

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมหุ่นยนต์แขนกลนิวเมติกส์ด้วย PLC

Arm robot control system by using pneumatic and PLC



เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 103064
วัน,เดือน,ปี 27 ส.ค. 2552

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

สาขาวิชาแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมหุ่นยนต์แขนกลนิวเมติกส์ด้วย PLC

Arm robot control system by using pneumatic and PLC

ผู้จัดทำ

1. นายภาณุพงศ์ คนเที่ยง	รหัสนักศึกษา	48010667
2. นายคณศ วิริยะอุดมชาติ	รหัสนักศึกษา	48010088
3. นายธนบดี อินทร์ไทร	รหัสนักศึกษา	48010340

Samatthachai Pomya
..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์สมรรถชัย ปัญญา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมหุ่นยนต์แขนกลนิวเมติกส์ด้วย PLC

โดย

นายภาณุพงศ์

คนเที่ยง

นายชนบดี

อินทร์ไทร

นายกณศ

วิริยะอุดมชาติ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์สมรรถชัย ปัญญา

ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ นำเสนอการออกแบบหุ่นยนต์แขนกลสำหรับหยิบชิ้นงานขนาดเล็ก ซึ่งควบคุมการทำงานโดยใช้ระบบนิวเมติกส์ร่วมกับ PLC (Programmable Logic Controller) ในแต่ละการเคลื่อนที่ของแขนกลจะอาศัยการเคลื่อนที่เข้าออกของกระบอกสูบ และระยะเวลาเคลื่อนที่ของกระบอกสูบนั้นใช้สวิทช์แม่เหล็ก (reed switch) และลิมิตสวิทช์ (limit switch) ในการกำหนดระยะเวลาเคลื่อนที่ หลักการทำงานของแขนกลนั้นประกอบด้วยกัน 2 ส่วน คือ ส่วนแรกเป็นการป้อนชิ้นงานจากช่องใส่ชิ้นงานไปยังฐานรองรับชิ้นงาน และส่วนที่สองเป็นการหยิบชิ้นงานจากฐานรองรับไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ในการจับชิ้นงานในส่วนที่สองนั้นจะมีกระบอกสูบชักออกดันตัวจับชิ้นงานเลื่อนลงมาจับชิ้นงาน แล้วชักกลับเป็นการยกชิ้นงานขึ้นซึ่งระยะเวลาชักเข้าออกของกระบอกสูบจะใช้สวิทช์แม่เหล็กเป็นตัวตรวจสอบและกำหนดระยะ เมื่อยกชิ้นงานขึ้นแล้วจะมีกระบอกสูบอีกตัวชักดันให้ชิ้นงานไปอยู่ ณ ตำแหน่งที่ต้องการแล้วจึงปล่อยชิ้นงานลงเป็นการเสร็จสิ้นการทำงานในหนึ่งรอบ ซึ่งการทำงานทั้งหมดควบคุมด้วยระบบ PLC เนื่องจากเป็นตัวควบคุมที่ใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน สามารถปรับปรุงแก้ไขการทำงานได้ง่าย จึงเป็นที่นิยมใช้ในอุตสาหกรรมและเหมาะแก่การศึกษาเรียนรู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arm robot control system by using pneumatic and PLC

By

Mr. Panupong kontieng

Mr. Kanase Viriyaudomchat

Mr. Tanabordee Insai

Advisor

Mr. Samatthachai Panya

Academic Year 2008

ABSTRACT

This thesis is proposed a design of arm robot control system by using pneumatic and PLC. The process of arm robot manipulator including of 2 parts, the first part cylinder is used for feeding the objects to the support base and the second part is using two cylinders to bring objects to the desired position and using limit switches and leed switches to verify the cylinder stroke. In this thesis used PLC controller to control all process because PLC controller is not complicated to improve the system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณความกรุณาจาก อาจารย์ สมรรถชัย ปัญญา อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูง ที่ให้ความช่วยเหลือและคอยให้คำปรึกษาแนะนำต่างๆ รวมถึงยังให้ความสนใจใส่สอบถามถึงความก้าวหน้าของโครงการอย่างสม่ำเสมอ

ขอขอบคุณ อาจารย์ สุเชียร เกียรติสุนทร ที่ให้คำแนะนำในการใช้งานของ PLC

ขอขอบคุณ อาจารย์ สองเมือง นันทขว้าง ที่ได้แนะนำร้านในการซื้ออุปกรณ์ต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น อุปกรณ์นิวเมติกส์หรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้ได้อุปกรณ์ตามที่ต้องการและไม่ต้องเสียเวลาในการหา ร้านซื้ออุปกรณ์

ขอขอบคุณ อาจารย์ คงศักดิ์ อนันตศิริรัตน ที่ช่วยเอื้อเฟื้อสถานที่ รวมถึงอุปกรณ์ในการทำโครงการนี้

ขอขอบคุณ ภาควิชาวิศวกรรมระบบควบคุม ที่ได้เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ เครื่องมือและสถานที่ในการทำโครงการ ตลอดจนอำนวยความสะดวก จนงานสำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบคุณ พี่ปูก เจ้าของร้านขายอุปกรณ์นิวเมติกส์และอิเล็กทรอนิกส์ ที่ช่วยให้ความรู้เกี่ยวกับ อุปกรณ์นิวเมติกส์และอิเล็กทรอนิกส์

ขอขอบคุณ เพื่อนๆ ทั้งภาคแมคคาทรอนิกส์และระบบควบคุม ที่ช่วยคิดช่วยแก้ปัญหา จัดหาอุปกรณ์ รวมถึงช่วยเป็นกำลังใจในการทำโครงการนี้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี

และท้ายที่สุดขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่รักและเคารพ ที่สนับสนุนให้โอกาสได้เล่าเรียน จนถึงวันนี้ และเป็นกำลังใจให้ด้วยดีเสมอมาทำให้มีกำลังใจในการทำโครงการจนสามารถทำงานได้เสร็จสิ้นสมบูรณ์

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากปริญญาฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ครูอาจารย์ที่เคารพ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

ภาณุพงศ์	คนเที่ยง
คณศ	วิริยะอุดมชาติ
ธนบดี	อินทร์ไทร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 ขอบเขตและขั้นตอนการวิจัย	2
1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ระบบนิวเมติกส์	3
2.1 คุณสมบัติของนิวเมติกส์เมื่อเปรียบเทียบกับไฮดรอลิก	4
2.2 การเปรียบเทียบระบบนิวเมติกส์กับระบบการทำงานอื่นๆ	5
2.3 กฎเบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์	6
2.4 ระบบนิวเมติกส์ในงานอุตสาหกรรม	9
2.5 การควบคุมระบบนิวเมติกส์	10
2.5.1 การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยลม	11
2.5.2 การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยไฟฟ้า	12
2.5.3 การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วย PLC	12
2.5.4 การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วย Microcontroller	13
2.6 สัญลักษณ์ในระบบนิวเมติกส์	13
บทที่ 3 PLC (Programmable Logic Controller)	21
ชื่อแตกต่างระหว่าง PLC กับ COMPUTER	21
โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC	22
หลักการเขียน Ladder Diagram และคำสั่งพื้นฐาน	24
คำสั่งพื้นฐาน	25
คำสั่ง AND LD (And Block) และ OR LD (Or Block)	25
ข้อจำกัดในการเขียน Ladder Diagram	26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 การออกแบบโครงสร้าง ลักษณะการทำงานและโปรแกรม PLC	27
4.1 การออกแบบโครงสร้าง	27
4.2 การออกแบบลักษณะการทำงาน	32
ตารางอุปกรณ์	34
Timing diagram	35
Flow chart	36
4.3 การออกแบบโปรแกรม PLC	37
4.4 ประกอบอุปกรณ์ทุกส่วนเข้ากับโครงสร้าง	38
บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง	44
5.1 การทดลองการทำงาน 1 รอบการทำงาน โดยใช้ความถี่ต่างกัน	44
5.2 การทดลองการทำงานแบบ Auto ให้หุ่นยนต์ทำงานจับชิ้นงานในเวลา 1 นาที	46
บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการพัฒนา	47
6.1 บทสรุป	47
6.2 ปัญหาที่พบในการวิจัย	47
6.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนา	48
เอกสารอ้างอิง	49
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก.	
วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์	
วงจรควบคุมนิวเมติกส์ด้วยลม	
โครงสร้าง Mechanics	
ภาคผนวก ข.	
Data Sheet PLC	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการบังคับการทำงานด้วยระบบต่าง ๆ	5
ตารางที่ 2.1 (ต่อ) เปรียบเทียบการบังคับการทำงานด้วยระบบต่าง ๆ	6
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบหน่วยวัดค่าความดัน	7
ตารางที่ 2.3 หน่วยต่าง ๆ ในระบบนิวมติกส์	8
ตารางที่ 2.4 สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในระบบนิวมติกส์	14
ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในระบบนิวมติกส์	15
ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในระบบนิวมติกส์	16
ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในระบบนิวมติกส์	17
ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในระบบนิวมติกส์	18
ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในระบบนิวมติกส์	19
ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในระบบนิวมติกส์	20
ตารางที่ 4.1 ตารางอุปกรณ์	34
ตารางที่ 5.1 การทดสอบการทำงาน 1 รอบการทำงาน โดยใช้ความดันลมต่างๆกัน	44
ตารางที่ 5.1 (ต่อ) การทดสอบการทำงาน 1 รอบการทำงาน โดยใช้ความดันลมต่างๆกัน	45
ตารางที่ 5.2 การทดสอบการทำงานแบบ Auto ให้หุ่นยนต์ทำงานจับชิ้นงานในเวลา 1 นาที	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 การอ่านค่าระดับความดันต่าง ๆ	7
รูปที่ 2.2 แสดงระบบนิวเมติกส์	9
รูปที่ 2.3 แสดงอุปกรณ์ควบคุมระบบนิวเมติกส์	10
รูปที่ 2.4 แสดงวงจรควบคุมนิวเมติกส์ด้วยลม	11
รูปที่ 2.5 แสดงวงจรควบคุมนิวเมติกส์ด้วยไฟฟ้า	12
รูปที่ 2.6 แสดงวงจรควบคุมนิวเมติกส์ด้วย PLC	13
รูปที่ 3.1 โครงสร้างภายในของ PLC	22
รูปที่ 3.2 หน่วยอินพุตต่างๆ	23
รูปที่ 3.2 หน่วยเอาต์พุตต่างๆ	23
รูปที่ 3.4 หลักการทำงานของ PLC	24
รูปที่ 4.1 ฐานหุ่นยนต์จับชิ้นงานขนาดเล็ก	27
รูปที่ 4.2 โครงสร้างด้านบนของหุ่นยนต์หยิบจับชิ้นงานขนาดเล็ก	28
รูปที่ 4.3 โครงสร้างหุ่นยนต์	29
รูปที่ 4.4 ตัวป้อนชิ้นงาน	29
รูปที่ 4.5 โครงสร้างกระบอกลูกสูบในส่วนการทำงานในการจับชิ้นงาน	30
รูปที่ 4.6 โครงสร้างหุ่นยนต์จับชิ้นงานขนาดเล็กโดยรวม	31
รูปที่ 4.7 โครงสร้างตำแหน่งกระบอกลูกสูบ	32
รูปที่ 4.8 สัญลักษณ์กระบอกลูกสูบและอินพุต เอาท์พุต	33
รูปที่ 4.9 Timing diagram	35
รูปที่ 4.10 Flow chart	36
รูปที่ 4.11 Ledder diagrem	37
รูปที่ 4.12 รูปหุ่นยนต์โดยรวม	38
รูปที่ 4.13 รูปตำแหน่งลิมิตสวิทช์	39
รูปที่ 4.14 รูปตำแหน่งของสวิทช์แม่เหล็ก	39
รูปที่ 4.15 รูปตำแหน่งของเซนเซอร์	40
รูปที่ 4.16 รูปตำแหน่งของ PLC	40
รูปที่ 4.17 รูปกล่องควบคุม	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.18 รูปกระบอกสูบ (Pneumatic cylinder)	41
รูปที่ 4.19 รูปวาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)	42
รูปที่ 4.20 รูปเครื่องอัดลม (Compressor)	42
รูปที่ 4.21 รูปชุดควบคุมคุณภาพลมอัด (Service Unit)	43
รูปที่ 5.1 ความเสียหายของชิ้นงานที่เกิดจากการกระแทกของตัวจับชิ้นงานกับชิ้นงาน	45



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการนำหุ่นยนต์เข้ามาใช้งานในอุตสาหกรรมได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ เนื่องจากหุ่นยนต์มีขอบเขตการทำงานมากกว่าที่มนุษย์จะสามารถทำได้ในหลายๆด้าน เช่นทำงานในบริเวณเสี่ยงอันตราย ในที่อับ หรือบริเวณเสี่ยงดังสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ทำงานที่มีความละเอียดได้ดี ซึ่งช่วยเพิ่มผลผลิตและประสิทธิภาพ รวมถึงคุณภาพความเที่ยงตรงและความแน่นอนของผลผลิต โดยหุ่นยนต์ที่ใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบัน มีหลากหลายรูปแบบตามลักษณะการทำงาน ใช้ตัวควบคุมแตกต่างกันตามความเหมาะสมของลักษณะการทำงาน

ปฏิญานิทรรศน์จึงนำเสนอการออกแบบหุ่นยนต์หีบจับชิ้นงานขนาดเล็ก ทำงานด้วยระบบลมอัดหรือเรียกอีกอย่างว่าระบบนิวเมติกส์ซึ่งเป็นระบบที่นิยมนำมาใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมในปัจจุบัน เนื่องจากโครงสร้างการทำงานของระบบนิวเมติกส์นับเป็นโครงสร้างที่ง่าย มีความปลอดภัยในการทำงานสูง เพราะมีอุณหภูมิในการทำงานต่ำ อุปกรณ์ราคาถูกกว่าระบบอื่นๆ มีการบำรุงรักษาและ ควบคุมง่าย โดยที่การทำงานของหุ่นยนต์หีบจับชิ้นงานขนาดเล็กที่นำเสนอในปฏิญานิทรรศน์ฉบับนี้จะควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วย PLC ซึ่งเป็นตัวควบคุมที่ใช้งานได้ง่ายไม่ยุ่งยากซับซ้อน ปรับแก้ได้ง่าย เหมาะที่จะนำมาควบคุมระบบนิวเมติกส์ซึ่งลักษณะการทำงานไม่ได้ต้องการความละเอียดมากนัก โดยใช้ควบคุมเปิดปิดวาล์วลม ณ ตำแหน่งต่างๆและทำงานสัมพันธ์ร่วมกับ ลิมิทสวิตช์ (limit switch) , สวิตช์แม่เหล็ก (reed switch) , เซนเซอร์ (sensor) เป็นตัวตรวจสอบตำแหน่งของกระบอกสูบเพื่อควบคุมให้กระบอกสูบแต่ละตัวชักเข้าออกตามต้องการ ซึ่งกระบอกสูบแต่ละตัวจะชักเข้าออกตามลำดับขั้นตอนตามที่โปรแกรมไว้ด้วยPLC โดยจะมีการเคลื่อนที่เพียง 2 แกนนั่นคือ เคลื่อนที่ในแนวตั้งขึ้นและลงเพื่อไปจับชิ้นงานแล้วยกขึ้น และเคลื่อนที่ตามแนวระนาบเพื่อเคลื่อนชิ้นงานไปวาง ณ ตำแหน่งที่ต้องการ หุ่นยนต์จับชิ้นงานนี้เป็นหุ่นยนต์ที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงในโรงงานอุตสาหกรรม เพื่อจับวางชิ้นงานในสายการผลิตหรือการขนส่งเพื่อช่วยในการประหยัดเวลาและแรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 จุดมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1. ศึกษาการออกแบบระบบควบคุมโดยใช้ตัวควบคุม PLC ให้ได้ตามวัตถุประสงค์
2. ศึกษาการออกแบบระบบนิวเมติกส์ เพื่อให้ทำงานได้ตามต้องการ
3. ศึกษาการออกแบบโครงสร้าง Mechanic ให้เหมาะสมกับงาน

1.3 ขอบเขตและขั้นตอนการวิจัย

1. ศึกษาและพัฒนาออกแบบโครงสร้างของแขนกลจับชิ้นงาน
2. ออกแบบระบบนิวเมติกส์ซึ่งควบคุมด้วยPLC ออกแบบขั้นตอนการทำงาน กำหนดอินพุตเอาต์พุต
3. เขียนโปรแกรมPLCเพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของแขนกล
4. ทดลองทำงานจริง ปรับปรุงแก้ไข และสรุปผล

1.4 รายละเอียดของปฏิญานิพนธ์

ในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้จะแบ่งออกเป็น 6 บท โดยมีรายละเอียดของแต่ละบทดังนี้

บทที่ 1 เป็นการกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของหัวข้อวิจัย ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ในการศึกษาและวิจัย ขอบเขตและขั้นตอนการวิจัย พร้อมทั้งรายละเอียดของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบท

บทที่ 2 เป็นการกล่าวถึงรายละเอียดโครงสร้างและความรู้เบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์

บทที่ 3 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐาน รายละเอียดการควบคุมและการใช้งาน PLC

บทที่ 4 กล่าวถึงการออกแบบ โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ และการออกแบบ โปรแกรมควบคุม PLC โดยรวมทั้งหมด

บทที่ 5 กล่าวถึงการทดลองการใช้จริง โดยจะตรวจสอบเวลาในการทำงานครบ 1 รอบ และทดสอบประสิทธิภาพการทำงานเมื่อให้หุ่นยนต์ทำงาน ไปเรื่อยๆ เป็นเวลานาน

บทที่ 6 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการพัฒนา

ส่วนท้ายสุดของวิทยานิพนธ์เป็นภาคผนวกซึ่งจะแสดงถึงรายละเอียดของอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง แนวคิดในการพัฒนา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ระบบนิวเมติกส์

นับเป็นเวลานานมาแล้วที่มนุษย์รู้จักการนำเอาลมอัดมาใช้งานให้เป็นประโยชน์ โดยที่ใช้แรงดันนี้มาดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ในกระบอกสูบได้ ผลออกมาจะได้กำลังงานจากลูกสูบมากขึ้น หลักการนี้ได้มาจากการนำเอาความคิดจากการใช้ไม้ไผ่สำหรับเป่าลูกดอกเพื่อการล่าสัตว์ การต่อสู้ป้องกันตัว ในปัจจุบันได้พัฒนานำลมอัดมาใช้ในงานด้านอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก เช่นเครื่องจักรในการประกอบในงานอุตสาหกรรม เครื่องจักรในการบรรจุหีบห่อ เครื่องจักรผลิตอาหาร เครื่องจักรงานไม้ เครื่องจักรในการขนย้ายวัสดุ เครื่องพิมพ์ และเครื่องจักรอื่น ๆ อีกมากมาย

เหตุผลที่มีการนำเอาลมอัดมาใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เป็นระบบอัตโนมัติ เนื่องจากการประหยัดแรงงาน โครงสร้างของอุปกรณ์บังคับลมอัดเป็นแบบง่าย ๆ มีความปลอดภัยในการทำงานสูง เพราะอุณหภูมิในการทำงานต่ำ เครื่องจักรที่ใช้พลังงานลมอัดจะมีราคาถูกกว่าระบบอื่น ๆ มีการบำรุงรักษาและควบคุมง่าย นอกจากนี้ระบบลมอัดยังง่ายต่อการดัดแปลง เช่นสามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าในการบังคับจากระยะห่างได้ เป็นที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัย ในปัจจุบันระบบลมอัดที่ได้พัฒนามาใช้งานอุตสาหกรรมจึงได้ผลเป็นอย่างมาก ส่วนมากจะเรียกระบบลมอัดนี้ว่า ระบบนิวเมติกส์

สาเหตุสำคัญที่มีการนำเอาระบบนิวเมติกส์มาใช้งานอุตสาหกรรมเนื่องมาจาก

1. ระบบนิวเมติกส์ที่ใช้งานทั่วไปไม่มีการระเบิดหรือลุกไหม้เป็นเปลวไฟ จึงประหยัดค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัย
2. ความเร็วของเครื่องมือที่ใช้ระบบนิวเมติกส์ให้ความเร็วในการทำงานสูง 1 ถึง 2 เมตรต่อวินาที แต่ถ้าต้องการความเร็วสูงขึ้นมากกว่านี้ จะต้องใช้กระบอกสูบชนิดพิเศษ ซึ่งมีความเร็วถึง 10 เมตรต่อวินาที
3. ระบบนิวเมติกส์เมื่อใช้งานแล้วระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศเลยไม่ต้องเดินท่อทางนำกลับมาใช้อีกทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย
4. ระบบนิวเมติกส์สามารถนำลมที่อัดตัวแล้วไว้ในถังและนำไปใช้งานได้เลย
5. อุปกรณ์ใช้งานในระบบนิวเมติกส์มีความปลอดภัยถ้าใช้งานเกินกำลัง
6. ระบบนิวเมติกส์สามารถปรับความเร็วในการทำงานได้โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว และสามารถทำให้รอบในการทำงานถึง 800 รอบต่อนาที
7. สามารถปรับความดันลมอัดให้มีค่ามากน้อยได้ตามต้องการ โดยใช้อุปกรณ์ควบคุมความดัน
8. ความสะอาดของระบบนิวเมติกส์ดีมาก เพราะมีชุดปรับคุณภาพลมก่อนนำไปใช้งาน
9. ระยะเวลาของก้านสูบสามารถปรับแต่งระยะชักให้สั้นหรือยาวได้ตามต้องการ
10. สามารถทำงานได้ที่ระดับความแตกต่างของอุณหภูมิสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นได้ว่าระบบนิวเมติกส์มีข้อดีอยู่หลายประการ แต่ในขณะเดียวกัน ระบบนิวเมติกส์ก็มีข้อเสียอยู่ดังนี้

1. ในโรงงานอุตสาหกรรมบางครั้งมีการเพิ่มอุปกรณ์นิวเมติกส์เข้ามาในวงจรโดยไม่คำนึงถึงความสามารถของเครื่องอัดลม ซึ่งอาจจะทำให้เครื่องจักรทำงานคลาดเคลื่อนได้ และในบางครั้งถ้ากระบอกลอยอยู่ห่างจากอุปกรณ์ควบคุมเกินกว่า 5 เมตร จะทำให้เกิดปัญหาในการทำงานของกระบอกลอย
2. ลมที่ได้มาจากลมอัดในระบบนิวเมติกส์จะมีความชื้นปนอยู่ และเมื่อความดันลดลงจะทำให้เกิดหยดน้ำขึ้นได้
3. การทำงานของระบบนิวเมติกส์มักจะมีเสียงดังเพราะจะต้องมีการระบายลมทิ้งเนื่องจากลมที่ทิ้งปล่อยออกสู่บรรยากาศ จึงจำเป็นต้องมีท่อเก็บเสียง
4. ความดันของลมอัดในระบบนิวเมติกส์จะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงความดันก็จะสูง และถ้าอุณหภูมิต่ำความดันก็จะต่ำลงด้วย
5. ถ้าต้องการแรงในการทำงานมาก เส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกลอยจะต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางโตขึ้นเพื่อที่จะให้ได้แรงตามต้องการ ซึ่งกระบอกลอยในระบบนิวเมติกส์จะมีขีดจำกัดอยู่

2.1 คุณสมบัติของนิวเมติกส์เมื่อเปรียบเทียบกับไฮดรอลิก

เนื่องจากระบบนิวเมติกส์และระบบไฮดรอลิกมีความสัมพันธ์ซึ่งเป็นลักษณะของพลังงานของไหลเหมือนกัน เมื่อนำเอาระบบนิวเมติกส์เปรียบเทียบกับระบบไฮดรอลิกมีข้อแตกต่างกันดังนี้

