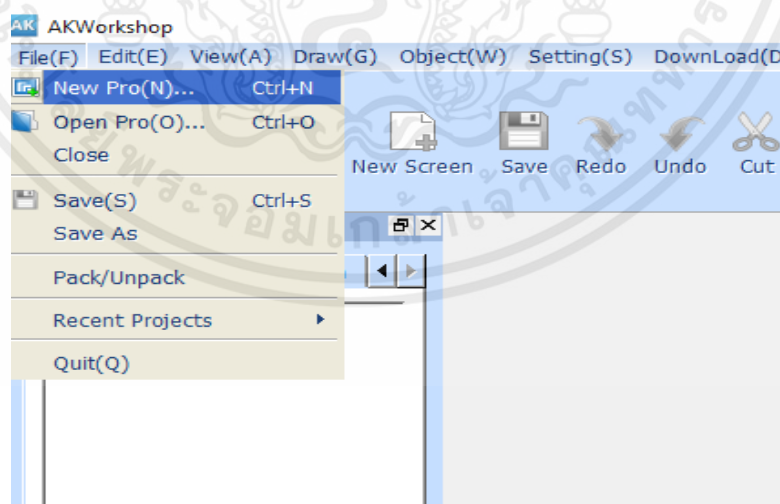
ขั้นตอนการเข้าถึงโปรแกรมและหน้าต่างสำหรับออกแบบคำสั่งใช้งานและเงื่อนไข ดังรูปที่

3.20



รูปที่ 3.20 ไอคอนโปรแกรม AKWorkshop

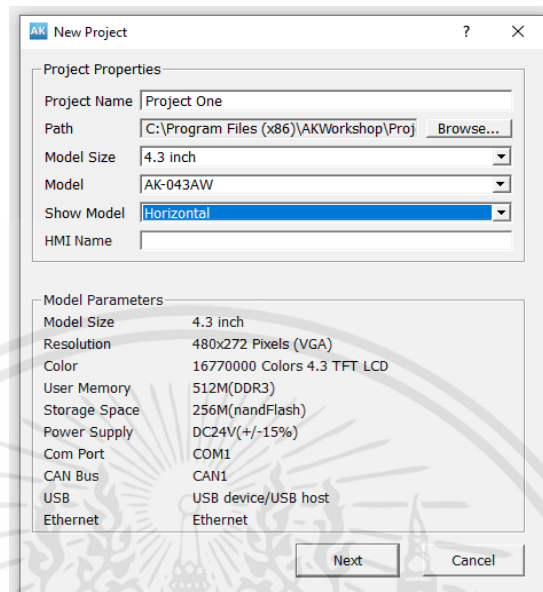
1. การเข้าโปรแกรมAKWorkshop และการเริ่มต้นสร้างหน้า Project ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การ New Project

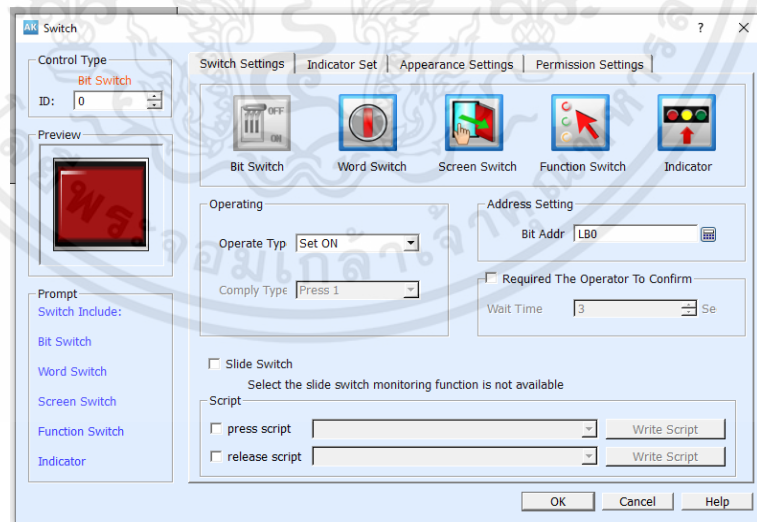
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการตั้งชื่อ project และเลือกชนิดของ Model ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 เริ่มต้นการ New Project

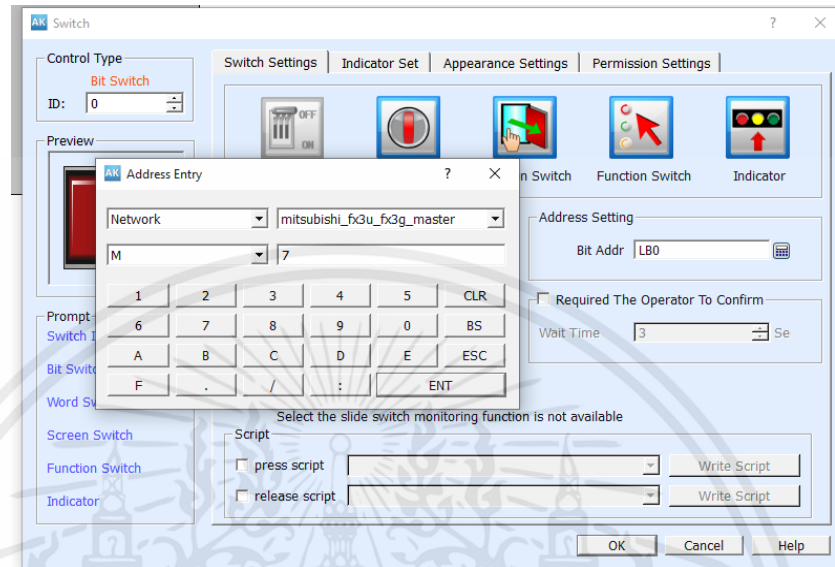
3. เข้าสู่หน้าต่างการเขียนโปรแกรม เริ่มต้นการสร้างปุ่มบนจอ HMI ไปยังคำสั่ง Switch ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 การสร้างปุ่มกดบนจอ HMI

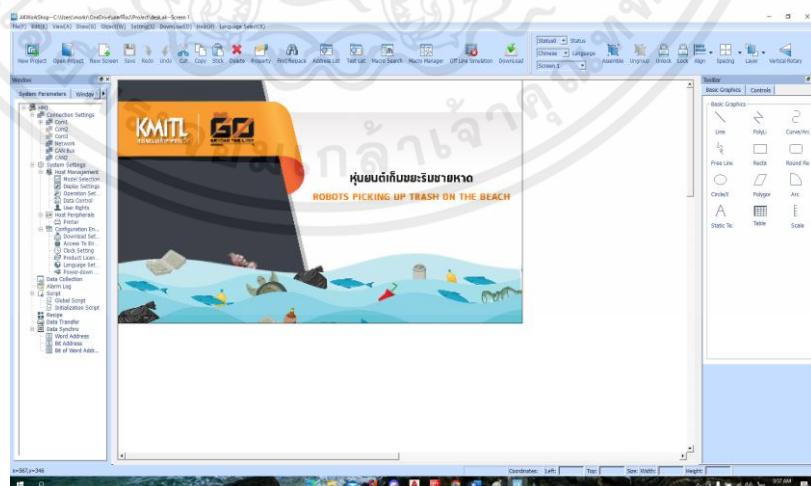
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือกชนิดของปุ่มกดตามต้องการจากนั้นไปยังคำสั่ง Bit Addr เพื่อเลือกตัวแปรของ Input ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การเลือก Input ของตัวจอ HMI

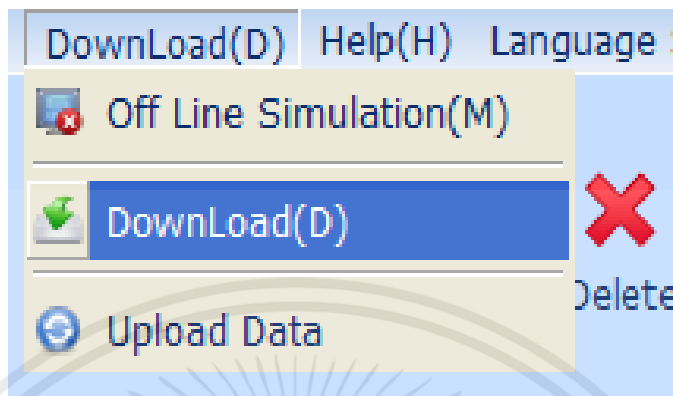
5. ตัวอย่างการเขียนหน้าจอ HMI ดังรูปที่ 3.25



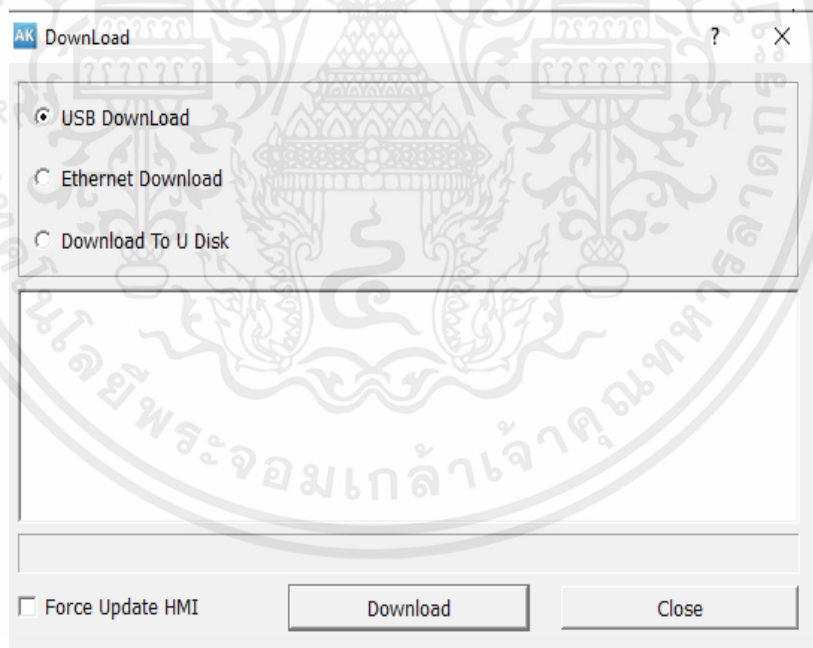
รูปที่ 3.25 ตัวอย่างหน้าตาการเขียน HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ดาวน์โหลดโปรแกรมไปยัง HMI โดยไปยังคำสั่ง Download > USB Download > Download ดังรูปที่ 3.26 และ 3.27



รูปที่ 3.26 หน้าต่างเมนู Download



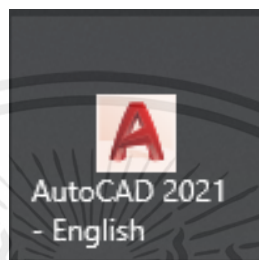
รูปที่ 3.27 การ Download ไปยังตัวจอ HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบวงจรภายใน

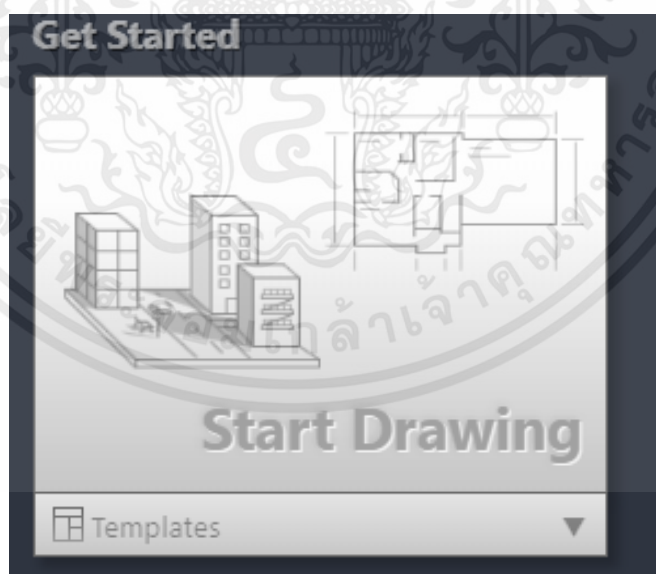
ในส่วนของการออกแบบวงจรภายในของหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดทางผู้จัดทำโครงการได้ใช้โปรแกรม AutoCAD ในการออกแบบวงจร สามารถใช้งานได้ง่ายต่อความต้องการและสามารถออกแบบลูกเล่นใหม่ๆ ได้ตลอดเวลาทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของทางผู้จัดทำโครงการดังรูปที่ 3.28

3.7.1 ขั้นตอนการเข้าถึงโปรแกรมและหน้าต่างของตัวโปรแกรม



รูปที่ 3.28 หน้าตาโปรแกรมการใช้งาน

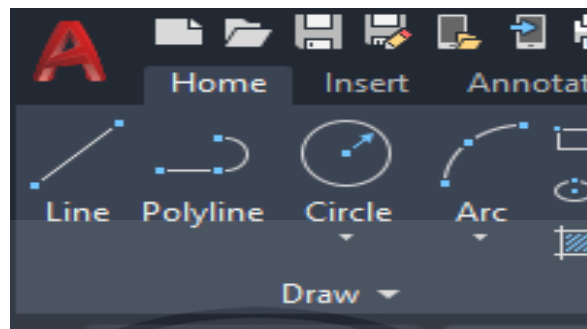
1. การสร้างหน้า Drawing ไปยังคำสั่ง Start Drawing ดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 หน้าตาการสร้างหน้า Drawing

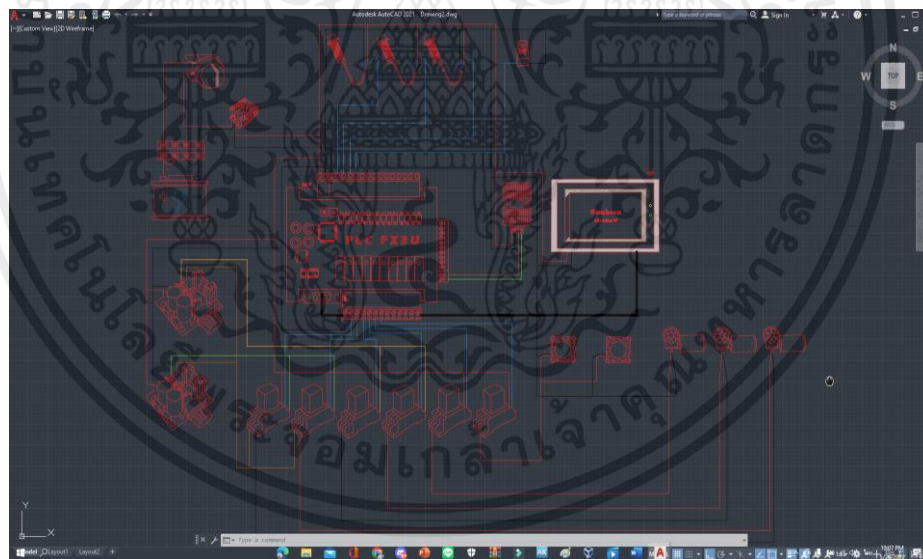
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เริ่มขั้นตอนการเขียนเบื้องต้นโดยไปที่คำสั่ง Home > Line เพื่อออกแบบวงจรถัดรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 ตัวอย่างการออกแบบวงจรรภายใน

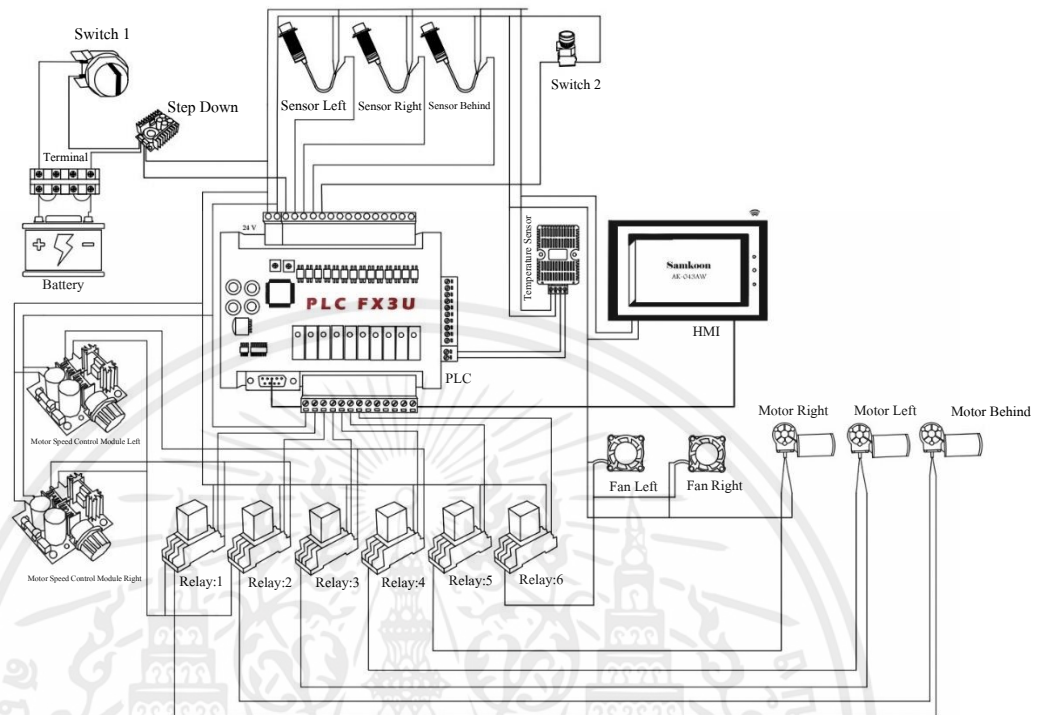
3. ออกแบบวงจรรภายในดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 การออกแบบวงจรรภายใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

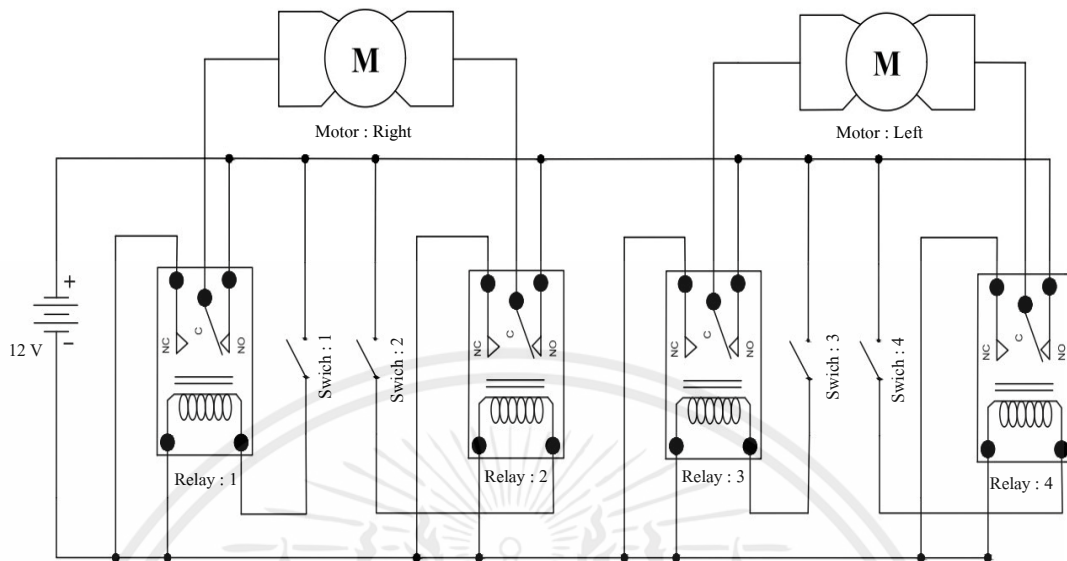
4. รูปแบบวงจรภายในทั้งหมดของตัวโครงงาน



รูปที่ 3.32 วงจรภายในทั้งหมดของตัวโครงงาน

จากรูปที่ 3.32 ลักษณะการทำงานของวงจร เมื่อทำการออนสวิตช์จะจากแรงดันเข้าไปยังสเตปดาวน์ แล้วไปยังพีแอลซี 24 โวลต์ กินกระแสอยู่ที่ 1 แอมป์ มีเซ็นเซอร์ด้วยกัน 2 ชนิด 1. เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ 2. เซ็นเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิ เมื่ออุณหภูมิมากกว่า 30 องศาพีแอลซีจะทำการจ่ายแรงดัน 24 โวลต์ไปยังดีเลย์ เพื่อสั่งการให้พัดลมดูดอากาศทำงาน โดยพัดลมดูดอากาศมีด้วยกัน 2 ตัว กินแรงดันอยู่ที่ 5 โวลต์ การควบคุมของตัวหุ่นยนต์จะส่งสัญญาณมาจากหน้าจอ HMI และส่งไปยังพีแอลซี เมื่อพีแอลซีได้รับสัญญาณจากหน้าจอ HMI จะสั่งการไปยังดีเลย์ เพื่อให้มอเตอร์ทำงาน

5. รูปแบบวงจรการควบคุมมอเตอร์



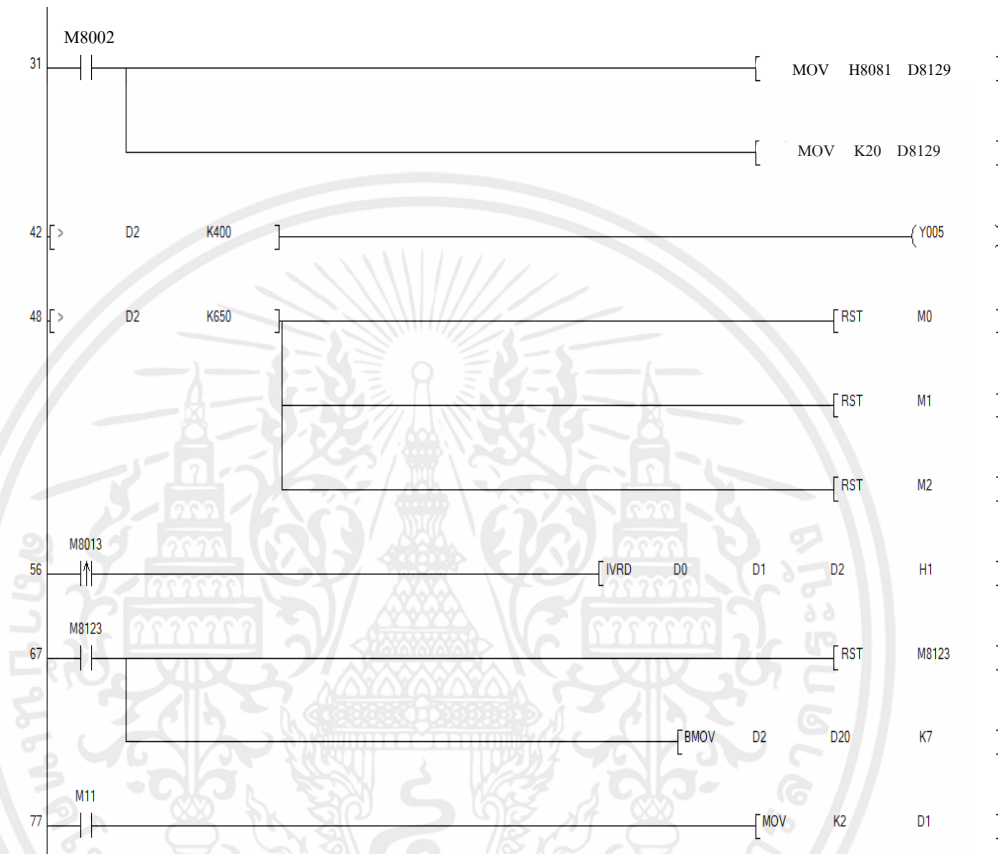
รูปที่ 3.33 วงจรการควบคุมมอเตอร์

จากรูปที่ 3.33 หลักการทำงานของวงจรเมื่อทำการเปิดสวิตช์ที่หนึ่ง จะทำหน้าที่สัมผัสของรีเลย์ตัวที่หนึ่งทำงานจะจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ให้กับมอเตอร์ จากนั้นตัวมอเตอร์จะทำการหมุนไปทางด้านขวา และเมื่อทำการปิดสวิตช์ตัวที่หนึ่งไปเปิดสวิตช์ตัวที่สอง มอเตอร์จะทำงานกลับกันเมื่อรีเลย์ตัวที่สองทำงานจะจ่ายแรงดัน 12 โวลต์ให้กับมอเตอร์ จากนั้นมอเตอร์จะทำการหมุนไปทางด้านซ้าย

