

เครื่องตอกไข่อัตโนมัติ

AUTOMATIC EGG BREAKER MACHINE



ณัฐวัตร วงศ์สุตา

วรินทร์ โชครวย

วัชระ วงศ์คำลือ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC EGG BREAKER MACHINE



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG
ACADEMIC YEAR 2023

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2566
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ เครื่องตอกไข่อัตโนมัติ
AUTOMATIC EGG BREAKER MACHINE

ชื่อนักศึกษา	ณัฐวัตร	วงศ์สุดา	รหัสนักศึกษา	64015041
	วรินทร์	โชครวย	รหัสนักศึกษา	64015128
	วัชระ	วงศ์คำลือ	รหัสนักศึกษา	64015129

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม (หลักสูตรต่อเนื่อง)
ปีการศึกษา 2566

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒน์	

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องตอกไข่อัตโนมัติ			
	Automatic Egg Breaker Machine			
ชื่อนักศึกษา	นายณัฐวัตร	วงศ์สุตา	รหัสนักศึกษา	64015041
	นายวรินทร์	โชครวย	รหัสนักศึกษา	64015128
	นายวัชระ	วงศ์คำลือ	รหัสนักศึกษา	64015129
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ศิริชัย ธรรมารักษ์วัฒน์			
ปีการศึกษา	2566			

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ เพื่อนำไปใช้กับอุตสาหกรรมอาหารที่มีความต้องการไข่เพื่อเป็นวัตถุดิบในการผลิตอาหารในปริมาณมาก ต้องการไข่ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอปลอดภัย สะอาด

ขั้นตอนการดำเนินงานโดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาเครื่องตอกไข่จากทฤษฎี จนมาออกแบบตัวเครื่อง ระบบนิเวเมติกส์ ระบบควบคุมโดยใช้ PLC และจะใช้กระบอกลูกสูบเป็นตัวส่งกำลังในระบบนิเวเมติกส์เป็นการตอกไข่โดยใช้การควบคุมการทำงานจาก PLC มีช่องสำหรับตอกไข่ 6 ช่อง ลำเลียงไข่โดยใช้มอเตอร์ สามารถตอกไข่ได้และสามารถแยกไข่ได้ จากนั้นจึงจะทำการสร้างเครื่องขึ้นมาตามที่ได้ออกแบบไว้ และทำการทดสอบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติว่าสามารถใช้งานได้จริง

Thesis Title	Automatic Egg Breaker Machine
Authors	Mr. Nuttawat Wongsuta Mr. Warinthon Chokruai Mr. Watchara Wongkhamlue
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Sirichai Tammaruckwattana
Year	2023

ABSTRACT

This thesis presents an automatic egg-breaking machine. To be used in the food industry where there is a need to use eggs as a raw material for food production in large quantities. Want eggs that are of consistent quality, safe, and clean.

Operation steps starting with the study of the egg-cracking machine from theory. Until the design of the machine Pneumatic system The system is controlled using a PLC and uses a cylinder as a power transmitter in the pneumatic system to hammer eggs using control from the PLC. There are 6 channels for egg breaking. Eggs are transported using a motor. Can crack eggs and separate eggs. Then the machine will be built as designed. and tested the automatic egg-cracking machine to see if it could actually be used

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ เนื่องจากความช่วยเหลือจากบุคคลดังต่อไปนี้ทางผู้จัดทำขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.สิริชัย ธรรมารักษ์วัฒน์ ที่ให้คำปรึกษา ความรู้แนะแนวทาง ปรับปรุงแก้ปัญหาข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นระหว่างการพัฒนา ทดสอบระหว่างการทำงาน ตลอดจนแนะนำผู้เชี่ยวชาญทางด้านต่างๆ เพื่อให้โครงการเป็นไปได้อย่างดี

ขอขอบคุณมานะฟาร์ม ที่ให้ความอนุเคราะห์สถานที่ในการจัดทำโครงการนี้ และสนับสนุนค่าใช้จ่ายในการจัดทำโครงการตลอดจนให้คำปรึกษาสำหรับจัดทำโครงการจนเสร็จสิ้นไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณบริษัท พี.แอล.วาย เอ็นจิเนียริ่ง จำกัด ที่ได้ความอนุเคราะห์ในการให้คำปรึกษาแนวคิดการดำเนินงาน และได้ให้ความกรุณาใช้อุปกรณ์และสถานที่

ขอขอบพระคุณพีปริญาโท นายชาญชัย เหวชัยภูมิ ที่ได้ให้คำปรึกษาและสอนการใช้งานโปรแกรมการออกในการจัดทำโครงการนี้จนสำเร็จ

ขอขอบคุณทุกคนที่ไม่ได้กล่าวถึงที่เป็นส่วนช่วยให้โครงการเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ ผู้จัดทำซาบซึ้งในทุกความช่วยเหลือที่ได้รับเป็นอย่างยิ่ง ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่างานวิจัยฉบับนี้จะเป็นประโยชน์สำหรับผู้ที่มีความสนใจในงานที่เกี่ยวข้องหรือผู้ที่สามารถนำไปต่อยอดได้ ผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ นี้จะสามารถใช้งานในอุตสาหกรรมอาหารได้จริง หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้จัดทำต้องขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ณัฐวัตร วงศ์สุตา
วรินทร์ ไชครวย
วัชระ วงศ์คำลือ

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความสำคัญของปริญญาานิพนธ์.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญาานิพนธ์.....	1
1.3 ขอบเขตของปริญญาานิพนธ์.....	2
1.4 รายละเอียดของปริญญาานิพนธ์.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ไช้ไก่.....	3
2.2 การเรียงไขในแวนนอน.....	5
2.3 การตอกไข่.....	6
2.4 การแยกไข่แดงและไข่ขาว.....	9
2.5 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply).....	10
2.6 โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์(Photo Electric Sensor).....	14
2.7 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve).....	17
2.8 พีแอลซี (PLC).....	21
2.9 กระบอกลม (Air cylinder).....	25
2.10 ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส.....	29
2.11 อินเวอร์เตอร์ (Inverter).....	31
2.12 Ladder Diagram.....	33
2.13 รีเลย์ (Relay).....	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 การออกแบบและวิธีการดำเนินการ.....	40
3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	40
3.2 การออกแบบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ.....	41
3.3 การประกอบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ.....	76
3.4 เขียนโปรแกรมการทำงานเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ.....	111
บทที่ 4 การทดสอบและอภิปรายผลการทดสอบ.....	114
4.1 กล่าวนำ.....	114
4.2 หัวข้อการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของเครื่อง.....	114
4.3 ผลการทดสอบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ.....	117
4.4 ผลการดำเนินงาน.....	120
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ.....	121
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....	121
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข.....	121
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	122
บรรณานุกรม.....	123
ภาคผนวก.....	125
ประวัติผู้เขียน.....	178

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ความหนาเปลือกไข่ของไข่แต่ละเบอร์.....	5
2.2 ความสูงและความสูงโดยเฉลี่ยของไข่แต่ละเบอร์.....	5
2.3 แรงที่ใช้ในการตอกไข่แต่ละขนาด.....	7
2.4 น้ำหนักของไข่แดงและไข่ขาวของไข่แต่ละเบอร์.....	9
2.5 เปรียบเทียบความหนาแน่นของไข่แดงและไข่ขาว.....	9
2.6 เปรียบเทียบความหนืดของไข่แดงและไข่ขาว.....	9
4.1 ทดสอบฟังก์ชันการทำงาน.....	119
4.2 คุณภาพไข่จากการตอกทดลองทีละ 2 ช่อง 2 ช่องละ 40 ฟอง.....	120
4.3 คุณภาพไข่จากการตอกทดลองทีละ 100 ฟอง ทั้งหมด 6 ช่อง.....	120



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ความสูงและมุมของฐานรับไข	4
2.2 กระบวนการเรียงไข	6
2.3 การจับไขโดยใช้กระบอบอกสูบ	8
2.4 กลไกการตอกไข	8
2.5 การแยกไข	10
2.6 การทำงานของไฟได้อิเล็กทรอนิกส์	16
2.7 สัญลักษณ์โซลินอยด์วาล์วแบบปกติเปิด	17
2.8 สัญลักษณ์โซลินอยด์วาล์วแบบปกติปิด	18
2.9 สัญลักษณ์โซลินอยด์วาล์วแบบ Bi-stable	18
2.10 สัญลักษณ์วาล์วควบคุมแบบสัดส่วน	18
2.11 สัญลักษณ์โซลินอยด์วาล์วแบบสองทาง	19
2.12 สัญลักษณ์โซลินอยด์วาล์วแบบสามทาง	19
2.13 สภาวะปิดของการทำงาน	21
2.14 สภาวะเปิดของการทำงาน	21
2.15 โครงสร้างของพีแอลซี (PLC)	22
2.16 กระบอกลม 2 ทาง	25
2.17 ส่วนประกอบกระบอกลม	26
2.18 กระบอกสูบลมแกนเดี่ยว	27
2.19 กระบอกสูบลมแกนคู่	27
2.20 กระบอกสูบลมแบบ Compact	28
2.21 Reed sensors	28
2.22 ลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	29
2.23 Inverter Mitsubishi D700	31
2.24 แผงผังหลักการทำงานของ Inverter	31
2.25 สัญลักษณ์ Contact	34
2.26 สัญลักษณ์ Coil	34
2.27 สัญลักษณ์ Timer	34

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.28 สัญลักษณ์ Couter	25
2.29 สภาวะปกติที่ไม่มีการกดสวิตช์.....	36
2.30 สภาวะปกติที่ไม่มีการกดสวิตช์.....	38
2.31 เมื่อกดสวิตช์.....	38
3.1 Flowchart ขั้นตอนการดำเนินงาน	41
3.2 โมเดลเครื่อง 3 มิติมุมมอง Isometric	42
3.3 โมเดลเครื่อง 3 มิติมุมมองด้านบน	42
3.4 โมเดลเครื่อง 3 มิติมุมมองด้านหลัง.....	43
3.5 โมเดลเครื่อง 3 มิติมุมมองด้านข้าง(1).....	43
3.6 โมเดลเครื่อง 3 มิติมุมมองด้านข้าง(2).....	43
3.7 ขนาดโครงเครื่องตอกไข่ 2 มิติมุมมองด้านหน้า.....	44
3.8 ขนาดโครงเครื่องตอกไข่ 2 มิติมุมมองด้านข้าง.....	44
3.9 ขนาดโครงเครื่องตอกไข่ 2 มิติมุมมองด้านบน.....	45
3.10 ขนาดโครงถาดวางไข่ 2 มิติ(1).....	46
3.11 ขนาดโครงถาดวางไข่ 2 มิติ(2).....	46
3.12 ขนาดโครงถาดกระหุ้มไข่ 2 มิติ(1).....	47
3.13 ขนาดโครงถาดกระหุ้มไข่ 2 มิติ(2).....	47
3.14 ขนาดของก้านกดไข่.....	48
3.15 โมเดลถาดวางไข่.....	48
3.16 โมเดลก้านกดไข่.....	48
3.17 ขนาดของฝาครอบเครื่อง 2 มิติ	49
3.18 ขนาดของถาดรับเปลือกไข่ 2 มิติ	50
3.19 โมเดลถาดรับเปลือกไข่	50
3.20 โมเดลฝาครอบเครื่อง.....	50
3.21 ขนาดของถาดรองรับเศษไข่.....	51
3.22 โมเดลถาดรองรับเศษไข่.....	51
3.23 โมเดลชุดเครื่องตอกไข่.....	52

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.24 ขนาดของตัวเครื่อง(1).....	52
3.25 ขนาดของตัวเครื่อง(2).....	52
3.26 โมเดลตัวเครื่อง(1).....	53
3.27 โมเดลตัวเครื่อง(2).....	53
3.28 ขนาดของตัวรองโซ่.....	53
3.29 โมเดลตัวรองโซ่.....	53
3.30 ขนาดตัวล๊อคลูกปืน(1).....	54
3.31 โมเดลชุดโซ่ที่ติดกับตัวเครื่องมุมมอง Isometric.....	54
3.32 โมเดลชุดโซ่ที่ติดกับตัวเครื่องมุมมองด้านหน้า.....	55
3.33 ตำแหน่งของแบร็งที่อยู่บนตัวเครื่อง.....	55
3.34 ตัวล๊อคลูกปืน(1)เข้ากับตัวเครื่อง.....	56
3.35 ตัวล๊อคลูกปืน(1)เข้ากับตัวเครื่องมุมมองด้านหน้า.....	56
3.36 ขนาดของตัวล๊อคลูกปืน(2)ด้านติดกับมอเตอร์.....	57
3.37 ขนาดของตัวล๊อคลูกปืน(3).....	57
3.38 โมเดลตัวล๊อคลูกปืน(3)ด้านล่างตัวเครื่อง.....	57
3.39 การติดตั้งตัวล๊อคลูกปืน(3)ด้านล่างตัวเครื่อง.....	58
3.40 ขนาดของจิ๊กลำเลียงโซ่.....	58
3.41 โมเดลจิ๊กลำเลียงโซ่.....	58
3.42 ชุดตอกโซ่แบบ 2D.....	59
3.43 ชุดตอกโซ่.....	59
3.44 ชุดตอกโซ่ด้านล่าง.....	59
3.45 ชุดตอกโซ่.....	60
3.46 ขนาดของก้านชุดตอกโซ่.....	60
3.47 คานชุดตอกโซ่.....	60
3.48 โมเดลฝาครอบกระบอกสูบ.....	61
3.49 ก้านและกระบอกสูบหยุดโซ่.....	61
3.50 ส่วนประกอบของชุดจับโซ่ 1.....	62

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.51 ส่วนประกอบของชุดจับไข่ 2.....	62
3.52 ชุดจับไข่.....	63
3.53 ชุดจับไข่มุมมองด้านข้าง	63
3.54 ขนาดของถาดรับไข่(2).....	64
3.55 ตำแหน่งติดตั้งถาดรับไข่ในเครื่องตอกไข่	64
3.56 ขนาดของส่วนที่ 1 ของถาดลำเลียงไข่(3).....	65
3.57 โมเดลถาดลำเลียงไข่	65
3.58 ส่วนที่ 1 ของถาดลำเลียงไข่.....	66
3.59 ขนาดของรางที่ 1 ของถาดลำเลียงไข่.....	66
3.60 ขนาดของรางที่ 2 ของถาดลำเลียงไข่.....	67
3.61 ขนาดของรางที่ 3 ของถาดลำเลียงไข่.....	67
3.62 ส่วนที่ 2 ของถาดลำเลียงไข่.....	68
3.63 โมเดลชุดแยกไข่.....	68
3.64 ขนาดของรางแยกไข่.....	69
3.65 โมเดลรางแยกไข่.....	69
3.66 ขนาดของปลายราง(1).....	70
3.67 ปลายราง.....	70
3.68 ขนาดของถาดรับไข่ขาว(1).....	71
3.69 ขนาดของช่องเทไข่ขาว	71
3.70 ถาดรับไข่ขาว.....	72
3.71 ขนาดของส่วนปลายรางของรางรวมไข่.....	72
3.72 โมเดลรางรวมไข่	73
3.73 ตู้คอนโทรลแต่ละด้าน	73
3.74 การออกแบบภาคจ่ายไฟฟ้าภายในตู้.....	74
3.75 การออกแบบปุ่มควบคุมการทำงาน	75
3.76 การออกแบบภาคการควบคุม PLC.....	75
3.77 การออกแบบภาคการควบคุม PLC โซลีนอยด์	76

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.78 โครงเครื่องขนาด 800*1770*800 มม.....	77
3.79 ฝาข้างตัวเครื่อง 3.80 ตลับลูกปืนตึกตาสแตนเลส เพลา 32มม.....	78
3.81 ฝาโครงข้างตัวเครื่อง	78
3.82 บูลูกปืน Ø30มม.....	78
3.83 เฟืองเบอร์ EUM 2040-21TBSS	79
3.84 เพลาหน้า 3.85 PE1000 หรือ UHMW-PE 3.86 แผ่นPEรองโซ่	79
3.87 ประกอบแผ่นpe	80
3.88 โครงเครื่องตอกโซ่.....	80
3.89 โครงวางรางแยกโซ่	81
3.90 ถาดวางโซ่.....	82
3.91 แผ่นสไลด์โซ่อันที่ 1 3.92 ตัดทอสแตนเลส	82
3.93 ทอสแตนเลสยาว600มม.....	83
3.94 ช่องรางสไลด์โซ่อันที่1.....	83
3.95 ถาดสไลด์โซ่อันที่ 1	84
3.96 ถาดวางโซ่ชั้นที่ 2.....	84
3.97 ช่องรางโซ่อันที่ 2	85
3.98 ชั้นส่วนถาดวางโซ่อันที่ 2 3.99 ถาดวางโซ่.....	85
3.100 ติดตั้งกระบอกลมถาดสไลด์ MDB1B50-30Z-M9BW	86
3.101 ถาดรับเปลือกโซ่.....	87
3.102 ติดตั้งถาดรับเปลือกโซ่.....	87
3.103 รางลำเลียงโซ่ส่วนที่ 1	88
3.104 ถาดรองโซ่ตอกขนาดกว้าง205 ยาว185 ขนาดกว้าง205 ยาว 93 มม	88
3.105 แบบชิ้นส่วนรางลำเลียงโซ่ส่วนที่ 1	88
3.106 รางลำเลียงโซ่ส่วนที่ 1	89
3.107 รางลำเลียงโซ่ส่วนที่ 1 ที่ถูกปรับปรุง.....	89
3.108 รางลำเลียงโซ่ส่วนที่2.....	89
3.109 ติดตั้งชิ้นส่วนรางลำเลียงโซ่ส่วนที่ 2.....	90

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.110 ชั้นส่วนประกอบรางแยกไขแดงไขขาว	90
3.111 ปลายรางแยกไข	91
3.112 รางแยกไขอันที่ 1	91
3.113 ติดตั้งรางแยกไขอันที่ 1	92
3.114 ถาดแยกไขอันที่ 2 ไขรวม	92
3.115 รางรองรับไขขาว	92
3.116 ชั้นส่วนรางรองรับไขขาว	93
3.117 ฝาครอบเครื่อง	93
3.118 ฝาครอบเครื่อง	93
3.119 ถาดรองใต้เครื่อง	94
3.120 ชุดตอกไข	94
3.121 ก้านชุดตอกไข	95
3.122 ก้านชุดตอกไข	95
3.123 ก้านเพลลาØ16mm	95
3.124 ก้านตอกไขส่วนที่ 1	95
3.125 ก้านตอกไขส่วนที่ 2	96
3.126 ชุดตอกไข 3.127 ถาดรองไขก้านตอก	96
3.128 เชื่อมถาดรองไข	97
3.129 กระบอกลม CDQMB32-10-M9Bรู	97
3.130 ติดตั้งกระบอกลมกับก้านกระบอกสำหรับยึดกับก้านเพลลา	98
3.131 ชุดแมคคานิกส์การตอกไข 3.132 แมคคานิกส์การตอกไข	98
3.133 กระบอกสูบ CXSM25-20-Y7BW	99
3.137 ไบมีด	99
3.135 ชุดกดไข 1	100
3.136 ชุดกดไข 2	100
3.137 กระบอกสูบ CDQMB32-10-M9B	100
3.138 ชั้นส่วน 1	101

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.139 ชั้นส่วนฐานก้านกดไข	101
3.140 คานหลัก	101
3.141 แท่งยางยางโพลียูรีเทน ขนาด \varnothing 25mm ยาว25mm	101
3.142 ชั้นส่วนตัวกดไข	102
3.143 ตัวกดไขจำนวน6ชุด	102
3.144 ประกอบก้านกดไข	102
3.145 ประกอบชุดกดไข	102
3.146 ชุดกดไขประกอบเสร็จ	103
3.147 คานกั้นไข	103
3.148 เหล็ก \varnothing 10mm. ยาว775mm.	104
3.149 โซ่เบอร์2040	104
3.150 เจาะรูสำหรับการยึด รางไข	105
3.151 ทดลองประกอบไข	105
3.152 จิ๊กรางไข	105
3.153 ยึดสายพานกับโซ่จิ๊ก23ราง	106
3.154 ประกอบชุดสายพาน	106
3.155 แปลงปัตเศษเปลือกไขไก่	107
3.156 ตู้คอนโทรลแต่ละด้าน	108
3.157 ตู้คอนโทรลแต่ละด้าน	108
3.158 การติดตั้ง Photoelectric Sensor E3Z-T81 2M	109
3.159 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม	109
3.161 ปุ่มควบคุมการทำงาน	111
3.163 หน้าโปรแกรม gx work 2	112
3.164 ตัวอย่างการเขียน ladder ในโปรแกรม gx work 2	112
3.165 flowchart การทำงานของเครื่องตอกไข	113
3.166 เครื่องตอกไขอัตโนมัติเสร็จสมบูรณ์พร้อมทดสอบ 1	114
3.167 เครื่องตอกไขอัตโนมัติเสร็จสมบูรณ์พร้อมทดสอบ	114

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 เครื่องตอกไข่อัตโนมัติที่พร้อมทดสอบ.....	116
4.2 การทดสอบฟังก์ชันกดใส่ไข่และก้านเรียงไข่	117
4.3 การทดสอบฟังก์ชันการกดไข่และการตอกไข่	117
4.4 การทดสอบคุณภาพไข่หลังจากการตอก	117
4.5 การทดสอบฟังก์ชันการแยกไข่	117
4.6 การวัดปริมาณเปลือกไข่ในกระบวนกา.....	118
4.7 การทดสอบฟังก์ชันการแปลงทำความสะอาด	118
4.8 รางรับไข่แบบที่ 1 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1	119
4.9 รางรับไข่แบบที่ 2 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2	120
4.10 รางรับไข่แบบที่ 3 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 3	120
4.11 คุณภาพของไข่ที่สมบูรณ์.....	121

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันตลาดเบเกอรี่ของไทยมีมูลค่าประมาณ 22.3 พันล้านบาท เติบโต 7% แบ่งเป็นขนมปัง 12.8 พันล้านบาท เค้ก 5 พันล้านบาท พายและขนมอบ 4.4 พันล้านบาท อุตสาหกรรมเบเกอรี่มีแนวโน้มเจริญเติบโตอย่างต่อเนื่อง จากพฤติกรรมผู้บริโภคในเมืองที่มีชีวิตที่รีบเร่งและต้องการความสะดวกสบายในการรับประทานอาหารว่าง โดยปริมาณการบริโภคขนมปังของคนไทยที่ยังมีเพียง 2-3 กิโลกรัมต่อคนต่อปี ถือว่ายังน้อยเมื่อเทียบกับต่างประเทศ เช่น ญี่ปุ่น 10-15 กิโลกรัม/คน/ปี หรือรัสเซีย 80-90 กิโลกรัม/คน/ปี จึงยังมีโอกาสเติบโตได้อีกมาก ในด้านปริมาณการผลิตก็มีอัตราเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องเฉลี่ย 5.8-6.5% ต่อปี โดยในปี 2557 ไทยมีการผลิตเบเกอรี่กว่า 176,000 ตัน ในด้านสถานะการแข่งขันนอกจากแบรนด์ใหญ่ๆ อย่างฟาร์มเฮ้าส์ เอส แอนด์ พี และซีพี การเกิดขึ้นของร้านกาแฟ ร้านเบเกอรี่เล็กๆ ตามชุมชนเมืองและแหล่งท่องเที่ยวต่างๆ ส่งผลให้ผู้บริโภคมีทางเลือกมากขึ้น รวมถึงการแข่งขันที่สูงมากยิ่งขึ้น มูลค่ารวมของตลาดร้านเบเกอรี่ตามชุมชนเมืองเองก็มีอัตราการเติบโตที่เพิ่มขึ้นถึง 9% ต่อปี

ในการทำขนมปังเบเกอรี่หรือการทำอาหารที่จำเป็นต้องใช้ไข่แดงและไข่ขาวแยกกัน ปกติแล้วจำเป็นต้องใช้แรงงานคนจึงจะได้ไข่ในแบบที่ต้องการ นอกจากนั้นแรงงานคนต้องใช้ทั้งสมาธิและเวลาเพื่อแยกไข่แดงและไข่ขาวออกจากกัน อีกทั้งยังมีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดของมนุษย์ หากต้องการไข่จำนวนมากต้องเพิ่มคนต่อทำให้ต้นทุนเพิ่มขึ้น และหากทำพลาดไข่ที่ตอกนั้นจะกลายเป็นของเสียทันที โดยเฉพาะในอุตสาหกรรมอาหารที่มีความต้องการปริมาณในการผลิตจำนวนมาก ต้องการไข่ที่มีคุณภาพสม่ำเสมอ ปลอดภัย สะอาด ทำให้มีความต้องการไข่ไข่เป็นจำนวนมากเช่นกัน ผู้จัดทำจึงได้ทำเครื่องอัตโนมัติเพื่อเป็นการประหยัดเวลา สะดวกสบายและลดการใช้แรงงานในการตอกหรือแยกไข่ ทำให้กระบวนการการผลิตมีความรวดเร็วในการผลิตมากขึ้นและตอบสนองต่อความต้องการของโรงงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ โดยเริ่มตั้งแต่การศึกษาเครื่องตอกไข่จากทฤษฎี จากนั้นจึงมาออกแบบตัวเครื่อง ระบบนิเวศิกส์ ระบบควบคุมและระบบการทำงานตามฟังก์ชัน จากนั้นจึงจะทำการสร้างเครื่องขึ้นมาตามที่ได้ออกแบบไว้ และทำการทดสอบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติว่าสามารถใช้งานได้จริง

1.3 ขอบเขตของปฏิญานิพนธ์

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ทำการศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการสร้างเครื่องตอกไข่อัตโนมัติโดยเครื่องตอกไข่อัตโนมัติจะใช้กระบอกสูบเป็นตัวส่งกำลังในระบบนิวเมติกส์เป็นการตอกไข่อัตโนมัติโดยใช้การควบคุมการทำงานจาก PLC มีช่องสำหรับตอกไข่อัตโนมัติ 6 ช่อง ลำเลียงไข่อัตโนมัติโดยใช้มอเตอร์ สามารถตอกไข่อัตโนมัติได้จำนวน 7200 ฟองต่อหนึ่งชั่วโมง และอธิบายหลักการการทำงาน ขั้นตอนการทำงาน การออกแบบ และการผลทดสอบการทำงานของเครื่อง ตามที่ออกแบบเพื่อแสดงให้เห็นว่าสามารถใช้งานได้จริงอย่างมีประสิทธิภาพ

1.4 รายละเอียดของปฏิญานิพนธ์

ในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ได้จัดแบ่งเนื้อหาเป็นทั้งหมด 5 บท โดยจะมีเนื้อหาที่ได้นำเสนอในปฏิญานิพนธ์ เป็นดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำเป็นบทที่มีเนื้อหาเกี่ยวกับความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา หลักการใหม่ที่นำเสนอในปฏิญานิพนธ์ ขอบเขตของปฏิญานิพนธ์และรายละเอียดของปฏิญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องในการจัดทำโครงการเครื่องตอกไข่อัตโนมัติผู้จัดทำจึงต้องทำการศึกษาทฤษฎีและหลักการการทำงานของ องค์ประกอบประเภทต่างๆ ที่ใช้ประกอบทำโครงการ เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์ของโครงการ

บทที่ 3 การออกแบบและวิธีการดำเนินการเนื้อหาส่วนนี้จะประกอบไปด้วยขั้นตอนการดำเนินงาน การออกแบบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติและการประกอบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ อุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างเครื่อง

บทที่ 4 การทดสอบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ หลังจากนำไปติดตั้งให้กับฟาร์มจะเป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องทุกฟังก์ชันนั้นสามารถทำงานได้หรือไม่มีข้อผิดพลาดและวิธีการแก้ไขอย่างไร และทดสอบความสมบูรณ์ของไข่อัตโนมัติหลังจากการตอก

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ ปัญหาที่พบ แนวทางการแก้ไข และข้อเสนอแนะ

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไซโก่

2.1.1 การเคลื่อนที่ของไซ

ความเอียงของพื้นที่ทำให้ไซเริ่มต้นกลิ้งได้ เนื่องจากเมื่อพื้นเอียง แรงโน้มถ่วงจะดึงไซให้ตกลงมาตามแนวตั้ง แต่แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวของไซกับพื้นผิวที่ไซตกลงมาจะดึงไซให้กลิ้งไปข้างหน้า เมื่อพื้นเอียงมากขึ้น แรงโน้มถ่วงจะดึงไซให้ตกลงมาตามแนวตั้งมากขึ้น ในขณะที่แรงเสียดทานจะดึงไซให้กลิ้งไปข้างหน้ามากขึ้นเช่นกัน ดังนั้น เมื่อพื้นเอียงมากขึ้น ไซก็จะมีแนวโน้มที่จะกลิ้งมากขึ้น นอกจากนี้ ความเร็วเริ่มต้นของไซก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่ส่งผลต่อความเอียงของพื้นที่ทำให้ไซกลิ้ง โดยไซที่ตกด้วยความเร็วเริ่มต้นที่สูง จะมีแนวโน้มที่จะกลิ้งได้ยากกว่าไซที่ตกด้วยความเร็วเริ่มต้นที่ต่ำมีสูตรคำนวณความเอียงของพื้นที่ทำให้ไซเริ่มต้นกลิ้ง โดยสูตรคำนวณมีดังนี้

$$\theta = \tan^{-1}(\mu / g) \quad (2.1)$$

เมื่อ θ คือ ความเอียงของพื้นที่ทำให้ไซเริ่มต้นกลิ้งมีหน่วยเป็นองศา ($^{\circ}$)

μ คือ สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวของไซกับพื้นผิวที่ไซตกลงมา

g คือ ค่าคงที่ของแรงโน้มถ่วงของโลกมีค่าเท่ากับ 9.8 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s^2)

หากกำหนดให้พื้นผิวเป็นสแตนเลสเรียบ สัมประสิทธิ์แรงเสียดทานระหว่างพื้นผิวของไซกับพื้นผิวที่ไซตกลงมาจะประมาณ 0.2

จากสมการที่ 2.1 จะคำนวณความเอียงของพื้นที่ทำให้ไซเริ่มต้นกลิ้งได้ที่

$$\theta = \arctan(0.2 / 9.8)$$

$$\theta = 6.3^{\circ}$$

จากการคำนวณจะได้มุมที่ทำให้ไซเริ่มต้นกลิ้ง จากนั้นทำการหาความสูงของพื้นรับไซโดยใช้สูตรตรีโกณมิติ โดยกำหนดให้พื้นที่ทำหน้าที่รับไซยาว 150 ซม.

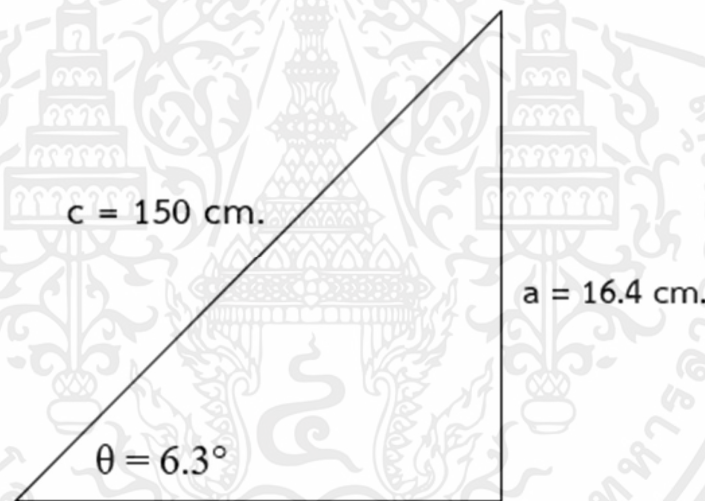
$$\sin \theta = a/c \quad (2.2)$$

- เมื่อ θ คือ ความเอียงของพื้นที่ที่ทำให้ไซเริ่มต้นกลิ้ง มีหน่วยเป็นเรเดียน
 a คือ ความสูง มีหน่วยเป็นเซนติเมตร
 c คือ ความยาวของพื้นที่รับไซ มีหน่วยเป็นเซนติเมตร

$$\sin (6.3) = a/150$$

$$a = 16.4 \text{ cm.}$$

สรุปเพื่อที่จะทำการยกพื้นให้สูงขึ้นจากระดับ 0 องศาให้มีมุม 6.3 องศาจะต้องทำการยกด้านใดด้านหนึ่งของพื้นขึ้น 16.4 ซม. เพื่อให้พื้นที่ทำหน้าที่รับไซมีมุม 6.3 องศาเพื่อให้ไซเคลื่อนที่ตามแรงโน้มถ่วง



รูปที่ 2.1 ความสูงและมุมของฐานรับไซ

2.1.2 ความหนาของเปลือกไซ

ความหนาของเปลือกไซจะแตกต่างกันไปตามขนาดของไซ พันธุ์ของไม้ และปัจจัยอื่นๆ ความหนาของเปลือกไซโดยทั่วไปจะอยู่ที่ประมาณ 0.2-0.4 มิลลิเมตร นอกจากนั้นความหนาของเปลือกไซที่เพิ่มขึ้น ส่งผลให้แรงในการตอกไซที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากเปลือกไซที่หนากว่าจะต้องใช้แรงในการกระแทกให้แตกมากกว่าเปลือกไซที่บางกว่า

ตารางที่ 2.1 ความหนาเปลือกไข่ของไข่แต่ละเบอร์

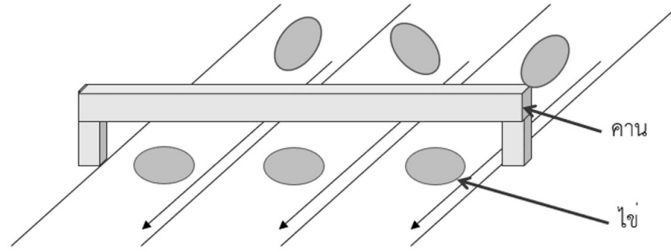
ขนาดของไข่	น้ำหนัก (กรัม)	ความหนาของเปลือกไข่ (มม.)
ไข่เบอร์ 0	มากกว่า 70 กรัม	0.35-0.40
ไข่เบอร์ 1	65-69 กรัม	0.30-0.35
ไข่เบอร์ 2	60-64 กรัม	0.25-0.30
ไข่เบอร์ 3	55-59 กรัม	0.20-0.25
ไข่เบอร์ 4	50-54 กรัม	0.20

2.2 การเรียงไข่ในแวนอน

เนื่องจากการตอกไข่ในแวนอนมีข้อดีหลายประการ เช่น ได้ไข่แดงที่สมบูรณ์เมื่อไข่อยู่ในแวนอนการตอกไข่จะไม่ทำลายไข่แดงมากนักทำให้ได้ไข่แดงที่สมบูรณ์และน่ารับประทาน ลดโอกาสที่ไข่จะแตก การตอกไข่ในแวนอนจะทำให้ไข่มีแรงต้านทานจากการตกน้อยกว่าการตอกไข่ในแนวตั้งทำให้ไข่แตกได้ยากขึ้น ในการทำโครงงานจึงจำเป็นต้องเรียงไข่ในแวนอนก่อนทำการตอกไข่ โดยใช้วิธีทำคานกัน เมื่อไข่เคลื่อนที่มาด้วยรูปร่างอิสระจะชนเข้ากับคานที่ได้ตั้งระดับความสูงไว้ ไข่จะถูกบังคับให้เคลื่อนตัวผ่านคาน ทำให้ไข่เปลี่ยนรูปในการวางเป็นแวนอนเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ผ่านคานไปได้ โดยความสูงของคานจะถูกคิดจากความสูงเฉลี่ยของไข่เบอร์ใหญ่ที่สุดหรือเบอร์ 0 ซึ่งเท่ากับ 7 ซม. ซึ่งเป็นเพียงการศึกษาเท่านั้นในการใช้งานจริงต้องทำการเผื่อระยะเพื่อปรับแต่ง

ตารางที่ 2.2 ความสูงและความสูงโดยเฉลี่ยของไข่แต่ละเบอร์

ขนาดของไข่	ความสูง (ซม.)	ความสูงเฉลี่ย (ซม.)
ไข่เบอร์ 0	6.5-7.5	7.0
ไข่เบอร์ 1	6.0-6.4	6.2
ไข่เบอร์ 2	5.5-5.9	5.7
ไข่เบอร์ 3	5.0-5.4	5.2
ไข่เบอร์ 4	4.5-4.9	4.7



รูปที่ 2.2 กระบวนการเรียงโซ่

2.3 การตอกโซ่

ในการตอกโซ่ไถ่สดโดยใช้เครื่องจักรทำได้หลายวิธีแต่ในโครงการนี้จะศึกษาวิธีการตอกโซ่จากด้านล่างและอำเภิล็อกโซ่ออก ทำให้โซ่แดงและโซ่ขาวออกมาในส่วนล่างของโซ่ไถ่ ในวิธีนี้ก่อนทำการตอกโซ่ โซ่ต้องอยู่ในสถานะที่ไม่สามารถขยับได้เสียก่อนเพื่อให้โซ่ไม่ขยับไปกลับกลไกการตอก จึงต้องออกแบบวิธีการหยุดโซ่โดยใช้วิธีกดจากด้านบนเพื่อที่เพื่อทำการตอกจากด้านล่างโซ่จะไม่เคลื่อนไหวไปตามแรงที่มาจากด้านล่าง และมีดตอกที่มาจากด้านล่างจะสามารถตอกเข้าไปยังโซ่ได้

2.3.1 แรงที่ใช้ในการตอกโซ่

แรงที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกโซ่อยู่ในช่วงประมาณ 100-300 นิวตัน ขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายประการ เช่น ขนาดของโซ่ ความหนาของเปลือกโซ่ ความแข็งของเปลือกโซ่ วัสดุที่ใช้กะเทาะและมุมที่ใช้กะเทาะ โดยทั่วไปแล้วแรงที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกโซ่จะแปรผันตามขนาดของโซ่ โดยโซ่ที่ใหญ่กว่าจะมีแรงในการกะเทาะที่มากกว่าโซ่ที่เล็กกว่า นอกจากนี้ แรงในการกะเทาะยังขึ้นอยู่กับความหนาของเปลือกโซ่ โดยโซ่ที่มีเปลือกบางจะมีแรงในการกะเทาะที่น้อยกว่าโซ่ที่มีเปลือกหนา ความแข็งของเปลือกโซ่ก็ส่งผลต่อแรงในการกะเทาะเช่นกัน โดยโซ่ที่มีเปลือกแข็งจะมีแรงในการกะเทาะที่มากกว่าโซ่ที่มีเปลือกอ่อน

เนื่องจากโครงการ ศึกษาวิธีการตอกโซ่โดยใช้กระบอกลูกสูบซึ่งยึดติดกับจุดเหียงที่ใช้ในการตอกโซ่ โดยกำหนดให้ระยะห่างระหว่างจุดเหียงและกระบอกลูกสูบอยู่ที่ 20 ซม. สามารถหาแรงบิดที่ใช้ในกระบวนการเพื่อใช้ในการเลือกกระบอกลูกสูบได้จากสูตร

$$T = F * r * \sin(\theta) \quad (2.3)$$

เมื่อ T คือ แรงบิด มีหน่วยเป็นนิวตันเมตร (N·m)

F คือ แรง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

r คือ ระยะห่างของแรงกับจุดเหวี่ยง มีหน่วยเป็นเมตร (m)

θ คือ มุมระหว่างทิศทางของแรงกับแกนหมุน (rad)

กำหนดให้ $\theta = 90$ องศาจึงได้ $\sin(90)$ เนื่องจาก $\sin(90 \text{ องศา}) = 1$ ดังนั้นจะได้สมการ

$$T = F * r \quad (2.4)$$

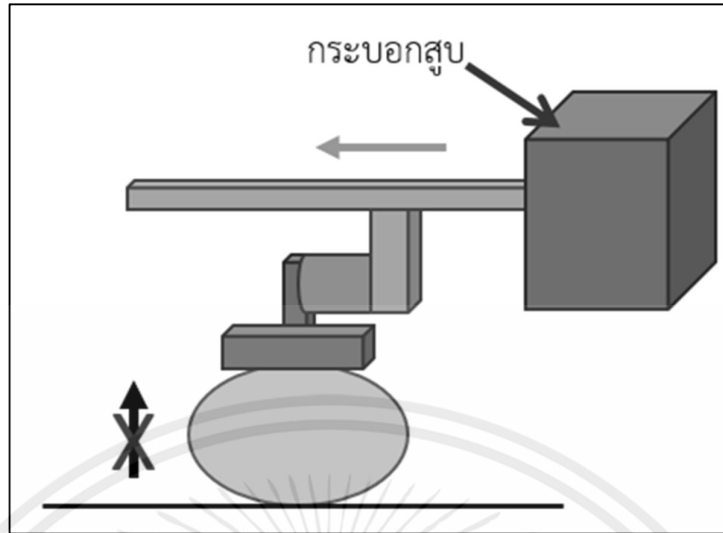
สำหรับค่าเฉลี่ยของแรงและแรงบิดที่ใช้ในการกะเทาะเปลือกไข่ของไข่เบอร์ 0-4 พบว่ามีดังนี้

ตารางที่ 2.3 แรงที่ใช้ในการตอกไข่แต่ละขนาด

ขนาดของไข่	แรงเฉลี่ย	แรงบิดเฉลี่ย
ไข่เบอร์ 4	100-150 N	20-30 Nm
ไข่เบอร์ 3	150-200 N	30-40 Nm
ไข่เบอร์ 2	200-250 N	40-50 Nm
ไข่เบอร์ 1	250-300 N	50-60 Nm
ไข่เบอร์ 0	300-350 N	60-70 Nm

2.3.2 การจับไข่ให้อยู่นิ่งก่อนทำการตอก

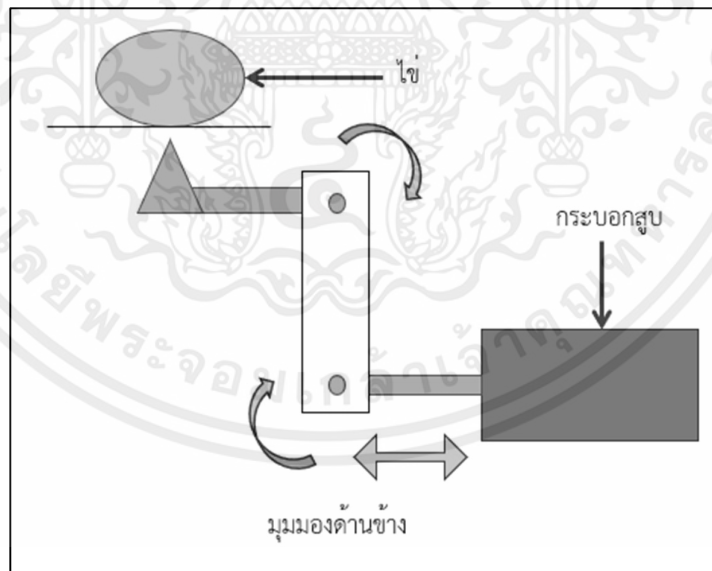
ในการจับไข่ให้อยู่นิ่ง ในโครงงานนี้เราจะใช้กระบอกลูกบอลในการดันก้านที่กดไข่ด้านบน ซึ่งสามารถปรับความสูงได้ตามขนาดของไข่ซึ่งเชื่อมต่อกับคาน การใช้กระบอกลูกบอลทำให้ก้านนั้นไม่ขยับตามแรงที่กระบอกลูกบอลอยู่ ส่วนที่ทำหน้าที่กดจะเป็นยางเพื่อให้แรงต้านที่มากนักเพราะอาจทำให้กระบอกลูกบอลพังได้ แรงกดที่ใช้ในการจับไข่ให้อยู่นิ่งก่อนทำการตอกไข่ต้องมากกว่าแรงที่ใช้ในการตอกไข่ เพื่อป้องกันไม่ให้ไข่ขยับขึ้นตามมีดตอก



รูปที่ 2.3 การจับไขโดยใช้กระบอกสูบ

2.3.3 การตอกไข

จากที่ได้กล่าวไปในข้างต้น โครงการนี้จะศึกษาการตอกไขโดยใช้วิธีตอกไขจากด้านล่าง โดยจะใช้กระบอกสูบเป็นตัวส่งแรงไปยังแกนหมุนที่ติดกับตัวตอกเพื่อยกตัวตอกขึ้นไปกระทบกับไขไก่ที่ถูกกดจนอยู่นิ่ง



รูปที่ 2.4 กลไกการตอกไข

2.4 การแยกไข่แดงและไข่ขาว

ไข่แดงและไข่ขาวเป็นองค์ประกอบหลักของไข่ไก่ ไข่แดงเป็นองค์ประกอบที่ใหญ่ที่สุดของไข่ คิดเป็นประมาณ 30% ของน้ำหนักไข่ทั้งหมด ไข่ขาวเป็นองค์ประกอบที่มีขนาดเล็กที่สุด คิดเป็นประมาณ 60% ของน้ำหนักไข่ทั้งหมด ไข่ไก่ 1 ฟอง มีน้ำหนักประมาณ 50-55 กรัม โดยไข่แดงมีน้ำหนักประมาณ 10 กรัม และไข่ขาวมีน้ำหนักประมาณ 30 กรัม ดังนั้น ไข่แดงคิดเป็นประมาณ 1/5 ของน้ำหนักไข่ไก่ทั้งหมด และไข่ขาวคิดเป็นประมาณ 2/3 ของน้ำหนักไข่ไก่ทั้งหมด อย่างไรก็ตาม น้ำหนักของไข่แดงและไข่ขาวอาจแตกต่างกันไปตามขนาดของไข่ไก่และไข่แดงไข่ขาวมีความหนาแน่นที่ไม่เท่ากันตามตาราง

ตารางที่ 2.4 น้ำหนักของไข่แดงและไข่ขาวของไข่แต่ละเบอร์

ขนาด	ไข่แดง	ไข่ขาว
เบอร์ 2	10 กรัม	30 กรัม
เบอร์ 1	12 กรัม	36 กรัม
เบอร์ 0	14 กรัม	42 กรัม

ตารางที่ 2.5 เปรียบเทียบความหนาแน่นของไข่แดงและไข่ขาว

ส่วนประกอบ	ความหนาแน่น (กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร)
ไข่แดง	1.035
ไข่ขาว	1.003

ความหนืดของไข่แดงและไข่ขาวแตกต่างกัน ไข่แดงมีความหนืดสูงกว่าไข่ขาว ความหนืดคือสมบัติของของเหลวที่ต้านทานการไหลของของเหลวความหนืดของไข่แดงและไข่ขาวเกิดจากโปรตีนที่มีอยู่ในไข่ไก่ไข่แดงมีโปรตีนมากกว่าไข่ขาว ดังนั้น ไข่แดงจึงมีความหนืดสูงกว่าไข่ขาว

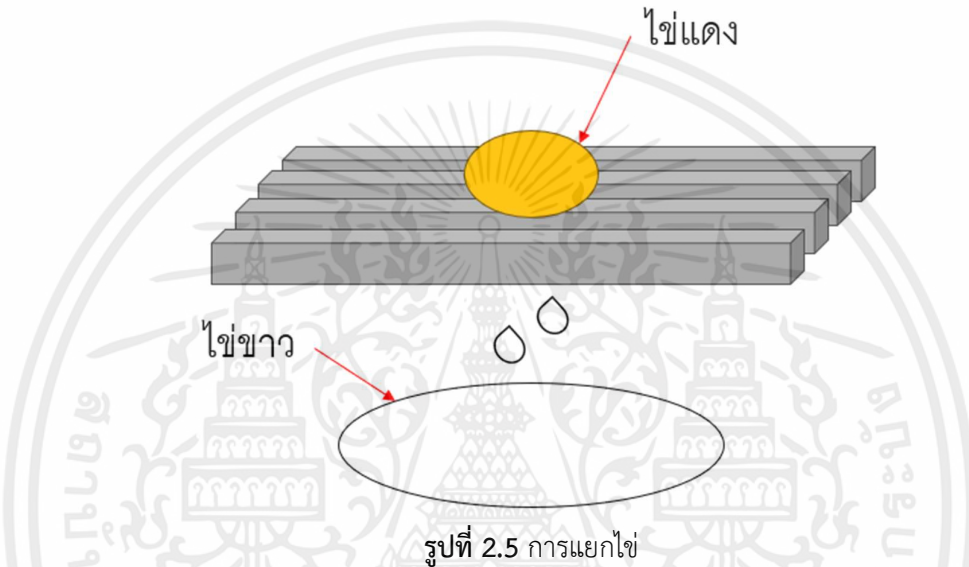
นอกจากนี้ไข่แดงยังมีไขมันมากกว่าไข่ขาว ดังนั้น ไขมันในไข่แดงยังช่วยเพิ่มความหนืดของไข่แดง

ตารางที่ 2.6 เปรียบเทียบความหนืดของไข่แดงและไข่ขาว

ส่วนประกอบ	ความหนืด (centipoise)
ไข่แดง	2.2-3.0
ไข่ขาว	1.0-1.5

การแยกไข่แดงไข่ขาวของไข่ไก่ อาศัยความแตกต่างของคุณสมบัติทางกายภาพระหว่างไข่แดงและไข่ขาวเป็นหลัก เช่น การแยกไข่ด้วยเปลือกไข่อาศัยหลักการที่ว่าไข่ขาวมีความหนืดน้อยกว่าไข่แดง ทำให้ไข่ขาวไหลผ่านรูเปลือกไข่ได้ แต่ไข่แดงจะติดอยู่ในเปลือกไข่หรืออาศัยหลักการที่ว่าไข่แดงมีน้ำหนักมากกว่าไข่ขาว ทำให้ไข่แดงจมลงด้านล่าง ส่วนไข่ขาวจะลอยอยู่ด้านบนหากแยกไข่โดยใช้ทัพพี

ในการจัดทำโครงงานนี้เราศึกษาการแยกไข่แดงและไข่ขาวโดยใช้หลักการที่ว่าไข่แดงมีค่าความหนืดมากกว่าไข่ขาวทำให้ไข่ขาวไหลผ่านรูเล็กๆได้ดีกว่า โดยใช้วิธีสร้างรูเพื่อให้ไข่ขาวไหลผ่านแต่ไม่กว้างพอให้ไข่แดงผ่านได้



2.4.1 คุณภาพไข่

การวัดคุณภาพในการแยกไข่แดงและไข่ขาวสามารถทำได้โดยใช้หลายวิธีต่าง ๆ ซึ่งจะช่วยในการตรวจสอบคุณภาพของทั้งไข่แดงและไข่ขาวแยกออกจากกันได้อย่างแม่นยำ โดยในการโครงงานนี้เราจะศึกษาการแยกไข่แดงและไข่ขาวโดยใช้วิธีการมองด้วยตาเปล่า ซึ่งเป็นวิธีที่ง่ายที่สุด ไข่แดงมักมีสีส้มสดและเนื้อสีเหลืองอ่อนสุกสีขาว ในขณะที่ไข่ขาวมีเนื้อสีขาวและเป็นครีมลักษณะสีของเนื้อจะช่วยในการแยกและจำแนกไข่แดงและไข่ขาว

2.5 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) [ฎ]

Power Supply หรือ แปลงไฟ คืออุปกรณ์หรือระบบที่ใช้เพื่อให้พลังงานไฟฟ้าแก่อุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบไฟฟ้า ซึ่งมีหน้าที่แปลงไฟฟ้าจากแหล่งพลังงานต่าง ๆ เช่นไฟฟ้าที่มาจากเสาไฟฟ้าสาธารณะ (AC) หรือจากแบตเตอรี่ (DC) ให้อยู่ในรูปแบบและระดับแรงดันที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่เชื่อมต่อกับระบบไฟฟ้านั้น อุปกรณ์ที่รับไฟฟ้าจาก Power Supply เรียกว่า "โหลด" หรือ "อุปกรณ์ใช้ไฟฟ้า" ซึ่งอาจเป็นคอมพิวเตอร์ส่วนตัว โทรทัศน์ ระบบเสียง ระบบเครือข่าย หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่ต้องการพลังงานไฟฟ้าเพื่อทำงาน

Power Supply มักมีหน้าที่แปลงไฟฟ้าเพื่อให้แรงดันไฟฟ้าเหมาะสม และให้กระแสไฟฟ้าที่เสถียร เพื่อป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า รูปแบบของ Power Supply อาจเป็นแบบแหล่งไฟฟ้าแรงดันคงที่ (Fixed Voltage) หรือแบบแหล่งไฟฟ้าแรงดันแปรผัน (Variable Voltage) ซึ่งสามารถปรับแรงดันไฟฟ้าได้ตามความต้องการของอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า.

Power Supply มีบทบาทสำคัญในระบบไฟฟ้า เพราะถ้ามีปัญหาหรือความผิดพลาดใน Power Supply อาจส่งผลกระทบต่อประสิทธิภาพและความปลอดภัยของอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้าและสามารถทำให้อุปกรณ์เสียหายได้

2.5.1 ประเภทของแหล่งจ่ายไฟ

2.5.1.1 Linear Power Supply (LPS)

Linear Power Supply เป็นแบบพื้นฐานที่ใช้หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้าจากไฟฟ้าสลับ (AC) ให้เป็นไฟฟ้าตรง (DC) มีความเสถียรและคุณภาพสูงในการสร้างไฟฟ้าที่นิยมในแอปพลิเคชันที่ต้องการความเชื่อถือสูง เช่น อุปกรณ์ทางการแพทย์และวิทยาศาสตร์

2.5.1.2 Switching Mode Power Supply (SMPS)

Switching Mode Power Supply ใช้เทคโนโลยีการสวิตช์เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้า และมีประสิทธิภาพในการแปลงพลังงานสูง มีขนาดเล็กและมีน้ำหนักเบา ซึ่งเหมาะสำหรับอุปกรณ์พกพาและเครื่องเล่นมัลติมีเดีย

2.5.1.3 Uninterruptible Power Supply (UPS)

UPS ใช้เพื่อรักษาการจ่ายไฟฟ้าเมื่อมีการตัดสินใจไฟฟ้าหรือภาวะฉุกเฉิน เพื่อให้เวลาเพียงพอในการกำจัดข้อมูลและป้องกันความสูญเสียหรือเสียหายของอุปกรณ์ มีหลายประเภทของ UPS รวมถึง Standby, Line-interactive, และ Online UPS ซึ่งมีความสามารถแตกต่างกันตามการใช้งานและความเสถียร

2.5.1.4 Programmable Power Supply

Programmable Power Supply ใช้ในการสร้างแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่สามารถโปรแกรมและปรับแต่งได้ตามความต้องการ มักใช้ในการทดสอบและประเมินอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และการพัฒนาผลิตภัณฑ์

2.5.1.5 High-Voltage Power Supply

High-Voltage Power Supply ใช้ในการสร้างแรงดันไฟฟ้าสูง ๆ ซึ่งมักใช้ในการทดสอบและควบคุม อุปกรณ์ที่ต้องการแรงดันสูง เช่น อุปกรณ์การวิเคราะห์ทางการแพทย์และวิทยาศาสตร์

2.5.1.6 Bench Power Supply

Bench Power Supply เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าสำหรับใช้ในการทดสอบและประเมินอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่บนโต๊ะทดสอบ มักมีความสามารถแสดงแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่สามารถปรับแต่งได้ตามความต้องการ

2.5.1.7 Battery Charger

Battery Charger ใช้ในการชาร์จแบตเตอรี่ เพื่อเติมพลังงานไฟฟ้าในแบตเตอรี่ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์, แบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ, และแบตเตอรี่สำรอง

2.5.1.8 DC-DC Converter

DC-DC Converter ใช้ในการแปลงแรงดัน DC จากหนึ่งระดับไฟฟ้าไปยังระดับอื่นๆ เช่น ที่ต้องการในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์พกพา

2.5.1.9 AC-DC Converter

AC-DC Converter ใช้ในการแปลงไฟฟ้าสลับ (AC) เป็นไฟฟ้าตรง (DC) และมักใช้ในอุปกรณ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.5.1.10 PoE (Power over Ethernet) Injector

PoE Injector ใช้ในการให้พลังงานไฟฟ้าผ่านสายเคเบิล Ethernet โดยอุปกรณ์เครือข่ายแบบ PoE ที่ใช้ไฟฟ้าแบบนี้

2.5.2 ส่วนประกอบของแหล่งจ่ายไฟ

Power Supply ประกอบด้วยส่วนประกอบหลายอย่างที่มีบทบาทสำคัญในการให้พลังงานไฟฟ้าแก่อุปกรณ์ต่าง ๆ ดังนี้

2.5.2.1 หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer)

Transformer ใช้ในกระบวนการแปลงแรงดันไฟฟ้า โดยที่สามารถเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้าของกระแสเข้าตามความต้องการ ส่วนใหญ่จะใช้แหล่งไฟฟ้าแรงดันคงที่ (Fixed Voltage) เช่น 110V, 220V ในกระบวนการแปลงไฟฟ้าจาก AC เป็น DC ในกระบวนการกรองไฟฟ้า และสร้างแรงดันคงที่สำหรับระบบไฟฟ้า

2.5.2.2 วงจรเรียงกระแส (Rectifier)

Rectifier ใช้ในกระบวนการแปลงไฟฟ้าสลับ (AC) เป็นไฟฟ้าตรง (DC) โดยใช้ ไดโอดหรือเพลาสเตอร์ เมื่อไฟฟ้าไปผ่าน Rectifier, มันจะกำจัดคลื่นสัญญาณติดต่อกของไฟฟ้าสลับและ ส่งเสียงไฟฟ้าเข้าไปให้กระแสไฟฟ้าเป็นไฟฟ้าตรง ที่มีแรงดันคงที่

2.5.2.3 วงจรกรองกระแส (Filter)

Filter ใช้เพื่อกรองคลื่นความถี่ที่เหลือหลังจากการแปลงเป็น DC และกำจัด ความรบกวนจากคลื่นสัญญาณ AC ที่อาจเข้ามาที่ไฟฟ้า DC กรองช่วยให้ไฟฟ้าเป็นไฟฟ้า DC คมแท้ และเสถียร

2.5.2.4 วงจรปรับแรงดัน (Voltage Regulator)

Voltage Regulator ใช้เพื่อควบคุมแรงดันไฟฟ้าและให้แรงดันคงที่ที่ต้องการ โดยแสดงการปรับแรงดันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในการใช้งานหรือความกว้างของแหล่งไฟฟ้า

2.5.2.5 สายเชื่อมต่ออุปกรณ์ (Output Connectors)

Power Supply จะมีสายเชื่อมต่อที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า เช่น ตัวต่อ DC, ตัวต่อสายไฟ, หรือหมวกสายไฟที่เข้ากับอุปกรณ์

2.5.2.6 ระบบระบายความร้อน (Cooling System)

ระบบระบายความร้อนมักถูกใช้เพื่อรักษาอุณหภูมิของ Power Supply ให้อยู่ ในระดับที่ปลอดภัย และป้องกันการร้อนเกินไปที่อาจทำให้ Power Supply เสียหาย

2.5.3 หลักการทำงานของแหล่งจ่ายไฟ

หลักการทำงานของ Power Supply คือการแปลงแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่มีลักษณะ แรงดันและคลื่นความถี่ต่าง ๆ ให้กลายเป็นไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับการใช้งานของอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยมี ขั้นตอนหลักดังนี้

- 1) Input AC Voltage Power Supply รับแหล่งพลังงานไฟฟ้าจากแหล่งหลัก เช่น เสา ไฟฟ้าสาธารณะ ซึ่งมักเป็นไฟฟ้าสลับ (AC) ที่มีแรงดันและคลื่นความถี่เฉพาะ ขึ้นอยู่กับพื้นที่และมาตรฐานของระบบไฟฟ้าในท้องถิ่นนั้น
- 2) Transformer มักถูกใช้ในขั้นตอนแรกของ Power Supply เพื่อแปลงแรงดันไฟฟ้า จากแหล่งหลักให้เป็นแรงดันที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของ Power Supply และอุปกรณ์ที่ใช้ไฟฟ้า การใช้ Transformer ช่วยในการเพิ่มหรือลดแรงดันไฟฟ้า ตามความต้องการ

- 3) Rectification หลังจาก Transformer แรงดันไฟฟ้าจะถูกแปลงเป็นไฟฟ้าสลับ (AC) แล้ว กระบวนการ Rectification จะแปลงไฟฟ้าสลับเหล่านี้เป็นไฟฟ้าตรง (DC) โดยใช้ไดโอดหรือเพลาสเตอร์ การ Rectification ช่วยกำจัดคลื่นสัญญาณสลับและทำให้ไฟฟ้าเป็นไฟฟ้า DC ที่มีแรงดันคงที่
- 4) Filtering กระบวนการ Filtering ใช้เพื่อกรองคลื่นความถี่ที่เหลือหลังจากการแปลงเป็น DC และกำจัดความรบกวนจากคลื่นสัญญาณ AC ที่อาจเข้ามาที่ไฟฟ้า DC กรองช่วยให้ไฟฟ้าเป็นไฟฟ้า DC คงที่และเสถียร
- 5) Voltage Regulation ใช้ในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าและให้แรงดันคงที่ที่ถูกต้อง โดยแสดงการปรับแรงดันเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงในการใช้งานหรือความกว้างของแหล่งไฟฟ้า
- 6) Output DC Voltage ที่ขั้นตอนสุดท้ายของ Power Supply จะมีแรงดันไฟฟ้า DC ที่คงที่และเหมาะสมสำหรับการใช้งานอุปกรณ์ที่ต่อกับ Power Supply

2.6 โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์(Photo Electric Sensor) [ฎ]

โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับแสง โดยอาศัยหลักการการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุเมื่อได้รับแสง เซ็นเซอร์แสงไฟฟ้ามียุคหลายประเภท ขึ้นอยู่กับหลักการการทำงานและลักษณะการใช้งาน

2.6.1 ประเภทของโฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์

Photo Electric Sensor มีหลายประเภทตามลักษณะการทำงานและการใช้งานที่แตกต่างกัน โดยประเภทของเซ็นเซอร์อาจเปลี่ยนแปลงตามความต้องการของแต่ละแอปพลิเคชัน แต่มีคือบางประเภทที่พบบ่อย

2.6.1.1 ตัวส่งและตัวรับ (Emitter and Receiver)

ประเภทนี้ประกอบด้วยส่วนส่งแสงและส่วนรับแสง แสงถูกส่งจากอิมิตเตอร์ (Emitter) ไปยังเซ็นเซอร์รับ (Receiver) และการตรวจจับเกิดเมื่อวัตถุตัดแสงหรือตัดแสงระหว่างอิมิตเตอร์และเซ็นเซอร์รับ

2.6.1.2 แบบสะท้อน (Reflective Sensor)

เซ็นเซอร์ใช้เซ็นเซอร์เดียวที่ทั้งส่งแสงและรับแสง วัตถุตรวจจับโดยการสะท้อนแสงจากวัตถุและส่งกลับไปยังเซ็นเซอร์

2.6.1.3 แบบเซนเซอร์ผ่าน (Through-Beam Sensor)

ประเภทนี้ประกอบด้วยส่วนส่งแสงและส่วนรับแสงที่แยกกัน วัตถุถูกตรวจจับเมื่อมันตัดกลางแสงระหว่างอิมิตเตอร์และเซนเซอร์รับ. เซนเซอร์เชิงผ่านเหมาะสำหรับการใช้งานในระยะทางที่ยาว

2.6.1.4 เซนเซอร์แสงเลเซอร์ (Laser Photoelectric Sensor)

เป็นประเภทแบบที่ใช้แสงเลเซอร์เป็นแหล่งแสง เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความแม่นยำในการตรวจจับวัตถุ

2.6.1.5 เซนเซอร์แสงใยออปติก (Fiber Optic Photoelectric Sensor)

ใช้ใยออปติกเป็นสื่อกลางในการส่งและรับสัญญาณแสง ให้ความยืดหยุ่นในการตรวจจับวัตถุในพื้นที่จำกัด

2.6.1.6 เซนเซอร์สะท้อนแบบแพร่กระจาย (Diffuse Reflectance Sensor)

ประเภทนี้ไม่ต้องการเซนเซอร์ส่งแสงเสริม แทนการตรวจจับวัตถุโดยการวัดความสะท้อนของแสงจากวัตถุ

2.6.1.7 เซนเซอร์ลบพื้นหลัง (Background Suppression Sensor)