1. ความดันที่ใช้งานของลมอัดในระบบนิวเมติกส์มีค่าอยู่ระหว่าง 6 ถึง 7 บาร์ แต่ถ้าต้องการความดันใช้งานสูงกว่านี้ก็ได้แต่ไม่เกิน 10 บาร์ ซึ่งน้อยกว่าความดันใช้งานของระบบไฮดรอลิกมาก จึงเหมาะกับการใช้งานเบา ๆ เท่านั้น
2. ลมอัดมีการยุบตัวมากกว่าน้ำมันในระบบไฮดรอลิก ดังนั้นเมื่อมีการหยุดค้าง ตำแหน่งในระหว่างระยะชักจึงไม่ดีเท่าที่ควร
3. ความต้านทานการไหลของลมอัดในท่อทางส่งมีค่าน้อยกว่าความต้านทานในการไหลของน้ำมันในระบบไฮดรอลิก จึงสามารถเคลื่อนที่ได้เร็วกว่า
4. ระบบนิวเมติกส์มีความสะอาดมากกว่าระบบไฮดรอลิกมาก เพราะระบบไฮดรอลิกมีการรั่วไหลของน้ำมันเกิดขึ้น และอาจเกิดอันตรายจากการติดไฟของน้ำมันได้
5. โดยทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรมมักจะใช้ลมอัดในงานประเภทอื่นอยู่แล้ว ดังนั้นจึงเป็นการสะดวกที่จะนำเอาระบบนิวเมติกส์มาใช้ ซึ่งค่าใช้จ่ายในการเดินท่อทางส่งลมอัดมีราคาถูกกว่า ถ้าต้องการจะนำเอาระบบไฮดรอลิกมาใช้ในโรงงาน จะต้องหาปั๊มไฮดรอลิกมาใช้งาน แต่ค่าใช้จ่ายในการเดินท่อทางส่งน้ำมันไฮดรอลิกมีราคาสูงมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ระบบนิวเมติกส์สามารถใช้งานในขณะที่อุณหภูมิของลมอัดสูงได้ถึง 160°C โดยขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งานและอุปกรณ์ทำงาน ส่วนในระบบไฮดรอลิกน้ำมันที่ใช้ในการส่งถ่ายกำลังจะมีอุณหภูมิสูงไม่เกิน 70°C

2.2 การเปรียบเทียบระบบนิวเมติกส์กับระบบการทำงานอื่น ๆ

เนื่องจากในงานอุตสาหกรรม การบังคับการทำงานด้วยระบบกลไก ระบบไฟฟ้า ระบบอิเล็กทรอนิกส์ ระบบไฮดรอลิก และระบบนิวเมติกส์ ซึ่งแต่ละระบบก็มีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันไปดังรายละเอียดในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบการบังคับการทำงานด้วยระบบต่าง ๆ

รายละเอียดของระบบ	บังคับการทำงานด้วยระบบ			
	กลไก	ไฟฟ้า/ อิเล็กทรอนิกส์	ไฮดรอลิก	นิวเมติกส์
โครงสร้าง	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ค่อนข้างซับซ้อน	ง่าย
ความสามารถ	ดีมาก	ดีมาก	ดี	ดีแต่ต้องระวัง
เคลื่อนที่เป็นเส้นตรง	ง่าย	ง่าย	ยาก	ง่าย
เคลื่อนที่แบบหมุน	ง่าย	ง่าย	ค่อนข้างยาก	ค่อนข้างยาก
กำลังขับ	น้อย-มาก	น้อย-มาก	กลาง-มากกว่า	น้อย-กลาง
การปรับกำลังขับ	ยาก	ยาก	ง่าย	ง่าย
การบำรุงรักษา	ง่าย	ต้องใช้เทคโนโลยี	ค่อนข้างง่าย	ง่าย
ความเร็วคงที่	ดีมาก	ดี	ดี	ไม่คงที่ ความดันต่ำ
การรับภาระเกินกำหนด (Overload)	ค่อนข้างยาก	ยาก	ค่อนข้างยาก	ง่าย
การเลือกรูปแบบการติดตั้ง	น้อย	กลาง	มาก	มากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 (ต่อ) เปรียบเทียบการบังคับการทำงานด้วยระบบต่าง ๆ

รายละเอียดของระบบ	บังคับการทำงานด้วยระบบ			
	กลไก	ไฟฟ้า/ อิเล็กทรอนิกส์	ไฮดรอลิก	นิวเมติกส์
การใช้อุปกรณ์ช่วยทำงานเมื่อกระแสไฟฟ้า	ค่อนข้างจะ เป็นไปได้	ยาก	เป็นไปได้	เป็นไปได้
การส่งสัญญาณ	ยาก	ง่ายกว่า	ค่อนข้างยาก	ง่าย
การป้องกันการติดไฟ	ดี	ต้องใช้ อุปกรณ์ช่วย	ดี	ดีมาก
ความรู้สึกรวดต้อความขึ้น	น้อย	มาก	น้อย	ระบายนอก
ความรู้สึกรวดต้ออุณหภูมิ	น้อย	มาก	กลาง	น้อย
การคำนวณความเร็ว	สูง	สูงมาก	กลาง	กลาง
การคำนวณการบังคับ	อะนาลอก	ดิจิทัล	อะนาลอก	ดิจิทัล
ข้อเสียเมื่อเกิดการสั้น	ปกติ	มีผลเสีย	ปกติ	ปกติ

2.3 กฎเบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์

ในระบบนิวเมติกส์ที่กล่าวถึงนี้จะมีความสัมพันธ์กันอยู่ระหว่าง แรง อุณหภูมิ ความดันและปริมาตร ดังนั้นกฎเบื้องต้นของนิวเมติกส์จึงได้แก่ กฎการถ่ายความดันของปาสคาล (Pascal's Law) กฎปริมาตรและกฎความดันของบอยล์ (Boyle's Law)

ความดัน ความดันบรรยากาศในแต่ละแห่งของพื้นผิวโลก มีค่าแตกต่างกันตามสภาพของระดับความสูง และสภาพภูมิอากาศ แต่ปกติทั่วไปถือว่าความดันที่ระดับน้ำทะเลเป็นความดันบรรยากาศ การหาค่าความดันบรรยากาศเราสามารถหาได้จากเครื่องมือหลายชนิด เช่น เกจวัดความดัน บาโรมิเตอร์ หรือ แมนโนมิเตอร์

หน่วยวัดความดันในทางเทคนิคโดยทั่วไปคือ กิโลปอนด์/ตารางเซนติเมตร (kp/cm²) หรือวัดเป็นบรรยากาศทางเทคนิค (at)

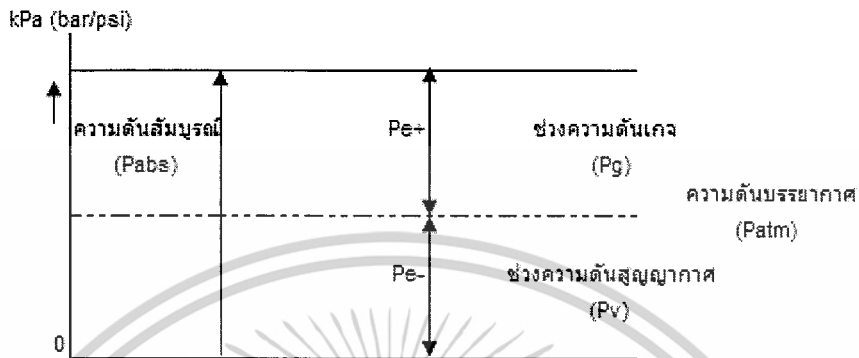
$$1 \text{ at} = 1 \text{ kp/cm}^2 = 10 \text{ m ความสูงของน้ำ}$$

แต่หน่วยความดันที่นิยมใช้ในระบบ SI มีหน่วยดังนี้

$$1 \text{ Pa (ปาสคาล)} = 1 \text{ N/m}^2 = 10^5 \text{ bar}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากความสูงของระดับพื้นโลกในแต่ละท้องถิ่นที่มีค่าไม่เท่ากัน หากวัดความดันจาก 0 at ไปจนถึงระดับความดันบรรยากาศ เรียกว่าความดันสูญญากาศ (vacuum) และถ้าเหนือความดันบรรยากาศนี้ขึ้นไปเรียกว่าความดันเกจ (gauge pressure)



รูปที่ 2.1 การอ่านค่าระดับความดันต่าง ๆ

ในกรณีที่ความดันที่อ่านจากเครื่องมือวัดสูญญากาศมีค่าบวก

$$\text{ความดันสัมบูรณ์} = \text{ความดันบรรยากาศ} + \text{ความดันเกจ} \quad (2.1)$$

และถ้ากรณีที่ความดันที่อ่านจากเครื่องมือวัดสูญญากาศมีค่าเป็นลบ

$$\text{ความดันสัมบูรณ์} = \text{ความดันบรรยากาศ} - \text{ความดันเกจ} \quad (2.2)$$

โดยที่ ความดันสัมบูรณ์ คือความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่สูญญากาศสัมบูรณ์ ใช้ตัวย่อ P_{abs}

ความดันบรรยากาศ คือความดันที่บรรยากาศมีค่า 1.013 บาร์ (ระบบ SI) 1.033 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (ระบบเมตริก) และ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (ระบบอังกฤษ) ใช้ตัวย่อ P_{atm}

ความดันเกจ คือค่าความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่ความดันบรรยากาศ ใช้ตัวย่อ P_g

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบหน่วยวัดค่าความดัน

Pa	bar	kgf/cm ²	atm	mm : H ₂ O	mm : Hg
1	1.000×10^{-5}	1.020×10^{-5}	9.869×10^{-6}	1.020×10^{-1}	7.501×10^{-3}
1.000×10^5	1	1.020×10^0	9.869×10^{-1}	1.020×10^4	7.501×10^2
9.807×10^4	9.807×10^{-4}	1	9.678×10	1.000×10^4	7.356×10^2
1.013×10^5	1.013×10^0	1.033×10^0	1	1.033×10^4	7.600×10^2
9.808×10^0	9.807×10^5	1.000×10^4	9.678×10^{-5}	1	7.356×10^{-2}
1.332×10^2	1.332×10^5	1.360×10^3	1.316×10^3	1.360×10	1

หมายเหตุ หน่วยวัดค่าความดันจะมีค่าเป็นแรงต่อพื้นที่เสมอ นั่นหมายความว่าให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการคำนวณ ไม่ว่าจะเป็นใด ๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความชื้น คือจำนวนปริมาณของน้ำที่มีปะปนอยู่ในอากาศ จะสามารถรวมตัวและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาวะของอากาศในขณะนั้น ๆ ค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลงและความชื้นจะลดลงเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{ค่าความชื้นที่วัดได้}}{\text{ค่าความชื้นสัมบูรณ์}} \quad (2.3)$$

โดยที่ค่าความชื้นที่วัดได้ คือการกลายเป็นไอของน้ำในปริมาตรและอุณหภูมิขณะนั้น มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค่าความชื้นสัมบูรณ์ คือการกลายเป็นไอน้ำที่อากาศสามารถรับไว้ได้จนถึงจุดอิ่มตัว มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

อุณหภูมิ เป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงความร้อนของสารตัวกลางที่สภาวะต่าง ๆ หน่วยของอุณหภูมิต่าง ๆ ใช้กันทั่วไปคือ ในระบบ SI อุณหภูมิสัมบูรณ์มีหน่วยเป็นองศาเคลวิน (Kelvin ; K)

$$K = \square C + 273 \quad (2.4)$$

แรง จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันจะให้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$\text{แรง} \propto (\text{มวลสาร}) \times (\text{ความเร็ว})$$

$$\text{แรง} = (\text{ค่าคงที่}) \times (\text{มวลสาร}) \times (\text{ความเร็ว})$$

ในระบบ SI ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 1

$$\text{แรง} = (\text{มวลสาร}) \times (\text{ความเร็ว})$$

ในระบบ SI หน่วยของแรงมีหน่วยเป็นนิวตัน ใช้ตัวย่อ N

$$1 \text{ N} = \text{kg} \cdot \text{m} / \text{sec}^2$$

ในการคำนวณทางเทคนิคใช้ค่าประมาณ $1 \text{ kp} = 10 \text{ N}$

ตารางที่ 2.3 หน่วยต่างๆ ในระบบนิวเมติกส์

หน่วย	สัญลักษณ์	หน่วยทางเทคนิค	หน่วยทาง SI
แรง	F	kp	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m} / \text{s}^2$
พื้นที่	A	m^2	m^2
ปริมาตร	V	m^3	m^3
อัตราการไหล	Q	m^3 / s	m^3 / s
ความดัน	P	kp / cm^2	Pa (Pascal) $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} = 10^5 \text{ bar}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบนิวเมติกส์ในงานอุตสาหกรรม

ปัจจุบันระบบนิวเมติกส์ถูกนำมาใช้ในงานอุตสาหกรรมอย่างแพร่หลาย ซึ่งหลักการของระบบนิวเมติกส์คือ การนำอากาศมาอัดให้มีความดันสูงด้วยเครื่องอัดอากาศ (Compressor) แล้วนำลมอัดที่ได้มาเก็บไว้ที่ถังเก็บลมอัด (Reservoir) โดยลมอัดที่ได้จะมีความดันลมอัดที่สูงและมีละอองน้ำ ตลอดจนสิ่งสกปรกปนเปื้อนมากับลมอัด จึงต้องผ่านชุดควบคุมคุณภาพลมอัด (Service Unit) สุดท้ายก็จะนำลมอัดที่สะอาดไปใช้ในระบบนิวเมติกส์ต่อไป



รูปที่ 2.2 แสดงระบบนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์สามารถแบ่งออกตามลักษณะการทำงานดังนี้

1. เครื่องอัดอากาศ (Compressor) จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกลที่ใช้ในระบบนิวเมติกส์
2. เครื่องระบายความร้อน (Heat Exchanger) ลมอัดที่มาจากเครื่องอัดอากาศจะมีความดันสูง และมีปริมาณน้ำเป็นจำนวนมาก จึงต้องมีการระบายความร้อนและดักน้ำออกส่วนหนึ่งก่อน
3. เครื่องกรองลมอัด (Main Air Filter) จะทำหน้าที่กรองลมอัดที่มีความชื้น ฝุ่นละออง และน้ำที่ปะปนมาให้สะอาดก่อนนำไปใช้งาน
4. ถังเก็บลมอัด (Reservoir) มีหน้าที่เก็บปริมาณลมอัดให้เพียงพอกับปริมาณใช้งาน และจ่ายลมอัดไปใช้งานด้วยความดันสม่ำเสมอ
5. เครื่องกำจัดความชื้น (Air Dryer) ลมอัดที่มีความชื้นปะปนมาด้วย จึงต้องกำจัดความชื้นโดยทำให้ลมอัดมีอุณหภูมิลมอัดต่ำลง
6. ชุดควบคุมคุณภาพลมอัด (Service Unit) ชุดควบคุมคุณภาพลมอัดนี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 3 ชนิด ดังนี้

6.1 ชุดกรองอากาศ (Filter) จะทำหน้าที่กรองลมอัดที่มีฝุ่นละออง น้ำ และน้ำมันที่ปนมากับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.2 ชุดควบคุมความดัน (Regulator) เนื่องจากลมอัดที่ไหลเข้ามามีความดันสูงจึงต้องปรับความดันลมอัดด้านใช้งานให้คงที่ และเหมาะสมกับอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์

6.3 ชุดน้ำมันหล่อลื่น (Lubricator) จะทำหน้าที่เป็นตัวจ่ายสารน้ำมันหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์นิวเมติกส์เพื่อลดการสึกหรอ และความฝืดของอุปกรณ์ต่าง ๆ

7. อุปกรณ์เก็บเสียง (Air Silencer) จะทำหน้าที่เก็บเสียงลมอัดก่อนที่จะระบายสู่บรรยากาศ เพื่อไม่ให้เกิดเสียงดัง

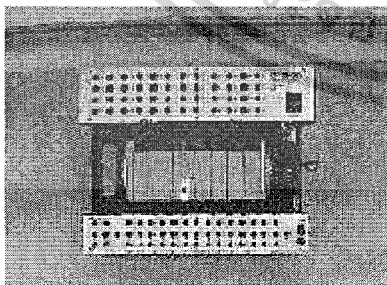
8. วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve) จะทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทาง การไหลของลมเป็นการควบคุมลูกสูบให้ทำงานเคลื่อนที่เข้า-ออก หรือให้ค้างตำแหน่งการทำงาน

9. วาล์วควบคุมความเร็ว (Flow Control Valve) จะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของลม โดยสามารถปรับให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า-ออก โดยให้ช้าหรือเร็วได้

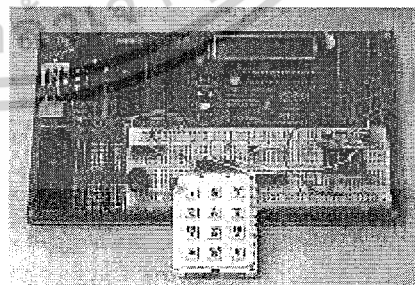
10. กระบอกลูกสูบ (Pneumatic cylinder) กระบอกลูกสูบจะเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยจะเปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล กระบอกลูกสูบที่ใช้ในงานอุตสาหกรรมจะมีอยู่ 2 ชนิดคือ กระบอกลูกสูบทางเดียว (Single Acting Cylinder) และกระบอกลูกสูบสองทาง (Double Acting Cylinder)

2.5 การควบคุมระบบนิวเมติกส์

ปัจจุบันระบบนิวเมติกส์ถูกพัฒนาไปอย่างรวดเร็วเพื่อให้ทันกับเทคโนโลยีที่ทันสมัย จึงได้มีการควบคุมระบบนิวเมติกส์เพื่อให้ทำงานถูกต้องและรวดเร็วยิ่งขึ้น โดยแบ่งวงจรควบคุมออกเป็น 2 ชนิดคือ วงจรกำลัง (Circuit Power) และวงจรควบคุม (Circuit Control) โดยวงจรกำลังจะอาศัยลมอัดเป็นตัวกลางในการส่งกำลังเพื่อควบคุมวงจรการทำงาน ส่วนวงจรควบคุมจะใช้ตัวควบคุมได้หลายอย่าง เช่น ระบบไฟฟ้า PLC และ Microcontroller เป็นต้น



PLC



Microcontroller

รูปที่ 2.3 แสดงอุปกรณ์ควบคุมระบบนิวเมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

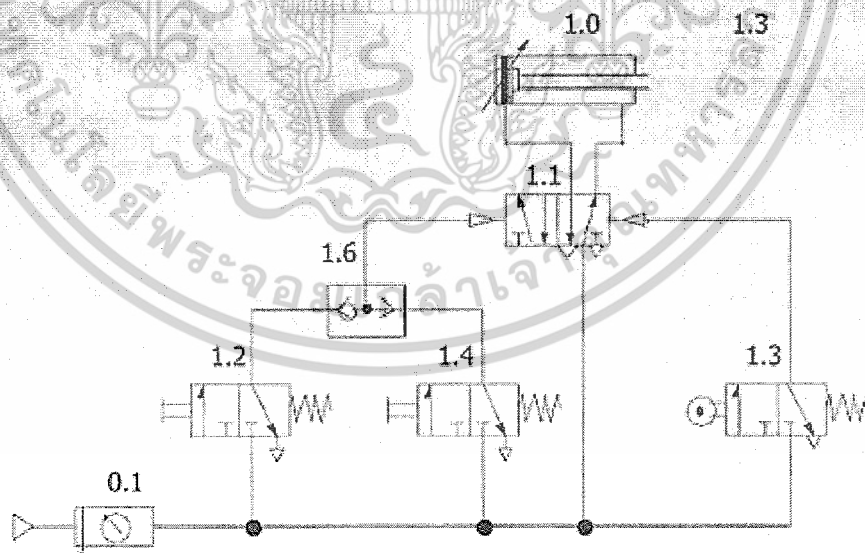
การควบคุมระบบนิวเมติกส์สามารถแบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้ดังนี้

- การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยลม
- การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยไฟฟ้า
- การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยโปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC)
- การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

2.5.1 การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยลม

ระบบนิวเมติกส์ทุกระบบจะต้องใช้ลมอัดเป็นตัวกลางในการส่งกำลัง การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยลมระบบนี้ก็เช่นกัน การทำงานจะประกอบด้วยแหล่งจ่ายลม อุปกรณ์ให้สัญญาณ อุปกรณ์ควบคุมความเร็ว และอุปกรณ์ทำงาน แต่การทำงานในระบบนิวเมติกส์เมื่อใช้กระบอกสูบ 2 กระบอกสูบขึ้นไป การทำงานของวงจรอาจเกิดสัญญาณลมต้านจากการออกแบบระบบการทำงาน การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยลมที่เกิดสัญญาณลมต้านสามารถแก้ปัญหาได้ดังนี้

- ใช้วาล์วลูกกลิ้งทางเดียว (Roller Trip)
- ใช้วาล์วให้ลมผ่านชั่วคราว (One Short Valve)
- ใช้วิธีแบ่งกลุ่มลมแบบคาสเคด (Cascade Control)
- ใช้วิธีแบ่งกลุ่มลมแบบชิฟต์รีจิสเตอร์ (Shift Register Control)



รูปที่ 2.4 แสดงวงจรควบคุมนิวเมติกส์ด้วยลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

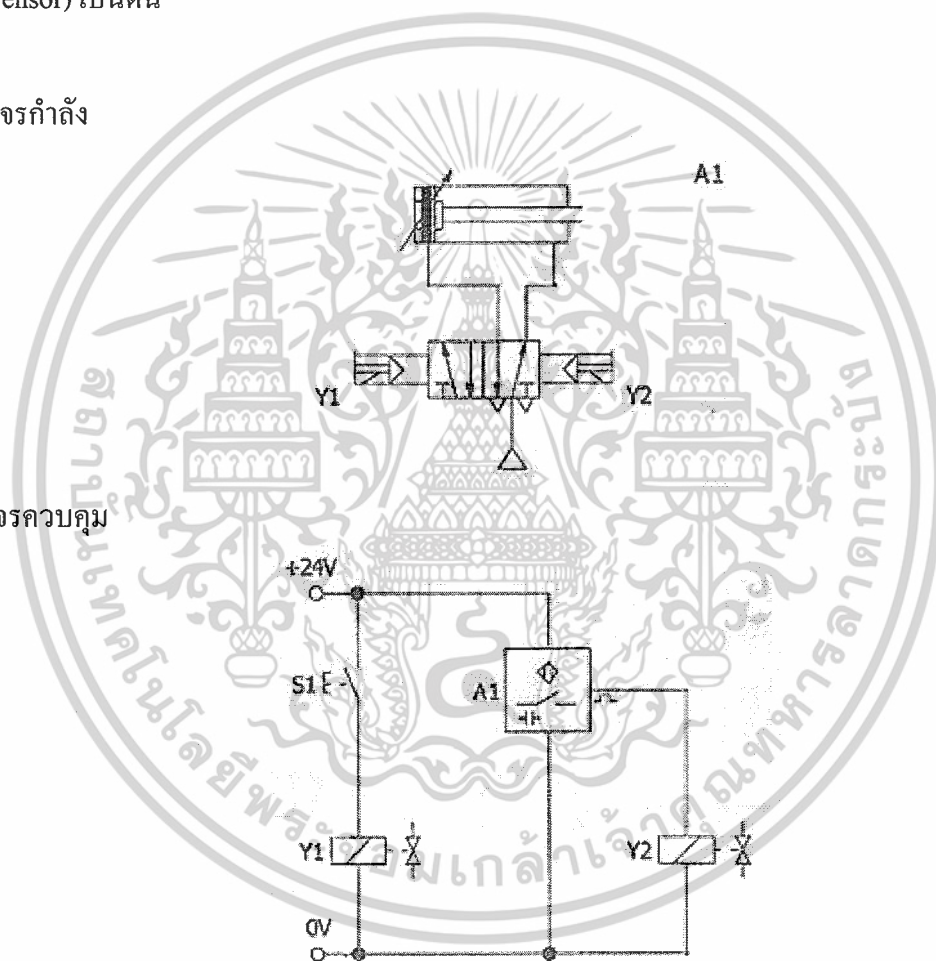
2.5.2 การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยไฟฟ้า

การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วยไฟฟ้าจะแบ่งวงจรควบคุมออกเป็น 2 ชนิดคือ

- วงจรกำลัง (Circuit Power) เป็นวงจรควบคุมการทำงานของระบบนิวเมติกส์ ประกอบไปด้วย แหล่งจ่ายลม (Power Source) ชุดควบคุมคุณภาพลมอัด (Service Unit) โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) ลูกสูบ (Cylinder) เป็นต้น
- วงจรควบคุม (Circuit Control) เป็นวงจรควบคุมการทำงานของระบบนิวเมติกส์ด้วยไฟฟ้า ประกอบไปด้วย สวิตช์ปุ่มกด (Pushbutton Switch) รีเลย์ (Relay) ตัวตั้งเวลา (Timer) ตัวนับเวลา (Counter) เซ็นเซอร์ (Sensor) เป็นต้น