3.8 การเขียนโปรแกรมควบคุมทั้งระบบ

ผู้จัดทำได้ออกแบบการเขียนโปรแกรม ออกเป็น 4 ส่วนได้แก่ การตรวจจับอุณหภูมิ การตรวจจับวัตถุ การควบคุมการเคลื่อนไหว การเดินเป็นพื้นที่

1. การตรวจจับอุณหภูมิ

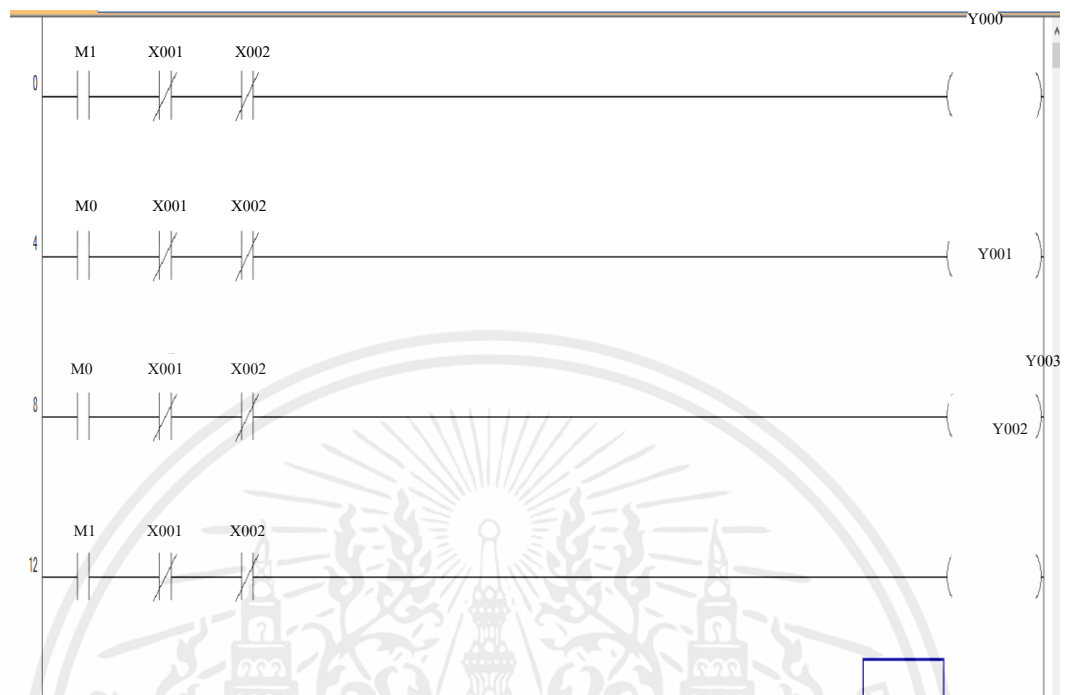


รูปที่ 3.34 แลตเตอร์สำหรับการตรวจจับอุณหภูมิ

จากรูปที่ 3.34 บรรทัดที่ 31 M8002 เมื่อ on สวิตช์มา รีเลย์จะทำงานในช่วงเวลาสั้นๆ หลังจากพีแอลซี เริ่มต้นสถานะ RUN หน้าสัมผัสของ M8002 จะ ON เป็นสัญญาณพัลส์ในช่วงเริ่มต้นที่พีแอลซี RUN MOV H8081 ไปยังตัว D8120 และ MOV K20 ไปเก็บไว้ใน D8129 เพื่อที่จะเปิดการทำงานของตัว Rs485 บรรทัดที่ 42 เมื่ออุณหภูมิของ D2 มากกว่า 40 องศาจะสั่งการไปให้ Y5 ทำงานเพื่อระบายความร้อน และบรรทัดที่ 48 เมื่ออุณหภูมิมากกว่า 65 องศาจะตัดการทำงานของ M0 M1 M2 บรรทัดที่ 56 M8013 จะจ่ายสัญญาณพัลส์เป็นเวลาทุกๆ 1 วินาที คำสั่ง IVRD จะเป็นคำสั่งที่ใช้ดูค่าอุณหภูมิของ D2 โดยเราจะ MOV ค่า K2 ไปไว้ที่ตัวของ D1 ตามบรรทัดที่ 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การตรวจจับวัตถุของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

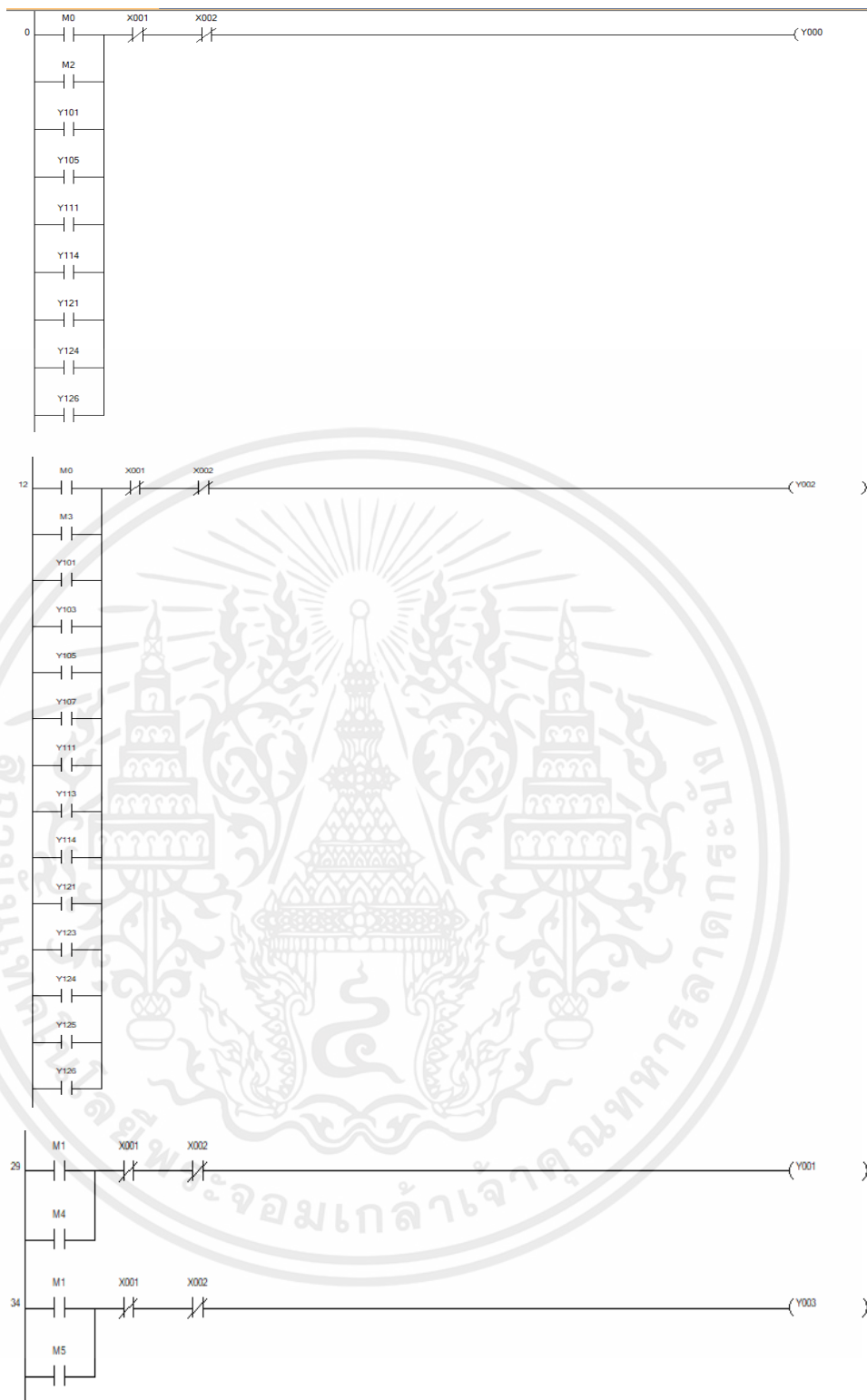


รูปที่ 3.35 แสดงการตรวจจับวัตถุและหยุดการทำงาน

จากรูปที่ 3.35 บรรทัดที่ 0 > 4 > 8 > 12 เมื่อ X1 และ X2 ตรวจเจอวัตถุจะสั่งการไปให้มอเตอร์ Y0 Y2 Y1 และ Y3 หยุดการทำงาน

3. การควบคุมการเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

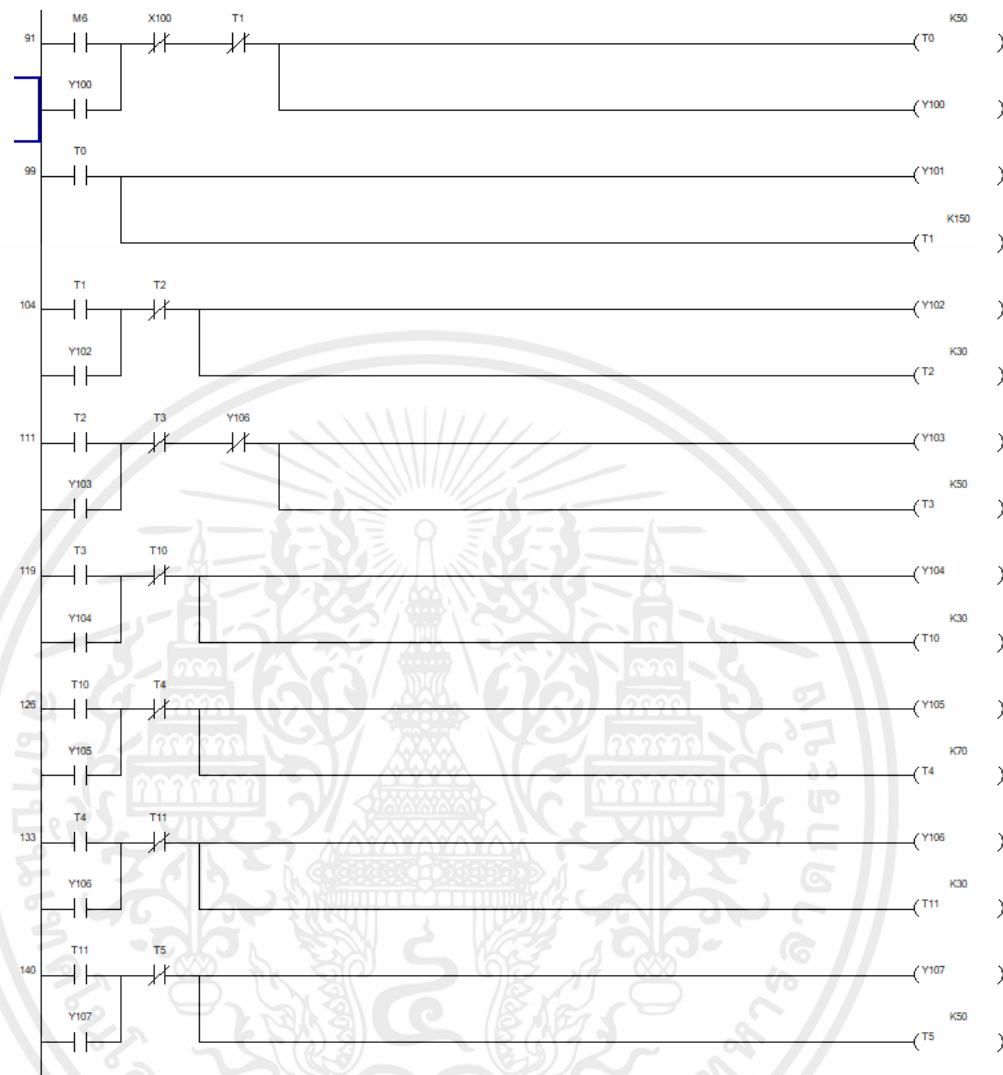


รูปที่ 3.36 การควบคุมการเคลื่อนไหว

จากบรรทัดที่ 0 เมื่อกด M0 มอเตอร์ของ Y0 และ Y2 จะทำงาน บรรทัดที่ 29 และ บรรทัดที่ 34 เมื่อกด M1 มอเตอร์ Y1 และ Y3 จะทำงาน

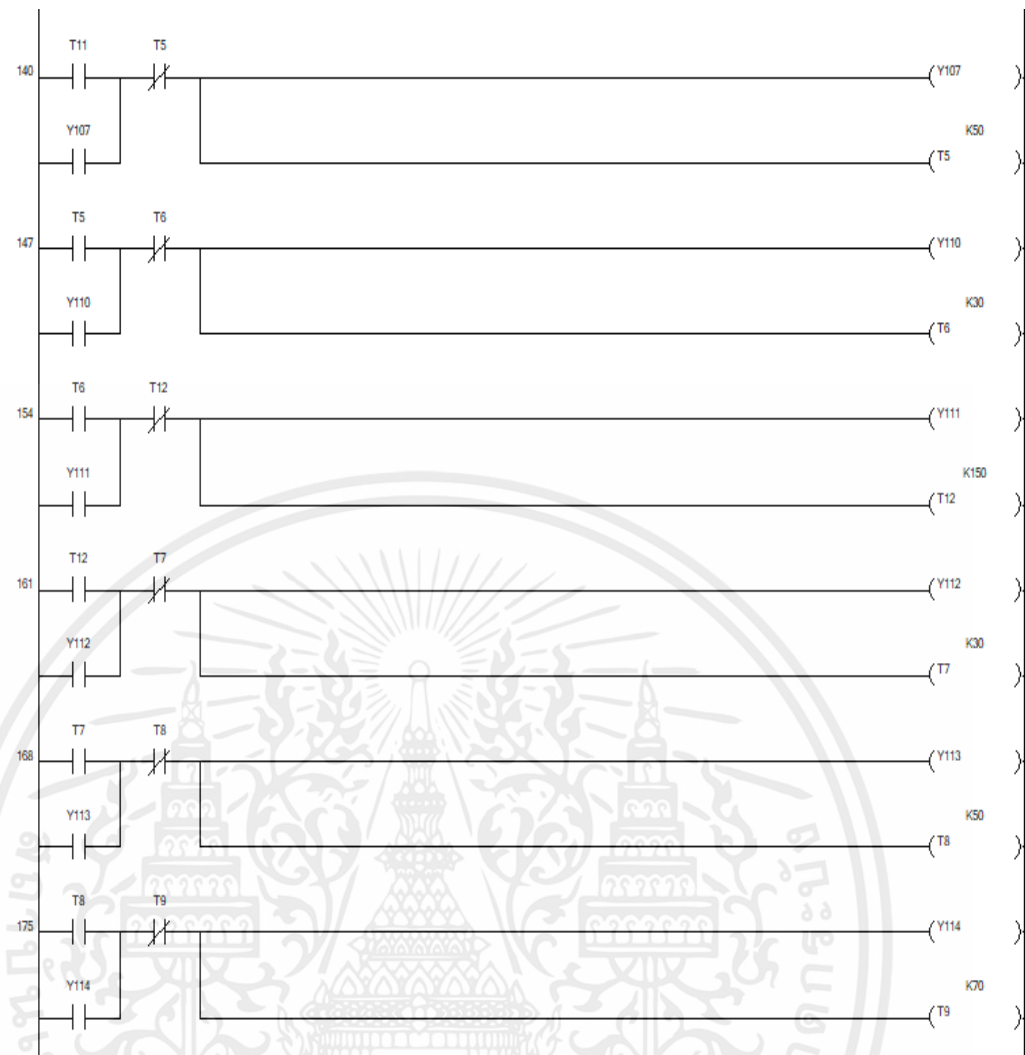
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การเคลื่อนไหวนเป็นพื้นที่



รูปที่ 3.37 การเคลื่อนไหวนเป็นพื้นที่ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.38 การเคลื่อนไหวนเป็นพื้นที่

จากบรรทัดที่ 91 เมื่อทำการกดสวิทช์ M6 จะทำการถ่วงเวลาเป็นระยะเวลา 5 วินาที แล้วจากนั้นหุ่นยนต์จะเริ่มการเดินไปข้างหน้าเป็นเวลา 15 วินาที Y0 จะทำงานและเมื่อครบเวลาจะทำการหยุดการเคลื่อนไหวนเป็นระยะเวลา 3 วินาที Y0 จะหยุดการทำงานและจะเริ่มการทำงานใหม่เมื่อครบเวลา 3 วินาที Y1 จะทำงานเป็นระยะเวลา 5 วินาที และจะหยุดการทำงานเมื่อถึงหยุดหมายตามลำดับ

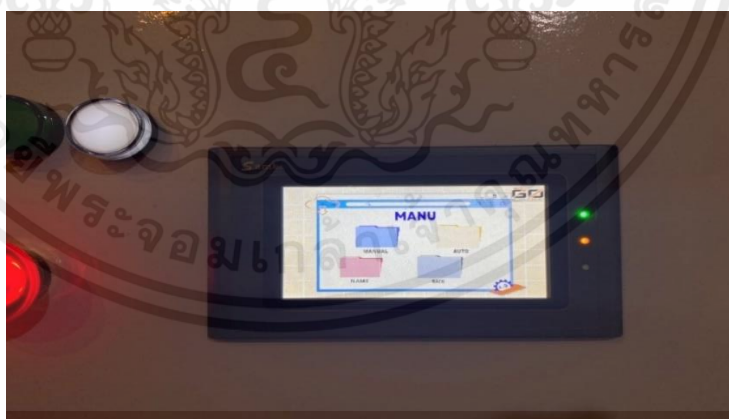
3.9 หน้าต่างการควบคุมของตัวโครงงาน

การออกแบบโครงงานทางผู้จัดทำได้เลือกใช้โปรแกรม GX Works2 และโปรแกรม AKWorkshop โดยจะมีหน้าต่างการควบคุมดังรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.39 หน้าต่างของการควบคุมตัวจอ HMI

เมื่อทำการกดบนหน้าจอ HMI จะทำการไปหน้าคำสั่งการทำงานที่ 2 โดยจะเข้าสู่หน้าเมนูหลักของการทำงานของตัวโครงงาน โดยจะมีให้เลือกชุดคำสั่งด้วยกัน 3 ชุดคำสั่ง ดังรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 หน้าต่างเมนูหลักของการควบคุมโครงงาน

โดยชุดคำสั่งที่ 1 จะเป็นชุดคำสั่งของการควบคุมด้วยมือ เมื่อกดเข้าไปยังหน้าชุดคำสั่งหน้าตาของชุดคำสั่งที่ 1 จะแสดงดังรูปที่ 3.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.41 หน้าต่างการควบคุมด้วยมือ

ชุดคำสั่งที่ 2 จะเป็นชุดคำสั่งของการเดินเป็นพื้นที่ โดยในที่นี้ทางผู้จัดทำได้กำหนดด้วยกัน 2 รูปแบบ โดยเมื่อใช้คำสั่งรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งตัวโครงงานจะทำงานอัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.42 แสดงหน้าต่างการทำงานเป็นพื้นที่ของตัวโครงงาน

และชุดคำสั่งสุดท้ายจะเป็นชุดคำสั่งของการแสดงการทำงานทั้งหมดของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะ ริมชายหาด โดยจะแสดงดังรูปที่ 3.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.43 แสดงการทำงาน

จากรูปที่ 3.43 เป็นการแสดงการทำงานทั้งหมดของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดไม่ว่าจะเป็นการ แสดงการทำงานของอุณหภูมิ การแสดงการทำงานของตัวมอเตอร์ในการขับเคลื่อน และการแสดงการทำงานของตัวเซนเซอร์ที่เอาไว้ตรวจจับวัตถุที่อยู่ข้างหน้าของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบ และผลการทดสอบ

4.1 การทดลองแรงดันเอาต์พุตแรงดันของพีแอลซี

การทดลองการวัดแรงดันเอาต์พุตจากพีแอลซี เพื่อดูประสิทธิภาพการทำงานของพีแอลซีว่าสามารถจ่ายแรงดันได้ตรงกับความต้องการหรือไม่ และยังช่วยในการทดสอบคำสั่งในการควบคุมหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดว่าสามารถสั่งใช้งานได้ตามปกติหรือมีข้อผิดพลาดในการสั่งการ

4.1.1 วิธีการทดลอง

1. เปิดสวิตช์การใช้งานของตัวเครื่อง
2. ทำการเชื่อมต่อกับหน้าจอแสดงผล
3. ทดลองสั่งการใช้งานไปหน้า ถอยหลัง
4. วัดแรงดันที่ออกมาจากพีแอลซี บันทึกผลลงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 การทดลองวัดแรงดันเอาต์พุตของพีแอลซีและแรงดันของตัวมอเตอร์

ครั้งที่	การทดสอบ	แรงดันเอาต์พุต
1	วัดแรงดันเอาต์พุตจาก Y0 ของพีแอลซี	25.3 โวลต์
2	วัดแรงดันเอาต์พุตจาก Y1 ของพีแอลซี	25.3 โวลต์
3	วัดแรงดันเอาต์พุตจาก Y2 ของพีแอลซี	25.3 โวลต์
4	มอเตอร์ซ้าย	11.9 โวลต์
5	มอเตอร์ขวา	11.8 โวลต์

จากตารางที่ 4.1 ผลทดลองจะเห็นได้ว่าแรงดันที่ออกมาจากอุปกรณ์ของพีแอลซีนั้นสามารถให้แรงดันที่ตรงต่อความต้องการ ไม่ว่าจะเป็นแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ทั้งซ้ายและขวา ที่สามารถรับแรงดันอยู่ที่ 12 โวลต์ของการทำงานและโปรแกรมการทำงานสามารถสั่งการทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังรูปที่ 4.1 และรูปที่ 4.2



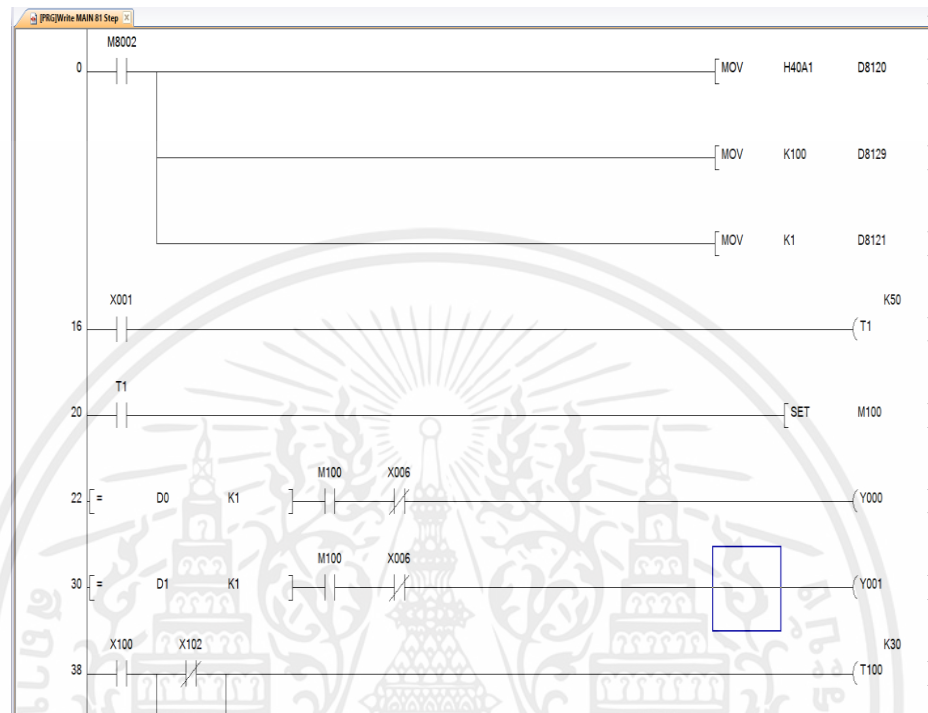
รูปที่ 4.1 แรงดันที่ออกมาจากพีแอลซี



รูปที่ 4.2 แรงดันที่มอเตอร์ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าแรงดันของตัวพีแอลซีและมอเตอร์ซ้ายและขวาสามารถรับแรงดันได้ตรงกับความต้องการเพื่อที่จะนำไปใช้ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ต่อไปตามลำดับโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้นมาที่ใช้ในการสั่งควบคุมการทำงานของพีแอลซี ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานของตัวมอเตอร์

