ระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติโดย PLC

AUTOMATIC FEEDING MACHINE SYSTEM WITH PLC

ณัฐภัทร กิจวรรณ

สรวิศ ตันตระกูลเจริญ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติโดย PLC
AUTOMATIC FEEDING MACHINE SYSTEM WITH PLC

ณัฐภัทร กิจวรรณ
สรวิศ ตันตระกูลเจริญ

9 ว N.
ส263ร
2558
สถาบัน 144263
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี 09 พ.ย. 2559

.b 12816553
.i

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

AUTOMATIC FEEDING MACHINE SYSTEM WITH PLC

NUTTAPUT KITCHAWAN
SORAWIT TANTRAKULCHAROEN

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติโดย PLC

AUTOMATIC FEEDING MACHINE SYSTEM WITH PLC

ผู้จัดทำ นายณัฐภัทร กิจวรรณ 55010389

นายสรวิศ ตันตระกูลเจริญ 55011276

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์)

ระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติโดย PLC

โดย
นายณัฐภัทร กิจวรรณ 55010389
นายสรวิศ ตันตระกูลเจริญ 55011276

อาจารย์ที่ปรึกษา
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์

ปีการศึกษา 2558

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอขึ้น เพื่อรายงานการออกแบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติโดย PLC ที่ใช้ในการช่วยป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องปั๊มโลหะแผ่น ในระบบผลิตชิ้นงานโลหะ ออกแบบโดยยึดจากการทำงานจริง ติดตั้งและใช้งานโดยง่ายและมีราคาต้นทุนการผลิตไม่มาก เพื่อช่วยลดต้นทุนการผลิตโลหะแผ่นของโรงงาน โดยเครื่องจักรป้อนชิ้นงานจะประกอบด้วยเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดเลเซอร์ตรวจจับชิ้นงานที่เคลื่อนที่มาตามสายพาน และในส่วนตัวแขนจับยึดวัตถุจะใช้ระบบนิวเมติกส์และใช้ปั๊มลมอัดลมเข้า-ออกเพื่อยึดหด และจะเคลื่อนที่โดยการหมุนจากแรงขับของเซอร์โวมอเตอร์ พอตรวจจับพบวัตถุก็จะทำการหยุดสายพาน และทำให้เครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติเริ่มทำงานโดยจะควบคุมด้วยระบบ PLC เครื่องจักรจะเริ่มทำงานโดยการจับวัตถุบนสายพานไปเข้ากระบวนการผลิต เช่น ส่งเข้าเครื่องปั๊มโลหะแผ่น โดยส่วนปลายแขนกลที่สัมผัสกับวัตถุจะเป็นแม่เหล็กเพื่อดูดจับวัตถุ และเครื่องจักรจะทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ โดยได้ลองนำเครื่องไปทดสอบที่โรงงานปั๊มโลหะแผ่นจริงๆ และสามารถทำงานได้ตามกระบวนการที่ต้องการ

AUTOMATIC FEEDING MACHINE SYSTEM WITH PLC

By

Mr.Nuttaput Kitchawan 55010389

Mr.Sorawit Tantrakulcharoen 55011276

Advisor

Asst.Prof.Dr. Kongsak Anuntahirunrat

Academic Year 2015

ABSTRACT

This thesis developed the Automatic feeding machine system with PLC to support manufacture industry. The main function of robots is to solve the problems caused by human such as accuracy, speed, error, and safety. Moreover, the purpose is to increase productivity and improve quality. The Automatic feeding machine use step motor to rotate the pneumatic which has an arm at the edge to grab metal objects using 2 pieces of 12 volt electromagnet. This machine can move continuously and automatically by using PLC Mitsubishi fx-series. Machine working operations are able to pick up object from one place to another. For the functional test, developer pointed the target and wrote the program controlling all motors that related to the movement and could pick up objects. From the variable function, this Automatic feeding machine can be controlled to move object such as metal plate to the required position and it can adapt to other types of industrial machinery .

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ต้องขอบคุณบุคคลหลายๆท่าน โดยเฉพาะอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุมิตร พนาอุดมทรัพย์ ที่ได้ให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการค้นคว้าทดลองนี้ พร้อมทั้งยังจัดหาสถานที่การค้นคว้า และอุปกรณ์ในการทำการทดลองบางส่วนที่จำเป็นต่อโครงงาน อีกทั้งทุนทรัพย์ที่ใช้จัดทำโครงงานนี้ ผู้จัดทำซาบซึ้งในเมตตาและขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

สุดท้ายนี้ ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวที่ได้อบรมสั่งสอน ดูแลผู้จัดทำด้วยความรัก ความเอาใจใส่เสมอมา ทั้งยังเป็นแรงบันดาลใจ และกำลังใจอย่างดีที่ช่วยสนับสนุนส่งเสริมให้รายงานนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ผู้จัดทำ
นายณัฐภัทร กิจวรรณ
นายสรวิศ ตันตระกูลเจริญ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

สารบัญตาราง VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญโครงงาน 1

1.2 ขอบเขตโครงงาน 1

1.3 วัตถุประสงค์ 1

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำโครงงาน 2

1.5 ประโยชน์หรือผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า 3

2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) 3

2.1.2 หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 5

2.2 อินเวอร์เตอร์ (Inverter) 6

2.2.1 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ 6

2.2.2 โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์ 6

2.2.3 อินเวอร์เตอร์สำหรับการควบคุมมอเตอร์ 6

2.3 เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Proximity Sensors) 10

2.3.1 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ 10

2.3.2 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์ชนิดเหนี่ยวนำ 11

2.3.3 ระยะห่างในการตรวจจับ (Sensing Distance Definitions) 11

2.4 แผนภาพการต่อระบบนิวเมติกส์ (Piping Pneumatic Diagram) 12

2.4.1 การแก้ไขปัญหา Problem Solution 13

2.5 ระบบนิวเมติกส์ (Pneumatic system) 13

2.5.1 อุปกรณ์ส่งกำลัง Actuator 14

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	21
3.1 ศึกษาปัจจัยและออกแบบระบบเครื่องจักร	21
3.2 วาดแบบระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานด้วยโปรแกรม SolidWorks 2016	22
3.3 เลือกอุปกรณ์ที่นำมาใช้	26
3.4 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน	30
3.5 การทดสอบโปรแกรมกับเครื่องจักรป้อนชิ้นงาน	37
บทที่ 4 ผลการวิจัย	39
4.1 ขั้นตอนการออกแบบ	39
4.2 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม	40
4.3 ขั้นตอนการนำโปรแกรมไปใช้กับอุปกรณ์ที่โรงงานจริง	42
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	44
5.1 บทสรุปการดำเนินงาน	44
5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน	44
เอกสารอ้างอิง	45
ภาคผนวก	46
ภาคผนวก ก	47

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สเตเตอร์ (Stator)	3
2.2 ตัวหมุน (Rotor)	4
2.3 Block Diagram ของอินเวอร์เตอร์สำหรับควบคุมมอเตอร์	6
2.4 สัญญาณเอาต์พุตของเซนเซอร์ชนิดเหนี่ยวนำ	10
2.5 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	11
2.6 แผนภาพการต่อระบบนิวเมติกส์	12
2.7 แผนภาพการแก้ไขปัญหา	13
2.8 ระบบนิวเมติกส์เบื้องต้น	13
2.9 Single Acting Cylinders (SAC)	15
2.10 Double Acting Cylinders (DAC)	15
2.11 SMC Pneumatic Rotary Stage	16
2.12 SMC Rodless Air Cylinder	16
2.13 ส่วนประกอบของกระบอกสูบไฟฟ้า	17
2.14 Servo Drive & Servo Motor	17
2.15 Controller	18
2.16 Servo Drive	19
2.17 Servo Motor	19
2.18 เซนเซอร์แสง	20
3.1 สายงานการผลิต	21
3.2 ชิ้นงานโลหะก่อนส่งเข้าเครื่องจักร	22
3.3 PLC Mitsubishi FX3G-14M	22
3.4 สายพานลำเลียง	23
3.5 แม่เหล็กไฟฟ้า	23
3.6 กระบอกสูบ Pneumatic	23
3.7 มอเตอร์	24
3.8 Sensor	24
3.9 ถาดรองแขน Pneumatic	24
3.10 กล่องฐานตั้ง	25
3.11 ตัวอย่างเครื่องเจาะชิ้นงาน	25
3.12 ระบบป้อนชิ้นงานสำหรับ 1 เครื่องจักร	26
3.13 ระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงาน	26

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 Mitsubishi Motor SF-JR	27
3.15 Driver TB 6560	27
3.16 กระบอกสูบ Pneumatic Airtac MA40	27
3.17 Photoelectric Sensor	28
3.18 ชุดสายพาน	28
3.19 PLC Mitsubishi FX3G-14M	29
3.20 Limit Switch Omron Z-15GW-B	29
3.21 Ladder Diagram ทดลอง	30
3.22 ตำแหน่งเครื่องจักรก่อนเริ่มทำงาน	31
3.23 ผล PLC Output 1	32
3.24 การทำงานเมื่อมีชิ้นงานมาถึง Sensor	32
3.25 แม่เหล็กทำงาน	33
3.26 การทำงานเมื่อแม่เหล็กจับชิ้นงานและกระบอกสูบหดกลับ	33
3.27 ตำแหน่งการทำงานเมื่อมอเตอร์หมุนตามเข็มไปทางด้านขวามือ	34
3.28 ตำแหน่งการทำงานเมื่อ Timer 01 หน่วงเวลาครบ	34
3.29 ปล่อยชิ้นงานสู่เครื่องจักรและสายพาน	35
3.30 PLC สั่งงานให้เครื่องจักรทำงาน	35
3.31 มอเตอร์หมุนทวนเข็มกลับมาสู่ตำแหน่งเริ่มต้น	36
3.32 PLC ทำงานวนกลับมายังจุดเริ่มต้น	36
3.33 Ladder Diagram	37
3.34 เตรียมการเชื่อมต่อสายไฟจาก PLC	38
3.35 เครื่องจักรป้อนชิ้นงานตัวทดสอบ	38
4.1 เครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติออกแบบโดย SolidWork โปรแกรม	39
4.2 กระบอกสูบนิวเมติกส์ และแม่เหล็กไฟฟ้าติดอยู่ที่ปลายกระบอกสูบ	39
4.3 ระบบการทำงานของเครื่องทั้งหมด	40
4.4 PLC ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักร	40
4.5 ตัวอย่าง Ladder โปรแกรม PLC	41
4.6 การนำโปรแกรมไปใช้งานจริงที่โรงงาน	42
4.7 เครื่องจักรป้อนชิ้นงานเริ่มทำการจับชิ้นงาน	42
4.8 เครื่องจักรป้อนชิ้นงานหมุนไปทางขวาเพื่อวางชิ้นงานลง	43

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การเปลี่ยนขนาดแรงดันของอินเวอร์เตอร์ตามความถี่ โดยวิธีการแปรรูปคลื่นของแรงดัน	8
2.2 รูปแบบควบคุมการ เปิด-ปิดสวิตช์ ของวิธี PWM แบบ Sine Wave	9
2.3 ค่าแฟกเตอร์ของวัตถุ (Correction Factors)	12

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงที่มาและความสำคัญของโครงงาน ขอบเขตของโครงงาน วัตถุประสงค์ของโครงงาน ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำโครงงาน และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ โดยมีรายละเอียดที่จะได้กล่าวถึงดังต่อไปนี้

1.1 ที่มาและความสำคัญโครงงาน

ในปัจจุบันโรงงานผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์อุตสาหกรรมในประเทศไทยกำลังอยู่ในช่วงพัฒนา และมีปริมาณมากขึ้น แต่ในระบบการผลิตยังมีข้อบกพร่องและมีบางจุดที่ยังใช้บุคลากรมากเกินความจำเป็นทั้งๆ ที่สามารถใช้เครื่องจักรในการทุ่นแรงได้ เราจึงเกิดความคิดที่จะสร้างเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติขึ้นมาเพื่อช่วยป้อนชิ้นงานเข้าไปในเครื่องผลิตชิ้นงานในแต่ละขั้นตอน เช่น เครื่องปั๊มโลหะแผ่น เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน ความรวดเร็วและแม่นยำ อีกทั้งยังเป็นการลดการใช้บุคลากรในการควบคุมระบบการผลิตให้ลดน้อยลง

ปริญญานิพนธ์ฉบับจัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอการออกแบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติที่ควบคุมโดยระบบ PLC ที่มีลักษณะการทำงานตรงกับความต้องการของโรงงานผลิตชิ้นส่วน เพื่อให้พนักงานในโรงงานสามารถใช้เครื่องจักรนี้ช่วยป้อนชิ้นงานเข้าสู่เครื่องปั๊มโลหะแผ่น กล่าวคืออุปกรณ์สำหรับเพิ่มประสิทธิภาพและความรวดเร็วในการทำงาน เพื่อจะสามารถเพิ่มปริมาณการผลิตชิ้นงานขึ้น ซึ่งจะเป็นการเพิ่มรายได้ และยังช่วยในการประหยัดการใช้บุคลากร โดยใช้เครื่องจักรทำหน้าที่แทน ซึ่งเป็นการลดค่าใช้จ่ายของโรงงานอีกด้วย

1.2 ขอบเขตโครงงาน

1. ศึกษาลักษณะการทำงานของระบบการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์
2. ศึกษาวงจรเซอร์โวมอเตอร์
3. ศึกษาการทำงานและชนิดของเซนเซอร์
4. ศึกษาการใช้งานโปรแกรมออกแบบสามมิติ

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อทำการศึกษาและค้นคว้าการทำงานของเครื่องจักรป้อนชิ้นงานและระบบ PLC
2. เพื่อศึกษาการทำงานของมอเตอร์ และเซอร์โวมอเตอร์
3. เพื่อลดค่าใช้จ่ายที่ต้องสิ้นเปลืองไปกับการจ้างบุคลากรโดยไม่จำเป็น
4. เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในการทำงานของระบบการผลิต
5. เพื่อลดอุบัติเหตุที่สามารถเกิดขึ้นกับบุคลากรได้

1.4 ขั้นตอนการศึกษาและจัดทำโครงงาน

1. ทำการศึกษาเก็บข้อมูลเกี่ยวกับระบบการผลิตและเครื่องจักรที่เกี่ยวข้องในระบบเพื่อช่วยในการออกแบบ

2. ทำการออกแบบโครงสร้างของเครื่องจักรป้อนชิ้นงาน

3. ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุที่ใช้สำหรับโครงสร้าง

4. ออกแบบวงจรคอนโทรลของอุปกรณ์

5. ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ และแก้ไขปรับปรุง

6. นำชิ้นงานไปใช้งานจริงกับระบบการผลิต

1.5 ประโยชน์หรือผลลัพธ์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ศึกษาเกี่ยวกับระบบการผลิตชิ้นส่วนอุปกรณ์ และระบบการทำงานของอุตสาหกรรมการผลิตในประเทศไทย

2. ได้ศึกษาเกี่ยวกับวัสดุ และโปรแกรม ในการออกแบบโครงสร้างเพื่อสร้างชิ้นงาน

3. ผลงานชิ้นนี้สามารถนำไปใช้ได้จริง และเป็นประโยชน์แก่การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

4. ช่วยให้พนักงานทำงานได้ง่ายและรวดเร็วขึ้น และเป็นการลดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นกับบุคลากรได้

5. เพื่อเป็นต้นแบบในการพัฒนาอุปกรณ์ทุ่นแรงต่างๆ ในอนาคต

บทที่ 2
ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

บทนี้กล่าวถึงทฤษฎีที่นำมาใช้ในการออกแบบระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานโดยแบ่งเป็นส่วน คือ ในส่วนแรกอธิบายถึง มอเตอร์ (Motor) และอินเวอร์เตอร์ (Inverter)