วงจรกำลัง

วงจรควบคุม



รูปที่ 2.5 แสดงวงจรควบคุมนิวเมติกส์ด้วยไฟฟ้า

2.5.3 การควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วย PLC

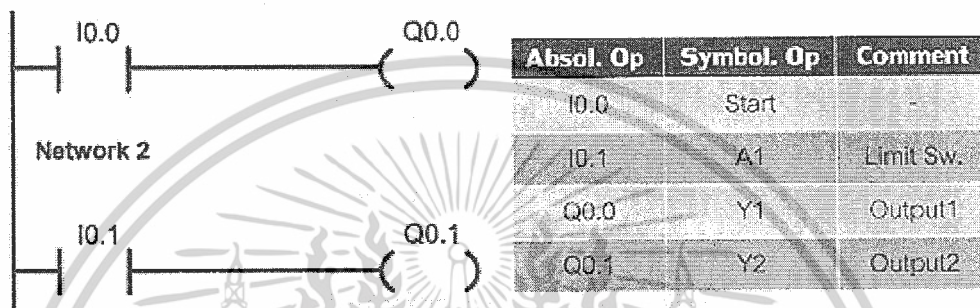
การใช้ PLC ควบคุมเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีความสะดวกมากในปัจจุบัน เพราะในตัวของ PLC นั้น จะมีอินพุตและเอาต์พุตพอร์ตตลอดจนอุปกรณ์ควบคุมภายใน เช่น รีเลย์ ตัวตั้งเวลา และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวนับเวลา จะเป็นอุปกรณ์ที่อยู่ในซอฟต์แวร์ (Software) ทำให้การเรียกใช้หรือแก้ไขสะดวกรวดเร็ว และลดค่าใช้จ่ายลงอีกด้วย ปัจจุบันภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC สามารถแบ่งออกเป็น 3 ภาษา ดังนี้

- ภาษาบูลีน (STL : Instruction List Boolean Logic Element)
- ภาษาแลดเดอร์ (Ladder Diagram)
- ภาษาบล็อก (Function Chart)

Ladder Diagram



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรควบคุมนิวมติคส์ด้วย PLC

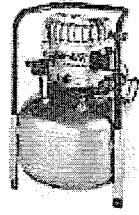
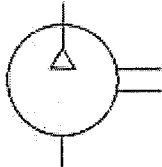

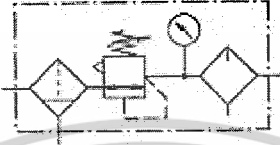
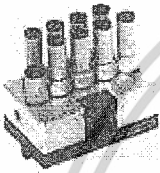
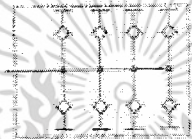

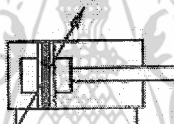

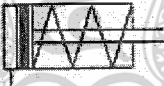
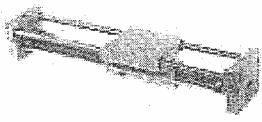
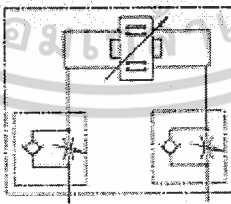
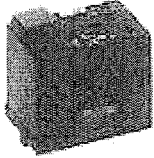
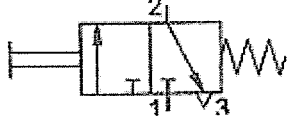
2.5.4 การควบคุมระบบนิวมติคส์ด้วย Microcontroller

การใช้ Microcontroller ควบคุมระบบนิวมติคส์ในปัจจุบันยังไม่นิยมมากนัก (แต่นิยมใช้ควบคุมเครื่องจักร และระบบการผลิตในอุตสาหกรรม) เพราะจะต้องศึกษาหลายอย่าง และรู้เรื่องเกี่ยวกับขบวนการอย่างแท้จริง เช่น สถาปัตยกรรมของ Microcontroller ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำอินพุตเอาต์พุต โปรแกรม วงจรอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น ซึ่ง Microcontroller จะมีอุปกรณ์ภายใน เช่น Timer และ Counter อยู่และสามารถขยาย Output ได้ Microcontroller ที่ใช้ในปัจจุบันมีหลายค่าย เช่น Intel, Phillips, Siemens เป็นต้น ปัจจุบันภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม Microcontroller มีอยู่หลายภาษา เช่น ภาษาเบสิก ภาษาแอสเซมบลี และภาษาซี


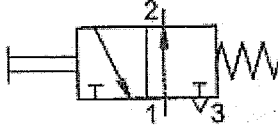
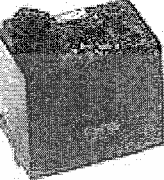
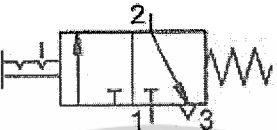


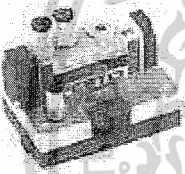



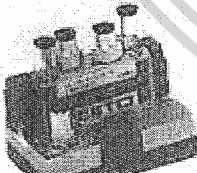
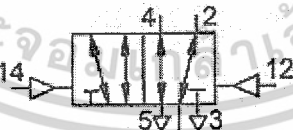
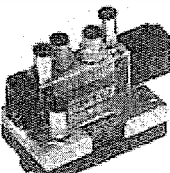
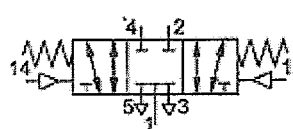
2.6 สัญลักษณ์ในระบบนิวมติคส์

อุปกรณ์ในระบบนิวมติคส์มีหลากหลายชนิดขึ้นอยู่กับลักษณะการใช้งาน ดังนั้นจึงมีการกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นตามมาตรฐาน DIN (24300) เพื่อให้ง่ายและสะดวกแก่ผู้ใช้ตลอดจนแก้ไข หรือดัดแปลงวงจรนิวมติคส์ โดยกำหนดสัญลักษณ์ดังต่อไปนี้

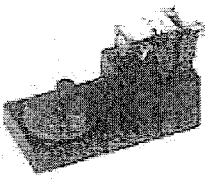
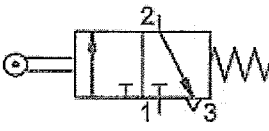
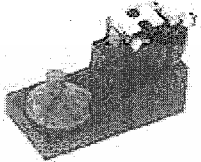
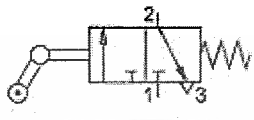
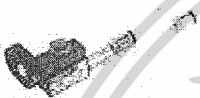
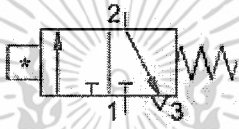




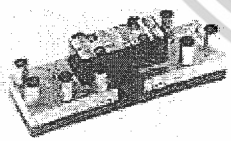
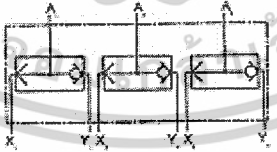
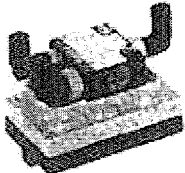
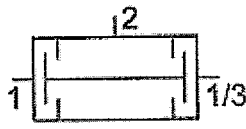
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	สัญลักษณ์	ความหมาย
		เครื่องอัดอากาศ (Compressor)
		ชุดควบคุมคุณภาพลมอัด (Service Unit)
		อุปกรณ์จ่ายลม (Manifold)
		กระบอกสูบทำงานสองทาง แบบกันกระแทกปรับได้ 2 ทาง (Double acting cylinder with adjustable cushioning in both directions)
		กระบอกสูบทางเดียว (Single acting cylinder)
		กระบอกสูบสองทาง แบบลูกสูบเคลื่อนที่ (Double rod cylinder)
		วาล์ว 3/2 แบบปุ่มกด ปกติปิด (3/2 way valve with pushbutton actuation, normally closed)

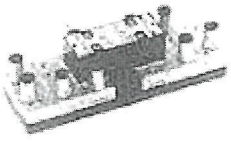
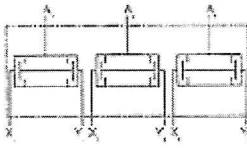

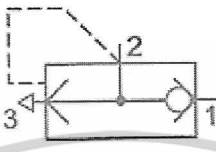
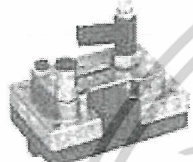

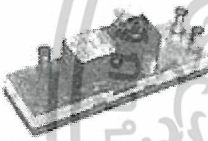
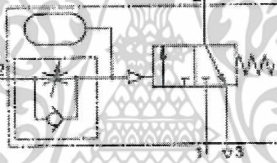

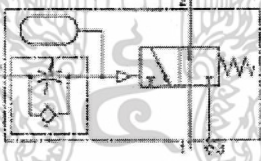
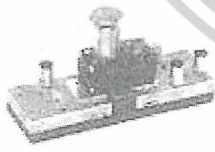
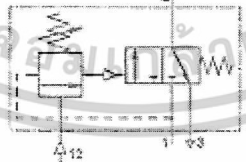
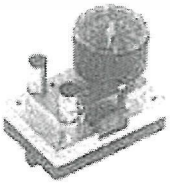

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	สัญลักษณ์	ความหมาย
		วาล์ว 3/2 แบบปุ่มกด ปกติเปิด (3/2 way valve with pushbutton actuation, normally open)
		วาล์ว 3/2 แบบเลือก หรือค้ำ ตำแหน่ง ปกติปิด (3/2 way valve with selector actuation, normally closed)
		วาล์ว 5/2 แบบเลือก หรือค้ำ ตำแหน่ง (5/2 way valve with selector switch)
		วาล์ว 3/2 แบบเลื่อนด้วยลม ด้านเดียว (3/2 way pneumatic valve, one side convertible)
		วาล์ว 5/2 แบบเลื่อนด้วยลม ด้านเดียว (5/2 way pneumatic valve, one side convertible)
		วาล์ว 5/2 แบบเลื่อนด้วยลม สองด้าน (5/2 way double pilot valve, both sides)
		วาล์ว 5/3 ตำแหน่งกลางปิด (5/3 way valve mid-position closed)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้ **ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์** ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

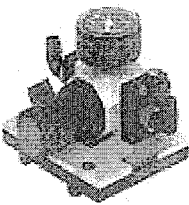
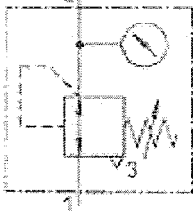
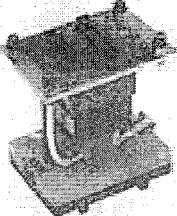
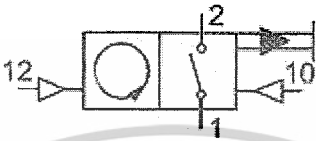
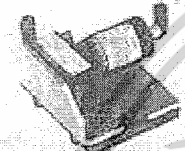
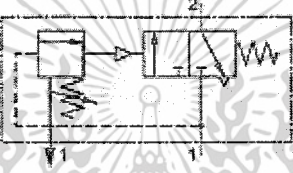

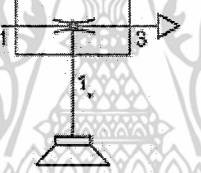
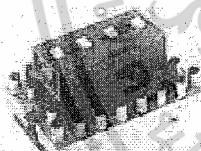

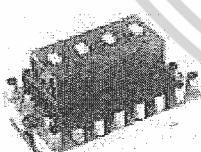
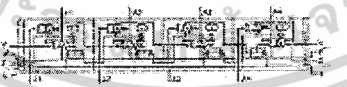
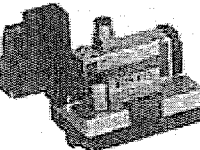
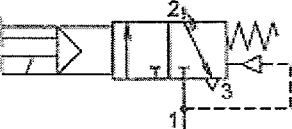
อุปกรณ์	สัญลักษณ์	ความหมาย
		ลูกกลิ้งกดทำงานสองทิศทาง ปกติปิด (3/2 way roller lever valve normally, closed)
		ลูกกลิ้งกดทำงานทิศทางเดียว ปกติปิด (3/2 way roller with idle return, normally closed)
		นิวมติกสรีดวาล์ว (Pneumatic reed valve)
		เซ็นเซอร์แบบสะท้อนกลับ (Reflex sensor)
		วาล์วลมเดี่ยว (Shuttle valve, OR)
		ชุดวาล์วลมเดี่ยว (Shuttle valve 3-flod, OR)
		วาล์วลมคู่ (Two pressure valve, AND)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเฉพาะเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในระบบนิวมติกส์
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

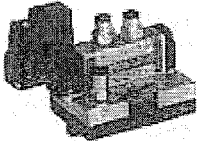
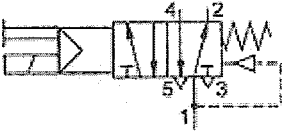

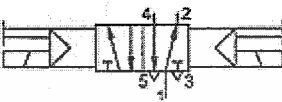
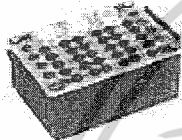

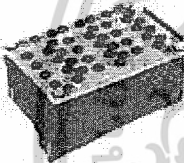

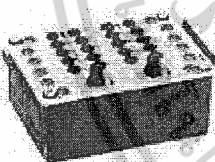
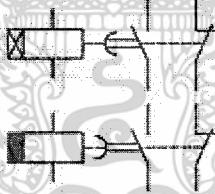
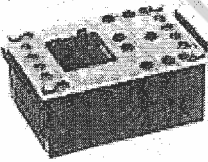

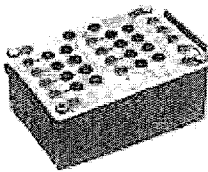

อุปกรณ์	สัญลักษณ์	ความหมาย
		<p>ชุดวาล์วลมคู่ (Two pressure valve 3-flod, AND)</p>
		<p>วาล์วระบายลมเร็ว (Quick exhaust valve)</p>
		<p>วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Flow control valve)</p>
		<p>วาล์วตั้งเวลา ปกติปิด (Time delay valve, normally closed)</p>
		<p>วาล์วตั้งเวลา ปกติเปิด (Time delay valve, normally open)</p>
		<p>วาล์วจัดลำดับ (Pressure sequence vale)</p>
		<p>เกจวัดความดันลมอัด (Pressure gauge)</p>

103064

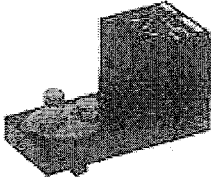


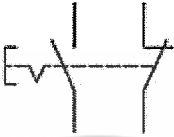
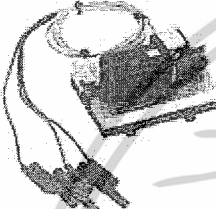
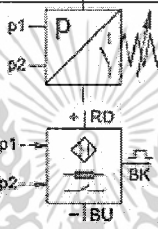

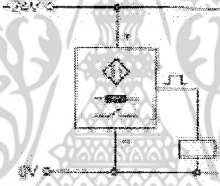
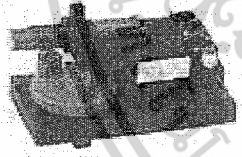
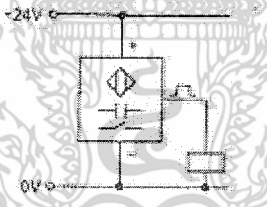
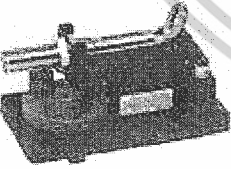
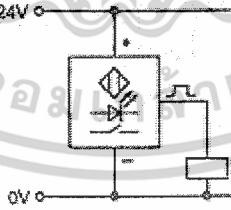
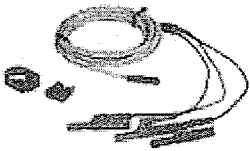
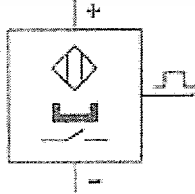
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	สัญลักษณ์	ความหมาย
		วาล์วปรับลดความดันแบบมีเกจ วัดความดัน (Pressure regulator with gauge)
		อุปกรณ์นับจำนวน (Pneumatic counter)
		ชุดควบคุมสุญญากาศ (Adjustable vacuum control)
		อุปกรณ์สุญญากาศ (Vacuum nozzle / suction cup)
		ชุดชิพรีจิสเตอร์ โมดูล A (Stepper module, type TAA)
		ชุดชิพรีจิสเตอร์ โมดูล B (Stepper module, type TBB)
		3/2 โซลินอยด์วาล์ว กลับด้วย แรงสปริง ปกติปิด (3/2 way single solenoid valve, normally closed)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เฉพาะในโครงการเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	สัญลักษณ์	ความหมาย
		5/2 โซลินอยด์วาล์ว กลับด้วย แรงสปริง (5/2 way single solenoid valve)
		5/2 โซลินอยด์วาล์ว กลับด้วย โซลินอยด์วาล์ว (5/2 way double solenoid valve)
		สวิตช์ปุ่มกด (Pushbutton switch)
		รีเลย์ (Relay)
		รีเลย์ตั้งเวลา (Time relay, two fold)
		รีเลย์นับจำนวน (Relay counter)
		ชุดแสดงสัญญาณไฟฟ้า (Indicator unit and distributor electrical)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นว่าไม่เหมาะสมในการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์	สัญลักษณ์	ความหมาย
		ลิมิตส์วิตช์ (Limit switch)
		สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency off pushbutton)
		สวิตช์ความดัน (Differential pressure switch)
		อินดักทีฟเซ็นเซอร์ (Inductive proximity switch)
		คาปาซิทีฟเซ็นเซอร์ (Capacitive proximity switch)
		ออปติคอลลเซ็นเซอร์ (Optical proximity switch)
		แม่เหล็กเซ็นเซอร์ (Magnetic proximity switch)

ตารางที่ 2.4 (ต่อ) สัญลักษณ์และอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

PLC(Programmable Logic Controller)

Programmable Logic Controller หรือที่เรียกกันสั้นๆว่า PLC นั้น สามารถเรียกอีกอย่างว่า Programmable Controller หรือ PC เป็นเครื่องควบคุมที่ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมา อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูก, สามารถใช้งานได้อย่างอนเนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

ในปัจจุบัน Programmable Logic Controller จะถูกเรียกชื่อที่แตกต่างกันหลายๆชื่อ โดยส่วนใหญ่แล้วการเรียกชื่อนี้จะอ้างอิงถึงฟังก์ชันการทำงานของมัน โดยจะเรียกชื่อต่างกันดังต่อไปนี้

- PC : Programmable Controller (มีต้นกำเนิดจากสหราชอาณาจักร)
- PLC : Programmable Logic Controller (มีต้นกำเนิดจากประเทศสหรัฐอเมริกา)
- PBS : Programmable Binary System (มีต้นกำเนิดจากประเทศสวีเดน)

โดยหลักการพื้นฐานแล้ว ตัวควบคุมนี้จะทำงานในลักษณะของเลขฐานสอง (ON/OFF) แต่ปัจจุบัน Programmable Logic Controller จะสามารถรับ/ส่งสัญญาณอินพุตแบบต่อเนื่องได้ ดังนั้นการเรียกว่า PC จึงจะเหมาะสมกว่า แต่อย่างไรก็ตามเพื่อไม่ให้เกิดการสับสนกับ PC (Personal Computer) ดังนั้นจึงยังคงใช้คำว่า PLC สำหรับแทนตัว Programmable Logic Controller

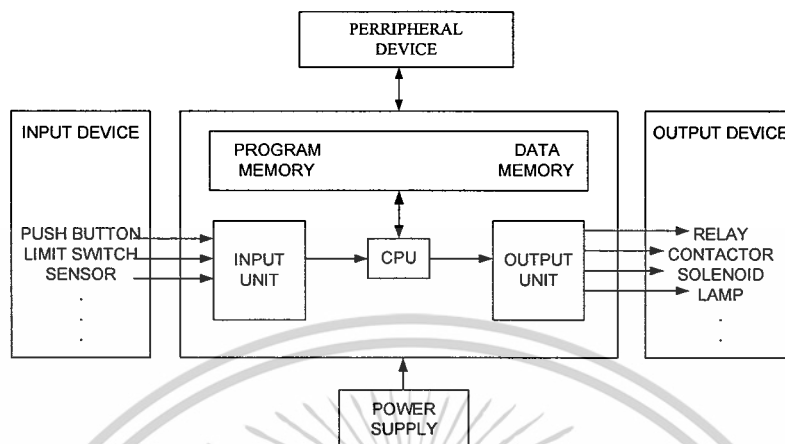
ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ COMPUTER

1. PLC ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะ
2. การโปรแกรมและการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป PLC มีระบบตรวจสอบตัวเอง ตั้งแต่ช่วงการติดตั้งจนถึงช่วงการใช้งาน ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย
3. PLC ถูกพัฒนาให้มีความสามารถตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การใช้งานสะดวก ขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยากและซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC

ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 3.1 โครงสร้างภายในของ PLC

1. ตัวประมวลผล(CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วย วงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์ จำพวกรีเลย์ เคาท์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีควีนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับ (Read) อินพุต เดต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Devices) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้า ตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้าง โวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และอินพุต เอาพุต โมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือ แยก ออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

ทำหน้าที่เก็บรักษา โปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูก แบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้ จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่าน และการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่อง ที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ROM ทำหน้าที่เก็บ โปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียน และลบ โปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลง โปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้ เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

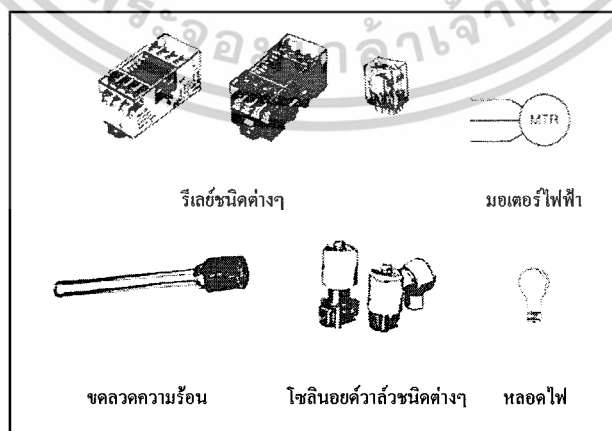
3. หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit)

หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป



รูปที่ 3.2 หน่วยอินพุตต่างๆ

หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น



รูปที่ 3.3 หน่วยเอาต์พุตต่างๆ

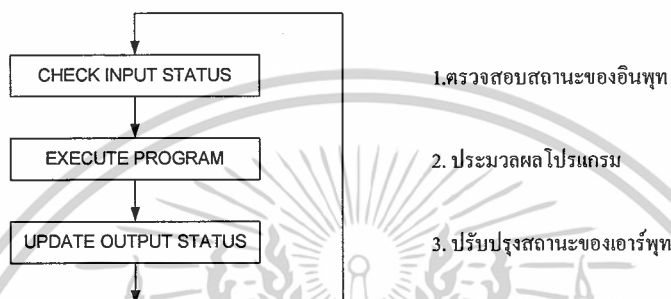
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit
หน่วยความจำและหน่วยอินพุท/ เอาท์พุท

5. อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

PROGRAMMING CONSOLE , EPROM WRITER , PRINTER , GRAPHIC
PROGRAMMING , CRT MONITOR , HANDHELD etc

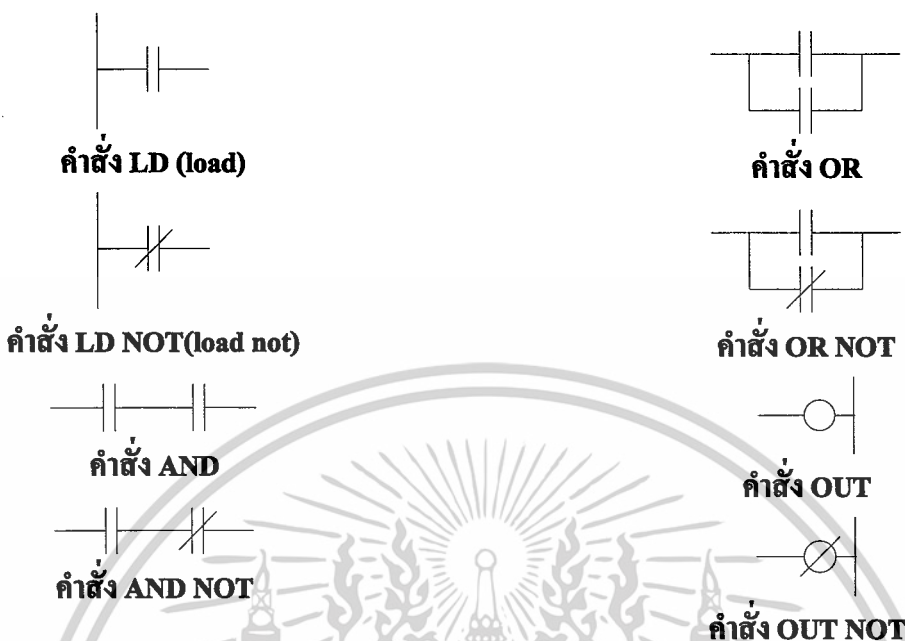


รูปที่ 3.4 หลักการทำงานของ PLC

หลักการเขียน Ladder Diagram และคำสั่งพื้นฐาน

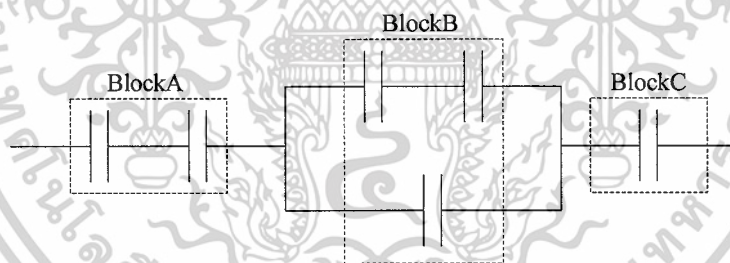
Ladder Diagram จัดเป็นภาษาสัญลักษณ์ที่สามารถดูโครงสร้างการทำงานของ PLC ตามลำดับเมื่อต้องการให้ PLC ทำงานจะต้องอาศัยชุดคำสั่งซึ่งจะมีวิธีการเขียนลงในส่วน หน่วยความจำ ข้อมูลในหน่วยความจำจะจัดเก็บเป็นรหัส โดยไม่สามารถจัดเก็บเป็น Ladder Diagram ดังนั้นผู้ใช้จึงจำเป็นต้องเข้าใจชุดคำสั่ง เพราะชุดคำสั่งดังกล่าวนี้จะถูกแปลงมาจาก Ladder Diagram นั้นเอง

คำสั่งพื้นฐาน

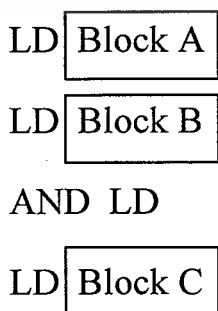


คำสั่ง AND LD (And Block) และ OR LD (Or Block)

ถ้าต้องการ Ladder นี้สามารถทำได้ 2 วิธี

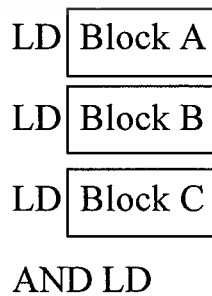


วิธีที่ 1



วิธีที่ 2

block B จะรวมกับ Block C ก่อน แล้วจึงรวมกับ Block A

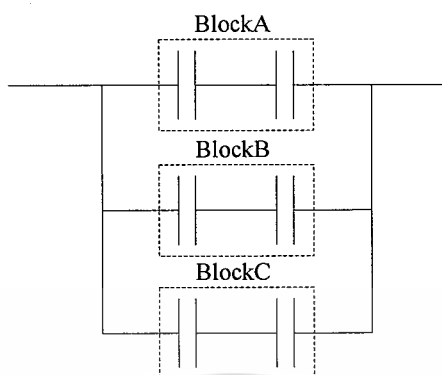


AND LD

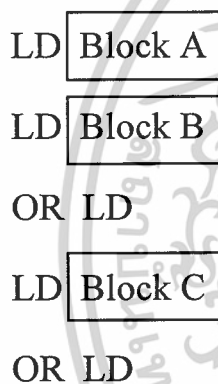
AND

LD

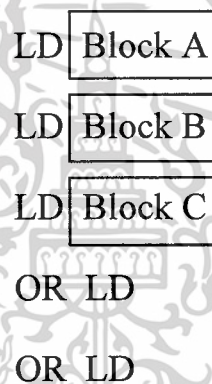
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิธีที่ 1



วิธีที่ 2 Block B จะรวมกับ Block C ก่อน แล้วจึงรวมกับ Block A



ข้อจำกัดในการเขียน Ladder Diagram

1. Ladder ทำงานจากทางซ้ายไปขวาพร้อมกันหมดทั้งโปรแกรม
2. สามารถเขียน contact ของ relay หมายเลขเดียวกันได้ไม่จำกัดจำนวน จนกว่าจะเต็มหน่วยความจำ
3. สามารถเขียน output coil ของ relay หมายเลขเดียวกันได้เพียงครั้งเดียวเท่านั้น
4. ไม่สามารถใช้ relay เชื่อมต่อ ladder ในแนวตั้งได้

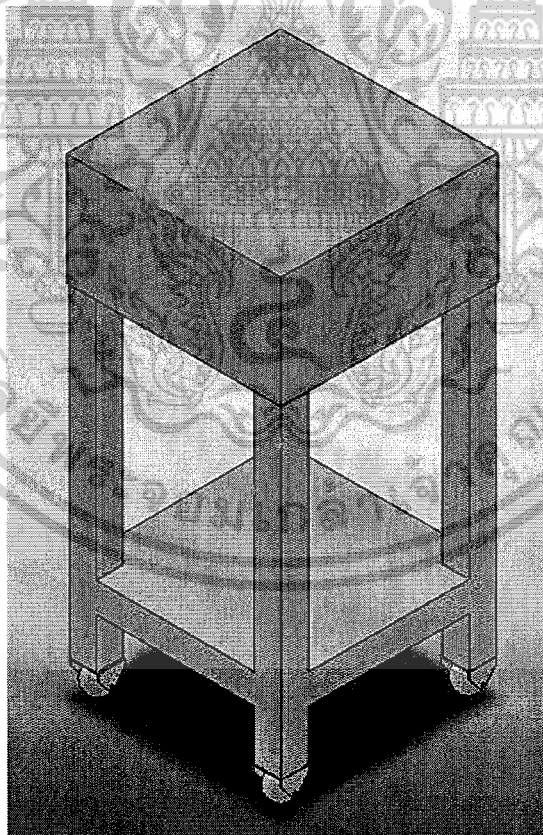
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การออกแบบโครงสร้าง ลักษณะการทำงานและโปรแกรม PLC

4.1 การออกแบบโครงสร้าง

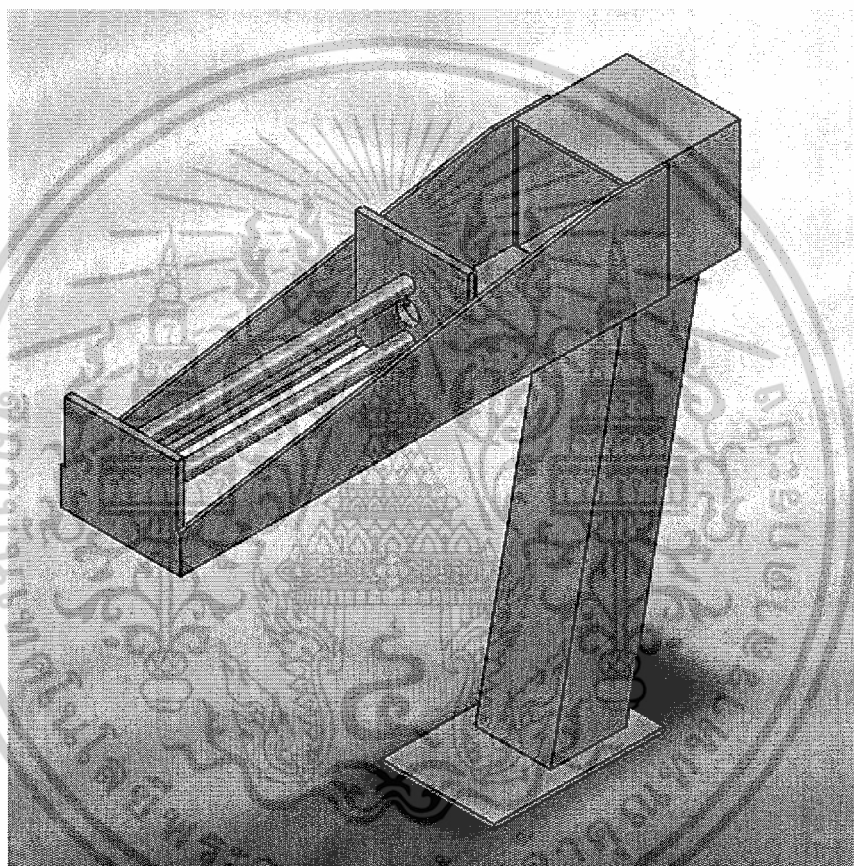
ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ โครงสร้าง โดยรวมทั้งหมดของหุ่นยนต์แขนกลหยิบจับชิ้นงานขนาดเล็กซึ่งทำงานโดยใช้ระบบนิวเมติกส์ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการออกแบบโครงสร้างที่แข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของกระบอกสูบและอุปกรณ์ระบบนิวเมติกส์อื่นๆ ได้ จึงเลือกใช้เหล็กเป็นวัสดุ ในการทำโครงสร้าง อีกทั้งสามารถนำหุ่นไปติดตั้งทำงาน ณ บริเวณที่เหมาะสมตามความต้องการและสามารถเคลื่อนย้ายไปติดตั้งในตำแหน่งอื่นได้เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบของสายการผลิต จึงเป็นเหตุให้ออกแบบโครงสร้างให้มีลักษณะของฐานคล้ายโต๊ะและติดล้อเลื่อนเพื่อให้สะดวกและง่ายต่อการเคลื่อนย้าย



รูปที่ 4.1 ฐานหุ่นยนต์จับชิ้นงานขนาดเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

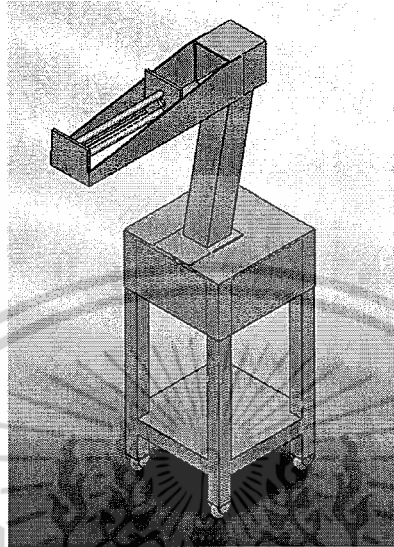
โดยลักษณะการทำงานของหุ่นยนต์ที่เราต้องการนั้นคือใช้หยิบจับชิ้นงานขนาดเล็ก ไปวาง ณ ตำแหน่งที่ต้องการซึ่งจะนำไปใช้ในสายการผลิต เพื่อช่วยประหยัดเวลาและแรงงาน จึงออกแบบการจับชิ้นงานในลักษณะการจับชิ้นงานยกขึ้นแล้วเลื่อนไปวางเพื่อลดความเสี่ยงในการกระแทกชิ้นงาน ขณะขนส่งเคลื่อนย้าย โครงสร้างด้านบนจึงเป็นลักษณะของแกน ในการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ให้สามารถเลื่อนไปมาได้ ตามการทำงานของกระบอกลูกสูบ



รูปที่ 4.2 โครงสร้างด้านบนของหุ่นยนต์หยิบจับชิ้นงานขนาดเล็ก

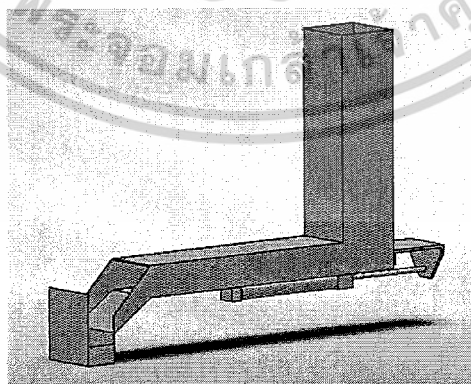
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อประกอบฐานกับ โครงสร้างด้านบนเข้าด้วยกันจะได้โครงสร้างหุ่นดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 โครงสร้างหุ่นยนต์

นอกจากนี้ยังมีในส่วนของการทำงานทางด้านการป้อนชิ้นงานให้แก่หุ่นยนต์หยิบจับ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีตัวป้อนชิ้นงาน ในการออกแบบตัวจับได้ออกแบบให้หุ่นยนต์หยิบจับชิ้นงานขนาดกว้าง 10 ซม. ยาว 10 ซม.หนา 5 ซม. จะเห็นได้ชิ้นงานที่ต้องการจับนั้นมีขนาดไม่ใหญ่มากจึงได้ออกแบบตัวป้อนชิ้นงานเป็นลักษณะของกล่องป้อนชิ้นงาน โดยรับชิ้นงานจากด้านบนของกล่อง และทำการป้อนชิ้นงานออกมาด้วยกระบอกลูกสูบ ออกแบบออกมาได้ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.4 ตัวป้อนชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

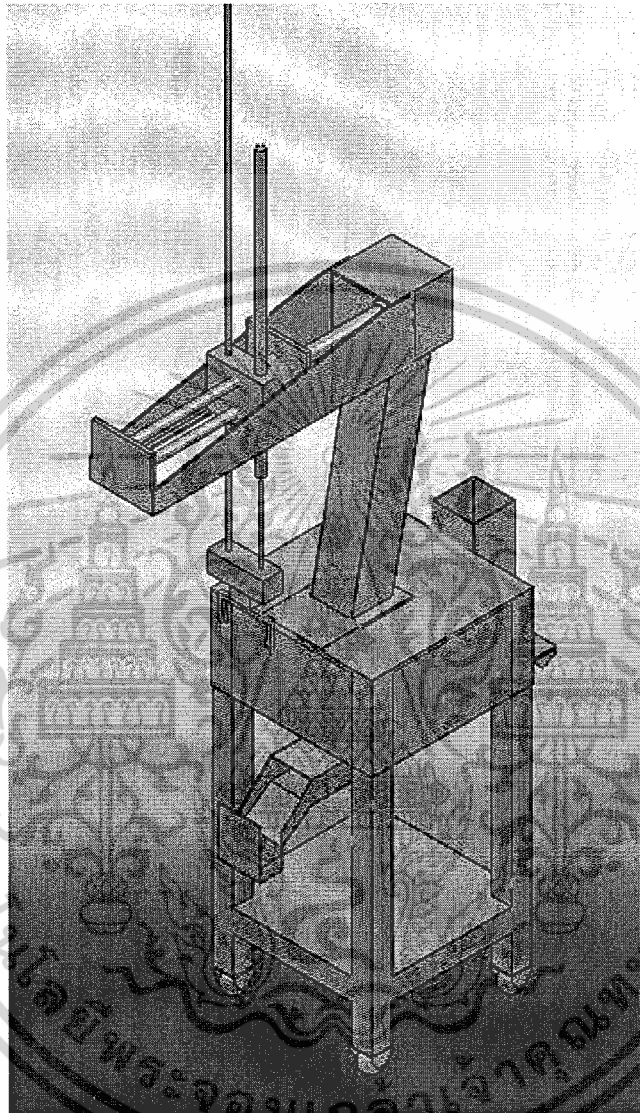
เมื่อประกอบตัวป้อนชิ้นงานอุปกรณ์นิวเมติกส์และอุปกรณ์อื่นๆ โดยตัวป้อนชิ้นงานจะติดบริเวณด้านใต้ของฐานหุ่นส่วนโครงสร้างด้านบนจะมีการติดตั้งกระบอกลูกสูบ 2 ตัว และตัวจับชิ้นงาน โดยกระบอกลูกสูบตัวแรกทำหน้าที่ชักขึ้นลงให้ตัวจับเลื่อนลง ไปจับชิ้นงานบริเวณด้านปลายของตัวป้อนชิ้นงานแล้วยกชิ้นงานขึ้นส่วนกระบอกลูกสูบอีกตัวทำหน้าที่ชักเข้าออกนำชิ้นงานไปวางยังตำแหน่งที่ต้องการ



รูปที่ 4.5 โครงสร้างกระบอกลูกสูบในส่วนการทำงานในการจับชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำอุปกรณ์ทั้งหมดมาประกอบรวมกันจะได้โครงสร้างโดยรวมดังรูปที่ 4.6

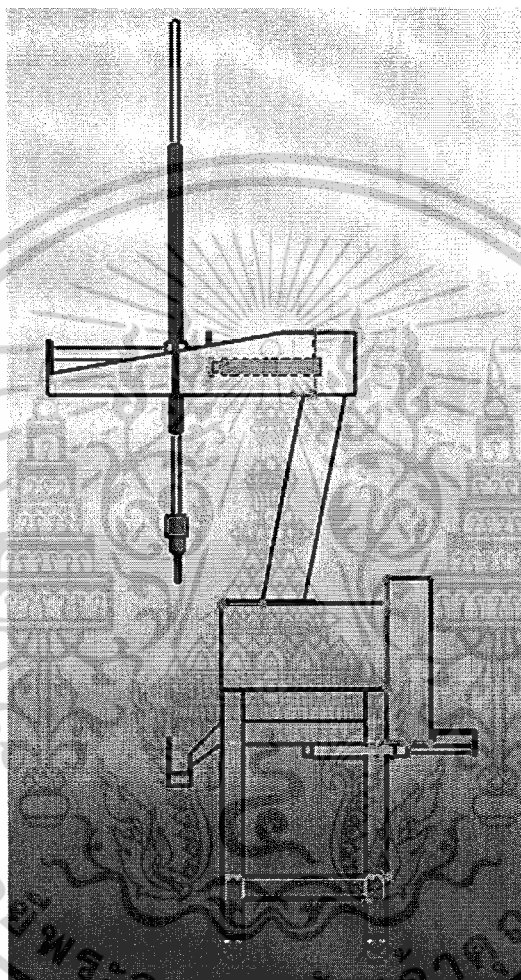


รูปที่ 4.6 โครงสร้างหุ่นยนต์จับชิ้นงานขนาดเล็กโดยรวม




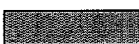
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การออกแบบลักษณะการทำงาน

ในการออกแบบโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์จับชิ้นงานนี้ เป็นการควบคุมระบบนิวเมติกส์ด้วย PLC โดยมีตำแหน่งของกระบอกสูบกำหนดดังนี้

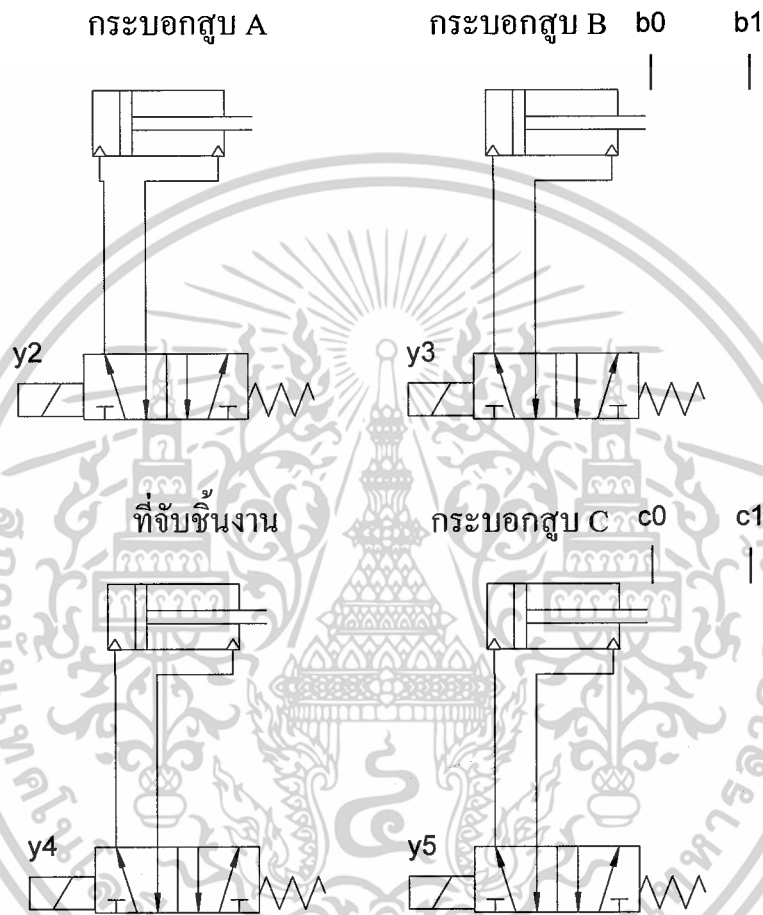


รูปที่ 4.7 โครงสร้างตำแหน่งกระบอกสูบ

- | | |
|---|---------------|
|  | กระบอกสูบ A |
|  | กระบอกสูบ B |
|  | กระบอกสูบ C |
|  | ที่จับชิ้นงาน |

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการทำงานควบคุมกระบอกลูกสูบชักเข้าออก จะตรวจสอบระยะแล้วควบคุมการชักเข้าออก ด้วย สวิตช์แม่เหล็ก ลิ้มิตสวิตช์ และเซนเซอร์เป็นอินพุต และมีเอาต์พุตเป็นคอยล์สับเปลี่ยนการทำงานของวาล์วลม ซึ่งได้กำหนดสัญลักษณ์ดังนี้



รูปที่ 4.8 สัญลักษณ์กระบอกลูกสูบและอินพุต เอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

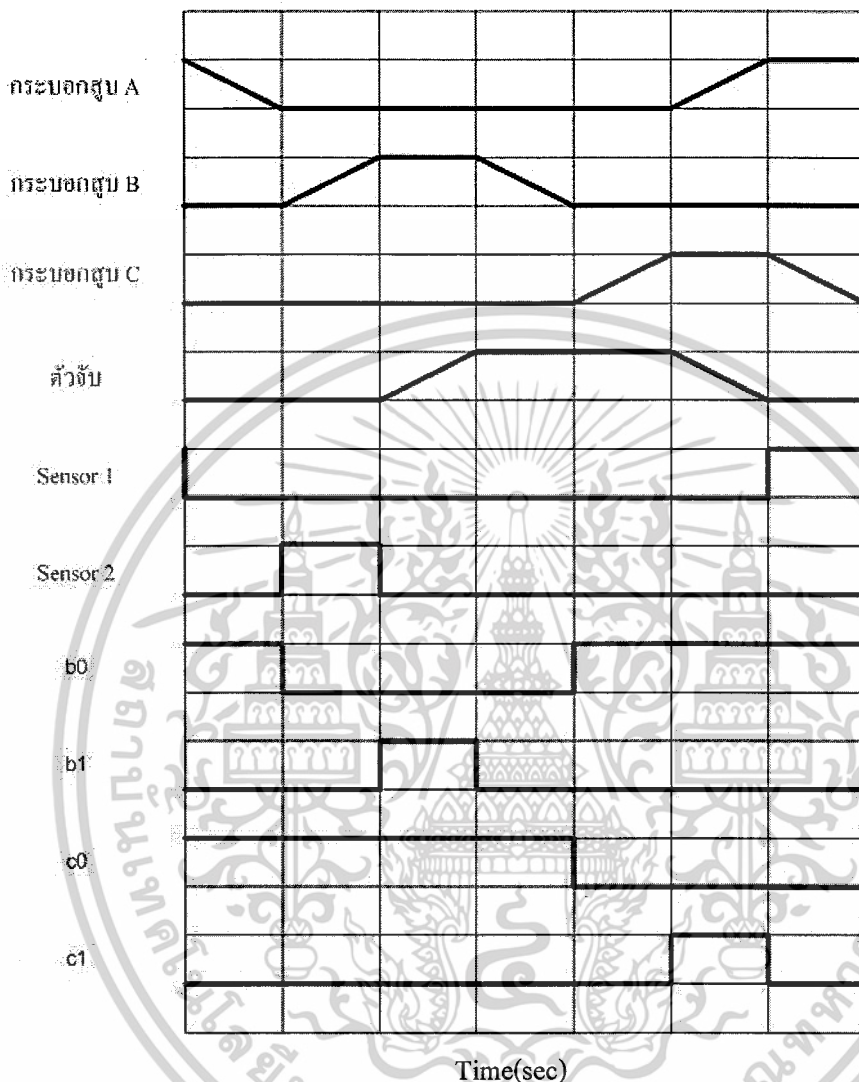
ตารางอุปกรณ์

อุปกรณ์	จำนวน
1. กระบอกสูบ	3 ตัว
2. เครื่องปั๊มลม	1 เครื่อง
3. ถังพักลม	1 ถัง
4. ชุดปรับความดันลม	1 ชุด
5. วาล์วลม 5/2	2 ตัว
6. วาล์วลม 5/3	1 ตัว
7. PLC	1 เครื่อง
8. สวิตช์เปิดปิด	3 ตัว
9. ลิมิทส์ สวิตช์	2 ตัว
10. ลีด สวิตช์	2 ตัว
11. เซนเซอร์	2 ตัว
12. ตัวจับชิ้นงาน	1 ตัว