ประเภทนี้มีความสามารถในการลบพื้นหลังที่ไม่เกี่ยวข้องออกจากการตรวจจับวัตถุ

2.6.2 ส่วนประกอบของโฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์

ส่วนประกอบที่สำคัญใน Photo Electric Sensor ประกอบด้วย

2.5.2.1 ตัวส่งแสง (Emitter)

ส่วนนี้เป็นแหล่งแสงที่ใช้สร้างแสงที่จะถูกส่งไปยังวัตถุหรือพื้นที่ที่ต้องการตรวจจับ

2.5.2.2 ตัวรับแสง (Receiver)

ส่วนนี้รับแสงที่ถูกส่งออกจากส่วนส่งแสง และใช้ในการตรวจจับการเปลี่ยนแปลงในแสงที่เกิดขึ้นเมื่อวัตถุหรือสภาวะถูกตรวจจับ

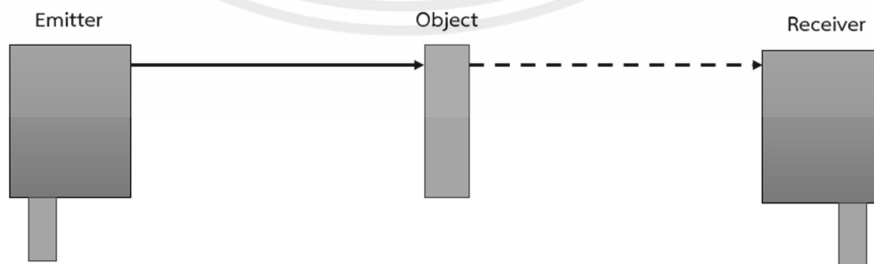
2.5.2.3 ควบคุมการปรับแสง (Adjustment Controls)

บางเซนเซอร์มีตัวควบคุมที่ช่วยปรับแสงและตัวบ่งชี้ต่าง ๆ เพื่อให้เซนเซอร์ทำงานได้ตามความต้องการ

2.6.3 หลักการทำงานของโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์

หลักการทำงานของ Photo Electric Sensor (เซนเซอร์แสงโฟโตอิเล็กทริก) อธิบายถึงวิธีการตรวจจับวัตถุหรือสภาวะโดยใช้แสงเป็นสื่อกลาง หลักการทำงานของเซนเซอร์แสงโฟโตอิเล็กทริกสามารถแบ่งออกเป็นขั้นตอนการทำงานทั่วไปดังนี้

- 1) ส่งแสง (Emitter) ส่วนส่งแสงของเซนเซอร์สร้างแสง ซึ่งอาจเป็นแสงสามัญหรือแสงเลเซอร์ (เช่น, แสงอินฟราเรดหรือแสงเลเซอร์เลเซอร์) และส่งแสงไปยังวัตถุหรือพื้นที่ที่ต้องการตรวจจับ
- 2) การสะท้อนหรือการตัดแสง (Reflection or Interruption of Light) แสงที่ส่งออกจะตีกลับหรือถูกตัดแสงเมื่อวัตถุหรือสภาวะถูกตรวจจับ การสะท้อนหรือการตัดแสงนี้เป็นสถานการณ์ที่สีกหรือในการตรวจจับวัตถุหรือสภาวะ
- 3) การรับแสง (Receiver) ส่วนรับแสงของเซนเซอร์รับแสงที่ถูกส่งกลับหรือถูกตัดแสงโดยวัตถุหรือสภาวะ และแปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า
- 4) ประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) สัญญาณไฟฟ้าที่ได้รับจากส่วนรับแสงถูกประมวลผลในวงจรประมวลผลสัญญาณ เพื่อวิเคราะห์และตรวจจับการเปลี่ยนแปลงในการรับแสงที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นสถานการณ์ที่วัตถุตีกลับแสงหรือตัดแสง
- 5) อ่านข้อมูลและส่งสัญญาณ (Output) เมื่อเซนเซอร์ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงในการรับแสงที่ส่งกลับหรือถูกตัดแสง สัญญาณเอาต์พุตจะถูกส่งไปยังระบบควบคุมหรืออุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อดำเนินการตามคำสั่งที่ต้องการ รายละเอียดของสัญญาณเอาต์พุตสามารถเป็นการเปิดหรือปิดรีเลย์หรือส่งสัญญาณอื่น ๆ ตามความต้องการของแอปพลิเคชัน



รูปที่ 2.6 การทำงานของโฟโตอิเล็กทริกเซนเซอร์

2.7 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve) [ช]

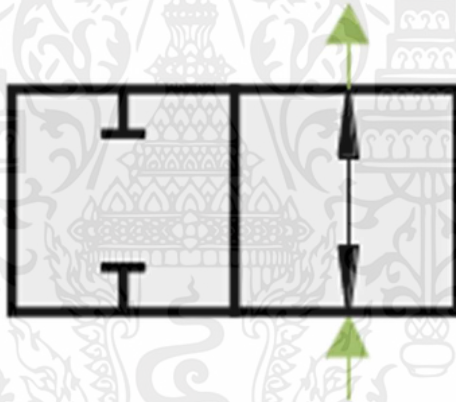
โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการไหลของของเหลวหรือแก๊สโดยใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบของกระแสไฟฟ้าในการเปิดหรือปิดทางไหลของสื่ออื่น ๆ ในท่อหรือทางไหลที่แตกต่างกัน วาล์วนี้สามารถใช้ในหลายแอปพลิเคชันต่าง ๆ ทั้งในอุตสาหกรรมและงานที่เกี่ยวข้องกับการควบคุมการไหลของสื่อ เช่น ในระบบน้ำ, ระบบลม, ระบบน้ำมัน, ระบบแก๊ส, ระบบประมาณการของเหลว, ระบบป้องกันความปลอดภัยและอื่น ๆ อีกมากมาย

2.7.1 ประเภทของโซลินอยด์วาล์ว

มีหลายประเภทของวาล์วโซลินอยด์ (Solenoid Valve) ที่ออกแบบให้เหมาะสำหรับแอปพลิเคชันที่แตกต่างกัน ดังนี้

2.7.1.1 โซลินอยด์วาล์วแบบปกติเปิด (Normally Open Solenoid Valve)

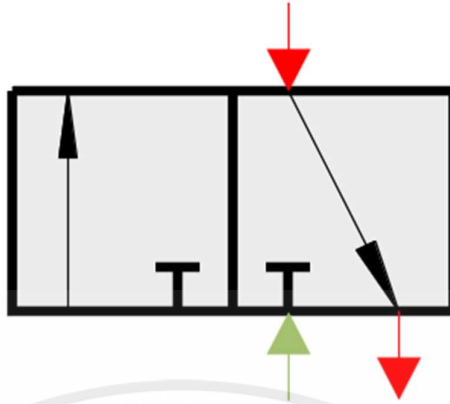
วาล์วนี้เปิดเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และปิดเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ใช้สำหรับการทำงานที่ต้องการให้สื่อไหลเมื่อไม่มีไฟฟ้าเข้าและหยุดไหลเมื่อมีไฟฟ้าเข้า



รูปที่ 2.7 สัญลักษณ์โซลินอยด์วาล์วแบบปกติเปิด

2.7.1.2 โซลินอยด์วาล์วแบบปกติปิด (Normally Closed Solenoid Valve)

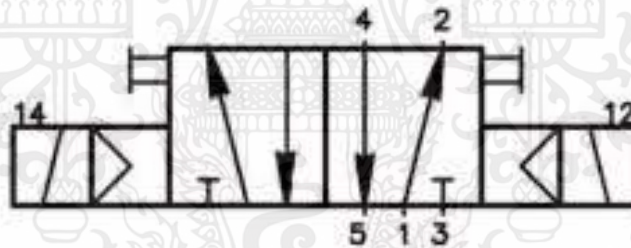
วาล์วนี้ปิดเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน และเปิดเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ใช้สำหรับการทำงานที่ต้องการหยุดการไหลเมื่อไม่มีไฟฟ้าเข้าและอนุญาตให้สื่อไหลเมื่อมีไฟฟ้าเข้า



รูปที่ 2.8 สัญลักษณ์โซลินอยด์วาล์วแบบปกติปิด

2.7.1.3 โซลินอยด์วาล์วแบบ Bi-stable (Bi-stable Solenoid Valve)

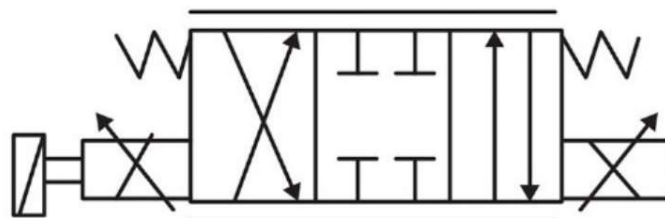
วาล์วนี้เปิดหรือปิดด้วยการส่งกระแสไฟฟ้าเพียงครั้งเดียวและคงสถานะที่เปิดหรือปิดโดยไม่ต้องใช้พลังงานเพิ่มเติม มันเหมาะสำหรับการออกแบบในที่ที่ต้องการประหยัดพลังงาน



รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์โซลินอยด์วาล์วแบบ Bi-stable

2.7.1.4 วาล์วควบคุมแบบสัดส่วน (Proportional Solenoid Valve)

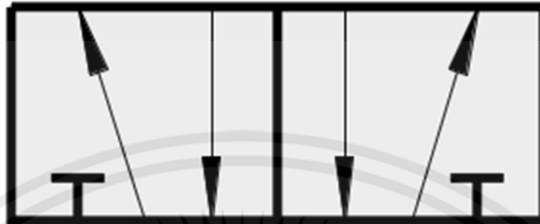
วาล์วนี้สามารถควบคุมการไหลของสื่อได้อย่างแม่นยำตามค่าอินพุตไฟฟ้า มันสามารถใช้ในการทำงานที่ต้องการการควบคุมไหลของสื่อให้สอดคล้องกับค่าอินพุตที่กำหนด



รูปที่ 2.10 สัญลักษณ์วาล์วควบคุมแบบสัดส่วน

2.7.1.5 โซลินอยด์วาล์วแบบสองทาง (Two-Way Solenoid Valve)

วาล์วนี้มีสองทางที่สามารถเปิดหรือปิด มีหนึ่งทางเข้าและหนึ่งทางออก มันใช้สำหรับควบคุมการไหลของสื่อในทางเดียว



รูปที่ 2.11 สัญลักษณ์โซลินอยด์วาล์วแบบสองทาง

2.7.1.6 โซลินอยด์วาล์วแบบสามทาง (Three-Way Solenoid Valve)

วาล์วนี้มีสามทางที่สามารถเปิดหรือปิด มีทางเข้าและสองทางออกหรือทางออกสองทาง มันใช้สำหรับควบคุมการไหลของสื่อในทางที่แตกต่างกัน



รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์โซลินอยด์วาล์วแบบสามทาง

นอกจากนี้ยังมีวาล์วโซลินอยด์ที่ออกแบบให้ทนทานต่อสวิตช์สารเคมีหรือสารอื่น ๆ และมีขนาดต่าง ๆ ที่เหมาะสำหรับการใช้งานที่แตกต่างกัน เลือกวาล์วโซลินอยด์ที่เหมาะสมสำหรับงานของที่ต้องการโดยพิจารณาความต้องการและเงื่อนไขของการทำงาน

2.7.2 ส่วนประกอบของโซลินอยด์วาล์ว

2.7.2.1 โซลินอยด์ (Solenoid)

โซลินอยด์ เป็นส่วนที่สร้างสนามแม่เหล็กเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน ซึ่งทำให้ชิ้นเครื่องในวาล์วเคลื่อนที่ไปมาเพื่อควบคุมการเปิดหรือปิดทางไหลของสื่อ

2.7.2.2 คอร์ (Core)

คอร์ คือ ชิ้นเครื่องที่อยู่ภายในโซลินอยด์และเคลื่อนที่ขึ้นลงเมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน โดยชิ้นนี้เป็นส่วนที่เข้าช่วยกับการควบคุมการไหลของสื่อ

2.7.2.3 วาล์วโซลินอยด์ (Solenoid Valve Body)

วาล์วโซลินอยด์ เป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับการไหลของสื่อที่ผ่านทางวาล์ว มีช่องทางที่เปิดหรือปิดโดยใช้คอร์

2.7.2.4 โซลินอยด์คอยล์ (Solenoid Coil)

โซลินอยด์คอยล์เป็นส่วนที่มีหลายวงนิวเทรน (turns) ของลวดที่จําบรอบโดยลวด โดยมีหัวต่อไฟฟ้าที่สามารถเชื่อมต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านโซลินอยด์คอยล์, มันสร้างสนามแม่เหล็กที่ทำให้คอยล์เคลื่อนที่

2.7.2.5 สายไฟ

สายไฟ เป็นสายที่เชื่อมต่อกับโซลินอยด์คอยล์และแหล่งจ่ายไฟฟ้า เพื่อส่งกระแสไฟฟ้าไปยังโซลินอยด์คอยล์

2.7.2.6 ท่อหรือช่องทางไหล

ท่อหรือช่องทางไหล เป็นส่วนที่เชื่อมต่อกับวาล์วโซลินอยด์และใช้ในการส่งของเหลวหรือแก๊สจากที่มาจากที่ไปยังที่ปลายทาง

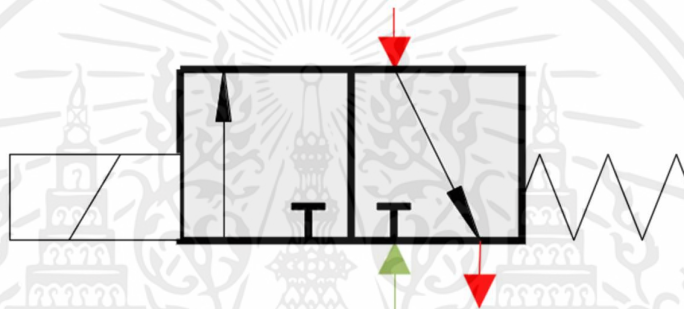
2.7.3 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

หลักการทำงานของ Solenoid Valve นั้นเป็นอย่างไรง่าย มันใช้คุณสมบัติของสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโซลินอยด์ (solenoid) เพื่อควบคุมการเปิดหรือปิดทางไหลของสื่อที่ไหลผ่านวาล์ว ดังนี้

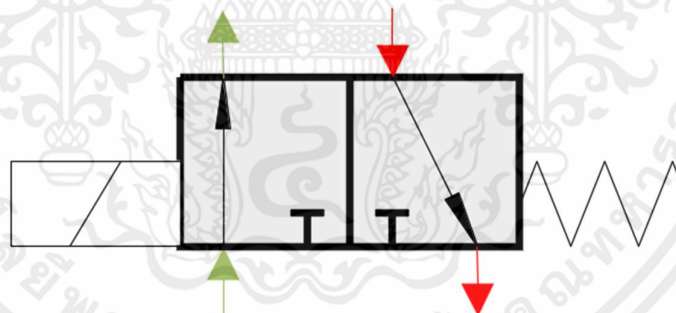
- 1) ในสภาวะปกติ เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน Solenoid Valve หรือเมื่อ Solenoid Valve ไม่ได้รับกระแสไฟฟ้าเข้ามา คอร์ภายใน Solenoid Valve จะอยู่ในสถานะที่ไม่มีสนามแม่เหล็กหรือสนามแม่เหล็กเป็นศูนย์. นี่คือนิวเทรน (Normally Closed) หรือสภาวะเปิดสถานะ (Normally Open) ขึ้นอยู่กับการออกแบบของ Solenoid Valve
- 2) กระแสไฟฟ้าเข้า เมื่อกระแสไฟฟ้าถูกส่งไปยัง Solenoid Valve คอร์จะสร้างสนามแม่เหล็ก (electromagnetic field) ที่เปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของคอร์ การเปลี่ยนแปลงนี้ทำให้คอร์เคลื่อนที่เข้าหาตัว Solenoid Valve หรือออกจาก

Solenoid Valve ขึ้นอยู่กับการออกแบบของ Solenoid Valve และกระแสไฟฟ้าที่เข้า

- 3) การควบคุมการไหล: การเคลื่อนที่ของโคลจะทำให้ชิ้นเครื่องภายใน Solenoid Valve ทำงานโดยเปิดหรือปิดทางไหลของสื่อที่ไหลผ่านวาล์ว นี่เป็นขั้นตอนที่ใช้ในการควบคุมการไหลของสื่อตามความต้องการ
- 4) การหยุดกระแสไฟฟ้า: เมื่อการควบคุมการไหลของสื่อเสร็จสิ้นหรือเมื่อไม่ต้องการให้ Solenoid Valve ทำงาน การหยุดการส่งกระแสไฟฟ้าจะทำให้ Solenoid Valve กลับสู่สภาวะปกติ โดยจะกลับไปยังสภาวะที่ไม่มีสนามแม่เหล็ก และ Solenoid Valve จะปิดหรือเปิดตามสภาวะปกติของการออกแบบ



รูปที่ 2.13 สภาวะปิดของการทำงาน



รูปที่ 2.14 สภาวะเปิดของการทำงาน

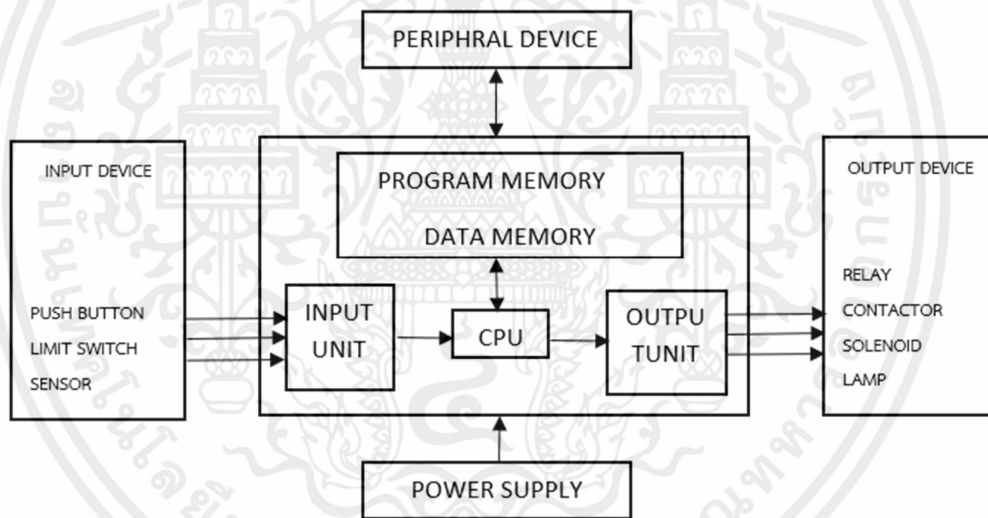
2.8 พีแอลซี (PLC) [ช]

พีแอลซี (PLC) ย่อมาจาก โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Control: PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจาก

เครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand-alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด - สเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

2.8.1 โครงสร้างของพีแอลซี (PLC Structure)



รูปที่ 2.15 โครงสร้างของพีแอลซี (PLC)

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้

2.8.1.1 หน่วยความจำของ PLC

ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

2.8.1.2 แหล่งจ่ายไฟ (Power supply unit)

ทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับส่วนประกอบต่างๆของพีแอลซี

2.8.1.3 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุมการทำงานของ PLC ซึ่งเปรียบเสมือนส่วนสมองภายใน ประกอบไปด้วยวงจร Logic gate หลายชนิด CPU จะรับข้อมูลหรือสัญญาณจากหน่วยอินพุต (Input unit) เข้ามา จากนั้นจะทำการประมวลผลแล้วเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำและส่งข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต (Output unit)

2.8.1.4 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลการทำงาน

- 1) RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ
- 2) EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ตหรือตากแดด ร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม
- 3) EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่ต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

2.8.1.5 หน่วยอินพุตและเอาต์พุต (I/O unit)

- 1) หน่วยอินพุต (Input unit) หน่วยอินพุตคือหน่วยรับสัญญาณทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์การวัดต่างๆที่ติดตั้งที่เครื่องจักร แล้วส่งไปประมวลผลที่ CPU
- 2) หน่วยเอาต์พุต (Output unit) หน่วยเอาต์พุตคือหน่วยส่งสัญญาณ เมื่อหน่วยประมวลผลประมวลผลเสร็จแล้ว จะส่งให้หน่วยเอาต์พุตเพื่อส่งสัญญาณควบคุมออกไปควบคุมอุปกรณ์

2.8.1.6 หน่วยป้อนโปรแกรม (Programming unit)

เป็นเครื่องมือสำหรับป้อนโปรแกรมพีแอลซีลงหน่วยความจำของพีแอลซีและยังเป็นเครื่องมือสำหรับไว้ติดต่อระหว่าง PLC กับผู้ใช้เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจสอบการปฏิบัติงานของ PLC

2.8.2 ประเภทของพีแอลซี

พีแอลซีจะรับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์ที่ต่อกับเทอร์มินอลอินพุตของพีแอลซี สัญญาณที่พีแอลซีรับมี 2 แบบ คือ 1.สัญญาณดิจิทัล 2.สัญญาณอนาล็อก สัญญาณดิจิทัลคือสัญญาณที่มีการ ON,OFF โดยแบ่งออกเป็น 2 แบบคือสัญญาณที่มีความถี่ต่ำ เช่นการ ON,OFF ของสวิทช์และสัญญาณที่มีความถี่สูงเช่นสัญญาณจากโฟโต้เซ็นเซอร์ เลเซอร์เซ็นเซอร์ encoder เป็นต้น ในการรับสัญญาณความถี่สูง รีเลย์อินพุตของ PLC จะต้องมีความไวในการตอบสนองให้ทันกับสัญญาณด้วย โดยผู้ผลิตก็ได้ออกแบบให้รีเลย์อินพุตของพีแอลซีมี 2 แบบคือแบบที่ใช้รับความถี่ต่ำและความถี่สูงได้ อินพุตแบบที่รับความถี่ต่ำจะไม่สามารถรับสัญญาณความถี่สูงได้ เช่นเดียวกับอินพุตที่ใช้รับความถี่สูง

สำหรับสัญญาณแบบอนาล็อกก็คือแรงดันและกระแสไฟฟ้า ซึ่งป้อนเข้าพีแอลซี โดยใช้ อุปกรณ์เช่น Flow sensor pressure sensor temperature sensor เป็นต้น เมื่อ PLC รับสัญญาณแล้วจะนำสัญญาณนั้นไปแปลงเป็นข้อมูลดิจิทัลและนำไปใช้ในโปรแกรมพีแอลซีส่วนผลลัพธ์การประมวลผลโปรแกรมจะส่งมาที่เอาต์พุตของพีแอลซี โดยเอาต์พุตของพีแอลซีแบบดิจิทัลจะจ่ายสัญญาณดิจิทัลเพื่อสั่งงานอุปกรณ์ที่ต่อกับพีแอลซี เช่น หลอดไฟ โซลินอยด์วาล์ว คอนแทกเตอร์ เป็นต้น ส่วนเอาต์พุตของพีแอลซีแบบอนาล็อกจะจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้าออกมาได้

2.9 กระบอกลม (Air cylinder) [ก]

กระบอกลม หรือ air cylinder คืออุปกรณ์ที่ใช้ลมทำให้ก้านกระบอกลมเคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรง หรือหมุน 90, 180, 270 หรือ 360 องศา เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานในรูปแบบความดันลมให้เป็นพลังงานกลในรูปแบบของการเคลื่อน

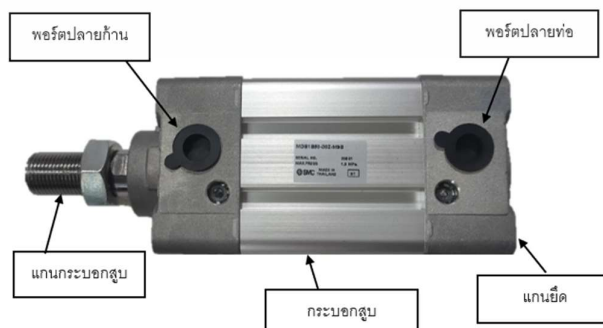


รูปที่ 2.16 กระบอกลม 2 ทาง

กระบอกลม แบบ Double-acting เป็นประเภทที่พบบ่อยที่สุดเนื่องจากให้ผู้ใช้ควบคุมการเคลื่อนไหวของลูกสูบได้อย่างสมบูรณ์ การเคลื่อนที่ของลูกสูบและก้านลูกสูบเมื่ออากาศอัดเข้าสู่ลูกสูบและแกนลูกสูบ ตำแหน่งเชิงลบ คือ เมื่อแกนลูกสูบหดกลับและตำแหน่งบวกคือเมื่อก้านลูกสูบขยายออก เมื่ออากาศอัดเข้าสู่พอร์ตปลายก้าน จะดันลูกสูบไปข้างหน้า ขยายก้านลูกสูบ (ในรูปฝั่งขวา) อากาศถูกบังคับให้ออกจากพอร์ตปลายก้าน ในการหดก้านลูกสูบอากาศอัดจะเข้าสู่พอร์ตปลายท่อบังคับให้อากาศออกจากพอร์ตปลายก้าน และ บังคับให้ลูกสูบหดกลับไปยังตำแหน่งลบ (ในรูปฝั่งซ้าย)

2.9.1 กระบอกลม 2 ทาง

กระบอกลม 2 ทาง คือ กระบอกสูบลมที่ใช้แรงดันอากาศทั้งสองทางในการเคลื่อนที่โดยทำงานสลับ เมื่อด้านหนึ่งผลิตแรงดัน อีกด้านจะเป็นตัวจ่ายแรงดันอากาศเหมาะกับงานที่ต้องการการเคลื่อนที่ในแนวตรงและระยะชักที่ยาวเพราะแรงดันอากาศจะมีความคงที่กว่ากระบอกสูบแบบทางเดียว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.17 ส่วนประกอบกระบอกลม

- 1) พอร์ตปลายก้าน (Cap-end port) คือ รูอากาศพอร์ตปลายก้าน เมื่ออากาศอัดเข้าสู่พอร์ตปลายก้านลูกสูบ ซึ่งก้านลูกสูบจะถูกชักกลับไปตำแหน่งลบ
- 2) กระบอกสูบ (Barrel) กระบอกลมที่ใช้แรงดันในการเคลื่อนที่ไปในทิศทาง ใช้อากาศอัดเพื่อขับเคลื่อนลูกสูบในทิศทางเดียวเท่านั้น สปริงเชิงกลจะเคลื่อนลูกสูบไปในทิศทางตรงกันข้าม
- 3) พอร์ตปลายท่อ (Rod-end port) คือ รูอัดอากาศเมื่ออากาศอัดเข้ามาทางพอร์ตปลายท่อแล้ว ลูกสูบจะเคลื่อนออกจากฝาปิด และดันก้านสูบออก ซึ่งการเคลื่อนไหวยนี้จะเรียกว่าการเคลื่อนไหวบวก
- 4) ลูกสูบ (Piston) ลูกสูบจะขับเคลื่อนแกนในลักษณะเชิงเส้นตรง เมื่ออากาศอัดเข้ามาในท่อแล้ว ลูกสูบจะเคลื่อนออกจากฝาปิด และดันก้านสูบเข้าออก
- 5) แกนยึด (Tie rod) เป็นแกนยึดกระบอกลม
- 6) แกนลูกสูบ (Piston rod) แกนลูกสูบหรือก้านสูบใช้กับตันหรือเป็นกลไกลมคานิกส์

2.9.2 กระบอกลมแกนเดียว

กระบอกลมนิวเมติกส์แบบสองทางสามารถจ่ายแรงดันอากาศแรงดันสูงได้ทั้งสองทาง แรงดันอากาศที่ได้จากกระบอกลมนิวเมติกส์แบบสองทางจะมีความคงที่กว่าแรงดันที่ได้จากกระบอกลมนิวเมติกส์แบบทางเดียวความยาวของช่วงชักในกระบอกลมนิวเมติกส์แบบสองทางจะมีมากกว่ากระบอกลมนิวเมติกส์แบบทางเดียว



รูปที่ 2.18 กระบอกลมแกนเดียว

กระบอกลมนิวเมติกส์แบบสองทางรองรับโหลดได้มากกว่าและหนักกว่ากระบอกลมนิวเมติกส์แบบทางเดียว กระบอกลมนิวเมติกส์แบบสองทางจะเหมาะกับงานที่ต้องการการเคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง และต้องการช่วงชักที่ยาว

2.9.3 ระบายลมแกนคู่

ระบายลมสองแกน มีข้อดี คือ ประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้ง เนื่องจากมีขนาดเล็กทนทาน ต่อการกัดและงอตัวของตัวถังระบายลมได้ดีเยี่ยมเมื่อมีการใช้งานแบบหมุน เพราะมีรูในการติดตั้งถึง 3 รู จึงสามารถติดตั้งได้หลายมุม หลายตำแหน่ง



รูปที่ 2.19 ระบายลมสองแกนคู่

การนำไปติดตั้งเสริมเพื่อทำงานกับอุปกรณ์นิวเมติกอื่นๆ ก็ทำได้ง่าย หรือจะติดตั้งเพื่อทำงานแบบเดี่ยวก็สะดวก ตัวกระแทกด้านหน้าสามารถปรับแต่งได้ในกรณีที่ต้องการเพิ่ม หรือลดความยาวของช่วงชักของระบายลม ที่สำคัญ ระบายลมชนิดสองแกน มีก้านลูกสูบแบบคู่และลูกสูบแบบคู่ สำหรับเพิ่มแรงให้คูณได้ถึง 2 เท่าใน 1 เดียว

2.9.4 ระบายลมแบบ Compact

ขนาดกะทัดรัดแบบทางเดียวที่มีแรงดันใช้งานสูงสุด 10 BAR (1000 K PA) และขนาดรูตั้งแต่ 20 MM. ถึง 100 MM. ชุดระบายลม นี้ไม่ได้ติดตั้งระบบกันกระแทกแบบปรับได้ อย่างไรก็ตาม มีก้านขนานที่ปลายทั้งสองด้านเพื่อกันกระแทก ชุดระบายลม ISO 21287 มีขนาดกะทัดรัดและน้ำหนักเบา ดังนั้น จึงเป็นที่ต้องการสำหรับการใช้งานที่มีข้อจำกัดด้านพื้นที่



รูปที่ 2.20 ระเบิดอกสูบลมแบบ Compact

2.9.5 อุปกรณ์เสริมระเบิดอกลมนิวเมติกส์ [จ]

เซ็นเซอร์ระเบิดอกสูบลมนิวเมติกส์ ให้การตอบสนองตำแหน่งลูกสูบกับระบบควบคุมในเครื่องจักรและอุปกรณ์อัตโนมัติ โดยปกติแล้วลูกสูบจะมีแม่เหล็กอยู่ในตัวระเบิดอกสูบลม จากนั้นสามารถติดตั้งเซ็นเซอร์เข้ากับตัวระเบิดอกสูบลมนิวเมติก



รูปที่ 2.21 Reed sensors

Reed sensors เป็นเซ็นเซอร์ประเภทที่พบได้บ่อยที่สุด เนื่องจากมีวงจรชีวิตที่ยาวนาน (มากกว่า 10 ล้านตัว) และโดยทั่วไปแล้วไม่ใช่จุดแรกของความล้มเหลวสำหรับการใช้งานที่มีการกระแทกหรือการสั่นสะเทือนสูง อ่านบทความเซ็นเซอร์ระเบิดอกลมของเราเพื่อเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับวิธีการทำงาน

2.10 ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส [ญ]

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส เป็นมอเตอร์ที่มีขนาดแรงม้าเป็นเศษส่วนแรงม้าจนถึงเป็น 1,000 แรงม้า ที่มีแรงบิดเริ่มหมุนสูง มีความเร็วรอบคงที่ นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายใน โรงงานอุตสาหกรรม เช่น เครื่องกลึง ปั่นลม สายพานลำเลียง พัดลมขนาดใหญ่ และเครื่องจักรกล ต่าง ๆ เป็นต้น โดยมีโครงสร้างส่วนประกอบง่าย แข็งแรงทนทาน การซ่อมแซมและบำรุงรักษา ทำได้ง่าย ราคาถูก ตัวอย่างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส



รูปที่ 2.22 ลักษณะมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส

2.10.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์

2.10.1.1 โครงมอเตอร์ (Frame or Yoke)

มอเตอร์ไฟฟ้าขนาดเล็กๆ โครงมอเตอร์ ทำมาจากเหล็กหล่อเหนียว (Cast steel) เป็นแผ่นม้วนรูปทรงกระบอกแล้วเชื่อมติดกันซึ่งจะทำให้มีความแข็งแรง มอเตอร์ไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่โครง จะทำด้วยเหล็กหล่อเหนียวมีครีบโดยรอบเพื่อที่จะ ช่วยในการระบายความร้อนดี ภาพ โครงมอเตอร์ฐานด้านล่างจะ เป็นขาตั้ง และจะมีกล่อง สำหรับต่อสายไฟฟ้าอยู่ที่ด้านบน หรือ ด้านข้าง ตัวโครงของมอเตอร์ไฟฟ้าจะทำหน้าที่ รองรับส่วนต่าง ๆ ของตัวมอเตอร์ทั้งหมด

2.10.1.2 แกนเหล็กสเตเตอร์ (Stator core)

ทำด้วยแผ่นเหล็กบางลามิเนต เซาะ เป็นร่องโดยรอบเรียกว่า สล็อต เอาแต่ ละแผ่นมาอัดเข้าด้วยกันให้ความหนาตามต้องการ ดังภาพ แล้วนำไปอัดยึดติดกับโครง แกนเหล็ก สเตเตอร์ทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็ก

2.10.1.3 ขดลวดสเตเตอร์ (Stator Winding)

เป็นขดลวดทองแดงอาบน้ำยา ฉนวนไฟฟ้าอย่างดี สำหรับพันลง ในสล็อต ของแกนเหล็กสเตเตอร์ ประกอบด้วยขดลวด 3 ชุด แต่ละ ชุดจะวางในสล็อตห่างกัน 120 องศาทาง ไฟฟ้า การพันขดลวดสเตเตอร์สามารถที่จะพันแบบชั้นเดียว หรือพันแบบสองชั้น ขนาดเบอร์ของ ลวดทองแดง มีขนาดเท่ากันทั้ง 3 ชุด ดังภาพ ขดลวดสเตเตอร์ จะทำหน้าที่สร้างเส้นแรงแม่เหล็ก ให้กับมอเตอร์

2.10.1.4 ฝาครอบ (End plate)

ฝาครอบมี 2 ด้านทำมาจากเหล็กหล่อเจาะรูตรงกลาง ดังภาพ นำมาคว้านเป็นบ้ำ สำหรับรองรับคลัทช์ลูกปืน (Bearing) ทั้งสองด้านจะรองรับเพลลาของ โรเตอร์และเพื่อป้องกันน้ำฝุ่น ละออง วัตถุอื่น ๆ ที่จะมาสัมผัสกับขดลวด

2.10.1.5 ฝาครอบใบพัด (Fan cover)

ฝาครอบใบพัดทำจากแผ่นเหล็กเหนียวขึ้นรูปให้มีขนาด สามฝาครอบได้พอดีมีการ เจาะรูเพื่อระบายอากาศ และยึดติดกับฝาครอบด้านที่มีใบพัด

2.10.1.6 ใบพัด (Fan)

ใบพัด (Fan) ทำด้วยเหล็กหล่อหรือหากมีลักษณะเป็นครีมนจะสวม อัดอยู่กับเพลลาต้นตรงกันข้าม กับเพลลางาน ใบพัดจะมีหน้าที่ช่วยในการระบายความร้อนให้กับ มอเตอร์ไฟฟ้าพัด ดังภาพ

2.10.2 หลักการทำงานของมอเตอร์

เมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ให้ขดลวดสเตเตอร์จะมีกระแสไฟฟ้าไหลใน ขดลวด ทั้ง 3 ชุด ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุนเคลื่อนที่ไปรอบ ๆ สเตเตอร์ด้วยความเร็ว ซึ่งโครนีส ซึ่งเคลื่อนที่ตัดกับแท่งตัวนำในโรเตอร์แบบกรงกระรอก ส่งผลให้เกิด แรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าเหนี่ยวนำ และสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์ ซึ่ง สนามแม่เหล็กที่โรเตอร์นี้จะเป็นชนิดเดียวกันกับสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ กล่าวคือ ถ้าเกิด ขั้วเหนือที่สเตเตอร์ก็จะเกิดขั้วเหนือขึ้นที่โรเตอร์ในตำแหน่งที่อยู่ใกล้ ๆ กัน ซึ่งจะทำให้ ขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ผลักขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์ให้หมุนตามไป ด้วยกัน และทำให้โรเต อร์หมุนไปในทิศทางเดียวกับสนามแม่เหล็กหมุน แต่ช้ากว่าความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน

2.11 อินเวอร์เตอร์ (Inverter) [ณ]

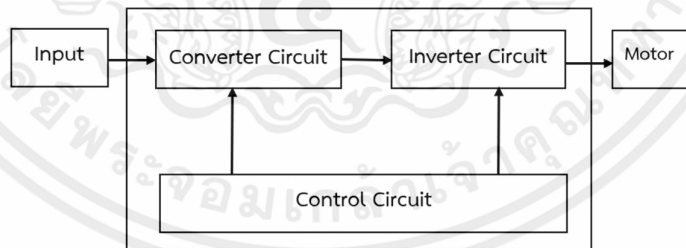
อินเวอร์เตอร์ (Inverter) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) โดยสามารถปรับความถี่และแรงดันไฟฟ้าของไฟฟ้ากระแสสลับขาออกได้ตามความต้องการ



รูปที่ 2.23 Inverter Mitsubishi D700

2.11.1 อินเวอร์เตอร์สำหรับการควบคุมมอเตอร์

หลักการทำงานของตัวอินเวอร์เตอร์นั้นเมื่อมีไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ไหลเข้าวงจรจะผ่านเข้าไปยังวงจรคอนเวอร์เตอร์ก่อนเพื่อทำการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) เมื่อแรงดันถูกกรองสัญญาณให้เรียบแล้วจะส่งผ่านไปยังวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อแปลงสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ วงจรคอนเวอร์เตอร์และวงจรอินเวอร์เตอร์นั้นทั้ง 2 เป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่แปลงรูปคลื่น โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับจะมีเอาต์พุตเป็นรูปคลื่นไซน์แต่เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปไซน์ นอกจากนี้มีวงจรควบคุมเพื่อทำหน้าที่ควบคุมและสั่งการให้จ่ายแรงดันและความถี่ที่เหมาะสมเพื่อให้ได้ความเร็วหรือแรงบิดตามที่ต้องการ



รูปที่ 2.24 แผนผังหลักการทำงานของ Inverter

2.11.2 หลักการทำงานของ Inverter Drive

โครงสร้างภายในของตัวอินเวอร์เตอร์นั้นจะประกอบไปด้วยชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์มากมาย สามารถแบ่งส่วนประกอบออกเป็นหลักๆ ได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

- 1) ชุดคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นไฟฟ้ากระแสตรง

- 2) ชุดอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับสามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่ได้
- 3) ชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของชุดคอนเวอร์เตอร์และชุดอินเวอร์เตอร์

2.11.3 ควบคุมมอเตอร์ด้วย Inverter

การควบคุมมอเตอร์ด้วย Inverter หมายถึงการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เรียกว่า Inverter ในการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) จากนั้นจึงแปลงกลับมาเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่และแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการ ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ไฟฟ้าได้

2.11.3.1 การสตาร์ท

การสตาร์ททำได้โดยให้สัญญาณตั้งความถี่แก่อินเวอร์เตอร์ด้วยความถี่สตาร์ท มอเตอร์ก็จะผลิตแรงบิด จากนั้นอินเวอร์เตอร์จะค่อย ๆ เพิ่มความถี่ขึ้นไป จนกระทั่งแรงบิดของมอเตอร์สูงกว่าแรงบิดของ โหลด มอเตอร์จึงเริ่มหมุน

2.10.3.2 การเร่งความเร็วและการเดินเครื่องด้วยความเร็วคงที่

หลังจากสตาร์ทอินเวอร์เตอร์และมอเตอร์แล้ว ความถี่ขา ออกจะค่อยเพิ่มขึ้น จนถึงความถี่ที่ต้องการ ช่วงเวลาในการเพิ่มความถี่นี้คือเวลาการเร่งความเร็ว และเมื่อความถี่ขาออกเท่ากับความถี่ที่ต้องการ การเร่งความเร็วก็จบ อินเวอร์เตอร์จะเข้าสู่การทำงานในช่วงเวลาการเดินเครื่อง ด้วยความเร็วคงที่

2.11.3.3 การลดความเร็ว

ทำได้โดยตั้งความถี่ให้ต่ำกว่าความถี่ขาออก อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงมาเรื่อย ๆ ตามช่วง เวลาการลดความเร็วที่ได้ตั้งไว้ ในขณะที่ลดความถี่ความเร็วรอบของมอเตอร์จะมีค่ามากกว่าความถี่ขาออกของอินเวอร์เตอร์ มอเตอร์จะทำงาน เหมือนเครื่องกำเนิดไฟฟ้า ผลิตไฟจ่ายกลับไปให้อินเวอร์เตอร์ (regeneration) ทำให้แรงดันไฟตรง (แรงดัน คร่อมคอนเดนเซอร์) มีค่าเพิ่มขึ้น ดังนั้นภายในอินเวอร์เตอร์จะมีวงจรที่ทำหน้าที่รับพลังงานที่เกิดจากการ regeneration ซึ่งจะมีผลทำให้เกิดการเบรคมอเตอร์

2.11.3.4 การหยุด

อินเวอร์เตอร์จะลดความถี่ลงจนถึงระดับหนึ่ง และจะผลิตไฟตรงเข้าไปในมอเตอร์เพื่อทำงานเป็นเบรค จนมอเตอร์หยุด เรียกว่า การเบรคด้วยไฟตรง

2.12 Ladder Diagram [๗]

Ladder Diagram (LD) คือ ภาษาโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนและออกแบบระบบควบคุมหรือระบบอัตโนมัติ (Automation) โดยส่วนใหญ่ใช้ในระบบควบคุมอุตสาหกรรม โดยเฉพาะในงานอุตสาหกรรมที่ใช้ PLC (Programmable Logic Controller) หรือตู้ควบคุมอัตโนมัติ แบบพินบอร์ด (Control Panel) เป็นหลัก

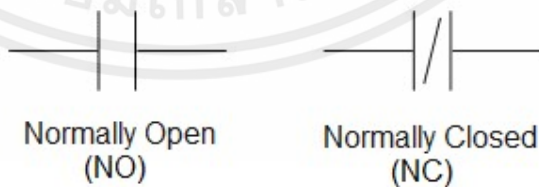
Ladder Diagram เป็นภาษาโปรแกรมที่ใช้สัญลักษณ์และสัญลักษณ์ทางกราฟิกเพื่อแสดงและควบคุมกระบวนการหรือระบบต่าง ๆ โดยมีหลักการเดิมมาจากการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไฟฟ้าในงานจราจร และการใช้สายไฟเส้นเดียว (Ladder) เพื่อแสดงการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ต่าง ๆ บนวงจรไฟฟ้า

ภาษา Ladder Diagram ใช้สัญลักษณ์เช่น Contact, Coil, Timer, Counter, Relay, และคำสั่งต่าง ๆ เพื่อแสดงและควบคุมการทำงานของระบบหรือเครื่องจักร. การเขียน Ladder Diagram ช่วยในการตรวจสอบและแก้ปัญหาในระบบควบคุมอุตสาหกรรมได้ง่ายขึ้น เนื่องจากมีลักษณะกราฟิกที่สะดวกต่อการอ่านและเข้าใจ Ladder Diagram เป็นหนึ่งในภาษาโปรแกรมที่ได้รับความนิยมในงานอุตสาหกรรมและควบคุมกระบวนการเนื่องจากความเป็นมาของมันและความเข้าใจง่ายสำหรับผู้ทำงานในด้านอัตโนมัติและการควบคุม

2.12.1 สัญลักษณ์ใน Ladder Diagram

2.12.1.1 Contact

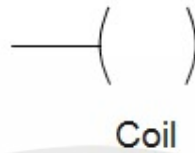
สัญลักษณ์ Contact หรือคอนแทคแสดงอุปกรณ์ที่สามารถเปิดหรือปิดตามเงื่อนไขหนึ่ง ๆ ซึ่งอาจเป็นสวิตช์หรือเซนเซอร์ เมื่อ Contact เปิดหรือปิดตามเงื่อนไขที่กำหนด จะมีผลทำงานอุปกรณ์อื่น ๆ ในระบบ



รูปที่ 2.25 สัญลักษณ์ Contact

2.12.1.2 Coil

สัญลักษณ์ Coil หรือคอยล์แสดงอุปกรณ์ที่ทำงานเมื่อ Contact ที่เกี่ยวข้อง ถูกเปิดหรือปิดตามเงื่อนไขที่กำหนด เช่น relay, solenoid valve, หรือ motor



รูปที่ 2.26 สัญลักษณ์ Coil

2.12.1.3 ไทม์เมอร์ (Timer)

สัญลักษณ์ Timer ใช้สำหรับการกำหนดการล่าช้าที่จะทำงานหรือหยุดทำงาน ใน LD, ไทม์เมอร์สามารถเป็นได้แบบ ON-delay (เริ่มนับเวลาเมื่อ Contact เปิด) หรือ OFF-delay (เริ่มนับเวลาเมื่อ Contact ปิด) หรือแบบอื่น ๆ



รูปที่ 2.27 สัญลักษณ์ Timer

2.12.1.4 เคาน์เตอร์ (Counter)

สัญลักษณ์ Counter ใช้ในการนับเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น เมื่อตามเงื่อนไขที่กำหนด และเมื่อถึงจำนวนครั้งที่กำหนดคาน์เตอร์จะเปิดหรือปิด Contact ตามที่กำหนด



รูปที่ 2.28 สัญลักษณ์ Counter

2.12.1.5 รีเลย์ (Relay)

สัญลักษณ์ Relay แสดงรีเลย์ที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีกระแสมากขึ้น โดย Relay จะเปิดหรือปิดเส้นไฟฟ้าหนึ่งหรือมากกว่าตามสถานะของ Contact และ Coil

2.12.1.6 เอาต์พุต (Output)

สัญลักษณ์ Output อาจจะมีชื่อและสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันตามผู้ผลิต แสดงการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ออกแบบที่ต้องควบคุม เช่น motor, valve, lamp ฯลฯ

2.12.1.7 อินพุต (Input)

สัญลักษณ์ Input (อาจจะมีชื่อและสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันตามผู้ผลิต) แสดงการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์เซนเซอร์หรือสวิตช์ที่ใช้ในการตรวจจับสถานะหรือข้อมูลเข้า

2.12.2 หลักการเขียน Ladder Diagram

การเขียน Ladder Diagram (LD) มีหลักการที่ต้องปฏิบัติตามเพื่อให้แผนการควบคุมหรือระบบอัตโนมัติทำงานอย่างถูกต้องและปลอดภัย ต่อไปนี้คือหลักการเขียน Ladder Diagram ที่สำคัญ

- 1) แบ่งส่วนแผนการควบคุม แบ่งแผนการควบคุมออกเป็นส่วนย่อย ๆ ซึ่งระบุภารกิจและฟังก์ชันของแต่ละส่วนอย่างชัดเจน. ทำให้แผนการควบคุมง่ายต่อการเข้าใจและการแก้ไขข้อมูล
- 2) ใช้สัญลักษณ์ที่ถูกต้อง ใช้สัญลักษณ์ Ladder Diagram ที่ถูกต้องตามมาตรฐานและคู่มือของผู้ผลิต PLC หรือระบบควบคุม
- 3) อุปกรณ์เริ่มต้น ตรวจสอบว่าอุปกรณ์เริ่มต้น (Start) และอุปกรณ์หยุด (Stop) ของระบบถูกใช้งานอย่างถูกต้อง และมีการเชื่อมต่ออย่างเหมาะสม
- 4) ระบุเงื่อนไขการทำงาน ระบุเงื่อนไขที่จะทำให้คอยล์หรืออุปกรณ์ทำงาน ใช้ Contact ให้เหมาะสมเพื่อสร้างเงื่อนไขตรวจสอบ
- 5) จัดเรียงลำดับการทำงาน จัดเรียงลำดับการทำงานของคอยล์และอุปกรณ์ใน LD อย่างเหมาะสม ตรวจสอบว่าลำดับการทำงานสอดคล้องกับกระบวนการทำงานที่ต้องการ
- 6) การเชื่อมต่อและควบคุม: การเชื่อมต่อระหว่าง Contact และ Coil หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ต้องถูกต้องและมีการระบุลักษณะการควบคุม เช่น การเปิดหรือปิด
- 7) ควบคุมการล่าช้าเวลา: หากมีการใช้ไทมเมอร์หรือคาน์เตอร์ ให้ตรวจสอบให้แน่ใจว่าการล่าช้าเวลาถูกต้องและเปิดหรือปิดตามเงื่อนไขที่กำหนด

- 8) การทำงานแบบเป็นระบบ: ตรวจสอบว่าระบบทำงานในทุกสภาวะและสถานการณ์ที่เป็นไปได้ และทดสอบการทำงานของ LD ในสภาวะที่เป็นไปได้ทุกอย่าง
- 9) ความปลอดภัย: ให้ใส่ขั้นตอนและระเบียบความปลอดภัยใน LD เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเกิดขึ้น
- 10) เอกสารประกอบ: ใส่คำอธิบายและเอกสารประกอบที่จำเป็นเพื่อช่วยให้ผู้ดูแลและบำรุงรักษาระบบเข้าใจและดำเนินการอย่างถูกต้อง

2.13 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์(relay) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในวงจรควบคุมอัตโนมัติ ทำหน้าที่เปรียบเสมือนสวิตช์ไฟ ที่ใช้แรงดันไฟฟ้าในการเปิดและปิดอุปกรณ์ไฟฟ้าเพื่อควบคุมวงจรต่างๆ



รูปที่ 2.29 สภาวะปกติที่ไม่มีกรกดสวิตช์

2.13.1 หลักการทำงานของรีเลย์

รีเลย์จะทำงานโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก สำหรับใช้ดึงดูดหน้าสัมผัส(contact)ให้เปลี่ยนทิศทางการไหลของไฟฟ้า เพื่อควบคุมการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆคล้ายกับสวิตช์

2.13.2 ส่วนประกอบสำคัญของรีเลย์มีดังนี้

รีเลย์จะทำงานโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อเปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก สำหรับใช้ดึงดูดหน้าสัมผัส(contact)ให้เปลี่ยนทิศทางการไหลของไฟฟ้า เพื่อควบคุมการจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่างๆคล้ายกับสวิตช์

2.13.3 ส่วนประกอบสำคัญของรีเลย์มีดังนี้

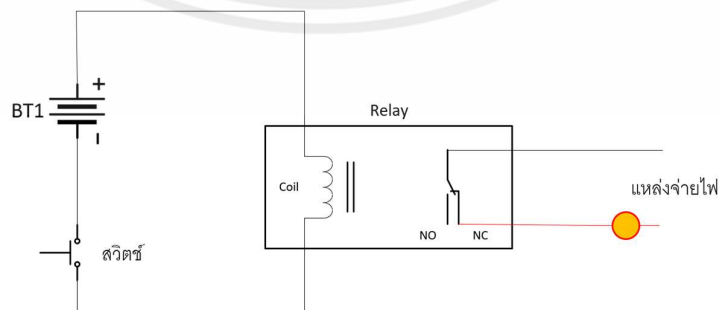
- 1) ขดลวด(coil) ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าจากวงจรตัวควบคุมหรือ controller เพื่อเหนี่ยวนำกระแสไฟฟ้าให้เปลี่ยนเป็นพลังงานแม่เหล็กในการทำให้ดึงดูดหน้าสัมผัส(contact) ให้เปลี่ยนตำแหน่ง
- 2) หน้าสัมผัส(contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ ที่กำหนด ทิศทางการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ

2.13.4 จุดต่อใช้งานมาตรฐานในวงจร

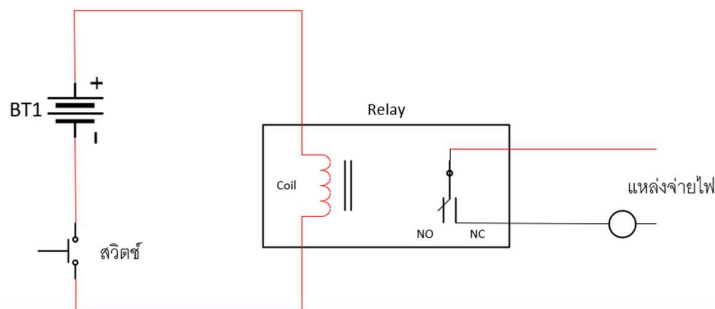
- 1) จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่า ปกติปิด คือ หากยังไม่มีกระแสไฟให้ขดลวด(coil) หน้าสัมผัสนี้จะเชื่อมต่อกับจุดต่อ C โดยทั่วไปแล้วเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลา
- 2) จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่า ปกติเปิด คือ หากยังไม่มีกระแสไฟให้ขดลวด(coil) หน้าสัมผัสจะยังไม่เชื่อมต่อกับจุดต่อ C โดยทั่วไปแล้วเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานในช่วงเวลาจำกัดเท่านั้น
- 3) จุดต่อ C ย่อมาจาก common หมายถึง จุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

2.13.5 ตัวอย่างการทำงานของรีเลย์(relay)

- 1) ในสภาวะปกติที่ไม่มีการกดสวิตช์ แบตเตอรี่ไม่จ่ายไฟให้ขดลวด (coil) ทำให้ไม่เกิดการเหนี่ยวนำหน้าสัมผัส(contact) จึงอยู่ในสภาวะปกติปิด(NC) ไฟติด
- 2) เมื่อกดสวิตช์ แบตเตอรี่จ่ายไฟให้ขดลวด(coil) ทำให้เกิดการเหนี่ยวนำส่งผลให้หน้าสัมผัส(contact) เปลี่ยนสถานะเป็นสภาวะปกติเปิด(NO) ทำให้ไฟดับ



รูปที่ 2.30 สภาวะปกติที่ไม่มีการกดสวิตช์



รูปที่ 2.31 เมื่อกดสวิตช์

2.13.6 ประเภทของรีเลย์

สามารถแบ่งประเภทของรีเลย์(relay) ตามลักษณะหรือวัตถุประสงค์การใช้งานได้ดังนี้

2.13.6.1 เพาเวอร์รีเลย์ (Power Relay)

เพาเวอร์รีเลย์ (Power Relay) คือ รีเลย์ที่ช่วยตรวจสอบการทำงานของวงจรไฟฟ้าที่มีความผิดปกติจากการเกิดกระแสไฟฟ้าขาด หรือกระแสไฟฟ้าเกิน และเกิดแรงดันต่ำ-แรงดันสูงได้เป็นอย่างดี โดยเพาเวอร์รีเลย์นั้นจะทำหน้าที่ตัดวงจรส่วนที่ผิดปกติออกทันที เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์และส่วนประกอบต่างๆ ของไฟฟ้าเกิดความเสียหายได้

2.13.6.2 โซลิดสเตตรีเลย์(SSR)

โซลิดสเตตรีเลย์(SSR) เป็นรีเลย์ที่มีขนาดเล็ก โครงสร้างแตกต่างจากรีเลย์ทั่วไปคือ ไม่ใช้ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ในการตัด-ต่อวงจรแต่จะใช้อุปกรณ์เซมิคอนดักเตอร์ (Semiconductor) ทำให้ไม่มีชิ้นส่วนเคลื่อนที่ ข้อดีคือ ลดเสียงรบกวน ตอบสนองการทำงานรวดเร็ว ป้องกันการสันเสียด้านและแรงกระแทก มีอายุการใช้งานนาน นิยมนำไปใช้กับอุปกรณ์ต่อพ่วงคอมพิวเตอร์ เครื่องทำความร้อนไฟฟ้าและเครื่องจักรอุตสาหกรรม

2.13.6.3 แลทชิ่งรีเลย์ (Latching Relay)

แลทชิ่งรีเลย์ (Latching Relay) คือ อุปกรณ์สลับหรือเปลี่ยนตำแหน่งการทำงานอัตโนมัติ โดยมีหลักการการทำงาน คือ จ่ายกระแสไฟเข้าที่ ผังขาเปิด และผังขาปิดทุกครั้ง ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดหรือหน้าสัมผัสของรีเลย์ เพื่อเปิด-ปิดและสลับการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่อยู่ในระบบควบคุมเดียวกัน แลทชิ่งรีเลย์จะนิยมใช้ติดตั้งเข้ากับระบบควบคุมการทำงานของเครื่องมือเครื่องจักร เช่น แอร์ ปั้มน้ำ มอเตอร์ เป็นต้น

2.13.6.4 เซฟตี้รีเลย์ (Safety Relay)

เซฟตี้รีเลย์ (Safety Relay) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยควบคุม ตรวจสอบ และรักษาความปลอดภัยของเครื่องใช้ไฟฟ้าหลักการทำงานคือ จะตัดการทำงานของไฟฟ้าในระบบทันทีที่มีไฟเกิน ใช้งานง่ายโดยแค่นำไปติดตั้งหรือเชื่อมต่อเข้ากับอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้า เครื่องจักรในอุตสาหกรรม เช่น เซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัย(Safety Light Curtain) ปุ่มกดฉุกเฉิน(Emergency Stop Button)

2.13.6.5 ไทม์มอร์รีเลย์ (Timer Relay)

ไทม์มอร์รีเลย์ (Timer Relay) มีลักษณะคล้ายนาฬิกามีทั้งแบบอนาล็อกและแบบดิจิตอล เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับกำหนดเวลาเปิด-ปิด ระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ไฟฟ้า เมื่อจ่ายหรือหยุดจ่ายกระแสไฟ รีเลย์จะเริ่มทำงานตามเวลาที่ผู้ใช้งานตั้งค่าไว้ โดยที่หน้าสัมผัสจะสามารถอยู่ในสถานะคงที่ หรือสลับตรงกันข้าม และทำให้เริ่มนับเวลาหรือหยุดเวลาจนครบกำหนดได้

2.13.6.6 เทอร์มินอลรีเลย์ (Terminal Relay)

เทอร์มินอลรีเลย์ (Terminal Relay) เป็นรีเลย์ชนิดประหยัดพลังงาน (Work-saving relay) มีขนาดเล็ก ซึ่งจะติดตั้งอยู่ในหน่วยรีเลย์ (Relay Units) นำไปประยุกต์ใช้งานจากแบบอินพุต-เอาต์พุต (I/O) เป็นแบบคอนโทรลเลอร์ที่ตั้งโปรแกรมได้เมื่อต้องการลดการใช้พลังงานสามารถนำไปใช้เชื่อมต่อโซลินอยด์วาล์วหรืออุปกรณ์อื่นๆ เข้ากับคอนโทรลเลอร์ เช่น PLC ได้

2.13.6.7 สเต็ปปีงรีเลย์ (Stepping Relay)

สเต็ปปีงรีเลย์ (Stepping Relay) เป็นอุปกรณ์ช่วยควบคุมและสลับตำแหน่งการทำงานอัตโนมัติของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ที่อยู่ในวงจร ควบคุมเดียวกัน โดยมีหน้าสัมผัสและจุดเชื่อมต่อใช้งานมากกว่ารีเลย์ชนิดอื่นๆ นิยมใช้ติดตั้งเข้ากับแผงควบคุมระบบการทำงานที่มีขนาดใหญ่ เช่น การควบคุมระบบเครื่องสูบน้ำ การควบคุมกระบวนการผลิตในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นต้น

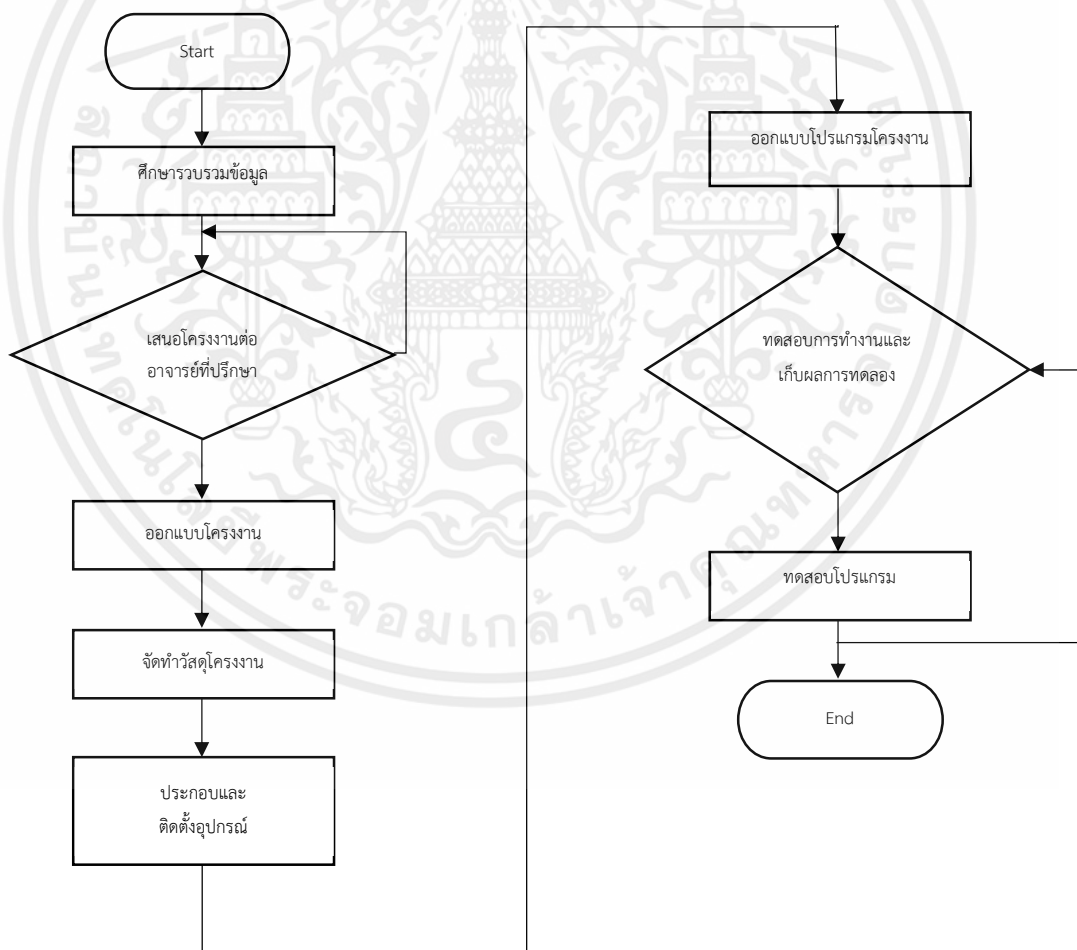
บทที่ 3

การออกแบบและวิธีการดำเนินการ

เนื้อหาส่วนนี้จะประกอบไปด้วยการวิเคราะห์แก้ไขเครื่องต้นแบบ ออกแบบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติและวิธีการดำเนินงานซึ่งมีหัวข้อดังต่อไปนี้

- 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน
- 3.2 การออกแบบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ
- 3.3 การประกอบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ
- 3.4 เขียนโปรแกรมการทำงานเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ

3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

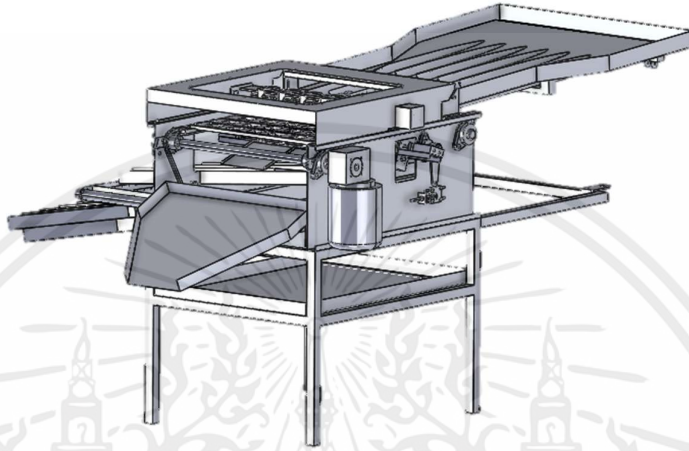


รูปที่ 3.1 Flowchart ขั้นตอนการดำเนินงาน

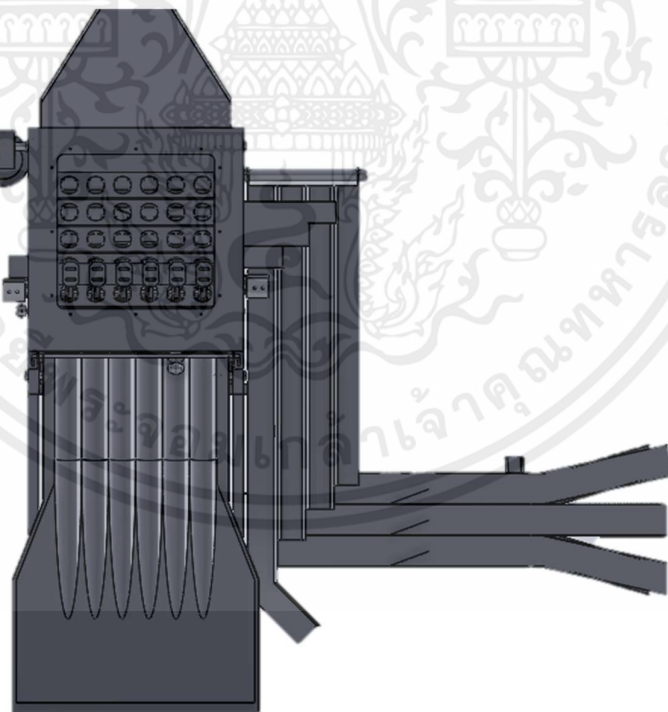
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ

เครื่องตอกไข่อัตโนมัติในการออกแบบตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของเครื่องจะสามารถจะแบ่งเป็นส่วนสำคัญทั้งหมด 6 ส่วนได้แก่ โครงเครื่องตอกไข่ ถาดวางไข่ ฝาครอบเครื่องและถาดรับเปลือกไข่ ตัวเครื่องตอกไข่ ชุดหยุดไข่และรางลำเลียงไข่

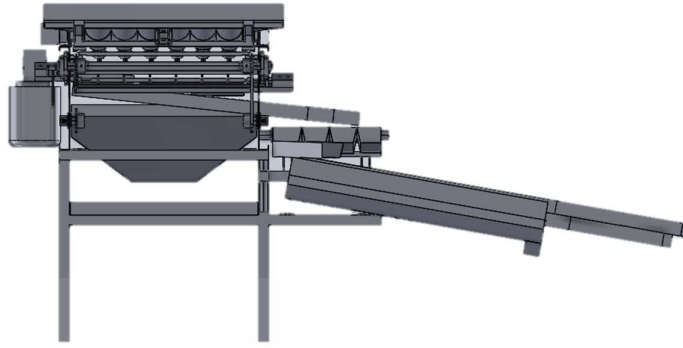


รูปที่ 3.2 โมเดลเครื่อง 3 มิติมุมมอง Isometric

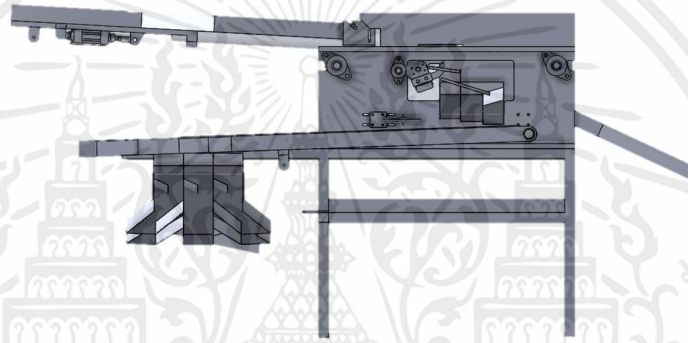


รูปที่ 3.3 โมเดลเครื่อง 3 มิติมุมมองด้านบน

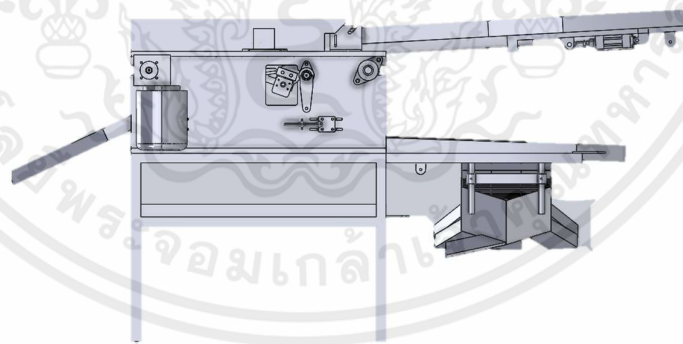
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 โมเดลเครื่อง 3 มิติมุมมองด้านหลัง



รูปที่ 3.5 โมเดลเครื่อง 3 มิติมุมมองด้านข้าง(1)



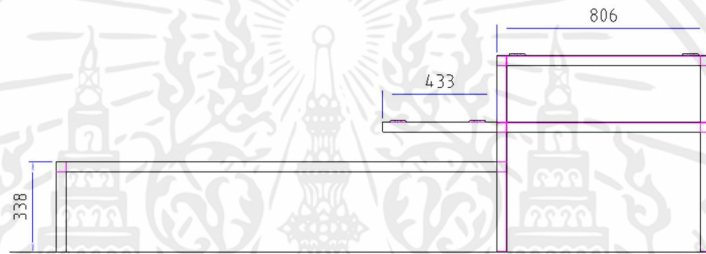
รูปที่ 3.6 โมเดลเครื่อง 3 มิติมุมมองด้านข้าง(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

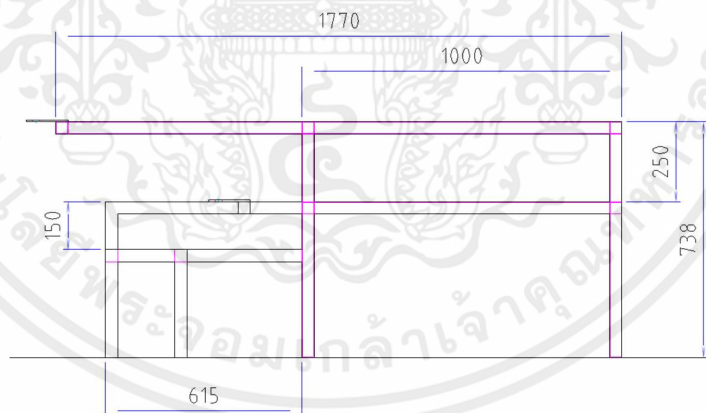
3.2.1 โครงสร้างของเครื่องตอกไข่

โครงของเครื่องตอกไข่เป็นส่วนที่รับน้ำหนักทั้งหมดของเครื่องตอกไข่ได้แก่ ถาดวางไข่ ตัวเครื่อง ไปจนถึงรางลำเลียงไข่ วัสดุที่ใช้เป็นสแตนเลสกล่องขนาด 38x38 มม.หนา 1.5 มม.