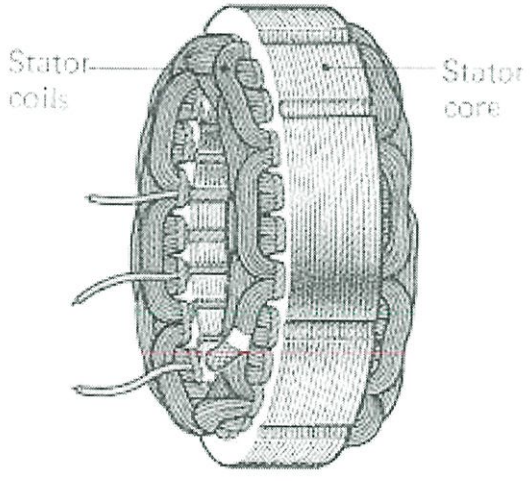
2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ (Motor) หมายถึงเป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็นพลังงานกล

2.1.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็น มอเตอร์ที่ต้องใช้กับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Source) มีคุณสมบัติเด่นในการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ประกอบด้วย

2.1.1.1 สเตเตอร์ (Stator) ประกอบด้วย



รูปที่ 2.1 สเตเตอร์ (Stator)

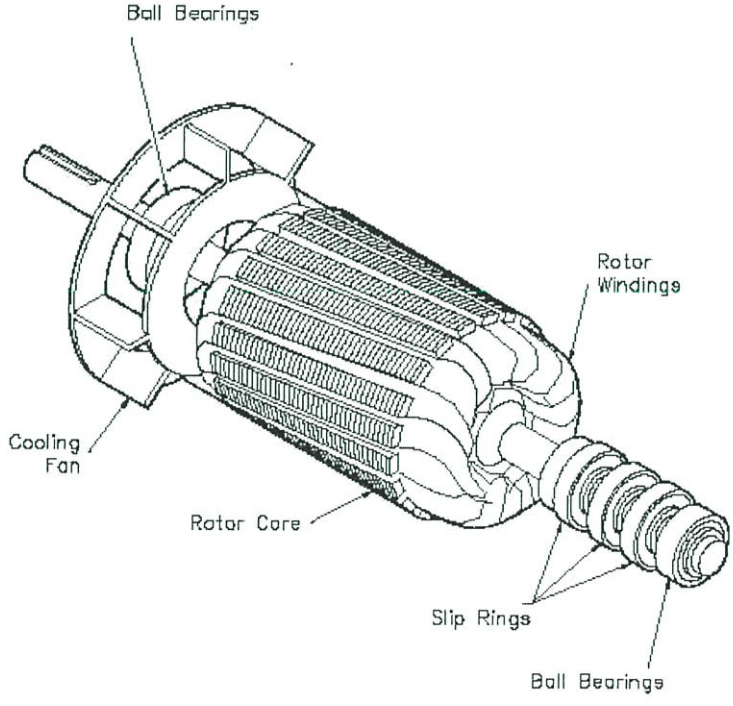
1. เฟรมหรือโยค (Frame Or Yoke) เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือไปขั้วใต้ให้ครบวงจร และยึดส่วนประกอบอื่นๆ ให้แข็งแรง ทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก

2. ขั้วแม่เหล็ก (Pole) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ แกนขั้วแม่เหล็กและขดลวด ส่วนแรกแกนขั้ว (Pole Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางๆ กั้นด้วยฉนวนประกอบกัน เป็นแท่งยึดติดกับเฟรมส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้ง เพื่อโค้งรับรูปกลมของตัวโรเตอร์เรียกว่า ขั้วแม่เหล็ก (Pole Shoes) มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและโรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุด จะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยังโรเตอร์มากที่สุด แล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของโรเตอร์มากทำให้มอเตอร์มีกำลังหมุน

3. ส่วนที่สองขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) จะพันอยู่รอบๆ แกนขั้วแม่เหล็ก ขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอก เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น และเส้นแรงแม่เหล็กนี้ จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาเมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิด (Torque)

2.1.1.2 ตัวหมุน (Rotor)

หรือเรียกว่าโรเตอร์ตัวหมุนทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในตลับลูกปืน (Ball Bearing) ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย (End Plate) ของมอเตอร์



รูปที่ 2.2 ตัวหมุน (Rotor)

ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน คือ

1. แกนเพลา (Shaft) เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์(Armature Core) ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลานี้จะวางอยู่บนแบริ่ง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวนิ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้

2. แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ (Armature Core) ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน (Laminated Sheet Steel) เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด (Torque)

3. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีฉนวนไมก้า (Mica) คั่นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสายของขดลวดอาร์มาเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลาเป็นรูปกลมทรงกระบอกมีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน (Carbon Brushes) เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยังขดลวดอาร์มาเจอร์ เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็กดังกล่าวมาแล้วเรียกว่าปฏิกิริยามอเตอร์ (Motor Action)

4. ขดลวดอาร์มาเจอร์ (Armature Winding) เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสล็อท (Slot) ของแกนอาร์มาเจอร์ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่ และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้นๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่างๆ

2.1.2 หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะผ่านแปรงถ่าน คอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์มาเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field Coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกันตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดกัน ทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวกันจะเสริมแรงกันทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์มาเจอร์ซึ่งวางแกนเพลา และแกนเพลานี้สวมอยู่กับตลับลูกปืนของมอเตอร์ทำให้อาร์มาเจอร์หมุนได้ ขณะที่ตัวอาร์มาเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้ เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่า ตัวหมุนการที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกิริยาต่อกันทำ ให้ขดลวดอาร์มาเจอร์ หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming Left Hand Rule)

2.2 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

2.2.1 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ (Inverter) จะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circui) จากนั้นไฟฟ้ากระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้ โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น และผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์

โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับมีรูปคลื่นซายน์ แต่เอาต์พุตของ Inverter จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปซายน์ นอกจากนั้นยังมีชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์ และวงจรอินเวอร์เตอร์ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของ 3-phase Induction Motor

2.2.2 โครงสร้างภายในของ Inverter

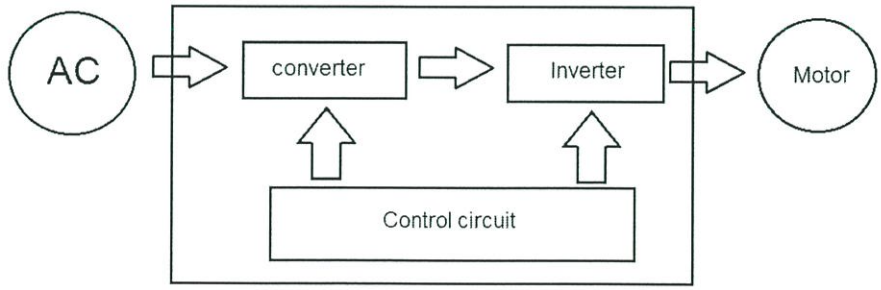
1. ชุดคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) ซึ่งทำหน้าที่แปลงไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ AC Power Supply (50 Hz) ให้เป็นไฟตรง (DC Voltage)

2. ชุดคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) ซึ่งทำหน้าที่แปลงไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ AC Power Supply (50 Hz) ให้เป็นไฟตรง (DC Voltage)

3. ชุดอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) ซึ่งทำหน้าที่แปลงไฟตรง (DC Voltage) ให้เป็นไฟสลับ (AC Voltage) ที่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้

4. ชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของชุดคอนเวอร์เตอร์ และชุดอินเวอร์เตอร์

2.2.3 อินเวอร์เตอร์สำหรับการควบคุมมอเตอร์



รูปที่ 2.3 Block Diagram ของอินเวอร์เตอร์สำหรับควบคุมมอเตอร์

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในการแปลงพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกล โดยนำพลังงานที่ได้นี้ไปทำการขับเคลื่อนเครื่องจักรอื่นๆ ต่อไป ความเร็วของมอเตอร์สามารถกำหนดได้โดย

1. น้ำหนักของโหลด
2. จำนวนขั้วของมอเตอร์
3. ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟที่ใช้กับมอเตอร์
4. แรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์

ความเร็วของมอเตอร์สามารถหาได้จากสูตร ดังต่อไปนี้

$$\text{ความเร็วรอบ } N = \{[120 * \text{ความถี่ f (Hz)}] / \text{จำนวนขั้ว P}\} * (1-S)$$

โดยเทอม 1-S กำหนดโดยโหลด

จากสูตรข้างต้นจะพบว่า ถ้าความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ เปลี่ยนแปลงไปก็มีผลทำให้มอเตอร์มีความเร็วเปลี่ยนแปลงได้ด้วย แต่เมื่อทำการเปลี่ยนความถี่ โดยให้แรงดันคงที่ จะมีผลทำให้เกิดฟลักส์แม่เหล็กเพิ่มมากขึ้นจนอิ่มตัว ซึ่งอาจทำให้มอเตอร์ร้อนจนเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องทำการเปลี่ยนแรงดันควบคู่ไปกับความถี่ด้วย และการที่จะเปลี่ยนแปลงความถี่ของแหล่งจ่ายไฟ สามารถทำได้โดยการใช้อินเวอร์เตอร์ ซึ่งมีหลักในการทำงาน

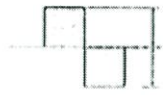
จากรูปที่ 2.3 แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับไปยังคอนเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง แล้วนำไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้ต่อเป็นอินพุตเข้าไปในวงจรอินเวอร์เตอร์ ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงนี้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่สามารถเลือก ความถี่ได้ เพื่อไปควบคุมมอเตอร์ให้มีความเร็วตามต้องการได้

การเปลี่ยนขนาดแรงดันของอินเวอร์เตอร์ตามความถี่ โดยวิธีการแปรรูปคลื่นของแรงดัน สามารถทำได้หลายวิธีดังนี้

1. วิธีแปรขนาดแรงดันของไฟตรง (PAM : Pulae Amplitute Modulation)
2. วิธีแปรความกว้างของพัลส์ที่ใช้เปิด-ปิดทรานซิสเตอร์ (PWM : Pulae Width Modulation)
   - เป็น Square Wave
   - เป็น Sine Wave

โดยแต่ละวิธีจะทำให้เกิดผลต่อมอเตอร์ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเปลี่ยนขนาดแรงดันของอินเวอร์เตอร์ตามความถี่ โดยวิธีการแปรรูปคลื่นของแรงดัน

วิธีควบคุม	ความถี่ต่ำ (แรงดันต่ำ)	ความถี่สูง (แรงดันสูง)	จุดเด่น
วิธี PAM (Pulse Amplitude Modulation)			- เสียงมอเตอร์เบา - ประสิทธิภาพดี - ควบคุมขนาดแรงดันที่คอนเวอร์เตอร์ - ผลตอบช้า
วิธี PWM (Pulse Width Modulation)			- ส่วนอินเวอร์เตอร์สามารถควบคุมความถี่และแรงดันได้ทั้งหมด - ได้ยินเสียงความถี่สูงจากมอเตอร์
วิธี PWM ที่ให้แรงดันเป็นรูปซายน์			- เดินมอเตอร์ได้เรียบที่ความเร็วต่ำ - ฮาร์โมนิคความถี่ต่ำมีขนาดเล็ก - ได้ยินเสียงความถี่สูงจากมอเตอร์

วิธี PWM แบบ Sine Wave นั้นจะมีการเปิด-ปิดสวิตช์หลายๆ ครั้งในหนึ่งไซเคิล และการเปิด-ปิดในแต่ละครั้งจะใช้เวลาไม่เท่ากัน จำนวนการเปิด-ปิดใน 1 วินาที เรียกว่าความถี่แคเรียร์ (Carrier Frequency) ซึ่งวิธี PWM แบบ Sine Wave มีรูปแบบควบคุมการ เปิด-ปิดสวิตช์ 3 แบบ ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 รูปแบบควบคุมการ เปิด-ปิดสวิตช์ ของวิธี PWM แบบ Sine Wave

รูปแบบการควบคุม		ความถี่ต่ำ	ความถี่สูง	จุดเด่น
Synchronous	ความถี่แคเรียร์ แปรตามความถี่ขาออก			- สามารถควบคุมฮาร์โมนิคได้ - แรงดันขาออกสูงสุดเกือบเท่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟ
Asynchronous	ความถี่แคเรียร์ ไม่สัมพันธ์กับความถี่ขาออก			- เสียงรบกวนจากมอเตอร์จะเป็นเสียงเดียวไม่น่ารำคาญ
แบบผสม	ย่านความถี่ต่ำเป็น Asynchronous และย่านความถี่สูงเป็น Synchronous			- สามารถควบคุมได้ดีทั้งด้านความถี่ต่ำตลอดจนถึงความถี่สูง

การควบคุมมอเตอร์

1. การสตาร์ท

ทำได้โดยให้สัญญาณตั้งความถี่แก่อินเวอร์เตอร์ด้วยความถี่สตาร์ท มอเตอร์ก็จะผลิตแรงบิด จากนั้นอินเวอร์เตอร์จะค่อยๆ เพิ่มความถี่ขึ้นไป จนกระทั่งแรงบิดของมอเตอร์สูงกว่าแรงบิดของโหลด มอเตอร์จึงเริ่มหมุน

2. การเร่งความเร็วและการเดินเครื่องด้วยความเร็วคงที่

หลังจากสตาร์ทอินเวอร์เตอร์และมอเตอร์แล้ว ความถี่ขาออกจะค่อยๆ เพิ่มขึ้น จนถึงความถี่ที่ต้องการ ช่วงเวลาในการเพิ่มความถี่นี้คือเวลาการเร่งความเร็ว และเมื่อความถี่ขาออกเท่ากับความถี่ที่ต้องการ การเร่งความเร็วก็จบ อินเวอร์เตอร์จะเข้าสู่การทำงานในช่วงเวลาการเดินเครื่อง ด้วยความเร็วคงที่

3. การลดความเร็ว

ทำได้โดยตั้งความถี่ให้ต่ำกว่าความถี่ขาออก อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงมาเรื่อยๆ ตามช่วงเวลาการลดความเร็วที่ได้ตั้งไว้ ในขณะลดความถี่ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่ามากกว่าความถี่ขาออกของอินเวอร์เตอร์ มอเตอร์จะทำงานเหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตไฟจ่ายกลับไปให้อินเวอร์เตอร์ (Invertor) ทำให้แรงดันไฟตรง (แรงดันคร่อมคอนเดนเซอร์) มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นภายในอินเวอร์เตอร์จะมีวงจรที่ทำหน้าที่รับพลังงานที่เกิดจากการ Regeneration ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการเบรกมอเตอร์ วงจรนี้เรียกว่า วงจรเบรกคืนพลังงาน

ในช่วงการลดความเร็วจะทำงานในลักษณะนี้หลายๆ ครั้ง ถ้าพลังงานมีค่าน้อย (แรงบิดที่จำเป็นสำหรับการลด ความเร็วมีขนาดเล็ก) อัตราการใช้งานวงจรเบรกก็จะต่ำ บางครั้งอาจจะไม่ทำงานเลยก็มี

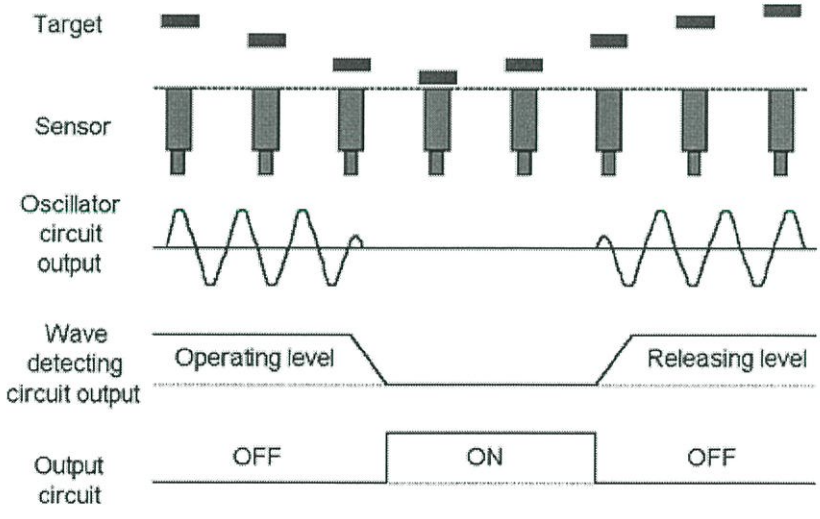
อัตราการใช้งานวงจรเบรกนี้ ได้รับการออกแบบโดยการพิจารณาในแง่ของการระบายความร้อนไว้ที่ 2-3 % เท่านั้น ถ้ามีการใช้เบรกบ่อย หรือใช้เบรกนานเกินไป จะทำให้เกิดปัญหาการระบายความร้อนของตัวต้านทาน และอาจทำให้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สวิตช์เสื่อมได้

4. การหยุดอินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงจนถึงระดับหนึ่ง และจะผลิตไฟตรงเข้าไปในมอเตอร์เพื่อทำงานเป็นเบรกจนมอเตอร์หยุด เรียกว่า การเบรกด้วยไฟตรง

2.3 เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Proximity Sensors)

2.3.1 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity Sensors)

บริเวณส่วนหัวของเซนเซอร์จะมีสนามแม่เหล็กซึ่งมีความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณมาจากวงจรกำเนิดความถี่ ในกรณีที่มีวัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นโลหะเข้ามาอยู่ในบริเวณที่สนามแม่เหล็กสามารถส่งไปถึง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการหน่วงออสซิลเลท (Oscilate) ลดลงไป หรือบางทีอาจถึงจุดที่หยุดการออสซิลเลท และเมื่อนำเอาวัตถุนั้นออกจากบริเวณตรวจจับ วงจรกำเนิดคลื่นความถี่ก็เริ่มต้นการออสซิลเลทใหม่อีกครั้งหนึ่ง สภาวะดังกล่าวในข้างต้นจะถูกแยกแยะได้ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน หลังจากนั้นก็จะส่งผลไปยังเอาต์พุตว่าให้ทำงานหรือไม่ทำงาน โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเอาต์พุตว่าเป็นแบบใด



รูปที่ 2.4 สัญญาณเอาต์พุตของเซนเซอร์ชนิดเหนี่ยวนำ

2.3.2 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์ชนิดเหนี่ยวนำ

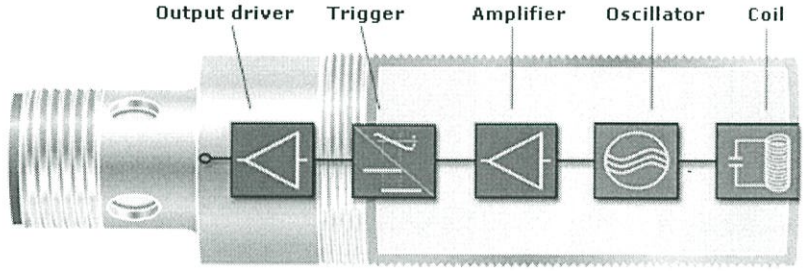
1. Coil-Wire (ชุดขดลวด) ซึ่งจะถูกพันไว้รอบแกนเฟอร์ไรต์ ซึ่งมีหน้าที่สร้างคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาจากผิวหน้าของเซนเซอร์

2. Oscillator (วงจรกำเนิดคลื่นความถี่สูง) มีหน้าที่แปลงคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้เป็นคลื่นความถี่

3. Amplifier (ตัวขยายสัญญาณ) มีหน้าที่ขยายความแรงของสัญญาณคลื่นความถี่ สำหรับวงจรแยกสภาวะ และการสั่งงาน (Trigger)

4. Trigger (วงจรแยกสภาวะ) ทำหน้าที่แยกสภาวะ และสั่งงาน

5. Output Driver (ตัวส่งสัญญาณออก) มีหน้าที่เพิ่มกำลังของสัญญาณไปที่ระดับ ของการใช้งานของสัญญาณออก สำหรับเครื่องจักร CNC หรืออุปกรณ์ PLC และอื่นๆ



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

2.3.3 ระยะห่างในการตรวจจับ (Sensing Distance Definitions)

1. ระยะตรวจจับ (Switching Distance) คือ ระยะห่างที่วัตถุเป้าหมายได้เข้ามาใกล้หน้าสัมผัสของเซนเซอร์ โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนในค่าของสัญญาณที่ส่งออกไป

2. ระยะตรวจจับอ้างอิง (Nominal Sensing Distance, Sn)

- อัตราระยะห่างของการปฏิบัติการ

- ไม่คำนึงถึงการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนในการผลิต, อุณหภูมิของปฏิบัติการ cและแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

- สามารถถูกนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการทำข้อมูลอ้างอิง

3. ระยะตรวจจับที่รับประกัน (Assured Sensing Distance, Sa)

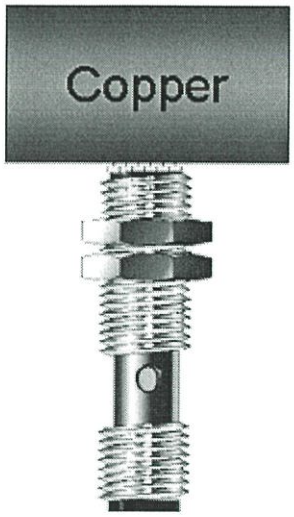
- ระยะตรวจจับที่ถูกรับประกัน หากใช้งานภายใต้เงื่อนไขที่ถูกอนุญาต

- ขึ้นกับอุณหภูมิ

- แรงดันไฟฟ้า

4. ค่าผลต่างสูงสุดของค่าที่แท้จริง (Hysteresis, Hy) ค่าระยะห่างระหว่างจุดเปิดและปิด

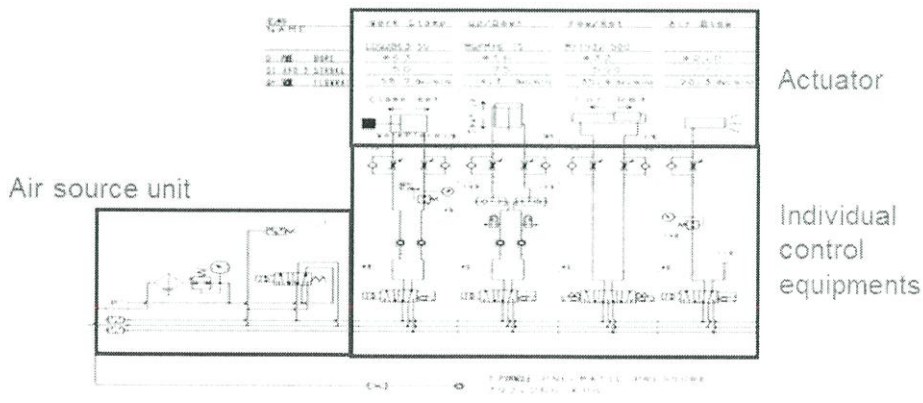
ตารางที่ 2.3 ค่าแฟกเตอร์ของวัตถุ (Correction Factors)



วัตถุ	ระยะการตรวจจับ
เหล็กอ่อน (Fe360)	1.00 x อัตราระยะตรวจจับ
สแตนเลส สตีล	0.80 x อัตราระยะตรวจจับ
อะลูมิเนี่ยม	0.40 x อัตราระยะตรวจจับ
ทองเหลือง	0.40 x อัตราระยะตรวจจับ
ทองแดง	0.35 x อัตราระยะตรวจจับ

2.4 แผนภาพการต่อระบบนิวเมติกส์ (Piping Pneumatic Diagram)

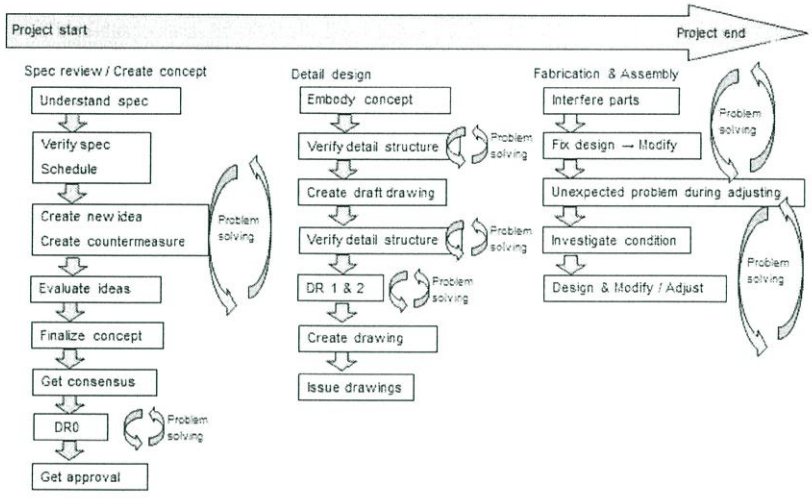
การเขียนแผนภาพการต่อของระบบนิวเมติกส์ในเครื่องจักร เพื่อแสดงเส้นทางเดินของท่อลม และแสดงอุปกรณ์ลมต่างๆ ภายในเครื่อง แสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แผนภาพการต่อระบบนิวเมติกส์

2.4.1 การแก้ไขปัญหา Problem Solution

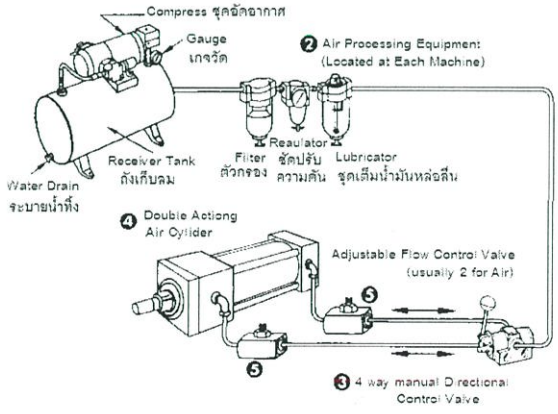
ในการทำงานย่อมมีปัญหาจึงต้องมีหลักการคิดที่เป็นระบบ เพื่อให้สามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพ แสดงในรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แผนภาพการแก้ไขปัญหา

2.5 ระบบนิวเมติกส์ (Pneumatic system)

จากจุดเริ่มต้นที่มนุษย์คิดค้น ดัดแปลง และพัฒนาเอาคุณสมบัติจากลมมาใช้ให้เกิดประโยชน์ด้วยหลักการง่ายๆ คือ ใช้ลมดันลูกสูบที่อยู่ภายในกระบอกสูบให้เคลื่อนที่ และนำประโยชน์จากกำลังงานที่ได้นั้นมาใช้ในงานอุตสาหกรรมด้านต่างๆ ได้แก่ เครื่องยนต์กลไกในงานอุตสาหกรรมต่างๆ เครื่องบรรจุ และเครื่องจักรที่ใช้ในการขนถ่ายวัสดุ เป็นต้น ตัวอย่างระบบนิวเมติกส์เบื้องต้นแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ระบบนิวเมติกส์เบื้องต้น

ระบบนิวเมติกส์

เครื่องจักร เครื่องกลทุ่นแรงต่างๆ ได้ถูกพัฒนามาเป็นระบบที่อำนวยความสะดวก ระบบขนถ่ายที่มีความรวดเร็วและแม่นยำในปัจจุบัน ระบบนิวเมติกส์ (Pneumatic) หรือระบบลมนั้นได้ถูกพัฒนาปรับปรุง ความสามารถ และความปลอดภัยในการใช้งานขึ้นจากในอดีตมาก ด้วยคุณประโยชน์ และคุณสมบัติต่างๆ ที่ระบบนี้เป็นที่นิยมนำไปประยุกต์ พัฒนาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ

สาเหตุหลักสำคัญที่โรงงานอุตสาหกรรมนิยมนำ ระบบนิวเมติกส์มาใช้ในระบบ

1. ความปลอดภัย ระบบนิวเมติกส์เป็นระบบที่มีลมเป็นตัวกลางในการทำงาน จึงไม่มีการระเบิดหรือติดไฟ อันเป็นสาเหตุให้เกิดความเสียหายจากอัคคีภัย ระบบนิวเมติกส์จึงช่วยลดค่าใช้จ่ายในส่วนของระบบป้องกันการเกิดเพลิงไหม้

2. ความแม่นยำและรวดเร็วในการทำงานของระบบนิวเมติกส์ โดยปกติความเร็วในการทำงานของระบบนิวเมติกส์ อยู่ที่ 1-2 เมตรต่อวินาที [m/s] แต่ในบางระบบที่ต้องการความเร็วในการใช้งานที่สูงกว่า ก็สามารถใช้กระบอกสูบชนิดพิเศษ ซึ่งสามารถทำความเร็วได้สูงถึง 10 เมตรต่อวินาที และเพิ่มรอบการทำงานด้วยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วได้สูงถึง 800 รอบต่อนาที [rpm]

3. ความสะอาด เนื่องจากลมที่เป็นตัวกลางในการทำงานของระบบนิวเมติกส์นั้นเป็นสิ่งที่สะอาด ทำให้สิ่งที่เหลือหรือถูกระบายออกจากระบบที่เกินจากความจำเป็นของระบบ เป็นสิ่งที่สะอาดและเป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย

4. ความง่ายในการนำมาประยุกต์ใช้กับงาน ด้วยระบบนิวเมติกส์นั้นสามารถเพิ่มหรือลด และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ต่างๆ ที่ทำงานร่วมกันในระบบได้ง่าย เช่น ปรับระยะก้านสูบ ขนาดกระบอกสูบ เพิ่มหรือลดความดันลม เป็นต้น

5. ความเหมาะสมในการทำงานของระบบนิวเมติกส์ ระบบนิวเมติกส์นั้นเป็นระบบที่มีลมเป็นตัวกลางในการทำงาน ดังนั้นระบบนี้จึงสามารถทำงานได้ในสภาวะที่มีอุณหภูมิแตกต่างกัน

เป็นเหตุผลส่วนหนึ่งที่โรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ นิยมนำระบบนิวเมติกส์ไปใช้ในส่วนของการประกอบ ติดตั้งหรือผลิตในบทความต่อไปจะมาดูถึงเรื่องที่ควรให้ความระมัดระวัง และใส่ใจกับระบบนิวเมติกส์ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.5.1 อุปกรณ์ส่งกำลัง Actuator

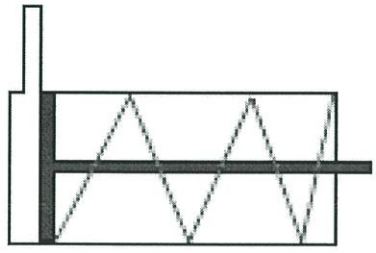
2.5.1.1 กระบอกสูบลม (Air Cylinder)

กระบอกลม/กระบอกสูบนิวเมติกส์ (Air Cylinder/Pneumatic Cylinder) จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ลักษณะในการเคลื่อนที่ส่วนมากเป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรง ในสมัยก่อนที่ลูกสูบลมจะเข้ามามีบทบาทในงานอุตสาหกรรมยังใช้กลไกทางกลและทางไฟฟ้า มีความยุ่งยากในการควบคุม และปัญหาของช่วงชักจำกัด ดังนั้นในอุตสาหกรรมสมัยใหม่จึงพัฒนาลูกสูบลมมาใช้ในงานจนถึงปัจจุบัน ตัวกระบอกลมมักจะทำด้วยท่อชนิดไม่มีตะเข็บ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ทองเหลือง สแตนเลสขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ภายในท่อจะต้องขัดให้เรียบ เพื่อลดการสึกหรอของซีลที่จะเกิดขึ้น และยังลดแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบอีกด้วย ตัวฝาสูบทั้งสองด้านส่วนใหญ่นิยมการหล่อขึ้นรูป บางแบบอาจใช้การอัดขึ้นรูป การยึดตัวกระบอกสูบลมเข้ากับฝาอาจใช้

เกลียวขัน เหมาะสำหรับกระบอกสูบที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางต่ำกว่า 25 มิลลิเมตรลงมา ถ้าโตกว่านี้นิยมใช้สกรูร้อยขันรัดหัวท้ายไว้ สำหรับก้านสูบอาจทำด้วยสแตนเลสหรือเหล็กชุบผิวโครเมียม ที่เกลียวปลายก้านสูบจะทำด้วยกรรมวิธีรีดขึ้นรูป

