อภินันทนาการ

สำนักหอสมุด

การควบคุมการคัดแยกวัตถุตามความสูงด้วยพีแอลซี

CONTROL OF HEIGHT-BASED CATEGORIZATION BY USING PLC

นายกฤษฎา โพธา รหัส 56362546
นายจิรายุ ใจลังกา รหัส 56362621
นายโยธิน ศฤงคาร รหัส 56363093

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 24 มี.ค. 2561
เลขทะเบียน 1722068
เลขเรียกหนังสือ ปร
ก 279 ก
2559
CD-STL 80
1 ฉ CD

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2559

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การควบคุมการคัดแยกวัตถุตามความสูงด้วยพีแอลซี
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายกฤษฎา โพธา รหัส 56362546
	นายจิรายุ ใจลังกา รหัส 56362621
	นายโยธิน ศฤงคาร รหัส 56363093
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริพร เดชะศิลารักษ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การควบคุมการคัดแยกวัตถุตามความสูงด้วยพีแอลซี
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายกฤษฎา โพธา รหัส 56362546
	นายจิรายุ ใจลังกา รหัส 56362621
	นายโยธิน ศฤงคาร รหัส 56363093
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2559

.....

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบเครื่องคัดแยกวัตถุตามความสูงซึ่งควบคุมด้วยพีแอลซี โดยสร้างแบบจำลองของเครื่องเพื่อคัดแยกวัตถุจำนวน 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ โดยมีสายพานลำเลียงวัตถุมายังตำแหน่งที่ติดตั้งตัวรับรู้ซึ่งใช้ตรวจจับวัตถุแล้วส่งสัญญาณให้พีแอลซีจำแนกขนาดของวัตถุรวมถึงควบคุมให้วัตถุเคลื่อนที่ลงไปในรางที่จัดเตรียมไว้สำหรับวัตถุแต่ละขนาด แบบจำลองของเครื่องสามารถทำงานได้ 2 แบบวิธี คือแบบวิธีการคัดแยกและแบบวิธีการคัดเลือก ในแบบวิธีการคัดแยกนั้นวัตถุแต่ละชิ้นถูกคัดแยกให้เคลื่อนที่ลงในแต่ละรางที่สอดคล้องกับขนาดของวัตถุตามที่ได้กำหนดไว้ จำนวนของวัตถุในแต่ละรางถูกแสดงด้วยส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน สำหรับการทำงานในแบบวิธีการคัดเลือก ผู้ใช้สามารถกำหนดจำนวนวัตถุแต่ละขนาดที่ต้องการในราง Ch1 และ Ch2 โดยวัตถุแต่ละขนาดจะถูกคัดเลือกให้ลงในราง Ch1 จนครบตามจำนวนที่ระบุก่อนคัดเลือกให้ลงในราง Ch2 เสมอ จำนวนของวัตถุแต่ละขนาดในรางทั้งสองถูกแสดงด้วยส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน ในขณะที่ราง Spare ถูกกำหนดไว้เพื่อเก็บรวบรวมวัตถุที่ไม่ตรงกับเงื่อนไขสำหรับราง Ch1 และ Ch2 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองของเครื่องคัดแยกวัตถุตามความสูงที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดสำหรับทั้งสองแบบวิธี

Project title	Control of Height-Based Categorization by Using PLC	
Name	Mr. Kitsada Photha	ID. 56362546
	Mr. Jirayu Jailangka	ID. 56362621
	Mr. Yotin Saringkarn	ID. 56363093
Project advisor	Asst. Prof. Niphat Jantharamin, Ph.D.	
Major	Electrical Engineering	
Department	Electrical and Computer Engineering	
Academic year	2016	

Abstract

This thesis presents design of a height-based categorization machine controlled by a PLC. A model of the aforementioned machine was built for classifying 3 sizes of object; namely, small, medium, and large. A conveyor belt brings the objects to a position where infrared sensors are mounted. The sensor outputs are given to the PLC for object-size identification. Then, the objects are brought into arranged channels. Hereby, the model can be operated in 2 modes; namely, Separation mode and Selection mode. In the Separation mode, the objects are categorized and then moved into three channels each of which is prepared for each object size. The number of objects moved into each channel is shown by means of 7 segment displays. In the Selection mode, on the other hand, the objects are chosen according to the user-defined numbers of each size for the first channel (Ch1) and the second channel (Ch2). Regarding the same size of the objects required in both channels, completing the object collection in Ch1 takes priority. The number of objects of each size moved into each channel is shown by means of 7 segment displays. The third channel, which is defined the Spare channel, collects the objects that do not match the user-defined conditions for Ch1 and Ch2. Experimental results show that the model successfully performs user-defined tasks in both operating modes.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. นิพัทธ์ จันทรมินทร์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ซึ่งเอาใจใส่ในรายละเอียดทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงงาน โดยให้คำปรึกษาและคำแนะนำในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างต่อเนื่องจนกระทั่งโครงงานสำเร็จลุล่วง รวมถึงแนะนำหลักการเขียนปริญญานิพนธ์และตรวจทานแก้ไขอย่างละเอียดจนได้ปริญญานิพนธ์เป็นรูปเล่มสมบูรณ์

ขอขอบคุณกรรมการสอบโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศิริพร เดชะศิลารักษ์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ศุภวรรณ พลพิทักษ์ชัย ซึ่งกรุณาให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ในการดำเนินโครงงาน

และขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมเครื่องมือในการสร้างชิ้นงานขึ้น โดยเฉพาะว่าที่ร้อยตรีธานี โกสุม (พี่ต้น) ซึ่งเป็นรุ่นพี่สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและปัจจุบันเป็นครูช่างของภาควิชาฯที่อำนวยความสะดวกในการใช้ห้องปฏิบัติการและการยืมใช้เครื่องมือจนกระทั่งสร้างชิ้นงานเสร็จสิ้นลง

รวมทั้งขอขอบคุณรัฐบาลไทยที่จัดตั้งกองทุนเงินให้กู้ยืมเพื่อการศึกษา (กยศ.) ซึ่งสนับสนุนด้านทุนทรัพย์ให้แก่นายกฤษฎา โพธา และนายโยธิน ศฤงคาร ตลอดระยะเวลาการศึกษาในระดับปริญญาตรี

เหนือสิ่งอื่นใด ผู้ดำเนินโครงงานขอกราบขอบพระคุณบิดาและมารดาที่ให้การสนับสนุนในทุกด้านเกี่ยวกับการศึกษาของผู้ดำเนินโครงงาน รวมทั้งมอบความรัก ความเมตตา และคอยเป็นกำลังใจให้จนประสบความสำเร็จในวันนี้

นายกฤษฎา โพธา
นายจิรายุ ใจลังกา
นายโยธิน ศฤงคาร

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ซ
สารบัญรูป ..... ฌ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 3
1.6 งบประมาณ 3

บทที่ 2 อุปกรณ์และหลักการที่ใช้ 4
2.1 พีแอลซี 4
2.1.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี 6
2.1.2 ขั้นตอนการใช้งานพีแอลซี 8
2.1.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซี 8
2.1.4 คำสั่งพื้นฐานของพีแอลซี 10
2.2 ตัวรับรู้แบบใช้แสง 14
2.3 มอเตอร์เกียร์ 16
2.4 มอเตอร์กระแสตรง 16
2.4.1 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรง 16
2.4.2 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง 18
2.4.3 การขับมอเตอร์กระแสตรง 18

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.4 การกลับทิศทางของการหมุนมอเตอร์ 20
2.5 ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน 21
2.5.1 ชนิดของตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน 22
2.5.2 การใช้งานตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน 22
2.5.3 การเชื่อมต่อวงจรของส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน 23
2.6 รีเลย์ 24

บทที่ 3 การออกแบบและสร้างแบบจำลองการคัดแยกวัตถุตามความสูง 26
3.1 ส่วนประกอบและหลักการทำงานในการคัดแยกวัตถุตามความสูง 26
3.2 การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลอง 27
3.3 ขั้นตอนการคัดแยกวัตถุตามความสูง 29
3.3.1 แบบวิธีการคัดแยก 29
3.3.2 แบบวิธีการคัดเลือก 30
3.4 การออกแบบการเชื่อมต่อวงจรการคัดแยกวัตถุตามความสูง 32
3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ของแบบจำลองการคัดแยกวัตถุตามความสูง 33
3.5.1 การติดตั้งตัวรับรู้แบบใช้แสง 33
3.5.2 การติดตั้งไม้กั้นราง 33
3.5.3 การติดตั้งส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน 34
3.5.4 แผงสวิตช์และรีเลย์ 35
3.6 แบบจำลองการคัดแยกวัตถุตามความสูง 35

บทที่ 4 ผลการทดสอบ 37
4.1 การทดสอบการทำงานในแบบวิธีการคัดแยก 37
4.2 การทดสอบการทำงานในแบบวิธีการคัดเลือก 40
4.2.1 การคัดเลือกวัตถุแต่ละขนาด 40
4.2.2 กรณีที่ไม่ระบุจำนวนวัตถุบางขนาดทั้งในราง Ch1 และ Ch2 ซึ่งเป็นคนละขนาด 46

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.2.3 กรณีที่ไม่ระบุจำนวนวัตถุบางขนาดทั้งในราง Ch1 และ Ch2 ซึ่งเป็นขนาดเดียวกัน 51
4.2.4 การคัดเลือกวัตถุลงในราง Ch1 เพียงรางเดียว 56
4.2.5 การคัดเลือกวัตถุลงในราง Ch2 เพียงรางเดียว 61

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 67
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 67
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข 67
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป 68

เอกสารอ้างอิง 69

ภาคผนวก ก รายละเอียดข้อมูลของพีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX-1S 70
ภาคผนวก ข รายละเอียดข้อมูลของรีเลย์ 80

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 83

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การเปรียบเทียบระหว่างวงจรควบคุมที่ใช้พีแอลซีกับวงจรรีเลย์.....5
3.1 หน้าที่ของรีเลย์แต่ละตัวในการคัดแยกวัตถุตามความสูงด้วยพีแอลซี.....36

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ส่วนประกอบหลักของพีแอลซี....6
2.2 แหล่งจ่ายไฟของพีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX-1S แบบมีขั้ว COM....8
2.3 ขั้นตอนการใช้งานพีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX-1S....9
2.4 แผนภาพการใช้งานตัวรับรู้....14
2.5 ตัวรับรู้แบบใช้แสง....15
2.6 ส่วนประกอบหลักของตัวรับรู้แบบใช้แสง....15
2.7 มอเตอร์เกียร์ 12 VDC 50 rpm แกนเพลา 6 mm....16
2.8 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง....17
2.9 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง....18
2.10 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟส....19
2.11 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวแปลงผันกำลังกระแสตรง....19
2.12 แผนภาพวงจรการกลับขั้วขดลวดอาร์เมเจอร์....20
2.13 แผนภาพวงจรการกลับขั้วขดลวดสนาม....20
2.14 ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน....21
2.15 ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วนที่แสดงตัวเลขและตัวอักษรภาษาอังกฤษบางตัว....21
2.16 ขาของตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน....22
2.17 การเชื่อมต่อวงจรของส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน....23
2.18 สัญลักษณ์ภายในโครงสร้างของรีเลย์....24
2.19 สภาวะการทำงานของรีเลย์....24
2.20 รีเลย์พิกัด 24 VDC 10 A, 120 VAC 10 A....25
3.1 แผนภาพการทำงานการคัดแยกวัตถุตามความสูง....26
3.2 การออกแบบโครงสร้างแบบจำลองการคัดแยกวัตถุตามความสูง....28
3.3 ขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการคัดแยก....30
3.4 ขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการคัดเลือก....31
3.5 การเชื่อมต่อวงจรของการคัดแยกวัตถุตามความสูง....32
3.6 ตำแหน่งการติดตั้งตัวรับรู้แบบใช้แสง....33
3.7 ตำแหน่งการติดตั้งไม้กั้นราง....34
3.8 การติดตั้งส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน....34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.9 แผงสวิตช์และรีเลย์....35
3.10 แบบจำลองการคัดแยกวัตถุตามความสูง....36
4.1 การคัดแยกวัตถุขนาดเล็กลงในราง S....37
4.2 การคัดแยกวัตถุขนาดกลางลงในราง M....38
4.3 การคัดแยกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง L....39
4.4 การตรวจไม่พบวัตถุหลังจากการคัดแยกเสร็จสิ้น....39
4.5 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch1....40
4.6 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1....41
4.7 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch2....42
4.8 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch1....42
4.9 การตรวจไม่พบวัตถุในขณะที่จำนวนวัตถุยังไม่ครบตามเงื่อนไข....43
4.10 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch2....43
4.11 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare....44
4.12 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Spare....45
4.13 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2....45
4.14 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2....46
4.15 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1....47
4.16 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch1....47
4.17 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2....48
4.18 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch2....49
4.19 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1....49
4.20 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare....50
4.21 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2....51
4.22 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1....52
4.23 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch1....52
4.24 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare....53
4.25 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2....54
4.26 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch2....54

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.27 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare 55
4.28 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch2 56
4.29 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1 57
4.30 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch1 57
4.31 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch1 58
4.32 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare 59
4.33 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch1 59
4.34 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1 60
4.35 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Spare 60
4.36 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1 61
4.37 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2 62
4.38 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch2 62
4.39 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2 63
4.40 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch2 64
4.41 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch2 64
4.42 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Spare 65
4.43 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare 66
4.44 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2 66

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ผู้ผลิตหรือผู้ขายสินค้าอุปโภคและบริโภคมีวิธีจัดการกับสินค้าเพื่อให้ได้คุณสมบัติตามความต้องการของผู้ซื้อ เช่น การคัดแยกสินค้าตามคุณภาพเพื่อเพิ่มมูลค่าของสินค้าให้มากขึ้น ได้แก่ การคัดแยกชิ้นงานที่ชำรุดหรือผลผลิตทางการเกษตรที่เน่าเสีย นอกจากนี้ยังมีการจำแนกหรือจัดกลุ่มสินค้าเพื่อความสะดวกในการจัดเก็บ การนับจำนวนและการขนส่งไปยังผู้ซื้อ เกณฑ์ที่ใช้ในการคัดแยกสินค้า ได้แก่ สี น้ำหนัก และขนาด ซึ่งในกระบวนการคัดแยกโดยใช้เกณฑ์แต่ละประเภทมีการใช้ตัวรับรู้ที่แตกต่างกันและถูกนำมาใช้กับสินค้าต่างชนิดกัน วิธีการคัดแยกตามสีสามารถใช้กับสินค้าอุปโภค เช่น เสื้อผ้า รองเท้า เป็นต้น หรือใช้กับการคัดแยกเมล็ดที่เสียของเมล็ดธัญพืชหรือเมล็ดกาแฟ วิธีการคัดแยกตามน้ำหนักสามารถใช้กับการคัดแยกผักและผลไม้ ขณะที่วิธีการคัดแยกตามขนาดสามารถนำมาใช้กับการจัดกลุ่มของขวดและกล่องสินค้าได้

ปัจจุบันผู้ซื้อนิยมสั่งซื้อสินค้าผ่านอินเทอร์เน็ตเพราะมีสินค้าหลากหลายให้เลือกรวมทั้งสะดวกสบายในการสั่งซื้อทั้งช่วงเวลาที่ซื้อและวิธีการชำระเงิน จึงดึงดูดให้ผู้ซื้อมีความต้องการสั่งซื้อสินค้ามากยิ่งขึ้นและความต้องการสั่งซื้อสินค้าของแต่ละรายมีความแตกต่างกันทั้งขนาดและปริมาณของสินค้า ซึ่งผู้ขายในปัจจุบันนิยมใช้กล่องในการบรรจุและขนส่งสินค้าไปยังผู้ซื้อ เนื่องจากกล่องเป็นบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนักเบา สามารถลดแรงกระแทกจากภายนอกจึงช่วยลดโอกาสการชำรุดเสียหายของสินค้า นอกจากนี้กล่องยังมีรูปทรงสี่เหลี่ยมจึงสะดวกในการจัดเรียงจัดเก็บและขนย้าย เมื่อรายการสั่งซื้อมีความหลากหลายในแง่ของขนาดและจำนวนสินค้าส่งผลให้กล่องบรรจุสินค้ามีหลายขนาด กลไกการคัดแยกตามขนาดของกล่องจึงช่วยอำนวยความสะดวกในการแยกและนับจำนวนสินค้าเพื่อให้ผู้ขายสามารถคำนวณราคาขายและจำนวนสินค้าคงเหลือได้

ระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมจำเป็นต้องใช้อุปกรณ์ที่มีความเชื่อถือได้สามารถประยุกต์ใช้กับงานที่มีความหลากหลาย ติดตั้งและใช้งานง่าย ซึ่งจะเห็นได้ว่างานอุตสาหกรรมในปัจจุบันมีการนำพีแอลซีมาใช้งานอย่างแพร่หลายเนื่องจากตัวเครื่องมีขนาดเล็กสามารถติดตั้งในพื้นที่แคบได้ง่าย ในการออกแบบการทำงานสามารถเพิ่มหรือลดจำนวนอินพุตและเอาท์พุตได้โดยไม่ต้องแก้ไขวงจรใหม่เพราะสามารถเขียนโปรแกรมแทนการเดินสายไฟและเหมาะสำหรับนำมาใช้ในงานที่มีลักษณะการทำงานวนซ้ำ โครงงานนี้จึงนำพีแอลซีมาใช้ในการควบคุมระบบคัดแยก

ขนาดกล่องโดยใช้ขนาด เพื่อให้ระบบมีการทำงานแบบอัตโนมัติ สามารถคัดแยกขนาดกล่องตามที่ต้องการและให้ผู้ใช้งานใช้เครื่องคัดแยกขนาดกล่องให้เกิดประโยชน์สูงสุดและสะดวกต่อผู้ใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้พีแอลซีในการคัดแยกวัตถุตามความสูงและสามารถคัดเลือกวัตถุแต่ละขนาดได้ตามจำนวนที่ผู้ใช้ต้องการ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) สร้างแบบจำลองของระบบคัดแยกขนาดของกล่องสินค้าโดยควบคุมการทำงานของแบบจำลองด้วยพีแอลซี
2) ใช้ความสูงของกล่องเป็นเกณฑ์ในการคัดแยก โดยสาธิตการคัดแยกได้ 3 ขนาด
3) แสดงการนับจำนวนกล่องแต่ละขนาดที่คัดแยกได้และแสดงผลเป็นตัวเลข

1.4 ขั้นตอนและแผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	พ.ศ. 2559					พ.ศ. 2560			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1) ศึกษาการใช้งานพีแอลซีและรูปแบบกลไกการคัดแยก									
2) ออกแบบและสร้างแบบจำลองของระบบคัดแยกขนาดวัตถุ									
3) เขียนโปรแกรมในพีแอลซีเพื่อควบคุมการทำงานของแบบจำลอง									
4) ทดสอบและปรับปรุงชิ้นงาน									
5) สรุปผลการดำเนินงานและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

กลไกการทำงานของระบบคัดแยกขนาดของกล่องที่แสดงในโครงงานนี้ ช่วยอำนวยความสะดวกในการแยกและนับจำนวนสินค้าเพื่อให้ผู้ขายสามารถคำนวณราคาขายและจำนวนสินค้าคงเหลือได้ นอกจากนี้ยังลดระยะเวลาและความยุ่งยากในการจัดเก็บ โดยมีการนำพีแอลซีมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมระบบเพื่อช่วยให้ระบบเกิดการทำงานแบบอัตโนมัติและมีความแม่นยำในการทำงานสูง

1.6 งบประมาณ

1) เครื่องพีแอลซีย่ี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX-1S จำนวน 1 เครื่อง	2,500 บาท
2) โครงสร้างของแบบจำลอง	470 บาท
3) ตัวรับรู้แบบใช้แสง 3 ตัว	540 บาท
4) มอเตอร์เกียร์ 1 ตัว	250 บาท
5) มอเตอร์กระแสตรง 2 ตัว	240 บาท
6) วงจรควบคุมและส่วนแสดงผล	1,500 บาท
7) ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	500 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (หกพันบาทถ้วน)	6,000 บาท

หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ

บทที่ 2
อุปกรณ์และหลักการที่ใช้

การคัดแยกวัตถุตามความสูงในแบบจำลองที่สร้างขึ้นใช้พีแอลซีเป็นตัวควบคุมโดยมีอุปกรณ์ฝั่งอินพุต ได้แก่ ตัวรับรู้แบบใช้แสงและมีอุปกรณ์ฝั่งเอาท์พุต ได้แก่ มอเตอร์และส่วนแสดงผลซึ่งถูกควบคุมการทำงานผ่านรีเลย์ ในบทนี้จะอธิบายรายละเอียดและหลักการทำงานของอุปกรณ์ข้างต้นรวมทั้งหลักการควบคุมที่เกี่ยวข้อง

2.1 พีแอลซี

พีแอลซี (Programmable logic controller) คืออุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบกระบวนการต่างๆที่มีลักษณะการทำงานเป็นแบบลอจิก คือเป็น "0" กับ "1" พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิดสเตตที่ทำงานแบบลอจิก (Solid-state digital logic element) คล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ [1] การใช้พีแอลซีในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้วงจรรีเลย์ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟ ดังนั้นในวงจรรีเลย์เมื่อจำเป็นต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่จึงต้องเดินสายไฟใหม่ทำให้เสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง ในขณะที่การใช้พีแอลซีสามารถเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมคุณลักษณะของวงจรควบคุมที่ใช้พีแอลซีเปรียบเทียบกับการใช้วงจรรีเลย์แสดงในตารางที่ 2.1 พีแอลซีสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆและยังสามารถต่อพีแอลซีหลายๆตัวเข้าด้วยกันเพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีคุณภาพมากยิ่งขึ้นส่งผลให้การใช้งานพีแอลซี มีความยืดหยุ่นมากกว่าการใช้งานวงจรรีเลย์ดังนั้นในปัจจุบันโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆจึงหันมาใช้งานพีแอลซีมากยิ่งขึ้น [1]

ซึ่งในโครงงานนี้เลือกใช้พีแอลซี FX-SERIES เพราะว่าพีแอลซีประเภทนี้มีขนาดเล็กและง่ายต่อการใช้งาน และยังเป็นรุ่นที่มีทั้งภาคอินพุต เอาท์พุต แหล่งจ่ายไฟ และหน่วยความจำตลอดจนหน่วยประมวลผลกลางซึ่งอยู่ภายในตัวเดียวกันทั้งหมด ซึ่งหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ชนิดนี้สามารถรองรับอินพุตและเอาท์พุตที่นำมาต่อใช้งานบนตัวเครื่องได้สูงสุดไม่เกิน 256 จุด

ในปัจจุบันพีแอลซี FX-SERIES สามารถแบ่งออกเป็นรุ่นใหญ่ๆได้ทั้งหมด 3 รุ่นด้วยกันนั้นคือ FX-1S FX-1N และ FX-3U โดยแต่ละรุ่นนั้นจะมีขีดความสามารถของการรองรับอินพุต เอาท์พุต จำนวนความจุของโปรแกรมและจำนวนของอุปกรณ์ภายในที่นำมาใช้ในการสร้างโปรแกรมที่ไม่เท่ากัน ซึ่งในโครงงานนี้ได้เลือกใช้พีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX-1S มี

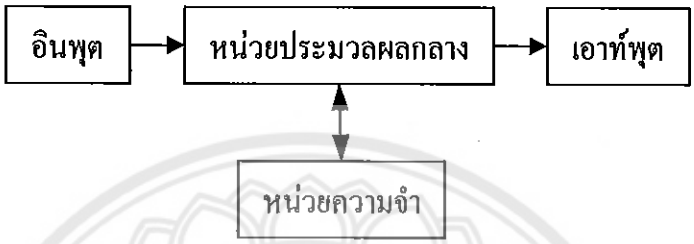
ขั้ว COM ในการใช้งานสามารถรองรับอินพุตและเอาท์พุตได้สูงสุด 30 จุด รวมทั้งสามารถเขียนโปรแกรมได้ถึง 2,000 ขั้น [1]

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบระหว่างวงจรควบคุมที่ใช้พีแอลซีกับวงจรรีเลย์ [2]

ประเภท	พีแอลซี	วงจรรีเลย์
ระบบควบคุม	สามารถปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมได้ง่าย	ปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมทำได้ยาก
การซ่อมหรือการแก้ไข	ทำได้ง่าย	ทำได้ยาก
การติดตั้งกับอุปกรณ์ภายนอก	ทำได้ง่าย	ทำได้ยาก
อายุการใช้งาน	มากกว่า เพราะส่วนของการเคลื่อนที่มีน้อย	น้อยกว่า เพราะมีส่วนของการเคลื่อนที่มาก
การติดต่อกับอุปกรณ์ภายใน	ทำได้ง่าย การเดินสายไฟน้อย	ทำได้ยุ่งยากเพราะต้องเดินสายไฟยาวขึ้น
ความเร็วในการทำงาน	เร็ว	ช้า
ขนาด	เล็ก	ใหญ่
สัญญาณรบกวน	ดี	ดีมาก
การติดตั้ง	ใช้เวลาน้อย	ใช้เวลามาก
การทำงานกับระบบซับซ้อน	ง่าย, สะดวก	ยาก, ต้องใช้รีเลย์จำนวนมาก
ราคาค่าใช้จ่าย	ต่ำกว่า	สูงกว่า
ความทนทานต่อสัญญาณรบกวน	ดี	ดีมาก
การออกแบบระบบ	ออกแบบง่าย	มีความซับซ้อนในการออกแบบ
การเดินสายไฟ	เขียนโปรแกรมแทนการเดินสายไฟ	เดินสายไฟระหว่างรีเลย์กับอุปกรณ์ต่างๆ
ความสามารถในการเปลี่ยนแปลงลำดับการควบคุม	เปลี่ยนแปลงง่าย	เปลี่ยนแปลงยาก

2.1.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี

พีแอลซีเป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้งานในอุตสาหกรรมทั่วไป ส่วนประกอบหลักของพีแอลซีแสดงได้ดังรูปที่ 2.1 ซึ่งประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูลหรืออินพุต และหน่วยส่งข้อมูลหรือเอาท์พุต สำหรับพีแอลซีขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีรวมกันในเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นชิ้นส่วนย่อยมาประกอบกันได้ [1]



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบหลักของพีแอลซี

1) หน่วยประมวลผลกลาง

หน่วยประมวลผลกลาง (Central processing unit, CPU) มีหน้าที่นำโปรแกรมผู้ใช้มาปฏิบัติควบคุมการติดต่อรับส่งข้อมูลกับอุปกรณ์อินพุต เอาท์พุตและหน่วยความจำ โดยที่หน่วยประมวลผลกลางทำหน้าที่คำนวณและควบคุมซึ่งเปรียบเสมือนสมองของระบบ ภายในหน่วยประมวลผลกลางประกอบไปด้วยวงจรลอจิกเกตหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์ใช้แทนอุปกรณ์เพื่อออกแบบวงจร

2) หน่วยความจำ

หน่วยความจำของพีแอลซีทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล ภายในหน่วยความจำ 1 บิต มีค่าสภาวะทางลอจิก “0” หรือ “1” แตกต่างกันขึ้นอยู่กับคำสั่ง โดยหน่วยความจำมี 2 ประเภท คือ แรม (Random access memory, RAM) และรอม (Read only memory, ROM) โดยรอมมี 2 ชนิด คือ อีพีรอม (Erasable programmable read-only memory, EPROM) และอีอีพรอม (Electronically erasable programmable read-only memory, EEPROM)

เราสามารถแบ่งส่วนของหน่วยความจำออกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆ คือหน่วยความจำระบบเป็นส่วนที่ใช้เก็บโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องพีแอลซีในการติดต่อกับผู้ใช้ การแปลงคำสั่งบูลลีนที่ผู้ใช้เขียนขึ้นให้อยู่ในรูปแบบที่หน่วยประมวลผลเข้าใจ โดยหน่วยความจำในส่วนนี้ผู้ใช้ไม่สามารถที่จะเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้จึงอยู่ในรูปของรอมหรืออีพีรอม และอีกส่วนหนึ่งคือ

หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมแผนภาพขั้นบันไดที่ผู้ใช้เขียนขึ้นเพื่อนำไปปฏิบัติงานตามเงื่อนไขต่างๆที่กำหนดไว้โดยเป็นหน่วยความจำแบบแรมหรือรอม

3) อินพุต

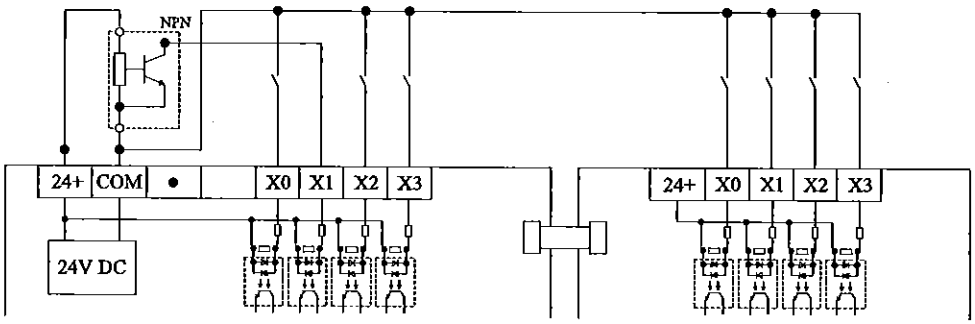
อินพุตทำหน้าที่รับค่าทางไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายนอก แล้วเปลี่ยนเป็นสภาวะทางตรรกะเพื่อเก็บไว้ในหน่วยความจำระบบที่กำหนดเป็นส่วนอินพุต โดยมีค่าเป็น "1" เมื่ออุปกรณ์อินพุตอยู่ในสภาวะปิดวงจรไฟฟ้าและมีค่าเป็น "0" เมื่ออุปกรณ์อินพุตอยู่ในสภาวะเปิดวงจรไฟฟ้า

4) เอาท์พุต

หน่วยเอาท์พุตรับสภาวะทางตรรกะจากหน่วยความจำระบบที่กำหนดเป็นส่วนของเอาท์พุต แล้วเปลี่ยนเป็นค่าทางไฟฟ้าเพื่อควบคุมอุปกรณ์ภายนอกอีกทีหนึ่ง โดยค่า "1" หมายถึง การต่อวงจรไฟฟ้า ส่วนค่า "0" หมายถึง การตัดวงจรไฟฟ้า

แหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับหน่วยความจำ (CPU unit) หน่วยอินพุตและเอาท์พุต (I/O) ในปัจจุบันสามารถใช้แรงดันกระแสสลับได้ตั้งแต่ 100-240 V และแรงดันกระแสตรง 12-24 V โดยผู้ใช้ต้องศึกษารายละเอียดของพีแอลซีที่เลือกใช้อย่างละเอียดเพื่อจ่ายไฟให้ถูกต้องกับการใช้งาน โดยทั่วไปแรงดันที่จ่ายให้กับพีแอลซีจะเป็นแรงดันกระแสตรง 24 V แต่มีพีแอลซีบางประเภทใช้กับแรงดันกระแสสลับ 100 V หรือ 220 V ซึ่งนิยมใช้ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้สายอินพุตยาวมากและมีสัญญาณรบกวนสูง โดยทั่วไปการต่อแหล่งจ่ายไฟให้กับอินพุตพีแอลซีขนาดเล็กที่รับแรงดันไฟกระแสตรง 24 V สามารถเลือกต่อได้แบบซิงค์ (Sink) หรือแบบซอร์ส (Source)

พีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX-1S จะไม่มีขั้ว S/S มากับตัวเครื่องแต่จะมีขั้ว COM มาให้แทน ดังนั้นการต่อวงจรอินพุตแบบนี้จึงเลือกใช้การต่อแบบซิงค์เท่านั้น โดยแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แหล่งจ่ายไฟของพีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX-1S แบบมีขั้ว COM [2]

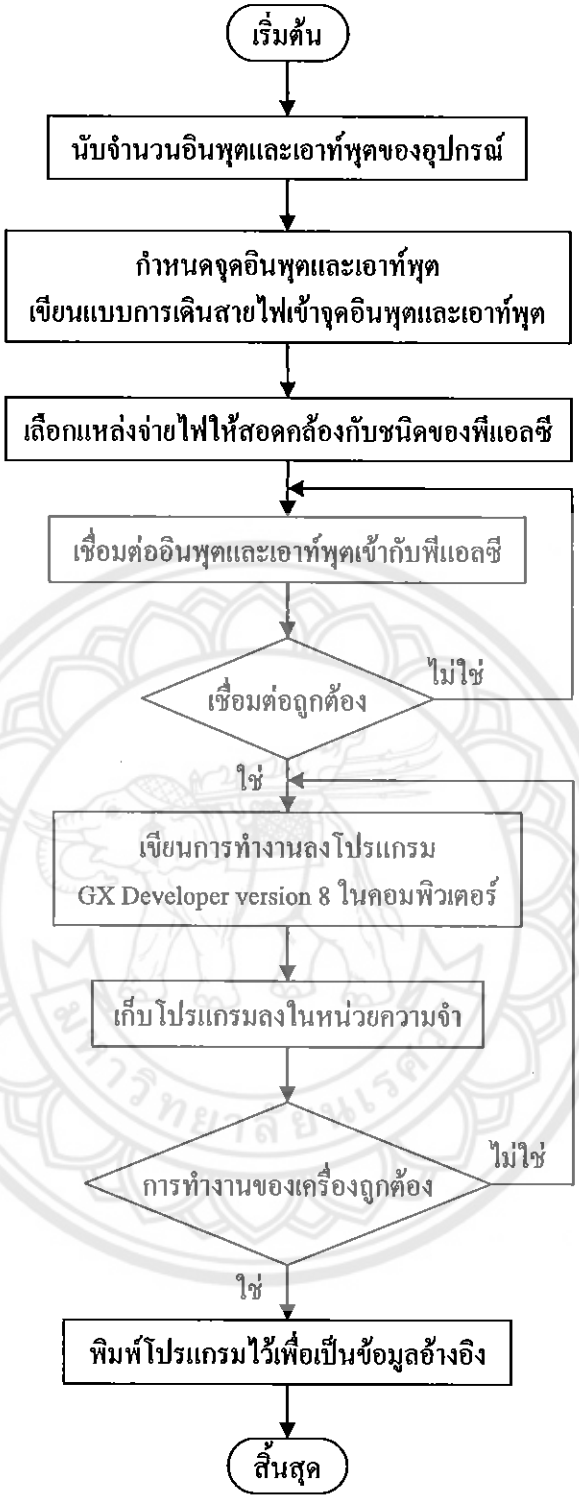
2.1.2 ขั้นตอนการใช้งานพีแอลซี

การใช้งานพีแอลซีมีขั้นตอนการใช้งานโดยสรุปดังผังงานในรูปที่ 2.3 เริ่มต้นโดยนับจำนวนอินพุตและเอาท์พุตที่ต้องการใช้งานและกำหนดอินพุตและเอาท์พุตนั้น คือการกำหนดตำแหน่งของสวิตช์ปุ่มกดหรือแมกเนติกว่าอยู่ตำแหน่งที่เท่าใด เช่น สวิตช์ปุ่มกดต่อเข้าที่ขั้วต่อสาย 1 ก็คือบิต 00 เป็นต้น แล้วทำการเลือกแหล่งจ่ายไฟให้ตรงกับชนิดของพีแอลซีที่ใช้พร้อมทั้งทำการเดินสายไฟจากอินพุตเข้าที่ขั้วต่อสายด้านอินพุตและต่อสายด้านเอาท์พุตเข้าที่โหลด จากนั้นเขียนโปรแกรมลงในหน่วยประมวลผลกลางของพีแอลซี เขียนตามขั้นตอนการทำงานของเครื่องให้อยู่ในรูปแผนภาพขั้นบันได โดยหลังจากเขียนโปรแกรมจบแล้วให้ทำการสั่งโปรแกรมทำงาน นั่นคือให้เครื่องจักรทำงานตามขั้นตอนที่เขียนไว้ในโปรแกรม [2]

