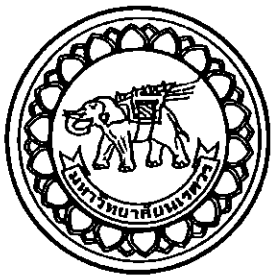


การประยุกต์ใช้พีแอลซีสำหรับการถ่ายภาพอะแด็ปเตอร์การ์ด

APPLICATION OF THE PLC FOR TAKING

THE ADAPTER CARD PICTURES

นายพรหมมินทร นุ่มมาก รหัส 51361650

นายวีรพัฒน์ หมื่นศรีชัย รหัส 51361735

นายคณิต ตรแก้ว รหัส 51364231

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 12 พ.ย. 2555
เลขทะเบียน 16074686
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร W291 ร 2554

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2554

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

ชื่อหัวข้อโครงงาน การประยุกต์ใช้พีแอลซีสำหรับการถ่ายภาพอะแค็ปเตอร์การ์ด

ผู้ดำเนินโครงงาน นายพรหมมินทร นุ่มมาก รหัส 51361650
นายวีรพัฒน์ หมื่นศรีชัย รหัส 51361735
นายคณิต ศรแก้ว รหัส 51364231

ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. สุชาติ แย้มเม่น

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2554

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงงาน
(ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. สุชาติ แย้มเม่น)

.....กรรมการ
(ดร. แคทรียา สุวรรณศรี)

.....กรรมการ
(ดร. มุฑิตา สงฆ์จันทร์)

ชื่อหัวข้อโครงงาน	การประยุกต์ใช้พีแอลซีสำหรับการถ่ายภาพอะแค็ปเตอร์การ์ด
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายพรหมมินทร นุ่มมาก รหัส 51361650
	นายวีรพัฒน์ หมื่นศรีชัย รหัส 51361735
	นายคณิต ศรแก้ว รหัส 51364231
ที่ปรึกษาโครงงาน	ผู้ช่วยศาตราจารย์ ดร. สุชาติ แย้มเม่น
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2554

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอการพัฒนาโปรแกรมพีแอลซีซึ่งใช้สำหรับการควบคุมการทำงานของแขนกลขนาดเล็กสองแกนสำหรับติดตั้งกล้องโทรทัศน์วงจรปิดเพื่อใช้งานแทนการมองด้วยตาเปล่าโดยการแสดงผลภาพเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลที่สามารถนำไปพัฒนาให้รองรับระบบจัดเก็บฐานข้อมูลภาพเพื่อให้สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง และนำมาเป็นกรณีศึกษา วิเคราะห์หาแนวทางในการลดจำนวนการเกิดสิ่งผิดปกติที่อะแค็ปเตอร์การ์ด ขั้นตอนการตรวจสอบเริ่มจากตัวพีแอลซีส่งสัญญาณออกมาควบคุมการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์สองตัว ตัวแรกใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ในแกนนอนโดยลิเนียร์สไลด์ไกด์ และตัวที่สองควบคุมการทำเคลื่อนที่ในแกนตั้งโดยบอลสกรูว์ เมื่อมอเตอร์ทั้งสองตัวหยุดตรงตำแหน่งที่ต้องการ กล้องที่ติดกับแขนกลจะดำเนินการถ่ายภาพอะแค็ปเตอร์การ์ด จากนั้นแสดงผลภาพอะแค็ปเตอร์การ์ดบนหน้าจอมอนิเตอร์

จากผลการทดลองการทำงานของแขนกลขนาดเล็กพบว่าสามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่กำหนดไว้ได้อย่างแม่นยำ และสามารถแสดงผลภาพอะแค็ปเตอร์การ์ดบนหน้าจอมอนิเตอร์ได้ชัดเจนทุกตำแหน่งแม้ว่ามีค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งกล้องเล็กน้อยรวมถึงยังสามารถใช้บันทึกภาพภาพอะแค็ปเตอร์การ์ดในรูปแบบภาพดิจิตอล

Project title	Application of the PLC for Taking Pictures of the Adapter Card		
Name	Mr. Prommintorn	Nummak	ID. 51361650
	Mr. Weerapat	Munsrichai	ID. 51361735
	Mr. Khanit	Sornkaew	ID. 51364231
Project advisor	Assistant Professor Suchart Yammen, Ph.D.		
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic year	2011		

Abstract

This project presents the development of the programmable logic controller (PLC), which is used to control the operation of a small two-axis robotic arm with installation of a closed circuit television (CCTV) for looking instead of the naked eye and displaying with a digital image. The digital image can be developed to store the image database, to retrieve historical image and to be a case study for analyzing ways to reduce the case of the abnormal adapter card. The checking step begins with the PLC sending a signal to control two stepping motors. The first one is used to control horizontal movement with linear slide guides and the second one is used to control vertical movement with the ball screw. The attached camera to the robotic arm will take an adapter card when both the two motors stop at the desired location. Next, the adapter card is displayed on the monitor screen.

From the experimental results with operation of the small robot, it was found that the developed robot can move to the precisely desired location, it can clearly display the adapter card image on the monitor screen every position in spite of having the slightly small error of the camera position, and the robot is also used to store an adapter card image in the format of a digital image.

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากความช่วยเหลือจากหลายๆฝ่ายด้วยกัน คณะผู้ดำเนินโครงงานจึงขอถือโอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร. สุชาติ แย้มเม่น ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานและให้ความกรุณาในการตรวจสอบโครงงานและเนื้อหาในรูปเล่มปริญญานิพนธ์ให้งานออกมาดีที่สุด รวมถึงให้คำปรึกษา คำแนะนำ และให้ความรู้ในการทำโครงงาน ผู้ดำเนินโครงงานขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงและขอระลึกถึงความกรุณาของท่านตลอดไป

ขอขอบพระคุณ ดร.มุทิตา สงฆ์จันทร์ และดร.แคทรียา สุวรรณศรี ซึ่งเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงงานที่ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทาง และข้อคิดเห็นต่างๆที่เป็นประโยชน์ในโครงงานนี้ ทำให้โครงงานออกมาสมบูรณ์แบบยิ่งขึ้น

ขอขอบพระคุณ ดร.นิพัทธ์ จันทรมินทร์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้รับผิดชอบรายวิชาโครงงานวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ในการพิมพ์รูปเล่มปริญญานิพนธ์ รวมถึงแก้ไขปรับปรุงให้รูปเล่มปริญญานิพนธ์ให้ถูกต้องตามหลักการพิมพ์และการเย็บเล่มปริญญานิพนธ์

ขอขอบคุณ นายประทีป สังข์แป้น ซึ่งเป็นนิสิตปริญญาโทที่ให้ความรู้ในการทำโครงงานนี้ โดยเป็นความรู้ที่นอกเหนือไปจากที่ได้เรียนมา อีกทั้งยังให้คำปรึกษา แนะนำต่างๆที่ได้เป็นประโยชน์อย่างมากในการทำโครงงาน อีกทั้งยังให้ยืมอุปกรณ์ต่างๆในการทำโครงงานนี้ คณะผู้จัดทำโครงงานจึงขอขอบคุณเป็นอย่างสูง

และขอขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ต่างๆตลอดระยะเวลา 4 ปี ซึ่งเป็นความรู้ที่สามารถนำไปใช้ในการทำโครงงานนี้และยังสามารถนำไปใช้ในการประกอบอาชีพในอนาคต

สุดท้ายนี้เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ผู้มอบความรัก ความเมตตากรุณา และเป็นกำลังใจเสมอมา เป็นที่ปรึกษาในทุกๆเรื่องไม่ว่าจะเป็นด้านความรู้ ด้านการทำงาน ด้านการใช้ชีวิต อีกทั้งยังสนับสนุนทางด้านการเงิน ความสำเร็จในครั้งนี้จะไม่เกิดขึ้นเลยถ้าหากขาดความรัก ความห่วงใย และกำลังใจเหล่านี้ คณะผู้จัดทำโครงงานจึงขอกราบขอบพระคุณคุณพ่อ คุณแม่ เป็นอย่างสูง และขอขอบคุณทุกๆคนในครอบครัวของคณะผู้จัดทำที่ไม่ได้กล่าวมา ณ ที่นี้ด้วย

นายพรหมมินทร นุ่มมาก
นายวีรพัฒน์ หมื่นศรีชัย
นายคณิต ศรแก้ว

สารบัญ

หน้า

ใบรับรองปริญญานิพนธ์ ..... ก
บทคัดย่อ ..... ข
Abstract ..... ค
กิตติกรรมประกาศ ..... ง
สารบัญ ..... จ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ

บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน 2
1.5 แผนการดำเนินงาน 3
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ 4
1.7 งบประมาณที่ต้องใช้ 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ 6
2.1 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) 6
2.1.1 การแบ่งชนิดของพีแอลซี 7
2.1.2 หลักการทำงานของพีแอลซี 8
2.1.3 พื้นฐานในการออกแบบโปรแกรม 9
2.1.4 คำสั่งพื้นฐานในวงจรแลดเดอร์ที่ควรทราบ 10
2.2 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) 12
2.2.1 หลักการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) 12
2.2.2 การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) 14
2.2.3วิธีการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) 17
2.3.1 การทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 18
2.3.2 ข้อกำหนดคุณสมบัติของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 18
2.4 หม้อแปลงเฟสเดียว (Single Phase Transformer) 20
2.4.1 โครงสร้าง 20
2.4.2 การทำงานเบื้องต้นของหม้อแปลงไฟฟ้า 20
2.5 โฟโต้อินเตอร์รับเตอร์ (Photointerruptor) 21
2.6 กล้อง CCTV 23
2.6.1 ตัวรับภาพแบบ CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) 24
2.6.2 ระบบ NTSC (National Television System Committee) 24
2.6.3 ระบบ PAL (Phase Alternate Line) 24
2.7 ลิเนียร์สไลด์ไกด์ (Linear Slide Guide) 25
2.7.1 โครงสร้างพื้นฐานและประสิทธิภาพ 25
2.7.2 โครงสร้างและการเคลื่อนที่ของเม็ดลูกปืน (Rolling Baring) 26
2.7.3 โครงสร้างเม็ดลูกปืน 26
2.8 บอลสกรูว์ (Ball Screw) 27
2.8.1 บอลสกรูว์แบบรีด (Rolled Ball Screw) 27
2.8.2 บอลสกรูว์แบบเจียร (Grounded or Precision Ball Screw) 28
2.9 หน้าจอสัมผัส (Touch Screen) 28

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงงาน 30
3.1 การออกแบบโครงสร้างของแขนกลขนาดเล็ก (Structure) 30
3.1.1 ติดตั้งอุปกรณ์เคลื่อนที่ทางกลและสเต็ปปิ้งมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน X และแนวแกน Y ของแขนกล 30
3.1.2 ติดตั้งเซนเซอร์ในแนวการเคลื่อนที่แกน X และในแนวการเคลื่อนที่แกน Y 31
3.1.3 ติดตั้งกล้องให้กับแขนกลเพื่อใช้จับภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดของฮาร์ดดิสก์ 31
3.1.4 ติดตั้งพีแอลซีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพาย และหน้าจอสัมผัส 31
3.2 วิธีการประกอบแขนกลขนาดเล็ก 32

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.2.1 ผลงานการนำชิ้นส่วนมาประกอบ 34
3.3 โครงสร้างการควบคุมการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก 43
3.4 การเชื่อมต่ออินและเอาท์พุตของพีแอลซี 45
3.5 การเชื่อมต่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์และตัวขับเคลื่อนชนิด 5 เฟส 47
3.6 การเชื่อมต่อหน้าจอสัมผัสกับพีแอลซี 49
3.7 การรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ 50
3.7.1 การรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซีกับคอมพิวเตอร์ 50
3.7.2 การรับส่งข้อมูลระหว่างหน้าจอสัมผัสกับคอมพิวเตอร์ 50
3.7.3 การรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซีกับหน้าจอสัมผัส 51
3.8 การออกแบบการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก 53
3.8.1 ค่าพารามิเตอร์สำหรับการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 56
3.8.2 สรุปการออกแบบการทำงานของแขนกล 64
3.8.3 ผังแสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมแขนกล 66
3.9 ซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในการออกแบบการทำงานของแขนกล 69
3.9.1 โปรแกรม Screen Creator 5 69
3.9.2 วิธีการดาวน์โหลด (Download) โปรแกรมที่ออกแบบลงหน้าจอสัมผัส 70
3.9.3 การออกแบบหน้าจอสัมผัสที่ใช้สั่งงานการทำงานของแขนกล 75
3.9.4 โปรแกรม GX-Developer 77
3.9.5 วิธีการดาวน์โหลด (Download) โปรแกรมที่ออกแบบลงพีแอลซี 78
3.9.6 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกล 81

บทที่ 4 ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง 88
4.1 ผลการทดสอบการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก 88
4.1.1 ผลการทดสอบระยะการเคลื่อนที่ของแขนกล 88
4.1.2 ผลการทดสอบระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกล 90
4.2 ผลการทดสอบการใช้งานของแขนกลขนาดเล็ก 90
4.2.1 ผลการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบควบคุมอัตโนมัติ 91
4.2.2 ผลการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบควบคุมด้วยมือ 93

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

4.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง 94
4.3.1 วิเคราะห์ผลงานการประกอบแขนกลขนาดเล็ก 94
4.3.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก 95
4.3.3 วิเคราะห์ผลการทดสอบการใช้งานของแขนกลขนาดเล็ก 95

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 97
5.1 สรุปผลการทดลอง 97
5.1.1 สรุปผลงานการประกอบแขนกลขนาดเล็ก 97
5.1.2 สรุปผลการทดสอบการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก 98
5.1.3 สรุปผลการทดสอบการใช้งานของแขนกลขนาดเล็ก 99
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข 100
5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป 100

เอกสารอ้างอิง 102

ภาคผนวก ก การเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีกับหน้าจอสัมผัสพอร์ตอนุกรม RS-232 103
ภาคผนวก ข การต่อชุดขับมอเตอร์ Y 116
ภาคผนวก ค การใช้คำสั่งขับมอเตอร์แบบตารางคำสั่ง 120
ภาคผนวก ง โปนแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก 131

ประวัติผู้ดำเนินโครงงาน 135

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ลำดับการป้อนสัญญาณกระตุ้นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 1 เฟส 16

2.2 ลำดับการป้อนสัญญาณกระตุ้นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 16

2.3 ลำดับการป้อนสัญญาณกระตุ้นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ป 17

3.1 การออกแบบการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบทำงานอัตโนมัติ 64

3.2 การออกแบบการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบทำงานด้วยมือ 65

4.1 ผลการทดสอบระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบทำงานอัตโนมัติ 89

4.2 ผลการทดสอบระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบทำงานอัตโนมัติ 90

4.3 ผลการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบอัตโนมัติ 92

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีแอลซี 6

2.2 ที่ส่วนประกอบหลักของชุดควบคุมพีแอลซี 6

2.3 พีแอลซีชนิดบล็อก (Block Type PLC) 7

2.4 พีแอลซีชนิดโมดูล (Modular Type PLC) 8

2.5 หลักการทำงานของพีแอลซี 9

2.6 ตัวอย่างวงจรแลดเดอร์ 9

2.7 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 12

2.8 ลักษณะขดลวดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชนิด 2 เฟส 5 เฟส 13

2.9 การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชนิด 5 เฟส 13

2.10 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิด 5 เฟส 14

2.11 ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์รุ่น UDK 5114N 15

2.12 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 17

2.13 การทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 18

2.14 โครงสร้างของหม้อแปลงเฟสเดียว 20

2.15 โฟโต้อินเตอร์รับเตอร์ 21

2.16 วงจรภายในของเซนเซอร์ 22

2.17 การใช้งานเซนเซอร์ 23

2.18 กล้อง CCTV 23

2.19 วงจรภายในของกล้อง CCTV 24

2.20 โครงสร้างพื้นฐานของลิเนียร์โมชั่นไกด์ (Linear Motion Guide) 25

2.21 โครงสร้างของเม็ดลูกปืน 26

2.22 รูปแบบการทำงานของกระบวนการเม็ดลูกปืน 26

2.23 โครงสร้างของบอลสกรูว์ 27

2.24 กระบวนการเม็ดลูกปืน 27

2.25 หน้าจอสัมผัส 28

2.26 การใช้งานหน้าจอสัมผัส 29

3.1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆของแขนกลทางด้านหน้า 30

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆของแขนกลทางด้านหลัง 32
3.3 ชิ้นงานที่นำมาประกอบจนเสร็จสมบูรณ์ (ด้านหน้า) 32
3.4 ชิ้นงานที่นำมาประกอบจนเสร็จสมบูรณ์ (ด้านหลัง) 33
3.5 บอลสกรูว์ 34
3.6 ลิเนียร์สไลด์ไกด์แกน X 34
3.7 สายพาน 35
3.8 แคลมป์ 35
3.9 ลูกรอก (Pulley) แกน X 36
3.10 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟส แกนY 36
3.11 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟส แกน X 37
3.12 ลิมิตสวิตช์บน 37
3.13 ลิมิตสวิตช์ล่าง 38
3.14 ลิมิตสวิตช์ขวา 38
3.15 ลิมิตสวิตช์ซ้าย 39
3.16 กล้อง CCTV 39
3.17 หม้อแปลงกระแสสลับ 220/110 โวลต์ 40
3.18 กล่องแปลงสัญญาณโทรทัศน์ (TV Tuner Box) 40
3.19 ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน X 41
3.20 ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน Y 41
3.21 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย 42
3.22 พีแอลซี (PLC) 42
3.23 หน้าจอสัมผัส (Touch Screen) 43
3.24 แผนภาพระบบควบคุมแขนกลขนาดเล็ก 44
3.25 การเชื่อมต่ออินพุตของพีแอลซีกับอุปกรณ์ต่างๆ 45
3.26 การเชื่อมต่อเอาท์พุตของพีแอลซีกับอุปกรณ์ต่างๆ 46
3.27 การเชื่อมต่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์และตัวขับเคลื่อนชนิด 5 เฟส แกน Y 47
3.28 การเชื่อมต่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์และตัวขับเคลื่อนชนิด 5 เฟส แกน X 48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.29 การเชื่อมต่อหน้าจอสัมผัสกับพีแอลซี 49
3.30 สายรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซี MITSUBISHI กับคอมพิวเตอร์ 50
3.31 สายรับส่งข้อมูลระหว่างหน้าจอสัมผัสกับคอมพิวเตอร์ 50
3.32 ไดอะแกรมการรับส่งข้อมูลระหว่างหน้าจอสัมผัสกับคอมพิวเตอร์ 51
3.33 สายรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซีกับหน้าจอสัมผัส 51
3.34 ไดอะแกรมการรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซีกับหน้าจอสัมผัส 52
3.35 ขนาดของฮาร์ดดิสค์และอะแด็ปเตอร์การ์ด 53
3.36 ตำแหน่งการจัดเรียงของอะแด็ปเตอร์การ์ด 53
3.37 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของกล้อง CCTV 54
3.38 เมนูย่อย PLC Parameter 57
3.39 แถบ Memory Capacity 57
3.40 แถบ Positioning 58
3.41 พารามิเตอร์ของมอเตอร์แกน X ควบคุมด้วย Y0 58
3.42 พารามิเตอร์ของมอเตอร์แกน Y ควบคุมด้วย Y1 ในทิศทางลง 61
3.43 พารามิเตอร์ของมอเตอร์แกน Y ควบคุมด้วย Y2 ในทิศทางขึ้น 62
3.44 ผังแสดงการสั่งงานแขนกลจากหน้าจอสัมผัส 66
3.45 ผังแสดงการทำงานในโหมดอัตโนมัติ 67
3.46 ผังแสดงการทำงานในโหมดควบคุมด้วยมือ 68
3.47 ตัวอย่างโปรแกรม Screen Creator 5 69
3.48 วิธีการออกจากหน้าจอผู้ใช้ไปสู่หน้าจอตั้งค่าต่างๆของหน้าจอสัมผัส 70
3.49 หน้าจอตั้งค่าต่างๆของหน้าจอสัมผัส 70
3.50 ปุ่ม Up/Download 71
3.51 หน้าจอเตรียมการดาวน์โหลด 71
3.52 ขั้นตอนการดาวน์โหลดอินเตอร์เฟสลงหน้าจอสัมผัส 72
3.53 หน้าจอดาวน์โหลดอินเตอร์เฟสลงหน้าจอสัมผัส 72
3.54 โปรแกรมเมื่อดาวน์โหลดอินเตอร์เฟสเสร็จ 73
3.55 หน้าจอสัมผัสเมื่อดาวน์โหลดอินเตอร์เฟสเสร็จ 73

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.56 การเข้าสู่โหมดผู้ใช้ (User Mode) 74
3.57 หน้าจอการควบคุมแขนกลพร้อมใช้งาน 74
3.58 โปรแกรมอินเตอร์เฟสหน้าจอสัมผัส 75
3.59 ตัวอย่างโปรแกรม GX-Developer 77
3.60 ขั้นตอนการตั้งค่าการสื่อสารข้อมูล 78
3.61 การตั้งค่าการสื่อสารข้อมูล 78
3.62 การตั้งค่าพอร์ต (Port) 79
3.63 การทดสอบการเชื่อมต่อ (Connection Test) 79
3.64 ขั้นตอนการดาวน์โหลดโปรแกรมลงพีแอลซี 80
3.65 การดาวน์โหลดโปรแกรมลงพีแอลซี 80
3.66 เสร็จสิ้นการดาวน์โหลดโปรแกรมลงพีแอลซี 81
3.67 ส่วน Zero Return 81
3.68 ส่วนตรวจสอบกดปุ่ม START 82
3.69 ส่วนตำแหน่งบนสุด (ชั้น 1) เคลื่อนจากขวาไปซ้าย 82
3.70 แสดงตำแหน่งอแดปเตอร์การ์ด (มองตามกล้อง) 83
3.71 ส่วนตำแหน่งบนสุด (ชั้น 1) เลื่อนลงมากลาง (ชั้น 2) 83
3.72 ส่วนตรวจสอบเพื่อเซ็ต M2 84
3.73 ส่วนตำแหน่งกลาง (ชั้น 2) เคลื่อนจากขวาไปซ้าย 84
3.74 ส่วนตำแหน่งกลาง (ชั้น 2) เลื่อนลงมา ชั้นล่างสุด (ชั้น 3) 84
3.75 ส่วนตรวจสอบเพื่อเซ็ต M4 85
3.76 ส่วนตำแหน่งล่างสุด (ชั้น 3) เคลื่อนจากขวาไปซ้าย 85
3.77 ส่วน Zero Return เมื่อจบการทำงาน 86
3.78 ส่วนปุ่มหยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop) 86
3.79 ส่วนเลือกควบคุมมือ 87
3.80 ส่วนเคลียร์ (Clear) ค่า 87
4.1 การเคลื่อนที่ของแขนกล 88
4.2 การทดสอบการใช้งานแขนกล 91

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.3 ภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ได้จากกล้อง CCTV 91
4.4 ขอบเขตการรับภาพของกล้อง CCTV จากการทำงานทำงานของแขนกล 93

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์นับว่าเป็นปัจจัยหนึ่งในการดำรงชีวิตไม่ว่าจะใช้ในการติดต่อสื่อสาร ใช้ในการศึกษาโดยใช้ค้นคว้าหาความรู้สืบค้นข้อมูลต่างๆ ใช้ในงานอุตสาหกรรมโดยใช้ควบคุมระบบการทำงานของเครื่องจักรและระบบป้องกันต่างๆภายในโรงงานอุตสาหกรรม ใช้ในทางทหาร ทางด้านความปลอดภัย และใช้ในงานสาขาอาชีพอื่นๆอีกมากมาย รวมทั้งใช้เพื่อความบันเทิงต่างๆอีกด้วย เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีการทำงานค่อนข้างซับซ้อน อีกทั้งยังมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์หลายชนิดในคอมพิวเตอร์ ซึ่งอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เหล่านั้นต่างก็มีความสำคัญและมีหน้าที่การทำงานแตกต่างกันไป

อุปกรณ์ของคอมพิวเตอร์ที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่ง คือ ฮาร์ดดิสก์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูลต่างๆของคอมพิวเตอร์ โดยฮาร์ดดิสก์นี้จะมีแถบไว้ใช้เชื่อมต่อกับเมนบอร์ดของคอมพิวเตอร์เรียกว่า อะแด็ปเตอร์การ์ด (Adapter Card) ซึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมที่ผลิตฮาร์ดดิสก์เมื่อผลิตฮาร์ดดิสก์ออกมาแล้วอาจเกิดความผิดปกติได้ เช่น เกิดความเสียหายหรือเกิดมีวัตถุแปลกปลอมมาติดที่ขาหรือช่องเสียบ (Slot) ของอะแด็ปเตอร์การ์ด ซึ่งจะส่งผลให้ฮาร์ดดิสก์เกิดความเสียหายหรือไม่สามารถนำข้อมูลในฮาร์ดดิสก์มาใช้งานได้ตามต้องการ เนื่องจากเกิดความเสียหายที่จุดเชื่อมต่อระหว่างอะแด็ปเตอร์การ์ดกับเมนบอร์ด โดยปกติแล้วจะใช้คนมองด้วยตาเปล่าในการตรวจสอบสิ่งผิดปกติเหล่านี้

ดังนั้นจึงได้คิดทำโครงงาน การการประยุกต์ใช้พีแอลซีสำหรับการถ่ายภาพอะแด็ปเตอร์การ์ด เพื่อใช้งานแทนการมองด้วยตาเปล่า โดยการแสดงผลภาพเป็นข้อมูลแบบดิจิตอล ด้วยโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกล โดยใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC) ซึ่งเป็นระบบควบคุมอัตโนมัติ โครงงานนี้จะทำให้เกิดความเข้าใจและเป็นพื้นฐานในระบบควบคุมต่างๆด้วยพีแอลซี รวมถึงระบบอัตโนมัติอื่นๆ อีกทั้งยังสามารถนำไปพัฒนาให้รองรับระบบจัดเก็บภาพเป็นฐานข้อมูลเพื่อให้สามารถเรียกดูข้อมูลย้อนหลัง และนำมาเป็นกรณีศึกษา วิเคราะห์หาแนวทางในการลดจำนวนการเกิดสิ่งผิดปกติของอะแด็ปเตอร์การ์ด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาและพัฒนาโปรแกรมของพีแอลซีสำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลและกล้อง CCTV ในการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ด

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) ติดตั้งกล้อง CCTV ให้กับแขนกลขนาดเล็กเพื่อใช้จับภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดของฮาร์ดดิสค์ในระยะการเคลื่อนที่แนวแกน X จำนวน 3 อัน เป็นจำนวนทั้งสิ้น 3 แถว ดังนั้นแขนกลจะสามารถจับภาพภาพอะแด็ปเตอร์ได้ทั้งหมด 9 อัน โดยจะแสดงภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดทีละอัน

2) พีแอลซีที่ใช้ในโครงงานเป็นผลิตภัณฑ์ของ MITSUMISHI รุ่น FX3UC-32MT-LT

3) พื้นที่ในการตรวจจับภาพของกล้อง CCTV ในระยะการเคลื่อนที่แนวแกน X ยาว 20.8 เซนติเมตร และระยะการเคลื่อนที่แนวแกน Y สูง 18.3 เซนติเมตร

4) กล้อง CCTV ที่ใช้ในโครงงานนี้ใช้เลนส์ทางยาวโฟกัส 6 มิลลิเมตร

5) ขนาดของอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ใช้ตรวจสอบมีขนาดกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 5.8 เซนติเมตร

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงานของโครงงาน

1) ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของพีแอลซีและการนำไปใช้ควบคุม

2) ศึกษาการควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกล โดยใช้ตัวขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์และสเต็ปปิ้งมอเตอร์

3) ศึกษาการใช้งานกล้อง CCTV หน้าจอสัมผัส เซนเซอร์ และสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

4) ติดตั้งตัวขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์และสเต็ปปิ้งมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน X และแนวแกน Y ของแขนกลขนาดเล็ก

5) ติดตั้งกล้อง CCTV ให้กับแขนกลเพื่อใช้จับภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดของฮาร์ดดิสค์

6) ติดตั้งเซนเซอร์ในแนวการเคลื่อนที่แกน X และแนวการการเคลื่อนที่แกน Y

7) ติดตั้งพีแอลซี หน้าจอสัมผัส และสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

8) ออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลและโปรแกรมหน้าจอสัมผัส

9) ทำการทดสอบการทำงานของแขนกลและแก้ไขข้อบกพร่องของแขนกลให้ทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้

10) วิเคราะห์และสรุปผลโครงงาน รวมทั้งจัดทำปริญญานิพนธ์

1.5 แผนการดำเนินงาน

กิจกรรม	ปี พ.ศ.2554							ปี พ.ศ.2555		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
1) ศึกษาทฤษฎีพื้นฐานของพีแอลซีและการนำไปใช้ควบคุม										
2) ศึกษาโปรแกรมการควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลโดยใช้ตัวขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์และสเต็ปปิ้งมอเตอร์										
3) ศึกษาการใช้งานกล้อง CCTV หน้าจอสัมผัส เซนเซอร์ และสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพาย										
4) ติดตั้งตัวขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์และสเต็ปปิ้งมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน X และแนวแกน Y ของแขนกล										
5) ติดตั้งกล้องให้กับแขนกลเพื่อใช้จับภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดของฮาร์ดดิสก์										
6) ติดตั้งเซนเซอร์ในแนวการเคลื่อนที่แกน X และในแนวการการเคลื่อนที่แกน Y										

กิจกรรม	ปี พ.ศ.2554							ปี พ.ศ.2555		
	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.
7) ติดตั้งพีแอลซี หน้าจอสัมผัส และสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพาย				■	■					
8) ออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลและโปรแกรมหน้าจอสัมผัส						■	■			
9) ทำการทดสอบการทำงานของแขนกลและแก้ไขข้อบกพร่องของแขนกลให้ทำงานได้ตามที่ออกแบบไว้							■	■		
10) วิเคราะห์และสรุปผลโครงงาน รวมทั้งจัดทำปริญญานิพนธ์									■	■

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับ

1) สามารถนำแขนกลไปใช้ในการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดของฮาร์ดดิสก์ เพื่อเก็บเป็นข้อมูลดิจิตอลและนำมาเป็นกรณีศึกษา วิเคราะห์หาแนวทางในการลดจำนวนการเกิดสิ่งผิดปกติของอะแด็ปเตอร์การ์ดได้

2) สามารถนำไปพัฒนาใช้ในการตรวจสอบความผิดปกติของอะแด็ปเตอร์การ์ดให้สามารถใช้ในงานอุตสาหกรรมอื่นๆ เพื่อลดต้นทุนในการผลิตและจำนวนคนงานลงได้

3) สามารถทำให้เกิดการแข่งขันและพัฒนาแก่ผู้สนใจได้เรียนรู้และค้นคว้าเพิ่มเติมในเรื่องการควบคุมแขนกล

1.7 งบประมาณที่ต้องใช้

1) พีแอลซี	6500 บาท
2) เซอเซอร์ 4 ตัว	600 บาท
3) สายชีล 5 เมตร	125 บาท
4) หัวพอร์ต RS-232 4 ตัว	75 บาท
5) กรอบพลาสติกหัวพอร์ต RS-232 4 ชุด	50 บาท
6) ค่าถ่ายเอกสารและเข้าเล่มปริญญานิพนธ์	1100 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น	8,450 บาท

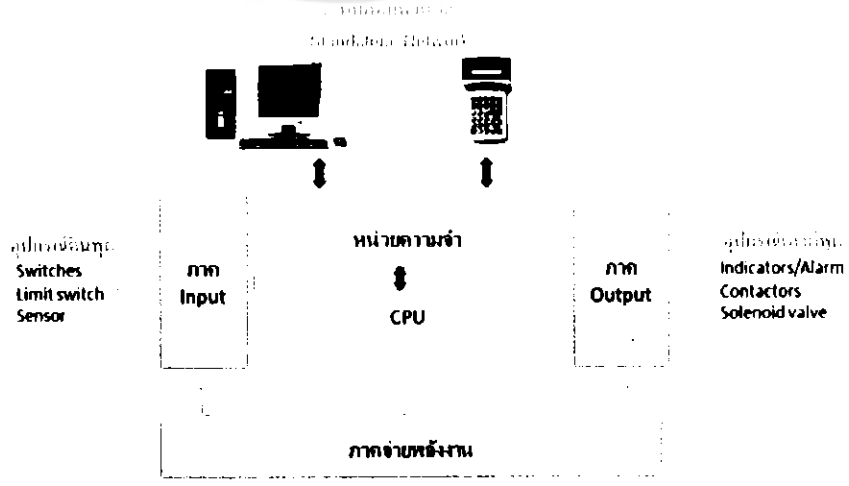
บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller : PLC)

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ หรือที่นิยมเรียกกันว่า "พีแอลซี" เป็นอุปกรณ์ที่ถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นมาอย่างต่อเนื่อง เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบ หรือเครื่องจักร แทนที่วงจรรีเลย์แบบเก่า ตัวอย่างพีแอลซีแสดงดังรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีแอลซี

พีแอลซีเป็นระบบควบคุมการทำงานอัตโนมัติที่ใช้ฮาร์ดแวร์ และซอฟต์แวร์เชื่อมต่อกับอุปกรณ์ต่างๆ ในระบบลักษณะโครงสร้างภายในของพีแอลซีแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ที่ส่วนประกอบหลักของชุดควบคุมพีแอลซี

1) หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของพีแอลซีโดยหน่วยประมวลผลจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดตั้งแต่ 4 16 32 64 หรือ 120 บิต จึงส่งผลให้พีแอลซีแต่ละรุ่นมีความสามารถไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับขนาดและความต้องการในการใช้งาน

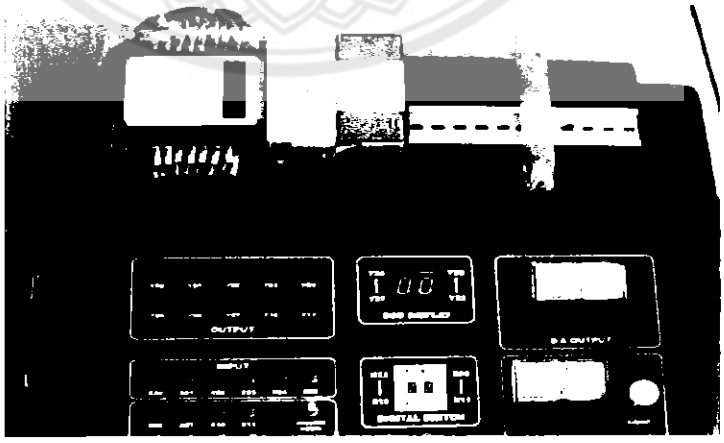
2) หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน ในขณะที่สั่งพีแอลซีทำงาน (RUN PLC) หน่วยความจำจะนำเอาโปแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน มีอยู่ 2 แบบคือ หน่วยความจำชั่วคราว (Random Access Memory : RAM) และหน่วยความจำถาวร (Read Only Memory : ROM)

3) หน่วยอินพุตและเอาท์พุต (Input–Output Unit : I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ ดังเช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะใดๆ จากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมะสมส่งไปยังหน่วยประมวลผล เมื่อประมวลผลแล้วก็จะส่งไปยังส่วนเอาท์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำตามโปรแกรมที่กำหนดเอาไว้

4) แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าให้กับ CPU หน่วยความจำ หน่วยอินพุต/เอาท์พุต และส่วนอื่นๆ จะแบ่งออกเป็น 2 ชุด โดยชุดแรกสำหรับอุปกรณ์และวงจรภายใน ชุดที่สองสำหรับการต่อวงจรภาคอินพุต/เอาท์พุต

2.1.1 การแบ่งชนิดของพีแอลซี

1) พีแอลซีชนิดบล็อก (Block Type PLC) ชนิดนี้ลักษณะโครงสร้างจะเป็นพีแอลซีที่มีขนาดเล็ก โดยจะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีเข้าไว้ในบล็อกเดียวกัน เช่น ตัวประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยอินพุต/เอาท์พุต และแหล่งจ่ายไฟ ตัวอย่างพีแอลซีชนิดบล็อกแสดงดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 พีแอลซีชนิดบล็อก (Block Type PLC)

2) พีแอลซีชนิดโมดูล (Modular Type PLC) ชนิดนี้ลักษณะโครงสร้างจะเป็นพีแอลซีที่มีขนาดใหญ่ ส่วนประกอบต่างๆสามารถแยกออกจากกันเป็นลักษณะโมดูล (Modules) เช่น หน่วยอินพุต/เอาท์พุตจะอยู่ในส่วนโมดูลอินพุตและโมดูลเอาท์พุต โมดูลหน่วยประมวลผลของ CPU ของพีแอลซี เป็นต้น ตัวอย่างพีแอลซีชนิดโมดูลแสดงดังรูปที่ 2.3

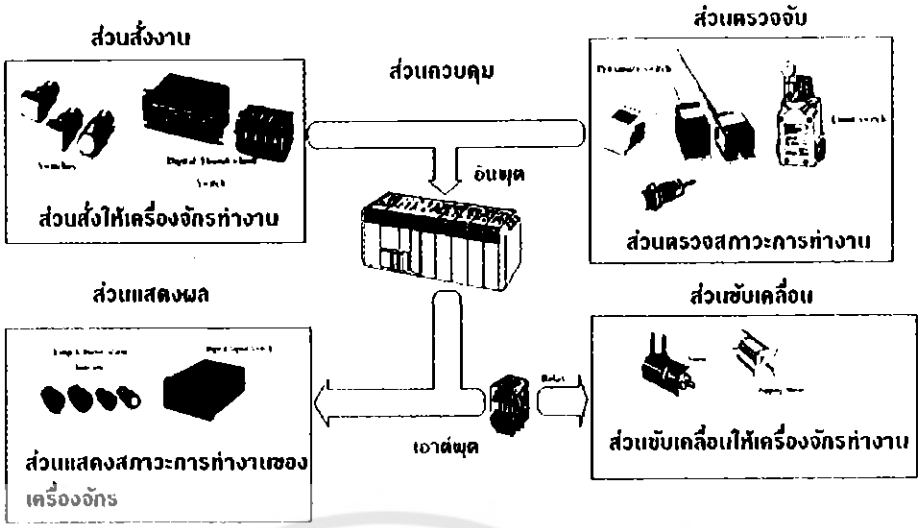
รูปที่ 2.4 พีแอลซีชนิดโมดูล (Modular Type PLC)

2.1.2 หลักการทำงานของพีแอลซี

พีแอลซีจะรับสัญญาณอินพุตที่เป็นคำสั่งจากอุปกรณ์อินพุตหลากหลาย เช่น สวิตช์ปุ่มกด สวิตช์เลือก และสวิตช์ตัวเลข บริเวณแผงควบคุมเครื่องจักร หรืออุปกรณ์อินพุตประเภทเซนเซอร์ตรวจจับสภาวะต่างๆ เช่น ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) พร็อกซิมิตี้สวิตช์ (Proximity Switch) สวิตช์แสง สวิตช์ตรวจจับชนิดต่างๆ เป็นต้น

จากนั้นจึงส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผล ไปยังหน่วยเอาท์พุตเรียกว่า การสแกน (Scaning) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง โดยเวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1-100 มิลลิวินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุตและเอาท์พุต หรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจากพีแอลซี เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น

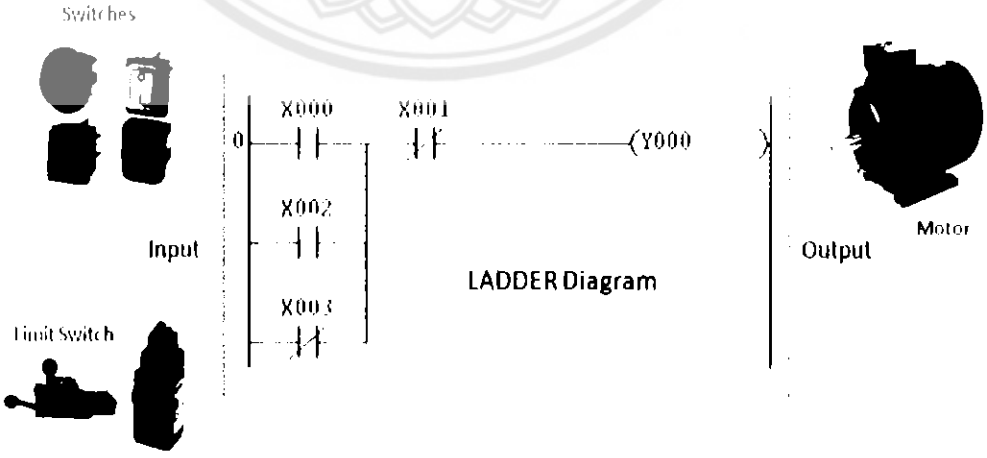
การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากการรับค่าของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยความจำ เสร็จแล้วจะปฏิบัติตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุด แล้วส่งไปยังหน่วยเอาท์พุต เพื่อขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น มอเตอร์โซลินอยด์ และคลัตช์แม่เหล็กไฟฟ้า หรือขับหลอดแสง หลอดตัวเลข โดยหลักการทำงานของพีแอลซีแสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 หลักการทำงานของพีแอลซี

2.1.3 พื้นฐานในการออกแบบโปรแกรม

ภาษา LD (Ladder Diagram) เป็นภาษาที่นิยมใช้ในการเขียนคำสั่งควบคุมหลักการทำงานของพีแอลซีในปัจจุบันเป็นอย่างมาก โดยภาษา LD นั้นใช้เขียนวงจรแลดเดอร์ (Ladder) ซึ่งเป็นวงจรที่ใช้แทนการใช้งานรีเลย์พื้นฐาน โดยเชื่อมต่อหน้าสัมผัสและคอยล์ในการทำงาน ซึ่งคอยล์จะเป็นตัวส่งสัญญาณให้เอาท์พุต หรือชุดตั้งเวลา (Timers) ชุดนับจำนวน (Counters) เป็นต้น และจะรับสัญญาณสั่งงานจากหน้าสัมผัสที่เชื่อมต่ออยู่กับคอยล์ ซึ่งหน้าสัมผัสสามารถจะอยู่ในรูปหน้าสัมผัสแบบปกติเปิด (Nomally Open : NO) หรือแบบปกติปิด (Nomally Closed : NC) ตัวอย่างวงจรแลดเดอร์แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ตัวอย่างวงจรแลดเดอร์

2.1.4 คำสั่งพื้นฐานในวงจรแลดเดอร์ที่ควรทราบ

1) คำสั่ง Load, Load Inverse เป็นคำสั่งที่เริ่มต้นในแต่ละไลน์ (Line) โดยจะเชื่อมต่อกับเส้นแนวตั้งทางด้านซ้าย ใช้กับหน้าสัมผัสประเภทอินพุต (X) เอาท์พุต (Y)

2) คำสั่ง Out เป็นคำสั่งที่สิ้นสุดในแต่ละไลน์ โดยจะเชื่อมต่อกับเส้นแนวตั้งทางด้านขวา ใช้กับคอยล์ประเภทเอาท์พุต (Y)

3) คำสั่ง And, And Inverse เป็นคำสั่งที่ใช้ในการต่อหน้าสัมผัสแบบอนุกรม โดยต่อจากหน้าสัมผัสในคำสั่ง Load หรือ Load Inverse ซึ่งสามารถใช้หน้าสัมผัสประเภทอินพุต (X) เอาท์พุต (Y)

4) คำสั่ง Or, Or Inverse เป็นคำสั่งที่ใช้ในการต่อหน้าสัมผัสแบบขนาน โดยต่อขนานกับหน้าสัมผัสในคำสั่ง Load หรือ Load Inverse ต่อขนานกับวงจรที่มีการใช้คำสั่ง And และ And Inverse ซึ่งสามารถใช้หน้าสัมผัสประเภทอินพุต (X) เอาท์พุต (Y)

5) คำสั่ง Load Pulse, Load Trailing Pulse เป็นคำสั่งที่เริ่มต้นในแต่ละไลน์ ซึ่งจะแตกต่างจากคำสั่ง Load หรือ Load Inverse ที่คำสั่ง Load หรือ Load Inverse จะทำงานสถานะค้างตำแหน่งแต่คำสั่ง Load Pulse และ Load Trailing Pulse จะทำงานเพียง 1 สแกนไทม์ (Scantime) และจะหยุดส่งสัญญาณกระแสให้กับโหลด (Load) โดยจะเชื่อมต่อกับเส้นแนวตั้งทางด้านซ้าย

6) คำสั่ง And Pulse, And Trailing Pulse เป็นคำสั่งที่ใช้ในการต่อหน้าสัมผัสแบบอนุกรมประเภท Pulse หรือ Trailing Pulse มาต่ออนุกรมกัน จะสามารถต่อหน้าสัมผัสได้อย่างไม่จำกัดจำนวน แต่ต้องไม่เกิน 10 หน้าสัมผัสในหนึ่งบรรทัดเพื่อใช้เป็นเงื่อนไข "และ" เพื่อเติมจากคำสั่ง Load หรือ Load Inverse หรือ Load Pulse หรือ Load Trailing Pulse ในการสั่งงานเพื่อขับโหลดในบรรทัดนั้นๆ

7) คำสั่ง Or Pulse, Or Trailing Pulse เป็นคำสั่งที่ใช้ในการต่อหน้าสัมผัสแบบขนาน ซึ่งสามารถใช้หน้าสัมผัสประเภทอินพุต (X) เอาท์พุต (Y)

8) คำสั่ง Or Block, And Block เป็นคำสั่งที่ใช้ในการรวมชุดหน้าสัมผัสที่ต่อเข้าด้วยกัน โดยคำสั่ง Or Block จะใช้ในการรวมชุดของหน้าสัมผัสที่ต่อเข้าด้วยกันแบบขนาน ส่วนคำสั่ง Or Block จะใช้ในการรวมชุดของหน้าสัมผัสที่ต่อเข้าด้วยกันแบบอนุกรม

9) คำสั่ง Master Control, Reset เป็นคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของชุดวงจรให้เป็นไปตามลำดับขั้นการทำงาน โดยคำสั่ง Master Control จะมีหน้าสัมผัสที่ทำหน้าที่ในการสั่งงานชุดควบคุมต่อไฟเลี้ยงลูป (Loop) ทำงาน ส่วนคำสั่ง Master Control Reset รีเซ็ตลูป (Reset Loop) ทำให้อุปกรณ์หรือโหลดในลูปนั้นๆ หยุดการทำงาน ยกเว้นอุปกรณ์ประเภทชนิดเวลาสะสม (Retentive Time)

10) คำสั่ง Set, Reset เป็นคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ โดยคำสั่ง Set จะทำงานเมื่อมีกระแสไฟจ่ายไปที่คำสั่ง Set ซึ่งอาจจะมาจากหน้าสัมผัสปกติเปิดหรือปกติปิด โดยคำสั่ง Set จะส่งค่าสัญญาณ 1 เพื่อสั่งงานให้อุปกรณ์ที่ถูกควบคุม ON และจะค้างค่า ON ไปตลอด แม้ว่าคำสั่ง Set จะไม่มีกระแสไฟมาเลี้ยงแล้วก็ตาม อุปกรณ์ที่ถูกควบคุมจะ OFF ได้ก็ต่อเมื่อมีคำสั่ง Reset ส่งค่าสัญญาณ 0 มาสั่งให้อุปกรณ์นั้นๆ OFF และอุปกรณ์ก็จะ OFF จนกระทั่งมีคำสั่ง Set ส่งค่าสัญญาณ 1 มากระทำอีกครั้ง