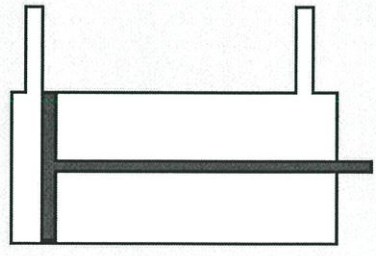
ประเภทของ กระบอกลม/กระบอกสูบนิวเมติกส์ (Air Cylinder/Pneumatic Cylinder)

1. Single Acting Cylinders (SAC) คือ กระบอกลมที่ใช้แรงดันลมทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไป ทางเดียวเท่านั้น ส่วนช่วงชักกลับจะเกิดจากสปริงที่อยู่ภายกระบอกสูบลม ตามที่แสดงในรูปที่ 2.9



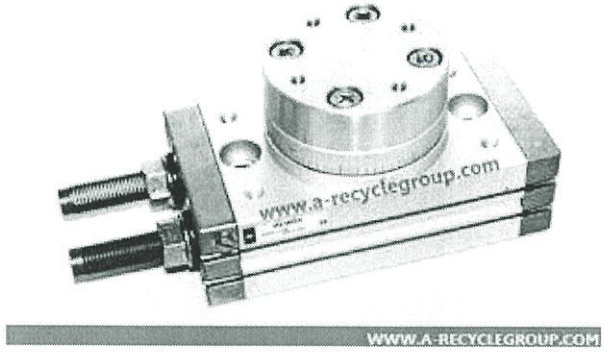
รูปที่ 2.9 Single Acting Cylinders (SAC)

2. Double Acting Cylinders (DAC) คือ กระบอกลมที่ใช้แรงดันลมทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ ไปในทั้งสองทาง ตามที่แสดงในรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 Double Acting Cylinders (DAC)

3. Rotary Air Cylinders คือ กระบอกลมที่ใช้แรงดันลม ทำให้จานกระบอกลมหมุนได้ แสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 SMC Pneumatic Rotary Stage

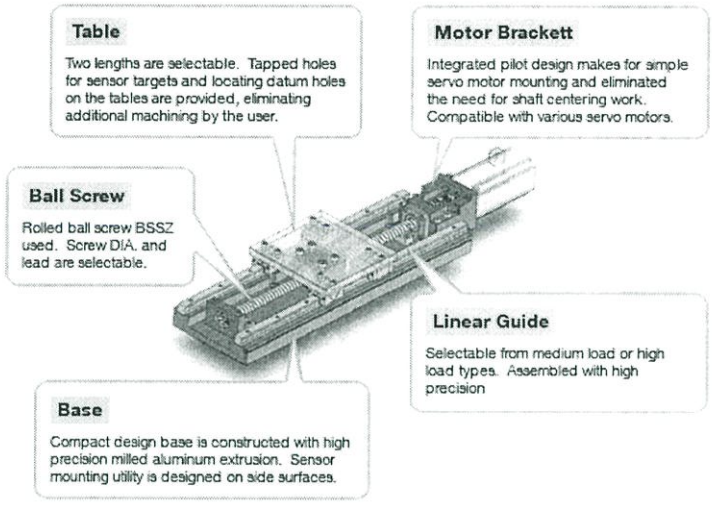
4. Rodless Air Cylinders คือ กระบอกลมสไลด์ ตัวกระบอกลมจะเคลื่อนที่ไปตามแกนของสไลด์ แสดงในรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 SMC Rodless Air Cylinder

2.5.1.2 กระบอกสูบไฟฟ้า Robo Cylinder (RC)

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ใช้งาน ซึ่งสามารถตั้งค่าตำแหน่งการใช้งานได้หลายค่า เนื่องจากการทำงานของ RC จะใช้มอเตอร์ในการขับบอลสกรู เปลี่ยนการเคลื่อนที่ในแนวหมุนให้กลายเป็นการเคลื่อนที่แนวเส้นตรง โดยจะเคลื่อนที่แผ่นรองรับไปยังตำแหน่งที่ใช้งาน และจะใช้ Linear Guide ในการรองรับภาระแทนบอลสกรู และแผ่นรองรับ ส่วนประกอบของกระบอกสูบไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 2.13 และการควบคุมกระบอกสูบไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 2.13

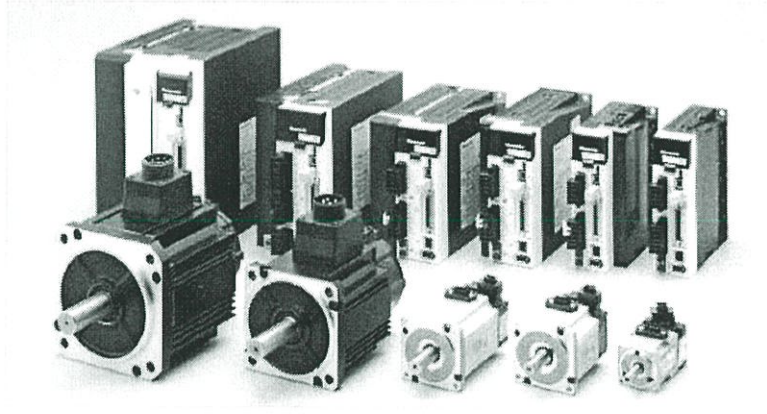
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.13 ส่วนประกอบของกระบอกสูบไฟฟ้า

2.5.1.3 เซอร์โว มอเตอร์ (Servo Motor)

Servo Motor เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed) ควบคุมแรงบิด (Torque) ควบคุมแรงตำแหน่ง (Position) โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง ตัวอย่าง Servo Drive & Servo Motor แสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 Servo Drive & Servo Motor

144263

ทำไมต้องใช้ Servo Motor

Servo Motor เป็นอุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานสามารถ ควบคุมความเร็ว (Speed Control) แรงบิดของมอเตอร์ (Torque Control) ระยะทางในการเคลื่อนที่ (หมุน) (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ ซึ่งมอเตอร์ทั่วไปไม่สามารถควบคุมในลักษณะงานเบื้องต้นได้

ขนาดของ Servo Motor

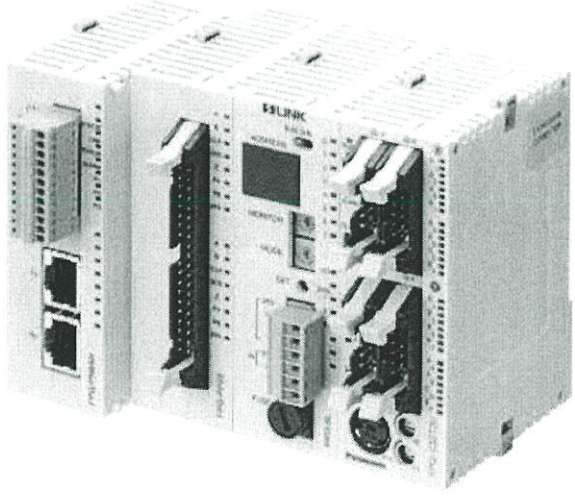
ขนาดของ Servo Motor จะมีหน่วยในการบอกขนาดเป็นวัตต์ (Watt) Servo Motor ของ Panasonic จะมีขนาดตั้งแต่ 50W-15kW ทำให้ผู้ใช้งานมีความหลากหลายในการใช้งาน

ทำไม Servo Motor ถึงสามารถควบคุมการทำงานได้

การทำงานเพียงตัว Servo Motor เพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถทำงานได้ การที่จะให้ Servo Motor จะควบคุมลักษณะที่กล่าวมาข้างต้นนั้นต้องมีองค์ประกอบดังนี้

1. หน้าที่ของ Controller

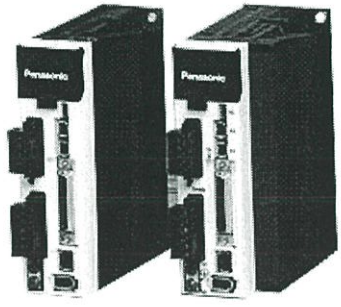
Controller มีหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งานว่าต้องการให้ Servo Motor นั้นเคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไหร่และระยะทาง ใกล้หรือไกลแค่ไหน หน้าที่ตรงจุดนี้จะเป็น Controller จะเป็นตัวกำหนดให้กับตัว Servo Moter ตัวอย่าง Controller แสดงในรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 Controller

2. หน้าที่ของ Servo Driver

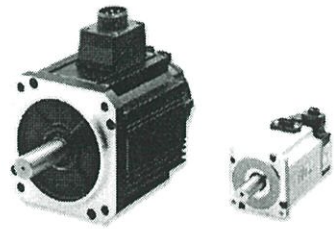
Servo Driver จะรับสัญญาณมาจาก Controller และสั่งการให้กับตัว Servo Motor เคลื่อนที่ตามที่ Controller สั่งการมา แต่ทำไม Controller ไม่สั่งการควบคุมไปที่ Servo Motor โดยตรง เนื่องจาก Servo Driver จะเป็นตัวที่ปรับตั้งค่าของตัว Servo Motor ให้ทำงานตามรูปแบบของการควบคุมไม่ว่าจะเป็นการควบคุมความเร็ว (Speed Control), แรงบิด (Torque) และตำแหน่ง (Position Control) ตัว Servo Driver จะเป็นตัวกำหนดค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ต่างๆ ให้กับตัว Servo Motor ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ เพราะฉะนั้นเมื่อใช้ Servo Motor ก็จะต้องมี Servo Driver เสมอ ตัวอย่าง Servo Drive แสดงในรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 Servo Drive

3. หน้าที่ของ Servo Motor

Servo Motor มีหน้าที่ขับเคลื่อนอุปกรณ์ของเครื่องจักรกลหรือระบบของการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ ได้รับคำสั่งจากตัว Servo Driver พร้อมกับส่งสัญญาณป้อนกลับให้กับตัว Servo Driver ว่าตอนนี้ Servo Motor เคลื่อนที่ด้วยความเร็วเท่าไหร่ และระยะทางในการเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าไหร่แล้ว ด้วยสัญญาณของตัว Encoder ที่อยู่ภายในตัว Servo Moter ทำให้การเคลื่อนที่ของ Servo Motor นั้นมีความแม่นยำสูง ตัวอย่าง Servo Motor แสดงในรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 Servo Motor

ด้วยองค์ประกอบข้างต้น พอจะทำให้ผู้ที่จะใช้งานหรือผู้ที่กำลังศึกษา พอที่จะมองภาพของการทำงานของระบบ Servo Motor ว่าองค์ประกอบของระบบหรือการที่จะใช้งาน Servo Motor นั้นต้องมีองค์ประกอบอะไรบ้างจึงจะใช้งาน Servo Motor ได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ

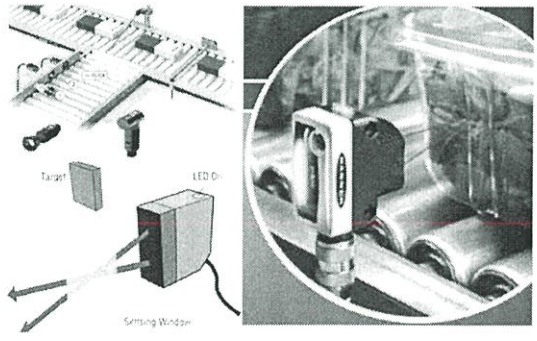
Photoelectric Sensor เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับตรวจจับการมี หรือไม่มีวัตถุที่ของการตรวจจับ โดยอาศัยหลักการวัดปริมาณของความเข้มของแสงที่กระทบกับวัตถุและสะท้อนกลับมายังเซนเซอร์

Photo Sensor คือ เซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุ สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด มีระยะตรวจจับวัตถุไกล เวลาตอบสนองรวดเร็ว ใช้กับงานที่ต้องการความเร็วในการตรวจจับสูง และตรวจจับวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัส

คุณลักษณะโดยทั่วไป

1. สามารถตรวจจับวัตถุแบบไม่ต้องสัมผัส
2. สามารถตรวจจับวัตถุมากกว่า 10 เมตร
3. สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด
4. สามารถตรวจจับ สี, ขนาด, ความลึก, ตำแหน่ง, พื้นที่ และอื่นๆ
5. แสดงการตอบสนองโดยการกระพริบของ LED
6. ความละเอียดสูง

ข้อควรระวังในการใช้เซนเซอร์ชนิดนี้คือ ฝุ่นละอองจะมีผลต่อความแม่นยำในการตรวจจับ ดังนั้นในการเลือกพื้นที่ในการติดตั้ง หรือการนำไปใช้งานควรคำนึงถึงเรื่องฝุ่นละอองด้วย Application : การประยุกต์ใช้งาน สามารถประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ทั้งติดในไลน์การผลิตเพื่อตรวจสอบการบรรจุสินค้า การตรวจเช็คสินค้า หรือแม้กระทั่งใช้เป็นเซนเซอร์ตรวจการผ่านของรถ และปัจจุบันมีโฟโต้เซนเซอร์หลายรุ่นหลายแบรนด์ให้เลือกใช้ รวมทั้งมีทั้งแบบกันน้ำ กันฝุ่น ซึ่งแน่นอนว่าราคาย่อมแตกต่างกัน ดังนั้นก่อนตัดสินใจซื้อควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและการนำไปใช้งานกัน ตัวอย่างเซนเซอร์แสงแสดงในรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 เซนเซอร์แสง

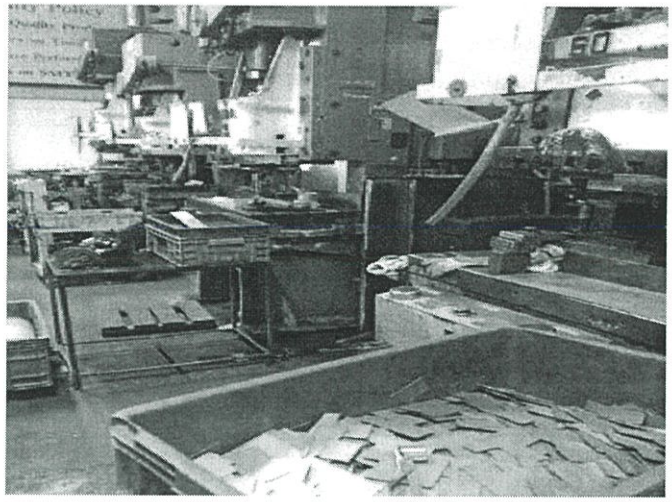
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

วิธีการดำเนินงานวิจัยนี้ได้ถูกแบ่งเป็นขั้นตอนต่างๆ เพื่อความเป็นระบบของการดำเนินงานโดยมีการแบ่งขั้นตอนการดำเนินงานได้ดังนี้

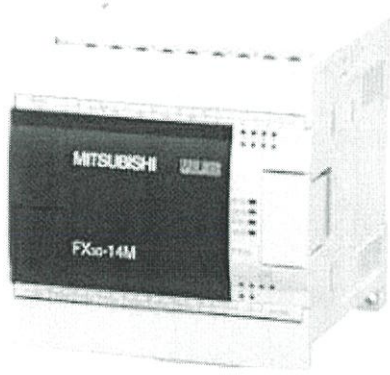
3.1 ศึกษาปัจจัยและออกแบบระบบเครื่องจักร

ในการออกแบบระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัตินั้น มีจุดประสงค์ในการลดจำนวนบุคลากรที่ทำงานในสายงานการผลิต ที่มีการทำงานตามลำดับขั้นตอนต่อกันดังที่แสดงในรูปที่ 3.1 จึงต้องออกแบบระบบเครื่องจักรที่สามารถป้อนชิ้นงานโลหะดังรูปที่ 3.2 เข้าสู่เครื่องจักร และนำชิ้นงานออกจากเครื่องจักร รวมถึงสามารถที่จะลำเลียงชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการทำงานของเครื่องจักรจากเครื่องหนึ่งไปยังอีกเครื่องหนึ่งได้ด้วย จากนั้นจึงมีการเลือกใช้ระบบควบคุมการทำงานของระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานด้วย Programmable Logic Controller (PLC) ของ Mitsubishi รุ่น FX3G-14M ดังรูปที่ 3.3 โดยที่ใช้สายพานลำเลียงชิ้นงานในการส่งชิ้นงานสู่เครื่องจักร และใช้มอเตอร์หมุนเพื่อส่งกระบอกสูบ Pneumatic ที่ประกอบกับแม่เหล็กไฟฟ้าไปจับชิ้นงานเพื่อส่งชิ้นงานเข้าเครื่องจักรและนำชิ้นงานออกจากเครื่องจักรส่งไปยังสายพานลำเลียงสู่กระบวนการต่อไป