2.1.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซี

การควบคุมพีแอลซีให้ทำงานตามความต้องการได้นั้นต้องมีภาษาหรือคำสั่งในการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องพีแอลซี ซึ่งมีอยู่หลายภาษา เช่น แผนภาพขั้นบันได (Ladder diagram) ภาษาบูลลีน (Boolean language) แผนภาพกรอบคำสั่ง (Function block diagram) แต่ภาษาที่ใช้งานได้ง่ายและเป็นที่นิยมกันมากที่สุดคือแผนภาพขั้นบันไดและภาษาบูลลีน

แผนภาพขั้นบันไดเป็นภาษาเชิงรูปภาพและถูกออกแบบมาเพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน ประกอบด้วยสัญลักษณ์หน้าสัมผัสซึ่งมีลักษณะคล้ายวงจรรีเลย์โดยการเขียนโปรแกรมต้องระบุตำแหน่งหรือหมายเลขของอุปกรณ์ต่างๆให้ถูกต้อง แผนภาพขั้นบันไดมีลักษณะคล้ายขั้นบันไดที่มีการอ่านหรือเขียนจากบนลงล่าง ส่วนภาษาบูลลีนมีรูปแบบหรือการสื่อความหมายที่เป็นตรรกะที่เข้าใจง่าย เช่น LD, OR, NOT และ OUT เป็นต้น ในขณะที่ภาษากรอบคำสั่งเป็นการเขียนโปรแกรมคำสั่งของพีแอลซีโดยใช้สัญลักษณ์ต่างๆคล้ายแผนภาพขั้นบันไดแต่จัดไว้ในบล็อกรูปสี่เหลี่ยม ภาษาบล็อกนี้ใช้กับคำสั่งหรือการควบคุมที่ค่อนข้างซับซ้อนหรือมีข้อมูลที่เป็นตัวเลขเกี่ยวข้อง เช่น การคำนวณทางคณิตศาสตร์ และการควบคุมตำแหน่งเครื่องจักร ซึ่งโดยปกติภาษาบล็อกมักใช้ร่วมกับแผนภาพขั้นบันได [2]

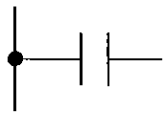


รูปที่ 2.3 ขั้นตอนการใช้งานพีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX-1S

2.1.4 คำสั่งพื้นฐานของพีแอลซี

คำสั่งพื้นฐานเพื่อนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมต่อไป คำสั่งพื้นฐานของพีแอลซีได้แก่

1) ภาษาบูลลีน: LD (LOAD)

แผนภาพขั้นบันได: 

LD เป็นการนำค่าสภาวะที่กำหนดเข้ามาสู่โปรแกรม โดยต้องกำหนดหมายเลขหรือตำแหน่งให้กับอุปกรณ์

2) ภาษาบูลลีน: LDI

แผนภาพขั้นบันได:

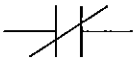
LDI เป็นการนำค่าสภาวะที่กำหนดเข้ามาสู่โปรแกรม โดยต้องกำหนดหมายเลขหรือตำแหน่งให้กับอุปกรณ์

3) ภาษาบูลลีน: AND

แผนภาพขั้นบันได:

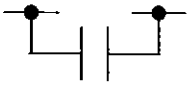
AND เป็นการนำค่าสภาวะของอุปกรณ์ต่างๆที่กำหนดเข้ามาทำลอจิก AND กัน โดยใช้เมื่อเงื่อนไขที่ต้องการเกิดขึ้นในลักษณะของการอนุกรมตั้งแต่สองขึ้นไปและสามารถเปรียบได้กับหน้าสัมผัสปกติเปิดของอุปกรณ์คือ มีสภาวะ OFF อยู่ตลอดเวลา จึงเปรียบได้กับไม่มีกระแสไหลผ่านไปได้ตลอดเวลา ใช้ร่วมกับคำสั่ง LOAD, ANI และ OR ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

4) ภาษาบูลลีน: ANI (AND INVERSE)

แผนภาพขั้นบันได: 

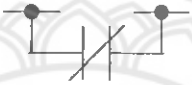
ANI เป็นการนำค่าสภาวะของอุปกรณ์ต่างๆที่กำหนดเข้ามาทำลอจิก ANI กัน โดยโดยใช้เมื่อเงื่อนไขที่ต้องการเกิดขึ้นในลักษณะของการอนุกรมตั้งแต่สองขึ้นไปและสามารถเปรียบได้กับหน้าสัมผัสปกติปิดของอุปกรณ์คือ มีสภาวะ ON อยู่ตลอดเวลา จึงเปรียบได้กับมีกระแสไหลผ่านไปได้ตลอดเวลา ใช้ร่วมกับคำสั่ง LOAD, AND และ OR ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

5) ภาษาบูลลีน: OR

แผนภาพขั้นบันได: 

OR เป็นการนำค่าสภาวะของอุปกรณ์ต่างๆที่กำหนดเข้ามาทำลอจิก OR กัน โดยใช้เมื่อเงื่อนไขที่ต้องการเกิดขึ้นในลักษณะของการขนานตั้งแต่สองขึ้นไปและสามารถเปรียบได้กับหน้าสัมผัสปกติเปิดของอุปกรณ์คือ มีสภาวะ OFF อยู่ตลอดเวลา จึงเปรียบได้กับไม่มีกระแสไหลผ่านไปได้ตลอดเวลา ใช้ร่วมกับคำสั่ง LOAD, AND และ ORI ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

6) ภาษาบูลลีน: ORI (OR INVERSE)

แผนภาพขั้นบันได: 

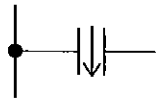
ORI เป็นการนำค่าสภาวะของอุปกรณ์ต่างๆที่กำหนดเข้ามาทำลอจิก NOR กัน โดยใช้เมื่อเงื่อนไขที่ต้องการเกิดขึ้นในลักษณะของการขนานตั้งแต่สองขึ้นไปและสามารถเปรียบได้กับหน้าสัมผัสปกติปิดของอุปกรณ์คือ มีสภาวะ ON อยู่ตลอดเวลา จึงเปรียบได้กับมีกระแสไหลผ่านไปได้ตลอดเวลา ใช้ร่วมกับคำสั่ง LOAD, AND และ OR ซึ่งจะกล่าวถึงต่อไป

7) ภาษาบูลลีน: LDP

แผนภาพขั้นบันได:

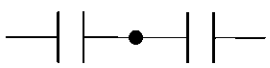
LDP คือพัลซ์ขอบขาขึ้นเป็นการนำค่าสภาวะที่กำหนดเข้ามาสู่โปรแกรม โดยใช้เมื่อต้องการให้การทำงานของเอาท์พุตเป็นแบบพัลส์ที่เกิดขึ้นในคาบเวลาสั้นๆ โดยที่เอาท์พุต ON เมื่อสถานะที่เข้ามาเปลี่ยนจาก OFF ไปเป็น ON

8) ภาษาบูลลีน: LDF

แผนภาพขั้นบันได: 

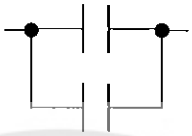
LDF คือพัลซ์ขอบขาลงเป็นการนำค่าสภาวะที่กำหนดเข้ามาสู่โปรแกรม โดยใช้เมื่อต้องการให้การทำงานของเอาท์พุตเป็นแบบพัลส์ที่เกิดขึ้นในคาบเวลาสั้นๆ โดยที่เอาท์พุต ON เมื่อสถานะที่เข้ามาเปลี่ยนจาก ON ไปเป็น OFF

9) ภาษาบูลลีน: AND LD

แผนภาพขั้นบันได: 

AND LD เป็นการนำค่าสภาวะที่เก็บรักษาไว้มากระทำลอจิก AND ซึ่งเกิดขึ้นในลักษณะอนุกรมกัน

10) ภาษาบูลลีน: OR LD

แผนภาพขั้นบันได: 

OR LD เป็นการนำค่าสภาวะที่ได้เก็บรักษาไว้มากระทำลอจิก OR ซึ่งเกิดขึ้นในลักษณะขนานกัน

11) ภาษาบูลลีน: OUT

แผนภาพขั้นบันได:

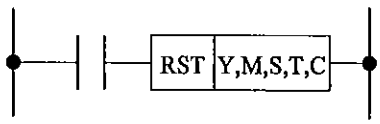
OUT ใช้เพื่อควบคุมสถานะของอุปกรณ์ปลายทางให้มีการทำงานตามเงื่อนไขข้างหน้า โดยใช้เมื่อต้องการนำค่าสภาวะออกมาทางอุปกรณ์ปลายทางต่างๆ

12) ภาษาบูลลีน: SET

แผนภาพขั้นบันได:

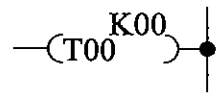
SET เป็นคำสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ โดยคำสั่ง SET จะทำงานเมื่อมีสัญญาณสั่งจ่ายไฟให้คำสั่ง SET ให้ปรับตั้งตัวอุปกรณ์ที่ควบคุม ON ค้างตลอด ถึงแม้ว่าสัญญาณที่สั่งจ่ายไฟจะ OFF ไปแล้วก็ตาม

13) ภาษาบูลลีน: RST (RESET)

แผนภาพขั้นบันได: 

RST เป็นคำสั่งควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ โดยคำสั่ง RST จะทำงานหลังคำสั่ง SET ที่ค้างสถานะของอุปกรณ์ให้ ON ค้างตลอด โดยไปปรับตั้งใหม่ตัวอุปกรณ์ที่คงค่าสถานะ ON ให้เปลี่ยนสถานะเป็น OFF

14) ภาษาบูลลีน: TIM (TIMER)

แผนภาพขั้นบันได: 

TIM เป็นคำสั่งประเภทตัวตั้งเวลา ซึ่งสามารถหน่วงเวลาการทำงานหรือกำหนดค่าเวลาได้ โดยสามารถตั้งเวลาการหน่วงตั้งแต่ 000.0-999.9 s การกำหนดเวลาการหน่วงให้แก่เครื่องได้นั้นต้องทราบว่า 1 หน่วยมีค่า 100 ms เช่น เมื่อต้องการหน่วงเวลาไป 5 s หลังจากเทียบค่าจะได้ว่า 5 s มีค่าเท่ากับ 50 หน่วย หลังจากนั้นเราจะนำค่านี้ป้อนให้แก่เครื่อง K50 ซึ่งค่า (K) คือค่าคงที่ใช้สำหรับหน่วงเวลาในตัวจับเวลา เนื่องจากตัวจับเวลาในพีแอลซีมีค่าความละเอียดในการหน่วงเวลาไม่เท่ากัน โดยจะแบ่งค่าความละเอียดของการหน่วงเวลาออกได้เป็น 3 ค่าด้วยกันคือ 10 ms, 100 ms และ 1 s ดังนั้นค่าคงที่ (K) ที่ต้องใช้ในการกำหนดค่าเวลาไม่เท่ากัน จึงสามารถแบ่งการคำนวณค่าคงที่ (K) กับค่าความละเอียดทั้ง 3 แบบได้ดังนี้คือ

Timer (100 ms); K = S x 10

Timer (10 ms); K = S x 100

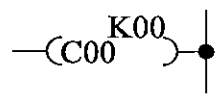
Timer (1 s); K = S x 1000

โดยที่ S คือเวลาที่ต้องการหน่วง มีหน่วยเป็น วินาที

K คือค่าคงที่ในตัวจับเวลา

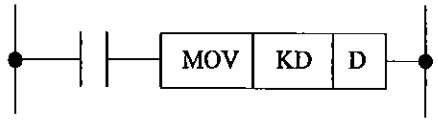
หมายเหตุ : ในโครงงานนี้ได้ใช้พีแอลซี MITSUBISHI รุ่น FX-1S ซึ่งใช้ค่าคงที่ (K) เป็นแบบ Timer (100 ms) เช่น ถ้าต้องการเวลา 3 วินาที จะได้ค่า K = 30

15) ภาษาบูลลีน: CNT (COUNTER)

แผนภาพขั้นบันได: 

CNT เป็นคำสั่งประเภทนับจำนวนโดยใช้ การทำงานของอุปกรณ์อินพุต เป็นตัวสั่งนับจำนวนเมื่ออุปกรณ์อินพุตทำงาน 1 ครั้งตัวนับก็จะนับจำนวนเท่ากับ 1 ตัวนับจะทำงานเมื่อนับครบจำนวนที่ตั้งไว้ตามค่าคงที่และเมื่อทำงานแล้วจะต้องมีคำสั่งรีเซตเพื่อกำหนดค่าตัวนับให้มีค่าเป็น 0 ถ้าไม่สั่งรีเซตจะทำให้ค่าสถานะการทำงานของตัวนับทำงานค้างตลอด

16) ภาษามูลลีน MOV (MOVE)

แผนภาพขั้นบันได: 

MOV เป็นคำสั่งที่ทำหน้าที่ในการนำข้อมูล ไปจัดเก็บในจุดที่ต้องการส่วนมากจะย้ายไปเก็บที่ปลายทาง (ไว้ในตัวแปรๆหนึ่ง) เพื่อใช้เป็นเงื่อนไขในการสั่งงาน คำสั่ง MOV จะย้ายข้อมูลตัวเลขฐานต่างไปเก็บที่อุปกรณ์เก็บข้อมูลอาจจะใช้ย้ายค่า K ไป D หรือย้ายค่า D ไป D ก็ได้

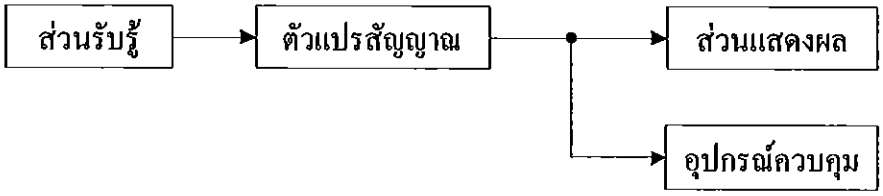
17) ภาษามูลลีน: END

แผนภาพขั้นบันได:

END ใช้จบการทำงานของโปรแกรม ซึ่งจำเป็นต้องใส่คำสั่งนี้ทุกครั้งเพื่อบอกให้เครื่องทราบถึงตำแหน่งที่สิ้นสุดการทำงาน

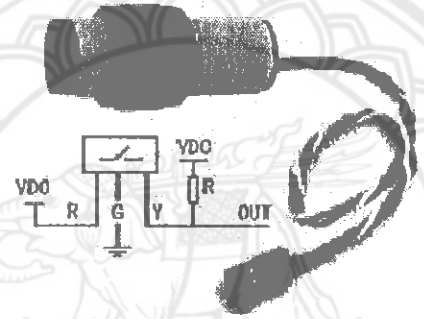
2.2 ตัวรับรู้แบบใช้แสง

ตัวรับรู้ (Sensor) ประกอบด้วยส่วนรับรู้ (Sensing part) ซึ่งทำหน้าที่ตรวจจับปริมาณของตัวแปรต่างๆที่ต้องการทราบค่า เช่น อุณหภูมิ การเคลื่อนที่ แสงสว่าง เป็นต้น แต่ส่วนรับรู้เพียงอย่างเดียวไม่สามารถบอกค่าที่ต้องการวัดได้ จึงจำเป็นต้องมีส่วนแปลงพลังงาน (Transducing part) ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่ได้จากการตรวจจับมาเป็นปริมาณที่สามารถเข้าใจได้เรียกว่า ตัวแปรสัญญาณ (Signal converter) โดยทำหน้าที่แปลงพลังงานจากรูปหนึ่งให้อยู่ในอีกรูปแบบหนึ่ง เช่น แปลงพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้า ในการนำตัวรับรู้ไปใช้งานแสดงได้ดังแผนภาพในรูปที่ 2.4 ส่วนรับรู้ทำการตรวจวัดและให้ตัวแปรสัญญาณเอาท์พุตเป็นสัญญาณไฟฟ้าซึ่งถูกส่งไปเข้ากระบวนการทางไฟฟ้าขั้นต่อไป เช่น การขยายสัญญาณ แล้วจึงได้เอาท์พุตออกมาแสดงผลหรือนำไปใช้งานในด้านอื่นๆตามต้องการ [3]



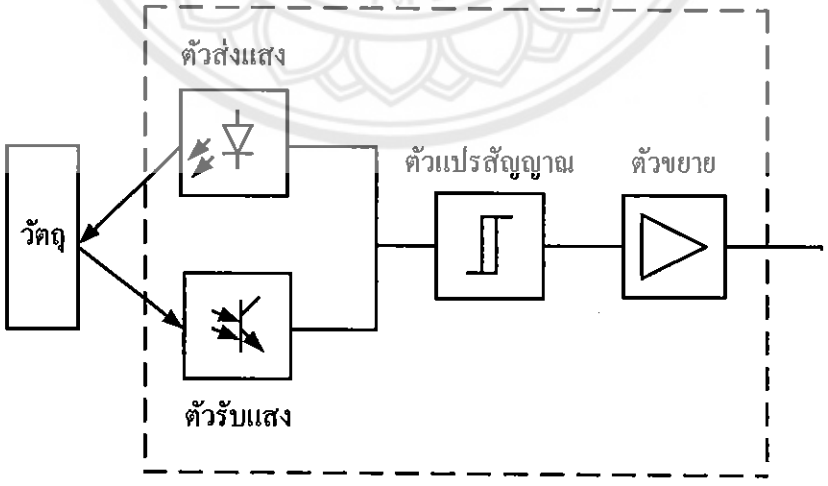
รูปที่ 2.4 แผนภาพการใช้งานตัวรับรู้ [3]

ในโครงงานนี้ตัวรับรู้แบบใช้แสง (Photoelectric sensor) ซึ่งต้องการไฟเลี้ยงเป็นไฟกระแสตรง 5 V ระยะการตรวจจับ 3-80 cm ขนาดยาว 4.5 cm เส้นผ่านศูนย์กลาง 2 cm ดังแสดงในรูปที่ 2.5 โดยมีตัวส่งแสงและตัวรับแสงอยู่ภายใน มีการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณของแสงที่มากระทบกับตัวรับแสงและส่งสัญญาณเอาท์พุตซึ่งสัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงปริมาณแสงที่ได้รับผ่านตัวรับแสง ตัวรับรู้ชนิดนี้สามารถตรวจจับการปรากฏขึ้นหรือการหายไปของวัตถุ สามารถตรวจจับขนาด รูปร่าง การสะท้อนแสง และความโปร่งแสงหรือสีของวัตถุ โดยมีส่วนประกอบหลักแสดงดังรูปที่ 2.6 ในทางปฏิบัติสามารถสร้างให้ตัวรับรู้แบบใช้แสงสามารถตรวจจับได้ในระยะไกลถึง 100 m หรือตรวจจับวัตถุขนาดเล็ก (เช่น เล็กกว่า 1 mm) ได้ [4] โดยในโครงงานนี้ใช้ตัวรับรู้ดังกล่าวในการตรวจสิ่งของ ซึ่งสามารถตรวจจับวัตถุได้แม่นยำโดยไม่ต้องสัมผัสกับสิ่งของ



รูปที่ 2.5 ตัวรับรู้แบบใช้แสง

ที่มา: http://www.arduino.in.th



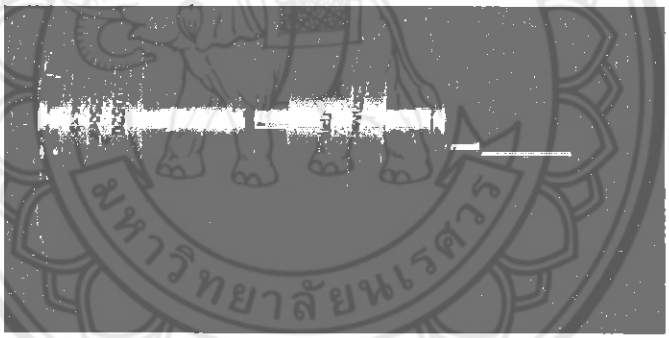
รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบหลักของตัวรับรู้แบบใช้แสง [4]

ตัวรับรู้แบบใช้แสงสามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกประเภท มีอายุการใช้งานได้ยาวนาน ระยะในการตรวจจับไกลที่สุดในบรรดาตัวรับรู้ชนิดอื่น เวลาในการตอบสนองดีที่สุดจึงเหมาะที่จะใช้

ตรวจจับประเภทที่มีความถี่ในการตรวจจับสูง เช่น ใช้ในการวัดความเร็วในการเคลื่อนที่ทั้งเชิงเส้นและเชิงมุม อย่างไรก็ตามตัวรับรู้ชนิดนี้มีข้อจำกัดในการตรวจจับวัตถุโปร่งใสและวัตถุที่มีสีแตกต่างกันมากเนื่องจากความสามารถในการสะท้อนหรือดูดกลืนแสงในแต่ละสีแตกต่างกัน นอกจากนี้ยังต้องระวังเรื่องความสะอาดของเลนส์ของตัวรับรู้ [4]

2.3 มอเตอร์เกียร์

ในการสร้างแบบจำลองของระบบการคัดแยกวัตถุตามความสูงได้เลือกใช้มอเตอร์เกียร์ (Gear motor) ซึ่งเป็นมอเตอร์กระแสตรงเพราะสามารถควบคุมแรงบิดและความเร็วได้ดี รวมถึงในการปรับความเร็วสามารถทำได้ในช่วงที่กว้างและเหมาะสำหรับการใช้งานในระบบที่มีขนาดเล็ก มอเตอร์เกียร์ที่เลือกใช้ในการสร้างแบบจำลองระบบการคัดแยกวัตถุตามความสูงถูกนำมาใช้เป็นตัวขับสายพาน มอเตอร์เกียร์แสดงได้ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งมีขนาดอยู่ระหว่าง 6-120 W โดยสามารถทดความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ มีทั้งแบบธรรมดาและปรับรอบใช้กับงานตามที่ต้องการ การทดรอบส่งผลให้ความเร็วรอบในการหมุนของมอเตอร์เกียร์ลดลงแต่ทำให้แรงบิดเพิ่มขึ้น [5]



รูปที่ 2.7 มอเตอร์เกียร์ 12 VDC 50 rpm แกนเพลา 6 mm
ที่มา: www.nattakit.com

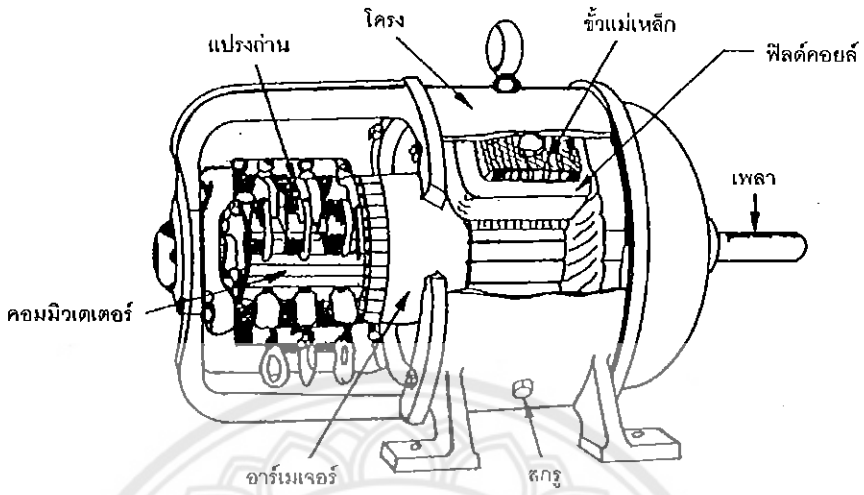
2.4 มอเตอร์กระแสตรง

2.4.1 โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรง

โครงสร้างของมอเตอร์กระแสตรงแสดงได้ดังรูปที่ 2.8 โดยมีส่วนประกอบดังนี้

1) สเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนของมอเตอร์ไฟฟ้าที่อยู่กับที่ ประกอบด้วย เปลือกหรือโครง (Frame) เป็นทางเดินให้กับเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปยังขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่น ให้มีความแข็งแรง ทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก

กลม และขั้วสนามแม่เหล็ก (Field poles) เป็นส่วนที่ใช้ในการสร้างฟลักซ์แม่เหล็ก เมื่อตัวนำในขดลวดอาร์เมเจอร์หมุนตัดผ่านฟลักซ์แม่เหล็กนี้จะเกิดการเหนี่ยวนำขึ้น

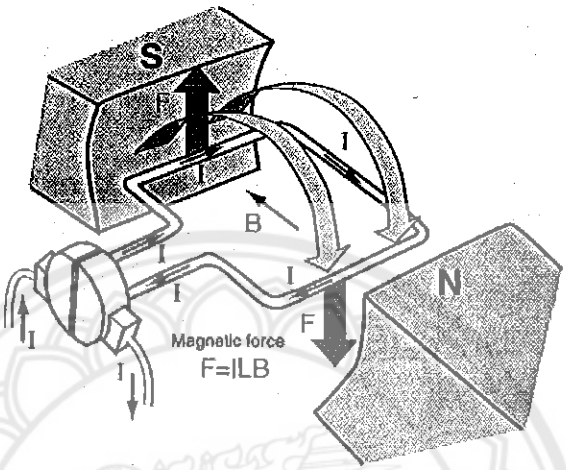


รูปที่ 2.8 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง [6]

2) โรเตอร์ (Rotor) เป็นส่วนที่ทำให้เกิดกำลังงาน ซึ่งมีแกนวางอยู่ในรองลื่น (Bearing) ประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End plate) ของมอเตอร์ โรเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงประกอบด้วย 4 ส่วน คือ แกนเพลา (Shaft) เป็นตัวที่ใช้สำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์และยึดแกนเหล็กอาร์เมเจอร์ (Armature core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์ แกนเพลานี้วางอยู่บนรองลื่นเพื่อบังคับให้หมุนโดยไม่มีการสั่นสะเทือน แกนเหล็กอาร์เมเจอร์ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated sheet steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์เมเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวนไมกา (Mica) คั่นกลางระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวของซี่คอมมิวเตเตอร์มีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์เมเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลาเป็นทรงกระบอกมีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon brushes) และขดลวดอาร์เมเจอร์ (Armature winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสล็อต (Slot) ของแกนอาร์เมเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่ และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับการออกแบบของโรเตอร์ชนิดนั้น เพื่อให้เหมาะสมกับงานต่างๆ แปรงถ่าน อาจทำจากส่วนผสมของคาร์บอนกับกราไฟต์ หรือคาร์บอนกับทองแดงทำหน้าที่รับกระแสไฟฟ้าจากวงจรภายนอกส่งไปยังคอมมิวเตเตอร์

2.4.2 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้าคือ เครื่องจักรกลที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลโดยอาศัยหลักการคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านตัวนำที่วางอยู่ในสนามแม่เหล็กจะทำให้ลวดตัวนำเกิดการเคลื่อนที่ หลักการของมอเตอร์กระแสตรงแสดงดังรูปที่ 2.9

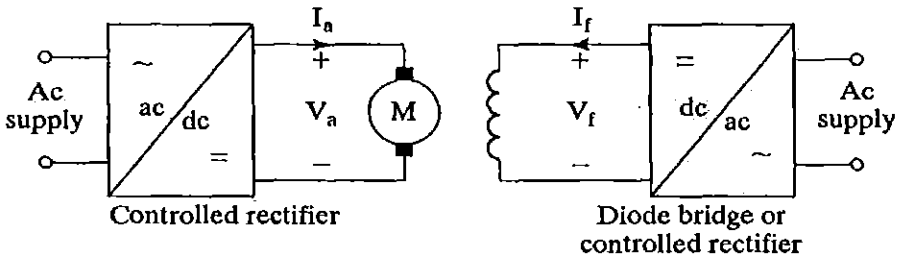


รูปที่ 2.9 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง [7]

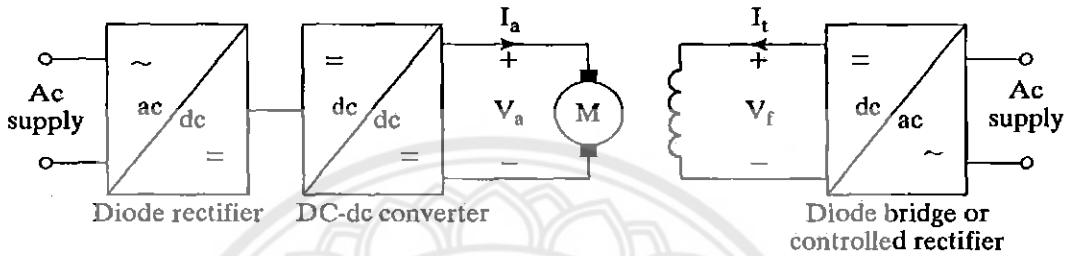
เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าผ่านแปรงถ่านไปยังคอมมิวเตเตอร์และขดลวดอาร์เมเจอร์ส่งผลให้เกิดกระแสไหลในขดลวดอาร์เมเจอร์ซึ่งวางอยู่ภายใต้สนามแม่เหล็กจึงเกิดแรงกระทำกับขดลวดอาร์เมเจอร์ดังกล่าว จากรูปที่ 2.9 จะพบว่าด้านซ้ายของขดลวดถูกแรงกระทำในทิศพุ่งขึ้น ในขณะที่ด้านขวาของขดลวดถูกแรงกระทำในทิศพุ่งลงจึงทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์เคลื่อนที่ในลักษณะของการหมุน

2.4.3 การขับมอเตอร์กระแสตรง

การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงจากตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟสสร้างแรงดันด้านออกกระแสตรงที่ปรับค่าได้จากแรงดันไฟกระแสสลับที่มีค่าคงที่ ในขณะที่ตัวแปลงผันกำลังกระแสตรงสร้างแรงดันไฟกระแสตรงที่ปรับค่าได้จากแรงดันกระแสตรงที่มีค่าคงที่ ด้วยคุณสมบัติในการสร้างแรงดันไฟกระแสตรงที่ปรับค่าได้อย่างต่อเนื่อง ตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟสและตัวแปลงผันกำลังกระแสตรงจึงก่อให้เกิดวิวัฒนาการทางด้านอุปกรณ์ควบคุมและการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบปรับความเร็วรอบได้ในอุตสาหกรรมสมัยใหม่ที่มีระดับกำลังไฟฟ้าตั้งแต่ไม่กี่แรงม้าจนถึงหลายเมกะวัตต์ ตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟสนิยมใช้ในการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรงดังรูปที่ 2.10 อีกหนึ่งทางเลือกคือการใช้ตัวเรียงกระแสแบบไดโอดร่วมกับตัวแปลงผันกำลังกระแสตรงดังรูปที่ 2.11 [8]



รูปที่ 2.10 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวเรียงกระแสแบบควบคุมเฟส [8]



รูปที่ 2.11 การขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรงด้วยตัวแปลงผันกำลังกระแสตรง [8]

สมการที่เกี่ยวข้องกับมอเตอร์กระแสตรง

$$E_g = k \cdot I_f \cdot \omega \tag{2.1}$$

$$V_a = R_a I_a + E_g = R_a I_a + k \cdot I_f \cdot \omega \tag{2.2}$$

$$T_d = k \cdot I_f \cdot I_a = B\omega + T_L \tag{2.3}$$

โดยที่

E_g คือ แรงเคลื่อนไฟฟ้าตีกลับ (Back emf) มีหน่วย V

V_a คือ แรงดันตกคร่อมอาร์เมเจอร์ มีหน่วย V

k คือ ค่าคงที่ของมอเตอร์ มีหน่วย V/A.rad/s

I_f คือ กระแสสนาม (Field current) มีหน่วย A

I_a คือ กระแสอาร์เมเจอร์ (Armature current) มีหน่วย A

ω คือ ความเร็วเชิงมุมของมอเตอร์ มีหน่วย rad/s

R_a คือ ความต้านทานของขดลวดอาร์เมเจอร์ มีหน่วย Ω

T_d คือ แรงบิด (Developed torque) มีหน่วย N·m

T_L คือ แรงบิดโหลด (Load torque) มีหน่วย N·m

B คือ ค่าคงที่แรงเสียดทาน มีหน่วย N·m/rad/s

กำลังไฟฟ้าที่มอเตอร์สร้างขึ้นคำนวณหาได้จาก

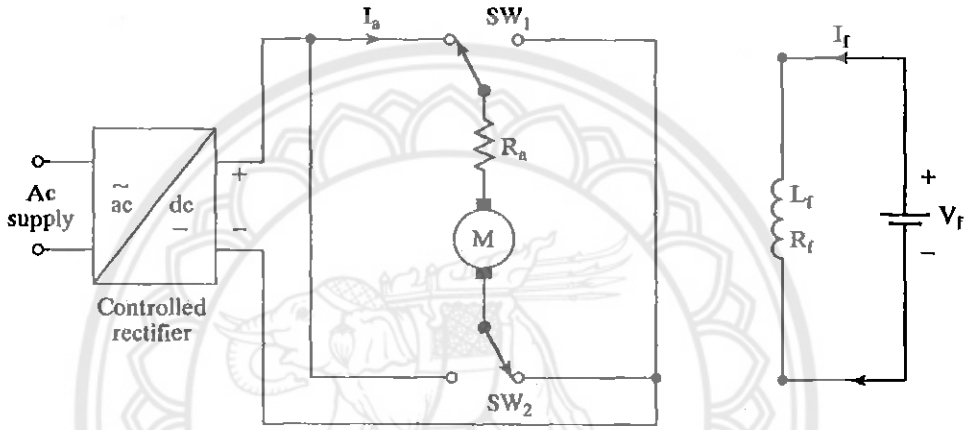
$$P_d = T_d \omega \tag{2.4}$$

จากสมการที่ (2.2) เราสามารถเขียนสมการความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ดังนี้