11) คำสั่ง Timer, Counter (Reset) เป็นคำสั่งที่ใช้ควบคุกการทำงานของอุปกรณ์ประเภทอุปกรณ์ตั้งเวลา (T) และอุปกรณ์นับจำนวน (C)

12) คำสั่ง Leading, Trailing Pulse เป็นคำสั่งที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ โดยคำสั่ง Leading จะทำงานเมื่อมีกระแสไฟจ่ายไปที่คำสั่ง อาจจะมาจากหน้าสัมผัสปกติเปิดหรือปกติปิด แต่หากเป็นคำสั่ง Trailing Pulse ถูกจ่ายกระแสจากหน้าสัมผัสอินพุตจะรอจนกระทั่งหน้าสัมผัสนั้นๆปิด (OFF) จึงจะส่งสัญญาณจังหวะพัลส์ (Pulse) เพื่อไปสั่งงานให้เอาท์พุตทำงาน ดังนั้นเอาท์พุตจะทำงานเมื่อหน้าสัมผัสเปิด

13) คำสั่ง Inverse เป็นคำสั่งที่ใช้ในการเปลี่ยนสถานการณ์ทำงานของแลดเดอร์ เป็นในทางตรงกันข้าม ประโยชน์เพื่อใช้ในการปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมหรือทดสอบการทำงานในลักษณะตรงกันข้าม

14) คำสั่ง End เป็นคำสั่งหยุดหารทำงานของโปรแกรม ณ บรรทัดนั้นๆในคำสั่งพื้นฐานทุกๆคำสั่งที่ผ่านมา ในตัวอย่างบรรทัดสุดท้ายจะต้องเพิ่มคำสั่ง End ทั้งหมด มิฉะนั้นโปรแกรมอาจเกิดการผิดพลาดได้

2.2 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor)

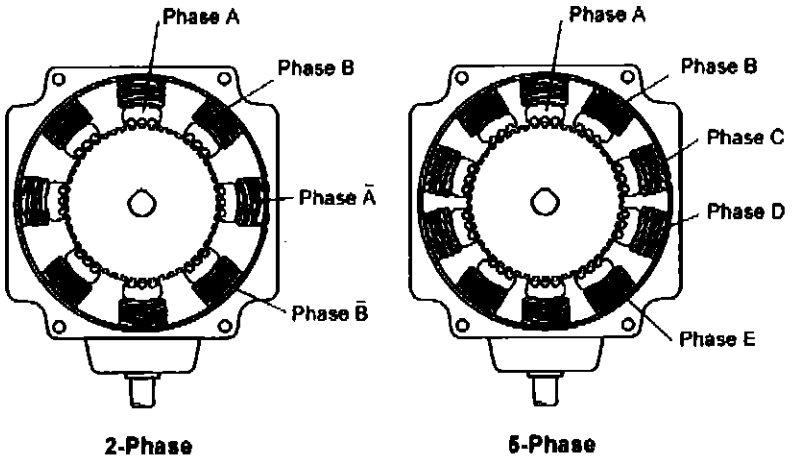
สเต็ปปิ้งมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ขับเครื่องด้วยพัลส์ ลักษณะการขับเคลื่อน จะหมุนรอบแกนได้ 360 องศา มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง แต่มีลักษณะเป็นทีละขั้น โดยแต่ละขั้นจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5, 1.8 หรือ 7.2 องศา แต่ละโครงสร้างของมอเตอร์ลักษณะที่นำมอเตอร์ไปใช้ จะเป็นงานที่ต้องการตำแหน่งแม่นยำ เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวแม่พิมพ์ในเครื่องพิมพ์ (Printer) ระบบขับเคลื่อนหัวอ่านในเครื่องอ่านบันทึกเหล็ก ตัวอย่างสเต็ปปิ้งมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 สเต็ปปิ้งมอเตอร์

2.2.1 หลักการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor)

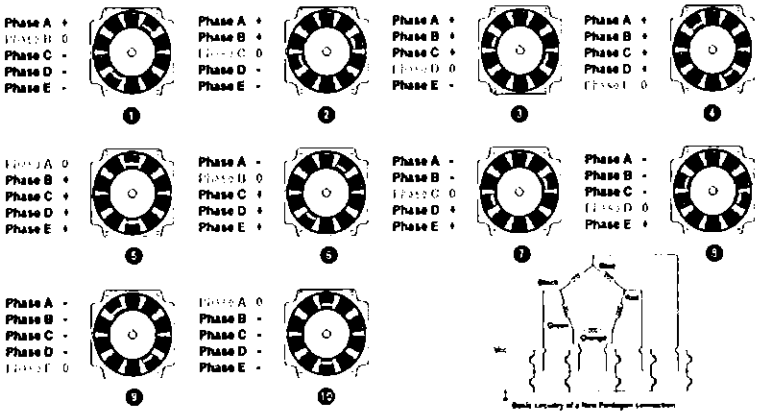
เป็นมอเตอร์ที่สามารถเคลื่อนที่ในลักษณะที่เป็นทีละขั้น ซึ่งต่างจากมอเตอร์ทั่วไปที่การเคลื่อนที่ของมันจะเป็นแบบต่อเนื่อง และสเต็ปปิ้งมอเตอร์ยังสามารถควบคุมการทำงานที่ง่ายด้วยการต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกเพียงเล็กน้อย ดั้งนั้นเราจะเห็นว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์ถูกนำไปใช้งานอย่างกว้างขวางไม่ว่าจะเป็นงานด้าน หุ่นยนต์ แขนกล หรืองานใดๆที่ต้องใช้การเคลื่อนที่ในลักษณะของแบบขั้น การเรียนรู้หลักการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ก็ย่อมก่อให้เกิดประโยชน์แก่เราให้สามารถนำสเต็ปปิ้งมอเตอร์ประยุกต์ใช้งานได้

ลักษณะของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ภายนอกก็จะประกอบไปด้วยสายไฟที่เราจะต้องป้อนสัญญาณ พัลส์เข้าไปควบคุมมัน ถ้าหาก สเต็ปปิ้งมอเตอร์มี 3 ขดลวด จะมีสายหนึ่งที่ต่อเป็นกราวด์ (Ground) ร่วมของทั้ง 3 สายนั้น ลักษณะแบบนี้คือเป็นแบบ 3 เฟส โดยที่สเต็ปปิ้งมอเตอร์ที่ขายทั่วๆไปก็อาจจะมีหลายแบบเช่นแบบ 4 เฟส 5 เฟส ซึ่งเมื่อเราทราบเฟสแล้วสิ่งที่จะต้องทำต่อไปคือการหาว่าเฟสใดเป็นเฟส 1, 2, 3 ซึ่งที่ตัวของสเต็ปปิ้งมอเตอร์อาจจะมีบอกอยู่แล้ว



รูปที่ 2.8 ลักษณะขดลวดของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชนิด 2 เฟส 5 เฟส

สเต็ปปิ้งมอเตอร์ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนคือ โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งเป็นส่วนที่หมุนหรือเคลื่อนที่ได้และสเตเตอร์ (Stator) ซึ่งเป็นส่วนที่อยู่กับที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยที่ส่วนที่เป็น สเตเตอร์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ นี้จะเป็นส่วนซึ่งมีขดลวดพันล้อมอยู่บนแกนเหล็กเมื่อเราจ่ายไฟเข้าที่ขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ที่ขด 1 ก่อน ก็จะทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นที่ตำแหน่งหมายเลข 1 นี้ และผลักให้โรเตอร์เกิดการเคลื่อนที่ได้ การเคลื่อนที่นี้เรียกว่าเคลื่อนที่ไป 1 สเต็ปนั่นเอง ซึ่งการที่จะเคลื่อนที่ไปเป็นมุมเท่าไหร่ ขึ้นอยู่กับสเปค (Spec) ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ตัวนั้นว่าสามารถที่จะหมุนได้สเต็ปละกี่องศา และต่อไปถ้าหยุดจ่ายไฟเข้าที่ขดลวด 1 และไปจ่ายไฟเข้าที่ขดลวด 2 แทนก็จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่ตำแหน่งหมายเลข 2 บนสเตเตอร์และก็จะทำให้สนามแม่เหล็กนี้ผลักโรเตอร์ให้เคลื่อนที่ต่อไปได้ และถ้าหยุดจ่ายกระแสเข้าที่ 2 และไปจ่ายเข้าที่ขด 3 แทนก็จะทำให้สนามแม่เหล็กมาเกิดที่บริเวณตำแหน่งหมายเลข 3 และผลักให้โรเตอร์เคลื่อนที่ต่อไปได้อีก การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชนิด 5 เฟสแสดงดังรูปที่ 2.9

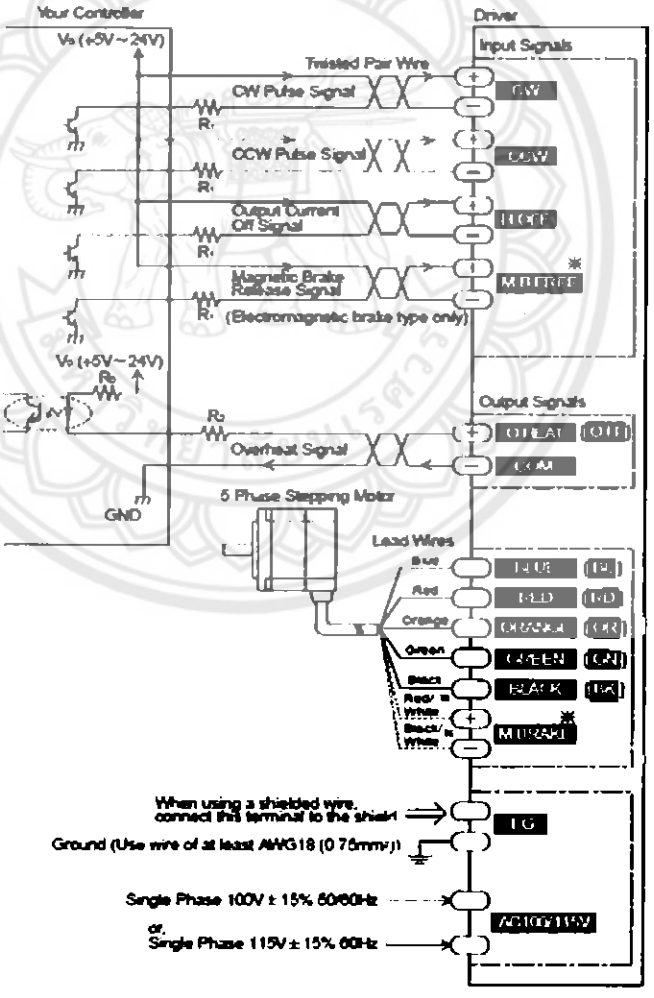


รูปที่ 2.9 การทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชนิด 5 เฟส

2.2.2 การขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor)

เราจะเห็นว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์ นั้นสามารถที่จะเคลื่อนที่ได้จากหลักการของการจ่ายไฟเข้าที่ขดลวดบนสเตเตอร์ในลักษณะที่จ่ายไฟให้เกิดแบบลำดับเฟสกันไป ซึ่งเป็นหลักการของการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์

วงจรที่ใช้ในการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์โดยใช้ไอซีสำเร็จรูป และวงจรจากทรานซิสเตอร์ โดยไอซีสำเร็จรูปหมายเลข ULN2003 จะมีคุณสมบัติเป็นไอซีไดฟ์เวอร์กระแสสูงแบบคอลเล็คเตอร์เปิด สามารถเลือกแรงดันได้กว้าง 5-24 โวลต์ จ่ายกระแสได้สูงถึง 500 มิลลิแอมป์ (mA) ต่อขา และมีไดโอดที่ป้องกันกระแสย้อนกลับอยู่ภายในไอซี ส่วนแอลอีดีที่ต่อในวงจรเราจะต่อไว้เพื่อแสดงการกระตุ้นแต่ละเฟส ของแต่ละแบบ วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิด 5 เฟสและตัวอย่างชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.10 และ 2.11 ตามลำดับ



รูปที่ 2.10 วงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ชนิด 5 เฟส

รูปที่ 2.11 ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์รุ่น UDK 5114N

2.2.3 วิธีการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ให้หมุนโดยการกระตุ้นเฟส

ในการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์เพื่อที่จะให้ทำการหมุน มีวิธีการควบคุมกระแสไฟที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ (Stator) ในแต่ละเฟสของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ อย่างเป็นลำดับที่แน่นอน โดยถ้าหากเราต้องการให้กระแสไหลในเฟสใดๆ ก็จะทำให้สถานะของเฟสนั้นๆเป็นสถานะลอจิก "1" และในการกระตุ้นเฟสของของสเต็ปปิ้งมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

1) การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ปมอเตอร์ (Full Step Motor) ยังสามารถแบ่งการกระตุ้นเฟสออกได้เป็นอีก 2 วิธีด้วยกันคือ

- การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส (Single-Phase Driver) หรือแบบเวฟ (Wave) จะเป็นการป้อนกระแสไฟให้กับขดลวด ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทีละขด โดยจะป้อนกระแสเรียงตามลำดับกันไป ดังนั้นกระแสที่ไหลในขดลวดจะทำการไหลในทิศทางเดียวกันทุกขด ลักษณะเช่นนี้จึงทำให้แรงขับของสเต็ปปิ้งมอเตอร์มีน้อย

- การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส (Two-Phase Driver) เป็นการป้อนกระแสให้กับขดลวด 2 ขด ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์พร้อมๆกันไป และจะกระตุ้นเรียงถัดกับไปเช่นเดียวกับแบบหนึ่งเฟส ดังนั้นการกระตุ้นแบบนี้จึงต้องใช้กำลังไฟมากขึ้น และจะทำให้มีแรงบิดของมอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส

2) การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป (Half Step Motor) หรือ การกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส (One-Two Phase Driver) คือการกระตุ้นเฟสแบบฟลูสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส เรียงลำดับกันไป แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นเฟสแบบนี้จะมีเพิ่มมากขึ้น เพราะช่วงของสเต็ปมีระยะสั้นลง ในการกระตุ้นแบบนี้ เราจะต้องมีการกระตุ้นที่เฟสถึง 2 ครั้ง จึงจะได้ระยะของ สเต็ปเท่ากับการกระตุ้นเพียงครั้งเดียว ของแบบฟูลสเต็ป 2 แบบแรก ความละเอียดของการหมุนตำแหน่งองศาต่อสเต็ป ก็เป็นสองเท่าของแบบแรก ความถูกต้องของตำแหน่งที่กำหนดจึงมีมากขึ้น ลำดับการป้อนสัญญาณกระตุ้นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ลำดับการป้อนสัญญาณกระตุ้นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 2 เฟส และแบบฮาล์ฟสเต็ป แสดงดังตารางที่ 2.1, 2.2 และ 2.3 ตามลำดับ

ตารางที่ 2.1 ลำดับการป้อนสัญญาณกระตุ้นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบ 1 เฟส

Step	เฟส 4	เฟส 3	เฟส 2	เฟส 1
Step 1	ON	OFF	OFF	OFF
Step 2	OFF	ON	OFF	OFF
Step 3	OFF	OFF	ON	OFF
Step 4	OFF	OFF	OFF	ON
Step 5	ย้อนกลับไป Step ที่ 1			
...	...			

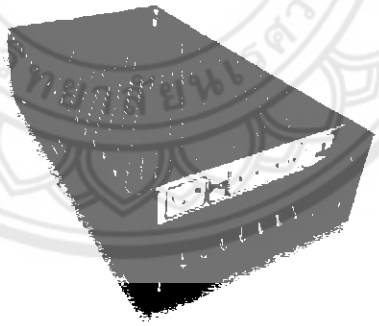
ตารางที่ 2.2 ลำดับการป้อนสัญญาณกระตุ้นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

Step	เฟส 4	เฟส 3	เฟส 2	เฟส 1
Step 1	ON	ON	OFF	OFF
Step 2	OFF	ON	ON	OFF
Step 3	OFF	OFF	ON	ON
Step 4	ON	OFF	OFF	ON
Step 5	ย้อนกลับไป Step ที่ 1			
...	...			

ตารางที่ 2.3 ลำดับการป้อนสัญญาณกระตุ้นวงจรขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แบบฮาล์ฟสเต็ป

Step	เฟส 4	เฟส 3	เฟส 2	เฟส 1
Step 1	ON	OFF	OFF	OFF
Step 2	ON	ON	OFF	OFF
Step 3	OFF	ON	OFF	OFF
Step 4	OFF	ON	ON	OFF
Step 5	OFF	OFF	ON	OFF
Step 6	OFF	OFF	ON	ON
Step 7	OFF	OFF	OFF	ON
Step 8	ON	OFF	OFF	ON
Step 9	ย้อนกลับไป Step ที่ 1			
...	...			

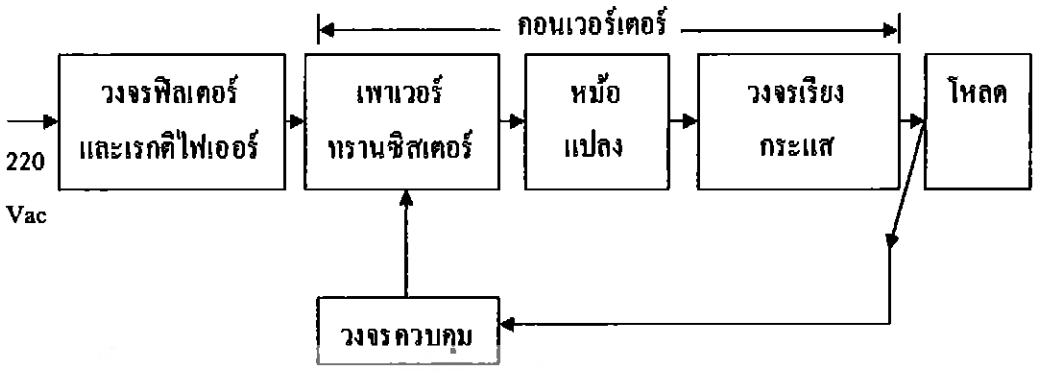
2.3 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)



รูปที่ 2.12 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

จากรูปที่ 2.12 เป็นสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายเป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากระบบแรงดันไฟสลับที่ 100 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ ให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์จำเป็นต้องใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันที่ 220 โวลต์ ลงมาเป็นแรงดันไฟค่าต่ำ

2.3.1 การทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย



รูปที่ 2.13 การทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

จากรูปที่ 2.13 แรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ จะผ่านเข้าฟิลเตอร์ (Filter) เพื่อกรองสัญญาณรบกวนและจะถูกเปลี่ยนเป็นแรงกันค่าสูงด้วยวงจรเรกติไฟเออร์ (Rectifier) เพาเวอร์คอนเวอร์เตอร์ (Power Converter) โดยเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ (Power Transister) จะตัดต่อแรงดันออกเป็นช่วงๆ ด้วยความถี่ 20-200 กิโลเฮริตซ์ (kHz) จากนั้นจะผ่านเข้าหม้อแปลงสวิตชิ่งเพื่อลดทอนแรงดันให้มีค่าต่ำลง ที่เอาท์พุตของหม้อแปลงจะมีวงจรเรียงกระแสและกรองแรงดันให้เรียบก่อน การลดลงค่าแรงดันทำได้โดยการป้อนกลับค่าแรงดันที่เอาท์พุตมายังวงจรควบคุม เพื่อควบคุมการทำงานของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ให้มีช่วงเวลานำกระแสมากขึ้นหรือน้อยลงตามความต้องการของแรงดันเอาท์พุต ซึ่งจะมีผลทำให้แรงดันเอาท์พุตคงที่

2.3.2 ข้อกำหนดคุณสมบัติของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

1) กำลังขาออก (Output Power) คือความสามารถในการจ่ายกำลังงานให้โหลดของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย คิดจากค่าผลคูณของกระแสและแรงดันรวมที่เอาท์พุตและที่โหลดค่าสูงสุด

2) ประสิทธิภาพ (Efficiency) ความสามารถในการส่งผ่านกำลังจากแหล่งจ่ายแรงดันไฟสลับ ไปยังโหลดที่เอาท์พุตของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย โดยทั่วไปประสิทธิภาพของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะอยู่ระหว่าง 65-80 %

3) ช่วงของแรงดันอินพุต (Input Voltage) คือ ช่วงของแรงดันที่ไฟสลับที่อินพุต ที่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะสามารถคงค่าแรงดันที่เอาท์พุตตามข้อกำหนดเอาไว้

4) แรงดันและกระแสขาออก (Output Voltage and Current) คือ ค่ากระแสและแรงดันขาออกที่มีการรักษาระดับให้คงที่ โดยสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

5) ไลน์เรกูเลชั่น (Line Regulation) คือ การเปลี่ยนแปลงของแรงดันเอาท์พุตเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟสลับที่อินพุตเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อโหลดที่เอาท์พุตมีค่าคงที่

6) โหลดเรกุเลชั่น (Load Regulation) คือการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเอาท์พุตเนื่องมาจากการเปลี่ยนแปลงของโหลดที่เอาท์พุตเป็นเปอร์เซ็นต์ เมื่อแรงดันไฟสลับมีค่าคงที่

7) แรงดันกระเพื่อมและสิ่งรบกวน (Ripple and Noise) แรงดันกระเพื่อม คือแรงดันไฟสลับที่ผ่านออกมารวมได้กับแรงดันไฟตรงที่เอาท์พุต ทำให้เกิดการกระเพื่อมขึ้นที่แรงดัน ส่วนนอยซ์ในที่นี้หมายถึง แรงดันพุ่งที่มีความถี่สูง ๆ ที่ผ่านออกมาที่แรงดันไฟตรงเอาท์พุต วัดจากค่าอาร์เอ็มเอส (RMS)

8) ค่าเวลาโฮลด์อัพ (Hold Up Time) คือ ช่วงเวลาที่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังสามารถคงค่าแรงดันต่อไปได้อีก แม้ว่าจะหยุดจ่ายแรงดันไฟสลับที่อินพุต (ที่โหลดมีค่าสูงสุด) ปกติจะอยู่ช่วง 20-50 มิลลิวินาที

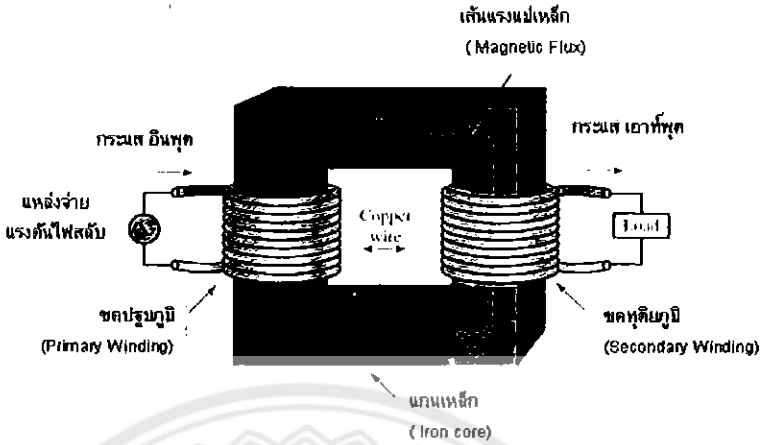
9) สัญญาณรบกวนจากสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย RFI (Radio Frequency Interferference) และEMI (Electronmanetic Interference) เป็นสัญญาณรบกวนที่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายอาจทำให้เกิดขึ้น เนื่องจากการทำงานความถี่สูง ๆ ของตัวสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายเอง

10) การตอบสนองโหลดภาวะชั่วครู่ (Transient Response) คือ การคืนค่าแรงดันกลับเข้าสู่แรงดันปกติที่เอาท์พุตหลังจากมีการเปลี่ยนแปลงของโหลดอย่างทันทีทันใด

11) การแยกจากกันทางไฟฟ้า (Isolation) คือ ความสามารถในการกันแรงดันไปสลับอินพุตออกจากไฟตรงที่เอาท์พุต ไม่ให้มีการไหลผ่านกระแสถึงกันได้เพื่อป้องกันอันตรายจากการถูกไฟฟ้าดูดของผู้ใช้

12) ความถี่การทำงานของสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Frequency) คือ ความถี่ที่กำหนดคาบเวลาการทำงานของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ภายในสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย ปกติจะมีค่าอยู่ในช่วง 20-200 กิโลเฮริตซ์ ขึ้นอยู่กับการจัดการภายในและความสามารถของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เป็นหลัก

2.4 หม้อแปลงเฟสเดียว (Single Phase Transformer)



รูปที่ 2.14 โครงสร้างของหม้อแปลงเฟสเดียว

2.4.1 โครงสร้าง

1) ขดลวด (Winding)

หม้อแปลงไฟฟ้าประกอบด้วยขดลวดสองชุด คือขดลวดที่ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้ามา เรียกว่า ขดลวดปฐมภูมิหรือขดอินพุต ส่วนอีกขด คือขดลวดที่ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าออกไป ให้กับโหลด เรียกว่า ขดทุติยภูมิหรือขดเอาท์พุต

2) แกนเหล็ก (Core)

แกนเหล็กที่ใช้ในหม้อแปลงไฟฟ้าจะมีลักษณะเป็นผ่านบางๆ และเป็นแผ่นเหล็กที่มี ส่วนผสมของซิลิกอน (Silicon)

2.4.2 การทำงานเบื้องต้นของหม้อแปลงไฟฟ้า

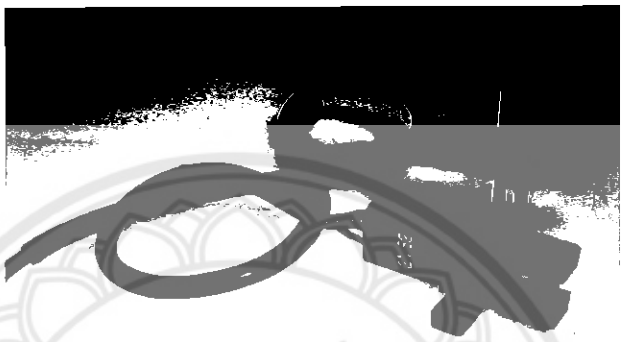
เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับให้กับขดลวดปฐมภูมิ จะทำให้มีกระแสไฟไหลในชุด ปฐมภูมินั้น และจะเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่ขดปฐมภูมิ เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลในขดปฐมภูมิเพิ่ม จากศูนย์จนกระทั่งถึงสูงสุดทางด้านบวก สนามแม่เหล็กจะแผ่กระจายรอบๆ ขดลวด เมื่อ กระแสไฟฟ้าลดลงจากสูงสุดทางบวกจนถึงศูนย์ สนามแม่เหล็กจะยุบตัวลง และเมื่อกระแสไฟฟ้า จะเพิ่มขึ้นสูงสุดไปทางลบสนามแม่เหล็กจะก็จะแผ่กระจายอีก แต่มีขั้วตรงกันข้ามกับตอนแรก และ จะเป็นสลับกันไปอย่างนี้ตลอดไป สนามแม่เหล็กที่กระจายและยุบตัวนี้จะไปตัดกับขดลวดปฐมภูมิ ทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดลวดปฐมภูมิ สนามแม่เหล็กที่เกิดนี้จะเปลี่ยนแปลง ตลอดเวลาจะตัดกับขดลวดทุติยภูมิ ดังนั้นจึงทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในขดทุติยภูมิ กระแสที่ไหลเข้าขดลวดปฐมภูมิของหม้อแปลงไฟฟ้านั้นถูกจำกัดโดย

1) แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไฟ

2) ความต้านทานของขดลวดปฐมภูมิ

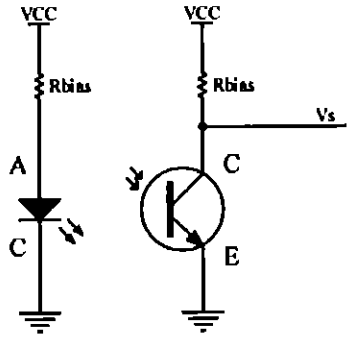
3) การเปลี่ยนแปลงของเส้นแรงแม่เหล็กในแกนเหล็ก

2.5 โฟโต้อินเตอร์รับเตอร์ (Photointerruptor)



รูปที่ 2.15 โฟโต้อินเตอร์รับเตอร์

จากรูปที่ 2.15 เป็นโฟโต้อินเตอร์รับเตอร์ (Photointerruptor) หรือ เซนเซอร์ก้ามปู เป็นสวิตช์ ซึ่งอาศัยหลักการมีตัวส่งโฟโต้ไดโอด (Photodiode) กับตัวรับแสงโฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Phototransistor) โดยตัวส่งมีการติดตั้งตัวต้านทาน (Resistor) เหมือนแอลอีดี (LED) ทั่วไป กล่าวคือมีการติดตั้งตัวต้านทานจำกัดกระแส (Current Restricting Resistor) ด้วย เพื่อไม่ให้ โฟโต้ไดโอดพัง เนื่องจากเราต้องการจะให้มันเปล่งแสงออกมา แล้วให้ตัวรับแสงโฟโต้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวรับแสงโดยตรง เช่น ใบพัดหมุนมาตัดแสง แล้วนับจำนวนที่ช่วงแสงขาดหายไป หรืออาศัยสะท้อนแสงแล้วมาเข้าตัวรับ วงจรภายในของเซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 วงจรภายในของเซนเซอร์

กรณีที่เป็นเซนเซอร์แบบก้ามปูนั้น ตัวส่งและตัวรับนั้นจะหันหน้าเข้าหากัน การนับก็เป็นการนับจำนวนที่แสงถูกตัดขาด เมื่อแสงถูกส่งออกไป ถูกโฟโต้ทรานซิสเตอร์วงจรก็จะปิด เมื่อแสงถูกบัง เช่น ใบพัด หรือกงล้อ โฟโต้ทรานซิสเตอร์ก็จะเปิด

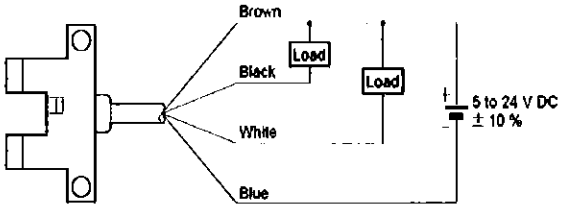
ดูจากรูปที่ 2.16 จะเห็นว่าด้านตัวส่งโฟโต้ไดโอด จะมีตัวต้านทานต่อเหมือนกับการใช้แอลอีดีทั่วไปจากวงจร 5โวลต์ นั้นกระแส 10-20 มิลลิแอมแปร์ ฉะนั้นตัวต้านทานที่ใช้อยู่ในช่วง 200-300 โอห์ม

ส่วนโฟโต้รีซิสเตอร์นั้นจะเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เสมอ ฉะนั้นสภาพที่เหมาะสมที่สุด ควรจะเป็นรูปแบบของคอลเลคเตอร์เปิด (Open Collector) โดยการต่อวงจรนั้นเป็นแบบที่เห็นในรูปที่ 2.16 โดยที่มีตัวอ่านค่าต่อออกไปจากทางคอลเลคเตอร์ (Collector: Vs)

ในสภาพปกติแบบนี้ จะเห็นว่าเมื่อมีแสงมาตกยังโฟโต้ทรานซิสเตอร์ตัวนี้ จะมีการไบแอสตรง (Forward Bias) กล่าวคือ วงจรจะปิด ดังนั้นกระแสจะไหลลงกราวด์ (Ground) คือ กระแสซิงค์ (Sink Current) ไม่ใช่กระแสซอร์ส (Source Current) ค่า Vs จะเปลี่ยนจาก High เป็น Low นั่นคือค่าที่ได้ในขณะที่ไม่มีวัตถุมาตัดแสง

เมื่อมีตัวมาตัดแสงโฟโต้ทรานซิสเตอร์ก็จะไม่นำกระแสค่า Vs ก็จะขึ้นเป็น Vss ไป ดังนั้นเพื่อให้อ่านค่าได้เราจึงต้องเอาตัวต้านทานโหลด (Load Resistor) ไปวาง ค่าต่างๆ ณ ตรงนี้จะมีผลต่อความเร็วในการเปิดหรือปิดสวิตช์ โดยที่หากความต้านทานยิ่งสูงจะทำให้ความเร็วในการเปิดหรือปิดลดลง

การใช้ ตัวต้านทานที่ค่าต่ำจะทำให้แรงดันคอลเลคเตอร์ (Collector: Vce) ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์สูงขึ้น เพราะกระแสสูงเนื่องจากเราใช้ ความต้านทานต่ำเมื่อใช้ตัวต้านทานโหลดสูงทำให้ทรานซิสเตอร์อยู่ในสภาวะเชิงเส้น (Linear Region) ไม่เหมาะสำหรับสัญญาณดิจิตอล (Digital Signal) เพราะพบว่า ค่าที่เหมาะที่สุดนั้น Vce ควรจะอยู่ในระดับประมาณ 0.4-1.0 โวลต์ และค่าของตัวต้านทานโหลดนั้นจะอยู่ในช่วงประมาณ 10K-1M โอห์ม การใช้งานเซนเซอร์แสดงดังรูปที่ 2.17



Color code	Output operation
Black	Light-ON
White	Dark-ON

รูปที่ 2.17 การใช้งานเซนเซอร์

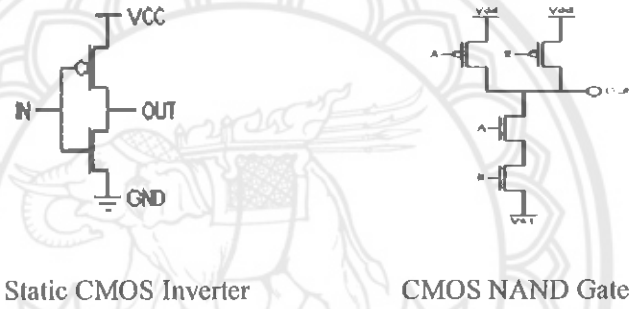
2.6 กล้อง CCTV

รูปที่ 2.18 กล้อง CCTV

จากรูปที่ 2.18 เป็นตัวอย่างกล้อง CCTV ซึ่งย่อมาจาก Closed - Circuit Television แปลว่า โทรทัศน์วงจรปิด คือมีการใช้กล้องวิดีโอ ส่งสัญญาณไปยังชุดจอภาพ ในสถานที่เฉพาะซึ่งอาจจะมีเจ้าหน้าที่คอยควบคุมอยู่ ซึ่งแตกต่างจากการออกอากาศโทรทัศน์ โดยที่สัญญาณจะไม่ถูกส่งออกไปตามที่สาธารณะ ภาพจะถูกส่งไปสถานที่เฉพาะเท่านั้น จะใช้สำหรับการ ตรวจสอบ ในพื้นที่ที่อาจต้องการตรวจสอบเช่น ธนาคาร, คาสิโน, ท่าอากาศยาน, ราชการทหาร, ในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น โทรทัศน์วงจรปิดอาจถูกใช้เพื่อสังเกตการจากหอบังคับการ หรือในสถานที่ที่สภาพแวดล้อมไม่เหมาะสมสำหรับมนุษย์ ระบบโทรทัศน์วงจรปิดอาจทำงานอย่างต่อเนื่องหรือต้องทำเพื่อตรวจสอบเฉพาะเหตุการณ์ก็ได้ รูปแบบของโทรทัศน์วงจรปิดในปัจจุบันนิยมใช้เครื่องบันทึกวีดีโอดิจิตอล (Digital Video Recorder: DVR) แทนการบันทึกแบบม้วนวีดิโอ เนื่องจากมีคุณภาพและประสิทธิภาพที่สูงกว่า เช่น สามารถบันทึกต่อเนื่อง 24 ชั่วโมง ตรวจสอบเคลื่อนไหวและแจ้งเตือนทางอีเมลล์ (E - Mail) เป็นต้น

2.6.1 ตัวรับภาพแบบ CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor)

CMOS ใช้เทคโนโลยีชนิดเดียวกับการออกแบบชิป (Chip) จากต้นแบบของ IBM ซึ่งมันถูกนำไปใช้ในอุปกรณ์คอมพิวเตอร์และรวมไปถึงเครื่องใช้ไฟฟ้าตามบ้านบางชนิด จากการที่จำนวนการบริโภค CMOS มีมาก (Economies of Scale) จึงทำให้มีต้นทุนการผลิตต่ำกว่า มีคุณสมบัติเด่นในเรื่องของการบริโภคพลังงานต่ำและมีความร้อนสะสมต่ำ โดยการทำงานอาศัยทรานซิสเตอร์พื้นฐานหลายๆตัว นิยมมากในการนำมาใช้งานกับอุปกรณ์ประเภท ไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor), ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) และสแตติกแรม (Static RAM) ใน CMOS แต่ละพิกเซล (Pixel) สามารถนับจำนวนอิเล็กตรอนได้ด้วยตัวมันเองโดยใช้หลักการเดียวกับการออกแบบ คอมพิวเตอร์ชิป (Computer Chip) วงจรภายในของกล้อง CCTV แสดงดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 วงจรภายในของกล้อง CCTV

2.6.2 ระบบ NTSC (National Television System Committee)

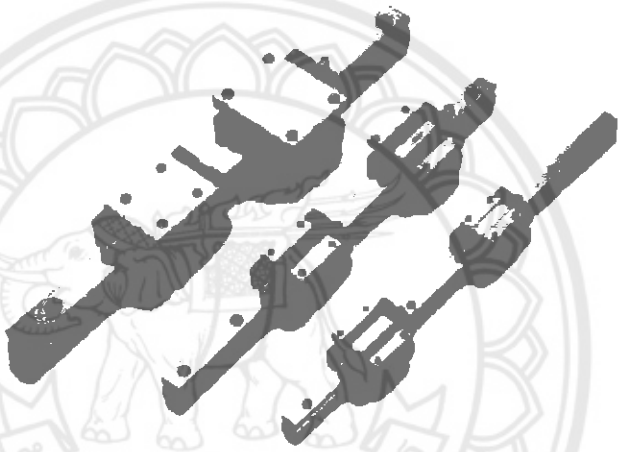
เป็นระบบของอเมริกา มาตรฐาน FCC 525 คือสร้างภาพในแนวนอน 525 เส้นต่อภาพ ความเร็วในการแสดงภาพ 30 เฟรมต่อวินาทีเป็นระบบที่ใช้ในอเมริกาและญี่ปุ่น

2.6.3 ระบบ PAL (Phase Alternate Line)

เป็นระบบของยุโรปใช้มาตรฐาน CCIR 625 เส้น 25 เฟรมต่อวินาทีเป็นระบบที่ใช้ในประเทศไทย และยังแบ่งได้อีกหลายระบบ เช่น พีเอแอล-เอ (PAL-A), พีเอแอล-บี (PAL-B) ประเทศไทยเลือกใช้ พีเอแอล-บี (PAL-B) มาตรฐาน CCIR 625 เส้น ส่งย่านความถี่ VHF คือช่วง 3-5-7-9-11 จะเห็นว่าผ่าน VHF จะเพิ่มช่องอีกไม่ได้เพราะมีกฎระเบียบจะไม่ส่งช่องต่อเนื่องกัน เนื่องจากเกิดสัญญาณการรบกวนระหว่างสถานีต่อสถานี ในอนาคตกรมประชาสัมพันธ์วางนโยบายจะเพิ่มสถานีโทรทัศน์จะต้องใช้ย่านความถี่สูงขึ้น คือ UHF และคาดว่าจะนำระบบพีเอแอล-จี (PAL-G) มาใช้ ระบบนี้จะให้รายละเอียดของสัญญาณภาพสูงกว่าเดิมและมีระบบเสียง 2 ภาษา

2.7 ลิเนียร์สไลด์ไกด์ (Linear Slide Guide)

ลิเนียร์สไลด์ไกด์เป็นอุปกรณ์ขับเคลื่อนชนิดหนึ่งที่เคลื่อนที่ทางตรงทั้งทางระดับและในแนวดิ่งก็ได้ ขึ้นอยู่กับเงื่อนไขจากการออกแบบ น้ำหนัก ระยะทาง และที่สำคัญที่สุดคือ การระบุหรือการกำหนดระยะที่ยอมรับได้ในระดับความคลาดเคลื่อนที่ละเอียดสูงนั่นเอง เช่นการนำไปประยุกต์ใช้งานในอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์, อุตสาหกรรมผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักรกล, อุตสาหกรรมอาหารและการแปรรูปฯ เพื่อการใช้งานสไลด์ไกด์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด ข้อมูลเบื้องต้นของชิ้นส่วนและการทำงานของสไลด์ไกด์ดังนี้



รูปที่ 2.20 โครงสร้างพื้นฐานของลิเนียร์โมชั่นไกด์ (Linear Motion Guide)

2.7.1 โครงสร้างพื้นฐานและประสิทธิภาพ

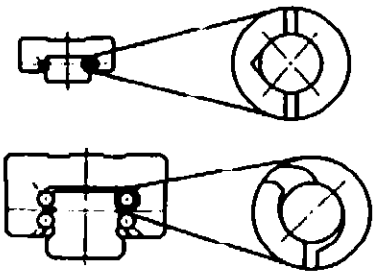
1) รางลิเนียร์ไกด์ (Linear Guide)

2) ลิเนียร์ไกด์โมชั่นบล็อก (Linear Guide Motion Block)

3) ลูกปืน (Ball)

เราควรเลือกใช้ลิเนียร์ไกด์ให้เหมาะกับความต้องการด้านความแม่นยำและภาระ (Load) ดังนั้น จึงอาจเลือกประยุกต์ใช้ลิเนียร์ไกด์รางเดียวหรือ 2 รางคู่ขนานได้

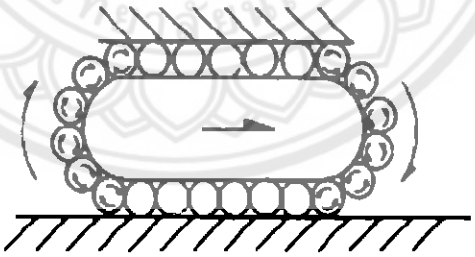
2.7.2 โครงสร้างและการเคลื่อนที่ของเม็ดลูกปืน (Rolling Baring)



รูปที่ 2.21 โครงสร้างของเม็ดลูกปืน

2.7.3 โครงสร้างเม็ดลูกปืน

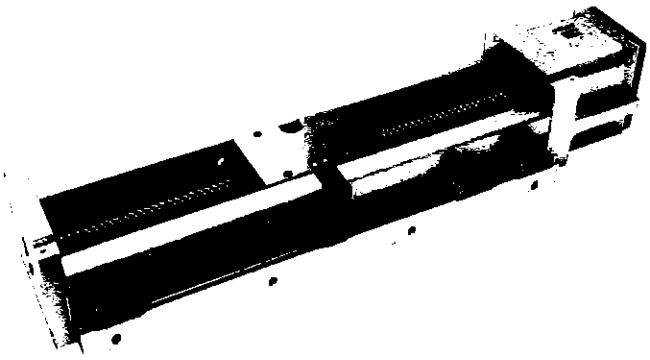
ประสิทธิภาพของลิเนียร์สไลด์ไกด์ ถูกกำหนดโดยโครงสร้างของเม็ดลูกปืนที่ใช้ เพื่ออธิบายถึงโครงสร้างของเม็ดลูกปืน เราจะเรียกหน้าตัดของร่องไกด์ (Guide) ที่อยู่ในรางว่า ทางวิ่ง (Race Ways) และเรียกจุดสัมผัสเม็ดลูกปืนกับร่องทางวิ่งว่า จุดสัมผัส (Point Contacts) เม็ดลูกปืนแต่ละลูกจะสัมผัสทางวิ่งที่ 2 หรือ 4 จุดสัมผัสตามที่แสดงไว้ การออกแบบทำลิเนียร์ไกด์มีประสิทธิภาพและมีความแม่นยำสูงในภาระชั่วขณะ (Moment Load) ระหว่างช่วงเวลาที่สั่นหรือนานตลอดการเคลื่อนที่ จำนวนของจุดสัมผัสสามารถแปรผันในสภาวะการใส่ภาระก่อนนำมาใช้งาน (Preload State) รูปแบบการทำงานของกระบวนการเม็ดลูกปืนแสดงดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 รูปแบบการทำงานของกระบวนการเม็ดลูกปืน

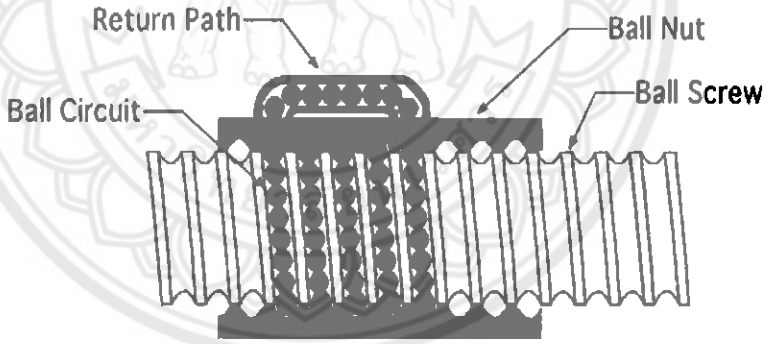
ด้วยการเสียดทานที่น้อยระหว่างการหมุนวนของขบวนเม็ดลูกปืนในร่องทางลูกปืนเป็นผลให้การเคลื่อนที่ ราบเรียบตามตัวบล็อก (Block) ที่พร้อมด้วยกรงกั้นลูกปืน (Ball Retainer) ที่มีอยู่จะสามารถเพิ่มอายุการใช้งานของการหมุนวนของขบวนเม็ดลูกปืน

2.8 บอลสกรูว์ (Ball Screw)



รูปที่ 2.23 โครงสร้างของบอลสกรูว์

บอลสกรูว์เป็นระบบขับเคลื่อน (Drive) แบบหนึ่งในระบบขับเคลื่อนประเภทเครื่องกล (Mechanic) โดยมีส่วนประกอบหลัก 2 ส่วน คือ เพลาเกลียว (Shaft) และตลับลูกปืน (Nut) ซึ่งมีเม็ดลูกปืนกลม (Ball) เป็นตัวรับน้ำหนักและลดแรงเสียดทาน โดยกระบวนการเม็ดลูกปืนแสดงดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 กระบวนการเม็ดลูกปืน

บอลสกรูว์มีส่วนดีกว่า ระบบขับเคลื่อนแบบอื่นๆ คือสามารถผลิตตามความต้องการได้ การใช้งานก็มีส่วนประกอบน้อยไม่สลับซับซ้อน และมีความแข็งแรงทนทานกว่าระบบอื่นๆ เราสามารถแบ่งบอลสกรูว์ออกเป็น 2 ชนิดหลักๆ คือ