จากรูปที่ 4.3 จะเป็นส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมพีแอลซีในการทำงานจะเห็นได้ว่าจากบรรทัดที่ 22 เมื่อ D0 เท่ากับ K1 จะสั่งการทำงานของ Y0 ของพีแอลซีจะจ่ายแรงดันไปยังมอเตอร์เพื่อเริ่มการทำงานตามลำดับต่อไป

4.2 ทดลองการควบคุมที่ระยะ 0-100 เมตร

การทดลองการควบคุมตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดที่ระยะทาง 0-100 เมตรโดยการทดลองนี้จะเป็นการทดลองที่ใช้ในการควบคุมการทำงานผ่านอินเทอร์เน็ตไปยังพีแอลซีที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

4.2.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบระยะเวลาการควบคุมของตัวหุ่นยนต์
2. เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อผ่านระบบอินเทอร์เน็ต
3. เพื่อทดสอบการทำงานของตัวพีแอลซี

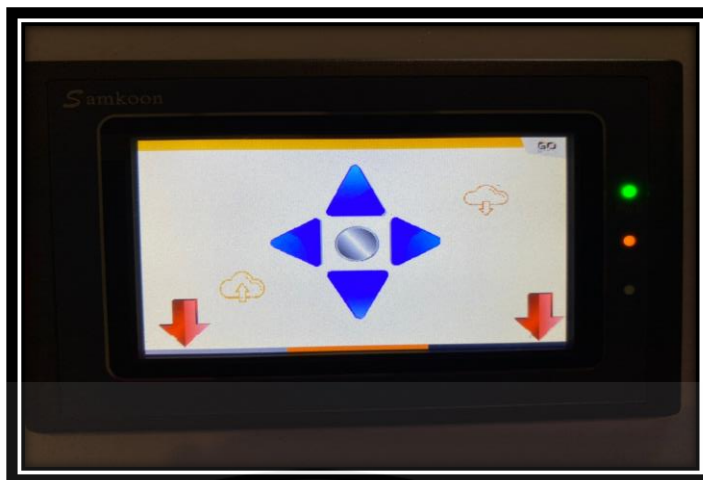
4.2.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. หุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด
2. สมาร์ทโฟนสำหรับใช้งาน

ตารางที่ 4.2 การควบคุมที่ระยะทาง 0 – 100 เมตร

ครั้งที่	การทดสอบ	ระยะทาง (เมตร)	สามารถเชื่อมต่อได้ (ได้/ไม่ได้)
1	ทดสอบการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน	20	สามารถเชื่อมต่อได้
2	ทดสอบการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน	40	สามารถเชื่อมต่อได้
3	ทดสอบการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน	60	สามารถเชื่อมต่อได้
4	ทดสอบการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน	80	สามารถเชื่อมต่อได้
5	ทดสอบการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน	100	สามารถเชื่อมต่อได้

จากตารางที่ 4.2 การทดลองจะเห็นได้ว่าสามารถควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดได้ที่ระยะทาง 0 ถึง 100 เมตร ทำการทดสอบโดยการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟนเพื่อใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด ดังรูปที่ 4.4 และ รูปที่ 4.5



รูปที่ 4.4 หน้าต่างการควบคุม



รูปที่ 4.5 ระยะการควบคุมที่ 100 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองการแจ้งเตือนวัตถุ

การทดสอบการแจ้งเตือนวัตถุที่อยู่ข้างหน้าของตัวหุ่นยนต์ตั้งแต่ 0 ถึง 30 เซนติเมตร โดยเมื่อหุ่นยนต์ตรวจเจอวัตถุอยู่ข้างหน้าในระยะ 0 ถึง 30 เซนติเมตร จะทำการหยุดการทำงานของตัวมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนเพื่อความปลอดภัยของตัวหุ่นยนต์ และจะเริ่มการทำงานใหม่เมื่อไม่มีวัตถุอยู่ตรงหน้า

4.3.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบการทำงานของตัวเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุ
2. เพื่อทดสอบการทำงานของพีแอลซี
3. เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของตัวโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุม

4.3.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

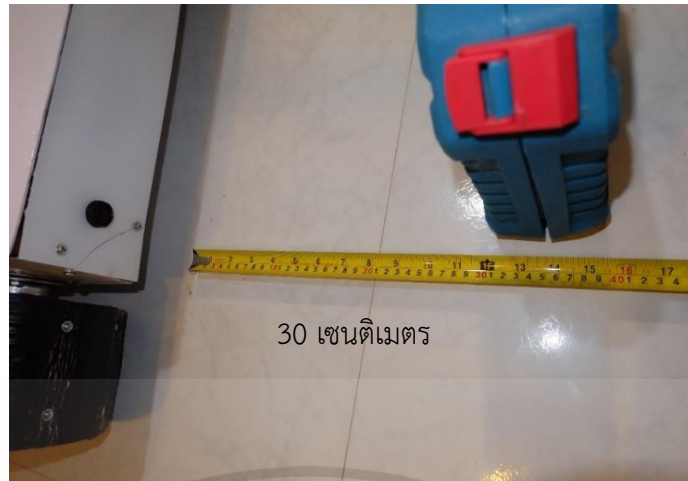
1. ที่วัดระยะหน่วยเป็นเซนติเมตร
2. สมาร์ทโฟนที่ใช้ในการควบคุม
3. เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ

ตารางที่ 4.3 การทดสอบการแจ้งเตือนและหยุดการทำงานที่ระยะ 0 ถึง 30 เซนติเมตร

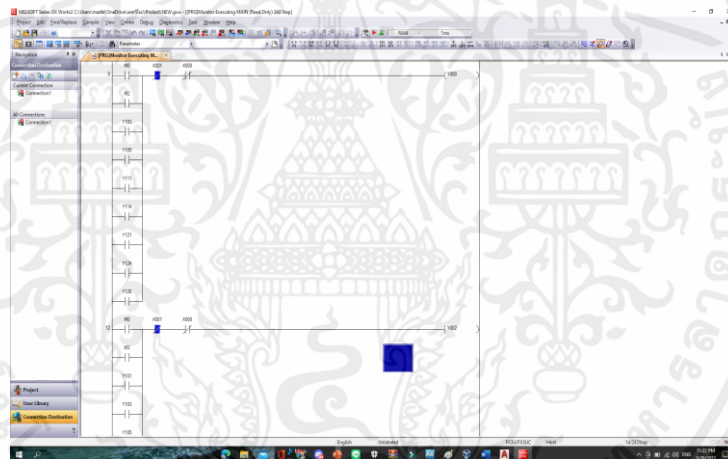
ครั้งที่	การทดลอง	แจ้งเตือนวัตถุ	หยุดการทำงาน
1	วัตถุที่ระยะ 10 เซนติเมตร	✓	✓
2	วัตถุที่ระยะ 20 เซนติเมตร	✓	✓
3	วัตถุที่ระยะ 30 เซนติเมตร	✓	✓

หมายเหตุ : ✓ สามารถทำงานได้ X ไม่สามารถทำงานได้

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นได้ว่าหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดสามารถแจ้งเตือนวัตถุที่อยู่ตรงหน้าได้ที่ระยะทาง 0 ถึง 30 เซนติเมตรโดยเมื่อวัตถุที่อยู่ตั้งแต่ระยะ 0 ถึง 30 เซนติเมตรหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดจะหยุดการทำงานและแจ้งเตือนไปยังสมาร์ทโฟน ดังรูปที่ 4.6 และรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.6 ระยะการแจ้งเตือนที่ 0 ถึง 30 เซนติเมตร



รูปที่ 4.7 การแสดงสถานะการทำงานบนโปรแกรม GX Works2

จากรูปที่ 4.7 จะเป็นหน้าต่างโปรแกรมการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมหุ่นยนต์
เก็บขยะริมชายหาดโดยจะเห็นได้ว่าบรรทัดที่ 0 กับบรรทัดที่ 12 เมื่อเซนเซอร์ X0 ทำงานจะหยุดการ
ทำงานของหุ่นยนต์และส่งสัญญาณแจ้งเตือนไปยังหน้าจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 การทดลองการตรวจวัดอุณหภูมิ

การทดสอบนี้จะเป็นการสอบการวัดและแสดงผลอุณหภูมิภายในของหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด โดยเมื่ออุณหภูมิภายในของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดนั้นมีค่ามากกว่า 30 องศาเซลเซียสจะสั่งการทำงานไปยังพัดลมระบายความร้อนเพื่อระบายความร้อนภายในของตัวหุ่นยนต์เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า องศาเซลเซียส จะหยุดการทำงานของพัดลมระบายอากาศ

4.4.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทดสอบการทำงานของพัดลมระบายความร้อน
2. เพื่อทดสอบการแสดงผลของค่าอุณหภูมิความร้อนภายใน
3. เพื่อทดสอบการทำงานของเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ
4. เพื่อทดสอบการเขียนโปรแกรมในการควบคุม

4.4.2 อุปกรณ์ในการทดลอง

1. พัดลมระบายความร้อน
2. พีแอลซีที่ใช้ในการควบคุม
3. เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ
4. หน้าจอแสดงสถานะ

ตารางที่ 4.4 การทดสอบการเปิด/ปิดการทำงานของพัดลมระบายความร้อน

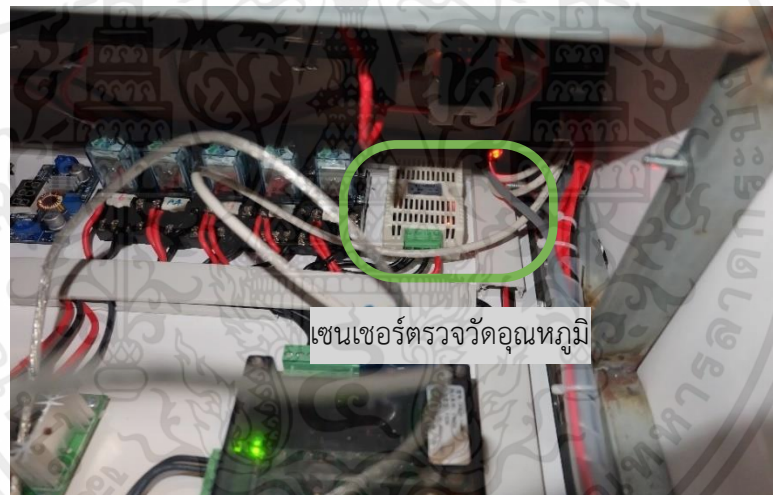
ครั้งที่	การทดลอง	การทำงานของพัดลมระบายความร้อน (เปิด/ปิด)	แสดงค่าอุณหภูมิ (หน้าจอแสดงผล)
1	อุณหภูมิมากกว่า 25 องศาเซลเซียส	ปิดการทำงาน	✓
2	อุณหภูมิมากกว่า 30 องศาเซลเซียส	เปิดการทำงาน	✓
3	อุณหภูมิมากกว่า 40 องศาเซลเซียส	เปิดการทำงาน	✓
4	อุณหภูมิมากกว่า 50 องศาเซลเซียส	เปิดการทำงาน	✓

หมายเหตุ : ✓ สามารถทำงานได้ X ไม่สามารถทำงานได้

จากตารางบันทึกผลที่ 4.4 จะเป็นการทดลองการแสดงผลค่าอุณหภูมิภายในและการเปิดและปิดการทำงานของพัดลมระบายความร้อนเมื่ออุณหภูมิถึงตามที่กำหนดไว้ที่ 30 องศาเซลเซียสพัดลมระบายความร้อนจะทำงานแต่เมื่อค่าอุณหภูมิต่ำกว่า 30 องศาเซลเซียสพัดลมระบายความร้อนจะหยุดทำงานและจะแสดงผลค่าอุณหภูมิผ่านหน้าจอแสดงผล ดังรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 หน้าต่างโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผล



เซนเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ

รูปที่ 4.9 เซนเซอร์ในการตรวจวัดอุณหภูมิ

จากรูปที่ 4.9 จะเป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดอุณหภูมิภายในของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดโดยจะใช้แรงดันในการทำงานอยู่ที่ 24 โวลต์ เชื่อมต่อกับพีแอลซีและแสดงผลผ่านหน้าจอแสดงผล หน้าตาพัฒนาบระบายความร้อนที่ใช้งานดังรูปที่ 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



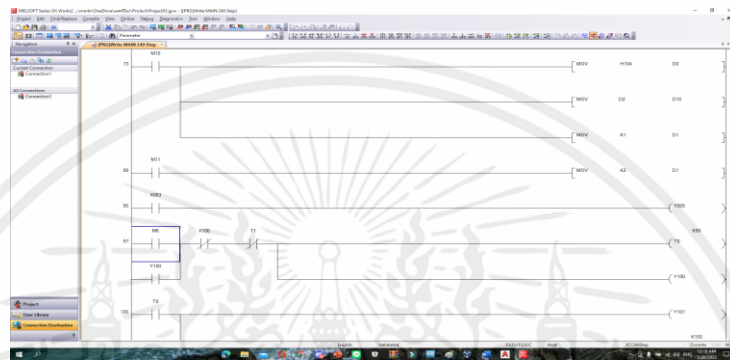
รูปที่ 4.10 พัฒนาระบายอากาศของตัวหุ่นยนต์

จากรูปที่ 4.10 จะเป็นส่วนของพัดลมที่ใช้ในการระบายความร้อนของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดโดยจะใช้แรงดันในการใช้งานอยู่ที่ 5 โวลต์ เมื่อเซนเซอร์ตรวจวัดว่ามีอุณหภูมิภายในมากกว่า 30 องศาเซลเซียสพีแอลซีจะสั่งการทำงานของรีเลย์เพื่อเปิดการใช้งานของพัดลมระบายความร้อนภายในของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด และเมื่อค่าอุณหภูมिन้อยกว่า 30 องศาเซลเซียสพีแอลซีจะสั่งหยุดการทำงานของพัดลมระบายความร้อนผ่านรีเลย์ที่จ่ายแรงดันให้กับพัดลมระบายความร้อน และจะแสดงค่าอุณหภูมิไปยังหน้าจอแสดงสถานะของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

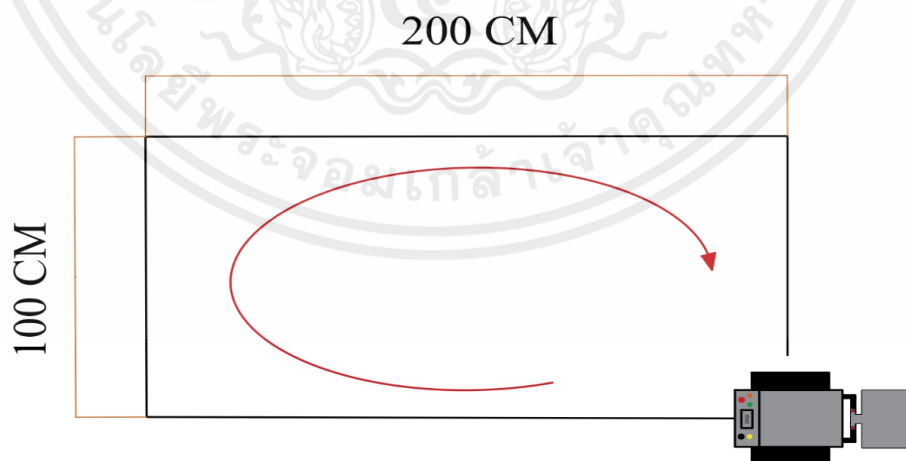
4.5 การทดลองการเก็บขยะ

การทดสอบนี้จะเป็นการทดสอบในการเก็บขยะ โดยการเก็บขยะนั้น จะต้องมีการจัดเตรียมพื้นที่ในการเก็บขยะ เมื่อทำการจัดเตรียมพื้นที่เรียบร้อยแล้วจะเริ่มการทำงานของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะ ริมชายหาด จะสามารถเก็บขยะจำพวกขยะอันตราย เช่น เศษแก้ว และเศษเหล็กที่อาจก่อให้เกิดอันตรายได้ เมื่อขยะถึงจุดที่กำหนดไว้จะมีการแจ้งเตือนไปยังพีแอลซี โดยจะกำหนดไว้บรรทัดที่ 95 ตัวแปร X3 โดยจะแจ้งเตือนไปยัง Y5 เพื่อสถานะการทำงานของตัวเก็บขยะดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 รูปแบบการเขียนแลดเดอร์ของตัวแจ้งเตือนการเก็บขยะ

1. ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 2 ตารางเมตร ใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ 10 นาที



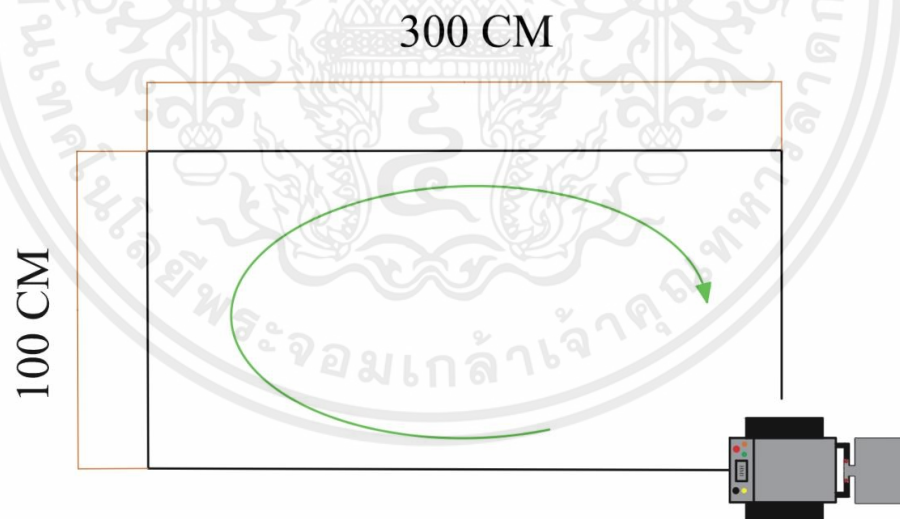
รูปที่ 4.12 ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 2 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 รูปแบบของตัวชิ้นงาน

จากรูปที่ 4.12 และรูปที่ 4.13 การทดลองการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม โดยจะใช้สูตรการคำนวณ กว้าง คูณ ยาว (100×200) จะได้ขนาดพื้นที่ 2 ตารางเมตร
 2. ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 3 ตารางเมตรใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ 20 นาที



รูปที่ 4.14 ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 3 ตารางเมตร

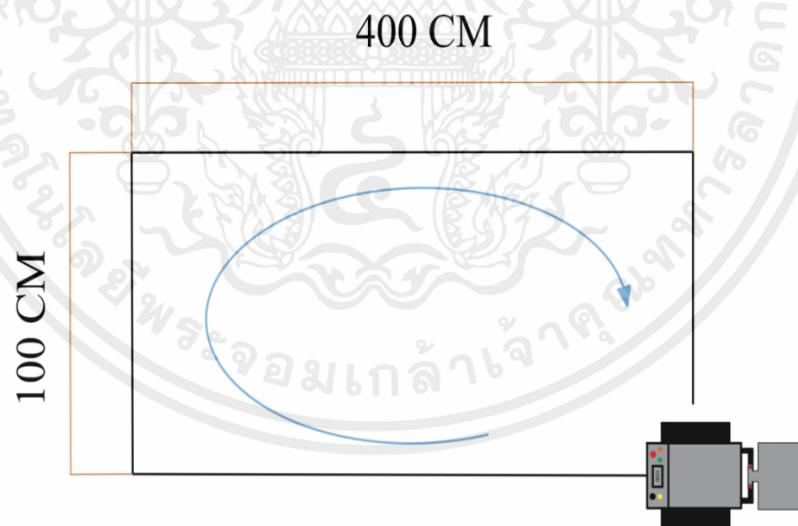
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 3 ตารางเมตร

จากรูปที่ 4.14 และรูปที่ 4.15 การทดลองการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม โดยจะใช้สูตรการคำนวณ กว้าง คูณ ยาว (100×300) จะได้ขนาดพื้นที่ 3 ตารางเมตร

3. ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 4 ตารางเมตรใช้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่ 30 นาที



รูปที่ 4.16 ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 4 ตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 ทดสอบการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม 4 ตารางเมตร

จากรูปที่ 4.16 และรูปที่ 4.17 การทดลองการเคลื่อนที่เป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม โดยจะใช้สูตรการคำนวณ กว้าง คูณ ยาว (100 x 400) จะได้ขนาดพื้นที่ 4 ตารางเมตร

4. ทดสอบการเก็บขยะที่ 8500 ลูกบาศก์เซนติเมตรจะมีการแจ้งเตือนไปยังตัวหุ่นยนต์ ดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 ทดสอบการเก็บขยะที่ 8500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 หน้าต่างการแจ้งเตือนเมื่อชยะครบ 8500 ลูกบาศก์เซนติเมตร

จากรูปที่ 4.19 เมื่อชยะของหุ่นยนต์เก็บชยะริมชายหาดเต็มจำนวน 8500 ลูกบาศก์เซนติเมตร จะส่งสัญญาณมายังตัวพีแอลซีหลังจากนั้นตัวหุ่นยนต์จะหยุดการทำงานเพื่อที่จะเคลียร์ชยะแล้วทำงานต่อไปตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 การทดสอบการเก็บชยะ

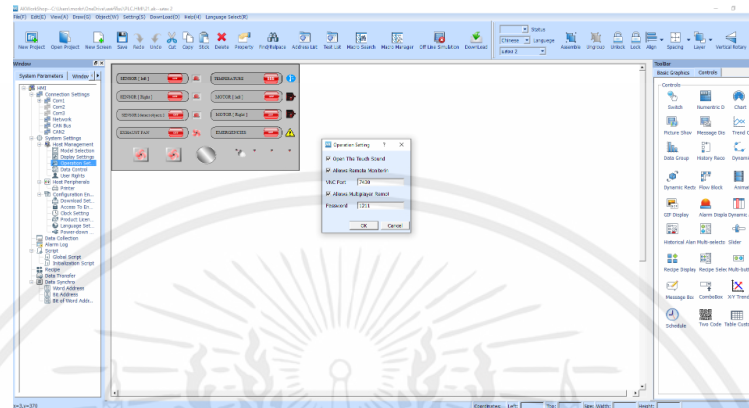
ระยะการเคลื่อนที่ (ตารางเมตร)	ปริมาตรชยะ (กรัม)	ระยะเวลาการเคลื่อนที่ (นาที)
1.ระยะการเคลื่อนที่ 2 ตารางเมตร	42 กรัม	10 นาที
2.ระยะการเคลื่อนที่ 3 ตารางเมตร	89 กรัม	20 นาที
3.ระยะการเคลื่อนที่ 4 ตารางเมตร	158 กรัม	30 นาที

จากการทดสอบ 3 รูปแบบการเคลื่อนที่จะใช้การเคลื่อนที่ของตัวหุ่นยนต์เก็บชยะริมชายหาดเป็นสเต็ปตามที่ได้ โปรแกรมไว้ เมื่อตัวหุ่นยนต์เก็บชยะริมชายหาดเริ่มการทำงานจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า 50 เซนติเมตร แล้วถอยหลังกลับ 50 เซนติเมตร จากนั้นจะเคลื่อนที่ไปข้างหน้า 100 เซนติเมตร เพื่อให้ได้ระยะความลึกตามที่ต้องการและจะทำงานวนลูปตามสเต็ปไปจนกว่าจะครบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดสอบการควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน

การทดลองนี้จะเป็นการทดลองในการเชื่อมต่อกับตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด โดยจะทำการตั้งค่า IP ของหน้าจอ HMI ผ่านโปรแกรม AKWorkShop เพื่อที่จะเชื่อมต่อผ่าน IP ของอินเทอร์เน็ตดังรูปที่ 4.19 และ รูปที่ 4.20

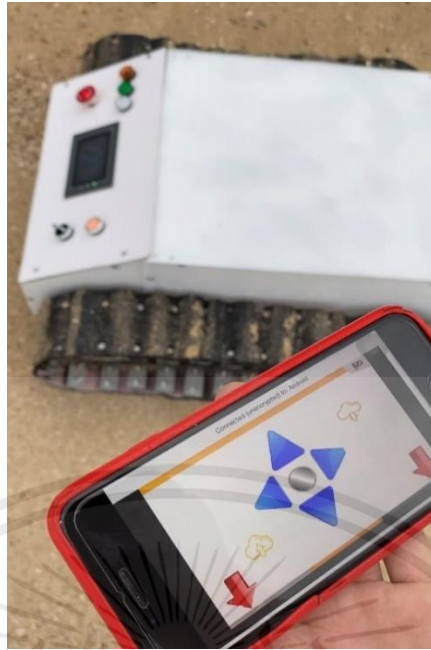


รูปที่ 4.20 หน้าจอโปรแกรม AKWorkShop



รูปที่ 4.21 หน้าจอ IP address ของหน้าจอ HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.22 หน้าจอการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน

ตารางที่ 4.6 การทดสอบการควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน

การทดลอง	ควบคุมผ่านสมาร์ทโฟนได้
1.การควบคุมผ่านสมาร์ทโฟน	✓
2.ควบคุมที่ระยะ 100 เมตร	✓

หมายเหตุ : ✓ สามารถทำงานได้ X ไม่สามารถทำงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทดสอบแรงดันเอาต์พุตแรงดันของพีแอลซี

จากตารางที่ 4.1 ผลการทดลองการทำงานของระบบการทำงานจะเห็นว่าแรงดันที่สามารถนำไปใช้งานได้ตรงกับความต้องการเป็นไปตามการเขียนโปรแกรม ที่ได้ออกแบบเอาไว้แรงดันทั้ง 4 เอาต์พุต

5.1.2 ทดสอบการควบคุมระยะ 100 เมตร

จากตารางที่ 4.2 จะสามารถเห็นได้ว่าถ้าสื่อสารทางไกลระหว่างตัว HMI และเน็ตเวิร์กสามารถสื่อสารซึ่งกันและกันได้โดยไม่มีปัญหาตามมา และสามารถควบคุมตัวหุ่นยนต์ได้ที่ระยะ 0-100 เมตร โดยจะใช้การควบคุมผ่านสมาร์ตโฟน

5.1.3 การทดสอบการแจ้งเตือนวัตถุ

จากตารางที่ 4.3 จากผลการทดลองการทดสอบการแจ้งเตือนวัตถุจะเห็นว่าสามารถ แจ้งเตือนวัตถุที่อยู่หน้าโรงงานได้ที่ระยะ 0-30 เซนติเมตร และเมื่อระยะการแจ้งเตือนถึงตามกำหนดจะทำการสั่งตัดการทำงานของตัวโรงงานได้อย่างสมบูรณ์

5.1.4 การทดสอบการตรวจวัดอุณหภูมิ

จากตารางที่ 4.4 จากผลการทดลองจะเห็นว่าตัวโรงงานสามารถตรวจวัดอุณหภูมิได้ โดยเมื่ออุณหภูมิเกินที่ 30 องศาจะสั่งการไปให้พัดลมดูดอากาศทำงานโดยจะทำงานจนกว่าอุณหภูมิกายในจะลดลงน้อยกว่า 30 องศาแล้วจะหยุดการทำงาน

5.1.5 การทดสอบการเก็บขยะ

จากการทดสอบจะเห็นว่าเมื่อจำนวนของขยะในตัวเก็บขยะนั้นเกินกว่าที่กำหนดค่าเอาไว้ จะทำการส่งสัญญาณไปยังพีแอลซี แล้วแจ้งเตือนไปยังหน้าจอแสดงผล

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

1. ส่วนของการเก็บขยะนั้นเนื่องจากสภาพอากาศไม่เอื้ออำนวยต่อการทดลองการทำงานของตัวโรงงานไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มที่และกำลังของตัวมอเตอร์ไม่เพียงพอต่อการทำงานที่ต้องใช้ในปริมาณมาก

2. ส่วนของล้อตีนตะขาบที่ใช้ในการขับเคลื่อนของโรงงานมีปัญหาส่วนของความแข็งแรงที่ไม่เพียงพอเมื่อต้องขึ้นไปยังทราย์ที่มืองศาที่สูงเกินไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะและการแก้ไขปัญหา

1. ส่วนของตัวเก็บขยะนั้นยังจะต้องมีการพัฒนาตรงส่วนมอเตอร์ที่ใช้เก็บขยะเพื่อที่จะให้มีประสิทธิภาพในการเก็บขยะมากยิ่งขึ้น
2. พัฒนาส่วนของล้อตีนตะขาบของโครงการให้มีความแข็งแรงมากยิ่งขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] เดชฤทธิ์ มณีธรรม, **คัมภีร์การใช้งานพีแอลซี เบคฮอฟฟ์ PLC BECKHOFF**, กรุงเทพฯ: ซี เอ็ดดูเคชั่น, 2559.
- [2] ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์, **ระบบ PLC**, ส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), สมาคม, 2544
- [3] อิชชัย สุมิตร, **รีเลย์ป้องกันระบบพลังไฟฟ้า**, กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2529.
- [4] พรจิต ประทุมสุวรรณ, **การขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า**, เรือนแก้วการพิมพ์, 2547
- [5] “โมดูลสเตปดาวน์” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : <http://www.raspberrysource.in.th/product/180/>
เข้าครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2565
- [6] นพ มหิษานนท์, **รู้จักแบตเตอรี่ ใช้เป็น ใช้คุ้ม ใช้ทน**, คอร์ฟังก์ชั่น, สนพ. 2562
- [7] “ชนิดของแบตเตอรี่” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : <http://www.sunpro-solar.net/article/23>
เข้าครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2565
- [8] “HMI SAMKOON AK-043AW” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : <https://thai.alibaba.com/product-detail/>
เข้าครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2565
- [9] “พัดลมระบายความร้อน” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : <https://www.nidec.com/jp/product/search/category/B101/>
เข้าครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง(ต่อ)

- [10] “เซ็นเซอร์ตรวจจับวัตถุ” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : <https://thai.alibaba.com/g/sensors-e3f-ds30c4.html>
เข้าครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2565
- [11] “สวิทช์ LA38-11X2” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: <https://www.cybertice.com/product/1959>
เข้าครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2565
- [12] “Buzzer LED AD16-22SM” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: <https://www.cybertice.com/product/1965/>
เข้าครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2565
- [13] “สวิทช์ LA38-11D Reset” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: <https://www.cybertice.com/product/2080/>
เข้าครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2565
- [14] “Stop switch emergencyLAY37-11ZSD” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา: <https://www.cybertice.com/product/3322>
เข้าครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2565
- [15] “เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิ XY-MD02” (ระบบออนไลน์)
แหล่งที่มา : <https://www.cybertice.com/product/4530/>
เข้าครั้งสุดท้าย 20 มิถุนายน 2565



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

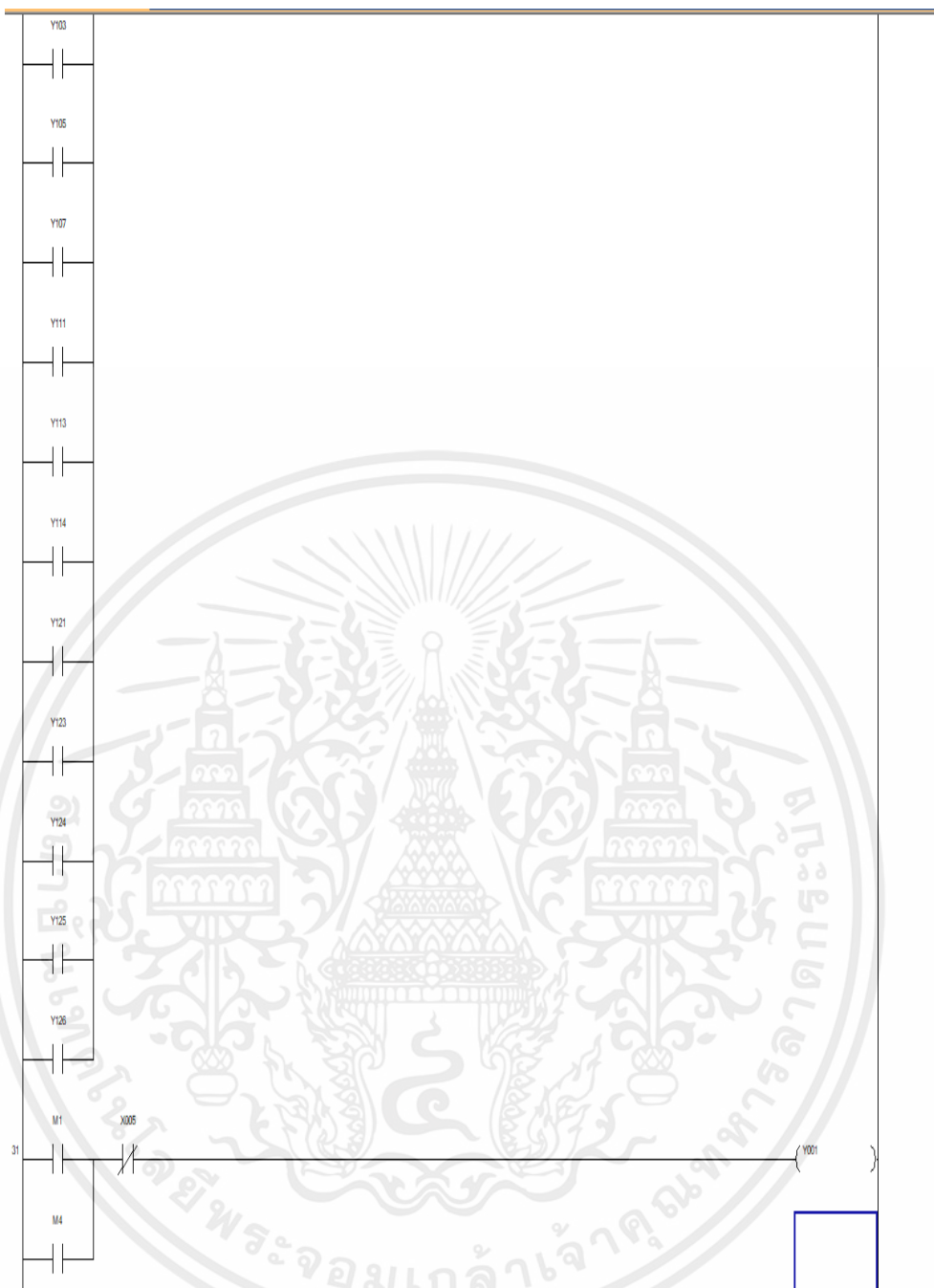
แลตเตอร์โปรแกรมพีแอลซี

แลตเตอร์โปรแกรมพีแอลซีที่ใช้สำหรับการควบคุมตัวเรื่องทั้งหมด ดังรูปที่ ก.1



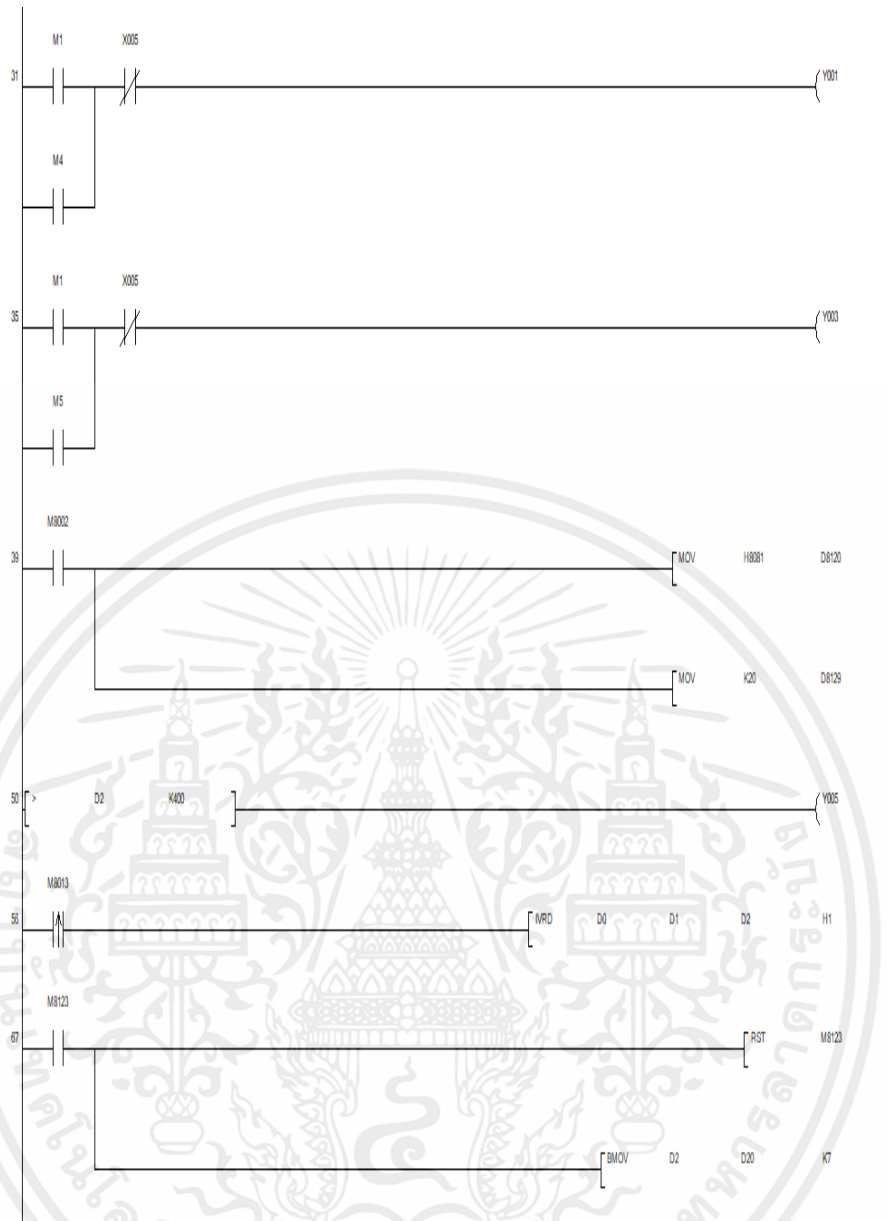
รูปที่ ก.1 แลตเตอร์ควบคุมการทำงานทั้งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



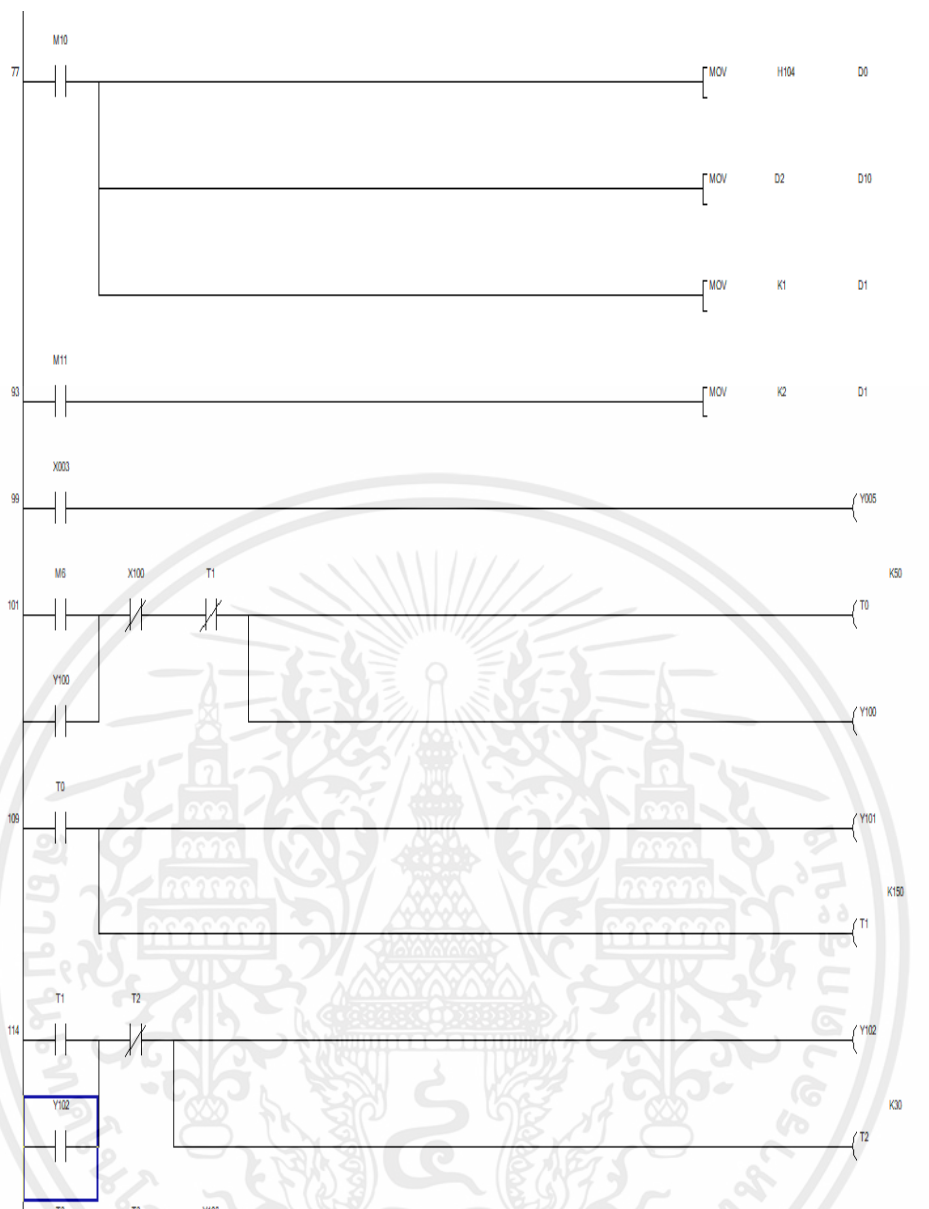
รูปที่ ก.1 แลตเตอรืควบคุมการทำงานทั้งระบบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



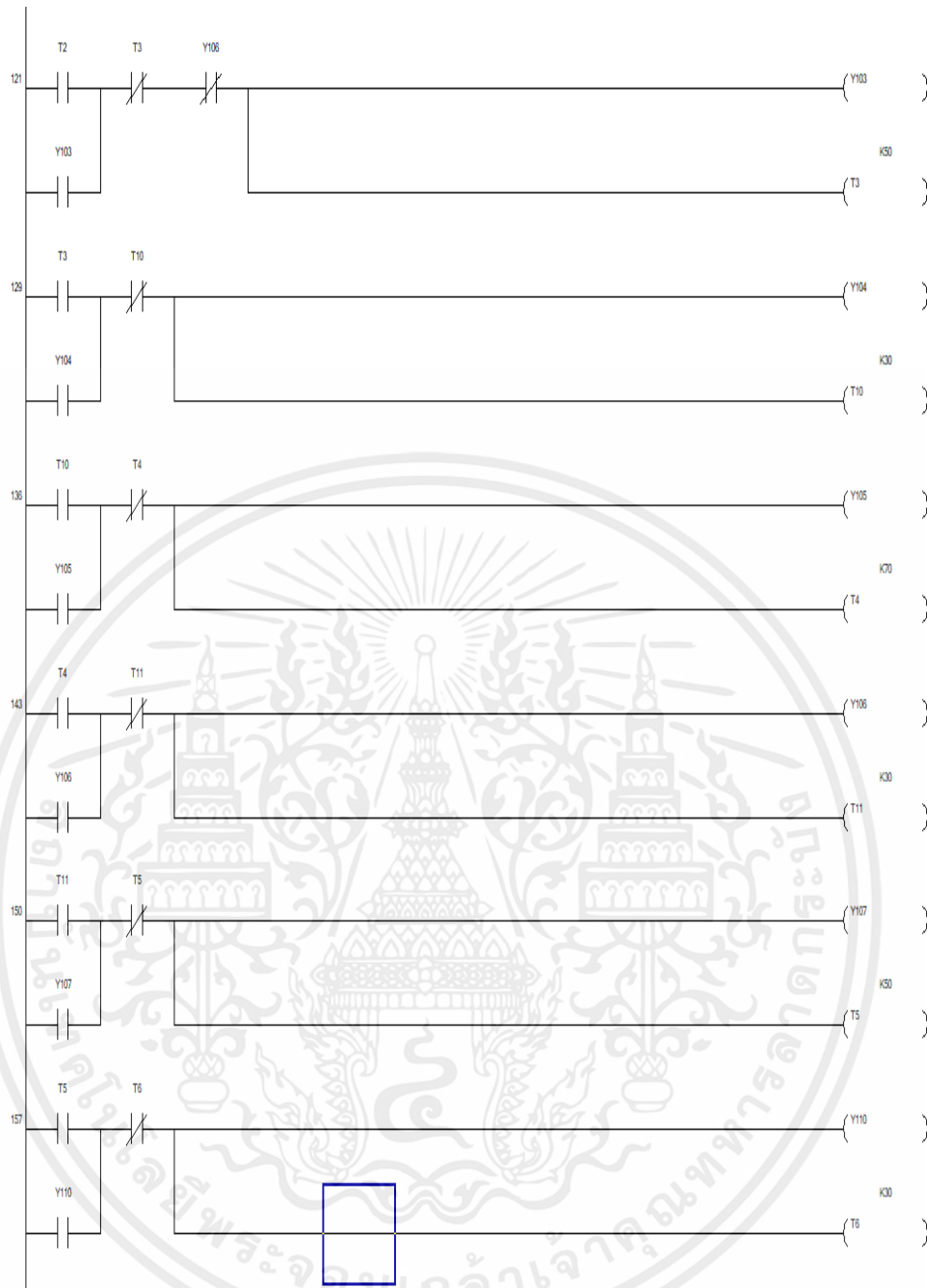
รูปที่ ก.1 แลตเตอร์ควบคุมการทำงานทั้งระบบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