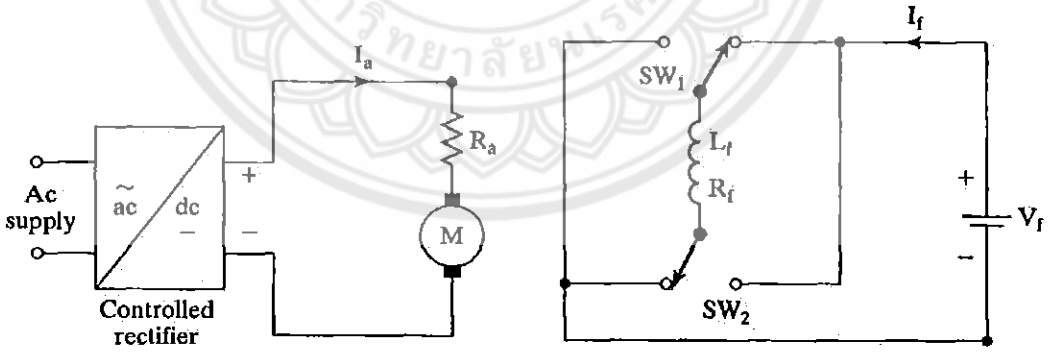
$$\omega = \frac{V_a - R_a I_a}{k \cdot I_f} \tag{2.5}$$

2.4.4 การกลับทิศทางของการหมุนมอเตอร์

การกลับทิศการหมุนของมอเตอร์กระแสตรงสามารถทำได้โดยการกลับขั้วของขดลวดอาร์เมเจอร์ดังรูปที่ 2.12 หรือในการกลับขั้วขดลวดสนามดังรูปที่ 2.13 ซึ่งควรทำในขณะที่กระแสอาร์เมเจอร์มีค่าเป็นศูนย์เพื่อเลี่ยงการกระชากของแรงดันเหนี่ยวนำ (Inductive voltage surge)



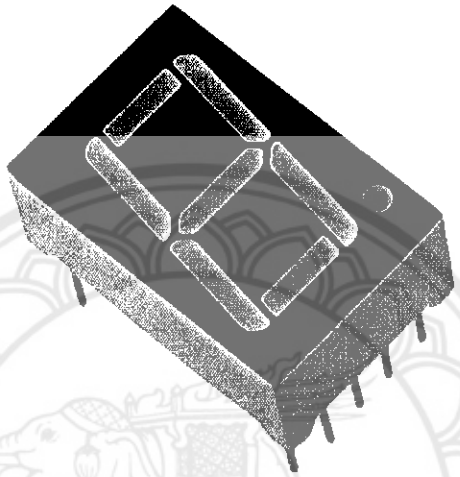
รูปที่ 2.12 แผนภาพวงจรการกลับขั้วขดลวดอาร์เมเจอร์ [8]



รูปที่ 2.13 แผนภาพวงจรการกลับขั้วขดลวดสนาม [8]

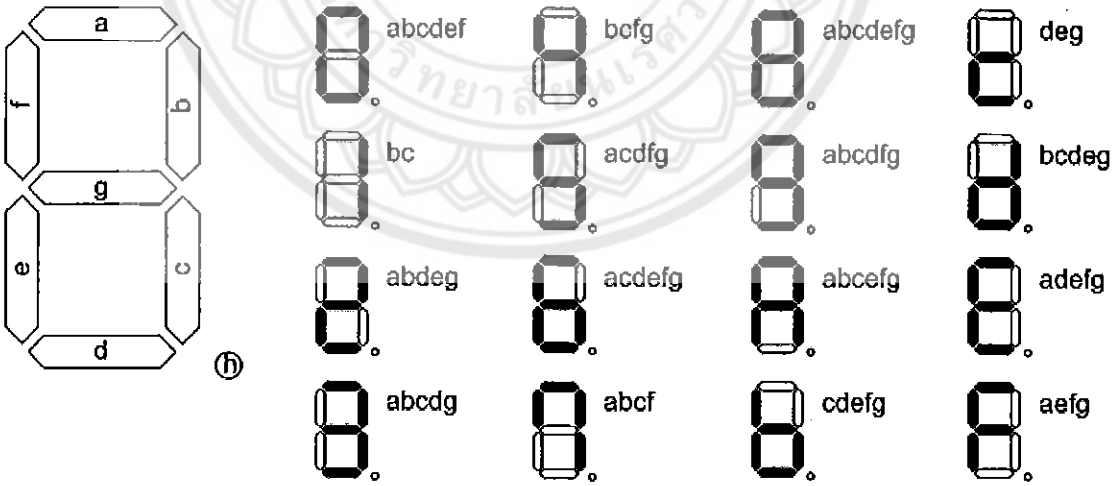
2.5 ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน

ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน (7 segment display) คือ หน้าจอแสดงผลตัวเลขและตัวอักษรภาษาอังกฤษบางตัวได้ ที่มีหน้าจอทำมาจากการจัดวางหลอดแอลอีดีในแนวยาว เมื่อทำให้หลอดแอลอีดีแต่ละดวงติดพร้อมกันจะทำให้แสดงออกมาเป็นตัวเลขและตัวอักษรภาษาอังกฤษบางตัวได้ ดังรูปที่ 2.15



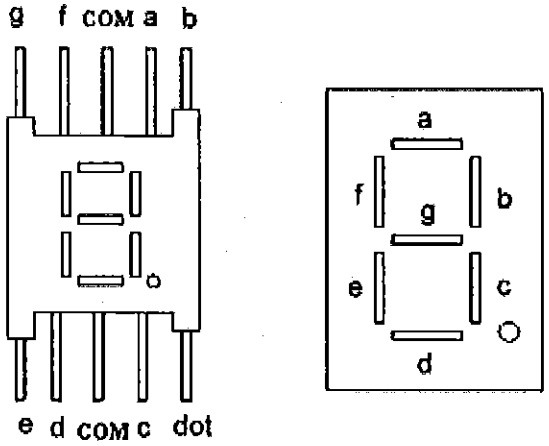
รูปที่ 2.14 ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน

ที่มา: tandyonline.co.uk



รูปที่ 2.15 ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วนที่แสดงตัวเลขและตัวอักษรภาษาอังกฤษบางตัว

ที่มา: maruen.tistory.com



รูปที่ 2.16 ขาของตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน

ที่มา: projectcircuitpack.yolasite.com

2.5.1 ชนิดของตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน

สามารถจำแนกได้หลายประเภท ดังนี้

1) การจำแนกตามขาจุดร่วมได้ 2 ชนิดคือ แอโนดร่วมและแคโทดร่วม

2) การจำแนกตามขนาดซึ่งขนาดมาตรฐานที่ใช้งานทั่วไปคือ 0.56 นิ้ว และยังมีขนาดที่เล็กกว่าหรือใหญ่กว่าขนาดดังกล่าวให้เลือกใช้งาน

3) การจำแนกตามจำนวนหลักของตัวเลขอาจมีตัวเลขแสดงผลหลายตัวเรียงติดกันทำให้การต่อวงจรง่ายยิ่งขึ้น

4) การจำแนกตามสี เช่น สีแดง สีเขียว หรือสีผสมเพื่อให้สีต่างกันในแต่ละจุดได้ เป็นต้น

2.5.2 การใช้งานตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน

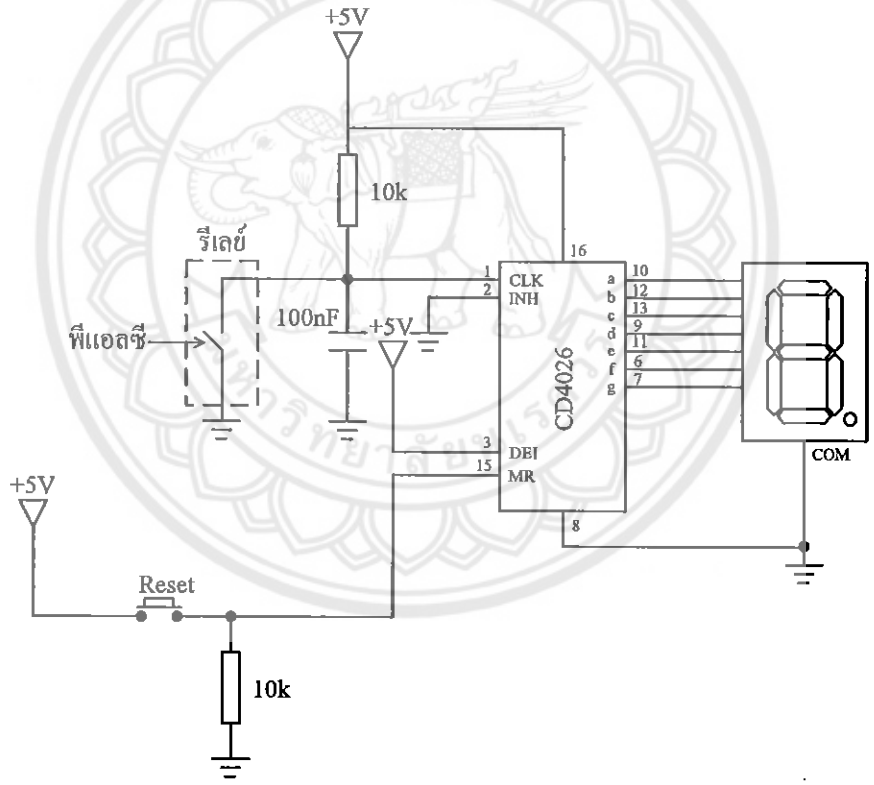
ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วนมีขาหลักทั้งหมด 9 ขา คือ a b c d e f g dot และจุดร่วม ในกรณีที่มีจำนวนหลักของตัวเลขเพิ่มขึ้นจะมีขาจุดร่วม (COM) เพิ่มขึ้นด้วยโดยใช้ขาจุดร่วมที่ 1 ควบคุมการแสดงผลตัวเลขหลักที่ 1 และใช้ขาจุดร่วมที่ 2 ควบคุมการแสดงผลตัวเลขหลักที่ 2 นั่นคือใช้ขาจุดร่วมที่ n ควบคุมการแสดงผลตัวเลขหลักที่ n

จากรูปที่ 2.16 จะเห็นว่าในแต่ละแถบยาว จะมีตัวอักษรกำกับอยู่ ซึ่งเป็นชื่อของขาที่ใช้ควบคุมแถบนั้น ตัวอย่างเช่น หากต้องการให้แสดงผลตัวเลข 1 จะต้องให้แถบ b และ c ติดสว่าง จึงจะได้เป็นรูปเลข 1 ที่สมบูรณ์ และหากต้องการให้ติดเลข 3 จะต้องให้แถบ a b c d และ g ติดสว่าง จึงจะทำให้แสดงเลข 3 ที่สมบูรณ์

การทำให้แต่ละแถบของตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วนติดสว่างขึ้นอยู่กับชนิดของตัวแสดงผลที่จำแนกตามจุดร่วม ถ้าเป็นชนิดแอโนดร่วมเราจะต่อขาจุดร่วมเข้ากับขั้วบวกของไฟเลี้ยงและขาของแถบที่ต้องการให้ติดสว่างลงกราวด์ ในทางกลับกันถ้าเป็นชนิดแคโทดร่วมเราจะต่อขาจุดร่วมเข้ากับกราวด์และขาของแถบที่ต้องการให้ติดสว่างนั้นเข้ากับขั้วบวกของไฟเลี้ยง

2.5.3 การเชื่อมต่อวงจรของส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน

ในโครงงานนี้ใช้ตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วนเชื่อมต่อร่วมกับไอซีหมายเลข CD4026 เพื่อแสดงจำนวนวัตถุแต่ละขนาด ซึ่งขา 1 (CLK) ของไอซีหมายเลข CD4026 รับสัญญาณจากพีแอลซีโดยผ่านรีเลย์ การเชื่อมต่อวงจรของส่วนแสดงผลดังรูปที่ 2.17 ในกรณีที่ต้องการปรับตั้งใหม่ของตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน ทำได้โดยจ่ายแรงดันกระแสตรง 5 V เข้าขาที่ 15 ของไอซีหมายเลข CD4026



รูปที่ 2.17 การเชื่อมต่อวงจรของส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน

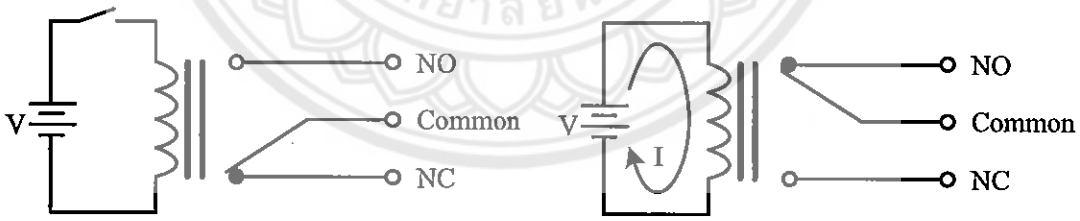
ในวงจรของส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน ใช้แรงดันกระแสตรง 5 V ในการทำงานและใช้แรงดันกระแสตรง 0 V จากพีแอลซีกระตุ้นที่ขา 1 (CLK) ของไอซีหมายเลข CD4026 โดยผ่านรีเลย์ ส่วนแสดงผลจะแสดงจำนวนเพิ่มค่าอีก 1

2.6 รีเลย์

รีเลย์ (Relay) มีทำหน้าที่ตัดต่อวงจร เช่นเดียวกับสวิตช์ รีเลย์มีหลายชนิดและหลายขนาด ขึ้นอยู่กับการนำไปใช้งาน เช่น รีเลย์ขนาดเล็กใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ รีเลย์ขนาดใหญ่ใช้ในระบบไฟฟ้ากำลัง เป็นต้น โครงสร้างภายในของรีเลย์โดยทั่วไปประกอบด้วยขดลวด ขาจุดร่วม (Common หรือ COM) หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally close หรือ NC) และหน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally open หรือ NO) ในสภาวะปกติหน้าสัมผัสปกติปิดเชื่อมต่ออยู่กับขาจุดร่วม ดังแสดงในรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.18 สัญลักษณ์ภายในโครงสร้างของรีเลย์

ในขณะที่ยังไม่มีการจ่ายกระแสให้ขดลวดของรีเลย์ หน้าสัมผัสปกติปิดกับขาจุดร่วมยังต่อถึงกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปได้ เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ขดลวดของรีเลย์ อำนาจแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจะดึงขาจุดร่วมมาต่อกับหน้าสัมผัสปกติเปิดทำให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลจากหน้าสัมผัสปกติเปิดไปยังขาจุดร่วมได้ และเมื่อกระแสที่จ่ายให้ขดลวดหยุดไหลขาจุดร่วมจะถูกสปริงดึงกลับไปติดกับหน้าสัมผัสปกติปิดดังเดิมแสดงในรูปที่ 2.19



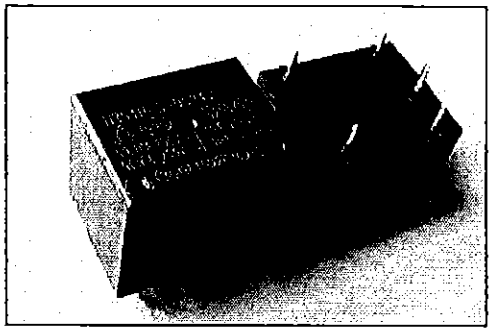
(ก) สภาวะปกติ (ข) สภาวะทำงาน

รูปที่ 2.19 สภาวะการทำงานของรีเลย์

ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้รีเลย์สำหรับตัดต่อวงจรแสดงดังรูปที่ 2.20 ซึ่งใช้งานได้กับแรงดันกระแสตรง 24 V แรงดันกระแสสลับ 120 V และรองรับกระแสได้สูงถึง 10 A โดยใช้เชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีกับอุปกรณ์เอาท์พุต

i7220686

สำนักหอสมุด
24 มี.ค. 2561



รูปที่ 2.20 รีเลย์พิกัด 24 VDC 10 A, 120 VAC 10 A

ที่มา: https://th.aliexpress.com

ในการใช้งานรีเลย์โดยทั่วไปคำนึงถึงปัจจัยต่อไปนี้

1) แรงดันใช้งานหรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้สามารถดูจากตัวรีเลย์ เช่นระบุค่าแรงดันใช้งานไว้ เช่น 24 VDC หมายถึงต้องใช้แรงดันไฟกระแสตรงที่ 24 V เท่านั้น ซึ่งหากใช้มากกว่านี้อาจส่งผลให้ขดลวดภายในตัวรีเลย์ขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่า 24 V อาจทำให้รีเลย์ไม่ทำงาน

2) การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัสจะมีการระบุค่าไว้ที่ตัวรีเลย์ เช่น 10 A หมายถึงหน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 A ในการใช้งานจริงควรให้รีเลย์ทำงานต่ำกว่าระดับกระแสพิกัดเนื่องจากหากกระแสที่ไหลผ่านหน้าสัมผัสมีค่าสูงเกินไปจะทำให้รีเลย์นั้นมีอายุการใช้งานสั้นลง

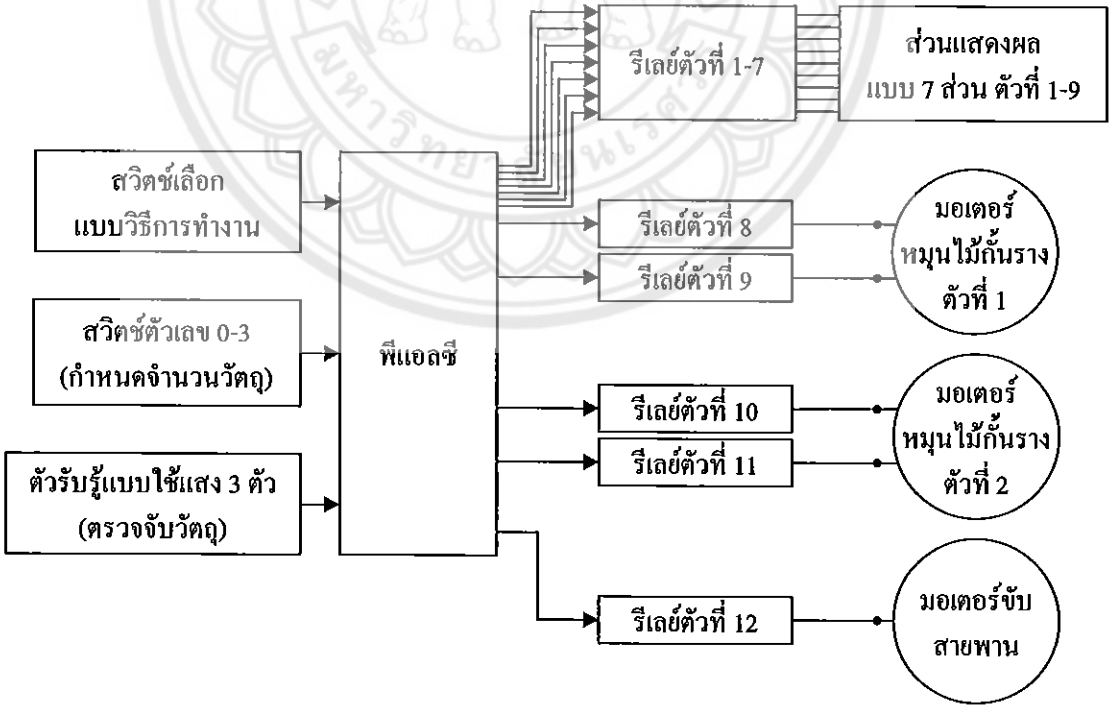
3) ชนิดและจำนวนหน้าสัมผัสภายในตัวรีเลย์ โดยที่ผู้ใช้สามารถเลือกชนิดและจำนวนหน้าสัมผัสให้สอดคล้องกับการใช้งานแต่ละวงจร

บทที่ 3
การออกแบบและสร้างแบบจำลองการคัดแยกวัตถุตามความสูง

ในส่วนของบทที่ 3 นี้เป็นการออกแบบการคัดแยกวัตถุตามความสูงในแต่ละแบบวิธีการและสร้างแบบจำลองโดยประกอบส่วนของโครงสร้างและติดตั้งอุปกรณ์ในส่วนของการควบคุม

3.1 ส่วนประกอบและหลักการทำงานในการคัดแยกวัตถุตามความสูง

ส่วนประกอบของระบบการคัดแยกวัตถุตามความสูงที่พัฒนาขึ้นในโครงงานนี้แสดงได้ดังรูปที่ 3.1 ซึ่งใช้พีแอลซีควบคุมการทำงานโดยรับสัญญาณจากแผงสวิตช์และตัวรับรู้แบบใช้แสงแล้วประมวลผลเพื่อสั่งรีเลย์ให้ตัดต่อวงจรของมอเตอร์ที่ขับสายพาน มอเตอร์ของไม้กั้นราง รวมทั้งรีเลย์ที่ควบคุมส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนจำนวน 9 ตัวเลข ในแบบจำลองที่สร้างขึ้นมีวัตถุทดสอบ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ และมีรางคัดแยกวัตถุจำนวน 3 รางซึ่งการใช้งานขึ้นอยู่กับรูปแบบการทำงานของระบบที่ถูกออกแบบให้มี 2 แบบวิธี นั่นคือ แบบวิธีการคัดแยกและแบบวิธีการคัดเลือก



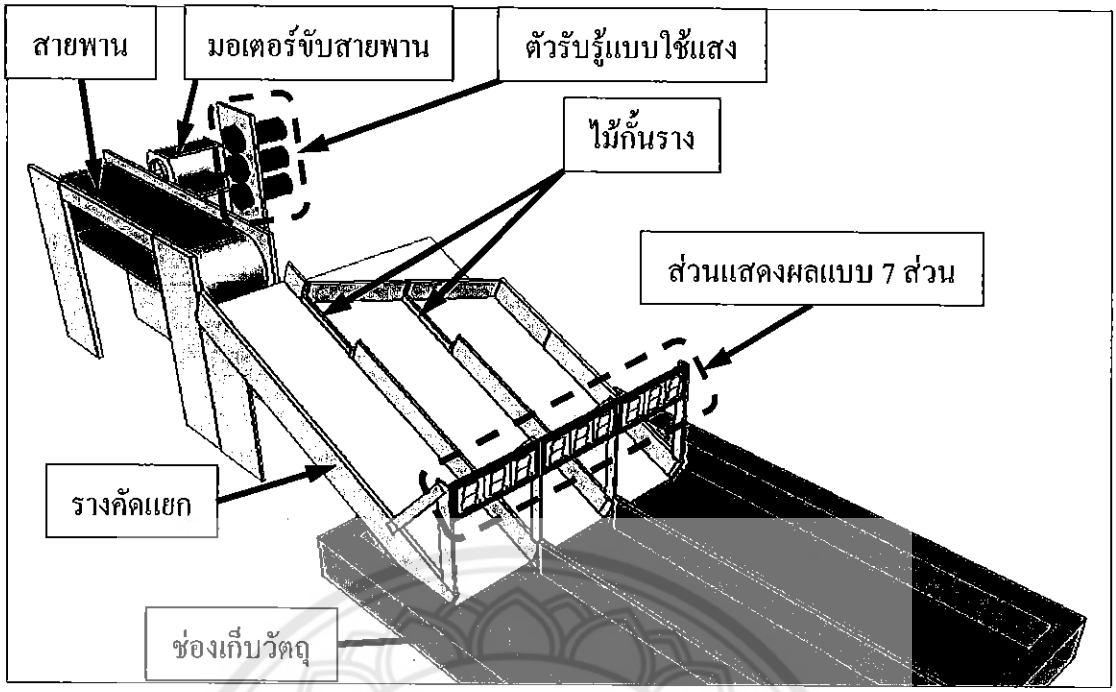
รูปที่ 3.1 แผนภาพการทำงานการคัดแยกวัตถุตามความสูง

การทำงานของระบบในแบบวิธีการคัดแยกเริ่มจากการที่ผู้ใช้กดสวิตช์ทางเลือกให้เป็นแบบวิธีการคัดแยก พีแอลซีสั่งให้รีเลย์ตัวที่ 12 ต่อวงจรให้มอเตอร์ขับสายพานนำวัตถุมายังตำแหน่งของตัวรับรู้แบบใช้แสงเพื่อตรวจจับแล้วส่งสัญญาณให้พีแอลซีสั่งให้รีเลย์ตัวที่ 8-11 ต่อวงจรเพื่อควบคุมทิศการหมุนของมอเตอร์ของไม้กั้นรางทั้งสอง ในแบบวิธีนี้รางคัดแยกวัตถุทั้งสามถูกกำหนดชื่อเป็นราง S (S = Small) ราง M (M = Medium) และราง L (L = Large) สำหรับใช้คัดแยกวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ตามลำดับ และในส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนจำนวน 9 ตัวเลขนั้นถูกกำหนดให้ตัวเลข 3 ตัวด้านซ้ายแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กซึ่งถูกควบคุมด้วยรีเลย์ตัวที่ 3 ในขณะที่ตัวเลข 3 ตัวตรงกลางแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลางซึ่งถูกควบคุมด้วยรีเลย์ตัวที่ 6 และตัวเลข 3 ตัวด้านขวาแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ซึ่งถูกควบคุมด้วยรีเลย์ตัวที่ 7

ในการทำงานในแบบวิธีการคัดเลือก รางคัดแยกแต่ละรางใช้ลำเลียงวัตถุตามเงื่อนไขที่ต่างจากแบบวิธีการคัดแยก ในที่นี้รางที่ 1 ถูกกำหนดชื่อเป็นราง Ch1 ซึ่งใช้รวบรวมวัตถุตามเงื่อนไขที่ 1 (เช่น จำนวนสินค้าแต่ละขนาดที่ลูกค้าคนที่ 1 ต้องการ) รางที่ 2 ถูกกำหนดชื่อเป็นราง Ch2 ซึ่งใช้รวบรวมวัตถุตามเงื่อนไขที่ 2 (เช่น จำนวนสินค้าแต่ละขนาดที่ลูกค้าคนที่ 2 ต้องการ) ในขณะที่รางที่ 3 ถูกกำหนดชื่อเป็นราง Spare ซึ่งใช้รวบรวมวัตถุที่ไม่ตรงกับเงื่อนไขสำหรับราง Ch1 และ Ch2 และในส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนจำนวน 9 ตัวเลขนั้นถูกกำหนดให้ตัวเลข 3 ตัวด้านซ้ายแสดงจำนวนวัตถุในราง Ch1 โดยเป็นตัวเลขจำนวนของวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ซึ่งถูกควบคุมด้วยรีเลย์ตัวที่ 1, 2 และ 3 ตามลำดับ ในขณะที่ตัวเลข 3 ตัวตรงกลางแสดงจำนวนวัตถุในราง Ch2 โดยเป็นตัวเลขจำนวนของวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ซึ่งถูกควบคุมด้วยรีเลย์ตัวที่ 4, 5 และ 6 ตามลำดับ

3.2 การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลอง

การออกแบบโครงสร้างของแบบจำลองมีรายละเอียดแสดงดังรูปที่ 3.2 ตัวรับรู้แบบใช้แสงแต่ละตัวถูกติดตั้งให้มีระยะห่างกันในแนวดิ่งเท่ากับ 1 เซนติเมตร เพื่อใช้ในการคัดแยกกล่องแต่ละขนาด จากนั้นออกแบบขนาดของวัตถุทดสอบ 3 ขนาด คือ ขนาดเล็ก (S) ขนาดกลาง (M) และขนาดใหญ่ (L) โดยเป็นกล่องกระดาษที่มีพื้นที่ฐานเท่ากันคือมีความกว้าง 5 เซนติเมตรและความยาว 5 เซนติเมตร แต่มีความสูงต่างกันนั่นคือ 4.5, 6.5 และ 8.5 เซนติเมตร ตามลำดับ นอกจากนี้วัตถุทดสอบแต่ละชิ้นมีน้ำหนักที่แน่นอนค่าหนึ่งและมีค่าใกล้เคียงกันเพื่อใช้ทดสอบกับแบบจำลองที่สร้างขึ้น



รูปที่ 3.2 การออกแบบโครงสร้างแบบจำลองการคัดแยกวัตถุตามความสูง

ในแบบจำลองได้ออกแบบให้มีรางคัดแยก 3 ราง โดยแต่ละรางมีความยาว 40 เซนติเมตร และมีความกว้าง 8 เซนติเมตร เพื่อให้รองรับพื้นที่ฐานของวัตถุทดสอบทั้งสามขนาดได้ จากนั้นได้ดำเนินการทดสอบหาความชันของราง โดยปล่อยให้วัตถุทดสอบแต่ละขนาดเคลื่อนที่ลงในรางได้ด้วยความเร็วพอประมาณและไม่ล้ม ผลการทดสอบดังกล่าวช่วยให้สามารถกำหนดมุมเอียงของรางคัดแยกได้โดยมีค่าประมาณ 50 องศาจากแนวระดับและคำนวณหาความสูงของขอบรางด้านบนจาก

$$\text{ความสูงของขอบรางด้านบน} = \text{ความยาวของราง} \times \sin\theta$$

$$= 40 \times \sin 50^{\circ} = 30.64 \text{ เซนติเมตร}$$

เพราะฉะนั้นจึงติดตั้งให้ขอบด้านบนของรางคัดแยกมีความสูง 30 เซนติเมตร

ส่วนของการลำเลียงมีอยู่ 2 ส่วนคือ สายพานและมอเตอร์ ในส่วนของสายพานใช้ผ้าเบาะรถยนต์ทำเป็นสายพาน โดยให้มีความกว้าง 7.5 เซนติเมตร ความยาว 70 เซนติเมตร และนำมาติดกับแกนหมุนซึ่งแกนหมุนทำมาจากแท่งเหล็กที่เชื่อมต่อกับล้อรถบังคับวิทยุและปลายด้านหนึ่งของแกนหมุนทำการติดตั้งเฟืองซึ่งเชื่อมต่อกับมอเตอร์เกียร์กระแสตรง 12 โวลต์ ความเร็วรอบ 50 รอบต่อนาที ติดตั้งบนโครงที่ทำมาจากไม้มีความสูง 32 เซนติเมตรเพื่อให้วัตถุทดสอบเคลื่อนที่ลงในรางได้ นอกจากนี้ยังได้นำแผ่นใสประกอบเข้ากับพื้นผิวของรางคัดแยกเพื่อลดแรงเสียดทานจึงช่วยให้วัตถุทดสอบแต่ละชิ้นเคลื่อนที่เข้าสู่ช่องเก็บวัตถุได้อย่างต่อเนื่องและสะดวกยิ่งขึ้น โดยในที่นี้ได้ออกแบบให้แต่ละช่องเก็บของมีความกว้าง 10 เซนติเมตรและมีความยาว 40 เซนติเมตรเพื่อให้วัตถุทดสอบเรียงต่อกันได้ 6 ชิ้น

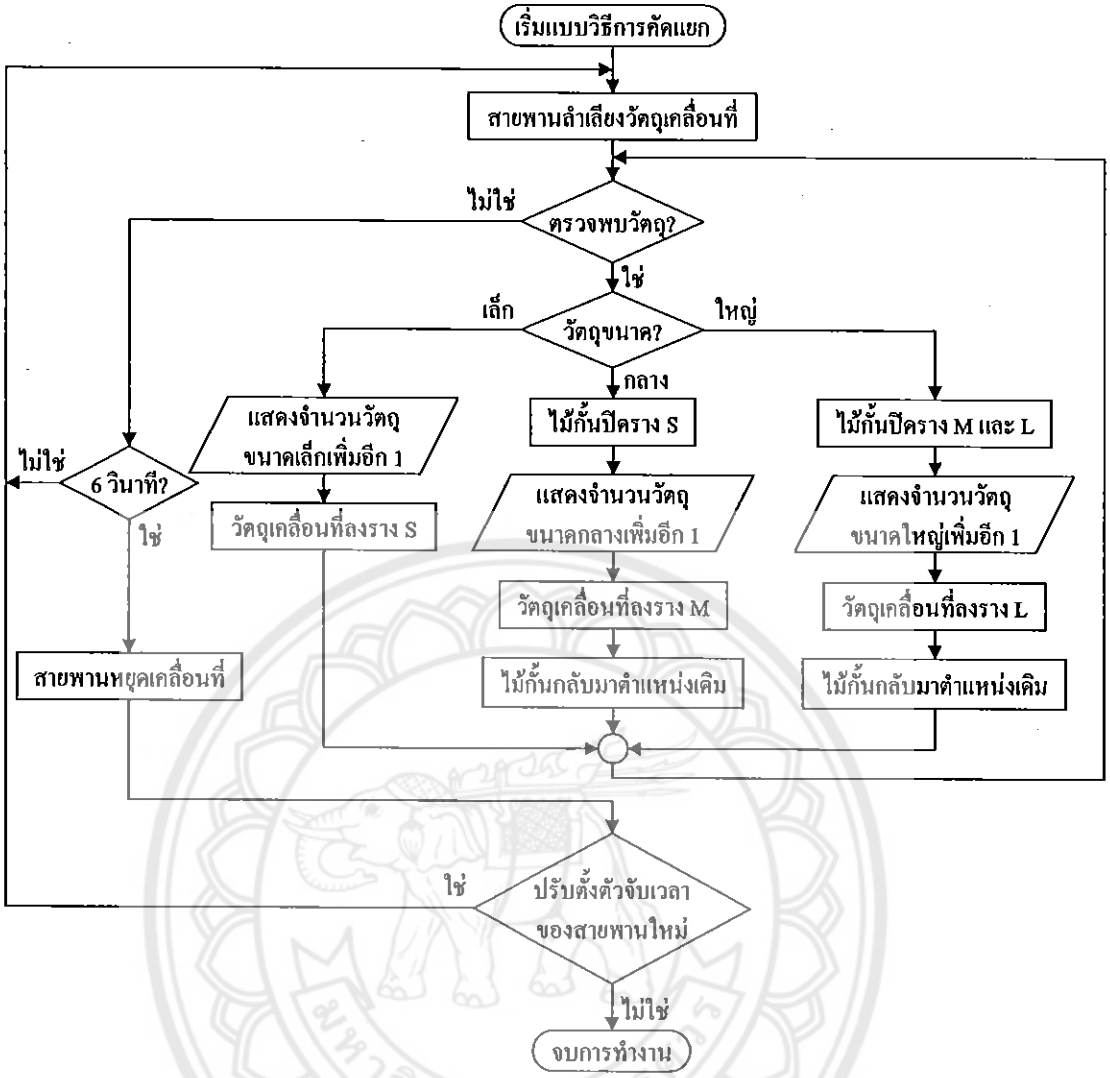
การเคลื่อนที่ของวัตถุลงในแต่ละรางขึ้นอยู่กับไม้กั้นรางทั้ง 2 แท่ง ถูกควบคุมด้วยมอเตอร์กระแสตรง 3 โวลต์ การออกแบบโครงสร้างสำหรับติดตั้งส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน นำส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนมาติดกับไม้และนำมาติดตั้งคร่อมกับรางคัดแยกเพื่อแสดงผลของแต่ละราง