รูปที่ 3.1 สายงานการผลิต



รูปที่ 3.2 ชิ้นงานโลหะก่อนส่งเข้าเครื่องจักร

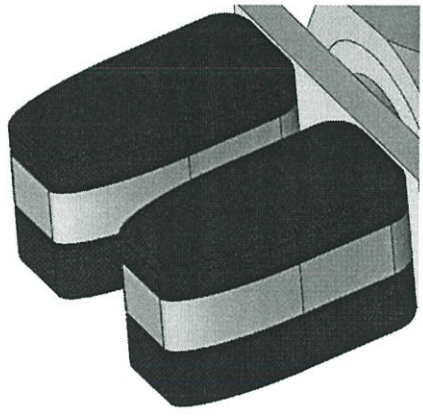


รูปที่ 3.3 PLC Mitsubishi FX3G-14M

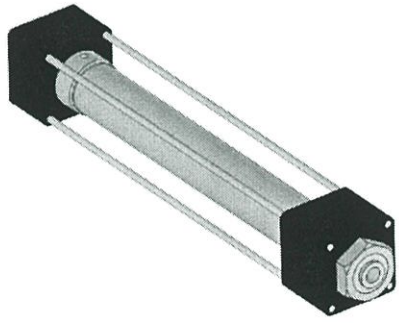
3.2 วาดแบบระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานด้วยโปรแกรม SolidWorks 2016

ใช้โปรแกรม SolidWorks 2016 วาดแบบส่วนประกอบของระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานโดยจะมีส่วนประกอบคือ สายพานลำเลียง แสดงดังรูปที่ 3.4, แม่เหล็กไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 3.5, Photoelectric Sensor แสดงดังรูปที่ 3.8, กระบอกสูบ Pneumatic แสดงดังรูปที่ 3.6, Stepper Motor แสดงดังรูปที่ 3.7 รวมถึงส่วนประกอบย่อยอื่นๆ ได้แก่ ถาดรองแขน Pneumatic แสดงดังในรูปที่ 3.9, กล่องฐานรอง แสดงดังรูปที่ 3.10 รวมถึงตัวอย่างเครื่องจักรเจาะชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 3.11

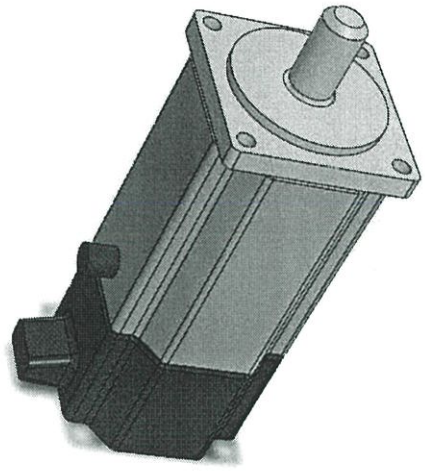
รูปที่ 3.4 สายพานลำเลียง



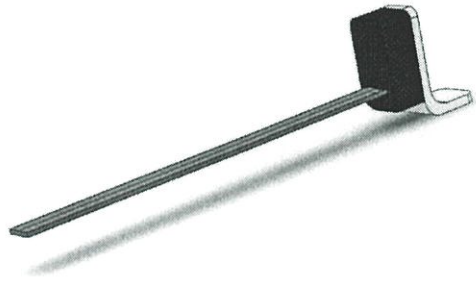
รูปที่ 3.5 แม่เหล็กไฟฟ้า



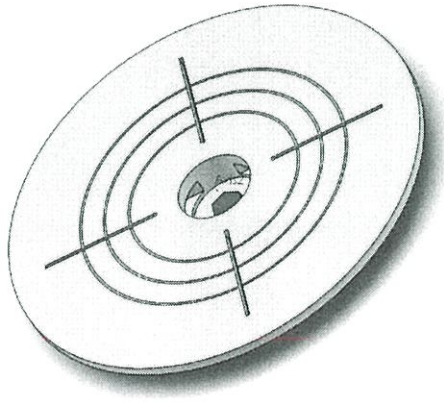
รูปที่ 3.6 กระบอกสูบ Pneumatic



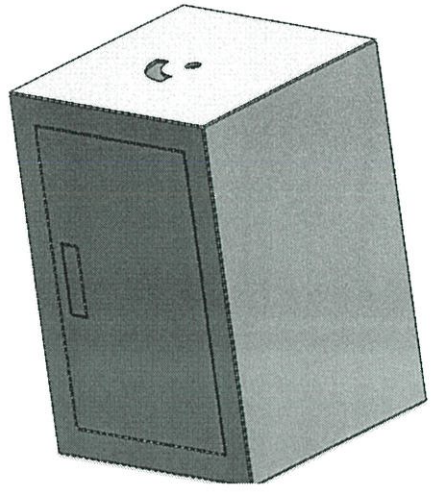
รูปที่ 3.7 มอเตอร์



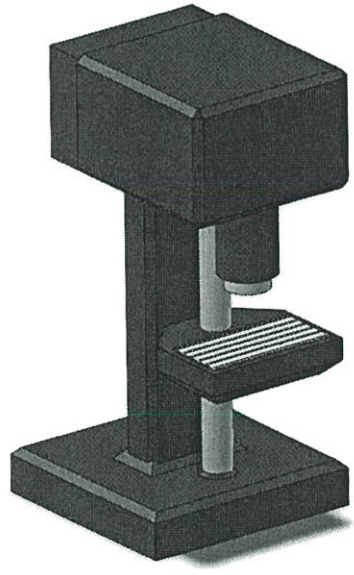
รูปที่ 3.8 Sensor



รูปที่ 3.9 ถาดรองแขน Pneumatic

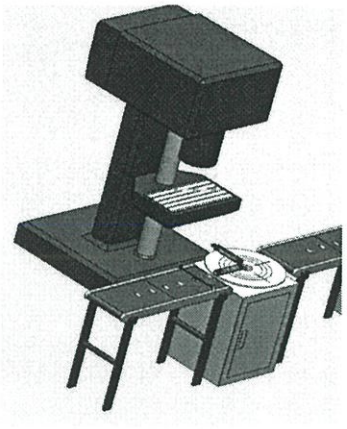


รูปที่ 3.10 กล่องฐานตั้ง

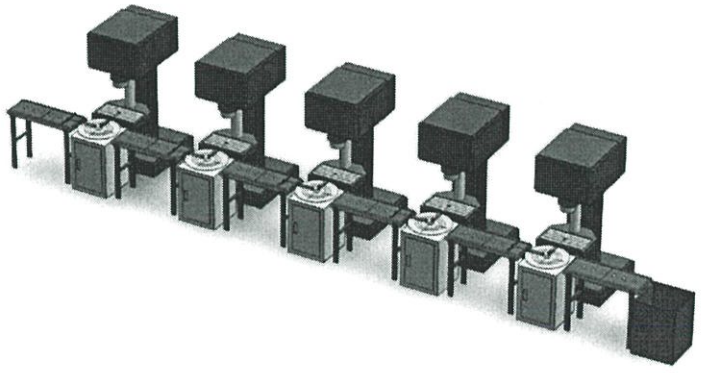


รูปที่ 3.11 ตัวอย่างเครื่องเจาะชิ้นงาน

ต่อจากนั้นจึงนำส่วนประกอบต่างๆ มาประกอบรวมกันเป็นระบบป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักร สำหรับป้อนชิ้นงานเข้าเครื่องจักร 1 เครื่อง แสดงดังรูปที่ 3.12 แล้วจึงทำการประกอบเป็นระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานสำหรับเครื่องจักร 5 เครื่อง แสดงดังรูปที่ 3.13 รวมถึงทำภาพเคลื่อนไหวขั้นตอนการทำงานของระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ



รูปที่ 3.12 ระบบป้อนชิ้นงานสำหรับ 1 เครื่องจักร



รูปที่ 3.13 ระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงาน

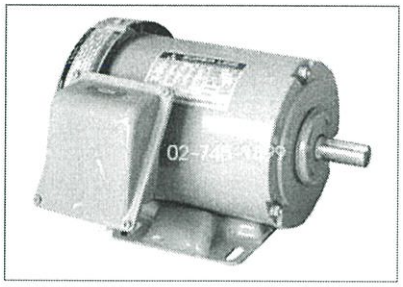
3.3 เลือกอุปกรณ์ที่นำมาใช้

การหาข้อมูลเลือกวัสดุอุปกรณ์ต่างๆ มาใช้เป็นส่วนประกอบในการสร้างชิ้นงานโดยแบ่งการเลือกวัสดุที่นำมาใช้เป็นส่วนๆ ได้แก่

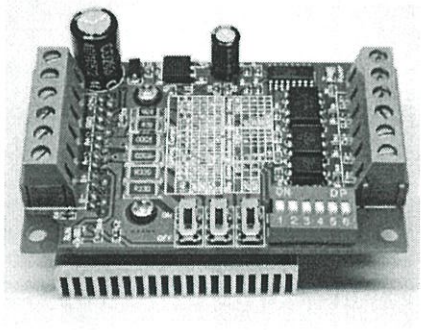
1. Motor และ Drive Motor
2. กระบอกสูบ Pneumatic ที่ใช้เป็นตัวยืดหดออกไปจับชิ้นงาน
3. Photoelectric Sensor
4. ชุดสายพาน
5. PLC
6. Limit Switch

โดยในส่วนของ Motor นั้นจากการคำนวณกำลังที่ต้องใช้ในโดยประมาณในขั้นแรกนั้นประมาณ 100Watt จึงเลือกที่จะใช้มอเตอร์ของ Mitsubishi ตัว Driver รุ่น TB6560 และตัว Motor

SF-JR 3 Phaseขนาด 0.25 แรงม้า หรือประมาณ 190 Watt โดยในการใช้งานจริงอาจจะมีการใช้งานที่หนักมากขึ้นจึงเลือกใช้ที่มีขนาดกำลังมากกว่าที่คำนวณไว้



รูปที่ 3.14 Mitsubishi Motor SF-JR



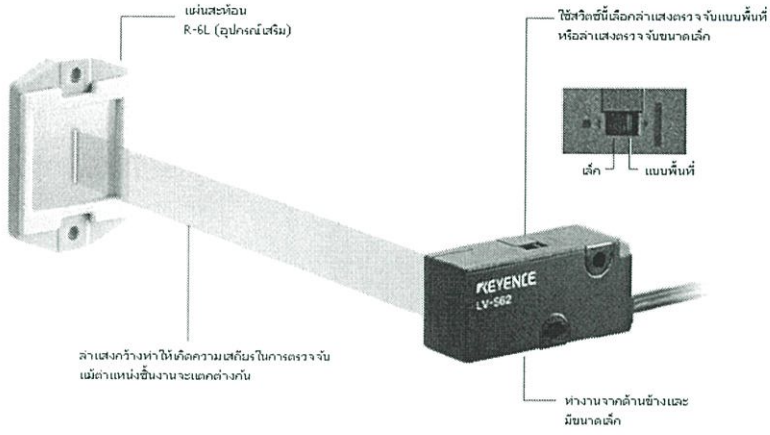
รูปที่ 3.15 Driver TB 6560

และในส่วนของกระบอกสูบ Pneumatic เลือกใช้เป็นยี่ห้อ Airtac ชื่อรุ่น MA40 เคลื่อนที่สองทิศทาง

MA-40 40 25 500 150 16 1/8" M12X1.25 90 Kg 110 Kg 0.1 ~ 0.9 - FA - F - MAD*** - 50 มม.

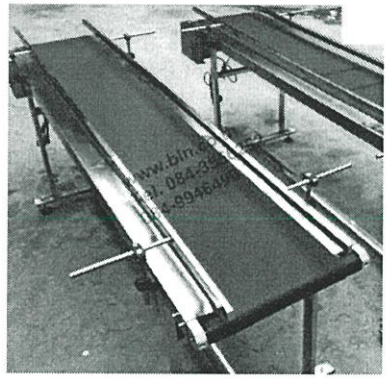
รูปที่ 3.16 กระบอกสูบ Pneumatic Airtac MA40

การใช้ Sensor ตรวจจับชิ้นงานที่เข้ามาในสายการผลิตจะใช้เป็น Sensor แบบ Photoelectric ชนิด Laser ยี่ห้อ Keyence รุ่น LV-S62 มีลำแสงแบบพื้นที่



รูปที่ 3.17 Photoelectric Sensor

ในส่วนของสายพานลำเลียงจะใช้ชุดสำเร็จรูปพร้อมมอเตอร์ ในตอนแรกนั้นเลือกที่จะใช้สายพานวางอยู่ด้วยหลังชุดระบบป้อนชิ้นงาน แต่เนื่องจากพื้นที่ในการทำงานอาจเหลือน้อยเกินไปจึงเปลี่ยนมาเป็นวางสายพานไว้ด้านข้างแทน



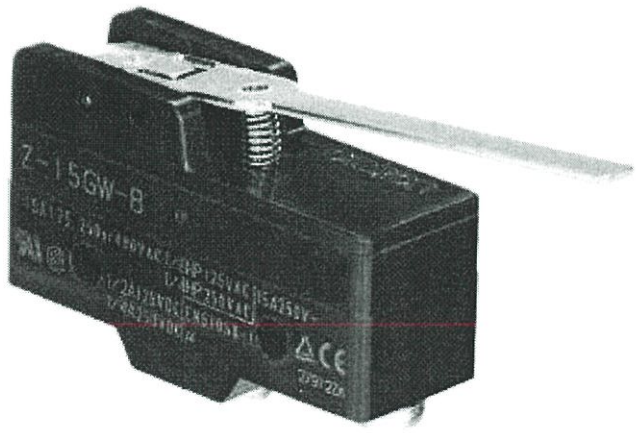
รูปที่ 3.18 ชุดสายพาน

ในส่วนของ Programmable Logic Controller (PLC) จะใช้ตัว PLC ของ Mitsubishi ในรุ่น FX3G-14M ที่เลือกใช้ในรุ่นนี้เพราะมีคุณสมบัติที่ต้องใช้ครบถ้วนและราคาไม่สูงเกินไปโดยมีคุณสมบัติดังนี้