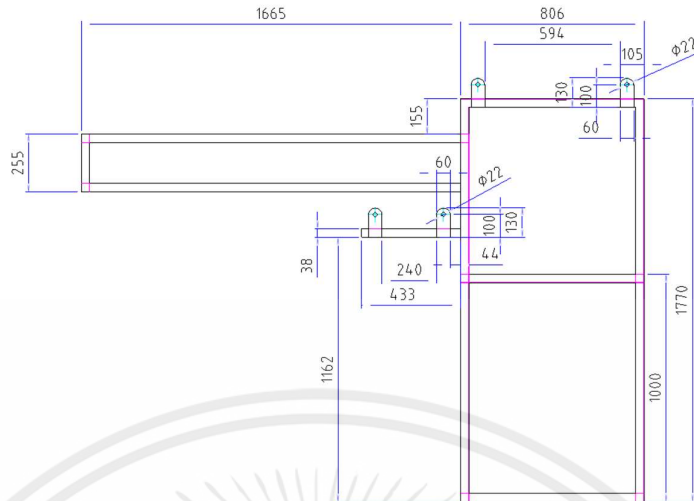
โครงของเครื่องตอกไข่จะแบ่งส่วนกันรับน้ำหนักเพื่อไม่ให้ส่วนใดส่วนหนึ่งหนักเกินไป ส่วนที่ 1 จะเป็นส่วนที่รับน้ำหนักของตัวเครื่อง ถาดวางไข่ ฝาครอบเครื่องและส่วนอื่นๆ มีขนาด 806x1000x738 มม. ส่วนที่รับน้ำหนักถาดวางไข่จะต่อความยาวไปด้านหลังอีก 770 มม. และส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนที่รับน้ำหนักรางลำเลียง ไข่เพราะว่ารางลำเลียงไข่มีขนาดใหญ่และถ่วงน้ำหนักไปทางด้านข้าง ทำให้ต้องทำตัวรับน้ำหนักยื่นออกมาจากโครงเครื่องตอกไข่ส่วนที่ 1 โดยมีสแตนเลสกล่องยาว 433 มม. ต่อกออกมาด้านข้างและอีกส่วนที่ยื่นออกมามีขนาด 255x1665x338 มม. เพื่อรับน้ำหนักรางแยกไข่ก่อนทำบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์



รูปที่ 3.7 ขนาดโครงเครื่องตอกไข่ 2 มิติมุมมองด้านหน้า



รูปที่ 3.8 ขนาดโครงเครื่องตอกไข่ 2 มิติมุมมองด้านข้าง



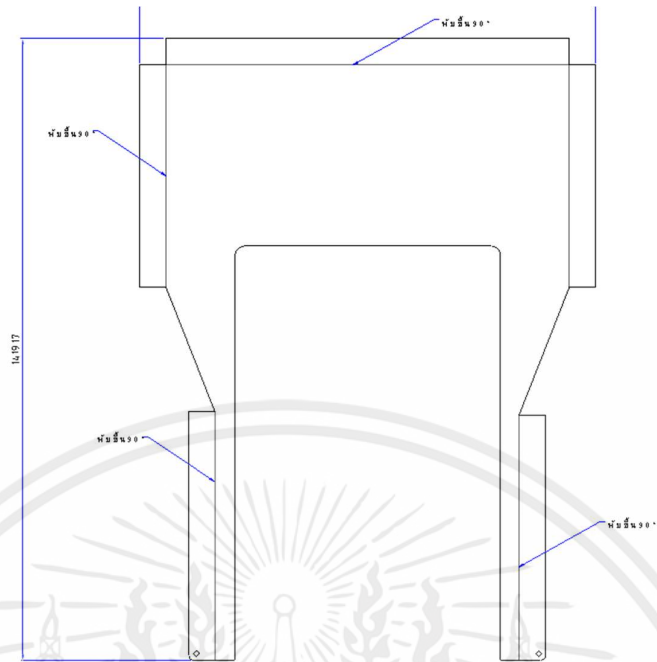
รูปที่ 3.9 ขนาดโครงเครื่องตอกไข่ 2 มิติมุมมองด้านบน

3.2.2 ถาดวางไข่

ถาดวางไข่ทำหน้าที่รองรับไข่ทั้งหมดที่ต้องการตอกไข่เข้าเครื่องตอกไข่ไม่มีลักษณะเป็นถาดกว้างเพื่อให้สามารถรองรับไข่ได้จำนวนมาก มีช่องที่ไข่ไหลพร้อมกันได้หกช่องและสามารถจัดรูปทรงของไข่ก่อนจะทำการตอกได้รวมถึงป้องกันไม่ให้ไข่ไหลลงสายพานมากกว่า 1 ฟอง ถาดวางไข่สามารถแบ่งเป็น 3 ส่วนเพื่อประกอบเป็นถาดวางไข่ โดยถาดวางไข่จะติดตั้งอยู่บนตัวเครื่องตอกไข่

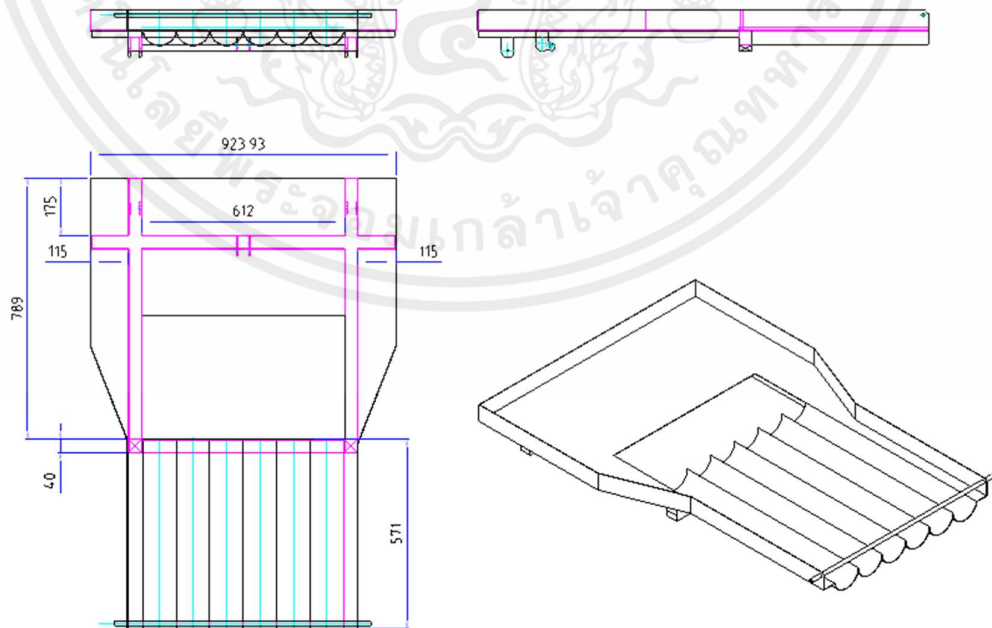
1. โครงถาดวางไข่

โครงถาดวางไข่เป็นส่วนประกอบหลักของถาดวางไข่เพราะเป็นส่วนที่รับการติดตั้งส่วนประกอบอื่นๆ มีลักษณะเป็นถาดรูปทรงคล้ายสี่เหลี่ยมคางหมูที่มีสี่เหลี่ยมผืนผ้าต่ออยู่และมีท่อกลมสแตนเลสต่อด้านแคบของสี่เหลี่ยมคางหมูเป็นท่อ 4 นิ้วผ่าครึ่งยาว 571 มม. จำนวนหกชิ้น ด้านขอบพับขึ้น 61.5 มม. มีการติดตั้งก้านกดไข่ไปกับถาดวางไข่ก้านกดไข่เป็นก้านกลมยาว 770 มม.



รูปที่ 3.10 ขนาดโครงถาดวางไข่ 2 มิติ(1)

นอกจากนี้ โครงถาดวางไข่จะติดตั้งสแตนเลสกล่องอยู่ด้านล่าง ทำหน้าที่ยึดจับ ครอบบ่อสูบที่ทำหน้าที่กระทุ้งไข่ให้ไหลลงไปตามท่อสแตนเลสเพื่อเพิ่มความถี่ไหลของกระบวนการ และมีส่วนที่ยึดจับถาดวางไข่เพื่อให้สามารถปรับระดับความสูงของถาดวางไข่ได้ โดยส่วนที่ยึดจับจะเป็นสแตนเลสกล่อง 38x38 มม.หนา 1.5 มม.นำมาเชื่อมเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า

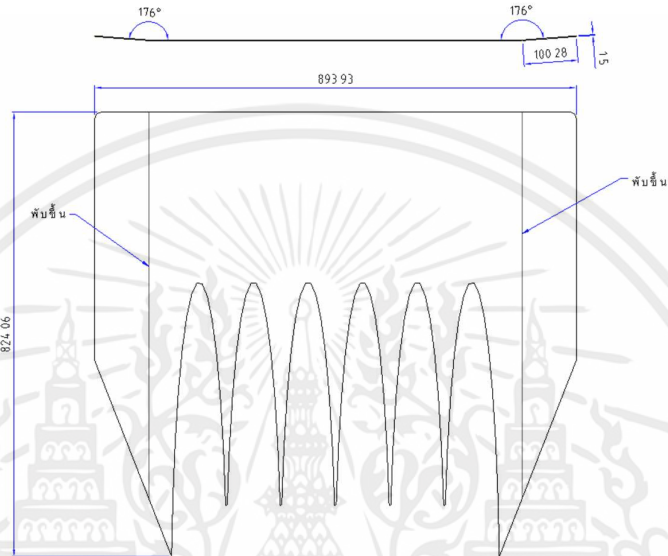


รูปที่ 3.11 ขนาดโครงถาดวางไข่ 2 มิติ(2)

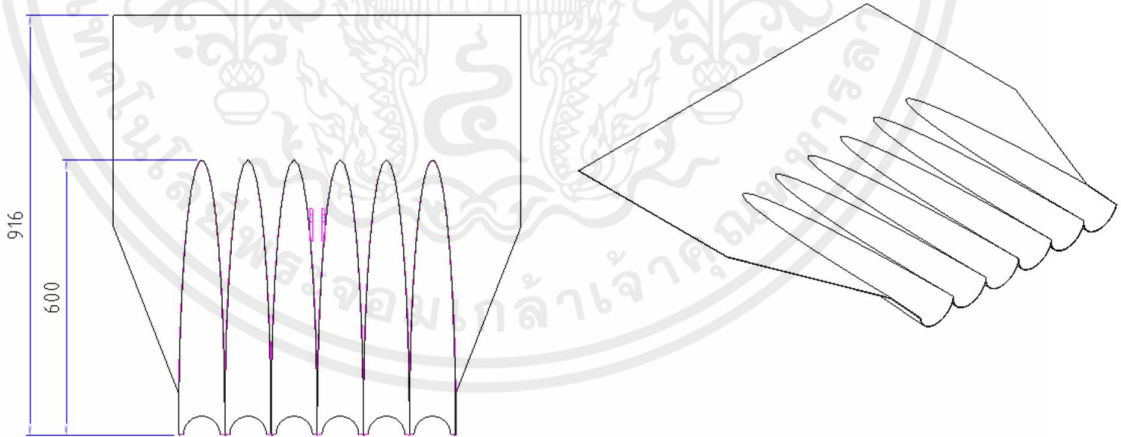
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ถาดกระทงไข่

ถาดกระทงไข่ มีลักษณะเป็นแผ่นสแตนเลสหนา 1.5 มม. ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ต่อกับสี่เหลี่ยมคางหมู มีท่อ 4 นิ้ว 6 อันเรียงติดกันมีความยาว 600 มม. โดยตัดท่อเอียง 5 องศา เพื่อให้ไข่ไหลได้สะดวกและมีการติดตั้งกระบอกสูบลอยอยู่ด้านล่างทำหน้าที่กระทงให้ไข่ไหลไปตามท่อได้อย่างลื่นไหล



รูปที่ 3.12 ขนาดโครงถาดกระทงไข่ 2 เมตร(1)

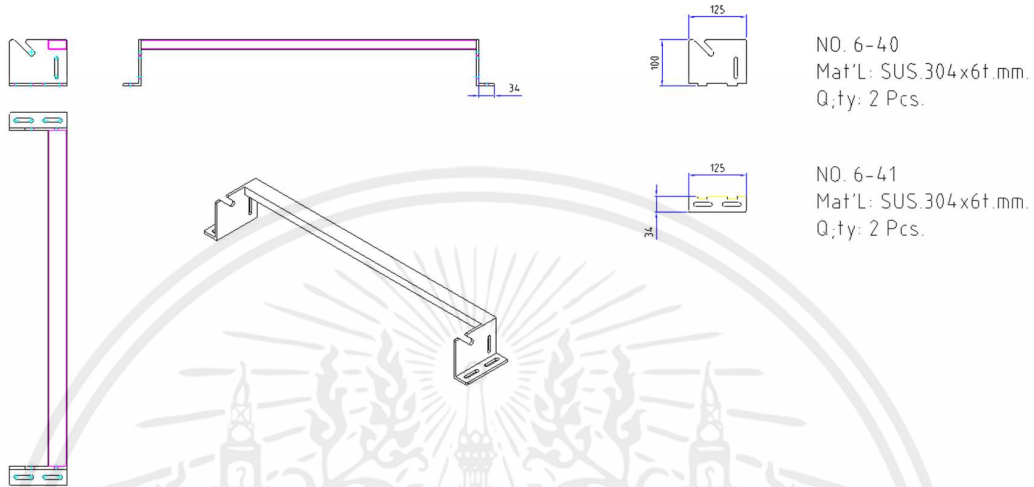


รูปที่ 3.13 ขนาดโครงถาดกระทงไข่ 2 เมตร(2)

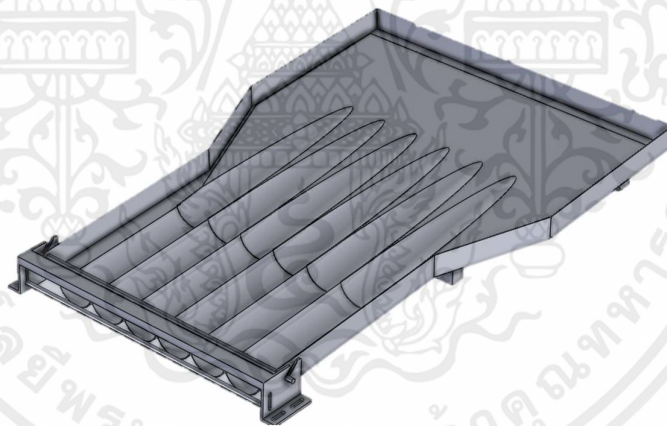
3.2.3 ก้านกดไข่

ก้านกดไข่ ติดตั้งอยู่บนตัวเครื่องตอกไข่ ทำหน้าที่เป็นตัวกดไข่ให้อยู่ในแนวนอนก่อนที่จะลงในสายพานลำเลียงไข่รวมถึงหยุดไม่ให้ไข่ไหลลงสายพานลำเลียงมากกว่า 1 ฟองมีลักษณะเป็น

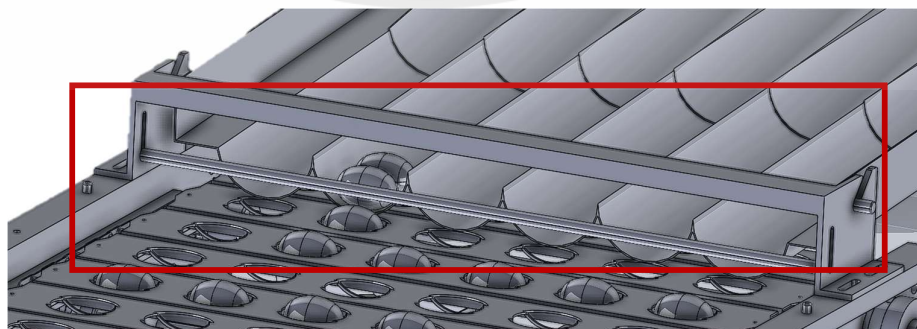
ก้านวงกลมสองอันและตัวค้ำอยู่ทั้งสองฝั่ง ก้านสแตนเลสกลมมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 12.7 มม. ยาว 727.22 มม. โดยก้านบนจะทำหน้าที่ค้ำไข้ไม่ให้ไหลลงสายพานลำเลียงมากกว่า 1 ฟองและก้านที่สองที่อยู่ต่ำกว่าจะทำหน้าที่ทำให้ไข้อยู่ในแนวนอนเพื่อให้ง่ายต่อการตอกไข้ โดยก้านค้ำทั้งสองสามารถปรับระดับความสูงได้



รูปที่ 3.14 ขนาดของก้านกดไข้



รูปที่ 3.15 โมเดลถาดวางไข้



รูปที่ 3.16 โมเดลก้านกดไข้

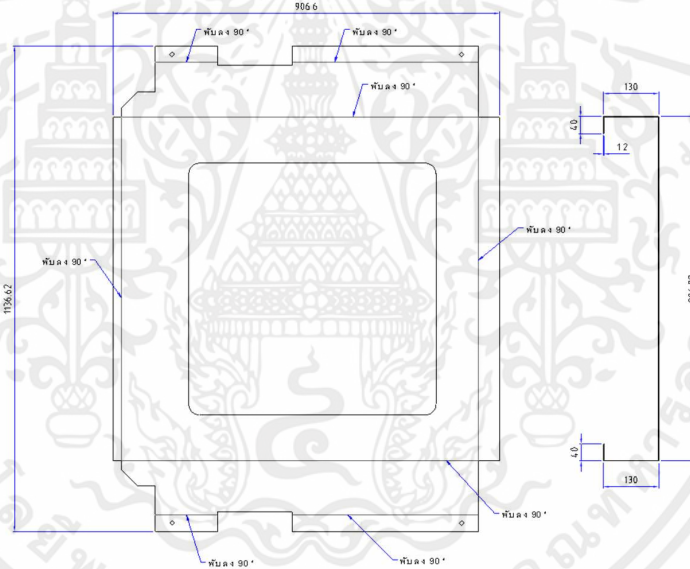
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนตัวค้ำก้านที่ติดกับตัวเครื่องจะเป็นสแตนเลสหนา 6 มม. สี่เหลี่ยมต่อกันสองแผ่น และมีคานเชื่อมติดกันโดยแผ่นแรกจะมีขนาด 100x125 มม. และแผ่นที่สองมีขนาด 34x125 มม. ส่วนคานมีความยาว 726.22 มม. มีช่องสำหรับขยับระดับความสูงได้ 45 มม.

3.2.4 ฝาครอบเครื่องและถาดรับเปลือกไข่

1. ฝาครอบเครื่อง

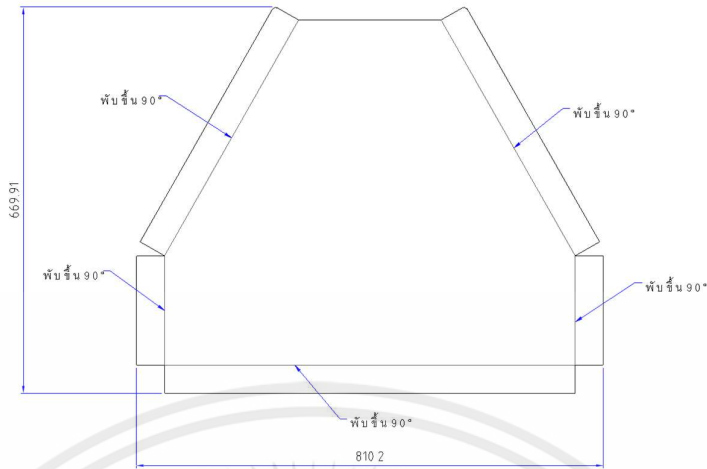
ฝาครอบเครื่องทำหน้าที่ป้องกันสิ่งสกปรกตกลงไปในไข่ที่ตอกแล้ว โดยจะติดตั้งบนตัวเครื่องตอกไข่มีลักษณะเป็นกล่องสี่เหลี่ยมขนาด 1136.62x906.6 มม. และพับขอบลง 90 องศาทั้งสี่ด้าน ความยาวแต่ละด้านพับลงไม่เท่ากัน ส่วนด้านบนจะมีการเจาะรูเป็นรูสี่เหลี่ยมกว้าง 590x580 มม. และเจาะรู 6 มม. รอบๆ เพื่อติดตั้งโพลีคาร์บอเนตเพื่อให้เราสามารถมองเห็นภายในการทำงานของเครื่องได้ มีฝาครอบกระบอกสูบที่ติดตั้งบนตัวเครื่องเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายจากการสัมผัสโดยกล่องมีขนาด 80.48x71.2 มม.



รูปที่ 3.17 ขนาดของฝาครอบเครื่อง 2 มิติ

2. ถาดรับเปลือกไข่

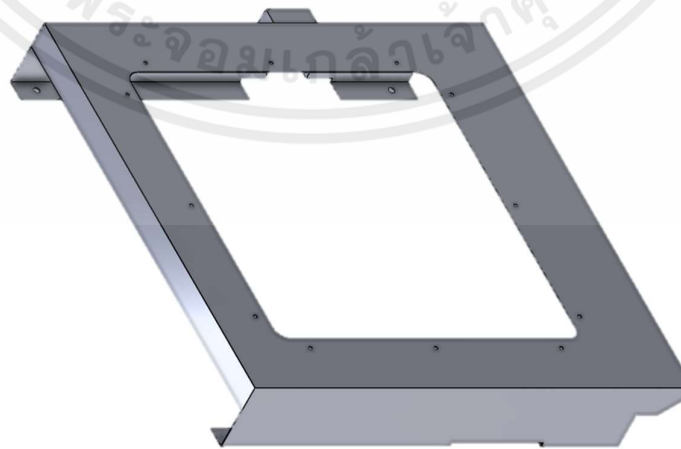
ถาดรับเปลือกไข่มีหน้าที่รับเปลือกไข่ที่ตอกเสร็จแล้วและไหลมาตามสายพานลำเลียงเปลือกไข่จะไหลตกลงไปในถาดรับไข่ เพื่อให้สะดวกกับการรักษาความสะอาดและจัดการกับของเสีย ถาดรับเปลือกไข่จะมีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมคางหมูกับสี่เหลี่ยมผืนผ้าต่อกัน สี่เหลี่ยมผืนผ้ามีขนาด 810.2x189.7 มม. ส่วนสี่เหลี่ยมคางหมูด้านยาวมีขนาด 810.2 มม. ด้านแคบมีขนาด 247.24 มม. ยาว 370.46 มม. ด้านข้างมีการพับ 90 องศา ยาว 50 มม.



รูปที่ 3.18 ขนาดของถาดรับเปลือกไข่ 2 มิติ



รูปที่ 3.19 โมเดลถาดรับเปลือกไข่

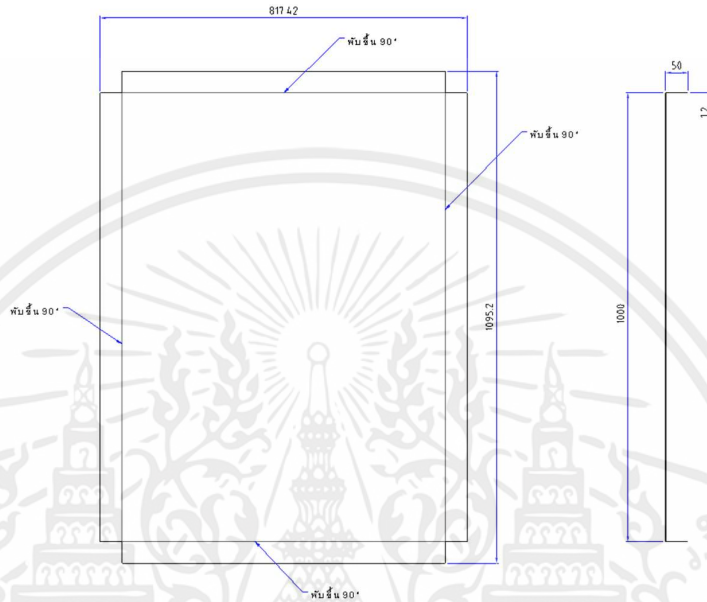


รูปที่ 3.20 โมเดลฝาครอบเครื่อง

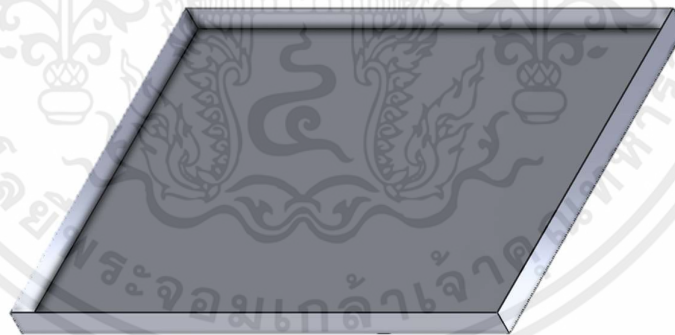
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ถาดรองรับเศษไข่

ถาดรองรับเศษไข่ ติดตั้งอยู่ด้านล่างของตัวเครื่องอยู่บนโครงของเครื่อง มีหน้าที่รองรับเศษเปลือกไข่หรือไข่ที่ถูกตอกเพื่อไม่ให้เกิดความสกปรกต่อพื้นที่การทำงานและสะดวกต่อการรักษาความสะอาดขนาด 817.42x1095.2 มม. หนา 1.2 มม.



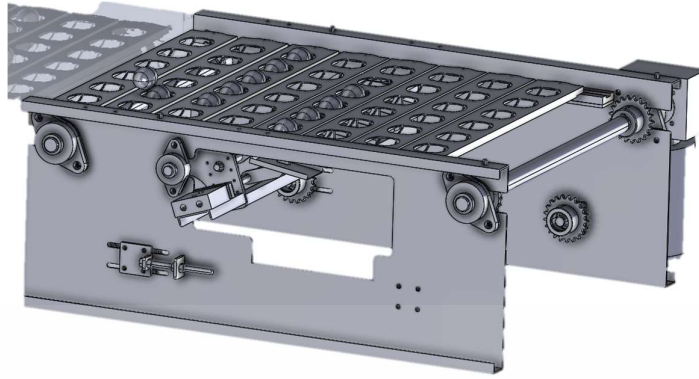
รูปที่ 3.21 ขนาดของถาดรองรับเศษไข่



รูปที่ 3.22 โมเดลถาดรองรับเศษไข่

3.2.5 ตัวเครื่องตอกไข่

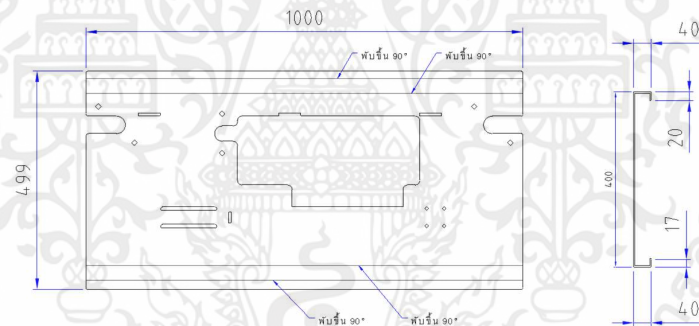
เป็นส่วนที่สำคัญที่สุดหรือเป็นหัวใจหลักของเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ เนื่องจากเป็นส่วนที่ประกอบไปด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์ต่างๆ ทำหน้าที่ตอกไข่รวมถึงมอเตอร์ที่จะคอยหมุนไข่ให้เกิดกระบวนการต่างๆ ขึ้นหรือเป็นศูนย์รวมในการทำงานของเครื่องทั้งหมด



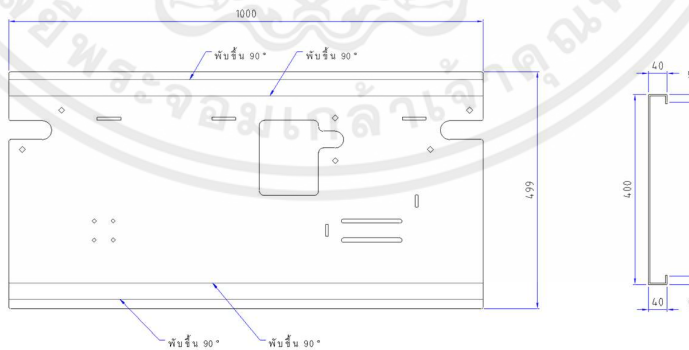
รูปที่ 3.23 โมเดลชุดเครื่องตอกไข่

1. ตัวเครื่อง

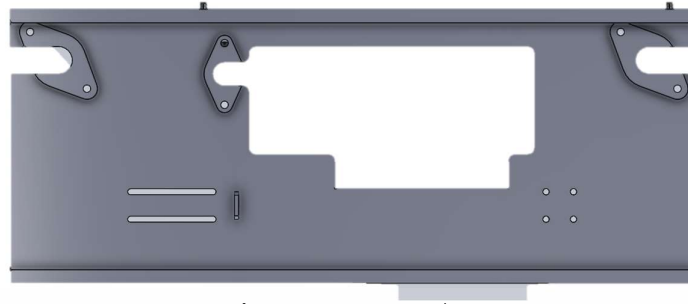
ตัวเครื่องมีหน้าที่ยึดจับอุปกรณ์ส่วนอื่นๆ ได้แก่ มอเตอร์ กระบอกสูบ โช้ ลูกปืน และจิ๊กกำลังไข โดยจะมีสองด้านประกบกัน ซึ่งแต่ละด้านจะมีรายละเอียดที่ต่างกันแต่ทั้งสองด้านมีขนาดเท่ากันคือ 1000x499 มม. ในด้านแรกจะมีรายละเอียดดังนี้



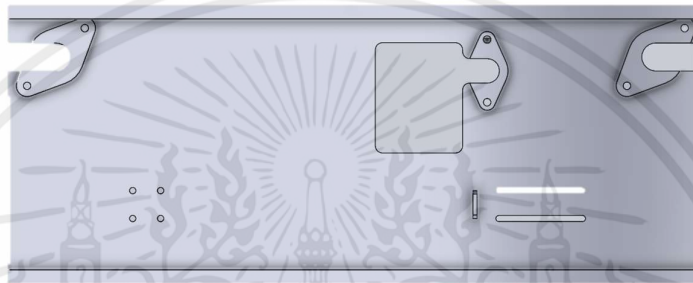
รูปที่ 3.24 ขนาดของตัวเครื่อง(1)



รูปที่ 3.25 ขนาดของตัวเครื่อง(2)



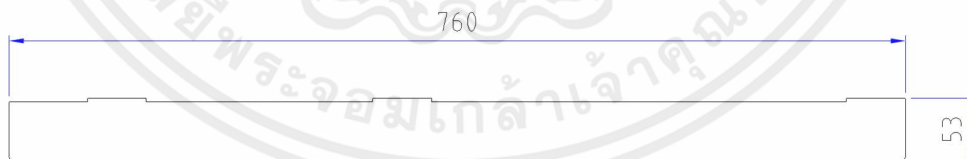
รูปที่ 3.26 โมเดลตัวเครื่อง(1)



รูปที่ 3.27 โมเดลตัวเครื่อง(2)

2. ตัวรองไซ้

ทำหน้าที่ ค้ำไซ้ให้อยู่ในระดับที่ถูกต้อง มีลักษณะเป็นพลาสติกวิศวกรรม สีเหลืองมีพื้นผิวที่มีช่องว่างระหว่างกลาง ประกบกับสแตนเลสแผ่นสีเหลืองมีพื้นผิวอีกแผ่นที่อยู่ด้านล่าง โดยแผ่นแรกมีขนาด 760x53 มม.หนา 6 มม. และแผ่นที่สองที่อยู่ด้านบนมีขนาด 760x53 มม.หนา 15 มม. และร่องตรงกลางมีขนาด 18x5 มม.



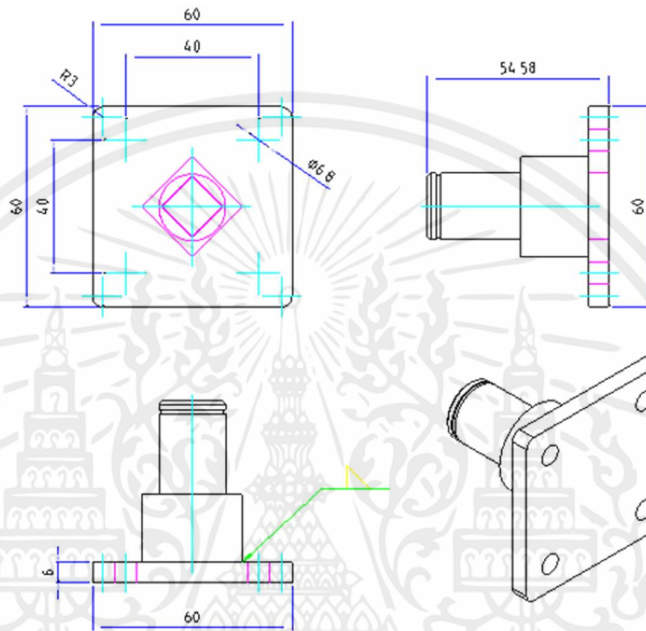
รูปที่ 3.28 ขนาดของตัวรองไซ้



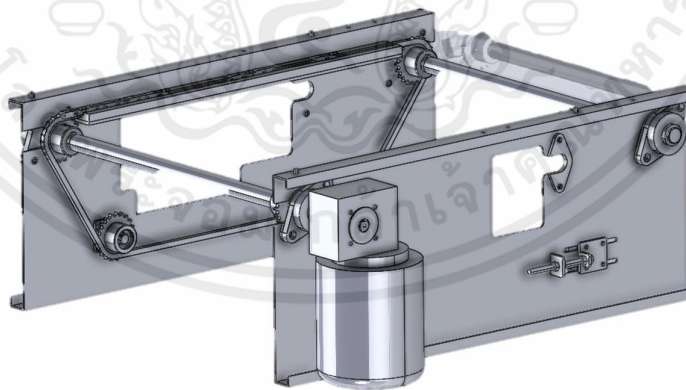
รูปที่ 3.29 โมเดลตัวรองไซ้

3. ชุดโซ่

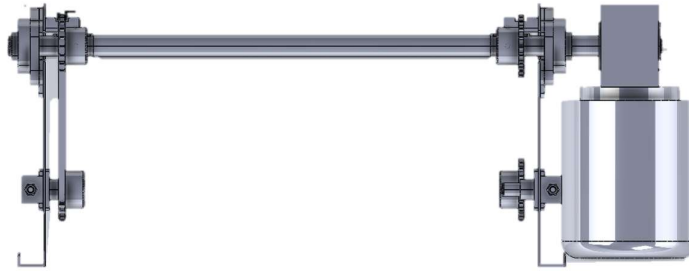
ชุดโซ่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนสายพานที่ติดตั้งจิกลำเลียงไขเพื่อลำเลียงไขไปตามลำดับการทำงาน โดยมีมอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนและมีเฟืองประจำตำแหน่ง 4 ตัวเป็นตัวหมุนโซ่ เฟืองจะติดตั้งด้านบนสองตัว ด้านล่างสองตัว เฟืองตัวด้านบนจะทำหน้าที่ส่งกำลังจากมอเตอร์ผ่านแกนหลักที่เชื่อมกับเฟืองที่อยู่ตรงข้าม



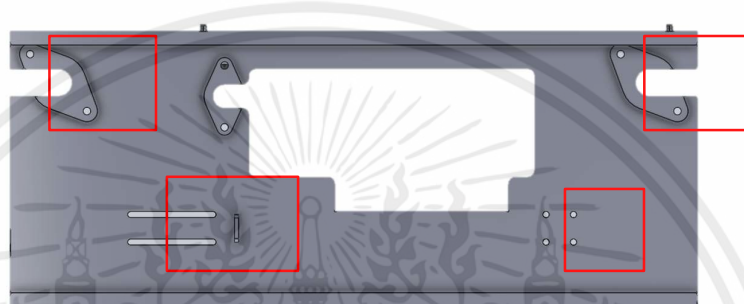
รูปที่ 3.30 ขนาดตัวล็อกลูกปืน(1)



รูปที่ 3.31 โมเดลชุดโซ่ที่ติดกับตัวเครื่องมุมมอง Isometric



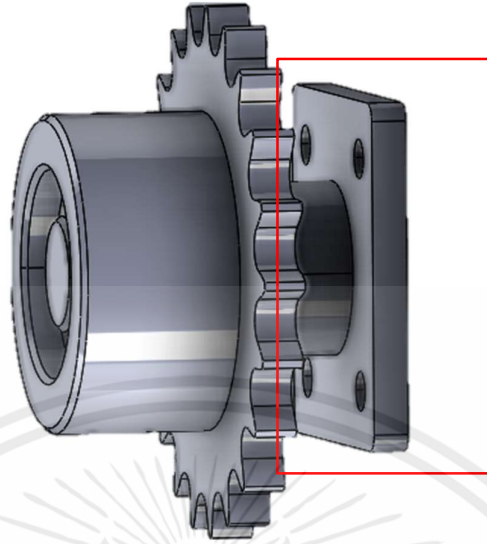
รูปที่ 3.32 โมเดลชุดโซ่ที่ติดกับตัวเครื่องมุมมองด้านหน้า



รูปที่ 3.33 ตำแหน่งของแบริ่งที่อยู่บนตัวเครื่อง

ส่วนที่ใช้ยึดเฟืองกับตัวเครื่องมีสองแบบ ดังภาพด้านล่างแบบที่ 11 ใช้ยึดกับเฟืองด้านล่างจะมีลักษณะเป็นแท่นสี่เหลี่ยมขนาด 60x60 มม. มีรูสี่รูขนาด 9 มม. ไว้สำหรับยึดกับตัวเครื่อง ส่วนที่ยื่นออกมามีเส้นผ่าศูนย์กลาง 30 มม. และ 20 มม. สำหรับติดกับเฟือง เฟืองด้านล่างจะประกบกับชิ้นส่วนที่ 6-42 และ 6-43 ที่นำมาเชื่อมติดกันมีหน้าที่สำหรับยึดเฟืองและสามารถขยับเฟืองไปทางซ้ายหรือขวาได้เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถกำหนดความตึงของโซ่ได้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมขนาด 60x65 มม.และมีส่วนที่ยื่นออกมาเล็กๆขนาด 25x31 มม. ไว้สำหรับใส่แท่งกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม.สำหรับยึดกับตัวเครื่อง

ส่วนที่สองเป็นตัวยึดเฟืองข้างบน ใช้เป็นลูกปืนโดยจะยึดกับตัวเครื่องโดยมีชิ้นส่วนที่ 6-7 ตามภาพด้านล่าง ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับระหว่างลูกปืนกับตัวเครื่อง

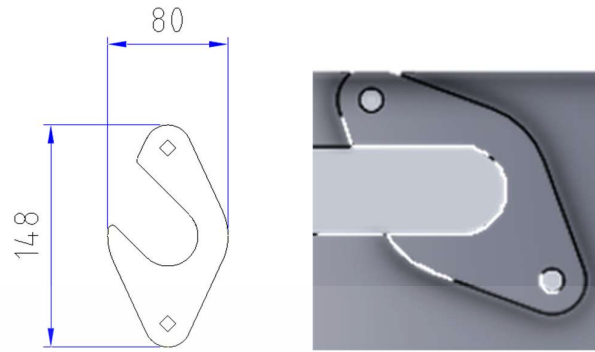


รูปที่ 3.34 ตัวล็อกลูกปืน(1)เข้ากับตัวเครื่อง

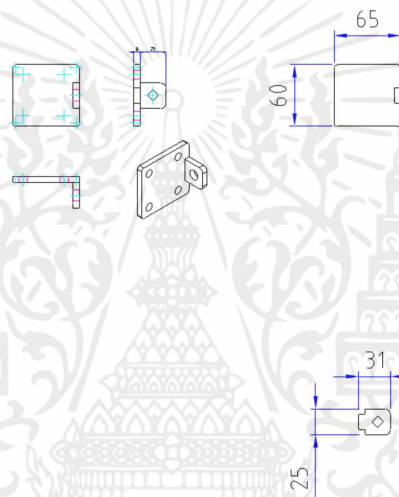


รูปที่ 3.35 ตัวล็อกลูกปืน(1)เข้ากับตัวเครื่องมุมมองด้านหน้า

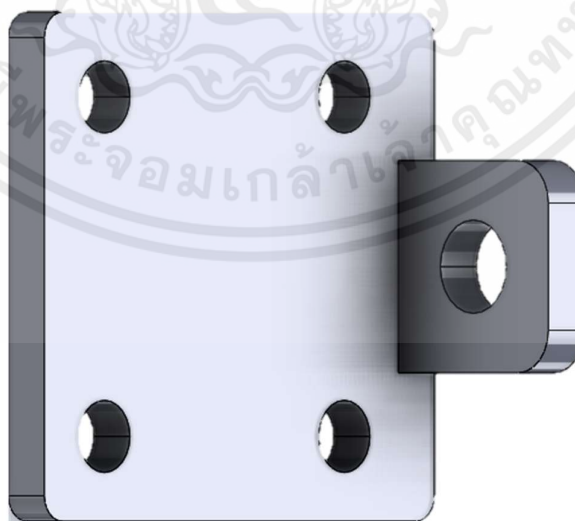
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.36 ขนาดของตัวล็อกลูกปืน(2)ด้านติดกับมอเตอร์

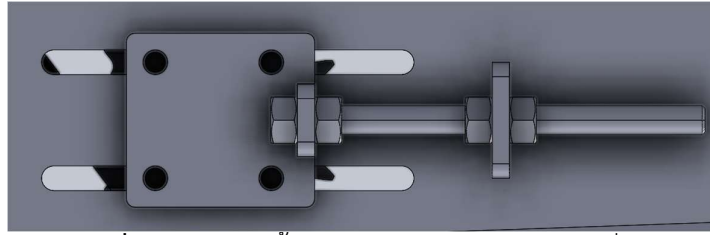


รูปที่ 3.37 ขนาดของตัวล็อกลูกปืน(3)



รูปที่ 3.38 โมเดลตัวล็อกลูกปืน(3)ด้านล้างตัวเครื่อง

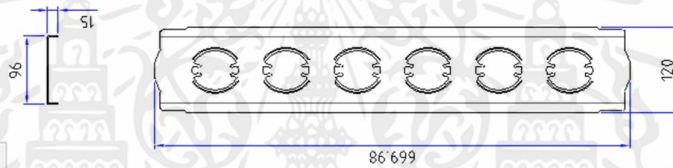
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.39 การติดตั้งตัวล็อกลูกปืน(3)ด้านล้างตัวเครื่อง

3.2.6 จีกลำเลียงไข

หลังจากติดตั้งไขแล้วจีกลำเลียงไขหมายถึงสิ่งที่ใช้ลำเลียงไขแต่ละฟองเพื่อไปตอกไข โดยจะติดตั้งบนโซ่มีจำนวนทั้งหมด 23 แผ่นมีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 86.6x120 มม.หนา 1.5 มม. พับลง 90 องศา ด้านละ 15 มม. แต่ละแผ่นมีร่องสำหรับใส่ไข 6 ช่องและหัวและปลายจะมีรู 4 มม.สำหรับยึดกับโซ่



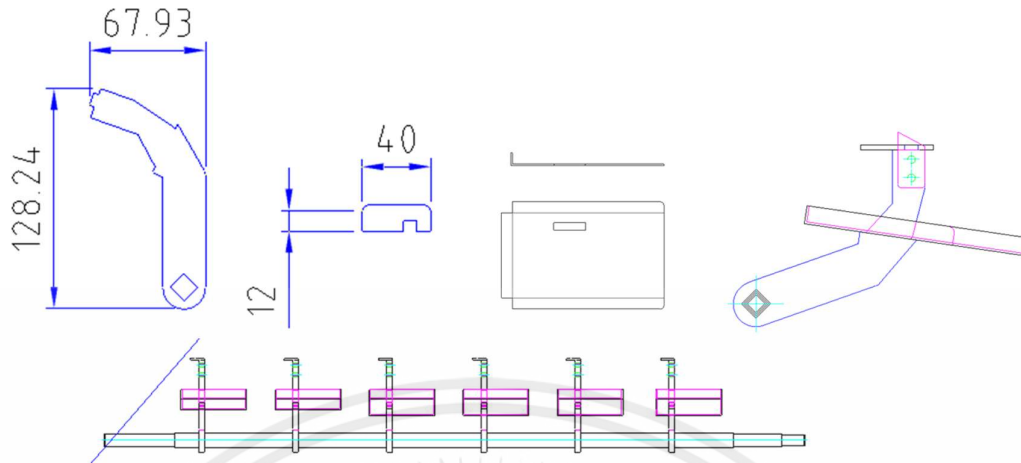
รูปที่ 3.40 ขนาดของจีกลำเลียงไข



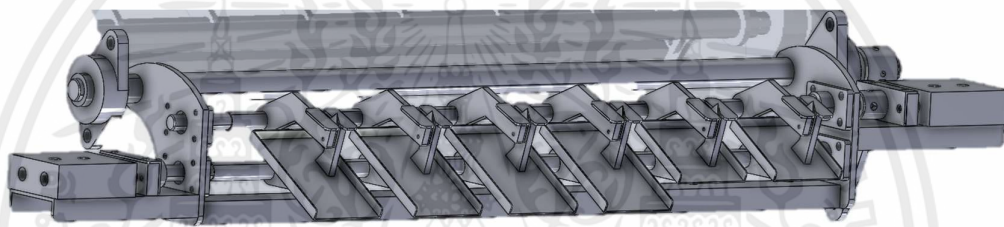
รูปที่ 3.41 โมเดลจีกลำเลียงไข

3.2.7 ชุดตอกไข

ชุดตอกไขทำหน้าที่ตอกไขที่อยู่บนจีกลำเลียง แรงที่เกิดในชุดตอกไขเกิดจากกระบอกสูบที่ติดตั้งอยู่ในชุดตอกไขกระบอกสูบจะทำตามระบบที่ใช้ควบคุม กระบอกสูบทั้งสามตัวทำหน้าที่ส่งแรงให้เกิดการยกเพื่อให้ปลายมีดเจาะเข้าไปในไขหลังจากนั้นกระบอกสูบอีกสองตัวที่ติดอยู่ด้านข้างจะทำหน้าที่แยกปลายมีดออกจากกันเพื่อให้เกิดการอัดไข

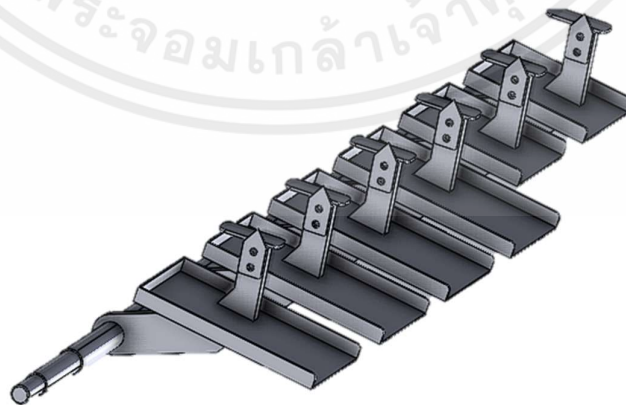


รูปที่ 3.42 ชุดตอกไขแบบ 2D



รูปที่ 3.43 ชุดตอกไข

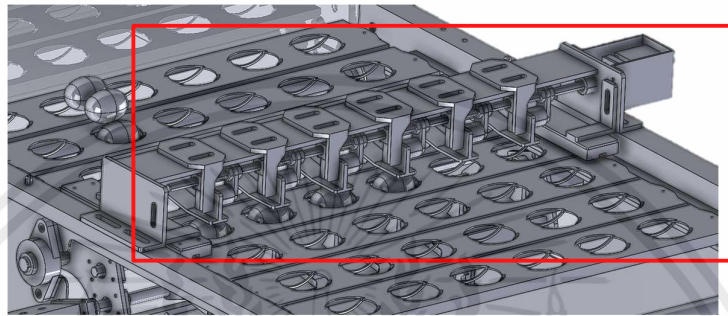
ส่วนมีดด้านในจะแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนที่มีถาดรองไขเพื่อในระหว่างการตอกถาดรองไขจะดันไขไปชนกับตัวหยุดไขที่อยู่ด้านบนทำให้ไขหยุดนิ่งและเป็นการกำหนดระยะการเจาะไขให้เท่ากันทุกฟอง หลังจากอัดไขไขจะตกลงไปบนถาดรับไขติดกับก้านตอกเพื่อไม่ให้ไขตกลงมาสูงเกินไปจนไขแตกถาดรับไขจะมีสองขนาด 70x120 มม. และ 70x80 มม. พับขอบขึ้น 90 องศา 10 มม. เนื่องจากมีช่องลำเลียงไขสามช่อง



รูปที่ 3.44 ชุดตอกไขด้านล่าง

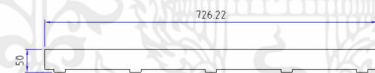
3.2.8 ชุดหยุดไข่

เมื่อไข่ที่ไหลมาตามจิกล้มลงไขแต่หากตอกไข่โดยที่ไม่จับไข่ให้อยู่นิ่งๆ ไข่ที่ตอกก็จะเกิดความเสียหายกลายเป็นไข่เสียได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจับไข่นิ่งเสียก่อนทำการตอกไข่จึงต้องมีชุดหยุดไข่ทำหน้าที่นี้นั่นเอง มีอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

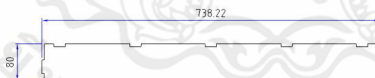


รูปที่ 3.45 ชุดตอกไข่

1. คาน สำหรับติดตั้งชุดหยุดไข่ติดตั้งบนตัวเครื่อง มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมสองแผ่นประกบกัน แผ่นด้านบนมีขนาด 738.22x80 มม. มีรูเจาะตามระยะ 12 รูขนาด 7 มม. ทำหน้าที่ติดตั้งตัวหยุดไข่และแผ่นสี่เหลี่ยมอีกหนึ่งแผ่นประกบติดข้างหลังมีขนาด 726.22x50 มม. ทำหน้าที่ติดตั้งจับจิกล้มลงไข่



NO. 6-45
Mat'L: SUS 304x6t.mm.
Q.ty: 1Pc.



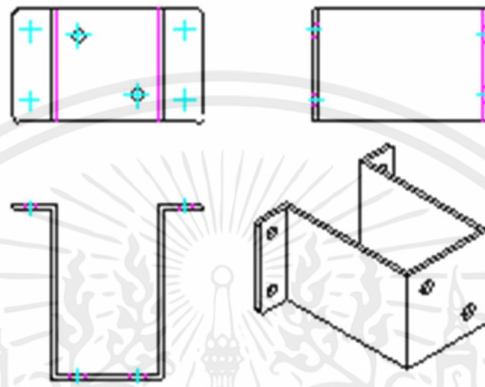
NO. 6-46
Mat'L: SUS 304x6t.mm.
Q.ty: 1Pc.

รูปที่ 3.46 ขนาดของก้านชุดตอกไข่



รูปที่ 3.47 คานชุดตอกไข่

2. ชุดกระบอบอกสูบ จะติดตั้งอยู่ด้านข้างขวาของคานชุดหยุดไซ้ในกระบวนการหยุดไซ้ จำเป็นต้องมีกระบอบอกสูบเพื่อทำหน้าที่อัดแรงลมให้ตัวจับไซ้อยู่นิ่งๆ จำเป็นต้องมีตัวครอบกระบอบอกสูบเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอันตรายจากการสัมผัสได้โดยกล่องมีขนาด 97.8x65 มม. ประกอบไปด้วยวัสดุชิ้นที่ 3-4,3-5 และ 3-6และส่วนที่ยื่นออกมาจากกระบอบอกสูบลักษณะเป็นแท่งยาวทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 10 มม. ยาว 710 มม. บนแท่งยาวจะมีตัวล็อกก้านหยุดไซ้ประจำตำแหน่ง 6 ตัวมีลักษณะเป็นวงรีขนาด 48x20 มม. มีรูกว้าง 8 มม.