3.3 ขั้นตอนการคัดแยกวัตถุตามความสูง

เครื่องคัดแยกวัตถุตามความสูงในโครงงานนี้ถูกออกแบบให้มีการทำงาน 2 แบบวิธี คือ แบบวิธีการคัดแยก (Separation mode) และแบบวิธีการคัดเลือก (Selection mode) การทำงานของเครื่องเริ่มต้นโดยให้ผู้ใช้เลือกแบบวิธีที่ผู้ใช้ต้องการ โดยการกดสวิตช์ทางเลือกที่แผงสวิตช์และเครื่องทำงานในแต่ละแบบวิธีอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งระบบตรวจสอบไม่พบวัตถุหรือจำนวนวัตถุครบตามจำนวนที่ผู้ใช้ต้องการในแบบวิธีการคัดเลือก ซึ่งจำนวนของวัตถุในแต่ละรางถูกแสดงด้วยส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน การทำงานของเครื่องในแต่ละแบบวิธีมีรายละเอียดแสดงดังนี้โดยใช้วัตถุตามความสูง 3 ขนาดคือ ขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่

3.3.1 แบบวิธีการคัดแยก

ขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการคัดแยกมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.3 การใช้งานระบบในแบบวิธีการคัดแยกเริ่มจากการที่ผู้ใช้กดสวิตช์ทางเลือกเป็นแบบวิธีการคัดแยก โดยสายพานจะลำเลียงวัตถุมายังตำแหน่งที่ติดตั้งตัวรับรู้ซึ่งส่งสัญญาณให้พีแอลซีตีความเป็นขนาดของวัตถุ เมื่อระบบตรวจพบวัตถุขนาดเล็กรีเลย์ตัวที่ 3 ต่อวงจรให้ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กเพิ่มอีก 1 และวัตถุจะเคลื่อนที่ลงในราง S ถ้าระบบตรวจพบวัตถุขนาดกลางรีเลย์ตัวที่ 8 ต่อวงจรให้มอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นมาปิดราง S ไว้เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง M และรีเลย์ตัวที่ 6 ต่อวงจรให้ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลางเพิ่มอีก 1 จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาทีรีเลย์ตัวที่ 9 ต่อวงจรให้มอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นรางกลับมายังตำแหน่งเดิม ในกรณีที่ระบบตรวจพบวัตถุขนาดใหญ่รีเลย์ตัวที่ 8 และ 10 ต่อวงจรให้มอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นมาปิดราง S และ M ตามลำดับเพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง L และรีเลย์ตัวที่ 7 ต่อวงจรให้ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่เพิ่มอีก 1 จากนั้นเมื่อเวลาผ่านไป 2 วินาทีรีเลย์ตัวที่ 9 และ 11 ต่อวงจรให้มอเตอร์ทั้งสองหมุนไม้กั้นรางกลับมายังตำแหน่งเดิม ถ้าระบบตรวจไม่พบวัตถุบนสายพานภายในระยะเวลา 6 วินาทีพีแอลซีจะสั่งให้มอเตอร์ขับสายพานหยุดหมุนและผู้ใช้จำเป็นต้องกดปุ่มปรับตั้งใหม่หากต้องการให้สายพานเริ่มเคลื่อนที่อีกครั้ง



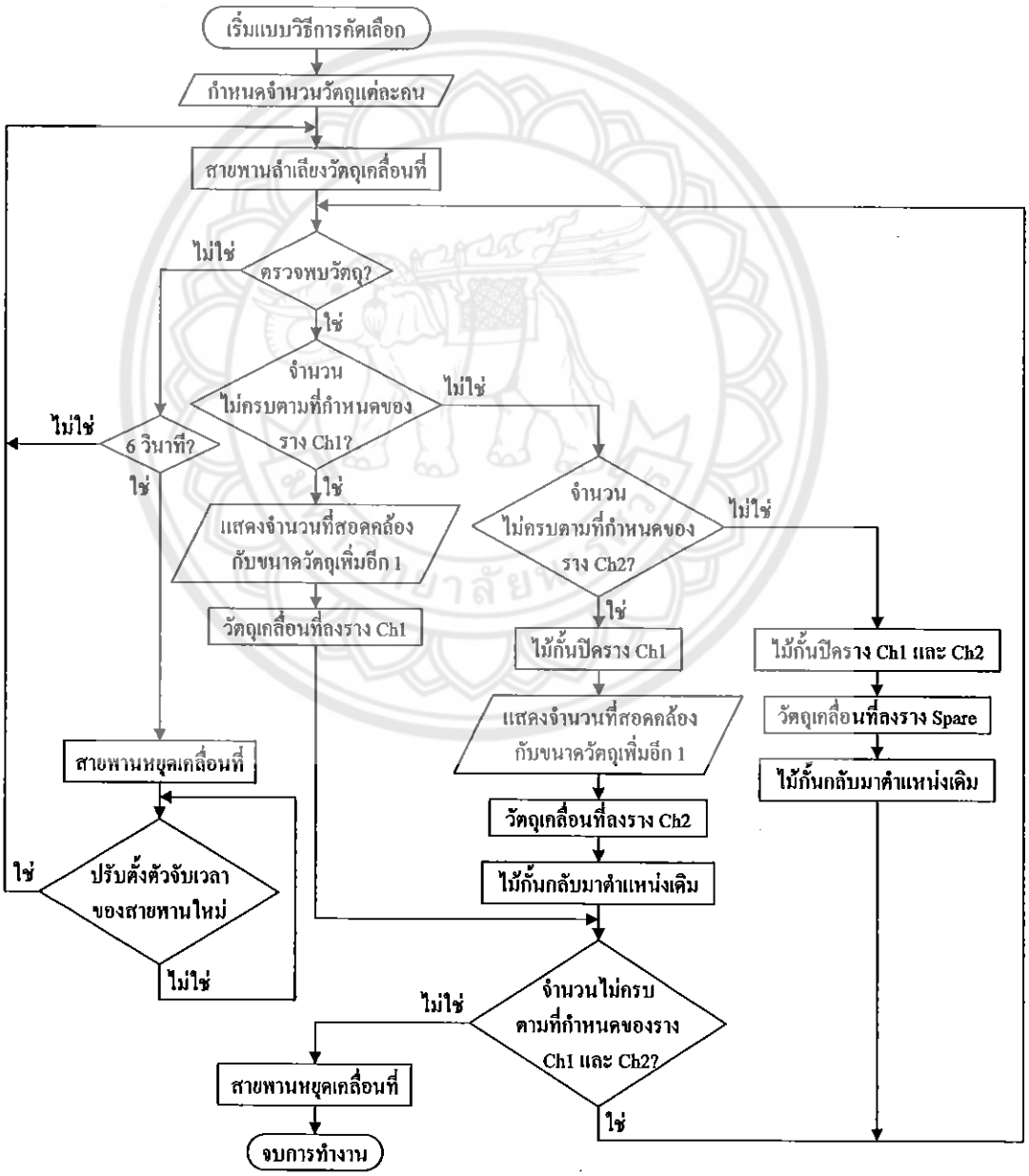
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการคัดแยก

3.3.2 แบบวิธีการคัดเลือก

ขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการคัดเลือกมีรายละเอียดดังแสดงในรูปที่ 3.4 การใช้งานระบบในแบบวิธีการคัดเลือกเริ่มจากการที่ผู้ใช้ระบุจำนวนวัตถุแต่ละขนาดที่ต้องการในราง Ch1 และ Ch2 ด้วยสวิตช์ตัวเลขแล้วสายพานจะลำเลียงวัตถุมายังตำแหน่งที่ติดตั้งตัวรับรู้ซึ่งส่งสัญญาณให้พีแอลซีตีความเป็นขนาดของวัตถุ โดยวัตถุที่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งราง Ch1 และ Ch2 จะถูกคัดเลือกให้เคลื่อนที่ลงในราง Ch1 จนครบเสียก่อนเสมอ ส่วนวัตถุที่ไม่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองรางจะถูกคัดเลือกให้ลงในราง Spare และหลังจากคัดเลือกวัตถุจนครบเงื่อนไขของทั้งราง Ch1 และ Ch2 แล้วพีแอลซีจะสั่งให้รีเลย์ตัวที่ 12 ตัดวงจรให้สายพานหยุดเคลื่อนที่

ถ้าวัตถุที่ถูกตรวจพบนั้นตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 ตัวเลขของส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนของราง Ch1 ที่สอดคล้องกับขนาดของวัตถุดังกล่าวจะเพิ่มค่าอีก 1 และวัตถุจะเคลื่อนที่ลงใน

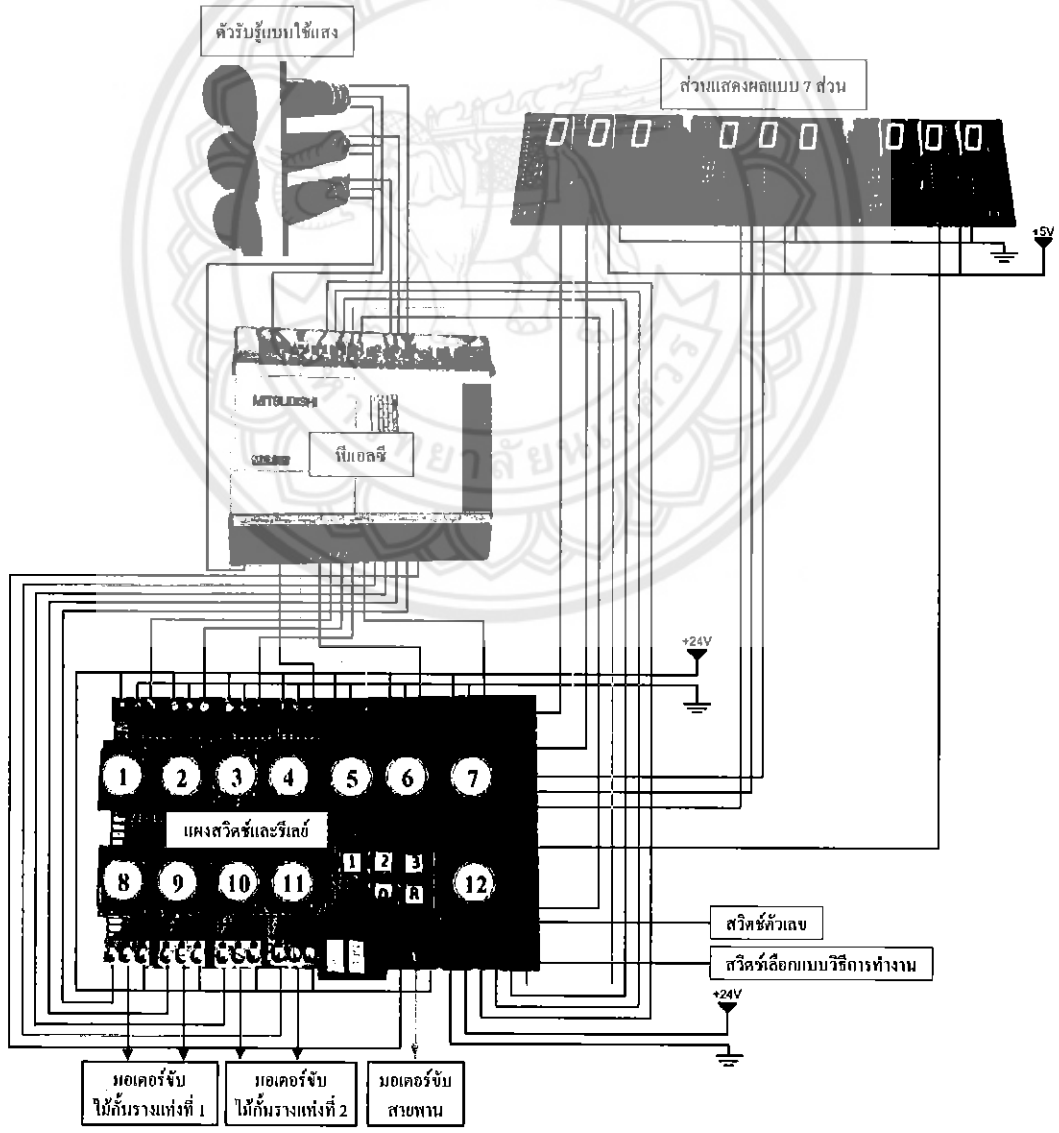
ราง Ch1 แต่ถ้าวัตถุที่ถูกตรวจพบนั้นตรงกับเงื่อนไขของราง Ch2 รีเลย์ตัวที่ 8 ต่อวงจรให้มอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 และตัวเลขของส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนของราง Ch2 ที่สอดคล้องกับขนาดของวัตถุดังกล่าวจะเพิ่มค่าอีก 1 หลังจากนั้นรีเลย์ตัวที่ 9 ต่อวงจรให้มอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นรางกลับมายังตำแหน่งเดิม ถ้าระบบตรวจไม่พบวัตถุบนสายพานภายในระยะเวลา 6 วินาทีพีแอลซีจะสั่งให้มอเตอร์ขับสายพานหยุดหมุน หากต้องการให้สายพานเริ่มเคลื่อนที่อีกครั้งเพื่อทำงานต่อในแบบวิธีการคัดเลือกจำเป็นต้องปรับตั้งตัวจับเวลาของสายพานใหม่ซึ่งในที่นี้สามารถทำได้โดยกดสวิตช์ทางเลือกเพื่อเปลี่ยนเป็นแบบวิธีการคัดแยกแล้วกดอีกครั้งให้กลับมาเป็นแบบวิธีการคัดเลือกดังเดิม



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการทำงานในแบบวิธีการคัดเลือก

3.4 การออกแบบการเชื่อมต่อวงจรการคัดแยกวัตถุตามความสูง

การทำงานของการควบคุมการคัดแยกวัตถุตามความสูงนี้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์หลักในระบบ ซึ่งประกอบด้วยพีแอลซี ตัวรับรู้แบบใช้แสง ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน แผงสวิตช์และรีเลย์ และมอเตอร์ การเชื่อมต่อใช้งานอุปกรณ์ดังกล่าวแสดงดังรูปที่ 3.5 อินพุตของพีแอลซีเชื่อมต่อกับสวิตช์เลือกแบบวิธีการทำงาน สวิตช์ตัวเลข และตัวรับรู้แบบใช้แสง โดยสวิตช์เลือกแบบวิธีการทำงานใช้เลือกระหว่างแบบวิธีการคัดแยกและแบบวิธีการคัดเลือก สวิตช์ตัวเลขใช้ระบุจำนวนวัตถุแต่ละขนาดที่ต้องการในราง Ch1 และ Ch2 และตัวรับรู้แบบใช้แสงทั้งสามตัวทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่บนสายพานลำเลียงแล้วส่งสัญญาณให้พีแอลซีประมวลผลเป็นขนาดของวัตถุ ในขณะที่เอาท์พุตของพีแอลซีเชื่อมต่อกับมอเตอร์ขับสายพาน มอเตอร์ควบคุมไม้กั้นราง และส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนผ่านแผงรีเลย์ควบคุม



รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อวงจรของการคัดแยกวัตถุตามความสูง

3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ของแบบจำลองการคัดแยกวัตถุตามความสูง

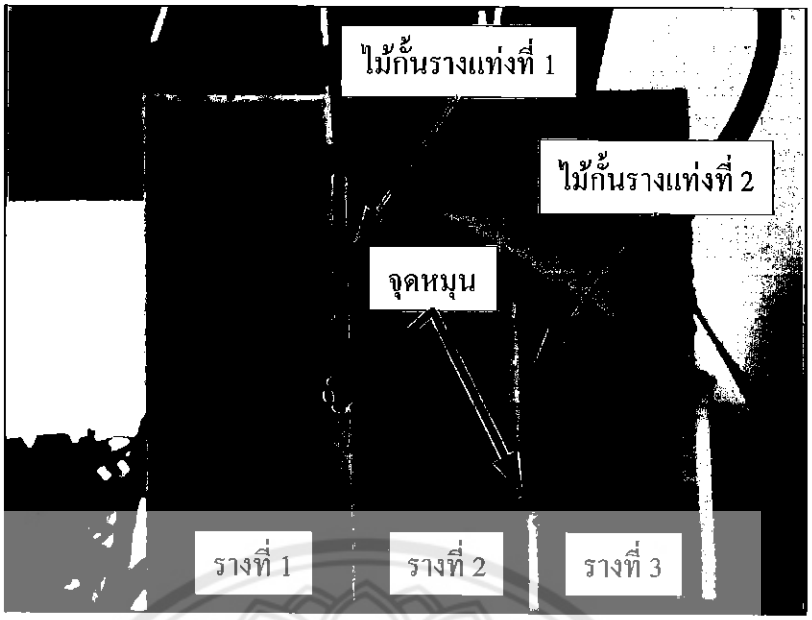
3.5.1 การติดตั้งตัวรับรู้แบบใช้แสง

ในแบบจำลองของโครงงานนี้ใช้ตัวรับรู้แบบใช้แสงจำนวน 3 ตัวและติดตั้งเรียงกันในแนวดิ่งในบริเวณปลายสายพานดังรูปที่ 3.6 เพื่อการตรวจจับวัตถุแต่ละขนาดตามความสูงแล้วส่งสัญญาณให้พีแอลซีประมวลผลเป็นขนาด (ความสูง) ของวัตถุและสั่งให้รีเลย์ต่อวงจรให้มอเตอร์ควบคุมไม้กั้นรางทำงานเพื่อควบคุมให้วัตถุเคลื่อนที่ลงในรางที่ต้องการ

รูปที่ 3.6 ตำแหน่งการติดตั้งตัวรับรู้แบบใช้แสง

3.5.2 การติดตั้งไม้กั้นราง

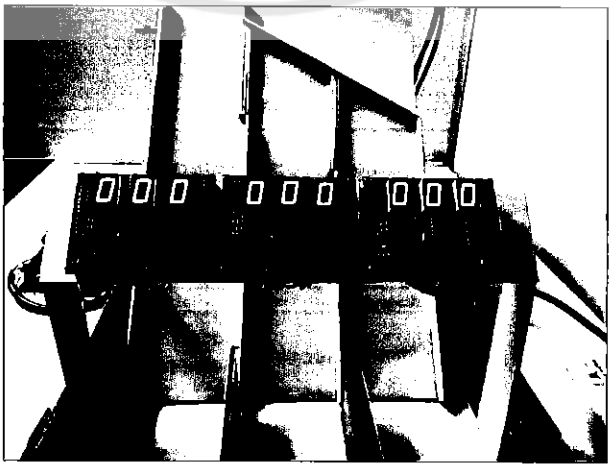
การเคลื่อนที่ของวัตถุลงในแต่ละรางถูกควบคุมด้วยไม้กั้นราง ในแบบจำลองได้ติดตั้งไม้กั้นราง 2 แท่งดังรูปที่ 3.7 โดยแต่ละแท่งถูกควบคุมด้วยมอเตอร์กระแสตรง 3 โวลต์ จำนวน 1 ตัวซึ่งติดตั้งไว้ใต้ราง ถ้าต้องการให้วัตถุเคลื่อนที่ลงรางที่ 1 ระบบจะไม่สั่งให้มอเตอร์ทั้งสองหมุน ไม้กั้นทั้งสองจึงอยู่ในตำแหน่งที่แสดงในรูป ถ้าต้องการให้วัตถุเคลื่อนที่ลงในรางที่ 2 ระบบจะสั่งให้มอเตอร์ควบคุมให้ไม้กั้นรางแท่งที่ 1 หมุนไปทางซ้ายเพื่อปิดรางที่ 1 ไว้ และในกรณีที่ต้องการให้วัตถุเคลื่อนที่ลงในรางที่ 3 ระบบจะสั่งให้มอเตอร์ควบคุมให้ไม้กั้นรางทั้งสองหมุนไปทางซ้ายเพื่อปิดรางที่ 1 และรางที่ 2 ไว้



รูปที่ 3.7 ตำแหน่งการติดตั้งไม้กั้นราง

3.5.3 การติดตั้งส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน

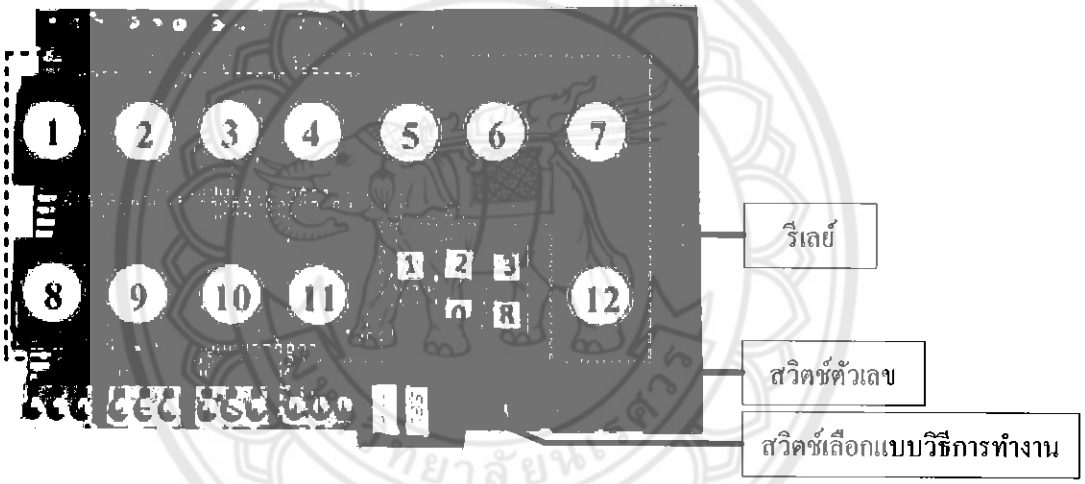
ในแบบจำลองได้ติดตั้งส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนจำนวน 9 ตัวเลขไว้เหนือช่องเก็บวัตถุดังรูปที่ 3.8 ซึ่งรับไฟเลี้ยงกระแสตรง 5 โวลต์ โดยในแบบวิธีการคัดแยกกำหนดให้ตัวเลข 3 ตัวด้านซ้ายแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็ก ในขณะที่ตัวเลข 3 ตัวตรงกลางแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลาง และตัวเลข 3 ตัวด้านขวาแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ ในแบบวิธีการคัดเลือกกำหนดให้ตัวเลข 3 ตัวด้านซ้ายแสดงจำนวนวัตถุในราง Ch1 โดยเป็นตัวเลขจำนวนของวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ตามลำดับ ในขณะที่ตัวเลข 3 ตัวตรงกลางแสดงจำนวนวัตถุในราง Ch2 โดยเป็นตัวเลขจำนวนของวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ตามลำดับ



รูปที่ 3.8 การติดตั้งส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน

3.5.4 แผงสวิตช์และรีเลย์

แผงสวิตช์และรีเลย์แสดงได้ดังรูปที่ 3.9 ประกอบไปด้วยสวิตช์เลือกแบบวิธีการทำงาน สวิตช์ตัวเลข และรีเลย์ที่ใช้เป็นตัวกลางในการควบคุมส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนและมอเตอร์ โดยสวิตช์เลือกแบบวิธีการทำงานใช้กำหนดรูปแบบการทำงานของระบบระหว่างแบบวิธีการคัดแยก (SEP) และแบบวิธีการคัดเลือก (SEL) สำหรับสวิตช์ตัวเลข (0-3) มีไว้ให้ผู้ใช้กำหนดจำนวนของวัตถุแต่ละขนาดที่ต้องการในแบบวิธีการคัดเลือก ถ้าป้อนตัวเลขผิดสามารถป้อนค่าใหม่ได้หลังจากกดปุ่มปรับตั้งใหม่ (R ซึ่งย่อมาจาก Reset) พีแอลซีจะควบคุมส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนโดยผ่านรีเลย์ตัวที่ 1-7 ควบคุมทิศการหมุนของมอเตอร์ควบคุมไม้กั้นรางโดยผ่านรีเลย์ตัวที่ 8-11 และควบคุมการทำงานเริ่มและหยุดของมอเตอร์ขับสายพาน โดยผ่านรีเลย์ตัวที่ 12 รายละเอียดการใช้รีเลย์แต่ละตัวแสดงในตารางที่ 3.1



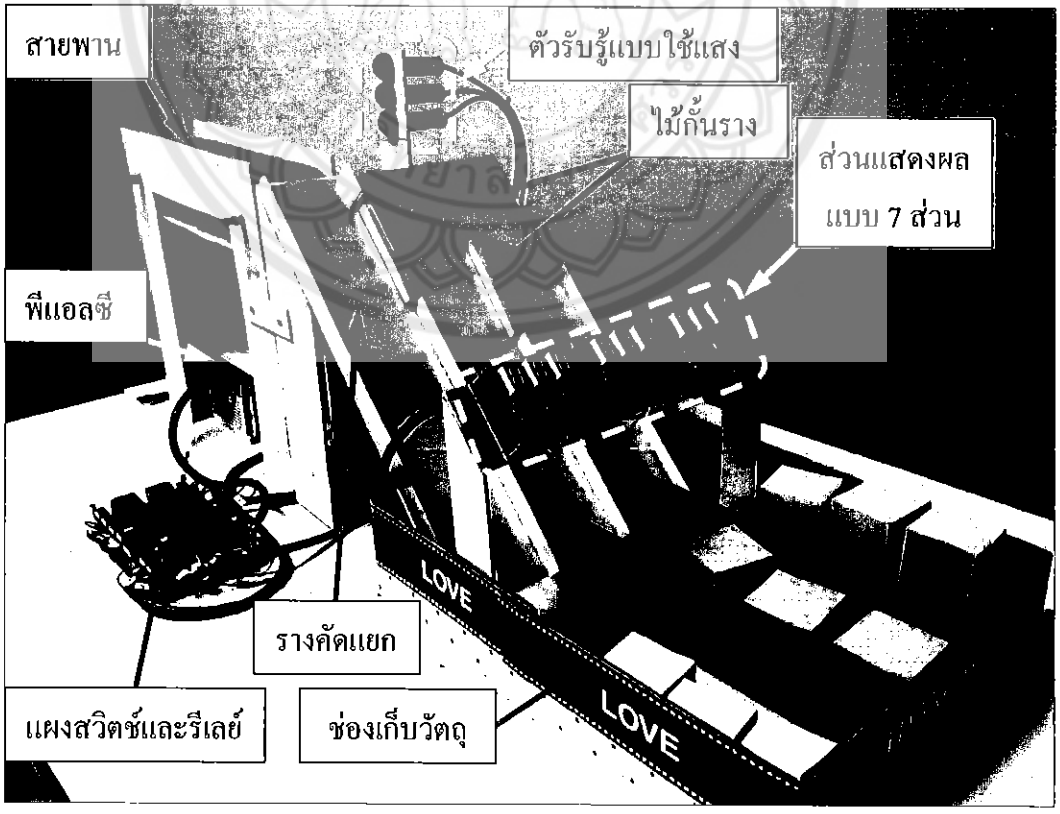
รูปที่ 3.9 แผงสวิตช์และรีเลย์

3.6 แบบจำลองการคัดแยกวัตถุตามความสูง

หลังจากออกแบบและสร้างส่วนประกอบสำคัญ นั่นคือส่วนลำเลียง (สายพานและมอเตอร์ขับสายพาน) ส่วนตรวจจับ (ตัวรับรู้แบบใช้แสง) ส่วนควบคุม (พีแอลซีร่วมกับแผงสวิตช์และรีเลย์) ส่วนคัดแยกวัตถุ (รางคัดแยก ไม้กั้นรางและมอเตอร์ขับสายพาน และช่องเก็บวัตถุ) และส่วนแสดงจำนวนวัตถุ (ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน) จึงนำมาประกอบเข้าด้วยกันเป็นแบบจำลองของระบบการคัดแยกวัตถุตามความสูงได้ดังรูปที่ 3.10

ตารางที่ 3.1 หน้าที่ของรีเลย์แต่ละตัวในการคัดแยกวัตถุตามความสูงด้วยพีแอลซี

ตัวที่	แบบวิธีคัดแยก	แบบวิธีคัดเลือก
1	-	เพิ่มตัวเลขจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch1
2	-	เพิ่มตัวเลขจำนวนวัตถุขนาดกลางในราง Ch1
3	เพิ่มตัวเลขจำนวนวัตถุขนาดเล็ก	เพิ่มตัวเลขจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch1
4	-	เพิ่มตัวเลขจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch2
5	-	เพิ่มตัวเลขจำนวนวัตถุขนาดกลางในราง Ch2
6	เพิ่มตัวเลขจำนวนวัตถุขนาดกลาง	เพิ่มตัวเลขจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch2
7	เพิ่มตัวเลขจำนวนวัตถุขนาดใหญ่	-
8	ควบคุมให้ไม้กั้นรางแห่งที่ 1 หมุนซ้าย	ควบคุมให้ไม้กั้นรางแห่งที่ 1 หมุนซ้าย
9	ควบคุมให้ไม้กั้นรางแห่งที่ 1 หมุนขวา	ควบคุมให้ไม้กั้นรางแห่งที่ 1 หมุนขวา
10	ควบคุมให้ไม้กั้นรางแห่งที่ 2 หมุนซ้าย	ควบคุมให้ไม้กั้นรางแห่งที่ 2 หมุนซ้าย
11	ควบคุมให้ไม้กั้นรางแห่งที่ 2 หมุนขวา	ควบคุมให้ไม้กั้นรางแห่งที่ 2 หมุนขวา
12	ควบคุมมอเตอร์ขับสายพาน	ควบคุมมอเตอร์ขับสายพาน



รูปที่ 3.10 แบบจำลองการคัดแยกวัตถุตามความสูง

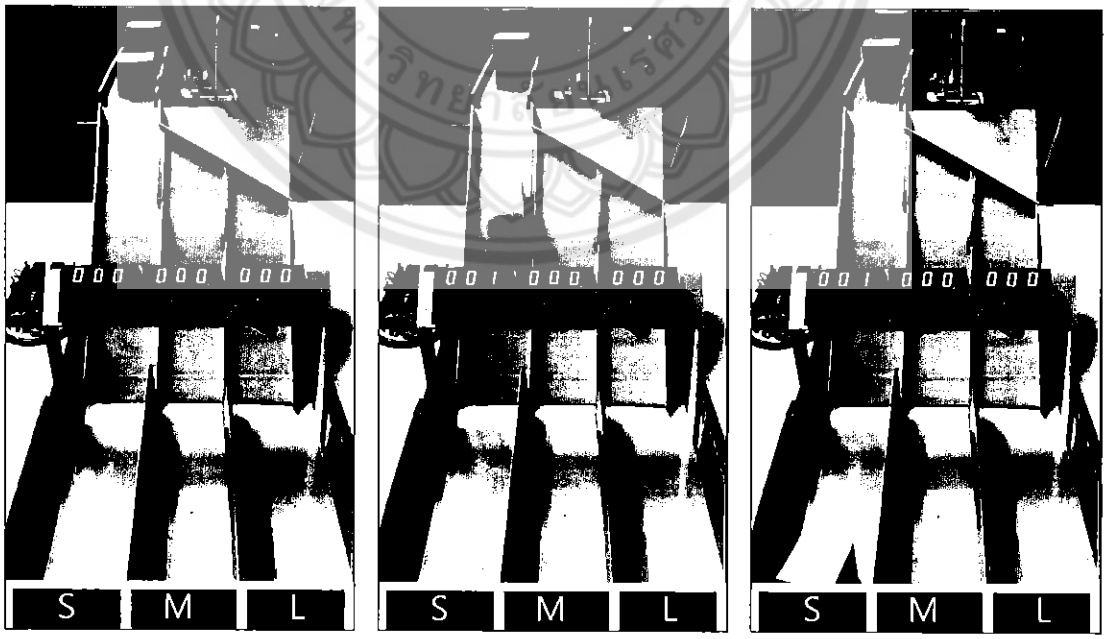
บทที่ 4

ผลการทดสอบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงผลการทดสอบการทำงานของแบบจำลองในแบบวิธีการคัดแยกและแบบวิธีการคัดเลือกวัตถุตามความสูงโดยผู้ใช้กดสวิตช์เลือกแบบวิธีการทำงานไปที่ตำแหน่ง SEP เพื่อเข้าสู่แบบวิธีการคัดแยกหรือกดไปที่ตำแหน่ง SEL เพื่อเข้าสู่แบบวิธีการคัดเลือก การทดสอบเบื้องต้นแสดงเห็นว่าวัตถุทดสอบแต่ละชิ้นบนสายพานในแบบจำลองควรมีระยะห่างกันไม่น้อยกว่า 6 เซนติเมตรเพื่อให้สอดคล้องกับการทำงานของพีแอลซีที่ใช้ในโครงงาน

4.1 การทดสอบการทำงานในแบบวิธีการคัดแยก

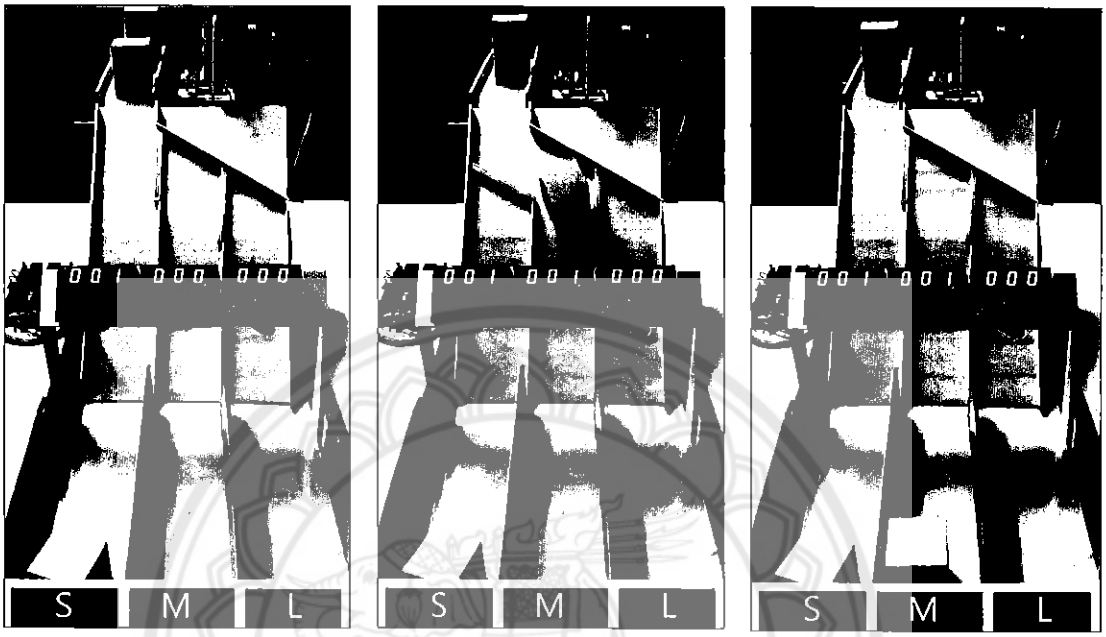
ในส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนที่มี 9 ตัวเลขนั้นกำหนดให้ตัวเลข 3 ตัวด้านซ้ายแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็ก ตัวเลข 3 ตัวตรงกลางแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลาง และตัวเลข 3 ตัวด้านขวาแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ เมื่อกดปุ่ม SEP เพื่อเข้าสู่แบบวิธีคัดแยก เครื่องจะเริ่มตรวจจับความสูงของวัตถุ ถ้าตรวจพบวัตถุบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.1(ก) ดังนั้นส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กเพิ่มอีก 1 ดังรูปที่ 4.1(ข) จากนั้นวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง S ดังรูปที่ 4.1(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง S