ตารางที่ 4.1 ตารางอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Timing diagram



รูปที่ 4.9 Timing diagram

Sensor 1 คือ เซนเซอร์ตรวจจับชิ้นงานบริเวณด้านในกล่องป้อนชิ้นงาน

Sensor 2 คือ เซนเซอร์ตรวจจับชิ้นงานบริเวณด้านปลายของตัวป้อนชิ้นงาน

b0 คือ Leed Switch ที่ตรวจจับเมื่อกระบอกลูกสูบ B ชักเข้าสุด

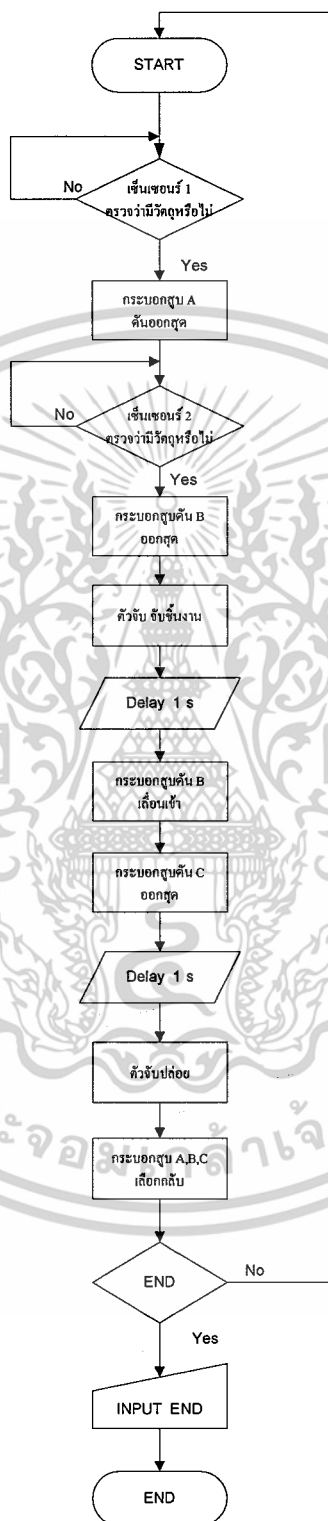
b1 คือ Leed Switch ที่ตรวจจับเมื่อกระบอกลูกสูบ B ชักออกสุด

c0 คือ Limit Switch ที่ตรวจจับเมื่อกระบอกลูกสูบ C ชักเข้าสุด

c1 คือ Limit Switch ที่ตรวจจับเมื่อกระบอกลูกสูบ C ชักออกสุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow chart

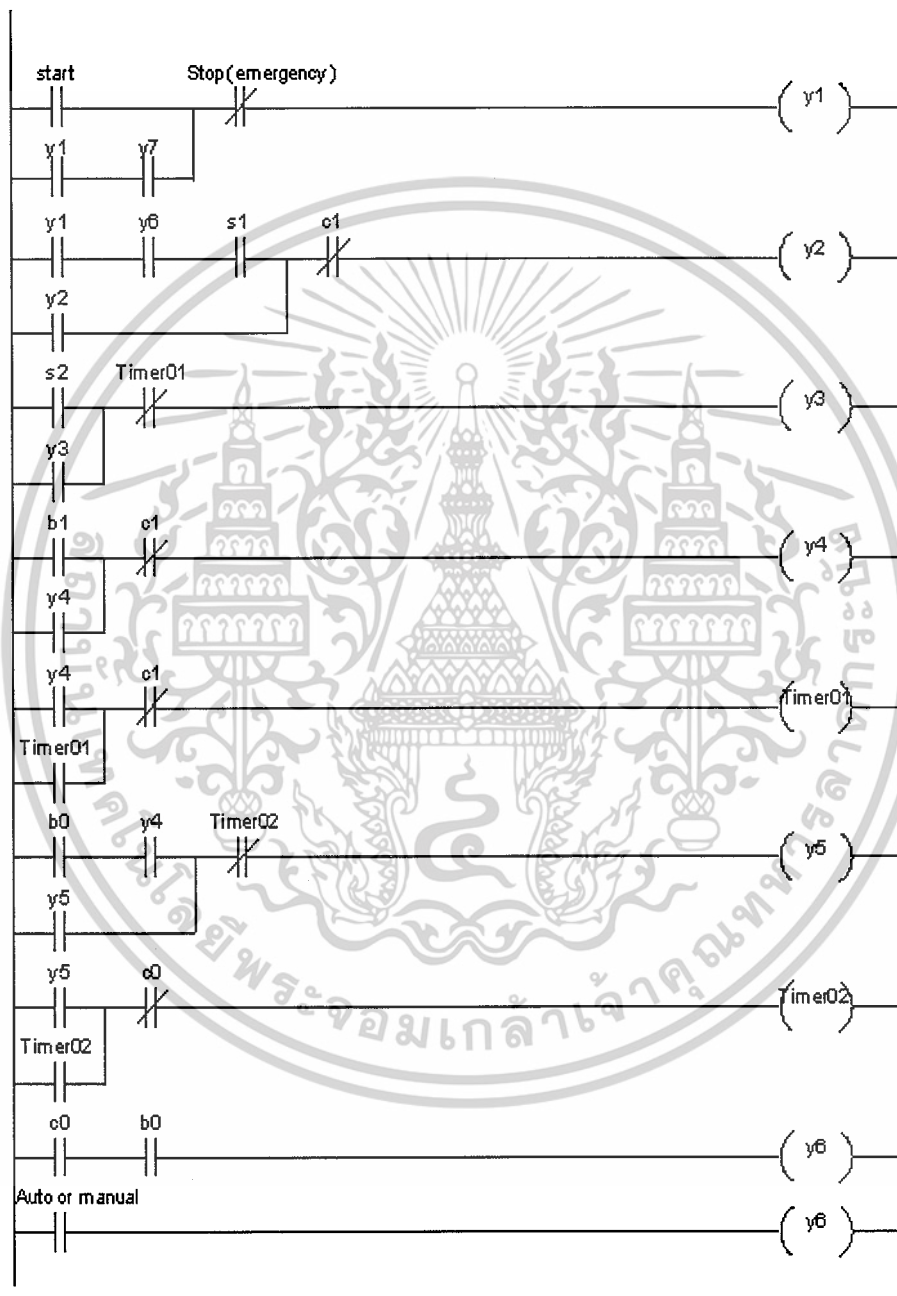


รูปที่ 4.10 Flow chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การออกแบบโปรแกรม PLC

PROGRAM PLC

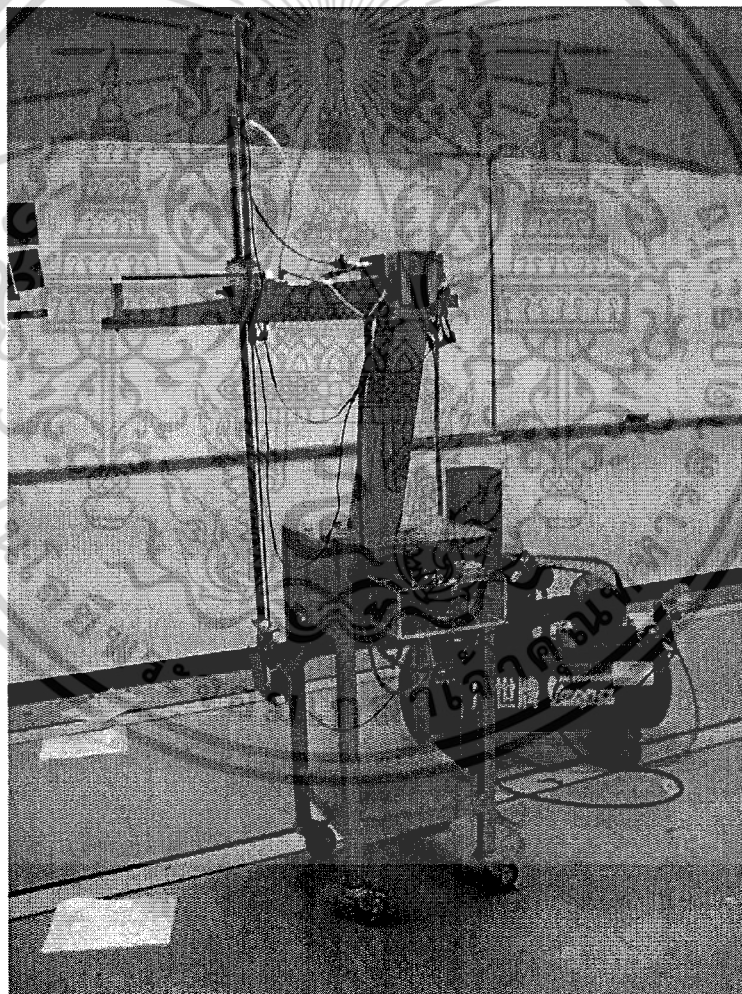


รูปที่ 4.11 Ladder diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

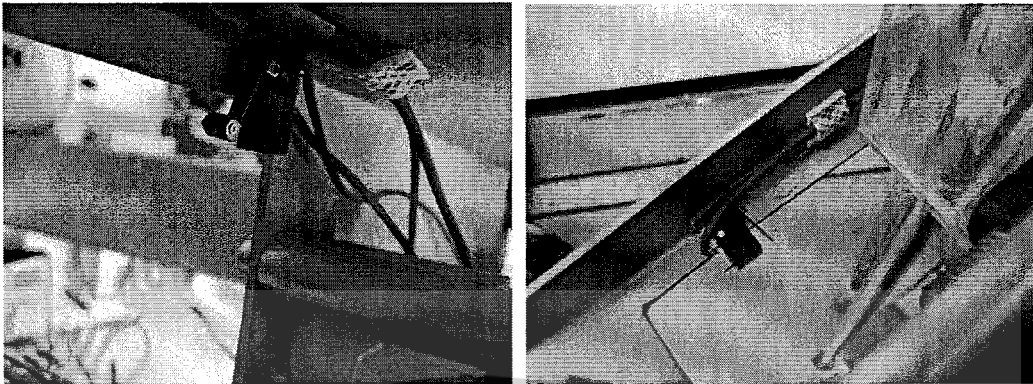
4.4 ประกอบอุปกรณ์ทุกส่วนเข้ากับโครงสร้าง

ประกอบอุปกรณ์ทุกส่วนเข้ากับโครงสร้างของหุ่นยนต์ตามที่ออกแบบไว้ โดยมีการต่อสายลมจากกระบอสูบไปสู่วาล์วลมต่างๆ ต่อสายไฟติดตั้งกล่องควบคุม ติดตั้ง PLC และ Relay บนโครงสร้างของหุ่นยนต์เพื่อความสะดวกในการต่อสายอินพุตและเอาต์พุตเข้ากับตัว PLC และติดตั้งสวิทช์แม่เหล็ก ลิ้มิตสวิทช์ และเซนเซอร์เป็นอินพุตในการตรวจสอบระยะชักของกระบอสูบและตัวจับชิ้นงาน และมีเอาต์พุตเป็นคอยล์ลatchingเปลี่ยนการทำงานของวาล์วลมเพื่อที่จะควบคุมการชักเข้าออกของกระบอสูบและตัวจับชิ้นงานให้ทำงานตามที่ได้ออกแบบการทำงานไว้



รูปที่ 4.12 รูปหุ่นยนต์โดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 รูปตำแหน่งลิมิตสวิตช์

ลิมิตสวิตช์ใช้ตรวจสอบระยะชักของกระบอสูบ C ติดตั้งบริเวณขอบของแกนเลื่อน



รูปที่ 4.14 รูปตำแหน่งของสวิตช์แม่เหล็ก

สวิตช์แม่เหล็กใช้ตรวจสอบระยะชักของกระบอสูบ B ติดตั้งบริเวณส่วนต้นและส่วนปลายของกระบอสูบ B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 รูปตำแหน่งของเซนเซอร์

เซนเซอร์ใช้ตรวจจับชิ้นงาน ติดตั้ง 2 ตำแหน่งคือ

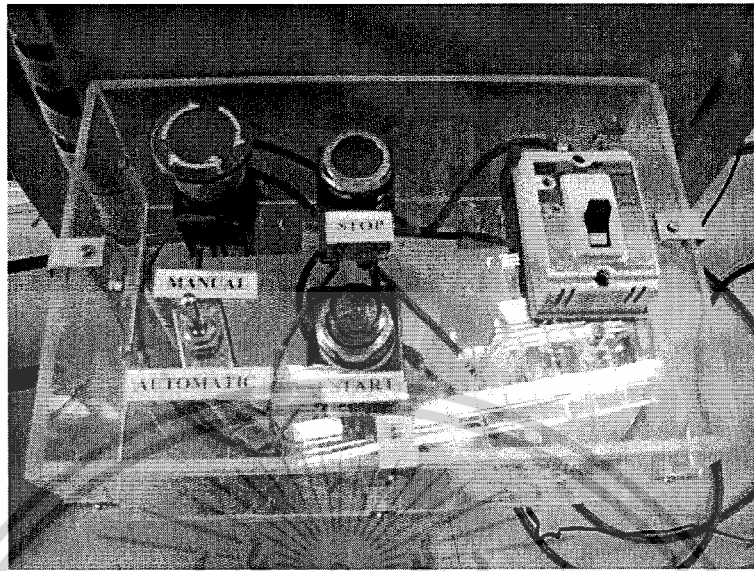
- ด้านในของตัวป้อนชิ้นงาน ใช้ตรวจสอบว่ามีชิ้นงานหรือไม่ ก่อนที่จะทำการป้อนชิ้นงานไปยังตัวรองรับชิ้นงานที่อยู่ส่วนปลายของตัวป้อนชิ้นงาน
- บริเวณตัวรองรับชิ้นงาน ใช้ตรวจสอบว่ามีชิ้นงานหรือไม่ ก่อนที่ตัวจับชิ้นงานจะทำการจับชิ้นงานแล้วเลื่อนไปวาง ณ ตำแหน่งที่ต้องการ



รูปที่ 4.16 รูปตำแหน่งของ PLC

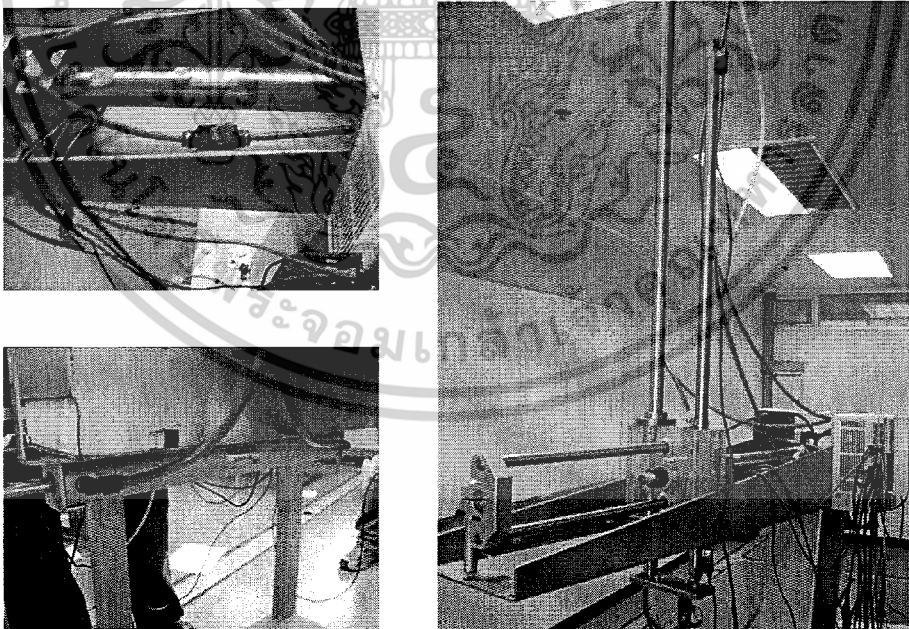
ติดตั้ง PLC บริเวณด้านข้างของโครงสร้างด้านบนเช่นเดียวกับ Relay เพื่อสะดวกในการแก้ไข และต่อสายไฟอินพุตและเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 รูปกล่องควบคุม

กล่องควบคุมติดบริเวณด้านข้างของ โครงสร้างฐานของหุ่นยนต์ซึ่งประกอบไปด้วยสวิทช์เปิดปิดการทำงาน สวิทช์เลือกการทำงานแบบ Auto หรือ Manual สวิทช์ Emergency และ Breaker



รูปที่ 4.18 รูปกระบอกสูบ (Pneumatic cylinder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

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

DESIGN PRECAUTIONS **DANGER**

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

DESIGN PRECAUTIONS **CAUTION**

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

Notes

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

WIRING PRECAUTIONS **DANGER**

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

WIRING PRECAUTIONS **CAUTION**

- Connect the AC power supply to the dedicated terminals specified in this manual. If an AC power supply is connected to a DC input/output terminal or DC power supply terminal, the PLC will burn out.
- Do not wire vacant terminals externally. Doing so may damage the product.
- Use class D grounding (grounding resistance of 100Ω or less) with a wire of 2mm² or thicker on the grounding terminal of the FX3U Series main unit. However, do not connect the ground terminal at the same point as a heavy electrical system.
- When drilling screw holes or wiring, make sure cutting or wire debris does not enter the ventilation slits. Failure to do so may cause fire, equipment failures or malfunctions.

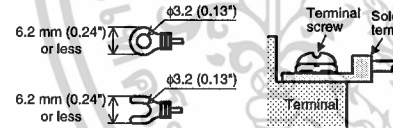
Notes

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

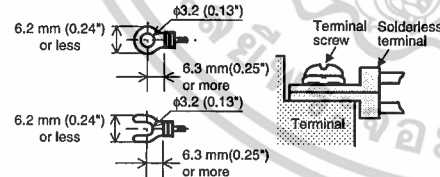
3.1 Cable end treatment and tightening torque

For the terminals of FX3U series PLC, M3 screws are used. The electric wire ends should be treated as shown below. Tighten the screws to a torque of 0.5 N·m to 0.8 N·m.

- When one wire is connected to one terminal



- When two wires are connected to one terminal



3.2 Power supply specifications and example of external wiring

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

3.2.1 Power supply specifications

The specifications for the power supply of the main unit are shown in the following table.

Item	Specification	
	AC power type	DC power type ⁷
Supply voltage	100 - 240V AC	24 V DC
Allowable supply voltage range	85 - 264V AC	16.8-28.8V DC ⁶
Rated frequency	50/60Hz	-
Allowable instantaneous power failure time	Operation can be continued upon occurrence of instantaneous power failure for 10 ms or less. ⁴	Operation can be continued upon occurrence of instantaneous power failure for 5 ms or less.
Power fuse	FX3U-16M□, 32M□ to: 250V AC 3.15A FX3U-48M□, 128M□ ⁵ to: 250V AC 5A	-
Rush current	30 A max. 5 ms or less/100 V AC 65 A max. 5 ms or less/200 V AC	35 A max. 0.5 ms or less/24 V DC
Power consumption ^{*1}	FX3U-16M□: 30W FX3U-32M□: 35W FX3U-48M□: 40W FX3U-64M□: 45W FX3U-80M□: 50W FX3U-128M□ ⁵ : 65W	25W 30W 35W 40W 45W -
24V DC service power supply ²	FX3U-16M□, 32M□ to: 400 mA or less FX3U-48M□, 128M□ ⁵ to: 600 mA or less	-
5V DC built-in power supply ³	500 mA or less	-

^{*1} Does not include the power consumption of extension units / special extension units, and of the extension blocks / special extension blocks connected to those units. For the power (current) consumed by the extension units/blocks for input/output, refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition. For the power consumed by the special extension units/blocks, refer to the appropriate manual.

^{*2} When input/output extension blocks are connected, the 24V DC service power supply is consumed by the blocks, and the current value to be used by the main unit is reduced.

^{*3} Cannot be used to supply power to an external destination. The power is supplied to input/output extension blocks, special extension blocks, special adapters and expansion boards.

^{*4} When the supply voltage is 200 V AC, the time can be changed to 10 to 100 ms by editing the user program.

^{*5} FX3U-128M□ does not have DC power supply.

^{*6} When supply voltage is DC 16.8-19.2V, the connectable extension equipment decreases. The following manual shows further information.

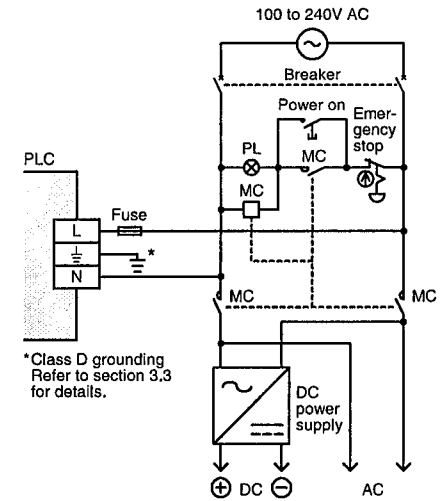
→ Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

^{*7} When attaching high-speed input/output special adapter (FX3U-4HSX-ADP, FX3U-2HSY-ADP) and special function block (FX0N-3A, FX2N-2AD, FX2N-2DA), the number of connectable modules to the main unit is limited, due to the current consumption (internal 24V DC) at startup. The following manual shows further information.

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

3.2.2 Example of external wiring (AC power type)

100 to 240V AC power is supplied to the main unit. For the details of wiring work, refer to section 3.1.

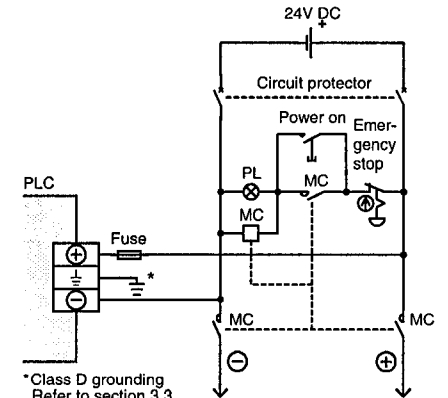


^{*}Class D grounding
Refer to section 3.3 for details.

Power supply for loads connected to PLC output terminals

3.2.3 Example of external wiring (DC power type)

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



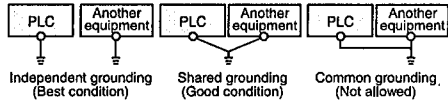
^{*}Class D grounding
Refer to section 3.3 for details.

Power supply for loads connected to PLC output terminals

3.3 Grounding

Ground the PLC as stated below.

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



- Use ground wires thicker than AWG14 (2 mm²).
- Position the grounding point as close to the PLC as possible to decrease the length of the ground wire.

3.4 Input specifications and external wiring

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

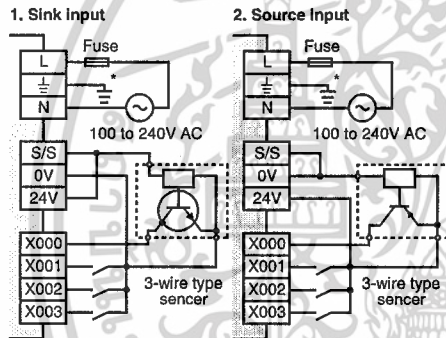
3.4.1 Input specifications

Item	Specification
Number of input points	FX3U-16M□ 8 points
	FX3U-32M□ 16 points
	FX3U-48M□ 24 points
	FX3U-64M□ 32 points
	FX3U-80M□ 40 points
	FX3U-128M□*1 64 points
Input connecting type	Removable terminal block (M3 screw)*2
Input form	Sink/source
Input signal voltage	24V DC +10%, -10%*3
Input impedance	X000 to X005 3.9kΩ
	X006, X007 3.3kΩ
Input signal current	X010 or more 4.3kΩ (Does not apply to FX3U-16M□.)
	X000 to X005 6mA/24V DC
ON input sensitivity current	X006, X007 7mA/24V DC
	X010 or more 5mA/24V DC (Does not apply to FX3U-16M□.)
OFF input sensitivity current	X000 to X005 3.5 mA or more
	X006, X007 4.5 mA or more
	X010 or more 3.5 mA or more (Does not apply to FX3U-16M□.)
Input response time	Approx. 10 ms

Item	Specification
Input signal form	<ul style="list-style-type: none"> • Sink input: No-voltage contact input NPN open collector transistor • Source input: No-voltage contact input PNP open collector transistor
Input circuit insulation	Photocoupler insulation
Input operation display	LED on panel lights when photocoupler is driven.