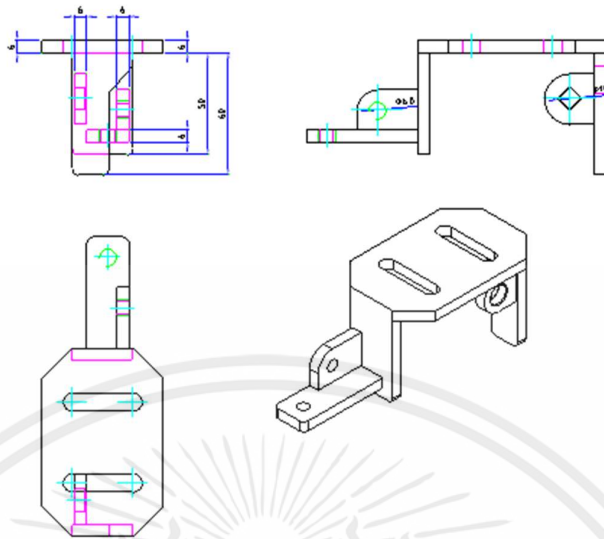


รูปที่ 3.48 โมเดลฝาครอบกระบอบอกสูบ

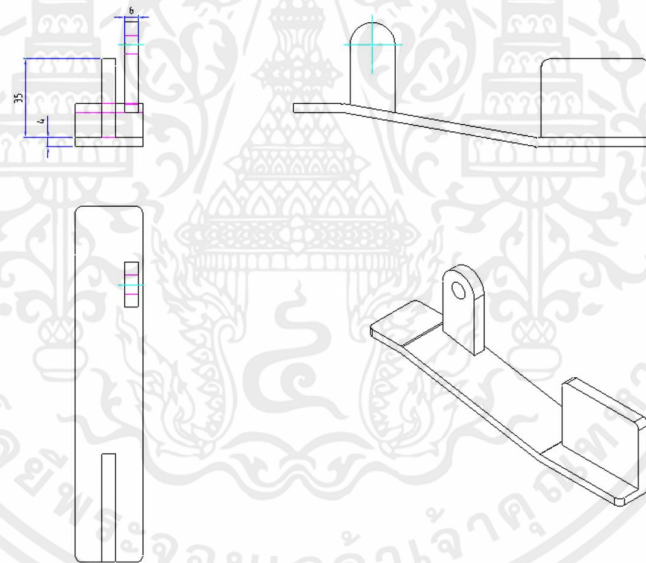


รูปที่ 3.49 ก้านและกระบอบอกสูบหยุดไซ้

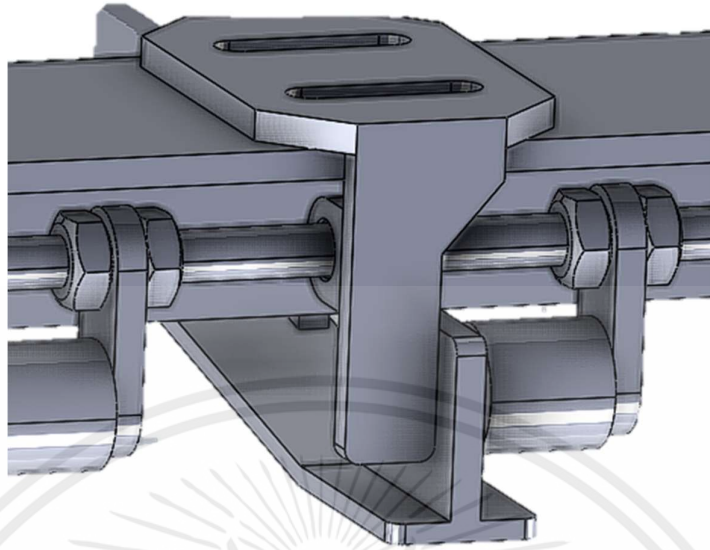
3. ชุดจับไซ้ เมื่อกระบอบอกสูบทำงานจะไปขยับก้านที่เชื่อมต่อกันทำให้ชุดจับไซ้หยุดและเมื่อไซ้โดนตอกไซ้จึงไม่ขยับไปไหน โดยจะประกอบไปด้วยสองส่วนส่วนที่ยึดกับคานและส่วนที่สัมผัสไซ้ ส่วนที่ยึดกับคานทำหน้าที่ยึดกับคานตามชื่อของมันและยังสามารถทำหน้าที่เป็นตัวจับก้านที่สัมผัสไซ้ให้ล็อกกับก้านของกระบอบอกสูบที่ยื่นออกมาและอีกฝั่งทำหน้าที่ยึดกับส่วนที่สัมผัสไซ้ ส่วนที่สัมผัสไซ้ทำหน้าที่จับไซ้ทั้งใบด้วยน้ำหนักของมันและด้วยแรงกดจากก้านกระบอบอกสูบให้สามารถจับไซ้ให้หยุดนิ่งได้ มีลักษณะโค้งเพื่อให้รับกับรูปร่างของไซ้ได้



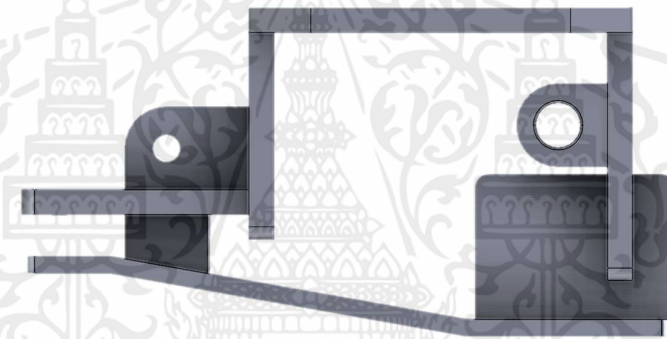
รูปที่ 3.50 ส่วนประกอบของชุดจับไข 1



รูปที่ 3.51 ส่วนประกอบของชุดจับไข 2



รูปที่ 3.52 ชุดจับไข



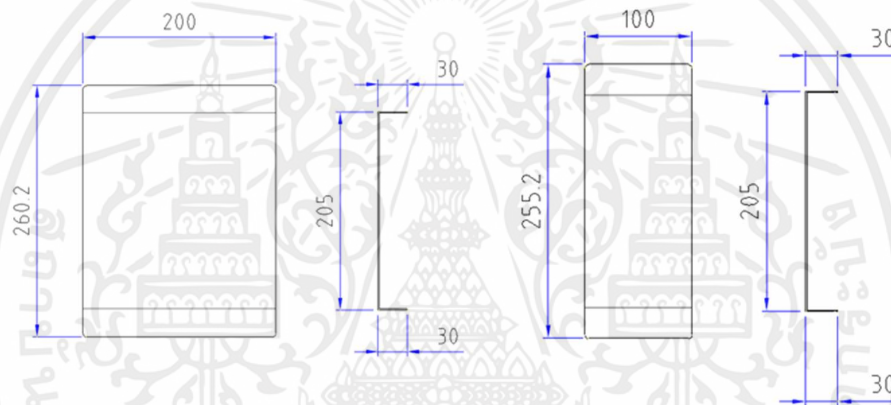
รูปที่ 3.53 ชุดจับไขมุมมองด้านข้าง

4. ตัวจับจิก ทำหน้าที่บังคับให้จิกที่ไหลมาตามสายพาน ให้อยู่ในแนวเดียวกันและระดับเดียวกัน มีลักษณะเป็นพลาสติกวิศวกรรมหนา 15 มม. ติดกับแผ่นเหล็กสแตนเลสขนาด 250x50 มม. หนา 6 มม. และจะยึดกับคานโดยมีส่วนประกอบชิ้นที่ 6-15 และ 6-16 เป็นตัวยึดมีขนาด 50x64x25 มม. หนา 6 มม. และมีร่องให้ปรับระดับความสูงได้ ตัวจับจิกจะทำหน้าที่รักษา ระดับของจิกให้อยู่ในระดับเดียวกันเพื่อให้ไข่น้อยในตำแหน่งที่ถูกต้องไม่สูงหรือต่ำเกินไป

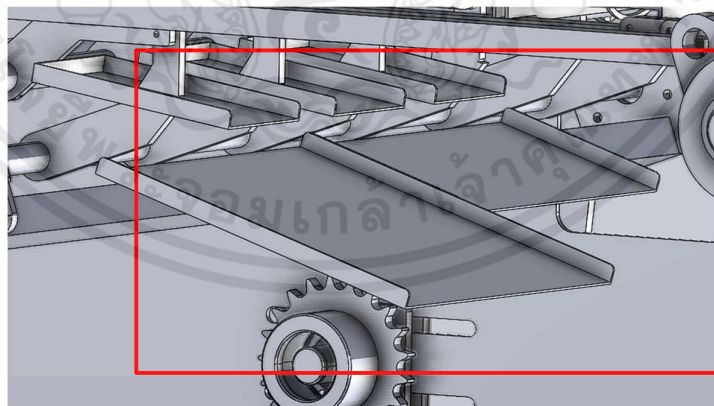
3.2.9 ถาดลำเลียงไข่

เมื่อไข่ถูกตอกแล้วไข่ที่ถูกตอกจะไหลไปตามถาดลำเลียงไข่ ซึ่งในส่วนของถาดลำเลียงไข่แต่ละส่วนจะมีหน้าที่ที่แตกต่างกัน ตั้งแต่รับไข่ แบ่งไข่เป็นช่องและแยกไข่ ถาดลำเลียงไข่ประกอบด้วยส่วนประกอบดังต่อไปนี้

1. ถาดรับไข่ มีหน้าที่รับไข่ที่ถูกตอกโดยจะเป็นถาดสแตนเลสรองรับสองแผ่นที่มีขนาดต่างกัน ติดตั้งบนถาดลำเลียงไข่ ทำหน้าที่นำไข่ที่ถูกตอกแล้วตกลงไปในถาดลำเลียงไข่ที่ช่องทางแตกต่างกัน โดยแต่ละแผ่นจะแบ่งกันรับไข่ถาดละสองช่องจากหกช่องตอกไข่ ถาดใหญ่สุดจะส่งไปให้ถาดช่องนอกสุด แผ่นที่เล็กลงมาส่งให้ถาดช่องกลางและถาดใกล้สุดจะไม่มีถาดรับไข่เพราะไข่ที่ถูกตอกจะตกลงไปเอง

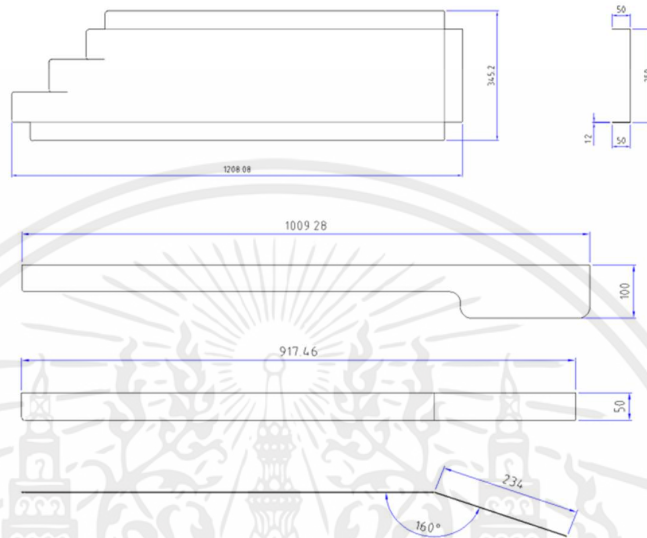


รูปที่ 3.54 ขนาดของถาดรับไข่(2)

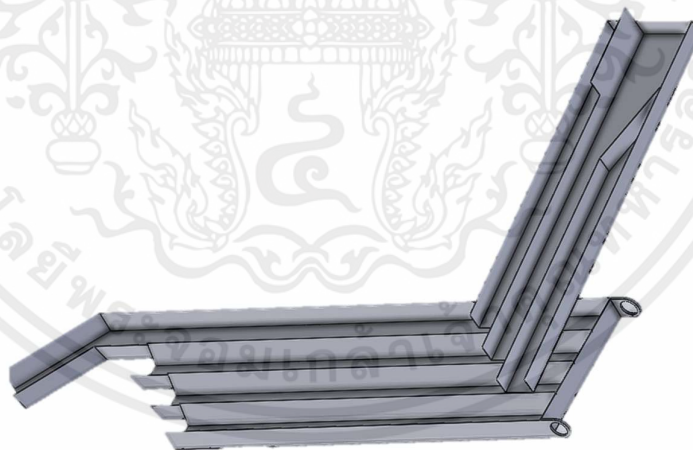


รูปที่ 3.55 ตำแหน่งติดตั้งถาดรับไข่ในเครื่องตอกไข่

2. ถาดลำเลียงไข หลังจากรับไขที่ถูกตอกแล้วและถูกแบ่งไขให้ลงไปในถาดทั้งสามช่องแล้ว ไขจะถูกลำเลียงไปตามถาดลำเลียงไข ถาดลำเลียงไขมีลักษณะเป็นรางเปิดสามรางติดกันและแบ่งเป็นสองรางใหญ่ประกบกันเพื่อรองรับไขจำนวนมาก

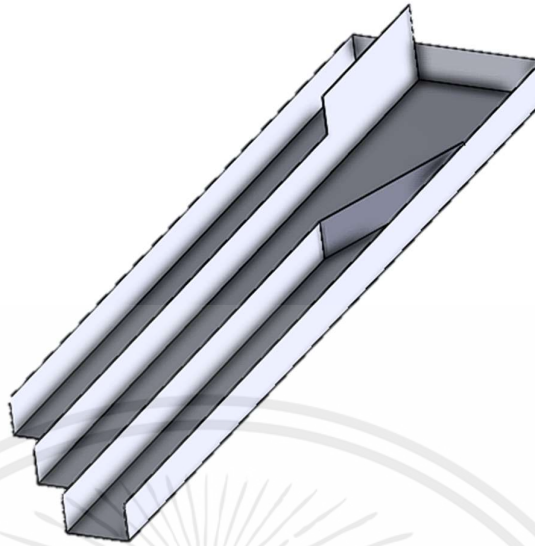


รูปที่ 3.56 ขนาดของส่วนที่ 1 ของถาดลำเลียงไข(3)



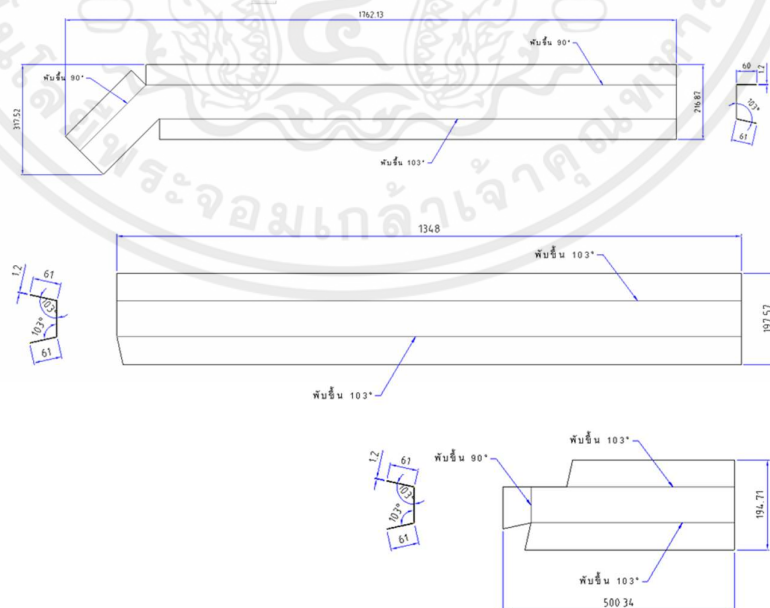
รูปที่ 3.57 โมเดลถาดลำเลียงไข

ถาดแรกเป็นถาดที่รับไขต่อจากถาดรับไข มีลักษณะเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 345.2x1208.08 มม. และพับขอบขึ้น 50 มม. 90 องศา ส่วนปลายจะถูกตัดให้มีความยาวไม่เท่ากัน ตั้งแต่ 900 จนถึง 1100 มม. และมีแผ่นสแตนเลสยาวและแผ่นตัดมาติดตั้งระหว่างช่องเพื่อแบ่งช่องกันอย่างชัดเจน



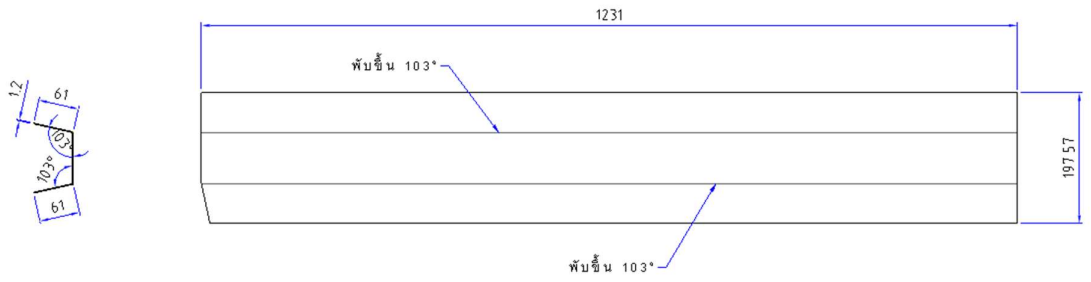
รูปที่ 3.58 ส่วนที่ 1 ของถาดลำเลียงไข่

ถาดที่สองจะรับไข่จากถาดแรก ถาดที่สองนี้จะมีสี่ช่องทางลำเลียงโดยช่องที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อลำเลียงไข่เสียที่ไหลมาตามสามช่องแรกเพื่อคัดไข่ก่อนนำไปแยกไข่ในกระบวนการต่อไป โดยถาดนี้จะติดตั้งติดกับตัวเครื่องโดยมีท่อ 40 มม. เป็นตัวค้ำและวางอยู่บนโครงเครื่อง มีลักษณะเป็นถาดพับสี่ถาดเชื่อมติดกันความยาวตั้งแต่ 1125 ถึง 1762 มม. ส่วนที่พับ 103 องศาเพื่ออาร์รับไข่ที่กำลังไหลลงมาได้โดยไข่ไม่ไหลลงผิดช่องหรือไหลจนตกรางและที่ส่วนปลายของรางจะติดตั้งถาดเอียงเล็กๆ เพื่อลดความเร็วไข่ที่ไหลมาตามรางก่อนจะตกลงในรางแยกไข่

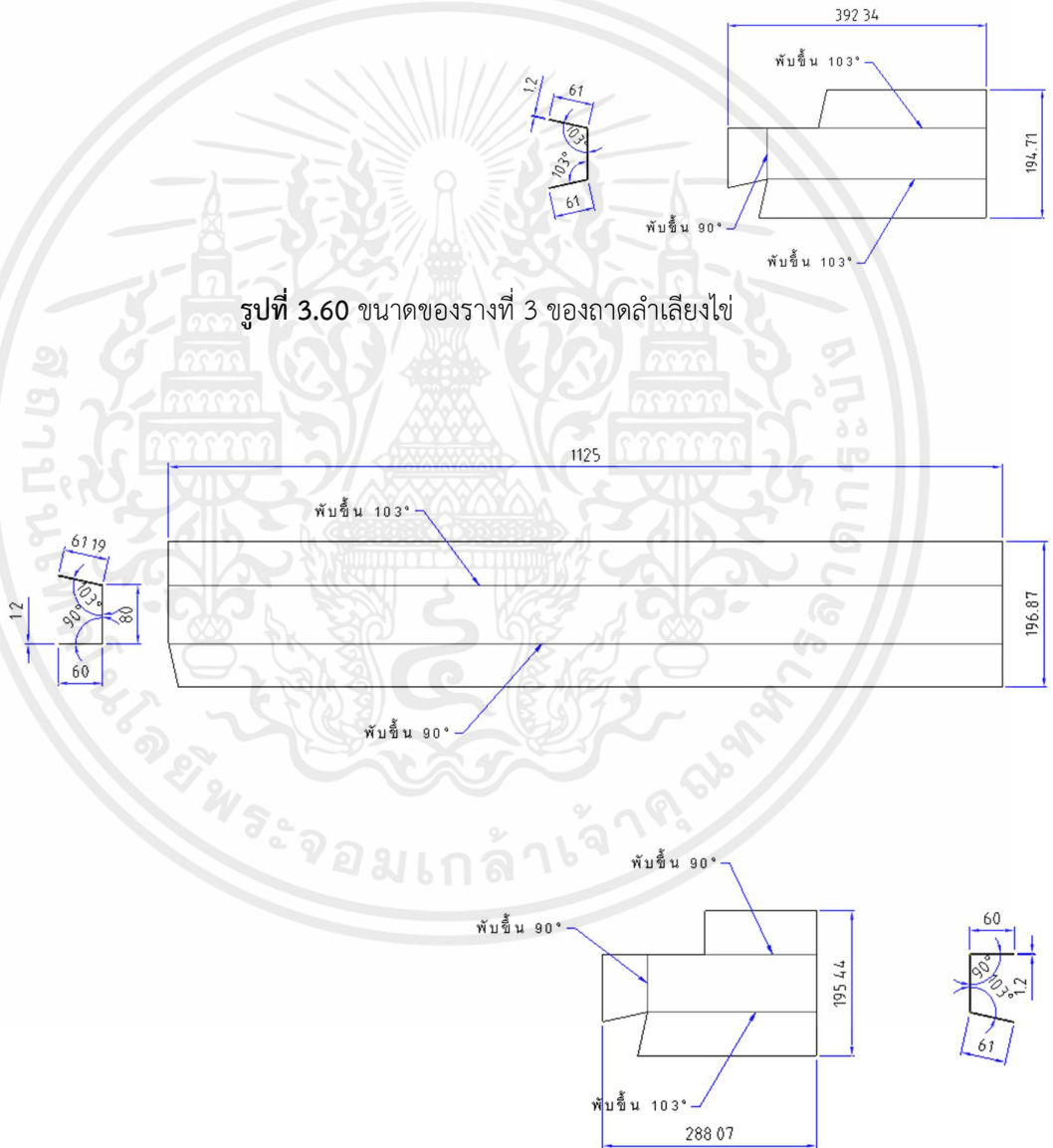


รูปที่ 3.59 ขนาดของรางที่ 1 ของถาดลำเลียงไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

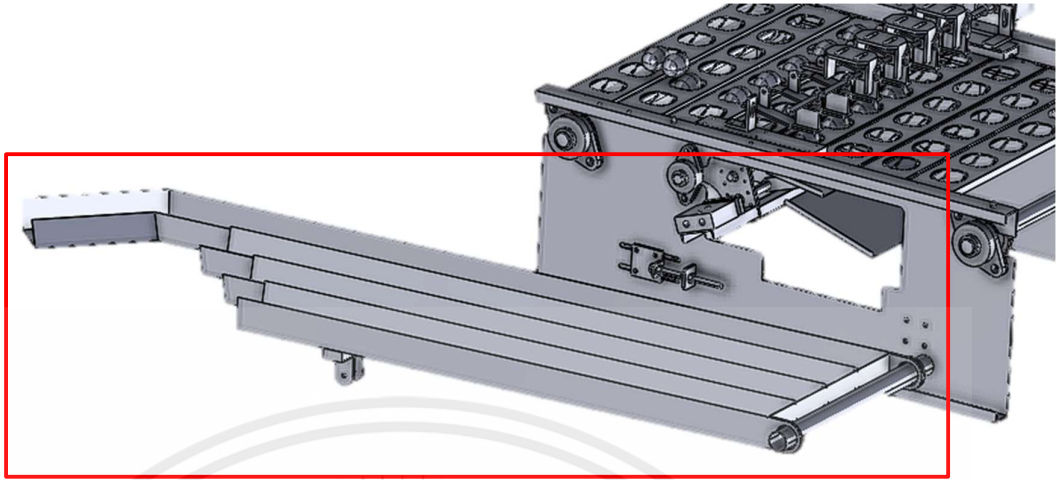


รูปที่ 3.60 ขนาดของรางที่ 3 ของถาดลำเลียงไข่



รูปที่ 3.61 ขนาดของรางที่ 4 ของถาดลำเลียงไข่

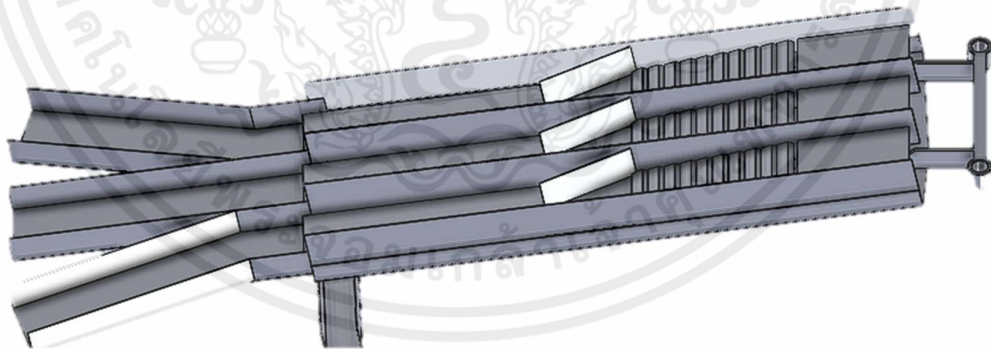
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.62 ส่วนที่ 2 ของถาดล่ำเลียงไข

3.2.10 รางแยกไข

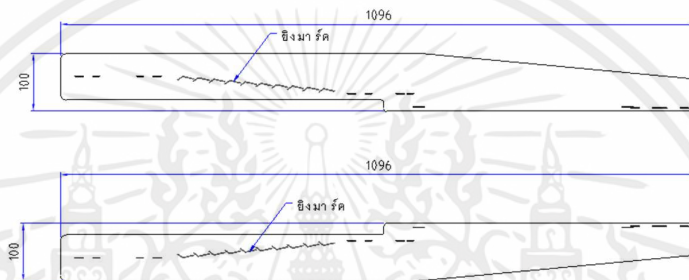
รางแยกไข หลังจากล่ำเลียงไขและค้ดแยกไขดีไขเสียแล้ว ไขที่ล่ำเลียงมาจะเข้าสู่ถาดล่ำเลียงไขซึ่งเป็นส่วนสุดท้ายของกระบวนการเป็นการแยกไขแดงและไขขาวออกจากกัน ถาดแยกไขจะติดตั้งอยู่กับโครงของเครื่องโดยยึดกับก้านที่เชื่อมออกมาจากโครง หลังจากไขแยกแล้วไขแดงจะไหลไปตามรางไปจนถึงส่วนปลายของรางที่จะแยกรางออกจากกันเพื่อให้อสามารถบรรจุไขแดงลงในภาชนะและไขขาวจะไหลลงข้างล่างซึ่งจะมีถาดรองรับไขขาวติดตั้งอยู่ด้านล่าง



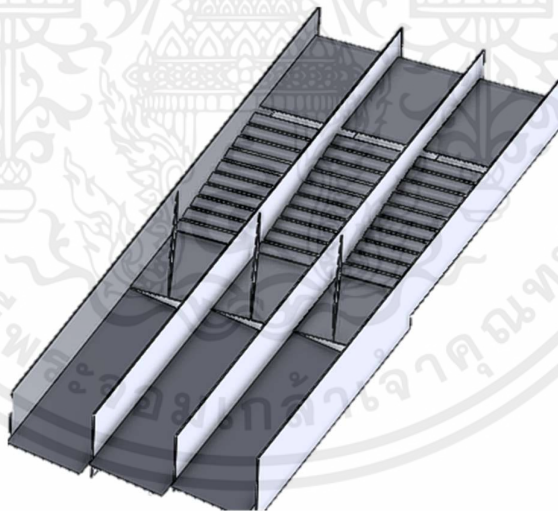
รูปที่ 3.63 โมเดลชุดแยกไข

รางแยกไขจะทำการแยกไขแดงและไขขาวออกจากกัน เนื่องจากไขขาวมีส่วนผสมของน้ำมากกว่าไขแดงจึงมีลักษณะเหลวกว่า จึงทำการแยกไขโดยใช้วิธีสร้างร่องระหว่างรางแยกไข ทำให้ไขขาวที่เหลวกว่าไหลลงไปตามรับไขขาวและไขแดงที่มีลักษณะจับตัวกันมากกว่า จึงไม่ไหลลงไปตามร่องลงไปยังถาดรับไขขาว

รางแยกไข่จะมีลักษณะเป็นแผ่นสแตนเลสทรงสี่เหลี่ยมหนา 1.2 มม. ประกอบกันระหว่างแผ่นมีการทำสัญลักษณ์เพื่อเชื่อมติดตั้งแผ่นสแตนเลสเล็กๆขนาดแตกต่างกันที่มีหน้าที่ต่างกัน มีที่กรองไข่ขาวเป็นแผ่นสแตนเลสเล็กๆเอียง 132 องศาที่วางเรียงกัน 10 ชั้นโดยจะมีระยะห่างเล็กน้อยเพื่อให้ไข่ขาวไหลผ่านได้เกือบทั้งหมดหลังจากนั้นจะเจอกับแผงกันไข่แดงที่ทำหน้าที่บีบบังคับให้ไข่ไหลไปด้านข้างของรางเพื่อบังคับให้ไข่ไหลไปตกที่ส่วนสุดท้ายที่เป็นส่วนแยกไข่ขาวที่ยังติดอยู่กับไข่แดงให้หลุดไปจนเหลือเพียงไข่แดง โดยจะมีลักษณะเป็นแผ่นสแตนเลสปรับความเอียงได้ แผ่นเอียงจะเอียงจนเกิดร่องเล็กๆเพื่อให้ไข่ขาวไหลหลุดไปแต่ไข่แดงจะไม่หลุดตาม

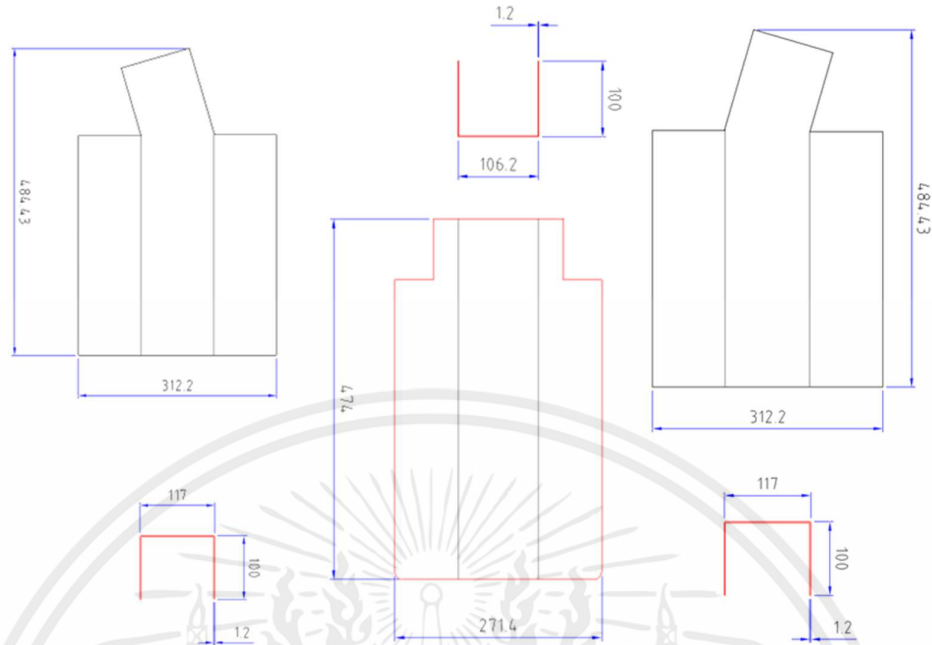


รูปที่ 3.64 ขนาดของรางแยกไข่



รูปที่ 3.65 โมเดลรางแยกไข่

ส่วนปลายรางแยกไข่ เป็นส่วนสุดท้ายก่อนไข่จะถูกบรรจุลงภาชนะ ต่อออกมาจากรางแยกไข่มีลักษณะเป็นรางแยกสามรางแยกห่างออกจากกันหนา 1.2 มม. เพื่อให้ง่ายต่อการบรรจุลงในบรรจุภัณฑ์ มีลักษณะเป็นรางสามรางเชื่อมติดกัน

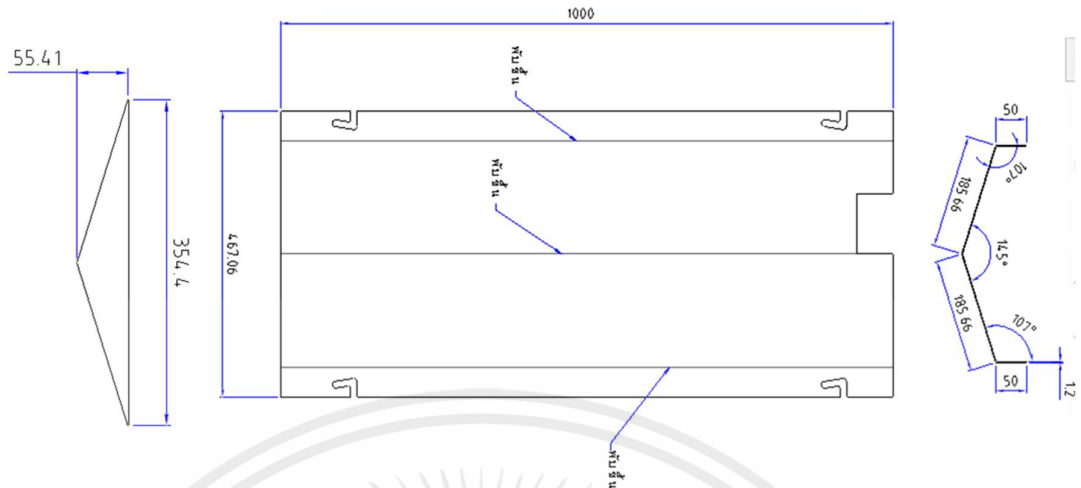


รูปที่ 3.66 ขนาดของปลายราง(1)

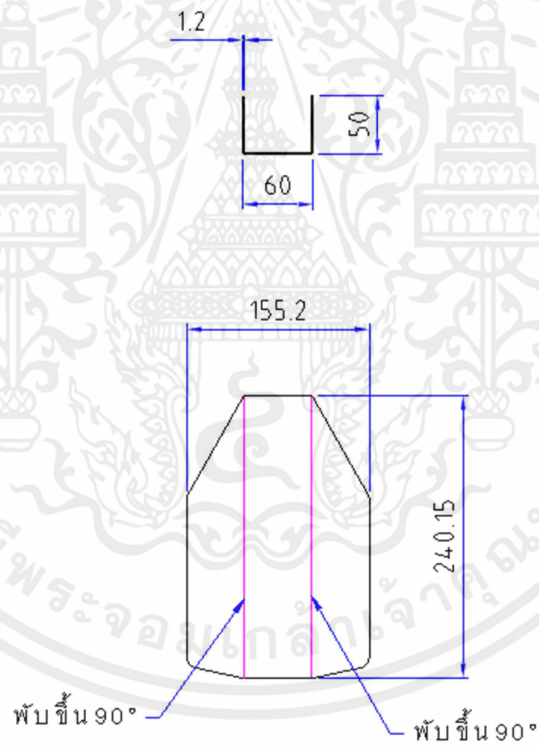


รูปที่ 3.67 ปลายราง

ถาดรับไขขาวจะติดตั้งอยู่ด้านล่างของรางแยกไขไม่มีส่วนที่ไขเกี่ยวกับรางแยกไข ถาดรับไขขาวทำหน้าที่รับไขขาวมาจากรางแยกไข มีลักษณะเป็นถาดรูปทรงสามเหลี่ยมยาว 1000x467.06 มม. พับขอบขึ้น 50 มม. 90 องศา ถาดลึก 55.41 มม. เพื่อให้ไขขาวไหลไปรวมกันตรงกลางและส่วนปลายมีช่องสำหรับไขไหลออกเพื่อบรรจุใส่บรรจุภัณฑ์เก็บไว้

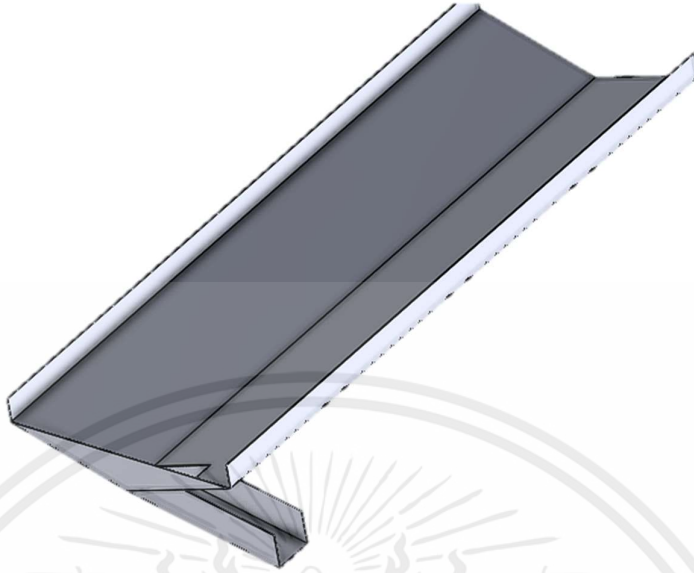


รูปที่ 3.68 ขนาดของถาดรับไข่ขาว(1)



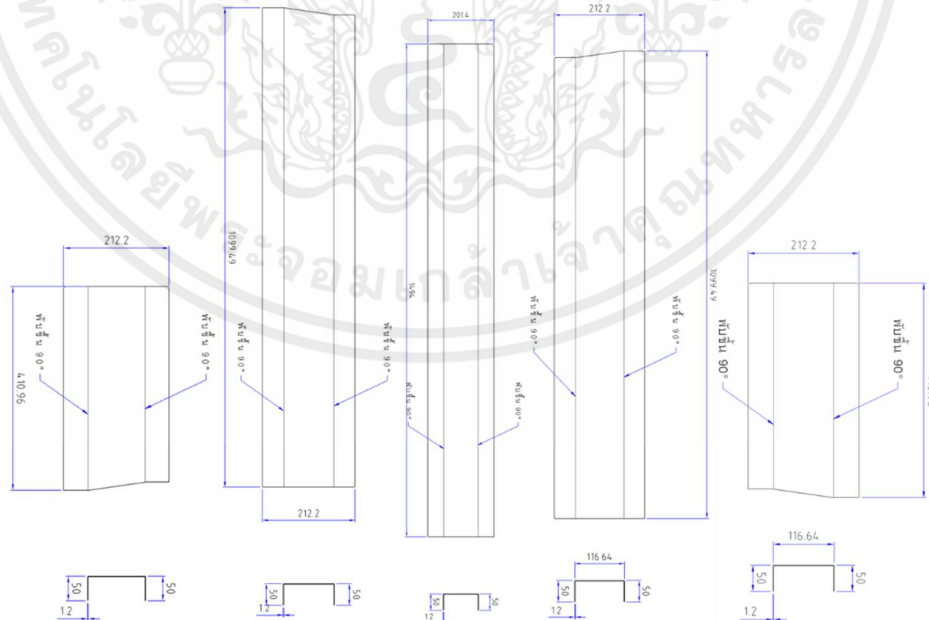
รูปที่ 3.69 ขนาดของช่องเทไข่ขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.70 ถาดรับไขขาว

ร่างปกติ ในงานประเภทที่ไม่ต้องการแยกไขแดงและไขขาวออกจากกัน จึงได้ทำการสร้างร่างปกติขึ้นมาเพื่อทำหน้าที่ลำเลียงไขที่ผ่านการตอกมาแล้วไหลไปตามรางและพร้อมบรรจุลงภาชนะทันที รางมีลักษณะเป็นแผ่นสแตนเลสตัดพับขนาด 201.4x1494 มม. พับขอบ 90 องศา ด้านละ 50 มม. โดยร่างปกติติดตั้งแทนกับรางแยกไข



รูปที่ 3.71 ขนาดของส่วนปลายรางของรางรวมไข

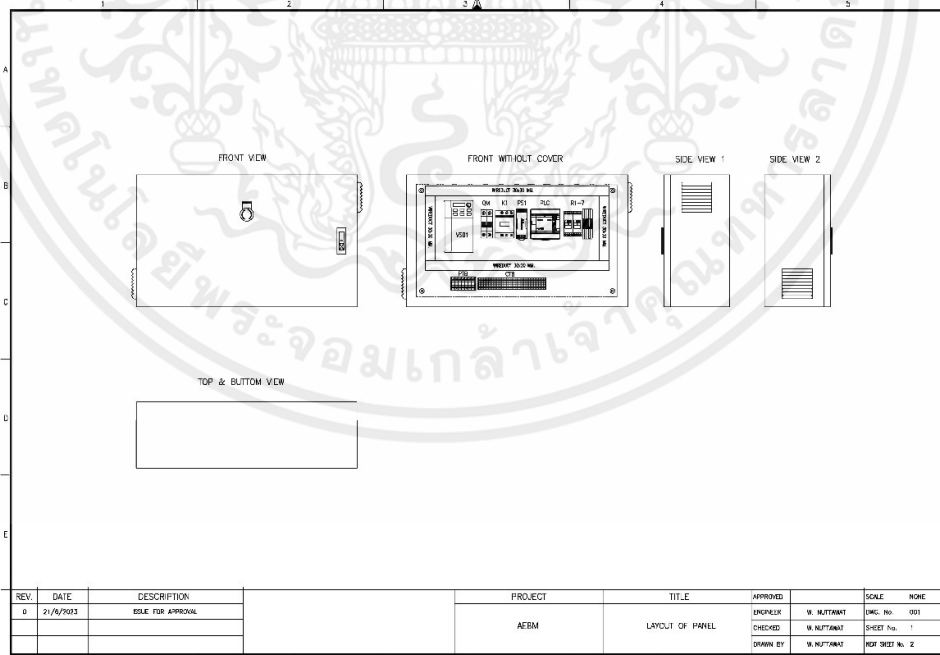
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.72 โมเดลรางรวมไข้

3.2.11 การออกแบบหรือตู้คอนโทรลเป็นขั้นตอนสำคัญในการควบคุมและกำหนดค่าในระบบไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ตามความต้องการของโครงการงานหรือการใช้งาน มีการออกแบบไว้ดังนี้

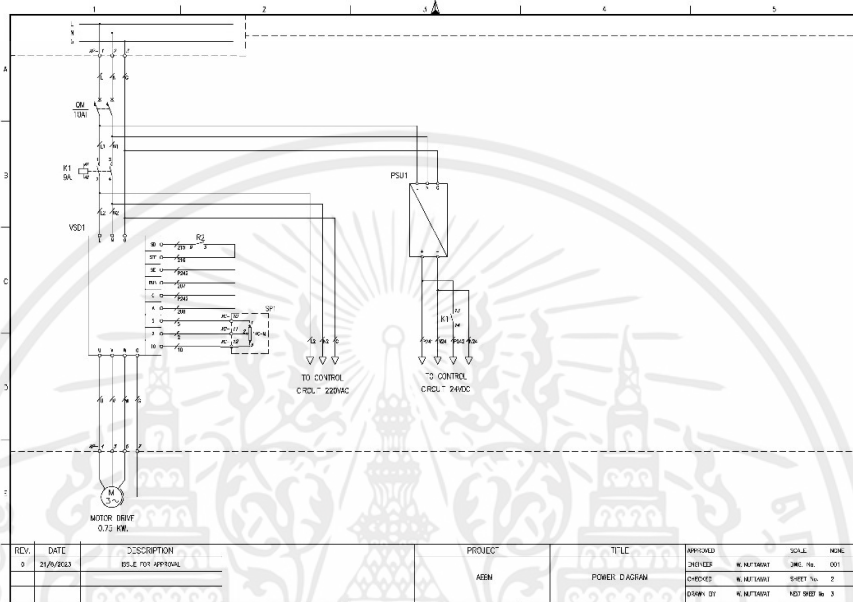
1. ออกแบบโครงสร้างโดยรวมของตู้คอนโทรลมีลักษณะเป็นตู้สี่เหลี่ยมพื้นผ้ามีช่องระบายความร้อนอยู่สองช่อง ด้านหน้ามีช่องสำหรับกุญแจ ตู้มีขนาด 630x50x20 มม.



รูปที่ 3.73 ตู้คอนโทรลแต่ละด้าน [รู]

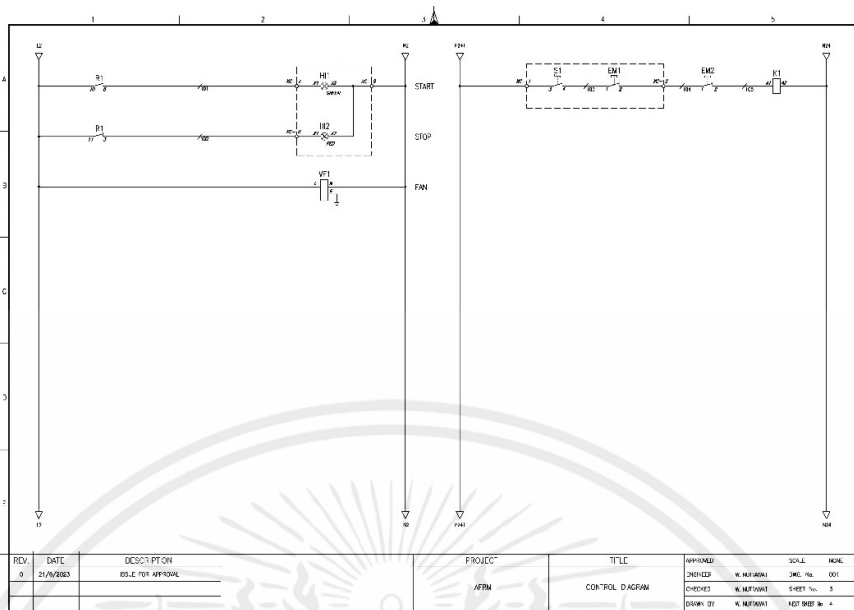
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การออกแบบภาคจ่ายไฟฟ้าภายในตู้โดยจะมีการต่อไฟฟ้ากระแสสลับเข้ามายังภายในตู้ผ่าน QM ที่เป็นพิวส์ขนาด 10 แอมป์ จากนั้นจะผ่านคอยล์ K1 ผ่านเข้า VSD1 ที่เป็นอินเวอร์เตอร์จะแปลงไฟฟ้ากระแสสลับหนึ่งเฟสเป็นไฟฟ้ากระแสสลับสามเฟสเพื่อควบคุมมอเตอร์ จากไฟฟ้ากระแสสลับยังมีการต่อเข้า PSU1 แปลงเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้กับวงจร 24VDC



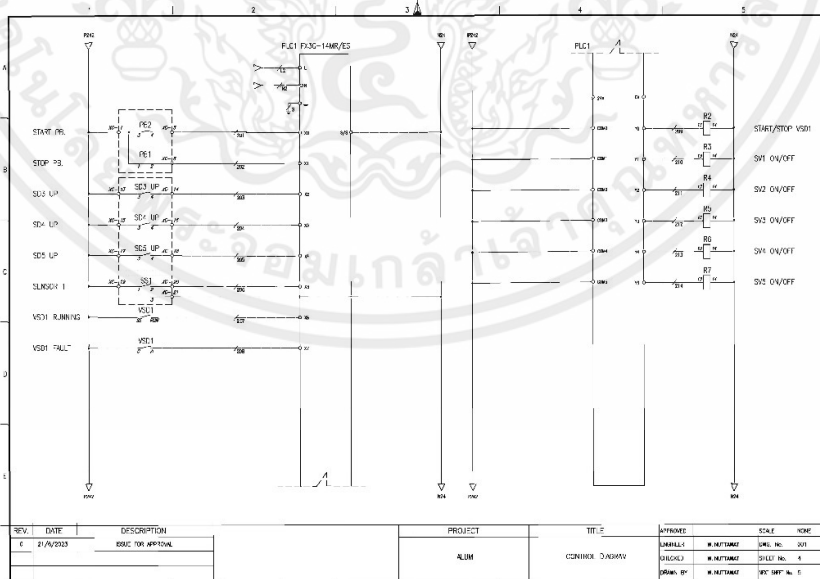
รูปที่ 3.74 การออกแบบภาคจ่ายไฟฟ้าภายในตู้ [รูป]

3. การออกแบบปุ่มควบคุมการทำงานภายในตู้โดยจะมีการต่อไฟฟ้ากระแสสลับเข้ามาภายในจากตัวข้อที่ 2 ไฟฟ้ากระแสสลับจะผ่านรีเลย์จำนวนหนึ่งตัวจากนั้นต่อเข้ากับหลอดไฟสัญญาณ H1 เป็นไฟสัญญาณของปุ่ม START และ H2 เป็นไฟสัญญาณของปุ่ม STOP และต่อไปยัง VF1 ที่เป็นพัดลมระบายความร้อน จากนั้นจะเป็นการต่อไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อนำไปเป็น input กับ PLC

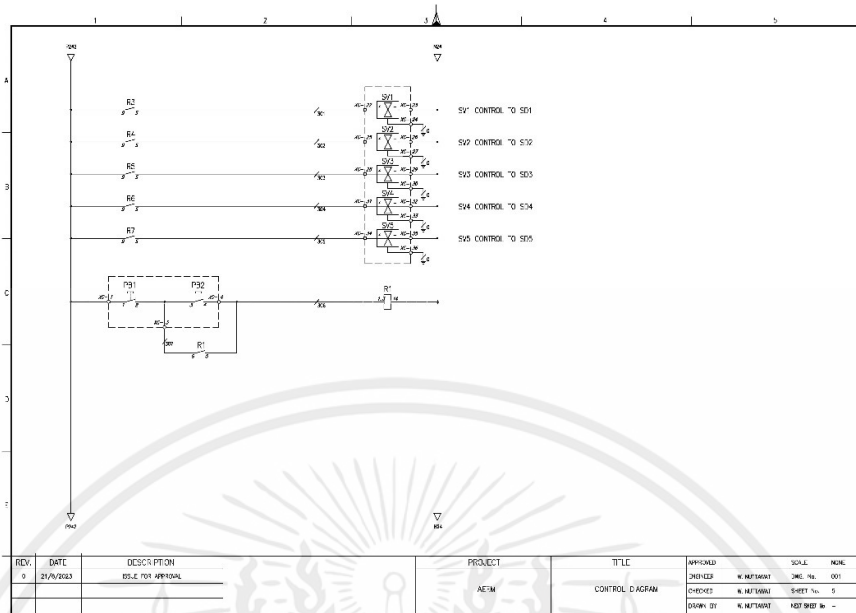


รูปที่ 3.75 การออกแบบปุ่มควบคุมการทำงาน [จ.]

4. การออกแบบภาคการควบคุม PLC โดยจะมีไฟฟ้ากระแสตรง 24VDC เป็นแหล่งจ่ายจาก PSU1 จะมี input คือ START PB คือปุ่มกดเริ่มการทำงาน ต่อเข้า X0 ,STOP PB คือปุ่มกดหยุดการทำงาน ต่อเข้า X1,SD3 UP ถึง SD5 UP เป็นเซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งของกระบอกลูกสูบ ต่อเข้า X2 - X4 ,SENSOR 1 คือเซนเซอร์ตรวจจับตำแหน่งของจิ๊ก ต่อเข้า X5 , VSD1 RUNNING ต่อเข้า X6 VSD1 FAULT ต่อเข้า X7 จะเป็นการรับการทำงานจากอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 3.76 การออกแบบภาคการควบคุม PLC [จ.]



รูปที่ 3.77 การออกแบบภาคการควบคุม PLC โซลินอยด์ [รู]

ภาค output จะผ่านรีเลย์ทั้งหมด R2 – R7 จากนั้นรีเลย์จะเป็นสวิตช์เพื่อให้ SV1 – SV5 ที่เป็นโซลินอยด์วาล์วทำงาน

3.3 การประกอบเครื่องตอกไขอัตโนมัติ

3.3.1 ออกแบบและโครงสร้างหลัก

1. ทำการตัดสแตนเลสตามแบบและเชื่อมประกอบสแตนเลสตามแบบตามแบบตัด stainless steel 304 ขนาด38*38*1.5 ตามขนาด โดยเครื่องตัดไฟเบอร์ และทำการลบคม ก่อนจะนำมาเชื่อมประกอบเป็นโครงสร้างเครื่องตอกไข และใส่ขาตั้งเครื่องจักรเพื่อที่จะสามารถปรับระดับความสูงของเครื่องจักรได้ 25 ซม.

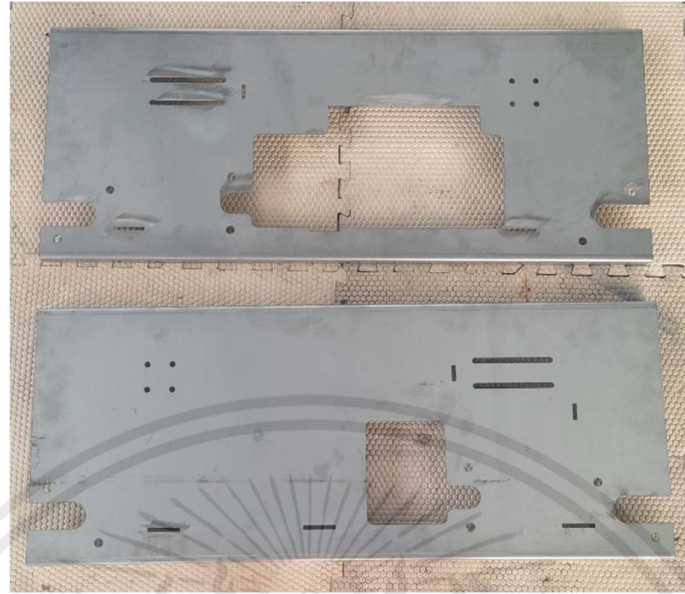


รูปที่ 3.78 โครงเครื่องขนาด 800*1770*800 มม.

2. ใช้ใบขัดสก็อตไบร์ทเซอร์เฟส จะใช้ใบขัดสก็อตไบร์ทเซอร์เฟส ขัดผิวชิ้นงานเพื่อให้ผิวทอสแตนเลสเรียบเนียนไร้รอยต่อ จะทำให้รอยต่อเชื่อมหาย มองไม่เห็น

3. ขั้นตอนที่3 ผ่าขัดและยาขัดฟ้า เป็นขั้นตอนสุดท้าย ขัดเงาชิ้นงาน โดยใช้ลูกขัดผ้าสักหลาดหรือลูกขัดผ้าดิบ ขัดตามรอยเชื่อมรอยต่อ ขัดจนชิ้นงาน สว่างใส ไม่เห็นรอยต่อ รอยเชื่อม เป็นอันจบขั้นตอนของการคัดเงาสแตนเลส

4. ฝาข้างตัวเครื่องทำการตัดเลเซอร์สแตนเลสหนา5มม.และพับตามขนาดแบบ มีขนาดความกว้าง40มม. ยาว1000มม. สูง400มม.



รูปที่ 3.79 ฝาข้างตัวเครื่อง

5. ทำการเชื่อมฐานของตลับลูกปืนสแตนเลส ขนาด32มม. ติดกับฝาข้างเครื่องทั้งสองข้าง เพื่อใส่ตลับลูกปืนสำหรับติดเพลลาขับสายพาน



รูปที่ 3.80 ตลับลูกปืนตักตาสแตนเลส เพลลา 32มม.



รูปที่ 3.81 ฝาโครงข้างตัวเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ทำการเชื่อมเหล็กแผ่นสี่เหลี่ยมขนาด50*50*15 ติดกับบุชลูกปืนและทำการใส่เฟืองสแตนเลสกับเฟืองเบอร์ EUM 2040-21TBSS เข้ากับบุชลูกปืน



รูปที่ 3.82 บุชลูกปืน \varnothing 30มม.



รูปที่ 3.83 เฟืองเบอร์ EUM 2040-21TBSS

7. แกนเพลาสแตนเลส stainless steel 304

- เพลานที่1 ทำการกลึงสแตนเลส ยาวขนาด 835mm. เส้นผ่านศูนย์กลาง \varnothing 32mm.

เจาะร่องลิ้นลึกขนาด4mm. และลิ้นเพล่า 4mm.

- แกนเพลานที่2 ขนาดยาว 962mm. เส้นผ่านศูนย์กลาง \varnothing 32mm. เจาะร่องลิ้นลึกขนาด 4mm.

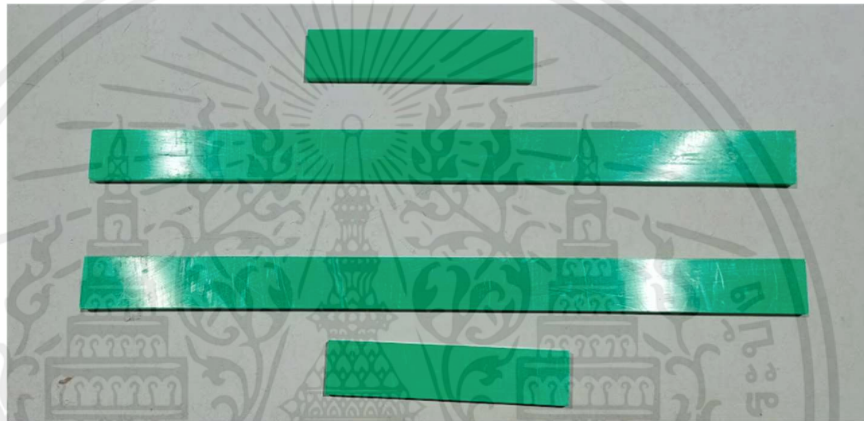
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.84 เพลาหน้า

8. แผ่นพลาสติกโพลีเอทิลีน PE1000

แผ่นพลาสติกโพลีเอทิลีน PE1000 รองโซ่ หรือ UHMW-PE คุณสมบัติ ทนกรด ต่าง และ แอลกอฮอล์ได้ดี ใช้กับอาหารได้ เหมาะกับงานรองโซ่หนัก ไม่มีกลิ่น ไม่มีสารปนเปื้อน เป็น Food Grade โดยตัดแผ่นพลาสติกโพลีเอทิลีน ขนาดกว้าง50mm. ยาว760mm.หนา15mm.

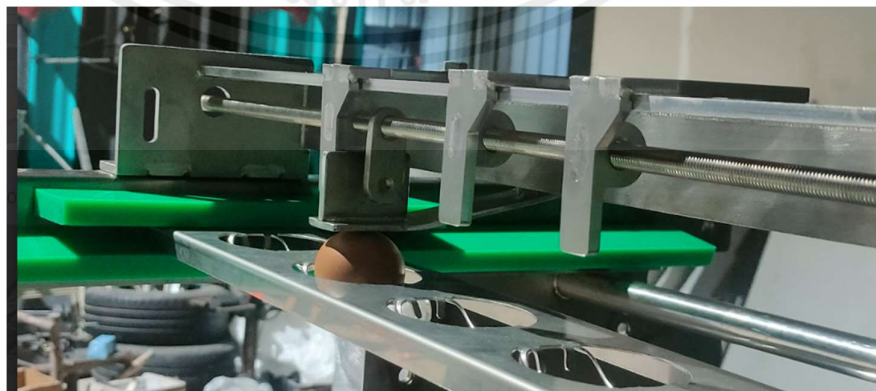


รูปที่ 3.85 PE1000 หรือ UHMW-PE

กััดเซาะร่องแผ่นPE กว้าง18mm. ยาว760 ลึก5mm



รูปที่ 3.86 แผ่นPEรองโซ่



รูปที่ 3.87 ประกอบแผ่นpe

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. ขั้นตอนต่อมาเชื่อมประกอบฝาข้างเข้ากับโครงเครื่องเพื่อความแข็งแรง ประกอบเพลลาและเฟือง เข้าด้วยกัน ตามแบบ



รูปที่ 3.88 โครงเครื่องตอกไข่

10. ทำการตัดสแตนและเชื่อมโครง สำหรับวางรางแยกไข่แดงไข่ขาว 1659*231*338 มม.

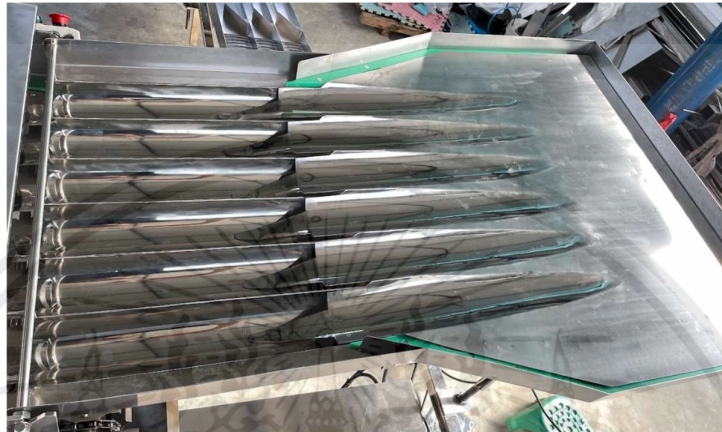


รูปที่ 3.89 โครงวางรางแยกไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ขั้นตอนที่ 2 การทำถาดวางไข่

1. ถาดวางไข่ จะประกอบด้วยถาดสองอันวางซ้อนกัน แบ่งเป็นถาดวางไข่ชั้นที่ 1 และถาดวางไข่ชั้นที่ 2 โดยการทำถาดสไลด์ไข่ชั้นที่ 1 มีความหนาขนาด 2.5mm. ความกว้าง 824mm. ความยาว 890mm. และมีช่องรางสไลด์ไข่ 6 ช่อง ยาว 50mm.



รูปที่ 3.90 ถาดวางไข่

2. ถาดสไลด์ไข่ชั้นที่ 1 ตัดเลเซอร์แผ่นสแตนเลสหนา 1.5mm. ตามแบบ รอเชื่อมประกอบกับช่องรางสไลด์ไข่ทั้ง 6 อัน



รูปที่ 3.91 แผ่นสไลด์ไข่ชั้นที่ 1

3. การทำช่องรางสไลด์ไข่ ตัดท่อสแตนเลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด $\varnothing 100\text{mm}$. ยาว 600mm. หนา 1.5mm. ตัดเป็นท่อนๆ จำนวน 6 อัน ตัดตามแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.92 ตัดท่อสแตนเลส



รูปที่ 3.93 ท่อสแตนเลสยาว600มม.

4. ตัดท่อจากกึ่งกลางท่อ(จุดA)50mm. สไลป์ยาว 600mm.จนถึง (จุดB) ตามแบบจะได้ องศาโลปของช่องรางสไลด์ไซ 4.83องศา จำนวน6อันเท่าๆกัน และทำการเชื่อมช่องรางสไลด์ไซ กับ แผ่นสไลด์ไซอันที่1 แผ่นในชั้นตอนที่2.2 เข้าด้วยกัน ดังนั้นจะได้ถาดสไลด์ไซอันที่1 ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.94 ช่องรางสไลด์ไซอันที่1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.95 ถาดสไลด์ไซอันที่ 1

5. ทำถาดวางไซอันที่ 2 มีไว้สำหรับรองรับถาดที่มีการสไลด์ มีขนาด 1040mm. ยาว 1419mm. หยา 2.5mm.



รูปที่ 3.96 ถาดวางไซอันที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ชั้นตอนที่5 ช่องรางไข้ ตัดท่อสแตนเลสขนาด100mm.ยาว 730mm. หนา2.5 และ ทำ การผ่าครึ่ง 50มม. ดังรูป



รูปที่ 3.97 ช่องรางไข้อันที่ 2



รูปที่ 3.98 ชิ้นส่วนถาดวางไข้อันที่ 2

7. เชื่อมประกอบถาดกับท่อรางไข้เข้าด้วยกันตามแบบ และประกอบถาดวางไข้อันที่1กับถาด อันที่2 เข้าด้วยกัน พร้อมกับติดตั้งคานพลิกไข้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.99 ถาดวางไข่

8. ต่อมาติดตั้งกระบอกลม สำหรับสไลด์ถาดไข่ชุดกระบอกลมประกอบด้วย ข้อเหวี่ยง
กระบอกลม ตัวยึดกระบอกลม



รูปที่ 3.100 ติดตั้งกระบอกลมถาดสไลด์ MDB1B50-30Z-M9BW [ช]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ขั้นตอนที่ 3 ถาดรับเปลือกไข่

พับแผ่นแสตนเลสหนา 2.5 มม. ตามขนาดกว้าง 720 มม. และทำการเชื่อมปิดมุมพับให้สนิทกัน เชื่อมตะขอเกี่ยววางรับเปลือกไข่ให้เหมาะสม



รูปที่ 3.101 ถาดรับเปลือกไข่



รูปที่ 3.102 ติดตั้งถาดรับเปลือกไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 ขั้นตอนที่ 4 รางลำเลียงชิ้นที่ 1

1. รางจะใส่รองรับไขที่ตอกเสร็จ ขั้นตอนการทำโดยตัดเลเซอร์แผ่นสแตนเลส2.5มม ตามแบบขนาด กว้าง 248mm ยาว1100mm. และเชื่อมเข้าด้วยกันจะแบ่งออกเป็นรางสามช่อง



รูปที่ 3.103 รางลำเลียงชิ้นที่ 1



รูปที่ 3.104 ถาดรองไขตอกขนาดกว้าง205 ยาว185 ขนาดกว้าง205 ยาว 93

2. เชื่อมชิ้นส่วนประกอบเข้าด้วยกันตามแบบ



รูปที่ 3.105 แบบชิ้นส่วนรางลำเลียงชิ้นที่ 1

3. รางลำเลียงไขส่วนที่1 จะถูกปรับปรุงรางรับไขเพื่อให้มีความสมบูรณ์มากขึ้น มีดังนี้



รูปที่ 3.106 รางลำเลียงไขส่วนที่ 1

4. เนื่องจากรางรับไขมีความสูงมากเกินไปทำให้ไขที่ตกลงมา ถูกกระทบกับรางแตกดังนั้นจึงปรับปรุงรางลำเลียงไขส่วนที่1นี้ ให้ต่ำลงจากรางถาด



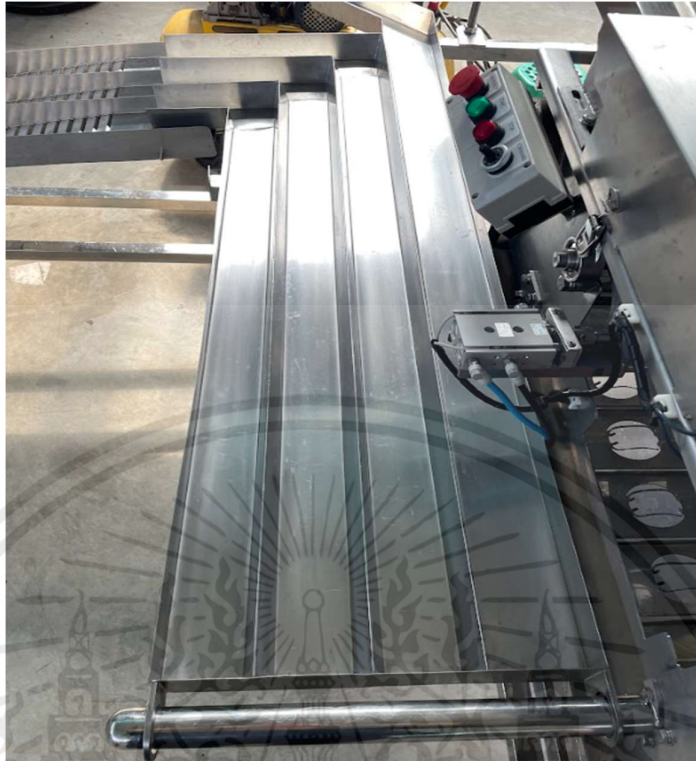
รูปที่ 3.107 รางลำเลียงไขส่วนที่ 1 ที่ถูกปรับปรุง

3.3.5 ขั้นตอนที่ 5 รางลำเลียงไขส่วนที่2

รางลำเลียงไขส่วนที่2 จะรองรับไขที่ตอกมาต่อจากรางลำเลียงไขส่วนที่1 และส่งไขต่อไปรางแยกไข่แดงไข่ขาว หรือ รางแยกไขรวม โดยมี4ช่องราง ช่องรางที่1-3รางไขและช่องรางที่4เป็นช่องรางแยกไข่เสีย ทำการ เชื่อม ตัดพับสแตนเลส ตามแบบ มีความยาว 1790มม กว้าง417มม ถาดมีความลึก60มม คานแขวนรางลำเลียงไขส่วนที่2 มีความยาว500มม.