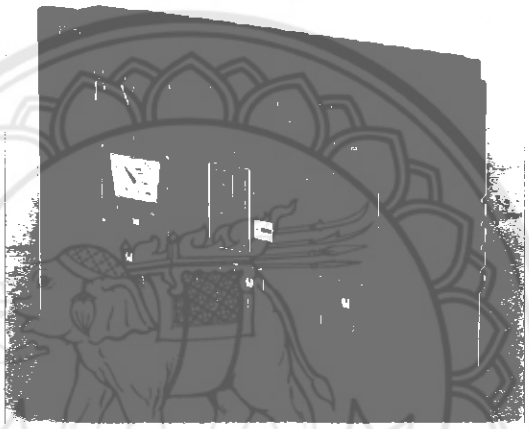
2.8.1 บอลสกรูว์แบบรีด (Rolled Ball Screw)

ผลิตโดยการรีดเพลาออกมาเป็นเกลียว ซึ่งสามารถผลิตได้ความละเอียด หรือค่าความผิดเพี้ยน (Lead Error) ในระดับหนึ่งและจะสะสมไปตามความยาว และจำนวนครั้งที่รีด ข้อสังเกต คือ ที่สันของเพลาเกลียวจะมีร่องเล็กๆ และสีจะหมองกว่าบอลสกรูว์ชนิดนี้เหมาะสำหรับการส่งกำลังหรือไม่ต้องการความเที่ยงตรงสูง โดยจะมีราคาถูกกว่าและผลิตได้เร็วกว่า

2.8.2 บอลสกรูว์แบบเจียร (Grounded or Precision Ball Screw)

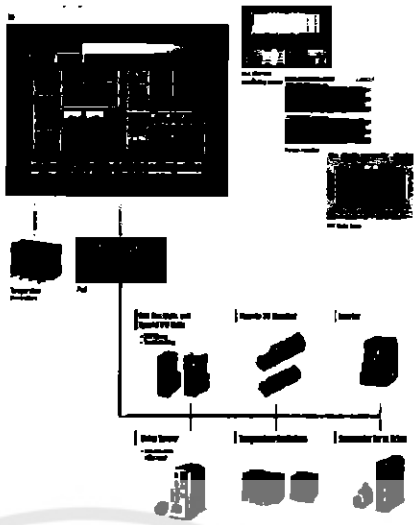
ผลิตโดยการนำเพลาที่ชุบแข็งแล้ว (Case Hardening) มาเจียรทางวิ่ง โดยสามารถควบคุมการเจียรให้ได้ความละเอียดตามความต้องการ ซึ่งค่าความผิดเพี้ยนที่เกิดขึ้นจะอยู่ในช่วงหนึ่ง และไม่สะสมเหมือนกับแบบรีด ทำให้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความละเอียดสูง เช่น เครื่อง CNC / NC เป็นต้น

2.9 หน้าจอสัมผัส (Touch Screen)



รูปที่ 2.25 หน้าจอสัมผัส

จากรูปที่ 2.25 เป็นตัวอย่างหน้าจอสัมผัส สิ่งอำนวยความสะดวกที่มีให้เพื่อให้ง่ายต่อการเชื่อมต่อกับพีแอลซีที่ จะใช้ประโยชน์ จากการสั่งงาน บันทึกติดตามการพิสูจน์ คุณสมบัติหลายอย่างที่ไม่จำเป็นต้องสร้างหน้าจอหรือทุกอย่างที่สนับสนุนการเขียนโปรแกรมจากการออกแบบการซ่อมบำรุงเพื่อใช้ประโยชน์จากความเข้ากันได้ของพีแอลซีและมีการตรวจพบข้อผิดพลาดโดยอัตโนมัติและแสดงบนหน้าจอพร้อมกับการดำเนินการแก้ไข การใช้งานหน้าจอสัมผัสแสดงดังรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 การใช้งานหน้าจอสัมผัส

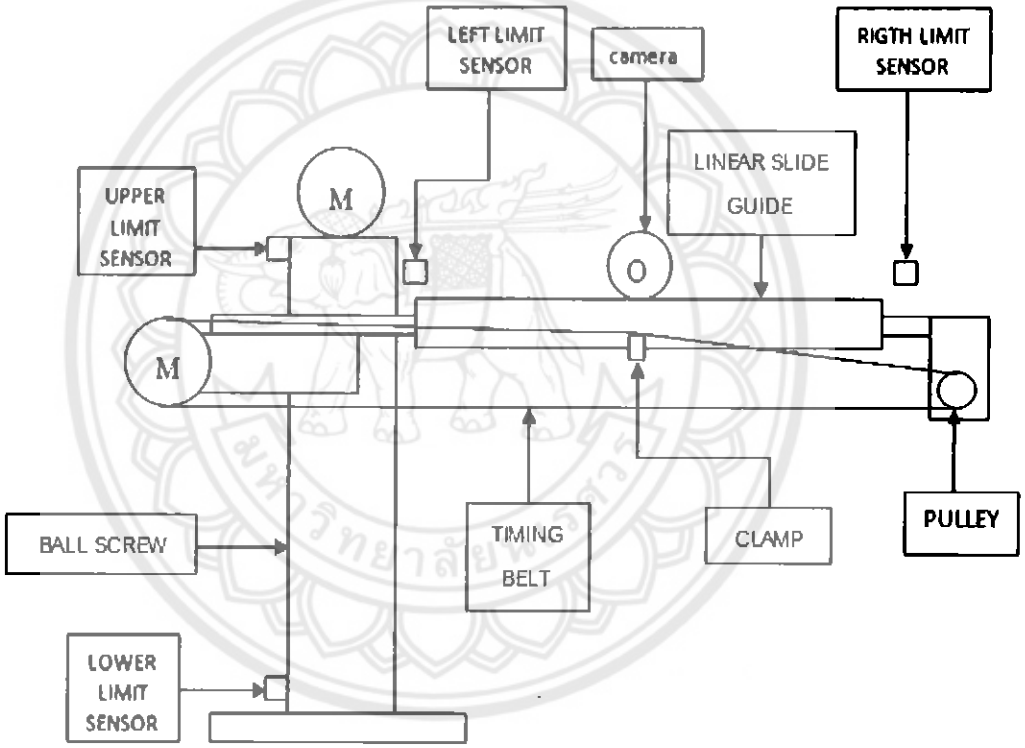
ข้อผิดพลาดที่ตรวจพบโดยอัตโนมัติพีแอลซีและแสดงรายละเอียดข้อผิดพลาดและการกู้คืนบนหน้าจอแม้หากเกิดปัญหาขึ้นก็สามารถแก้ไขได้อย่างรวดเร็วโดยไม่ต้องใช้คู่มือ

มีภาษาที่หลากหลายมีถึง 42 ภาษาและสลับภาษาได้ถึง 16 ภาษา ได้รับการสนับสนุน 42 ภาษาในเอเชียและยุโรปสามารถรวมกันในหน้าจอนอกจากนี้สามารถสลับภาษาได้ถึง 16 ป้ายชื่อที่ใช้ป้ายกำกับการสลับการทำงานดังนั้นจึงเป็นไปได้ที่จะรองรับได้ถึง 16 ภาษาในหน้าจอเดียวเพียงแค่ระบุภาษาที่จะปรากฏในป้ายแต่ละป้าย โดยโปรแกรมของระบบของหน้าจอสัมผัสนี้สนับสนุนภาษาจีนและยุโรปทั้ง 8 ภาษาเป็นคุณสมบัติมาตรฐานรวมทั้งภาษาจีน สเปน, อิตาลี, เยอรมัน, ฝรั่งเศสและนอกเหนือไปจากที่ก่อนหน้านี้คือ ภาษาญี่ปุ่นและภาษาอังกฤษพร้อมกับเมนูการเก็บรักษาข้อความสำหรับข้อผิดพลาดในการสื่อสาร

บทที่ 3
วิธีดำเนินโครงงาน

จากการศึกษาทฤษฎีและหลักการในบทที่ 2 ทางคณะผู้จัดทำโครงงานจึงได้ทำการออกแบบในส่วนของโครงสร้างของแขนกลและโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลดังนี้

3.1 การออกแบบโครงสร้างของแขนกลขนาดเล็ก (Structure)



รูปที่ 3.1 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆของแขนกลทางด้านหน้า

3.1.1 ติดตั้งอุปกรณ์เคลื่อนที่ทางกลและสเต็ปปิ้งมอเตอร์ควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน X และแนวแกน Y ของแขนกล

ระบบการทำงานของแขนกลชุดนี้ทำงานด้วย ระบบคาร์ทีเซียนโคออร์ดิเนชั่น (Cartesian Coordination) ซึ่งจะเคลื่อนที่ในแนวแกนตรงทั้งสองแกน (Two Linear Axes)

จากรูปที่ 3.1 เราใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) 5 เฟสควบคุมลิเนียร์สไลด์ไกด์ (Linear Slide Guide) เป็นตัวเคลื่อนที่แกนแนวนอน ซึ่งให้เป็นแกน X ควบคุมการเลื่อนเข้า-ออกของรางสไลด์ โดยสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน X จะติดตั้งไว้ที่ปลายด้านหนึ่งของแกนลิเนียร์ และมี

สายพานไทม์มิ่ง (Timing Belt) เพื่อใช้คล้องร่วมกับลูกรอกที่ติดอยู่ที่โรเตอร์ (Rotor) ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน X กับลูกรอกที่ติดตั้งที่ปลายอีกด้านหนึ่งของแกนลิเนียร์ รวมทั้งยึดติดสายพานกับรางสไลด์ด้วยแคลมป์ (Clamp) ส่วนการเคลื่อนที่แกนแนวตั้งกำหนดให้เป็นแกน Y ใช้สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟสเช่นกัน เพื่อควบคุมบอลสกรูว์ (Ball Screw) ให้เคลื่อนที่ขึ้นลง

3.1.2 ติดตั้งเซนเซอร์ (Sensor) ในแนวการเคลื่อนที่แกน X และในแนวการเคลื่อนที่แกน Y

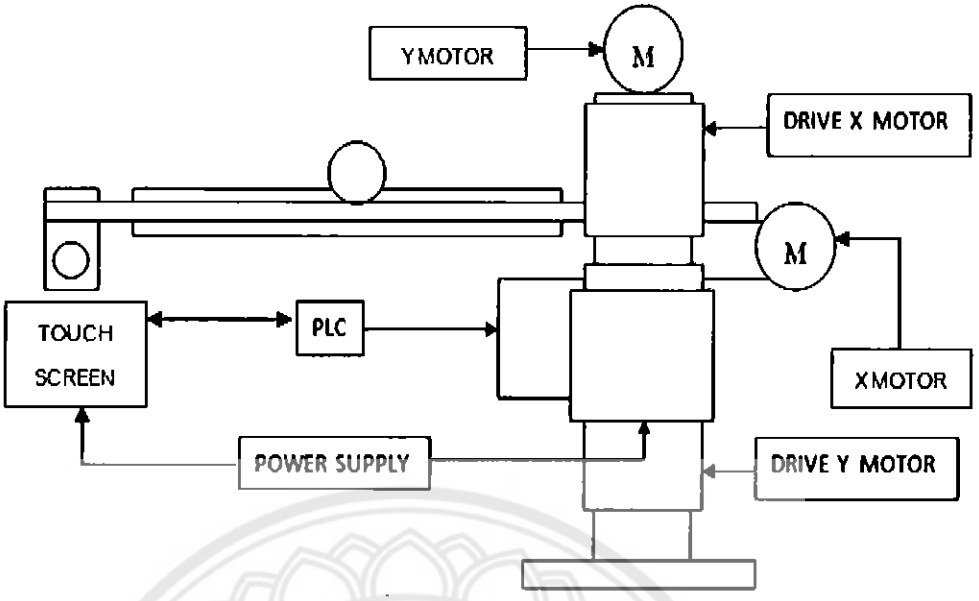
จากรูปที่ 3.1 ตัวโครงสร้างแขนกลนั้น ทำจากอะลูมิเนียมไม่เป็นสนิมมีน้ำหนักเบา สะดวกต่อการเคลื่อนย้าย ด้านแกน Y ที่ใช้บอลสกรูว์ (Ball Screw) นั้นเราตั้งขีดจำกัดการเคลื่อนที่โดยใช้ลิมิตสวิสช์ (Limit Switch) ติดตั้งกับแกน Y ทางด้านบนติดตั้งลิมิตสวิตช์บน (Upper Limit Switch) ด้านล่างติดตั้งลิมิตสวิตช์ล่าง (Lower Limit Switch) ส่วนด้านแกน X ใช้ลิมิตสวิสช์ติดตั้งไว้ที่ลิเนียร์สไลด์ไกด์ ทางด้านซ้ายติดตั้งลิมิตสวิตช์ซ้าย (Left Limit Switch) ด้านขวาติดตั้งลิมิตสวิตช์ขวา (Right Limit Switch)

3.1.3 ติดตั้งกล้องให้กับแขนกลเพื่อใช้จับภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดของฮาร์ดดิสก์

จากรูปที่ 3.1 บนตัวลิเนียร์สไลด์ไกด์ ติดตั้งกล้อง CCTV ตรงกลาง บนรางสไลด์ เพื่อให้กล้อง CCTV สามารถเคลื่อนที่ได้จากการเลื่อนเข้า-ออกของลิเนียร์สไลด์ไกด์ และสามารถเลื่อนขึ้น-ลง ของบอลสกรูว์

3.1.4 ติดตั้งพีแอลซีขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพาย และหน้าจอสัมผัส

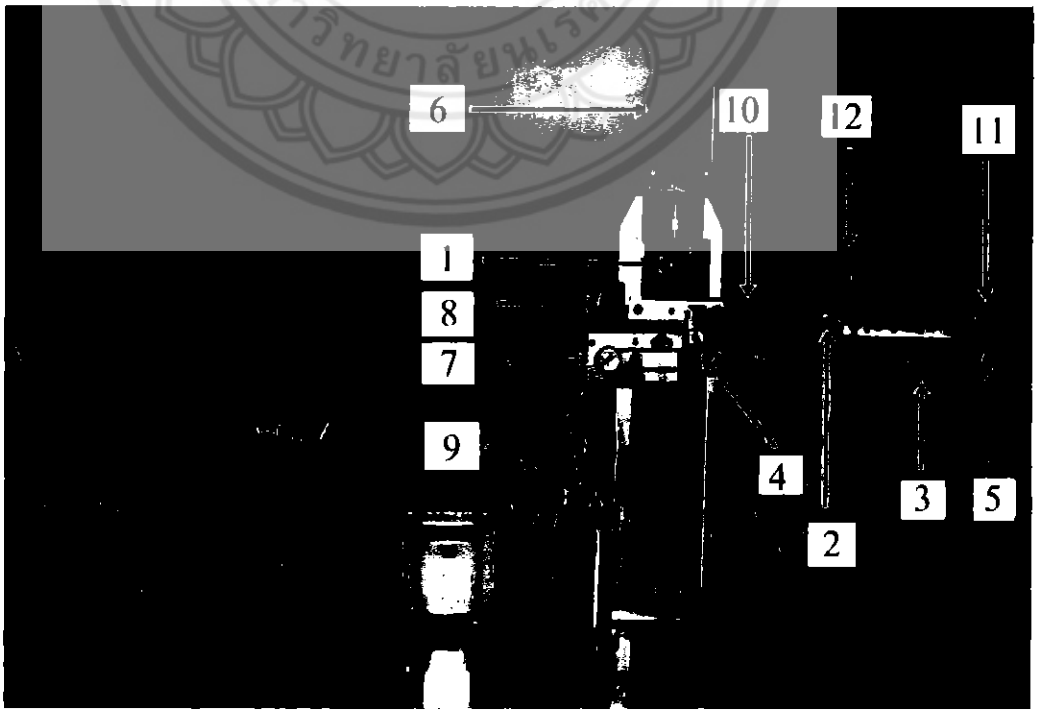
ด้านหลังของแขนกลเรามีการติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมและแหล่งจ่ายไฟ ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งจะยึดติดกับตัวโครงสร้างแขนกลทางด้านหลัง โดยติดตั้งตัวขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor Driver) แกน X ทางส่วนบนของแขนกล ตัวขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน Y ทางส่วนล่างของแขนกล จากนั้นติดตั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Swithing Power Supply) และพีแอลซีกับแขนกลโดยใช้แผ่นเหล็กยึดอุปกรณ์ดังกล่าวกับโครงสร้างของแขนกล ส่วนหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) จะนำมาเชื่อมต่อกับพีแอลซีและสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย โดยจะแยกอิสระกับตัวโครงสร้างของแขนกลไม่ได้นำมาติดตั้งกับตัวโครงสร้างแขนกลแต่อย่างใด



รูปที่ 3.2 แสดงการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆของแขนกลทางด้านหลัง

3.2 วิธีการประกอบแขนกลขนาดเล็ก

วิธีการประกอบแขนกลขนาดเล็ก โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆให้กับแขนกลขนาดเล็ก อุปกรณ์ต่างๆในการประกอบแขนกลขนาดเล็กทางด้านหน้าแสดงดังในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ชิ้นงานที่นำมาประกอบจนเสร็จสมบูรณ์ (ด้านหน้า)

อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการประกอบแขนกลขนาดเล็กที่แสดงในรูปที่ 3.3 มีดังนี้

1) บอลสกรูว์ 2) ลิเนียร์สไลด์แกน X

3) สายพาน 4) แคลมป์

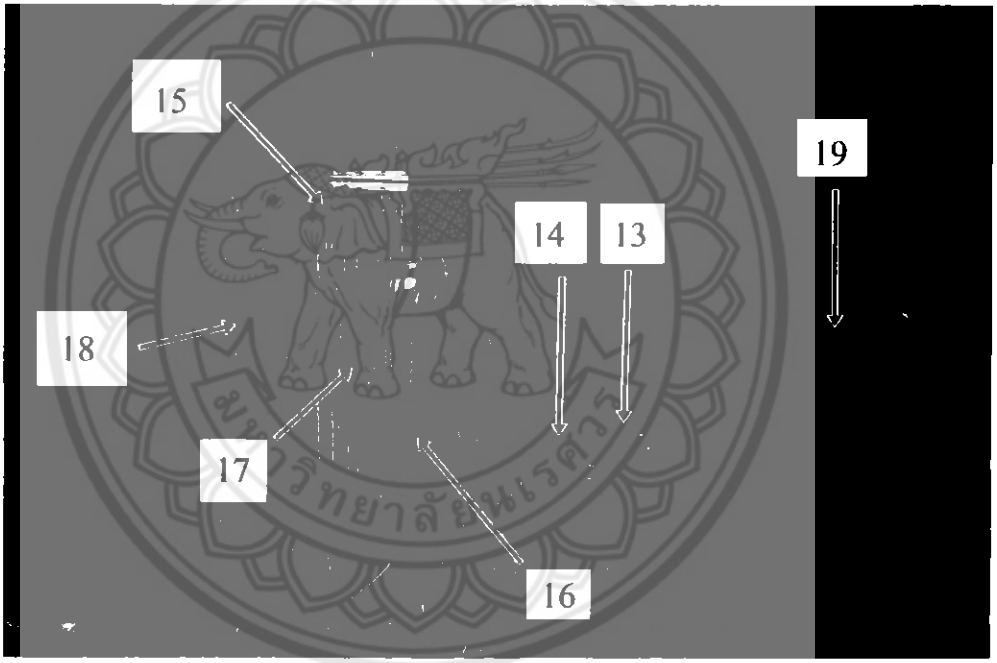
5) ลูกรอก 6) สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟส แกน Y

7) สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟส แกน X 8) ลิมิตสวิตช์บน

9) ลิมิตสวิตช์ล่าง 10) ลิมิตสวิตช์ขวา

11) ลิมิตสวิตช์ซ้าย 12) กล้อง CCTV

อุปกรณ์ต่างๆในการประกอบแขนกลขนาดเล็กทางด้านหลังแสดงดังในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ชิ้นงานที่นำมาประกอบจนเสร็จสมบูรณ์ (ด้านหลัง)

อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการประกอบแขนกลขนาดเล็กที่แสดงในรูปที่ 3.4 มีดังนี้

13) หม้อแปลงกระแสสลับ 220/110 โวลต์

14) กล่องแปลงสัญญาณโทรทัศน์ (TV Tuner Box)

15) ชุดขับสเต็ปปิ้ง มอเตอร์ แกน X

16) ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน Y

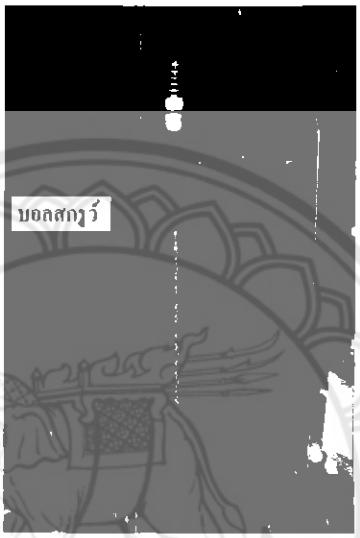
17) สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)

18) พีแอลซี (PLC)

19) หน้าจอสัมผัส (Touch screen)

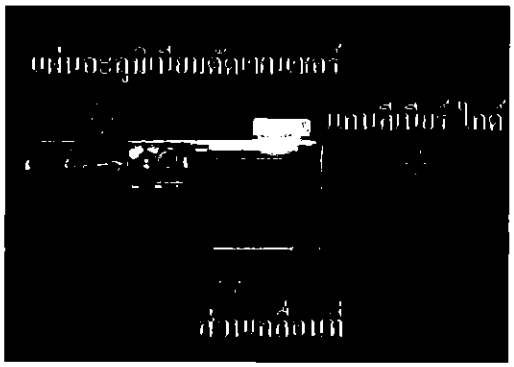
3.2.1 ผลงานการนำชิ้นส่วนมาประกอบ

1) บอลสกรูว์ (Ball Screw) มีลักษณะเป็นโครงอะลูมิเนียมความสูงของบอลสกรูว์เท่ากับ 30 เซนติเมตร ช่วงระยะชักเท่ากับ 20.6 เซนติเมตร และระยะจากเกลียวถึงเกลียวเท่ากับ 3 มิลลิเมตร เป็นแนวการเคลื่อนที่หลักของกล้องในแนวแกน Y โดยนำไปติดตั้งแผ่นอะลูมิเนียมที่ตั้งฉากกับฐานที่ทำเกลียวไว้ แล้วจึงขันยึดด้วยน็อต



รูปที่ 3.5 บอลสกรูว์

2) ลิเนียร์สไลด์ไกด์แกน X ความยาวแกนลิเนียร์ไกด์ 37 เซนติเมตร ช่วงระยะชัก 27 เซนติเมตร ยึดกับส่วนเคลื่อนที่ขึ้นลงบอลสกรูว์แกน Y ด้วยสกรูว์หัวจมหกเหลี่ยมกับแผ่นอะลูมิเนียมหนา 1 เซนติเมตรส่วนเคลื่อนที่ความยาว 10 เซนติเมตรมีการติดตั้งแผ่นอะลูมิเนียมเพื่อใช้ตัดการทำงานของเซนเซอร์ ซึ่งมีระยะห่าง 8 เซนติเมตรจากฐานกล้องใช้ทำหน้าที่เป็นแนวการเคลื่อนที่หลักในแนวแกน X

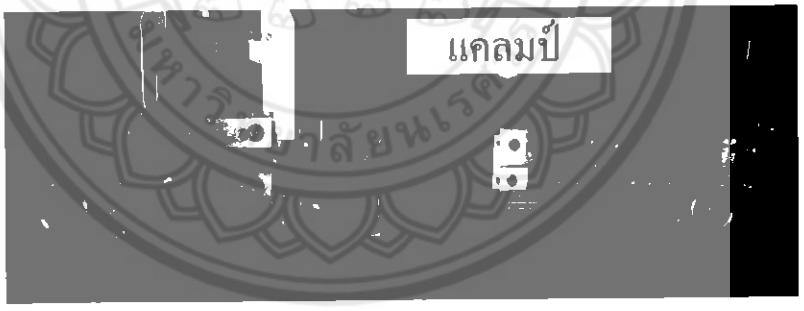


รูปที่ 3.6 ลิเนียร์สไลด์ไกด์แกน X

3) สายพาน ลักษณะเป็นวงยางมีบากไว้เกี่ยวกับฟันเฟืองของลูกรอก ทำหน้าที่คล้องลูกรอกมอเตอร์แกน X และพุลเลย์ ยึดติดกับแคลมป์อะลูมิเนียม เพื่อส่งแรงจากมอเตอร์เพื่อเลื่อนตำแหน่งกล้องจะทำให้การเคลื่อนที่ของกล้องมีความแม่นยำและความละเอียดสูง

รูปที่ 3.7 สายพาน

4) แคลมป์ (Clamp) ทำจากอะลูมิเนียมไม่เป็นสนิม ทำหน้าที่ล็อคเพื่อให้ลิเนียร์ส่วนเคลื่อนที่ได้เลื่อนซ้ายขวาตามสายพาน ติดตั้งแคลมป์กับลิเนียร์สไลด์ไกด์ส่วนเคลื่อนที่ได้ ด้วยสกรูว์หัวจมหกเหลี่ยม และใช้สกรูว์หนีบแผ่นอะลูมิเนียมหนีบสายพานกับตัวแคลมป์



รูปที่ 3.8 แคลมป์

5) ลูกรอก (Pulley) แกน X ลักษณะเป็นรอกหมุนอิสระทำหน้าที่รับแรงจากสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟส แกน X ติดตั้งโดยเจาะแผ่นอะลูมิเนียมเป็นรูปวงกลมเส้นผ่านศูนย์กลางยาว 2 เซนติเมตรจำนวน 1 รู จากนั้นเจาะรูเพื่อล็อคลูกรอก 4 รู ใช้น็อตตัวผู้และน็อตตัวเมีย 4 คู่ ล็อคตามโครงของลูกรอก ทำการทดสอบโยกและขันน็อตให้แน่นจนกว่าลูกรอกจะไม่โยกคลอนและเจาะรู 2 รูให้พอดีกับรูบนลิเนียร์สไลด์ไกด์ แล้วจึงล็อคด้วยน็อตตัวผู้และน็อตตัวเมีย 2 คู่ แสดงดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 ลูกรอก (Pulley) แกน X

6) สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟส แกน Y โครงสร้างทรงลูกบาศก์ กว้าง 6 เซนติเมตร ยาว 6 เซนติเมตร สูง 9 เซนติเมตร ทำงานแม่นยำและมีความละเอียดสูง ทำหน้าที่ขับเคลื่อนและควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน Y เมื่อเริ่มจ่ายไฟ มอเตอร์จะล็อคไม่ให้ตัวสกรูว์หมุน จนกระทั่งได้รับคำสั่งจากชุดขับเคลื่อน ติดตั้งโดยสเตเตอร์ยึดติดกับแผ่นอะลูมิเนียมซึ่งเป็นโครงสร้างของทางกายภาพตัวแขนกล ส่วนแกนโรเตอร์ของสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะยึดติดกับสกรูว์ของบอลสกรูว์

รูปที่ 3.10 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟส แกนY

7) **สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟส แกน X** โครงสร้างทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร สูง 3 เซนติเมตร ทำงานแม่นยำและมีความละเอียดสูง ทำหน้าที่ขับเคลื่อนและควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน X โครงของมอเตอร์ ติดตั้งโดยยึดโครงสเตเตอร์ติดกับแผ่นอะลูมิเนียมมีร่องสไลด์ซึ่งล็อคติดกับส่วนเคลื่อนที่ของบอลสกรูว์ แกน Y เพลาของสเต็ปปิ้งมอเตอร์จะยึดติดกับลูกรอก

รูปที่ 3.11 สเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟส แกน X

8) ลิมิตสวิตช์บน เป็นเซนเซอร์ก้ามปูสีดำ มีช่องให้แผ่นอะลูมิเนียมตัดกั้นแสงเพื่อทำหน้าที่กำหนดขอบเขตของการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง แกน Y ด้านบนสุด ติดตั้งโดยนำสกรูว์เล็กยึดตัวเซนเซอร์ติดแผ่นกับเหล็กรูปฉาก แล้วยึดแผ่นเหล็กฉากกับรางเหล็กข้างโครงของบอลสกรูว์ด้วยสกรูหัวจมหกเหลี่ยม ซึ่งจะทำให้สามารถเลื่อนตำแหน่งขึ้นลงได้ง่าย

รูปที่ 3.12 ลิมิตสวิตช์บน

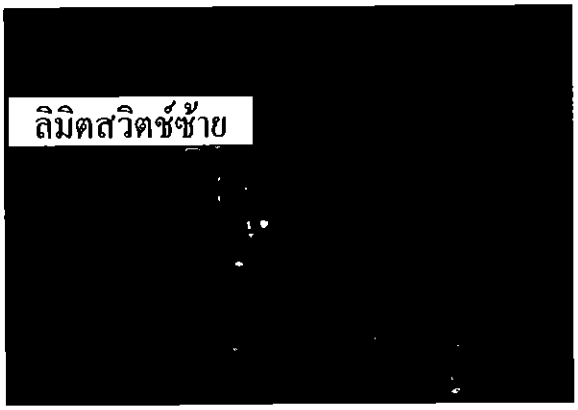
9) ลิมิตสวิตช์ล่าง เป็นเซนเซอร์ก้ามปูสีดำมีช่องให้แผ่นอะลูมิเนียมตัดกั้นแสงเพื่อทำหน้าที่กำหนดขอบเขตของการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง แกน Y ด้านล่างสุด ติดตั้งโดยนำสกรูว์เล็กยึดตัวเซนเซอร์ติดแผ่นกับเหล็กรูปฉาก แล้วยึดแผ่นเหล็กฉากกับรางเหล็กข้างโครงของบอลสกรูว์ด้วยสกรูหัวจมหกเหลี่ยม ซึ่งจะทำให้สามารถเลื่อนตำแหน่งขึ้นลงได้ง่าย

รูปที่ 3.13 ลิมิตสวิตช์ล่าง

10) ลิมิตสวิตช์ขวา เป็นเซนเซอร์ก้ามปูสีดำมีช่องให้แผ่นอะลูมิเนียมตัดกั้นแสงใช้ทำหน้าที่กำหนดขอบเขตของการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ แกน X ด้านขวาสุดใกล้กับบอลสกรูว์เมื่อมองตามกล้อง โดยนำสกรูว์เล็กยึดตัวเซนเซอร์ติดแผ่นกับเหล็กรูปฉาก แล้วยึดแผ่นเหล็กฉากกับรูบนสไลด์ไกด์ด้วยสกรูว์

รูปที่ 3.14 ลิมิตสวิตช์ขวา

11) ลิมิตสวิตช์ซ้าย เป็นเซนเซอร์ก้ามปูสีดำมีช่องให้แผ่นอะลูมิเนียมตัดกั้นแสงใช้ทำหน้าที่กำหนดขอบเขตของการเคลื่อนที่ในแนวระนาบ แกน X ด้านซ้ายสุดเมื่อมองตามกล้อง ติดตั้งโดยนำสกรูว์เล็กยึดตัวเซนเซอร์ติดแผ่นกับเหล็กรูปฉาก แล้วยึดแผ่นเหล็กฉากเข้ากับรูบนลิเนียร์สไลด์ไกลด์ด้วยสกรูว์ เช่นเดียวกับลิมิตสวิตช์ขวา



รูปที่ 3.15 ลิมิตสวิตช์ซ้าย

12) กล้องวงจรปิด CCTV เลนส์ขนาดทางยาวโฟกัส 6 มิลลิเมตร รับไฟกระแสตรง 12 โวลต์ ทำหน้าที่จับภาพเพื่อแสดงผลส่งข้อมูลภาพผ่านสายโคแอกเชียล (Coaxial Cable) ติดตั้งบันน็อตติดกับฐานกล้องบนแขนของลิเนียร์สไลด์ไกด์ในส่วนเคลื่อนที่

รูปที่ 3.16 กล้อง CCTV

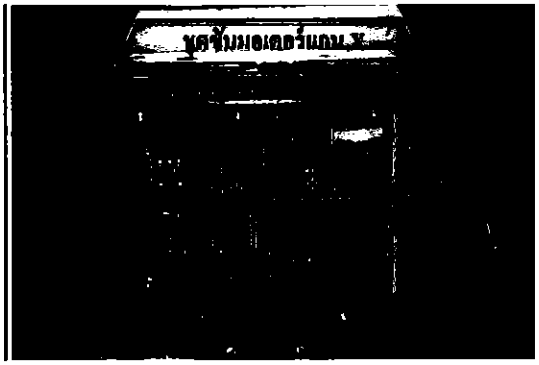
13) หม้อแปลงกระแสสลับ 220/110 โวลต์ โครงครอบเป็นเหล็กมีสีครีม ทำหน้าที่ลดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจาก 220 โวลต์ เป็น 110 โวลต์ เพื่อจ่ายเข้าสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply)

รูปที่ 3.17 หม้อแปลงกระแสสลับ 220/110 โวลต์

14) กล่องแปลงสัญญาณโทรทัศน์ (TV Tuner Box) เป็นอุปกรณ์แยกเป็นอิสระจากตัวแขนกล ทำหน้าที่รับข้อมูลจากกล้อง CCTV ผ่านสายโคแอคเชียล (Coaxial Cable) และแปลงสัญญาณส่งออกทางสาย USB เพื่อแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.18 กล่องแปลงสัญญาณโทรทัศน์ (TV Tuner Box)

15) ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ แกน X รับไฟกระแสตรง 24 โวลต์จากสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายเพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์แกน X ทำการติดตั้งโดยการเจาะรูและทำเกลียวที่แผ่นอะลูมิเนียม แล้วขันสกรูว์ยึดติดกับส่วนบนของแผ่นอะลูมิเนียมเหนือสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายให้ตำแหน่งชุดขับสูงจากฐานประมาณ 37 เซนติเมตร

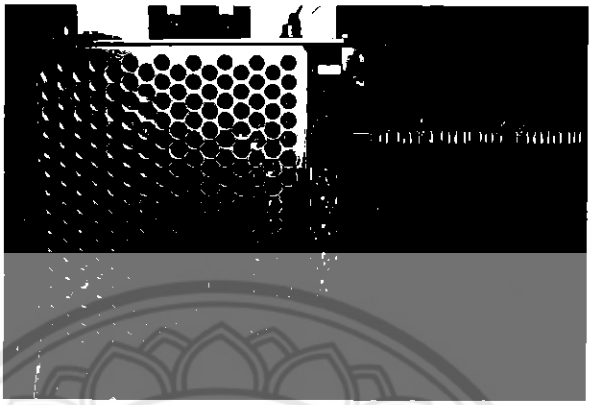


รูปที่ 3.19 ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน X

16) ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน Y เป็นชุดขับควบคุมการทำงานของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 5 เฟส แนวแกน Y รับไฟกระแสตรง 24 โวลต์จากสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย ติดตั้งโดยการเจาะรูและทำเกลียวที่แผ่นอะลูมิเนียม แล้วขันสกรูว์เข้ากับแผ่นอะลูมิเนียม ที่ยึดติดกับโครงของบอลสกรูว์และที่ฐานอะลูมิเนียม

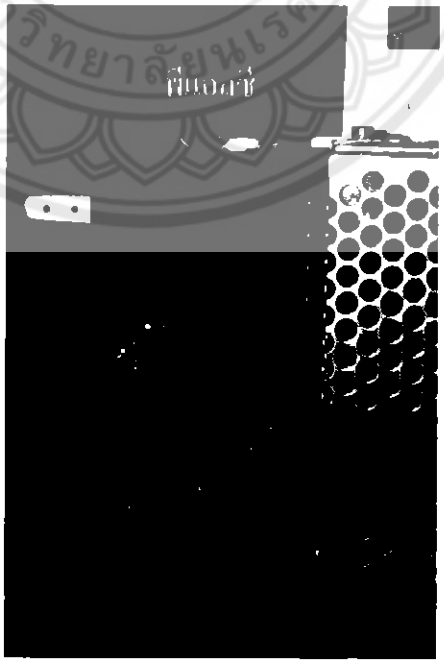
รูปที่ 3.20 ชุดขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์แกน Y

17) สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย (Switching Power Supply) ติดตั้งโดยยึดกับแผ่นเหล็กด้วยน็อตด้านหลังของบอลสกรูว์ รับไฟจากหม้อแปลงกระแสสลับ 220/110 โวลต์ เพื่อจ่ายไฟให้กับระบบควบคุมทั้งกระแสตรง 24 โวลต์และกระแสสลับ 110 โวลต์



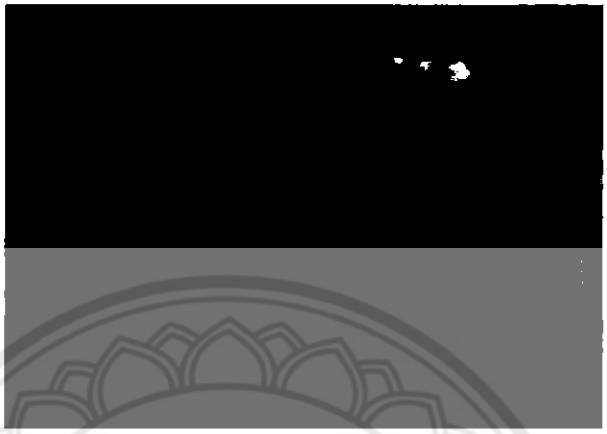
รูปที่ 3.21 สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย

18) พีแอลซี (PLC) ทรงลูกบาศก์ด้านหน้ามีจอแสดงผล และพอร์ต (Port) ต่ออินพุต เอาท์พุต ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของแขนกลและสร้างสัญญาณพัลส์ (Pulse) ให้กับตัวขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว ติดตั้งโดยยึดด้วยตัวล็อคของพีแอลซีกับแผ่นเหล็กอะลูมิเนียมเดียวกับสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย



รูปที่ 3.22 พีแอลซี (PLC)

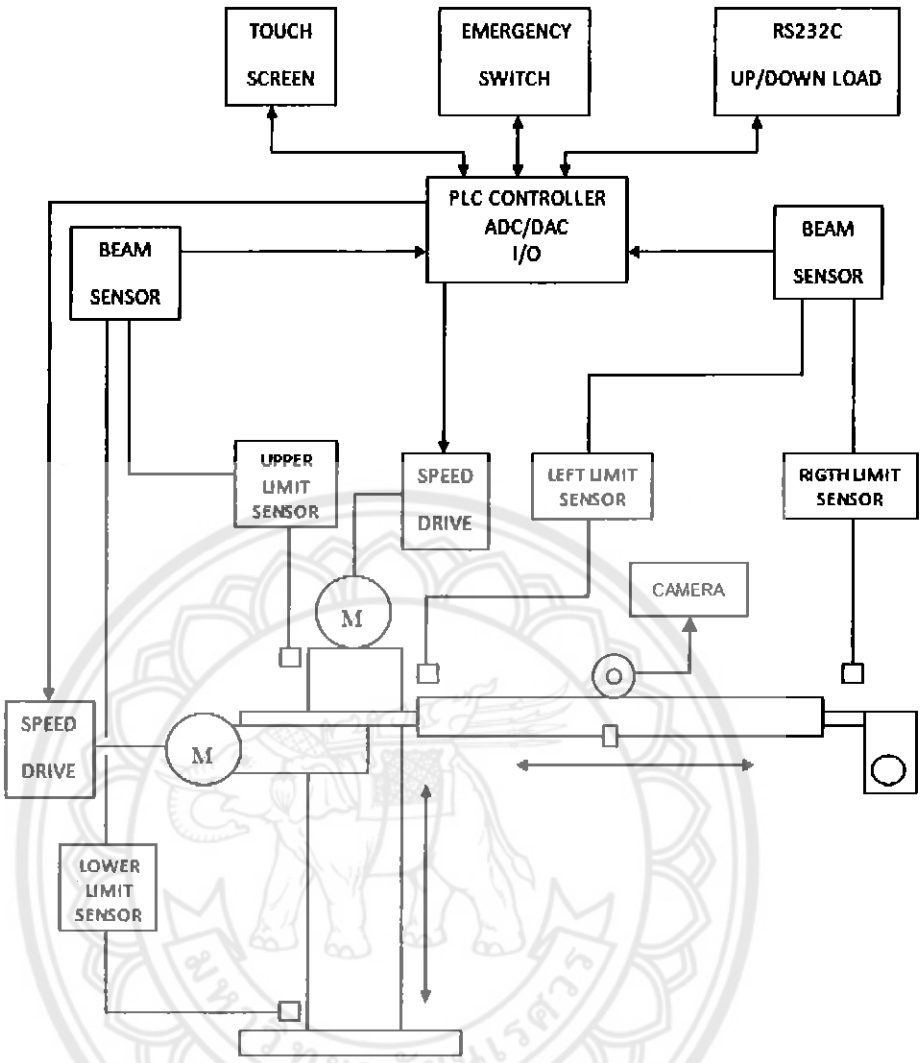
19) หน้าจอสัมผัส (Touch Screen) ต่อสายไฟกระแสสลับ 110 โวลต์จากสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย ทำหน้าที่สั่งเดินเครื่อง หยุดเครื่อง และควบคุมการทำงานของแขนกล สามารถปรับเลือกในโหมดอัตโนมัติและโหมดควบคุมด้วยมือ โดยรับส่งข้อมูลกับพีแอลซีแบบด้วยสาย RS-232



รูปที่ 3.23 หน้าจอสัมผัส (Touch Screen)

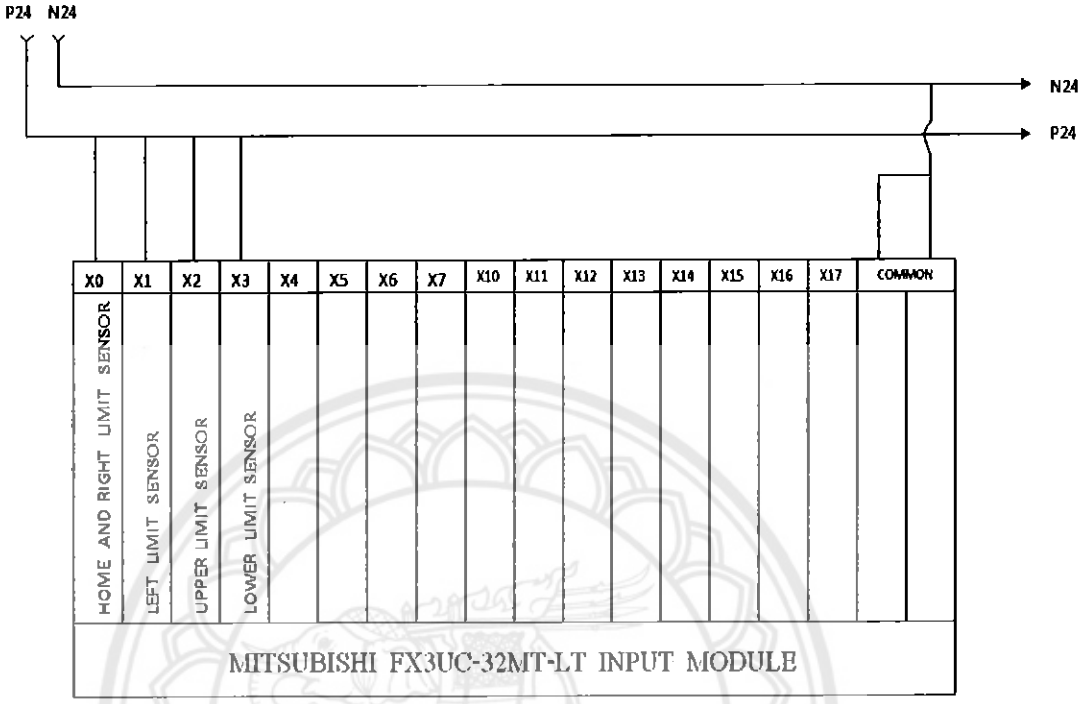
3.3 โครงสร้างการควบคุมการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก

จากแผนภาพระบบควบคุมแขนกลขนาดเล็ก ประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ประกอบด้วย เซนเซอร์ 4 ตัว สเต็ปปิ้งมอเตอร์ ชนิด 5 เฟสจำนวน 2 ตัว พร้อมตัวขับเคลื่อนโครงสร้างระบบทางกลต่างๆ โดยสามารถอธิบายการทำงานคร่าวๆได้คือ เมื่อมีการโปรแกรมคำสั่งให้กับพีแอลซี โดยการเชื่อมต่อสาย RS-232 จากคอมพิวเตอร์เรียบร้อยแล้ว และเชื่อมต่อระบบไฟฟ้าต่างๆแล้ว เราสามารถควบคุมการทำงานของแขนกลขนาดเล็กได้โดย การใช้หน้าจอสัมผัสเปิดและปิดการทำงาน เมื่อมีการสั่งงานจากหน้าจอสัมผัสพีแอลซี จะทำการประมวลผล และไปสั่งตัวขับเคลื่อนสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว ให้สั่งงานสเต็ปปิ้งมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวทำงาน ทำให้แขนกลสามารถเคลื่อนที่ได้ตามต้องการ โดยการเคลื่อนที่จะมีลักษณะขึ้นลงและซ้ายขวาตามความสูงและความยาวของแขนกล ซึ่งจะเคลื่อนที่ไปได้ไกลเท่าไหร่นั้นจะขึ้นอยู่กับเซนเซอร์ต่างๆที่ทำหน้าที่กำหนดขอบเขตการเคลื่อนที่ของแขนกล ดังในรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 แผนภาพระบบควบคุมแขนกลขนาดเล็ก

3.4 การเชื่อมต่ออินและเอาท์พุตของพีแอลซี



รูปที่ 3.25 การเชื่อมต่ออินพุตของพีแอลซีกับอุปกรณ์ต่างๆ

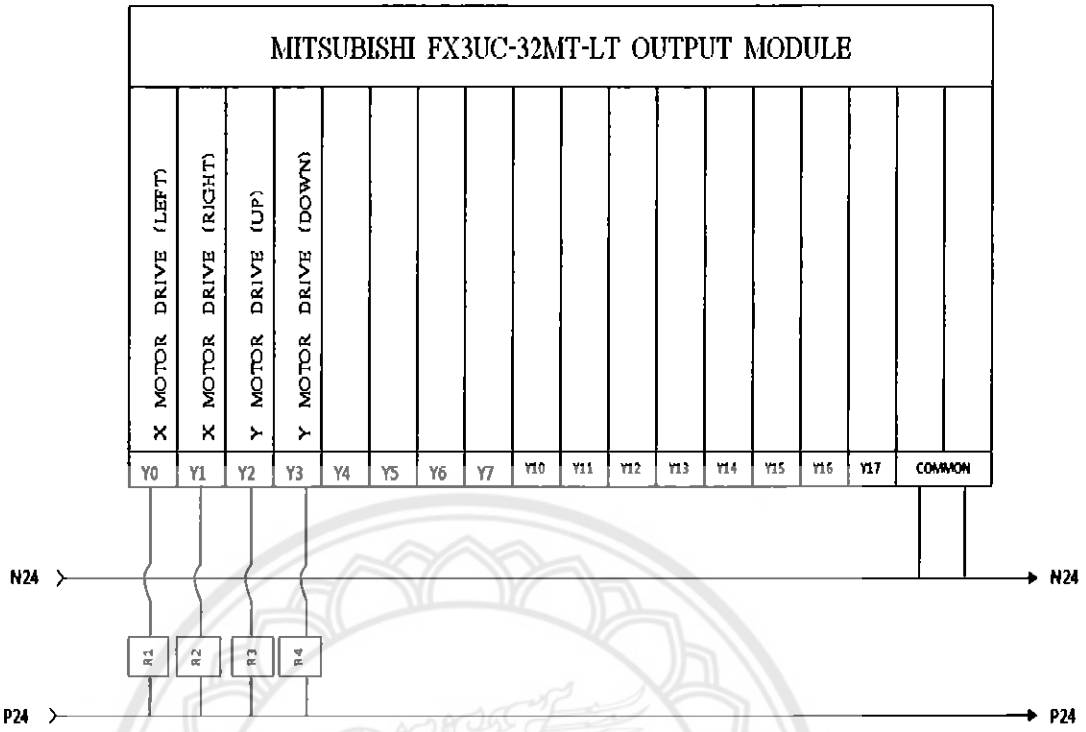
จากรูปที่ 3.25 พีแอลซีที่ใช้ต้องการไฟเลี้ยง 24 โวลต์ จะมีทั้งหมด 16 อินพุต โดยใช้ 4 อินพุตแต่ละอินพุตจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ของแขนกลดังนี้