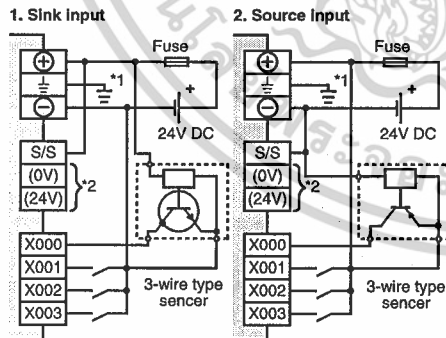
- *1 FX3U-128M□ does not have DC power supply.
- *2 FX3U-16M□ terminal block cannot be installed/removed
- *3 For DC power type, the power range applies to "3.2.1 term Power supply specifications."

3.4.2 Examples of input wiring[AC power type]



- * Class D grounding Refer to section 3.3 for details.

3.4.3 Examples of input wiring[DC power type]



- *1 Class D grounding Refer to section 3.3 for details.
- *2 Do not connect the (0V) and (24V) terminal with others, since they are not available.

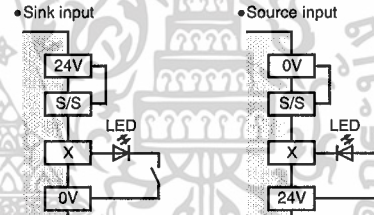
3.4.4 Instructions for connecting input devices

- In the case of no-voltage contact: The input current of this PLC is 5 to 7 mA/24V DC. Use input devices applicable to this minute current. If no-voltage contacts (switches) for large current are used, contact failure may occur.

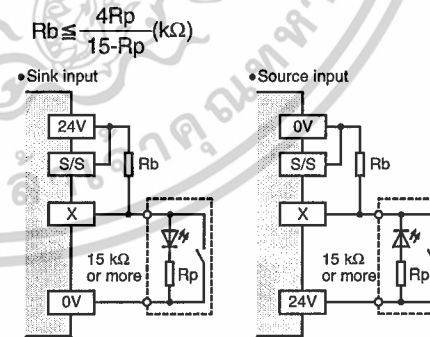
<Example> Products of OMRON

Type	Model name	Type	Model name
Microswitch	Models Z, V and D2RV	Operation switch	Model A3P
Proximity switch	Model TL	Photoelectric switch	Model E3S

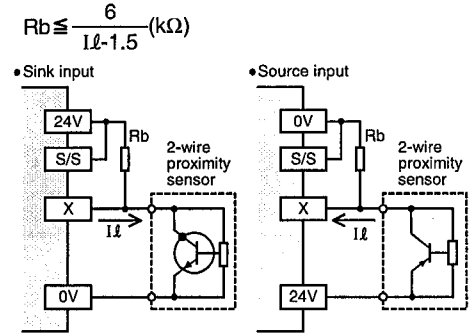
- In the case of input device with built-in series diode: The voltage drop of the series diode should be approx. 4 V or less. When lead switches with a series LED are used, up to two switches can be connected in series. Also make sure that the input current is over the input-sensing level while the switches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



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



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



3.5 Relay output specifications and example of external wiring

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

3.5.1 Relay output specifications

Item	Specification
Number of output points	FX3U-16MR/□ 8 points
	FX3U-32MR/□ 16 points
	FX3U-48MR/□ 24 points
	FX3U-64MR/□ 32 points
	FX3U-80MR/□ 40 points
	FX3U-128MR/ES*1 64 points
Output connecting type	Removable terminal block (M3 screw)*2
Output form	Relay
External power supply	30V DC or less 240V AC or less ("250V AC or less" if not a CE, UL, cUL compliant item)
Max. load	Resistance load 2 A /point • 1 output point/common terminal: 2 A • 4 output point/common terminal: 8 A • 8 output point/common terminal: 8 A
	Inductive load 80VA
Min. load	5V DC, 2 mA (reference value)
Open circuit leakage current	-
Response time	OFF→ON Approx. 10 ms
	ON→OFF Approx. 10 ms
Circuit insulation	Mechanical insulation

Item	Specification
Display of output operation	LED lights when power is applied to relay coil.

- *1 FX3U-128M□ does not have DC power supply.
- *2 FX3U-16M□ terminal block cannot be installed/removed

Number of output points per common terminal

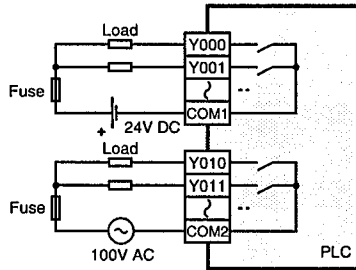
- On FX3U-16M□, one common terminal is used for 1 output point.
- On models other than FX3U-16M□, 1 common terminal is used for 4 or 8 output points.

3.5.2 Life of relay output contact

The standard life of the contact used for inductive loads, such as contactors and solenoid valves, is 500 thousand times at 20 VA. The following table shows the approximate life of the relay based on the results of our life test.

Load capacity	Contact life	Example of applicable loads (magnetic switches made by us)
20VA	0.2A/100V AC 0.1A/200V AC	3 million times S-K10 to S-K95
35VA	0.35A/100V AC 0.17A/200V AC	1 million times S-K100 to S-K150
80VA	0.8A/100V AC 0.4A/200V AC	2 hundred thousand times S-K180 S-K400

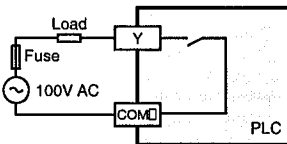
3.5.3 Example of relay output wiring



3.5.4 Cautions in external wiring

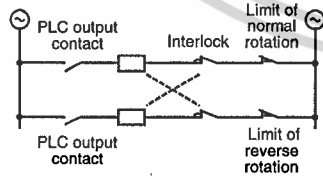
Protection circuit for load short-circuiting

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



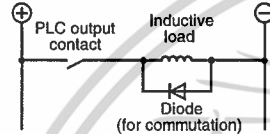
Protection circuit of contact when inductive load is used

The relay output circuit does not have a protection circuit. When an inductive load is connected, a surge-absorbing contact protection circuit should be inserted to prolong life and reduce noise.



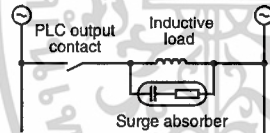
- 1) DC circuit
Connect a diode in parallel with the load. Use a diode (for commutation) having the following specifications.

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



- 2) AC circuit
Connect a surge absorbing element (CR composite part, i.e. surge killer and spark killer), such as a surge absorber, having the following specifications in parallel with the load.

Item	Standard
Rated voltage	240V AC or less ("250V AC or less" if not a CE, UL, cUL compliant item)
Electrostatic capacity	Approx. 0.1μF
Resistance value	Approx. 100 to 200Ω



Reference

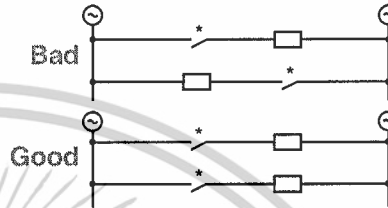
Manufacturer	Model name
Okaya Electric Industries Co., Ltd.	CR-10201
Rubycon Corporation	250MCRA104100M B0325

Interlock

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

Common mode

Use output contacts (*) of the PLC in the common mode.



3.6 Transistor output specifications and example of external wiring

Refer to FX^{3U} Series User's Manual - Hardware Edition. Transistor output specifications

Item	Specification	
Number of output points	FX3U-16MT/□ 8 points FX3U-32MT/□ 16 points FX3U-48MT/□ 24 points FX3U-64MT/□ 32 points FX3U-80MT/□ 40 points FX3U-128MT/ES(S)*1 64 points	
Output connecting type	Removable terminal block (M3 screw)*2	
Output form	FX3U-□□MT/□S-(A) Transistor(Sink) FX3U-□□MT/□SS Transistor(Source)	
External power supply	5 to 30V DC	
Max. load	Resistance load - 1 output point/common terminal: 0.5 A - 4 output point/common terminal: 0.8 A - 8 output point/common terminal: 1.6 A	
	Inductive load	12 W/24V DC
	Min. load	-
Open circuit leakage current	0.1 mA or less/30V DC	
ON voltage	1.5 V or less	
Response time	OFF→ON	Y000 to Y002 5 μs or less/10 mA or more (5 to 24V DC) Y003 or more 0.2 ms or less/200 mA or more (at 24V DC)
	ON→OFF	Y000 to Y002 5 μs or less/10 mA or more (5 to 24V DC) Y003 or more 0.2 ms or less/200 mA or more (at 24V DC)
	Circuit insulation	Photocoupler insulation
	Display of output operation	LED on panel lights when photocoupler is driven.

*1 FX3U-128M□ does not have DC power supply.

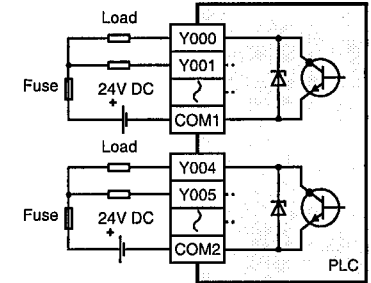
*2 FX3U-16M□ terminal block cannot be installed/removed

Number of output points per common terminal

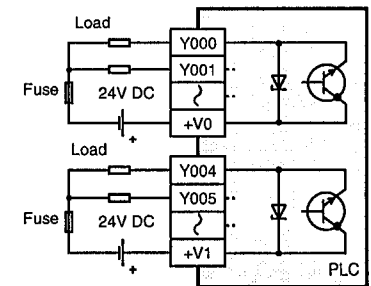
- On FX3U-16M□, one common terminal is used for 1 output point.
- On models other than FX3U-16M□, 1 common terminal is used for 4 or 8 output points.

3.6.1 External Wiring of Transistor Output

1. External Wiring of Sink Output Type



2. External Wiring of Source Output Type

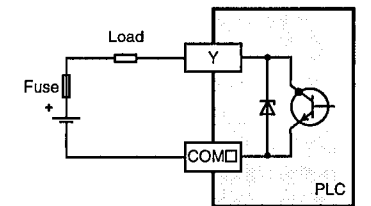


3.6.2 Cautions in external wiring

Protection circuit for load short-circuits

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

1. External Wiring of Sink Output Type



FX3U-16MT/□SS

⊥	S/S	0V	X0	X2	X4	X6	•	•	•
L	N	•	24V	X1	X3	X5	X7	•	•
•	Y0	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y7	•
•	+V0	+V1	+V2	+V3	+V4	+V5	+V6	+V7	•

FX3U-32MT/□SS

⊥	S/S	0V	X0	X2	X4	X6	X10	X12	X14	X16	•	
L	N	•	24V	X1	X3	X5	X7	X11	X13	X15	X17	
•	Y0	Y2	•	Y4	Y6	•	Y10	Y12	•	Y14	Y16	•
+V0	Y1	Y3	+V1	Y5	Y7	+V2	Y11	Y13	+V3	Y15	Y17	•

FX3U-48MT/□SS

⊥	S/S	0V	X0	X2	X4	X6	X10	X12	X14	X16	X20	X22	X24	X26	•	
L	N	•	24V	X1	X3	X5	X7	X11	X13	X15	X17	X21	X23	X25	X27	
•	Y0	Y2	•	Y4	Y6	•	Y10	Y12	•	Y14	Y16	Y20	Y22	Y24	Y26	+V4
+V0	Y1	Y3	+V1	Y5	Y7	+V2	Y11	Y13	+V3	Y15	Y17	Y21	Y23	Y25	Y27	•

FX3U-64MT/□SS

⊥	S/S	0V	0V	X0	X2	X4	X6	X10	X12	X14	X16	X20	X22	X24	X26	X30	X32	X34	X36	•	
L	N	•	24V	24V	X1	X3	X5	X7	X11	X13	X15	X17	X21	X23	X25	X27	X31	X33	X35	X37	
•	Y0	Y2	•	Y4	Y6	•	Y10	Y12	•	Y14	Y16	•	Y20	Y22	Y24	Y26	Y30	Y32	Y34	Y36	+V5
+V0	Y1	Y3	+V1	Y5	Y7	+V2	Y11	Y13	+V3	Y15	Y17	+V4	Y21	Y23	Y25	Y27	Y31	Y33	Y35	Y37	•

FX3U-80MT/□SS

⊥	S/S	0V	0V	X0	X2	X4	X6	X10	X12	X14	X16										
L	N	•	24V	24V	X1	X3	X5	X7	X11	X13	X15										
•				X20	X22	X24	X26	•	X30	X32	X34	X36	•	X40	X42	X44	X46	•			
				X17	•	X21	X23	X25	X27	•	X31	X33	X35	X37	•	X41	X43	X45	X47		
							•	•	Y30	Y32	Y34	Y36	•	Y40	Y42	Y44	Y46	•			
							Y27	•	+V5	Y31	Y33	Y35	Y37	+V6	Y41	Y43	Y45	Y47			
•	Y0	Y2	•	Y4	Y6	•	Y10	Y12	•	Y14	Y16	•	Y20	Y22	Y24	Y26					
+V0	Y1	Y3	+V1	Y5	Y7	+V2	Y11	Y13	+V3	Y15	Y17	+V4	Y21	Y23	Y25						

FX3U-128MT/ESS*2

⊥	S/S	0V	0V	X0	X2	X4	X6	X10	X12	X14	X16	X20	X22	X24	X26																						
L	N	•	24V	24V	X1	X3	X5	X7	X11	X13	X15	X17	X21	X23	X25																						
•																X30	X32	X34	X36	X40	X42	X44	X46	X50	X52	X54	X56	X60	X62	X64	X66	X70	X72	X74	X76	•	
																X27	X31	X33	X35	X37	X41	X43	X45	X47	X51	X53	X55	X57	X61	X63	X65	X67	X71	X73	X75	X77	•
																			Y44	Y46	+V7	Y51	Y53	Y55	Y57	Y60	Y62	Y64	Y66	+V9	Y71	Y73	Y75	Y77	•		
																			Y43	Y45	Y47	Y50	Y52	Y54	Y56	+V8	Y61	Y63	Y65	Y67	Y70	Y72	Y74	Y76	•		
•	Y0	Y2	+V1	Y5	Y7	Y10	Y12	+V3	Y15	Y17	Y20	Y22	Y24	Y26	+V5	Y31	Y33	Y35	Y37	Y40	Y42																
+V0	Y1	Y3	Y4	Y6	+V2	Y11	Y13	Y14	Y16	+V4	Y21	Y23	Y25	Y27	Y30	Y32	Y34	Y36	+V6	Y41																	

*2 FX3U-128MT/ESS does not have DC power supply.



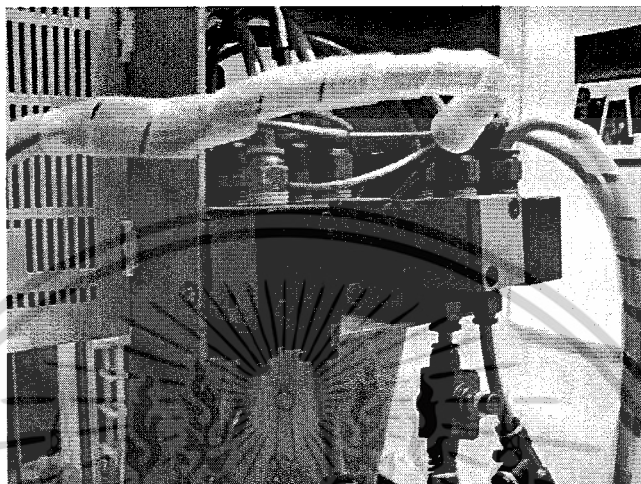
This manual confers no industrial property rights or any rights of any other kind, nor does it confer any patent licenses. Mitsubishi Electric Corporation cannot be held responsible for any problems involving industrial property rights which may occur as a result of using the contents noted in this manual.

Warranty
Mitsubishi will not be held liable for damage caused by factors found not to be the cause of Mitsubishi; machine damage or lost profits caused by faults in the Mitsubishi products; damage, secondary damage, accident compensation caused by special factors unpredictable by Mitsubishi; damages to products other than Mitsubishi products; and to other duties.

▲ For safe use

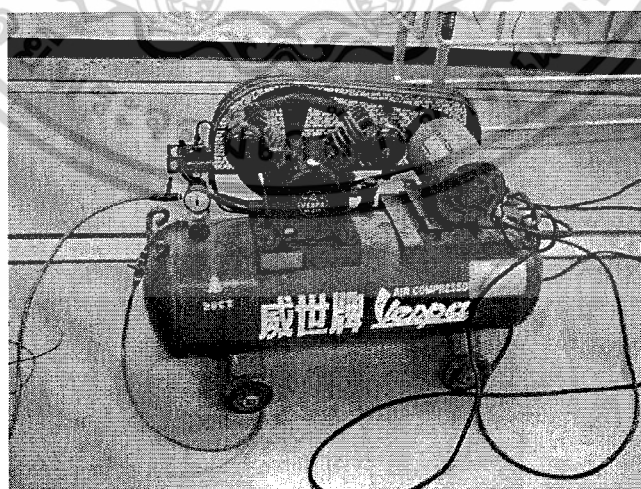
- This product has been manufactured as a general-purpose part for general industries, and has not been designed or manufactured to be incorporated in a device or system used in purposes related to human life.
- Before using the product for special purposes such as nuclear power, electric power, aerospace, medicine or passenger movement vehicles, consult with Mitsubishi Electric.
- This product has been manufactured under strict quality control. However, when installing the product where major accidents or losses could occur if the product fails, install appropriate backup or failsafe functions in the system.

กระบอกสูบ (Pneumatic cylinder) กระบอกสูบจะเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรงโดยจะเปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ใช้เป็นเอ้าท์พุทในการทำงาน



รูปที่ 4.19 รูปวาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)

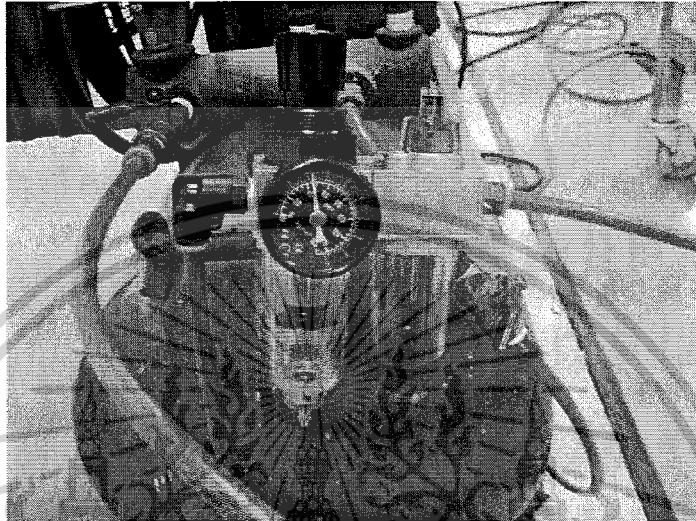
วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve) จะทำหน้าที่ควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เคลื่อนที่ไปตามทิศทางกรไหลของลมเป็นการควบคุมลูกสูบให้ทำงานเคลื่อนที่เข้า-ออก หรือให้ค้างตำแหน่งการทำงาน โดยงานโครงการนี้ได้นำเอาวาล์ว 5/3 มาใช้รวมทั้งหมด 4 ตัว ติดตั้งบริเวณด้านในของโครงสร้างด้านบนของหุ่นยนต์



รูปที่ 4.20 รูปเครื่องอัดลม (Compressor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอัดลม (Compressor) จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกลที่ใช้ในระบบ
นิวเมติกส์



รูปที่ 4.21 รูปชุดควบคุมคุณภาพลมอัด (Service Unit)

ชุดควบคุมคุณภาพลมอัด (Service Unit) ชุดควบคุมคุณภาพลมอัดนี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์
3 ชนิด ดังนี้

1. ชุดกรองอากาศ (Filter) จะทำหน้าที่กรองลมอัดที่มีฝุ่นละออง น้ำ และน้ำมันที่ปนมากับอากาศ
2. ชุดควบคุมความดัน (Regulator) เนื่องจากลมอัดที่ไหลเข้ามามีความดันสูงจึงต้องปรับความดันลมอัดด้านใช้งานให้คงที่ และเหมาะสมกับอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์
3. ชุดน้ำมันหล่อลื่น (Lubricator) จะทำหน้าที่เป็นตัวจ่ายสารน้ำมันหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์นิวเมติกส์เพื่อลดการสึกหรอ และความฝืดของอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองใช้งานจริงของหุ่นยนต์ซึ่งได้แบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน คือ การทดลองการทำงาน 1 รอบการทำงาน โดยใช้ความดันลมต่างๆกัน เพื่อวิเคราะห์ความเหมาะสมในช่วงเวลาการทำงาน เช่น ตรวจสอบเวลาในการหยิบจับและหาความดันลมที่เหมาะสมที่สุดที่จะใช้ในการทำงานของหุ่นยนต์ และการทดลองเสถียรภาพการทำงานโดยเปิดการทำงานแบบ Automatic ให้หุ่นยนต์ทำงานจับชิ้นงานในเวลา 1 นาที

5.1 การทดลองการทำงาน 1 รอบการทำงาน โดยใช้ความดันลมต่างๆกัน

ทดลองนี้มีจุดประสงค์เพื่อหาค่าความดันลมที่ดีที่สุด โดยสังเกตจากการทำงานโดยรวม

ความดันลม (Psi)	ครั้งที่	ลักษณะการทำงาน				เวลา (วินาที)
		กระบอกสูบ A (ป้อนชิ้นงาน)	กระบอกสูบ B (เลื่อนลง)	หยิบ, กระบอกสูบ B (ยกขึ้น)	กระบอกสูบ C (เลื่อนออก)	
20	1	ดันชิ้นงานไม่ถึง	-	-	-	-
	2	ดันชิ้นงานไม่ถึง	-	-	-	-
	3	ดันชิ้นงานไม่ถึง	-	-	-	-
30	1	ดันถึง	ช้า	จับได้, ช้ามาก	ช้า	7.94
	2	ดันถึง	ช้ามาก	จับได้, ช้ามาก	ช้า	7.75
	3	ดันถึง	ช้า	จับได้, ช้ามาก	ช้า	7.98
40	1	ดันถึง	พอดี	จับได้, เร็ว	พอดี	6.87
	2	ดันถึง	เร็ว	จับได้, พอดี	พอดี	6.93
	3	ดันถึง	พอดี	จับได้, เร็ว	เร็ว	6.85

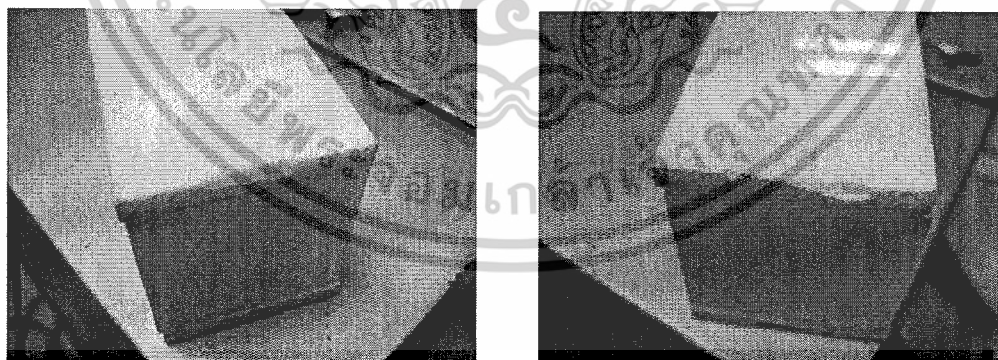
ตารางที่ 5.1 การทดลองการทำงาน 1 รอบการทำงาน โดยใช้ความดันลมต่างๆกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันลม (Psi)	ครั้งที่	ลักษณะการทำงาน				เวลา (วินาที)
		กระบอกสูบ A (ป้อนชิ้นงาน)	กระบอกสูบ B (เลื่อนลง)	หยีบ, กระบอกสูบ B (ยกขึ้น)	กระบอกสูบ C (เลื่อนออก)	
50	1	คั่นถึงแรง	แรง	ตัวจับชนชิ้นงาน, เร็ว	เร็ว	6.38
	2	คั่นถึงแรง	แรง	ตัวจับชนชิ้นงาน, แรง	เร็ว	6.45
	3	คั่นถึงแรง	แรง	ตัวจับชนชิ้นงาน, แรง	เร็ว	6.23
60	1	คั่นถึงแรง	แรงมาก	ตัวจับชนชิ้นงาน, แรง	แรง	6.23
	2	คั่นถึงแรง	แรงมาก	ตัวจับชนชิ้นงาน, แรง	เร็ว	6.14
	3	คั่นถึงแรง	แรงมาก	ตัวจับชนชิ้นงาน, แรง	เร็วแรง	6.25