รูปที่ 3.108 รางลำเลียงไขส่วนที่2



รูปที่ 3.109 ติดตั้งชิ้นส่วนรางลำเลียงไข่อีกส่วนที่ 2

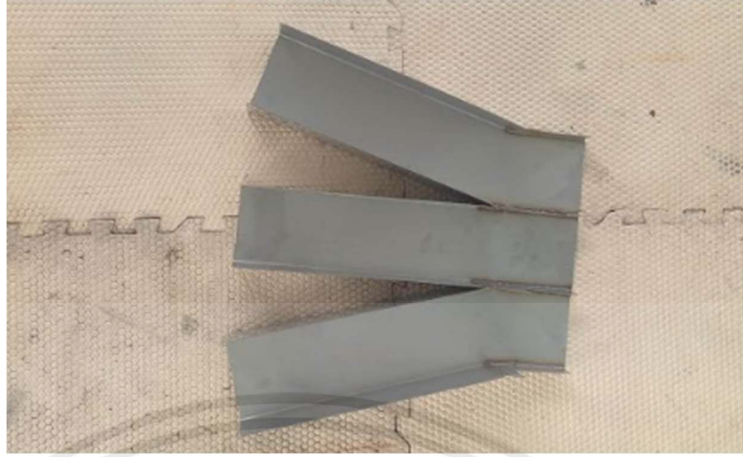
3.3.6 ขั้นตอนที่ 6 รางแยกไขแดงไขขาว

1. รางแยกไขอันที่ 1 หรือ รางแยกไขแดงไขขาว ยาว1550mm กว้าง345mm. มีปลายแยก3 ทาง รางมีความลึก 60mm. แขนงออกเป็นช่องรางสามช่อง รางแยกไขแดงไขขาว, เชื่อมประกอบเข้ากับ ชิ้นส่วนรางแยกไข รางแยกไขมีขนาด1480mm กว้าง 347mm รางลึก60mm



รูปที่ 3.110 ชิ้นส่วนประกอบรางแยกไขแดงไขขาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



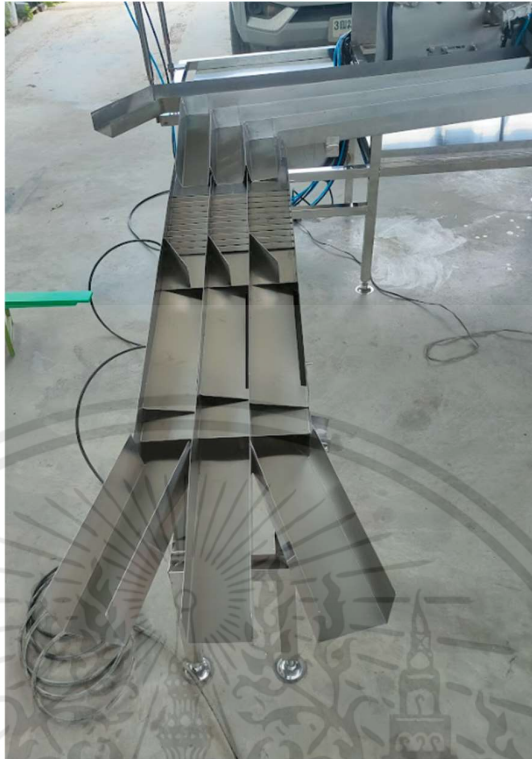
รูปที่ 3.111 ปลายรางแยกไข่

2. เชื่อมชิ้นส่วนตามแบบ มีขนาด10อันทำเป็นเป็นซี่ๆ เพื่อให้ไข่ขาวหลุดหล่นลงไป มีขนาดยาว103 กว้าง30 พับมุม132องศา



รูปที่ 3.112 รางแยกไข่อันที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.113 ตัดตั้งรางแยกไซอันที่ 1



รูปที่ 3.114 ถาดแยกไซอันที่ 2 ไซรวม

3. รางรองรับไซขาว เชื่อมประกอบรางรับไซขาวจามขนาด



รูปที่ 3.115 รางรองรับไซขาว

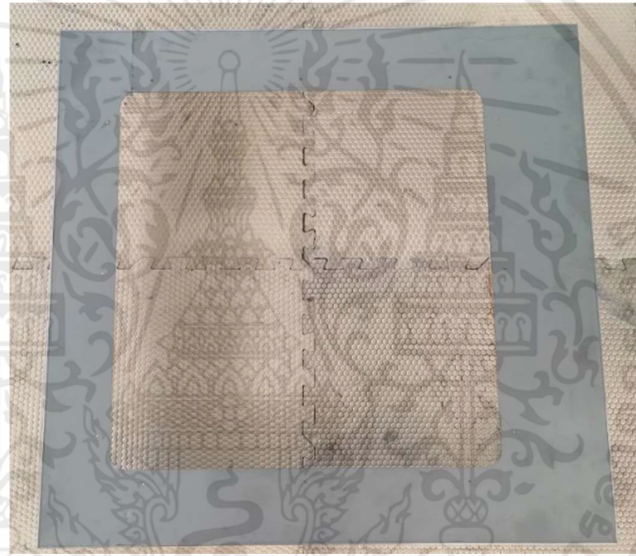
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



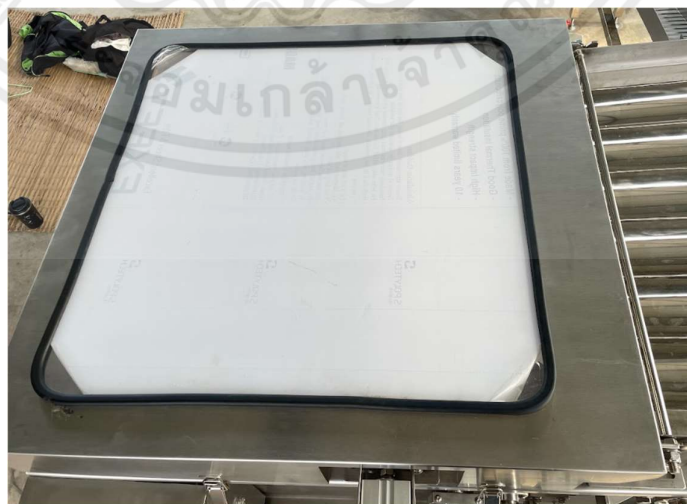
รูปที่ 3.116 ชิ้นส่วนรางรองรับไซขาว

3.3.7 ชั้นตอนที่ 7 ฝาครอบเครื่อง

ตัดพับตามขนาด โดยตัดเลเซอร์ พับเป็นมุมฉากจากนั้นทำการเชื่อมปิดมุม



รูปที่ 3.117 ฝาครอบเครื่อง



รูปที่ 3.118 ฝาครอบเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.8 ขั้นตอนที่ 8 ถาดรองใต้เครื่อง

ตัดพับเครื่อง กว้าง722มม. ยาว1000มม. หนา2.5มม.



รูปที่ 3.119 ถาดรองใต้เครื่อง

3.3.9 ขั้นตอนที่ 9 ชุดตอกไข่



รูปที่ 3.120 ชุดตอกไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วนประกอบชุดตอกไข่ ประกอบด้วยก้านตอกยาว 1000mm.



รูปที่ 3.121 ก้านชุดตอกไข่



รูปที่ 3.122 ก้านชุดตอกไข่

2. เชื่อมประกอบ ก้านตอกไข่ส่วนที่1 กับแกนเพลลาขนาด \varnothing 16mmระยะห่าง94mm.

3. เชื่อมประกอบ ก้านตอกไข่ส่วนที่2 กับแกนเพลลาขนาด \varnothing 16mmระยะห่าง94mm



รูปที่ 3.123 ก้านเพลลา \varnothing 16mm

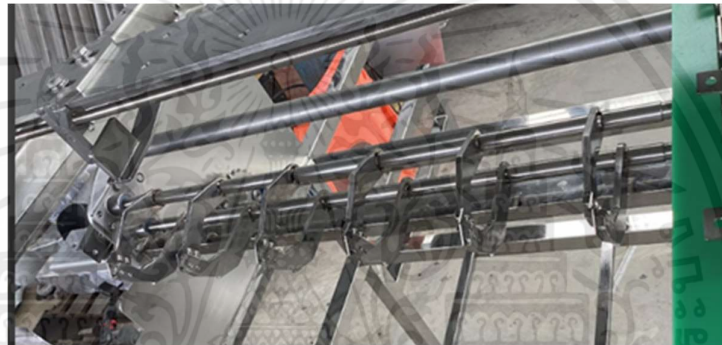


รูปที่ 3.124 ก้านตอกไข่ส่วนที่ 1



รูปที่ 3.125 ก้านตอกไข่ส่วนที่ 2

4. ประกอบก้านตอกไข่เข้าด้วยกัน



รูปที่ 3.126 ชุดตอกไข่

5. เชื่อมประกอบถาดรองไข่ตรงก้านตอก



รูปที่ 3.127 ถาดรองไข่ก้านตอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.128 เชื่อมถาดรองไข

6. ติดตั้งกระบอกลม สำหรับการฉีกไข ทั้งสองฝั่ง



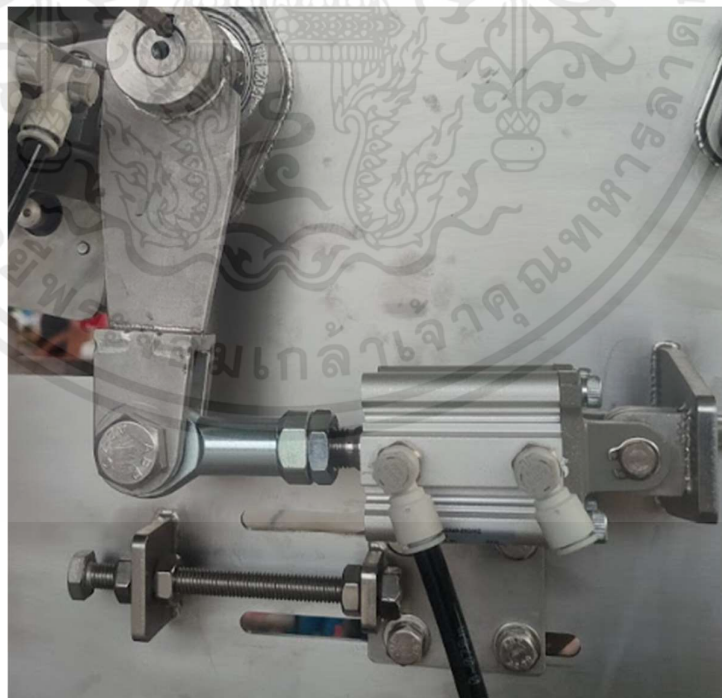
รูปที่ 3.129 กระบอกลม CDQMB32-10-M9B [ค]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.130 ติดตั้งกระบอกลมกับก้านกระบอกลำหรับยึดกับก้านเพลา

7. ติดตั้งอุปกรณ์แมคคานิกส์การตอกไข่



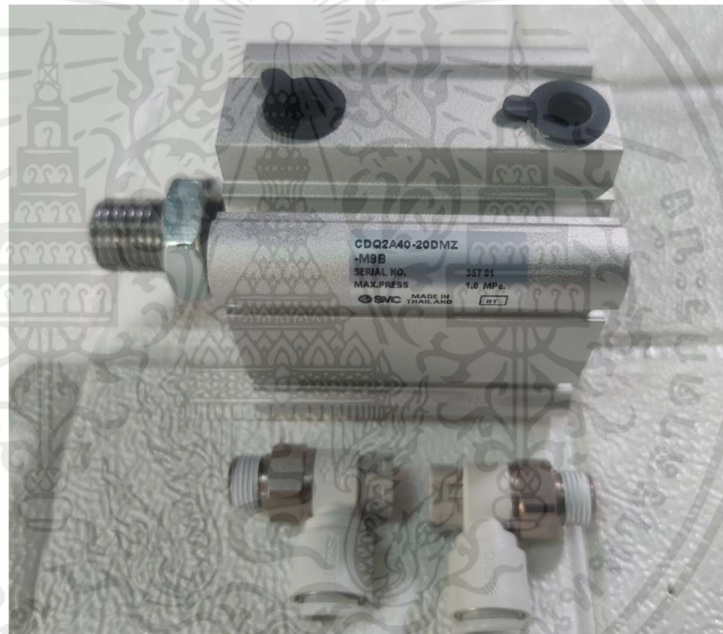
รูปที่ 3.131 ชุดแมคคานิกส์การตอกไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. ส่วนประกอบชุดการต่อไข ประกอบด้ว้ก้านแมคคานิกส์กระบอกลมตัวยึดกระบอ



รูปที่ 3.132 แมคคานิกส์การต่อไข



รูปที่ 3.133 กระบอกสูบ CXSM25-20-Y7BW [ง]

9. ติดตั้งใบมีดมีขนาดกว้าง15 สูง 30 หนา1.5มม. มุม38องศา



รูปที่ 3.137 ใบมีด

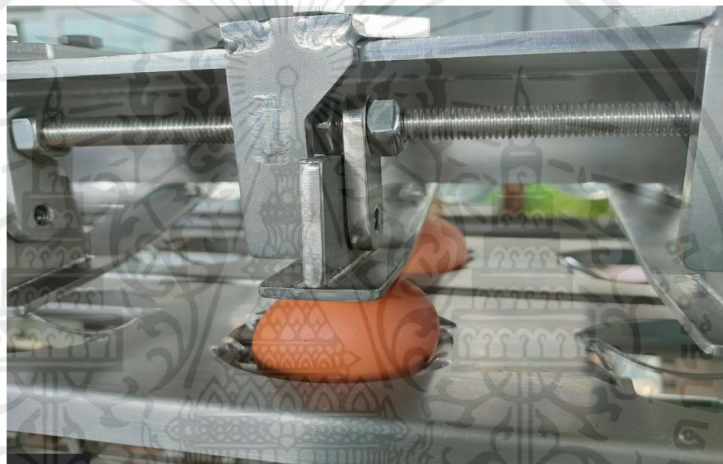
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.10 ชุดกดไข่

โปกดไข่ขนาด 158มม.กว้าง30มม. หนา5มม. มีมุมพับ170องศา มีจำนวน6ชุดและปรับระยะห่างแต่ละตัวกดไข่ให้ตรงกับรางตอกไข่



รูปที่ 3.135 ชุดกดไข่



รูปที่ 3.136 ชุดกดไข่



รูปที่ 3.137 กระบอกสูบ CDQMB32-10-M9B [ข]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.138 ชิ้นส่วน



รูปที่ 3.139 ชิ้นส่วนฐานก้านกดไข



รูปที่ 3.140 คานหลัก



รูปที่ 3.141 แท่งยางยางโฟลีสูรีเทน ขนาด \varnothing 25mm ยาว25mm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



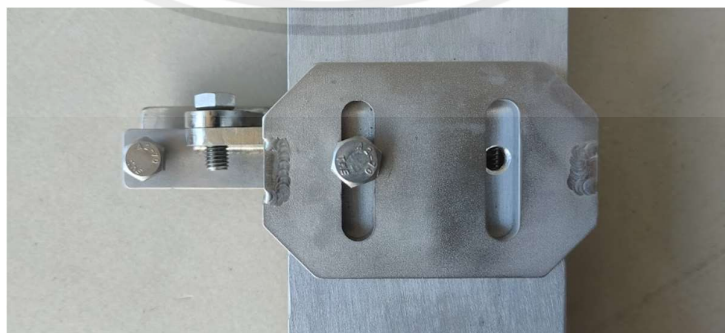
รูปที่ 3.142 ชั้นส่วนตัวกดไข่



รูปที่ 3.143 ตัวกดไข่จำนวน6ชุด



รูปที่ 3.144 ประกอบก้านกดไข่



รูปที่ 3.145 ประกอบชุดกดไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.146 ชุดกดไข่ประกอบเสร็จ

3.3.11 คานกั้นไข่



รูปที่ 3.147 คานกั้นไข่

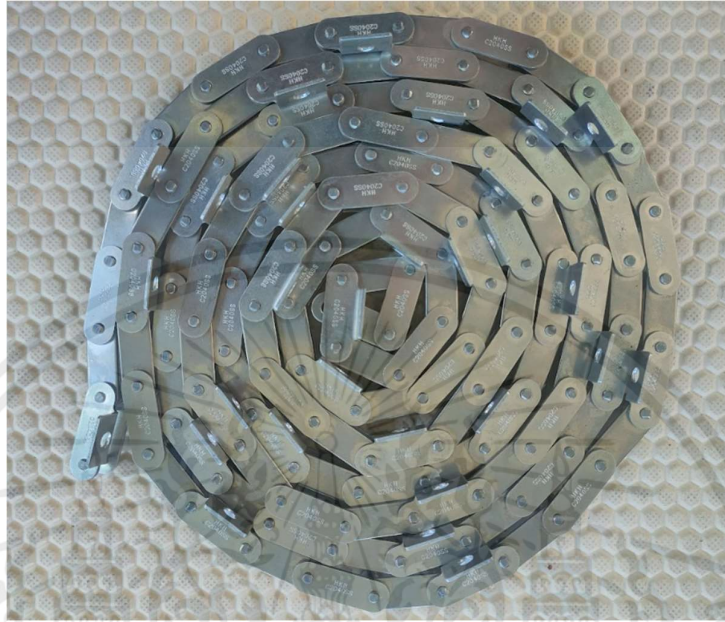


รูปที่ 3.148 เหล็กØ10mm. ยาว775mm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.12 โซ่ลำเลียงสแตนเลสติดปีก

โดยใส่ปีกโซ่หนึ่งอันต่อข้อโซ่ และเจาะขยายรูน็อตM5และทำการประกอบเข้ากับรางจิกไข่



รูปที่ 3.149 โซ่เบอร์2040



รูปที่ 3.150 เจาะรูสำหรับการยึด รางไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.151 ทดลองประกอบไซ้

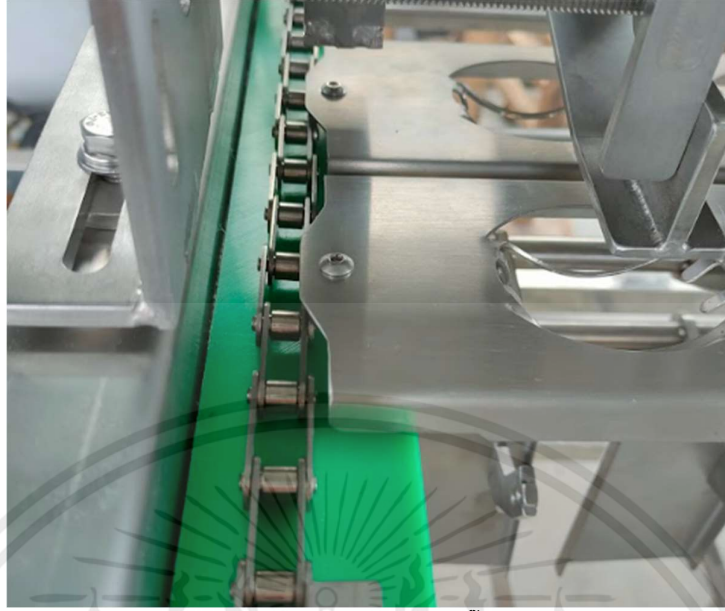
3.3.13 ชุดสายพานรางไซ้

1. จีกรางไซ้ ยาว 670mm. ระยะห่างช่องละ 102mm. ความกว้างของหลุมจีกราง $\varnothing 30$ mm ลึก 16.5mm ประกอบเข้ากับไซ้ จำนวน 23 ชั้น



รูปที่ 3.152 จีกรางไซ้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.153 ยึดสายพานกับโซ่ จิก23ราง

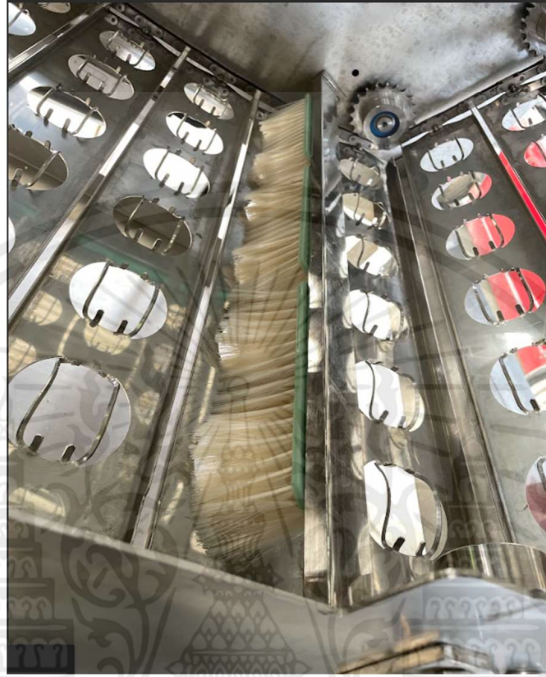


รูปที่ 3.154 ประกอบชุดสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.14 ติดตั้งแปลงปิดเศษเปลือกไข่ไก่

ติดตั้งแปลงปิดเศษเปลือกไข่ไก่ ข้างในโครงเครื่อง มีขนาดยาว1000มม.



รูปที่ 3.155 แปลงปิดเศษเปลือกไข่ไก่

3.3.15 ประกอบตู้ควบคุม

การประกอบตู้คอนโทรลเป็นขั้นตอนสำคัญในการควบคุมและกำหนดค่าในระบบไฟฟ้าหรืออิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ ตามความต้องการของโครงการหรือการใช้งาน

การประกอบโครงสร้างโดยรวมของตู้คอนโทรลมีลักษณะเป็นตู้สี่เหลี่ยมพื้นผ้ามีช่องระบายความร้อนอยู่สองช่อง ด้านหน้ามีช่องสำหรับกุญแจ ตู้มีขนาด 630x50x20 มม.



รูปที่ 3.156 ตู้คอนโทรลแต่ละด้าน

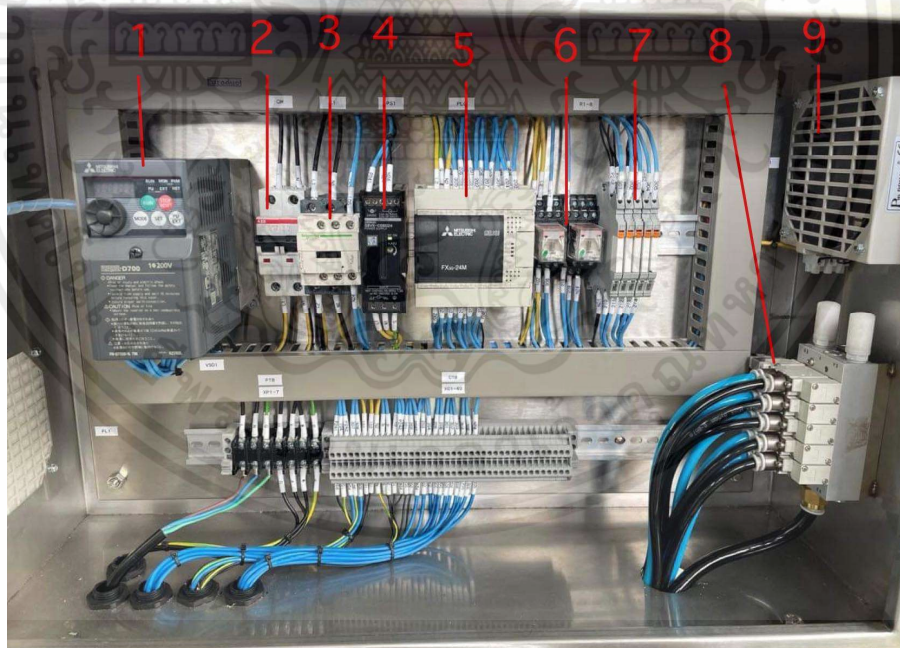


รูปที่ 3.157 ตู้คอนโทรลแต่ละด้าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.158 การติดตั้ง Photoelectric Sensor E3Z-T81 2M [ฉ]



รูปที่ 3.159 อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในตู้ควบคุมจากรูปที่ 3.159 มีดังนี้

1. Inverter (FREQROL FR-D720-0.75K) [ฉ]

มีหน้าที่แปลงกระแสไฟฟ้าตรงไปเป็นกระแสไฟฟ้าสลับหรือแปลงแรงดันไฟฟ้าตรงไปเป็นแรงดันไฟฟ้าสลับ โดยทำการแปลงไฟฟ้ากระแสสลับจาก 1 เฟส เป็น 3 เฟส และการเปลี่ยนแปลงความถี่จาก 60Hz เป็น 20Hz เพื่อควบคุมมอเตอร์ 3 เฟสที่ได้ออกแบบไว้

2. circuit breaker

ในที่นี้ทำหน้าที่เพื่อป้องกันอุปกรณ์และวงจรจากกระแสไฟฟ้าที่เกินไป หรือจากสัญญาณกระแสสั้นที่อาจเกิดขึ้นสามารถทนกระแสได้สูงสุด 10A

3. คอยล์คอนแทกเตอร์

ในที่นี้ทำหน้าที่ควบคุมการเปิดหรือปิดวงจรไฟฟ้า โดยใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อสร้างแรงดันไฟฟ้าแม่เหล็กในคอยล์ภายในอุปกรณ์ ทนกระแสได้สูงสุด 10A

4. Power Supply (Omron Switch Mode Power Supply s8vk-c06024) [ฎ]

ทำหน้าที่ให้พลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์หรือระบบไฟฟ้าต่าง ๆ ในรูปแบบที่เหมาะสมสำหรับการทำงานของอุปกรณ์เหล่านั้น ทำหน้าที่แปลงไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง 24VDC จ่ายกระแสได้สูงสุด 2.5A

5. PLC (MITSUBISHI fx3g 14mr/es) [ช]

เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ

6. รีเลย์กระแสสลับ

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบไฟฟ้าเพื่อเปิดหรือปิดวงจรไฟฟ้าได้โดยการควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ไหลผ่านรีเลย์

7. รีเลย์กระแสตรง 24VDC

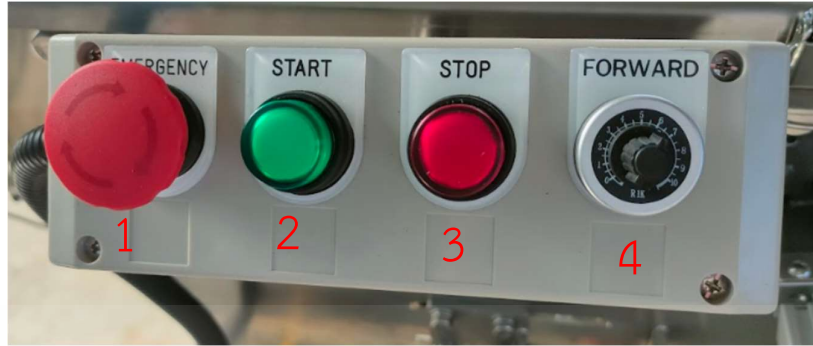
ทำหน้าที่เปิดหรือปิดวงจรไฟฟ้าได้โดยการควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ไหลผ่านรีเลย์เพื่อสั่งการเปิดหรือปิดรีเลย์ รีเลย์กระแสตรงทำงานกับกระแสไฟฟ้าตรงมีทิศทางการไหลคงที่

8. โซลินอยด์วาล์วลม (SY5120-5LZ-C8) [ช]

ทำหน้าที่เปิดปิดวาล์วลมภายในห้องโดยใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 24VDC เป็นการสลับห้องลมและกลับด้วยสปริง

9. พัดลมระบายความร้อนสำหรับตู้ไฟฟ้า

ทำหน้าที่ในการระบายความร้อนและควบคุมอุณหภูมิภายในตู้เพื่อรักษาสภาพแวดล้อมที่เหมาะสมสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ภายในตู้ควบคุม



รูปที่ 3.161 ปุ่มควบคุมการทำงาน

ปุ่มควบคุมการทำงานจากรูปที่ 3.161 มีดังนี้

1. ปุ่ม emergency

ปุ่มที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉินหรือสถานการณ์ฉุกเฉินในการยกเลิกหรือยกเลิกการทำงานปกติของระบบหรืออุปกรณ์อันเกี่ยวข้องทั้งหมด

2. ปุ่ม START

เป็นปุ่มที่ใช้เริ่มการทำงานหรือเปิดอุปกรณ์หรือระบบต่าง ๆ โดยรวม

3. ปุ่ม STOP

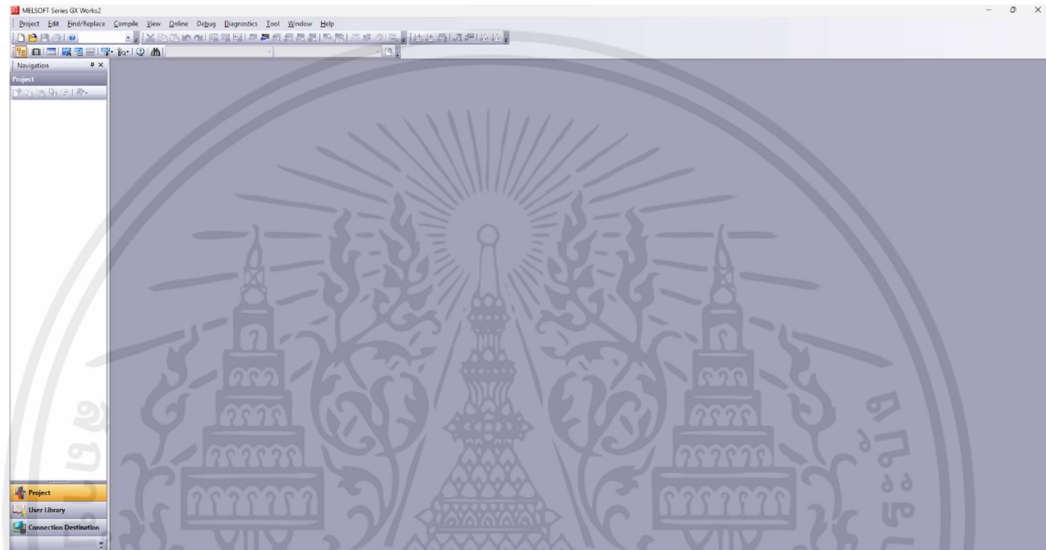
เป็นปุ่มที่ใช้ในการหยุดหรือยกเลิกการทำงานของอุปกรณ์หรือระบบต่าง ๆ โดยรวม

4. ปุ่มปรับหมุน FORWARD

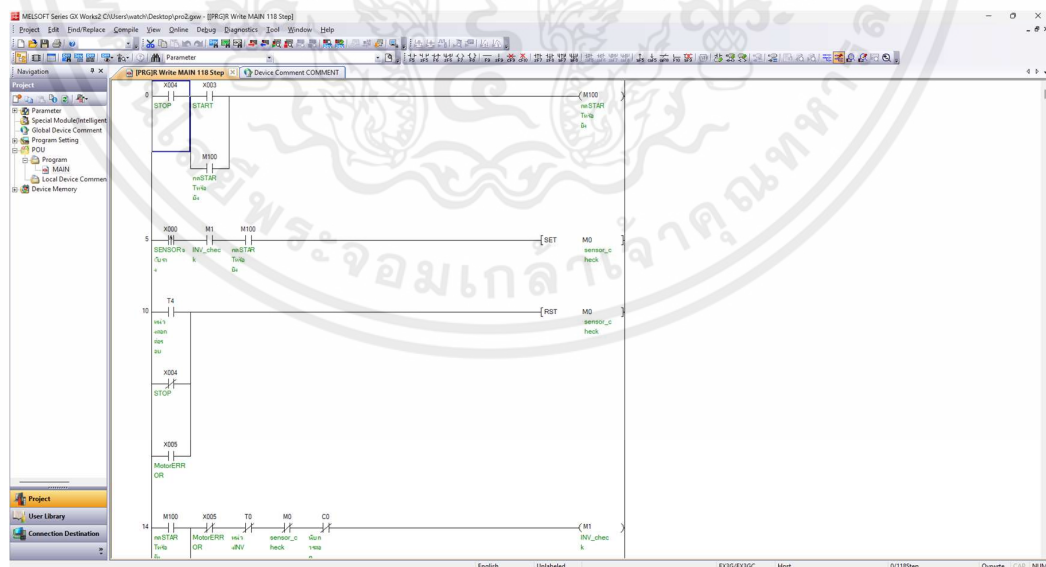
เป็นปุ่มปรับความเร็วการทำงานของเครื่องให้มีความเร็วในการต่อไข่มากขึ้น

3.4 เขียนโปรแกรมการทำงานของเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ

ในการเขียนโปรแกรมการทำงานของเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ จะใช้ GX Works2 เป็นซอฟต์แวร์การโปรแกรมและการควบคุมระบบของ Mitsubishi Electric ที่ใช้ในการโปรแกรมและควบคุมตัวควบคุมโปรแกรมระบบควบคุมลอจิก (PLC) ของ Mitsubishi Electric. โปรแกรมนี้มีหลายรุ่นและรูปแบบ และมีคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ช่วยในการพัฒนาและควบคุมระบบอุตสาหกรรมหรือการติดตามข้อมูลและกระบวนการในส่วนต่าง ๆ ของโรงงานหรือเอกสาร

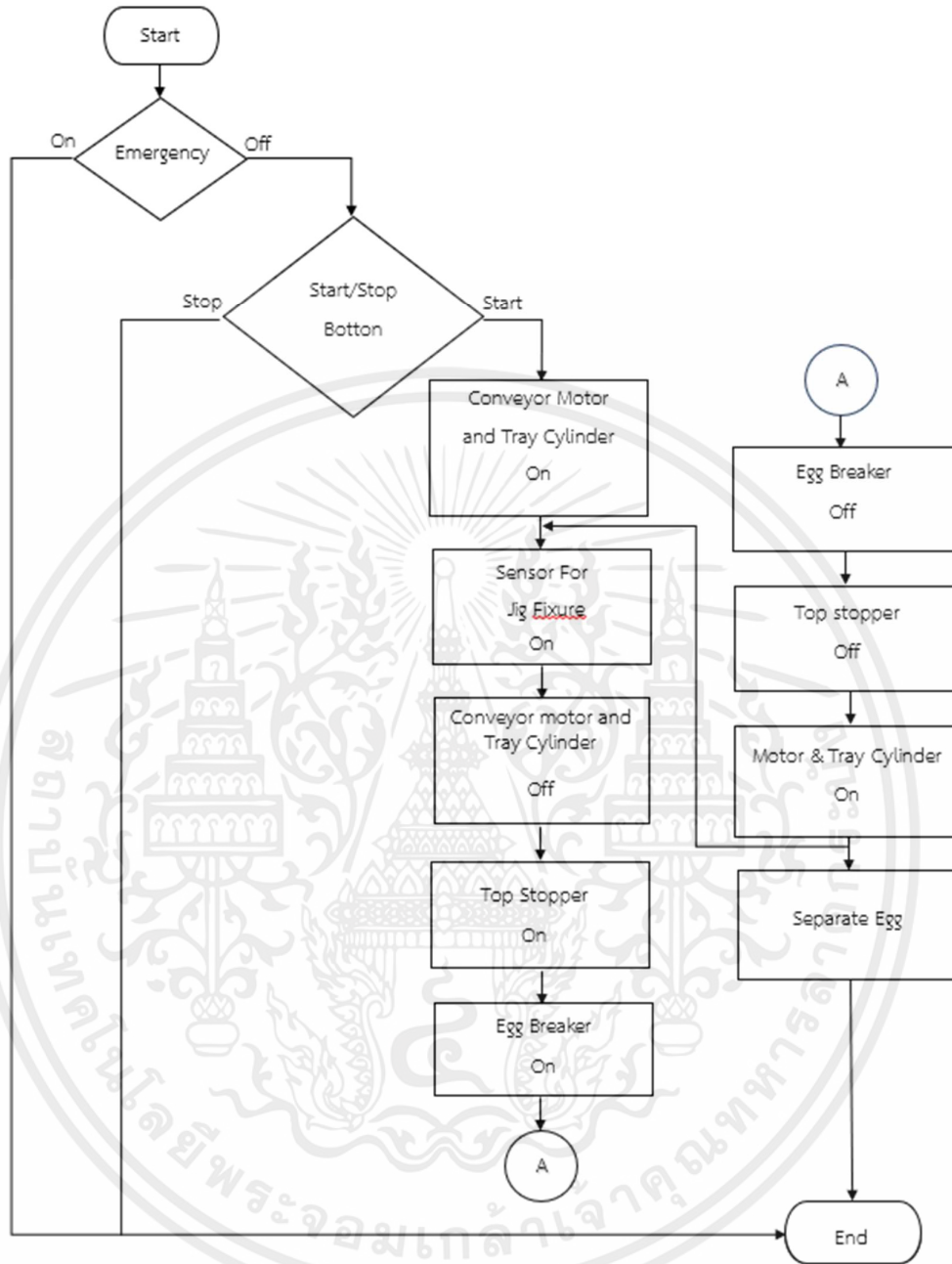


รูปที่ 3.163 หน้าโปรแกรม gx work 2



รูปที่ 3.164 ตัวอย่างการเขียน ladder ในโปรแกรม gx work 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

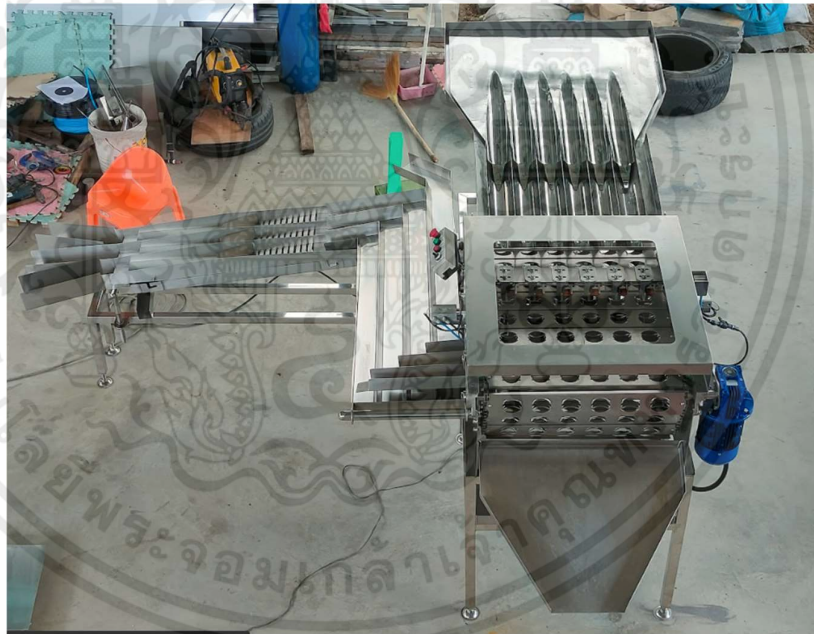


รูปที่ 3.165 flowchart การทำงานของเครื่องตอกไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.166 เครื่องตอกไข่อัตโนมัติเสร็จสมบูรณ์พร้อมทดสอบ 1



รูปที่ 3.167 เครื่องตอกไข่อัตโนมัติเสร็จสมบูรณ์พร้อมทดสอบ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและอภิปรายผลการทดสอบ

4.1 กล่าวนำ

การทดสอบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ หลังจากนำไปติดตั้งก็เป็นการทดสอบการทำงานของเครื่องทุกฟังก์ชันตามทฤษฎีที่ได้ศึกษาและการออกแบบว่าสามารถทำงานได้หรือไม่มีข้อผิดพลาดและวิธีการแก้ไขอย่างไร และทดสอบความสมบูรณ์ของไขไก่หลังจากการตอก

4.2 หัวข้อการทดสอบฟังก์ชันการทำงานของเครื่อง

4.2.1 ถาดใส่ไข่

ทดสอบการเคลื่อนที่ของไข่ ความเอียงของพื้นที่ทำให้ไข่เริ่มต้นกลิ้งได้ เมื่อพื้นที่เอียงแรงโน้มถ่วงจะดึงไข่ให้ตกลงมาตามแนวตั้งเมื่อมีความเอียงมากขึ้นแรงโน้มถ่วงจะดึงไข่ให้ตกลงมาตามแนวตั้งมากขึ้นทำให้กลิ้งไปข้างหน้ามากขึ้น รับไข่และปล่อยไข่ไหลลงสู่รางตอกไข่ โดยอ้างอิงทฤษฎีจากหัวข้อที่ 2.1 และการออกแบบตามหัวข้อที่ 3.2.2

4.2.2 ก้านเรียงไข่

การเรียงไข่ในแนวนอนกั้นไข่และกดให้ไข่ให้อยู่ในแนวนอน เมื่อไข่เคลื่อนที่มาด้วยรูปร่างอิสระจะชนเข้ากับคานที่ได้ตั้งระดับความสูงไว้ ไข่จะถูกบังคับให้เคลื่อนตัวผ่านคาน ทำให้ไข่เปลี่ยนรูปในการวางเป็นแนวนอนเพื่อให้สามารถเคลื่อนที่ผ่านคานไปได้ โดยอ้างอิงทฤษฎีจากหัวข้อที่ 2.2 และการออกแบบตามหัวข้อที่ 3.2.3

4.2.3 การกดไข่

การจับไข่ให้อยู่นิ่งก่อนทำการตอกหรือกดไข่ให้อยู่นิ่งระหว่างตอกไข่ การใช้กระบอกลูกสูบดันทำให้ก้านนั้นไม่ขยับตามแรงที่กระบอกลูกสูบกดอยู่ แรงกดที่ใช้ในการจับไข่ให้อยู่นิ่งก่อนทำการตอกไข่ต้องมากกว่าแรงที่ใช้ในการตอกไข่ เพื่อป้องกันไม่ให้ไข่ขยับขึ้นตามมีดตอก โดยอ้างอิงทฤษฎีจากหัวข้อที่ 2.3.2 และการออกแบบตามหัวข้อที่ 3.2.8

4.2.4 การตอกไข่

ตอกไข่ได้ครบทุกใบโดยใช้วิธีตอกไข่จากด้านล่าง โดยจะใช้กระบอกลูกสูบเป็นตัวส่งแรงไปยังแกนหมุนที่ติดกับตัวตอกเพื่อยกตัวตอกขึ้นไปกระทบกับไขไก่ที่ถูกกดจนอยู่นิ่ง โดยอ้างอิงทฤษฎีจากหัวข้อที่ 2.3.3 และการออกแบบตามหัวข้อที่ 3.2.7

4.2.5 คุณภาพไข่

ไข่แดงไม่เสียหายหรือเสียหายจำนวนน้อย โดยดูความสมบูรณ์ของไข่แดง

4.2.6 การแยกไข่

แยกไข่แดงและไข่ขาวได้โดยการแยกไข่แดงไข่ขาวของไข่ไก่ อาศัยความแตกต่างของคุณสมบัติทางกายภาพระหว่างไข่แดงและไข่ขาวเป็นหลัก เช่น การแยกไข่ด้วยเปลือกไข่อาศัยหลักการที่ว่าไข่ขาวมีความหนืดน้อยกว่าไข่แดง ทำให้ไข่ขาวไหลผ่านรูเปลือกไข่ได้ แต่ไข่แดงจะติดอยู่ในเปลือกไข่หรืออาศัยหลักการที่ว่าไข่แดงมีน้ำหนักมากกว่าไข่ขาว ทำให้ไข่แดงจมลงด้านล่าง โดยอ้างอิงทฤษฎีจากหัวข้อที่ 2.4 และการออกแบบตามหัวข้อที่ 3.2.10

4.2.7 เศษเปลือกไข่

เศษเปลือกไข่ที่หลงเหลือในกระบวนการหรือการจัดการเศษเปลือกไข่หลงเหลือในกระบวนการ

4.2.8 แพลงทำความสะอาด

สามารถจัดการเปลือกไข่ได้ การจัดการเศษเปลือกไข่หลงเหลือในกระบวนการ



รูปที่ 4.1 เครื่องตอกไข่อัตโนมัติที่พร้อมทดสอบ



รูปที่ 4.2 การทดสอบฟังก์ชันกดใส่ไข่และก้านเรียงไข่



รูปที่ 4.3 การทดสอบฟังก์ชันการกดไข่และการตอกไข่



รูปที่ 4.4 การทดสอบคุณภาพไข่หลังจากการตอก

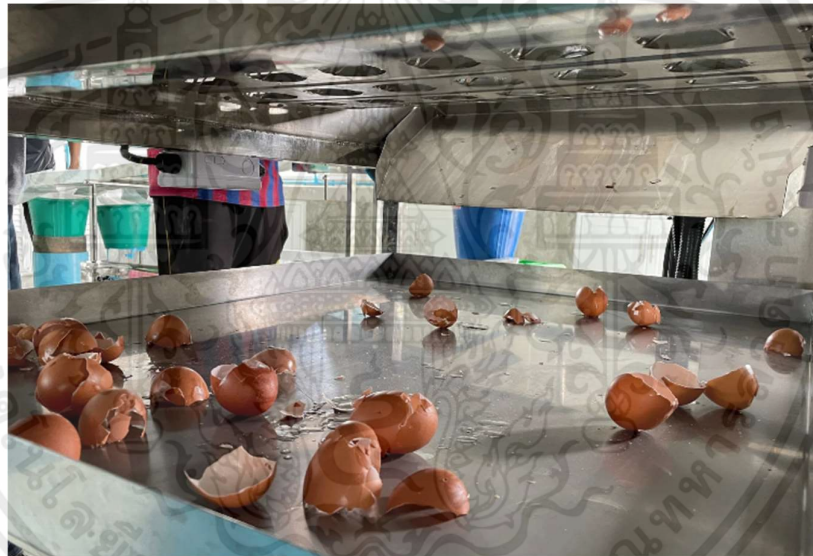


รูปที่ 4.5 การทดสอบฟังก์ชันการแยกไข่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 การวัดปริมาณเปลือกไข่ในกระบวนการ



รูปที่ 4.7 การทดสอบฟังก์ชันการแปลงทำความสะอาด

4.3 ผลการทดสอบเครื่องตอกไข่อัตโนมัติ

หลังจากนำเครื่องมาติดตั้งจะมีการทดสอบการทำงานของเครื่องตอกไข่อัตโนมัติดังหัวข้อที่ 4.2 โดยจะมีการทดสอบอยู่ 2 แบบ ทดสอบทีละ 2 ช่อง ช่องละ 20 ฟอง และ ทดสอบทุกช่อง 100 ฟอง จากนั้นจะเก็บผลทดสอบดังตารางที่ 4.1 ,4.2 ,4.3

ตารางที่ 4.1 ทดสอบฟังก์ชันการทำงาน

ทดสอบครั้งที่	จำนวนไข่	ผิดพลาด	ผลลัพธ์	ข้อผิดพลาดหรือข้อแก้ไข
1. ถาดใส่ไข่	120	-2.5%	สามารถทำงานได้	-
2. ก้านเรียงไข่	120	-1.67%	สามารถทำงานได้	-
3. การกดไข่	120	-2.5%	สามารถทำงานได้	-
4. การตอกไข่	120	-2.5%	สามารถทำงานได้	-
5. การแยกไข่	120	- 0.83%	สามารถทำงานได้	-
6. เศษเปลือกไข่	120	-	-	≈ 50g
7. แปลงทำความสะอาด	120	-	สามารถทำงานได้	-

จากตารางที่ 4.1 ทดสอบฟังก์ชันการทำงานจะเห็นได้ว่าการทดสอบการทำงานฟังก์ชันต่างๆ ของนั้นสามารถทำงานได้ตามทฤษฎีและการออกแบบตามที่ออกแบบไว้ มีข้อผิดพลาดแต่ยังสามารถปรับในส่วนของเมคคานิกส์เพื่อให้การทำงานนั้นเข้าใกล้ 100% ได้มากที่สุด

โดยการทดสอบแต่ละครั้งมีการปรับเปลี่ยน แก้ไขในส่วนของรางรับไข่เพื่อให้คุณภาพของไข่ที่ถูกตอกออกมา มีความสมบูรณ์

4.3.1 ทดสอบครั้งที่ 1 ของรางรับไข่แบบที่ 1 มีความเร็วและความสูงที่ไข่ตกมามีมาก จากการทดสอบไข่อาจจะเกิดความเสียหายได้ง่าย



รูปที่ 4.8 รางรับไข่แบบที่ 1 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 1

4.3.2 ทดสอบครั้งที่ 2 ของรางรับไข่แบบที่ 2 ได้ทำการเพิ่มความโค้งให้กับถาด เพื่อลดความเร็วของไข่ลง



รูปที่ 4.9 รางรับไข่แบบที่ 2 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 2

4.3.3 ทดสอบครั้งที่ 3 ของรางรับไข่แบบที่ 3 เพิ่มความโค้งของส่วนรับและลบมุมที่แหลมคมตามจุดมุมต่างๆ



รูปที่ 4.10 รางรับไข่แบบที่ 3 ที่ใช้ในการทดสอบครั้งที่ 3

ตารางที่ 4.2 คุณภาพไข่จากการตอกทดลองที่ละ 2 ช่อง 2 ช่องละ 40 ฟอง

ทดสอบ	ทดสอบครั้งที่ 1		ทดสอบครั้งที่ 2		ทดสอบครั้งที่ 3	
	สำเร็จ	ผิดพลาด	สำเร็จ	ผิดพลาด	สำเร็จ	ผิดพลาด
ทดลองที่ละ 2 ช่อง 2 ช่องละ 40 ฟอง						
ช่อง 1 , 2	75%	25%	85%	15%	87.50%	12.5%
ช่อง 3 , 4	80%	20%	82.5%	17.5%	87.50%	12.5%
ช่อง 5 , 6	77.5%	22.5%	85%	15%	90%	10%
ผลรวมเฉลี่ย	77.5%	22.5%	84.16%	15.8%	88.33%	11.67%

ตารางที่ 4.3 คุณภาพไข่จากการตอกทดลองที่ละ 100 ฟอง ทั้งหมด 6 ช่อง

ทดสอบ	ทดสอบครั้งที่ 1		ทดสอบครั้งที่ 2		ทดสอบครั้งที่ 3	
	สำเร็จ	ผิดพลาด	สำเร็จ	ผิดพลาด	สำเร็จ	ผิดพลาด
ทดลองที่ละ 100 ฟอง ทั้งหมด 6 ช่อง						
ช่อง 1 , 2	80%	20%	85%	15%	91.18%	8.82%
ช่อง 3 , 4	82.50	17.5%	85%	15%	85.3%	14.7%
ช่อง 5 , 6	80%	20%	80%	20%	87.5%	12.5%
ผลรวมเฉลี่ย	80.83%	19.17%	83.3%	16.7%	88%	12%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.2 ,4.3 ทดสอบคุณภาพไข่จากการตอกจะเห็นได้ว่าผลการทดสอบนั้นยังมีข้อผิดพลาดในการทดสอบแต่ละครั้งจึงได้ทำการหาสาเหตุและทราบสาเหตุนั้นมาจากรางรับไข่ซึ่งมีความสูงจากการรับไข่และมุมกระทบที่มีความแหลมจึงได้ทำการแก้ไขต่อการทดสอบแต่ละครั้งจึงทำให้ข้อผิดพลาดนั้นลดน้อยลง



รูปที่ 4.11 คุณภาพของไข่ที่สมบูรณ์

4.4 ผลการดำเนินงาน

จากผลการทดสอบ สามารถแบ่งปัจจัยที่มีผลกับการตอกไข่ได้ 2 แบบ

1. ปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยที่เราไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ขนาดและรูปร่างของไข่ ความสดของไข่
2. ปัจจัยภายในหรือปัจจัยที่เราควบคุมได้ เช่น เมคานิกส์ต่างๆ ความเร็ว ระยะเซนเซอร์ โปรแกรม เป็นต้น

ในส่วนของปัจจัยภายใน เราสามารถแก้ไข ทำให้เครื่องสามารถทำงานให้ดีขึ้นได้ แต่ก็ยังมีส่วนที่ผิดพลาดที่เกิดจากปัจจัยภายนอกด้วย ทำให้การทำงานให้ถูกต้อง 100% เป็นเรื่องที่ทำหายเป็นอย่างมาก

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานโครงการ เครื่องตอกไข่อัตโนมัติ ทางผู้จัดทำสามารถสรุปผลกาดำเนินงานได้สองส่วน ส่วนแรกจะเป็นการทดสอบเครื่องตามฟังก์ชันการทำงานของเครื่องว่าสามารถใช้งานได้หรือไม่ ในส่วนที่สองเป็นการทดสอบคุณภาพของไขหลักจากการตอกว่าไขแดงนั้นมีความสมบูรณ์หรือไม่มากนักน้อยแค่ไหน

จากผลการทดสอบส่วนแรกพบว่าฟังก์ชันทุกฟังก์ชันนั้นสามารถใช้งานได้จริงแต่ยังมีข้อผิดพลาดเพียงเล็กน้อย จากผลการทดสอบส่วนที่สองทดสอบคุณภาพของไขพบว่ายังมีข้อผิดพลาดแต่ก็อยู่ในความพึงพอใจ

จากการทดสอบ สามารถแบ่งปัจจัยที่มีผลกับการตอกไขได้ 2 แบบ

1. ปัจจัยภายนอกหรือปัจจัยที่เราไม่สามารถควบคุมได้ เช่น ขนาดและรูปร่างของไข ความสดของไข
2. ในส่วนนี้สามารถแก้ไขได้โดยปรับในส่วนของเมคคานิกส์ต่างๆ ความเร็วของเครื่อง ระยะเวลาเซนเซอร์ และโปรแกรม เป็นต้น และในส่วนของปัจจัยภายใน เราสามารถแก้ไข ทำให้เครื่องสามารถทำงานให้ดีขึ้นได้ แต่ก็ยังมีส่วนที่ผิดพลาดที่เกิดจากปัจจัยภายนอกด้วย ทำให้การทำงานให้ถูกต้อง 100% เป็นเรื่องที่ทำหายเป็นอย่างมาก

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

- 1) เครื่องจักรมีการปรับแก้เพิ่มเติมนอกเหนือจากการออกแบบ เช่น การแก้ปัญหาเปลือกไขติดอยู่ราง, การทำรางไขให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น, การทำให้รางแยกไขปรับขึ้นลงได้
- 2) ไขแดงแตกหลังจากการตอกไข
- 3) การทำงานของเครื่องจักรต้องมีการเซ็ทเครื่องก่อนทำงาน

5.2.2 แนวทางการแก้ไข

- 1) ทำการแก้ไขโดยเพิ่มแปลงปิดเศษไขเพื่อไม่ให้เศษเปลือกไขติดกับราง

- 2) ทดสอบและสังเกตการตอกไข่ของเครื่องจักร ตรงจุดไหนทำให้ไข่แตก เช่น แก้วความสูงวางรับไข่ไม่ให้สูงเกินไปทำให้ไข่แดงไม่หล่นกระทบกันแตก
- 3) ทำการเซ็ตตำแหน่งของเซนเซอร์เพื่อทำให้จังหวะการทำงานเครื่องตอกไข่มีประสิทธิภาพ

5.3 ข้อเสนอแนะ

- 1) พัฒนาเป็นระบบ IOT สามารถนำข้อมูลจำนวนการตอกไข่แสดงบนเว็บไซต์ และสามารถคำนวณราคาไข่ไก่แต่ละเบอร์
- 2) พัฒนาเครื่องตอกไข่ให้สามารถทำงานร่วมกับเครื่องคัดไข่ได้แบบอัตโนมัติ
- 3) พัฒนาโปรแกรมสามารถตั้งโปรแกรมจำนวนการตอกไข่ได้ โดยกดผ่านหน้าจอทัชสกรีน
- 4) พัฒนาเครื่องตอกไข่ให้มีตัวกรองแยกเศษเปลือกไข่อย่างละเอียด



บรรณานุกรม

- [1] “ทฤษฎีการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส”, 2553. [ระบบออนไลน์] แหล่งที่มา : http://ctc.chontech.ac.th/files/2207201717573077_22092015155350.pdf (24 ตุลาคม 2566)
- [2] “อินเวอร์เตอร์”, 2553. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://www.ap-machinery.com/inverter.html> (24 ตุลาคม 2566)
- [4] “inverter-drive”, 2553. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://mall.factomart.com/principle-of-inverter-drive> (24 ตุลาคม 2566)
- [5] “cylinders”, 2552. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://flutech.co.th/pneumatic-cylinders> (24 ตุลาคม 2566)
- [6] “solenoid-valve”, 2554. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://dekchangwad.com/solenoid-valve-5-2> (24 ตุลาคม 2566)
- [7] “โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์”, 2550. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC>
(24 ตุลาคม 2566)
- [8] “The physics of cracking an egg”, 2566. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://www.tribdem.com/slate-the-physics-of-cracking-an-egg>
(24 ตุลาคม 2566)
- [9] “What’s the best way to crack an egg?”, 2562. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://www.popsoci.com/best-way-to-crack-an-egg> (24 ตุลาคม 2566)
- [10] “ไข่แต่ละเบอร์จะพิจารณาจากน้ำหนักต่อ 1 ฟอง”, 2561. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://www.greenery.org/g101-egg> (24 ตุลาคม 2566)
- [11] “แหล่งจ่ายไฟ (power supply)”, 2559. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://th.wikipedia.org/wiki/แหล่งจ่ายไฟ> (24 ตุลาคม 2566)

- [12] “ประเภทของ DC Power Supply”, 2554. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://www.ai-corporation.net/2021/11/12/component-of-power-supply>
(24 ตุลาคม 2566)
- [13] “หลักการทํางาน Photoelectric Sensor โฟโตอิเล็กทริก เซ็นเซอร์”, 2562. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://mall.factomart.com/principle-of-photoelectric-sensor> (24 ตุลาคม 2566)
- [14] “หลักการทํางานของ Solenoid Valve”, 2562. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://mall.factomart.com/principle-of-solenoid-valve> (24 ตุลาคม 2566)
- [15] “หลักการทํางานของโซลินอยด์วาล์ว”, 2566. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://flutech.co.th/solenoid-valve-how-they-work> (24 ตุลาคม 2566)
- [16] “หลักการทํางานของรีเลย์”, 2554. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://misumitechnical.com/technical/electrical/relay-working-principles>
(24 ตุลาคม 2566)
- [17] “หลักการเขียน Ladder Diagram”, 2566. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://g-tech.ac.th/vdo/moterdoc/chapter4.pdf> (24 ตุลาคม 2566)
- [18] “ขั้นตอนการเลือกใช้อินเวอร์เตอร์ (Inverter)”, 2554. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://www.pneumax.co.th/article-inverter> (24 ตุลาคม 2566)
- [19] “กระบอกลม Compact Cylinder”, 2562. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://www.right-eqm.com/14663811/compact-cylinder> (24 ตุลาคม 2566)
- [20] “หลักการทํางานของกระบอกลมนิวเมติกส์”, 2554. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://flutech.co.th/pneumatic-cylinders/> (24 ตุลาคม 2566)
- [21] “แรงเสียดทานในฟิสิกส์”, 2554. [ระบบออนไลน์]
แหล่งที่มา : <https://bogemasamara.ru/th/koef-treniya-kacheniya-opredelenie-koefficienta-treniya-kacheniya-sila-treniya/> (24 ตุลาคม 2566)

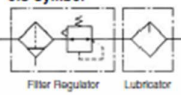


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

AC30A-03DG-A

Air Combination
Filter Regulator + Lubricator
AC10A to AC60A

JIS Symbol 

How to Order

AC **30** A - **03** **DE** - - - - -

① ② ③ ④ ⑤ ⑥

• Option/Semi-standard: Select one each for 8 to L.
 • Option/Attachment/Semi-standard symbol: When more than one specification is required, indicate in alphanumeric order.
 Example) AC30A-F03DE1-KSV-136NR

	Symbol	Description	① Body size					
			10	20	30	40	50	60
② Thread type	Nil	Metric thread (M5)	●	—	—	—	—	—
	N ^{Note 1)}	Rc	—	●	●	●	●	●
	F ^{Note 2)}	NPT	—	●	●	●	●	●
		G	—	●	●	●	●	●
③ Port size	M5	M5	●	—	—	—	—	—
	01	1/8	—	●	—	—	—	—
	02	1/4	—	●	●	—	—	—
	03	3/8	—	—	●	●	—	—
	04	1/2	—	—	—	●	●	—
	06	3/4	—	—	—	—	●	●
	10	1	—	—	—	—	●	●
④ Option	a Float type auto drain	Nil	Without auto drain	●	●	●	●	●
		C	Float type auto drain (N.C.)	●	●	●	●	●
		D	Float type auto drain (N.O.)	—	—	●	●	●
	b Pressure gauge	Nil	Without pressure gauge	●	●	●	●	●
		E	Square embedded type pressure gauge (with limit indicator)	—	●	●	●	●
		G	Round type pressure gauge (without limit indicator)	●	—	—	—	—
			Round type pressure gauge (with limit indicator)	—	●	●	●	●
		M	Round type pressure gauge (with color zone)	—	●	●	●	●
	Digital pressure switch	E1	Output: NPN output / Electrical entry: Wiring bottom entry	—	●	●	●	●
		E2	Output: NPN output / Electrical entry: Wiring top entry	—	●	●	●	●
E3		Output: PNP output / Electrical entry: Wiring bottom entry	—	●	●	●	●	
E4		Output: PNP output / Electrical entry: Wiring top entry	—	●	●	●	●	
⑤ Attachment	c Check valve	Nil	Without attachment	●	●	●	●	●
		K	Mounting position: AW+K+AL	—	●	●	●	—
	d Pressure switch	Nil	Without attachment	●	●	●	●	●
		S ^{Note 5)}	Mounting position: AW+S+AL	—	●	●	●	●
	e 3-port valve for residual pressure release	Nil	Without attachment	●	●	●	●	●
		V	Mounting position: AW+AL+V	—	●	●	●	—
⑥ Semi-standard	f Set pressure	Nil	0.05 to 0.85 MPa setting	●	●	●	●	●
		1 ^{Note 6)}	0.02 to 0.2 MPa setting	●	●	●	●	●
	g Bowl ^{Note 7)}	Nil	Polycarbonate bowl	●	●	●	●	●
		2	Metal bowl	●	●	●	●	●
		6	Nylon bowl	●	●	●	●	●
		8	Metal bowl with level gauge	—	—	●	●	●
		C	With bowl guard	—	●	—	—	—
		6C	Nylon bowl with bowl guard	—	●	—	—	—
	h Filter regulator drain port ^{Note 8)}	Nil	With drain cock	●	●	●	●	●
		J ^{Note 9)}	Drain guide 1/8	—	●	—	—	—
		Drain guide 1/4	—	—	●	●	●	
W ^{Note 10)}		Drain cock with barb fitting: For ø6 x ø4 nylon tube	—	—	●	●	●	

306



รูปที่ ก.1 AC30A-03DG-A(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Air Combination Series AC10A to AC60A



	Symbol	Description	① Body size							
			10	20	30	40	50	60		
⑥ Semi-standard	i	Lubricator lubricant exhaust port	Nil	Without drain cock						
		3	Lubricator with drain cock							
	+	j	Exhaust mechanism	Nil	Relieving type					
			N	Non-relieving type						
	+	k	Flow direction	Nil	Flow direction: Left to right					
			R	Flow direction: Right to left						
	+	l	Pressure unit	Nil	Name plate and pressure gauge in imperial units: MPa					
			Z ^{Note 11)} ZA ^{Note 12)}	Name plate, caution plate for bowl, and pressure gauge in imperial units: psi, °F Digital pressure switch: With unit conversion function						

Note 1) Drain guide is NPT 1/8 (applicable to the AC20A) and NPT 1/4 (applicable to the AC30A to AC60A). The auto drain port comes with ø3/8" one-touch fitting (applicable to the AC20A to AC60A).

Note 2) Drain guide is G1/8 (applicable to the AC20A) and G1/4 (applicable to the AC30A to AC60A).

Note 3) Option G, M are not assembled and supplied loose at the time of shipment.

Note 4) Not available with piping port size: 06.

Note 5) The bracket position varies depending on the pressure switch mounting.

Note 6) The only difference from the standard specifications is the adjusting spring for the regulator. It does not restrict the setting of 0.2 MPa or more. When the pressure gauge is attached, a 0.2 MPa pressure gauge will be fitted.

Note 7) Refer to Chemical Data on page 287 when selecting a case material.

Note 8) Float type auto drain: The combination of C and D is not possible.

Note 9) Without a valve function.

Note 10) Metal bowl: The combination of 2 and 8 is not possible.

Note 11) For thread type: M5 and NPT. This product is for overseas use only according to the new Measurement Law. (The SI unit type is provided for use in Japan.) The digital pressure switch will be equipped with the unit conversion function, setting to psi initially. MPa and psi are shown together on the pressure unit.

Note 12) For options: E1, E2, E3, E4. This product is for overseas use only according to the new Measurement Law. (The SI unit is provided for use in Japan.)

Note 13) □: For thread type: M5 and NPT only.

Note 14) △: Select with options: E1, E2, E3, E4.

Standard Specifications

Model	AC10A	AC20A	AC30A	AC40A	AC40A-06	AC50A	AC60A
Component							
Filter regulator	AW10	AW20	AW30	AW40	AW40-06	AW60	AW60
Lubricator	AL10	AL20	AL30	AL40	AL40-06	AL50	AL60
Port size	M5 x 0.8	1/8, 1/4	1/4, 3/8	1/4, 3/8, 1/2	3/4	3/4, 1	1
Pressure gauge port size ^{Note 1)}	1/16	1/8			1/4		
Fluid	Air						
Ambient and fluid temperature ^{Note 2)}	-5 to 60°C (with no freezing)						
Proof pressure	1.5 MPa						
Maximum operating pressure	1.0 MPa						
Set pressure range	0.05 to 0.7 MPa	0.05 to 0.85 MPa					
Relief pressure	Set pressure + 0.05 MPa ^{Note 3)} [at relief flow rate of 0.1 d/min (ANR)]						
Nominal filtration rating	5 µm						
Recommended lubricant	Class 1 turbine oil (ISO VG32)						
Bowl material	Polycarbonate						
Bowl guard	—	Semi-standard	Standard				
Regulator construction	Relieving type						
Mass (kg)	0.20	0.59	0.75	1.41	1.46	3.33	3.40

Note 1) Pressure gauge connection threads are not available for F.R.L. unit with a square embedded type pressure gauge or with a digital pressure switch (AC20A to AC60A).