X0 คือ ปุ่ม HOME AND RIGHT LIMIT SENSOR

X1 คือ ปุ่ม LEFT LIMIT SENSOR

X2 คือ ปุ่ม UPPER LIMIT SENSOR

X3 คือ ปุ่ม LOWER LIMIT SENSOR



รูปที่ 3.26 การเชื่อมต่อเอาท์พุตของพีแอลซีกับอุปกรณ์ต่างๆ

จากรูปที่ 3.26 พีแอลซีที่ใช้ต้องการไฟเลี้ยง 24 โวลต์ จะมีทั้งหมด 16 เอาท์พุต โดยใช้ 4 เอาท์พุต แต่ละเอาท์พุตจะเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ของแขนกลดังนี้

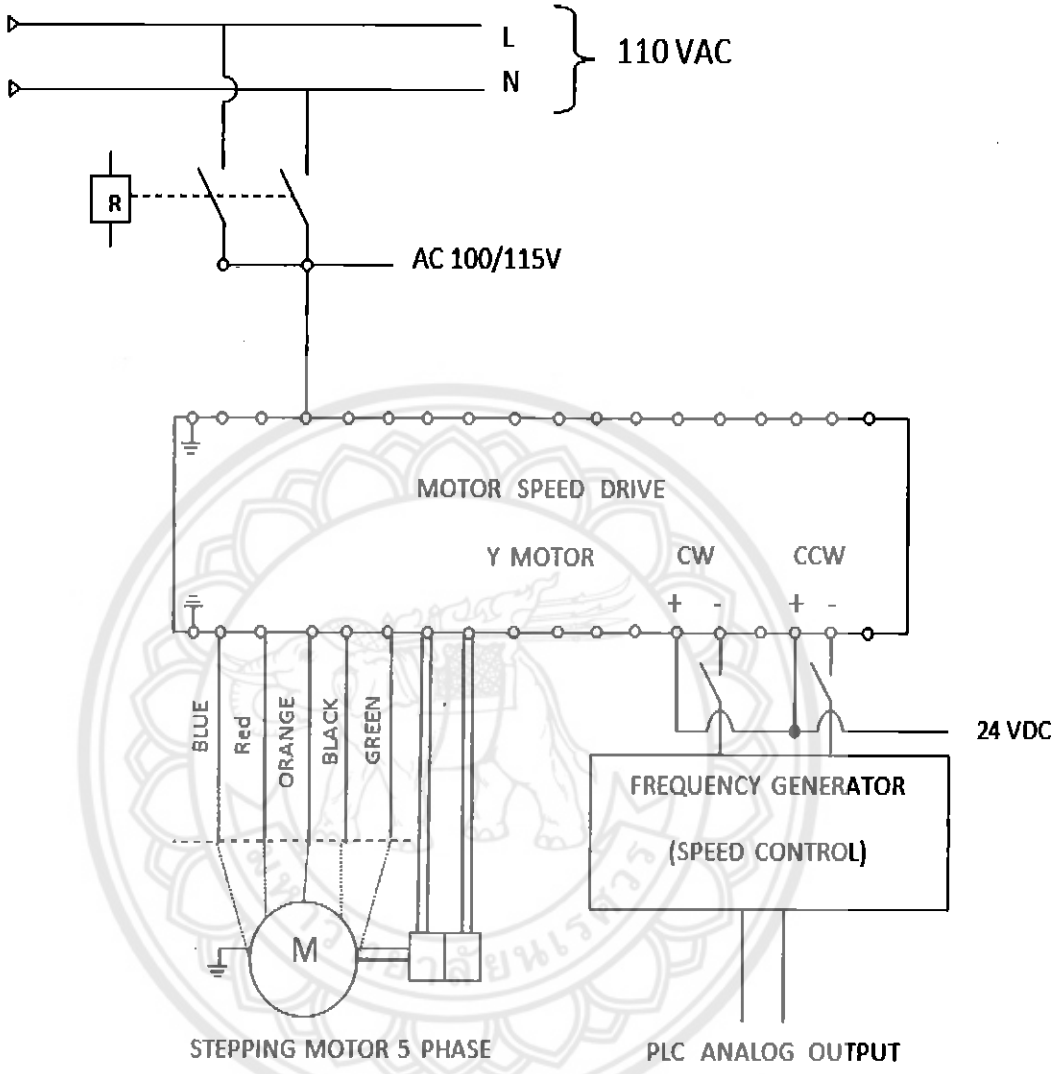
Y0 คือ X MOTOR DRIVE (LEFT)

Y1 คือ X MOTOR DRIVE (RIGHT)

Y2 คือ Y MOTOR DRIVE (UP)

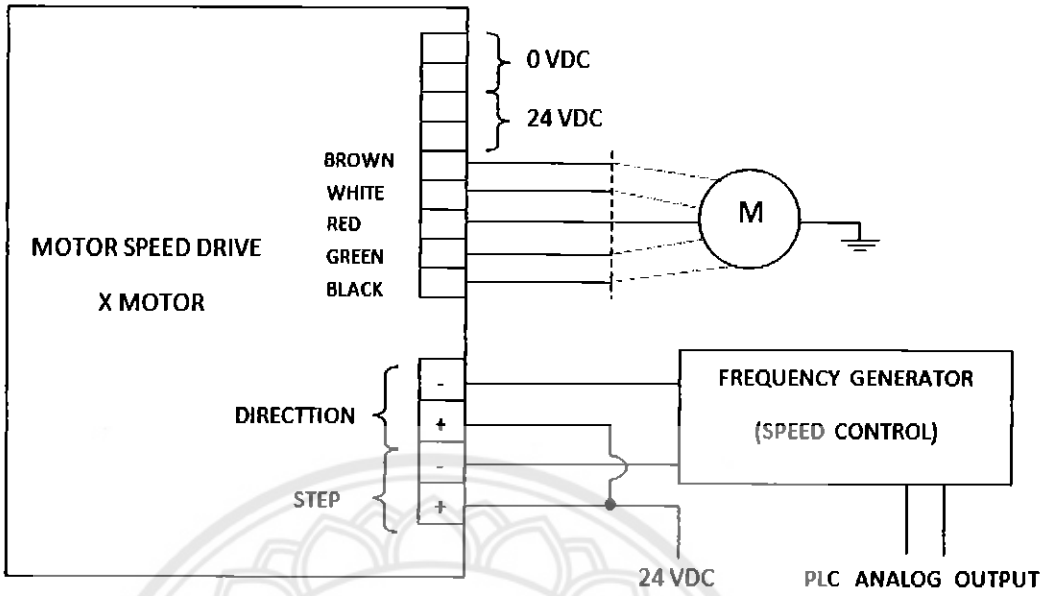
Y3 คือ Y MOTOR DRIVE (DOWN)

3.5 การเชื่อมต่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์และตัวขับเคลื่อนชนิด 5 เฟส



รูปที่ 3.27 การเชื่อมต่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์และตัวขับเคลื่อนชนิด 5 เฟส แกน Y

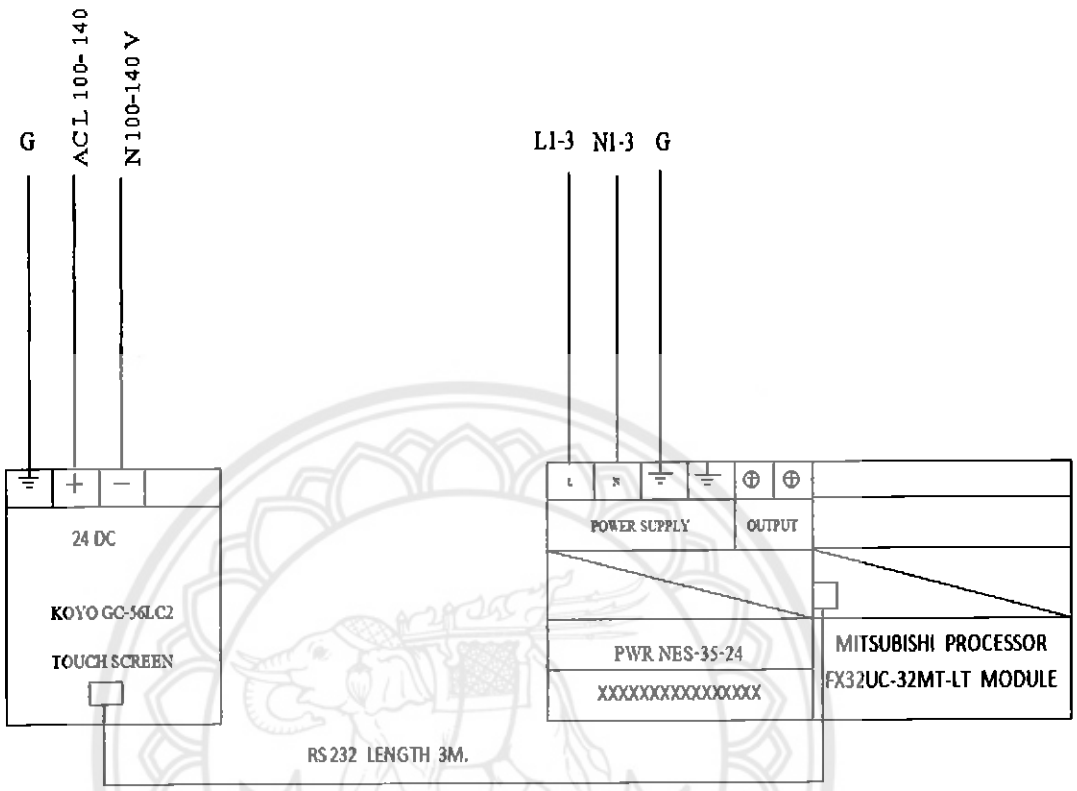
ในรูปที่ 3.27 เป็นการเชื่อมต่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์และตัวขับเคลื่อนชนิด 5 เฟส รุ่น UDK 5114N ซึ่งจ่ายไฟกระแสสลับเลี้ยงให้แก่ตัวขับเคลื่อน 110 โวลต์ และเชื่อมต่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์กับตัวขับตามโดยมีสายเชื่อมต่อทั้งหมด 5 เส้น แต่ละเส้นมีสีต่างๆ ให้เชื่อมต่อตามสีนั้นๆ จากนั้นเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดความถี่ในโครงงานนี้คือพีแอลซี เพื่อควบคุมให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา (CW) หรือหมุนทวนเข็มนาฬิกา (CCW)



รูปที่ 3.28 การเชื่อมต่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์และตัวขับเคลื่อนชนิด 5 เฟส แกน X

ในรูปที่ 3.28 เป็นการเชื่อมต่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์และตัวขับเคลื่อนชนิด 5 เฟส รุ่น STP-5PD PH-533A ซึ่งจ่ายไฟกระแสตรงเลี้ยงให้แก่ตัวขับเคลื่อน 24 โวลต์ และเชื่อมต่อสเต็ปปิ้งมอเตอร์กับตัวขับตามโดยมีสายเชื่อมต่อทั้งหมด 5 เส้น แต่ละเส้นมีสีต่างๆ ให้เชื่อมต่อตามสีนั้นๆ จากนั้นเชื่อมต่อเครื่องกำเนิดความถี่ในโครงงานนี้คือพีแอลซี เพื่อควบคุมให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา (CW) หรือหมุนทวนเข็มนาฬิกา (CCW) โดยในการควบคุมให้หมุนตามเข็มนาฬิกาหรือหมุนทวนเข็มนาฬิกานั้น จะให้ขาลบของช่องไดเร็กชั่น (Direction) เป็นลอจิก High ปล่อยลอยโดยไม่ป้อนไฟใดๆ ผลที่ได้จะทำให้มอเตอร์ตามเข็มนาฬิกา ตรงกันข้ามถ้าขาลบของช่องไดเร็กชั่นเป็นลอจิก Low โดยการป้อนไฟกระแสตรง 0 โวลต์ ผลที่ได้จะทำให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา

3.6 การเชื่อมต่อหน้าจอสัมผัสกับพีแอลซี



รูปที่ 3.29 การเชื่อมต่อหน้าจอสัมผัสกับพีแอลซี

จากรูปที่ 3.29 หน้าจอสัมผัส (Touch Screen) จะใช้ไฟเลี้ยงขนาด 110 โวลต์ เป็นไฟกระแสสลับ (AC) จะเชื่อมต่อกับเพาเวอร์ซัพพลาย โดยเพาเวอร์ซัพพลายจะต่อเข้ากับไฟกระแสสลับ (AC) ขนาด 110 โวลต์ โดยอุปกรณ์ทั้งสองจะต่อกราวด์เพื่อป้องกันการลัดวงจร

3.7 การรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ต่างๆ

3.7.1 การรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซีกับคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.30 สายรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซี MITSUBISHI กับคอมพิวเตอร์

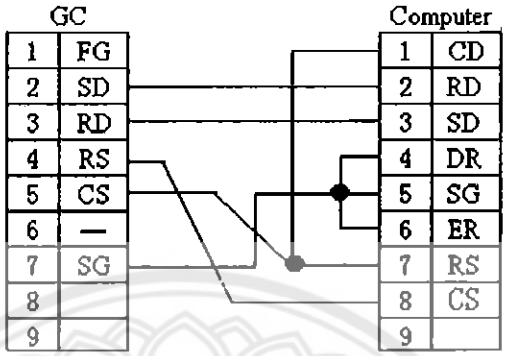
เรียกว่า "สาย USB TO RS-422" โดยพอร์ตทางด้าน USB จะนำไปเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ส่วนพอร์ตทางด้าน RS-422 จะนำไปเชื่อมต่อกับพีแอลซี โดยสายนี้จะใช้รับส่งข้อมูลไปมาระหว่างพีแอลซีกับคอมพิวเตอร์ เมื่อเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมถูกต้องแล้วต้องการจะนำไปควบคุมการทำงานของแขนกล ข้อมูลจะถูกส่งผ่านทางสายนี้ไปควบคุมแขนกล หรือถ้าต้องการแก้ไขปรับปรุงแลดเดอร์ไดอะแกรมก็สามารถนำข้อมูลในพีแอลซีกลับมายังคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขปรับปรุงได้

3.7.2 การรับส่งข้อมูลระหว่างหน้าจอสัมผัสกับคอมพิวเตอร์

รูปที่ 3.31 สายรับส่งข้อมูลระหว่างหน้าจอสัมผัสกับคอมพิวเตอร์

เรียกว่า "สาย RS-232 TO RS-232" โดยพอร์ตทางด้าน RS-232 ทางด้านหนึ่ง จะนำไปเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ส่วนพอร์ต RS-232 อีกด้านหนึ่งจะนำไปเชื่อมต่อกับหน้าจอสัมผัสยี่ห้อ KOYO โดยสายนี้จะใช้รับส่งข้อมูลไปมาระหว่างหน้าจอสัมผัสกับคอมพิวเตอร์ เมื่อเขียนโปรแกรมออกแบบการทำงานของหน้าจอสัมผัสถูกต้องแล้วต้องการจะนำไปควบคุมแขนกล ข้อมูลจะถูก

ส่งผ่านทางสายนี้ไปควบคุมแขนกล หรือถ้าต้องการแก้ไขปรับปรุงโปรแกรมการทำงานหน้าจอสัมผัสก็สามารถนำข้อมูลในหน้าจอสัมผัสกลับมายังคอมพิวเตอร์เพื่อแก้ไขปรับปรุงได้ โดยมีไดอะแกรมการรับส่งข้อมูลระหว่างหน้าจอสัมผัสกับคอมพิวเตอร์ภายในดังรูปที่ 3.32

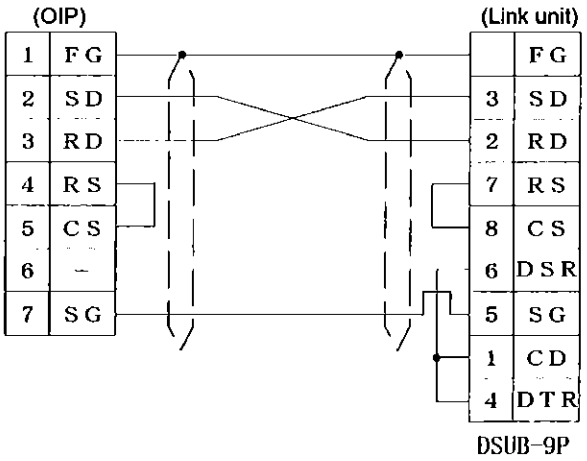


รูปที่ 3.32 ไดอะแกรมการรับส่งข้อมูลระหว่างหน้าจอสัมผัสกับคอมพิวเตอร์

3.7.3 การรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซีกับหน้าจอสัมผัส

รูปที่ 3.33 สายรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซีกับหน้าจอสัมผัส

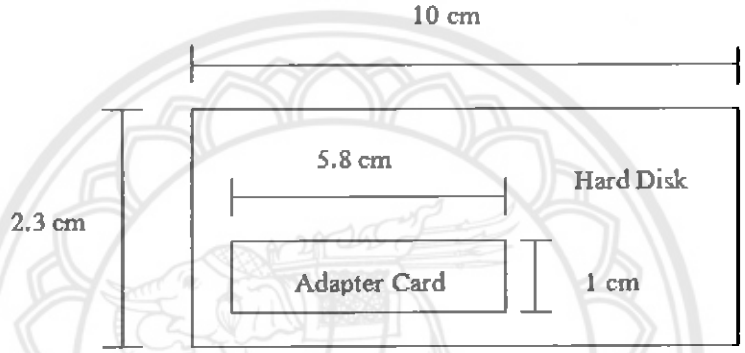
เรียกว่า "สาย RS-232 TO RS-232" โดยพอร์ตทางด้าน RS-232 ทางด้านหนึ่ง จะนำไปเชื่อมต่อกับพีแอลซีส่วนพอร์ต RS-232 อีกด้านหนึ่งจะนำไปเชื่อมต่อกับหน้าจอสัมผัส หลังจากที่นำแลดเดอร์ไดอะแกรมและโปรแกรมการทำงานของหน้าจอสัมผัสดาวน์โหลด (Download) ลงในพีแอลซีและหน้าจอสัมผัสตามลำดับแล้ว การที่จะใช้งานพีแอลซีร่วมกับหน้าจอสัมผัสต้องอาศัยการรับส่งข้อมูลไปมาระหว่างพีแอลซีกับหน้าจอสัมผัสจากสายนี้เท่านั้น โดยไดอะแกรมการรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซีกับหน้าจอสัมผัสภายในดังรูปที่ 3.34



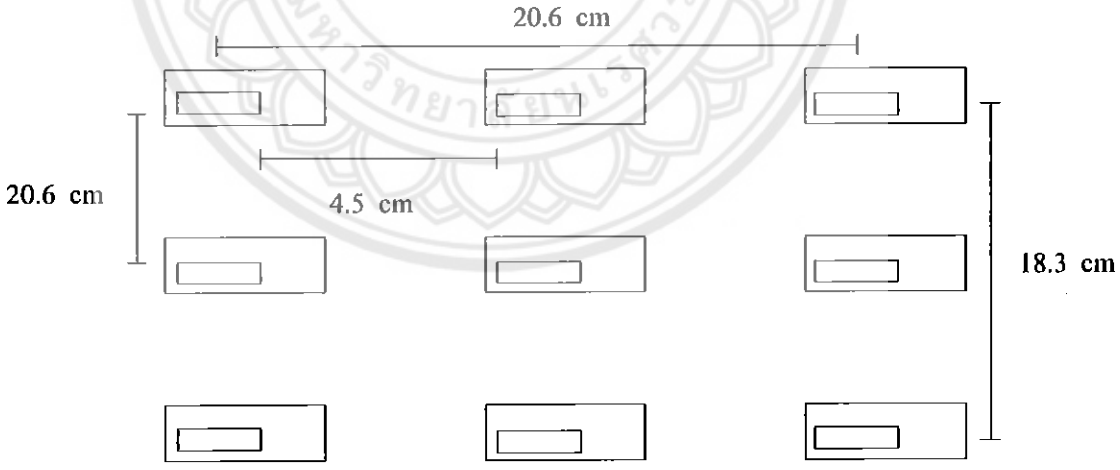
รูปที่ 3.34 ไดอะแกรมการรับส่งข้อมูลระหว่างพีแอลซีกับหน้าจอสัมผัส

3.8 การออกแบบการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก

ก่อนที่จะออกแบบการทำงานของแขนกล เราจำเป็นจพต้องทราบก่อนว่าขนาดของฮาร์ดดิสก์และขนาดของอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ต้องการนำมาตรวจสอบคุณภาพนั้นมีขนาดเท่าไร เมื่อทราบขนาดดังกล่าวแล้วจะทำให้เราสามารถออกแบบการทำงานของแขนกลขนาดเล็กในการเคลื่อนที่นำกล้อง CCTV ไปแสดงภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดได้อย่างแม่นยำ โดยขนาดของฮาร์ดดิสก์และขนาดของอะแด็ปเตอร์การ์ด และการจัดเรียงอะแด็ปเตอร์การ์ดที่เหมาะสมกับความสูง และความยาวของแขนกล แสดงดังในรูปที่ 3.35 และ 3.36 ตามลำดับ



รูปที่ 3.35 ขนาดของฮาร์ดดิสก์และอะแด็ปเตอร์การ์ด



รูปที่ 3.36 ตำแหน่งการจัดเรียงของอะแด็ปเตอร์การ์ด

จากรูปที่ 3.35 และรูปที่ 3.36 แสดงขนาดของฮาร์ดดิสค์และอะแด็ปเตอร์การ์ด รวมถึงการจัดเรียงอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ต้องการตราวจสอบโดยมีระยะความกว้างและความยาวต่างๆดังต่อไปนี้

1) ฮาร์ดดิสค์ ขนาดด้านหน้า กว้าง 2.3 เซนติเมตร ยาว 10 เซติเมตร

2) อะแด็ปเตอร์การ์ด ขนาดด้านหน้า กว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 5.8 เซติเมตร

3) ระยะเคลื่อนที่สูงสุดในแนวแกน X เท่ากับ 20.6 เซนติเมตร

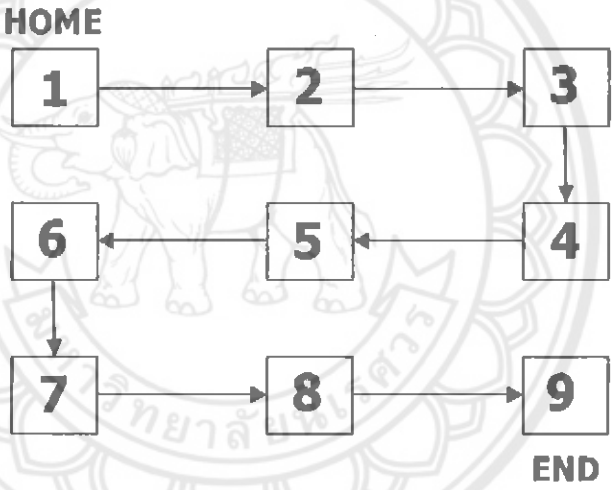
4) ระยะเคลื่อนที่สูงสุดในแนวแกน Y เท่ากับ 18.3 เซนติเมตร

5) ระยะห่างระหว่างอะแด็ปเตอร์การ์ดในแนวแกน X เท่ากับ 4.5 เซนติเมตร

6) ระยะห่างระหว่างอะแด็ปเตอร์การ์ดในแนวแกน Y เท่ากับ 8.5 เซนติเมตร

7) ระยะห่างระหว่างหน้ากล้องกับอะแด็ปเตอร์การ์ดเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร

8) ระยะห่างระหว่างฐานของแขนกลถึงฐานของตู้บรรจุฮาร์ดดิสค์เท่ากับ 9 เซนติเมตร



รูปที่ 3.37 แสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของกล้อง CCTV

จากรูปที่ 3.37 เมื่อเริ่มแขนกลทำงาน หน้ากล้อง CCTV จะต้องอยู่ห่างจากอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ต้องการตรวจสอบ 4.5 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นระยะโฟกัส (Focus) ภาพที่ชัดที่สุดของกล้อง CCTV ที่ใช้ในโครงงานนี้ โดยจะต้องติดตั้งให้ฐานของแขนกลให้ห่างกับฐานของตู้บรรจุฮาร์ดดิสค์เท่ากับ 9 เซนติเมตร

เริ่มต้นกล้อง CCTV จะอยู่ที่ตำแหน่ง HOME ซึ่งอยู่ในแถวที่ 1 หลักที่ 1 โดยให้สัญลักษณ์แทนตำแหน่งนี้ด้วย 1 จากนั้นแขนกลจะทำงานโดยเคลื่อนที่ทำให้กล้อง CCTV เลื่อนไปแสดงภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดในแถวที่ 1 หลักที่ 2 แทนตำแหน่งนี้ด้วย 2 จากนั้นจะเคลื่อนที่ไปตามลูกศรจนไปสิ้นสุดที่แถวที่ 3 หลักที่ 3 แทนตำแหน่งนี้ด้วย 9 ซึ่งเป็นตำแหน่ง END (มองจากทางด้านหน้าของกล้อง CCTV)

จากการออกแบบการทำงานของแขนกลขนาดเล็กระยะห่างระหว่างตำแหน่ง 2 ตำแหน่งในแนวแกน X เท่ากับ 10.3 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างตำแหน่ง 2 ตำแหน่งในแนวแกน Y เท่ากับ 9.15 เซนติเมตร โดยหาได้ดังสมการที่ 3.1

$$d = \sqrt{(Y_2 - Y_1)^2 + (X_2 - X_1)^2} \quad (3.1)$$

โดยที่ d คือ ระยะห่างระหว่างตำแหน่ง 2 ตำแหน่ง

X_1 คือ พิกัดตามแนวนอนในจุดเริ่มต้น

X_2 คือ พิกัดตามแนวนอนในจุดสิ้นสุด

Y_1 คือ พิกัดตามแนวตั้งในจุดเริ่มต้น

Y_2 คือ พิกัดตามแนวตั้งในจุดสิ้นสุด

จากสมการที่ 3.1 จะเห็นว่าเป็นการหาระยะระหว่างตำแหน่ง 2 ตำแหน่ง ทั้งในแนวแกน X และแนวแกน Y เช่น การหาระยะระหว่างตำแหน่งที่ 1 และตำแหน่งที่ 2 ซึ่งเป็นตำแหน่งการเคลื่อนในแนวแกน X โดยตำแหน่งที่ 1 มีพิกัดคือ (0,0) ตำแหน่งที่ 2 มีพิกัดคือ (10.3,0) เมื่อนำไปแทนค่าในสมการจะทำให้ได้ระยะห่างเท่ากับ 10.3 เซนติเมตร โดยในการหาระยะห่างระหว่างตำแหน่ง 2 ตำแหน่งในในตำแหน่งอื่นทั้งในแนวแกน X และแนวแกน Y ก็สามารถหาได้ในทำนองเดียวกัน

หลังจากที่ออกแบบการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก เมื่อนำไปใช้งานจริงอาจเกิดความความคลาดเคลื่อนได้ ทั้งระยะการเคลื่อนที่และระยะเวลาในการเคลื่อนที่ โดยสามารถหาความคลาดเคลื่อนของการทำงานของแขนกลขนาดเล็กดังสมการที่ 3.2 และ 3.3

ความความคลาดเคลื่อนของระยะการเคลื่อนที่ทางหาได้จาก

$$\text{ความคลาดเคลื่อน} = \frac{|\text{ระยะทางออกแบบ} - \text{ระยะทางทดสอบ}|}{\text{ระยะทางออกแบบ}} \times 100 \quad (3.2)$$

ความคลาดเคลื่อนของระยะเวลาในการเคลื่อนที่หาได้จาก

$$\text{ความคลาดเคลื่อน} = \frac{|\text{ระยะเวลาออกแบบ} - \text{ระยะเวลาทดสอบ}|}{\text{ระยะเวลาออกแบบ}} \times 100 \quad (3.3)$$

จากสมการที่ 3.2 และ 3.3 สรุปได้ว่า ถ้าระยะการเคลื่อนที่ และระยะเวลาการเคลื่อนที่ที่ได้จากการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกับระยะการเคลื่อนที่ และระยะเวลาการเคลื่อนที่จากการออกแบบจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ออกมามีค่าใกล้ 0 เปอร์เซ็นต์มากเท่าใด หมายความว่าแขนกลสามารถทำงานตามที่ออกแบบได้อย่างที่ต้องการมากเท่านั้น

เมื่อแขนกลสามารถทำงานตามที่ออกแบบไว้ ในการทดสอบต่อมาคือการนำแขนกลไปใช้งานในการไปแสดงภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดด้วยกล้อง CCTV ซึ่งกล้อง CCTV นี้อาจมีการแสดงผลภาพที่คลาดเคลื่อนได้ โดยจะเป็นความคลาดเคลื่อนระยะการแสดงขนาดภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดตามแนวนอน สามารถหาได้จากสมการที่ 3.4

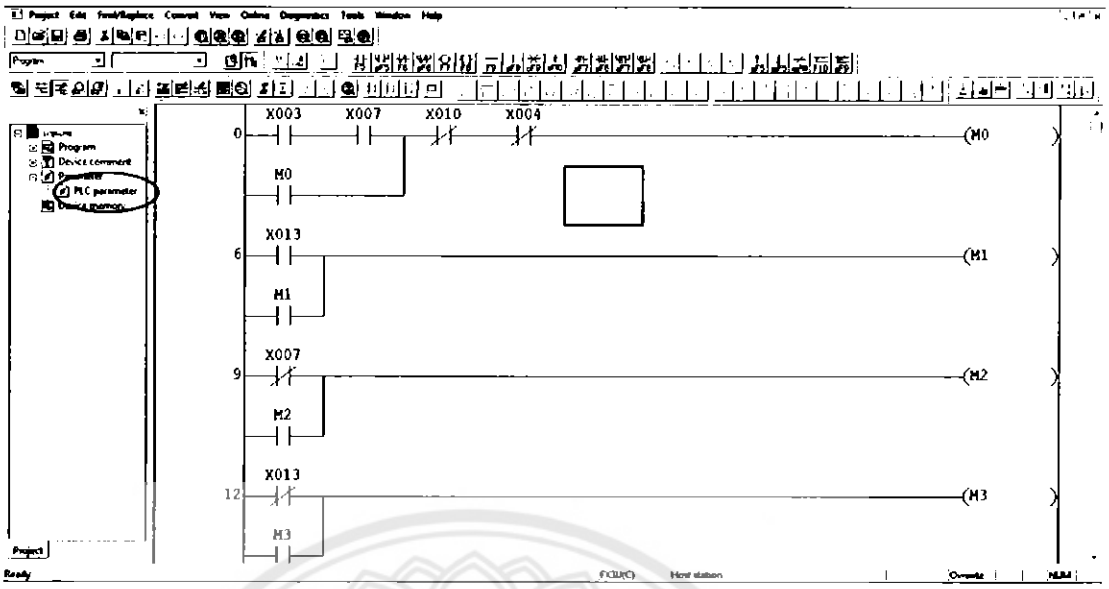
$$\frac{\left|\text{ความยาวของอะแด็ปเตอร์การ์ด} - \text{ความยาวภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ด}\right|}{\text{ความยาวของอะแด็ปเตอร์การ์ด}} \times 100 \qquad (3.4)$$

จากสมการที่ 3.4 สรุปได้ว่า ถ้าระยะการแสดงขนาดภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดตามแนวนอนจากการทดสอบมีค่าใกล้เคียงกับขนาดความยาวจริงของอะแด็ปเตอร์การ์ดจะทำให้ค่าความคลาดเคลื่อนที่ออกมามีค่าใกล้ 0 เปอร์เซ็นต์มากเท่าใด หมายความว่า กล้อง CCTV สามารถแสดงส่วนต่างๆของอะแด็ปเตอร์การ์ดได้มากเท่านั้น

3.8.1 ค่าพารามิเตอร์สำหรับการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์

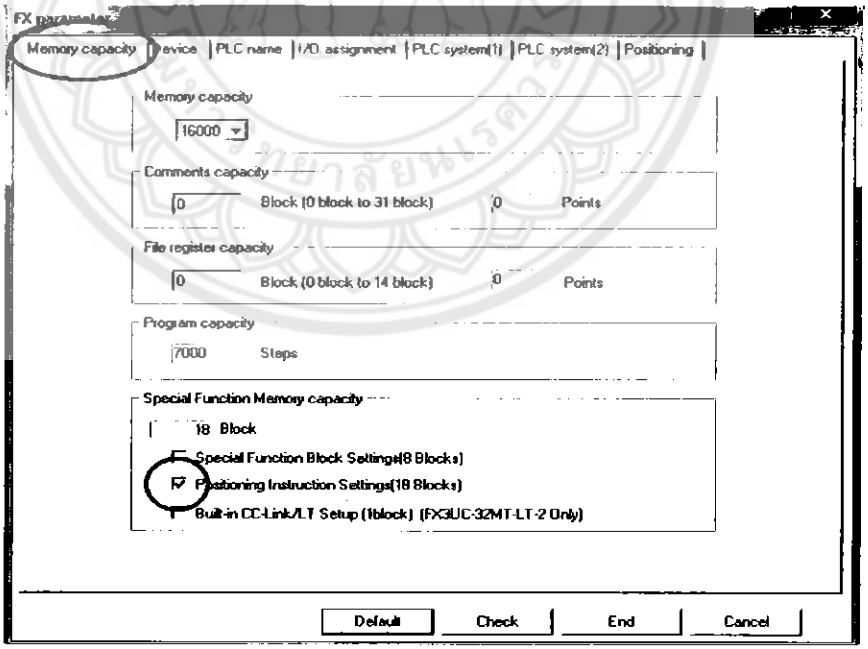
ก่อนที่จะเริ่มออกแบบโปรแกรมเราจะต้องทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์ (Parameter) สำหรับการขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์เสียก่อน เนื่องจากในการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ควบคุมการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์นั้น จะมีการเรียกใช้ค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ โดยการกำหนดค่าพารามิเตอร์มีขั้นตอนดังนี้

ในแถบเมนูด้านซ้ายให้กดเครื่องหมายบวกหน้าคำว่า Parameter จะปรากฏเมนูย่อยชื่อว่า PLC Parameter ให้ดับเบิลคลิ๊กที่เมนูนี้ดังรูปที่ 3.38



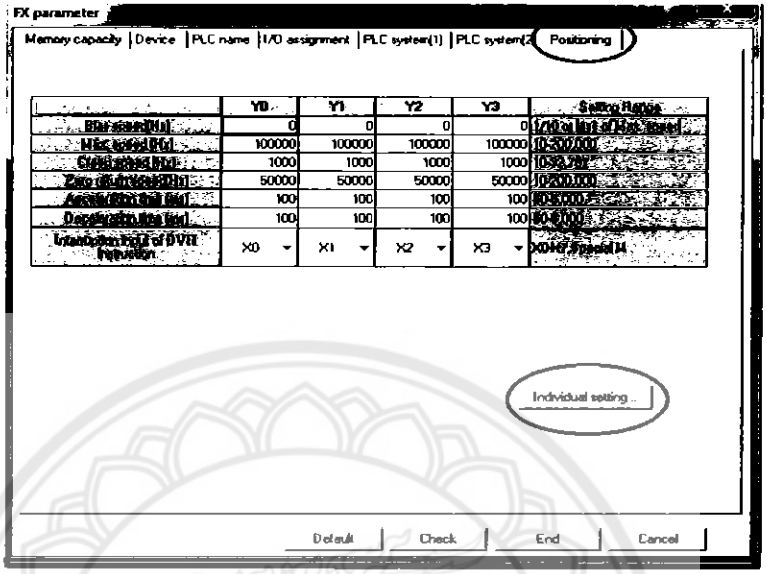
รูปที่ 3.38 เมนูย่อย PLC Parameter

จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา ให้เลือกแถบที่มีชื่อว่า Memory Capacity และให้ทำเครื่องหมายถูกในข้อความที่เขียนว่า Positioning Instruction Setting (18 Blocks) ทางด้านล่างของหน้าต่างดังรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.39 แถบ Memory Capacity

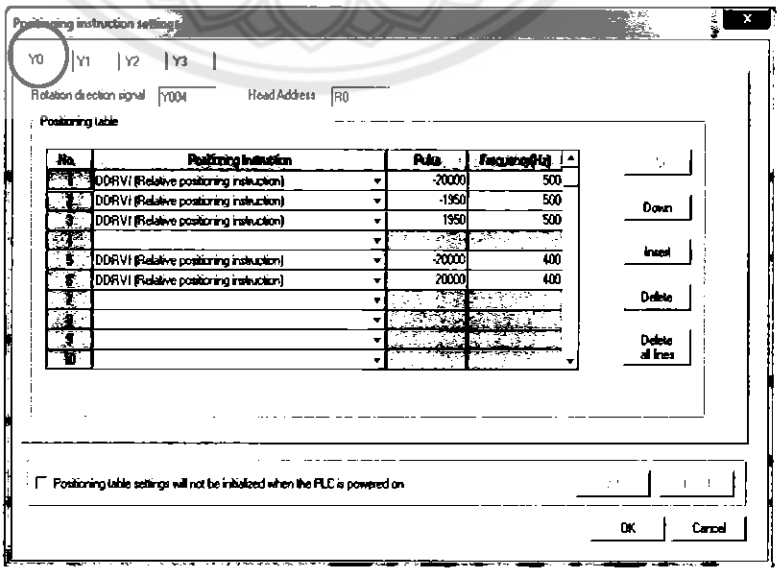
ต่อมาให้เลือกแถบ Positioning จะเห็นปุ่มที่ด้านล่างของหน้าต่างนี้เขียนว่า Individial Setting ให้กดปุ่มนี้ ดังในรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 แถบ Positioning

หลังจากที่กดปุ่มว่า Individial Setting จะปรากฏหน้าต่างให้สามารถพิมพ์ค่าต่างๆในการกำหนดให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุน โดยจะมีแถบเอาท์พุตตั้ง Y0–Y3 ให้เลือกใช้การกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆดังต่อไปนี้

1) พารามิเตอร์ของมอเตอร์แกน X ควบคุมด้วย Y0



รูปที่ 3.41 พารามิเตอร์ของมอเตอร์แกน X ควบคุมด้วย Y0

จากรูปที่ 3.41 เป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับเอาท์พุต Y0 โดยการกำหนดค่ามีการคำนวณดังนี้

ตารางหมายเลข No. 1

- เลือกคำสั่ง DDRVI (Relative positioning instruction) ในคอลัมน์ Positioning Instruction
- ใส่ค่า -20000 ในคอลัมน์ Pulse เพื่อต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนกลับไปที่จุดเริ่มต้น โดยจะมีเครื่องหมายลบเนื่องจากต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งค่า -20000 พัลส์ นั้นมีค่ามากกว่าจำนวนพัลส์สูงสุดในระยะการเคลื่อนที่แนวแกน X เท่ากับ 3900 พัลส์ แต่ที่ใส่ค่าเกินก็เพื่อให้แน่ใจว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนนำสายพานจากเซนเซอร์ตัวหนึ่งไปยังเซนเซอร์อีกตัวหนึ่งอย่างแน่นอน
- ใส่ค่า 500 ในคอลัมน์ Frequency (Hz) หมายความว่าใน 1 วินาทีจะจ่ายพัลส์ออกไป 500 พัลส์

  ระยะการเคลื่อนที่สูงสุดในแนวแกน X ยาว 20.8 เซนติเมตร จะต้องจ่ายพัลส์ 3900 พัลส์ ดังนั้นจะใช้เวลาทั้งหมด $\frac{3900}{500} = 7.8$ วินาที

ตารางหมายเลข No. 2

- เลือกคำสั่ง DDRVI (Relative positioning instruction) ในคอลัมน์ Positioning Instruction
- ใส่ค่า -1950 ในคอลัมน์ Pulse โดยค่า -1950 หาได้จาก

  สเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแกน X หมุน 1 รอบ เป็นระยะ 5.35 เซนติเมตร จะต้องป้อนทั้งหมด 1000 พัลส์

  ระยะการเคลื่อนที่สูงสุดในแนวแกน X เท่ากับ 20.8 เซนติเมตร ครึ่งหนึ่งเท่ากับ 10.4 เซนติเมตร

  ดังนั้น สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะหมุนได้ $\frac{10.4}{5.35} = 1944$ รอบ

  จะใช้พัลส์ทั้งหมด $1.944 \times 1000 = 1944$ พัลส์ หรือประมาณ 1950 พัลส์

  เหตุที่ต้องใส่เครื่องหมายลบที่ค่า 1950 เนื่องจากต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา
- ใส่ค่า 500 ในคอลัมน์ Frequency (Hz) หมายความว่าใน 1 วินาทีจะจ่ายพัลส์ออกไป 500 พัลส์

ลิเนียร์สไลด์ไกด์ครึ่งหนึ่งยาว 10.4 เซนติเมตร จะใช้เวลาในการจ่ายพัลส์เท่ากับ $\frac{1950}{500} = 3.9$ วินาที

ตารางหมายเลข No. 3

- เลือกคำสั่ง DDRVI (Relative positioning instruction) ในคอลัมน์ Positioning Instruction
- การใส่ค่าและการคำนวณต่างๆ จะเหมือนกับในตารางหมายเลข No. 2 แต่ค่าพัลส์จะมีเครื่องหมายเป็นบวกเนื่องจากต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนตรงข้ามกับตารางหมายเลข No. 2 โดยจะหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

ตารางหมายเลข No. 5

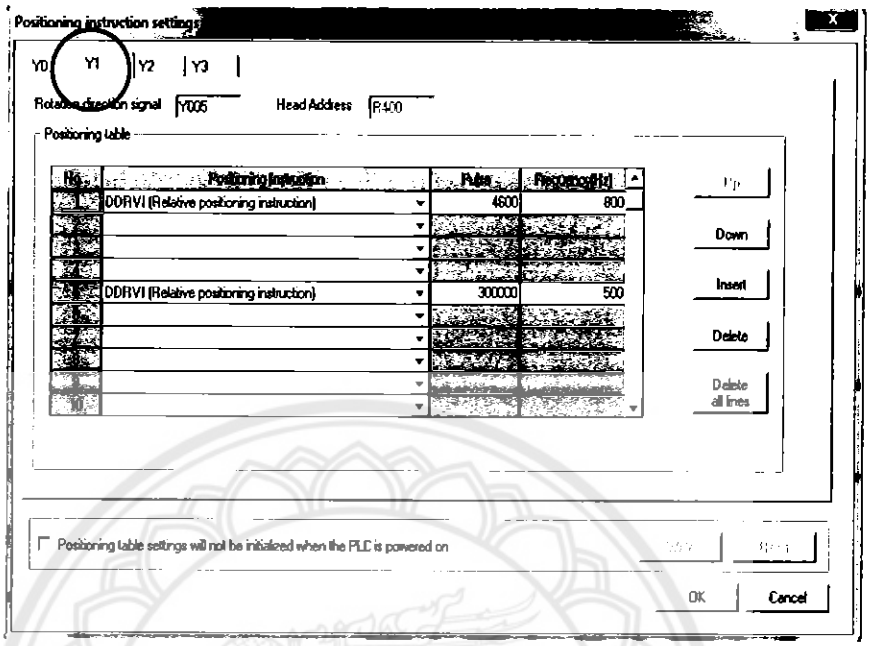
- เลือกคำสั่ง DDRVI (Relative positioning instruction) ในคอลัมน์ Positioning Instruction
- ใส่ค่า -20000 ในคอลัมน์ Pulse เพื่อต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนแบบควบคุมด้วยมือ (Manual) โดยจะมีเครื่องหมายลบเนื่องจากต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งค่า -20000 พัลส์ นั้นมีค่ามากกว่าจำนวนพัลส์สูงสุดในระยะการเคลื่อนที่แนวแกน X เท่ากับ 3900 พัลส์ แต่ที่ใส่ค่าพัลส์เกินก็เพื่อให้แน่ใจว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนนำสายพานจากเซนเซอร์ตัวหนึ่งไปยังเซนเซอร์อีกตัวหนึ่งอย่างแน่นอน
- ใส่ค่า 400 ในคอลัมน์ Frequency (Hz) หมายความว่าใน 1 วินาทีจะจ่ายพัลส์ออกไป 400 พัลส์

  ในการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนสายพายไปกลับในแนวแกน X ด้วยมือ (Manual) จะใช้เวลาเท่ากับ $\frac{3900}{400} = 9.75$ วินาที

ตารางหมายเลข No. 6

- เลือกคำสั่ง DDRVI (Relative positioning instruction) ในคอลัมน์ Positioning Instruction
- การใส่ค่าและการคำนวณต่างๆ จะเหมือนกับในตารางหมายเลข No. 5 แต่ค่าพัลส์จะมีเครื่องหมายเป็นบวกเนื่องจากต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนตรงข้ามกับตารางหมายเลข No. 5 โดยจะหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา

2) พารามิเตอร์ของมอเตอร์แกน Y ควบคุมด้วย Y1 ในทิศทางลง



รูปที่ 3.42 พารามิเตอร์ของมอเตอร์แกน Y ควบคุมด้วย Y1 ในทิศทางลง

จากรูปที่ 3.42 เป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับเอาท์พุต Y1 โดยการกำหนดค่ามีการคำนวณดังนี้

ตารางหมายเลข No. 1

- เลือกคำสั่ง DDRVI (Relative positioning instruction) ในคอลัมน์ Positioning Instruction
- ใส่ค่า 4600 ในคอลัมน์ Pulse โดยค่า 4600 หาได้จาก

  สเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแกน Y หมุน 1 รอบ เป็นระยะ 1 เซนติเมตร จะต้องป้อนทั้งหมด 500 พัลส์

  ระยะการเคลื่อนที่สูงสุดในแนวแกน Y เท่ากับ 18.3 เซนติเมตร ครึ่งหนึ่งเท่ากับ 9.15 เซนติเมตร

  ดังนั้น สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะหมุนได้ $\frac{9.15}{1} = 9.15$ รอบ