รูปที่ 3.19 PLC Mitsubishi FX3G-14M

คุณสมบัติ

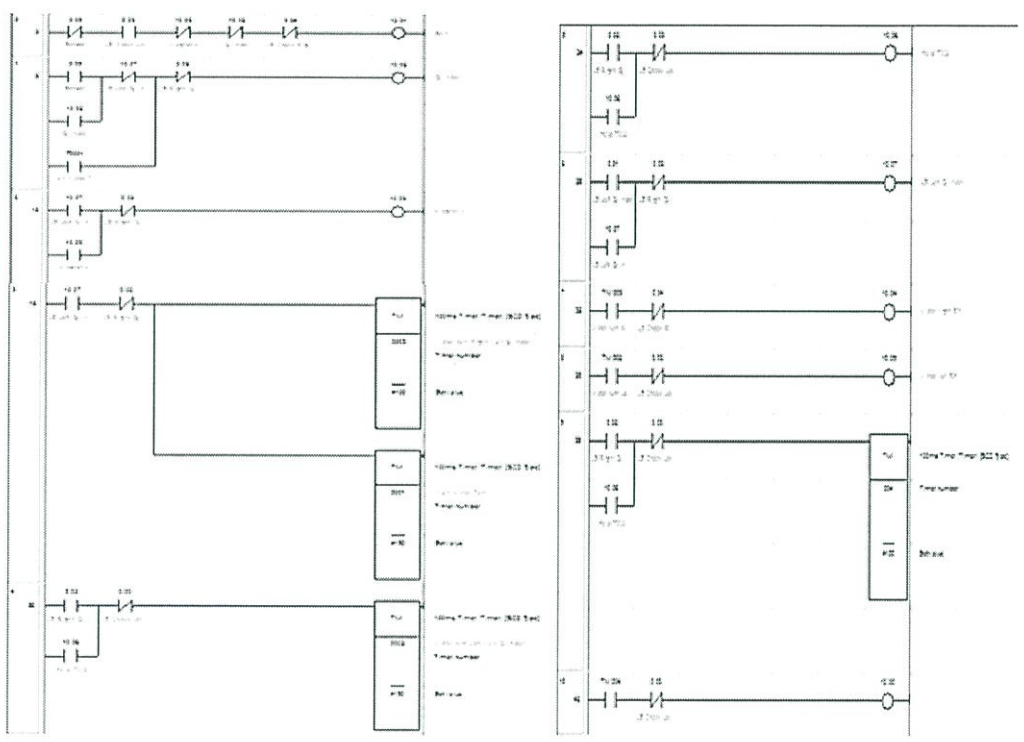
1. ต่อใช้งานกับ ไฟ 100 ~240 VAC จ่ายกระแสได้ประมาณ 400 mA (ถ้ามีการต่อโหลดเยอะจะจ่ายกระแสไฟไม่พอ)
2. Output เป็น Relay
3. มี Input 8 Port Output 6 Port
4. เขียนโปรแกรมได้ 2000 บรรทัด
5. มี Timer ในตัวสามารถกำหนดค่าได้ในโปรแกรม
6. มี LED แสดงการทำงานของ Port Input/Output ที่ตัวเครื่อง
7. ใช้โปรแกรม GX Developer x.xx ในการเขียนโปรแกรม Limit Switch Omron Z-15GW-B



รูปที่ 3.20 Limit Switch Omron Z-15GW-B

3.4 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ในส่วนการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานนั้นจะมีการทดลองเขียนโปรแกรมด้วย PLC ของ Omron และ Mitsubishi เพื่อจำลองขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรให้เป็นไปตามขั้นตอนที่ต้องการด้วยโปรแกรม CX-Programmer และ GX-work โดยมี Ladder Diagram แสดงดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 Ladder Diagram ทดลอง

การทำการทดลอง Ladder Diagram ที่ได้เขียนมานั้นจะมีการใช้ตัวแปร Input Output ดังนี้

Input

Input 01 : ทำงานเมื่อกระบอกสูบฝั่งซ้ายยืดออกสุดแตะ Limit Switch

Input 02 : ทำงานเมื่อกระบอกสูบฝั่งขวายืดออกสุดแตะ Limit Switch

Input 03 : ทำงานเมื่อมอเตอร์หมุนไปในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาครบ 90 องศามาที่ตำแหน่งเริ่มต้น

Input 04 : ทำงานเมื่อมอเตอร์หมุนไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกาครบ 90 องศามาที่ตำแหน่งด้านขวา

Input 05 : ทำงานเมื่อมีชิ้นงานผ่านมายัง Sensor

Input 06 และ Input 07 : ทำหน้าที่เป็นเสมือนรีเลย์ตัวหนึ่งในการช่วยในการทำงานของ Ladder Diagram

Output

Output 00 : ทำให้เครื่องจักรทำงานปั๊ม หรือ เจาะชิ้นงาน

Output 01 : ทำให้สายพานทำงาน

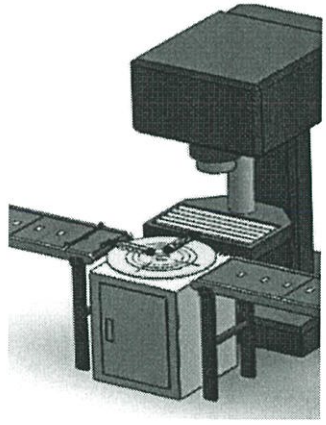
Output 02 : ทำให้กระบอกสูบ Pneumatic ยืดออก

Output 03 : ทำให้แม่เหล็กไฟฟ้าทำงานดูดชิ้นงาน

Output 04 : ทำให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาไปด้านขวา 90 องศา

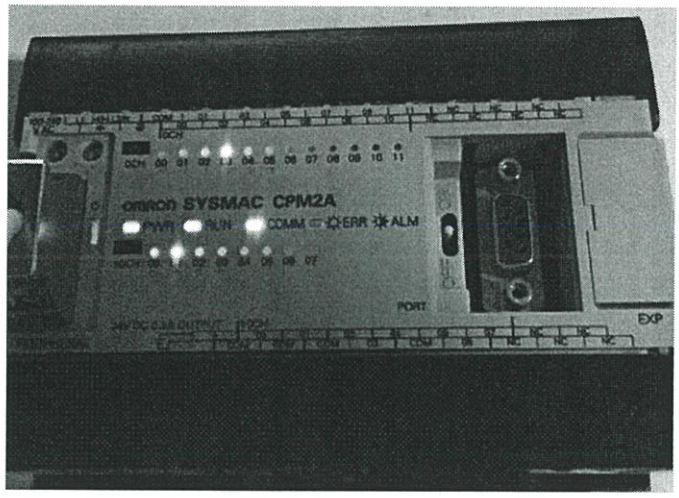
Output 05 : ทำให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกาไปยังด้านซ้าย 90 องศา กลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้น

ขั้นตอนการทำงานของระบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัตินั้น ในขณะที่เริ่มต้นนั้นจะยังไม่มี Output ตัวใดแต่จะมีเพียง Input 03 ทำงานมีตำแหน่งของเครื่องจักร แสดงดังรูปที่ 3.22



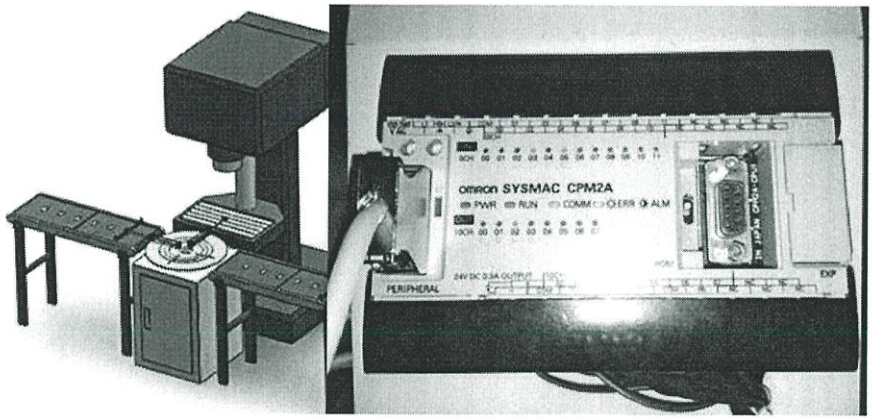
รูปที่ 3.22 ตำแหน่งเครื่องจักรก่อนเริ่มทำงาน

จากนั้นเมื่อ Input 03 ทำงานส่งผลให้ Output 01 ทำงานคือ สายพานไหลชิ้นงานมาสู่ Sensor มีการตอบสนองของ PLC แสดงดังรูปที่ 3.23 โดยที่สายพานจะทำงานต่อเมื่อมอเตอร์, แม่เหล็ก, กระบอกสูบ Pneumatic และเครื่องจักรเจาะหรือปั๊มชิ้นงานไม่มีการทำงาน



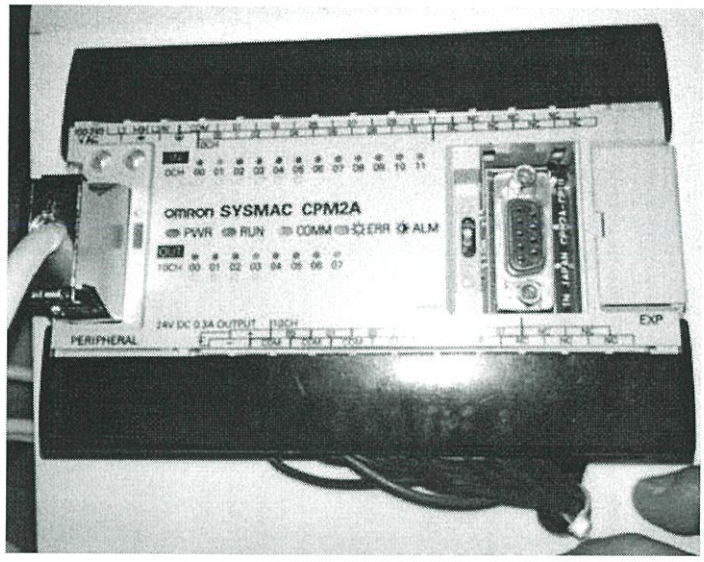
รูปที่ 3.23 ผล PLC Output 1

ต่อจากนั้นเมื่อมีชิ้นงานมาหยุดที่ Sensor ทำให้ Input 05 ทำงาน และสายพาน (Output 1) จะหยุดทำงานพร้อมกันนั้นจะทำให้กระบอกสูบ Pneumatic ทั้งสองแขนยืดออกไปจับชิ้นงาน โดยจะมีตำแหน่งของเครื่องจักร และการทำงานของ PLC ดังรูปที่ 3.24



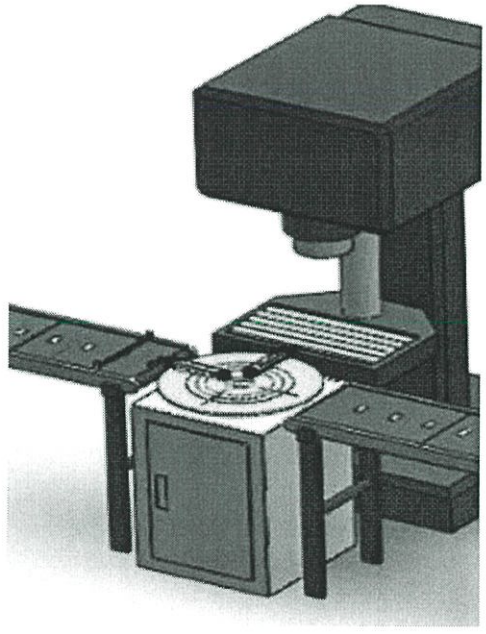
รูปที่ 3.24 การทำงานเมื่อมีชิ้นงานมาถึง Sensor

จากนั้นเมื่อกระบอกสูบดันออกไปจนสุดจะไปแตะ Limit Switch จึงทำให้ Input 01 ทำงาน ส่งผลให้แม่เหล็กไฟฟ้า Output 03 ทำงานจับชิ้นงานขึ้นมา พร้อมกันนั้นจะตัดไฟที่ส่งเข้ากระบอกสูบ



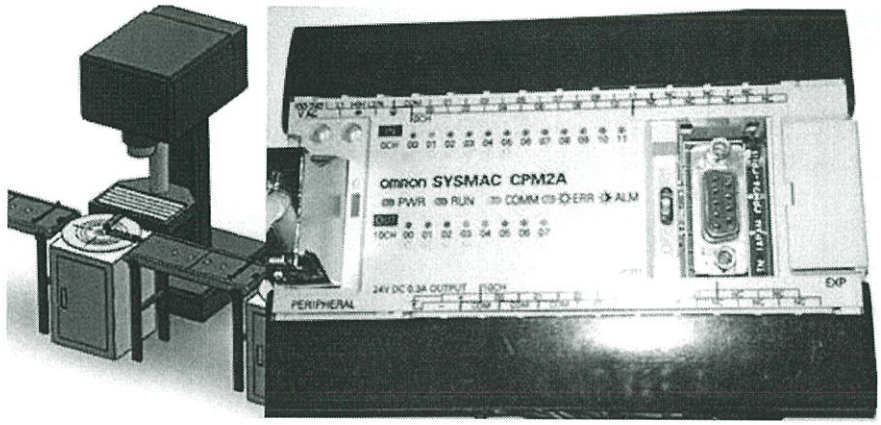
รูปที่ 3.25 แม่เหล็กทำงาน

Pneumatic (Output 02) ทำให้กระบอกสูบ Pneumatic หดกลับเข้ามา โดยจะมีตำแหน่งเครื่องจักรและการทำงานของ PLC ดังรูปที่ 3.26



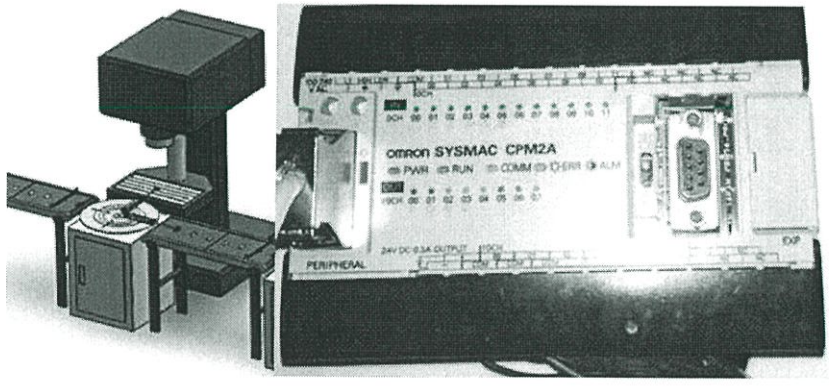
รูปที่ 3.26 การทำงานเมื่อแม่เหล็กจับชิ้นงานและกระบอกสูบหดกลับ

ในขณะเดียวกันจะมีไฟส่งไปยัง Timer 03 เพื่อหน่วงเวลาเป็นเวลาเท่ากับกระบอกสูบ Pneumatic หดกลับเมื่อครบเวลาที่กำหนดจะทำให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกาไปทางด้านขวามือ (Output 04) โดยจะมีตำแหน่งเครื่องจักร และการทำงานของ PLC ดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 ตำแหน่งการทำงานเมื่อมอเตอร์หมุนตามเข็มไปทางด้านขวามือ

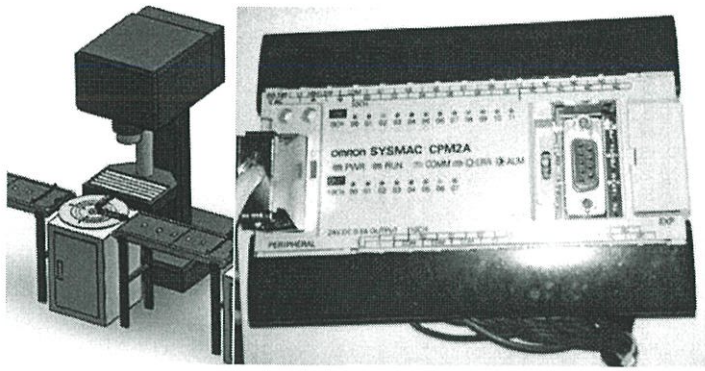
และในขณะเดียวกันนั้น Timer 01 จะทำการหน่วงเวลาเป็นเวลาเท่ากับระยะเวลาที่กระบอกสูบ Pneumatic หดกลับรวมกับระยะเวลาที่มอเตอร์ใช้หมุนจนถึงที่ เมื่อหน่วงเวลาครบจะส่งไฟไปทำให้กระบอกสูบ Pneumatic (Output 02) ทำงานอีกครั้ง โดยมีตำแหน่งเครื่องจักร และการทำงานของ PLC ดังดังแสดงในรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 ตำแหน่งการทำงานเมื่อ Timer 01 หน่วงเวลาครบ

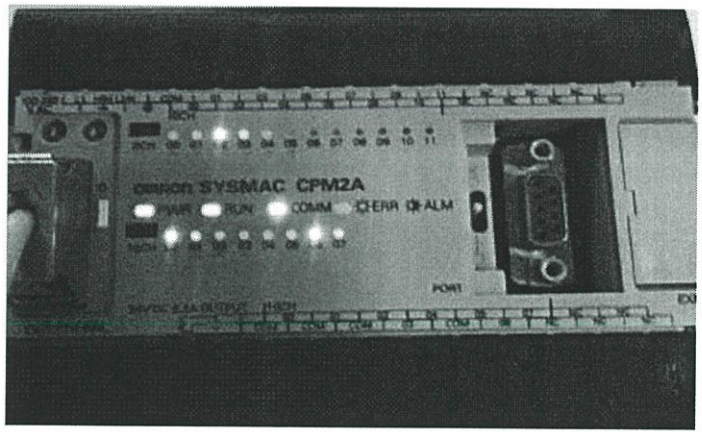
ต่อจากนั้นเมื่อกระบอกสูบ Pneumatic (Output 02) ยืดออกสุดจะไปสัมผัส Limit Switch ด้านขวา (Input 02) ให้ทำงานตัดไฟที่ส่งไปยังกระบอกสูบ Pneumatic ทำให้กระบอกสูบหดกลับ