ตารางที่ 5.1 (ต่อ) การทดลองการทำงาน 1 รอบการทำงาน โดยใช้ความดันลมต่างๆกัน

จากผลการทดลองที่ได้ ควรเลือกใช้ค่าความดันลม 40 Psi เนื่องจากสามารถป้อนชิ้นงานได้พอดีทุกครั้ง และการเคลื่อนที่เข้าออกของกระบอกสูบแต่ละตัวไม่เร็วและแรงจนเกินไป ซึ่งการเคลื่อนที่ที่เร็วและแรงมากเกินไปของกระบอกสูบอาจทำให้เกิดความเสียหายขึ้นกับ โครงสร้างของหุ่นยนต์ และชิ้นงานได้ เช่น ที่ความดัน 50 Psi และ 60 Psi กระบอกสูบ B เลื่อนลงเร็วและแรงทำให้ตัวจับชิ้นงานกระแทกกับชิ้นงานเกิดความเสียหาย



รูปที่ 5.1 ความเสียหายของชิ้นงานที่เกิดจากการกระแทกของตัวจับชิ้นงานกับชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 การทดลองการทำงานแบบ Auto ให้หุ่นยนต์ทำงานจับชิ้นงานในเวลา 1 นาที

การทดลองนี้จัดทำเพื่อหาค่าความดันลมที่ทำให้หุ่นยนต์สามารถจับชิ้นงานได้เร็วที่สุด

ความดันลมจากเครื่องอัดลม (Psi)	จำนวนชิ้นงานที่หุ่นยนต์สามารถหยิบจับได้ (ชิ้น/นาที)
20	กระบอกสูบ A ป้อนชิ้นงานไม่ถึงฐานพักชิ้นงาน
30	7
40	8
50	9*
60	9*

* สามารถทำงานได้แต่จะทำให้ชิ้นงานเกิดการเสียหายเนื่องจากการกระทบกับมือจับ

ตารางที่ 5.2 การทดลองการทำงานแบบ Auto ให้หุ่นยนต์ทำงานจับชิ้นงานในเวลา 1 นาที

จากการทดลองจะเห็นได้ว่ายิ่งความดันลมมากจะทำให้หุ่นยนต์สามารถหยิบจับชิ้นงานได้เร็วขึ้น ความดันลมที่สามารถทำให้หุ่นยนต์สามารถจับชิ้นงานจากจุดพักชิ้นงานไปยังตำแหน่งเป้าหมายได้เร็วที่สุดคือ ค่าความดันที่ 50-60 Psi แต่จากการทดลองที่ 5.1 พบว่าที่ความดัน 50 Psi และ 60 Psi กระบอกสูบ B เลื่อนลงเร็วและแรง ทำให้ตัวจับชิ้นงานกระทบกับชิ้นงานเกิดความเสียหาย ดังนั้นจึงเลือกความดันที่ 40 Psi ใช้ในการทำงานของหุ่นยนต์

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะในการพัฒนา

6.1 บทสรุป

โรงงานนี้ใช้ตัวควบคุม PLC ในการควบคุมระบบการทำงานของแขนกล ซึ่งจากการทดลองพบว่าสามารถควบคุมให้แขนกลหยิบจับชิ้นงานจากจุดพักชิ้นงานไปยังตำแหน่งเป้าหมายได้ตามต้องการ ในการทำงานของแขนกลจะแบ่งออกเป็นสองโหมดการทำงาน คือ โหมดการทำงานแบบควบคุมด้วยมือ (manual mode) และการทำงานในโหมดต่อเนื่อง (Automatic mode) และจากการทดลองการทำงานของทั้งสองโหมดการทำงานให้จับชิ้นงานในเวลา 1 นาที พบว่าเมื่อเสตค่าแรงดันลมเป็น 40 Psi แขนกลสามารถทำงานได้เร็วและไม่ทำให้ชิ้นงานเกิดการเสียหายเนื่องจากการกระทบกันของมือจับ แล้วชิ้นงานรวมทั้งเวลาในการหยิบจับชิ้นงานยังสัมพันธ์กับการป้อนชิ้นงานจากช่องใส่ชิ้นงานมายังฐานพักชิ้นงาน ทำให้การทำงานเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และจากการทดลองพบว่าในเวลา 1 นาที แขนกลสามารถจับชิ้นงานจากฐานรับชิ้นงานไปวาง ณ ตำแหน่งเป้าหมายได้จำนวน 8 ชิ้น แต่ถ้าหากต้องการให้แขนกลสามารถเคลื่อนย้ายชิ้นงานให้ได้จำนวนมากกว่า 8 ชิ้น ภายในเวลา 1 นาที ก็สามารถทำได้โดยการเพิ่มแรงดันลมให้มากขึ้น แต่ก็อาจทำให้เกิดการเสียหายของชิ้นงานและชิ้นส่วนแมคคานิกส์ของแขนกลได้

6.2 ปัญหาที่พบในการวิจัย

เนื่องจากการชักเข้าออกของกระบอกสูบมีความเร็วและมีแรงอัดสูงทำให้มีผลกระทบต่อโครงสร้างต่างๆของหุ่นยนต์ เช่น นี้อัตยัตกระบอกสูบกับแผ่นเลื่อนอาจหลวมได้ เมื่อมีการอัดลมแรงเกินไป ทำให้หยิบจับชิ้นงานเกิดการผิดพลาดเป้าหมายซึ่งจะส่งผลให้เกิดการเสียหายของส่วนมือจับและชิ้นงาน

กระบอกสูบ B ที่ทำหน้าที่เลื่อนตัวจับชิ้นงานลงไปจับชิ้นงานและเลื่อนขึ้นเป็นกระบอกสูบที่มีขนาดยาวแต่มีเส้นผ่านศูนย์กลางเล็ก ทำให้มีการโยกเอนเอียงได้เมื่ออัดแรงดันลมมากเกินไป หรือมีแรงภายนอกมากระทำ ทำให้ตัวจับชิ้นงานอาจชนกับชิ้นงานได้ในขณะที่เลื่อนลงไปจับชิ้นงาน

6.3 ข้อเสนอแนะในการพัฒนา

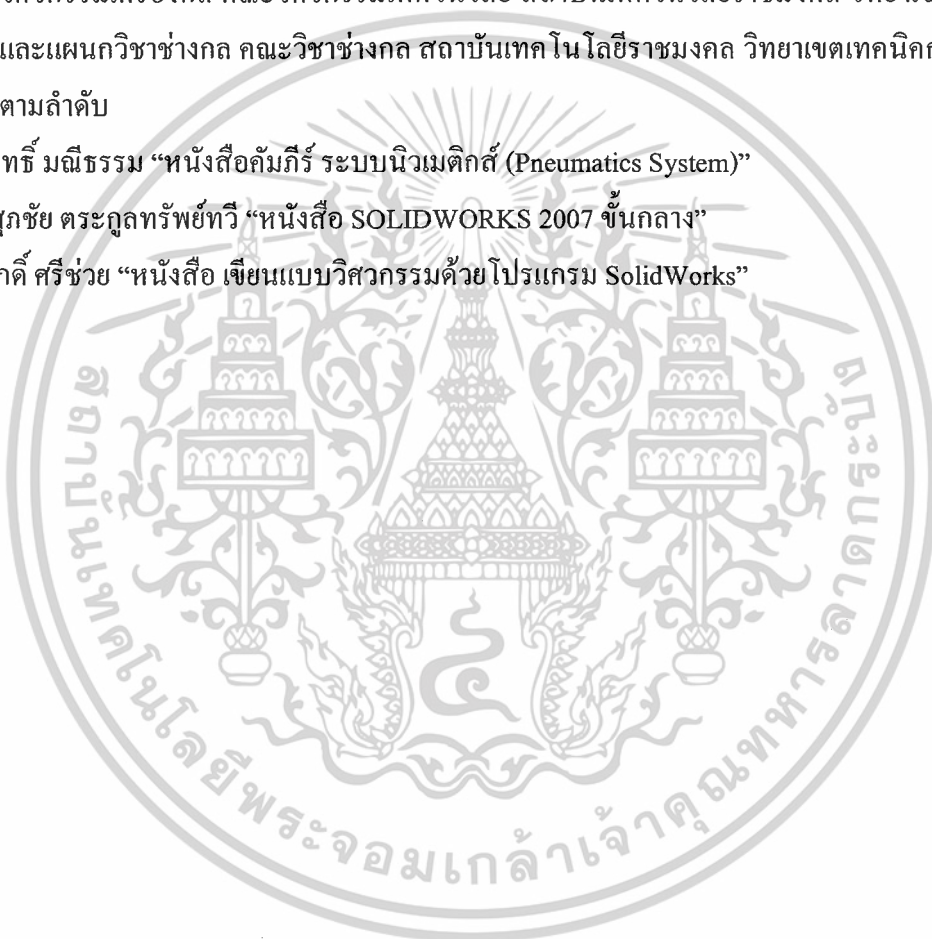
1. ออกแบบโครงสร้างตัวป้อนชิ้นงานและตัวจับชิ้นงานให้สามารถปรับเปลี่ยนหยิบจับชิ้นงานได้หลากหลายขนาด
2. ออกแบบและสร้างแผ่นเลื่อนที่ยึดกระบอบสูบ B ให้แข็งแรงกว่าเดิม
3. ออกแบบการทำงานให้สามารถเคลื่อนที่ได้หลายแกน
4. การใช้ระบบนิวเมติกส์ในการทำงานถ้าออกแบบไม่ได้มาตรฐานอาจทำให้ชิ้นงานเกิดความเสียหายได้
5. รางจากกระบอบสูบส่งไปยังเป้าหมายควมามีมุมลาดลงเล็กน้อย เพื่อกล่องจะ得以ไปถึงเป้าหมายโดยง่าย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

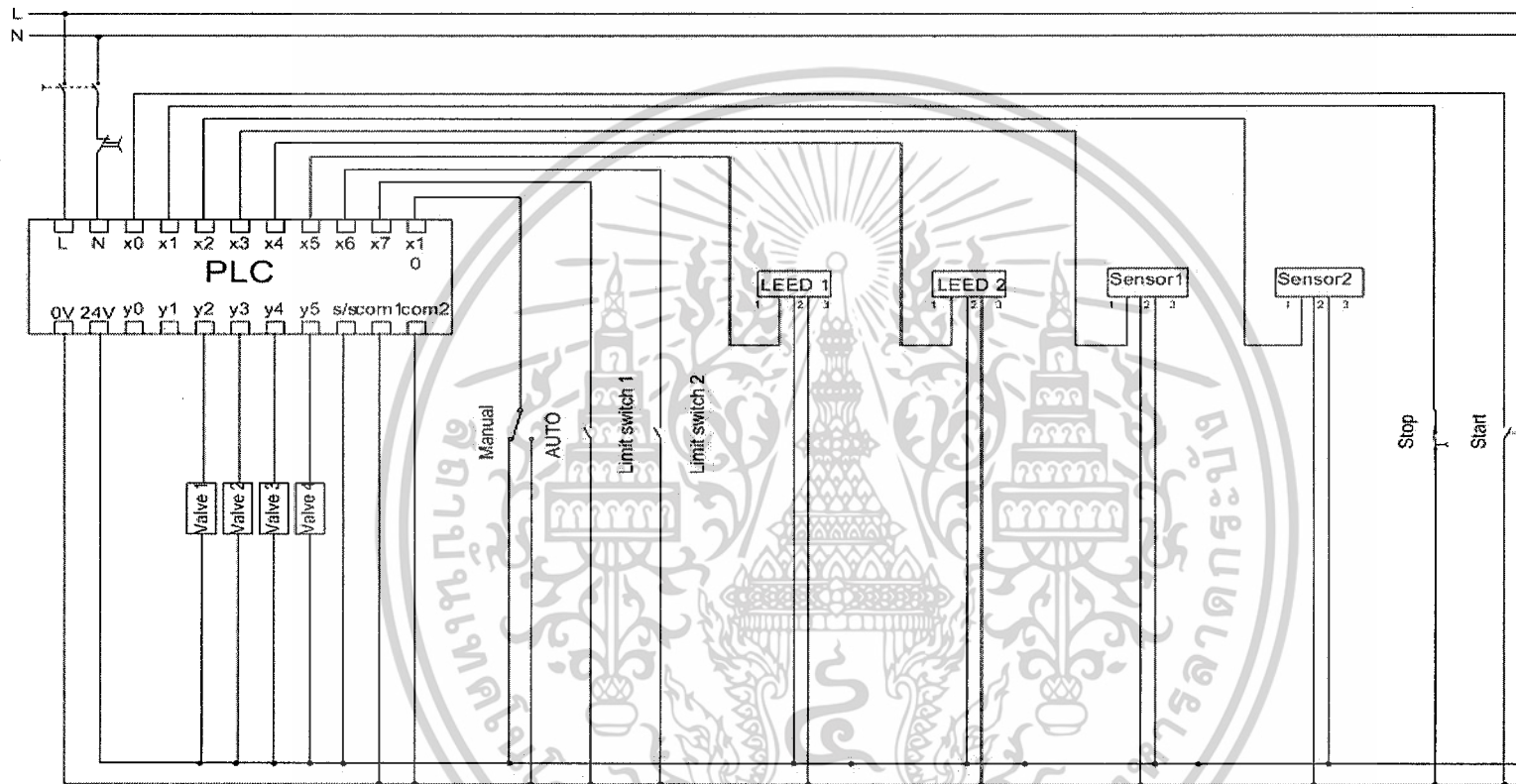
- [1] ณรงค์ ตันชีวะวงศ์ “หนังสือระบบ PLC (PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER)”
- [2] เอฟ.เอ.เทค บ.จ.ก. “รู้จัก PLC ใน 14 ชั่วโมง”
- [3] ปานเพชร ชินินทร และขวัญชัย สินทร์พัสสมบุญณ์ “หนังสือนิวมติกส์อุตสาหกรรม” ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทเวศร์ และแผนกวิชาช่างกล คณะวิชาช่างกล สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล วิทยาเขตเทคนิคกรุงเทพฯ ตามลำดับ
- [4] เฉษฐิ์ มณีธรรม “หนังสือคัมภีร์ ระบบนิวมติกส์ (Pneumatics System)”
- [5] รศ. ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี “หนังสือ SOLIDWORKS 2007 ชั้นกลาง”
- [6] ทวีศักดิ์ ศรีช่วย “หนังสือ เขียนแบบวิศวกรรมด้วยโปรแกรม SolidWorks”



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

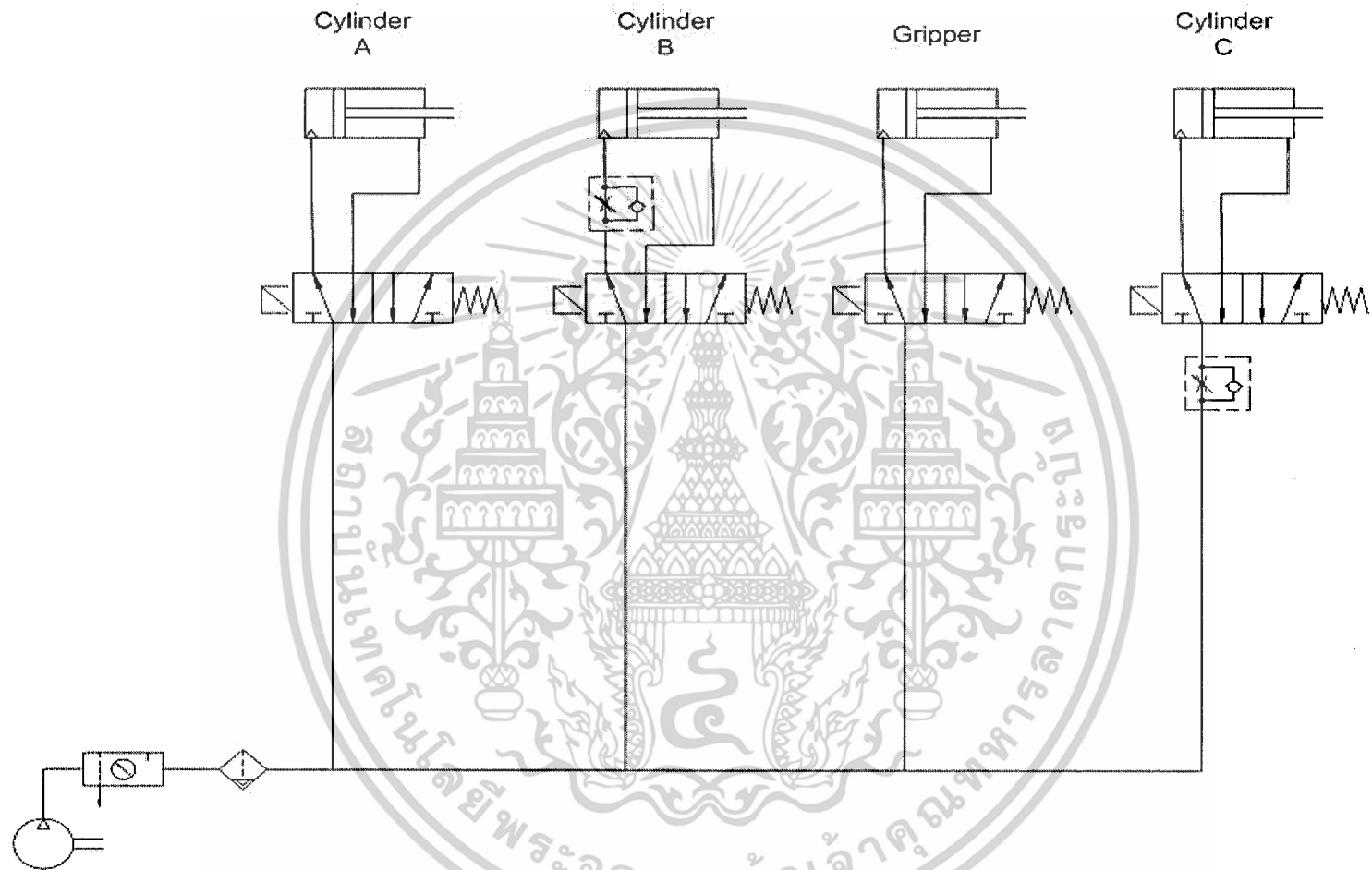


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

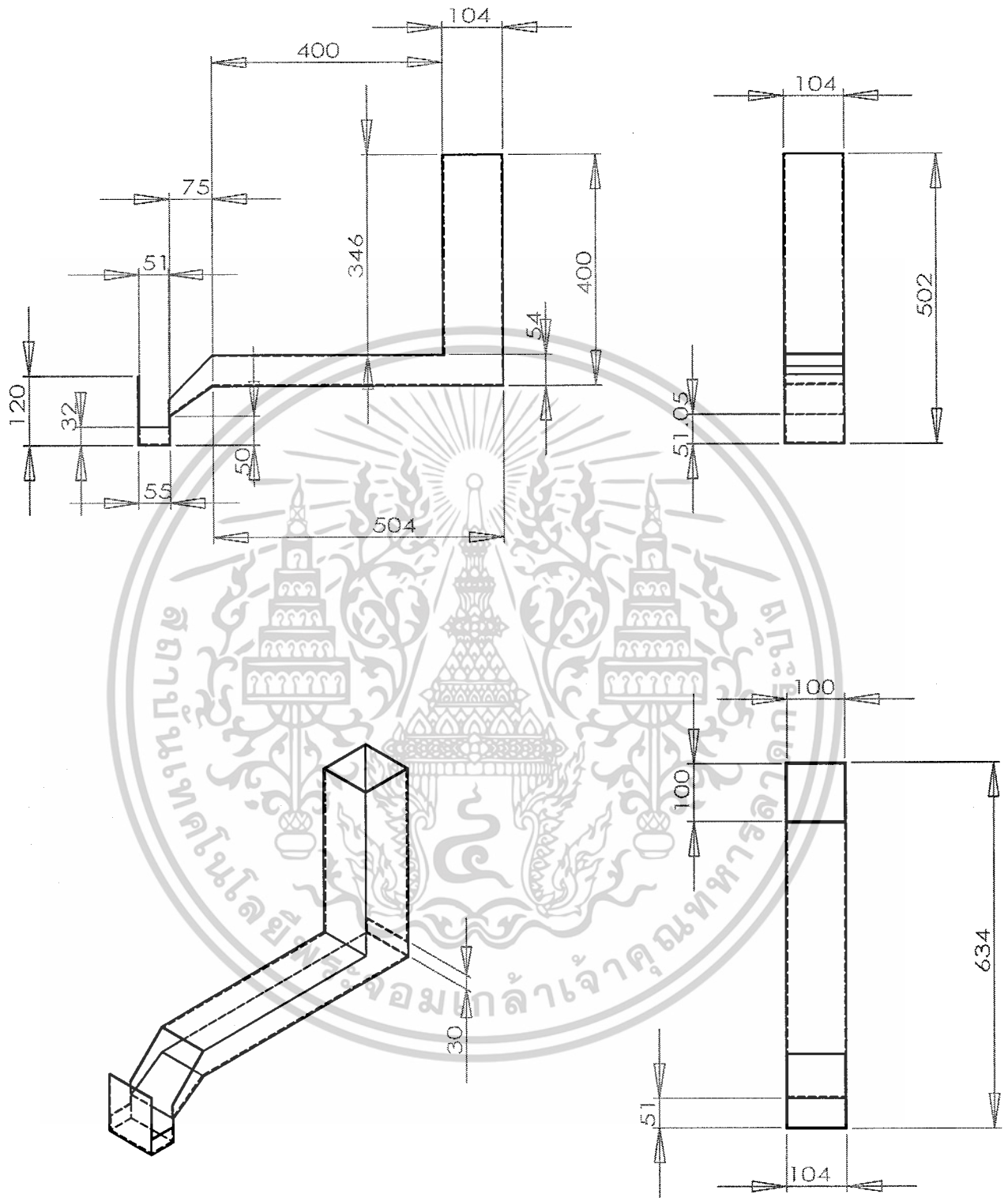


- Valve 1 Control Cylinder A
- Valve 2 Control cylinder B
- Valve 3 Control cylinder C
- Valve 4 Control Gripper

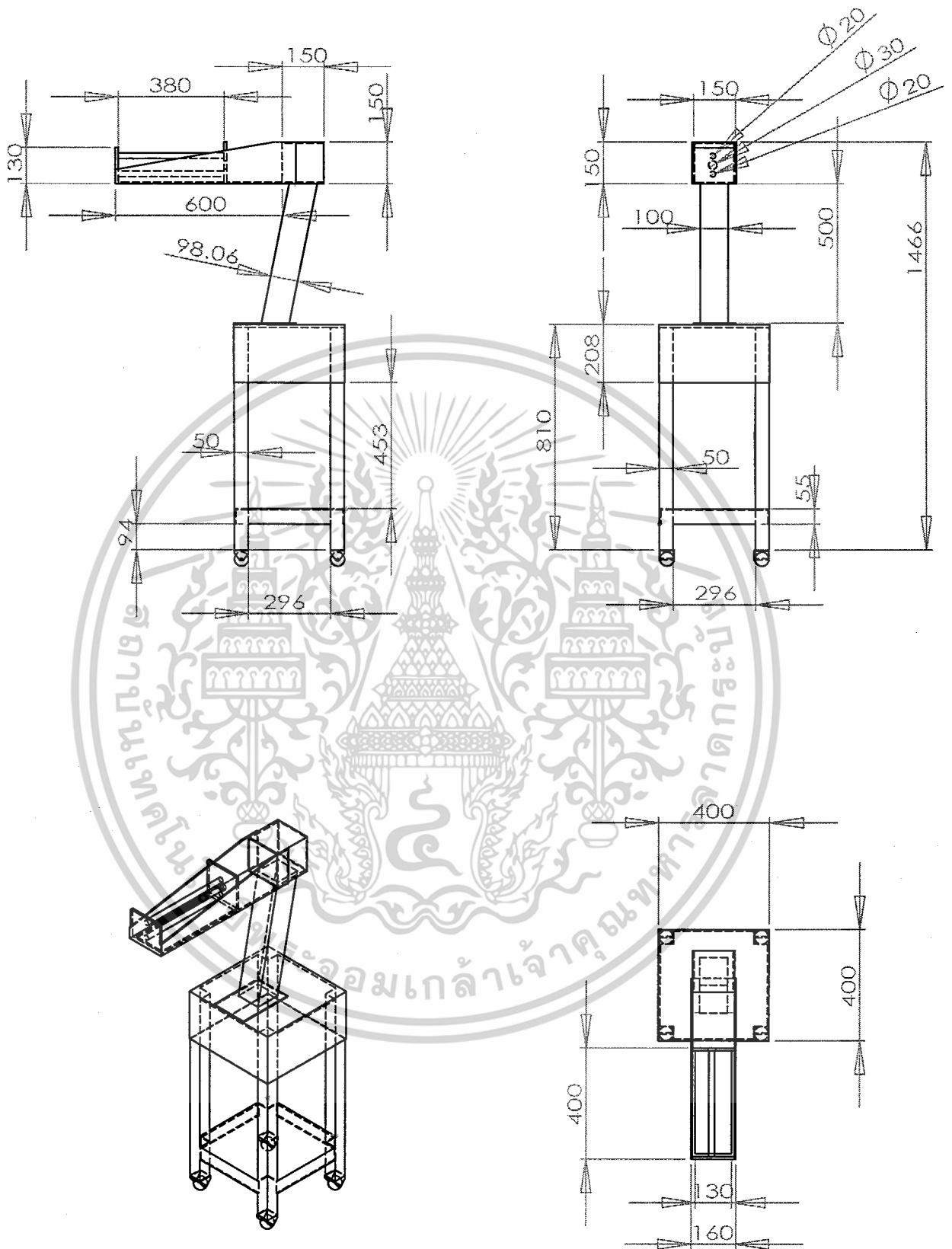
วงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์



วงจรควบคุมนิวเมติกส์ด้วยลม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Changes for the Better

FX3U SERIES PROGRAMMABLE CONTROLLERS

HARDWARE MANUAL

Manual Number	JY997D18801
Revision	E
Date	May 2006



This manual describes the part names, dimensions, mounting, cabling and specifications for the product. This manual is extracted from FX3U Series User's Manual - Hardware Edition. Refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition for more details. Before use, read this manual and manuals of relevant products fully to acquire proficiency in the handling and operating the product. Make sure to learn all the product information, safety information, and precautions.