  จะใช้พัลส์ทั้งหมด $9.15 \times 500 = 4575$ พัลส์ หรือประมาณ 4600 พัลส์

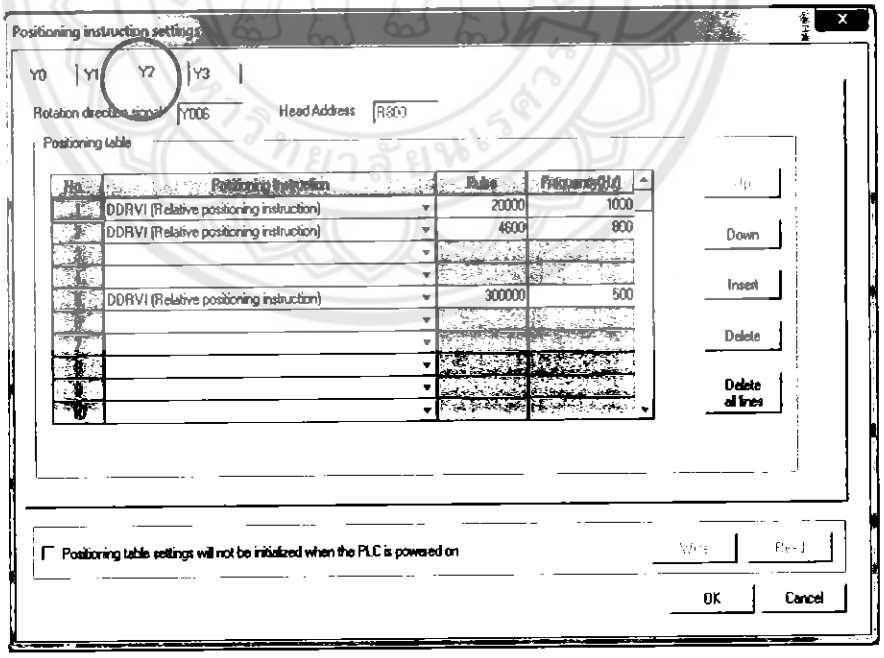
  เนื่องจากต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา จะทำให้บอลสกรูว์เคลื่อนที่ลง
- ใส่ค่า 800 ในคอลัมน์ Frequency (Hz) หมายความว่าใน 1 วินาทีจะจ่ายพัลส์ออกไป 800 พัลส์

บอลสกรูว์ครึ่งหนึ่งยาว 9.15 เซนติเมตร จะใช้เวลาในการจ่ายพัลส์เท่ากับ $\frac{4600}{800} = 5.75$ วินาที

ตารางหมายเลข No. 5

- เลือกคำสั่ง DDRVI (Relative positioning instruction) ในคอลัมน์ Positioning Instruction
- ใส่ค่า 30000 ในคอลัมน์ Pulse เพื่อต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนลงแบบควบคุมด้วยมือ (Manual) โดยหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาเพื่อนำบอลสกรูว์ให้เคลื่อนที่ลงในแนวแกน Y ซึ่งค่า 30000 พัลส์ นั้นมีค่ามากกว่าจำนวนพัลส์สูงสุดในระยะการเคลื่อนที่แนวแกน Y เท่ากับ 9200 พัลส์ แต่ที่ใส่ค่าพัลส์เกินก็เพื่อให้แน่ใจว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนนำบอลสกรูว์จากเซนเซอร์ตัวบนไปยังเซนเซอร์ตัวล่างอย่างแน่นอน
- ใส่ค่า 500 ในคอลัมน์ Frequency (Hz) หมายความว่าใน 1 วินาทีจะจ่ายพัลส์ออกไป 500 พัลส์ ในการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนนำบอลสกรูว์ลงในแนวแกน Y ด้วยมือ (Manual) จะสามารถใช้เวลานานที่สุดเท่ากับ $\frac{9200}{500} = 18.4$ วินาที

3) พารามิเตอร์ของมอเตอร์แกน Y ควบคุมด้วย Y2 ในทิศทางขึ้น



รูปที่ 3.43 พารามิเตอร์ของมอเตอร์แกน Y ควบคุมด้วย Y2 ในทิศทางขึ้น

จากรูปที่ 3.43 เป็นการกำหนดค่าพารามิเตอร์ให้กับเอาท์พุต Y2 โดยการกำหนดค่ามีการคำนวณดังนี้

ตารางหมายเลข No. 1

- เลือกคำสั่ง DDRVI (Relative positioning instruction) ในคอลัมน์ Positioning Instruction
- ใส่ค่า 20000 ในคอลัมน์ Pulse เพื่อต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนกลับไปที่จุดเริ่มต้น โดยต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาจะทำให้บอลสกรูว์หมุนขึ้น ซึ่งค่า 20000 พัลส์ นั้นมีค่ามากกว่าจำนวนพัลส์สูงสุดในระยะการเคลื่อนที่แนวแกน Y เท่ากับ 9200 พัลส์ แต่ที่ใส่ค่าพัลส์เกินก็เพื่อให้แน่ใจว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนนำบอลสกรูว์จากเซนเซอร์ตัวล่างไปยังเซนเซอร์ตัวบนอย่างแน่นอน
- ใส่ค่า 1000 ในคอลัมน์ Frequency (Hz) หมายความว่าใน 1 วินาทีจะจ่ายพัลส์ออกไป 1000 พัลส์

  ระยะการเคลื่อนที่สูงสุดในแนวแกน Y ยาว 18.3 เซนติเมตร จะต้องจ่ายพัลส์ 9200 พัลส์ ดังนั้นจะใช้เวลาทั้งหมด $\frac{9200}{1000} = 9.2$ วินาที

ตารางหมายเลข No. 2

- เลือกคำสั่ง DDRVI (Relative positioning instruction) ในคอลัมน์ Positioning Instruction
- ใส่ค่า 4600 ในคอลัมน์ Pulse โดยค่า 4600 หาได้จาก

  สเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแกน Y หมุน 1 รอบ เป็นระยะ 1 เซนติเมตร จะต้องป้อนทั้งหมด 500 พัลส์

  ระยะการเคลื่อนที่สูงสุดในแนวแกน Y เท่ากับ 18.3 เซนติเมตร ครึ่งหนึ่งเท่ากับ 9.15 เซนติเมตร

  ดังนั้น สเต็ปปิ้งมอเตอร์จะหมุนได้ $\frac{9.15}{1} = 9.15$ รอบ

  จะใช้พัลส์ทั้งหมด $9.15 \times 500 = 4575$ พัลส์ หรือประมาณ 4600 พัลส์

  เนื่องจากต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา จะทำให้บอลสกรูว์เคลื่อนที่ขึ้น
- ใส่ค่า 800 ในคอลัมน์ Frequency (Hz) หมายความว่าใน 1 วินาทีจะจ่ายพัลส์ออกไป 800 พัลส์

บอลสกรูว์ครึ่งหนึ่งยาว 9.15 เซนติเมตร จะใช้เวลาในการจ่ายพัลส์เท่ากับ $\frac{4600}{800} = 5.75$ วินาที

ตารางหมายเลข No. 5

- เลือกคำสั่ง DDRVI (Relative positioning instruction) ในคอลัมน์ Positioning Instruction
- ใส่ค่า 30000 ในคอลัมน์ Pulse เพื่อต้องการให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนขึ้นแบบควบคุมด้วยมือ โดยหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาเพื่อนำบอลสกรูว์ให้เคลื่อนที่ขึ้นในแนวแกน Y ซึ่งค่า 30000 พัลส์ นั้นมีค่ามากกว่าจำนวนพัลส์สูงสุดในระยะการเคลื่อนที่แนวแกน Y เท่ากับ 9200 พัลส์ แต่ที่ใส่ค่าพัลส์เกินก็เพื่อให้แน่ใจว่าสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนนำบอลสกรูว์จากเซนเซอร์ตัวล่างไปยังเซนเซอร์ตัวบนอย่างแน่นอน
- ใส่ค่า 500 ในคอลัมน์ Frequency (Hz) หมายความว่าใน 1 วินาทีจะจ่ายพัลส์ออกไป 500 พัลส์ ในการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนนำบอลสกรูว์ลงในแนวแกน Y ด้วยมือ (Manual) จะสามารถใช้เวลานานที่สุดเท่ากับ $\frac{9200}{500} = 18.4$ วินาที

3.8.2 สรุปการออกแบบการทำงานของแขนกล

ตามที่ได้ออกแบบการทำงานของแขนกลไว้ โดยออกแบบทั้งระยะการเคลื่อนที่และระยะเวลาในการทำงาน ซึ่งออกแบบการทำงาน 2 แบบด้วยกันคือ การทำงานแบบอัตโนมัติและการทำงานแบบทำงานด้วยมือ แสดงดังในตารางที่ 3.1 และ ตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 การออกแบบการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบทำงานอัตโนมัติ

ตำแหน่งเริ่มต้น	ตำแหน่งสุดท้าย	ระยะทาง (เซนติเมตร)	ระยะเวลา (วินาที)
11	12	10.4	3.9
12	13	10.4	3.9
13	23	9.15	5.75
23	22	10.4	3.9
22	21	10.4	3.9
21	31	9.15	5.75
31	32	10.4	3.9
32	33	10.4	3.9
33	11	27.6	9.2
รวม		108.3	44.1

ระยะเวลาที่แขนกลหยุดการเคลื่อนที่ในตำแหน่งต่างๆ เพื่อหยุดให้กล้อง CCTV แสดงภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดเท่ากับ 2 วินาที จำนวนทั้งหมด 9 ตำแหน่ง ดังนั้นใช้เวลารวม 18 วินาที

สรุปการทำงานของแขนกลจากการออกแบบการทำงานแบบอัตโนมัติ

1) ระยะทางในการเคลื่อนที่รวม 108.3 เซนติเมตร

2) ระยะเวลาในการทำงานรวม 62.1 วินาที

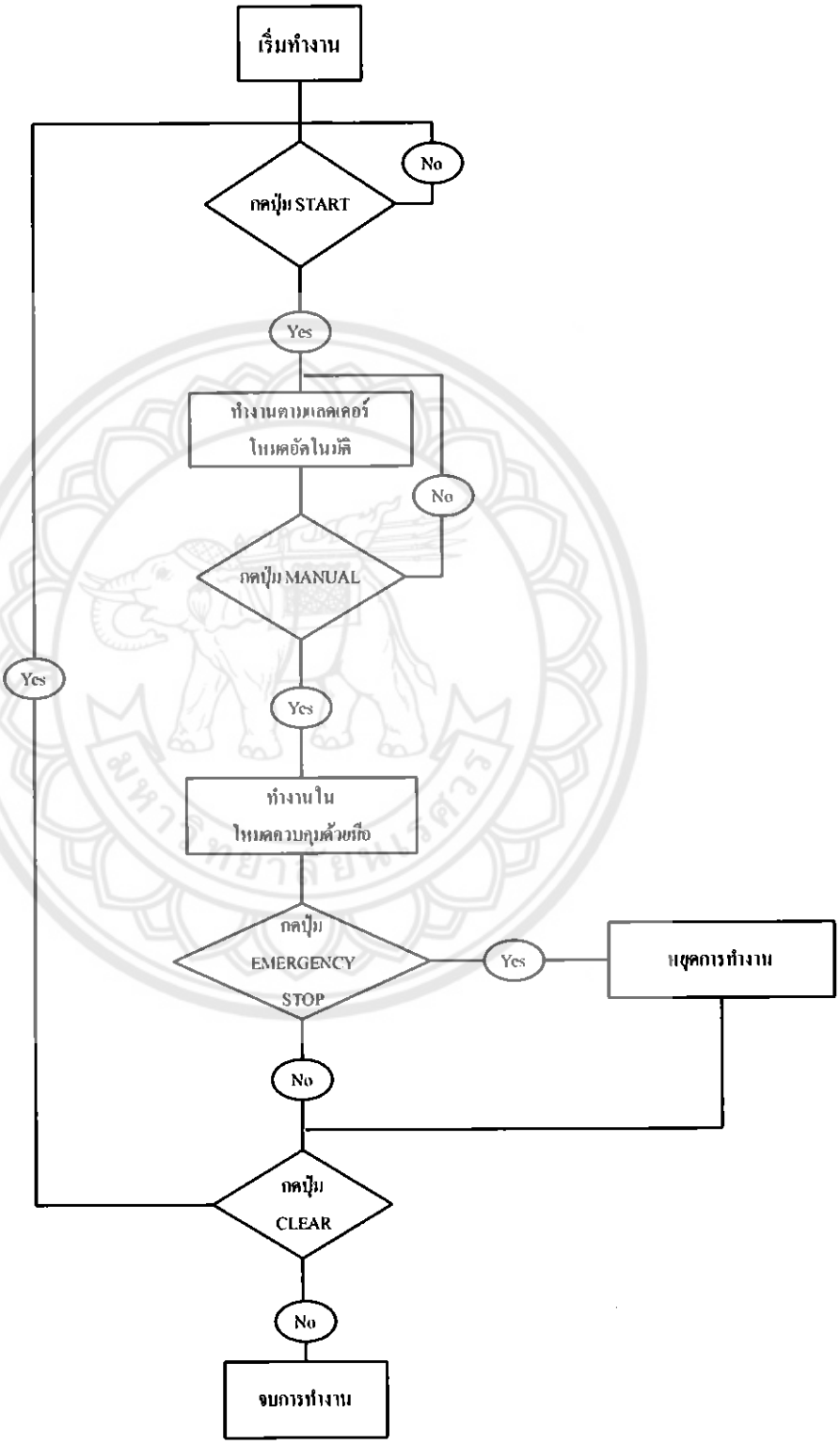
หมายเหตุ: เนื่องจากในการกลับจุดเริ่มต้น (HOME) จะประกอบด้วยการเคลื่อนที่ในแนวแกน X และ แนวแกน Y โดยในการออกแบบการทำงานนั้นในแนวแกน X ใช้เวลาในการกลับจุดเริ่มต้นเท่ากับ 7.8 วินาที ในแนวแกน Y ใช้เวลาในการกลับจุดเริ่มต้นเท่ากับ 9.2 วินาที จะเห็นว่าเวลาในการกลับจุดเริ่มต้นแนวแกน Y นานกว่าเวลาในการกลับจุดเริ่มต้นแนวแกน X ดังนั้นเวลาในการกลับจุดเริ่มต้นในการทำงานของแขนกลจากตำแหน่ง 9 ไปยังตำแหน่ง 1 จึงเป็นเวลาในการกลับจุดเริ่มต้นแนวแกน Y ซึ่งเท่ากับ 9.2 วินาที

ตารางที่ 3.2 การออกแบบการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบทำงานด้วยมือ

การเคลื่อนที่	ระยะทาง (เซนติเมตร)	ระยะเวลา (วินาที)
แนวแกน X หมุนทวนเข็มนาฬิกา	20.8	9.75
แนวแกน X หมุนตามเข็มนาฬิกา	20.8	9.75
แนวแกน Y หมุนทวนเข็มนาฬิกา	18.3	18.4
แนวแกน Y ตามทวนเข็มนาฬิกา	18.3	18.4

3.8.3 ผังแสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมแขนกล

1) ผังแสดงการสั่งงานแขนกลจากหน้าจอสัมผัส



รูปที่ 3.44 ผังแสดงการสั่งงานแขนกลจากหน้าจอสัมผัส

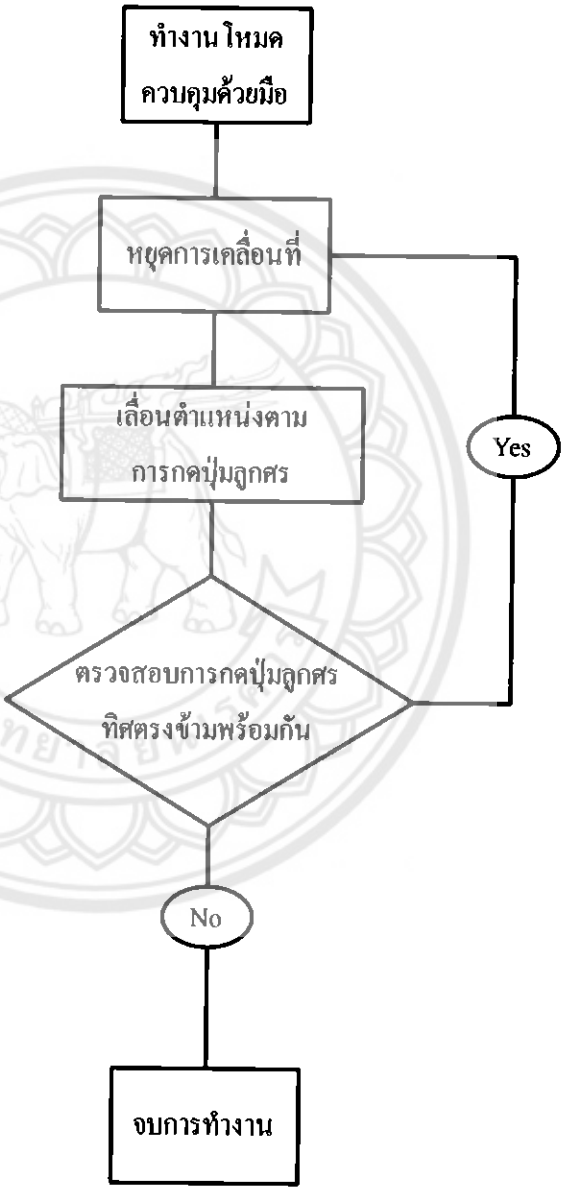
จากรูปที่ 3.44 เมื่อเปิดเครื่องและมีการกดปุ่ม START การทำงานจะเป็นไปในโหมดอัตโนมัติ หากมีการกดปุ่ม MANUAL จะสลับการทำงานเป็นโหมดควบคุมมือ ทำให้มอเตอร์จะหยุดหมุน รอรับคำสั่งจากปุ่มลูกศรบนหน้าจอสัมผัส การทำงานของโปรแกรมจะหยุดทันทีเมื่อมีการกดปุ่ม EMERGENCY STOP จะไม่สามารถควบคุมมอเตอร์ให้หมุนได้ ท้ายที่สุดเมื่อจบการทำงาน กดปุ่ม CLEAR จะเป็นการรีเซ็ต (Reset) ค่าใหม่ไปเริ่มจุดเริ่มต้นของโปรแกรม

2.) ผังแสดงการทำงานของแขนกลในการควบคุมแบบอัตโนมัติ

รูปที่ 3.45 ผังแสดงการทำงานในโหมดอัตโนมัติ

จากรูปที่ 3.45 เมื่อโปรแกรมทำงานโหมดอัตโนมัติ ทันทีที่เปิดเครื่องมอเตอร์จะหมุนเลื่อนให้ตำแหน่งกล้องไปอยู่ที่จุด HOME โปรแกรมจะสั่งเลื่อนตำแหน่งกล้องไปตามลำดับ จนถึงจุด END ซึ่งเป็นตำแหน่งสุดท้าย แล้วโปรแกรมจะสั่งกลับไปที่จุด HOME อีกครั้งเป็นการจบการทำงาน

3) ผังแสดงการทำงานของแขนกลในการควบคุมแบบควบคุมด้วยมือ



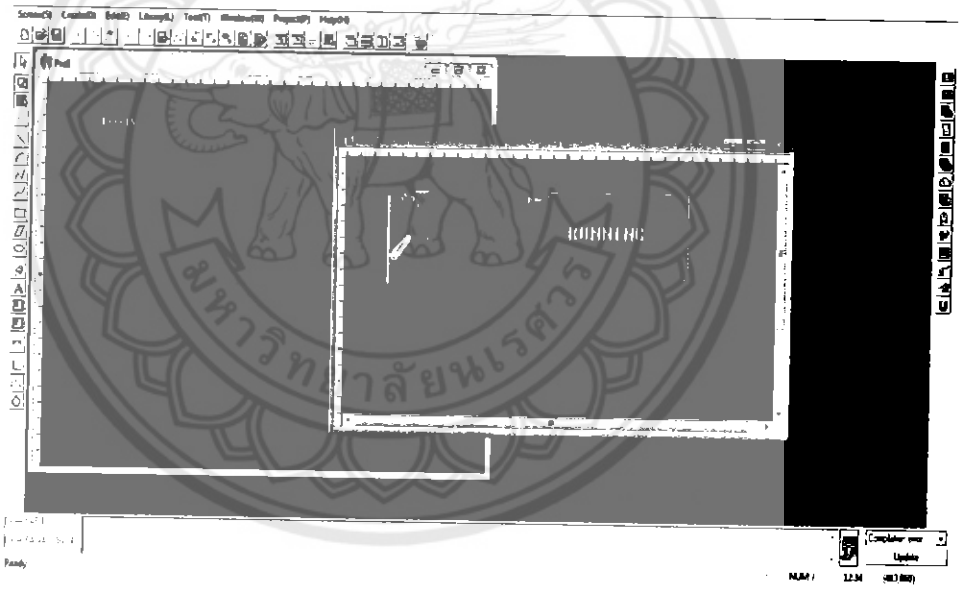
รูปที่ 3.46 ผังแสดงการทำงานในโหมดควบคุมด้วยมือ

3.9 ซอฟต์แวร์ (Software) ที่ใช้ในการออกแบบการทำงานของแขนกล

3.9.1 โปรแกรม Screen Creator 5

เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆที่ถูกควบคุมการทำงานโดยพีแอลซี นั้น เราจึงเลือกใช้หน้าจอสัมผัสในการสั่งงานเครื่องจักรหรืออุปกรณ์นั้นๆที่ถูกควบคุมโดยพีแอลซี ทำให้สะดวกต่อการใช้งาน

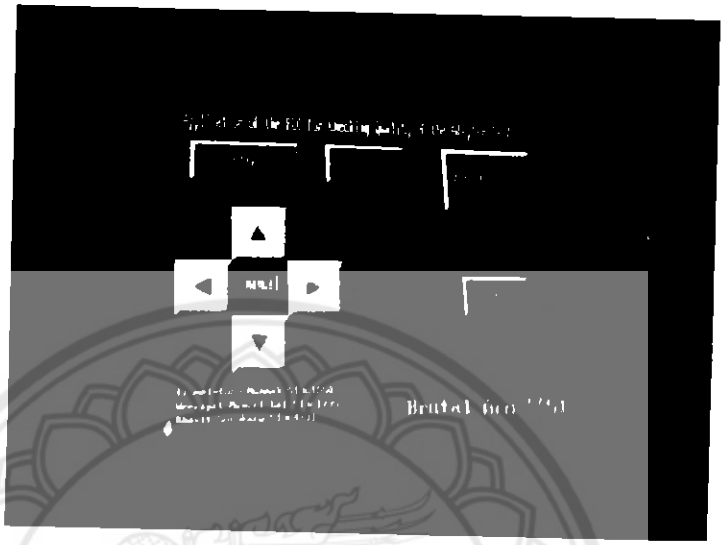
หน้าจอสัมผัสที่เลือกใช้กับโครงงานนี้ในการสั่งงานการทำงานของแขนกลคือ หน้าจอสัมผัสยี่ห้อ KOYO โดยมีซอฟต์แวร์ที่มีชื่อว่า Screen Creator 5 เป็นซอฟต์แวร์สำหรับหน้าจอสัมผัสของ KOYO โดยเฉพาะ ในการใช้งานจะต้องใช้สาย RS-232 โดยใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ในการส่งถ่ายข้อมูล (Up/Download) โปรแกรมหน้าจอสัมผัสที่ได้ออกแบบไว้ และใช้สาย RS-232 อีกสายหนึ่งในการเชื่อมต่อกับพีแอลซีเพื่อใช้รับส่งข้อมูลกับหน้าจอสัมผัส ในการควบคุมและสั่งงานเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ตัวอย่างโปรแกรมดังรูปที่ 3.47



รูปที่ 3.47 ตัวอย่างโปรแกรม Screen Creator 5

3.9.2 วิธีการดาวน์โหลด (Download) โปรแกรมที่ออกแบบลงหน้าจอสัมผัส

1) กดที่บริเวณมุมซ้ายบนสุดและมุมขวาล่างสุดของหน้าจอสัมผัสพร้อมกันประมาณ 2 วินาที เพื่อเข้าสู่หน้าจอในการตั้งค่าต่างๆของหน้าจอสัมผัส ดังรูปที่ 3.48



รูปที่ 3.48 วิธีการออกจากหน้าจอผู้ใช้ไปสู่หน้าจอตั้งค่าต่างๆของหน้าจอสัมผัส

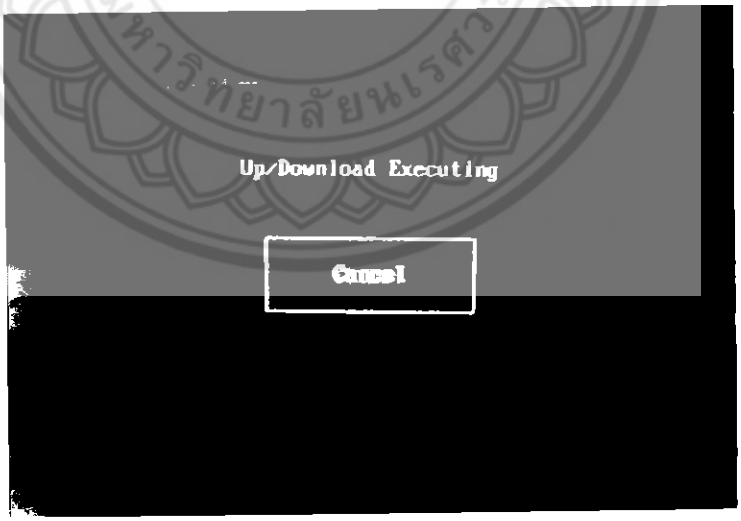
2) หลังจากนั้นหน้าจอสัมผัสจะมาอยู่ที่หน้าจอตั้งค่าต่างๆของหน้าจอสัมผัส โดยจะเห็นว่ามีโหมด (Mode) ให้เลือกทั้งหมด 4 โหมด ได้แก่ System Setup, System Check, Up/Download และ User Mode ดังรูปที่ 3.49

รูปที่ 3.49 หน้าจอตั้งค่าต่างๆของหน้าจอสัมผัส

3) กดเลือกโหมดที่ชื่อว่า [Up/Download] เพื่อเข้าสู่โหมดดาวน์โหลดเพื่อเตรียมการดาวน์-โหลด อินเตอร์เฟส (Interface) ลงหน้าจอสัมผัส ดังรูปที่ 3.50

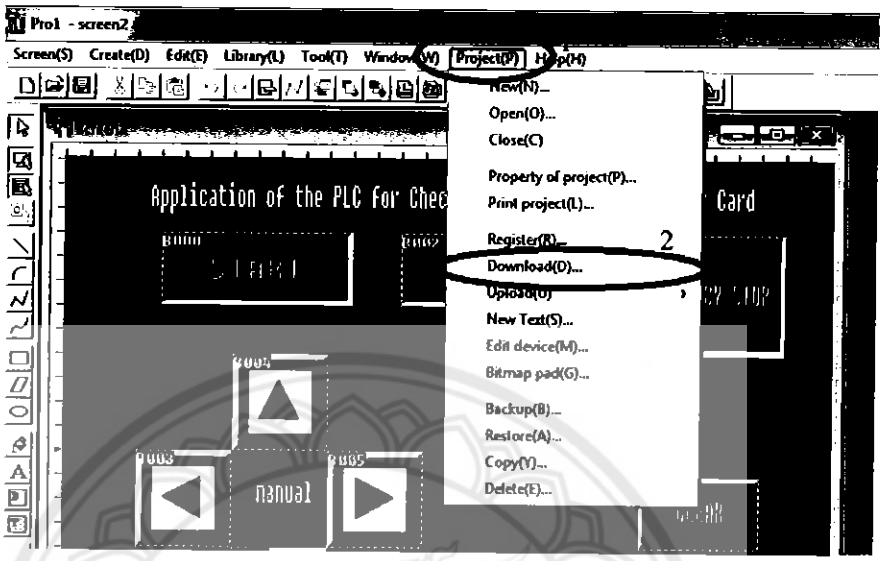
รูปที่ 3.50 ปุ่ม Up/Download

4) จากนั้นจะเห็นว่าหน้าจอสัมผัสจะมาอยู่ที่หน้าจอเพื่อเตรียมการดาวน์โหลด**โดยมีข้อความบนหน้าจอสัมผัส** ว่า Up/Download Executing และถ้าต้องการยกเลิกการการดาวน์โหลด โปรแกรมก็**สามารถ**ทำได้การกดปุ่ม Cancel ดังรูปที่ 3.51



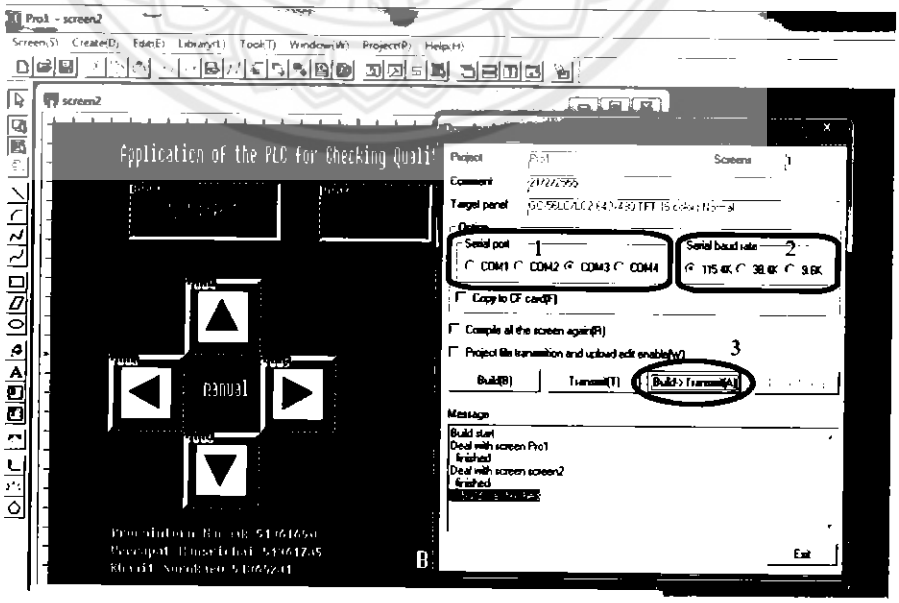
รูปที่ 3.51 หน้าจอเตรียมการดาวน์โหลด

5) เข้าโปรแกรม Screen Creator 5 เลือก Project (P) ในวงกลมหมายเลข 1 จะเห็นแถบเมนูย่อยให้เลือก Download (D) ในวงกลมหมายเลข 2 ดังรูปที่ 3.52



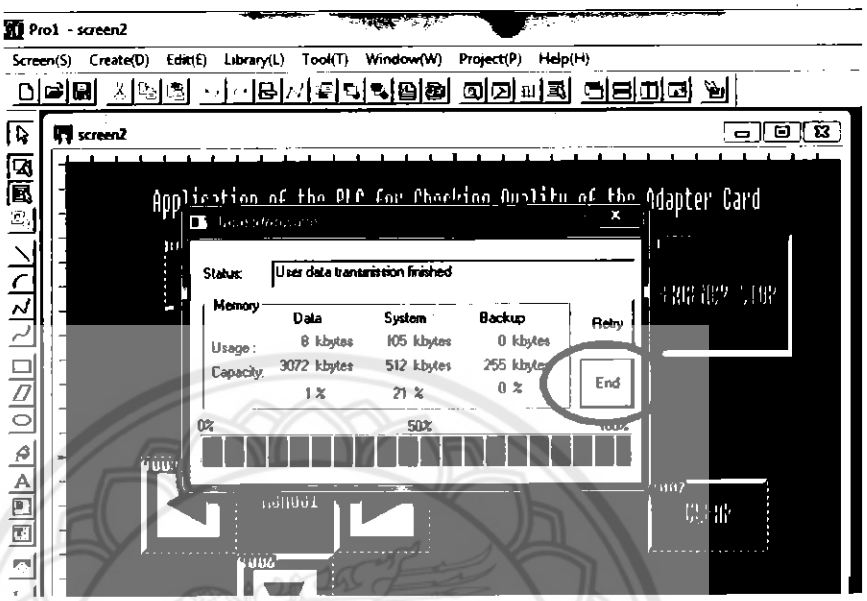
รูปที่ 3.52 ขั้นตอนการดาวน์โหลดอินเตอร์เฟสลงหน้าจอสัมผัส

6) จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างเพื่อตั้งค่าเตรียมการดาวน์โหลด โดยสามารถเลือก พอร์ตอนุกรม (Serial Port) เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์ ในวงกลมหมายเลข 1 และสามารถเลือก ความเร็วในการดาวน์โหลด (Serial Baud Rate) ได้ในวงกลมหมายเลข 2 ต่อมาให้กดปุ่ม Build>Transmit (A) เพื่อทำการดาวน์โหลดในวงกลมหมายเลข 3 ดังรูป 3.53



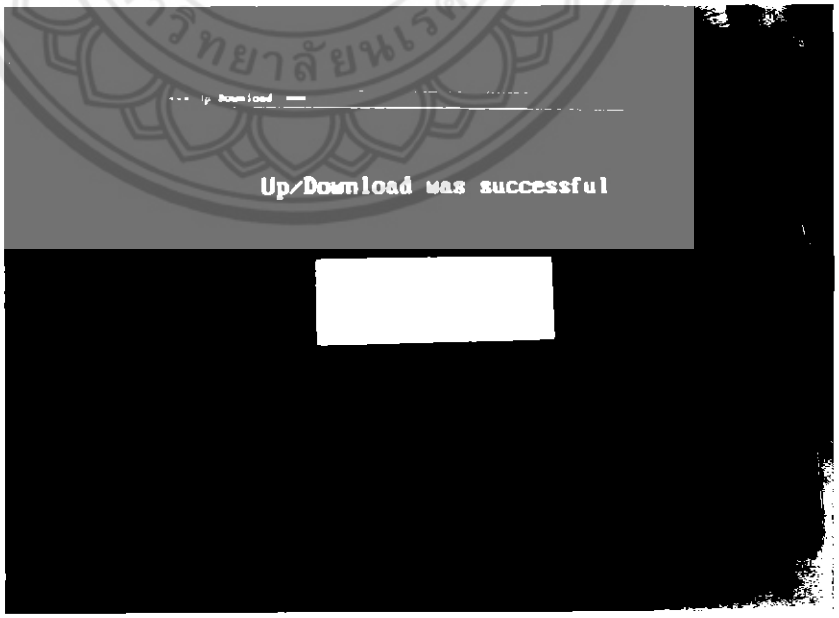
รูปที่ 3.53 หน้าจอดาวน์โหลดอินเตอร์เฟสลงหน้าจอสัมผัส

7) ขณะดาวน์โหลดอินเตอร์เฟสหน้าจอจะปรากฏหน้าจอแสดงกระบวนการดาวน์โหลด ดังรูปที่ และเมื่อเสร็จสิ้นการดาวน์โหลดให้กด END ดังรูปที่ 3.54



รูปที่ 3.54 โปรแกรมเมื่อดาวน์โหลดอินเตอร์เฟสเสร็จ

8) เมื่อดาวน์โหลดอินเตอร์เฟสหน้าจอเสร็จที่จอสัมผัสจะปรากฏข้อความว่า Up/Download was successful จากนั้นกดปุ่ม OK เป็นการเสร็จสิ้นการดาวน์โหลด ดังรูปที่ 3.55



รูปที่ 3.55 หน้าจอสัมผัสเมื่อดาวน์โหลดอินเตอร์เฟสเสร็จ

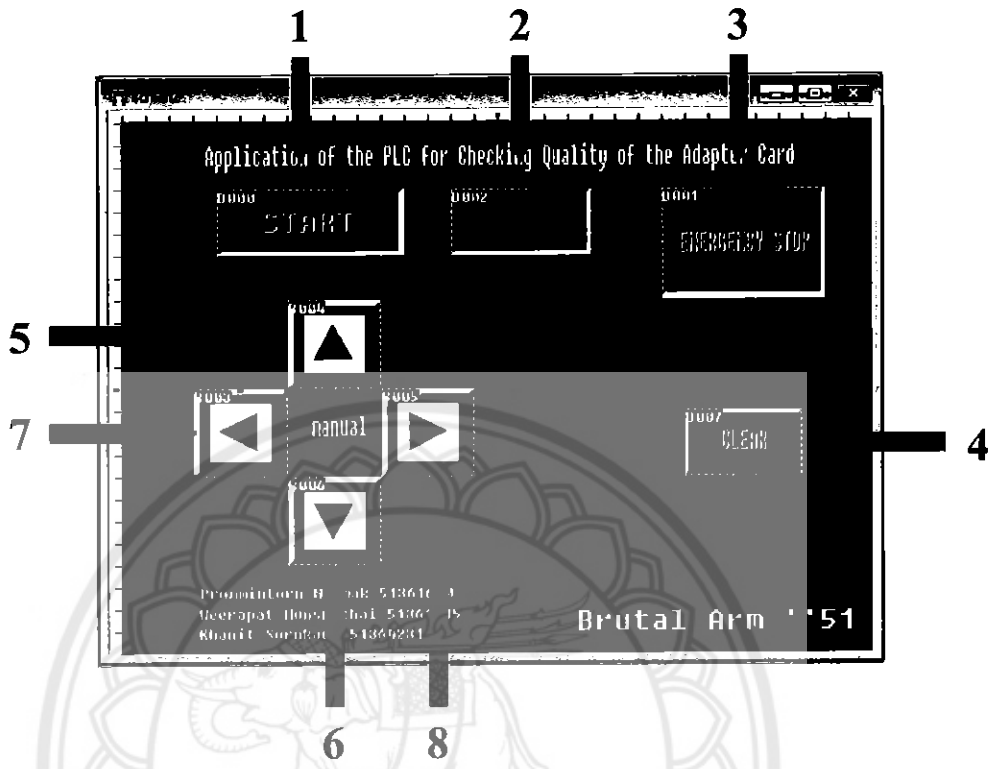
9) หลังจากที่กดปุ่ม OK แล้วจะกลับไปที่หน้าจอตั้งค่าต่างๆของหน้าจอสัมผัส ให้กดปุ่ม User Mode ดังรูปที่ 3.56

รูปที่ 3.56 การเข้าสู่โหมดผู้ใช้ (User Mode)

10) จากนั้นหน้าจอสัมผัสจะเข้าสู่หน้าจอการควบคุมแขนกลพร้อมใช้งานตามที่ออกแบบไว้ ในโปรแกรม Screen Creator 5 ดังรูป 3.57

รูปที่ 3.57 หน้าจอการควบคุมแขนกลพร้อมใช้งาน

3.9.3 การออกแบบหน้าจอสัมผัสที่ใช้สั่งงานการทำงานของแขนกล



รูปที่ 3.58 โปรแกรมอินเตอร์เฟสหน้าจอสัมผัส

จากรูปที่ 3.58 เป็นผลงานการออกแบบหน้าจอสัมผัสด้วยโปรแกรม Screen Creator 5 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบหน้าจอสัมผัสยี่ห้อ KOYO โดยเฉพาะ ซึ่งจะเห็นว่ามีปุ่มควบคุมการทำงานของแขนกล เพื่อใช้ในการสั่งงานแขนกลให้ทำงานตามที่ต้องการ เชื่อมต่อโดยตรงกับพีแอลซีด้วยสาย RS-232 โดยมีปุ่มควบคุมต่างๆดังนี้

1) ปุ่ม START กดเพื่อเริ่มการทำงานของแขนกลแบบควบคุมอัตโนมัติ

2) ปุ่ม MANUAL กดเพื่อเริ่มการทำงานของแขนกลแบบควบคุมด้วยมือ

3) ปุ่ม EMERGENCY STOP กดเพื่อหยุดการทำงานของแขนกลทั้งแบบควบอัตโนมัติและแบบควบคุมด้วยมือ

4) ปุ่ม CLEAR กดเพื่อให้แขนกลกลับมาที่จุดเริ่มต้นเพื่อเริ่มการทำงานใหม่

5) ปุ่มควบคุมเคลื่อนที่ขึ้น (Up) กดเพื่อควบคุมแขนกลให้เคลื่อนที่ขึ้นในการควบคุมแบบควบคุมด้วยมือ

6) ปุ่มควบคุมเคลื่อนที่ลง (Down) กดเพื่อควบคุมแขนกลให้เคลื่อนที่ลงในการควบคุมแบบควบคุมด้วยมือ

7) ปุ่มควบคุมเคลื่อนที่ทางซ้าย (Left) กดเพื่อควบคุมแขนกลให้เคลื่อนที่ไปทางซ้ายในการควบคุมแบบควบคุมด้วยมือ

8) ปุ่มควบคุมเคลื่อนที่ทางขวา (Right) กดเพื่อควบคุมแขนกลให้เคลื่อนที่ไปทางขวาในการควบคุมแบบควบคุมด้วยมือ

ปุ่มควบคุมการทำงานของแขนกลเหล่านี้ คือปุ่มควบคุมที่เกิดจากการออกแบบด้วยซอฟต์แวร์ (Software) ดังนั้นจึงต้องมีการกำหนดพารามิเตอร์ให้กับปุ่มต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการออกแบบโปรแกรมการทำงานของแขนกลด้วยแลดเดอร์ไดอะแกรมโดยจะกล่าวในหัวข้อต่อไป ซึ่งมีการกำหนดพารามิเตอร์ให้กับปุ่มควบคุมแขนกลต่างๆ ดังตารางที่ 4.1

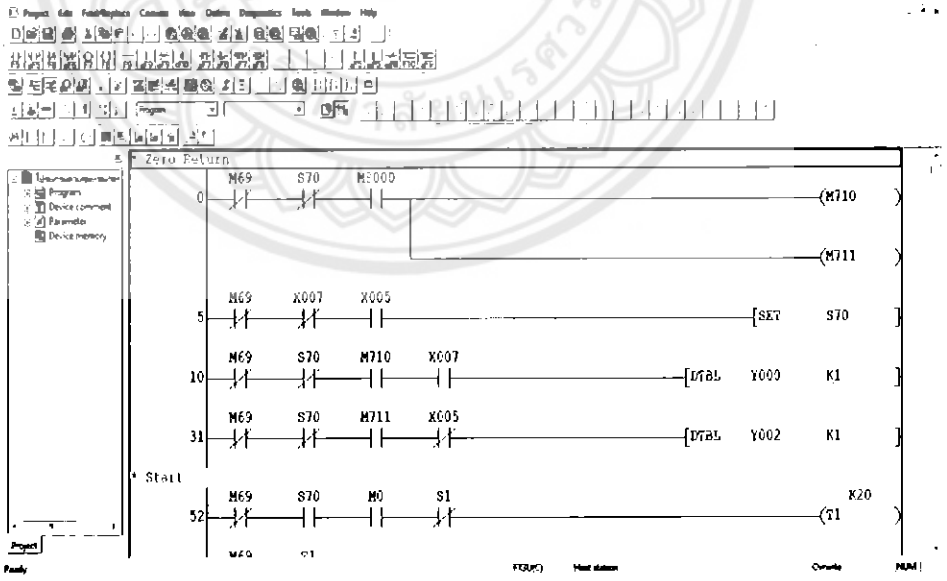
ตารางที่ 3.3 ปุ่มควบคุมและเอาท์พุต

ปุ่มบนหน้าจอ	เอาท์พุตควบคุม
START	M0
EMERGENCY STOP	M7011
MANUAL	M7012
CLEAR	M7013
UP	M7043
DOWN	M7042
LEFT	M7041
RIGHT	M7040

3.9.4 โปรแกรม GX-Developer

ปัจจุบันการใช้งานพีแอลซีมีการพัฒนาเป็นอย่างมาก มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาออกแบบโปรแกรม การทดสอบโปรแกรมก่อนการใช้งาน (PLC Simulator) การส่งข้อมูลสู่พีแอลซี (Write to PLC) เป็นตัวสร้างคำสั่งและบริหารจัดการการทำงานของพีแอลซี เช่น เขียนหรือป้อนคำสั่งให้กับชุดพีแอลซี โหลดข้อมูลคำสั่งจากพีแอลซีออกมาแก้ไขในคอมพิวเตอร์ เป็นต้น ซึ่งการจะใช้งานพี-แอลซีลักษณะนี้ผู้ใช้จะต้องมีซอฟต์แวร์ที่ตรงกับยี่ห้อของพีแอลซี ซึ่งปัจจุบันบริษัทผู้พัฒนาและผลิตพีแอลซีทุกบริษัท ได้มีการพัฒนาซอฟต์แวร์ให้เหมาะสมกับการใช้งานพีแอลซีของบริษัทตนเอง ซึ่งก็มีลักษณะและพื้นฐานการใช้งานที่คล้ายคลึงกัน

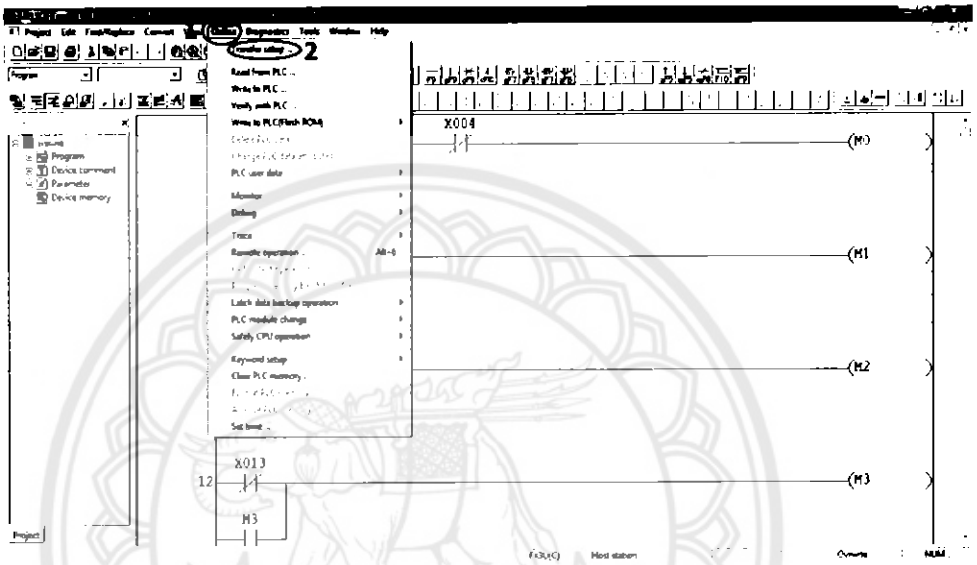
ซอฟต์แวร์ที่ใช้กับพีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI ที่ใช้ในโครงงานนี้คือ GX-Developer โดยการใช้งานซอฟต์แวร์จำเป็นต้องอาศัยคอมพิวเตอร์ในการเชื่อมต่อและสั่งงานพีแอลซี และต้องอาศัยสายเชื่อมต่อ RS-232 เชื่อมต่อกับชุดพีแอลซี ในกรณีนี้โปรแกรมจะถูกเก็บในเครื่องคอมพิวเตอร์ และสามารถออกแบบโปรแกรมวงจรแลดเดอร์ที่ออกมาพร้อมคำอธิบาย ส่วนการส่งถ่ายโปรแกรมเข้าสู่พีแอลซี โดยโปรแกรมจะถูกแปลงเป็นรหัสคำสั่งของพีแอลซีและส่งถ่าย (Write to PLC) สู่พีแอลซีโดยผ่านสายเชื่อมต่อพีแอลซีจะทำงานตามโปรแกรมพร้อมกับส่งข้อมูลสภาวะการทำงานกลับสู่คอมพิวเตอร์ เพื่อแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในพีแอลซี บนจอแสดงผลคอมพิวเตอร์ ตัวอย่างโปรแกรมดังรูปที่ 3.59