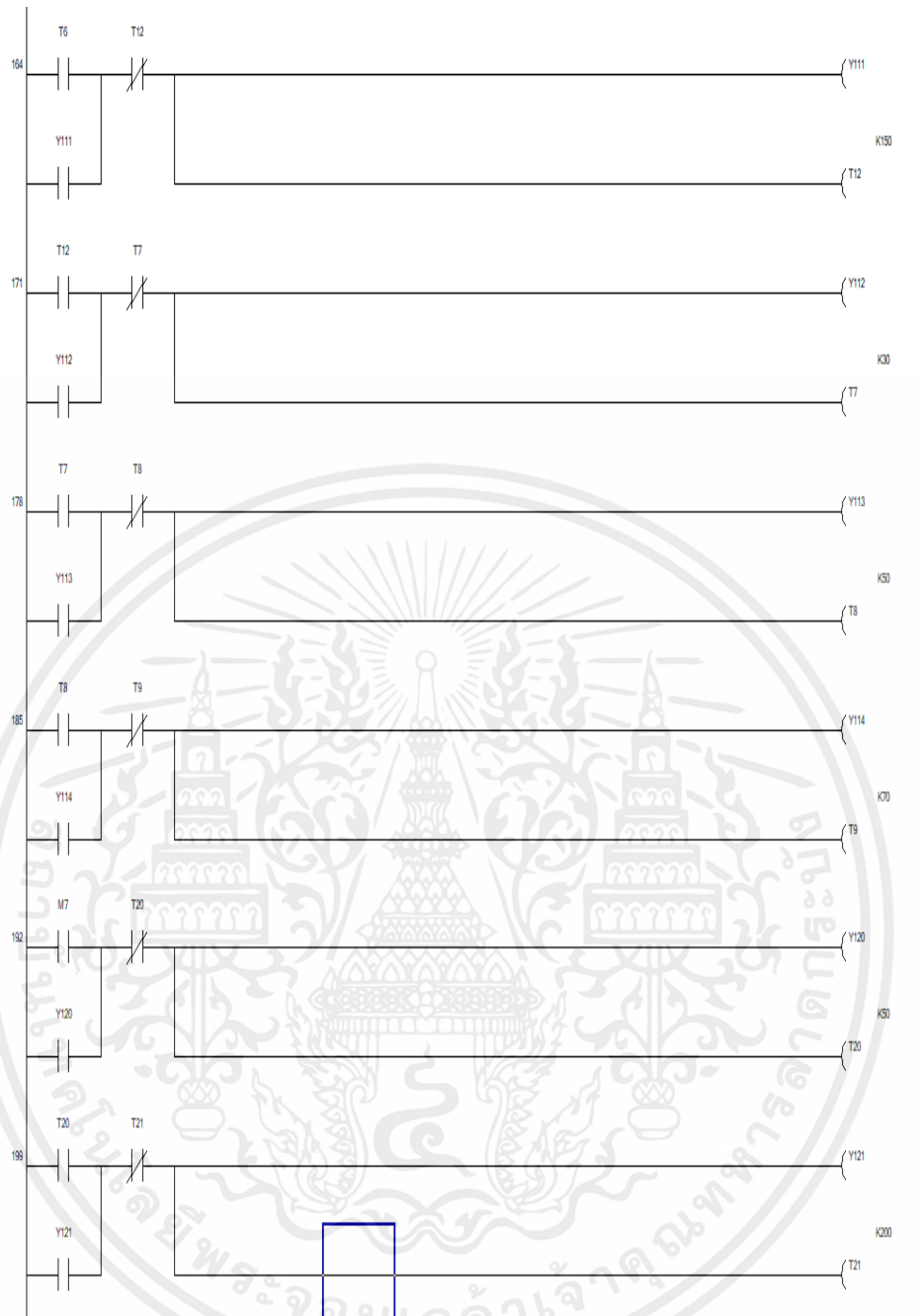
รูปที่ ก.1 แลตเตอร์ควบคุมการทำงานทั้งระบบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



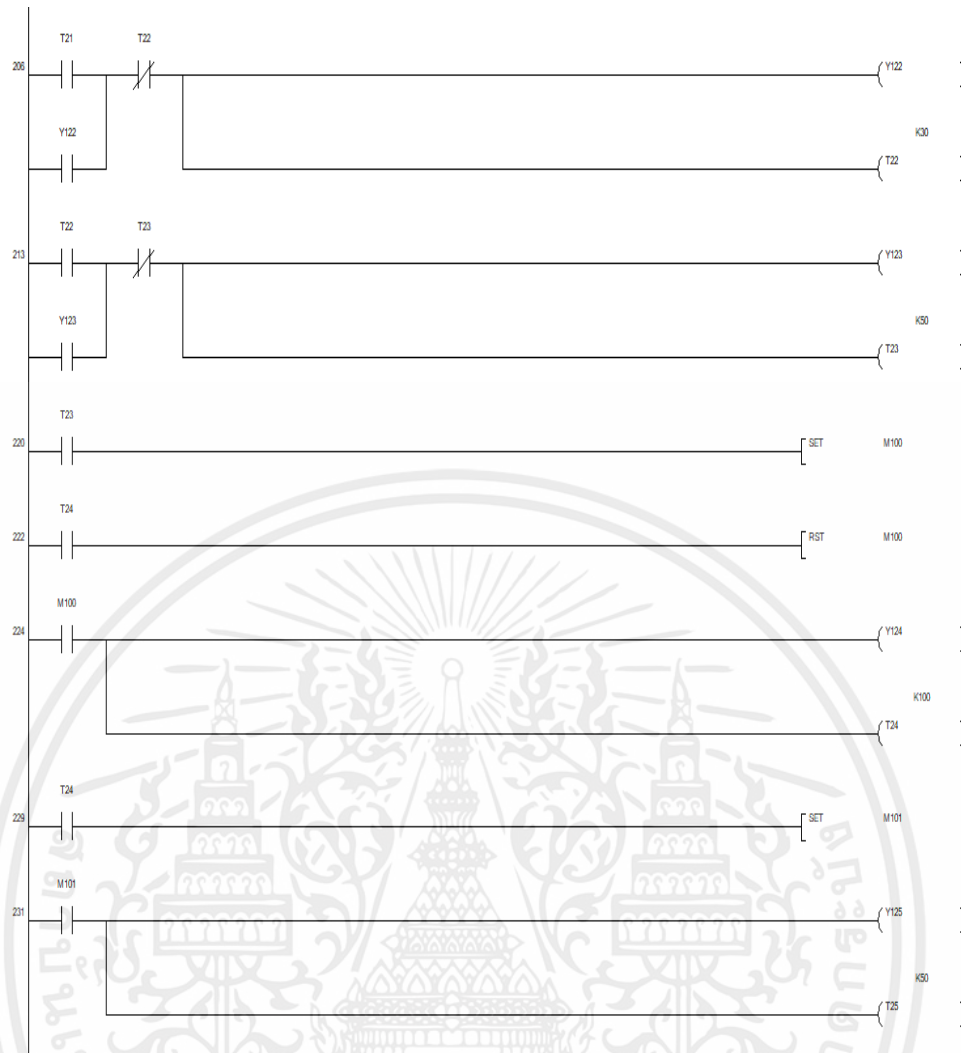
รูปที่ ก.1 แลตเตอร์ควบคุมการทำงานทั้งระบบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



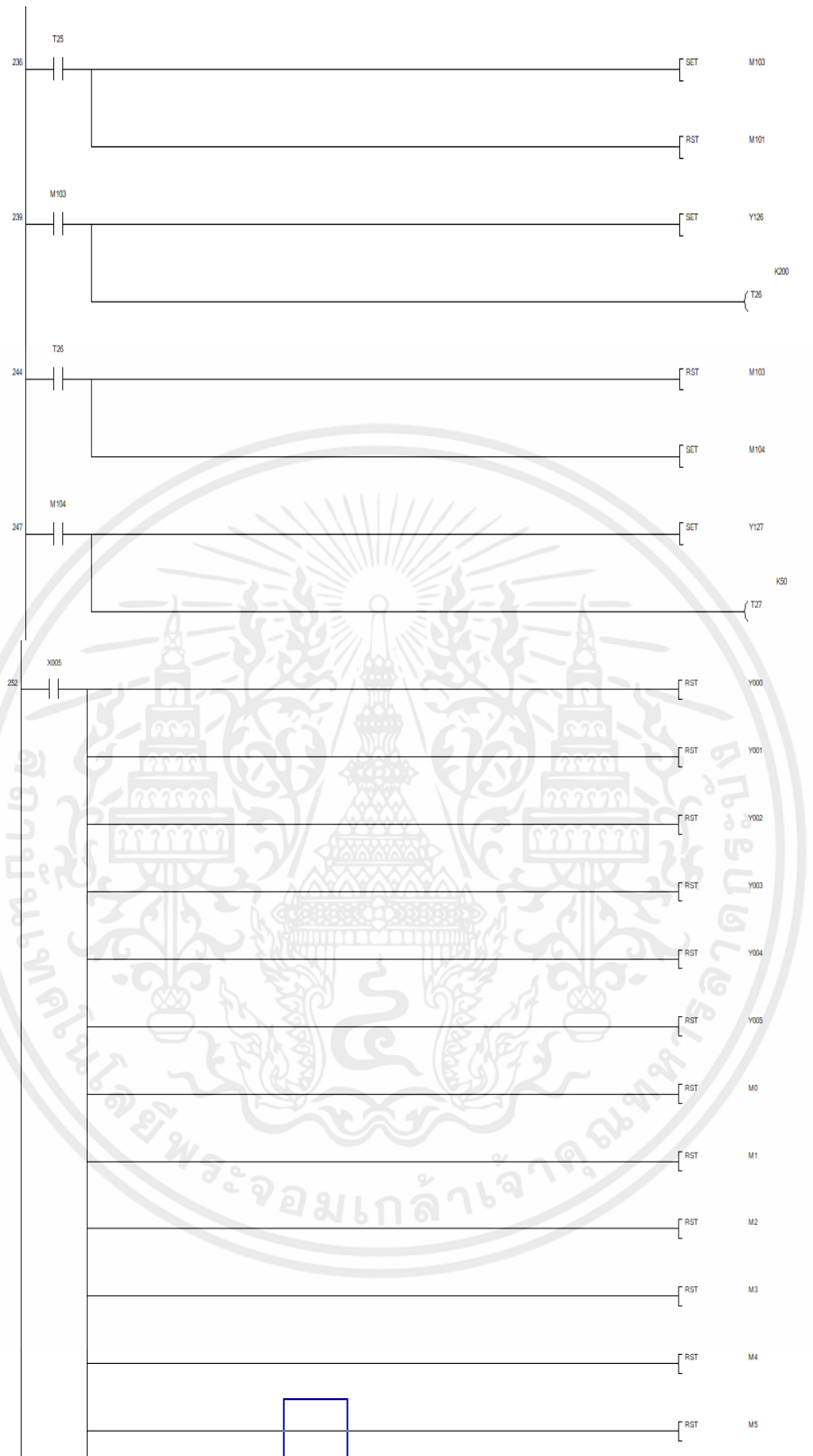
รูปที่ ก.1 แลตเตอร์ควบคุมการทำงานทั้งระบบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



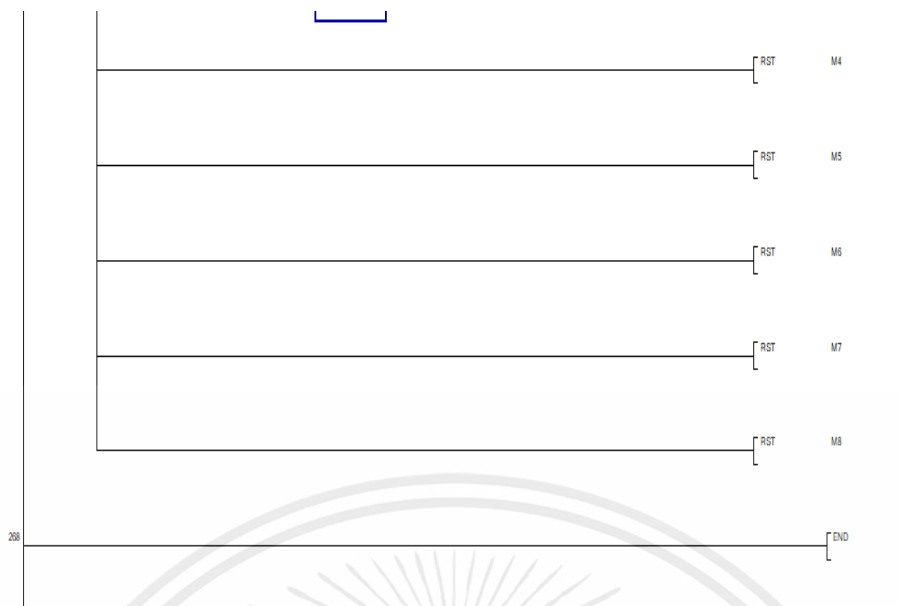
รูปที่ ก.1 แลตเตอร์ควบคุมการทำงานทั้งระบบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 แลตเตอร์ควบคุมการทำงานทั้งระบบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 แลตเตอร์ควบคุมการทำงานทั้งระบบ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานโครงการทุนย่นต์เก็บขยะริมชายหาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



คู่มือการใช้งานโครงการหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

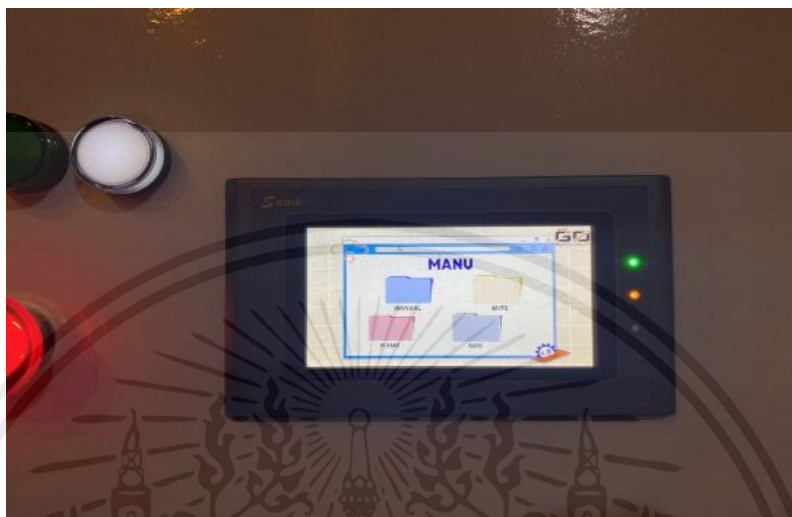
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2564

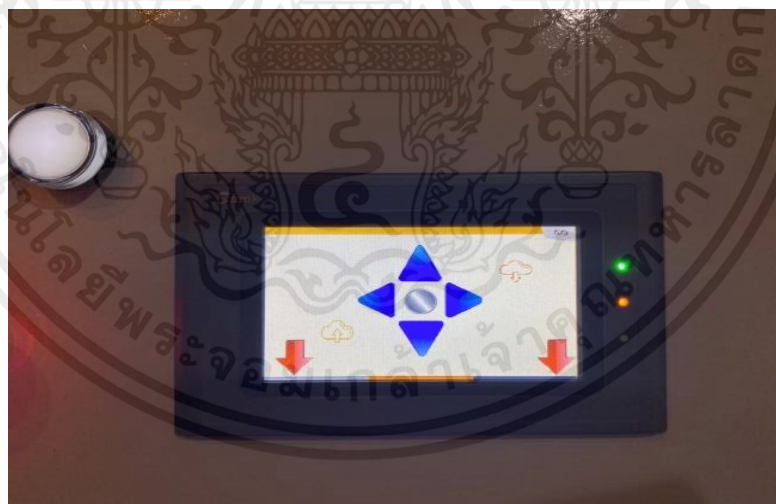
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบการทำงานของตัวเครื่องทำงานได้ 2 รูปแบบ Manual และ Automatic

1. ระบบ Manual



รูปที่ ข.1 หน้าจอการควบคุมการทำงาน

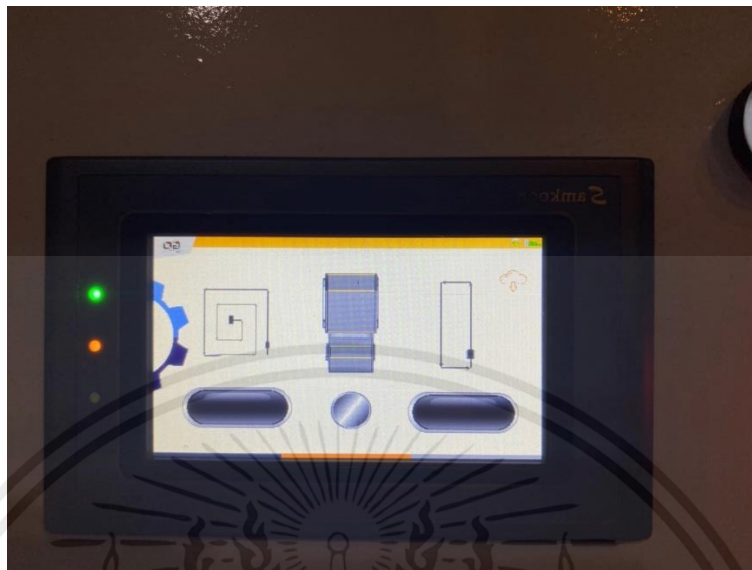


รูปที่ ข.2 หน้าจอการควบคุมการทำงาน

จากรูปที่ ข.1 และ ข.2 เป็นหน้าจอ HMI การควบคุมของตัวเครื่องงาน ภายในมีการเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซี กับตัว HMI สำหรับการควบคุมทั้งหมดของเครื่องงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ระบบ Automatic



รูปที่ ข.3 หน้าตาการควบคุมอัตโนมัติ

จากรูปที่ ข.3 การเดินเป็นพื้นที่สี่เหลี่ยม เงื่อนไขแรกหากเซ็นเซอร์ตรวจพบวัตถุอยู่ข้างหน้า 0-30 เซนติเมตรตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาดจะหยุดการทำงาน ณ ขณะนั้น และจะไปเริ่มการทำงานใหม่ก็ต่อเมื่อวัตถุออกจากหน้าตัวเครื่องแล้วเท่านั้นนอกจากนี้ยังมีเซตค่าทุกอย่างเพื่อเริ่มการทำงานอีกครั้ง

ระบบการแจ้งเตือนสถานะของโครงการงาน



รูปที่ ข.4 ไฟแจ้งเตือนสถานะต่างๆของตัวโครงการงาน

จากรูปที่ ข.4 ส่วนแรกจะเป็นส่วนของไฟแสดงสถานะการทำงานของตัวหุ่นยนต์เก็บขยะริมชายหาด โดยไฟสีขาว จะทำงาน ณ เวลาที่เริ่มการทำงาน ไฟสีเขียว จะเริ่มการทำงานเมื่อส่วนการเก็บขยะเริ่มทำงานและ Buzzer led จะทำงานเมื่อตัวหุ่นยนต์เกิดความผิดพลาดขึ้น มี sensor ด้านหน้าด้วยกัน 2 ตัว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3

Standard	Remark
EN61000-4-2:2007 - Generic emission standard Industrial environment EN60951-1:1995 Electromagnetic compatibility	Compliance with all relevant aspects of the standard. • Emission-Enclosure port • Emission-Low voltage AC mains port • Emission-Telecommunications/network port
EN50082-2:1995 Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard Industrial environment	Compliance with all relevant aspects of the standard. • Immunity • Fast Transients • ESD • Conducted • Power magnetic fields
EN61312-1:1994 /A1:1996 /A12:2000 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	Compliance with all relevant aspects of the standard. • Radiated electromagnetic field • Fast Transient burst • Electrostatic discharge • Damped oscillatory wave
EN61312-2:2007 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	Compliance with all relevant aspects of the standard. • Radiated Emission • Conducted Emission • EMI • Radiated electromagnetic field • Fast Transient burst • Electrostatic discharge • High energy surge • Voltage drops and interruptions • Conducted RF • Power frequency magnetic field

Requirement for Compliance with LVD directive

The following products have shown compliance through direct testing (of the identified standards below) and design analysis (through the creation of a technical construction file) to the European Directive for Low Voltage (2006/95/EC) when used as directed by the appropriate documentation.

Type: Programmable Controller (Open Type Equipment)

Models: MELSEC FX series manufactured

from May 1st, 2005 FXU+ + MR/ES(A)

Where ++ indicates 18,32,48,64,80

from November 1st, 2005 FXU+ + MR/ES(A)

FXU+ + MR/ES(A)

Where ++ indicates 18,32,48,64,80

from February 1st, 2006 FXU+ + MR/ES(A)

FXU+ + MR/ES(A)

Where ++ indicates 18,32,48,64,80

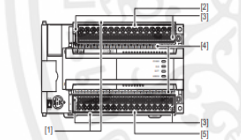
from September 1st, 2010 FXU+ + MR/UA1

Where ++ indicates 32,64

Standard	Remark
EN61312-2:2007 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of EN61312-2:2007

5

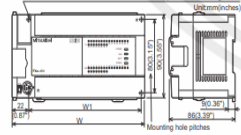
With terminal cover open



No.	Name
[1]	Protective terminal covers (FXU+CMC(A) is excluded)
[2]	Power supply, input (X) terminals
[3]	Terminal block mounting screws (FXU+19M(C) terminal block cannot be installed/removed)
[4]	Terminal names
[5]	Output (Y) terminals

1.2 External dimensions and weight

5-48.5-dmm mounting holes (FXU+19M(C) FXU+32M(C) FXU+48M(C) FXU+64M(C) FXU+80M(C) FXU+128M(C) FXU+19M(C) and FXU+32M(C) do not have the (*) marked mounting holes.)



*1 FXU+32MR/UA1 uses 4+4.5 mounting holes.

*2 Except FXU+32MR/UA1

Model name	W: mm (inches)	Wt: mm (inches) Direct mounting hole pitches	MASS (Weight): kg (lbs)
FXU+19M(C)	130 (5.12")	103 (4.06")	0.6 (1.32lbs)
FXU+32M(C)*	150 (5.91")	123 (4.85")	0.65 (1.43lbs)
FXU+48M(C)	182 (7.17")	155 (6.11")	0.85 (1.87lbs)
FXU+64M(C)*	220 (8.67")	193 (7.6")	1.00 (2.2lbs)
FXU+80M(C)	285 (11.25")	258 (10.16")	1.20 (2.64lbs)
FXU+128M(C)	350 (13.78")	323 (12.72")	1.80 (3.96lbs)

*3 FXU+32MR/UA1 is equivalent to FXU+48M(C).

*4 FXU+64MR/UA1 is equivalent to FXU+80M(C).

Installation

*35-mm-wide DIN rail or Direct (screw) mounting (M4)

Models: MELSEC FX series manufactured

from July 1st, 1997 FX2N+ + ER-ESUL FX2N+ + ET-ESSUL

Where ++ indicates 32,48

FX2N+16YR-ESUL

from April 1st, 1998 FX2N+48ER-ES

from August 1st, 1998 FX2N+48UR-UL

from August 1st, 2005 FX2N+BER-ESUL FX2N+8EYR-ESUL

from September 1st, 2010 FX2N+BER-S-ESUL

For the products above, PLCs manufactured before March 31st, 2002 are compliant with IEC1010-1

from April 1st, 2002 to April 30th, 2006 are compliant with EN61312-1:1994/A11:1996/A12:2000

after May 1st, 2006 are compliant with EN61312-2:2007

Standard	Remark
IEC1010-1:1992 /A1:1992 /A12:2000 Safety requirements for the electrical equipment for measurement, control, and laboratory use	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of IEC 1010-1:1992/A1:1992
EN61312-1:1994 /A1:1996 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of EN61312-1:1994/A1:1996/A12:2000, 2007

Caution for compliance with EC Directive

Installation in Enclosure
Programmable logic controllers are open-type devices that must be installed and used within conductive control boxes. Please use the FX3U Series programmable logic controllers while installed in conductive shielded control boxes. Please secure the control box lid to the control box (for conduction) installation when a control box greatly affects the safety of the system and aids in shielding noise from the programmable logic controller.

Caution for Analog Products in use

The analog special adapters have been found to be compliant to the European standards in the above manual and directive. However, for the very best performance from what are in fact delicate measuring and controlled output device Mitsubishi Electric would like to make the following points.
As analog devices are sensitive by nature, their use should be considered carefully. For users of proprietary cables (integral with sensors or actuators), these users should follow those manufacturers installation requirements.
Mitsubishi Electric recommend that shielded cables should be used. If no other EMI protection is provided, then users may experience temporary induced errors not exceeding +10%/-10% in very heavy industrial areas.
However, Mitsubishi Electric suggest that if adequate EMC precautions are followed with general good EMC practice for the users complete control system, users should expect normal errors as specified in this manual.

- Sensitive analog cable should not be laid in the same trunking or cable conduit as high voltage cabling. Where possible users should run analog cables separately.
- Peripheral devices, display modules, expansion boards and special adapters
- Good cable shielding should be used. When terminating the shield at Earth - ensure that no earth loops are accidentally created.

4

- When reading analog values, EMC induced errors can be smoothed out by averaging the readings. This can be achieved either through functions on the analog special adapter/block or through a users program in the FXU Series PLC main unit.