And, store this manual in a safe place so that you can take it out and read it whenever necessary. Always forward it to the end user.

Registration

The company name and the product name to be described in this manual are the registered trademarks or trademarks of each company.

Effective May 2006

Specifications are subject to change without notice.

© 2005 Mitsubishi Electric Corporation

Safety Precaution (Read these precautions before use.)

This manual classifies the safety precautions into two categories:

DANGER and **CAUTION**

DANGER	Indicates that incorrect handling may cause hazardous conditions, resulting in death or severe injury.
CAUTION	Indicates that incorrect handling may cause hazardous conditions, resulting in medium or slight personal injury or physical damage.

Depending on the circumstances, procedures indicated by **CAUTION** may also cause severe injury.

It is important to follow all precautions for personal safety.

STARTUP AND MAINTENANCE PRECAUTIONS **DANGER**

- Do not touch any terminal while the PLC's power is on. Doing so may cause electric shock or malfunctions.
- Before cleaning or retightening terminals externally cut off all phases of the power supply. Failure to do so may cause electric shock.
- Make sure to connect the battery for memory backup correctly. Do not charge, disassemble, heat, short-circuit, or expose the battery to fire. Doing so may rupture or ignite it.
- Before modifying or disrupting the program in operation or running the PLC, carefully read through this manual and the associated manuals and ensure the safety of the operation. An operation error may damage the machinery or cause accidents.

STARTUP AND MAINTENANCE PRECAUTIONS **CAUTION**

- Turn off the power to the PLC before attaching or detaching the memory cassette. If the memory cassette is attached or detached while the PLC's power is on, the data in the memory may be destroyed, or the memory cassette may be damaged.
- Do not disassemble or modify the PLC. Doing so may cause fire, equipment failures, or malfunctions. For repair, contact your local Mitsubishi Electric distributor.
- Turn off the power to the PLC before connecting or disconnecting any extension cable. Failure to do so may cause equipment failures or malfunctions.
- Turn off the power to the PLC before attaching or detaching the following devices. Failure to do so may cause equipment failures or malfunctions.
 - Display module, peripheral devices, expansion boards, and special adapters
 - Connector conversion adapter, extension blocks, and FX Series terminal blocks
 - Battery and memory cassette

DISPOSAL PRECAUTIONS **CAUTION**

- Please contact a certified electronic waste disposal company for the environmentally safe recycling and disposal of your device.

TRANSPORT AND STORAGE PRECAUTIONS **CAUTION**

- Before transporting the PLC, turn on the power to the PLC to check that the BATT LED is off. If the PLC is transported with the BATT LED on or the battery exhausted, the battery-backed data may be unstable during transportation.
- The PLC is a precision instrument. During transportation, avoid impacts larger than those specified in Section 2.1. Failure to do so may cause failures in the PLC. After transportation, verify the operations of the PLC.

Certification of UL, cUL standards

FX3U main units and input/output extension units/blocks supporting UL, cUL standards are as follows:

UL, cUL registration number :E95239

Models : MELSEC FX3U series manufactured
 FX3U-★ ★ MR/ES(-A) FX3U-★ ★ MT/ES(-A)
 FX3U-★ ★ MT/ESS
 Where ★ ★ indicates:16,32,48,64,80,128
 FX3U-★ ★ MR/DS FX3U-★ ★ MT/DS
 FX3U-★ ★ MT/DSS
 Where ★ ★ indicates:16,32,48,64,80
 FX3U-232ADP FX3U-485ADP
 FX3U-4AD-ADP FX3U-4DA-ADP
 FX3U-4AD-PT-ADP FX3U-4AD-TC-ADP
 FX3U-4HSX-ADP FX3U-2HSY-ADP

Models : MELSEC FX2N series manufactured
 FX2N-★ ★ ER-ES/UL FX2N-★ ★ ET-ESS/UL
 Where ★ ★ indicates:32,48
 FX2N-48ER-DS FX2N-48ET-DSS
 FX2N-48ER-UA1/UL
 FX2N-8ER-ES/UL FX2N-8EX-ES/UL
 FX2N-8EYR-ES/UL FX2N-8EYT-ESS/UL
 FX2N-8EX-UA1/UL
 FX2N-16EX-ES/UL FX2N-16EYR-ES/UL
 FX2N-16EYT-ESS/UL

Compliance with EC directive(CE Marking)

This document does not guarantee that a mechanical system including this product will comply with the following standards. Compliance to EMC directive and LVD directive of the entire mechanical system should be checked by the user / manufacturer. For more details please contact the local Mitsubishi Electric sales site.

Requirement for Compliance with EMC directive

The following products have shown compliance through direct testing (of the identified standards below) and design analysis (through the creation of a technical construction file) to the European Directive for Electromagnetic Compatibility (89/336/EEC) when used as directed by the appropriate documentation.

Type : Programmable Controller (Open Type Equipment)

Models : MELSEC FX3U series manufactured
 from May 1st, 2005 FX3U-★ ★ MR/ES(-A)
 Where ★ ★ indicates:16,32,48,64,80
 FX3U-4HSX-ADP FX3U-2HSY-ADP
 FX3U-FLROM-16 FX3U-FLROM-64L
 FX3U-7DM
 from June 1st, 2005 FX3U-232ADP FX3U-485ADP
 FX3U-4AD-ADP FX3U-4DA-ADP
 FX3U-4AD-PT-ADP FX3U-4AD-TC-ADP
 FX3U-232-BD FX3U-422-BD
 FX3U-485-BD FX3U-USB-BD
 FX3U-FLROM-64 FX3U-CNV-BD

from November 1st, 2005 FX3U-★ ★ MT/ES(-A)
 FX3U-★ ★ MT/ESS
 Where ★ ★ indicates:16,32,48,64,80

from February 1st, 2006 FX3U-128MR/ES(-A) FX3U-128MT/ES(-A)
 FX3U-128MT/ESS
 FX3U-★ ★ MR/DS FX3U-★ ★ MT/DS
 FX3U-★ ★ MT/DSS
 Where ★ ★ indicates:16,32,48,64,80

Standard	Remark
EN61131-2:2003 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	Compliance with all relevant aspects of the standard. <ul style="list-style-type: none"> Radiated Emissions Mains Terminal Voltage Emissions RF immunity Fast Transients ESD Voltage drops and interruptions Conducted Power magnetic fields

Models : MELSEC FX2N series manufactured
 from July 1st, 1997 FX2N-★ ★ ER-ES/UL FX2N-★ ★ ET-ESS/UL
 Where ★ ★ indicates:32,48
 FX2N-16EX-ES/UL FX2N-16EYR-ES/UL
 FX2N-16EYT-ESS/UL
 from April 1st, 1998 FX2N-48ER-DS FX2N-48ET-DSS
 from August 1st, 1998 FX2N-48ER-UA1/UL
 from August 1st, 2005 FX2N-8ER-ES/UL FX2N-8EX-ES/UL
 FX2N-8EYR-ES/UL FX2N-8EYT-ESS/UL

For the products above, PLCs manufactured before March 31st, 2002 are compliant with EN50081-2 (EN61000-6-4) and EN50082-2
 from April 1st, 2002 to April 30th, 2006 are compliant with EN50081-2 (EN61000-6-4) and EN61131-2:1994+A11:1996+A12:2000
 after May 1st, 2006 are compliant with EN61131-2:2003

Standard	Remark
EN61000-6-4:2001 - Generic emission standard Industrial environment EN50081-2:1993 Electromagnetic compatibility	Compliance with all relevant aspects of the standard. <ul style="list-style-type: none"> Radiated Emissions Mains Terminal Voltage Emissions
EN50082-2:1995 Electromagnetic compatibility - Generic immunity standard Industrial environment	Compliance with all relevant aspects of the standard. <ul style="list-style-type: none"> RF immunity Fast Transients ESD Conducted Power magnetic fields
EN61131-2:1994 Programmable controllers /A11:2000 - Equipment requirements and tests	Compliance with all relevant aspects of the standard. <ul style="list-style-type: none"> RF Immunity Fast Transients ESD Damped oscillatory wave
EN61131-2:2003 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	Compliance with all relevant aspects of the standard. <ul style="list-style-type: none"> Radiated Emissions Mains Terminal Voltage Emissions RF immunity Fast Transients ESD Voltage drops and interruptions Conducted Power magnetic fields

Requirement for Compliance with LVD directive

The following products have shown compliance through direct testing (of the identified standards below) and design analysis (through the creation of a technical construction file) to the European Directive for Low Voltage (73/23/EEC) when used as directed by the appropriate documentation.

Type : Programmable Controller (Open Type Equipment)

Models : MELSEC FX3Useries manufactured from May 1st, 2005
 FX3U-★MR/ES(-A)
 Where ★★ indicates:16,32,48,64,80
from November 1st, 2005
 FX3U-★MT/ES(-A)
 FX3U-★MT/ESS
 Where ★★ indicates:16,32,48,64,80
from February 1st, 2006
 FX3U-128MR/ES(-A)
 FX3U-128MT/ES(-A)
 FX3U-128MT/ESS
 FX3U-★MR/DS
 Where ★★ indicates:16,32,48,64,80

Standard	Remark
EN61131-2:2003 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of EN61131-2:2003

Models :MELSEC FX2Nseries manufactured from July 1st, 1997

FX2N-★ER-ES/UL FX2N-★ET-ESS/UL
 Where ★★ indicates:32,48
 FX2N-16EYR-ES/UL
from April 1st, 1998
 FX2N-48ER-DS
from August 1st, 1998
 FX2N-48ER-UA1/UL
from August 1st, 2005
 FX2N-8ER-ES/UL FX2N-8EYR-ES/UL

For the products above, PLCs manufactured before March 31st, 2002 are compliant with IEC1010-1 from April 1st, 2002 to April 30th, 2006 are compliant with EN61131-2:1994+A11:1996+A12:2000 after May 1st, 2006 are compliant with EN61131-2:2003

Standard	Remark
IEC1010-1:1990 Safety requirements for electrical equipment for /A11:1996 - General requirements	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of IEC 1010-1:1990+A11:1992
EN61131-2:1994 :2003 Programmable controllers /A12:2000 /A11:1996 requirements and tests	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of EN61131-2:1994+A11:1996+A12:2000, :2003

Caution for compliance with EC Directive

Installation in Enclosure

Please use FX3UPLCs while installed in a shielded enclosure. PLCs are open type equipment should be installed in enclosures when used. This is not only for safety but for the shielding of noise. The effect of noise-shielding by enclosures is important.

Caution for Analog Products in use

The analog special adapters have been found to be compliant to the European standards in the aforesaid manual and directive. However, for the very best performance from what are in fact delicate measuring and controlled output device Mitsubishi Electric would like to make the following points;

As analog devices are sensitive by nature, their use should be considered carefully. For users of proprietary cables (integral with sensors or actuators), these users should follow those manufacturers installation requirements.

Mitsubishi Electric recommend that shielded cables should be used. If NO other EMC protection is provided, then users may experience temporary induced errors not exceeding +10%/-10% in very heavy industrial areas.

However, Mitsubishi Electric suggest that if adequate EMC precautions are followed with general good EMC practice for the users complete control system, users should expect normal errors as specified in this manual.

- Sensitive analog cable should not be laid in the same trunking or cable conduit as high voltage cabling. Where possible users should run analog cables separately.
- Good cable shielding should be used. When terminating the shield at Earth - ensure that no earth loops are accidentally created.
- When reading analog values, EMC induced errors can be smoothed out by averaging the readings. This can be achieved either through functions on the analog special adapter/block or through a users program in the FX3Useries PLC main unit.

Associated manuals

FX3Useries PLC (main unit) comes with this document (hardware manual).

For a detailed explanation of the FX3U series hardware and information on instructions for PLC programming and special extension unit/block, refer to the relevant documents.




Manual name	Manual No.	Description
FX3Useries User's Manual - Hardware Edition	JY997D16501 MODEL CODE: 09R516	Explains FX3Useries PLC specification details for I/O, wiring, installation, and maintenance.
FX3U/FX3UC Series Programming Manual - Basic & Applied Instruction Edition	JY997D16601 MODEL CODE: 09R517	Describes PLC programming for basic/ applied instructions STL/ SFC programming and devices.
FX Series User's Manual - Data Communication Edition	JY997D16901 MODEL CODE: 09R715	Explains N:N link, parallel link, computer link, no protocol communication by RS instructions/FX2N-232F.
FX3U/ FX 3UC Series User's Manual - Analog Control Edition	JY997D16701 MODEL CODE: 09R619	Describes specifications for analog control and programming methods for FX3U/ FX 3UCSeries PLC.
FX3U/ FX 3UC Series User's Manual - Positioning Control Edition	JY997D16801 MODEL CODE: 09R620	Explains the specifications for positioning control of FX3U/ FX 3UCSeries and programming procedures

How to obtain manuals

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

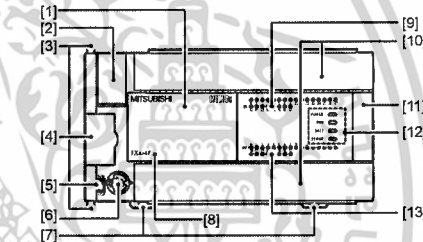
Incorporated Items

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

Product	Manual	Dust proof sheet (1 sheet)
		

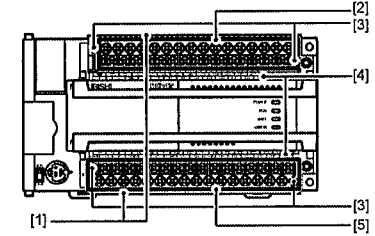
1. Outline

1.1 Part names



No.	Name
[1]	Top cover
[2]	Battery cover
[3]	Special adapter connecting hooks (2 places)
[4]	Expansion board dummy cover
[5]	RUN/STOP switch
[6]	Peripheral device connecting connector
[7]	DIN rail mounting hooks
[8]	Model name (abbreviation)
[9]	Input display LEDs (Red)
[10]	Terminal block covers
[11]	Extension device connecting connector cover
Operation status display LEDs	
POWER Green On while power is on the PLC.	
RUN Green On while the PLC is running.	
BATT Red Lights when the battery voltage drops.	
ERROR Red Flashing when a program error occurs.	
Red Lights when a CPU error occurs.	
[13]	Output display LEDs (Red)

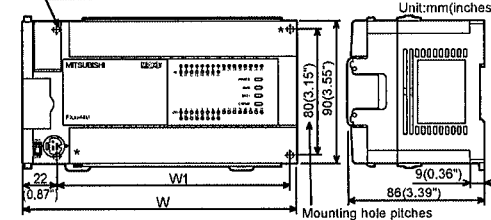
With terminal cover open



No.	Name
[1]	Protective terminal covers (FX3U-□M□/□-A is excluded)
[2]	Power supply, Input (X) terminals
[3]	Terminal block mounting screws (FX3U-16M□ terminal block cannot be installed/removed)
[4]	Terminal names
[5]	Output (Y) terminals

1.2 External dimensions and weight

2-φ4, 5-diam mounting holes (FX3U-16M□ FX3U-32M□)
 4-φ4, 5-diam mounting holes (FX3U-48M□ FX3U-64M□ FX3U-80M□ FX3U-128M□)
 FX3U-16M□ and FX3U-32M□ do not have the (*)-marked mounting holes.



Model name	W: mm (Inches)	W1: mm (Inches) Direct mounting hole pitches	MASS (Weight): kg (lbs)
FX3U-16M□	130 (5.12")	103 (4.06")	0.6 (1.32lbs)
FX3U-32M□	150 (5.91")	123 (4.85")	0.65 (1.43lbs)
FX3U-48M□	182 (7.17")	155 (6.11")	0.85 (1.87lbs)
FX3U-64M□	220 (8.67")	193 (7.6")	1.00 (2.2lbs)
FX3U-80M□	285 (11.23")	258 (10.16")	1.20 (2.64lbs)
FX3U-128M□*1	350 (13.78")	323 (12.72")	1.80 (3.96lbs)

*1 FX3U-128M□ does not have DC power supply.

Installation

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

2. Installation (general specifications)

As for installation of the input/output extension blocks, special adapters and expansion boards, refer to FX3U Series User's Manual - Hardware Edition.

INSTALLATION PRECAUTIONS **CAUTION**

- Use the product within the generic environment specifications described in section 4.1 of this manual. Never use the product in areas with excessive dust, oily smoke, conductive dusts, corrosive gas (salt air, Cl₂, H₂S, SO₂ or NO₂), flammable gas, vibration or impacts, or exposed to high temperature, condensation, or rain and wind. If the product is used in such conditions, electric shock, fire, malfunctions, deterioration or damage may occur.
- Do not touch the conductive parts of the product directly to avoid failure or malfunctions.
- Install the product securely using a DIN rail or mounting screws.
- Install the product on a flat surface. If the mounting surface is rough, undue force will be applied to the PC board, thereby causing nonconformities.
- When drilling screw holes or wiring, make sure cutting or wire debris does not enter the ventilation slits. Failure to do so may cause fire, equipment failures or malfunctions.
- Be sure to remove the dust proof sheet from the PLC's ventilation port when installation work is completed. Failure to do so may cause fire, equipment failures or malfunctions.
- Connect the extension cables, peripheral device cables, input/output cables and battery connecting cable securely to their designated connectors. Unsecured connection may cause malfunctions.
- Turn off the power before attaching or detaching the following devices. Failure to do so may cause device failures or malfunctions.
 - Peripheral devices, display modules, expansion boards and special adapters
 - Extension units/blocks and the FX Series terminal block
 - Battery and memory cassette

Notes

- When a dust proof sheet is supplied with an extension unit/block, keep the sheet applied to the ventilation slits during installation and wiring work.
- To prevent temperature rise, do not install the PLC on a floor, a ceiling or a vertical surface. Install it horizontally on a wall as shown in section 2.2.
- Keep a space of 50 mm (1.97") or more between the unit main body and another device or structure (part A). Install the unit as far away as possible from high-voltage lines, high-voltage devices and power equipment.

WIRING PRECAUTIONS **DANGER**

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

2.1 Generic specifications [Main unit]

Item	Specification
Ambient temperature	0 to 55°C (32 to 131°F) when operating and -25 to 75°C (-13 to 167°F) when stored

Item	Specification			
Ambient humidity	5 to 95%RH (no condensation) when operating			
	Conforms to EN 68-2-6			
Vibration resistance	When installed on DIN rail	Frequency (Hz)	Acceleration (m/s ²)	Half amplitude (mm)
	When installed directly	10 to 57	-	0.035
Shock resistance	Compliant with EN 68-2-27 (147 m/s ² Acceleration, Action time: 11ms, 3 times by half-sine pulse in each direction X, Y, and Z)			
	By noise simulator at noise voltage of 1,000 Vp-p, noise width of 1 μs, rise time of 1 ns and period of 30 to 100 Hz	10 to 57	-	0.075
Noise resistance	1.5kV AC for one minute	Compliant with JEM-1021		
	500V AC for one minute	Between each terminals ^{*1} and ground terminal		
Dielectric withstand voltage ^{*1}	5MΩ or more by 500V DC megger	Between each terminals ^{*1} and ground terminal		
	Insulation resistance ^{*1}	Class D grounding (grounding resistance: 100 Ω or less) <Common grounding with a heavy electrical system is not allowed.> ^{*2}		
Grounding	Free from corrosive or flammable gas and excessive conductive dusts			
Working atmosphere	Compliant with IEC61311-2 (<2000m> ^{*3})			
Working altitude				

Terminal	Dielectric strength	Insulation resistance
Between power supply terminal (AC power) and ground terminal	1.5 kV AC for one minute	5MΩ or more by 500V DC megger
Between power supply terminal (DC power) and ground terminal	500V AC for one minute	
Between input terminal (24V DC) and ground terminal	500V AC for one minute	
Between output terminal (relay) and ground terminal	1.5 kV AC for one minute	
Between output terminal (transistor) and ground terminal	500V AC for one minute	

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

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

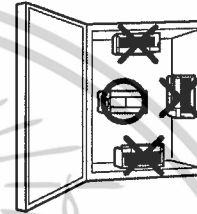
^{*2} For common grounding, refer to section 3.3.

^{*3} The PLC cannot be used at a pressure higher than the atmospheric pressure to avoid damage.

2.2 Installation location

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

Installation location in enclosure

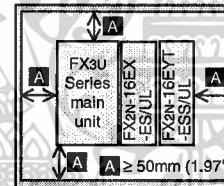


Space in enclosure

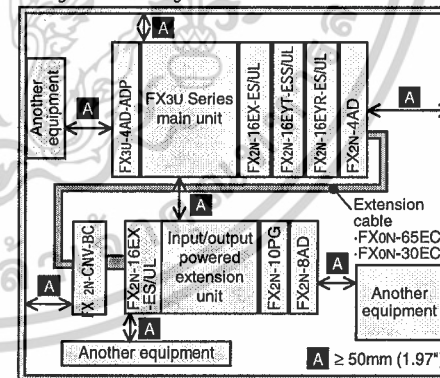
Extension devices can be connected on the left and right sides of the main unit of the PLC.

If you intend to add extension devices in the future, keep necessary spaces on the left and right sides.

Configuration without extension cable



Configuration in 2 stages with extension cable



2.2.1 Affixing The Dust Proof Sheet

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

→ For the affixing procedure, refer to the instructions on the dust proof sheet.

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

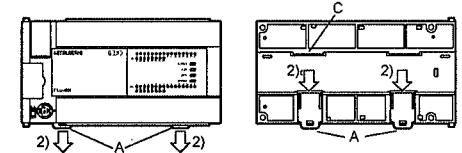
2.3 Procedures for installing to and detaching from DIN rail

The main unit can be installed on a DIN46277 rail [35 mm (1.38") wide].

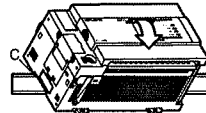
2.3.1 Installation

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

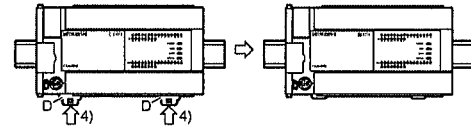
2) Push out all DIN rail mounting hooks (below fig.A)



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



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



2.4 Procedures for installing directly (with M4 screws)

The product can be installed directly on the panel (with screws).

2.4.1 Mounting hole pitches

Refer to the External Dimensions (section 1.2) for the product's mounting hole pitch information.

As for the details of the mounting hole pitches for extension unit/block and special adapters, refer to the following manual.

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

2.4.2 Installation

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

2) Fit the main unit (A in the right figure) based on the holes, and secure it with M4 screws (B in the right figure).

The mounting hole pitches and number of screws depend on the product. Refer to the external dimensions diagram.