และแม่เหล็กทำให้ปล่อยชิ้นงานลงสู่เครื่องจักร และสายพานลำเลียงเพื่อส่งไปยังกระบวนการต่อไป โดยมีตำแหน่งเครื่องจักร และการทำงานของ PLC ดังรูปที่ 3.29



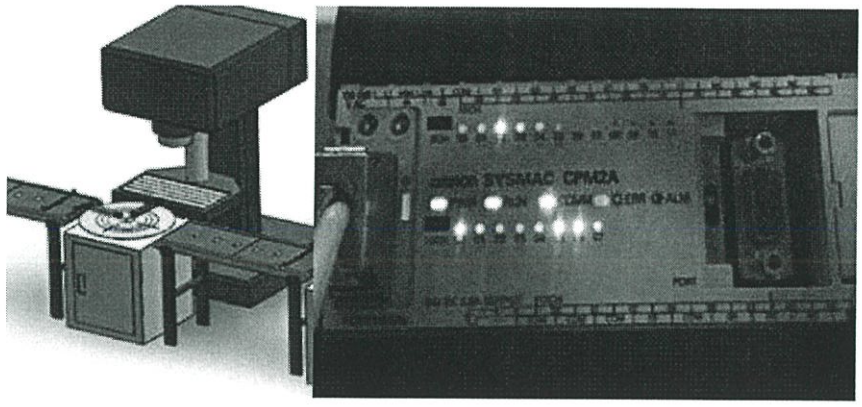
รูปที่ 3.29 ปล่อยชิ้นงานสู่เครื่องจักรและสายพาน

พร้อมกันนั้น จะมีไฟส่งไปยัง Timer 04 เพื่อหน่วงเวลาเป็นระยะเวลาเท่ากับกระบอกสูบหดกลับมายังตำแหน่งเดิมและเมื่อครบเวลาจะส่งไฟไปยังเครื่องจักร ปั๊ม หรือเจาะชิ้นงาน (Output 00) มีการทำงาน PLC ดังรูปที่ 3.30



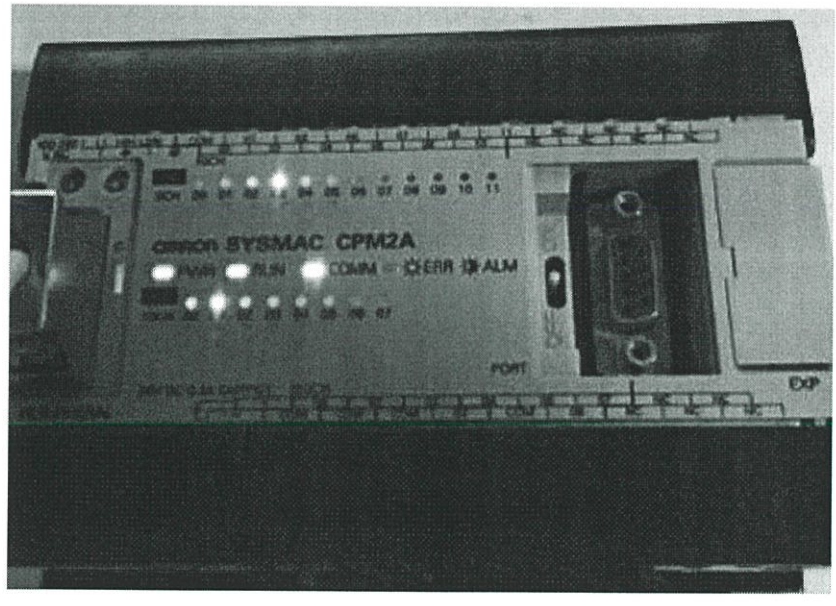
รูปที่ 3.30 PLC สั่งงานให้เครื่องจักรทำงาน

โดยในขณะที่ Timer 04 เริ่มหน่วงเวลานั้นจะมี Timer 02 เริ่มหน่วงเวลาพร้อมกันโดยหน่วงเวลาเป็นระยะเวลาเท่ากับกระบอกสูบหดกลับรวมกับเครื่องจักรทำงานเสร็จ แล้วจึงส่งไฟยังมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกากลับที่เดิม (Output 05) โดยจะมีตำแหน่งของเครื่องจักร และการทำงานของ PLC ดังแสดงในรูปที่ 3.31



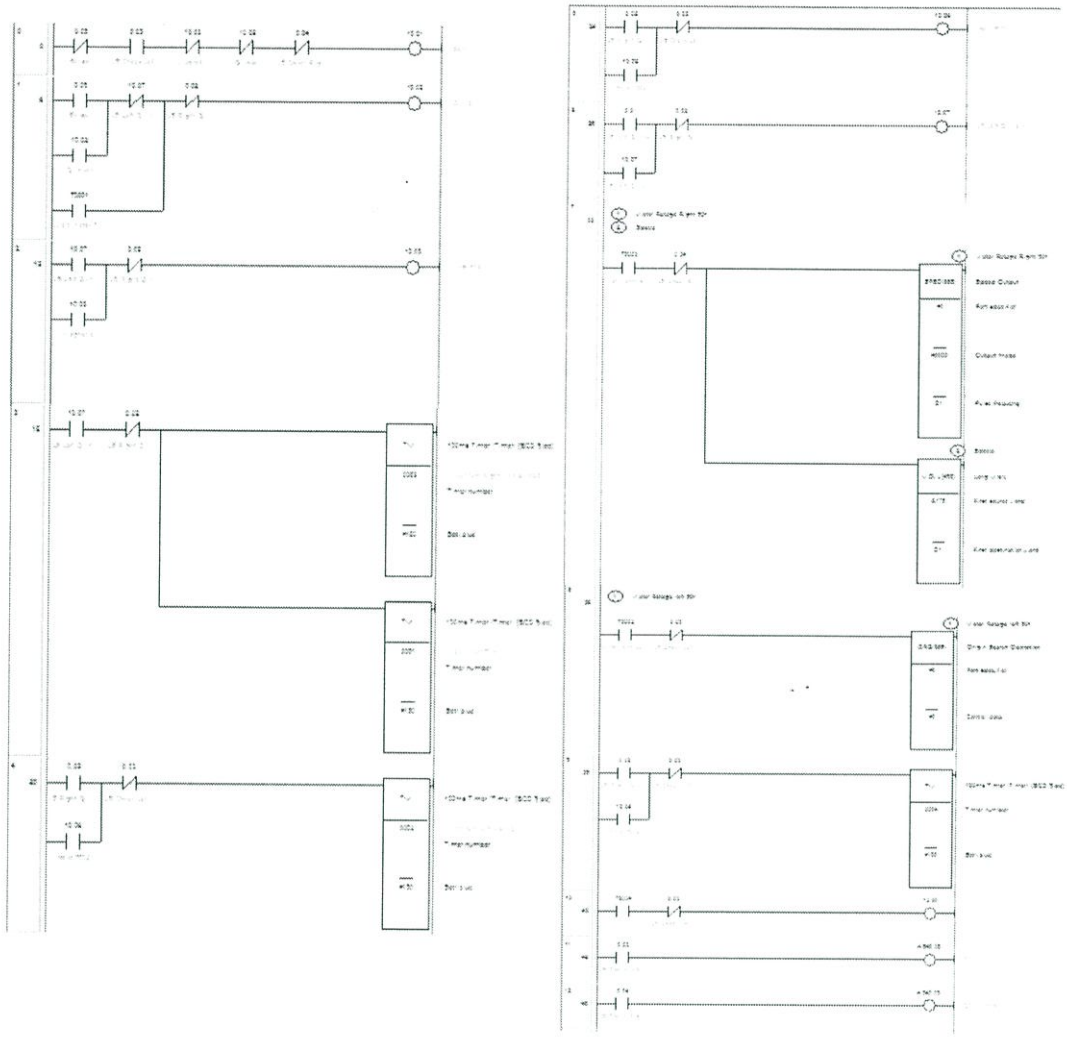
รูปที่ 3.31 มอเตอร์หมุนทวนเข็มกลับมาสู่ตำแหน่งเริ่มต้น

เมื่อ Motor กลับมาที่ตำแหน่งเริ่มต้นแล้วจะทำให้ Input 01 ทำงานอีกครั้งทำให้มีการทำงานต่อเนื่องโดยอัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.32 PLC ทำงานวนกลับมายังจุดเริ่มต้น

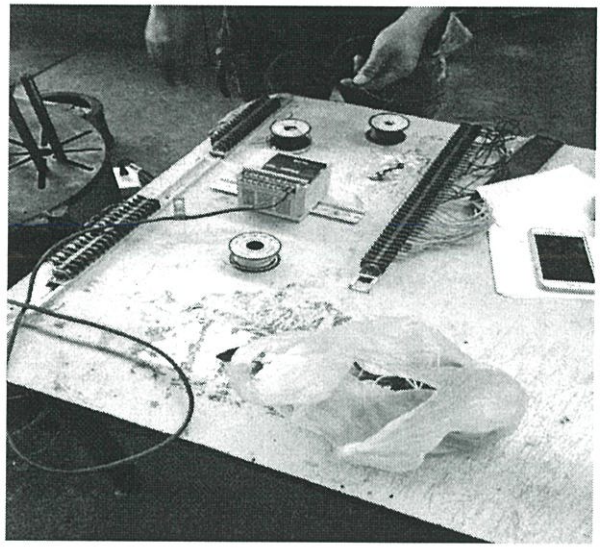
เมื่อทำการทดสอบ Ladder Diagram ที่ได้เขียนขึ้นมาว่ามีการทำงานเป็นไปตามขั้นตอนที่ต้องการ จึงมีการเขียน Ladder Diagram ที่มีการใส่ Struction ลงใน Ladder Diagram เมื่อควบคุมทิศทางการหมุนและความเร็วของมอเตอร์ดังรูปที่ 3.33



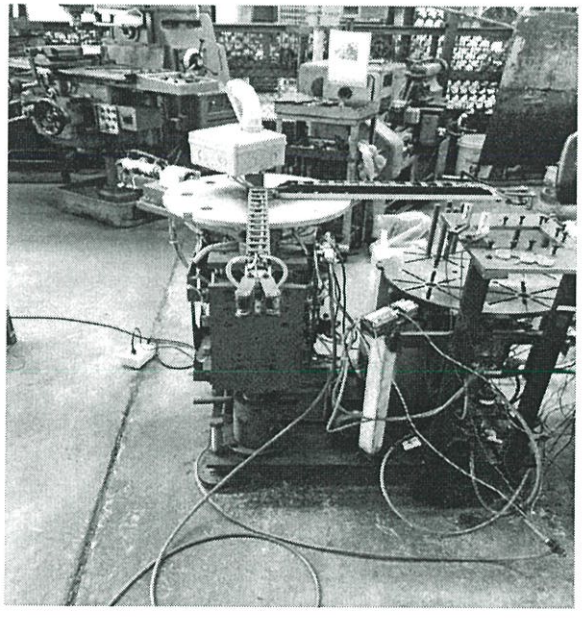
รูปที่ 3.33 Ladder Diagram

3.5 การทดสอบโปรแกรมกับเครื่องจักรป้อนชิ้นงาน

หลังจากได้เขียน Ladder Program ที่จะนำไปสั่งงาน PLC แล้ว ได้ถ่ายโปรแกรมลงใน PLC Mitsubishi และนำไปลองทดสอบกับเครื่องป้อนชิ้นงานที่โรงงาน โดยทำการเชื่อมต่อสายไฟจาก PLC เข้าไปยัง Sensor และตัวเครื่องจักรป้อนชิ้นงาน และลองให้เครื่องจักรป้อนชิ้นงานทำงานด้วยระบบอัตโนมัติจากการสั่งงานของ PLC เพื่อทดสอบว่า Ladder Program ที่ออกแบบมาสามารถสั่งงานได้จริงตามที่วางแผนเอาไว้



รูปที่ 3.34 เตรียมการเชื่อมต่อสายไฟจาก PLC

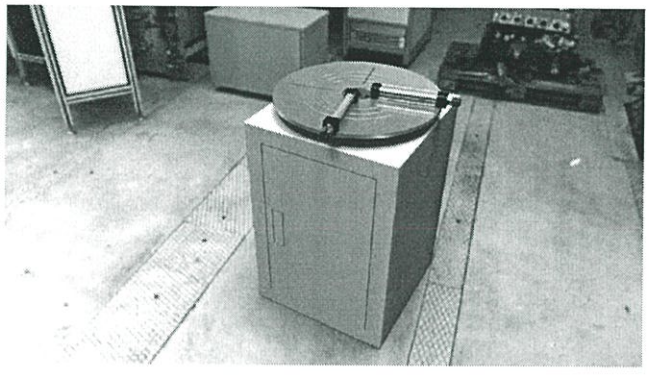


รูปที่ 3.35 เครื่องจักรป้อนชิ้นงานตัวทดสอบ

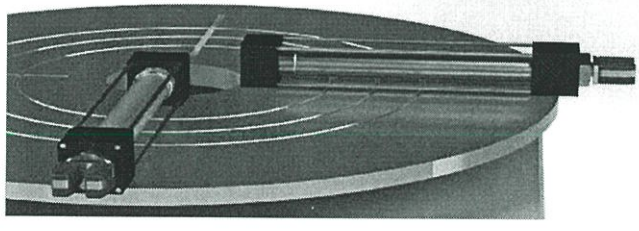
บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 ขั้นตอนการออกแบบ

1. ได้ออกแบบตัวเครื่องให้เหมาะกับการใช้เป็นเครื่องจักรป้อนวัตถุที่เป็นแผ่นโลหะ โดยใช้โปรแกรม SolidWork เพื่อช่วยในการออกแบบเขียนรูปสามมิติ ดังรูปที่ 4.1

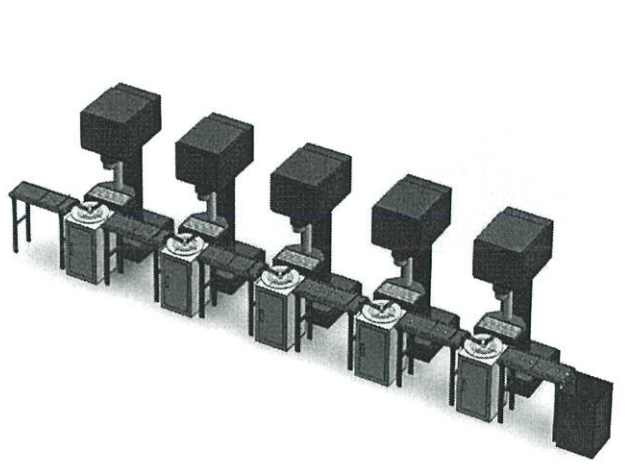


รูปที่ 4.1 เครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติออกแบบโดย SolidWork โปรแกรม



รูปที่ 4.2 กระบอกสูบนิวเมติกส์ และแม่เหล็กไฟฟ้าติดอยู่ที่ปลายกระบอกสูบ

2. หลังจากออกแบบตัวเครื่องเสร็จ ก็ลองทำเป็น Animation ภาพเคลื่อนไหว เพื่อจำลองระบบจริงๆ ว่าถ้านำเครื่องป้อนโลหะดังกล่าวไปติดตั้ง จะให้ตัวเครื่องทำงานในลักษณะใด และทั้งระบบจะเป็นอย่างไร เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรมและใช้ช่วยในการนำเสนอ ดังรูปที่ 4.3