รูปที่ 3.59 ตัวอย่างโปรแกรม GX-Developer

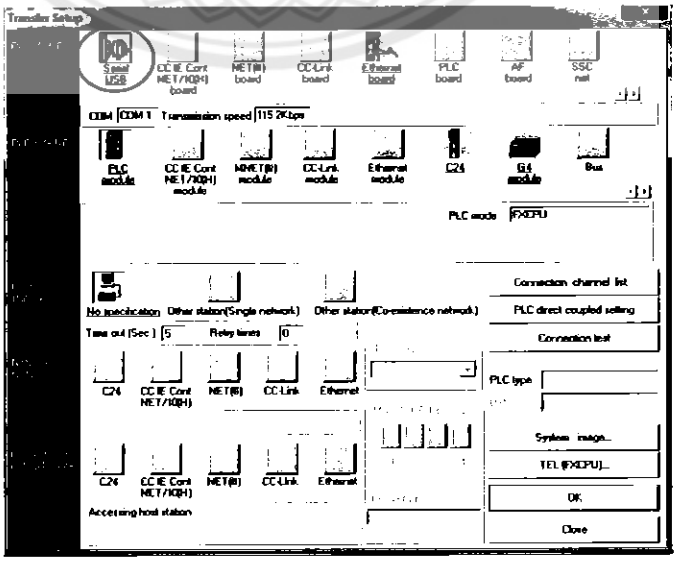
3.9.5 วิธีการดาวน์โหลด (Download) โปรแกรมที่ออกแบบลงพีแอลซี

1) การตั้งค่าการสื่อสารข้อมูล (Transfer Setup) หลังจากที่ได้ต่อสายดาวน์โหลด USB TO RS-422 และเข้าโปรแกรม GX-Developer เรียบร้อยแล้ว ต่อมาเลือกแถบเมนูด้านบนชื่อว่า Online ในวงกลมหมายเลข 1 จะเห็นแถบเมนูย่อยให้เลือกเมนูแรกคือ Transfer Setup ในวงกลมหมายเลข 2 ดังรูปที่ 3.60



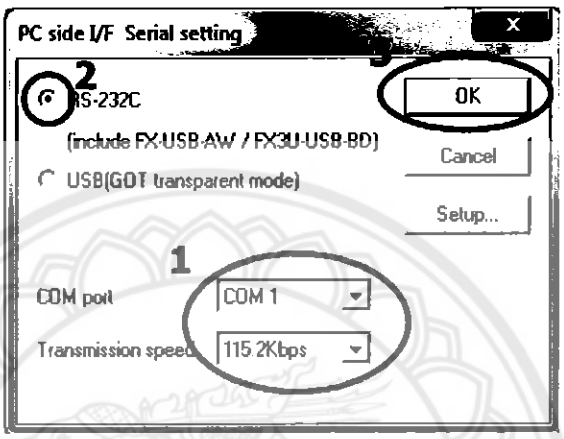
รูปที่ 3.60 ขั้นตอนการตั้งค่าการสื่อสารข้อมูล

2) หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมาให้ดับเบิลคลิกที่หัวข้อแรกที่เขียนว่า Serial USB ดังรูปที่ 3.61



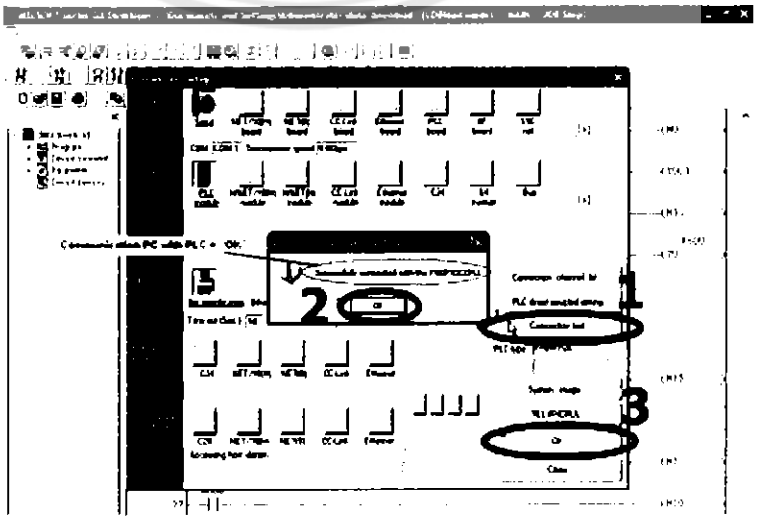
รูปที่ 3.61 การตั้งค่าการสื่อสารข้อมูล

3) เมื่อดับเบิลคลิกที่หัวข้อ Serial USB แล้วจะปรากฏหน้าต่างขึ้นมา โดยหน้าต่างนี้จะสามารถกำหนดได้ว่า ต้องการใช้ COM port หรือ Transmission speed เท่าไร ในวงกลมหมายเลข 1 ซึ่งในโครงงานนี้เราใช้ COM port คือ COM 1 และ Transmission speed เท่ากับ 115.2 Kbps รวมถึงเลือกชนิดของสายดาวน์โหลดที่ใช้ด้วยคือ RS-232 ในวงกลมหมายเลข 2 จากนั้นกด OK ในวงกลมหมายเลข 3 ดังรูปที่ 3.62



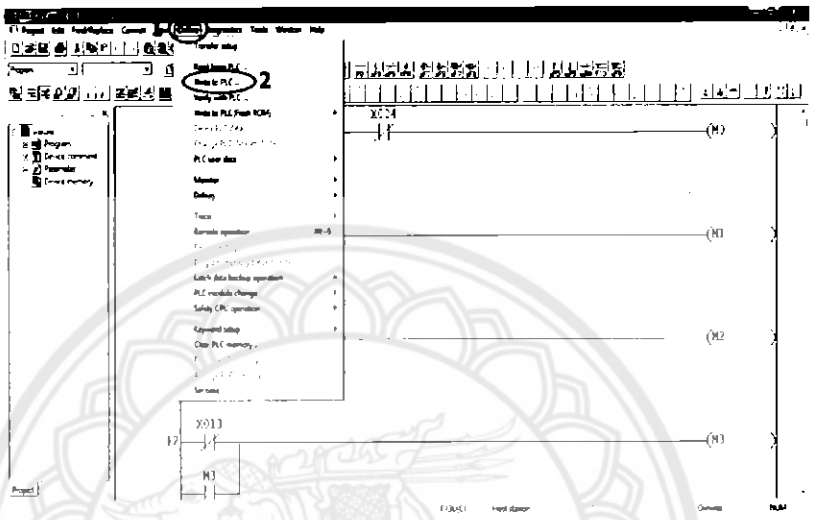
รูปที่ 3.62 การตั้งค่าพอร์ต (Port)

4) จากนั้นจะกลับไปที่หน้าต่างเดิมในรูปที่ ให้กดปุ่ม Connection Test ในวงกลมหมายเลข 1 ถ้าไม่ปัญหาใดๆจะปรากฏข้อความว่า Successfully แล้วกด OK ในวงกลมหมายเลข 2 จากนั้นกด OK อีกครั้งหนึ่งในวงกลมหมายเลข 3 แต่ถ้ามีปัญหาจะขึ้นข้อความว่า Connection Error ให้ไปตรวจสอบดูว่าได้ตั้งค่า COM port ของโปรแกรม GX-Developer ตรงกับ COM port ของคอมพิวเตอร์หรือไม่ เมื่อแก้ไขเสร็จเรียบร้อยแล้วให้ทำตามวิธีเดิม ดังรูปที่ 3.63



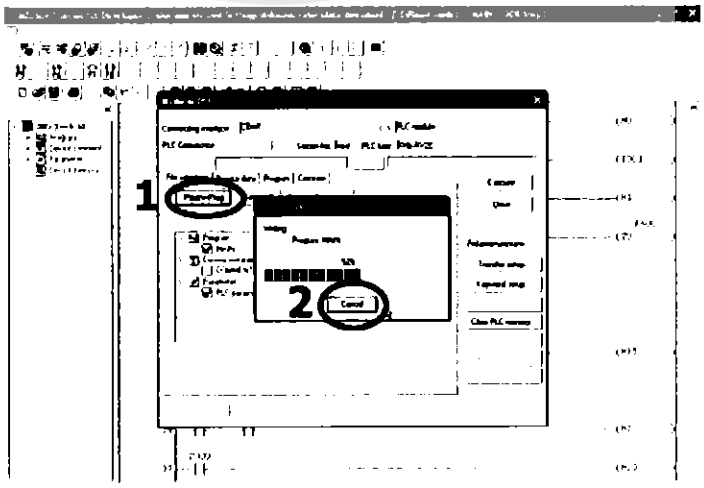
รูปที่ 3.63 การทดสอบการเชื่อมต่อ (Connection Test)

5) หลังจากที่ตั้งค่าการสื่อสารข้อมูลเรียบร้อยแล้ว เราจะสามารถออกแบบโปรแกรมและดาวน์โหลดโปรแกรมลงพีแอลซีได้ โดยก่อนอื่นต้องเลื่อนสวิตช์ที่ตัวพีแอลซีให้อยู่ในตำแหน่ง Stop ต่อมาในโปรแกรม GX-Developer ให้เลือกแถบเมนูด้านบนชื่อว่า Online ในวงกลมหมายเลข 1 จะเห็นแถบเมนูย่อยให้เลือกเมนูคือ Write to PLC ในวงกลมหมายเลข 2 ดังรูปที่ 3.64



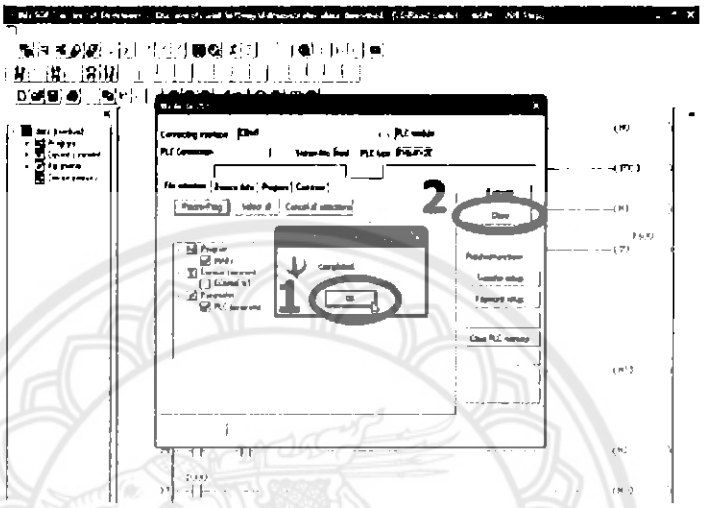
รูปที่ 3.64 ขั้นตอนการดาวน์โหลดโปรแกรมลงพีแอลซี

6) จะปรากฏหน้าต่างใหม่ขึ้นมาให้กดที่ปุ่ม Program+Flag ในวงกลมหมายเลข 1 ซึ่งสามารถเลือกได้ว่าข้อมูลที่ต้องการดาวน์โหลดลงพีแอลซี โดยการทำเครื่องหมายถูกมีให้เลือก 3 ชนิด คือ Program, Comment และ Parameter จากนั้นโปรแกรมจำทำการดาวน์โหลดโปรแกรมที่ออกแบบไว้ลงในพีแอลซีโดยสามารถดูได้จากแถบดาวน์โหลด และถ้าต้องการยกเลิกการดาวน์โหลดโปรแกรมก็สามารถทำได้การกดปุ่ม Cancel ในวงกลมหมายเลข 2 ดังรูปที่ 3.65



รูปที่ 3.65 การดาวน์โหลดโปรแกรมลงพีแอลซี

7) เมื่อโปรแกรมทำการดาวน์โหลดเสร็จเรียบร้อยแล้วจะปรากฏข้อความว่า Complete ให้กดปุ่ม OK ในวงกลมหมายเลข 1 และปุ่ม Close ในวงกลมหมายเลข 2 เป็นอันเสร็จสิ้นการดาวน์โหลด ดังรูปที่ 3.66 โดยในการใช้งานพีแอลซีให้เลื่อนสวิตช์ที่ตัวพีแอลซีกลับมาที่ตำแหน่ง RUN ไว้เช่นเดิม

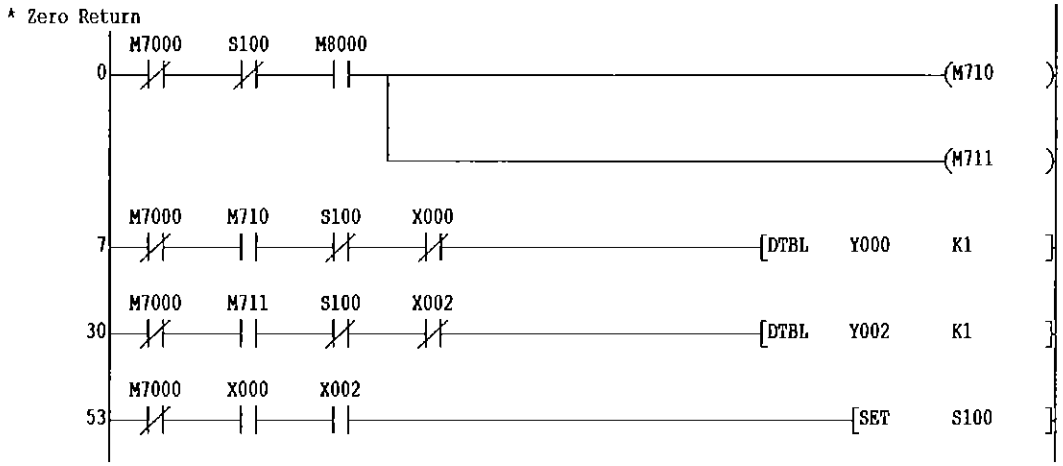


รูปที่ 3.66 เสร็จสิ้นการดาวน์โหลดโปรแกรมลงพีแอลซี

3.9.6 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกล

การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกล จะใช้โปรแกรม GX-Developer ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์สำหรับพีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI โดยเฉพาะ โดยในโปรแกรมเป็นการออกแบบโดยใช้แลดเดอร์ไดอะแกรมซึ่งเป็นสัญลักษณ์ของหน้าสัมผัส โปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลที่ออกแบบไว้อธิบายดังต่อไปนี้

1) ส่วน Zero Return



รูปที่ 3.67 ส่วน Zero Return

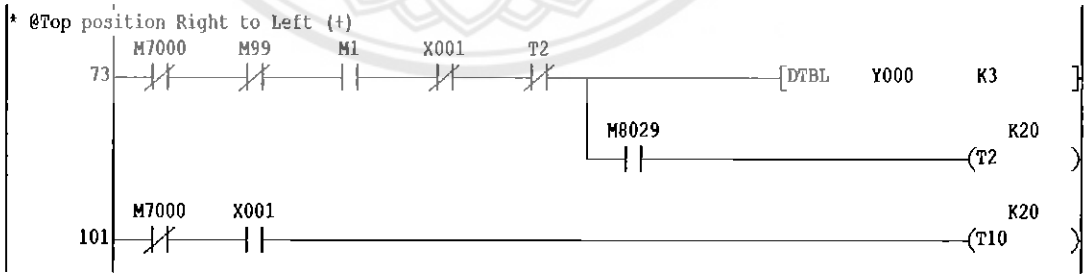
จากรูปที่ 3.67 เมื่อพีแอลซีทำงาน M8000 จะเริ่มทำงานทันที M7000 และ S100 มีสถานะเป็นปกติปิด ทำให้ M710 และ M711 ทำงาน (ON) จะทำให้ไลน์ที่ 7 และ 30 ทำงาน มอเตอร์แกน X และ Y จะหมุนวิ่งเข้าหาจุด HOME ด้วยคำสั่ง DTBL ซึ่งเป็นคำสั่งขับมอเตอร์ตามพารามิเตอร์ในตารางที่กำหนดไว้ เมื่อแผ่นอะลูมิเนียมตัดผ่านเซนเซอร์ก้ามปู X000 มอเตอร์แกน X จะหยุดหมุน และ X002 มอเตอร์แกน Y หยุดหมุน จึงครบเงื่อนไขในไลน์ที่ 53 จึงสั่งเซ็ตค่า S100 โดยในไลน์ 0 จะเห็นว่าเอาท์พุตเป็นสัญลักษณ์วงเล็บโค้ง หมายถึง คอยล์ (Coil) ประเภทเอาท์พุต (Y) อุปกรณ์รีเลย์ช่วย (M) อุปกรณ์ตั้งเวลา (T) และอุปกรณ์จำนวนนับ (C) และในไลน์ที่ 7 และ 30 จะเห็นว่าเอาท์พุตเป็นสัญลักษณ์วงเล็บเหลี่ยม หมายถึง คอยล์ประเภทเอาท์พุตที่ทำงานตามเงื่อนไขคำสั่งในวงเล็บ

2) ส่วนตรวจสอบการกดปุ่ม START

รูปที่ 3.68 ส่วนตรวจสอบกดปุ่ม START

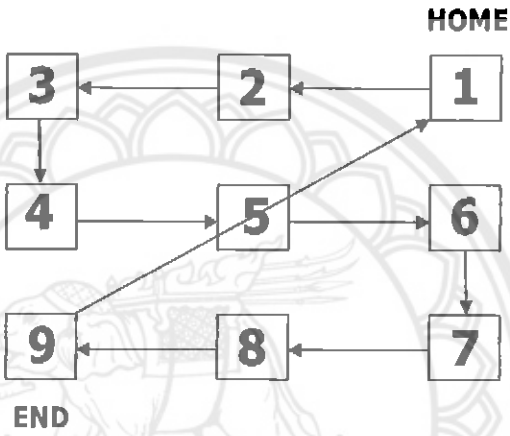
จากรูปที่ 3.68 S100 ถูกเซ็ต (Set) ที่ปิดวงจรแล้ว เมื่อผู้ใช้กดปุ่ม START ที่หน้าจอสัมผัส ทำให้ M0 ปิดวงจร T1 จะเริ่มนับจนครบ 2 วินาที หน้าสัมผัส T1 ก็จะปิด ทำให้ M1 ทำงาน

3) ส่วนตำแหน่งบนสุด (ชั้น 1) เคลื่อนจากขวาไปซ้าย



รูปที่ 3.69 ส่วนตำแหน่งบนสุด (ชั้น 1) เคลื่อนจากขวาไปซ้าย

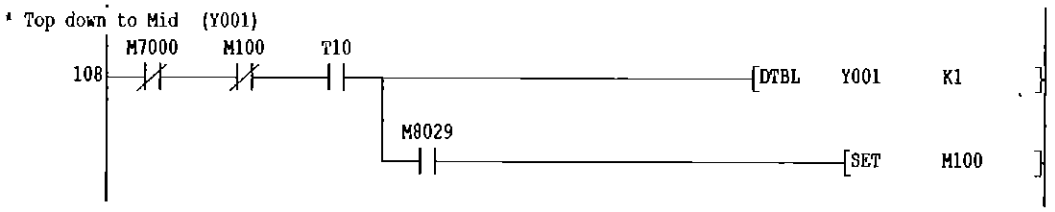
จากรูปที่ 3.69 จะเป็นส่วนการขับมอเตอร์แกน X ให้เลื่อนกล้องจากขวาไปซ้าย ซึ่งสิ้นสุดที่เซนเซอร์ก้ามปู X001 ซึ่งจากส่วนเช็คการกดปุ่มสตาร์ท (START) หน้าสัมผัส M1 ปิดวงจรทำให้ไลน์ 73 ทำงานขับมอเตอร์แกน X ตามค่าในตารางหมายเลข 3 ของ Y0 จากตำแหน่ง 1 ในรูปที่ 4.26 จนครบจำนวนพัลส์ (Pulse) มอเตอร์จะหยุดหมุน ซึ่งจะหยุดที่ตำแหน่ง 2 หน้าสัมผัสพิเศษ M8029 จะปิดทันที ส่งผลให้ทำการสับสถานะหน้าสัมผัส T2 ไลน์ 73 และเริ่มจับเวลา 2 วินาที เมื่อครบโปรแกรมจะสั่งให้มอเตอร์หมุนอีกครั้ง ไปในทิศทางเดิม จนแผ่นอะลูมิเนียมตัดผ่านเซนเซอร์ X001 ซึ่งคือตำแหน่ง 3 ครบเงื่อนไข ไลน์ 101 แล้ว T10 นับเวลา 2 วินาที



รูปที่ 3.70 แสดงตำแหน่งอะเด็ปเตอร์การ์ด (มองตามกล้อง)

จากรูปที่ 3.70 คือลักษณะการเคลื่อนที่ของกล้องที่ออกแบบไว้เพื่อให้กล้องแสดงผลภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดทีละชิ้นจากตำแหน่งที่ 1 จนถึงตำแหน่งที่ที่ 9 และจากนั้นจะกลับมาที่จุดที่ 1 อีกครั้งเพื่อเตรียมที่จะเริ่มการในครั้งต่อไป

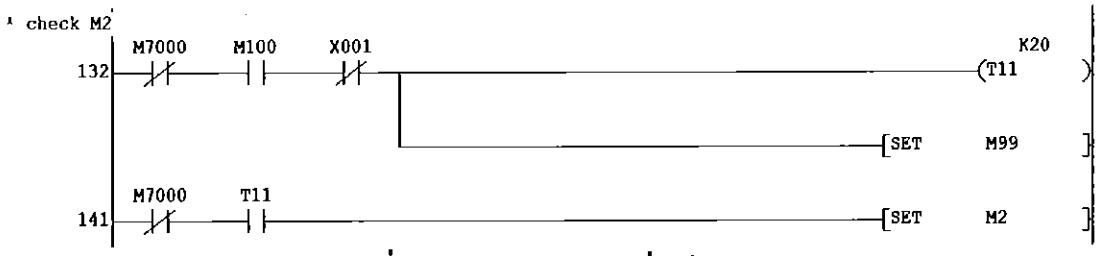
4) ส่วนตำแหน่งบนสุด (ชั้น 1) เลื่อนลงมากลาง (ชั้น 2)



รูปที่ 3.71 ส่วนตำแหน่งบนสุด (ชั้น 1) เลื่อนลงมากลาง (ชั้น 2)

จากรูปที่ 3.71 อธิบายได้ว่า เมื่อครบ 2 วินาที หน้าสัมผัส T10 จะปิดวงจรทำให้มอเตอร์แกน Y หมุนตามตารางหมายเลข 1 ของเอาท์พุต Y1 เมื่อหมุนจนหมดพัลส์หน้าสัมผัส M8029 ปิดวงจร และเซ็ตค่า M100

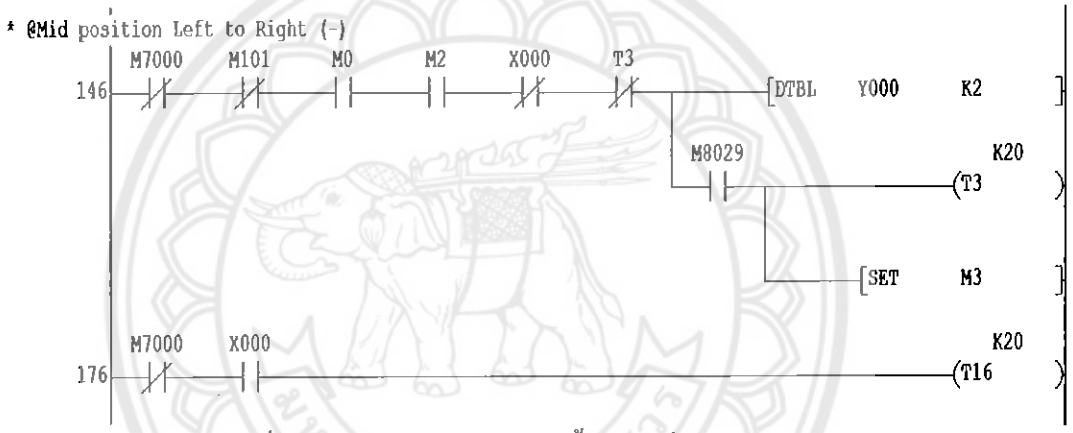
5) ส่วนตรวจสอบเพื่อเซ็ต M2



รูปที่ 3.72 ส่วนตรวจสอบเพื่อเซ็ต M2

จากรูปที่ 3.72 เมื่อ M100 ถูกเซ็ต ทำให้หน้าสัมผัสปิดไลน์ที่ 132 เริ่มทำงานเซ็ตค่า M99 และจับเวลา 2 วินาที เมื่อครบจึงปิดหน้าสัมผัส T11 ซึ่งส่งผลให้ไลน์ที่ 141 ทำงานเซ็ตค่า M2

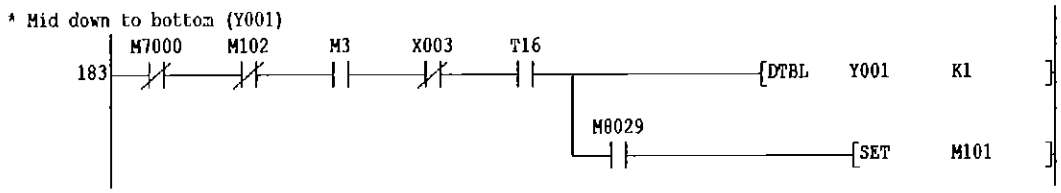
6) ส่วนตำแหน่งกลาง (ชั้น 2) เคลื่อนจากขวาไปซ้าย



รูปที่ 3.73 ส่วนตำแหน่งกลาง (ชั้น 2) เคลื่อนจากขวาไปซ้าย

จากรูปที่ 3.73 อธิบายได้ว่าเงื่อนไขครบไลน์ที่ 146 ทำงาน ทำให้มอเตอร์แกน X หมุน ตามตารางหมายเลข 2 เมื่อจบคำสั่ง สั่งเซ็ต M3 และ จะสั่งให้นับเวลา 2 วินาที ครบแล้ว หน้าสัมผัส T3 จะเปิดวงจร ทำให้มอเตอร์หยุดหมุน ในช่วงนี้ กล้องจะอยู่ที่ตำแหน่ง 5 ในรูปที่ 4.26 หลังจากนั้น มอเตอร์จะหมุนต่อ จนแผ่นอะลูมีเนียมตัดผ่านเซนเซอร์ X000 มอเตอร์จะหยุดหมุน และทำให้ไลน์ที่ 176 ครบเงื่อนไขทำการนับเวลา 2 วินาที เมื่อครบ หน้าสัมผัส T16 จะปิดวงจร

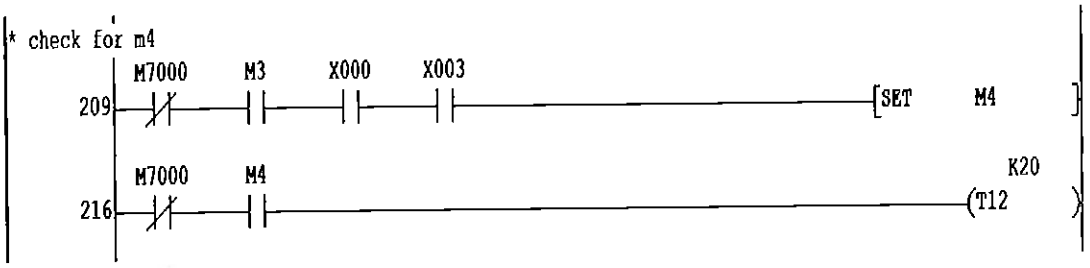
7) ส่วนตำแหน่งกลาง (ชั้น 2) เลื่อนลงมา ชั้นล่างสุด (ชั้น 3)



รูปที่ 3.74 ส่วนตำแหน่งกลาง (ชั้น 2) เลื่อนลงมา ชั้นล่างสุด (ชั้น 3)

จากรูปที่ 3.74 เมื่อหน้าสัมผัส T16 จะปิดวงจร มอเตอร์แกน Y หมุนตามตารางหมายเลข 1 ของเอาพุทต์ Y1 เมื่อหมุนจนหมดพัลส์ หน้าสัมผัส M8029 ปิดวงจร และเซ็ตค่า M101

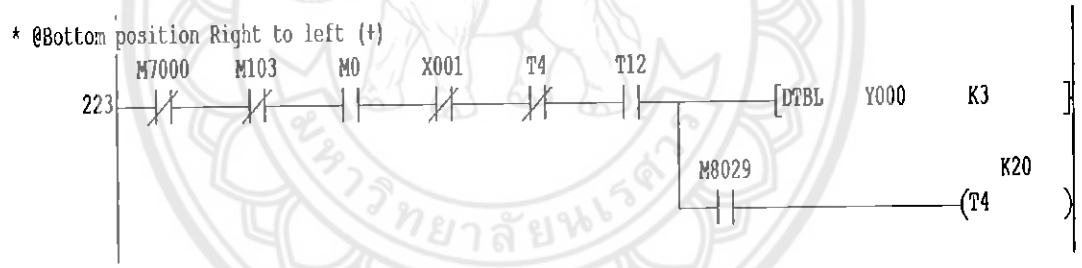
8) ส่วนตรวจสอบเพื่อเซ็ต M4



รูปที่ 3.75 ส่วนตรวจสอบเพื่อเซ็ต M4

จากรูปที่ 3.75 อธิบายได้ว่า เมื่อแผ่นอะลูมิเนียมในแกน X ตัดผ่าน X000 และแผ่นอะลูมิเนียมในแกน Y ตัดผ่าน X003 โปรแกรมจะเซ็ต M4 และทำให้ไลน์ที่ 216 ทำงานนับเวลา 2 วินาที หน้าสัมผัส T12 จึงปิดวงจร

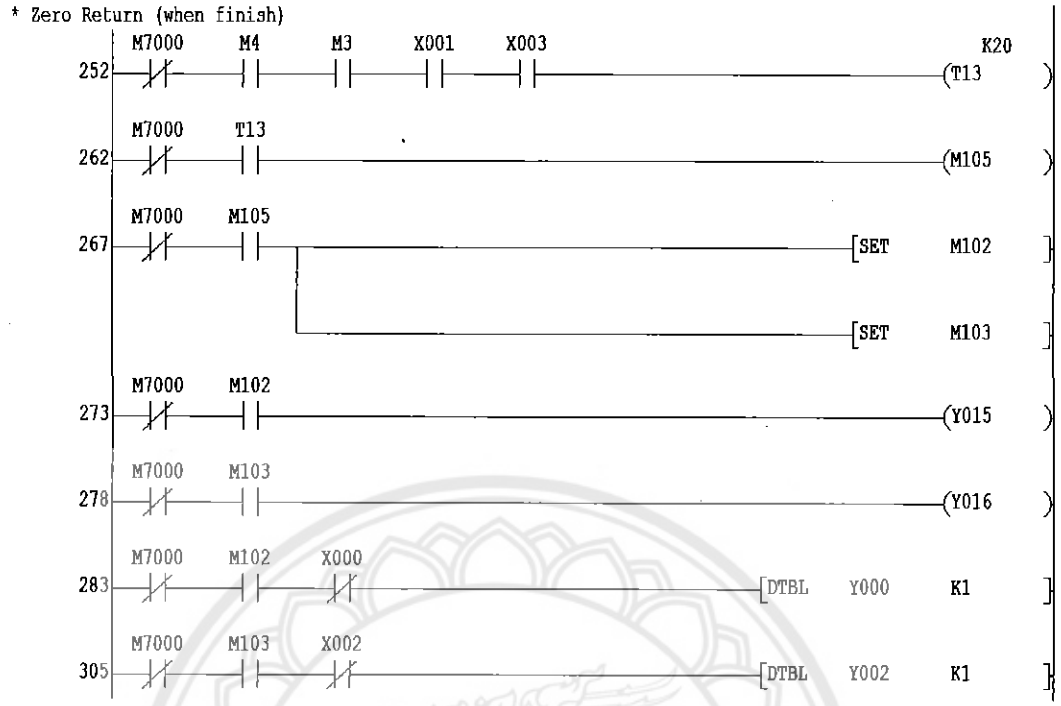
9) ส่วนตำแหน่งล่างสุด (ชั้น 3) เคลื่อนจากขวาไปซ้าย



รูปที่ 3.76 ส่วนตำแหน่งล่างสุด (ชั้น 3) เคลื่อนจากขวาไปซ้าย

จากรูปที่ 3.76 อธิบายได้ว่า เมื่อหน้าสัมผัส T12 ปิดวงจร มอเตอร์แกน X จะหมุนตามตารางหมายเลข 3 จนหมดจำนวนพัลส์ หน้าสัมผัสพิเศษ M8029 จะปิดทันที ส่งผลให้ทำการสับสถานะหน้าสัมผัส T4 และเริ่มจับเวลา 2 วินาที เมื่อครบโปรแกรมจะสั่งให้มอเตอร์หมุนอีกครั้ง ไปในทิศทางเดิม จนแผ่นอะลูมิเนียมตัดผ่านเซนเซอร์ X001 ซึ่งอยู่ตำแหน่ง 9 ในรูปที่ 3.74 เป็นอันจบการทำงาน

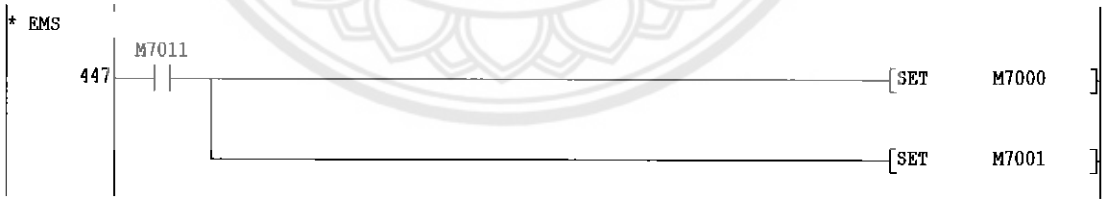
10) ส่วน Zero Return เมื่อจบการทำงาน



รูปที่ 3.77 ส่วน Zero Return เมื่อจบการทำงาน

จากรูปที่ 3.77 เมื่อจบการทำงานของโปรแกรม กล้องจะอยู่ที่ตำแหน่ง 9 ในรูปที่ 3.68 ซึ่งจะครบเงื่อนไขในไลน์ 252 จะสั่งให้มอเตอร์ทั้งสองแกน หมุนตามค่าที่กำหนดไว้ในตาราง กลับจุด HOME จนถึงเซนเซอร์ X000 และ X002

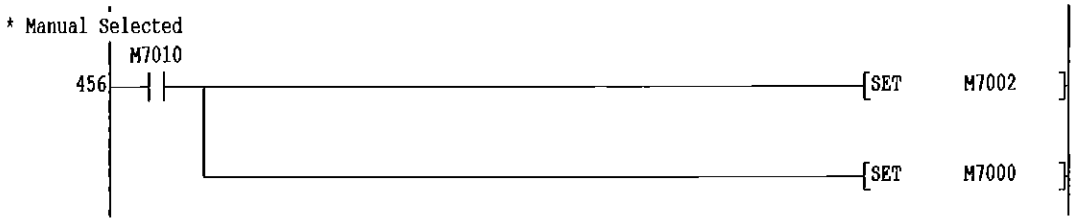
11) ส่วนปุ่มหยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop)



รูปที่ 3.78 ส่วนปุ่มหยุดฉุกเฉิน (Emergency Stop)

จากรูปที่ 3.78 เมื่อกดปุ่ม EMERGENCY STOP บนหน้าจอสัมผัส ทำให้หน้าสัมผัส M7011 ปิดวงจร จึงทำการเซ็ต หน้าสัมผัส M7000 ทำให้โปรแกรมอัตโนมัติหยุดทำงาน และทำให้หน้าสัมผัส M7011 เปิดวงจร จึงทำการเซ็ตหน้าสัมผัส M7001 ทำให้โปรแกรมควบคุมด้วยมือหยุดทำงาน (Manual)

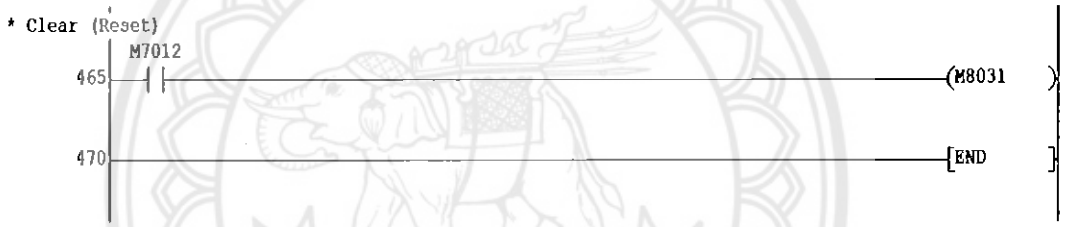
12) ส่วนเลือกควบคุมด้วยมือ



รูปที่ 3.79 ส่วนเลือกควบคุมมือ

จากรูปที่ 3.79 เมื่อกดปุ่ม MANUAL บนหน้าจอสัมผัส ทำให้สัมผัส ทำให้หน้าสัมผัส M7010 ปิดวงจร จึงทำการเซ็ต หน้าสัมผัส M7000 ทำให้โปรแกรมอัตโนมัติหยุดทำงาน และเซ็ตหน้าสัมผัส M7002 ทำให้โปรแกรมควบคุมด้วยมือทำงาน

13) ส่วนเคลียร์ (Clear) ค่า



รูปที่ 3.80 ส่วนเคลียร์ (Clear) ค่า

จากรูปที่ 3.80เมื่อกดปุ่ม CLEAR จะทำให้ หน้าสัมผัส M7012 ปิดวงจร ทำให้ M8031 ซึ่งมีหน้าที่รีเซ็ตค่าทั้งหมด เมื่อกดปุ่มนี้จะทำให้มีสภาพเหมือนรีสตาร์ท (Restart) พีแอลซี

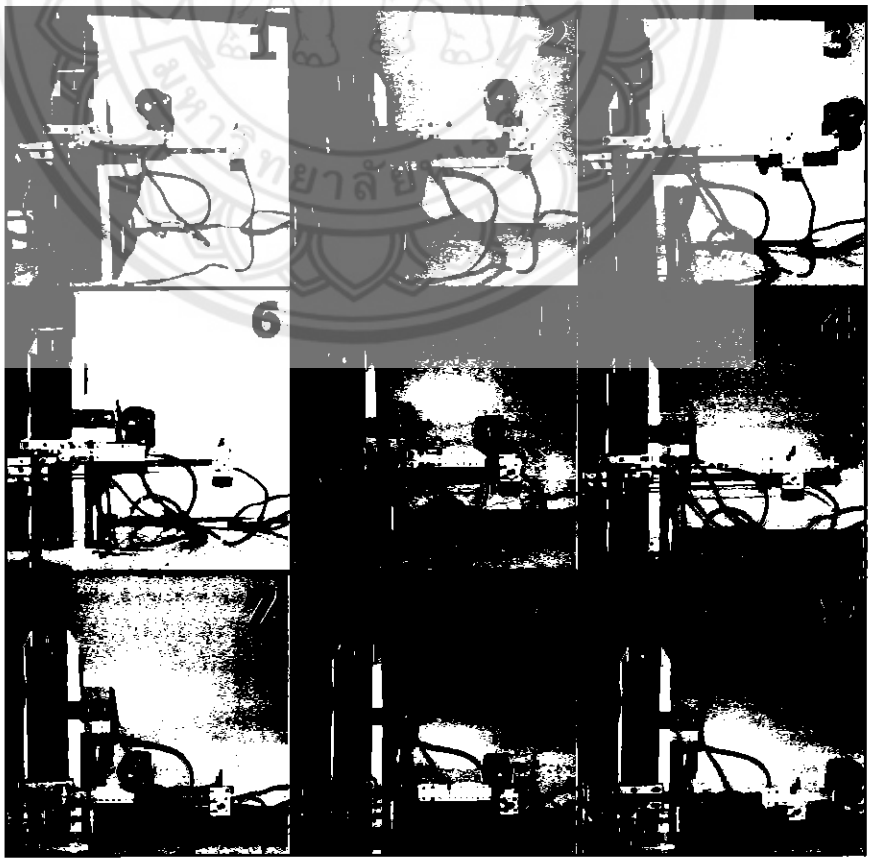
บทที่ 4
ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก โดยการทดสอบการเคลื่อนที่ของแขนกลและผลการนำแขนกลขนาดเล็กมาใช้ร่วมกับกล้องถ่ายภาพเพื่อถ่ายภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดพร้อมทั้งวิเคราะห์ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก

4.1.1 ผลการทดสอบระยะการเคลื่อนที่ของแขนกล

การทดสอบระยะการเคลื่อนที่ของแขนกล คือการทดสอบแขนกลว่าสามารถเคลื่อนที่ตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ โดยทดสอบระยะการเคลื่อนที่จากตำแหน่งแรกไปยังตำแหน่งสุดท้าย รวมถึงระยะการเคลื่อนที่ในการทำงานทั้งหมดว่าตรงตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ การเคลื่อนของแขนกลแสดงดังในรูปที่ 4.37



รูปที่ 4.1 การเคลื่อนที่ของแขนกล

จากรูปที่ 4.1 แสดงการเคลื่อนที่ของแขนกล โดยจะเห็นว่าเริ่มต้นกล้อง CCTV ที่ติดตั้งที่แขนกลอยู่ในตำแหน่งที่ 1 ต่อมาเคลื่อนที่มาหยุดตรงกลางในตำแหน่งที่ 2 จากนั้นเคลื่อนที่มาหยุดยังตำแหน่งที่ 3 และเคลื่อนที่ลงมาหยุดในตำแหน่งที่ 4 และเคลื่อนที่ต่อไปยังตำแหน่งที่ 5, 6, 7, 8, และ 9 ตามลำดับ ซึ่งหลังจากที่กล้อง CCTV เคลื่อนที่มาหยุดที่ตำแหน่งที่ 9 แขนกลจะเคลื่อนที่กลับยังตำแหน่งเริ่มต้นในตำแหน่งที่ 1 อีกครั้งเพื่อเตรียมที่จะเริ่มต้นการทำงานในครั้งต่อไปเป็นการเสร็จสิ้นการทำงานของแขนกล

จากการทดลองสามารถบันทึกผลระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลขนาดเล็กในตำแหน่งต่างๆ ได้ดังในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบทำงานอัตโนมัติ

จุดเริ่มต้น		จุดสิ้นสุด		ระยะทาง (เซนติเมตร)		
ตำแหน่ง	พิกัด (เซนติเมตร)	ตำแหน่ง	พิกัด (เซนติเมตร)	จากการออกแบบ	จากการทดสอบ	ความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซนต์)
1	(0 , 0)	2	(10.3 , 0)	10.3	10.6	2.91
2	(10.3 , 0)	3	(20.6 , 0)	10.3	10.3	0
3	(20.6 , 0)	4	(20.6 , 9.15)	9.15	9.3	1.64
4	(20.6 , 9.15)	5	(10.3 , 9.15)	10.3	10.3	0
5	(10.3 , 9.15)	6	(0 , 9.15)	10.3	10.6	2.91
6	(0 , 9.15)	7	(0 , 18.3)	9.15	9.2	0.55
7	(0 , 18.3)	8	(10.3 , 18.3)	10.3	10.6	2.91
8	(10.3 , 18.3)	9	(10.3 , 18.3)	10.3	10.3	0

หมายเหตุ: ในคอลัมน์ระยะทางจากการออกแบบใช้สมการที่ 3.1

ในคอลัมน์ความคลาดเคลื่อนของระยะการเคลื่อนที่ใช้สมการที่ 3.2

4.1.2 ผลการทดสอบระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกล

การทดสอบระยะเวลาในการเคลื่อนที่เป็นการทดสอบว่าแขนกลเคลื่อนที่จากตำแหน่งแรกไปยังอีกตำแหน่งสุดท้ายใช้เวลาเท่าไร และเวลาในการหยุดให้กล้อง CCTV สำหรับแสดงภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดว่าใช้ระยะเวลานานเท่าไร รวมถึงระยะเวลาในการทำงานทั้งหมดว่าตรงตามที่ออกแบบไว้หรือไม่ ซึ่งผลการทดลองที่ได้แสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลแบบทำงานอัตโนมัติ

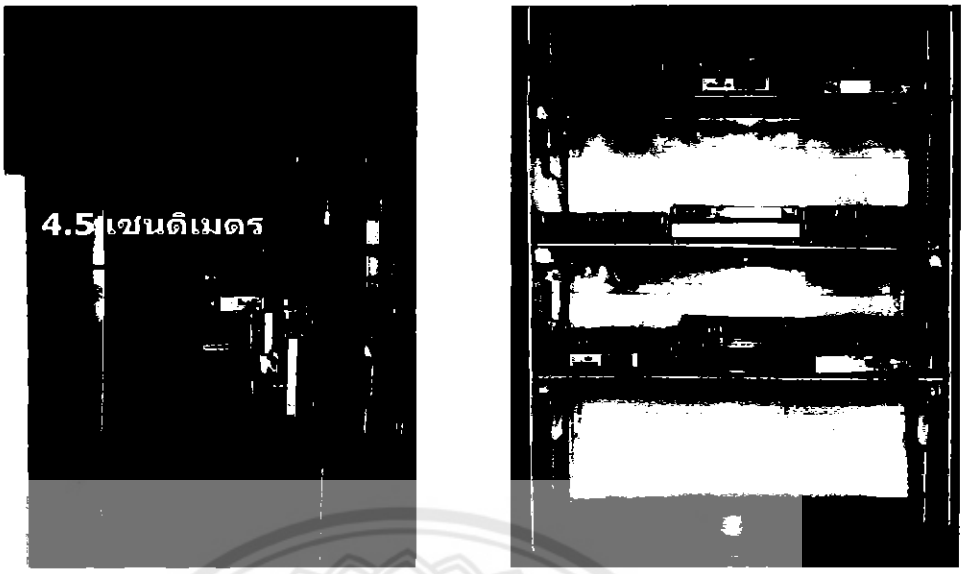
จุดเริ่มต้น		จุดสิ้นสุด		ระยะเวลา (วินาที)		
ตำแหน่ง	พิกัด (เซนติเมตร)	ตำแหน่ง	พิกัด (เซนติเมตร)	จากการออกแบบ	จากการทดสอบ	ความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซนต์)
1	(0 , 0)	2	(10.3 , 0)	3.9	4.13	5.9
2	(10.3 , 0)	3	(20.6 , 0)	3.9	3.7	5.13
3	(20.6 , 0)	4	(20.6 , 9.15)	5.75	5.86	0.02
4	(20.6 , 9.15)	5	(10.3 , 9.15)	3.9	3.91	0.26
5	(10.3 , 9.15)	6	(0 , 9.15)	3.9	3.63	6.92
6	(0 , 9.15)	7	(0 , 18.3)	5.75	5.98	4
7	(0 , 18.3)	8	(10.3 , 18.3)	3.9	3.75	3.85
8	(10.3 , 18.3)	9	(10.3 , 18.3)	3.9	3.61	7.44

หมายเหตุ: ในคอลัมน์ความคลาดเคลื่อนของระยะเวลาในการเคลื่อนที่ใช้สมการที่ 3.3

4.2 ผลการทดสอบการใช้งานของแขนกลขนาดเล็ก

การทดสอบการใช้งานแขนกลขนาดเล็ก คือการทดสอบโดยการนำกล้อง CCTV ที่ติดตั้งอยู่ที่แขนของแขนกลมาถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ต้องการตรวจสอบ จากการออกแบบการทำงานของแขนกล ว่าสามารถแสดงผลภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดได้หรือไม่อย่างไร