Associated manuals

FXU Series PLC (main unit) comes with this document (hardware manual).

For a detailed explanation of the FXU Series hardware and information on instructions for PLC programming and special extension unit/block, refer to the relevant documents.

Manual name	Manual No.	Description
FXU Series User's Manual - Hardware Edition	JY997D16501 MODEL CODE: 09R516	Explains FXU Series PLC specification details for I/O, wiring, installation, and maintenance.
FXU/FXU+ FXU Series Programming Manual (Basic & Applied Instruction Edition)	JY997D16601 MODEL CODE: 09R517	Describes PLC programming for basic/applied instructions STU/SFC programming and devices.
MELSEC-QLF Structured Programming Manual (Fundamentals)	SH-080752 MODEL CODE: 13JW06	Programming methods, specifications, functions, etc. required to create structured programs.
FXCPU Structured Programming Manual (FX Series Common)	JY997D20001 MODEL CODE: 09R925	Devices, parameters, etc. provided in structured projects of GX Works2.
FXCPU Structured Programming Manual (Basic & Applied Instruction)	JY997D20071 MODEL CODE: 09R926	Sequence instructions provided in structured projects of GX Works2.
FXCPU Structured Programming Manual (Application Functions)	JY997D30481 MODEL CODE: 09R927	Application functions provided in structured projects of GX Works2.
FX Series User's Manual - Data Communication Edition	JY997D16901 MODEL CODE: 09R715	Explains N link, parallel link, computer link, no protocol communication by RS instructions/FX2N-232F.
FXU/FXU+ FXU Series User's Manual - Analog Control Edition	JY997D16701 MODEL CODE: 09R619	Describes specifications for analog control and programming methods for FXU/FXU+FXU Series PLC.
FXU/FXU+ FXU Series User's Manual - Positioning Control Edition	JY997D16801 MODEL CODE: 09R620	Explains the specifications for positioning control of FXU/FXU+FXU Series and programming procedures.

How to obtain manuals

For the necessary product manuals or documents, consult with the Mitsubishi Electric dealer from where you purchase your product.

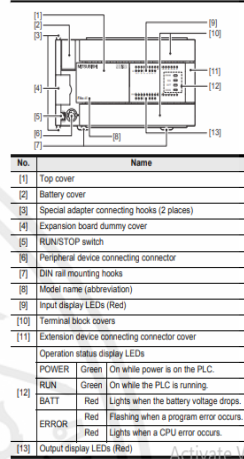
Incorporated Items

Check if the following product and items are included in the package.

Main units	Included Items	Quantity
FXU+19M(C) to FXU+128M(C)	Dust proof protection sheet Manuals (Japanese version, English version)	1 unit 1 manual each
FX2N-32E(C), FX2N-48E(C)	Product Extension cable I/O/output number label	1 unit 1 cable 1 sheet
FX2N-8E(C), FX2N-16E(C)	Product I/O/output number label	1 unit 1 sheet

1. Outline

1.1 Part names



Go to Settings

6

WIRING PRECAUTIONS

• Cut off all phases of the power supply externally before installation or wiring work in order to avoid damage to the product or electric shock.

2.1 Generic specifications

Item	Specification
Ambient temperature	0 to 55°C (32 to 131°F) when operating and -25 to 75°C (-13 to 167°F) when at rest
Ambient humidity	5 to 95%RH (no condensation) when operating
Vibration resistance ¹	When installed on DIN rail 10 to 57 Hz 0.035 mm/s ² Sweep Count to X, Y, Z: 10 times (80 min in each direction) 57 to 150 Hz 4.9 mm/s ² When installed directly 57 to 150 Hz 9.8 mm/s ²
Shock resistance ²	147 m/s ² Acceleration, Action time: 11ms, 3 times by half-sine pulse in each direction X, Y, and Z.
Noise resistance ³	By noise simulator at noise voltage of 1,000 Vp-p, noise width of 1 μs, rise time of 1 ns and period of 30 μs
Dielectric withstand voltage ⁴	1.5KV AC for one minute 500V AC for one minute Between each terminals and ground terminal
Insulation resistance ⁵	5MΩ or more by 500V DC megger
Grounding	Class D grounding (grounding resistance: 100 Ω or less) *Common grounding with a heavy electrical system is not allowed.*
Working atmosphere	Free from corrosive or flammable gas and excessive conductive dusts
Working altitude	<2000m ⁶

*1 The criterion is shown in IEC61312-2.

*2 Dielectric withstand voltage and insulation resistance are shown in the following table.

Terminal Dielectric strength Insulation resistance

Main units, Input/output extension units/blocks	Dielectric strength	Insulation resistance
Between power supply terminal (AC power) and ground terminal	1.5 KV AC for one minute	
Between power supply terminal (DC power) and ground terminal	500V AC for one minute	5MΩ or more by 500V DC megger
Between input terminal (100V AC) and ground terminal	1.5 KV AC for one minute	
Between output terminal (relay) and ground terminal	1.5 KV AC for one minute	
Between output terminal (transistor) and ground terminal	500V AC for one minute	
Between output terminal (triac) and ground terminal	1.5 KV AC for one minute	
Expansion boards, Special adapters, Special function units/blocks	Not allowed	Not allowed
Between terminal of special adapter and ground terminal	500V AC for one minute	5MΩ or more by 500V DC megger
Special function unit/block	Each manual	

For electric with stand voltage test and insulation resistance test of each product, refer to the following manual.

- Refer to FXU Series User's Manual - Hardware Edition.

*3 For common grounding, refer to section 3.3.

*4 The PLC cannot be used at a pressure higher than the atmospheric pressure to avoid damage.

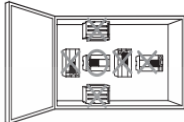
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7

2.2 Installation location

Install the PLC in an environment conforming to the generic specifications (section 2.1, Installation precautions and notes). For more details, refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

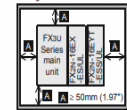
Installation location in enclosure



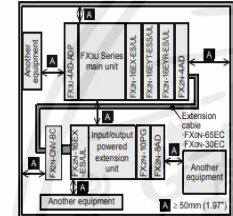
Space in enclosure

Extension devices can be connected on the left and right sides of the main unit of the PLC. If you intend to add extension devices in the future, keep necessary spaces on the left and right sides.

Configuration without extension cable



Configuration in 2 stages with extension cable



2.2.1 Affixing The Dust Proof Sheet

The dust proof sheet should be affixed to the ventilation port before beginning the installation and wiring work.

Be sure to remove the dust proof sheet when the installation and wiring work is completed.

2.3 Procedures for installing to and detaching from DIN rail

The products can be installed on a DIN46277 rail (35mm (1.38") wide). This section explains the installation of the main units. For the input/output extension units/blocks and special adapters, refer to the following manual.

Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

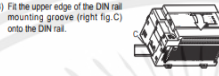
2.3.1 Installation

1) Connect the expansion boards and special adapters to the main unit.

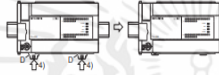
2) Push out all DIN rail mounting hooks (below fig A)



3) Fit the upper edge of the DIN rail mounting groove (right fig. C) onto the DIN rail.



4) Lock the DIN rail mounting hooks (below fig D) while pressing the PLC against the DIN rail.



2.4 Procedures for installing directly (with M4 screws)

The product can be installed directly on the panel (with screws). This section explains the installation of the main units. As for the details of the installation/detaching for input extension units/blocks and special adapters, refer to the following manual.

Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

2.4.1 Mounting hole pitches

Refer to the External Dimensions (section 1.2) for the products mounting hole pitch information. As for the details of the mounting hole pitches for extension unit/block and special adapters, refer to the following manual.

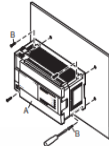
Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

8

2.4.2 Installation

1) Make mounting holes in the mounting surface referring to the external dimensions diagram.

2) Fit the main unit (A in the right figure) based on the holes, and secure it with M4 screws (B in the right figure). The mounting hole pitches and number of screws depend on the external dimensions diagram.



3. Power supply/input/output specifications and examples of external wiring

As for the details of the power supply wiring and input/output wiring, refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

DESIGN PRECAUTIONS

- Make sure to have the following safety circuits outside of the PLC to ensure safe system operation even during external power supply problems or PLC failures.
 - Most importantly, have the following: an emergency stop circuit, a protection circuit, an interlock circuit for opposite movements (such as normal vs. reverse rotation), and an interlock circuit (to prevent damage to the equipment at the upper and lower positioning limits).
 - Note that when the PLC CPU detects an error, such as a watchdog timer error, during self-diagnosis, all outputs are turned off. Also, when an error that cannot be detected by the PLC CPU occurs in an input/output control block, output control may be disabled.
 - Note that when an error occurs in a relay, triac or transistor output device, the output could be held either on or off.
- External circuits and mechanisms should be designed to ensure safe machinery operation in such a case.

DESIGN PRECAUTIONS

- Do not bundle the control line together with or lay it close to the main circuit or power line. As a guideline, lay the control line at least 100mm (3.94") or more away from the main circuit or power line.
- Noise may cause malfunctions.
- Install modules so that excessive force will not be applied to the built-in programming connectors, power connectors or I/O connectors.
- Failure to do so may result in wire damage/breakage or PLC failure.

9

3.1 Wiring

3.1.1 Cable end treatment and tightening torque

For the terminals of FX3U series PLC, M3 screws are used. The electric wire ends should be treated as shown below. Tighten the screws to a torque of 0.5 to 0.8 Nm. Do not tighten terminal screws exceeding the specified torque. Failure to do so may cause equipment failures or malfunctions.

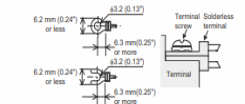
When one wire is connected to one terminal



Reference

Terminal Manufacturer	Type No.	Certification	Pressure Bonding Tool
JAPAN SOLDERLESS TERMINAL MFG CO.LTD.(JST)	FV1-25-B3A	UL Listed	YA-1(JST)
	FV2-M3S		

When two wires are connected to one terminal



Reference

Terminal Manufacturer	Type No.	Certification	Pressure Bonding Tool
JAPAN SOLDERLESS TERMINAL MFG CO.LTD.(JST)	FV1-25-B3A	UL Listed	YA-1(JST)

3.1.2 Removal and installation of quick-release terminal block

Removal Unscrew the terminal block mounting screw (both right and left screws) evenly, and remove the terminal block.

Installation Place the terminal block in the specified position, and tighten the terminal block mounting screw evenly (both right and left screws). Tightening torque 0.4 to 0.5 Nm. Do not tighten the terminal block mounting screws exceeding the specified torque. Failure to do so may cause equipment failures or malfunctions.

Pay attention so that the center of the terminal block is not tilted.

3.2 Power supply specifications and example of external wiring

As for the details of the power supply specifications and example of external wiring, refer to the following manual.

Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

3.2.1 Power supply specifications [Main unit, input/output extension units]

Item	Specification	
	AC power type	DC power type ¹⁾
Supply voltage	100 - 240V AC	24V DC
Allowable supply voltage range	FX3U-32EC, FX3U-48EC: 85 to 264V AC	18.3 to 28.8V DC ²⁾
Rated frequency	50/60Hz	-
Allowable instantaneous power failure time	Operation can be continued upon occurrence of instantaneous power failure for 10 ms or less. ³⁾	Operation can be continued upon occurrence of instantaneous power failure for 5 ms or less. ⁴⁾
Power fuse	FX3U-16MC to 32MC ⁵⁾	250V 3.15A
	FX3U-48MC to 128MC	250V 5A
	FX3U-32EC	250V 3.15A
	FX3U-48EC	250V 5A
Rush current	Main unit	30A max. 5ms or less/100V AC 65A max. 5ms or less/200V AC
	FX3U-32EC, FX3U-48EC	40A max. 5ms or less/100V AC 60A max. 5ms or less/200V AC
	FX3U-16MC, FX3U-32MC	30W
	FX3U-48MC, FX3U-48EC, FX3U-64MC, FX3U-80MC, FX3U-128MC	35W 40W 45W 40W 50W 45W
24V DC service power supply ²⁾	FX3U-16MC to 32MC	400mA or less
	FX3U-48MC to 128MC	600mA or less
	FX3U-32EC	250mA
	FX3U-48EC	480mA
5V DC built-in power supply ³⁾	Main unit	500 mA or less
	FX3U-32EC, FX3U-48EC	690mA or less

10

¹⁾ Does not include the power consumption of extension units / special extension units, and of the extension blocks / special extension blocks connected to those units.

For the power (current) consumed by the extension units/blocks for input/output, refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

For the power consumed by the special extension units/blocks, refer to the appropriate manual.

²⁾ When input/output extension blocks are connected, the 24V DC service power supply is consumed by the blocks, and the current value to be used by the main unit is reduced. The AC power (AC input type) and DC power type do not have a service power supply.

³⁾ Cannot be used to supply power to an external destination. The power is supplied to input/output extension blocks, special extension blocks, special adapters and expansion boards. The following manual shows further information.

Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

⁴⁾ When the supply voltage is 200 V AC, the time can be changed to 10 to 100 ms by setting the user program.

⁵⁾ When supply voltage is DC 16-18.2V, the connectable extension equipment decreases. The following manual shows further information.

Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

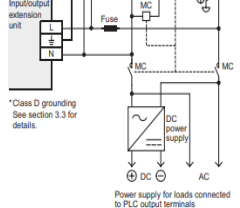
⁶⁾ When attaching high-speed input/output special adapter (FX3U-4HSX-ADP, FX3U-2HSY-ADP) and special function block (FX3U-3A, FX3U-2AD, FX3U-2DA), the number of connectable modules to the main unit is limited, due to the current consumption (internal 24V DC) at startup. The following manual shows further information.

Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

⁷⁾ 250V 5A is specified for the power fuse of FX3U-32MR0UA1.

3.2.2 Example of external wiring (AC power type)

100 to 240V AC power is supplied to the main unit and input/output extension units. For the details of wiring work, refer to section 3.1.



Class D grounding See section 3.3 for details.

Notes

- Simultaneously turn on and off the power supplies of the main unit and extension devices.
- Even if the AC power supply causes an instantaneous power failure for less than 10 ms, the PLC can continue to operate.
- Even if the DC power supply causes an instantaneous power failure for less than 5ms, the PLC can continue to operate.
- If a long-time power failure or an abnormal voltage drop occurs, the PLC stops, and output is turned off. When the power supply is restored, it will automatically restart (when the RUN input is on).

WIRING PRECAUTIONS

- Cut off all phases of the power supply externally before installation or wiring work in order to avoid damage to the product or electric shock.

WIRING PRECAUTIONS

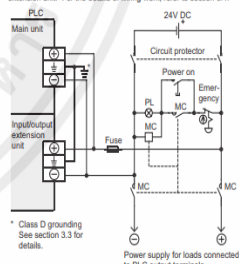
- Connect the AC power supply to the dedicated terminals specified in this manual.
- If an AC power supply is connected to a DC input/output terminal or DC power supply terminal, the PLC will burn out.
- Do not wire vacant terminals externally.
- Doing so may damage the product.
- Use class D grounding (grounding resistance of 100Ω or less) with a wire of 2mm² or thicker on the grounding terminal of the FX3U series main unit.
- However, do not connect the ground terminal at the same point as a heavy electrical system.
- When drilling screw holes or wiring, make sure cutting or wire debris does not enter the ventilation slits.
- Failure to do so may cause fire, equipment failures or malfunctions.
- Make sure to properly wire to the terminal in accordance with the following precautions.
- Failure to do so may cause electric shock, equipment failures, a short-circuit, wire breakage, malfunctions, or damage to the product.
- The disposal size of the cable end should follow the dimensions described in the manual.
- Tightening torque should follow the specifications in the manual.

Notes

- Input/output wiring 50 to 100 m (164'1" to 328'1") long will cause almost no problems of noise, but, generally, the wiring length should be less than 20 m (65'7") to ensure the safety.
- Extension cables are easily affected by noise. Lay the cables at a distance of at least 30 to 50 mm (1.19" to 1.97") away from the PLC output and other power lines.

3.2.3 Example of external wiring (DC power type)

24V DC power is supplied to the main unit and input/output extension unit. For the details of wiring work, refer to section 3.1.

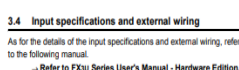


Class D grounding See section 3.3 for details.

3.3 Grounding

Ground the PLC as stated below.

- Perform class D grounding. (Grounding resistance: 100 Ω or less)
- Ground the PLC independently if possible.
- If it cannot be grounded independently, ground it jointly as shown below.



Use ground wires thicker than AWG14 (2 mm²).

Position the grounding point as close to the PLC as possible to decrease the length of the ground wire.

3.4 Input specifications and external wiring

As for the details of the input specifications and external wiring, refer to the following manual.

Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

3.4.1 Input specifications (24V DC input type)

Item	Specification
FX3U-32EC	4 points (8 points) ¹⁾
FX3U-48EC	8 points
FX3U-32MC, FX3U-48MC, FX3U-64MC, FX3U-80MC, FX3U-128MC	16 points
FX3U-16MC, FX3U-32MC	24 points
FX3U-48MC, FX3U-64MC	32 points
FX3U-80MC	40 points
FX3U-128MC	64 points

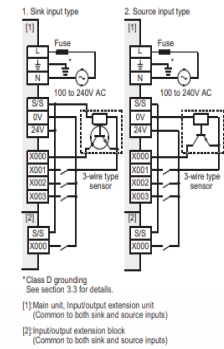
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11

Item	Specification	
Input connecting type	Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition	
Input form		
Input signal voltage	Main units AC power type DC power type	24V DC +10%, -10% 24V DC -20%, -30%
	Input/output extension unit AC power type DC power type	24V DC +10%, -10% 24V DC -20%, -30%
Input impedance	Main units XD10 or more	3.8kΩ 4.3kΩ (Does not apply to FX3U-16MC.)
	Input/output extension unit block	4.3kΩ
Input signal current	Main units XD10 or more	6mA/24V DC 7mA/24V DC (Does not apply to FX3U-16MC.)
	Input/output extension unit block	5mA/24V DC
ON input sensitivity current	Main units XD10 or more	3.5mA or more 4.5mA or more
	Input/output extension unit block	3.5mA or more (Does not apply to FX3U-16MC.)
OFF input sensitivity current	1.5mA or less	
Input response time	Approx. 10ms	
Input signal form	• Sink input No-voltage contact input NPN open collector transistor	
	• Source input No-voltage contact input PNP open collector transistor	
Input circuit insulation	Photocoupler insulation	
Input operation display	LED on panel lights when photocoupler is driven.	

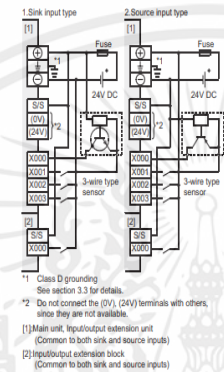
*1 Each value inside () indicates the number of occupied points.

3.4.2 Examples of 24V DC input wiring[AC power type]



*1 Main unit, Input/output extension unit (Common to both sink and source inputs)
*2 Input/output extension block (Common to both sink and source inputs)

3.4.3 Examples of 24V DC input wiring[DC power type]



*1 Each value inside () indicates the number of occupied points.
*2 Do not connect the (OV) (24V) terminals with others, since they are not available.

12

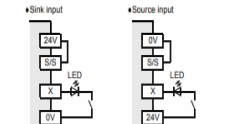
3.4.4 Instructions for connecting input devices

- In the case of no-voltage contact: The input current of this PLC is 5 to 10mA/24V DC. Use input devices applicable to this minute current. If no-voltage contacts (switches) for large current are used, contact bounce may occur.

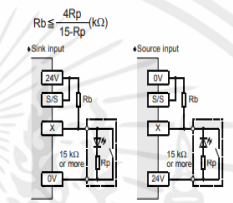
<Example> Products of OMRON

Type	Model name	Type	Model name
Microswitch	Models Z, V and D2RV	Operation switch	Model ASP
Proximity switch	Model TL	Photoelectric switch	Model E3S

- In the case of input device with built-in series diode: The voltage drop of the series diode should be approx. 4 V or less. When lead switches with a series LED are used, up to two switches can be connected in series. Also make sure that the input current is over the input-sensing level while the switches are ON.



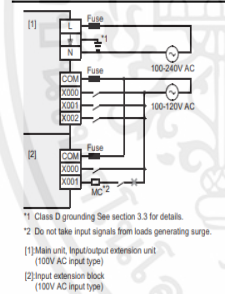
- In the case of input device with built-in parallel resistance: Use a device having a parallel resistance, Rp, of 15 kΩ or more. When the resistance is less than 15 kΩ, connect a bleeder resistance, Rb, obtained from the formula as shown in the following figure.



$R_b \leq \frac{4R_p}{15 - R_p}$ (kΩ)

13

3.4.6 Examples of 100V AC input wiring



*1 Class D grounding See section 3.3 for details.
*2 Do not take input signals from loads generating surge.

- Main unit, Input/output extension unit (100V AC input type)
- Input extension block (100V AC input type)

3.5 Relay output specifications and example of external wiring

As for the details of instructions for connecting input devices, refer to the following manual.
- Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

3.5.1 Relay output specifications

Item	Specification	
Number of output points	FX3U-8ER□ 4 points (8 points)*1	
	FX3U-16MR□, FX3U-16YR□ 8 points	
	FX3U-32MR□, FX3U-32ER□, FX3U-32YR□ 16 points	
	FX3U-48MR□, FX3U-48ER□ 24 points	
	FX3U-64MR□, FX3U-64ER□ 32 points	
Output connecting type	Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition	
	Relay	
Output form	Relay	
External power supply	30V DC or less (250V AC or less* if CE, UL, UL, compliant item)	
Max. load	Resistance load	2A/point*
	Inductive load	60VA
Min. load	Inductive load	5V DC, 2mA (reference value)
	Open circuit leakage current	-
Response time	OFF→ON	Approx. 10ms
	ON→OFF	Approx. 10ms
Circuit insulation	Mechanical insulation	
Display of output operation	LED on panel lights when power is applied to relay coil.	

- Each value inside () indicates the number of occupied points.
- The total load current of resistance loads per common terminal should be the following value or less:
 - 1 output point/common terminal : 2A
 - 4 output points/common terminal : 8A
 - 8 output points/common terminal : 8A

As for the number of outputs per common terminal, refer to "Chapter 4 Subsection of partition" and the following manual.
- Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

3.5.2 Life of relay output contact

The product life of relay contacts considerably varies depending on the load type used. Take care that loads generating reverse electromotive force or rush current may cause poor contact or deposition of contacts when may lead to considerable reduction of the contact product life.

1) Inductive load
Inductive loads generate large reverse electromotive force between contacts at shutdown which may cause arcing. At a fixed current consumption, as the power factor (phase between current and voltage) gets smaller, the arc energy gets larger. The standard life of the contact used for inductive loads, such as contactors and solenoid valves, is 500 thousand operations at 20VA.

The following table shows the approximate life of the relay based on the results of our operation life test.

Load capacity	Contact life
20VA 0.2A/100V AC	3 million times
35VA 0.35A/100V AC	1 million times
80VA 0.8A/100V AC	2 hundred thousand times

The product life of relay contacts becomes considerably shorter than the above conditions when the rush overcurrent is shut down.

* For countermeasures while using inductive loads, refer to Subsection 3.5.4.

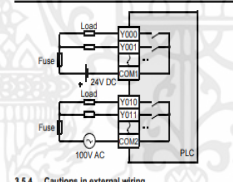
Some types of inductive loads generate rush current 5 to 15 times the stationary current at activation. Make sure that the rush current does not exceed the current corresponding to the maximum specified resistance load.

2) Lamp load
Lamp loads generally generate rush current 10 to 15 times the stationary current. Make sure that the rush current does not exceed the current corresponding to the maximum specified resistance load. Capacitive loads such as capacitors may be present in electronic circuit loads including inverters.

* For the maximum specified resistance load, refer to Subsection 3.5.1.