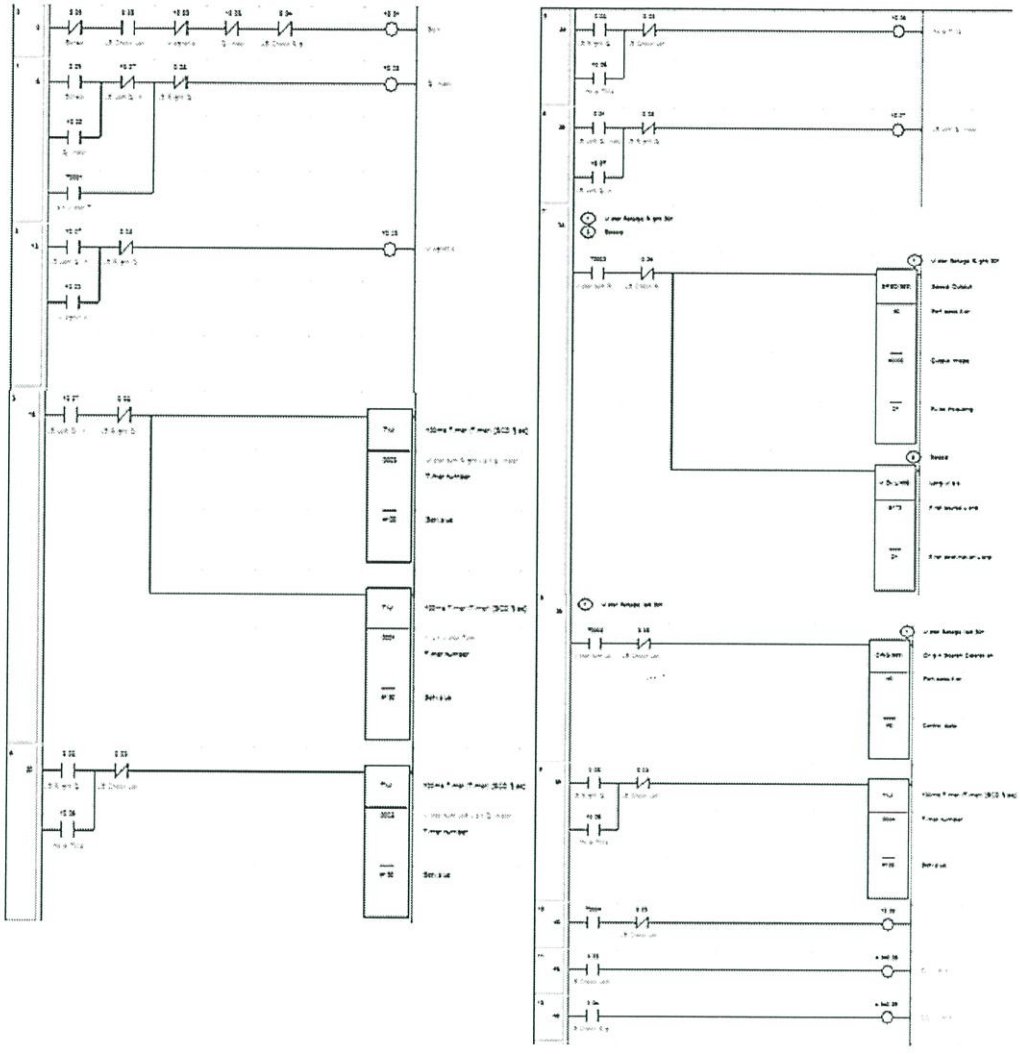


รูปที่ 4.3 ระบบการทำงานของเครื่องทั้งหมด

4.2 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

ได้เลือกจะใช้ PLC ในการควบคุมเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ ดังนั้นจึงเลือกใช้ PLC Mitsubishi FX3g-14M เป็นตัวคอยคุมโดยต้องเขียน Ladder Program ลงไปใน PLC เพื่อใช้ควบคุมเครื่องจักรให้ทำงานอัตโนมัติ ดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 PLC ที่ใช้ควบคุมเครื่องจักร

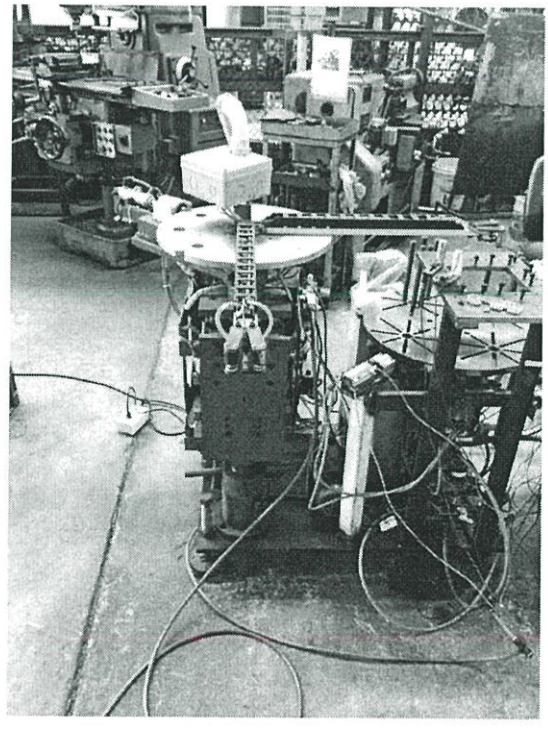


รูปที่ 4.5 ตัวอย่าง Ladder โปรแกรม PLC

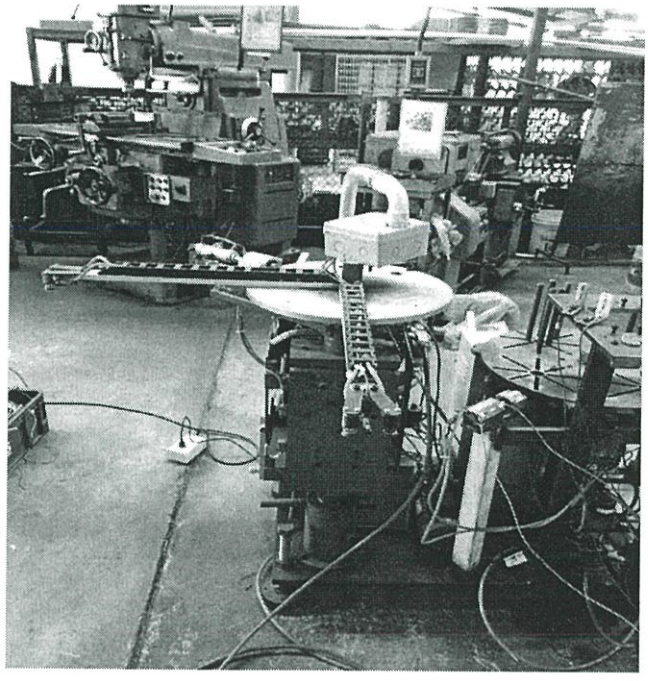
4.3 ขั้นตอนการนำโปรแกรมไปใช้กับอุปกรณ์ที่โรงงานจริง

หลังจากที่ได้ออกแบบเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติในคอมพิวเตอร์และเขียนโปรแกรมสั่งงานขึ้นมา ก็ได้เอาไปลองใช้งานจริงกับโรงงานเพื่อตรวจสอบว่า โปรแกรมและการออกแบบที่ได้ทำมานั้นถูกต้องเหมาะสมกับงาน และสามารถใช้งานได้จริงบรรลุวัตถุประสงค์ในการทำโครงงาน

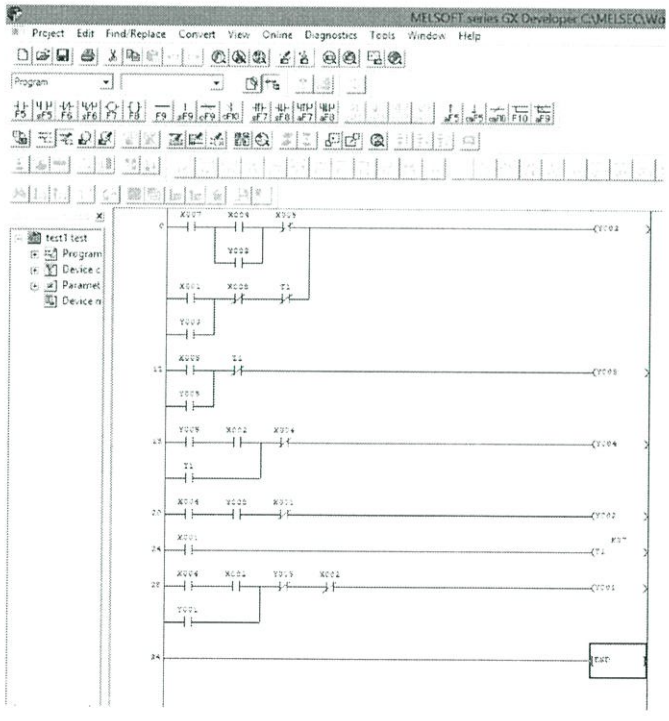
รูปที่ 4.6 การนำโปรแกรมไปใช้งานจริงที่โรงงาน



รูปที่ 4.7 เครื่องจักรป้อนชิ้นงานเริ่มทำการจับชิ้นงาน



รูปที่ 4.8 เครื่องจักรป้อนชิ้นงานหมุนไปทางขวาเพื่อวางชิ้นงานลง



รูปที่ 4.9 โปรแกรม Ladder ที่ป้อนลงใน PLC เพื่อควบคุมเครื่องจักร

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 บทสรุปการดำเนินงาน

การออกแบบเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัตินั้นจำเป็นต้องศึกษา และใช้ความรู้ที่เรียนมาหลายแขนง ทั้งการออกแบบเครื่องจักร ความรู้เกี่ยวกับระบบควบคุมสายพาน เซนเซอร์ การเขียนโปรแกรม PLC และการต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งได้มีการดำเนินงานแก้ไขข้อผิดพลาดหลายครั้งจนออกมาเป็นโครงงานที่สมบูรณ์ ตั้งแต่การเริ่มออกแบบเครื่องจักร จากโจทย์ที่ได้รับมาคือต้องการให้เครื่องจักรสามารถป้อนชิ้นงานแทนมนุษย์ได้ ทำงานมีประสิทธิภาพ ปลอดภัยและรวดเร็วกว่ามนุษย์ก็ได้ออกแบบเครื่องจักรหลายแบบจนได้อันที่ตอบโจทย์มากที่สุด หลังจากนั้นก็ได้ใช้ความรู้ด้านไฟฟ้าและการออกแบบโปรแกรม เขียนโปรแกรมเข้า PLC เพื่อเอาไปควบคุมให้เครื่องจักรทำงานได้อย่างเป็นอัตโนมัติ จนได้นำไปทดลองใช้งานจริงในโรงงาน จึงเป็นบทสรุปของโครงการนี้

5.2 ปัญหาที่พบในการดำเนินงาน

จากผลการศึกษาได้พบปัญหาของแต่ละวิธีที่ได้ทำการศึกษาดังนี้

1. ขั้นตอนการออกแบบ

ทำการออกแบบใหม่ แก้ไขแบบหลายครั้งกว่าจะลงตัวและในการทำเป็น Animation ใช้เวลานานมากในการรวมภาพจึงออกมาเป็นวิดีโอที่มีความยาวไม่กี่วินาที

2. การเขียนโปรแกรม

Ladder Diagram มีขั้นตอนการทำงานไม่เป็นไปตามลำดับที่ต้องการ และ PLC ในบางรุ่นไม่สามารถสั่งงานมอเตอร์ได้อย่างละเอียดทำให้ยากต่อการควบคุม และนำไปใช้งานและจำนวน Input และ Output ของ PLC มีไม่พอใช้งานจึงต้องนำอุปกรณ์เสริมมาใช้งานเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถรองรับการทำงานของระบบทั้งหมดได้

3. การนำไปใช้งานในโรงงานจริง

ต้องลองแก้โปรแกรมและอุปกรณ์ที่ใช้ทำงานอยู่หลายครั้งกว่าจะสามารถทำงานได้อย่างราบรื่นในโรงงาน

4. แนวทางในการพัฒนาโครงงาน

สามารถนำต้นแบบของเครื่องจักรป้อนชิ้นงานอัตโนมัติไปพัฒนาต่อให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้นและมีค่าใช้จ่ายต้นทุนในการสร้างน้อยลง จะสามารถนำไปพัฒนาอุตสาหกรรมในประเทศได้มากขึ้นอีกมาก

เอกสารอ้างอิง

[1] Kelvin T. Erickson , Programmable Logic Controllers An Emphasis on Design Application

[2] Sham Tickoo , Purdue University Calumet ,USA , Solidwork 2013 for Designers

[3] www.thaiPLC.com

[4] www.Solidworksthai.com

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก

ข้อมูลจำเพาะของอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

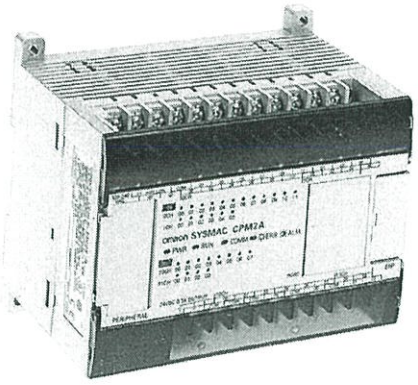
PLC Mitsubishi FX3G 14M

รูปที่ ก.1 FX3G 14M

Specifications

1. Part Number: FX3G-14MR-ES
2. PLC Series: FX3G
3. Manufacturer: Mitsubishi
4. Our part number: FX3G14MRES
5. Number of Digital Inputs: 8
6. Input Voltage: 24 VDC Sink/Source
7. Number of Digital Outputs: 6
8. Output Type: Relay
9. Supply Voltage: 100-240 VAC
10. Height (mm): 90
11. Width (mm): 90

PLC Omron CPM2A



รูปที่ ก.2 CPM2A

Specifications

ตารางที่ ก.1 Spec CPM2A

Item		CPU Units with 20 I/O points	CPU Units with 30 I/O points	CPU Units with 40 I/O points	CPU Units with 60 I/O points
Supply voltage	AC power	100 to 240 V AC, 50/60 Hz			
	DC power	24 V DC			
Operating voltage range	AC power	85 to 264 V AC			
	DC power	20.4 to 26.4 V DC			
Power consumption	AC power	60 VA max.			
	DC power	20 W max. (See separate table following this one for details.)			
Inrush current	AC power	60 A max.			
	DC power	20 A max.			
External power supply (AC power supplies only)	Supply voltage	24 V DC			
	Output capacity	300 mA (See note.)			
Insulation resistance		20 MΩ min. (at 500 V DC) between the external AC terminals and protective earth terminals			
Dielectric strength		2,300 V AC, 50/60 Hz for 1 min between the external AC and protective earth terminals; leakage current: 10 mA max.			
Noise immunity		Conforms to IEC61000-4-4, 2 kV (power lines)			
Vibration resistance		10 to 57 Hz, 0.075-mm amplitude; 57 to 150 Hz, acceleration: 9.8 m/s² in X, Y, and Z directions for 80 minutes each (Time coefficient: 8 minutes × coefficient factor 10 = total time 80 minutes)			
Shock resistance		147 m/s² three times each in X, Y, and Z directions			
Ambient temperature		Operating: 0° to 55°C Storage: -20° to 75°C			
Humidity		10% to 90% (with no condensation)			
Atmosphere		Must be free from corrosive gas			
Terminal screw size		M3			
Power interrupt time		AC power supply: 10 ms min. DC power supply: 2 ms min.			
CPU Unit weight	AC power	650 g max.	700 g max.	800 g max.	1,000 g max.
	DC power	550 g max.	600 g max.	700 g max.	900 g max.
Expansion Unit weight		Units with 20 I/O Points: 390 g max. Units with 8 Output Points: 250 g max. Units with 8 Input Points: 200 g max. MAD01 Analog I/O Unit: 150 g max. MAD11 Analog I/O Unit: 250 g max. AD041/DA041 Analog I/O units: 200 g max. Temperature Sensor Units: 250 g max. CompoBus/S I/O Link Units: 200 g max. DeviceNet I/O Link Unit: 200 g max. PROFIBUS-DP I/O Link Unit: 150 g max.			