การทดสอบการใช้งานแขนกลขนาดเล็ก โดยการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดใช้กล้อง CCTV ที่มีทางยาวโฟกัส 6 มิลลิเมตร ในการทดสอบต้องให้ระยะห่างระหว่างหน้ากล้อง CCTV กับอะแด็ปเตอร์การ์ดเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ซึ่งต้องติดตั้งให้ฐานของแขนกลห่างจากฐานของตู้บรรจุฮาร์ดดิสค์เท่ากับ 9 เซนติเมตร เนื่องจากเป็นระยะที่กล้อง CCTV สามารถแสดงภาพวัตถุได้ชัดเจนที่สุด ซึ่งการทดสอบการใช้งานแขนกลขนาดเล็กจะทำการทดสอบทั้งแบบทำงานอัตโนมัติและแบบทำงานด้วยมือ โดยการติดตั้งในการทดสอบการใช้งานแขนกลแสดงดังรูปที่ 4.2

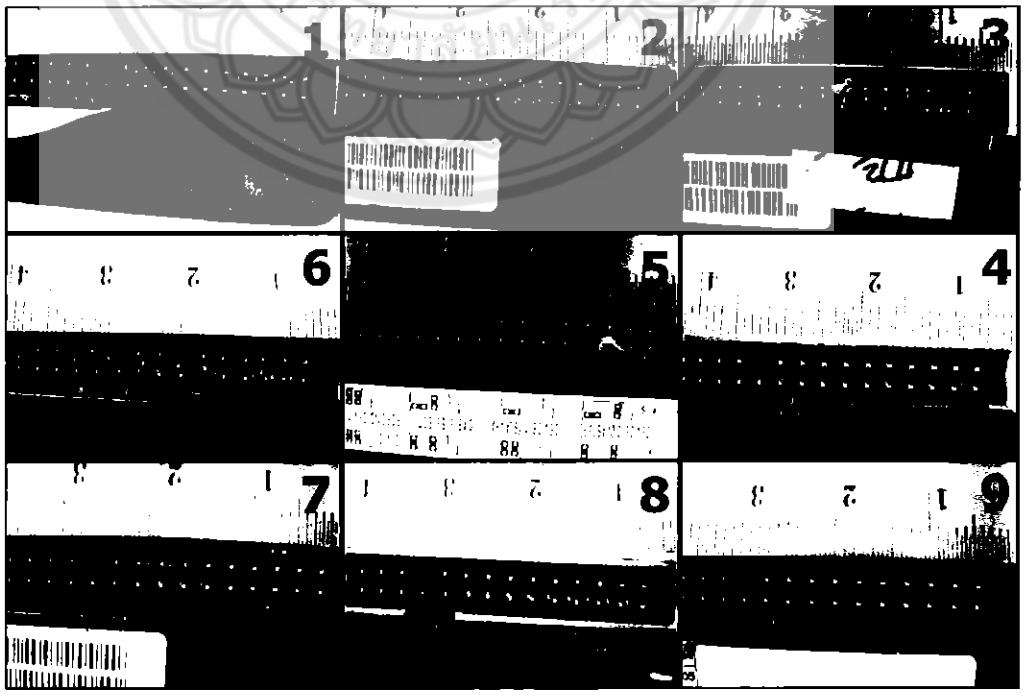


ก) การจัดเรียงฮาร์ดดิสก์ในตู้บรรจุฮาร์ดดิสก์ ข) การติดตั้งแขนกลและตู้บรรจุ ฮาร์ดดิสก์ในการทดสอบการใช้งานของแขนกล

รูปที่ 4.2 การทดสอบการใช้งานแขนกล

4.2.1 ผลการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบควบคุมอัตโนมัติ

หลังจากที่ติดตั้งระยะห่างต่างๆในการทดสอบการใช้งานแขนกลขนาดเล็กเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ด ผลการทดลองแสดงดังในรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ได้จากกล้อง CCTV

จากรูปที่ 4.3 จะสังเกตเห็นว่าอะแด็ปเตอร์การ์ดในตำแหน่งที่ 1, 2, 4, 7, 8 และ 9 ไม่มีสิ่งผิดปกติเกิดขึ้นถือว่าเป็นอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ดี ต่างจากอะแด็ปเตอร์การ์ดในตำแหน่งที่ 3 จะเห็นว่ามีโฟมเข้าไปติดที่ขาของอะแด็ปเตอร์การ์ด และขาของอะแด็ปเตอร์การ์ดงอ ส่วนในตำแหน่งที่ 5 จะเห็นว่ามีโฟมเข้าไปติดที่ขาของอะแด็ปเตอร์การ์ดเพียงอย่างเดียวไม่มีสิ่งผิดปกติอื่นๆ และในตำแหน่งที่ 6 จะเห็นว่าขาของอะแด็ปเตอร์การ์ดงอไม่มีสิ่งผิดปกติอื่นๆเช่นกัน อะแด็ปเตอร์การ์ดในตำแหน่งที่ 3, 5 และ 6 ถือว่าเป็นอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ไม่ดี ต้องทำการแก้ไข ซ่อมแซม ต่อไป จากการทดสอบการใช้งานแขนกลเพื่อถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ด สามารถมองเห็นส่วนต่างๆ และส่วนที่ไม่สามารถถ่ายภาพได้ ผลการทดลองแสดงดังในตารางที่ 4.3

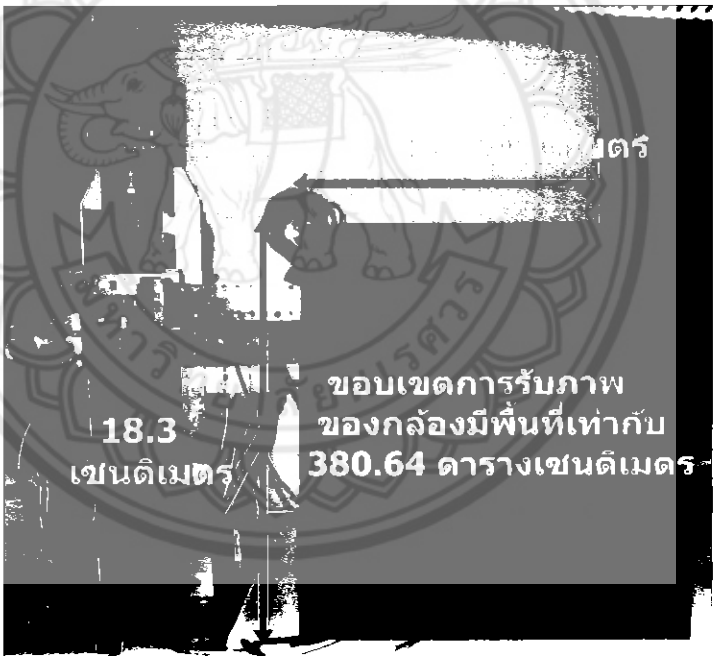
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบอัตโนมัติ

ตำแหน่ง	พิกัด (เซนติเมตร)	ระยะการแสดงขนาดภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดตามแนวนอน (เซนติเมตร)	ความคลาดเคลื่อนระยะการแสดงขนาดภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดตามแนวนอน (เปอร์เซนต์)	เวลาในการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ด (วินาที)
1	(0 , 0)	4.25	27.72	2
2	(10.3 , 0)	4.4	24.14	2
3	(20.6 , 0)	4.25	26.72	2
4	(20.6 , 9.15)	4.1	29.31	2
5	(10.3 , 9.15)	4.05	30.17	2
6	(0 , 9.15)	4.25	26.72	2
7	(0 , 18.3)	3.7	36.2	2
8	(10.3 , 18.3)	4.1	29.31	2
9	(20.6 , 18.3)	3.6	37.93	2

หมายเหตุ: ในคอลัมน์ความคลาดเคลื่อนระยะการแสดงขนาดภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดตามแนวนอนใช้สมการที่ 3.4

4.2.2 ผลการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบควบคุมด้วยมือ

จากการทดสอบการใช้งานแขนกลขนาดเล็ก เพื่อถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบควบคุมด้วยมือ จะเห็นว่ากล้อง CCTV สามารถถ่ายภาพในบริเวณพื้นที่ที่แขนกลสามารถเคลื่อนที่ไปได้ โดยระยะการเคลื่อนที่สูงสุดในแนวแกน X เท่ากับ 20.8 เซนติเมตร และระยะการเคลื่อนที่สูงสุดในแนวแกน Y เท่ากับ 18.3 เซนติเมตร ดังนั้นที่พื้นที่ที่แขนกลสามารถทำงานแบบควบคุมด้วยมือเท่ากับ 20.8 × 18.2 = 380.64 ตารางเซนติเมตร ทำให้กล้อง CCTV สามารถถ่ายภาพในบริเวณพื้นที่การทำงานได้ ซึ่งสามารถใช้งานแขนกลแบบควบคุมด้วยมือนำกล้อง CCTV ไปแสดงผลภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดในส่วนที่ไม่สามารถแสดงภาพได้จากการทำงานของแขนกลแบบอัตโนมัติ รวมถึงบริเวณอื่นๆที่ต้องการแสดงภาพนอกเหนือจากภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดในบริเวณพื้นที่การทำงานของแขนกล โดยขอบเขตการรับภาพของกล้อง CCTV จากการทำงานของแขนกลแบบควบคุมด้วยมือแสดงดังในรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ขอบเขตการรับภาพของกล้อง CCTV จากการทำงานทำงานของแขนกล

4.3 วิเคราะห์ผลการทดลอง

4.3.1 วิเคราะห์ผลงานการประกอบแขนกลขนาดเล็ก

1) วิเคราะห์โครงสร้างของแขนกลขนาดเล็ก

จากการที่ได้ประกอบส่วนต่างๆของแขนกลขนาดเล็ก ในส่วนของโครงสร้างทางกลนั้น ทางด้านความยาวในแนวแกน X และความสูงในแนวแกน Y มีขนาดที่กะทัดรัดไม่สั้นหรือยาวจนเกินไปง่ายต่อการประกอบหรือเคลื่อนย้าย เนื่องจากโครงสร้างทำด้วยเหล็กทั้ง 2 แกนจึงทำให้มีน้ำหนักมาก แต่มีความแข็งแรง ทนทานต่อการกระแทก การติดตั้งอุปกรณ์อื่นๆ ไม่ว่าจะเป็น สเต็ป-ปิ้งมอเตอร์ ตัวขับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ เซนเซอร์ สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย พีแอลซี เป็นต้น สามารถติดตั้งตามส่วนต่างๆของแขนกลได้อย่างแน่นหนาไม่หลุดร่วงง่าย โดยในการยึดติดจะใช้แผ่นอะลูมิเนียม น้ำหนักเบา ไม่เป็นสนิม ในการยึดติดอุปกรณ์ต่างๆตามที่ออกแบบไว้ ในส่วนของการจ่ายไฟและการควบคุม หลังจากที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ต้องทำต่อมาคือการเชื่อมต่อสายไฟของอุปกรณ์จ่ายไฟและควบคุมต่างๆ อาทิเช่น หม้อแปลง สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย พีแอลซี เป็นต้น ซึ่งในการเชื่อมต่อสายไฟเหล่านี้ค่อนข้างยุ่งยากและอาจเกิดความสับสนได้ และเมื่อทำการเชื่อมต่อสายไฟต่างๆแล้วจะเห็นได้ว่ามีสายไฟมากมายหลายเส้น ดูไม่เรียบร้อย ถ้ามีการปรับเปลี่ยนการเชื่อมต่อสายไฟอาจเกิดความสับสนได้ ในส่วนรับภาพและแสดงผลภาพจะไม่ค่อยยุ่งยากมากนัก โดยจะมีเพียงการเชื่อมต่อกล้อง CCTV กับกล่องแปลงสัญญาณภาพเข้าคอมพิวเตอร์เท่านั้น

2) วิเคราะห์โปรแกรมควบคุมการทำงานแขนกลขนาดเล็ก

โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบการควบคุมการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก คือ โปรแกรม GX-Developer และโปรแกรม Screen Creator 5 ในการออกแบบโปรแกรมควบคุมโดยใช้โปรแกรม GX-Developer เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้กับพีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI โดยเฉพาะ ซึ่งใช้ออกแบบการทำงานของแขนกลขนาดเล็กให้เคลื่อนที่ได้ระยะทางและระยะเวลาในการทำงานตามที่ออกแบบไว้ โดยในตัวโปรแกรมจะเป็นการออกแบบด้วย แลดเดอร์ไดอะแกรมซึ่งง่ายต่อความเข้าใจและการออกแบบ เนื่องจากเป็นสัญลักษณ์ของหน้าสัมผัสปกติเปิด (Normal Open: NO) และปกติปิด (Normal Close: NC) ร่วมถึงตัวอักษร ค่าพารามิเตอร์และตัวเลขต่างๆ สื่อความหมายเข้าใจง่าย และจากการที่ได้ออกแบบโปรแกรม รวมถึงลงโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลแล้วทำให้แขนกลสามารถทำงานตามลำดับ ขั้นตอน ตามที่ออกแบบไว้อย่างถูกต้อง ส่วนโปรแกรม Screen Creator 5 เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้กับหน้าจอสัมผัสยี่ห้อ KOYO โดยเฉพาะเช่นกัน ซึ่งใช้ในการออกแบบการสั่งงานแขนกลโดยใช้หน้าจอสัมผัส ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการใช้งานแขนกล โดยในตัวโปรแกรมนั้นสามารถออกแบบหน้าตาของหน้าจอสัมผัสได้ตามต้องการ สามารถเลือกปุ่มต่างๆ

รวมถึงกำหนดค่าปุ่มนั้นๆให้เชื่อมโยงกับแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ออกแบบไว้ และเมื่อทำการลงโปรแกรมหน้าจอสัมผัสแล้ว จะเห็นว่าหน้าจอสัมผัสที่ได้มีปุ่มต่างๆที่ใช้ในการสั่งงานแขนกลตามที่ออกแบบไว้ในโปรแกรม

4.3.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก

1) วิเคราะห์ผลการทดสอบระยะการเคลื่อนที่ของแขนกล

จากการทดลองการทำงานของแขนกลในการควบคุมแบบอัตโนมัติระยะทางการเคลื่อนที่ของแขนกลมีความคลาดเคลื่อนจากที่ออกแบบไว้เล็กน้อย เนื่องจากความกว้างของวัตถุที่นำมาใช้ตัดเซนเซอร์ทั้งในแนวแกน X และแนวแกน Y ทำให้ระยะทางในการเคลื่อนที่ลดลง และความคลาดเคลื่อนจากการหมุนของสเต็ปปิ้งมอเตอร์ รวมถึงความคลาดเคลื่อนเนื่องจากผู้ดำเนินโครงงานในการวัดอีกด้วย ส่วนการควบคุมการทำงานของแขนกลในการควบคุมแบบควบคุมด้วยมือพบว่าแขนกลสามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆได้ในบริเวณพื้นที่การทำงานของแขนกลอย่างอิสระ

2) วิเคราะห์ผลการทดสอบระยะเวลาเคลื่อนที่ของแขนกล

จากการทดลองการทำงานของแขนกลในการควบคุมแบบอัตโนมัติระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลมีความคลาดเคลื่อนจากที่ออกแบบไว้เล็กน้อย เนื่องจากระยะการเคลื่อนที่ที่คลาดเคลื่อนส่งผลให้ระยะเวลาในการเคลื่อนที่คลาดเคลื่อนจากที่ออกแบบไว้เช่นกัน และอาจเกิดจากความผิดพลาดในการจับเวลาของผู้ดำเนินโครงงานในการทดสอบอีกด้วย ส่วนการควบคุมการทำงานของแขนกลในการควบคุมแบบควบคุมด้วยมือพบว่า แขนกลใช้เวลาในการเคลื่อนที่แนวแกน X และเวลาในการเคลื่อนที่แนวแกน Y ค่อนข้างช้า เนื่องจากต้องการให้การทำงานของแขนกลแบบควบคุมด้วยมือมีความละเอียดกว่าการทำงานของแขนกลแบบอัตโนมัติ

4.3.3 วิเคราะห์ผลการทดสอบการใช้งานของแขนกลขนาดเล็ก

1) วิเคราะห์ผลการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบควบคุมอัตโนมัติ

จากการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบอัตโนมัติจากกล้อง CCTV จะเห็นว่าขนาดภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดตามแนวนอนที่กล้อง CCTV แสดงผลออกมาไม่สามารถเห็นส่วนต่างๆของอะแด็ปเตอร์การ์ดได้ครบถ้วนเนื่องมาจากกล้อง CCTV ที่ใช้ในโครงงานนี้มีมุมมองแคบ ที่ระยะห่างระหว่างหน้ากล้อง CCTV กับอะแด็ปเตอร์การ์ดเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่กล้อง CCTV แสดงภาพได้ชัดเจนที่สุด ถ้าใช้ระยะที่มากกว่าหรือน้อยกว่าระยะ 4.5 เซนติเมตร ภาพที่แสดงผลออกมาจะไม่ชัดเจน

2) วิเคราะห์ผลการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบควบคุมด้วยมือ

จากการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบควบคุมด้วยมือจากกล้อง CCTV ทำให้สามารถถ่ายภาพของอะแด็เตอร์การ์ดในส่วนที่ไม่สามารถถ่ายภาพได้จากการทำงานของแขนกลแบบอัตโนมัติ รวมถึงส่วนอื่นๆที่ต้องการถ่ายภาพนอกเหนือจากภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดในบริเวณพื้นที่การทำงานของแขนกล และเช่นเดียวกับการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบอัตโนมัติระยะห่างระหว่างหน้ากล้อง CCTV กับอะแด็ปเตอร์การ์ดเท่ากับ 4.5 เซนติเมตร ซึ่งเป็นระยะที่กล้อง CCTV แสดงภาพได้ชัดเจนที่สุดเช่นกัน

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการสรุปผลที่ได้จากการทำโครงงานนี้ พร้อมให้ข้อเสนอแนะ ชี้แจงปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างการดำเนินโครงงาน รวมทั้งเสนอแนวทางแก้ปัญหาในการนำโครงงานเพื่อการพัฒนาต่อไป

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 สรุปผลงานการประกอบแขนกลขนาดเล็ก

โครงงานนี้เป็นการพัฒนาแขนกล 2 แกนที่มีอยู่แล้วและออกแบบโปรแกรมการควบคุมแขนกล 2 แกน โดยใช้พีแอลซีในการควบคุมการทำงานของแขนกลและใช้หน้าจอสัมผัสในการสั่งงานแขนกลให้ทำงานตามที่ต้องการ ซึ่งเป็นการควบคุมสเต็ปปิ้งมอเตอร์ 2 ตัว ให้มีการทำงานสัมพันธ์กัน โดยสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวแรกควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน X เพื่อใช้ขับสายพานที่ติดตั้งกับลิเนียร์สไลด์ไกด์เพื่อให้เคลื่อนที่ซ้ายขวา ส่วนสเต็ปปิ้งมอเตอร์ตัวที่สองควบคุมการเคลื่อนที่ในแนวแกน Y เพื่อหมุนขับบอลสกรูว์เพื่อให้เคลื่อนที่ขึ้นลง โดยในการออกแบบโปรแกรมการควบคุมการทำงานของแขนกลนั้นใช้ซอฟต์แวร์ที่เรียกว่า GX–Developer ในการออกแบบโปรแกรม ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้กับพีแอลซียี่ห้อ MITSUBISHI โดยเฉพาะ และสั่งงานแขนกลจากหน้าจอสัมผัสใช้ซอฟต์แวร์ในการออกแบบโปรแกรม ที่เรียกว่า Screen Creator 5 ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้กับหน้าจอสัมผัสยี่ห้อ KOYO โดยเฉพาะเช่นกัน ซึ่งในการออกแบบนั้นจะมีปุ่มต่างๆในการสั่งงาน เพื่อให้แขนกลสามารถเคลื่อนที่นำกล้อง CCTV ที่ติดตั้งอยู่ที่แขนของแขนกลไปถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ต้องการจำนวน 9 ชิ้น โดยถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ละชิ้น ซึ่งบรรจุอยู่ในตู้บรรจุฮาร์ดดิสก์ที่ทำขึ้นเอง เนื่องจากเป็นการจำลองจากสถานที่จริงในโรงงานผลิตฮาร์ดดิสก์ โดยสามารถควบคุมการทำงานของแขนกลได้ทั้งแบบอัตโนมัติ (Automatic) และแบบควบคุมด้วยมือ (Manual) อย่างไรก็ตามการทดสอบชิ้นงานไม่ได้ทดสอบกับสถานที่จริง แต่เป็นเพียงการจำลองการทำงานกับแบบจำลองที่สร้างขึ้นจึงอาจไม่ครอบคลุมกับสถานการณ์ที่เกิดขึ้นในโรงงานที่ผลิตฮาร์ดดิสก์ต่างๆ

5.1.2 สรุปผลการทดสอบการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก

จากการทดลองระยะการเคลื่อนที่ของแขนกลพบว่าเมื่อกดปุ่มเริ่มต้นการทำงานจากหน้าจอสัมผัสเป็นการเริ่มการทำงานของแขนกลแบบอัตโนมัติ แขนกลสามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆตามที่ได้ออกแบบการทำงานไว้ ทั้งระยะทางที่เคลื่อนที่ในแนวแกน X และแนวแกนY จากตำแหน่งแรกไปยังตำแหน่งถัดไป โดยมีเซนเซอร์เป็นตัวจำกัดขอบเขตการเคลื่อนที่ทั้งแนวแกน X และแนวแกน Y โดยมีขอบเขตการการเคลื่อนที่จากการจำกัดขอบเขตของเซนเซอร์ในแนวแกน X เป็นระยะทางเท่ากับ 20.8 เซนติเมตร และแนวแกน Y เป็นระยะทางเท่ากับ 18.3 เซนติเมตร มีระยะทางในการเคลื่อนที่ครบกระบวนการทำงานของแขนกลขนาดเล็กเท่ากับ 109.1 เซนติเมตร ซึ่งระยะทางในการเคลื่อนที่คลาดเคลื่อนจากที่ออกแบบไว้เล็กน้อย ส่วนการทำงานของแขนกลแบบควบคุมด้วยมือได้ก็ต่อเมื่อผู้ดำเนินโครงงานทำการควบคุมผ่านทางหน้าจอสัมผัส โดยต้องกดปุ่มเริ่มการควบคุมแบบควบคุมด้วยมือ หลังจากนั้นจะสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนกลได้โดยการกดปุ่ม ขึ้น ลง ซ้าย ขวา จะทำให้แขนกลเคลื่อนที่ในแนวระนาบตั้งตามความต้องการได้ โดยมีขอบเขตการการเคลื่อนที่จากการจำกัดขอบเขตของเซนเซอร์ในแนวแกน X เป็นระยะทางเท่ากับ 20.8 เซนติเมตร และแนวแกน Y เป็นระยะทางเท่ากับ 18.3 เซนติเมตรเช่นกัน ดังนั้นพื้นที่การทำงานของแขนกลเท่ากับ 380.64 ตารางเซนติเมตร

จากการทดลองระยะเวลาเคลื่อนที่ของแขนกลพบว่าเมื่อกดปุ่มเริ่มต้นการทำงานจากหน้าจอสัมผัสเป็นการเริ่มการทำงานของแขนกลแบบอัตโนมัติ แขนกลใช้เวลาในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆตามที่ได้ออกแบบการทำงานไว้ โดยระยะเวลาในการเคลื่อนที่ในแนวแกน X จากตำแหน่งแรกไปยังตำแหน่งถัดไปใช้เวลาใกล้เคียงกับที่ออกแบบ ซึ่งระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ออกแบบไว้เท่ากับ 3.9 วินาที และในแนวแกน Y จากตำแหน่งแรกไปยังตำแหน่งถัดไปใช้เวลาใกล้เคียงกับที่ออกแบบเช่นกัน ซึ่งระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลที่ออกแบบไว้เท่ากับ 5.75 วินาที รวมระยะเวลาในการเคลื่อนที่ของแขนกลจากตำแหน่งแรกไปยังตำแหน่งสุดท้ายรวมเท่ากับ 44.03 วินาที และระยะเวลาในที่แขนกลหยุดการเคลื่อนที่ในตำแหน่งต่างๆ เพื่อหยุดให้กล้อง CCTV แสดงภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดเท่ากับ 2 วินาที จำนวนทั้งหมด 9 ตำแหน่ง โดยใช้เวลารวม 18 วินาที ดังนั้นการทำงานของแขนกลจากการทดลองแบบควบคุมอัตโนมัติมีระยะเวลาในการเคลื่อนที่รวมทั้งหมด 62.03 วินาที ซึ่งระยะเวลาในการเคลื่อนที่จากการทดสอบคลาดเคลื่อนจากที่ออกแบบไว้เล็กน้อย

การทดสอบการทำงานของแขนกลขนาดเล็กทั้งการทดสอบระยะการเคลื่อนที่ของแขนกล และการทดสอบระยะเวลาเคลื่อนที่ของแขนกล เมื่อเกิดเหตุที่ต้องหยุดการทำงานของแขนกลฉุกเฉิน สามารถหยุดการเคลื่อนที่ฉุกเฉินได้ด้วยการกดปุ่มหยุดฉุกเฉิน (EMERGENCY STOP) จะทำให้แขนกลหยุดการเคลื่อนที่ทันที และสามารถเริ่มการทำงานใหม่ได้ด้วยกดปุ่มเคลียร์ (CLEAR) จะทำให้แขนกลสามารถทำงานต่อไปได้ตามปกติ

5.1.3 สรุปผลการทดสอบการใช้งานของแขนกลขนาดเล็ก

จากการทดลองถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบควบคุมอัตโนมัติพบว่าเมื่อแขนกลเคลื่อนที่นำกล้อง CCTV ที่ติดตั้งอยู่ที่แขนของแขนกลไปจับภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ด รวมทั้งถ่ายภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดที่ต้องการตรวจสอบจำนวน 9 ชิ้น โดยถ่ายภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดทีละชิ้น พบว่าสามารถแสดงภาพออกมาที่จอแสดงและถ่ายภาพได้อย่างชัดเจน แม่นยำทุกชิ้น ทำให้สามารถเห็นอะแด็ปเตอร์การ์ดแต่ละชิ้นว่ามีความผิดปกติหรือไม่ และสามารถเก็บเป็นข้อมูลภาพนำไปทำการวิเคราะห์ในภายหลังได้ โดยระยะเวลาในการแสดงและถ่ายภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดเป็นเวลา 2 วินาทีในแต่ละตำแหน่ง แต่ภาพที่แสดงออกมาผ่านทางกล้อง CCTV จะแสดงภาพส่วนต่างๆ ของอะแด็ปเตอร์การ์ดออกมาได้ไม่ทั้งหมด เนื่องมาจากระยะโฟกัสและมุมมองของกล้อง CCTV แคบ โดยแสดงภาพออกมาได้ความยาวประมาณ 4 เซนติเมตร จากความยาวของอะแด็ปเตอร์การ์ด 5.8 เซนติเมตร ส่วนความกว้างของอะแด็ปเตอร์การ์ดเท่ากับ 1 เซนติเมตรสามารถแสดงได้ครบถ้วน ทำให้ภาพที่ถ่ายได้ไม่สามารถแสดงส่วนต่างๆของอะแด็ปเตอร์การ์ดได้อย่างครบถ้วนเช่นกัน

จากผลการทดสอบการถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแบบควบคุมด้วยมือภาพที่แสดงออกมาผ่านทางกล้อง CCTV สามารถแสดงภาพภายในบริเวณขอบเขตการเคลื่อนที่ในแนวแกน X เท่ากับ 20.8 เซนติเมตร และแนวแกน Y เท่ากับ 18.3 เซนติเมตร เป็นพื้นที่ทั้งหมด 380.64 ตารางเซนติเมตร ผ่านการควบคุมการเคลื่อนที่แขนกลด้วยมือ โดยสามารถควบคุมด้วยมือไปแสดงหรือถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดในส่วนที่ไม่สามารถแสดงหรือถ่ายภาพได้ด้วยการควบคุมแบบอัตโนมัติ รวมทั้งส่วนอื่นๆที่ต้องการนอกเหนือจากภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดในบริเวณพื้นที่การทำงานของแขนกล

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

1) สายดาวน์โหลด (Download) โปรแกรมในการควบคุมการทำงานของแขนกลที่เรียกว่า USB TO RS-422 ไม่สามารถเชื่อมต่อไปยังพีแอลซีได้ทำให้ไม่สามารถดาวน์โหลดโปรแกรมในการควบคุมการทำงานของแขนกลได้ สาเหตุเนื่องมาจากอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในเสียหาย อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นเรียกว่า บัฟเฟอร์ (Buffer) แก้ไขโดยการบัดกรีเปลี่ยนบัฟเฟอร์ตัวใหม่ใส่เข้าไปแทน

2) ในช่วงแรกเมื่อป้อนโปรแกรมในการควบคุมการทำงานของแขนกลแล้ว สเต็ปปิ้งมอเตอร์ไม่หมุนเนื่องจากการเชื่อมต่อสายไฟต่างๆ อาทิเช่น สายสัญญาณพัลส์ (Pulse) สายควบคุมทิศทางการหมุน สายไฟเลี้ยง ไม่ถูกต้องตามทฤษฎี แก้ไขโดยเชื่อมต่อสายไฟต่างๆให้ถูกต้องตามทฤษฎี ทำให้สเต็ปปิ้งมอเตอร์หมุนตามที่ต้องการ

3) ระหว่างการทำงานลูกรอกที่คล้องสายพานร่วมกับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ในแนวแกน X เกิดความฝืดในบางจังหวะทำให้ลูกรอกไม่หมุนพร้อมไปกับสเต็ปปิ้งมอเตอร์ เป็นสาเหตุทำให้การเคลื่อนที่และถ่ายภาพอะแด็ปเตอร์การ์ดบางชิ้นคลาดเคลื่อน แก้ไขโดยการขันน็อตที่ใช้ยึดติดลูกรอกให้แน่นขึ้นและปรับสายพานให้ตึง

4) สเต็ปปิ้งมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย และกล้อง CCTV ที่ใช้นั้นมีมุมมองการแสดงผลภาพที่แคบ ทำให้ถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดในแต่ละชิ้นไม่สามารถเห็นส่วนต่างๆได้ครบ แก้ไขโดยการเปลี่ยนเลนส์หรือกล้องที่มีมุมมองการแสดงภาพให้กว้างขึ้น

5) กล้อง CCTV ที่ใช้ในการทดลองมีระยะโฟกัสต่ำทำให้ต้องตั้งแกนกลใกล้กับตู้บรรจุฮาร์ดดิสก์มากอาจทำให้ตัวกล้อง CCTV เสียหายได้ แก้ไขโดยเปลี่ยนเลนส์ให้มีระยะโฟกัสเพิ่มขึ้น

6) หน้ากล้อง CCTV ที่ใช้ตก ทำให้ไม่สามารถถ่ายภาพได้ตามที่ออกแบบไว้ แก้ไขโดยการปรับฐานรองกล้องบนแขนกลให้เรียบและขนานกับพื้นราบ

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

1) เพิ่มระยะในการเคลื่อนที่ในแนวแกน X และแนวแกน Y ให้ยาวขึ้นเพื่อให้สามารถใช้ถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดได้ในจำนวนที่มากขึ้นกว่าเดิม

2) เปลี่ยนกล้อง CCTV ที่มีการปรับจุดที่สนใจแบบอัตโนมัติ (Auto Focus) เพื่อใช้งานจริงให้สามารถแสดงและถ่ายภาพออกมาได้ชัดเจนแม้ว่าระยะระหว่างหน้าเลนส์กับอะแด็ปเตอร์การ์ดแต่ละชิ้นที่อยู่ในตู้บรรจุมีการจัดเรียงไม่สม่ำเสมอเป็นระนาบเดียวกัน

3) นอกจากจะแสดงและถ่ายภาพของอะแด็ปเตอร์การ์ดแล้ว สามารถพัฒนาให้มีการประมวลผลภาพได้ว่า อะแด็ปเตอร์การ์ดชิ้นใดมีความผิดปกติหรือไม่ โดยสามรถระบุได้ว่ามีความผิดปกติที่ชิ้นใดบ้าง มีทั้งหมดกี่ชิ้นที่เป็นปกติและผิดปกติโดยไม่ต้องใช้คนมาดูที่หน้าจอแสดงผล

4) สามารถนำไปประยุกต์ใช้ในการแสดงและถ่ายภาพวัตถุใดก็ตามที่ต้องการตรวจสอบคุณภาพก่อนนำไปจำหน่ายหรือนำไปใช้งาน

5) สามารถนำหลักการไปประยุกต์ในการออกแบบการควบคุมแขนกล 2 แกนอื่นๆ ด้วยพี-แอลซี ที่เหมาะสมกับการใช้งานนั้นๆได้

มหาวิทยาลัยนเรศวร

เอกสารอ้างอิง

[1] สุวัฒน์ ดั่น. "เทคนิคและการออกแบบสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย". (พิมพ์ครั้งที่ 1): กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์สหายบล็อกและการพิมพ์, 2537.

[2] นายณัฐพันธ์ จวบมี นายมานัส สายน้ำ นายวรพงษ์ อร่ามดิลกรัตน์ และนายอุดมศักดิ์ ชูแสง เพชร. "การออกแบบคอมพิวเตอร์ควบคุมหุ่นยนต์แขนกล 4 แกน". ปริญญานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า, มหาวิทยาลัยนเรศวร, 2548.

[3] Mr.Seksan Wattnachote Mr.Chalermphol Phavirat Mr.Vittawas Thayaniti Mr.Sahathep Wonganun. รู้จัก PLC ใน 14 ชั่วโมง. (พิมพ์ครั้งที่ 2): กรุงเทพฯ. โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยม, 2551.

[4] ผศ. ปฏิพัทธ์ หงส์สุวรรณ. (2552). "เรียนรู้และใช้งาน PLC ฉบับสมบูรณ์". (พิมพ์ครั้งที่ 1): จ.นนทบุรี. บริษัท ไอดีซี อินโฟ ดิสทริบิวเตอร์ เซนเตอร์ จำกัด, 2552.

[5] Mitsubishi Electric Crop. Programmable Logic Controller Programming Manual.

[6] Mitsubishi Electric Crop. Programmable Logic Controller Solfware Manual.

[7] Mitsubishi Electric Crop. Programmable Logic Controller User' Manual.

[8] Mitsubishi Electric Crop. Programmable Logic Controller User' Manual (Hardware Design, Maintenance and Lnspevtion).

[9] Mitsubishi Electric Crop. Programmable Logic Controller User' Manual (Function Explanation, Program Funsamentals).

[10] Mitsubishi Electric Crop. Introduction to FX Positioning Control Systems.

[11] KOYO Electrics Industries Crop. Screen Ceator 5 User' Manual (Introduction)

[12] KOYO Electrics Industries Crop. Screen Ceator 5 User' Manual (Operations)

[13] KOYO Electrics Industries Crop. Screen Ceator 5 User' Manual (Conection with PLC and External Equipment)

[14] Oriental Motor Crop. UPK Series Operating Manual.

[15] http://www.orientalmotor.com/technology/articles/2phase-v-5phase.html, 2011.

[16] http://th.misumi-ec.com/contents/campaign/20091026email/intro_product.html, 2011.

[17] http://www.premier.ac.co.th/index.php?lay=show&ac=article&Id.html, 2011.

[18] http://www.au365.cn/htmlup/UploadFile/2008319142915243.pdf, 2011.

[19] http://www.rohm.com/products/opto_device/sensor/faq.html, 2011.

[20] http://www.rohm.com/products/opto_device/sensor/faq.html, 2011

ภาคผนวก ก

การเชื่อมต่อระหว่างพีแอลซีกับหน้าจอสัมผัสพอร์ตอนุกรม RS-232

2. PLC Supplied by Mitsubishi

2.1 AnN, AnS (for link unit)

Select [Mitsubishi (AnN/AnS) (LINK)] from the connection devices of the "Project Property" on Screen Creator 5. "Mitsubishi (AnN/AnS) (LINK) (High-speed communication)" provides high-speed communication, since it registers as may devices as possible in the PLC. Select "Mitsubishi (AnN/AnS) (LINK)" when the multi-panel unit 21NU-1 is used or M:N connection is performed.
For connectable PLC types and link units, refer to Section 2, "List of Connectable PLC Types" of Chapter II.

1) Setting a link unit and notes for use

- Protocol type: Set type 4 as the control protocol.
- Sum check: Fix it at "ON".
- Write Enable/Disable during running: Set "Enable".
- The number of devices from/in which data can be read/written at a time is as shown below.

  Read/write: 128 ports (bit devices)
  64 ports (word devices)

2) Usable station numbers and devices

① Station numbers (PLC)
- 00 to 31 (Decimal notation)

② OIP ID number in M:N connection
- 00 to 255 (Decimal notation)
- Set the OIP master ID number to 255.
- The OIP ID number must not be the same as the PLC ID number.

③ Devices
- Bit devices

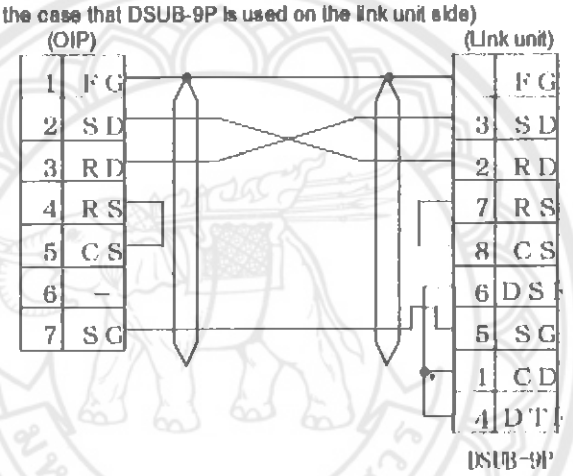
Device name	Range
External input relay	X0000 - X07FF
External output relay	Y0000 - Y07FF
Internal relay	M0000 - M2047
Special internal relay	M9000 - M9255
Latch relay	L0000 - L2047
Step relay	S0000 - S2047
Link relay	B0000 - B03FF
Annunciator	F0000 - F0255
Timer (contact)	TS000 - TS255
Timer (coil)	TC000 - TC255
Counter (contact)	CS000 - CS255
Counter (coil)	CC000 - CC255

- Word devices

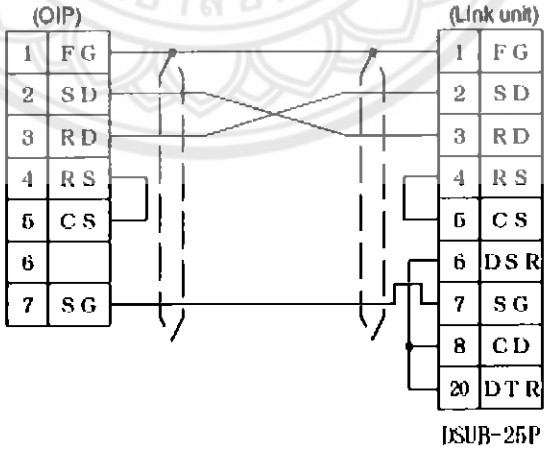
Device name	Range
Timer (current value)	TN000 - TN255
Counter (current value)	CN000 - CN255
Data register	D0000 - D1023
Special data register	D9000 - D9255
Link register	W0000 - W03FF
File register	R0000 - R8191

3) OIP connection

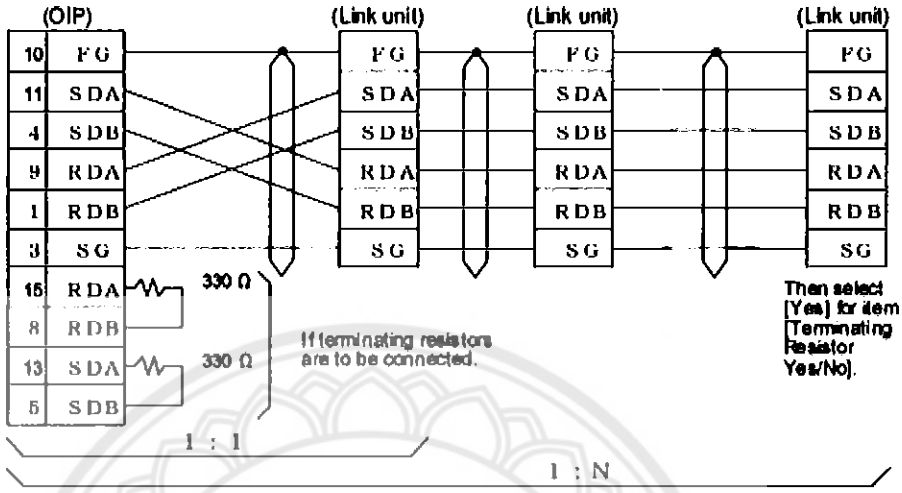
① RS-232C (in the case that DSUB-9P is used on the link unit side)



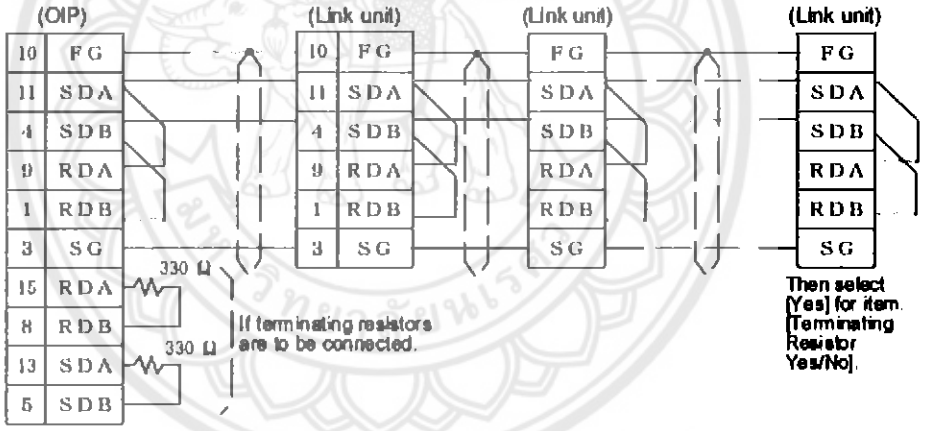
② RS-232C (in the case that DSUB-9P is used on the link unit side)



③ RS-422/RS-485 [1:1, 1:N]



④ RS-422/RS-485 [M: N]



2.2 AnA, AnU, AnUS (for link unit)

Select [Mitsubishi (AnA/AnU) (LINK)] from the connection devices of the "Project Property" on Screen Creator 5. "Mitsubishi (AnA/AnU) (LINK) (High-speed communication)" provides high-speed communication, since it registers as may devices as possible in the PLC. Select "Mitsubishi (AnA/AnU) (LINK)" when the multi-panel unit 21NU-1 is used or M:N connection is performed.
For connectable PLC types and link units, refer to Section 2, "List of Connectable PLC Types" of Chapter II.

1) Setting a link unit and notes for use

- Command: AnA and AnU dedicated commands are used.
- Protocol type: Set type 4 as the control protocol.
- Sum check: Fix it at "ON".
- Write Enable/Disable during running: Set "Enable".
- The number of devices from/in which data can be read/written at a time is as shown below.

  Read/write: 128 ports (bit devices)
  64 ports (word devices)

2) Usable station numbers and devices

① Station numbers (PLC)
- 00 to 31 (Decimal notation)

② OIP ID number in M:N connection
- 00 to 255 (Decimal notation)
- Set the OIP master ID number to 255.
- The OIP ID number must not be the same as the PLC ID number.

③ Devices

This system is designed so that devices that are not supported at present can also be declared to cope with the system expansion in the future. When any devices are to be used, check each device range of your PLC carefully.

- Bit devices

Device name	Range
External input relay	X000000 - XFFFFFF
External output relay	Y000000 - YFFFFFF
Internal/Special internal relay	M000000 - M999999
Latch relay	L000000 - L999999
Step relay	S000000 - S999999
Link relay	B000000 - BFFFFFF
Annunciator	F000000 - F999999
Timer (contact)	TS00000 - TS99999
Timer (coil)	TC00000 - TC99999
Counter (contact)	CS00000 - CS99999
Counter (coil)	CC00000 - CC99999

- Word devices

Device name	Range
Timer (current value)	TN00000 - TN99999
Counter (current value)	CN00000 - CN99999
Data/Special data register	D000000 - D999999
Link register	W000000 - WFFFFFF
File register	R000000 - R999999

3) OIP connection

These connections are made in the same way as that stated in subsection 1-1, "AnN, AnS (for link unit)", (see pages II 1-2 and II 1-3).

2.3 QnA, Q series

Select [Mitsubishi (QnA/Q series) (LINK)] from the connection devices of the "Project Property" on Screen Creator 6. "Mitsubishi (QnA/Q series) (LINK) (High-speed communication)" provides high-speed communication, since it registers as may devices as possible in the PLC. Select "Mitsubishi (QnA/Q series) (LINK)" when the multi-panel unit 21NU-1 is used.
For connectable PLC types and link units, refer to Section 2, "List of Connectable PLC Types" of Chapter II.

1) Setting a link unit and notes for use

- Protocol type: Set type 5 as the control protocol.
- Sum check: Fix it at "ON".
- Write Enable/Disable during running: Set "Enable".
- The number of devices from/in which data can be read/written at a time is as shown below.

Read/write: 128 ports (bit devices)
128 ports (word devices)

2) Usable station numbers and devices

① Station numbers
- 00 to 31 (Decimal notation)

② Devices

This system is designed so that devices that are not supported at present can also be declared to cope with the system expansion in the future. When any devices are to be used, check each device range of your PLC carefully.

- Bit devices

Device name	Range
Input relay	X000000 - X0FFFFF
Output relay	Y000000 - Y0FFFFF
Internal relay	M000000 - M099999
Latch relay	L000000 - L099999
Annunciator	F000000 - F099999
Edge relay	V000000 - V099999
Link relay	B000000 - B0FFFFF
Step relay	S000000 - S099999
Timer (contact)	TS00000 - TS99999
Timer (coil)	TC00000 - TC99999
Integrated timer (contact)	SS00000 - SS99999
Integrated timer (coil)	SC00000 - SC99999
Counter (contact)	CS00000 - CS99999
Counter (coil)	CC00000 - CC99999
Special relay	SM00000 - SM99999
Special link relay	SB00000 - SB99999
Direct input	DX00000 - DXFFFFF
Direct output	DY00000 - DYFFFFF

- Word devicess

Device name	Range
Timer (current value)	TN00000 - TN99999
Integrated timer (current value)	SN00000 - SN99999
Counter (current value)	CN00000 - CN99999
Data register	D000000 - D099999
Link register	W000000 - W099999
Special register	SD00000 - SD99999
Special link register	SW00000 - SW99999
Index register	Z000000 - Z099999
File register	R000000 - R099999 ZR00000 - ZR99999

3) OIP connection

These connections are made in the same way as that stated in subsection 1-1, "AnN, AnS (for link unit)", (see pages II 1-2 and II 1-3).

The connection of QnA and Q series cannot be made in M:N connecton.