Note 2) -5 to 50°C for the products with the digital pressure switch.

Note 3) Not applicable to the AC10A.

- AC
- AF□
- AR
- AL
- AW□
- A□G
- AV
- AF800
- AF900



รูปที่ ก.2 AC30A-03DG-A(2)

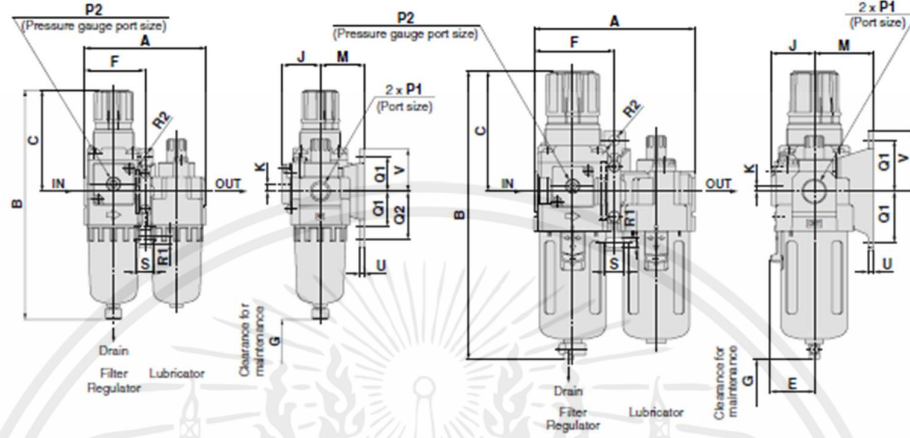
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Series AC10A to AC60A

Dimensions

AC10A, AC20A

AC30A to AC60A



Applicable model	AC20A to AC60A	AC10A to AC60A	AC20A to AC60A
Option	Square embedded type pressure gauge	Digital pressure switch	Round type pressure gauge
	Round type pressure gauge (with color zone)		
Dimensions	Center of piping	Center of piping	Center of piping

Applicable model	AC10A, AC20A	AC20A	AC30A to AC60A
Optional specifications	With auto drain (N.C.)	Metal bowl	With drain guide
			With auto drain (N.O./N.C.)
			Metal bowl
			Metal bowl with level gauge
			With drain guide
			Drain cock with barb fitting
Dimensions	M5 x 0.8	1/8	1/8 #10 one barb fitting

Model	Standard specifications										Optional specifications							
	P1	P2	A	B (new)	C	E	F	G	J	K	H	J	H	J	H	J		
AC10A	M5 x 0.8	1/16	56	108	48	—	28	35	13	0	—	—	—	—	—	—		
AC20A	1/8, 1/4	1/8	83	180	73	—	41.5	60	26	5	□28	27	□27.8	37.5	□37.5	63		
AC30A	1/4, 3/8	1/8	110	201	86	30	55	80	29.5	3.5	□28	30.5	□27.8	41	□37.5	66		
AC40A	1/4, 3/8, 1/2	1/4	145	239	92	38	72.5	110	37.5	1.5	□28	38.5	□27.8	49	□42.5	76		
AC40A-06	3/4	1/4	155	242	93	38	77.5	110	37.5	1.2	□29	38.5	□27.8	49	□42.5	76		
AC50A	3/4, 1	1/4	191	409	175	—	98	110	43.5	3.2	□29	44.5	□27.8	61.5	□42.5	84		
AC60A	1	1/4	196	409	175	—	98	110	43.5	3.2	□28	44.5	□27.8	61.5	□42.5	84		

Model	Optional specifications								Semi-standard specifications				
	Bracket mount								With auto drain	With barb fitting	With drain guide	Metal bowl	Metal bowl with level gauge
	M	Q1	Q2	R1	R2	S	U	V	B	B	B	B	B
AC10A	25	20	27	4.5	φ4.5	7	2.8	24.5	125	—	—	—	107
AC20A	30	24	33	5.5	φ5.5	12	3.2	29	177	—	—	164	160
AC30A	41	35	—	7	φ7	14	4	41	242	209	208	214	234
AC40A	50	40	—	9	φ9	18	4	48	278	247	246	252	272
AC40A-06	50	40	—	9	φ9	18	4.6	48	262	251	249	255	275
AC50A	70	50	—	11	φ11	20	6.4	60	448	417	416	422	442
AC60A	70	50	—	11	φ11	20	6.4	60	448	417	416	422	442

Note) The total length of B dimension is the length when the filter regulator knob is unlocked.

308



รูปที่ ก.3 AC30A-03DG-A(3)

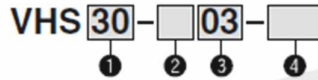
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
VHS30-03A-S

Attachments **Series AC**

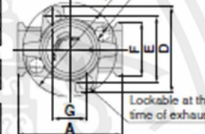
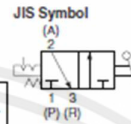
Pressure Relief 3 Port Valve: (V)

With the use of a 3-port valve for residual pressure release, pressure left in the line can be easily exhausted.



- Semi-standard: Select one each for a to d.
- Semi-standard symbol: When more than one specification is required, indicate in alphabetic order. Example) VHS30-03-RZ

	Symbol	Description	1 Body size					
			20	30	40	50		
2	Thread type	Nil	Rc					
		N (NPT)	NPT					
		F (NPTF)	G					
3	Port size	01	1/8					
		02	1/4					
		03	3/8					
		04	1/2					
		06	3/4					
		10	1					
4	a	Flow direction	Nil	Flow direction: Left to right				
			R	Flow direction: Right to left				
	b	Pressure unit	Nil	Name plate in imperial units: MPa				
			Z (psi)	Name plate in imperial units: psi				



Note) For thread type: NPT only. This product is for overseas use only according to the new Measurement Law. (The SI unit type is provided for use in Japan.)

Specifications

Model	Port size		Effective area (mm ²) () : Or factor	
	IN, OUT	EXH	IN→OUT	OUT→EXH
VHS20	1/8	1/8	10 (0.54)	11 (0.60)
	1/4	1/8	14 (0.76)	16 (0.87)
VHS30	1/4	1/4	15 (0.87)	14 (0.76)
	3/8	1/4	31 (1.68)	29 (1.57)
VHS40	1/4	3/8	27 (1.46)	26 (1.35)
	3/8	3/8	38 (2.06)	40 (2.17)
VHS40-06	1/2	1/2	55 (2.96)	42 (2.28)
	3/4	1/2	77 (4.13)	49 (2.66)
VHS50	3/4	1/2	82 (4.44)	50 (2.71)
	1	1/2	125 (6.78)	53 (2.87)

Note) Use an air filter on the IN side for operating protection.

Caution on Mounting

1. If a tube, stop valve or silencer is connected to the exhaust port of the VHS20/30, the effective sectional area should be larger than the figure indicated in the following table, to prevent malfunction caused by back pressure. (This is not applicable to the VHS40/50.)

Model	Effective area (mm ²)
VHS20	5
VHS30	5

Model	A	AA	B	C	D	E	F	G	H
VHS20	40	34	59	20	45	33	28	—	45
VHS30	53	46	78	29	55	42	30	—	55
VHS40	70	63	107	39	58	44	36	22	63
VHS40-06	75	67	110	42	65	50	44	21	69
VHS50	90	78	134	53	76	61	54	26	81

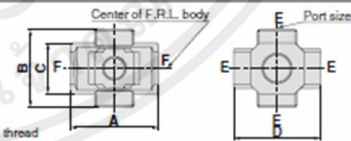
Cross Spacer: M5 x 0.8, 1/8, 1/4, 3/8, 1/2

Pipings are possible in all 4 directions.
IN/OUT ports are not machined for threads.
Please contact SMC if threaded (machined) ports are required.



Caution on Mounting

1. When mounting a cross interface directly on the IN side of the lubricator, be sure to use the AKM series check valve between the lubricator and cross interface.
2. Factory mounting of a cross interface on the AC model is available as a special order.



Model	Port size	A	B	C	D	Applicable model
Y14-M5	M5	23	16	14	25	AC10□
Y24-01	1/8	40	40	22	40	AC20□
Y24-02	1/4					
Y34-01	1/8	49	43	28	48	AC25□, AC30□
Y34-02	1/4					
Y44-02	1/4	60	48	36	54	AC40□
Y44-03	3/8					
Y54-03	3/8	72	62	40	62	AC40□-06
Y54-04	1/2					

Note 1) □ in model numbers indicates a thread type. No indication is necessary for Rc; however, indicate N for NPT, and F for G.
Note 2) If threaded IN/OUT ports are required, they are available as a special order. Please contact SMC.

- AC
- AF□
- AR
- AL
- AW□
- A□G
- AV
- AF800
- AF900

รูปที่ ข.1 VHS30-03A-S (1)

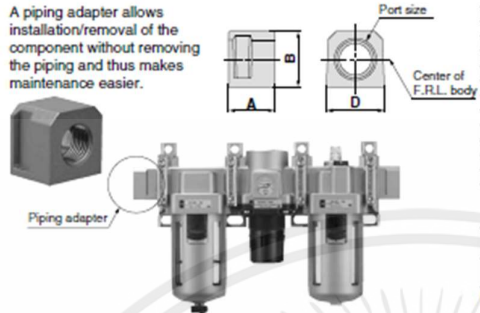
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Series AC

Piping Adapter: M5 x 0.8, 1/8, 1/4, 3/8, 1/2, 3/4, 1

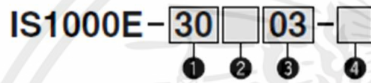
A piping adapter allows installation/removal of the component without removing the piping and thus makes maintenance easier.



Model (Note 1)	Port size	A	B	D	Applicable model
E100-M5	M5 x 0.8	10	14	14	AC10□, AW10, AF10, AR10, AL10
E200-□01	1/8	30	23.5	28	AC20□
E200-□02	1/4				AF20, AR20□, AW20□
E200-□03	3/8				AL20, AFM20, AFD20, AWM20, AWD20
E300-□02	1/4	32	30	30	AC25□, AC30□
E300-□03	3/8				AF30, AR30□, AW30□
E300-□04	1/2	32	36	36	AL30, AFM30, AFD30, AWM30, AWD30
E400-□02	1/4				AC40□
E400-□03	3/8				AF40, AR40□, AW40□
E400-□04	1/2	32	36	36	AL40, AFM40, AFD40
E400-□06	3/4				AWM40, AWD40
E500-□06	3/4	32	40	44	AC40-□06, AF40-06, AR40□-06, AW40-□06, AL40-06, AFM40-06, AFD40-06
E600-□06	3/4	35	48	63	AC50, AC55, AC60, AC50A
E600-□10	1				AC60A, AC50B, AC55B
					AC60B, AF50, AF60, AR50□, AR60□, AL50, AL60, AW60□

Note 1) □ in model numbers indicates a thread type. No indication is necessary for Rc; however, indicate N for NPT, and F for G.
 Note 2) Separate interfaces are required for modular unit.
 * Factory mounting of a piping adapter on the AC models is available as a special order.

Pressure Switch with Piping Adapter



Symbol	Description	1 Body size				
		20	30	40		
2 Thread type	Ni					
	N (NPT)					
	F (NPT)					
3 Port size	+					
	01	1/8				
	02	1/4				
	03	3/8				
	04	1/2				
	06	3/4				
4 Accessory	Symbol	Lead wire length	Range/pressure range	Pressure display	Mounting position	
	Ni	0.5 m	0.1 to 0.4 MPa	MPa	Right	● ● ●
	X250	0.5 m	0.1 to 0.4 MPa	MPa	Left	● ● ●
	X250-P (Note 3)	0.5 m	0.1 to 0.4 MPa	MPa/psi dual scale	Right	● ● ●
	X202	0.5 m	0.1 to 0.6 MPa	MPa/psi dual scale	Left	● ● ●
	X252	0.5 m	0.1 to 0.6 MPa	MPa	Left	● ● ●
	X202-P (Note 3)	0.5 m	0.1 to 0.6 MPa	MPa/psi dual scale	Right	● ● ●
	X252-P (Note 3)	0.5 m	0.1 to 0.6 MPa	MPa/psi dual scale	Left	● ● ●
	X201	3 m	0.1 to 0.4 MPa	MPa	Right	● ● ●
	X251	3 m	0.1 to 0.4 MPa	MPa	Left	● ● ●
	X201-P (Note 3)	3 m	0.1 to 0.4 MPa	MPa/psi dual scale	Right	● ● ●
	X251-P (Note 3)	3 m	0.1 to 0.4 MPa	MPa/psi dual scale	Left	● ● ●
X215	3 m	0.1 to 0.6 MPa	MPa	Right	● ● ●	
X253	3 m	0.1 to 0.6 MPa	MPa	Left	● ● ●	
X215-P (Note 3)	3 m	0.1 to 0.6 MPa	MPa/psi dual scale	Right	● ● ●	
X253-P (Note 3)	3 m	0.1 to 0.6 MPa	MPa/psi dual scale	Left	● ● ●	

Note) For thread type: NPT only. This product is for overseas use only according to the new Measurement Law. (The SI unit type is provided for use in Japan.)

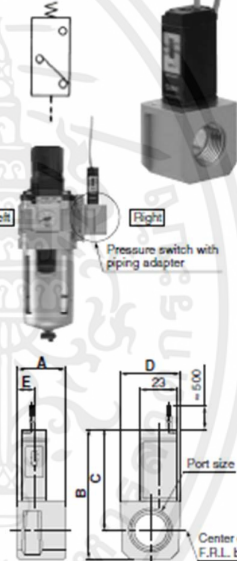
Specifications

Fluid	Air
Ambient and fluid temperature	-5 to 60°C (with no freezing)
Proof pressure	1.0 MPa
Maximum operating pressure	0.7 MPa
Set pressure range (when OFF)	0.1 to 0.4 MPa
Hysteresis	0.08 MPa or less

Switch Characteristics

Contact point configuration	1a
Maximum contact point capacity	2VA(AC), 2W(DC)
Operating voltage: AC, DC	100V or less
Maximum operating current	12V to 24V AC, DC: 50 mA 48V AC, DC: 40 mA 100V AC, DC: 20 mA

JIS Symbol



Model (Note 1)	Port size	A	B	C	D	E	Applicable model
IS1000E-20-□01	1/8	30	68	57	28	16	AC20□
IS1000E-20-□02	1/4						AR20□, AW20□
IS1000E-20-□03	3/8						AWM20, AWD20
IS1000E-30-□02	1/4	32	74.5	60.5	30	13	AC25□, AC30□
IS1000E-30-□03	3/8						AR25□, AR30□, AW30□
IS1000E-30-□04	1/2	32	80.5	62.5	37	12.5	AWM30, AWD30
IS1000E-40-□02	1/4						AC40□
IS1000E-40-□03	3/8						AR40□, AW40□
IS1000E-40-□04	1/2	32	80.5	62.5	37	12.5	AWM40, AWD40
IS1000E-40-□06	3/4						

Note 1) □ in the model numbers indicates a thread type. No indication is necessary for Rc; however, indicate N for NPT, and F for G.

Note 2) Cannot be mounted on the AC40□-06 and AW40□-06.

Note 3) Separate interfaces are required for modular unit.

* The pressure switch on the AC40□-06 and above and the AW40□-06 can be mounted by screwing IS1000-01 into the piping adapter E500-□06-X501 or E600-□10-X501 (with top-face thread R: 1/8). Products with a pre-mounted switch are available as a special order. Please contact SMC regarding their availability.

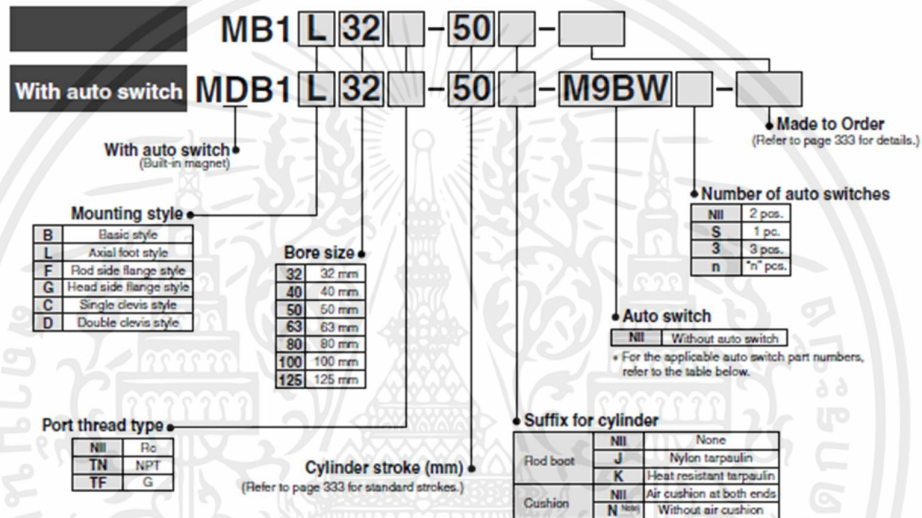


รูปที่ ข.2 VHS30-03A-S (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Square Tube Type Air Cylinder: Standard Type Double Acting, Single Rod Series **MB1** ø32, ø40, ø50, ø63, ø80, ø100, ø125

How to Order



Built-in Magnet Cylinder Model

If a built-in magnet cylinder without an auto switch is required, there is no need to enter the symbol for the auto switch.
(Example) MDB1F40-100

Note) In the case of w/o air cushion, it comes with rubber bumper.
Besides, the overall length is longer than the cylinder with air cushion as follows, because the bumpers are attached to the both sides of the piston: ø32, ø40: +6 mm, ø50, ø63: +8 mm, ø80, ø100: +10 mm, ø125: +12 mm.

Applicable Auto Switch

Refer to pages 1263 to 1371 for further information on auto switches.

Type	Special function	Electrical entry	Wiring (Output)	Load voltage		Auto switch model		Lead wire length (m)				Pre-wired connector	Applicable load		
				DC	AC	Perpendicular	In-line	0.5 (NI)	1 (M)	3 (L)	5 (Z)				
Solid state switch	Diagnostic Indication (2-color indication)	Grommet	3-wire (NPN)	24V	5V, 12V	—	M9NV	M9N	●	●	○	○	IC circuit	Relay, PLC	
			3-wire (PNP)				M9PV	M9P	●	●	○	○			
			2-wire				M9BV	M9B	●	●	○	○			
	Water resistant (2-color indication)	3-wire (NPN)	5V, 12V	M9NVW	M9NW	●	●	○	○	IC circuit					
		3-wire (PNP)		M9PVW	M9PW	●	●	○	○						
		2-wire		M9BWW	M9BW	●	●	○	○						
Reed switch	—	Grommet	3-wire (NPN equivalent)	24V	5V	12V	A96V	A96	●	—	—	—	IC circuit	—	
			2-wire				A93V	A93	●	—	—	—			IC circuit
			100V or less				A90V	A90	●	—	—	—			
							100V or less	A90V	A90	●	—	—			—

• Lead wire length symbols: 0.5 m ----- NI (Example) M9NV
1 m ----- M (Example) M9NVW
3 m ----- L (Example) M9NWL
5 m ----- Z (Example) M9NVZ

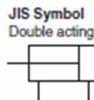
• Solid state auto switches marked with "○" are produced upon receipt of order.

• Since there are other applicable auto switches than listed above, refer to page 350 for details.
• For details about auto switches with pre-wired connector, refer to pages 1328 and 1329.
• Auto switches are shipped together (not assembled).



รูปที่ ข.1 MDB1B50-30Z-M9BW (1)

Square Tube Type Air Cylinder: Standard Type
Double Acting, Single Rod **Series MB1**



Specifications

Bore size (mm)	32	40	50	63	80	100	125
Action	Double acting, Single rod						
Fluid	Air						
Proof pressure	1.5 MPa						
Maximum operating pressure	1.0 MPa						
Minimum operating pressure	0.05 MPa						
Ambient and fluid temperature	Without auto switch -10 to 70°C (No freezing)						
	With auto switch -10 to 60°C (No freezing)						
Lubrication	Not required (Non-lube)						
Piston speed	50 to 1000 mm/s ^{50 to 700 mm/s}						
Stroke length tolerance	Up to 250: $^{+0.15}_{-0.1}$, 251 to 1000: $^{+0.14}_{-0.1}$, 1001 to 1500: $^{+0.18}_{-0.1}$						
Cushion	Both ends (Air cushion) ^{Note)}						
Port size (Rc, NPT, G)	1/8	1/4	3/8	1/2			
Mounting	Basic style, Foot style, Rod side flange style, Head side flange style						
	Single clevis style, Double clevis style						

Note) In the case of w/o air cushion, it comes with rubber bumper.

- CJ1
- CJP
- CJ2
- CM2
- CG1
- MB
- MB1
- CA2
- CS1
- CS2

Made to Order Specifications
(For details, refer to pages 1373 to 1498 and 1514.)

Symbol	Specifications
-XA1	Change of rod end shape
-XBS	Oversized rod cylinder
-XBS	Heat resistant cylinder (150°C)
-XC3	Special port location
-XC4	With heavy duty scraper
-XC5	Heat resistant cylinder (110°C)
-XC6	Piston rod and rod end nut made of stainless steel
-XC7	Tie-rod, cushion valve, tie rod nut, etc. made of stainless steel
-XC8	Adjustable stroke cylinder/Adjustable extension type
-XC9	Adjustable stroke cylinder/Adjustable retraction type
-XC10	Dual stroke cylinder/Double rod type
-XC11	Dual stroke cylinder/Single rod type
-XC12	Tandem type cylinder
-XC22	Fluororubber seals
-XC27	Double clevis pin and double knuckle pin made of stainless steel
-XC29	Double knuckle joint with spring pin
-XC30	Rod side trunnion
-XC35	With coil scraper
-XC59	Fluororubber seals Built-in hard plastic magnet
-XC65	XC6 + XC7 specifications
-XB46	Fastener strips mounted on switch mounting grooves

Refer to pages 349 and 350 for cylinders with auto switches.

- Minimum auto switch mounting stroke
- Proper auto switch mounting position (detection at stroke end) and mounting height
- Operating range
- Switch mounting bracket: Part no.

Standard Stroke

Bore size (mm)	Standard stroke (mm)	Maximum manufacturable stroke
32	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500	700
40	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500	800
50	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600	1000
63	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600	1000
80	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800	1000
100	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800	1000
125	25, 50, 75, 100, 125, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000	1400

Note) Intermediate strokes are available, too. (Spacer is not used.)

Accessory

	Mounting	Basic style	Foot style	Rod side flange style	Head side flange style	Single clevis style	Double clevis style
		Standard equipment	Rod end nut	●	●	●	●
		Clevis pin	—	—	—	—	—
Option		Single knuckle joint	●	●	●	●	●
		Double knuckle joint (With pin)	●	●	●	●	●
		Rod boot	●	●	●	●	●

Mounting Bracket Part No.

Bore size (mm)	32	40	50	63	80	100	125
Foot ¹⁾	MB-L03	MB-L04	MB-L05	MB-L06	MB-L08	MB-L10	MB-L12
Flange	MB-F03	MB-F04	MB-F05	MB-F06	MB-F08	MB-F10	MB-F12
Single clevis	MB-C03	MB-C04	MB-C05	MB-C06	MB-C08	MB-C10	MB-C12
Double clevis	MB-D03	MB-D04	MB-D05	MB-D06	MB-D08	MB-D10	MB-D12

Note 1) Order two foot brackets per cylinder.

Note 2) Accessories for each mounting bracket are as follows. Foot, flange, single clevis/body mounting bolt, double clevis/body mounting bolt, clevis pins, cotter pins and flat washer. Refer to page 339 for details.

Rod Boot Material

Symbol	Rod boot material	Maximum ambient temperature
J	Nylon tarpaulin	70°C
K	Heat resistant tarpaulin	110°C*

* Maximum ambient temperature for the rod boot itself.

- D-□
- X□
- Individual
- X□
- Technical data

รูปที่ ข.2 MDB1B50-30Z-M9BW (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Series MB1

Theoretical Output



Bore size (mm)	Rod size (mm)	Operating direction	Piston area (mm ²)	Operating pressure (MPa)										
				0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0		
32	12	OUT	904	161	241	322	402	482	563	643	724	804		
		IN	691	138	207	276	346	415	484	553	622	691		
40	16	OUT	1257	251	377	503	629	754	880	1006	1131	1257		
		IN	1056	211	317	422	528	634	739	845	950	1056		
50	20	OUT	1963	393	589	785	982	1178	1374	1570	1767	1963		
		IN	1649	330	496	660	825	989	1154	1319	1484	1649		
63	20	OUT	3117	623	935	1247	1559	1870	2182	2494	2805	3117		
		IN	2803	561	841	1121	1402	1682	1962	2242	2523	2803		
80	25	OUT	5027	1005	1508	2011	2514	3016	3519	4022	4524	5027		
		IN	4536	907	1361	1814	2268	2722	3175	3629	4082	4536		
100	30	OUT	7854	1571	2356	3142	3927	4712	5498	6283	7069	7854		
		IN	7147	1429	2144	2859	3574	4288	5003	5718	6432	7147		
125	32	OUT	12272	2454	3682	4909	6136	7363	8590	9818	11045	12272		
		IN	11468	2294	3440	4588	5734	6881	8028	9174	10321	11468		

Note) Theoretical output (N) = Pressure (MPa) x Piston area (mm²)

Mass

Bore size (mm)		32	40	50	63	80	100	125
Basic mass	Basic style	0.53	0.72	1.24	1.54	2.94	3.89	5.68
	Foot style	0.65	0.86	1.46	1.82	3.34	4.49	7.76
	Flange style	0.82	1.09	1.69	2.33	4.29	7.14	9.84
	Single clevis style	0.78	0.95	1.58	2.17	3.95	7.0	8.25
	Double clevis style	0.79	0.99	1.67	2.33	4.24	7.52	8.45
Additional mass per each 50 mm of stroke	All mounting brackets	0.16	0.21	0.33	0.37	0.56	0.72	0.94
Accessory bracket	Single knuckle	0.15	0.23	0.26	0.26	0.60	0.83	1.10
	Double knuckle (With pin)	0.22	0.37	0.43	0.43	0.87	1.27	0.91

Calculation:
 (Example) MB1B32-100 (Basic style/ø32, 100 st)
 • Basic mass.....0.53 (Basic style, ø32)
 • Additional mass.....0.16/50 mm stroke
 • Cylinder stroke.....100 mm stroke
 $0.53 + 0.16 \times 100/50 = 0.85 \text{ kg}$

Consideration of the Cushion

For details about the kinetic energy absorbable by the cushion mechanism and w/ air cushion, refer to page 1571.

Kinetic Energy Absorbable by the Cushion Mechanism

Bore size (mm)	Effective cushion length (mm)	Kinetic energy absorbable (J)
32	18.8	2.2
40	18.8	3.4
50	21.3	5.9
63	21.3	11
80	30.3	20
100	29.3	29
125	Rod side 31.4 Head side 29.4	43

With Air Cushion

At the stroke end, when stopping a large amount of kinetic energy generated by a large load and high speed operation, compression of air is used to absorb the impact without transmitting vibration to the surroundings. The purpose of an air cushion is not to reduce the speed of a piston as it nears the stroke end. The kinetic energy of load can be found using the following formula.



$$E_k = \frac{M}{2} v^2$$

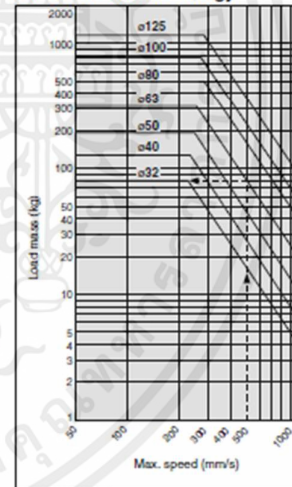
E_k : Kinetic energy (J)

M : Mass of load (kg)

v : Piston speed (m/s)

If the kinetic energy obtained is no greater than the absorbable kinetic energy shown in the table above, the life of the cushion seal will be 10 million cycles or more.

Allowable Kinetic Energy

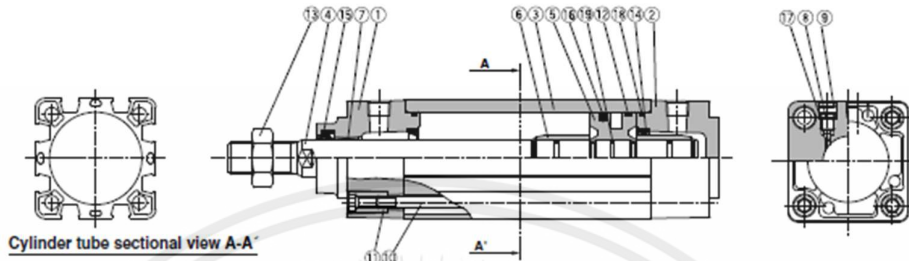


Example) Load limit at rod end when the air cylinder ø63 is actuated with max. speed of 500 mm/s. Extend upward from 500 mm/s on the horizontal axis of the graph to the intersection point with the line for a tube bore of 63 mm, and then extend leftward from this point to find the load of 80 kg.

รูปที่ ข.3 MDB1B50-30Z-M9BW (3)

Square Tube Type Air Cylinder: Standard Type
Double Acting, Single Rod **Series MB1**

Construction



Cylinder tube sectional view A-A*

Component Parts

No.	Description	Material	Note
1	Rod cover	Aluminum die-casted	Metallic painted
2	Head cover	Aluminum die-casted	Metallic painted
3	Cylinder tube	Aluminum alloy	Hard anodized
4	Piston rod	Carbon steel	Hard chrome plated
5	Piston	Aluminum alloy	Chromated
6	Cushion ring	Brass	
7	Bushing	Lead-bronze casted	
8	Cushion valve	Steel wire	Nickel plated
9	Retaining ring	Spring steel	ø40 to ø100
10	Tie-rod	Carbon steel	Zinc chromated
11	Tie-rod nut	Carbon steel	Nickel plated
12	Wear ring	Resin	
13	Rod end nut	Carbon steel	Nickel plated

No.	Description	Material	Note
14*	Cushion seal	Urethane	
15*	Rod seal	NBR	
16*	Piston seal	NBR	
17	Cushion valve seal	NBR	
18*	Cylinder tube gasket	NBR	
19	Piston gasket	NBR	

Copper/Fluorine-free

20-MB1 [Mounting style] [Bore size] [Port thread type] — [Stroke] [Suffix]

Copper/Fluorine-free

The type which prevents copper based ions from generating by changing the copper based materials into non-copper materials in order to eliminate the effects by copper based ions or fluororesins over the color cathode ray tube.

Replacement Parts/ Seal Kit

Bore size (mm)	Kit no.	Contents
32	MB32 — PS	
40	MB40 — PS	
50	MB50 — PS	Set of the above nos. ④, ⑤, ⑥, ⑧
63	MB63 — PS	
80	MB80 — PS	
100	MB100 — PS	

- * Seal kit includes 14 to 16, 18. Order the seal kit, based on each bore size.
- * Seal kit includes a grease pack (ø32 to 50 : 10 g, ø63, 80 : 20 g, ø100 : 30g). Order with the following part number when only the grease pack is needed.
Grease pack part number : GR-S-010 (10g), GR-S-020 (20g)

Specifications

Action	Double acting, Single rod
Bore size (mm)	ø32, ø40, ø50, ø63, ø80, ø100
Max. operating pressure	1.0 MPa
Min. operating pressure	0.05 MPa
Cushion	Air cushion*
Piping	Screw-in type
Piston speed	50 to 1000 mm/s
Mounting	Basic style, Axial foot style, Rod side flange style Head side flange style, Single clevis style, Double clevis style, Center inrusion style

- * Auto switch can be mounted.
- * Use within the energy absorption. (Refer to page 334.)
- * When there is no air cushion, the unit is equipped with rubber bumpers.

Water Resistant Air Cylinders

As compared to the standard cylinder, anti-coolant performance has been improved, and suitable for using under the atmosphere having coolant in the machine tools. Improved water resistant air cylinder, Series MB is also available, which is compliant for the environment having water splashed on the food machinery, or car washing machine, etc. Refer to page 699 for details.

- CJ1
- CJP
- CJ2
- CM2
- CG1
- MB
- MB1**
- CA2
- CS1
- CS2

- D-□
- X□
- Technical data



รูปที่ ๔.4 MDB1B50-30Z-M9BW(4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

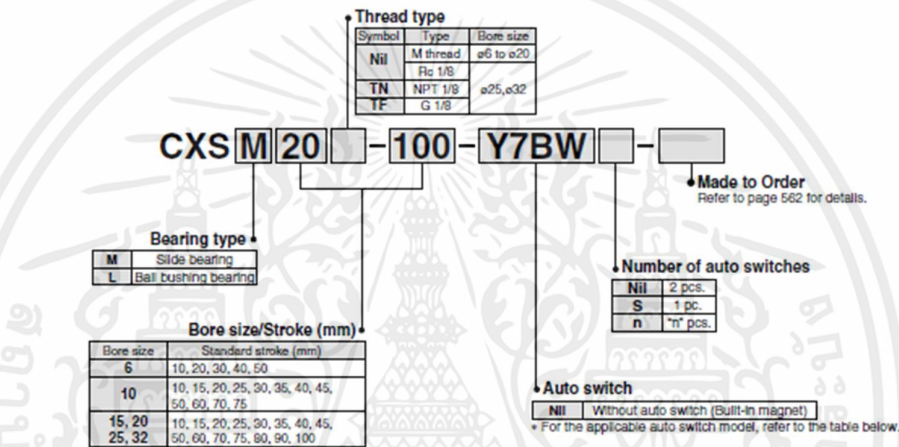
CXSM25-20-Y7BW

Dual Rod Cylinder
Basic Type

Series CXS

ø6, ø10, ø15, ø20, ø25, ø32

How to Order



Applicable Auto Switch (Refer to pages 1719 to 1827 for further information on auto switches.)

Type	Special function	Electrical entry	Wiring (Output)	Load voltage		Auto switch model		Lead wire length (m) *			Pre-wired connector	Applicable load	
				DC	AC	Perpendicular	In-line	0.5 (Nil)	3 (L)	5 (Z)			
													3-wire (NPN)
Solid state switch	Diagnostic Indication (2-color indication)	Grommet	3-wire (NPN)	24 V	5 V, 12 V	—	Y69A	Y59A	●	●	○	○	Relay, PLC
			3-wire (PNP)				Y7PV	Y7P	●	●	○	○	
			2-wire				Y69B	Y59B	●	●	○	○	
			3-wire (NPN)				Y7NWV	Y7NW	●	●	○	○	
			3-wire (PNP)				Y7PWV	Y7PW	●	●	○	○	
Reed switch	—	Grommet	3-wire (NPN equivalent)	24 V	5 V	100 V or less	—	Z76	●	●	—	—	IC circuit
			2-wire				—	Z73	●	●	—	—	Relay, PLC
			—				—	Z80	●	●	—	—	IC circuit

- Lead wire length symbols: 0.5 m Nil (Example) Y59A
3 m L (Example) Y59AL
5 m Z (Example) Y59AZ
- Solid state auto switches marked with "○" are produced upon receipt of order.
- Since there are other applicable auto switches than listed, refer to page 569 for details.
- For details about auto switches with pre-wired connector, refer to pages 1784 and 1785.
- Auto switches are shipped together (not assembled).

- CX2
- CXW
- CXT
- CXSJ
- CXS

- D-□
- X□
- Individual
- X□

รูปที่ ค.1 CXSM25-20-Y7BW(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Series CXS



Specifications

Bore size (mm)	6	10	15	20	25	32
Fluid	Air (Non-lube)					
Proof pressure	1.05 MPa					
Maximum operating pressure	0.7 MPa					
Minimum operating pressure	0.15 MPa	0.1 MPa	0.1 MPa	0.05 MPa	0.05 MPa	0.05 MPa
Ambient and fluid temperature	-10 to 60°C (No freezing)					
Piston speed	30 to 300 mm/s	30 to 300 mm/s	30 to 700 mm/s	30 to 700 mm/s	30 to 600 mm/s	30 to 600 mm/s
Cushion	Rubber bumper					
Stroke adjustable range	0 to -5 mm compared to the standard stroke					
Port size	M5 x 0.8			Rc 1/8		
Bearing type	Slide bearing, Ball bushing bearing (Same dimensions for both)					
Allowable kinetic energy	0.0023 J	0.064 J	0.095 J	0.17 J	0.27 J	0.32 J

Made to Order Made to Order Specifications
(For details, refer to pages 1851 to 1954 and 2003.)

Symbol	Specifications
-XB6	Heat resistant cylinder (-10 to 150°C)
-XB9	Low speed cylinder (10 to 50 mm/s)
-XB11	Long stroke type
-XB13	Low speed cylinder (5 to 50 mm/s)
-XB19	High speed specification
-XC22	Fluororubber seals
-XS93	Without plate

Standard Stroke

Model	Standard stroke (mm)	Long stroke (mm)
CXS 6	10, 20, 30, 40, 50	60, 70, 75, 80, 90, 100
CXS 10	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 75	80, 90, 100, 110, 120, 125, 150
CXS 15	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 75, 80, 90, 100	110, 120, 125, 150
CXS 20	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 75, 80, 90, 100	110, 120, 125, 150, 175, 200
CXS 25	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 75, 80, 90, 100	110, 120, 125, 150, 175, 200
CXS 32	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 75, 80, 90, 100	110, 120, 125, 150, 175, 200

* Refer to "Made to Order Specifications" for stroke which exceeds the standard stroke length.
Non-standard strokes for a size ø6 cylinder are available as a special order.

Theoretical Output

Model	Rod size (mm)	Operating direction	Piston area (mm ²)	Operating pressure (MPa)							
				0.1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
CXS 6	4	OUT	56	—	8.4	11.2	16.8	22.4	28.0	33.6	39.2
		IN	31	—	4.6	6.2	9.3	12.4	15.5	18.6	21.7
CXS 10	6	OUT	157	15.7	—	31.4	47.1	62.8	78.5	94.2	110
		IN	100	10.0	—	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0
CXS 15	8	OUT	353	35.3	—	70.6	106	141	177	212	247
		IN	252	25.2	—	50.4	75.6	101	126	151	176
CXS 20	10	OUT	628	62.8	—	126	188	251	314	377	440
		IN	471	47.1	—	94.2	141	188	236	283	330
CXS 25	12	OUT	982	98.2	—	196	295	393	491	589	687
		IN	756	75.6	—	151	227	302	378	454	529
CXS 32	16	OUT	1608	161	—	322	482	643	804	965	1126
		IN	1206	121	—	241	362	482	603	724	844

Note) Theoretical output (N) = Pressure (MPa) x Piston area (mm²)

Mass

Model	Standard stroke (mm)														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	75	80	90	100
CXSM 6	0.081	—	0.095	—	0.108	—	0.122	—	0.135	—	—	—	—	—	—
CXSL 6	0.081	—	0.095	—	0.108	—	0.122	—	0.135	—	—	—	—	—	—
CXSM10	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.25	0.27	0.28	—	—	—
CXSL 10	0.15	0.16	0.17	0.18	0.19	0.20	0.21	0.22	0.23	0.25	0.27	0.28	—	—	—
CXSM15	0.25	0.265	0.28	0.29	0.30	0.315	0.33	0.345	0.36	0.39	0.42	0.435	0.45	0.48	0.51
CXSL 15	0.27	0.285	0.30	0.31	0.32	0.335	0.35	0.365	0.38	0.41	0.44	0.455	0.47	0.50	0.53
CXSM20	0.40	0.42	0.44	0.46	0.48	0.495	0.51	0.53	0.55	0.585	0.62	0.64	0.66	0.70	0.74
CXSL 20	0.43	0.445	0.46	0.48	0.50	0.515	0.53	0.55	0.57	0.605	0.64	0.66	0.68	0.715	0.75
CXSM25	0.61	0.635	0.66	0.69	0.72	0.745	0.77	0.80	0.83	0.89	0.95	0.97	0.995	1.06	1.10
CXSL 25	0.62	0.645	0.67	0.70	0.73	0.755	0.78	0.81	0.84	0.895	0.955	0.98	1.005	1.065	1.11
CXSM32	1.15	1.19	1.23	1.275	1.32	1.36	1.40	1.45	1.49	1.58	1.665	1.71	1.755	1.84	1.93
CXSL 32	1.16	1.205	1.25	1.295	1.34	1.38	1.42	1.465	1.51	1.595	1.68	1.72	1.765	1.855	1.94



รูปที่ ค.2 CXSM25-20-Y7BW(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dual Rod Cylinder Basic Type **Series CXS**

Clean Series

There are two types of cylinders, relieving type and vacuum type, available for a clean room environment. The relieving type specification with the double-seal construction of the rod section allows the cylinder to channel exhaust through the relief port directly to the outside of a clean room environment. The vacuum type specification allows for the application of a vacuum on the rod section while forced exhaust of air takes place through the vacuum port to the outside of a clean room environment.

How to Order

12 – CXS L Bore size – Stroke – Auto switch

● Clean room specifications	10	Relieving type
	11	Vacuum type
	12	Relieving type (With specially treated sliding parts)

● Ball bushing bearing	M	Slide bearing
	L*	Ball bushing bearing

* 12 series is compatible with the ball bushing bearing type only.

Specifications

Bore size (mm)	6	10	15	20	25	32
Proof pressure	1.05 MPa					
Maximum operating pressure	0.7 MPa					
Minimum operating pressure	0.15 MPa	0.1 MPa	0.1 MPa	0.05 MPa	0.05 MPa	0.05 MPa
Ambient and fluid temperature	-10 to 60°C (No freezing)					
Piston speed	30 to 400 mm/s					
Stroke adjustable range	0 to -5 mm compared to the standard stroke					
Bearing type	Ball bushing bearing					

Refer to "Pneumatic Clean Series" catalog for dimensions.

Copper and Fluorine-free (For CRT manufacturing process)

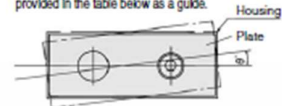
To prevent the influence of copper ions or halogen ions during CRT manufacturing processes, copper and fluorine materials are not used in the component parts.

Note) Since the standard cylinders are essentially copper and fluorine-free, those are conforming to 20-specifications. However, in the event of combined specifications, it is likely to happen non-conformity to 20-specifications. (e.g. combination between 20- and XB9 (-XB13)) In order to avoid such a non-conformity, we distinguish the model no. from the one for standard products by prefixing 20-.

Operating Conditions

Non-rotating Accuracy

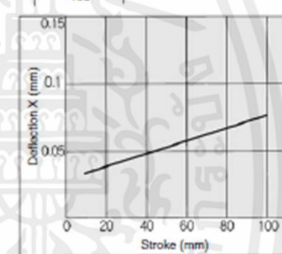
Non-rotating accuracy σ° at the retracted end and without a load should be less than or equal to the value provided in the table below as a guide.



Bore size (mm)	σ° to $\sigma 32$
CXSM (Slide bearing)	$\pm 0.1^{\circ}$
CXSL (Ball bushing bearing)	

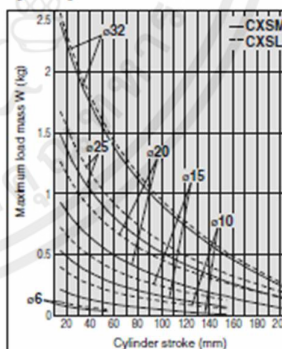
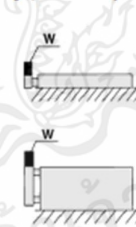
CXS□6 to 32 Deflection at the Plate End

An approximate plate-end deflection X without a load is shown in the graph below.



Maximum Load Mass

When the cylinder is mounted as shown in the diagrams below, the maximum load mass W should not exceed the values illustrated in the graph immediately following the diagrams.



- CX2
- CXW
- CXT
- CXSJ
- CXS

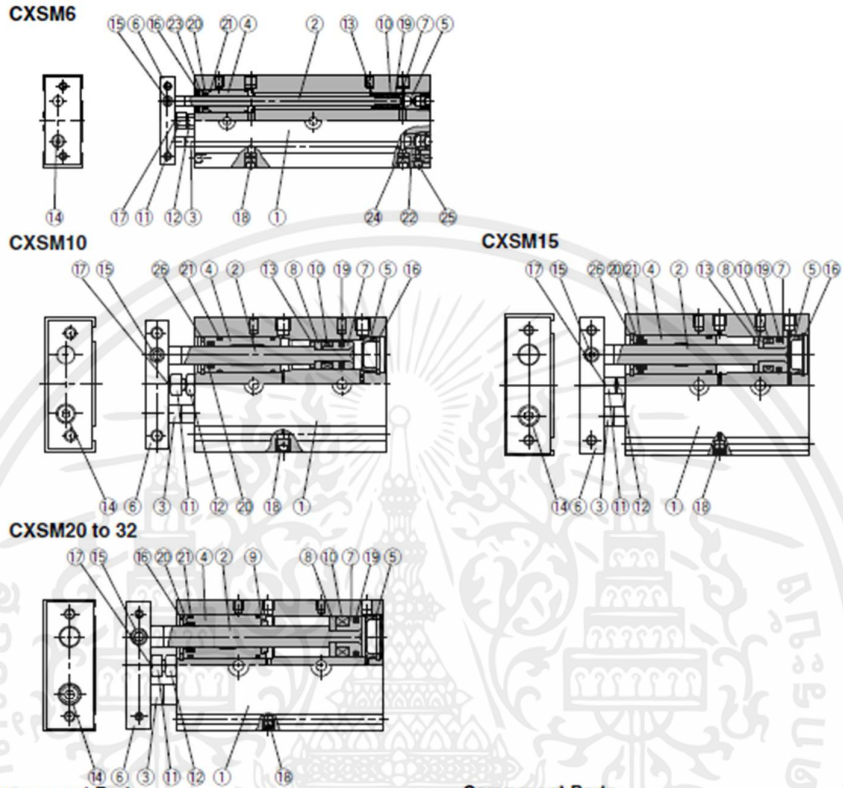
- D-□
- X□
- Individual
- X:□

รูปที่ ค.3 CXSM25-20-Y7BW(3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Series CXS

Construction: Slide Bearing



Component Parts

No.	Description	Material	Note
1	Housing	Aluminum alloy	Hard anodized
2	Piston rod A	Carbon steel ⁽¹⁾	Hard chrome plated
3	Piston rod B	Carbon steel ⁽¹⁾	Hard chrome plated
4	Rod cover	Aluminum bearing alloy	
5	Head cover	Special steel ⁽²⁾	
6	Plate	Aluminum alloy	Hard anodized
7	Piston A	Aluminum alloy	Chromated
8	Piston B	Aluminum alloy	Chromated
9	Bumper A	Polyurethane	
10	Magnet	—	
11	Bumper bolt	Carbon steel	Nickel plated
12	Hexagon nut	Carbon steel	Nickel plated
13	Bumper B	Polyurethane	
14	Hexagon socket head cap screw	Chromium steel	Nickel plated
15	Hexagon socket head set screw	Chromium steel	Nickel plated
16	Retaining ring	Special steel	Nickel plated

Note 1) Stainless steel for CXSM6.
 Note 2) Anodized aluminum alloy for CXSM6.

Component Parts

No.	Description	Material	Note
17	Bumper	Polyurethane	
18	Plug	Chromium steel	Nickel plated
19	Piston seal	NBR	
20	Rod seal	NBR	
21	O-ring	NBR	
22	Head cover B	Aluminum alloy	Nickel plated
23	Seal retainer	Aluminum alloy	
24	Port spacer	Aluminum alloy	
25	Steel ball	Special steel	Hard chrome plated
26	Retaining ring B	Special steel	Nickel plated

Replacement Parts/Seal Kit

Bore size (mm)	Kit no.	Contents
6	CXSM 6-PS	
10	CXSM 10 A-PS	
15	CXSM 15-PS	
20	CXSM 20-PS	
25	CXSM 25-PS	
32	CXSM 32-PS	

* Seal kit includes (19), (20) and (21). Order the seal kit, based on each bore size.
 * Since the seal kit does not include a grease pack, order it separately.
 Grease pack part no.: GR-S-010 (10 g)

รูปที่ ค.4 CXSM25-20-Y7BW(4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Compact Cylinder: Guide Rod Type

Series **CQM**

ø12, ø16, ø20, ø25, ø32, ø40, ø50, ø63, ø80, ø100

How to Order

CQM B 20 - 10
With auto switch CDQM B 20 - 10 - M9BW

With auto switch (Built-in magnet)
Mounting bracket
B Through-hole (Standard)
A Both ends tapped (ø32 to ø100)

Note 1) Cylinder bodies of ø12 to ø25 are common for both B (through hole) and A (both ends tapped) types. Symbol to order is unified to "B" for those sizes.
 Note 2) Cylinder mounting bolts are not included. Order them separately referring to Mounting Bolts for CQM on pages 796 and 797.
 Note 3) Contact SMC for the other mounting types.

Bore size

12	12 mm	40	40 mm
16	16 mm	50	50 mm
20	20 mm	63	63 mm
25	25 mm	80	80 mm
32	32 mm	100	100 mm

Thread type

Nil	M thread	ø12 to ø25
TN	Rc	ø32 to ø100
TF	NPT	
	G	

Auto switch type
 Nil Without auto switch
 Refer to the table below for the applicable auto switch model.

Cylinder stroke (mm)
 Refer to the next page for standard and intermediate strokes.

Number of auto switches

Nil	2 pcs.
S	1 pc.
n	"n" pcs.

Built-in Magnet Cylinder Model
 If a built-in magnet cylinder without an auto switch is required, there is no need to enter the symbol for the auto switch. (Example) CDQMB32-10

Note) M thread to be used for without auto switch type of ø32, 5 stroke exceptionally. There is no need to enter the symbol when ordering.

Applicable Auto Switch Refer to pages 1263 to 1371 for further information on auto switches.

Type	Special function	Electrical entry	Wiring (Output)	Load voltage		Auto switch model		Lead wire length (m)					Applicable load	
				DC	AC	Perpendicular ø12 to ø25 ø32 to ø100	In-line ø12 to ø25 ø32 to ø100	0.5 (N)	1 (M)	3 (L)	5 (Z)	None (N)		Pre-wired connector
Solid state switch		Grommet	3-wire (NPN)	5 V, 12 V		M9NV	M9N	●	●	○	○	○	○	IC circuit Relay, PLC
			3-wire (PNP)	12 V	M9PV	M9P	●	●	○	○	○	○		
	Diagnostic indication (2-color indication)	Yes	2-wire	12 V		M9BV	M9B	●	●	○	○	○	○	
			3-wire (NPN)	5 V, 12 V		M9NVV	M9NV	●	●	○	○	○	○	
	Water resistance (2-color indication)	Grommet	3-wire (PNP)	5 V, 12 V		M9PVV	M9PV	●	●	○	○	○	○	
			2-wire	12 V		M9BVV	M9BV	●	●	○	○	○	○	
	With diagnostic output (2-color indicator)	Grommet	3-wire (NPN)	5 V, 12 V		M9NAV	M9NA	○	○	●	●	○	○	
			3-wire (PNP)	12 V		M9PAV	M9PA	○	○	●	●	○	○	
	With diagnostic output (2-color indicator)	Grommet	4-wire	5 V, 12 V		M9BAV	M9BA	○	○	●	●	○	○	
			2-wire (Non-polar)	—		—	—	F79F	●	●	○	○	○	
Reed switch		Grommet	3-wire (NPN equiv.)	5 V		A96V	A96	●	●	○	○	○	IC circuit Relay, PLC	
			—	200 V		A72	A72H	●	●	○	○	○		
	No	Yes	2-wire	12 V	100 V		A93V	A93	●	●	○	○		IC circuit
				5 V, 12 V	100 V or less		A90V	A90	●	●	○	○		
	Yes	No	Grommet	12 V			A73C	—	●	●	○	○		IC circuit
				5 V, 12 V	24 V or less		A80C	—	●	●	○	○		
	With diagnostic output (2-color indicator)	Yes		—			A79W	—	●	●	○	○		IC circuit

* Lead wire length symbols: 0.5 m----- Nil (Example) M9NV
 1 m----- M (Example) M9NVV
 3 m----- L (Example) M9NVL
 5 m----- Z (Example) M9NVZ
 None----- N (Example) J79CN

* Solid state auto switches marked with a "C" are produced upon receipt of order.
 ** D-P4DW type is compatible with bore sizes ø40 to ø100.
 * Only D-P4DW type is assembled when shipped.

* Besides the models in the above catalog, there are some other auto switches that are applicable. For more information, refer to page 803.
 * Refer to pages 1328 and 1329 for the details of auto switches with a pre-wired connector.
 * When mounting D-AGC(V)/M9C(V)/M9C(W)/M9C(A)/V(L) types on a side other than the port side with ø32 to ø50 cylinders, order auto switch mounting brackets separately. Refer to page 803 for details.



รูปที่ ข.1 CDQMB32-10-M9B(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Compact Cylinder: Guide Rod Type *Series CQM*



⚠ Caution

- ① Do not use the product as a stopper.
- ② Do not disassemble and modify the product.

Specifications

Bore size (mm)	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
Model	Pneumatic (non-lube) type									
Action	Double acting, Single rod									
Fluid	Air									
Proof pressure	1.5 MPa									
Maximum operating pressure	1.0 MPa									
Minimum operating pressure	0.12 MPa					0.1 MPa				
Ambient and fluid temperature	Without auto switch: -10°C to 70°C (No freezing) With auto switch: -10°C to 60°C (No freezing)									
Cushion	Rubber bumper on both ends									
Stroke length tolerance	+1.0 mm* 0									
Mounting	Through-holes									
Piston speed	50 to 500 mm/s					50 to 300 mm/s				

* Stroke length tolerance does not include the amount of dumper change.

Standard Stroke

Bore size (mm)	Standard stroke (mm)
12,16	5, 10, 15, 20, 25, 30
20,25	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50
32,40	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 75, 100
50,63,80,100	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 75, 100

Manufacture of Intermediate Stroke

Description		Intermediate stroke range	
Spacers are installed in a cylinder with standard stroke.		Bore size (mm)	Intermediate stroke range (mm)
		12, 16	1 to 29
		20, 25	1 to 49
		32	1 to 99
		40 to 100	5 to 95

(Example) Part number: CQMB32-57

Constructed by installing an 18 mm spacer in the standard stroke cylinder CQMB32-75. B dimension: 108 mm.

Theoretical Output

Bore size (mm)	Operating direction	Operating pressure (MPa)			Unit: N
		0.3	0.5	0.7	
12	IN	25	42	59	
	OUT	34	57	79	
16	IN	45	75	106	
	OUT	60	101	141	
20	IN	71	118	165	
	OUT	94	157	220	
25	IN	113	189	264	
	OUT	147	245	344	
32	IN	181	302	422	
	OUT	241	402	563	
40	IN	317	528	739	
	OUT	377	628	880	
50	IN	495	825	1150	
	OUT	589	982	1370	
63	IN	840	1400	1960	
	OUT	936	1560	2184	
80	IN	1362	2270	3178	
	OUT	1509	2515	3521	
100	IN	2145	3575	5006	
	OUT	2355	3925	5495	

Auto Switch Mounting Bracket Mass

Mounting bracket part no.	Applicable cylinder bore size	Mass (g)
BQ-2	ø32 to ø100	1.5
BQP1-050	ø40 to ø100	16

Mass

Without Auto Switch

Bore size (mm)	Cylinder stroke (mm)										Unit: g	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		75
12	44	52	60	69	77	86	—	—	—	—	—	—
16	56	67	77	87	97	108	—	—	—	—	—	—
20	82	107	122	137	152	167	183	198	213	227	—	—
25	125	143	162	180	198	216	234	252	270	288	—	—
32	182	205	228	250	274	297	320	343	366	389	553	669
40	269	295	320	345	370	396	421	446	471	497	692	823
50	—	500	540	580	620	661	701	740	780	821	1133	1341
63	—	745	795	845	894	944	993	1043	1093	1143	1535	1791
80	—	1400	1479	1559	1639	1719	1800	1880	1969	2039	2671	3067
100	—	2365	2468	2571	2674	2776	2880	2983	3086	3188	4053	4574

With Auto Switch (Built-in magnet)

Bore size (mm)	Cylinder stroke (mm)										Unit: g	
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50		75
12	52	59	68	77	84	93	—	—	—	—	—	—
16	66	77	87	97	107	118	—	—	—	—	—	—
20	122	138	153	168	182	197	213	227	242	257	—	—
25	168	186	205	223	240	258	277	295	313	331	—	—
32	241	264	287	309	333	356	379	401	425	448	564	680
40	345	371	396	421	447	473	498	523	548	574	705	836
50	—	618	658	698	738	779	819	858	898	939	1147	1355
63	—	903	953	1003	1052	1102	1152	1201	1251	1301	1557	1813
80	—	1661	1740	1820	1900	1980	2061	2141	2220	2300	2695	3090
100	—	2745	2848	2950	3053	3156	3260	3362	3465	3568	4088	4609

Add each mass of auto switches and mounting brackets.
Refer to pages 1263 to 1371 for auto switch mass.



รูปที่ ๒.2 CDQMB32-10-M9B(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Series CQM

Plate Non-rotating Accuracy

Non-rotating accuracy without load is designed to be same or less than the figures shown in the table below at the retracted cylinder end (plate).

Bore size (mm)	Non-rotating accuracy
12, 16	±0.2*
20 to 100	±0.1*

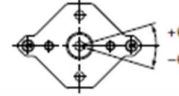
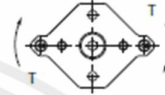


Plate Allowable Rotational Torque

Make sure to operate strictly within the allowable rotation torque range to the plate.

Operation outside of this range may result in shorter service life or damage to the device.



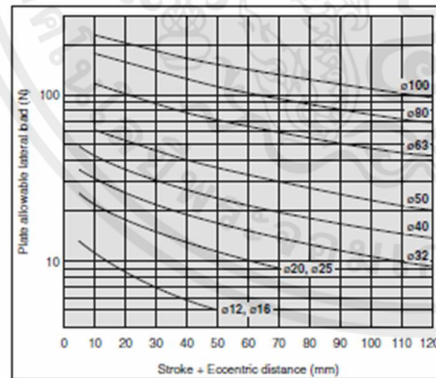
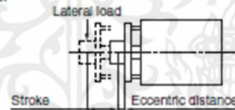
Unit: N·m

Bore size (mm)	Cylinder stroke (mm)											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	75	100
12	0.11	0.10	0.08	0.07	0.07	0.06	—	—	—	—	—	—
16	0.15	0.12	0.11	0.10	0.09	0.08	—	—	—	—	—	—
20	0.37	0.32	0.28	0.25	0.23	0.21	0.19	0.18	0.17	0.16	—	—
25	0.40	0.35	0.31	0.28	0.25	0.23	0.21	0.20	0.18	0.17	—	—
32	0.66	0.59	0.53	0.49	0.45	0.42	0.39	0.36	0.34	0.32	0.25	0.20
40	1.06	0.96	0.88	0.81	0.75	0.70	0.65	0.61	0.58	0.55	0.43	0.36
50	—	1.70	1.56	1.45	1.35	1.26	1.19	1.12	1.06	1.01	0.80	0.67
63	—	3.90	3.62	3.37	3.15	2.96	2.80	2.65	2.51	2.39	1.92	1.61
80	—	7.44	6.98	6.56	6.20	5.87	5.57	5.31	5.07	4.84	3.98	3.37
100	—	11.85	11.19	10.61	10.08	9.60	9.17	8.77	8.41	8.07	6.73	5.77

Plate Allowable Lateral Load

Make sure to operate strictly within the allowable lateral load range to the plate.

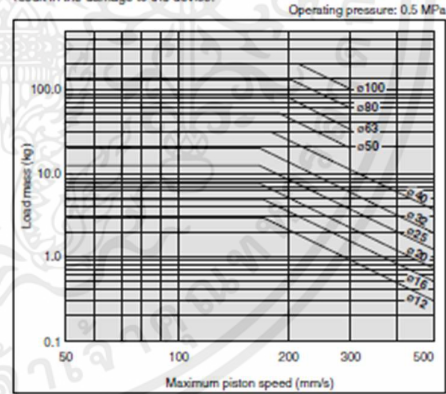
Operation outside of this range may result in shorter service life or damage to the device.



Allowable Kinetic Energy

Make sure to operate strictly within the allowable range of the load mass and maximum speed.

Operation outside of this range may cause excessive impact, which may result in the damage to the device.



รูปที่ ๓.3 CDQMB32-10-M9B(3)

Compact Cylinder: Standard
Double Acting, Single Rod

CQ2 Series

ø12, ø16, ø20, ø25, ø32, ø40, ø50, ø63, ø80, ø100

How to Order

Without auto switch
ø12 to ø25

CQ2 B □ 20 □ - 30 D □ - □ □ - □ □

Without auto switch
ø32 to ø100

CQ2 B □ 32 □ - 30 D □ Z - □ □ - □ □

With auto switch

CDQ2 B □ 32 □ - 30 DM Z - L W - M9BW □ - □ □

With auto switch magnet
The overall length of the cylinder with an auto switch magnet is longer than that of the cylinder without an auto switch magnet by the length of the built-in magnet. For details, refer to the dimensions of each size.

1 Mounting

B	Through-hole
A	Both ends tapped
L	Foot
LC	Compact foot
F	Rod flange
G	Head flange
D	Double clevis

- Mounting brackets are shipped together with the product but do not come assembled.
- Refer to 1 for the through-hole type mounting bolt.
- For cylinders with mounting options "L," "LC," or "F," the cylinder rod protrusion dimensions (Dimensions L and Lr) vary from the standard cylinder. When only ordering the cylinder, order the rod end length increased by 10 mm (-XC2) cylinder. For details ⇨ p. 166

2 Type

Nil	Pneumatic
H	Air-hydro*1

*1 The bore sizes available for the air-hydro type are ø20 to ø100.

3 Bore size

12	12 mm
16	16 mm
20	20 mm
25	25 mm
32	32 mm
40	40 mm
50	50 mm
63	63 mm
80	80 mm
100	100 mm

4 Port thread type

Nil	M thread	ø12 to ø25
	Rc	
TN	NPT	ø32 to ø100
TF	G	
F	Built-in One-touch fittings*1	

- *1 The bore sizes available with One-touch fittings are ø32 to ø63. However, they cannot be selected for the air-hydro type.
- * "TF" is not selectable for the air-hydro type.
- For cylinders without an auto switch magnet, M threads are compatible only with ø32-5 mm stroke.

5 Cylinder stroke (For details on the minimum stroke for auto switch mounting ⇨ p. 145)

Pneumatic type		Air-hydro type	
Bore size	Standard stroke [mm]	Bore size	Standard stroke [mm]
12, 16	5, 10, 15, 20, 25, 30	20, 25	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50
20, 25	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50	32, 40	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 75, 100
32, 40	5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 75, 100	50, 63, 80, 100	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 75, 100
50, 63, 80, 100	10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 75, 100		

- For long strokes exceeding the standard stroke range ⇨ p. 72
- For details on the manufacturing of intermediate strokes ⇨ p. 10

6 Action

D	Double acting
---	---------------

7 Body option

Nil	Rod end female thread
F	With boss on head end
C	With rubber bumper*1
M	Rod end male thread

- *1 The type with a rubber bumper is not selectable for the air-hydro type.
- Combined body options, such as "FC," "FM," "FCM," and "CM" can be selected.

8 Auto switch mounting groove

Z	ø12 to ø25	2 surfaces
	ø32 to ø100	4 surfaces

9 Through-hole type mounting bolt

Nil	None
L	Shipped together

- Mounting bolt is shipped together with the product only when the mounting bracket is "B" (Through-hole).
- When a made-to-order option is selected for 1, the mounting bolt is not shipped together with the product. Please order it separately. For details: Without auto switch magnet ⇨ p. 13 With auto switch magnet ⇨ p. 14

รูปที่ ง.1 CDQ2A40-20DMZ-M9B(1)

Compact Cylinder: Standard **CQ2 Series**
Double Acting, Single Rod



- Standard CQ2W
- Large Bore Size CQ2W
- Anti-Rattle Lock CQ2-S
- Long Stroke CQ2
- Non-rotating Rod CQ2K
- Water Resistant CQ2W-RN
- Auto Switch CQ2
- Made to Order CBO2

10 Rod end bracket (→ p. 26, 27)

Nil	None
D	Simple joint A type + Joint
E	Simple joint B type + Joint
V	Single knuckle joint
W	Double knuckle joint

- Options "D" and "E" must be used in combination with body option (Nil), the rod end female thread, and options "V" and "W" must be used in combination with body option (M), the rod end male thread.
- The applicable bore size for "D" and "E" is ø32 to ø100.
- A knuckle pin is not provided with the single knuckle joint (V). If a pin is required, please order it separately. For details → p. 26
- When a made-to-order option is selected for **10**, the rod end bracket cannot be selected. Please order it separately.