รูปที่ 4.1 การคัดแยกวัตถุขนาดเล็กลงในราง S

เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.2(ก) มอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นมาปิดราง S และส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลางเพิ่มอีก 1 ดังรูปที่ 4.2(ข) จากนั้นวัตถุลงในราง M ดังรูปที่ 4.2(ค) และมอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นรางกลับไปยังตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง M

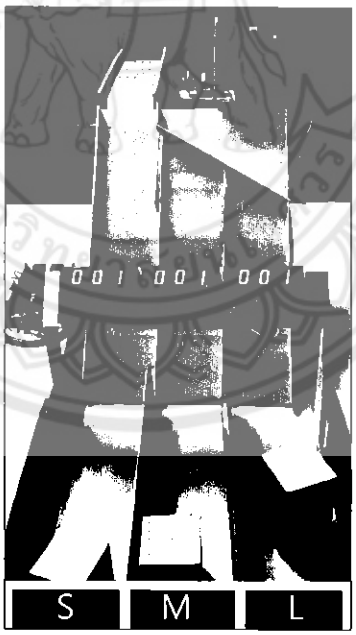
รูปที่ 4.2 การคัดแยกวัตถุขนาดกลางลงในราง M

วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.3(ก) มอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นมาปิดราง S และราง M ตามลำดับ และส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่เพิ่มอีก 1 ดังรูปที่ 4.3(ข) จากนั้นวัตถุลงในราง L ดังรูปที่ 4.3(ค) และมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นรางกลับไปยังตำแหน่งเดิม

ถ้าระบบตรวจไม่พบวัตถุบนสายพานภายในระยะเวลา 6 วินาที พีแอลซีจะสั่งให้มอเตอร์ขับสายพานหยุดหมุนดังรูปที่ 4.4 หากต้องการให้สายพานเริ่มเคลื่อนที่อีกครั้งเพื่อทำงานต่อในแบบวิธีการคัดแยกจำเป็นต้องมีการปรับตั้งใหม่ของตัวตั้งเวลาของสายพานโดยกดปุ่มปรับตั้งใหม่ (Reset) เพื่อให้กระบวนการคัดแยกดำเนินต่อไป

(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง L

รูปที่ 4.3 การคัดแยกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง L



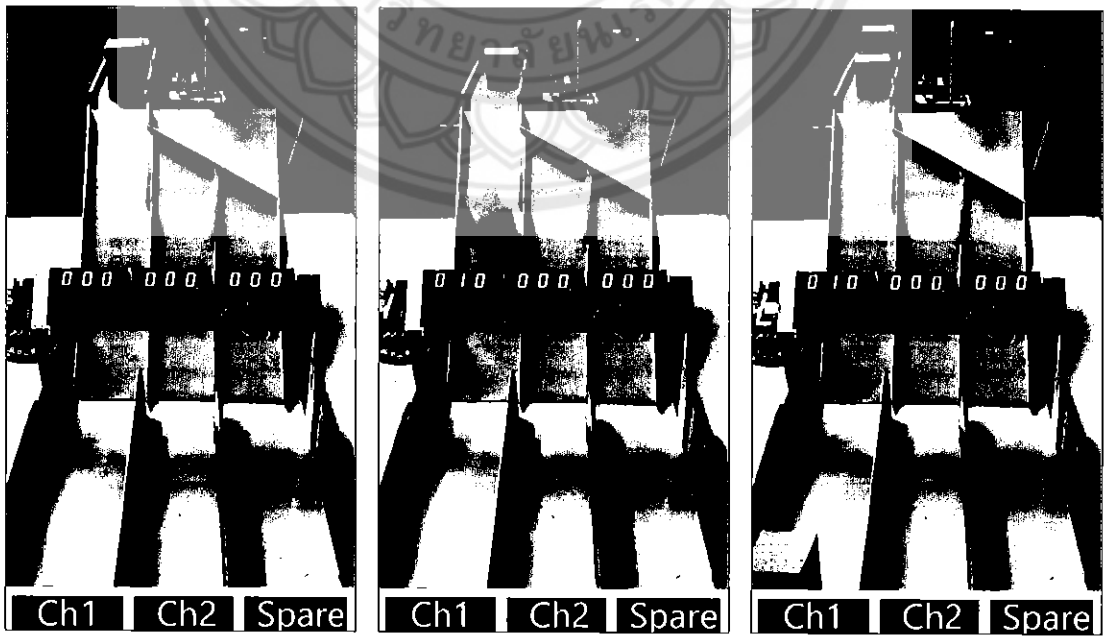
รูปที่ 4.4 การตรวจไม่พบวัตถุหลังจากการคัดแยกเสร็จสิ้น

4.2 การทดสอบการทำงานในแบบวิธีการคัดเลือก

ในส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนจำนวน 9 ตัวเลขนั้นถูกกำหนดให้ตัวเลข 3 ตัวด้านซ้ายแสดงจำนวนวัตถุในราง Ch1 โดยเป็นตัวเลขจำนวนของวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ ในขณะที่ตัวเลข 3 ตัวตรงกลางแสดงจำนวนวัตถุในราง Ch2 โดยเป็นตัวเลขจำนวนของวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม SEL เพื่อให้เครื่องทำงานแบบวิธีคัดเลือก จากนั้นให้ระบุจำนวนวัตถุแต่ละขนาดที่ต้องการในราง Ch1 และ Ch2 โดยวัตถุที่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งราง Ch1 และ Ch2 จะถูกคัดเลือกให้เคลื่อนที่ลงในราง Ch1 จนครบเสียก่อนเสมอ ส่วนวัตถุที่ไม่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองรางจะถูกคัดเลือกให้ลงในราง Spare และหลังจากคัดเลือกวัตถุจนครบเงื่อนไขของทั้งราง Ch1 และ Ch2 สายพานหยุดเคลื่อนที่

4.2.1 การคัดเลือกวัตถุแต่ละขนาด

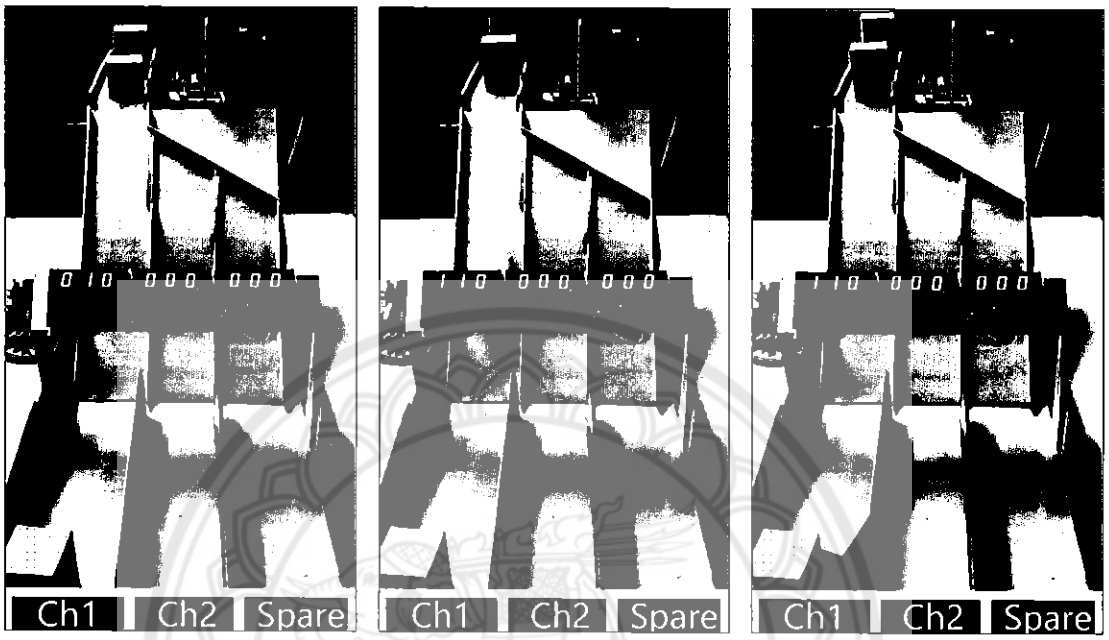
ในเบื้องต้นได้ทำการทดสอบการทำงานเพื่อคัดเลือกวัตถุแต่ละขนาดโดยเริ่มจากการระบุจำนวนวัตถุแต่ละขนาดที่ต้องการในราง Ch1 และ Ch2 ผ่านทางสวิตช์ตัวเลข โดยในที่นี้ได้กำหนดจำนวนวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ที่ต้องการในราง Ch1 และ Ch2 มีค่าเท่ากันและเท่ากับ 1 เมื่อตรวจพบวัตถุบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.5(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองราง ดังนั้นระบบจึงคัดเลือกให้ลงราง Ch1 ก่อน ดังนั้นส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนจึงแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลางในราง Ch1 เพิ่มอีก 1 ดังรูปที่ 4.5(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.5(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.5 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch1

เนื่องจากวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานถูกตรวจพบว่ามีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.6(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของรางทั้งสอง ดังนั้นระบบจึงคัดเลือกให้ลงราง Ch1 ก่อน โดยตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch1 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.6(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.6(ค)



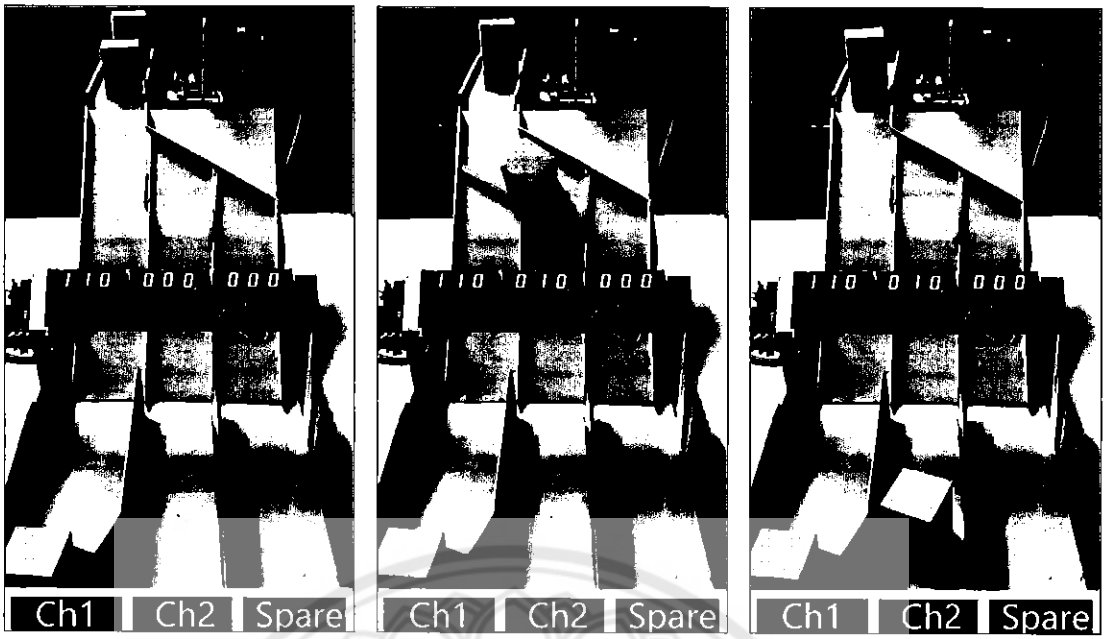
(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.6 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1

วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานถูกตรวจพบว่ามีขนาดกลางดังรูปที่ 4.7(ก) แต่เนื่องจากในราง Ch1 มีจำนวนวัตถุขนาดกลางครบตามที่ต้องการแล้วจึงถือว่าวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลางในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.7(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.7(ค) จากนั้นไม้กั้นรางจึงถูกหมุนกลับไปตำแหน่งเดิม

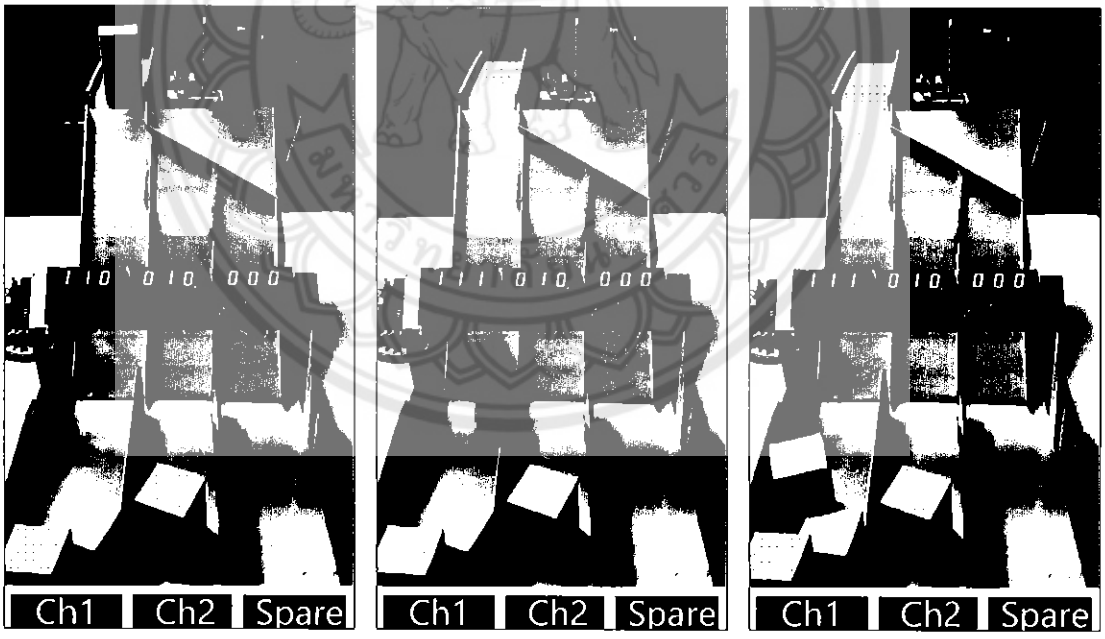
เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.8(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 ทำให้ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch1 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.8(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.8(ค)

ถ้าระบบตรวจไม่พบวัตถุบนสายพานเป็นระยะเวลา 6 วินาที พีแอลซีจะสั่งให้มอเตอร์ขับสายพานหยุดหมุนดังรูปที่ 4.9 หากต้องการให้สายพานเริ่มเคลื่อนที่อีกครั้งเพื่อทำงานต่อในแบบวิธีการคัดเลือกนี้จำเป็นต้องมีการปรับตั้งใหม่ของตัวตั้งเวลาของสายพานโดยกดสวิตช์ทางเลือกเพื่อเปลี่ยนเป็นแบบวิธีการคัดแยกแล้วกดอีกครั้งให้กลับมาเป็นแบบวิธีการคัดเลือกดังเดิม



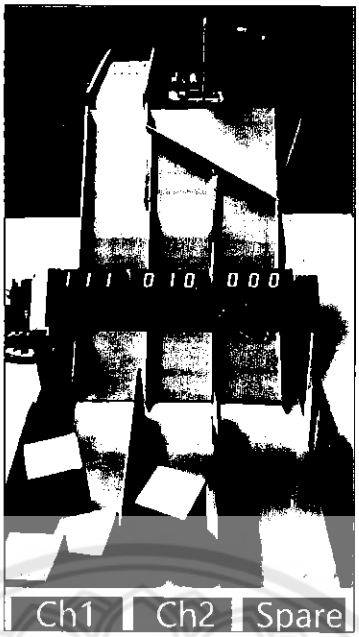
(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.7 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch2



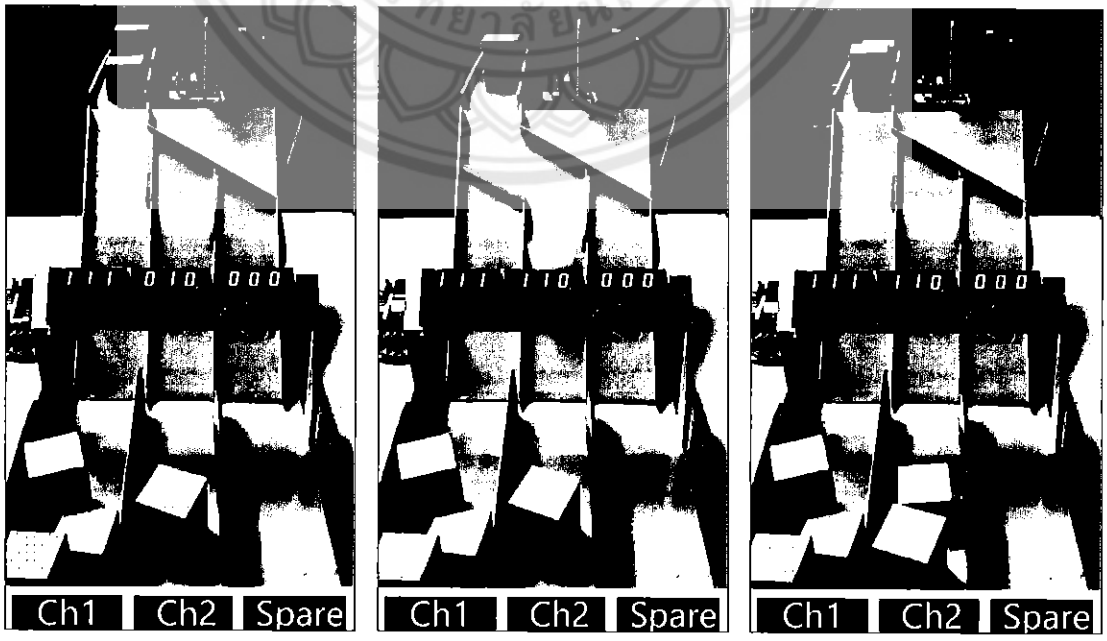
(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.8 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch1



รูปที่ 4.9 การตรวจไม่พบวัตถุในขณะที่จำนวนวัตถุยังไม่ครบตามเงื่อนไข

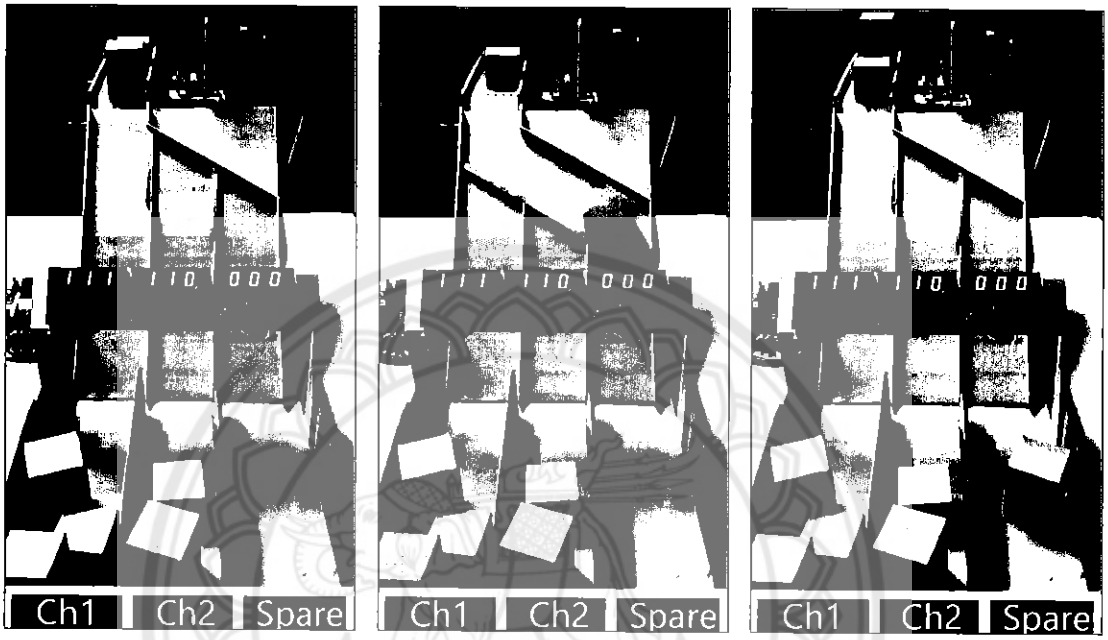
หลังจากระบบกลับมาเริ่มทำงานสายพานจึงหมุนอีกครั้ง วัตถุชิ้นถัดไปถูกตรวจพบว่ามีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.10(ก) และไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 เพราะมีจำนวนวัตถุขนาดเล็กครบตามที่ต้องการแล้ว แต่วัตถุชิ้นนี้ยังสอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 จึงหมุนไม้กั้นมาปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.10(ข) วัตถุจึงเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.10(ค) จากนั้นไม้กั้นรางจึงถูกหมุนกลับไปตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.10 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch2

เมื่อตรวจพบว่าวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.11(ก) ซึ่งไม่ตรงกับเงื่อนไขทั้งสองรางเพราะมีจำนวนวัตถุขนาดกลางครบตามที่ผู้ใช้ต้องการแล้ว ดังนั้นมอเตอร์ที่ 1 และ 2 จึงหมุนไม้กั้นมาปิดราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.11(ข) เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Spare ดังรูปที่ 4.11(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

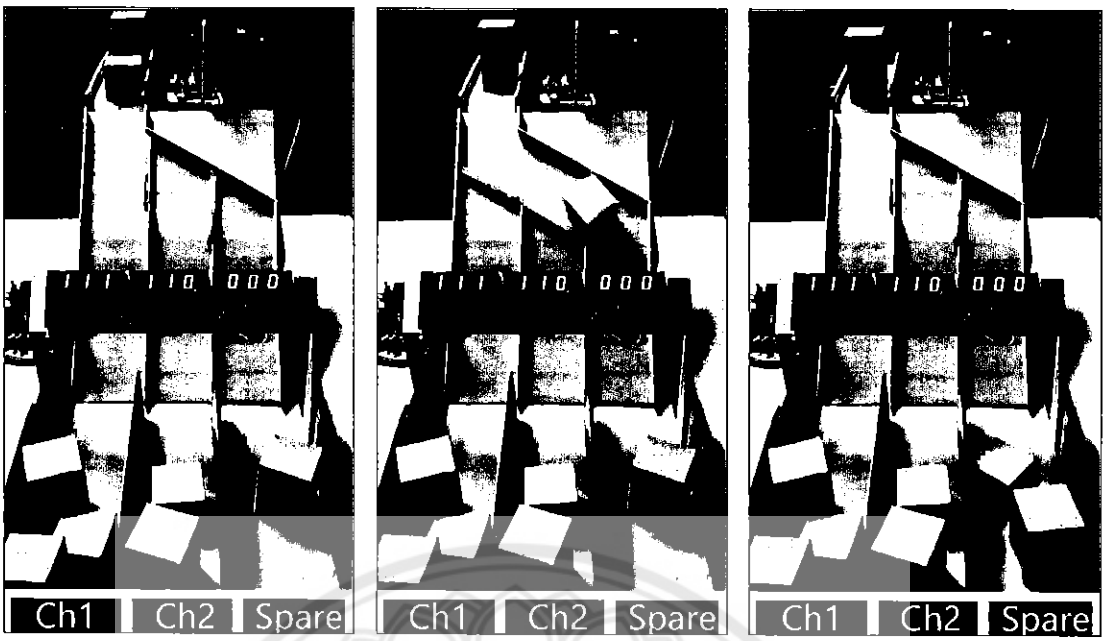


(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Spare

รูปที่ 4.11 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare

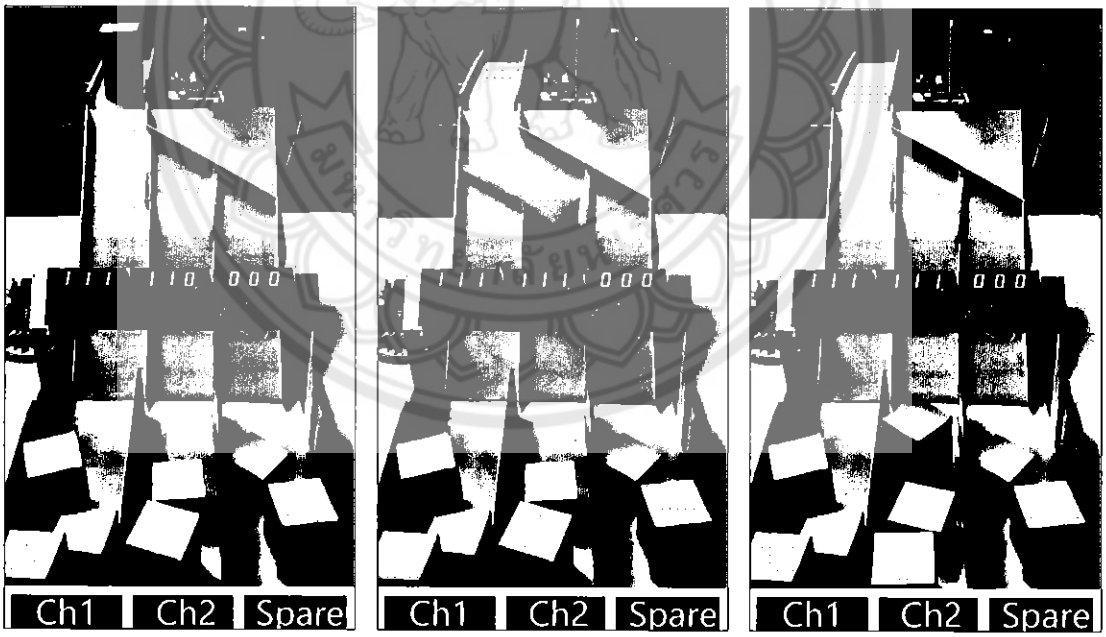
วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.12(ก) ซึ่งไม่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองรางเพราะมีจำนวนวัตถุขนาดเล็กครบตามที่ผู้ใช้ต้องการแล้ว ดังนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 จึงหมุนไม้กั้นมาปิดราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.12(ข) เพื่อให้วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Spare ดังรูปที่ 4.12(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

เมื่อตรวจพบว่าวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.13(ก) แต่เนื่องจากในราง Ch1 มีจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ครบตามที่ต้องการแล้วจึงถือว่าวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.13(ข) วัตถุจึงเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.13(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Spare

รูปที่ 4.12 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Spare

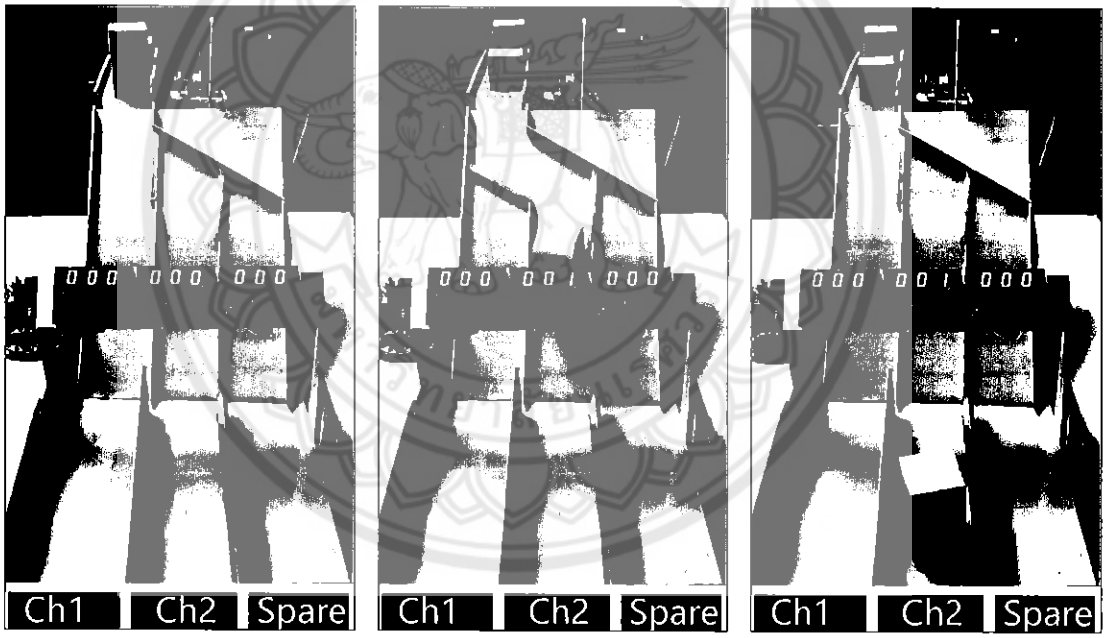


(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.13 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2

4.2.2 กรณีที่ไม่ระบุจำนวนวัตถุบางขนาดทั้งในราง Ch1 และ Ch2 ซึ่งเป็นคนละขนาด

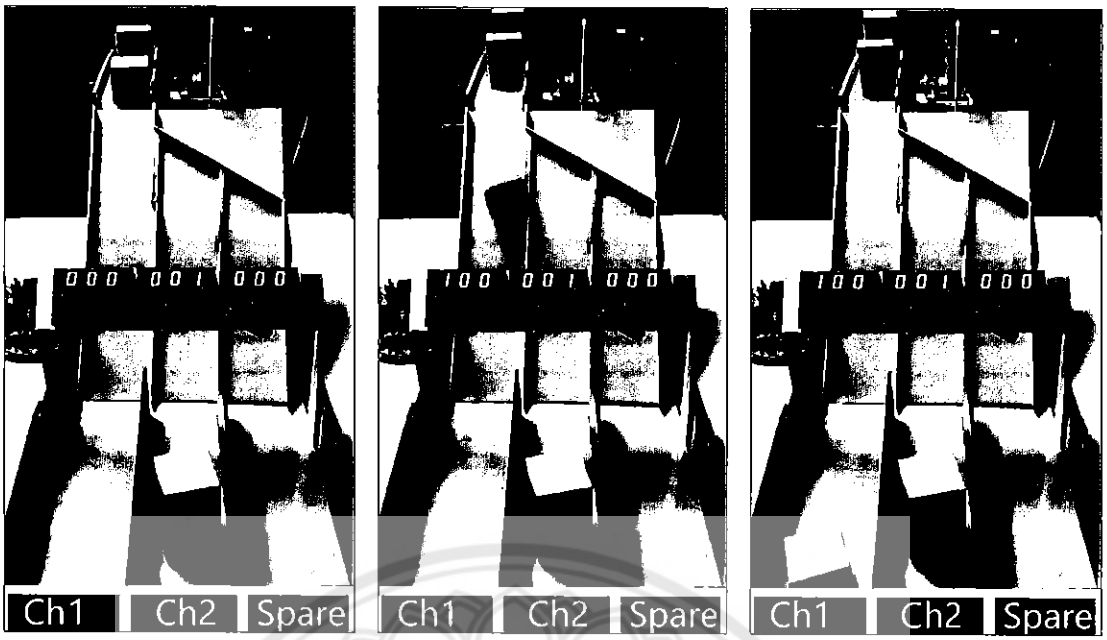
ในความเป็นจริงอาจเกิดขึ้นในกรณีที่ลูกค้าไม่ต้องการสินค้าบางขนาด การทดสอบนี้จึงแทนความต้องการของลูกค้าคนแรกและคนที่สองด้วยจำนวนวัตถุแต่ละขนาดที่กำหนดสำหรับราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ โดยสมมติให้สินค้าที่ทั้งสองคนไม่ต้องการนั้นเป็นคนละขนาด เช่น คนแรกไม่ต้องการสินค้าขนาดใหญ่ขณะที่คนที่สองไม่ต้องการสินค้าขนาดเล็ก ในการทดสอบกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นจึงระบุจำนวนวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ที่ต้องการในราง Ch1 และ Ch2 เท่ากับ 2, 1, 0 และ 0, 1, 3 ตามลำดับ เมื่อตรวจพบวัตถุบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.14(ก) แต่เนื่องจากวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ดังนั้นส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน จึงแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch2 เพิ่มอีก 1 ดังรูปที่ 4.14(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.14(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัว 1 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.14 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2

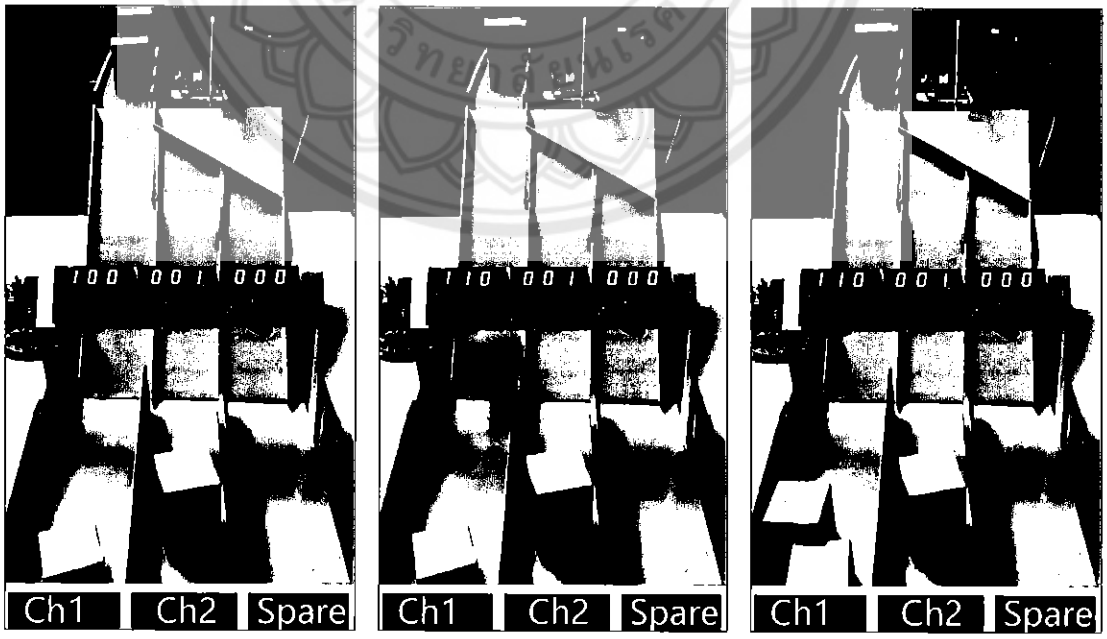
เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.15(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch1 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.15(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.15(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.15 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1