14

3.5.3 Example of relay output wiring



3.5.4 Cautions in external wiring

For cautions in external wiring, refer to the following manual.
- Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

Protection circuit for load short-circuiting

When a load connected to the output terminal short-circuits, the printed circuit board may be burnt out. Fit a protective fuse on the output circuit.

Protection circuit of contact when inductive load is used

An internal protection circuit for the relays is not provided for the relay output circuit. It is recommended to use inductive loads with built-in protection circuits. When using loads without built-in protection circuits, insert an external contact protection circuit, etc. to reduce noise and extend the product life.

1) DC circuit

Connect a diode in parallel with the load. Use a diode (for commutation) having the following specifications.

Item	Standard
Reverse voltage	5 to 10 times the load voltage
Forward current	Load current or more

2) AC circuit

Connect the surge absorber (combined CR components such as a surge killer and spark killer, etc.) parallel to the load. Select the rated voltage of the surge absorber suitable to the output used. Refer to the table below for other specifications.

Item	Standard
Electrostatic capacity	Approx. 0.1μF
Resistance value	Approx. 100 to 200Ω

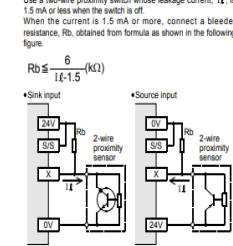
Interlock

Loads, such as contactors for normal and reverse rotations, that must not be turned on simultaneously should have an interlock in the PLC program and an external interlock.

Common mode

Use output contacts of the PLC in the common mode.

- In the case of 2-wire proximity switch: Use a two-wire proximity switch whose leakage current, IL, is 1.5 mA or less when the switch is off. When the current is 1.5 mA or more, connect a bleeder resistance, Rb, obtained from formula as shown in the following figure.



$R_b \leq \frac{6}{I_L - 1.5}$ (kΩ)

3.4.5 Input specifications (100V AC input type)

Item	Specification
Number of input points	FX3U-8EX-UA1UL 8 points
	FX3U-32MRUA1 16 points
	FX3U-48ER-UA1UL 24 points
	FX3U-64MRUA1 32 points
Input connecting type	Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition
Input form	
Input signal voltage	100V AC to 120V AC +10%, -10% 50/60Hz
Input impedance	Approx. 21kΩ/50Hz Approx. 18kΩ/60Hz
Input signal current	4.7mA/100V AC 50Hz 6.2mA/110V AC 60Hz (70% or less when turned on simultaneously)
ON input sensitivity current	3.8mA or more
OFF input sensitivity current	1.7mA or less
Input response time	Approx. 25ms to 30ms (A high speed receiving is impossible)
Input signal form	Contact input
Input circuit insulation	Photocoupler insulation
Input operation display	LED on panel lights when photocoupler is driven.

Activate W
Go to Settings

3.6 Transistor output specifications and example of external wiring

As for the details of the transistor output specifications and external wiring, refer to the following manual.
- Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

3.6.1 Transistor output specifications

Item	Specification	
Number of output points	FX3U-16MT□, FX3U-16YT□ 8 points	
	FX3U-32MT□, FX3U-32ET□, FX3U-32YT□ 16 points	
	FX3U-48MT□, FX3U-48ET□ 24 points	
	FX3U-64MT□ 32 points	
	FX3U-80MT□ 40 points	
Output connecting type	Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition	
	Transistor(Sink)	
Output form	FX3U-□MT□(S)-A, FX3U-□ET, FX3U-48ET-D, FX3U-□ET, FX3U-80ET-H, FX3U-128MT(ES)S	
	Transistor(Source)	
External power supply	5 to 30V DC	
Resist. load	FX3U-□MT□□, FX3U-□ET, FX3U-□ET, FX3U-□ET-ESSUL	0.5A/point*
	FX3U-80ET-H, FX3U-180ET-C	1A/point* 0.3A/point*
Max. load	FX3U-□MT□□, FX3U-□ET, FX3U-□ET, FX3U-□ET-ESSUL	12W/24V DC*
	FX3U-80ET-H, FX3U-180ET-C	24W/24V DC* 7.2W/24V DC*
Min. load	-	
Open circuit leakage current	0.1mA or less/30V DC	
ON voltage	1.5V or less	

Activate W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

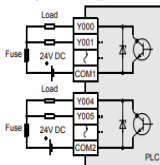
15

Item	Specification
Response time	OFF → ON Main unit Y000 to Y002 (5 to 24V DC) Y003 or more 0.2ms or less/200mA or more (at 24V DC) Input/output extension units/blocks* 0.2ms or less/200mA or more (at 24V DC)
	ON → OFF Main unit Y000 to Y002 (5 to 24V DC) Y003 or more 0.2ms or less/200mA or more (at 24V DC) Input/output extension units/blocks* 0.2ms or less/200mA or more (at 24V DC)
Circuit insulation	Photocoupler insulation
Display of output operation	LED on panel lights when photocoupler is driven.

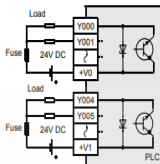
- The total load current of resistance loads per common terminal should be the following value or less.
 - 1 output point/common terminal: 0.5A
 - 4 output points/common terminal: 0.8A
 - 8 output points/common terminal: 1.6A
 As for the number of outputs per common terminal, refer to "Chapter 4 Interpretation of partition" and the following manual.
 - Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.
- The total load current of resistance loads per common terminal should be the following value or less.
 - 4 output points/common terminal: 2A
 As for the number of outputs per common terminal, refer to the following manual.
 - Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.
- The total load current of resistance loads per common terminal should be the following value or less.
 - 16 output points/common terminal: 1.8A
 As for the number of outputs per common terminal, refer to the following manual.
 - Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.
- The total of inductive loads per common terminal should be the following value or less.
 - 1 output point/common terminal: 12W/24V DC
 - 4 output points/common terminal: 19.2W/24V DC
 - 8 output points/common terminal: 38.4W/24V DC
 As for the number of outputs per common terminal, refer to "Chapter 4 Interpretation of partition" and the following manual.
 - Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.
- The total of inductive loads per common terminal should be the following value or less.
 - 4 output points/common terminal: 48W/24V DC
 As for the number of outputs per common terminal, refer to the following manual.
 - Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.
- The total of inductive loads per common terminal should be the following value or less.
 - 16 output points/common terminal: 38.4W
 As for the number of outputs per common terminal, refer to the following manual.
 - Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.
- The response time is as follows in the FX3N-8EY1-H.
 - OFF → ON: 0.2ms or less/1A
 - ON → OFF: 0.4ms or less/1A

3.6.2 External Wiring of Transistor Output

1. External Wiring of Sink Output Type



2. External Wiring of Source Output Type



3.6.3 Cautions in external wiring

For cautions in external wiring, refer to the following manual.

- Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

Protection circuit for load short-circuits

A short-circuit at a load connected to an output terminal could cause burnout at the output element or the PCB. To prevent this, a protection fuse should be inserted at the output. Use a load power supply capacity that is at least 2 times larger than the total rated fuse capacity.

Contact protection circuit for inductive loads

When an inductive load is connected, connect a diode (for commutation) in parallel with the load as necessary. The diode (for commutation) must comply with the following specifications.

Item	Guide
Reverse voltage	5 to 10 times of the load voltage
Forward current	Load current or more

Interlock

Loads, such as contactors for normal and reverse rotations, that must not be turned on simultaneously should have an interlock in the PLC program and an external interlock.

3.7 Triac output specifications and example of external wiring

As for the details of the triac output specifications and external wiring, refer to the following manual.

- Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

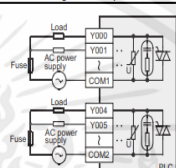
16

3.7.1 Triac output specifications

Item	Specification
Number of output points	FX3U-32MS/ES, FX3U-16EYS, FX3U-32ES: 16 points FX3U-64MS/ES: 32 points
Output connecting type	Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition
Output form	Triac (SSR)
External power supply	85 to 242V AC
Resistance load	0.3Apoint ¹⁾
Max. load	Inductive load: 15VA/100V AC, 30VA/200V AC Resistive load: 0.4VA/100V AC, 1.6VA/200V AC
Min. load	0.4VA/100V AC, 1.6VA/200V AC
Open circuit leakage current	1mA/100V AC, 2mA/200V AC
Response time	OFF → ON: 1ms or less ON → OFF: 10ms or less
Circuit insulation	Photo-thyristor insulation
Display of output operation	LED on panel lights when photo-thyristor is driven.

- The total load current of resistance loads per common terminal should be the following value or less.
 - 4 output points/common terminal: 0.8A
 - 8 output points/common terminal: 0.8A
 As for the number of outputs per common terminal, refer to "Chapter 4 Interpretation of partition" and the following manual.
 - Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

3.7.2 External Wiring of Triac Output



3.7.3 Cautions in external wiring

For cautions in external wiring, refer to the following manual.

- Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

Protection circuit for load short-circuits

A short-circuit at a load connected to an output terminal could cause burnout at the output element or the PCB. To prevent this, a protection fuse should be inserted at the output.

Micro current load

The PLC's internal Triac output circuit is equipped with a turn-off C-R absorber. When connecting a very low current load of 10.4VA/100V AC or less, or 1.6VA/200V AC or less*, please connect a surge absorber parallel to the load.

Select the rated voltage of a surge absorber that is suitable for the load being used. Refer to the table below for other specifications.

Item	Guide
Static electricity capacity	Approx. 0.1μF
Resistance value	Approx. 100 to 200Ω

Interlock

Loads, such as contactors for normal and reverse rotations, that must not be turned on simultaneously should have an interlock in the PLC program and an external interlock.

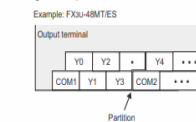
4. Terminal block layouts

For details on the terminal block layout, refer to the following manual.

- Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

Interpretation of partition

The partition of the output terminals (see following figure) indicates the range of the output connected to the same common.





Modbus protocol:

0x03:Read keep register

0x04: Read input register

0x06:Write a single keep register

0x10:Write more keep registers

Register Type	Register Address	Register contents	Number of bytes
Input Register	0x0001	Temperature	2
	0x0002	Humidity	2
Keep Register	0x0101	Device Address	2
	0x0102	Baud Rate 0:9600 1:14400 2:19200	2
	0x0103	Temperature correction(/10) -10.0~10.0	2
	0x0104	Humidity correction(/10) -10.0~10.0	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General-purpose Relay

MY New model

Versatile and Function-filled Miniature Power Relay for Sequence Control and Power Switching Applications

- Models with lockable test buttons now available.
- Many variations possible through a selection of operation indicators (mechanical and LED indicators), lockable test button, built-in diode and CR (surge suppression), bifurcated contacts, etc.
- Arc barrier standard on 4-pole Relays.
- Dielectric strength: 2,000 VAC (coil to contact)
- Environment-friendly cadmium-free contacts.
- Safety standard approvals obtained.
- Wide range of Sockets (PY, PYF Series) and optional parts are available.
- Max. Switching Current: 2-pole: 10 A, 4-pole: 5 A
- Provided with nameplate.



Ordering Information

■ Relays

Standard Coil Polarity

Type	Contact form	Plug-in socket Solder terminals		Without LED indicator
		Standard with LED indicator	With LED indicator and lockable test button	
Standard	D D T	Y 2 N	MY 2 IN	MY 2
	4 P D T	Y 4 N	MY 4 IN	MY 4
	4 P T (bifurcated)	Y 4 Z N	MY 4 Z IN	MY 4 Z
With built-in diode (DC only)	D P D T	Y 2 N-D2	MY 2 IN-D2	---
	4 P D T	Y 4 N-D2	MY 4 IN-D2	---
	4 P T (bifurcated)	Y 4 Z N-D2	MY 4 Z IN-D2	---
With built-in CR (220-240 VAC, 110/120 VAC only)	D P D T	Y 2 N-CR	MY 2 IN-CR	---
	4 P D T	Y 4 N-CR	MY 4 IN-CR	---
	4 P T (bifurcated)	Y 4 Z N-CR	MY 4 Z IN-CR	---

Reverse Coil Polarity

Type	Contact form	Plug-in socket Solder terminals	
		With LED indicator	With LED indicator and lockable test button
Standard (DC only)	D D T	MY 2 N1	MY 2 IN1
	4 P D T	MY 4 N1	MY 4 IN1
	4 P T (bifurcated)	MY 4 Z N1	MY 4 Z IN1
With built-in diode (DC only)	D P D T	MY 2 N1-D2	MY 2 IN1-D2
	4 P D T	MY 4 N1-D2	MY 4 IN1-D2
	4 P T (bifurcated)	MY 4 Z N1-D2	MY 4 Z IN1-D2

Note: When ordering, add the rated coil voltage and "(s)" to the model number. Rated coil voltages are given in the coil ratings table.

Example: MY2 6VAC (S) New model
Rated coil voltage

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



■ Accessories (Order Separately)

Sockets

Poles	Front-mounting Socket (DIN-track/ screw mounting)	Back-mounting Socket				
		Solder terminals		Wire-wrap terminals		PCB terminals
		Without clip	With clip	Without clip	With clip	
2	PYF08A-E PYF08A-N	PY08	PY08-Y1	PY08QN PY08QN2	PY08QN-Y1 PY08QN2-Y1	PY08-02
4	PYF14A-E PYF14A-N	PY14	PY14-Y1	PY14QN PY14QN2	PY14QN-Y1 PY14QN2-Y1	PY14-02

Socket Hold-down Clip Pairing

Relay type	Poles	Front-connecting Socket (DIN-track/ screw mounting)	Back-connecting Socket					
			Solder/Wire-wrap terminals		PCB terminals			
			Socket	Clip	Socket	Clip	Socket	Clip
Without button	2-pole test	2	PYF08A-E PYF08A-N	PYC-A1	PY08(QN)	PYC-P PYC-P2	PY08-02	PYC-P PYC-P2
	4		PYF14A-E PYF14A-N		PY14(QN)		PY14-02	
2-pole test button	2		PYF08A-E PYF08A-N	PYC-E1	PY08(QN)	PYC-P2	PY08-02	PYC-P2

Mounting Plates for Sockets

Socket model	For 1 Socket	For 10 Sockets	For 36 Sockets
PY08, PY14, PY14QN(2)	PYP-1	PYP-13	PYP-36

Note: PYP-18 and PYP-36 can be cut into any desired length in accordance with the number of Sockets.

Track and Accessories

Supporting Track (length = 200 mm)	DTP-50N
Supporting Track (length = 1,000 mm)	DTP-100N, DTP-100N2
End Plate	DTP-M
Spacer	DTP-S

Specifications

■ Coil Ratings

Rated voltage	Rated current		Coil resistance	Coil inductance (reference value)		Must operate voltage	Must release voltage	Max. voltage	Power consumption (approx.)	
	50 Hz	60 Hz		Arm. OFF	Arm. ON					
	% of rated voltage									
AC	6 V*	214.1 mA	18 mA	7.2 Ω	0.04 H	0.08 H	80% max.	50% min.	110%	1.0 to 1.1 VA (60 Hz)
	12 V	106.5 mA	9.3 mA	8 Ω	0.17 H	0.33 H				
	24 V	53.3 mA	4.6 mA	16 Ω	0.69 H	1.30 H				
	48/50 V*	26.7 mA	2.3 mA	32 Ω	2.72 H	5.46 H				
	110/120 V	9.9/9.8 mA	8.4/9.2 mA	4430 Ω	99.20 H	32.1 H				
220/240 V	4.89/5 mA	4.2/4.8 mA	1790 Ω	35.50 H	138.4 H					
DC	6 V*	151 mA	15 mA	5.8 Ω	0.17 H	0.33 H	10% min.			0.9 W
	12 V	75 mA	7.5 mA	11.6 Ω	0.71 H	1.37 H				
	24 V	37.7 mA	3.7 mA	23.2 Ω	2.80 H	5.72 H				
	48 V*	18.8 mA	1.8 mA	46.4 Ω	11.60 H	23.0 H				
	100/110 V	9.8/9 mA	1.300 Ω	5.60 H	86.2 H					

Note: 1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23 ±15% for DC coil resistance. °C with tolerances of +15%/-20% for rated currents and

- Performance characteristic data are measured at a coil temperature of 23 °C.
- AC coil resistance and impedance are provided as reference values (at 60 Hz).
- Power consumption drop was measured for the above data. When driving transistors, check leakage current and connect a bleeder resistor if required.
- Rated voltage denoted by "*" will be manufactured upon request. Ask your OMRON representative.

2 General-purpose Relay MY New model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OMRON

■ Contact Ratings

Item	2-pole		4-pole		4-pole (bifurcated)	
	Relative load ($\cos\phi = 0.5$)	Inductive load ($\cos\phi = 0.4, L/R = 7\text{ ms}$)	Relative load ($\cos\phi = 0.5$)	Inductive load ($\cos\phi = 0.4, L/R = 7\text{ ms}$)	Relative load ($\cos\phi = 0.5$)	Inductive load ($\cos\phi = 0.4, L/R = 7\text{ ms}$)
Rated load	5A, 250 VAC 5A, 30 VDC	2A, 250 VAC 2A, 30 VDC	1A, 250 VAC 1A, 30 VDC	0.8A, 250 VAC 1.5A, 30 VDC	1A, 250 VAC 1A, 30 VDC	0.8A, 250 VAC 1.5A, 30 VDC
Carry current	30 A (see note)		1 A (see note)			
Max. switching voltage	250 VAC 125 VDC		50 VAC 25 VDC			
Max. switching current	10 A		1 A			
Max. switching power	2,500 VA 300 W	1,250 VA 300 W	1,250 VA 50 W	500 VA 150 W	1,250 VA 150 W	500 VA 150 W
Failure rate (reference value)	5 VDC, 1 mA		5 VDC, 1 mA		1 VDC, 100 μ A	

Note: Don't exceed the carry current of a Socket in use. Please see page 9.

■ Characteristics

Item	All Relays
Contact resistance	100 m Ω max.
Operate time	20 ms max.
Release time	20 ms max.
Max. operating frequency	Mechanical: 18,000 operations/hr Electrical: 1,800 operations/hr (under rated load)
Insulation resistance	1,000 M Ω min. (at 500 VDC)
Dielectric strength	2,000 VAC, 50/60 Hz for 1.0 min (1,000 VAC between contacts of same polarity)
Vibration resistance	Destruction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.5 mm single amplitude (1.0 mm double amplitude) Malfunction: 10 to 55 to 10 Hz, 0.5 mm single amplitude (1.0 mm double amplitude)
Shock resistance	Destruction: 1,000 m/s ² Malfunction: 200 m/s ²
Endurance	See the following table.
Ambient temperature	Operating: -55 °C to 70°C (with no icing)
Ambient humidity	Operating: 5% to 85%
Weight	Approx. 35 g

Note: The values given above are initial values.

■ Endurance Characteristics

Pole	Mechanical life (at 18,000 operations/hr)	Electrical life (at 1,800 operations/hr under rated load)
2-pole	AC: 50,000,000 operations min. DC: 100,000,000 operations min.	500,000 operations min.
4-pole		200,000 operations min.
4-pole (bifurcated)	20,000,000 operations min.	100,000 operations min.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



■ Approved Standards

VDE Recognitions (File No. 112467UG, IEC 255, VDE 0435)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6, 12, 24, 48/50, 100/110 110/120, 200/220,	10 A, 250 VAC (cos $\phi=1$) 10 A, 30 VDC (L/R=0 ms)	10 x 10,
4	220/240 VAC 6, 12, 24, 48, 100/110, 125 VDC	5 A, 250 VAC (cos $\phi=1$) 5 A, 30 VDC (L/R=0 ms)	100 x 10, MY4Z AC; 50 x 10,

UL508 Recognitions (File No. 41515)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 30 VDC (General purpose) 10 A, 250 VAC (General purpose)	6 x 10,
4		5 A, 250 VAC (General purpose) 5 A, 30 VDC (General purpose)	

CSA C22.2 No. 14 Listings (File No. LR31928)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 30 VDC 10 A, 250 VAC	6 x 10,
4		5 A, 250 VAC (Same polarity) 5 A, 30 VDC (Same polarity)	

IMQ (File No. EN013 to 016)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6, 12, 24, 48/50, 100/110 110/120, 200/220,	10 A, 30 VDC 10 A, 250 VAC	10 x 10,
4	220/240 VAC 6, 12, 24, 48, 100/110, 125 VDC	5 A, 250 VAC 5 A, 30 VDC	100 x 10, MY4Z AC; 50 x 10,

LR Recognitions (File No. 98/10014)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 250 VAC (Resistive) 10 A, 250 VAC (PF0.4) 10 A, 30 VDC (Resistive) 10 A, 30 VDC (L/R=7 ms)	50 x 10,
4		5 A, 250 VAC (Resistive) 5 A, 250 VAC (PF0.4) 5 A, 30 VDC (Resistive) 5 A, 30 VDC (L/R=7 ms)	50 x 10,

SEV Listings (File No. 99.5 50902.01)

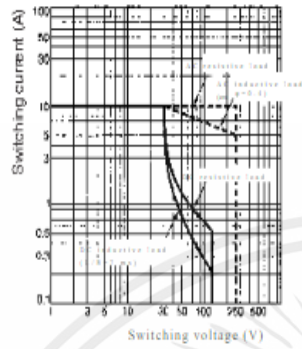
No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 250 VAC 10 A, 30 VDC	10 x 10,
4		5 A, 250 VAC 5 A, 30 VDC	100 x 10, MY4Z AC; 50 x 10,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

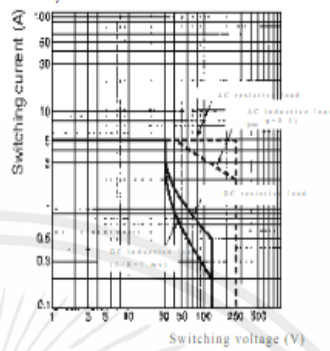
Engineering Data

Maximum Switching Power

MY2

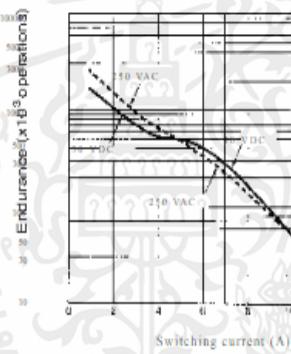


MY4, MY4Z

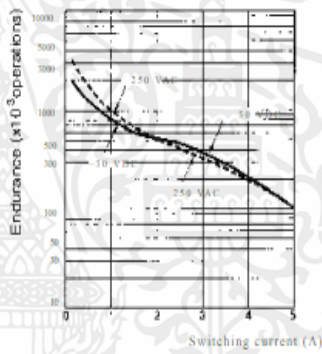


Endurance

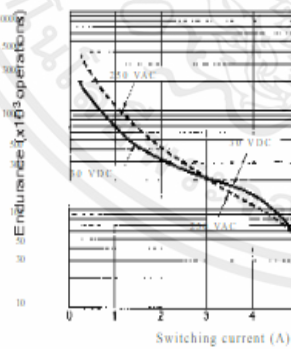
MY2 (Resistive Loads)



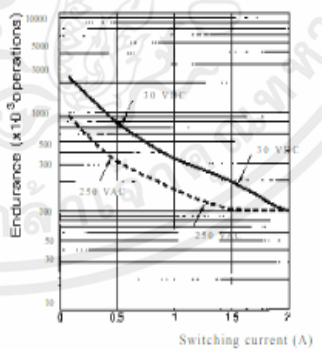
MY2 (Inductive Loads)



MY4 (Resistive Loads)



MY4 (Inductive Loads)



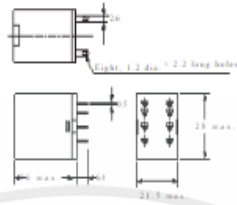
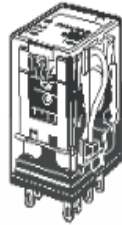
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dimensions

Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

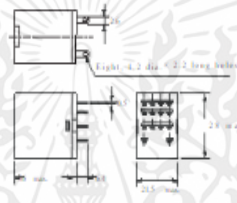
2-Pole Models

MY2N



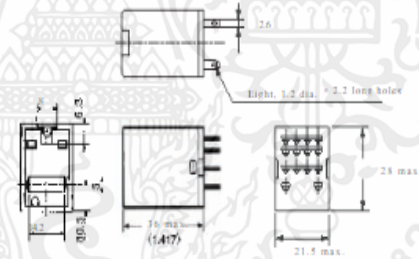
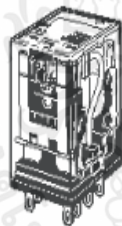
4-Pole Models

MY4N

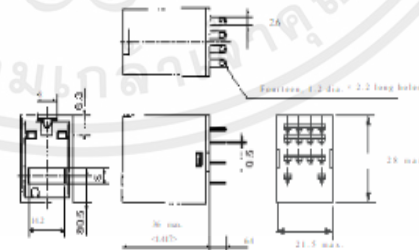


Models with Test Button

MY2IN

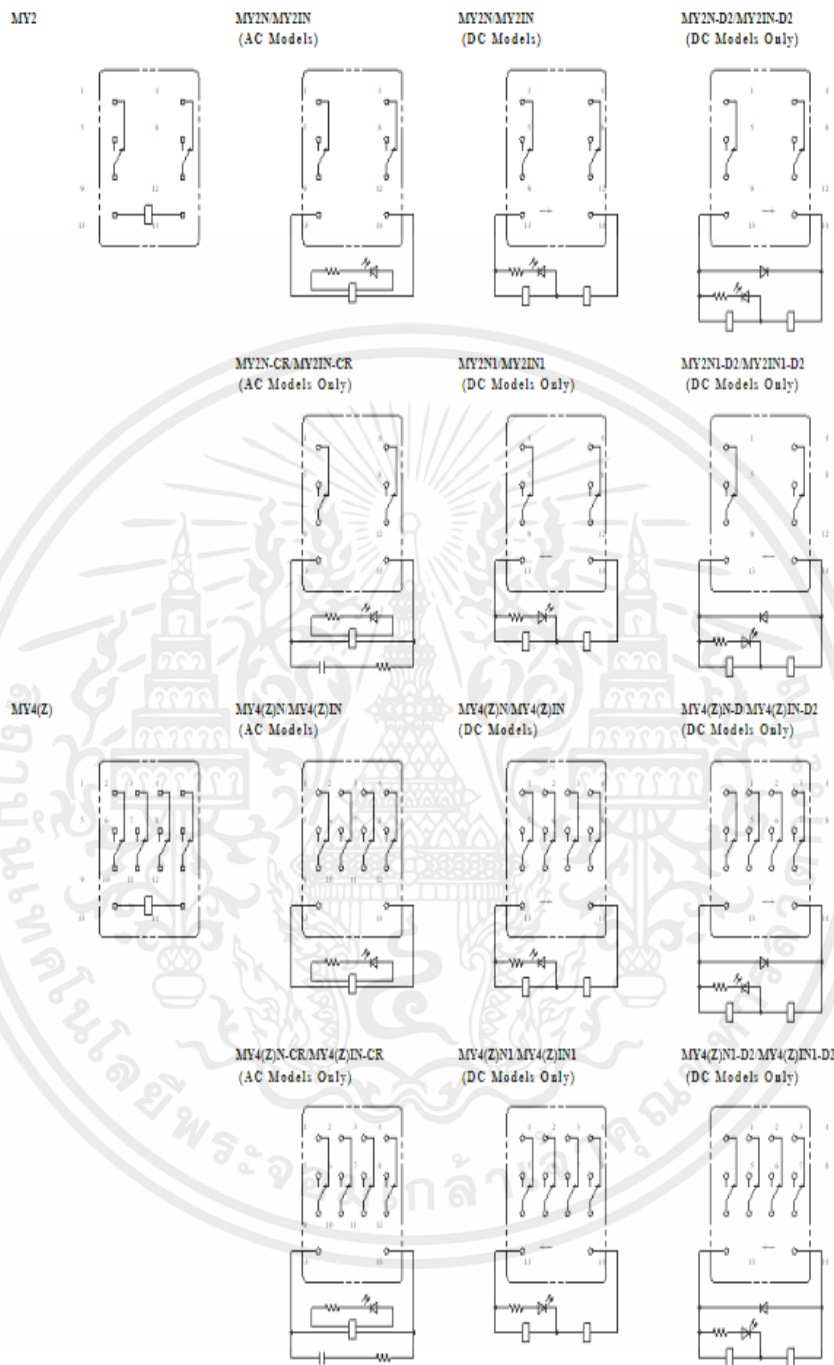


MY4IN



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Terminal Arrangement/Internal Connections (Bottom View)



Note: The DC models have polarity.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



BLUE DYNAMIC

Key benefits



Engineered to the highest German standards



Patented PowerFrame® grid for reliable starting power, fast recharge and corrosion resistance



Meets all original criteria of the car manufacturer

For more information visit www.varta-automotive.com

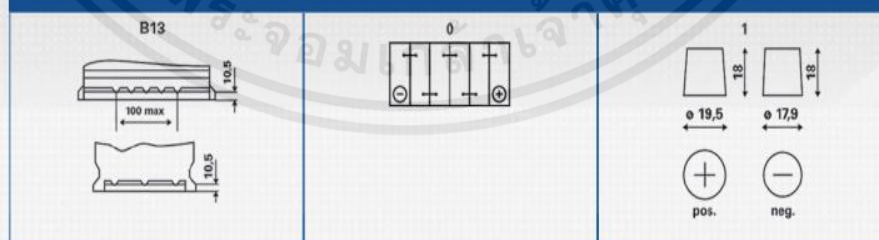
ORDER INFORMATION

European Type No. (ETN):	560 409 054
Article Number:	560 409 054 313 2
Short Code:	D59
Barcode:	4016987119525
UK Code:	075
Packaging Unit:	1
Quantity per Pallet:	63

TECHNICAL INFORMATION

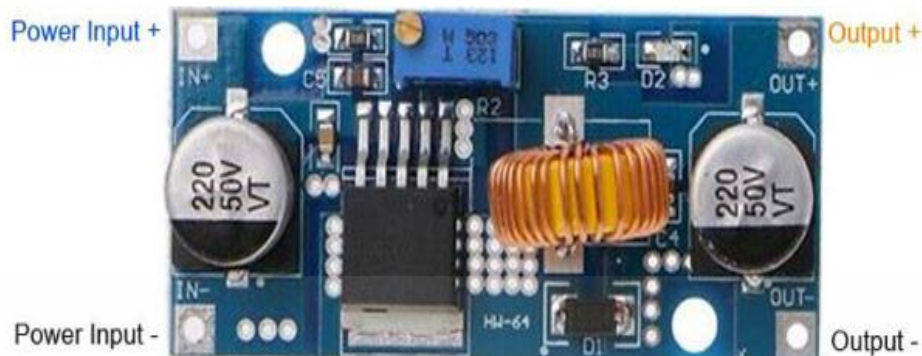
Voltage [V]:	12	Base Hold-down:	B13
Battery Capacity [Ah]:	60	Layout:	0
Cold Cranking Amps (CCA), EN [A]:	540	Terminal Types:	1
Length [mm]:	242	Case Size:	T5/LBN2
Width [mm]:	175	Weight filled (kg):	13,89
Height [mm]:	175		

DRAWINGS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The pinout can be easily seen in the Board Legend.



Features and Specifications

- Input voltage: 4 - 38V
- Output voltage: 1.25 - 36V (adjustable)
- Output current: Maximum output current 5A
- **Note: The higher the voltage, the load current increases. Try to use it within 4.5A.**
- Output power: It is recommended to use within 75W
- Note: Heat sink required if output power exceeds 50W
- Efficiency of this regulator up to 96%
- **Note: Efficiency is related to input, output voltage, current, and the voltage difference**
- Load regulation: 0.8%
- Voltage regulation: 0.8%
- Adjustable potentiometer onboard for output voltage adjustment.
- Power LED indicator
- Thermal Protection enabled.
- Short circuit proportion: limited to 8A.
- Dimension: 54*23*18 mm (L*W*H)

Note: Complete technical details can be found in the [XL4015 Datasheet](#) linked at the bottom of this page.

Alternative Product of XL4015 Based Power Module Board

Alternative and compatible products for XL4015 based DC-DC step-down power module boards are listed below -

1. MT3608 based 2A rated DC-DC step-down module
2. LM2596 based 3A rated DC-DC step-down module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Description of E18-D80NK

E18-D80NK is a non-contact detection sensor providing a digital output when an object comes into a specific range of it. It is a low-cost, easy to assemble sensor with very little interference with the surrounding lights and environment.

Features and Specifications of E18-D80NK

Below are some features and specifications of the E18-D80NK infrared proximity sensor.

1. Input Voltage: 5V
2. Current Consumption: 25-100 mA
3. Response time <2ms
4. Sensor type: Diffuse reflective type
5. Sensing range: 3-80 cm
6. Cable length: 45 cm



Pin Configuration of E18-D80NK

The table below showcases the pin configuration of the IR proximity sensor. It has 3 output wires, which are generally color-coded with Red as VCC, Green as the ground, and Yellow being the Digital output.

Pin Type/Wire color	Pin Description
VCC(Red)	Voltage input(+5V)
GND(Green)	Ground terminal
Digital pin(Yellow)	Digital signal output

Note: The general color coding of the wire may vary in the E18-D80NK IR sensor from different manufacturers or distributors. Kindly follow the suitable datasheet for connections.

*Some other common color code is: **Brown: VCC, Black: Output, Blue: Ground***

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

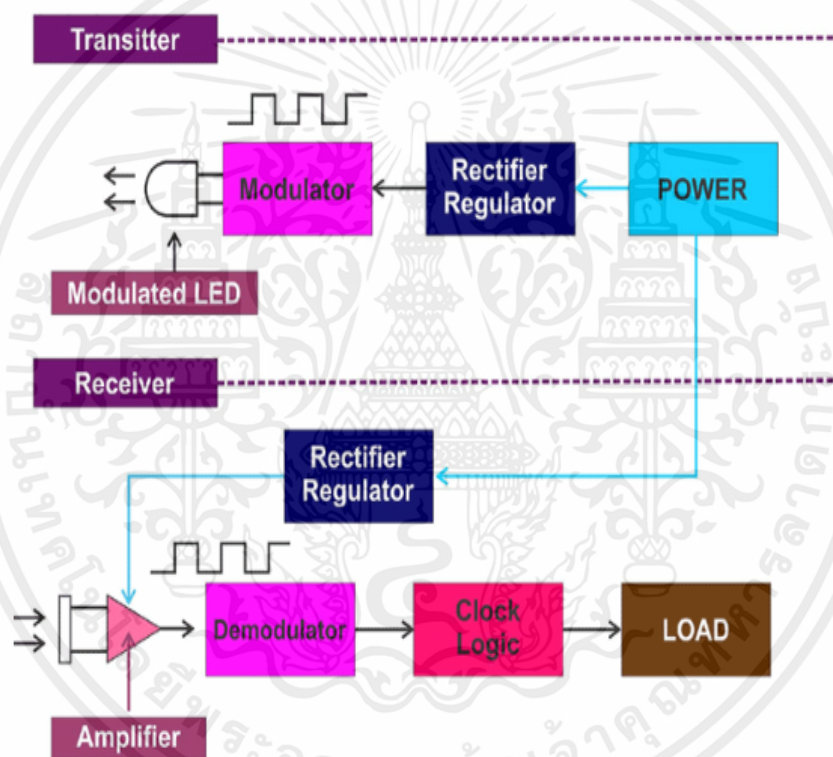
Alternatives for E18-D80NK

ISB TS45D, GY 906, GP2Y0A21YK0F, QRE1113, TCRT5000

Note: More technical information can be found in the E18-D80NK

Working and Functional Block Diagram of E18-D80NK

E18-D80NK is a variable range non-contact detection sensor. It comes with a transmitter and receiver in a single module setup. The transmitter emits a modulated IR signal which is reflected by the object in its field of view or the path and the reflected signal is then collected by the receiver, providing a digital output to the microcontroller.



As we can observe in the block diagram, the technology behind this module uses modulation from the infrared light and the receiver part only detects the infrared light when it collects the correct signal. Hence, cutting down on collecting all the interferences from the nearby surrounding lights.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PRODUCT ADVANTAGES

No.1 Fillet of Screw
More convenient to install than conventional one.

No.2 LOGO
The company LOGO and some information of the product

No.3 Pedestal
More solid and need tool to dismantle.

No.4 Lamp wick
More lamp wicks make the indicator lamp more luminous.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Able environment

- 1) Environmental temperature: -25°C~55 °C
- 2) Relative humidity: <98%.
- 3) It can normally work under following condition: vibration frequency is 2-80Hz and accelerated speed is 0.7g.
- 4) Pollution grade is 3 and installed sort is III
- 5) There is a "TH" sign, and it is possible to work under the moist tropical environment.

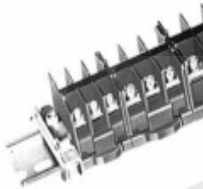











Main technical data

- 1) Voltage of working frequency: 2.5kV(AC valid value), 1 min.
- 2) Insulated resistance > 2MΩ
- 3) Voltage wave allowed by AC indicator -: 20%
- 4) Continual working life B 30000h
- 5) Brightness > 60cd/mz
- 6) Index of leakage CT1 > 100
- 7) Protection grade IP65, and it is possible to be made to order IP67
- 8) Using frequency AC50-60Hz

Contrast list of voltage current and code												
Voltage code	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Supply coltage	AC,DC						DC FD			AC		
Voltage(V)	6	12	24	36	48	110	127	220	380	500	220	380
Current	140	172	18-72	18	18	16	16	12	12	12	16	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Terminal Blocks (Selection Guide)

Rail Mount Terminal Blocks	Rail Mount Miniature Terminal Blocks	Surface Mount Terminal Blocks																																																										
BA Series	BD Series	BD Series	BTB/BTBH Series																																																									
Three poles in one block. Made of polyamide.	Space-saving miniature terminal block. Mount on 15-mm-wide DIN rail.	Miniature terminal block with 8, 7, 5 mm terminal centers.	Rugged surface mount terminal block with 8.5 to 15.5 mm terminal centers.																																																									
																																																												
7.9 to 60 mm	5, 7, 8 mm	5, 7, 8 mm	8.5, 10.5, 12, 15.5 mm																																																									
Modular construction, 1 pole = 1 block 3-pole = 1 block (for M3, M3.5, M4 terminal screws)	Modular construction 1-pole = 1 block	2 to 35-pole (8 mm terminal centers) 2 to 40-pole (7 mm terminal centers) 2 to 56-pole (5 mm terminal centers)	2 to 30-pole (2 to 20-pole for BTB50C and BTBH50C)																																																									
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wire (mm²)</th> <th>Current (A)</th> <th>Terminal Screw</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.25</td><td>16</td><td>M3</td></tr> <tr><td>2</td><td>21</td><td>M3.5</td></tr> <tr><td>3.5</td><td>30</td><td>M4</td></tr> <tr><td>5.5</td><td>40</td><td>M4</td></tr> <tr><td>14</td><td>70</td><td>M5</td></tr> <tr><td>22</td><td>94</td><td>M6</td></tr> <tr><td>35</td><td>132</td><td>M6</td></tr> <tr><td>100</td><td>240</td><td>M10</td></tr> <tr><td>200</td><td>370</td><td>M12</td></tr> </tbody> </table> <p>*According to JIS C 2811.</p>	Wire (mm ²)	Current (A)	Terminal Screw	1.25	16	M3	2	21	M3.5	3.5	30	M4	5.5	40	M4	14	70	M5	22	94	M6	35	132	M6	100	240	M10	200	370	M12	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wire (mm²)</th> <th>Current (A)</th> <th>Terminal Screw</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.25</td><td>16, 14 (Note)</td><td>M3</td></tr> </tbody> </table> <p>*According to JIS C 2811. Note: 16A (8 mm terminal centers) 14A (7mm, 5 mm terminal centers)</p>	Wire (mm ²)	Current (A)	Terminal Screw	1.25	16, 14 (Note)	M3	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wire (mm²)</th> <th>Current (A)</th> <th>Terminal Screw</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.25</td><td>16, 14 (Note)</td><td>M3</td></tr> </tbody> </table> <p>*According to JIS C 2811. Note: 16A (8 mm terminal centers) 14A (7mm, 5 mm terminal centers)</p>	Wire (mm ²)	Current (A)	Terminal Screw	1.25	16, 14 (Note)	M3	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Wire (mm²)</th> <th>Current (A)</th> <th>Terminal Screw</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1.25</td><td>16</td><td>M3</td></tr> <tr><td>2</td><td>21</td><td>M3.5</td></tr> <tr><td>5.5</td><td>40</td><td>M4</td></tr> <tr><td>14</td><td>70</td><td>M5</td></tr> </tbody> </table> <p>*According to JIS C 2811.</p>	Wire (mm ²)	Current (A)	Terminal Screw	1.25	16	M3	2	21	M3.5	5.5	40	M4	14	70	M5
Wire (mm ²)	Current (A)	Terminal Screw																																																										
1.25	16	M3																																																										
2	21	M3.5																																																										
3.5	30	M4																																																										
5.5	40	M4																																																										
14	70	M5																																																										
22	94	M6																																																										
35	132	M6																																																										
100	240	M10																																																										
200	370	M12																																																										
Wire (mm ²)	Current (A)	Terminal Screw																																																										
1.25	16, 14 (Note)	M3																																																										
Wire (mm ²)	Current (A)	Terminal Screw																																																										
1.25	16, 14 (Note)	M3																																																										
Wire (mm ²)	Current (A)	Terminal Screw																																																										
1.25	16	M3																																																										
2	21	M3.5																																																										
5.5	40	M4																																																										
14	70	M5																																																										
<p>Self-lifting</p>  <p>Screw (for large capacity type)</p> 	<p>Self-lifting</p>  <p>Screw/Solder Cage Screw</p> 	<p>Self-lifting</p>  <p>Screw/Solder Cage Screw</p> 	<p>Self-lifting</p>  <p>Touch-down</p> 																																																									
DIN 35 mm DIN 35 mm + C30 BAA BNJA BAP	DIN 15 mm BDA BDP	-	-																																																									
600V	380V/250V	380V/250V	600V																																																									
100 MΩ minimum 2500V AC, 1 minute	100 MΩ minimum 2500V AC, 1 minute	100 MΩ minimum 2500V AC, 1 minute	100 MΩ minimum 2500V AC, 1 minute																																																									
Polyamide (black)	Modified PPE (black, blue – BDB only)	Modified PPE (black)	Modified PPE (black)																																																									
<ul style="list-style-type: none"> Large capacity terminal blocks can be surface mounted. Also available with a fuse or disconnecting switch. 	<ul style="list-style-type: none"> Miniature terminal blocks mount on 15-mm-wide DIN rail. 	<ul style="list-style-type: none"> Space-saving miniature terminal block. Rugged construction. 	<ul style="list-style-type: none"> Touch-down terminals. Flame resistant UL94V-0. Rugged construction. 																																																									
UL, CSA	UL, CSA	UL, CSA	UL, CSA, TÜV																																																									
33	39	40	47																																																									

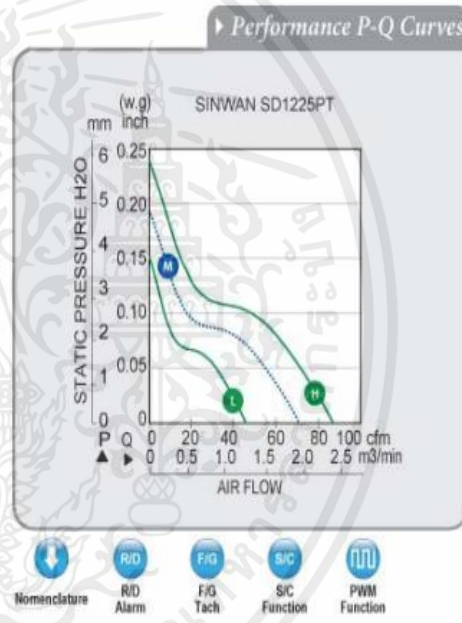
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Model No	Rated Volt	Voltage Range	Input Power	Rated Current	Ref. Speed	Max. Airflow	Max. Static Pressure	Noise Level	PQ Curves
	VDC	VDC	Watt	A	RPM	CFM	m3/min	Inch/H2O	mm
SD1225PT-12H	12	8~13.8	5.4	0.45	2900	86	2.4	0.24	6.1
SD1225PT-12M	12	8~13.8	4.0	0.35	2500	70	2	0.19	4.83
SD1225PT-12L	12	8~14	2.5	0.20	2000	45	1.3	0.15	3.81
SD1225PT-24H	24	14~26	5.5	0.23	2900	86	2.4	0.24	6.1
SD1225PT-24M	24	14~26	4.1	0.17	2500	70	2	0.19	4.83
SD1225PT-24L	24	14~27.6	2.4	0.10	2000	45	1.3	0.15	3.81
SD1225PT-48H	48	22~55	4.5	0.09	2900	86	2.4	0.24	6.1
SD1225PT-48M	48	22~55	3.5	0.07	2500	70	2	0.19	4.83
SD1225PT-48L	48	22~56	2.9	0.06	2000	45	1.3	0.15	3.81

- ** = "WB" for wire lead type Ball bearing, or "TB" for terminal type Ball bearing
- Sinwan reserves the right to change data and improve electrical & mechanical design without notice, data tolerance +-10%

Motor	
Motor Type:	Brushless DC Motor, auto cutoff, auto restart
Burnout Protection:	Electronically protected, polarity protected
IP Protection:	-
Mechanical	
Frame:	Glass fiber reinforced thermoplastic, rated UL94V-0(PT)
Impeller:	5 blades, glass fiber reinforced plastic, rated UL94V-0
Bearing:	Two ball bearings
Rotation:	CCW seen on rotor
Connection:	Wire lead or terminal flat pin connecting
Weight:	160 g (0.353 Lbs)
Electrical	
Dielectric Strength:	500 VAC/min. Max leakage 500mA
Speed Control:	Optional: PWM, S/C NTC thermister
Signal Output:	Optional: R/D alarm output, tachometer output
Environment	
Operating Temp:	Ambient non-condensing -15~+65C
Storage Temp:	-25C~+80C (at 65%RH)
Life Expectancy:	L10 60K hours at 35C, 50K hours at 55C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Outline Dimensions

120±0.5(4.72")
 104.8±0.5(4.13")
 120±0.5(4.72")
 104.8±0.5(4.13")
 25±0.5
 25±0.5

Holesx4
 $\Phi 4.3 \pm 0.3$

(+) Red
 M
 (-)

5V-Green
 12V-Blue
 24V-Black
 48V-Brown

Lead wires
 AWG22
 UL/CSA
 300~350mm

(Label)

Relevant products
 Metal Fan Guard
 G109-15A, G109-15B,
 G109-17
 Plastic Fan Guard
 G119P2, G119P4, G120P,
 G120P2, G120P25F,
 G120P4
 Plastic Fan Filter
 GRM120-30, GRM120-45
 Metal Fan Screen
 MF120S-30N
 RoHS

Email: info@sinwan.com.tw <http://www.sinwan.com.tw>
SINWAN

© Copyright 2012 Sinwan Industrial Co., Ltd. Allrights Reserved

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



ชื่อ - นามสกุล

นายปิยวัฒน์ ทองบุรี

วัน เดือน ปี

31 มีนาคม 2542

ที่อยู่

107 ม.5 ต.ชัยบุรี อ.เมือง จ.พัทลุง 93000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2561 วิทยา-คณิต

โรงเรียนสตรีพัทลุง

Tel: 0818987401

Email: 61511023@kmitl.ac.th



ชื่อ - นามสกุล

นายราชวัตร คงเม่ง

วัน เดือน ปี

5 ตุลาคม 2542

ที่อยู่

102 ซ.10 ถ.เสนห์เจริญ ต.คูหา สวรรค์ อ.เมือง

จ.พัทลุง 96000

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2561 ปวช.

วิทยาลัยเทคนิคพัทลุง

Tel: 0848443054

Email: 61511026@kmitl.ac.th

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้