11 Auto switch

Nil	Without auto switch
-----	---------------------

- For applicable auto switches, refer to the table below.

12 Number of auto switches

Nil	2
S	1
n	n

13 Made to order common specifications
For details → p. 9

For details on auto switch mounting → p. 139 to 152

- Auto Switch Proper Mounting Position (Detection at stroke end) and Mounting Height
- Minimum Stroke for Auto Switch Mounting
- Operating Range
- Auto Switch Mounting Brackets/Part Nos.

Cylinder Model with Auto Switch Magnet

If a cylinder with an auto switch magnet and without an auto switch is required, there is no need to enter the symbol for the auto switch.
(Example) CDQ2L32-25DZ

Applicable Auto Switches / Refer to the **Web Catalog** for further information on auto switches.

Type	Special function	Electrical entry	Wiring (Output)	Load voltage		Auto switch model		Lead wire length (m)					Pre-wired connector	Applicable load
				DC	AC	Perpendicular	In-line	0.5 (Nil)	1 (M)	3 (L)	5 (Z)	None (N)		
Solid state auto switch	—	Grommet	3-wire (NPN)	5 V	—	M9NV	M9N	●	●	○	○	○	IC circuit	Relay, PLC
			3-wire (PNP)	12 V		M9PV	M9P	●	●	○	○	○		
	Diagnostic indication (2-color indicator)	Yes	2-wire	12 V	M9BV	M9B	●	●	○	○	○	—		
			3-wire (NPN)	5 V	M9NVV	M9NV	●	●	○	○	○		IC circuit	
	Water resistant (2-color indicator)	No	3-wire (PNP)	12 V	M9PVV	M9PV	●	●	○	○	○	—		
			2-wire	12 V	M9BWW	M9BW	●	●	○	○	○			
Red wire leads	—	Grommet	3-wire (NPN)	5 V	—	M9NAV ¹	M9NA ¹	○	○	○	○	○	IC circuit	—
			3-wire (PNP)	12 V		M9PAV ¹	M9PA ¹	○	○	○	○	○		
			2-wire	12 V		M9BAV ¹	M9BA ¹	○	○	○	○	○		
			2-wire (Non-polar)	—		—	P3DWA	●	●	○	○	○		
—	No	2-wire	5 V	A96V	A96	●	●	○	○	○	IC circuit	—		
			12 V	A93V ²	A93	●	●	○	○	○			Relay, PLC	
			100 V or less	A90V	A90	●	●	○	○	○				

- *1 Water-resistant type auto switches can be mounted on the models on page 7, but SMC cannot guarantee water resistance. A water-resistant type cylinder (→ p. 99) is recommended for use in environments which require water resistance.
- *2 The 1 m lead wire is only applicable to the D-A93.
- Lead wire length symbols: 0.5 m ----- Nil (Example) M9NW
1 m ----- M (Example) M9NWM
3 m ----- L (Example) M9NWL
5 m ----- Z (Example) M9NWZ
- Solid state auto switches marked with "1" are produced upon receipt of order.
- The D-P3DWA type is only available in sizes ø25 to ø100.

* There are applicable auto switches other than those listed above. For details → p. 152

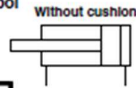


รูปที่ ง.2 CDQ2A40-20DMZ-M9B(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CCQ2 Series

Symbol



Made to Order
Made to Order Common Specifications
 (For details ⇨ p. 155 to 188)

Symbol	Specifications
-XA□	Change of rod end shape
-XB6	Heat resistant cylinder (-10 to 150°C) w/o auto switch only*1
-XB7	Cold-resistant cylinder (-40 to 70°C) w/o auto switch only
-XB9	Low-speed cylinder (10 to 50 mm/s)
-XB10	Intermediate stroke (Using exclusive body)
-XB10A	Intermediate stroke (Spacer-installed type)
-XB13	Low-speed cylinder (5 to 50 mm/s)
-XB14	Cylinder with heat-resistant auto switch*1
-XC2(A)	Rod end length increased by 10 mm (For foot and flange bracket)
-XC4	With heavy duty scraper
-XC6	Piston rod/Retaining ring/Rod end nut material: Stainless steel
-XC8	Adjustable stroke cylinder/Adjustable extension type
-XC9	Adjustable stroke cylinder/Adjustable retraction type
-XC10	Dual stroke cylinder/Double rod type
-XC11	Dual stroke cylinder/Single rod type
-XC26	With split pins for double clevis pin/double knuckle pin and for washers
-XC26□	Double clevis with double knuckle width 12.5 mm, 16.5 mm, or 19.5 mm; With double clevis and double knuckle joint
-XC27	Double clevis pin/Double knuckle pin material: Stainless steel 204
-XC35	With coil scraper
-XC36	With boss on rod end
-XC85	Grease for food processing equipment
-XC88	Spatter-resistant scraper, Lubricator Grease for welding (For rod Stainless and B)
-XC89	Spatter-resistant scraper, Lubricator Grease for welding (Piston rod S45C)
-XC91	Spatter-resistant coil scraper, Grease for welding (Piston rod S45C)
-XC92	Dust-resistant actuator
-X144	Special port location, with auto switch
-X202	Same full length dimension as the CQ1 series
-X203	Same L dimension from the rod cover as the CQ1 series
-X271	Fluororubber seals*1
-X525	Long stroke for adjustable extension stroke cylinder (XC8)
-X526	Long stroke for adjustable retraction stroke cylinder (XC9)
-X636	Long stroke for dual stroke single rod cylinder
-X1876	Cylinder tube: With concave boss on head end

*1 Excludes the air-hydro type

Clean Series/Low Particle Generation
 For details, refer to the Web Catalog.

* Stainless steel accessories are also available.
 For details ⇨ p. 26

Moisture Control Tube
IDK Series

When operating an actuator with a small bore size and a short stroke at a high frequency, dew condensation (water droplets) may occur inside the piping depending on the conditions.
 Simply connecting the moisture control tube to the actuator will prevent dew condensation from occurring. For details, refer to the Web Catalog.

Precautions

Refer to page 189 before handling the products.

Specifications

Pneumatic type

Bore size [mm]	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	
Action	Double acting, Single rod										
Fluid	Air										
Proof pressure	1.5 MPa										
Maximum operating pressure	1.0 MPa										
Minimum operating pressure	0.07 MPa					0.05 MPa					
Ambient and fluid temperatures	Without auto switch magnet: -10 to 70°C (No freezing) With auto switch magnet: -10 to 60°C										
Lubrication	Not required (Non-lube)										
Piston speed	50 to 500 mm/s										
Allowable kinetic energy [J]	Standard	0.022	0.038	0.055	0.09	0.15	0.26	0.46	0.77	1.36	2.27
	With rubber bumper	0.043	0.075	0.11	0.18	0.29	0.52	0.91	1.54	2.71	4.54
Stroke length tolerance	+1.0 mm*1 0										

*1 Stroke length tolerance does not include the amount of bumper change.

Air-hydro type

Bore size [mm]	20	25	32	40	50	63	80	100
Action	Double acting, Single rod							
Fluid	Turbine oil*1							
Proof pressure	1.5 MPa							
Maximum operating pressure	1.0 MPa							
Minimum operating pressure	0.18 MPa			0.1 MPa				
Ambient and fluid temperatures	5 to 60°C							
Piston speed	5 to 50 mm/s							
Cushion	None							
Stroke length tolerance	+1.0 mm 0							

*1 Actuator Precautions 5 ⇨ Refer to the Web Catalog.

Mounting Bracket Part Nos.

Bore size [mm]	Foot*1	Compact foot*1	Flange	Double clevis	Double clevis pivot bracket	
12	Without auto switch magnet	CQ-L012	CQ-LC012	CQ-F012	CQ-D012	CQ-C012
	With auto switch magnet	CQ-LZ12	CQ-LCZ12			
16	Without auto switch magnet	CQ-L016	CQ-LC016	CQ-F016	CQ-D016	CQ-C016
	With auto switch magnet	CQ-LZ16	CQ-LCZ16			
20	Without auto switch magnet	CQ-L020	CQ-LC020	CQ-F020	CQ-D020	CQ-C020
	With auto switch magnet	CQ-LZ20	CQ-LCZ20			
25	Without auto switch magnet	CQ-L025	CQ-LC025	CQ-F025	CQ-D025	CQ-C025
	With auto switch magnet	CQ-LZ25	CQ-LCZ25			
32	CQ-L032	CQ-LC032	CQ-F032	CQ-D032	CQ-C032	
40	CQ-L040	CQ-LC040	CQ-F040	CQ-D040	CQ-C040	
50	CQ-L050	CQ-LC050	CQ-F050	CQ-D050	CQ-C050	
63	CQ-L063	CQ-LC063	CQ-F063	CQ-D063	CQ-C063	
80	CQ-L080	CQ-LC080	CQ-F080	CQ-D080	CQ-C080	
100	CQ-L100	CQ-LC100	CQ-F100	CQ-D100	CQ-C100	

*1 When ordering foot and compact foot brackets, the required quantity will be different depending on the bore size.

a12 to a25:
 • Without auto switch magnet: Order 2 pieces per cylinder.
 • With auto switch magnet: Order 1 piece per cylinder. (Part number for a set of 2 foot brackets)

a32 to a100:
 • Order 2 pieces per cylinder.

* Parts included with each type of bracket are as follows.

Foot, Compact foot, Flange: Body mounting bolts

Double clevis: Clevis pin, Type C retaining rings for axis, Body mounting bolts

* For details on accessory brackets (Options) ⇨ p. 21 to 27

* Foot, compact foot, flange brackets, etc., cannot be retrofitted for through-hole mounting (B).



รูปที่ ง.3 CDQ2A40-20DMZ-M9B(3)

CQ2 Series

Allowable Kinetic Energy

Load Mass and Piston Speed

Bore size [mm]	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
Standard/ Allowable kinetic energy: Ea	0.022	0.038	0.055	0.09	0.15	0.26	0.46	0.77	1.36	2.27
With rubber bumper/ Allowable kinetic energy: Eb	0.043	0.075	0.110	0.18	0.29	0.52	0.91	1.54	2.71	4.54

$$\text{Kinetic energy } E [J] = \frac{(m1+m2) V^2}{2}$$

m1: Mass of cylinder movable parts [kg]
 m2: Load mass [kg]
 V: Piston speed [m/s]

Mass of Cylinder Movable Parts: Without Auto Switch Magnet [g]

Bore size [mm]	Cylinder stroke [mm]											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	75	100
12	5	6	7	8	10	11	—	—	—	—	—	—
16	9	11	13	15	17	19	—	—	—	—	—	—
20	15	18	21	24	27	31	34	37	40	44	—	—
25	24	28	33	37	42	46	51	55	60	64	—	—
32	45	52	60	68	76	84	92	100	107	115	170	209
40	64	72	80	88	96	104	112	119	127	135	190	229
50	—	117	129	141	153	166	178	190	202	214	300	361
63	—	153	165	177	190	202	214	226	239	251	337	398
80	—	270	289	306	327	347	366	385	404	423	557	653
100	—	487	515	543	570	598	625	653	681	708	901	1028

Mass of Cylinder Movable Parts: With Auto Switch Magnet [g]

Bore size [mm]	Cylinder stroke [mm]											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	75	100
12	8	9	10	11	12	13	—	—	—	—	—	—
16	16	18	20	22	24	26	—	—	—	—	—	—
20	28	31	34	37	40	44	47	50	53	56	—	—
25	44	48	53	57	62	66	71	75	80	84	—	—
32	78	86	93	101	109	117	125	133	140	148	187	227
40	109	117	125	133	140	148	156	164	172	180	219	258
50	—	187	199	211	223	236	248	260	272	285	346	407
63	—	254	266	278	290	303	315	327	339	352	413	474
80	—	433	453	472	491	510	530	549	568	587	683	778
100	—	741	768	796	823	851	879	906	934	962	1099	1236

Additional Mass of Cylinder Movable Parts [g]

Bore size [mm]	Rod end male thread	Cylinder stroke [mm]									
		12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
12	Male thread	1.5	3	6	12	26	27	53	53	120	175
	Nut	1	2	4	8	17	17	32	32	49	116
With rubber bumper		0	0	-2	-3	-3	-7	-9	-18	-31	-56

Calculation: (Example) CDQ2B32-20DCMZ

• Basic mass: CDQ2B32-20DCMZ-----101 g

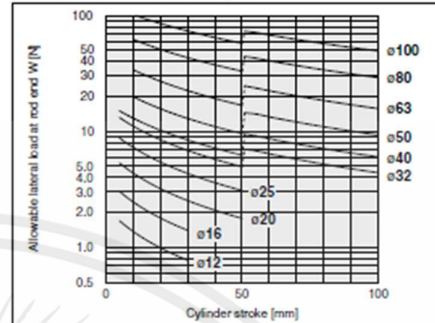
• Additional mass: Rod end male thread -----43 g

With rubber bumper -----3 g

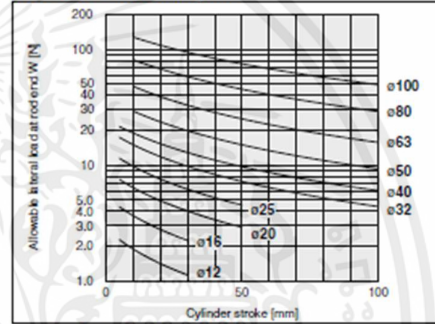
141 g

Allowable Lateral Load at Rod End

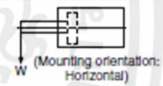
Without Auto Switch Magnet



With Auto Switch Magnet



If an allowable lateral load at rod end is exceeding the value in the graph, we recommend anti-lateral load type cylinder be used.



Theoretical Output


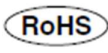
Bore size [mm]	Operating direction	Operating pressure [MPa]		
		0.3	0.5	0.7
12	IN	25	42	59
	OUT	34	57	79
16	IN	45	75	106
	OUT	60	101	141
20	IN	71	118	165
	OUT	94	157	220
25	IN	113	189	264
	OUT	147	245	344
32	IN	181	302	422
	OUT	241	402	563
40	IN	317	528	739
	OUT	377	628	880
50	IN	495	825	1150
	OUT	589	982	1370
63	IN	841	1400	1960
	OUT	935	1560	2180
80	IN	1360	2270	3170
	OUT	1510	2510	3520
100	IN	2140	3570	5000
	OUT	2360	3930	5500


รูปที่ ง.4 CDQ2A40-20DMZ-M9B(4)

ภาคผนวก จ

D-M9B

2-Color Indication Type Solid State Auto Switch
Direct Mounting Style

D-M9NW(V)/D-M9PW(V)/D-M9BW(V)  

 Refer to SMC website for the details of the products conforming to the international standards.

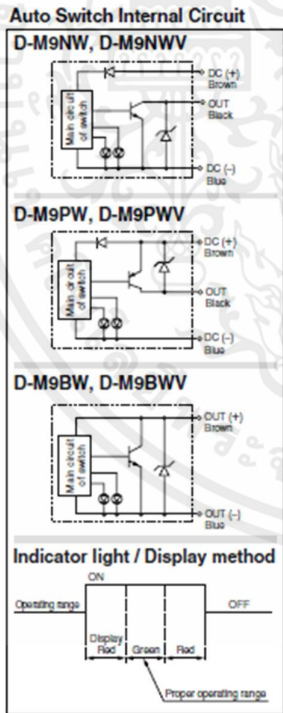
- Grommet**
- 2-wire load current is reduced (2.5 to 40 mA).
 - Flexibility is 1.5 times greater than the conventional model (SMC comparison).
 - Using flexible cable as standard spec.
 - The proper operating range can be determined by the color of the light. (Red → Green ← Red)



Caution

Precautions

Fix the auto switch with the existing screw installed on the auto switch body. The auto switch may be damaged if a screw other than the one supplied is used.



Auto Switch Specifications

PLC: Programmable Logic Controller

D-M9□W, D-M9□WV (With indicator light)						
Auto switch model	D-M9NW	D-M9NWV	D-M9PW	D-M9PWV	D-M9BW	D-M9BWV
Electrical entry direction	In-line	Perpendicular	In-line	Perpendicular	In-line	Perpendicular
Wiring type	3-wire				2-wire	
Output type	NPN			PNP		—
Applicable load	IC circuit, Relay, PLC				24 VDC relay, PLC	
Power supply voltage	5, 12, 24 VDC (4.5 to 28 V)				—	
Current consumption	10 mA or less				—	
Load voltage	28 VDC or less		—		24 VDC (10 to 28 VDC)	
Load current	40 mA or less				2.5 to 40 mA	
Internal voltage drop	0.8 V or less at 10 mA (2 V or less at 40 mA)				4 V or less	
Leakage current	100 μA or less at 24 VDC				0.8 mA or less	
Indicator light	Operating range Red LED illuminates. Proper operating range Green LED illuminates.					
Standard	CE marking					

- Lead wires—Oilproof flexible heavy-duty vinyl cord: ø2.7 x 3.2 ellipse, 0.15 mmφ, 2 cores (D-M9BW(V)), 3 cores (D-M9NW(V), D-M9PW(V))

Note 1) Refer to page 1272 for solid state auto switch common specifications.
Note 2) Refer to page 1272 for lead wire lengths.

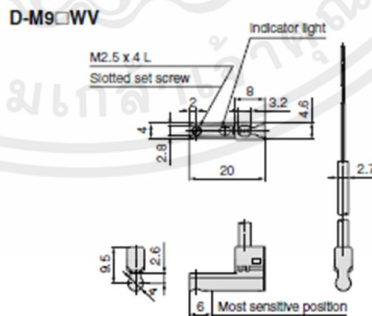
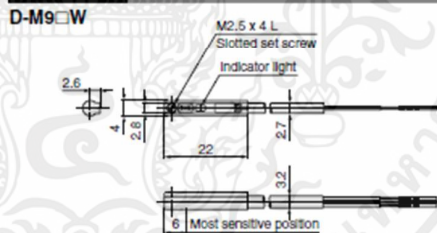
Mass

(g)

Auto switch model	D-M9NW(V)	D-M9PW(V)	D-M9BW(V)
Lead wire length (m)	0.5	8	7
	1	14	13
	3	41	38
	5	68	63

Dimensions

(mm)



1299

รูปที่ จ.1 D-M9B(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฉ

D-Y7BW

**2-Color Indicator Solid State Auto Switch
Direct Mounting Type**

D-Y7NW(V)/D-Y7PW(V)/D-Y7BW(V)



Refer to SMC website for the details of the products conforming to the international standards.

Grommet

- The proper operating range can be determined by the color of the light.
(Red → Green ← Red)
- Using flexible cable as standard spec.



Auto Switch Specifications

PLC: Programmable Logic Controller

D-Y7□W, D-Y7□WV (With indicator light)						
Auto switch model	D-Y7NW		D-Y7PW		D-Y7BW	
	In-line	Perpendicular	In-line	Perpendicular	In-line	Perpendicular
Wiring type	3-wire				2-wire	
Output type	NPN		PNP		—	
Applicable load	IC circuit, Relay, PLC				24 VDC relay, PLC	
Power supply voltage	5, 12, 24 VDC (4.5 to 28 VDC)				—	
Current consumption	10 mA or less				—	
Load voltage	28 VDC or less		—		24 VDC (10 to 28 VDC)	
Load current	40 mA or less		80 mA or less		2.5 to 40 mA	
Internal voltage drop	1.5 V or less (0.8 V or less at 10 mA load current)		0.8 V or less		4 V or less	
Leakage current	100 μA or less at 24 VDC				0.5 mA or less at 24 VDC	
Indicator light	Operating range Red LED illuminates. Proper operating range Green LED illuminates.					
Standard	CE marking, RoHS					

Oilproof Flexible Heavy-duty Lead Wire Specifications

Auto switch model		D-Y7NW□	D-Y7PW□	D-Y7BW□
Sheath	Outside diameter [mm]	ø3.4		
	Number of cores	3 cores (Brown/Blue/Black)		2 cores (Brown/Blue)
Insulator	Outside diameter [mm]	ø1.0		
	Effective area [mm ²]	0.15		
Conductor	Stand diameter [mm]	ø0.05		
	Minimum bending radius [mm] (Reference value)	21		

Note 1) Refer to page 1584 for solid state auto switch common specifications.
Note 2) Refer to page 1584 for lead wire lengths.

Weight

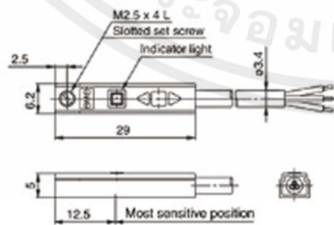
(g)

Auto switch model		D-Y7NW(V)	D-Y7PW(V)	D-Y7BW(V)
Lead wire length	0.5 m (Nil)	11		
	3 m (L)	54		
	5 m (Z)	88		

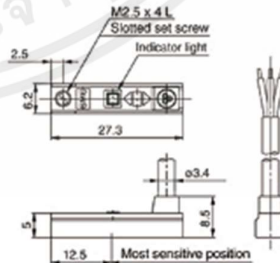
Dimensions

(mm)

D-Y7□W



D-Y7□WV



1608



รูปที่ ฉ.1 D-M9B(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

SY5120-5LZ-C8

5 Port Solenoid Valve
Body Ported/Single Unit
SY3000/5000/7000/9000 Series



(Option)
Note) AC-type models that are CE-compliant have DIN terminals only.

How to Order

SY 5 1 20 - **5 L** - **01** - - - -

Series

3	SY3000
5	SY5000
7	SY7000
9	SY9000

Type of actuation

1	2 position single (A) 4 2 (B) (EA) 5 1 3 (EB) (F)
2	2 position double (A) 4 2 (B) (EA) 5 1 3 (EB) (F)
3	3 position closed center (A) 4 2 (B) (EA) 5 1 3 (EB) (F)
4	3 position exhaust center (A) 4 2 (B) (EA) 5 1 3 (EB) (F)
5	3 position pressure center (A) 4 2 (B) (EA) 5 1 3 (EB) (F)

Note) For details about Symbol of the 3 position type of the SY3000 series, refer to page 407.

Coil specifications

Nil	Standard
T	With power saving circuit (24, 12 VDC only)

Power saving circuit is not available in the case of D, DO, Y, YO or WJ type.

Rated voltage

For DC	
S	24 VDC
6	12 VDC
V	6 VDC
S	5 VDC
R	3 VDC
For AC (%Hz)	
1	100 VAC
2	200 VAC
3	110 VAC [115 VAC]
4	220 VAC [230 VAC]

DC specifications of type D, Y, DO and YO is only available with 12 and 24 VDC.
For type WJ, DC voltage is only available.
Note) AC-type models that are CE-compliant have DIN terminals only.

Bracket

Nil	Without bracket
F1	With foot bracket (2 position single only)
F2	With side bracket

* SY9000 has no bracket.

Thread type

Nil	Rc
F	G
N	NPT
T	NPTF

* Except for M5

Made to Order

Nil	
X20	Body ported external pilot (Refer to page 53)
X90	Manifold form factor (Refer to page 53)

CE-compliant

Nil	
Q	CE-compliant

Note) AC type models that are CE-compliant have DIN terminals only.

Electrical entry

24, 12, 6, 5, 3 VDC/100, 110, 200, 220 VAC			
Grommet	L plug connector	M plug connector	DIN terminal
G: Lead wire length 200 mm	L: With lead wire (Length 300 mm)	M: With lead wire (Length 300 mm)	5, 7, 8B connector
H: Lead wire length 500 mm	U: Without lead wire	U: Without lead wire	DO, YO: Without connector

CE comp at DC AC

24, 12 VDC 6, 5, 3 VDC

M8 connector

W: Without connector cable

W: With connector cable

Note)

CE comp at DC AC

Manual override

Nil	Non-locking push type
D	Push-turn locking slotted type
E	Push-turn locking lower type

Light/Surge voltage suppressor

Electrical entry for G, H, L, M, W		Electrical entry for D, Y	
Nil	Without light/surge voltage suppressor	Nil	Without light/surge voltage suppressor
S	With surge voltage suppressor	S	With surge voltage suppressor (Non-polar type)
Z	With light/surge voltage suppressor	Z	With light/surge voltage suppressor (Non-polar type)
R	With surge voltage suppressor (Non-polar type)		
U	With light/surge voltage suppressor (Non-polar type)		

* For AC voltage valves there is no "S" option. It is already built-in to the rectifier circuit.
* For "R" and "U", DC voltage is only available.
* Power saving circuit is only available in the "Z" type.

* DOZ and YOZ are not available.
* For AC voltage valves there is no "S" option. It is already built-in to the rectifier circuit.

Note) When placing an order for body ported solenoid valve as a single unit, mounting screw for manifold and gasket are not attached. Order them separately, if necessary. (For details, refer to page 467.)



รูปที่ ข.1 SY5120-5LZ-C8(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Body Ported SY3000/5000/7000/9000 Series



Specifications

Series	SY3000	SY5000	SY7000	SY9000
Fluid	Air			
Internal pilot	2 position single			
Operating pressure range (MPa)	0.15 to 0.7			
Max. operating frequency (Hz)	2 position double			
	3 position			
Ambient and fluid temperature (°C)	-10 to 50 (No freezing)			
Manual override (Manual operation)	10			
	5			
Pilot exhaust method	Non-locking push type, Push-turn locking slotted type, Push-turn locking lever type			
Lubrication	Common exhaust type for main and pilot valve			
Mounting orientation	Not required			
Impact/Vibration resistance (m/s ²) ^{Note)}	Unrestricted			
Enclosure	150/30			
	Dust proof (= DIN terminal and M8 connector: IP65)			

* Based on IEC60529
 Note) Impact resistance: No malfunction occurred when it is tested in the axial direction and at the right angles to the main valve and armature in both energized and de-energized states every once for each condition. (Values at the initial period)
 Vibration resistance: No malfunction occurred in a one-sweep test between 45 and 2000 Hz. Test was performed at both energized and de-energized states in the axial direction and at the right angles to the main valve and armature. (Values at the initial period)

Made to Order
 Made to Order
 (For details, refer to pages 616 to 628.)

Solenoid Specifications

Electrical entry	Grommet (G), (H)		DIN terminal (D), (Y)	
	L plug connector (L)		M8 connector (W)	
Coil rated voltage (V)	M plug connector (M)		G, H, L, M, W	
	DC		D, Y	
Allowable voltage fluctuation	24, 12, 6, 5, 3		24, 12	
	AC 50/60 Hz		100, 110, 200, 220	
Power consumption (W)	±10% of rated voltage *			
	Standard		0.35 (With indicator light: 0.4 DIN terminal with indicator light: 0.45)	
Apparent power (VA) *	With power saving circuit		0.1 (With indicator light only) **	
	[Starting 0.4, Holding 0.1]			
Surge voltage suppressor	100 V		0.78 (With indicator light: 0.81)	
	110 V		0.86 (With indicator light: 0.89)	
	[115 V]		0.94 (With indicator light: 0.97)	
	200 V		1.15 (With indicator light: 1.22)	
	220 V		1.30 (With indicator light: 1.34)	
Indicator light	[230 V]		1.42 (With indicator light: 1.46)	
	Diode (Varistor is for DIN terminal and Non-polar type.)		LED (AC of DIN connector is neon light.)	

* In common between 110 VAC and 115 VAC, and between 220 VAC and 230 VAC.
 ** For 115 VAC and 230 VAC, the allowable voltage is -15% to +5% of rated voltage.
 * DIN terminal and M8 connector with power saving circuit are not available.
 * For details, refer to page 636.

Response Time

Note) Based on dynamic performance test, JIS B 8419: 2010. (Coil temperature: 20°C, at rated voltage)

SY3000

Type of actuation	Response time (ms) (at the pressure of 0.5 MPa)		
	Without light/surge voltage suppressor	With light/surge voltage suppressor	
		Type S, Z	Type R, U
2 position single	12 or less	15 or less	12 or less
2 position double	10 or less	13 or less	10 or less
3 position	15 or less	20 or less	16 or less

SY7000

Type of actuation	Response time (ms) (at the pressure of 0.5 MPa)		
	Without light/surge voltage suppressor	With light/surge voltage suppressor	
		Type S, Z	Type R, U
2 position single	31 or less	38 or less	33 or less
2 position double	27 or less	30 or less	28 or less
3 position	50 or less	56 or less	50 or less

SY5000

Type of actuation	Response time (ms) (at the pressure of 0.5 MPa)		
	Without light/surge voltage suppressor	With light/surge voltage suppressor	
		Type S, Z	Type R, U
2 position single	19 or less	26 or less	19 or less
2 position double	18 or less	22 or less	18 or less
3 position	32 or less	38 or less	32 or less

SY9000

Type of actuation	Response time (ms) (at the pressure of 0.5 MPa)		
	Without light/surge voltage suppressor	With light/surge voltage suppressor	
		Type S, Z	Type R, U
2 position single	35 or less	41 or less	35 or less
2 position double	35 or less	41 or less	35 or less
3 position	62 or less	64 or less	62 or less



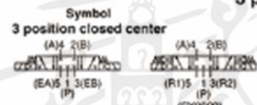
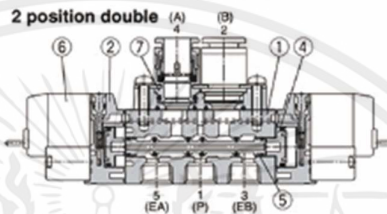
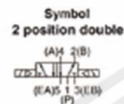
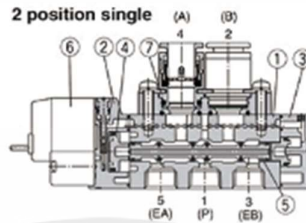
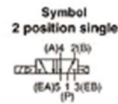
รูปที่ ช.2 SY5120-5LZ-C8(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

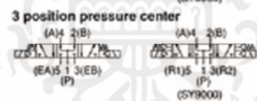
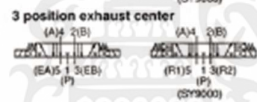
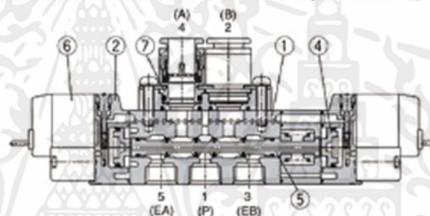
Body Ported SY3000/5000/7000/9000 Series

Construction

SY series



3 position closed center / exhaust center / pressure center



(This figure shows a closed center type.)

Component Parts

No.	Description	Material	Note
1	Body	Aluminum die-casted (SY3000, Zinc die-casted)	White
2	Adapter plate	Resin	White (SY9000, Gray)
3	End plate	Resin	White
4	Piston	Resin	-
5	Spool valve assembly	Aluminum, H-NBR	-

Replacement Parts

No.	Description	Part no.
6	Pilot valve assembly	Refer to "How to Order Pilot Valve Assembly" on page 629.
7	M5 port block assembly	Refer to "How to Order Port Block Assembly" on page 629.

Bracket Assembly No.

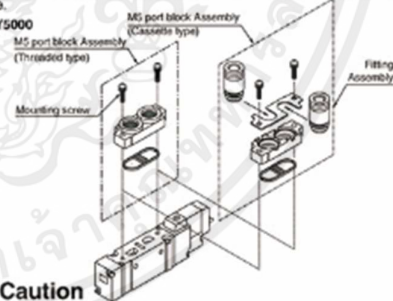
Description	Part no.
Bracket (For F1)	SX000-16-2A (with mounting screw)
Bracket (For F2)	SX000-16-1A (with mounting screw)

* SY9000 has no bracket.

How to Change Port Block Assembly

If using body port type, both A and B port sizes can be changed by replacing the port block assembly mounted on the body. When changing this block assembly, the correct screw torque must be achieved to avoid possible air leakage.

For SY5000



Caution

Mounting screw tightening torques

SY3000 (M2): 0.12 N·m
SY5000 (M3): 0.6 N·m
SY9000 (M4): 1.4 N·m

* Refer to "How to Order Port Block Assembly" on page 629 for part no.

รูปที่ ข.3 SY5120-5LZ-C8(3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

PLC MITSUBISHI FX3G24MR/ES

1 JY997D33401F(ENGLISH)

MITSUBISHI
PROGRAMMABLE CONTROLLERS
MELSEC-FC
FX3G SERIES PROGRAMMABLE
CONTROLLERS
HARDWARE MANUAL

Model Number	JY997D33401F
Revision	1
Date	December 2009

This manual describes the part names, dimensions, mounting, labeling and specifications for the product. This manual is extracted from FX3G Series User's Manual - Hardware Edition. Refer to FX3G 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.

The company name and the product name to be described in this manual are the registered trademarks or trademarks of each company.
Effective December 2009
Specifications are subject to change without notice.
© 2008 Mitsubishi Electric Corporation

Safety Precaution (Read these precautions before use.)
This manual describes the safety precautions into two categories:

⚠ 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
<ul style="list-style-type: none"> Do not touch any terminal while the PLC's power is on. Doing so may cause electric shock or malfunctions. Before clearing or reprogramming terminals externally cut off all phases of the power supply. Failure to do so may cause electric shock.

2

TRANSPORT AND STORAGE PRECAUTIONS ⚠ CAUTION
<ul style="list-style-type: none"> When transporting the FX3G Series PLC incorporating the optional battery, turn on the PLC before shipment, confirm that the battery mode is set using a penknife and the ALM LED is OFF, and check the battery life. If the PLC is transported with the ALM 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. When transporting lithium batteries, follow required transportation regulations. (For details of the regulated products, refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.)

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 mechanism system should be checked by the user / manufacturer. For more details please contact the local Mitsubishi Electric sales office.
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 (2004/108/EC) when used as intended by the appropriate documentation.
Approved

- This product is designed for use in industrial applications.
- Manufactured by: Mitsubishi Electric Corporation, 2-3-1 Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo, 100-8302 Japan
- Manufactured at: Mitsubishi Electric Corporation (Mitsubishi) Works, 840 Chiyosabashi, Minami-ku, Kyoto, 617-8577 Japan
- Authorized Representative in the European Community: Mitsubishi Electric Europe B.V., Gustav-Str. 8, 4088 Ratingen, Germany.

Type : Programmable Controller (Open Type Equipment)
Models : MELSEC FX3G series manufactured

From June 1st, 2009	FX3G-25ADP	FX3G-48ADP
	FX3G-44ADP	FX3G-42A-ADP
From April 1st, 2007	FX3G-44D-PT-ADP	FX3G-44D-TC-ADP
From December 1st, 2007	FX3G-25ADP-MB	FX3G-48ADP-MB
	FX3G-44D-PT-ADP	
From November 1st, 2008	FX3G-xx + MTE(S)-L	Where xx indicates 14,24,40,80
	FX3G-25-AD	FX3G-25-AD-2
	FX3G-48-AD	FX3G-EIP-ADM2L
	FX3G-25-ADP	FX3G-25-ADP
From December 1st, 2008	FX3G-xx + MTE(S)-L	Where xx indicates 14,24,40,80
	FX3G-xx + MTE(S)	Where xx indicates 14,24,40,80
From June 1st, 2009	FX3G-xx + MTE(S)-L	Where xx indicates 14,24,40,80
From December 1st, 2009	FX3G-xx + MTE(S)	FX3G-xx + MTE(S)
	Where xx indicates 14,24,40,80	

Standard	Remark
EN61131-2:2003	Compliance with all relevant aspects of the standard
Programmable controllers - Equipment requirements and tests	
	<ul style="list-style-type: none"> Conducted Emissions EMC Disturbance Radiated electromagnetic field Fast transient burst Electrostatic discharge High-energy surge Voltage drops and interruptions Conducted RF Power Frequency magnetic field

รูปที่ ข.1 PLC MITSUBISHI FX3G24MR/ES(1)

3

Models : MELSEC FX3G series manufactured
from July 1st, 1997 FX3G-xx + ERES-SUL, FX3G-xx + ETE-SBUL
Where xx indicates 32,48
FX3G-18EY-ESUL, FX3G-18EY-EBSUL
FX3G-18EY-ES-L
From April 1st, 1998 FX3G-48ER-DS, FX3G-48ET-DS
From August 1st, 1998 FX3G-48ER-JAU-L, FX3G-48ER-JAU-S
From August 1st, 2009 FX3G-48EY-ESUL, FX3G-48EY-EBSUL

For the products above, PLCs manufactured before March 31st, 2002 are compliant with EN50081-2 (EN1000-4-2 and EN50082-2)
from April 1st, 2002 to April 30th, 2006 are compliant with EN50081-2 (EN1000-4-2) and EN61131-2:1998+A11:1999+A12:2000
after May 1st, 2009 are compliant with EN61131-2:2003

Standard	Remark
EN61000-4:2007 Industrial environment EN60818:1993 Electromagnetic compatibility	Compliance with all relevant aspects of the standard. <ul style="list-style-type: none"> Conducted Emissions Main Terminal Voltage Emissions
EN60602-2:1996 Electronic immunity standard Industrial immunity	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 A11:1999 A12:2000 Programmable controllers - Equipment requirements and tests	Compliance with all relevant aspects of the standard. <ul style="list-style-type: none"> 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"> Conducted Emissions Conducted Emissions Radiated electromagnetic field Fast transient burst Electrostatic discharge High-energy surge Voltage drops and interruptions Conducted RF Power Frequency magnetic field

Requirement for Compliance with LVD directive
The following products have shown compliance through direct testing of the identified standards below and design analysis (through the creation of a technical construction file) to the European Directive for Low Voltage (2006/95/EC) when used as directed by the appropriate documentation.
Type : Programmable Controller (Open Type Equipment)
Models : MELSEC FX3G series manufactured
from November 1st, 2008 FX3G-xx + MTE(S)-L
Where xx indicates 14,24,40,80
From December 1st, 2009 FX3G-xx + MTE(S)-L
Where xx indicates 14,24,40,80
From March 1st, 2009 FX3G-xx + MTE(S)
Where xx indicates 14,24,40,80
From December 1st, 2009 FX3G-xx + MTE(S)
Where xx indicates 14,24,40,80

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 FX3G series manufactured from July 1st, 1997 FX3G-xx + ERES-SUL, FX3G-xx + ETE-SBUL Where xx indicates 32,48 FX3G-18EY-ESUL From April 1st, 1998 FX3G-48ER-DS From August 1st, 1998 FX3G-48ER-JAU-L, FX3G-48ER-JAU-S From August 1st, 2009 FX3G-48EY-ESUL, FX3G-48EY-EBSUL	
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 EN61131-2:1998+A11:1999+A12:2000 after May 1st, 2009 are compliant with EN61131-2:2003	
IEC1010-1:1995 A1:1992 Safety requirements for electrical equipment for measurement, control, and laboratory use - General requirements	The equipment has been assessed as a component for fitting in a suitable enclosure which meets the requirements of IEC 1010-1:1995+A1:1992
EN61131-2:1994 A11:1999 A12:2000 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 EN61131-2:1994+A11:1999+A12:2000
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

4

Caution for compliance with EC Directive
Installation in Enclosure
Programmable logic controllers are open-type devices that must be installed and used within conductive control boxes. Please use the FX3G Series programmable logic controllers while installed in conductive shielded control boxes. Please secure the control box lid to the control box for (for conductor) installation within a control box greatly affects the safety of the system and acts in shielding noise from the programmable logic controller.

Associated manuals
FX3G Series PLC (main unit) comes with this document (hardware manual).
For a detailed explanation of the FX3G Series hardware and information on instructions for PLC programming and special extension unit/block, refer to the relevant documents.

Manual name	Manual No.	Description
FX3G Series User's Manual - Hardware Edition	JY997D18101 MODEL CODE 09R521	Explains FX3G Series PLC specification details for PLC wiring, installation, and maintenance.
FX3G Series Programming Manual - Basic & Applied Instruction Edition	JY997D18011 MODEL CODE 09R517	Describes PLC programming for basic applied instructions STL, STL programming and others.
FX Series User's Manual - Cable Communication Edition	JY997D18011 MODEL CODE 09R518	Explains NN link, parallel link, compiler link, no protocol communication by RS instructions FX3G-25DF.
FX3G Series User's Manual - Analog Control Edition	JY997D18101 MODEL CODE 09R519	Describes specifications for analog control and programming blocks for FX3GFX3PFX3C Series PLC.
FX3G Series User's Manual - Hardware Edition	JY997D18011 MODEL CODE 09R520	Explains the specifications for positioning control of FX3GFX3PFX3C Series and programming procedures.

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

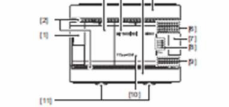
Incorporated Items
Check if the following product and items are included in the package:

Main units	Included Items
FX3G-48C	Product
FX3G-60MC	Quick start protection sheet 1 unit
	Manual (Japanese version)*, 1 manual
	Manual (Chinese version)*, 1 manual
	Input/output extension units
FX3G-5ED, FX3G-6ED	Product
	Input/output extension cable 1 cable
	Input/output number label 1 sheet
	Input/output extension blocks
FX3G-8ED	Product
	Input/output number label 1 sheet

*1 The FX3G-COM-ES-A becomes Chinese version.

1. Outline
For the input/output extension unit/blocks, refer to the following manual.
→ Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

1.1 Part names



3.1 Wiring

This section explains the wiring of the terminal type. For the connector types, refer to the following manual. → Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

3.1.1 Cable end treatment and lightning torque

For the terminals of FX3G series PLC, M3 screws are used. The electric wire ends should be treated as shown below. Tighten the screws to a torque of 0.5 to 0.8 Nm. Do not tighten terminal screws with a torque exceeding the regulation torque. Failure to do so may cause equipment failures or malfunctions.

- When one wire is connected to one terminal.
6.2 mm (0.24") or less.
6.2 mm (0.24") or less.

Table with columns: Terminal Manufacturer, Type No., Certification, Pressure Bonding Tool. Includes JAPAN SOLDERLESS TERMINAL MFG CO., LTD. (JST).

- When two wires are connected to one terminal.
6.2 mm (0.24") or less.
6.2 mm (0.24") or less.

Table with columns: Terminal Manufacturer, Type No., Certification, Pressure Bonding Tool. Includes JAPAN SOLDERLESS TERMINAL MFG CO., LTD. (JST).

3.1.2 Removal and installation of quick-release terminal block

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

3.2 Power supply specifications and example of external wiring

As for the details of the power supply specifications and example of external wiring, refer to the following manual. → Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

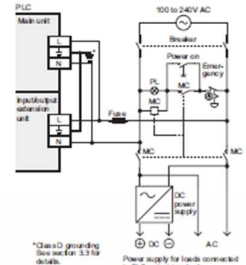
3.2.1 Power supply specifications

Table with columns: Item, AC power type, DC power type. Includes Supply voltage, Allowable supply voltage, Rated frequency, Allowable instantaneous power failure time, Power fuse, Rush current, Power consumption, and 24V DC service power supply.

* This item shows values when all 24V DC service power supplies are used in the maximum configuration connectable to the main unit or input/output extension units. For the power (current) consumed by the input/output extension units, refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition. (The DC power type main unit does not have a 24V DC service power supply.) → For the power consumed by the special extension blocks, refer to the respective manual. → Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

3.2.2 Example of external wiring (AC power type)

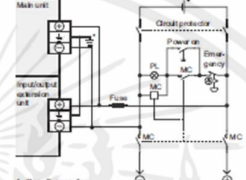
100 to 240V AC power is supplied to the main unit and input/output extension unit. → For the details of wiring work, refer to section 3.1.



* Class D grounding. See section 3.3 for details.

3.2.3 Example of external wiring (DC power type)

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



* Class D grounding. See section 3.3 for details.

3.3 Grounding

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

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

3.4 Input specifications and external wiring

As for the details of the input specifications and external wiring, refer to the following manual. → Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

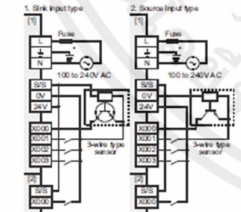
3.4.1 Input specifications (24V DC input type)

Table with columns: Item, Specification. Includes Number of input points, Input connecting type, Input form, Input signal voltage, Input impedance, Input signal current, ON input sensitivity current, OFF input sensitivity current.

รูปที่ ข.3 PLC MITSUBISHI FX3G24MR/ES(3)

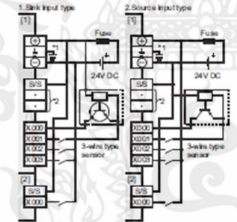
Table with columns: Item, Specification. Includes Input response time, Input signal form, Input circuit insulation, Input operation display.

3.4.2 Examples of input wiring (AC power type)



- * Class D grounding. See section 3.3 for details.
[1] Main unit, input/output extension unit (Common to both sink and source inputs)
[2] Input/output extension block (Common to both sink and source inputs)

3.4.3 Examples of input wiring (DC power type)



- * Class D grounding. See section 3.3 for details.
Do not connect the (2) terminals with others, since they are not available.
[1] Main unit, input/output extension unit (Common to both sink and source inputs)
[2] Input/output extension block (Common to both sink and source inputs)

3.4.4 Instructions for connecting input devices

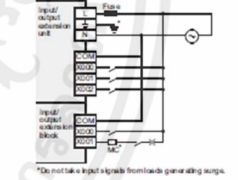
As for the details of instructions for connecting input devices, refer to the following manual. → Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

- 1) In the case of floatable contact: The input current of the PLC is 5 to 7mA/24V DC. Use input device applicable to the rated current. If no-voltage contacts (switches) for large current are used, contact failure may occur.
2) In the case of input device with built-in series diode: The voltage drop of the series diode should be approx. 4V 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.
3) In the case of input device with built-in parallel resistance: Use a device with a parallel resistance of 15kΩ or more. When the resistance is less than 15kΩ, connect a bleeder resistance.
4) In the case of 2-line proximity switch: Use a two-wire proximity switch whose leakage current is 1.5mA or less when the switch is off. When the current is 1.5mA or more, connect a bleeder resistance.

3.4.5 Input specifications (100V AC input type)

Table with columns: Item, Specification. Includes Number of input points, Input connecting type, Input form, Input signal voltage, Input signal current, ON input sensitivity current, OFF input sensitivity current, Input response time, Input signal form, Input circuit insulation, Input operation display.

3.4.6 Examples of 100V AC input wiring



* Do not take a signal from loads generating surge.

3.5 Relay output specifications and example of external wiring

As for the details of the relay output specifications and external wiring, refer to the following manual. → Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

3.5.1 Relay output specifications

Table with columns: Item, Specification. Includes Number of output points, Output connecting type, Output form, External power supply, Max. load, Min. load, Open circuit leakage current, Response time, Circuit insulation, Display of output operation.

* Each value inside () indicates the number of occupied points.
† Between 250V and 240V CE, UL, and cUL, we do not comply.

รูปที่ ข.4 PLC MITSUBISHI FX3G24MR/ES(4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) The total load current of resistance loads per common terminal should be the following value or less.

- 1 output point/common terminal : 2A
- 4 output points/common terminal : 8A
- 8 output points/common terminal : 8A

As for the number of outputs per common terminal, refer to "Chapter 4 Interpretation of partition" and the following manual.

→ Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

3.6.2 Life of relay output contact

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

1) Inductive load
Inductive loads generate large reverse electromotive force between contacts at shutdown when using inductive loads. As a fixed current consumption, as the power factor (phase between current and voltage) gets smaller, the arc energy gets larger.

The standard life of the contact used for inductive loads, such as solenoids and solenoid valves, is 500 thousand operations at 25VA.

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

Load capacity	Contact life
20VA ① 24V/10V AC ② 12V/20V AC	3 million times
35VA ① 24V/10V AC ② 12V/20V AC	1 million times
80VA ① 24V/10V AC ② 12V/20V AC	2 hundred thousand times

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

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

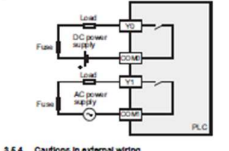
Some types of inductive loads generate rush current 15 to 15 times the stationary current at activation. Make sure that the rush current does not exceed the current corresponding to the maximum specified resistance load.

2) Lamp load
Lamp loads generally generate rush current 10 to 15 times the stationary current. Make sure that the rush current does not exceed the current corresponding to the maximum specified resistance load.

3) Capacitive load
Capacitive loads can generate rush current 20 to 40 times the stationary current. Make sure that the rush current does not exceed the current corresponding to the maximum specified resistance load. Capacitive loads such as capacitors may be present in electronic circuit loads including inverters.

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

3.5.3 Example of relay output wiring



3.5.4 Cautions in external wiring

As for the details of instructions for connecting input devices, refer to the following manual.

→ Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

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

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

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

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

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

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

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

Common mode
Use output contacts of the PLC in the common mode.

3.6 Transistor output specifications and example of external wiring

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

→ Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

3.6.1 Transistor output specifications

Item	Specification
FX2N-4MTD	6 points (8 points)*1
FX2N-4MTD	8 points
FX2N-4MTD	10 points (16 points)*1
FX2N-4MTD	16 points
FX2N-4MTD	24 points

Output connecting type
Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition

Output form
FX2N-4MTD(A), FX2N-4MTD(B), FX2N-4MTD(C), FX2N-4MTD(D), FX2N-4MTD(E), FX2N-4MTD(F)

FX2N-4MTD(B), FX2N-4MTD(C), FX2N-4MTD(D), FX2N-4MTD(E), FX2N-4MTD(F)

Transistor(Sink)

Transistor(Source)

External power supply
5 to 30V DC

Resistance load
FX2N-4MTD(A), FX2N-4MTD(B), FX2N-4MTD(C), FX2N-4MTD(D), FX2N-4MTD(E), FX2N-4MTD(F)

1Apoint²

0.3Apoint²

Max. load
FX2N-4MTD(A), FX2N-4MTD(B), FX2N-4MTD(C), FX2N-4MTD(D), FX2N-4MTD(E), FX2N-4MTD(F)

12W/6V DC*

Induct. load
FX2N-4MTD(A), FX2N-4MTD(B), FX2N-4MTD(C), FX2N-4MTD(D), FX2N-4MTD(E), FX2N-4MTD(F)

24W/6V DC*

7.2W/6V DC*

Min. load
FX2N-4MTD(A), FX2N-4MTD(B), FX2N-4MTD(C), FX2N-4MTD(D), FX2N-4MTD(E), FX2N-4MTD(F)

0.1mA or less/30V DC

Open circuit leakage current
0.1V or less

Item	Specification
FX2N-4MTD(A), FX2N-4MTD(B), FX2N-4MTD(C)	Y000, Y001, Y002 or more (at 24V DC)
FX2N-4MTD(D), FX2N-4MTD(E), FX2N-4MTD(F)	Y000 to Y002 (5 to 24V DC)
FX2N-4MTD(A), FX2N-4MTD(B), FX2N-4MTD(C)	Y000 to Y002 (0.2mA or less/200mA or more (at 24V DC))
FX2N-4MTD(D), FX2N-4MTD(E), FX2N-4MTD(F)	Y000 to Y002 (0.2mA or less/200mA or more (at 24V DC))
FX2N-4MTD(A), FX2N-4MTD(B), FX2N-4MTD(C)	Y000 to Y002 (0.2mA or less/200mA or more (at 24V DC))
FX2N-4MTD(D), FX2N-4MTD(E), FX2N-4MTD(F)	Y000 to Y002 (0.2mA or less/200mA or more (at 24V DC))
FX2N-4MTD(A), FX2N-4MTD(B), FX2N-4MTD(C)	Y000 to Y002 (0.2mA or less/200mA or more (at 24V DC))
FX2N-4MTD(D), FX2N-4MTD(E), FX2N-4MTD(F)	Y000 to Y002 (0.2mA or less/200mA or more (at 24V DC))

Circuit insulation
Photocoupler insulation

Display of output operation
LED on panel lights when photocopier is shown

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

*2 The total load current of resistance loads per common terminal should be the following value or less.

- 4 output points/common terminal : 0.8A

- OFF→ON : 0.2mA or less/A

- ON→OFF : 0.4mA or less/A

*3 The response time is as follows in the FX2N-4MTD(A).

- OFF→ON : 0.2ms or less/A

- ON→OFF : 0.4ms or less/A

*4 The total of inductive loads per common terminal should be the following value or less.

- 1 output point/common terminal : 12W/6V DC

- 4 output points/common terminal : 19.2W/6V DC

- As for the number of outputs per common terminal, refer to "Chapter 4 Interpretation of partition" and the following manual.

→ Refer to FX3G Series User's Manual - Hardware Edition.

3.6.2 External Wiring of Transistor Output

1. External Wiring of Sink Output Type



รูปที่ ๕.5 PLC MITSUBISHI FX3G24MR/ES(5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ฅ

Inverter FREQROL FR-D720-0.75K



Rating

• Three-phase 200V power supply

	0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	
Model FR-D720-□K	0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	
Model FR-D720-□NA	008	014	025	042	070	100	165	238	318	—	—	
Applicable motor capacity (kW) ¹	0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15	
Rated capacity (kVA) ²	0.3	0.6	1.0	1.7	2.8	4.0	6.6	9.5	12.7	17.9	23.1	
Rated current (A)	0.8	1.4	2.5	4.2	7.0	10.0	16.5	23.8	31.8	45.0	58.0	
Overload current rating ³	150% 60s, 200% 0.5s (inverse-time characteristics)											
Voltage ⁴	Three-phase 200 to 240V											
Regenerative braking torque ⁵	150%			100%			50%			20%		
Rated input AC voltage/frequency	Three-phase 200 to 240V 50Hz/60Hz											
Permissible AC voltage fluctuation	170 to 264V 50Hz/60Hz											
Permissible frequency fluctuation	±5%											
Power supply capacity (kVA) ⁶	0.4	0.7	1.2	2.1	4.0	5.5	9.0	12.0	17.0	20.0	27.0	
Protective structure (JEM1030)	Enclosed type (IP20).											
Cooling system	Self-cooling					Forced air cooling						
Approximate mass (kg)	0.5	0.5	0.8	1.0	1.4	1.4	1.8	3.6	3.6	6.5	6.5	

• Three-phase 400V power supply

	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15
Model FR-D740-□K	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15
Model FR-D740-□NA	012	022	036	050	080	120	160	—	—
Model FR-D740-□-EC	012	022	036	050	080	120	160	—	—
Model FR-D740-□K-CHT	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	—	—
Applicable motor capacity (kW) ¹	0.4	0.75	1.5	2.2	3.7	5.5	7.5	11	15
Rated capacity (kVA) ²	0.9	1.7	2.7	3.8	6.1	9.1	12.2	17.5	22.5
Rated current (A)	1.2	2.2	3.6	5.0	8.0	12.0	16.0	23.0	29.5
Overload current rating ³	150% 60s, 200% 0.5s (inverse-time characteristics)								
Voltage ⁴	Three-phase 380 to 480V								
Regenerative braking torque ⁵	100%			50%			20%		
Rated input AC voltage/frequency	Three-phase 380 to 480V 50Hz/60Hz								
Permissible AC voltage fluctuation	325 to 528V 50Hz/60Hz								
Permissible frequency fluctuation	±5%								
Power supply capacity (kVA) ⁶	1.5	2.5	4.5	5.5	9.5	12.0	17.0	20.0	28.0
Protective structure (JEM1030)	Enclosed type (IP20).								
Cooling system	Self-cooling			Forced air cooling					
Approximate mass (kg)	1.3	1.3	1.4	1.5	1.5	3.3	3.3	6.0	6.0

- *1 The applicable motor capacity indicated is the maximum capacity applicable for use of the Mitsubishi 4-pole standard motor.
- *2 The rated output capacity indicated assumes that the output voltage is 230V for three-phase 200V class and 440V for three-phase 400V class.
- *3 The % value of the overload current rating indicated is the ratio of the overload current to the inverter's rated output current. For repeated duty, allow time for the inverter and motor to return to or below the temperatures under 100% load.
- *4 The maximum output voltage does not exceed the power supply voltage. The maximum output voltage can be changed within the setting range. However, the pulse voltage value of the inverter output side voltage remains unchanged at about $\sqrt{2}$ that of the power supply.
- *5 The braking torque indicated is a short-duration average torque (which varies with motor loss) when the motor alone is decelerated from 60Hz in the shortest time and is not a continuous regenerative torque. When the motor is decelerated from the frequency higher than the base frequency, the average deceleration torque will reduce. Since the inverter does not contain a brake resistor, use the optional brake resistor when regenerative energy is large. A brake unit (FR-BU2) may also be used.
- *6 The power supply capacity varies with the value of the power supply side inverter impedance (including those of the input reactor and cables).

รูปที่ ฅ.1 Inverter FREQROL FR-D720-0.75K(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

● Single-phase 200V power supply

	0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2
Model FR-D720S-□K	0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2
Model FR-D720S-□-NA	008	014	025	042	070	100
Model FR-D720S-□-EC	008	014	025	042	070	100
Model FR-D720S-□K-CHT	0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2
Applicable motor capacity (kW) ¹⁾	0.1	0.2	0.4	0.75	1.5	2.2
Rated capacity (kVA) ²⁾	0.3	0.6	1.0	1.7	2.8	4.0
Rated current (A)	0.8	1.4	2.5	4.2	7.0	10.0
Output	150% 60s, 200% 0.5s (inverse-time characteristics)					
Voltage ³⁾	Three-phase 200 to 240V					
Regenerative braking torque ⁴⁾	150%	100%	50%	20%		
Rated input AC voltage/frequency	Single-phase 200 to 240V 50Hz/60Hz					
Permissible AC voltage fluctuation	170 to 264V 50Hz/60Hz					
Permissible frequency fluctuation	±5%					
Power supply	Power supply capacity (kVA) ⁵⁾					
	0.5	0.9	1.5	2.3	4.0	5.2
Protective structure (JEM1030)	Enclosed type (IP20)					
Cooling system	Self-cooling					
Approximate mass (kg)	0.5	0.5	0.9	1.1	1.5	2.0

● Single-phase 100V power supply

	0.1	0.2	0.4	0.75
Model FR-D710W-□K	0.1	0.2	0.4	0.75
Model FR-D710W-□-NA	008	014	025	042
Applicable motor capacity (kW) ¹⁾	0.1	0.2	0.4	0.75
Rated capacity (kVA) ²⁾	0.3	0.6	1.0	1.7
Rated current (A)	0.8	1.4	2.5	4.2
Output	150% 60s, 200% 0.5s (inverse-time characteristics)			
Voltage	Three-phase 200 to 230V ³⁾ , 4s			
Regenerative braking torque ⁴⁾	150%	100%		
Rated input AC voltage/frequency	Single-phase 100 to 115V 50Hz/60Hz			
Permissible AC voltage fluctuation	90 to 132V 50Hz/60Hz			
Permissible frequency fluctuation	±5%			
Power supply	Power supply capacity (kVA) ⁵⁾			
	0.5	0.9	1.5	2.5
Protective structure (JEM1030)	Enclosed type (IP20)			
Cooling system	Self-cooling			
Approximate mass (kg)	0.6	0.7	0.9	1.4

- *1 The applicable motor capacity indicated is the maximum capacity applicable for use of the Mitsubishi 4-pole standard motor.
- *2 The rated output capacity indicated assumes that the output voltage is 230V.
- *3 The % value of the overload current rating indicated is the ratio of the overload current to the inverter's rated output current. For repeated duty, allow time for the inverter and motor to return to or below the temperatures under 100% load. If the automatic restart after instantaneous power failure function (Pr. 37) or power failure stop function (Pr. 261) is set and power supply voltage is low while load becomes bigger, the bus voltage decreases to power failure detection level and load of 100% or more may not be available.
- *4 The maximum output voltage does not exceed the power supply voltage. The maximum output voltage can be changed within the setting range. However, the pulse voltage value of the inverter output side voltage remains unchanged at about $\sqrt{2}$ that of the power supply.
- *5 The braking torque indicated is a short-duration average torque (which varies with motor loss) when the motor alone is decelerated from 60Hz in the shortest time and is not a continuous regenerative torque. When the motor is decelerated from the frequency higher than the base frequency, the average deceleration torque will reduce. Since the inverter does not contain a brake resistor, use the optional brake resistor when regenerative energy is large. A brake unit (FR-BU2) may also be used.
- *6 The power supply capacity varies with the value of the power supply side inverter impedance (including those of the input reactor and cables).
- *7 For single-phase 100V power input model, the maximum output voltage is twice the amount of the power supply voltage and cannot be exceeded.
- *8 In a single-phase 100V power input model, the output voltage may fall down when the load is heavy, and larger output current may flow compared to a three-phase input model. Use the motor with less load so that the output current is within the rated motor current range.