2.4 A Series (Direct Connection to CPU)

Communications between OIP and PLC can be made at 1:1 by connecting the dedicated Mitsubishi cable (10CC-1/*) to the connector of the object CPU unit peripheral device.
Select the object CPU "Mitsubishi (A**) (Direct connection to CPU)" from the connection devices of the "Project Property" screen of Screen Creator 5.
For connectable CPU types, refer to Section 2, "List of Connectable PLC Types" of Chapter II.

1) Notes for use

- Use CH1 as the OIP serial communication port. CH2 and CH3 cannot be used.
- The external input relay (X) can be used for reading, but cannot be used for writing.
- The number of devices from/in which data can be read/written at a time is as shown below.
  Read: 128 ports (bit devices)/122 ports (word devices)
  Write: 1 port (bit devices)/122 ports (word devices)
- Communication parameters
  Set the communication parameters for OIP as shown below.
  Those parameters are fixed in the CPU unit.
  Communication rate: 9600 bps
  Parity bit: ODD
  Stop bit length: 1 bit
  Data length: 8 bits
- If the object PLC is connected to the CPU directly, the responsibility of switches and displays may become slower than that when the link unit is used at a speed of 19200 bps.

2) Usable station numbers and devices

① Station number
00 (Set "00" for the station number, although no station number is assigned on the protocol.)

② Devices

- If a file register (R) is to be used, the use range should be set on the PLC side.
- External I/O relays (X, Y) can be declared for the maximum range of each type PLC. Check the device range of your PLC when those I/O relays are to be used.

[MELSEC AnN or AnS]
- Bit devices

Device name	Range
External input relay	X0000 - X07FF
External output relay	Y0000 - Y07FF
Internal relay	M0000 - M2047
Special internal relay	M9000 - M9255
Latch relay	L0000 - L2047
Step relay	S0000 - S2047
Link relay	B0000 - B03FF
Annnunciator	F0000 - F0255
Timer (contact)	TS000 - TS255
Timer (coil)	TC000 - TC255
Counter (contact)	CS000 - CS255
Counter (coil)	CC000 - CC255

- Word devices

Device name	Range
Timer (current value)	TN000 - TN255
Counter (current value)	CN000 - CN255
Data register	D0000 - D1023
Special data register	D9000 - D9255
Link register	W0000 - W03FF
File register	R0000 - R8191

[MELSEC AnA]

- Bit devices

Device name	Range
External input relay	X000000 - X0007FF
External output relay	Y000000 - Y0007FF
Internal relay	M000000 - M008191
Special internal relay	M009000 - M009255
Latch relay	L000000 - L008191
Step relay	S000000 - S008191
Link relay	B000000 - B000FFF
Annunciator	F000000 - F002047
Timer (contact)	TS00000 - TS02047
Timer (coil)	TC00000 - TC02047
Counter (contact)	CS00000 - CS01023
Counter (coil)	CC00000 - CC01023

- Word devices

Device name	Range
Timer (current value)	TN00000 - TN02047
Counter (current value)	CN00000 - CN01023
Data register	D000000 - D006143
Special data register	D009000 - D009255
Link register	W000000 - W000FFF
File register	R000000 - R008191

[MELSEC AnU]

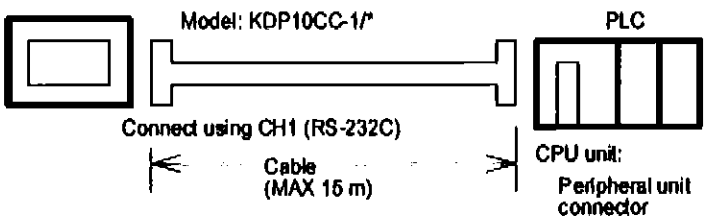
- Bit devices

Device name	Range
External input relay	X000000 - X001FFF
External output relay	Y000000 - Y001FFF
Internal relay	M000000 - M008191
Special internal relay	M009000 - M009255
Latch relay	L000000 - L008191
Step relay	S000000 - S008191
Link relay	B000000 - B001FFF
Annnunciator	F000000 - F002047
Timer (contact)	TS00000 - TS02047
Timer (coil)	TC00000 - TC02047
Counter (contact)	CS00000 - CS01023
Counter (coil)	CC00000 - CC01023

- Word devices

Device name	Range
Timer (current value)	TN00000 - TN02047
Counter (current value)	CN00000 - CN01023
Data register	D000000 - D008191
Special data register	D009000 - D009255
Link register	W000000 - W001FFF
File register	R000000 - R008191

3) OIP connection



2.6 FX Series

The dedicated Mistubishi cable (/10CC-1/*) can be used to perform 1:1 communications by connecting the OIP to the programming panel connector of the basic unit of the converter.
Select [Mistubishi (FX)] or [Mistubishi (FX 2 PORT)] from the connection devices of the "Project Property" on Screen Creator 5.
Select [Mistubishi (FX 2 PORT)] when a Mistubishi 2-port adapter (FX-2PIF) is used.
In the case of using Mistubishi (FX 2 PORT), the ROMs of the OIP (300 series) must be of the following versions:
For connectable CPU types, refer to Section 2, "List of Connectable PLC Types" of Chapter II.

1) Notes for use

- Use CH1 as the OIP serial communication port. CH2 cannot be used.
- The number of devices from/in which data can be read/written at a time is as shown below.
- The number of devices from/in which data can be read/written at a time is as shown below.
  Read: 128 ports (bit devices)/122 ports (word devices)
  Write: 1 port (bit devices)/122 ports (word devices)
- Communication parameters
  Set the communication parameters for OIP as shown below.
  Those parameters are fixed in the CPU unit.
  Communication rate: 9600 bps
  Parity bit: EVEN
  Stop bit length: 1 bit
  Data length: 7 bits

2) Usable station numbers and devices

① Station number
00 (Set "00" for the station number, although no station number is assigned on the protocol.)

② Devices

This system does not support double-word counters (CN200 to CN255). When using double-word counters, arrangement should be made so that PLC transfers data to the data register and this system references to the data register.

- Bit devices

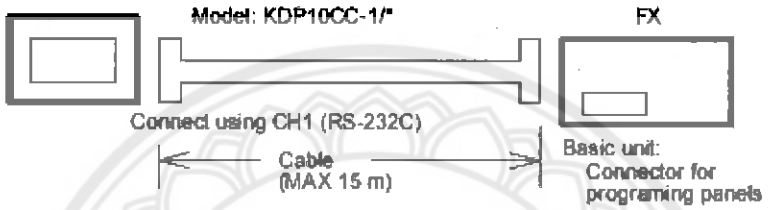
Device name	Range
External input relay	X000 - X377
External output relay	Y000 - Y377
Auxiliary relay	M0000 - M1535
State	S000 - S999
Timer (contact)	TS000 - TS255
Counter (contact)	CS000 - CS255

- Word devices

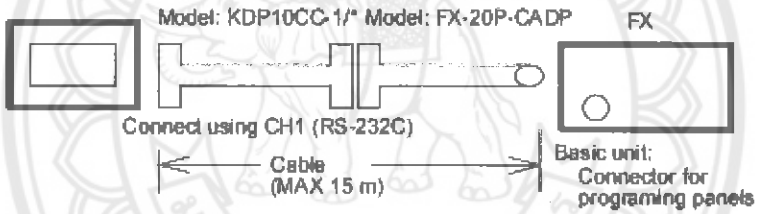
Device name	Range
Data register	D000 - D999
Special data register	D8000 - D8999
Timer (current value)	TN000 - TN255
Counter (current value)	CN000 - CN199

3) OIP connection

① For programming panel with D-sub 25-pin connector



② For programming panel with round connector



ภาคผนวก ข

การต่อชุดขับมอเตอร์ Y

7. Connections

Make connections in the following order.

1. Connect the motor and driver.
2. Connect the driver and controller.
3. Ground the motor, driver, and controller.
4. Connect the power to the driver.

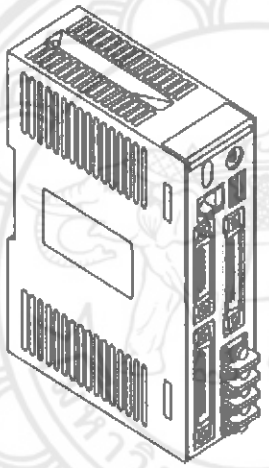
7.1 Example Connections

The connections between the motor, driver, and controller are explained below.
The illustration on the following page is a simplification of the front panel of the UDK5114N driver.

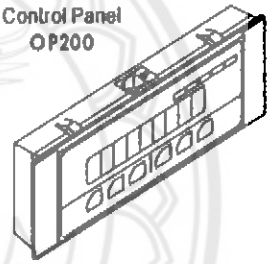
7.1.1 Connections to the ORIENTAL MOTOR Controller SG9200-G

Oriental Motor offers the SG series controllers which are easy to connect and are specifically designed for use with stepping motors.
The illustration on the following page shows connections to the SG series SG9200-G controller.

Controller
SG9200-G

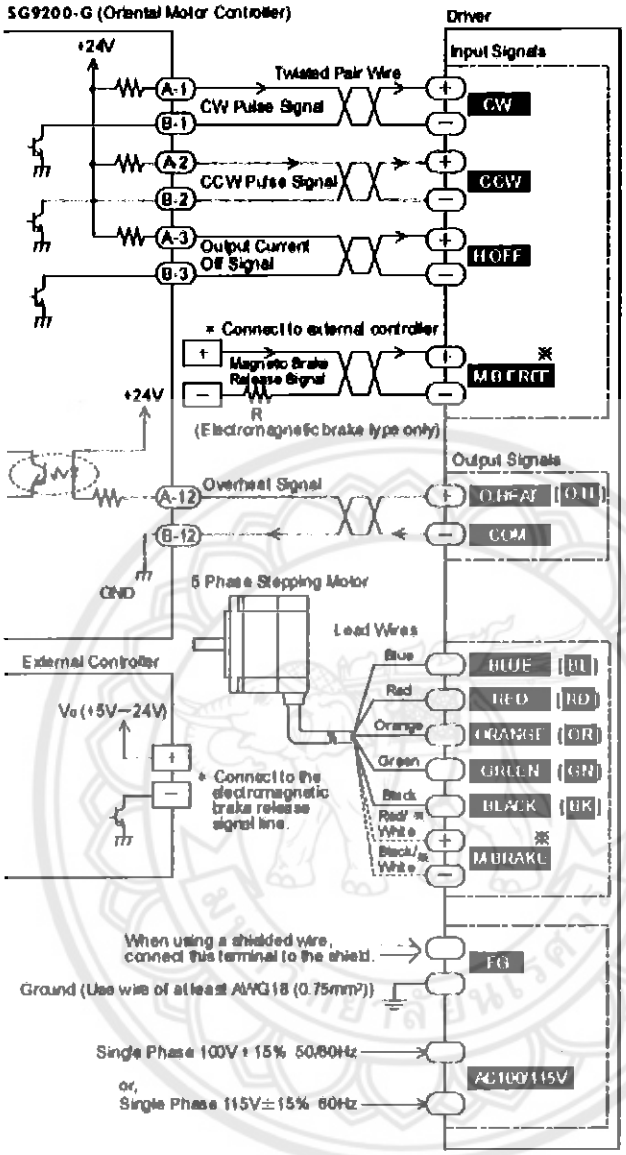


Control Panel
OP200



The SG9200-G offers a maximum of 15 different operation programs and can be DIN rail mounted.
(The OP200 control panel is used in conjunction with the controller for setting operational data.)

An optional cable for connecting the driver and controller is also available.



■■■■ indicates the terminals as they appear on the front panel of the driver.

Information within the brackets [ ] refers to driver model UDK5107N only.

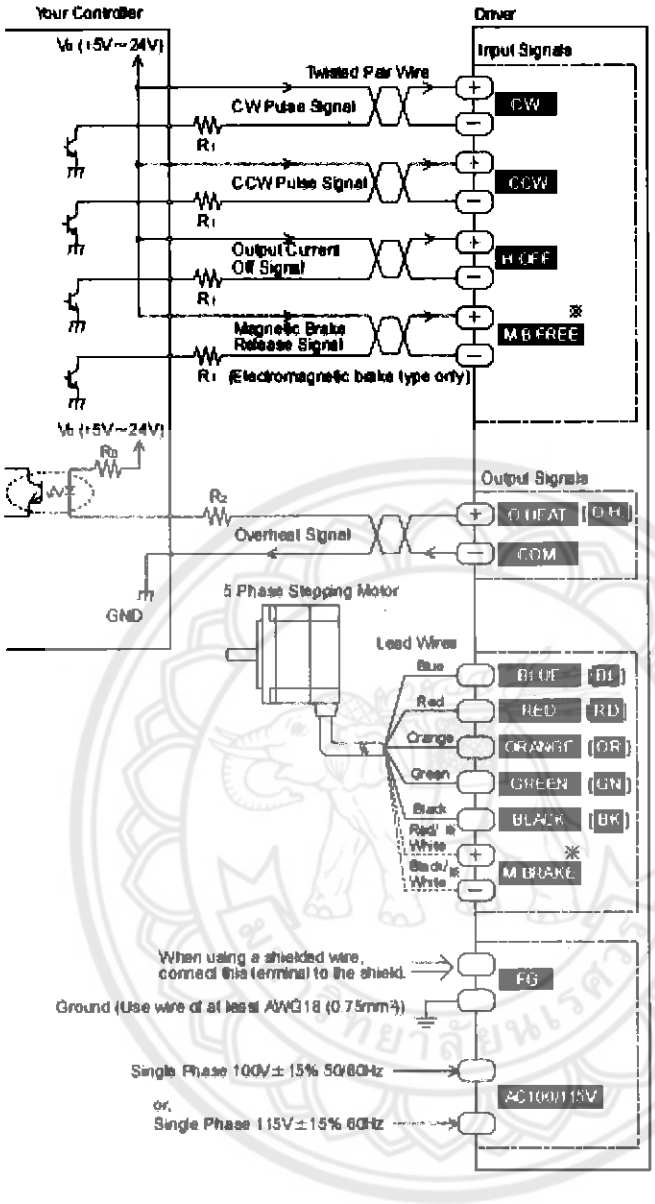
□ indicates the combination connector.

The numbers within ( ) on the SG9200-G indicate the pin number.

※ indicates electromagnetic brake type only.

※For the electromagnetic brake release signal connections
Keep the voltage between DC5V and DC24V.
When voltage is equal to DC5V, external resistance R is not necessary.
When voltage is above DC5V, connect external resistance R and keep the input current below 20mA.

7.1.2 Connections to Your Controller



indicates the terminals as they appear on the front panel of the driver.

Information within the brackets [ ] refers to driver model UDK5107N only.

indicates the combination connector.

※ Indicates electromagnetic brake type only.

For input signal connections:
Keep the voltage between DC5V and DC24V.
When voltage is equal to DC5V, external resistance R_1 is not necessary.
When voltage is above DC5V, connect external resistance R_1 and keep the input current below 20mA.

For output signal connections:
Keep the voltage between DC5V and DC24V.
Keep the current below 10mA.
If the current exceeds 10mA, connect external resistance R_2.

ภาคผนวก ค

การใช้คำสั่งขับมอเตอร์แบบตารางคำสั่ง

11. Batch Data Positioning Mode (TBL Instruction)

If GX Developer Ver.8.23Z or later is used, the positioning instructions shown below can be preliminarily set in the positioning tables. After that, if a table is specified, the positioning operation of the specified table will be performed.

Instruction	Description	
DVIT(FNC151)	One-speed interrupt constant quantity feed (Interrupt positioning)	
PLSV(FNC157)	Variable speed operation (Variable Speed Pulse Output)	
DRVI(FNC158)	1-speed positioning	Drive to Increment
DRVA(FNC159)		Drive to Absolute

11.1 Instruction Format

1. Instruction Format

2. Data setting

Operand type	Description	Data type
(D)	Specifies the pulse output number.	Bit
n	Specifies the table number (1 to 100) to be executed.	BIN 32-bit

3. Devices

	System user						Digit designation				System user				Special unit	Index			Constant		Real number	Character string	Pointer
	X	Y	M	T	C	S	D□.b	KnX	KnY	KnM	KnS	T	C	D	R	U□\G□	V	Z	Modify	K	H	E	"□"	P
(D)		▲1																						
n																				✓	✓			

▲1 : Specify Y000, Y001, or Y002 transistor output of main unit, or specify Y000, Y001, Y002*2, or Y003*2 of the high-speed output special adapter*1.

*1. High-speed input/output special adapter cannot be connected to FX3UC-32MT-LT.

*2. To use Y002 and Y003 of the high-speed output special adapter, connect the second high-speed output special adapter.

Point:

To use the FX3U Series main unit of relay output type, be sure to connect the high-speed output special adapter. The differential line drive will be used for the outputs of the high-speed output special adapter.

11.2 List of Related Devices

1. Special auxiliary relays

The following table shows the related special auxiliary relays. Note that Y000, Y001, Y002, and Y003 are devices that determine the pulse output destinations.

Device number				Function	Attribute	Refer to
Y000	Y001	Y002	Y003*1			
M8029				"Instruction execution complete" flag	Read only	Subsection 4.4.2
M8329				"Instruction execution abnormal end" flag	Read only	Subsection 4.4.2
M8338*2				Acceleration/deceleration operation.*3	Drivable	Subsection 4.3.9
M8336*4				Interrupt input specification function enabled.*3	Drivable	Subsection 4.3.7
M8340	M8350	M8360	M8370	"Pulse output monitor"(BUSY/READY) flag	Read only	Subsection 4.4.3
M8343	M8353	M8363	M8373	Forward limit	Drivable	Subsection 4.3.1
M8344	M8354	M8364	M8374	Reverse limit	Drivable	Subsection 4.3.1
M8347	M8357	M8367	M8377	Interrupt signal logic reverse.*3, *5	Drivable	Subsection 4.3.8
M8348	M8358	M8368	M8378	Positioning instruction activation.	Read only	Subsection 4.4.4
M8349	M8359	M8369	M8379	Pulse output stop command.*3	Drivable	Subsection 4.3.2
M8460*2	M8461*2	M8462*2	M8463*2	User interrupt input command.*3	Drivable	Subsection 4.3.7

*1. Devices related to Y003 (pulse output destination) are valid only if two FX3U-2HSY-ADP adapters are connected to the FX3U PLC.

*2. This function will be valid if Ver.2.00 or later is used.

*3. Cleared when PLC switches from RUN to STOP.

*4. This function will be valid if Ver.1.30 or later is used.

*5. The logical NOT function will not be valid for the user interrupt input command device.

2. Special data registers

The following table shows the related special data registers. Note that Y000, Y001, Y002, and Y003 are devices that determine the pulse output destinations. To set the constants shown in the shaded area, set the positioning parameters.

→ For details on the positioning parameters, refer to Section 11.4.

Device number								Function	Data length	Initial value	Refer to
Y000		Y001		Y002		Y003*1					
D8336*2								Specification of interrupt input	16-bit	-	Subsection 4.3.7
D8340	Low-order	D8350	Low-order	D8360	Low-order	D8370	Low-order	Current value register (pls)	32-bit	0	Subsection 4.4.1
D8341	High-order	D8351	High-order	D8361	High-order	D8371	High-order				
D8342		D8352		D8362		D8372		Bias speed (Hz)	16-bit	0	Subsection 4.2.6
D8343	Low-order	D8353	Low-order	D8363	Low-order	D8373	Low-order	Maximum speed (Hz)	32-bit	100,000	Subsection 4.2.5
D8344	High-order	D8354	High-order	D8364	High-order	D8374	High-order				
D8345		D8355		D8365		D8375		Creep speed (Hz)	16-bit	1000	Subsection 4.2.4
D8346	Low-order	D8356	Low-order	D8366	Low-order	D8376	Low-order	Zero return speed (Hz)	32-bit	50,000	Subsection 4.2.3
D8347	High-order	D8357	High-order	D8367	High-order	D8377	High-order				
D8348		D8358		D8368		D8378		Acceleration time (ms)*2	16-bit	100	Subsection 4.2.7
D8349		D8359		D8369		D8379		Deceleration time (ms)*2	16-bit	100	Subsection 4.2.8

*1. Devices related to Y003 (pulse output destination) are valid only if two FX3U-2HSY-ADP adapters are connected to the FX3U PLC.

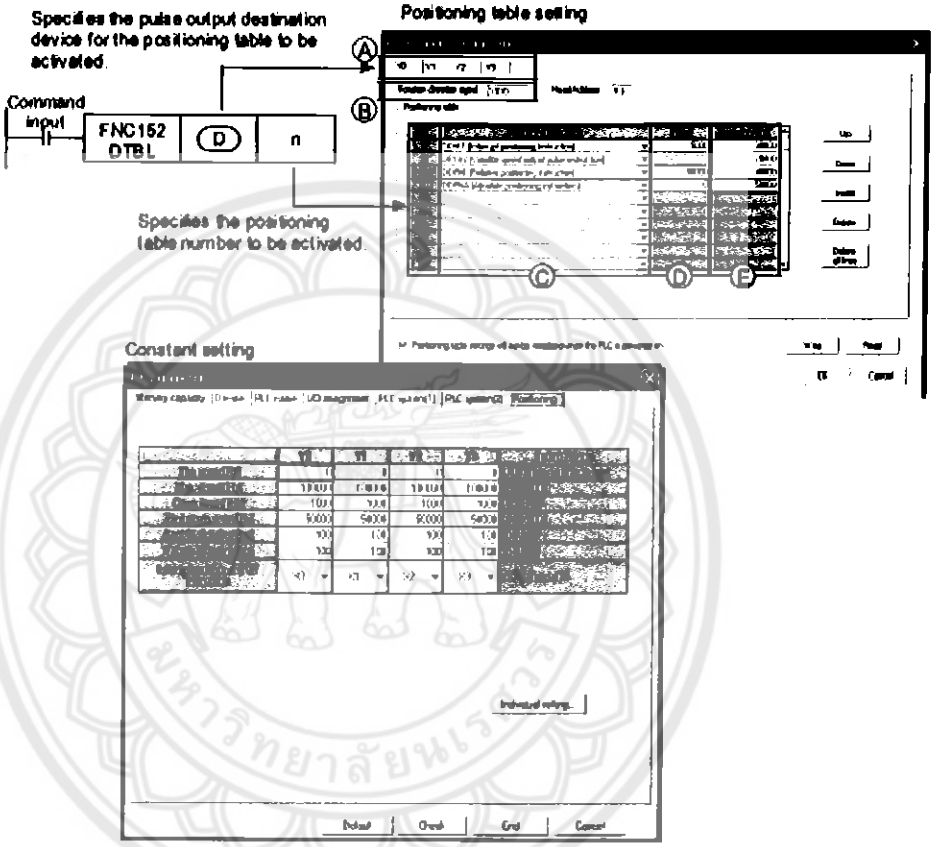
*2. This function will be valid if Ver.1.30 or later is used.
However, the user interruption command device can be specified only if Ver.2.00 or later is used.

*3. This function will be valid if PLSV instruction turns ON during acceleration/deceleration using Ver.2.00 or later.

11.3 Function and Operation

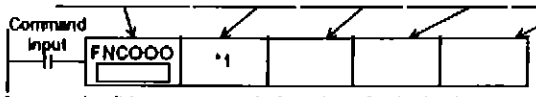
Preliminarily set the positioning parameters using GX Developer, and then specify the pulse output destination (D) and the positioning table number (n) for DTBL instruction to carry out positioning.
Use GX Developer of Ver.8.23Z or later to set the positioning parameters.
"Number of pulses" and "frequency" set by positioning parameters in each positioning table can be changed using the program, display module, or indicator.

→ For details on positioning parameters, refer to Section 11.4.



As shown in the following table, each positioning instruction consists of the positioning type (4 types in total), number of pulses (pls), frequency (Hz), etc.
For further information on the operation of each instruction, refer to the description of each instruction.

Positioning type (C)	Instruction word	Instruction to be activated and its operand: Operand (D) Number of output pulses	(E) Output pulse frequency	(A) Pulse output destination device	(B) Rotation direction signal	Refer to
DDVIT(Interrupt Positioning)	DDVIT	(S1·)	(S2·)	(D1·)	(D2·)	Chapter 9
DPLSV(Variable Speed Pulse Output)	DPLSV	—	(S·)	(D1·)	(D2·)	Chapter 10
DDRVI(Drive to Increment)	DDRVI	(S1·)	(S2·)	(D1·)	(D2·)	Section 8.2
DDRVA(Drive to Absolute)	DDRVA	(S1·)	(S2·)	(D1·)	(D2·)	Section 8.3



*1 PLSV(FNC157) has only 3 operands. It has no operand of number of output pulses.

11.4 Positioning Parameter Setting

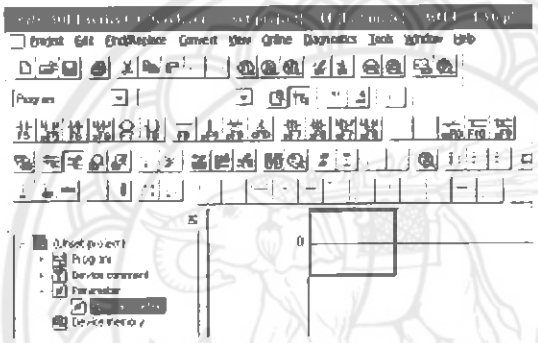
Use GX Developer of Ver.8.23Z or later to set the positioning parameters.
"Number of pulses" and "frequency" set by positioning parameters in a positioning table can be changed using the program, display module, or indicator.
→ To change the set "number of pulses" or "frequency", refer to Subsection 11.4.2.

11.4.1 Positioning Parameter Setting Using GX Developer

Assuming that GX Developer of Ver.8.23Z is used, this section describes how to set the positioning parameter.

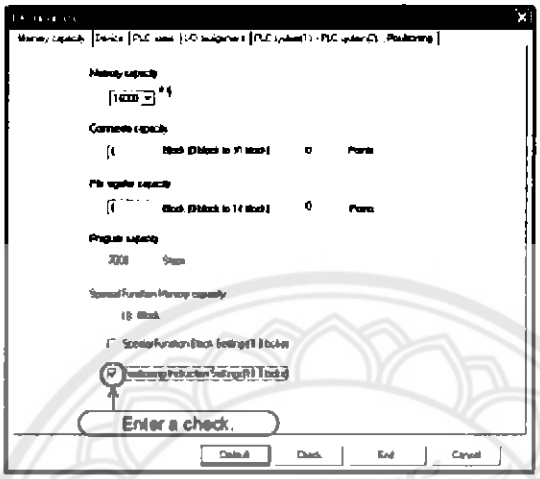
1 Open "parameter setting" window.

On the project tree displayed on the left side of the screen, double-click "Parameter" and then "PLC Parameter".
If the project tree is not displayed, click "View" on the menu bar, and then click "Project data list"



2 Set the memory capacity.

Click "Memory capacity" tab, and then click "Positioning Instruction Setting" check box to enter a check in the box.



Setting item	Description of setting	Setting range
Memory capacity	Set the capacity of the program memory. Initial value: 16000*1	Refer to the programming manual.
Comment capacity	Set the capacity for the comments to be stored in the PLC. Initial value: 0 Device comment: 50 points/block (500 steps)	
File register capacity	Set the capacity for the file registers. Initial value: 0 File registers: 500 points/block (500 steps)	
Program capacity	Displays the number of steps that can be used for the sequence programs.	
Special Function Memory capacity	Set whether the special unit initial data setting function and the positioning data setting function should be enabled.	-
Special Function Block Settings	Enter a check in the check box to enable the special function unit/block initial data setting function. Use "I/O Assignment Setting" tab to set the initial value of a special unit.	-
Positioning Instruction settings	Enter a check in the check box to enable TBL (FNC152) instruction setting function. Use "Positioning Data Setting" tab to set the positioning data.	-

*1. The initial value is 8000 steps for GX Developer of below Ver.8.22Y.

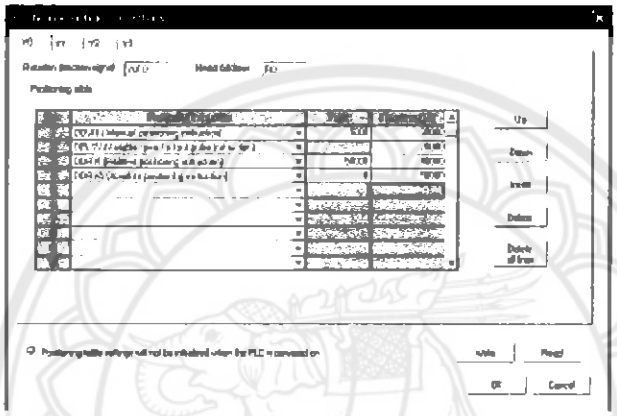
*1. If the FX3uc PLC is used, the setting range will be 10 to 100000 Hz.
If the FX3u PLC is used, and if the pulse output destination is FX3u-2HSY-ADP, the setting range will be 10 to 200000 Hz.

*2. Set the creep speed so that the relation with the other speeds can be set to "bias speed ≤ creep speed ≤ maximum speed."

*3. The set interrupt input cannot be commonly used for the high-speed counter, input interruption, pulse catch input, input of SPD (FNC67) instruction, and other interrupt inputs of DVIT (FNC151) instruction.

*4. If the FX3uc PLC is used, this item cannot be set. Note that this item can be set only if two FX3u-2HSY-ADP adapters are connected to the FX3u PLC.

3. Click "Individual Setting" button to display "Positioning Instruction setting" window. In this window, set the positioning table of each pulse output destination device.



Setting Item	Description of setting	Setting range
Y0	Click this tab to set the positioning table for Y000 (pulse output destination).	-
Y1	Click this tab to set the positioning table for Y001 (pulse output destination).	-
Y2	Click this tab to set the positioning table for Y002 (pulse output destination).	-
Y3*1	Click this tab to set the positioning table for Y003 (pulse output destination).	-
Rotation direction signal	Set the rotation direction output number.*2 Initial setting: Y010 for Y000 (pulse output destination) Y011 for Y001 (pulse output destination) Y012 for Y002 (pulse output destination) Y013 for Y003 (pulse output destination)*1	Y000 to Y357 M0 to M7679 S0 to S4095
Head Address	Set the first device number to store the set data (number of pulses, frequency). Starting from the set device, 1600 points will be occupied. Initial setting: R0	D0 to D5400 R0 to R31168
No.	Table number Data can be set for tables 1 to 100.	-
Positioning Instruction	Select a positioning type from the following types: DDVIT (Interrupt positioning), DPLSV (Variable Speed Pulse Output), DDRVI (Drive to Increment), DDRVA (Drive to Absolute)	-
Pulse	Set the number of pulses to be output to perform the specified type of positioning operation (instruction).	*3
Frequency (Hz)	Set the speed (output pulse frequency) to perform the specified type of positioning operation (instruction).	
"Up" button	Click this button to move up the cursor by 1 line (to select the line just later the cursor-positioned line).	-
"Down" button	Click this button to move down the cursor by 1 line (to select the line just below the cursor-positioned line).	-
"Insert" button	Click this button to insert a line at the specified position.	-
"Delete" button	Click this button to delete the selected line.	-
"Delete All" button	Click this button to delete all the data from the positioning table of the selected pulse output destination device.	-

Setting item	Description of setting	Setting range
Positioning table setting will not be initialized when the PLC is powered on	If this check box is checked, the positioning data will not be initialized at turning on the power of the PLC. Enter a check in this check box to retain the changed data ("pulses" and "frequency" changed by the program, display module, or indicator) even after power-off and to use the changed data after turning on the power again. To use this function, set an uninterruptible power supply type device as the first device.	-
"Write" button	Click this button to write 1600 points of data ("pulses" and "frequency" set on the positioning table using GX Developer) starting from the first device of the PLC.	-
"Read" button	Click this button to read out 1600 points of data ("pulses" and "frequency" set on the positioning table currently used) from the PLC starting from the first device. At the completion of data reading, the data numbers will appear only if "Positioning Instruction" is set for the data.	-

*1. If the FXsuc PLC is used, this item cannot be set. Note that this item can be set only if two FXsu-2HSY-ADP adapters are connected to the FXsu PLC.

*2. To use FXsu-2HSY-ADP, set the rotation direction signal depending on the pulse output destination device as shown in the following table.

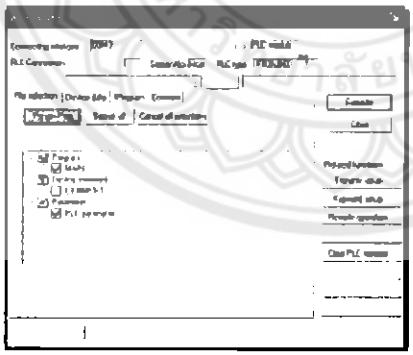
Pulse output destination device	Rotation direction signal
Y000	Y004
Y001	Y005
Y002	Y006
Y003	Y007

*3. Refer to the description of the selected instruction (positioning type).

Positioning type	Refer to
DDVIT (Interrupt positioning)	Chapter 9
DPLSV (Variable Speed Pulse Output)	Chapter 10
DDRVI (Drive to Increment)	Section 8.2
DDRVA (Drive to Absolute)	Section 8.3

4 Transfer the parameters (+ sequence program) to the PLC.

1. Select "Online" from the tool menu, and then select "Write to PLC". "Write to PLC" window will appear.

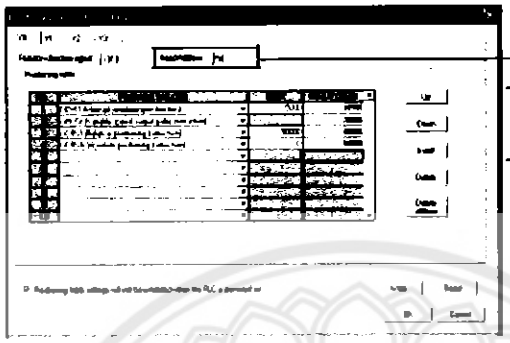


*1. Depending on the version of GX Developer, the PC type may be set to "FX3UC".

2. Enter a check in "PLC parameter" check box, and then click "Execute" button.
The selected parameter data will be transferred to the PLC. When the PLC is started (enters the RUN mode), the transferred parameter data will be enabled. If the communication conditions set on "PLC system(2)" screen are changed, be sure to turn off the power of the PLC, and then turn it on again.

11.4.2 Changing of Set Positioning Parameters (Number of Pulses and Frequency)

"Pulses" and "frequency" set by positioning parameters in a positioning table will be stored in the devices starting from the specified first device as shown below. The set "pulses" and "frequency" can be changed using the display module or the Indicator.



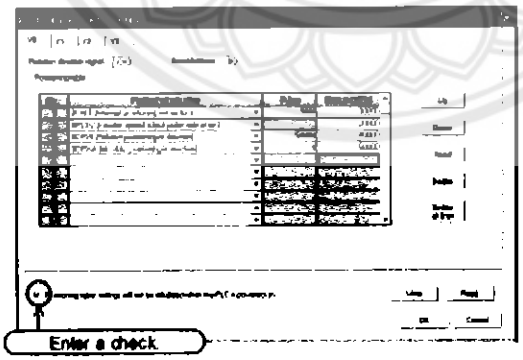
If the Head Address is set to "R0":

Pulse output destination device	Positioning table No.	Number of pulses	Frequency
Y000	1	R1,R0	R3,R2
	2	R5,R4	R7,R6
	3	R9,R8	R11,R10
	⋮	⋮	⋮
	100	R397,R396	R399,R398
Y001	1	R401,R400	R403,R402
	2	R405,R404	R407,R406
	3	R409,R408	R411,R410
	⋮	⋮	⋮
	100	R797,R796	R799,R798
Y002	1	R801,R800	R803,R802
	2	R805,R804	R807,R806
	3	R809,R808	R811,R810
	⋮	⋮	⋮
	100	R1197,R1196	R1199,R1198
Y003	1	R1201,R1200	R1203,R1202
	2	R1205,R1204	R1207,R1206
	3	R1209,R1208	R1211,R1210
	⋮	⋮	⋮
	100	R1597,R1596	R1599,R1598

Caution:

If "positioning type" is set to "DPLSV (Variable Speed Pulse Output)", "frequency (Hz)" value set on the screen will be stored as the set number of pulses, and the device for "frequency" will be "K0".

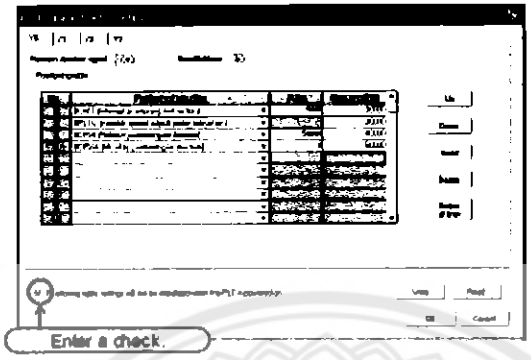
To use "pulses" and "frequency" changed by the display module or the Indicator even after turning off and then on the power again:



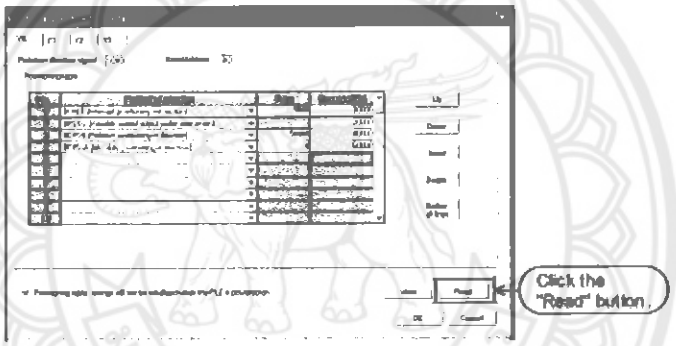
To use "pulses" and "frequency" changed by the display module or the Indicator even after turning off and then on the power again, enter a check in "Positioning table settings will not be initialized when the PLC is powered on" check box in "Positioning instruction Setting" window of the positioning parameters. To use this function, use the uninterruptible power supply type devices.
If this function is not set, the data set by the positioning parameters will be initialized.

To read out and store "pulse" and "frequency" changed by the display module or the indicator:

1) In "Positioning instruction setting" window of positioning parameters, enter a check in "Positioning table settings will not be initialized when the PLC is powered on" check box.



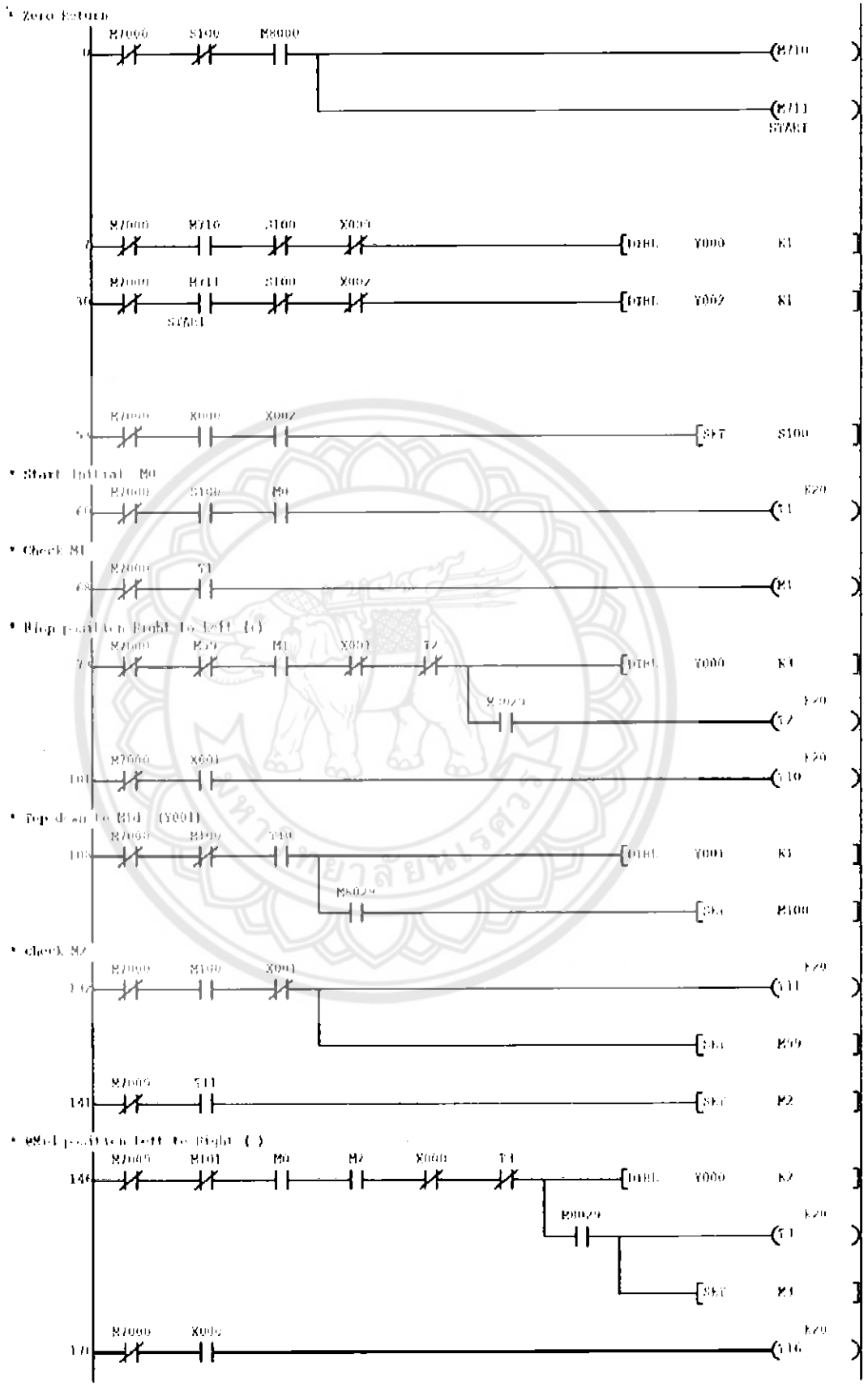
2) Click "Read" button to read out the set data ("pulse" and "frequency) from the connected main unit. This is exclusively for the positioning table number with the positioning type specified.

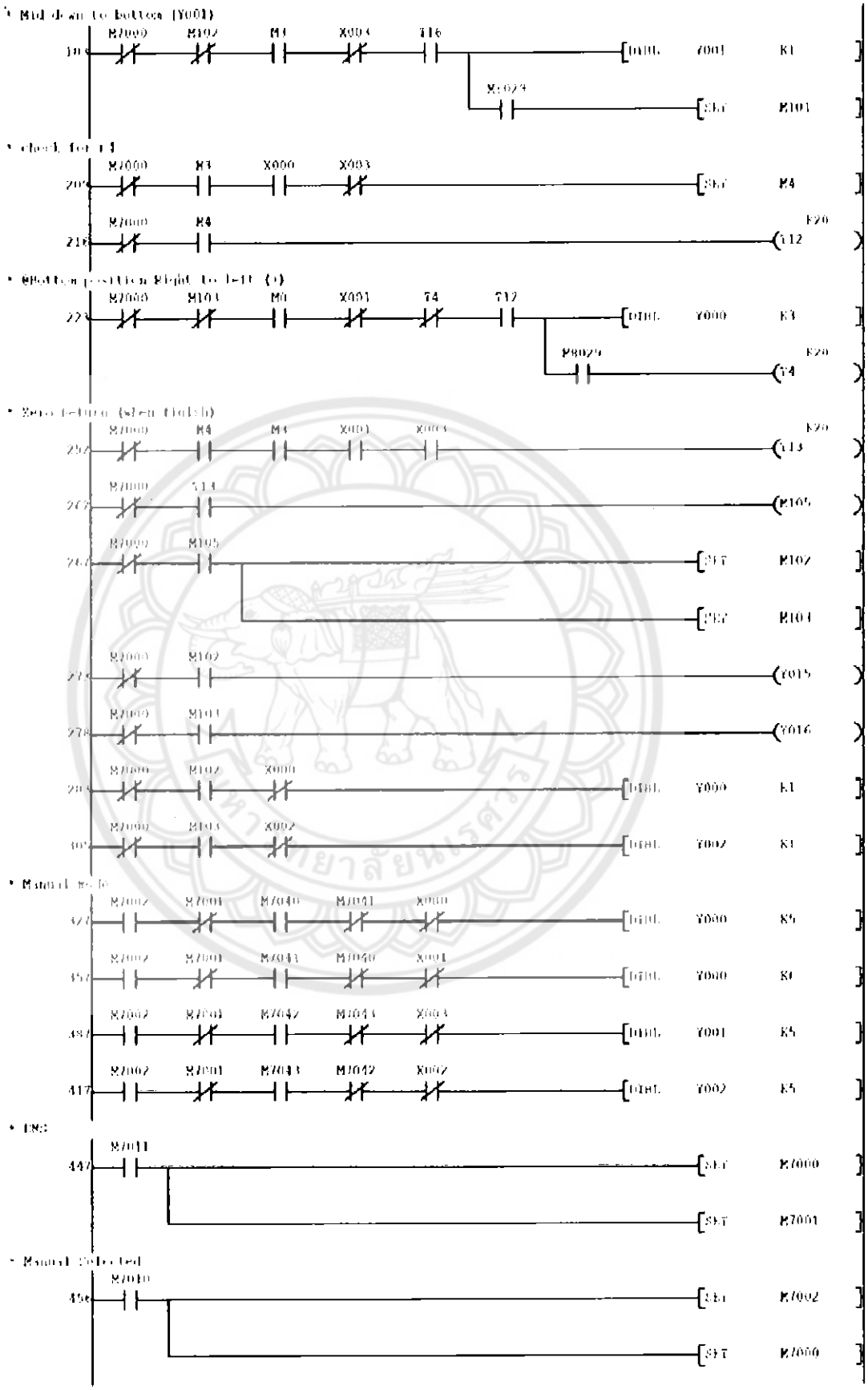


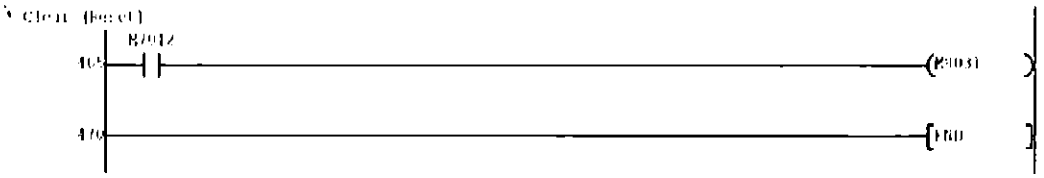
3) At the completion of register data reading, the data file will be stored.

ภาคผนวก ง

แลดเดอร์ไดอะแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลขนาดเล็ก


* Zero Return
M7000
S100
M8000
M710
M711
START
M7000
M710
S100
X000
DTBL
Y000
K1
M7000
M711
S100
X002
START
DTBL
Y002
K1
M7000
X000
X002
SET
S100
* Start Initial M0
M7000
S100
M0
K20
T1
* Check M1
M7000
T1
M1
* Step position to Right to Left (
M7000
M50
M1
X000
T2
DTBL
Y000
K4
K20
T7
K20
M7000
X001
T10
* Top down to Mid (Y001)
M7003
M100
T10
DTBL
Y001
K3
M8029
SET
M100
* check M2
M7000
M100
X001
K20
T11
SET
M99
M7005
T11
SET
M2
* Mid position left to Right ( )
M7005
M101
M0
M2
X000
T1
DTBL
Y000
K2
M8029
K20
T1
SET
M1
M7000
X000
K20
T16




B7012
103
(R103)
106
END