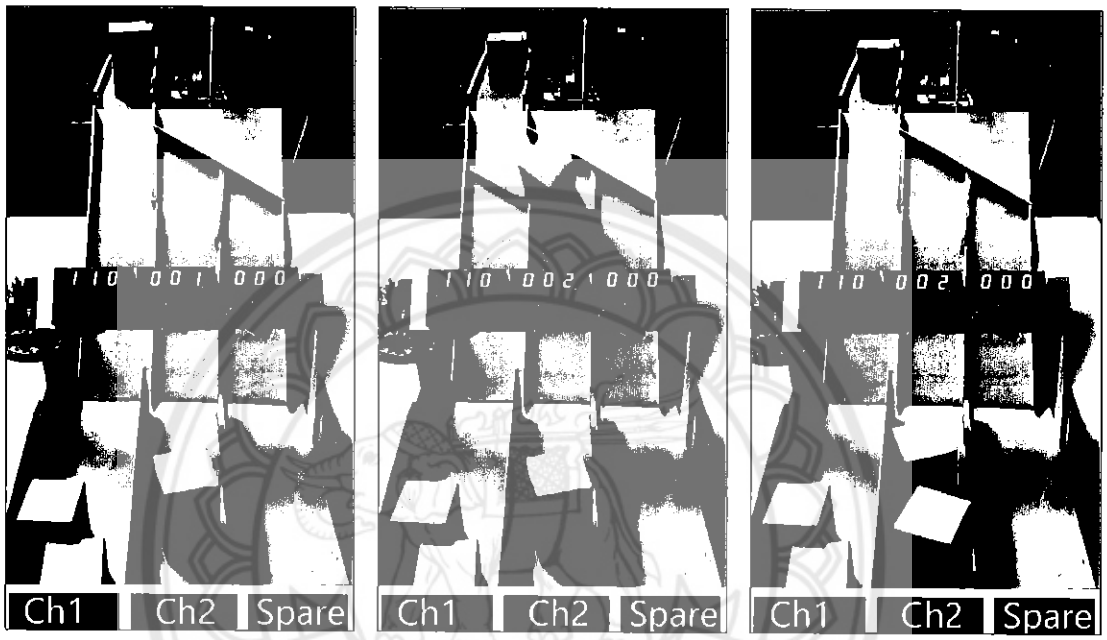
วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.16(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองราง ดังนั้นระบบจึงคัดเลือกให้ลงราง Ch1 ก่อน ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลางในราง Ch1 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.16(ข) จากนั้นวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.16(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.16 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch1

เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.17(ก) แต่เนื่องจากวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.17(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.17(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัว 1 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

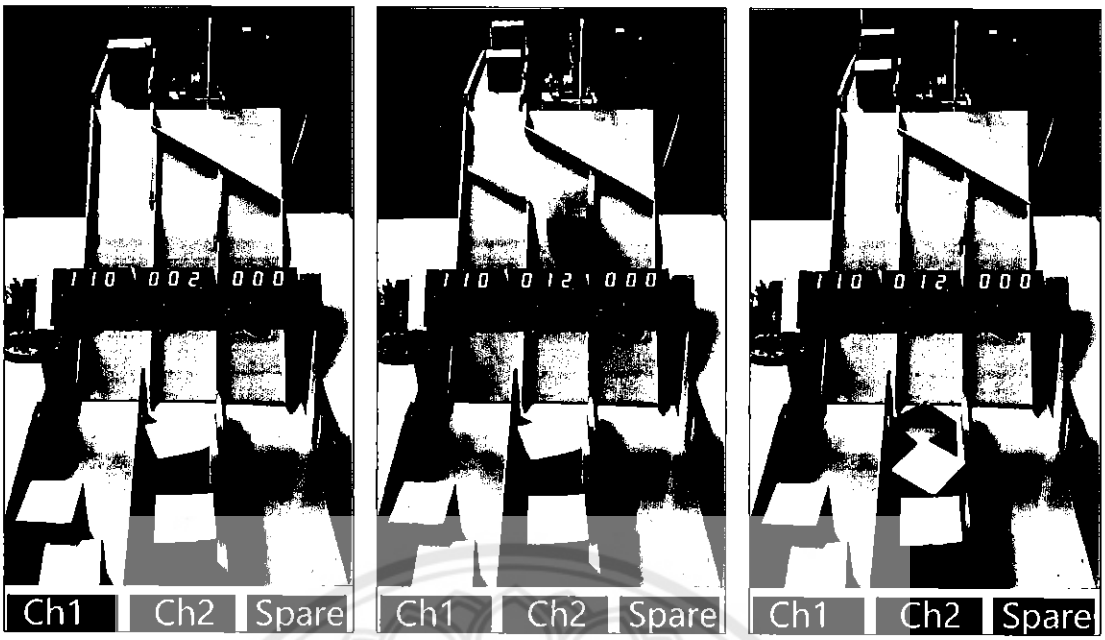


(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.17 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2

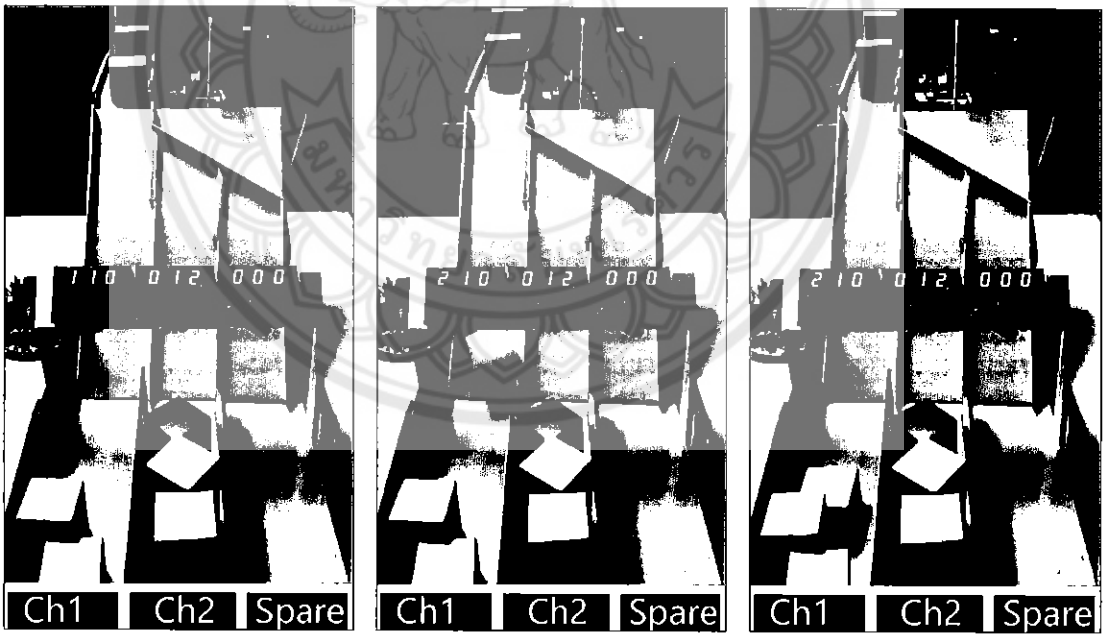
วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.18(ก) แต่เนื่องจากในราง Ch1 มีจำนวนวัตถุขนาดกลางครบตามที่ต้องการแล้วจึงถือว่าวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลางในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.18(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.18(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 จึงหมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.19(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch1 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.19(ข) จากนั้นวัตถุจะเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.19(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

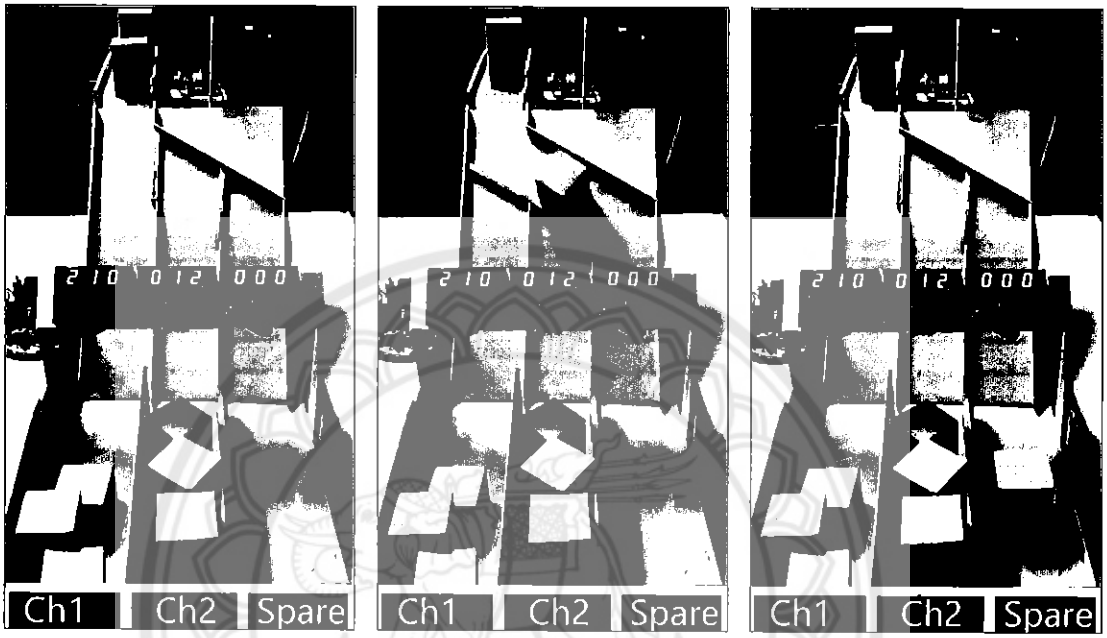
รูปที่ 4.18 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch2



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.19 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1

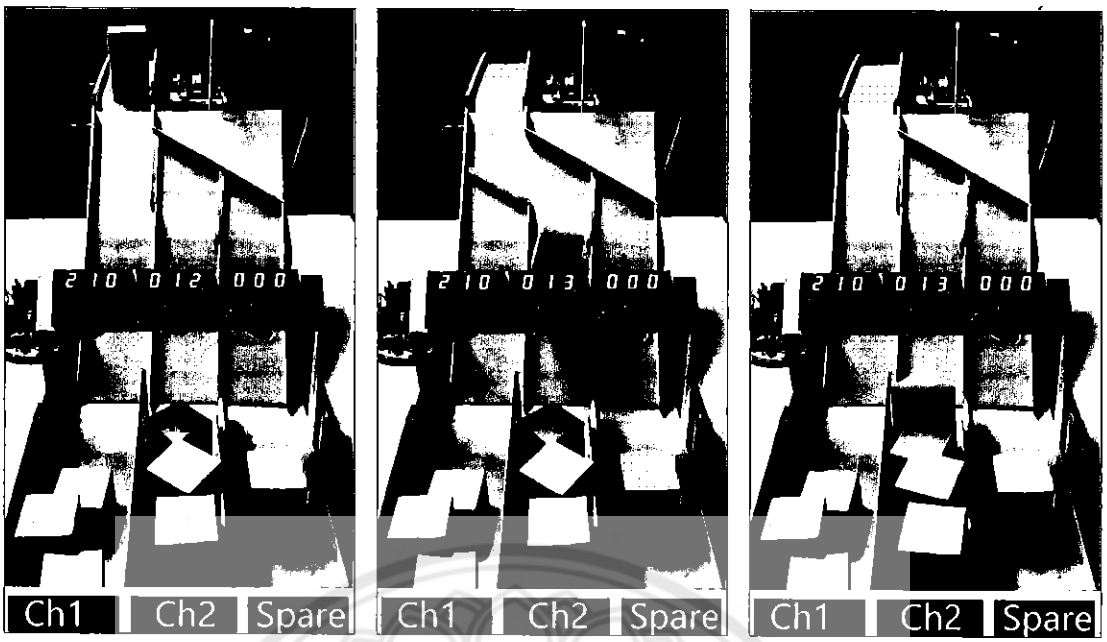
วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.20(ก) ซึ่งไม่ตรงกับเงื่อนไขทั้งสองราง เพราะมีจำนวนวัตถุขนาดกลางครบตามที่ผู้ใช้ต้องการแล้ว ดังนั้นมอเตอร์ที่ 1 และ 2 จึงหมุนไม้กั้นมาปิดราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.20(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Spare ดังรูปที่ 4.20(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Spare

รูปที่ 4.20 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare

เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.21(ก) แต่เนื่องจากวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.21(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.21(ค) และมอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

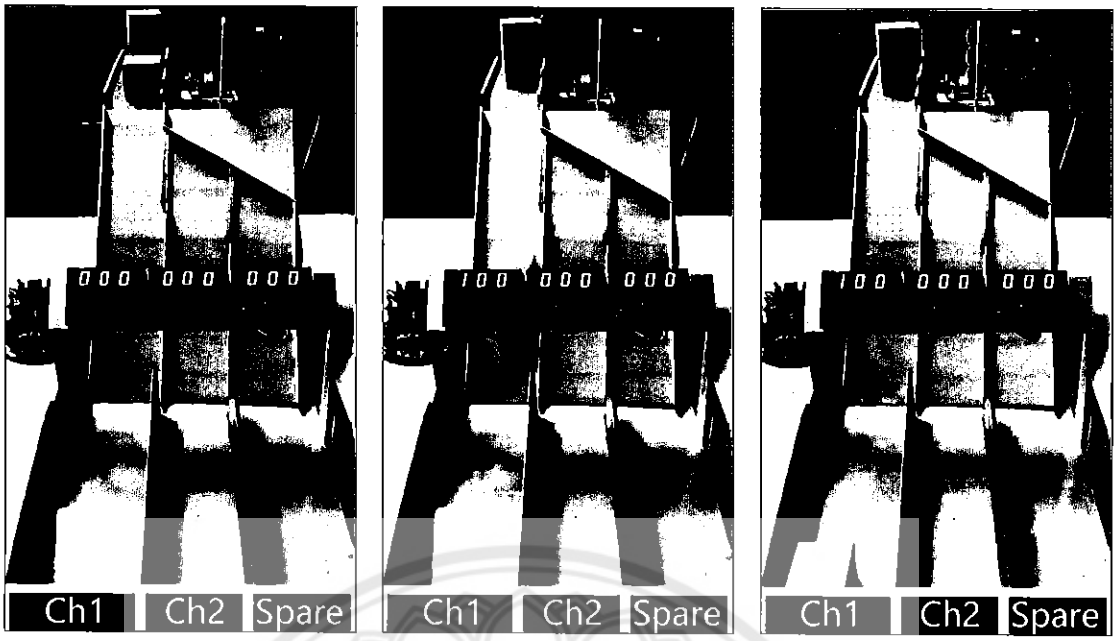


(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.21 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2

4.2.3 กรณีที่ไม่ระบุจำนวนวัตถุบางขนาดทั้งในราง Ch1 และ Ch2 ซึ่งเป็นขนาดเดียวกัน

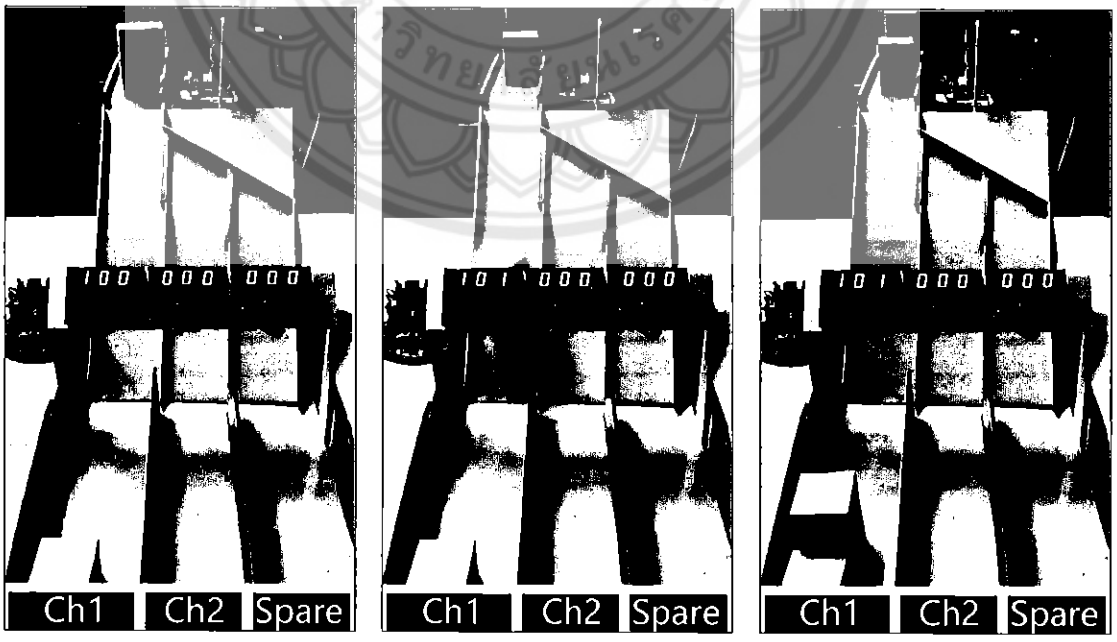
เมื่อแทนความต้องการของลูกค้าคนแรกและคนที่สองด้วยจำนวนวัตถุแต่ละขนาดที่กำหนดสำหรับราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ โดยสมมติให้สินค้าที่ทั้งสองคนไม่ต้องการนั้นเป็นขนาดเดียวกัน เช่น สินค้าขนาดกลาง ในการทดสอบกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นจึงระบุจำนวนวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ที่ต้องการในราง Ch1 และ Ch2 เท่ากับ 1, 0, 1 และ 2, 0, 1 ตามลำดับ เมื่อตรวจพบวัตถุบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.22(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองราง ดังนั้นระบบจึงคัดเลือกให้ลงราง Ch1 ก่อน ดังนั้นส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนจึงแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กใน Ch1 เพิ่มอีก 1 ดังรูปที่ 4.22(ข) จากนั้นวัตถุจะเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.22(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.22 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1

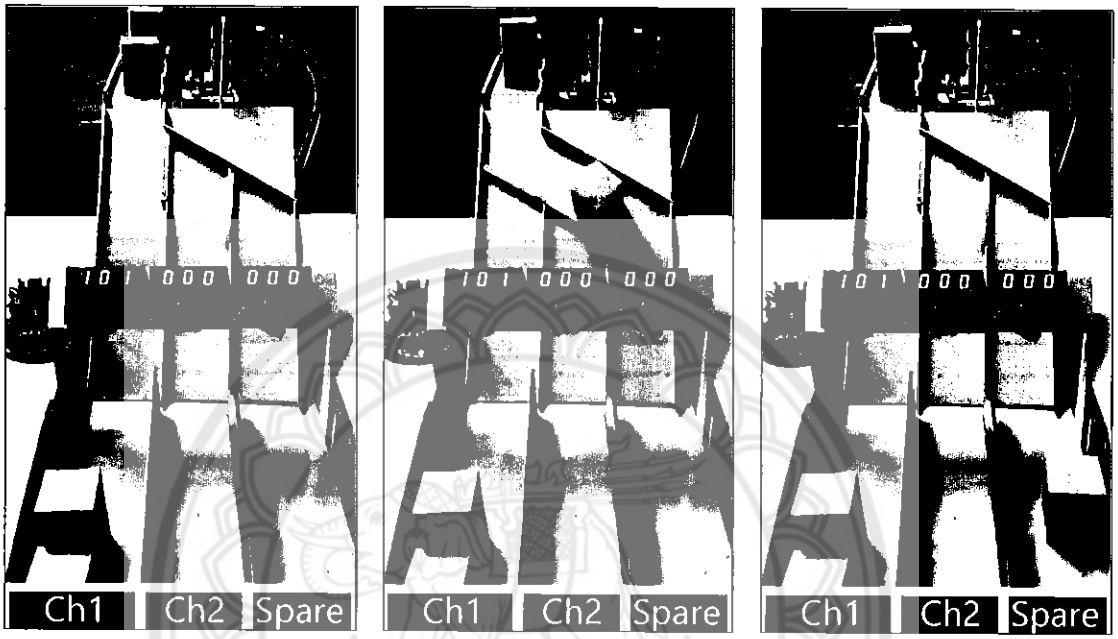
เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.23(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองราง ดังนั้นระบบจึงคัดเลือกให้ลงราง Ch1 ก่อน ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch1 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.23(ข) จากนั้นวัตถุจะเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.23(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.23 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch1

เมื่อตรวจพบว่าวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.24(ก) แต่วัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองรางเนื่องจากไม่มีความต้องการวัตถุขนาดนี้ ดังนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 จึงหมุนไม้กั้นมาปิดราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.24(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Spare ดังรูปที่ 4.24(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 จึงหมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

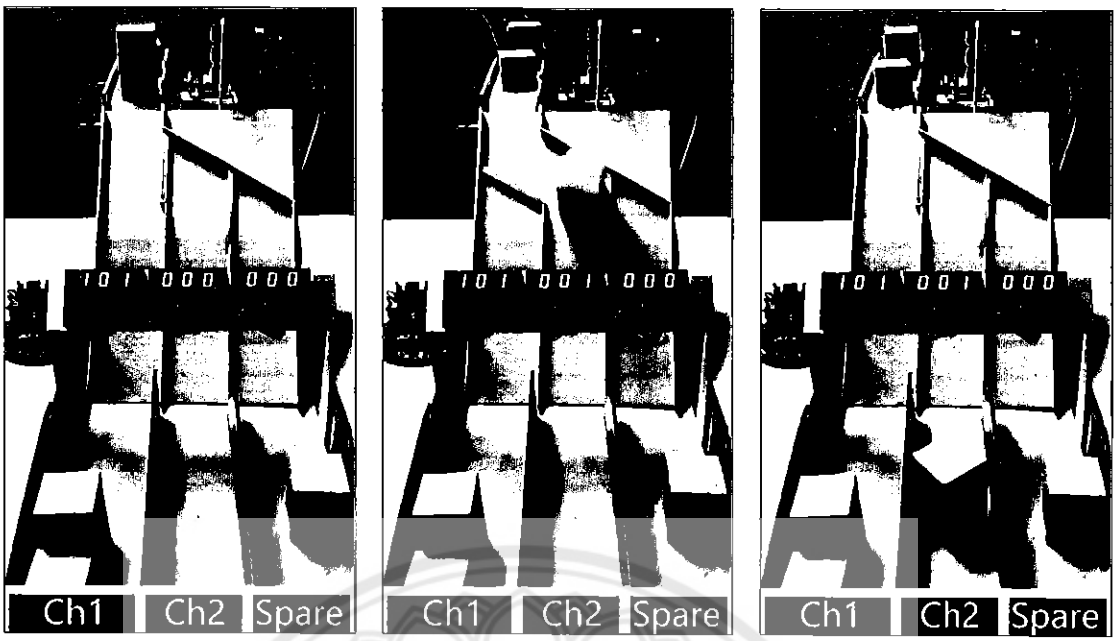


(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Spare

รูปที่ 4.24 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare

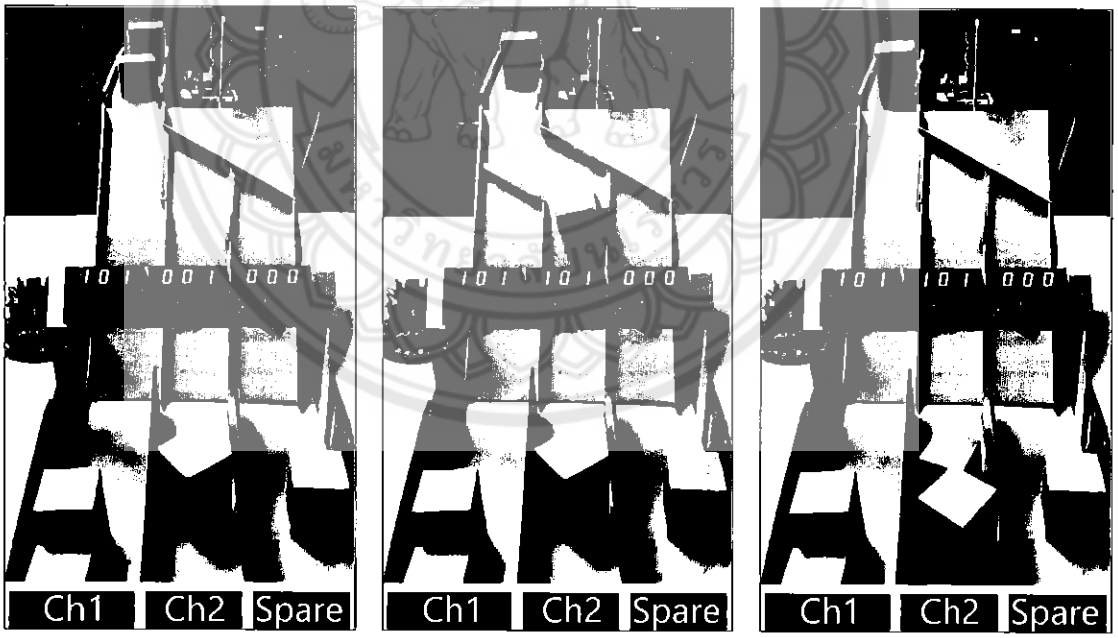
วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.25(ก) แต่เนื่องจากในราง Ch1 มีจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ครบตามที่ต้องการแล้วจึงถือว่าวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.25(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.25(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 จึงหมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.26(ก) แต่เนื่องจากในราง Ch1 มีจำนวนวัตถุขนาดเล็กครบตามที่ต้องการแล้วจึงถือว่าวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.26(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.26(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 จึงหมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

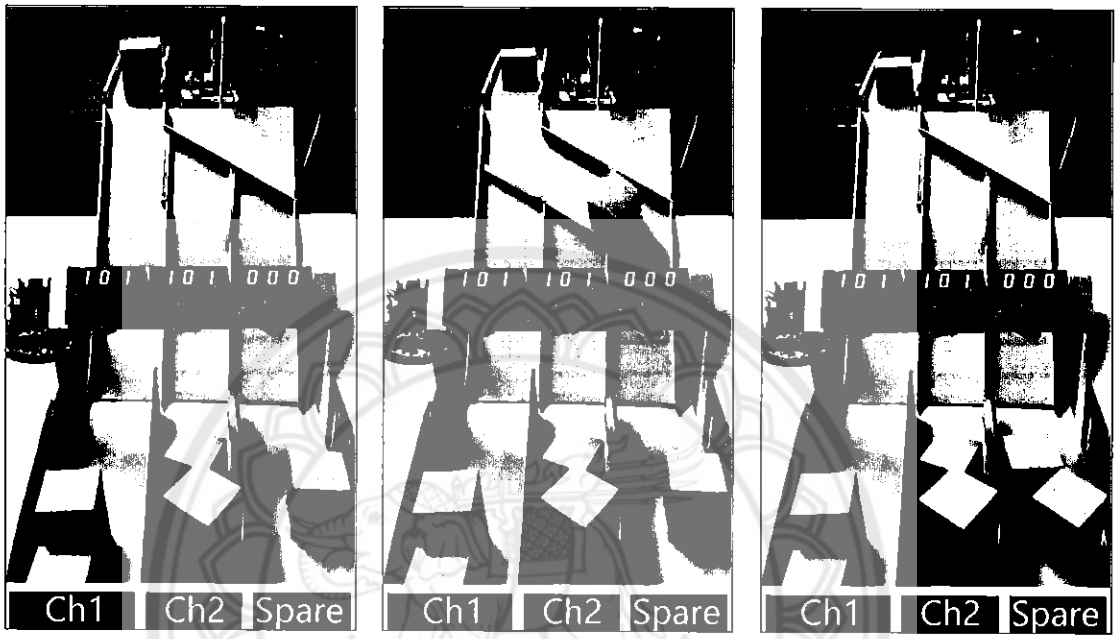
รูปที่ 4.25 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.26 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch2

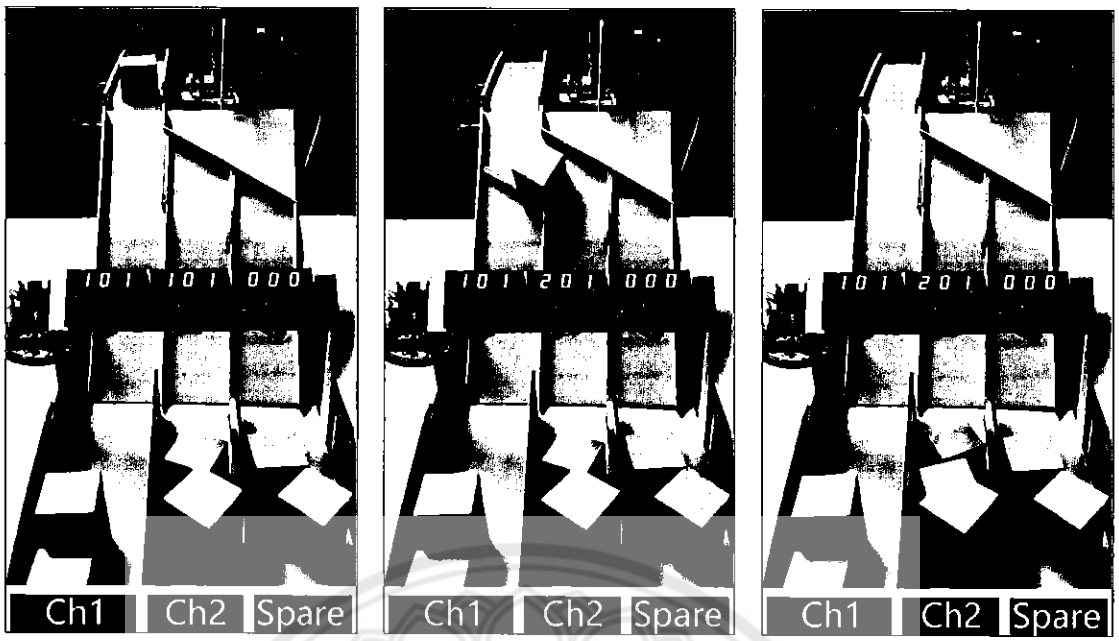
วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.27(ก) แต่วัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองรางเนื่องจากไม่มีความต้องการวัตถุขนาดนี้ ดังนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 จึงหมุนไม้กั้นมาปิดราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.27(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Spare ดังรูปที่ 4.27(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Spare

รูปที่ 4.27 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare

เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.28(ก) แต่เนื่องจากในราง Ch1 มีจำนวนวัตถุขนาดเล็กครบตามที่ต้องการแล้วจึงถือว่าวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.28(ข) ต่อมาวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.28(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

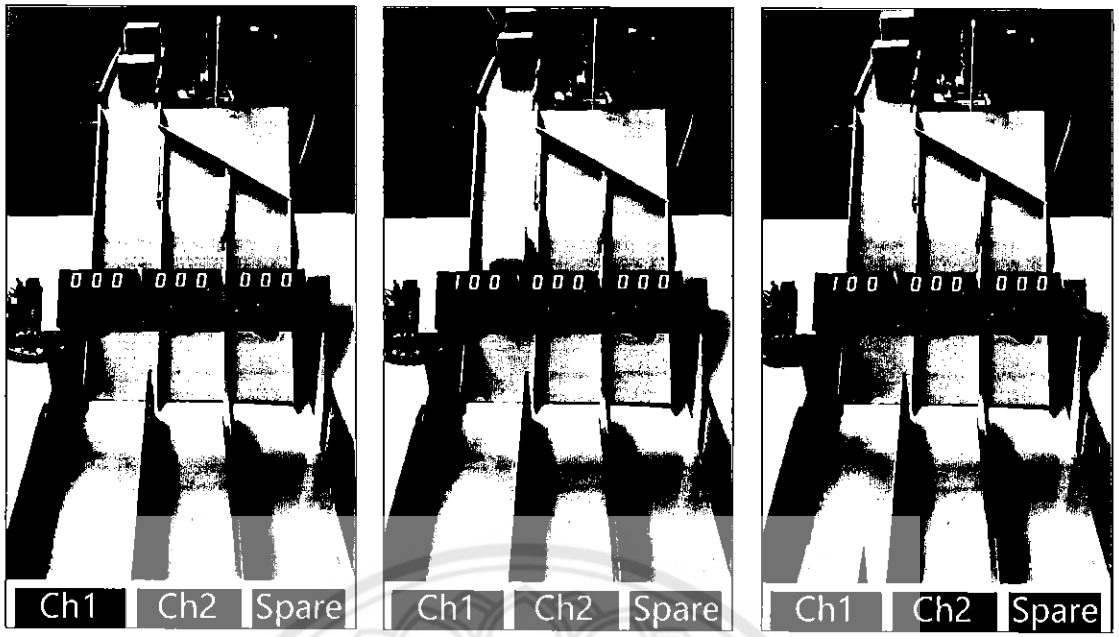


(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.28 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch2

4.2.4 การคัดเลือกวัตถุลงในราง Ch1 เพียงรางเดียว

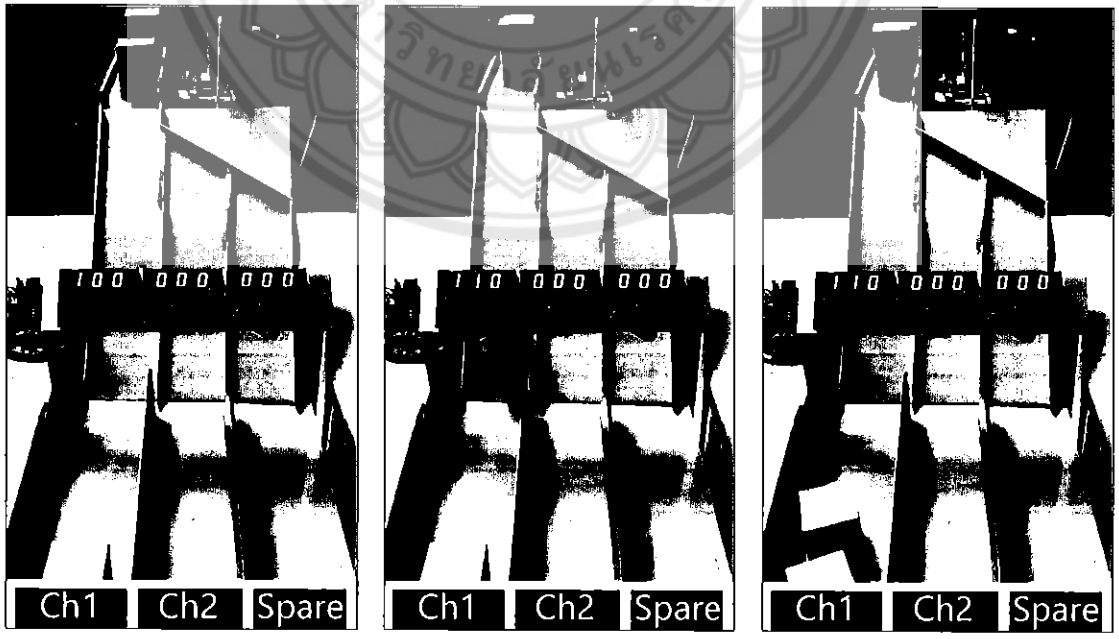
ในกรณีที่ไม่สามารถใช้งานรางคัดแยกรางใดรางหนึ่งได้ซึ่งอาจเกิดจากการชำรุดเสียหายหรืออยู่ในระหว่างการซ่อมบำรุง ระบบยังคงสามารถคัดเลือกโดยใช้งานรางที่เหลืออยู่ได้ นั้นคือในการทดสอบกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นเราสามารถใช้งานเฉพาะราง Ch1 เพียงรางเดียวได้โดยระบุจำนวนวัตถุทั้งสามขนาดที่ต้องการในราง Ch2 ให้เป็นศูนย์ เช่น กำหนดจำนวนวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ของราง Ch1 และ Ch2 เป็น 3, 1, 2 และ 0, 0, 0 ตามลำดับ เมื่อตรวจพบวัตถุบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.29(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 ดังนั้นส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch1 เพิ่มอีก 1 ดังรูปที่ 4.29(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.29(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.29 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1

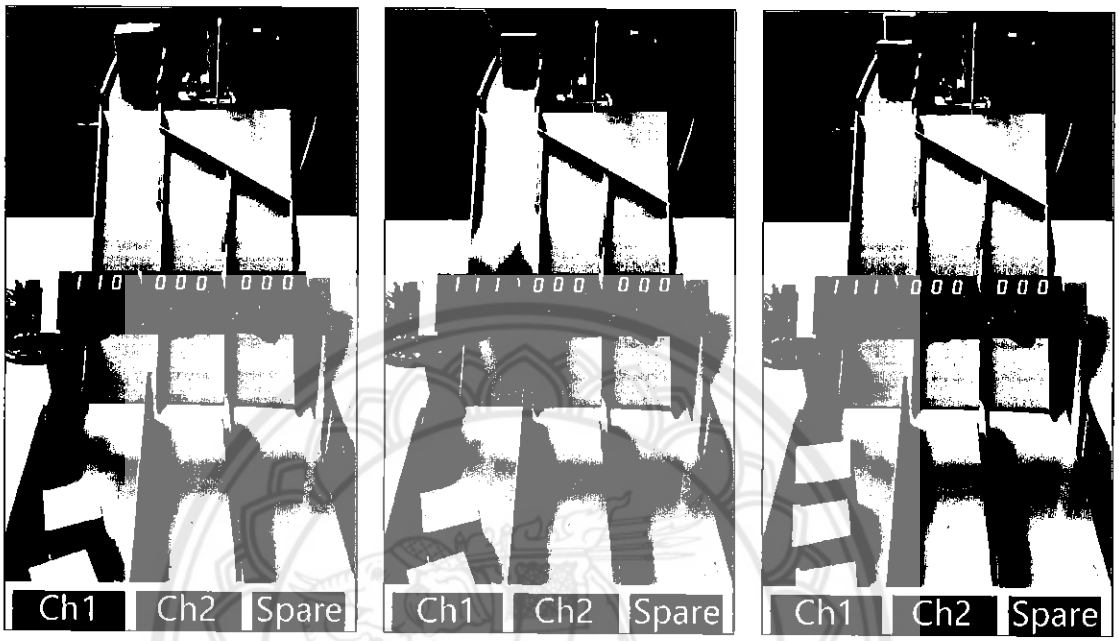
วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.30(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลางในราง Ch1ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.30(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.30(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.30 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch1

เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.31(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch1 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.31(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.31(ค)

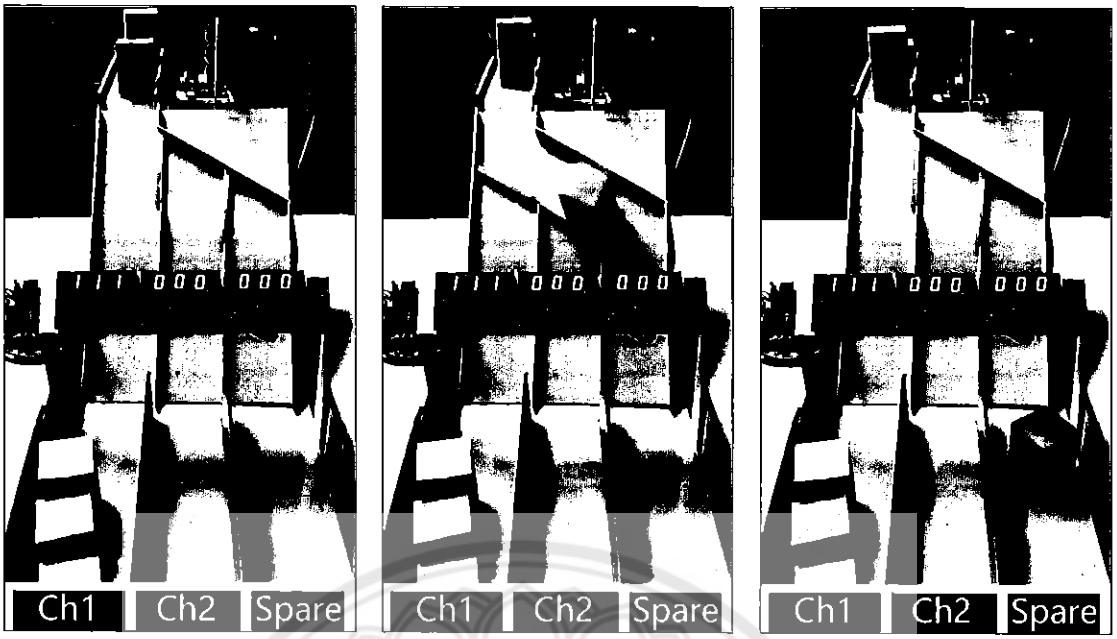


(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.31 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch1

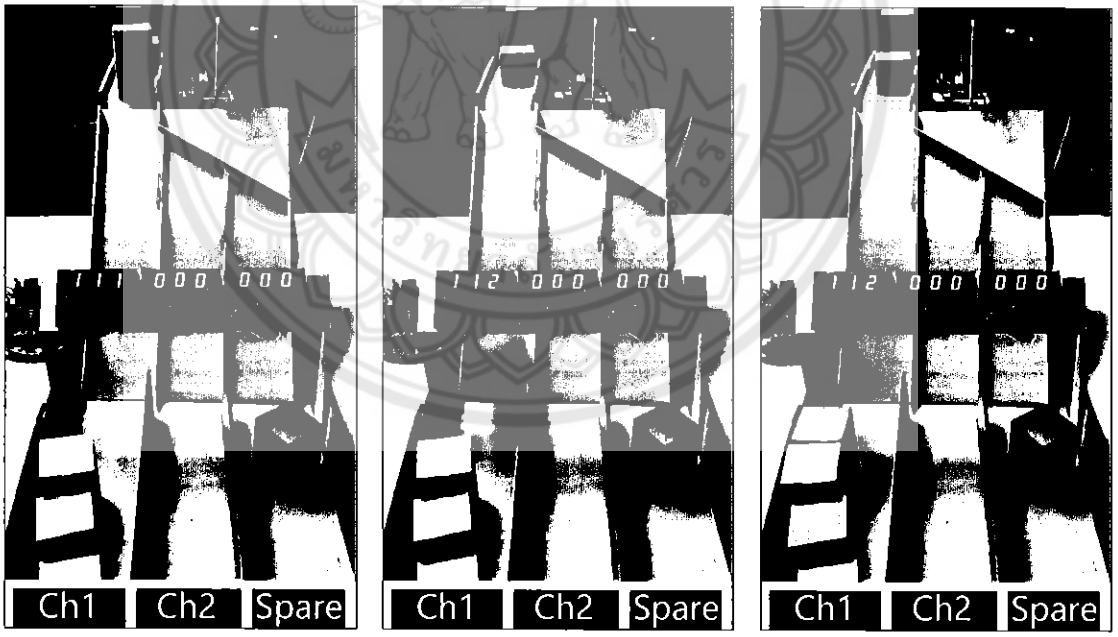
เมื่อตรวจพบวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.32(ก) แต่วัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองราง ดังนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 จึงหมุนไม้กั้นมาปิดราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.24(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Spare ดังรูปที่ 4.32(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.33(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch1 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.33(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.33(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Spare

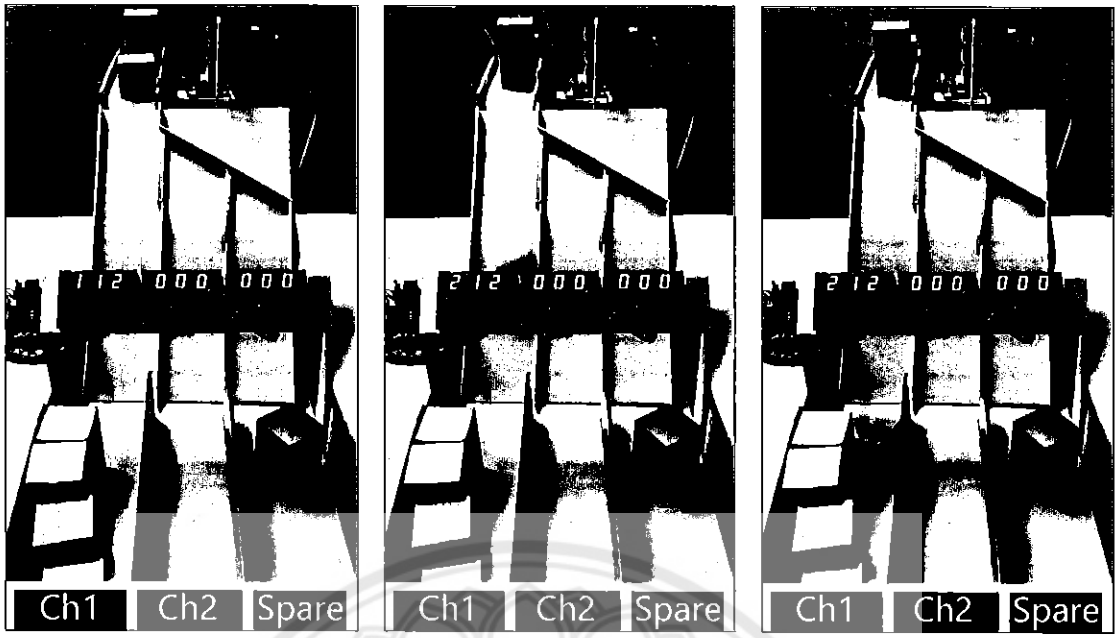
รูปที่ 4.32 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.33 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch1

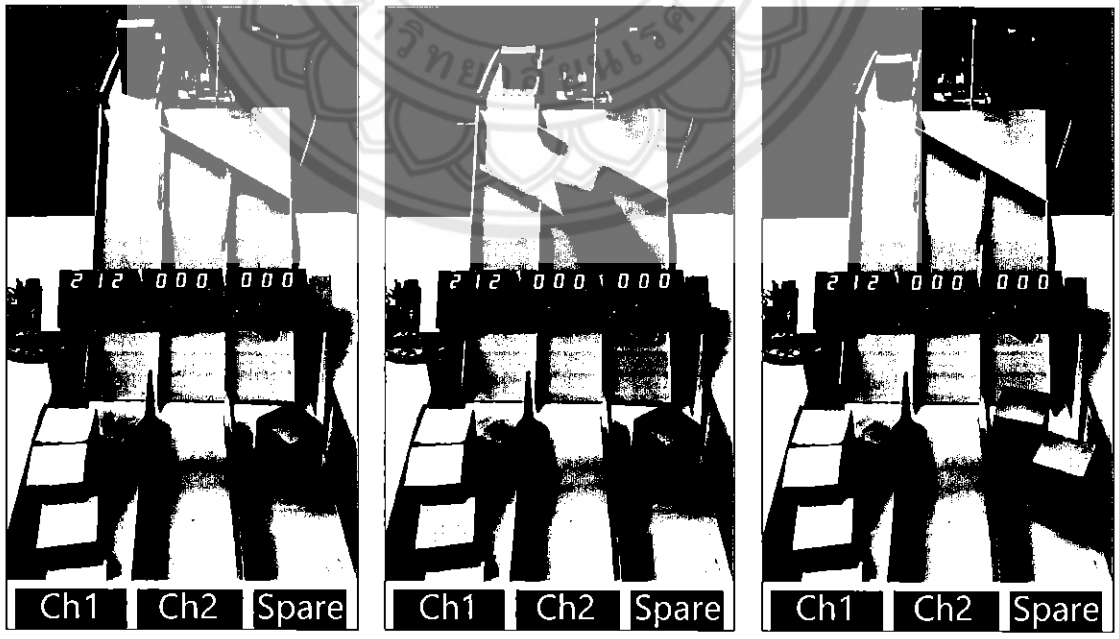
วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.34(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch1 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.34(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.34(ค)



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.34 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1

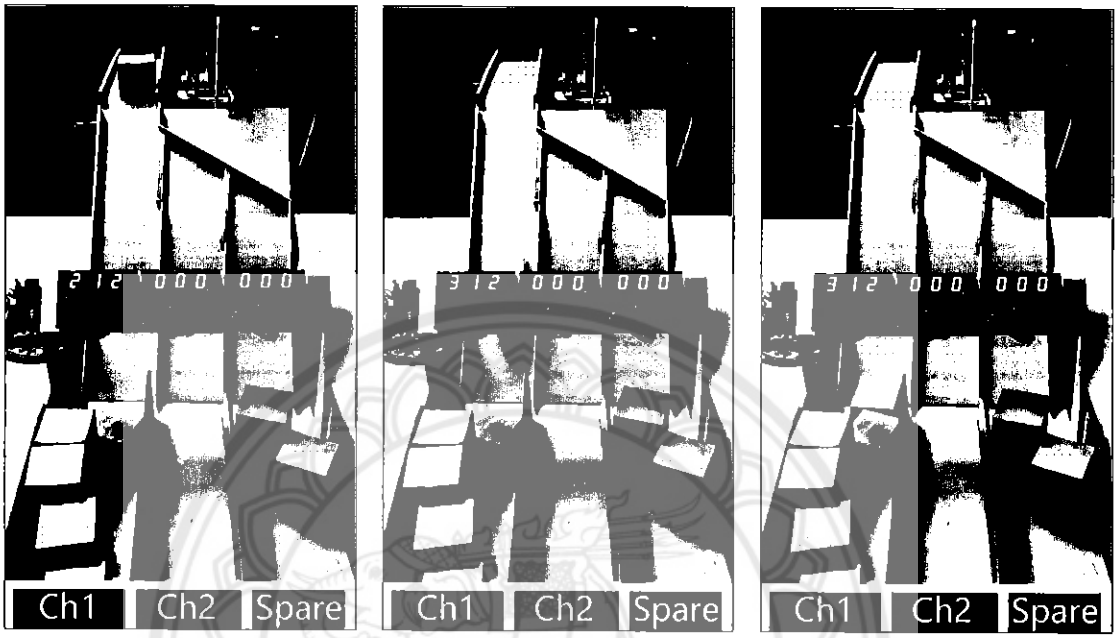
วัตถุชิ้นถัดไปมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.35(ก) ซึ่งไม่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองราง ดังนั้น มอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.35(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Spare ดังรูปที่ 4.35(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Spare

รูปที่ 4.35 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Spare

วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.36(ก) ซึ่งตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch1 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.36(ข) และวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch1 ดังรูปที่ 4.36(ค)



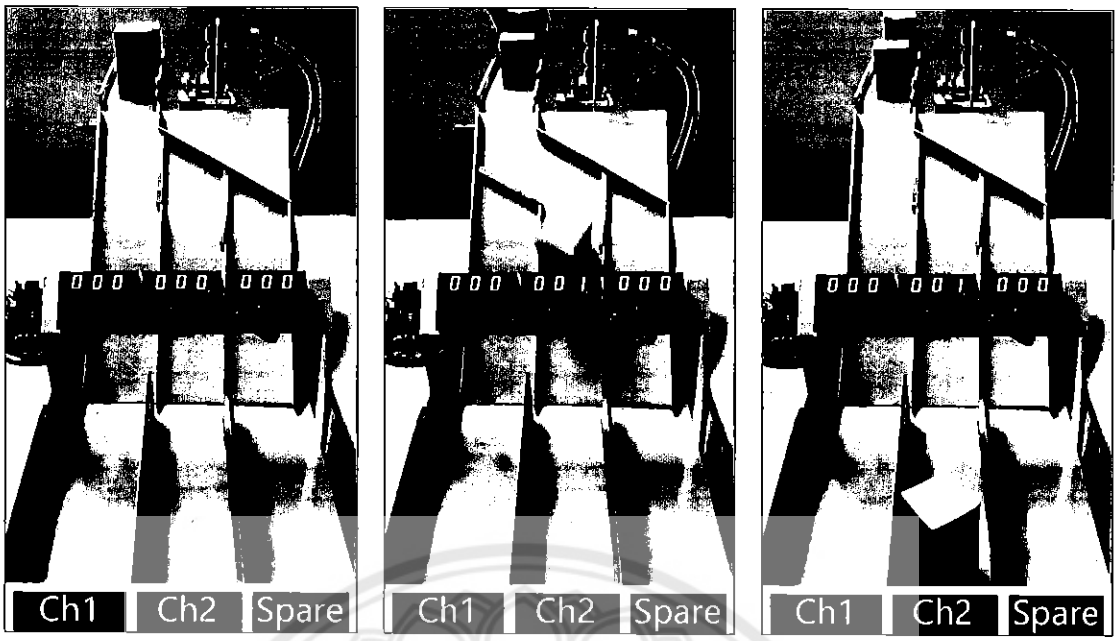
(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch1

รูปที่ 4.36 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch1

4.2.5 การคัดเลือกวัตถุลงในราง Ch2 เพียงรางเดียว

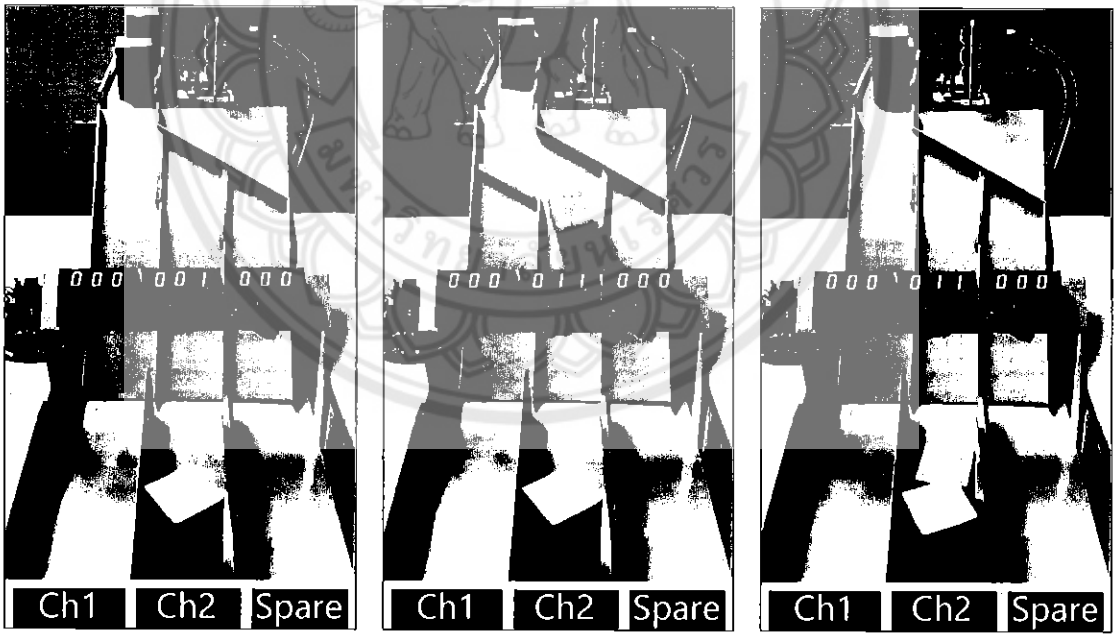
ในการทดสอบกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นเราสามารถใช้งานเฉพาะราง Ch2 เพียงรางเดียวได้โดยระบุจำนวนวัตถุทั้งสามขนาดที่ต้องการในราง Ch1 ให้เป็นศูนย์ เช่น กำหนดจำนวนวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ของราง Ch1 และ Ch2 เป็น 0, 0, 0 และ 1, 2, 3 ตามลำดับ เมื่อตรวจพบวัตถุบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.37(ก) แต่เนื่องจากวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วนจึงแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch2 เพิ่มอีก 1 ดังรูปที่ 4.37(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.37(ค) และไม้กั้นรางถูกหมุนกลับไปตำแหน่งเดิม

วัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.38(ก) เนื่องจากวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลางในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.38(ข) ต่อมาวัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.38(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

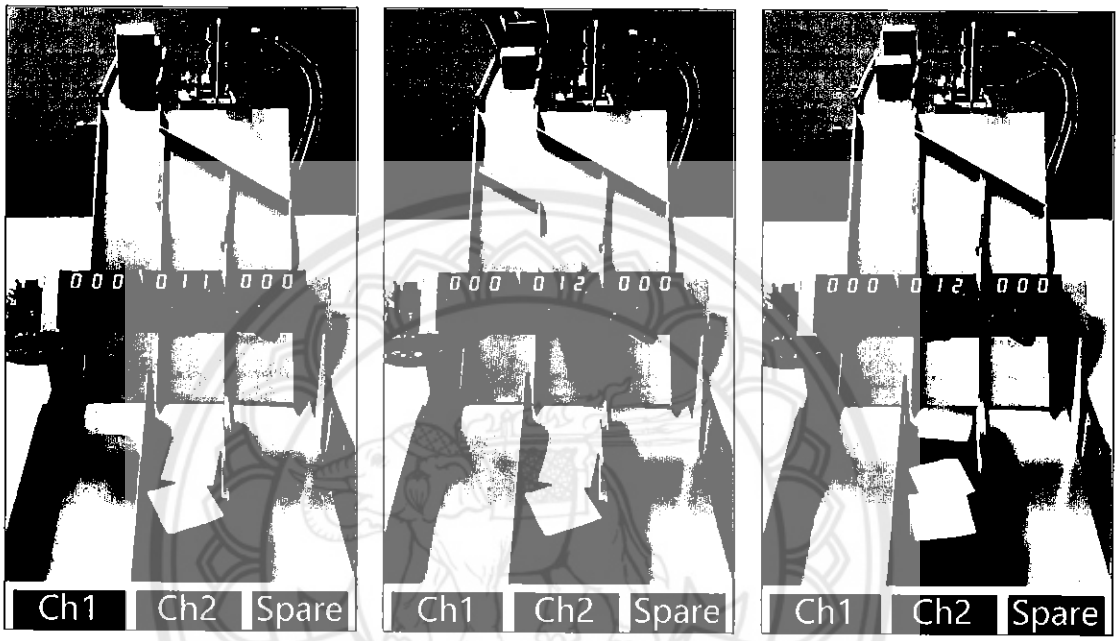
รูปที่ 4.37 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.38 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch2

เมื่อตรวจพบวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.39(ก) เนื่องจากวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้น มอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.39(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.39(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นราง กลับไปตำแหน่งเดิม

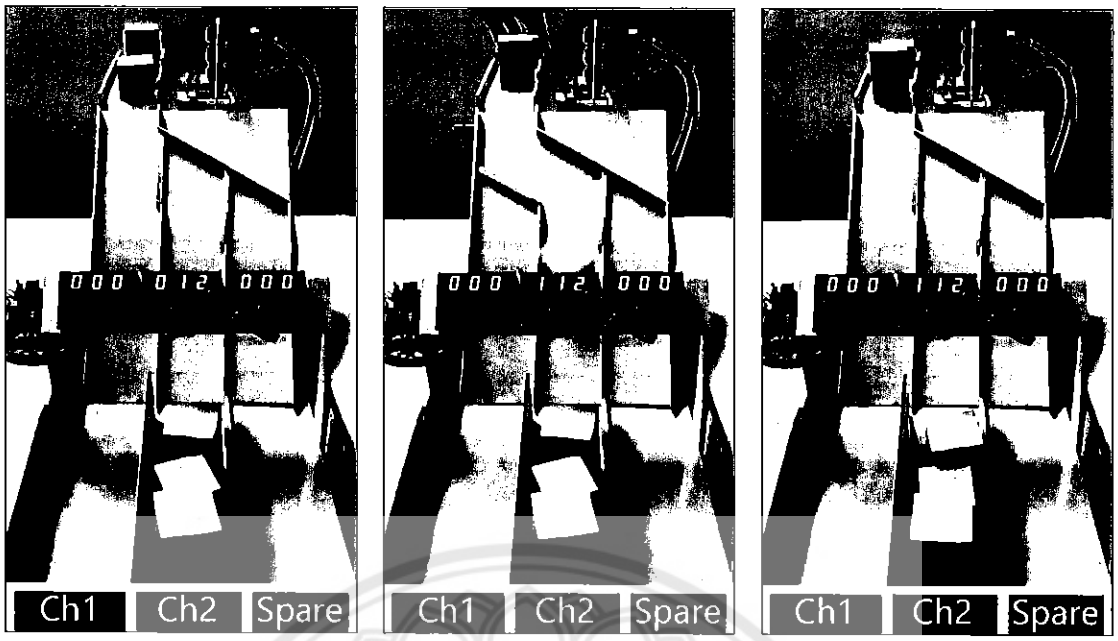


(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.39 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2

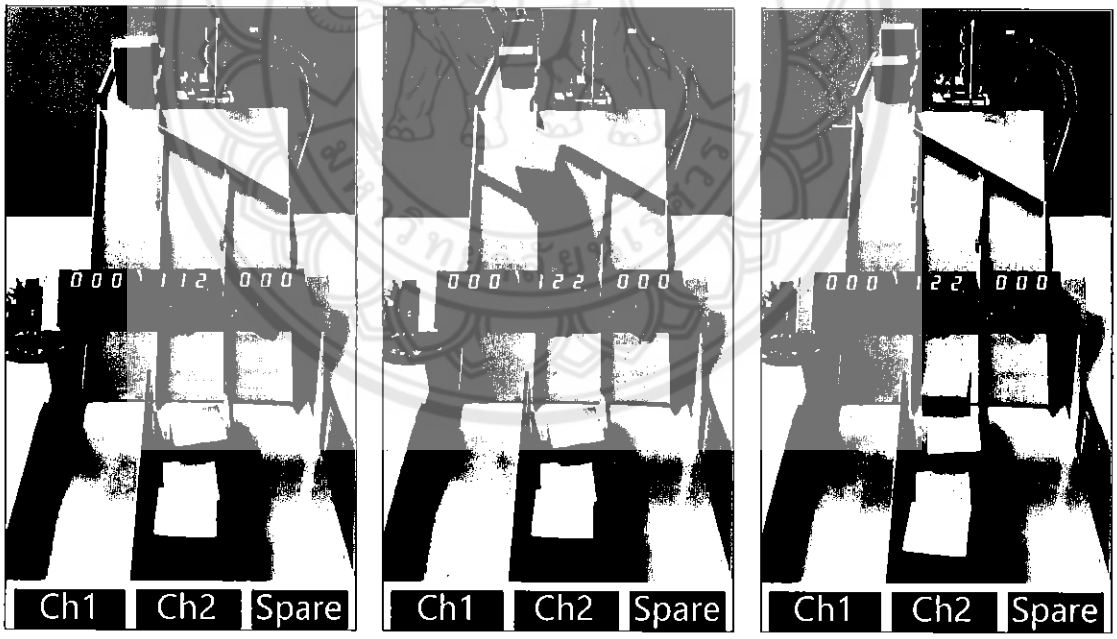
เมื่อตรวจพบวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.40(ก) เนื่องจากวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้น มอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดเล็กในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.40(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.40(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นราง กลับไปตำแหน่งเดิม

เมื่อวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.41(ก) เนื่องจากวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นมาปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดกลางในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.41(ข) ต่อมาเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.41(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นราง กลับไปตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

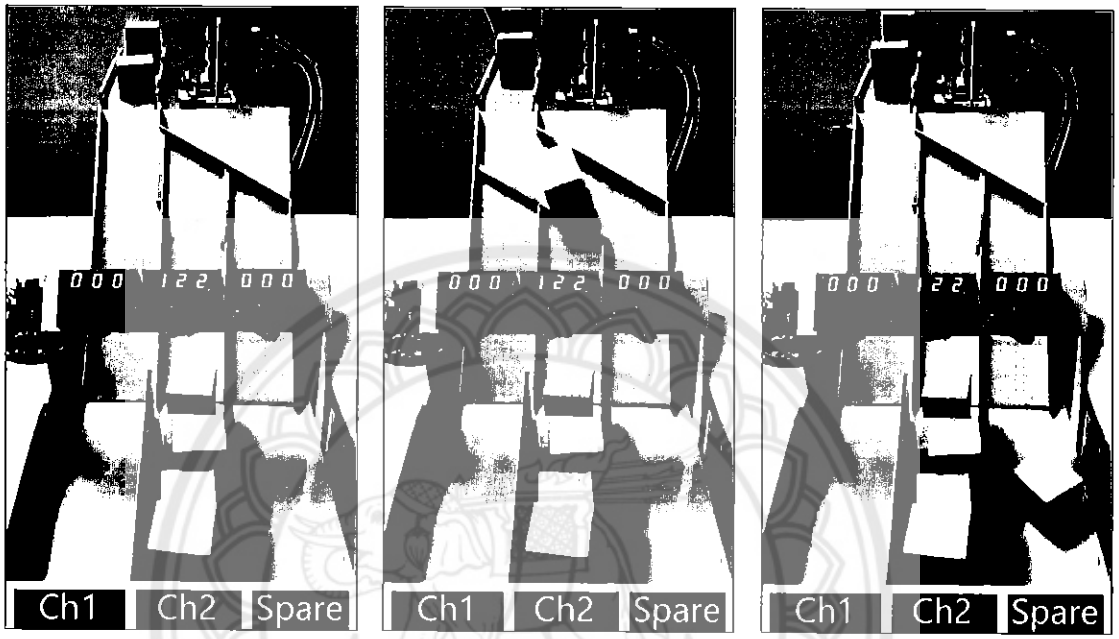
รูปที่ 4.40 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Ch2



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Ch2

รูปที่ 4.41 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Ch2

เมื่อตรวจพบว่าวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดเล็กดังรูปที่ 4.42(ก) แต่วัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองราง ดังนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 จึงหมุนไม้กั้นมาปิดราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.42(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Spare ดังรูปที่ 4.42(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

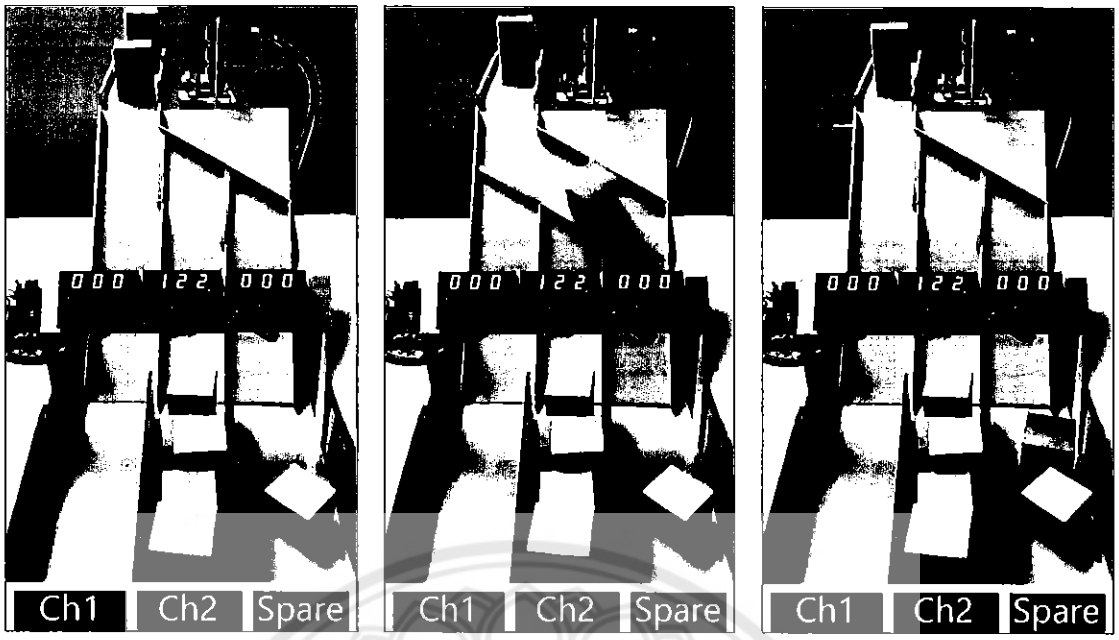


(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Spare

รูปที่ 4.42 การคัดเลือกวัตถุขนาดเล็กลงในราง Spare

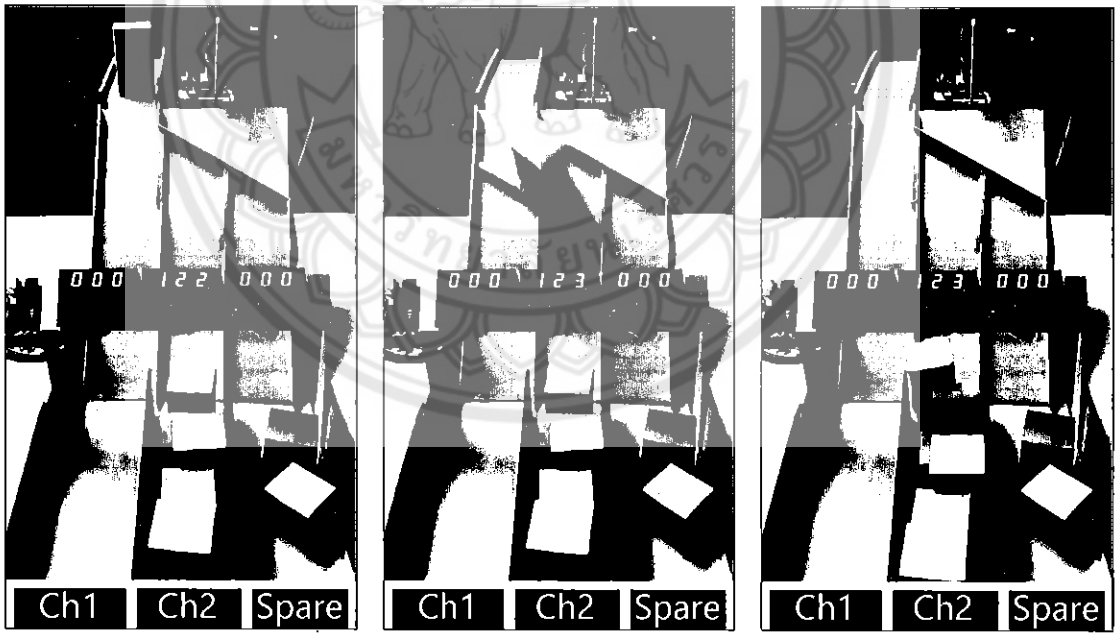
เมื่อตรวจพบว่าวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดกลางดังรูปที่ 4.43(ก) แต่วัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของทั้งสองราง ดังนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 จึงหมุนไม้กั้นมาปิดราง Ch1 และ Ch2 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.43(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Spare ดังรูปที่ 4.43(ค) จากนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 และ 2 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม

เมื่อตรวจพบวัตถุชิ้นถัดไปบนสายพานมีขนาดใหญ่ดังรูปที่ 4.44(ก) เนื่องจากวัตถุชิ้นนี้ไม่ตรงกับเงื่อนไขของราง Ch1 อย่างไรก็ตามวัตถุชิ้นนี้สอดคล้องกับเงื่อนไขของราง Ch2 ดังนั้นมอเตอร์จึงหมุนไม้กั้นปิดราง Ch1 ตัวเลขแสดงจำนวนวัตถุขนาดใหญ่ในราง Ch2 ถูกเพิ่มค่าอีก 1 ดังรูปที่ 4.44(ข) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2 ดังรูปที่ 4.44(ค) และนั้นมอเตอร์ตัวที่ 1 หมุนไม้กั้นรางกลับไปตำแหน่งเดิม



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงราง Spare

รูปที่ 4.43 การคัดเลือกวัตถุขนาดกลางลงในราง Spare



(ก) ตรวจจับขนาดวัตถุ (ข) แสดงจำนวนวัตถุ (ค) วัตถุเคลื่อนที่ลงในราง Ch2

รูปที่ 4.44 การคัดเลือกวัตถุขนาดใหญ่ลงในราง Ch2

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

หลังจากออกแบบและสร้างแบบจำลองของเครื่องคัดแยกวัตถุตามความสูง รวมทั้งได้ทดสอบการทำงานของแบบจำลองที่สร้างขึ้นจึงสรุปผลได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ในโครงงานนี้ได้ออกแบบเครื่องคัดแยกวัตถุตามความสูงโดยใช้ตัวรับรู้แบบใช้แสงในการตรวจจับวัตถุ และสร้างแบบจำลองที่มี 3 ราง เพื่อคัดแยกวัตถุขนาดเล็ก ขนาดกลาง และขนาดใหญ่ โดยใช้มอเตอร์เกียร์กระแสตรงขับเคลื่อนสายพานเพื่อนำวัตถุมายังตำแหน่งที่ติดตั้งตัวรับรู้แบบใช้แสงและใช้มอเตอร์กระแสตรงหมุนไม้กั้นรางเพื่อกำหนดเส้นทางการเคลื่อนที่ของวัตถุให้ลงในแต่ละราง โดยการทำงานของเครื่องถูกควบคุมด้วยพีแอลซีซึ่งรับสัญญาณจากตัวรับรู้เพื่อประมวลผลเป็นขนาดของวัตถุและควบคุมมอเตอร์กระแสตรงที่ขับเคลื่อนไม้กั้นรางทั้งสองรวมทั้งแสดงจำนวนวัตถุแต่ละขนาดในแต่ละรางด้วยส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน แบบจำลองที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ 2 แบบวิธีคือ แบบวิธีการคัดแยกและแบบวิธีการคัดเลือก

ในแบบวิธีการคัดแยกนั้นวัตถุแต่ละชิ้นถูกคัดแยกให้เคลื่อนที่ลงในแต่ละรางที่สอดคล้องกับขนาดของวัตถุตามที่ได้กำหนดไว้ จำนวนของวัตถุในแต่ละรางถูกแสดงด้วยส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน สำหรับการทำงานในแบบวิธีการคัดเลือก ผู้ใช้สามารถกำหนดจำนวนวัตถุแต่ละขนาดที่ต้องการในราง Ch1 และ Ch2 โดยวัตถุแต่ละขนาดจะถูกคัดเลือกให้ลงราง Ch1 จนครบตามจำนวนที่ระบุก่อนคัดเลือกให้ลงราง Ch2 เสมอ จำนวนของวัตถุแต่ละขนาดในรางทั้งสองถูกแสดงด้วยส่วนแสดงผลแบบ 7 ส่วน ในขณะที่ราง Spare ถูกกำหนดไว้เพื่อเก็บรวบรวมวัตถุที่ไม่ตรงกับเงื่อนไขสำหรับราง Ch1 และ Ch2 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าแบบจำลองของเครื่องคัดแยกวัตถุตามความสูงที่สร้างขึ้นสามารถทำงานได้ถูกต้องตามเงื่อนไขที่กำหนดในทั้งสองแบบวิธี

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

1) ข้อจำกัดในด้านจำนวนพอร์ตอินพุตและคำสั่งตัวนับของพีแอลซีที่ใช้ในโครงงานนี้ทำให้สามารถเชื่อมต่อใช้งานกับสวิตช์ตัวเลขได้เพียง 4 ตัว เพื่อกำหนดจำนวนวัตถุได้ระหว่าง 0 ถึง 3 ดังนั้นถ้าต้องการกำหนดจำนวนวัตถุที่มากกว่า 3 ชิ้นจำเป็นต้องเปลี่ยนใช้พีแอลซีที่มีจำนวนพอร์ตอินพุตและคำสั่งตัวนับมากขึ้นร่วมกับการใช้แป้นตัวเลขซึ่งอาจเป็นแบบปุ่มกดหรือแบบจอสัมผัส

2) ในกรณีที่ไฟดับระบบไม่สามารถทำงานต่อได้และตัวเลขจำนวนวัตถุแต่ละขนาดจะถูกปรับตั้งใหม่รวมถึงเกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ภายในระบบดังนั้นต้องมีระบบจ่ายไฟสำรอง

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

1) การเพิ่มจำนวนตัวรับรู้แบบใช้แสงและออกแบบการติดตั้งเพื่อให้สามารถตรวจจับได้ทั้งความกว้าง ความยาว และความสูงของวัตถุรวมทั้งพัฒนาโปรแกรมเพื่อให้พีแอลซีสามารถแยกแยะขนาดของวัตถุในเชิงปริมาตรได้

2) การเพิ่มรายละเอียดในการแสดงผลให้สามารถแสดงจำนวนสินค้าแต่ละขนาดในแต่ละรางหรือจำนวนสินค้าแต่ละขนาดที่ลูกค้าแต่ละคนต้องการได้มากขึ้นและมีข้อความกำกับเพื่อให้ผู้ใช้เข้าใจง่ายขึ้น รวมถึงแสดงสถานะการทำงานของระบบ การแจ้งเตือนฉุกเฉิน โดยใช้พีแอลซีที่มีจำนวนพอร์ตอินพุตและเอาท์พุตเพิ่มมากขึ้นและใช้จอแอลซีดีเป็นส่วนแสดงผล

3) ติดตั้งระบบจ่ายไฟสำรองเพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่องและป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ในระบบ

เอกสารอ้างอิง

[1] Tgcontrol, "ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่อง พีแอลซี", สืบค้นเมื่อวันที่ 23 ตุลาคม 2559 จาก http://www.tgcontrol.com/news/articles.

[2] บริษัท เอ็นเอชเค สปริง (ประเทศไทย) จำกัด, จาก"เอกสาร คู่มือการใช้งานพีแอลซีเบื้องต้น", สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2559.

[3] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, "เซนเซอร์ ทรานสดิวเซอร์และการใช้งาน", กรุงเทพฯ, สำนักพิมพ์ห้างหุ่นส่วนสามัญสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, 2552.

[4] Aduino, "คุณสมบัติของตัวรับรู้แบบใช้แสง", สืบค้นเมื่อวันที่ 26 ตุลาคม 2559 จาก https://www.arduino.in.th/product/318/infrared-distance-sensor-e18-d80nk.

[5] บริษัท เมเซอร์โทรนิกซ์ จำกัด, จาก http://www.9engineer.com, สืบค้นเมื่อ 25 ตุลาคม 2559

[6] ไชชาญ หินเกิด "เครื่องกลไฟฟ้า 1", บริษัทประชาชน, กรุงเทพฯ, 2537.

[7] www.rmutphysics.com/charud/scibook/electric4/topweek9.htm, สืบค้นเมื่อ 26 ตุลาคม 2559.

[8] Muhammad H. Rashid, " Power Electronics Circuits, Devices and Applications" , Pearson Education, Inc., Third Edition, 2004.

ภาคผนวก ก

รายละเอียดข้อมูลของพีแอลซีย่ี่ห้อ MITSUBISHI รุ่น FX-1S

1. Introduction

This manual covers the hardware installation instructions for the FX1s Series Programmable (Logic) Controller.

Table 1.1: AC Power, Relay Output Units

MODEL	INPUT		OUTPUT		POWER SUPPLY	DIMENSIONS mm (inches)			MASS (WEIGHT) kg (lbs)
	QTY	TYPE	QTY	TYPE					
FX1s-10MR-ES/UL	6	24V DC Sink / Source	4	Relay	85 - 264 VAC	60 (2.37)	90 (3.55)	75 (2.96)	0.30 (0.66)
FX1s-14MR-ES/UL	8		6						
FX1s-20MR-ES/UL	12		8			75 (2.96)			0.40 (0.88)
FX1s-30MR-ES/UL	16		14			100 (3.94)			0.45 (0.99)

Table 1.2: AC Power Transistor Output Units

MODEL	INPUT		OUTPUT		POWER SUPPLY	DIMENSIONS mm (inches)			MASS (WEIGHT) kg (lbs)
	QTY	TYPE	QTY	TYPE					
FX1s-10MT-ESS/UL	6	24V DC Sink / Source	4	Transistor (Source)	85 - 264 VAC	60 (2.37)	90 (3.55)	75 (2.96)	0.3 (0.66)
FX1s-14MT-ESS/UL	8		6						
FX1s-20MT-ESS/UL	12		8			75 (2.96)			0.4 (0.88)
FX1s-30MT-ESS-UL	16		14			100 (3.94)			0.45 (0.99)

Table 1.3: DC Power, Relay Output Units

MODEL	INPUT		OUTPUT		POWER SUPPLY	DIMENSIONS mm (inches)			MASS (WEIGHT) kg (lbs)
	QTY	TYPE	QTY	TYPE					
FX1s-10MR-DS	6	24V DC Sink / Source	4	Relay	24 VDC +10, -15%	60 (2.37)	90 (3.55)	49 (1.93)	0.22 (0.48)
FX1s-14MR-DS	8		6						
FX1s-20MR-DS	12		8			75 (2.96)			0.30 (0.66)
FX1s-30MR-DS	16		14			100 (3.94)			0.35 (0.77)

Table 1.4: DC Power Transistor Output Units

MODEL	INPUT		OUTPUT		POWER SUPPLY	DIMENSIONS mm (inches)			MASS (WEIGHT) kg (lbs)
	QTY	TYPE	QTY	TYPE					
FX1s-10MT-DSS	6	24V DC [illegible]	4	Transistor [illegible]	24 VDC +10, - 15%	60 (2.37)	90 (3.55)	49 (1.93)	0.22 (0.48)
FX1s-14MT-DSS	8		6						
FX1s-20MT-DSS	12		8			75 (2.96)			0.30 (0.66)
[illegible]SS	[illegible]		[illegible]			100 (3.94)			0.35 (0.77)

1.1 [redacted]

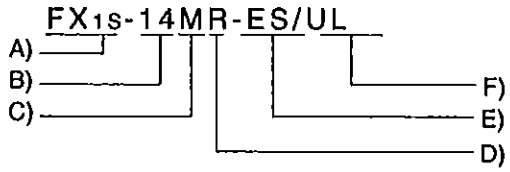


Table 1.6: Model Table

A)		PLC type: [redacted]
B)		Total number of I / O channels
C)		Unit type
	[redacted]	[redacted]
		Output type
D)	R	Relay
	[redacted]	[redacted]

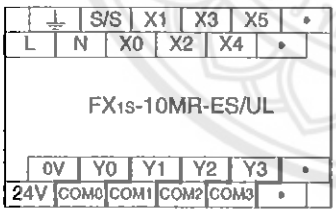
		Features
E)	Omit	AC Power Supply, Japanese specification
	[redacted]	[redacted]
	DS	DC Power Supply, World specification, Relay Output, CE & UL Registered
	DSS	DC Power Supply, World specification, DC source transistor output, CE & UL Registered
	ES	AC Power Supply, World specification, relay output
	ESS	AC Power Supply, World Specification, DC Source Transistor Output
F)	UL	CE, UL registered product

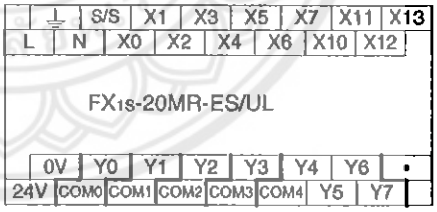
2. Terminal Layouts

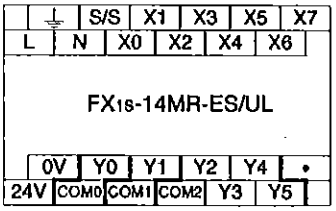
The following selection of terminal layouts are taken from the FX1S product range.
Note: All layouts are schematic only and are intended to aid in the creation of wiring diagrams.

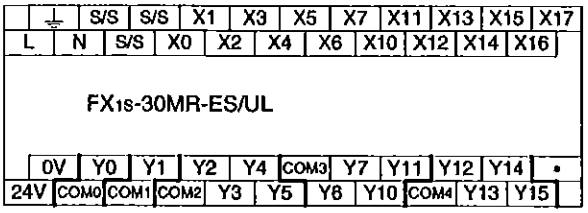
2.1 FX1S-**MR-ES/UL

Figure 2.1: Terminal Layouts, Relay Outputs, AC Power









3. Installation Notes

The installation of FX1S products has been designed to be safe and easy. When the products associated with this manual are used as a system or individually, they must be installed in a suitable enclosure. The enclosure should be selected and installed in accordance to the local and national standards.

3.1 Product Outline

Figure 3.1: Features of the FX1S PLC

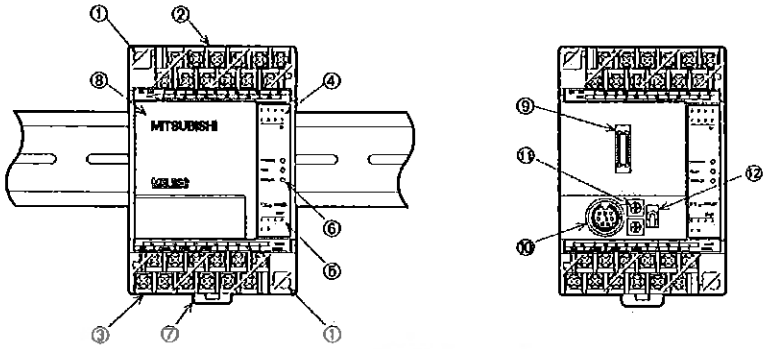


Table 3.1: Feature Table

1	Direct Mounting Holes (4.5 mm<0.17"> Diameter)	7	DIN Rail Mounting Clip
2	Input Terminals (24V DC) and Power Supply Terminals	8	Top Cover
3	Output Terminals and Power Supply Source Terminals	9	Optional Equipment port - Memory Cassette, FX1N-232, 422, 485, 8AV, and CNV BDs, FX1N-5DM
4	Input LED Status Indicators	10	Programming Port
5	Output LED Status Indicators	11	Analog Trim Pots. D8030 read from VR1, the top trim pot. D8031 read from VR2, the bottom trim pot.
6	DIN Rail Mounting Groove (35mm Width)	12	Run/Stop Switch

3.2 FX1S RUN/STOP Control

RUN or STOP of the FX1S can be controlled by:

❶The RUN/STOP switch mounted next to the programming port.

❷A standard input (X0 to X17) defined by the system parameters.

❸Remotely from a personal computer or other programming peripheral.

Note:The FX1S RUN/STOP switch works in parallel with the RUN input terminal. Please refer to Table 3.2.

During remote operation the FX1S RUN/STOP status is determined by the most recently operated control.
E.g. If the RUN/STOP switch is in RUN and a remote STOP is made from a personal computer, the PLC can only be restarted with the RUN/STOP switch by first moving the switch to STOP and then back to RUN.

Figure 3.2: RUN/STOP Input Wiring Diagram

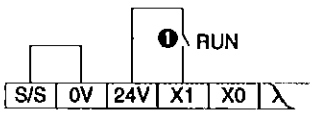


Table 3.2: Run Status Table

RUN/STOP SWITCH	❶ RUN INPUT TERMINAL	FX1S MPU STATUS
✔	✔	RUN
✔	✘	RUN
✘	✘	STOP
✘	✔	RUN

3.3 General Specifications

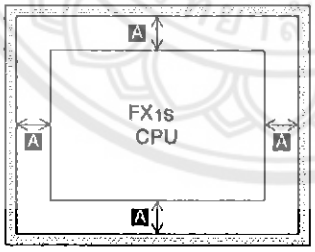
Table 3.3: General Specifications

Item	Description
Operating Temperature	0 to 55 °C (32 to 131 °F)
Storage Temperature	-20 to 70 °C (-4 to 158 °F)
Operating Humidity	35 to 85% Relative Humidity, No condensation
Storage Humidity	35 to 90% Relative Humidity, No condensation
Vibration Resistance - Direct Mounting	Conforms to EN 68-2-6; 10 - 57 Hz: 0.075 mm Half Amplitude 57 - 150 Hz: 9.8 m/s^2 Acceleration Sweep Count for X, Y, Z: 10 times (80 min. in each direction)
Vibration Resistance - DIN Rail Mounting	Conforms to EN 68-2-6; 10 - 57 Hz: 0.035 mm Half Amplitude 57 - 150 Hz: 4.9 m/s^2 Acceleration Sweep Count for X, Y, Z: 10 times (80 min. in each direction)
Shock Resistance	Conforms to EN 68-2-27: 147m/s^2 Acceleration, Action Time: 11 ms 3 times in each direction X, Y, and Z
Noise Immunity	1000 Vp-p, 1microsecond, 30 - 100 Hz, tested by noise simulator
Dielectric Withstand Voltage	AC PSU: 1500 VAC > 1 min., tested between all points, terminals, and ground
	DC PSU: 500 VAC > 1 min., tested between all points, terminals and ground
Insulation Resistance	5 MΩ > at 500 V DC, tested between power terminals and ground
Ground	Grounding resistance 100Ω or less
Certification	UL/cUL (UL508)
EC Directive	EMC(EN61000-6-2, EN50081-2), LVD(EN61010-1)

3.4 PLC Mounting Arrangements

To prevent a rise in temperature, mount the units to walls. Never mount them to the floor or ceiling of an enclosure.

Figure 3.3: PLC Mounting Diagram



A > 50mm(1.97 inches)

3.5 DIN Rail Mounting

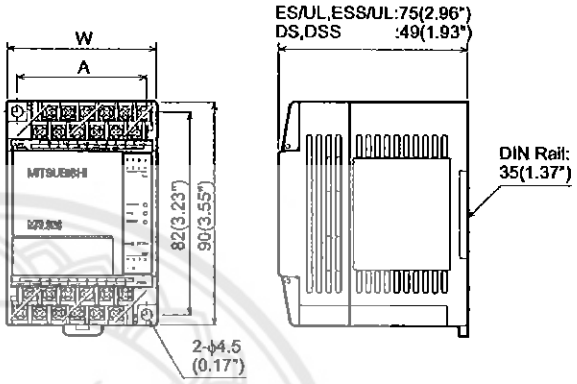
Units can be snap mounted to 35mm(1.37") DIN rail (DIN EN 50022). To release, pull the spring loaded clips away from the rail and slide the unit off and up.

3.6 Direct Mounting

Table 3.4: Hole positions

UNIT		mm ± 0.2	Inches ± 0.01
		[illegible]	(0.32")
FX1S-10M☆	2-Ø (↔)	52	2.05
FX1S-14M☆		52	2.05
FX1S-20M☆		67	2.64
[illegible]		[illegible]	[illegible]

Ø = 4.5 mm (0.17")



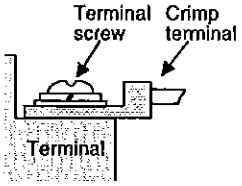
3.7 Termination of Screw Terminals

Terminal screws should be tightened to between 0.5 to 0.8 N·m. Terminal screws must be secured to prevent a loose connection thus avoiding a malfunction.
The terminal screws for the FX1S Series PLC are M3.0. The crimp style terminal (see Figure 3.4 and 3.6) is suitable for use with these screws and should be fitted to the cable for wiring.
When installing 1 or 2 crimp terminals to a terminal, see explanation Figure 3.5 and 3.7.
However, 3 crimp terminals or more should not be installed to a single terminal.

1) Handle the crimp terminal of the following size when 1 wire is used per terminal. Refer to Figure 3.5 for installation instructions.

Figure 3.4: Crimp Terminal for M3 Screws

Figure 3.5: Installing 1 wire Per a Terminal



2) Handle the crimp terminal of the following size when 2 wires are used per terminal. Refer to Figure 3.7 for installation instructions.

Figure 3.6: Crimp Terminal for M3

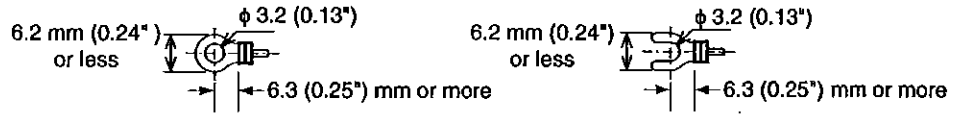
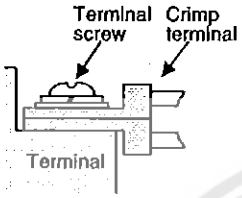


Figure 3.7: Installing 2 Wires Per a Terminal



4.4 Power Supply Characteristics

Table 4.1: AC Input Power Requirements, FX1S-**M*-ES/UL, ESS/UL

Description	FX1S-10M	FX1S-14M	FX1S-20M	FX1S-30M
Power supply	100 - 240V AC, +10% -15%, 50/60 Hz			
Max. allowable momentary power failure period	10ms; if less than 10ms, the PLC will continue operation. If 10ms or more, the PLC will shut down			
Fuse (size) rating	250V 1.0A			
In-rush current	100V AC - Max. 15A for 5ms 200V AC - Max. 25A for 5ms			
Power consumption	19W*1	19W*1	20W*1	21W*1
24V DC Service Supply	400 mA			

*1 Includes the input current (5 or 7mA per point).

Table 4.2: DC Input Power Requirements, FX1S-**M*-DS, DSS

Description	FX1S-10M	FX1S-14M	FX1S-20M	[illegible]
Power supply	24 V DC +10% -15%			
Max. allowable momentary power failure period	5 ms; If less than 5 ms, the PLC will continue operation. If 5 ms or more, the PLC will shut down			
Fuse rating	0.8A			
In-rush current	15A for 0.1 ms			
Power consumption*1	6W	6.5W	7W	[illegible]

*1 Includes the input current (5 or 7mA per point).

5. Inputs

5.1 24V DC Input Specifications

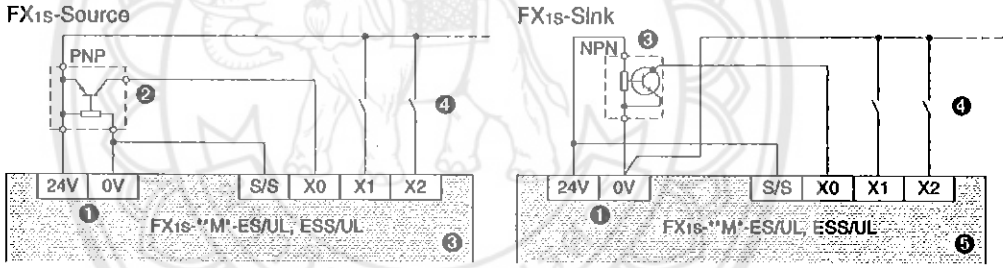
Table 5.1: FX1s Input Specifications

		FX1s Main Unit	
		X0 - X7	X10 - X17
Input voltage		24V DC +/- 10%	
Input current		24V DC, 7mA	24V DC, 5mA
Input switching current	OFF → ON	>4.5mA	>3.5mA
	ON → OFF	<1.5mA	
Response time		10ms (default)	
Variable response time		0 - 15ms for X000-X017 via use of the FX1s digital filter.	
Circuit isolation		Photocoupler	
Operation indication		LED is lit	

5.2 Wiring Diagrams

5.2.1 Input Wiring

Figure 5.1: Input Wiring Diagrams



❶	24V DC Service Supply
❷	PNP Sensor
❸	NPN Sensor
❹	Input Device Contact
❺	FX1s Controller Main Body

6. Outputs

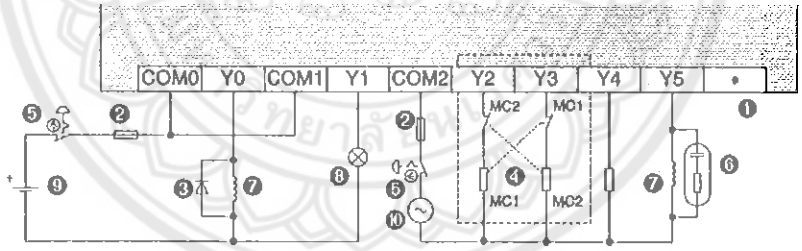
6.1 Output Specifications

Table 6.1: Output Specifications

Description		Relay Output	Transistor Output
Switched voltages (resistive load)		≤ 240V AC, ≤ 30V DC	5 - 30V DC
Rated current / N points (resistive load)		2A/1 point, 8A/COM	0.5A/1 point, 0.8A/COM
Max. Inductive load		80VA, 120/240 VAC, See table 6.2 for more details	12W/24V DC
Max. Lamp load (tungsten load)		100W (1.17A/85V AC, 0.4A/250V AC)	0.9W/24V DC
Minimum load		When supply voltage < 5V DC allow at least 2mA flow	-
Response time (approx.)	OFF → ON	10ms	< 0.2ms; <5µs (Y0,Y1 only)
	ON → OFF	10ms	< 0.2ms (I > 0.2 A); <5µs (Y0,Y1 only)
Circuit isolation		By Relay	PhotoCoupler
Open circuit current leakage		-	0.1mA/30V DC
Operation indication		LED is lit when coil is energized	
Output protection	Internal device	None	
	Outside device (Fuse)	Rated value according to the load.	

6.2 Relay Output Example

Figure 6.1: Typical Relay Wiring Diagram



❶	Do not use this terminal
❷	Fuse
❸	Reverse-current protection diode (See section 6.4)
❹	External Mechanical Interlock
❺	Emergency Stop
❻	Surge abxorber (0.1µF capacitor + 100-120Ω resistor) (See section 6.4)

❼	Inductive load
❽	Incandescent Lamp
❾	DC Power Supply
❿	AC Power Supply

7.10 Device List

Table 7.9: Device List

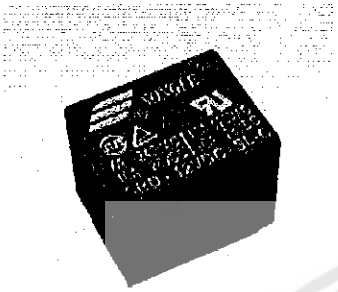
Device Type		Specification	Remarks
Program capacity		2k steps by FX1S internal EEPROM or 2k steps by FX1N-EEPROM-8L	
I/O configuration		Max total I/O set by Main Processing Unit	
Auxiliary relay (M coils)	General	384 points	M0 to M383
	Latched (EEPROM backed-up)	128 points	M384 to M511
	Special	256 points	From the range M8000 to M8255
State relays (S coils)	Latched (EEPROM backed-up)	128 points	S0 to S127
	Initial	10 points (subset)	S0 to S9
Timers (T)	100 msec	63 points Range: 0 to 3,276.7 sec	T0 to T62
	10 msec	31 points Range: 0 to 327.67 sec	T32 to T62 when special M coil M8028 is driven ON
	1 msec	1 point Range: 0.001 to 32.767 sec	T63

Device Type		Specification	Remarks
Counters (C)	General	16 points Range: 1 to 32,767 counts	C0 to C15 Type: 16 bit up counter
	Latched (EEPROM backed-up)	16 points Range: 1 to 32,767 counts	C16 to C31 Type: 16 bit up counter
High speed counters (C) Max. 6 points	1 phase	Range: -2,147,483,648 to +2,147,483,647 counts General rule: Select counter combinations with a combined counting frequency of 60kHz or less. Note; all counters are latched (EEPROM backed-up) If high speed counter is used with the HSCS or HSCR instruction, a combined counting frequency of 30kHz or less.	C235 to C240, 6 points
	1 phase c/w start stop input		C241to C245, 5 points
	2 phase		C246 to C250, 5 points
	A/B phase		C251 to C255, 5 points

ภาคผนวก ข
รายละเอียดข้อมูลของรีเลย์

SONGLE RELAY

松乐继电器 ® SONGLE RELAY	RELAY ISO9002	SRD



1. MAIN FEATURES

- Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- UL,CUL,TUV recognized.
- Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
- Sealed types available.
- Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.

(Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

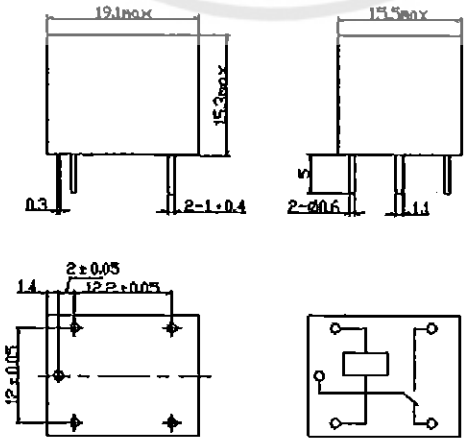
3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil sensitivity	Contact form
SRD	03、05、06、09、12、24、48VDC	S:Sealed type	L:0.36W	A:1 form A
				B:1 form B
		F:Flux free type	D:0.45W	C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CH0052885-2000	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CH0036746-99	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R9933789	10A/240VAC 28VDC

5. DIMENSION(unit:mm) DRILLING(unit:mm) WIRING DIAGRAM



6. COIL DATA CHART (AT20°C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) ±10%	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
	48	48	7.5	6400				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

7. CONTACT RATING

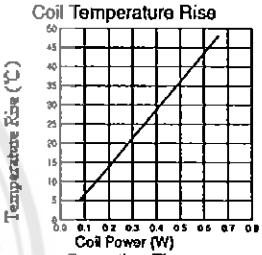
Item \ Type	SRD	
	FORM C	FORM A
Contact Capacity Resistive Load (cosΦ=1)	7A 28VDC 10A 125VAC 7A 240VAC	10A 28VDC 10A 240VAC
Inductive Load (cosΦ=0.4 L/R=7msec)	3A 120VAC 3A 28VDC	5A 120VAC 5A 28VDC
Max. Allowable Voltage	250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force	800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material	AgCdO	AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

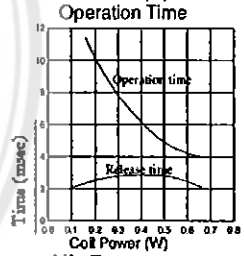
Item \ Type	SRD
Contact Resistance	100mΩ Max.
Operation Time	10msec Max.
Release Time	5msec Max.
Dielectric Strength Between coil & contact Between contacts	 1500VAC 50/60HZ (1 minute) 1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance	100 MΩ Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching Mechanically Electrically	 300 operation/min 30 operation/min
Ambient Temperature	-25°C to +70°C
Operating Humidity	45 to 85% RH
Vibration Endurance Error Operation	 10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm 10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock Endurance Error Operation	 100G Min. 10G Min.
Life Expectancy Mechanically Electrically	 10^7 operations. Min. (no load) 10^5 operations. Min. (at rated coil voltage)
Weight	abt. 10grs.

9.REFERENCE DATA

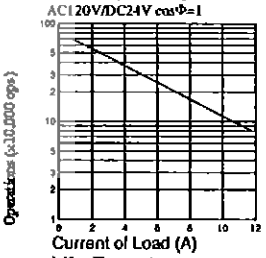
Coil Temperature Rise



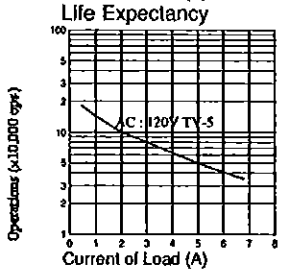
Operation Time



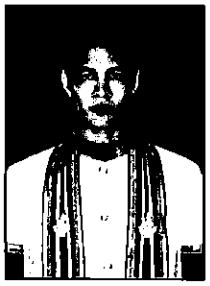
Life Expectancy



Life Expectancy



ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน



ชื่อ นายกฤษฎา โพธา
ภูมิลำเนา 16/1 หมู่ 1 ต.บางกระทุ่ม อ.บางกระทุ่ม จ.พิษณุโลก
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสามง่ามชนูปถัมภ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **kitsadap56@email.nu.ac.th**

ชื่อ นายจิรายุ ใจลังกา
ภูมิลำเนา 30 หมู่ 7 ต.ป่าสัก อ.เมืองลำพูน จ.ลำพูน
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนกาวิละวิทยาลัย
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **jirayuja56@email.nu.ac.th**

ชื่อ นายโยธิน ศฤงคาร
ภูมิลำเนา 127 หมู่ 1 ต.บ้านปง อ.สูงเม่น จ.แพร่
ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนสูงเม่นชนูปถัมภ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: **yotins56@email.nu.ac.th**