Features

Standard Specifications

Output Protection Drive/Brake

Three-Phase Inverter Input/Output

Operation Parameters

Parameter List

Protective Functions

Options

Instructions

FR-D700 Series Specifications Difference List

Warning International FA Center

รูปที่ ๓.2 Inverter FREQROL FR-D720-0.75K(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Common specifications

Control specifications	Control method	Soft-PWM control/high carrier frequency PWM control (V/F control, General-purpose magnetic flux vector control, and Optimum excitation control are available)		
	Output frequency range	0.2 to 400Hz		
	Frequency setting resolution	Analog Input	0.06Hz/60Hz (terminal2, 4; 0 to 10V/10bit) 0.12Hz/60Hz (terminal2, 4; 0 to 5V/5bit) 0.06Hz/60Hz (terminal4; 0 to 20mA/10bit)	
		Digital Input	0.01Hz	
	Frequency accuracy	Analog Input	Within ±1% of the max. output frequency (25°C ±10°C)	
		Digital Input	Within 0.01% of the set output frequency	
	Voltage/frequency characteristics	Base frequency can be set from 0 to 400Hz. Constant-torque/variable torque pattern can be selected		
	Starting torque	150% or more (at 1Hz)...when General-purpose magnetic flux vector control and slip compensation is set		
	Torque boost	Manual torque boost		
	Acceleration/deceleration time setting	0.1 to 3600s (acceleration and deceleration can be set individually). Linear and S-pattern acceleration/deceleration modes are available.		
DC injection brake	Operation frequency (0 to 120Hz), operation time (0 to 10s), and operation voltage (0 to 30%) can be changed			
Stall prevention operation level	Operation current level (0 to 200%), and whether to use the function or not can be selected			
Operation specifications	Frequency setting signal	Analog Input	Two terminals Terminal 2: 0 to 10V and 0 to 5V are available Terminal 4: 0 to 10V, 0 to 5V, and 4 to 20mA are available	
		Digital Input	The signal is entered from the operation panel or parameter unit. Frequency setting increment can be set.	
	Start signal	Forward and reverse rotation or start signal automatic self-holding input (3-wire Input) can be selected.		
	Input signal (five terminals)	The following signals can be assigned to Pr.176 to Pr.182 (input terminal function selection): Multi-speed selection, remote setting, second function selection, terminal 4 input selection, JOG operation selection, PID control valid terminal, external thermal input, PU-External operation switchover, V/F switchover, output stop, start self-holding selection, forward rotation, reverse rotation command, inverter reset, PU-NET operation switchover, External-NET operation switchover, command source switchover, Inverter operation enable signal, and PU operation external interlock.		
	Operational functions	Maximum/minimum frequency setting, frequency jump operation, external thermal relay input selection, automatic restart after instantaneous power failure operation, forward/reverse rotation prevention, remote setting, second function, multi-speed operation, regeneration avoidance, slip compensation, operation mode selection, offline auto tuning function, PID control, computer link operation (RS-485), Optimum excitation control, power failure stop, speed smoothing control, Modbus-RTU		
	Output signal	The following signals can be assigned to Pr.190, Pr.192 and Pr.197 (output terminal function selection): Inverter operation, up-to-frequency, overload alarm, output frequency detection, regenerative brake prealarm, electronic thermal relay function prealarm, inverter operation ready, output current detection, zero current detection, PID lower limit, PID upper limit, PID forward/reverse rotation output, fan alarm+1, heatsink overheat pre-alarm, deceleration at an instantaneous power failure, PID control activated, PID output interruption, safety monitor output, safety monitor output 2, during retry, life alarm, current average value monitor, remote output, alarm output, fault output, fault output 3, and maintenance timer alarm.		
	Open collector output (two terminals)	The following signals can be assigned to Pr.34 P.M terminal function selection: output frequency, output current (steady), output voltage, frequency setting, converter output voltage, regenerative brake duty, electronic thermal relay function load factor, output current peak value, converter output voltage peak value, reference voltage output, motor load factor, PID set point, PID measured value, output power, PID deviation, motor thermal load factor, and inverter thermal load factor.		
	Relay output (one terminal)	Pulse train output (1440 pulses/full scale)		
	Operating status	The following operating status can be displayed: output frequency, output current (steady), output voltage, frequency setting, cumulative energization time, actual operation time, converter output voltage, regenerative brake duty, electronic thermal relay function load factor, output current peak value, converter output voltage peak value, motor load factor, PID set point, PID measured value, PID deviation, inverter I/O terminal monitor, output power, cumulative power, motor thermal load factor, inverter thermal load factor, and PTC thermistor resistance.		
	Indication	Operation panel	Operating status	
Parameter unit (FR-PU07)		Fault record	Fault definition is displayed when a fault occurs. Past 8 fault records (output voltage/current/frequency/cumulative energization time right before the fault occurs) are stored.	
		Interactive guidance	Function (help) for operation guide *2	
Protective/warning function	Protective function	Overcurrent during acceleration, overcurrent during constant speed, overcurrent during deceleration, overvoltage during acceleration, overvoltage during constant speed, overvoltage during deceleration, inverter protection thermal operation, motor protection thermal operation, heatsink overheat, input phase loss *3 *4, output side earth (ground) fault overcurrent at start*3, output phase loss, external thermal relay operation *3, PTC thermistor operation*3, parameter error, PU disconnection, retry count excess *3, CPU fault, brake transistor alarm, I/naH resistance overheat, analog input error, stall prevention operation, output current detection value exceeded *3, safety circuit fault		
	Warning function	Fan alarm*1, overcurrent stall prevention, overvoltage stall prevention, PU stop, parameter write error, regenerative brake prealarm *3, electronic thermal relay function prealarm, maintenance output *3, undervoltage, operation panel lock, password locked, inverter reset, safety stop		
Environment	Surrounding air temperature	-10°C to +50°C maximum (non-freezing) *3		
	Ambient humidity	90%RH or less (non-condensing)		
	Storage temperature*4	-20°C to +65°C		
	Atmosphere	Indoors (without corrosive gas, flammable gas, oil mist, dust and dirt etc.)		
	Altitude/vibration	Maximum 1000m above sea level, 5.9m/s² or less at 10 to 55Hz (directions of X, Y, Z axes)		

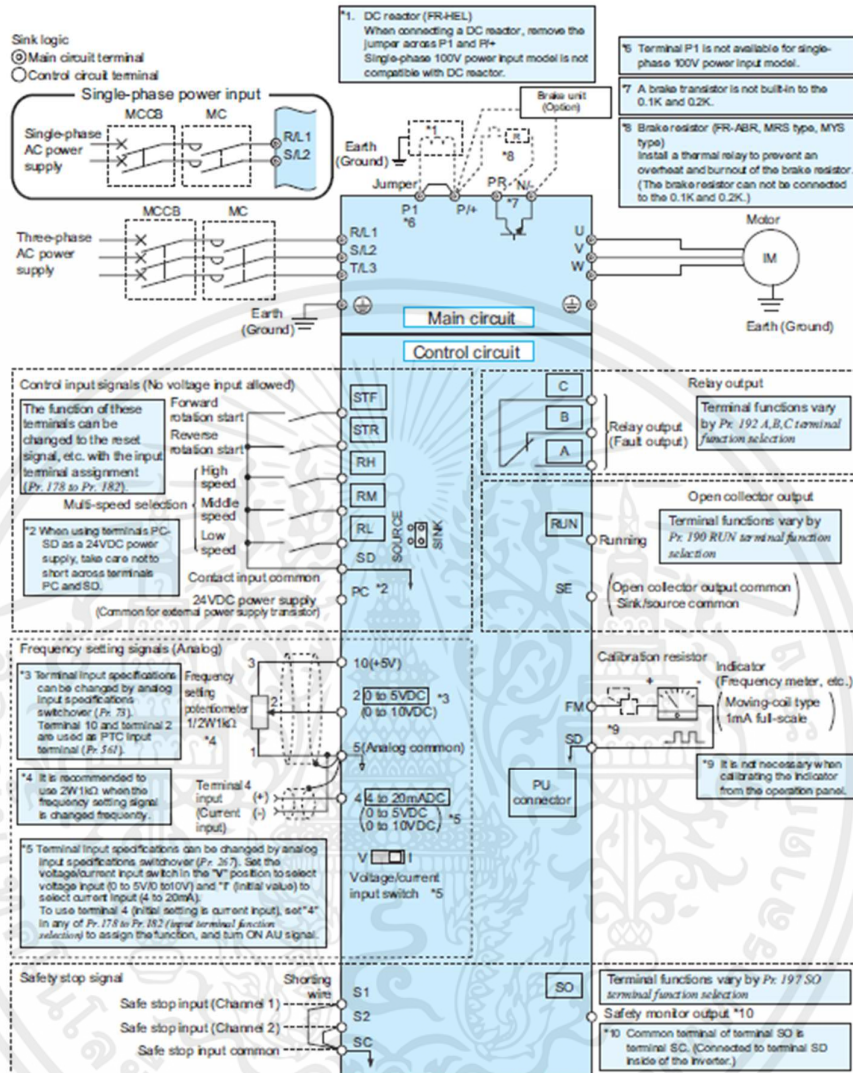
*1 As the 0.75k or less are not provided with the cooling fan, this alarm does not function.
 *2 This operation guide is only available with option parameter unit (FR-PU07).
 *3 This protective function does not function in the initial status.
 *4 This protective function is available with the three-phase power input specification model only.
 *5 When using the inverters at the surrounding air temperature of 40°C or less, the inverters can be installed closely attached (0cm clearance).
 *6 Temperatures applicable for a short time, e.g. in transit.

รูปที่ ๓.3 Inverter FREQROL FR-D720-0.75K(3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Terminal Connection Diagram

FREQROL D700 SERIES



รูปที่ ๓.4 Inverter FREQROL FR-D720-0.75K(4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

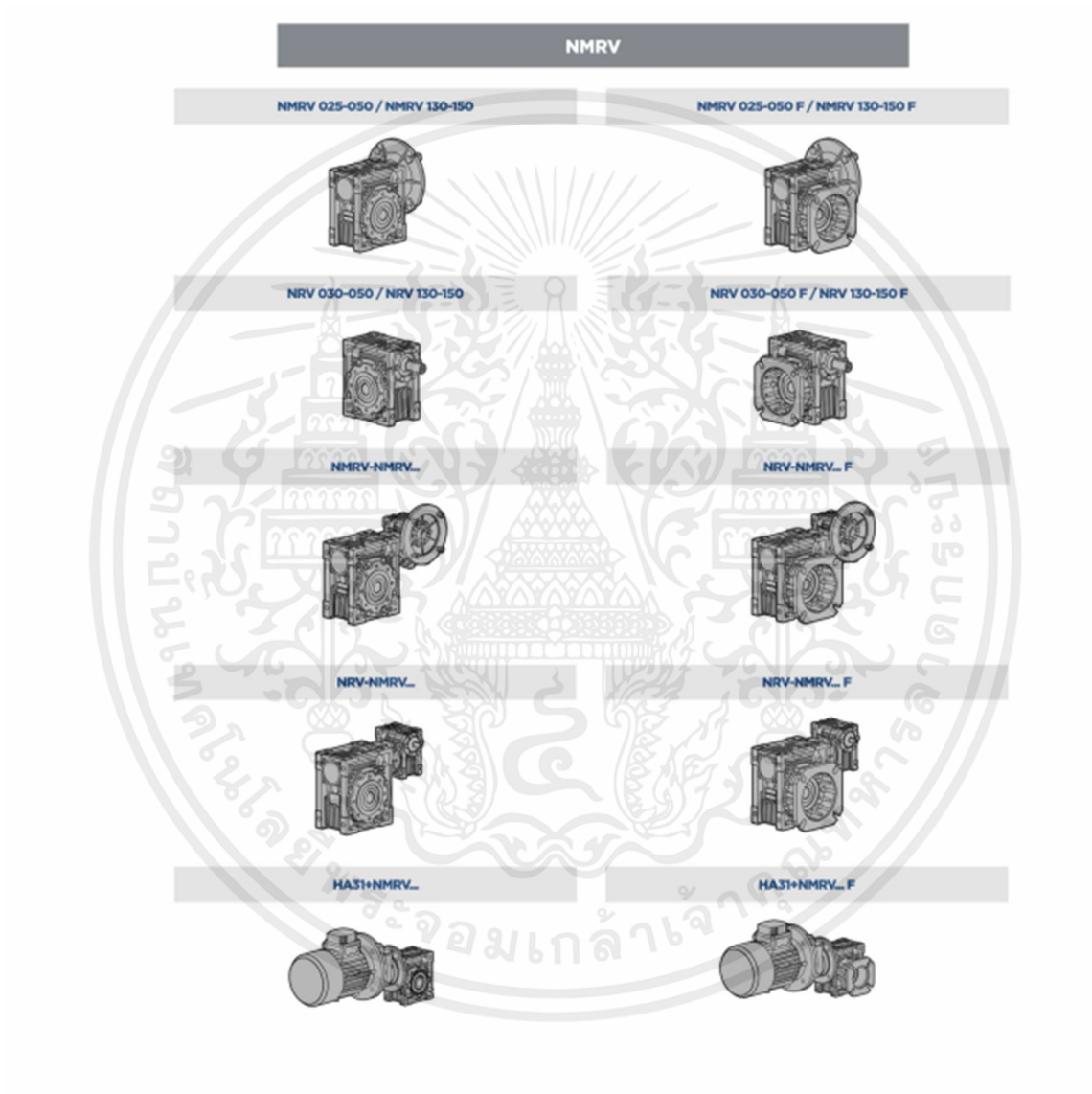
ภาคผนวก ญ
MOTOVARIO NMRV 050

VSF Series / Standard / IEC

2.2 TYPOLOGY

TECHNICAL CATALOGUE

2.2.2 Versions



รูปที่ ญ.1 MOTOVARIO NMRV 050(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

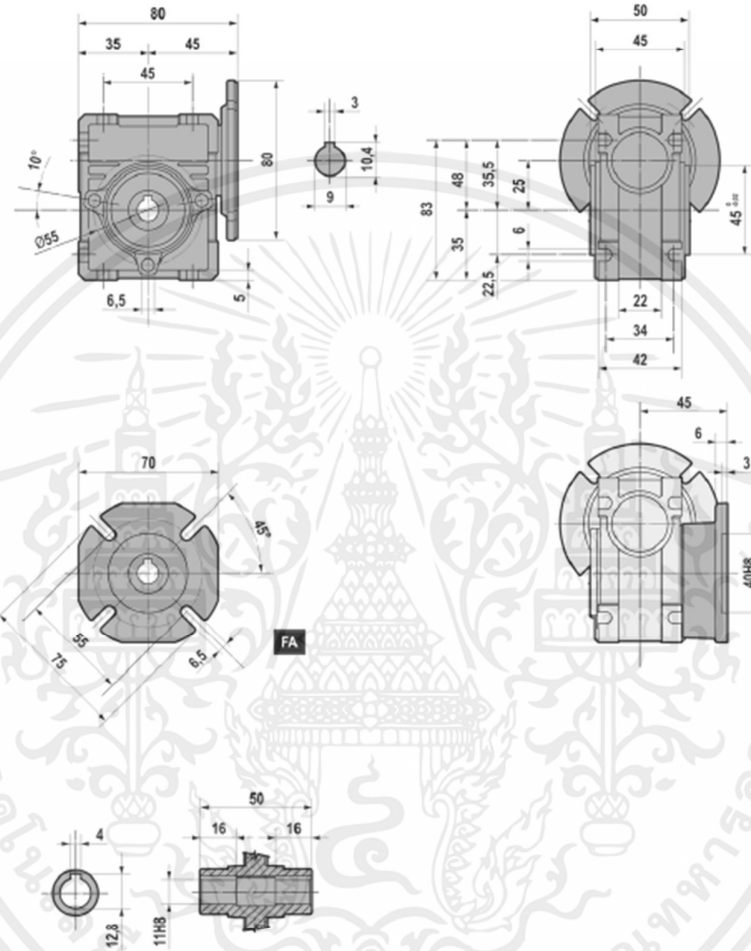
0,75 kW

n2 [1/min]	M2 [Nm]	f.s.	i			Fr [N]
47,0	106,0	0,9	60,00	NMRV-P063	71C2/80A2	3745
140,0	45,0	3,0	10,00	NMRV-P063	80B4	2597
93,0	64,0	2,3	15,00	NMRV-P063	80B4	2973
70,0	84,0	1,7	20,00	NMRV-P063	80B4	3272
56,0	101,0	1,3	25,00	NMRV-P063	80B4	3524
47,0	115,0	1,4	30,00	NMRV-P063	80B4	3745
35,0	145,0	1,0	40,00	NMRV-P063	80B4	4122
28,0	171,0	0,8	50,00	NMRV-P063	80B4	4440
120,0	53,0	2,9	7,50	NMRV-P063	80C6/90S6	2734
90,0	68,0	2,3	10,00	NMRV-P063	80C6/90S6	3009
60,0	98,0	1,7	15,00	NMRV-P063	80C6/90S6	3444
45,0	124,0	1,3	20,00	NMRV-P063	80C6/90S6	3791
36,0	151,0	1,0	25,00	NMRV-P063	80C6/90S6	4084
30,0	170,0	1,0	30,00	NMRV-P063	80C6/90S6	4339
23,0	210,0	0,8	40,00	NMRV-P063	80C6/90S6	4776
112,0	54,0	2,9	25,00	NMRV-P075	71C2/80A2	3302
93,0	62,0	3,0	30,00	NMRV-P075	71C2/80A2	3509
70,0	80,0	2,3	40,00	NMRV-P075	71C2/80A2	3862
56,0	96,0	1,7	50,00	NMRV-P075	71C2/80A2	4160
47,0	111,0	1,4	60,00	NMRV-P075	71C2/80A2	4421
35,0	137,0	1,0	80,00	NMRV-P075	71C2/80A2	4865
28,0	159,0	0,8	100,00	NMRV-P075	71C2/80A2	5241
93,0	66,0	3,5	15,00	NMRV-P075	80B4	3509
70,0	85,0	2,8	20,00	NMRV-P075	80B4	3862
56,0	104,0	2,1	25,00	NMRV-P075	80B4	4160
47,0	118,0	2,1	30,00	NMRV-P075	80B4	4421
35,0	149,0	1,6	40,00	NMRV-P075	80B4	4865
28,0	179,0	1,3	50,00	NMRV-P075	80B4	5241
23,0	203,0	1,1	60,00	NMRV-P075	80B4	5569
18,0	250,0	0,8	80,00	NMRV-P075	80B4	6130
90,0	68,0	3,4	10,00	NMRV-P075	80C6/90S6	3551
60,0	99,0	2,7	15,00	NMRV-P075	80C6/90S6	4065
45,0	127,0	2,1	20,00	NMRV-P075	80C6/90S6	4474
36,0	156,0	1,6	25,00	NMRV-P075	80C6/90S6	4820
30,0	177,0	1,6	30,00	NMRV-P075	80C6/90S6	5122
23,0	220,0	1,3	40,00	NMRV-P075	80C6/90S6	5637
18,0	255,0	1,0	50,00	NMRV-P075	80C6/90S6	6073
15,0	296,0	0,8	60,00	NMRV-P075	80C6/90S6	6453
70,0	82,0	3,4	40,00	NMRV-P090	80A2	4273
56,0	99,0	2,7	50,00	NMRV-P090	80A2	4603
47,0	115,0	2,1	60,00	NMRV-P090	80A2	4891
35,0	143,0	1,6	80,00	NMRV-P090	80A2	5383
28,0	169,0	1,2	100,00	NMRV-P090	80A2	5799
35,0	156,0	2,5	40,00	NMRV-P090	80B4	5383
28,0	187,0	2,0	50,00	NMRV-P090	80B4	5799
23,0	215,0	1,6	60,00	NMRV-P090	80B4	6163
18,0	262,0	1,1	80,00	NMRV-P090	80B4	6783
14,0	307,0	0,9	100,00	NMRV-P090	80B4	7306
45,0	131,0	3,3	20,00	NMRV-P090	80C6/90S6	4951
36,0	159,0	2,6	25,00	NMRV-P090	80C6/90S6	5333
30,0	182,0	2,7	30,00	NMRV-P090	80C6/90S6	5667
23,0	229,0	2,0	40,00	NMRV-P090	80C6/90S6	6238
18,0	275,0	1,6	50,00	NMRV-P090	80C6/90S6	6719
15,0	311,0	1,2	60,00	NMRV-P090	80C6/90S6	7140
11,0	382,0	0,8	80,00	NMRV-P090	80C6/90S6	7859
35,0	152,0	2,6	80,00	NMRV-P110	80A2	6803
28,0	179,0	2,1	100,00	NMRV-P110	80A2	7328
28,0	194,0	3,4	50,00	NMRV-P110	80B4	7328

รูปที่ ๒ MOTOVARIO NMRV 050(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**NMRV 025 - Dimensioni / Dimensions / Encombrements /
 Abmessungen / Dimensiones / 尺寸**

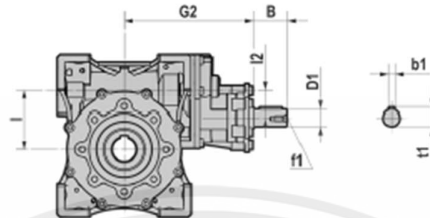


- Peso senza motore ~0.7 kg
- Weight without motor ~0.7 kg
- Gewicht ohne Motor ~0.7 kg
- Poids sans moteur ~0.7 kg
- Peso sin motor ~0.7 kg
- 重量(不含电机) ~0.7 kg

รูปที่ ๓ MOTOVARIO NMRV 050(3)

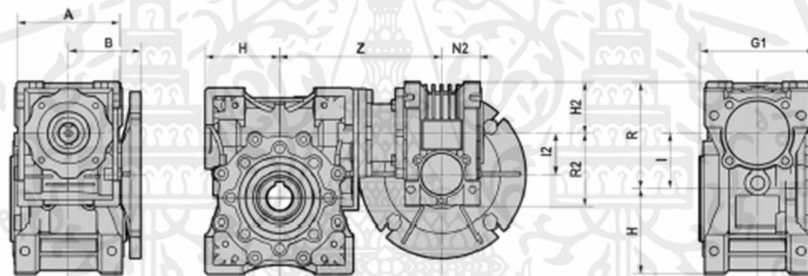
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**NMRVpower/IHW - Dimensioni / Dimensions / Encombremets /
 Abmessungen / Dimensiones / 尺寸**



IHW040	B	G2	I	I2	D1	b1	t1	f1	~kg
NMRVpower 090	40	204,5	90	42	19,6	6	21,5	M6	14,6
NMRVpower 110	50	227,5	110	42	24,6	8	27	M8	24,4

**NMRV+NMRV - NMRV+NMRVpower - Dimensioni / Dimensions / Encombremets /
 Abmessungen / Dimensiones / 尺寸**



	A	B	G1	H	I	R	H2	I2	N2	R2	Z	~kg
025-030	70	45	63	40	30	57	35	25	22,5	48	100	1,9
025-040	70	45	78	50	40	71,5	35	25	22,5	48	115	3
030-040	80	55	78	50	40	71,5	40	30	29	57	122	3,5
030-050	80	55	92	60	50	84	40	30	29	57	132	4,7
030-063	80	55	112	72	63	107	40	30	29	57	150	7,4
040-050	100	70	92	60	50	84	50	40	36,5	71,5	140,5	5,8
040-063	100	70	112	72	63	107	50	40	36,5	71,5	161	8,5
040-075	100	70	120	89	75	123	50	40	36,5	71,5	178,5	11,3
040-090	100	70	140	103	90	144	50	40	36,5	71,5	197	15,3
050-090	120	80	140	103	90	144	60	50	43,5	84	214	16,5
050-110	120	80	155	127,5	110	167,5	60	50	43,5	84	237	24,5
063-110	144	109	155	127,5	110	167,5	72	63	53	107	237	27,2
063-130	144	109	170	147,5	130	187,5	72	63	53	107	245	54,2
063-150	144	109	200	170	150	230	72	63	53	107	275	90,2

~kg Peso senza motore / ~kg Weight without motor / ~kg Poids sans moteur / ~kg Gewicht ohne Motor / ~kg Peso sin motor / ~kg 重量(不含电机)

NMRV / NMRVpower

รูปที่ ๓.4 MOTOVARIO NMRV 050(4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
OMRON E3Z-T81 2M

11/7/66 13:33

E3Z-T81 2M | OMRON Industrial Automation

OMRON Industrial Automation | Global

Print

Compact Photoelectric Sensor with Built-in Amplifier

E3Z-T81 2M



Image

Through-beam type, PNP output, Sensing distance 15 m, Pre-wired models, Cable length 2 m

Sensing method	Through-beam type
Sensing distance	15 m
Light source	Infrared LED (870 nm)
Connection method	Pre-wired models

Ratings/Performance

As of February 8, 2023

Shape	Square type
Sensing method	Through-beam type
Sensing distance	15 m
Standard sensing object	Opaque: 12 mm dia. min.
Directional angle	Emitter: 3 to 15 ° Receiver: 3 to 15 °
Light source	Infrared LED (870 nm)
Power supply voltage	12 to 24 VDC±10% ripple (p-p) 10% max.
Current consumption	Emitter: 15 mA max. Receiver: 20 mA max.
Control output	PNP open collector 26.4 VDC max. 100 mA max. Residual voltage: 1 V max. (Load current Less than 10 mA) Residual voltage: 2 V max. (Load current 10 to 100 mA)
Operation mode	Light-ON/Dark-ON selectable
Protective circuit	Output short-circuit protection, Output reverse polarity protection, Power supply reverse polarity protection
Response time	Operate or reset: 1 ms max.
Sensitivity setting	Single-turn adjustment
Ambient illuminance	Incandescent lamp: 3,000 lx max. Sunlight: 10,000 lx max.
Ambient temperature range (Operating)	-25 to 55 °C (with no icing)
Ambient temperature range (Storage)	-40 to 70 °C (with no freezing or condensation)
Ambient humidity range (Operating)	35 to 85 % (with no condensation)
Ambient humidity range (Storage)	35 to 95 % (with no condensation)

<https://www.ia.omron.com/product/item/758/?print=true>

1/5

รูปที่ ก.1 OMRON E3Z-T81 2M(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

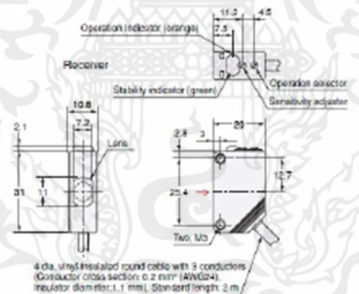
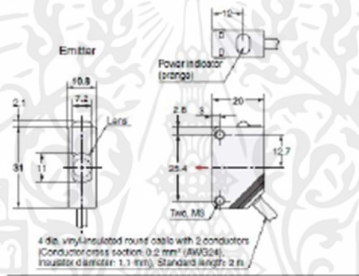
Insulation resistance	20 MΩ min. (500 VDC megger)
Dielectric strength	1000 VAC 50/60 Hz 1 min
Vibration resistance	Destruction: 10 to 55 Hz, 1.5 mm double amplitude each in X, Y, and Z directions for 2 h
Shock resistance	Destruction: 500 m/s ² 3 times each in X, Y and Z directions
Degree of protection	IEC: IP67
Connection method	Pre-wired models (Cable length 2 m)
Indicator	Operation indicator (orange), Stability indicator (green), Power indicator (orange)
Weight	Package: Approx. 120 g
Accessories	Instruction manual
Material	Case: Polybutylene terephthalate (PBT) Lens: Denatured Polyarylate

As of February 8, 2023

Dimensions

As of February 8, 2023

Through-beam*
Pre-wired Models
E3Z-T61(K)
E3Z-T81(K)
E3Z-T61A
E3Z-T81A
E3Z-T62
E3Z-T82



As of February 8, 2023

Output circuit diagram

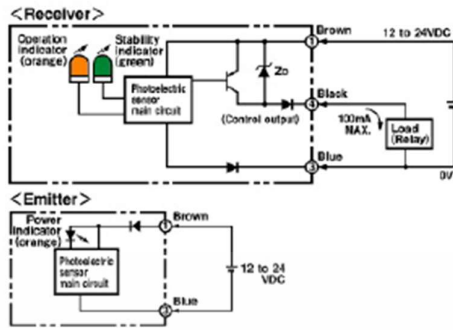
As of February 8, 2023

<https://www.ia.omron.com/product/item/758/?print=true>

2/5

รูปที่ ๒.2 OMRON E3Z-T81 2M(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



As of February 8, 2023

Timing chart

As of February 8, 2023

Operation mode	Timing chart	Mode switch
Light ON	<p>Incident light: ON (Green bar)</p> <p>No incident light: OFF (No bar)</p> <p>Operation indicator (orange): ON (Orange bar)</p> <p>Output transistor: ON (Green bar)</p> <p>Load (Relay): Operate (Green bar), Reset (Between blue(2) and black(4))</p>	L side (LIGHT ON)
Dark ON	<p>Incident light: ON (Green bar)</p> <p>No incident light: OFF (No bar)</p> <p>Operation indicator (orange): OFF (No bar)</p> <p>Output transistor: ON (Green bar)</p> <p>Load (Relay): Operate (Green bar), Reset (Between blue(2) and black(4))</p>	D side (DARK ON)

As of February 8, 2023

Parallel operating range

As of February 8, 2023

รูปที่ ๓.3 OMRON E3Z-T81 2M(3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

New Product

OMRON

Switch Mode Power Supply
S8VK-C (60/120/240/480-W Models)

Cost-effective Single Phase Power Supply
 Universal input and Safety standards
 for worldwide applications
 Space-saving Compact Design

- Universal input for worldwide applications:
 100 to 240 VAC (85 to 264 VAC)
- DC input can be available: 90 to 350 VDC
- Operation temperature range: -25 to 60 °C
- Compact Dimension for small space
- Flexible installation by special mounting brackets
- Safety standards:
 UL508/60950-1, CSA C22.2 No.107.1/60950-1
 EN50178 (=VDE0160), EN60950-1 (=VDE0805)
- EMS: Conform to EN61204-3
 EMI: EN55011 Class A



Refer to Safety Precautions for All Power Supplies and Safety Precautions on page 11.

Model Number Structure

Model Number Legend

Note: Not all combinations are possible. Refer to List of Models in Ordering Information, below.

S8VK-C 24

1. Power Ratings
 060: 60 W
 120: 120 W
 240: 240 W
 480: 480 W
2. Output voltage
 24: 24 V

Ordering Information

Note: For details on normal stock models, contact your nearest OMRON representative.

Power ratings	Input voltage	Output Voltage	Output current	Model number
60 W	Single phase 100 to 240 VAC 90 to 350 VDC	24 V	2.5 A	S8VK-C06024
120 W		24 V	5 A	S8VK-C12024
240 W		24 V	10 A	S8VK-C24024
480 W		24 V	20 A	S8VK-C48024

OMRON

1

รูปที่ ก.1 OMRON POWER SUPPLY S8VK-C06024(1)

S8VK-C

Specifications

Ratings, Characteristics, and Functions

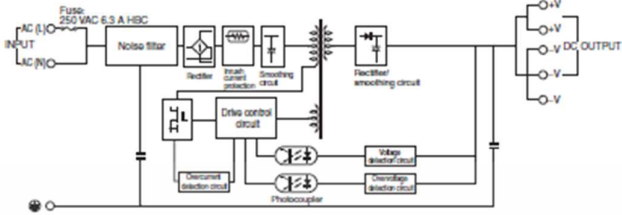
Item	Power ratings Output voltage	60 W	120 W	240 W	480 W	
		24 V	24 V	24 V	24 V	
Efficiency (Typical)	230 VAC input	88%	89%	89%	92%	
Input	Voltage *1	100 to 240 VAC, 90 to 350 VDC (allowable range: 85 to 264 VAC) *6				
	Frequency *1	50/60 Hz (47 to 450 Hz)				
	Current (Typical)	115 VAC input	1.0 A	2.0 A	2.5 A	4.8 A
		230 VAC input	0.7 A	1.4 A	1.3 A	2.4 A
	Power factor (Typical)	230 VAC input	0.44	0.45	0.92	0.97
	Harmonic current emissions	—				
		Conforms to EN61000-3-2				
	Leakage current (Typical)	115 VAC input	0.19 mA	0.19 mA	0.24 mA	0.26 mA
	230 VAC input	0.34 mA	0.36 mA	0.54 mA	0.65 mA	
Output	Inrush current (Typical) *2	115 VAC input	16 A			
		230 VAC input	32 A			
	Voltage adjustment range *3	-10% to 15% (with V.ADJ) (guaranteed)				
	Ripple at 20 MHz (Typical) *4	230 VAC input	70 mV	120 mV	70 mV	130 mV
	Input variation influence	0.5% max. (at 85 to 264 VAC input, 100% load)				
	Load variation Influence (Rated Input voltage)	1.5% max., at 0% to 100% load				
	Temperature variation influence	0.05%/°C max.				
	Start up time (Typical) *2	115 VAC input	530 ms	720 ms	750 ms	770 ms
	230 VAC input	410 ms	510 ms	750 ms	670 ms	
Additional functions	Hold time (Typical) *2	115 VAC input	24 ms	27 ms	34 ms	21 ms
		230 VAC input	117 ms	128 ms	36 ms	22 ms
	Overload protection *2	105% to 160% of rated load current				
	Overvoltage protection *2	Yes *5				
	Parallel operation	No				
	Series operation	Possible for up to two Power Supplies (with external diode)				
	Ambient operating temperature	-25 to 60°C (Refer to Engineering Data)				
	Storage temperature	-25 to 65°C				
Others	Ambient operating humidity	20% to 90% (Storage humidity: 10% to 95%)				
	Dielectric strength (detection current: 20 mA)	3.0 kVAC for 1 min. (between all inputs and outputs) 2.0 kVAC for 1 min. (between all inputs and PE terminal) 1.0 kVAC for 1 min. (between all outputs and PE terminal)				
	Insulation resistance	100 MΩ min. (between all outputs and all inputs/ PE terminals) at 500 VDC				
	Vibration resistance	10 to 55 Hz, 0.375-mm single amplitude for 2 h each in X, Y, and Z directions 10 to 150 Hz, 0.35-mm single amplitude (5 G max for 60W, 120W, 240 W, 3 G max for 480 W) for 80 min. each in X, Y, and Z directions				
	Shock resistance	150 m/s ² , 3 times each in ±X, ±Y, and ±Z directions				
	Output indicator	Yes (color: green), lighting from 90% to 90% or more of rated voltage				
	EMI	Conducted Emission	Conforms to EN61204-3 EN55011 Class A and based on FCC Class A			
		Radiated Emission	Conforms to EN61204-3 EN55011 Class A			
	EMS	Conforms to EN61204-3 high severity levels				
	Approved Standards	UL Listed: UL508 (Listing) UL UR: UL60950-1 (Recognition) cUL: CSA C22.2 No.107.1 cUR: CSA C22.2 No.60950-1 EN/VDE: EN50178 (-VDE0160), EN60950-1 (-VDE0805)				
	Fulfilled Standards	SELV (EN60950-1/EN50178/UL60950-1) EN50274 for Terminal parts				
	Degree of protection	IP20 by EN / IEC60529				
SEMI	F47-0706 (200 to 240 VAC)					
Weight		260 g	580 g	940 g	1,550 g	

- *1. Do not use an inverter output for the Power Supply. Inverters with an output frequency of 50/60 Hz are available, but the rise in the internal temperature of the Power Supply may result in ignition or burning.
 *2. For a cold start at 25°C. Refer to *Engineering Data* on page 5 for details.
 *3. If the output voltage adjuster (V.ADJ) is turned, the voltage will increase by more than +15% of the voltage adjustment range. When adjusting the output voltage, confirm the actual output voltage from the Power Supply and be sure that the load is not damaged.
 *4. A characteristic when the ambient operating temperature is between -25 to 60°C.
 *5. To reset the protection, turn OFF the input power for three minutes or longer and then turn it back ON.
 *6. 90 to 350 VDC's UL standards are scheduled to obtain certification in June, 2013.

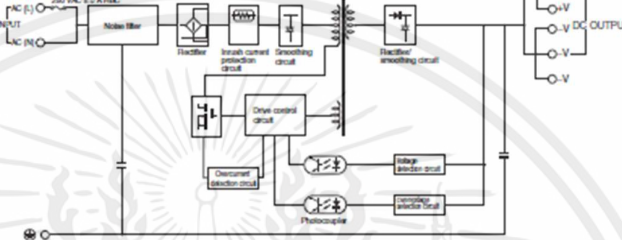
Connections

Block Diagrams

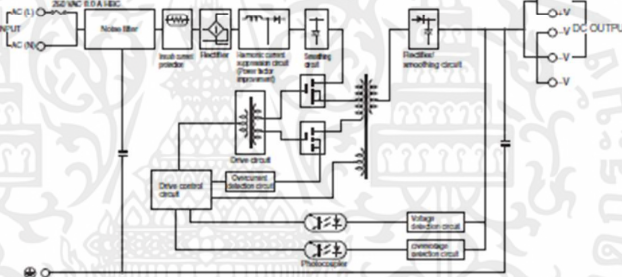
S8VK-C06024 (60W)



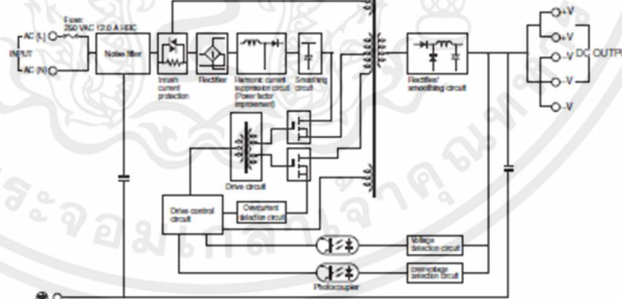
S8VK-C12024 (120W)



S8VK-C24024 (240W)



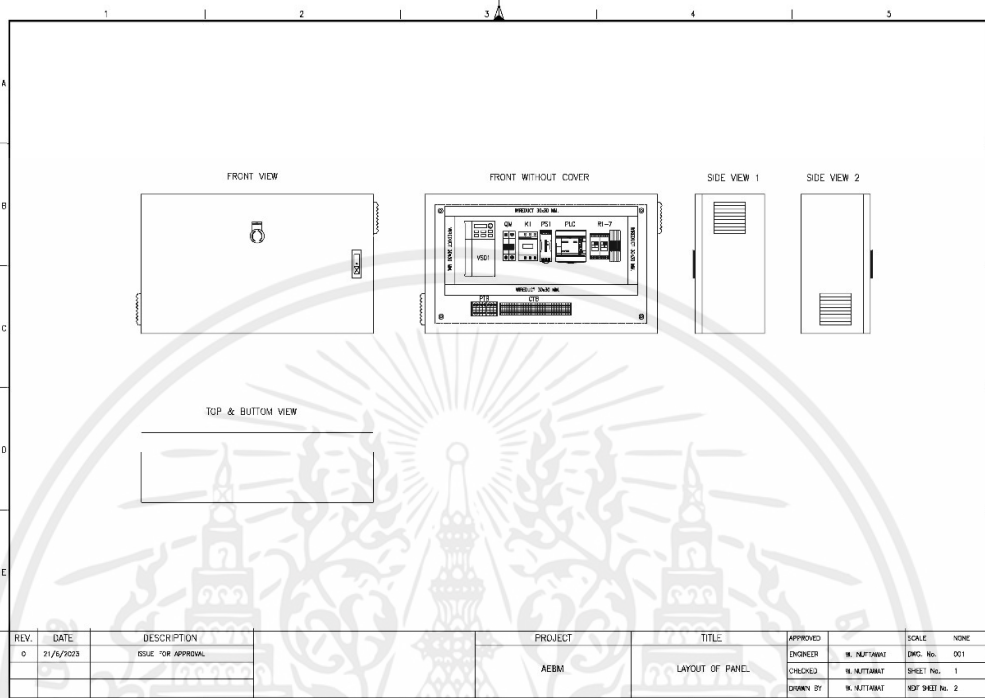
S8VK-C48024 (480W)



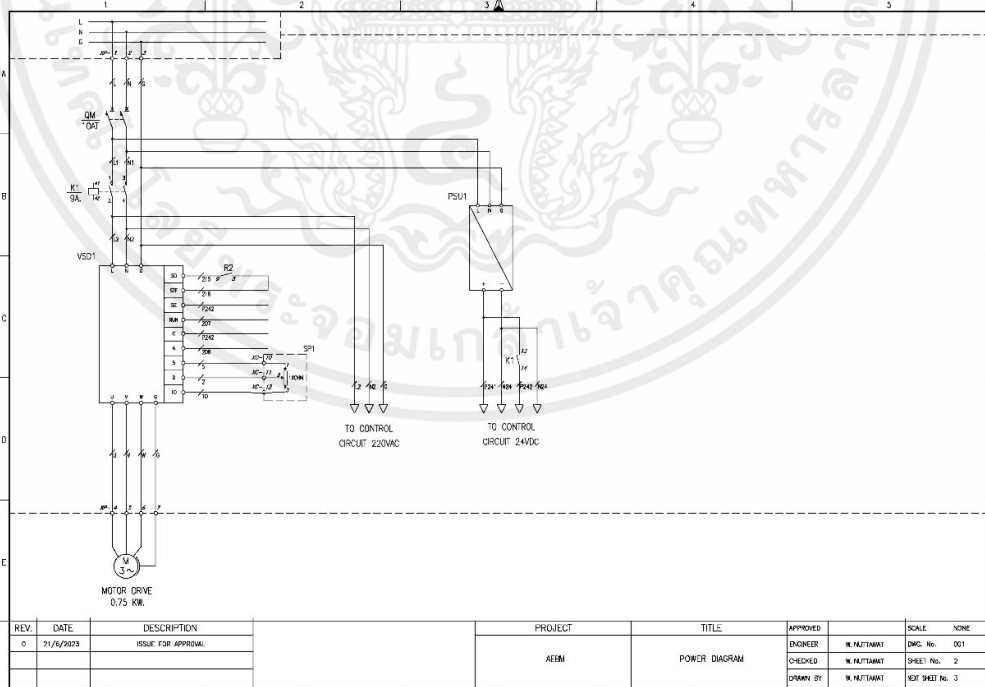
รูปที่ ๓.3 OMRON POWER SUPPLY S8VK-C06024(3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก รฐ แบบไฟฟ้า

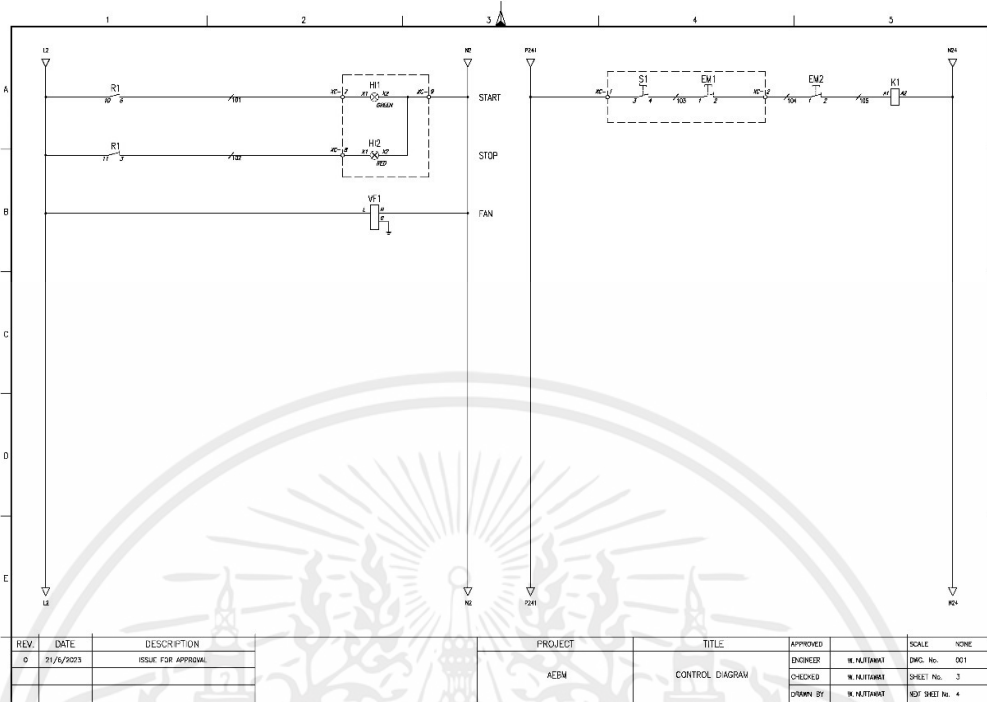


รูปที่ รฐ.1 แบบไฟฟ้า(1)

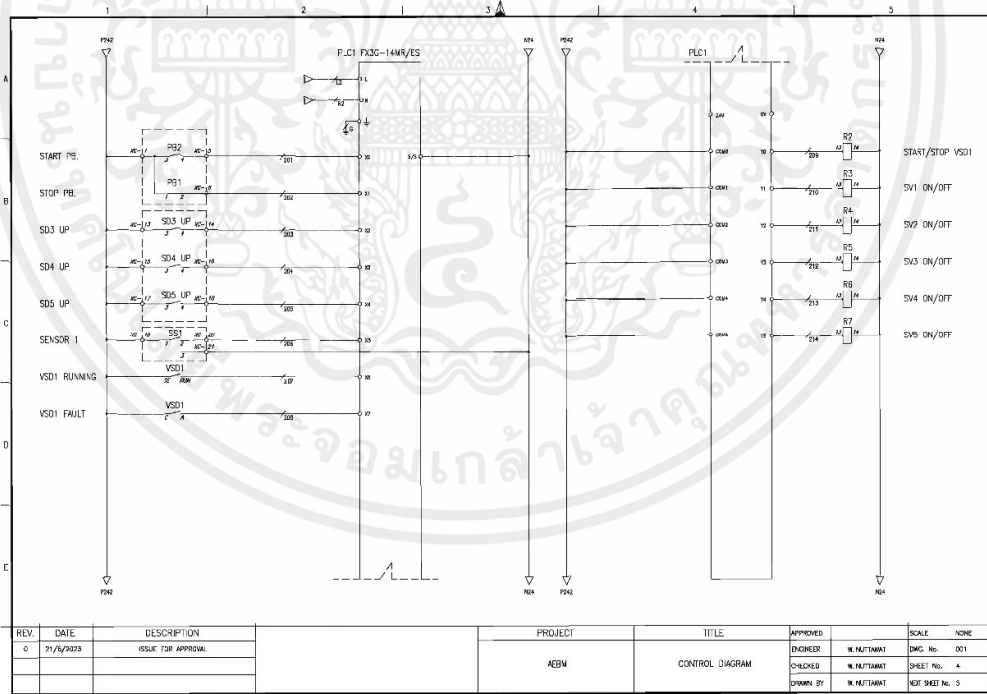


รูปที่ รฐ.2 แบบไฟฟ้า(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

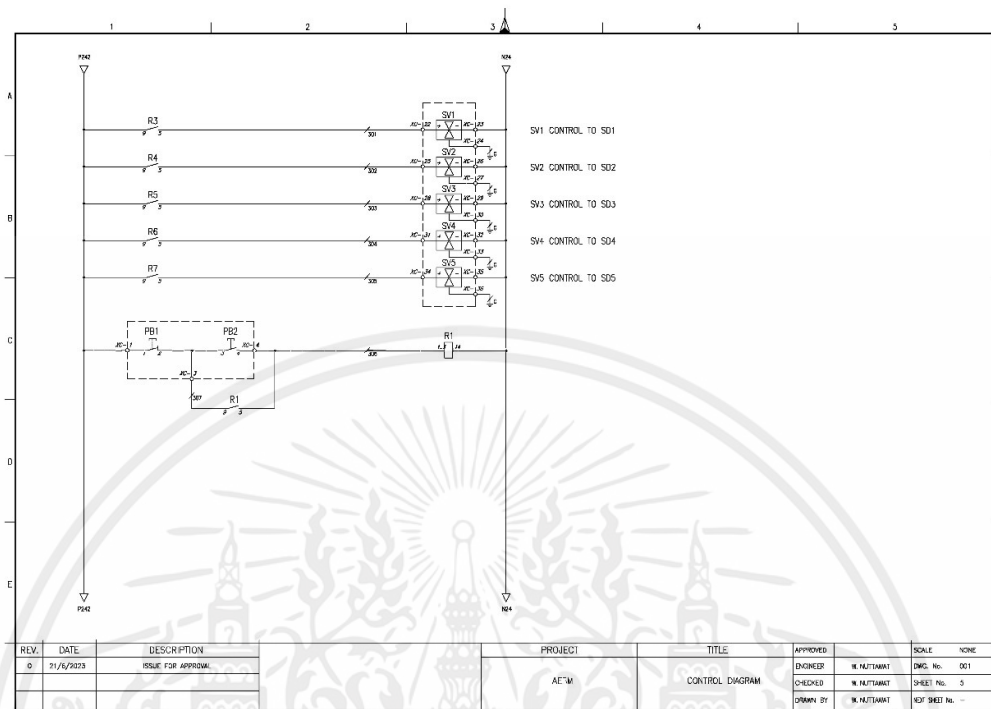


รูปที่ 3.3 แบบไฟฟ้า(3)



รูปที่ 3.4 แบบไฟฟ้า(4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



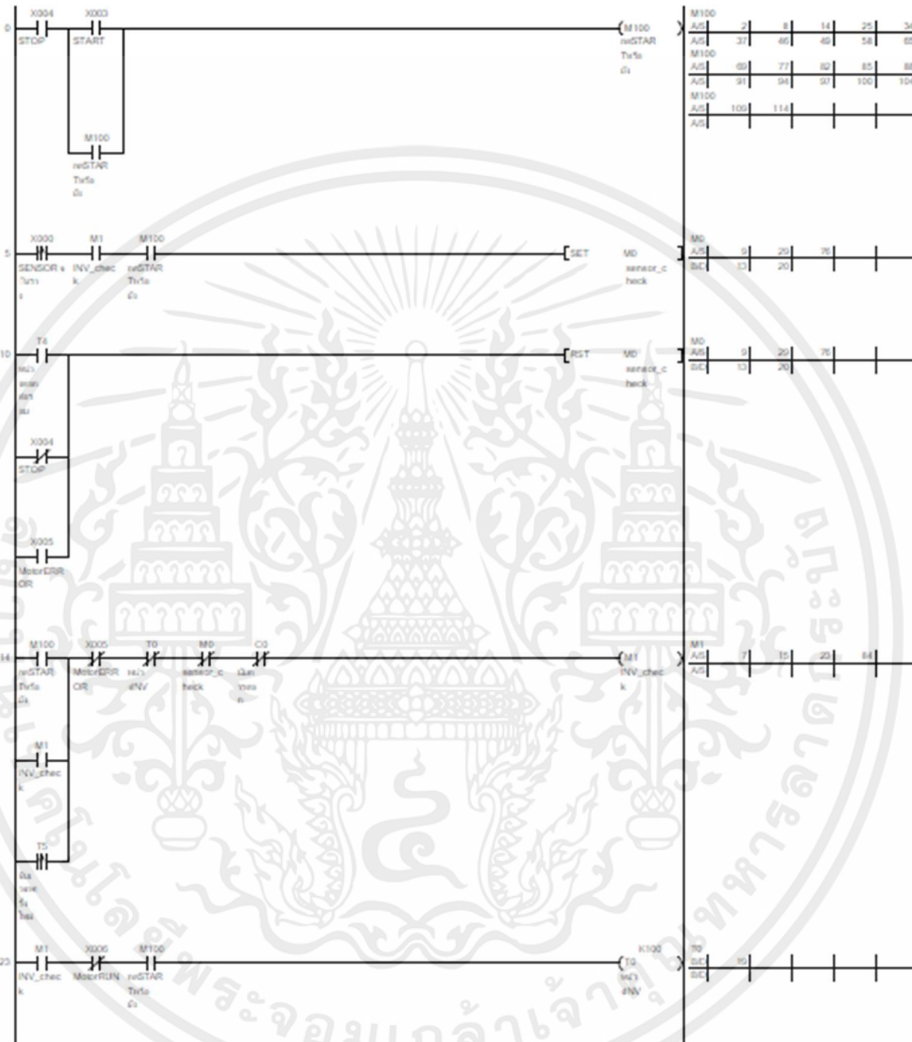
รูปที่ ๕.5 แบบไฟฟ้า(5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ๓
โปรแกรม ladder การทำงาน

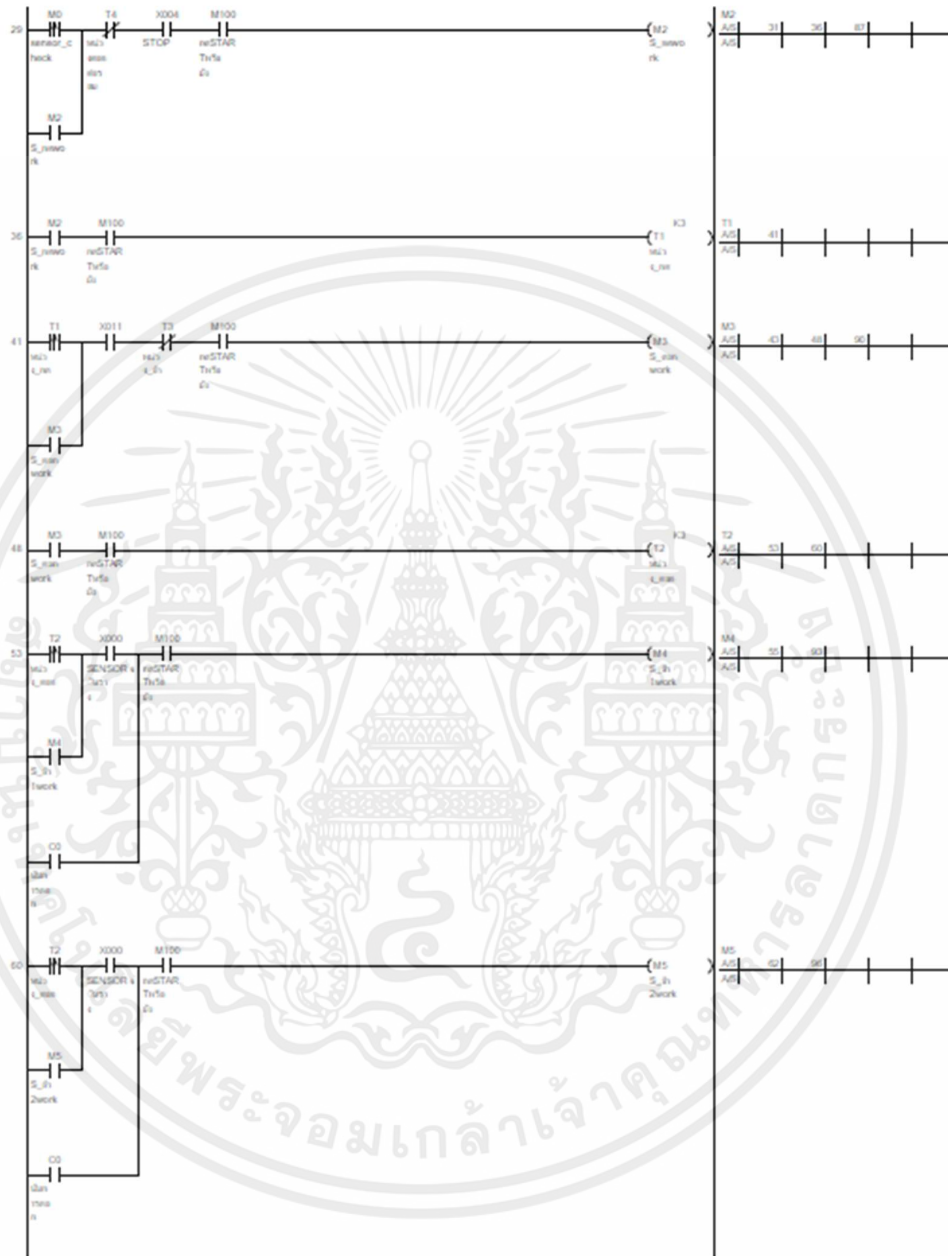
Ladder
Data Name : MAIN

10/13/2023



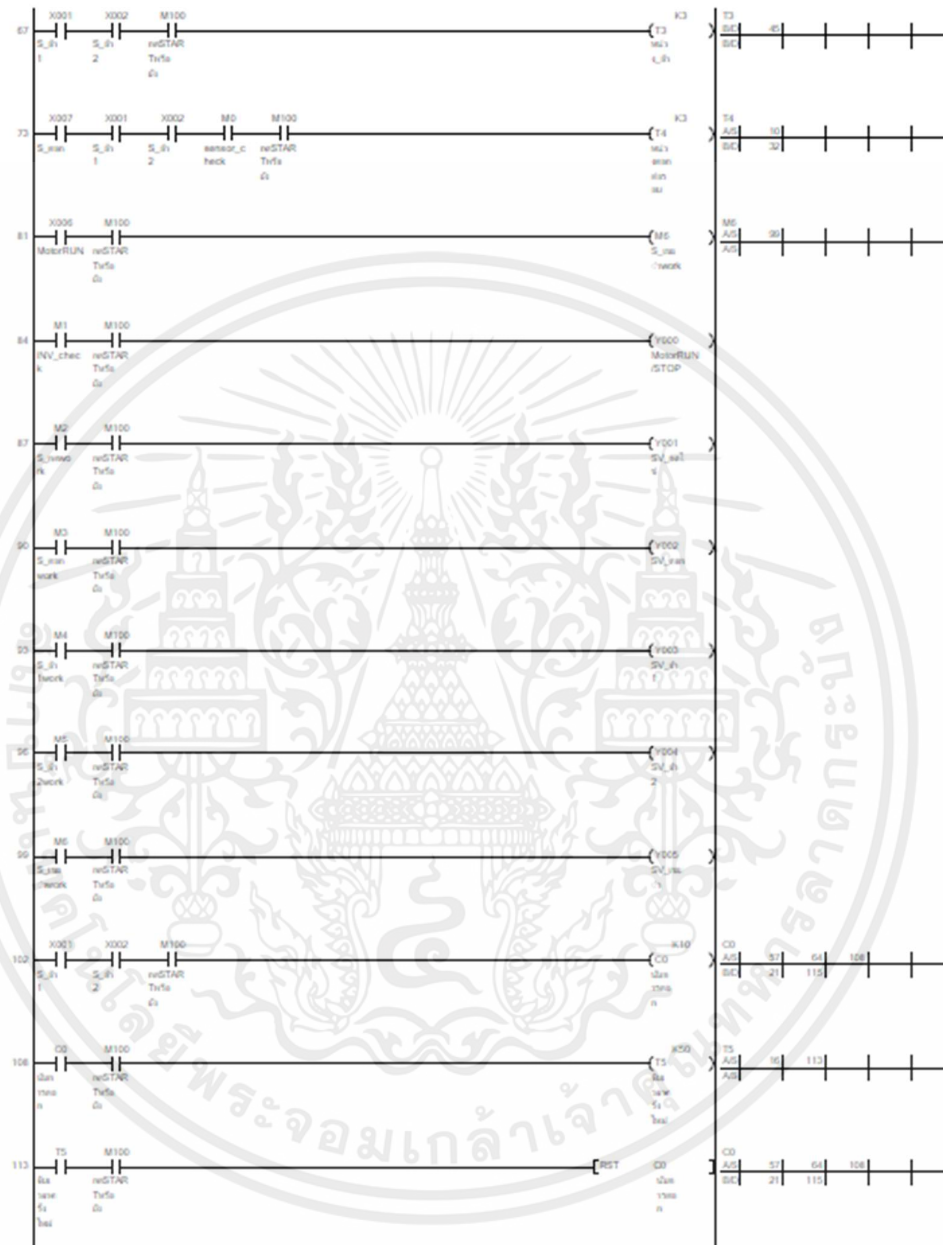
รูปที่ ๓.1 โปรแกรม ladder การทำงาน(1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.2 โปรแกรม ladder การทำงาน(2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓.3 โปรแกรม ladder การทำงาน(3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

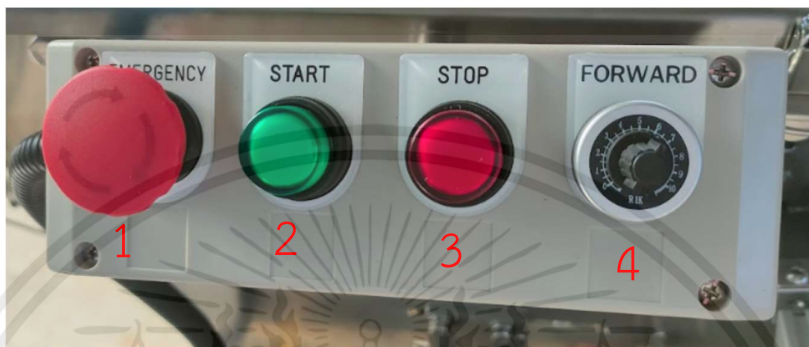
Device Name	Comment
P001	START
P002	STOP
P003	START
P004	STOP
P005	START
P006	STOP
P007	START
P008	STOP
P009	START
P010	STOP
P011	START
P012	STOP
P013	START
P014	STOP
P015	START
P016	STOP
P017	START
P018	STOP
P019	START
P020	STOP
P021	START
P022	STOP
P023	START
P024	STOP
P025	START
P026	STOP
P027	START
P028	STOP
P029	START
P030	STOP
P031	START
P032	STOP
P033	START
P034	STOP
P035	START
P036	STOP
P037	START
P038	STOP
P039	START
P040	STOP
P041	START
P042	STOP
P043	START
P044	STOP
P045	START
P046	STOP
P047	START
P048	STOP
P049	START
P050	STOP

รูปที่ ๓.4 โปรแกรม ladder การทำงาน(4)



ภาคผนวก ฅ
คู่มือการใช้งานเครื่องมือเครื่องตอกไขอัตโนมัติ

ขั้นตอนการใช้งานเครื่องมือเครื่องตอกไขอัตโนมัติ



รูปที่ ฅ.1 ปุ่มควบคุมการทำงาน

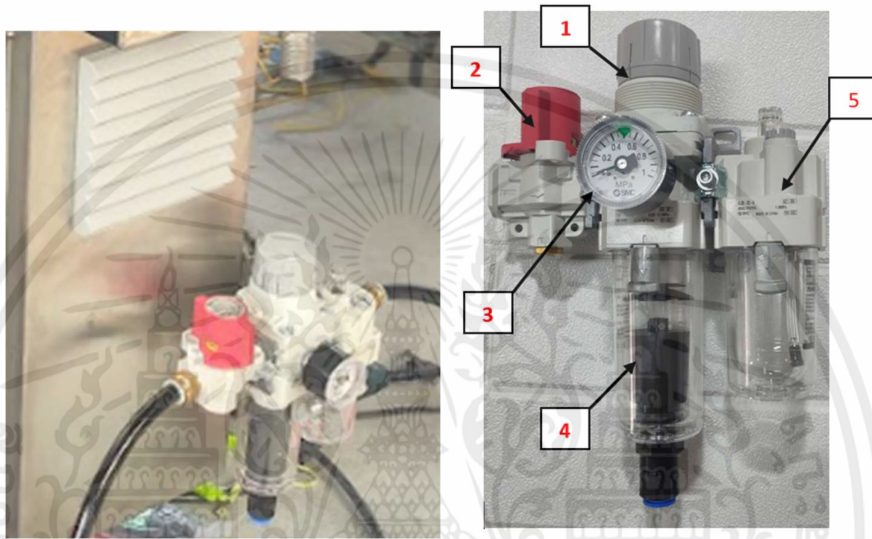
ปุ่มควบคุมการทำงานจากรูปที่ ฅ.1 มีดังนี้

1. ปุ่ม emergency
ปุ่มที่ออกแบบมาเพื่อใช้ในกรณีฉุกเฉินหรือสถานการณ์ฉุกเฉินในการยกเลิกหรือยกเลิกการทำงานปกติของระบบหรืออุปกรณ์อื่นที่เกี่ยวข้องทั้งหมด
2. ปุ่ม START
เป็นปุ่มที่ใช้เริ่มการทำงานหรือเปิดอุปกรณ์หรือระบบต่าง ๆ โดยรวม
3. ปุ่ม STOP
เป็นปุ่มที่ใช้ในการหยุดหรือยกเลิกการทำงานของอุปกรณ์หรือระบบต่าง ๆ โดยรวม
4. ปุ่มปรับหมุน FORWARD
เป็นปุ่มปรับความเร็วการทำงานของเครื่องให้มีความเร็วในการตอกไขมากขึ้น

ขั้นตอนการเปิดใช้งานเครื่อง

ขั้นตอนที่ 1 เสียบปลั๊กไฟเครื่องจักร AC 220v

ขั้นตอนที่ 2 เปิดวาล์วลมของชุดกรองลมและปรับแรงดันลม 0.4 ถึง 0.8 psi เพื่อกรองลมหรืออากาศให้อากาศที่มีความสะอาด ชุดกรองลมจะติดตั้งอยู่ข้างตู้ควบคุม



รูปที่ ๓.๒ ชุดกรองลม

หมายเลข 1 มือหมุนปรับแรงดัน แรงตั้ง4-8บาร์ สูงสุด10บาร์

หมายเลข 2 วาล์วเปิด-ปิด ลม

หมายเลข 3 เกจวัดแรงดันลม

หมายเลข 4 ตัวกรองลม

หมายเลข 5 กรองน้ำมัน

ขั้นตอนที่ 3 คลายปุ่ม emergency หรือปุ่มฉุกเฉิน (หมุนไปตามเข็มนาฬิกา) เพื่อปิดปุ่ม หากกำลังใช้งานเครื่อง แล้วกดปุ่ม emergency เครื่องจักรจะหยุดการทำงานทันที ตำแหน่งปุ่ม emergency จะอยู่หน้าตู้ควบคุม และอยู่ชุดควบคุมหน้าเครื่อง เครื่องจักรพร้อมใช้งาน

ขั้นตอนที่ 4 กดปุ่มSTART (ปุ่มสีเขียว) เครื่องจักรเริ่มทำงานอัตโนมัติ



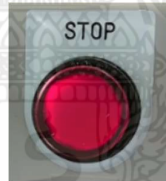
รูปที่ ๓.3 กดปุ่มSTART

ขั้นตอนที่ 5 ปุ่มFORWARD เป็นปุ่มปรับความเร็วในการตอกไข่ ทั้งนี้จะตั้งค่าควที่ไว้ที่ เลข8



รูปที่ ๓.4 ปุ่มFORWARD

ขั้นตอนที่ 6 กดปุ่มSTOP (ปุ่มสีแดง) หยุดการจังหวะการทำงานของเครื่องจักร เมื่อกดปุ่มSTART เครื่องจักรสามารถทำงานต่อไปได้



รูปที่ ๓.5 ปุ่มSTOP

ขั้นตอนที่ 7 กดปุ่ม emergency เครื่องจักรจะถูกตัดไฟฟ้าและหยุดการทำงานทันที หากปุ่มนี้ยังถูกกดอยู่จะไม่สามารถกดปุ่มSTART ได้ เครื่องจักรไม่สามารถทำงานได้



รูปที่ ๓.6 ปุ่ม emergency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล อนุรักษ์ วงศ์สุตา
วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 18 มิถุนายน 2544
ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขางานเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคลำปาง ปีการศึกษา 2562 และในปี 2564 ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม (ต่อเนื่อง) คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ - นามสกุล วรินทร์ โชครวย
วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 6 มกราคม 2543
ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขางานเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคลำปาง ปีการศึกษา 2562 และในปี 2564 ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม (ต่อเนื่อง) คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชื่อ - นามสกุล วิชระ วงศ์คำลือ
วัน เดือน ปีเกิด วันที่ 3 กรกฎาคม 2543
ประวัติการศึกษา สำเร็จการศึกษาระดับประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ สาขางานเมคคาทรอนิกส์และหุ่นยนต์ จากวิทยาลัยเทคนิคลำปาง ปีการศึกษา 2562 และในปี 2564 ได้เข้าศึกษาต่อระดับปริญญาตรี หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม (ต่อเนื่อง) คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง