รายงานสหกิจศึกษา

ระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

WHEEL RIM ROLLING SYSTEM AND ROBOT SIMULATION

ก้องสกุล ถวายเทียน

KONGSAKUL TAWAITIAN

หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานสหกิจศึกษา

ระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

WHEEL RIM ROLLING SYSTEM AND ROBOT SIMULATION

ก้องสกุล ถวายเทียน

KONGSAKUL TAWAITIAN

หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ปีการศึกษา 2565

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023

DEPARTMENT OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

PRINCE OF CHUMPHON CAMPUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์
ประจำปีการศึกษา 2565

ชื่อปริญญานิพนธ์ ระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
Wheel Rim Rolling System and Robot Simulation

นักศึกษา นายก้องสกุล ถวายเทียน **รหัสนักศึกษา** 62201003

ปฏิบัติงาน บริษัท โรโบคลาวด์ จำกัด
Robcloud Company Limited

ที่อยู่ 58 ซ.เพชรเกษม 19 แยก 4 แขวงปากคลองภาษีเจริญ เขตภาษีเจริญ
กรุงเทพมหานคร 10160

พนักงานที่ปรึกษา นายอภิชัย จตุโชคทวีสิทธิ์
ตำแหน่ง Control Engineer ,Site Engineer ,Service Engineer

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสือส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เรื่อง ขอส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ตามที่ นายก้องสกุล ถวายเทียน นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร ได้ปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 1 สิงหาคม พ.ศ. 2565 ถึงวันที่ 30 พฤศจิกายน พ.ศ. 2565 ในตำแหน่งนักศึกษาฝึกงานในแผนก Automation ได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาสหกิจศึกษาให้จัดทำโครงงานระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

บัดนี้ การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้เสร็จสิ้นลงแล้ว จึงใคร่ขอส่งรายงานสหกิจศึกษาฉบับ สมบูรณ์ดังกล่าว จำนวน 1 เล่ม เพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป จึงเรียนมาเพื่อพิจารณา

ขอแสดงความเคารพอย่างสูง

นายก้องสกุล ถวายเทียน

นักศึกษาสหกิจศึกษาหลักสูตรวิศวกรรม

อิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร

ใบรับรองสหกิจศึกษา

หัวข้อสหกิจ	ระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์
Co-operative Title	Wheel Rolling System and Robot Simulation
ชื่อนักศึกษา	นายก้องสกุล ถวายเทียน **รหัสนักศึกษา** 62201003
ปริญญา	วิศวกรรมบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข

คณะกรรมการตรวจสอบ		ลายมือชื่อ
ผศ.ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข	อาจารย์ที่ปรึกษา	
ผศ.ดร.มนตรี ไชยชาญยุทธ์	กรรมการสอบ	
ผศ.ดร.ภาสภณ มโนสุกฤตกุล	กรรมการสอบ	
ว่าที่ร้อยตรี ศิลา ศิริมาสกุล	กรรมการสอบ	
อ.สักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์	กรรมการสอบ	

วันที่/เดือน/ปี ที่สอบ 22 ธันวาคม 2565 เวลา 9.00 – 16.30

สถานที่สอบ ณ ห้อง 103 อาคาร E

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ณัฐพงศ์ รัตนเดช)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 4 มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อปริญญานิพนธ์	ระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์		
นักศึกษา	นายก้องสกุล ถวายเทียน	**รหัสนักศึกษา**	62201003
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต		
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์		
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข		
พนักงานที่ปรึกษา	นายอภิชัย จตุโชคทวีสิทธิ์		
ปีการศึกษา	2565		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอการออกแบบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ในส่วนของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อจะแบ่งเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ แขนกลหยิบเข้า และมือหยิบออก ในส่วนของแขนกลหยิบเข้าประกอบด้วยกระบอกลม (Pneumatic) ที่เชื่อมต่อกับ โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) และใช้ พีแอลซี (PLC) ในการควบคุม ในส่วนของการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ เป็นการจำลองหุ่นยนต์เรียงของบนพาเลท เพื่อนำไปใช้ในระบบงานจริง และเพื่อหาท่าการขยับหุ่นยนต์ให้ใช้เวลาน้อยที่สุด และไม่กระทบกับระบบงาน

จากการทดลองระบบกลิ้งกลมกระทะล้อจะทราบได้ว่ามอเตอร์จะมีแรงเหวี่ยงมากกว่ากระบอกลม และการใช้รีดสวิตช์ในการเช็คจะทำให้ปลอดภัยกับระบบงาน เนื่องจาก ถ้ากระบอกลมไม่เคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่กำหนด ระบบจะไม่ทำงานในขั้นตอนถัดไป และจากการทดลองการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะทราบได้ว่า การขยับของหุ่นยนต์ในแต่ละครั้งจะใช้เวลามากขึ้นตามระยะห่างเชิงมุมในแต่ละแกน โดยผลที่ออกมาทำเวลาในการเรียงของได้ 4.33 นาที

คำสำคัญ: โซลินอยด์วาล์ว, พีแอลซี, แขนกล, ระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title	WHEEL RIM ROLLING SYSTEM AND ROBOT SIMULATION
Students	Mr. Kongsakul Tawaitian **Student ID.** 62201003
Degree	Bachelor of Engineering
Program in	Electronics Engineering
Advisor	Asst .Prof. Dr. Kasemsuk Sepsirisuk
Mentor	Mr. Apichai Jatuchoktaweesit
Academic Year	2022

ABSTRACT

This thesis presents the design of a spherical wheel mobile manipulator system and the simulation of robot motion. The spherical wheel mobile manipulator system is divided into two main components: the arm for grasping and the hand for releasing. The arm for grasping consists of an air cylinder connected to a solenoid valve and is controlled by a programmable logic controller (PLC). The simulation of robot motion, it involves simulating the sequencing of robots on a pallet for real-world applications and finding the most efficient robot movements that minimize time and avoid interfering with the system. From the experimental results of the spherical wheel mobile manipulator system, it was found that the motors have greater torque than the air cylinders. The use of limit switches ensures the safety of the system because if the air cylinders do not reach the specified positions, the system will not proceed to the next step.

Furthermore, from the simulation of robot motion, it was observed that the time required for each robot movement increases with the angular distance in each axis. The resulting sequencing time was 4.33 minutes.

Keywords: solenoid valve, PLC, robot arm, wheel rim rolling system

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้เรียบเรียงความรู้เกี่ยวกับ ระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ สามารถสำเร็จลุล่วงได้อย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุก ๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ บริษัท โรโบคลาวด์ จำกัด ที่ได้เอื้อเฟื้อให้นักศึกษาได้มีโอกาสศึกษาและ จัดทำโครงงานสหกิจศึกษาร่วมกับบริษัท

ขอขอบพระคุณ นายอภิชัย จตุโชคทวีสิทธิ์ (พนักงานที่ปรึกษา) และพี่ๆในบริษัท โรโบคลาวด์ จำกัด ที่คอยช่วยเหลือ ให้คำแนะนำและคำปรึกษาในการทำโครงงานสหกิจ และคำปรึกษาในการทำงานและคอยสอนเรื่องการใช้ชีวิต และคอยสร้างรอยยิ้มในวันที่เจออะไรแย่ ๆ

ขอกราบขอบพระคุณ บิดามารดา และครอบครัว ผู้ซึ่งคอยอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษาตลอดจนให้กำลังใจเสมอมาตลอดจนสำเร็จการศึกษา และคอยสนับสนุนเรื่องการเงิน

ขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.เกษมสุข เสพศิริสุข อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ซึ่งให้คำแนะนำต่าง ๆ คอยช่วยเหลือและติดตามเกี่ยวกับโครงงานสหกิจตลอดมา ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่าน จึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่เคารพทุก ๆ ท่าน ที่ให้ความเอาใจใส่แนะนำและคอยช่วยเหลือมาโดยตลอด

ขอขอบคุณพี่ ๆ เพื่อน ๆ ทุก ๆ คน ที่คอยช่วยเหลือการทำโครงงานชิ้นนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

คุณค่า และประโยชน์อันพึงมีจากรายงานฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ก้องสกุล ถวายเทียน

มิถุนายน 2566

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VII

สารบัญ.....VIII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 2

1.6 โครงสร้างงานสหกิจศึกษา 3

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 เครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ (Wheel Rim Rolling) 4

2.2 ลิเนียร์ไกด์ (Linear Guide) 3

2.3 โฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ (Photoelectric sensor) 3

2.4 รีดสวิตช์ (Reed switch) 6

2.5 กระบอกลม (Pneumatic air cylinder) 7

2.5.1 หลักการทำงานของกระบอกลม. 7

2.5.2 โครงสร้างภายในของกระบอกลม 7

2.6 โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid valve).....8

2.6.1 หลักการทำงานของโซลีนอยด์วาล์ว 8

2.7 พีแอลซี (PLC) 9

2.7.1 หลักการทำงานของพีแอลซี 9

2.8 โปรแกรมโรโบดีเค (RoboDK) 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบและการดำเนินการ 11

3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงหลักการทำงานโดยรวม 11

3.1.1 ส่วนแหล่งจ่ายไฟฟ้า 12

3.1.2 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ 12

3.1.3 ส่วนการทำงานของเอาท์พุต 14

3.2 การออกแบบและโครงสร้าง 15

3.2.1 โครงสร้างแกนทรีโรลแบบที่ 1 15

3.2.2 โครงสร้างแกนทรีโรลแบบที่ 2 18

3.3.3 ส่วนของการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 21

3.3 การทำงาน และการทดลอง 25

3.3.1 การทำงานของแกนทรีโรลแบบที่ 1 25

3.3.2. การทำงานของแกนทรีโรลแบบที่ 2 30

3.3.3 ส่วนของการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์. 39

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 42

4.1 การทดลองระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ 42

4.1.1 การทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อด้วยระบบแบบที่ 1 42

4.1.2 การทดลองระบบกลิ้งกลมกระทะล้อด้วยระบบแบบที่ 2 44

4.2 การทดลองการจำลองการเรียงกล่องบนพาเลท 45

4.2.1 การทดสอบการเรียงด้วยกริปเปอร์แบบหนีบในระบบแบบที่ 1 45

4.2.2 การทดสอบการเรียงด้วยระบบแบบที่ 1 47

4.2.3 การทดสอบการเรียงด้วยระบบแบบที่ 2 59

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 51

5.1 สรุปผลการทดลอง 51

5.1.1 การทดลองระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ 51

5.1.1.1 การทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อด้วยระบบแบบที่ 1 51

5.1.1.2 การทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อด้วยระบบแบบที่ 2 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1.2 การทดสอบการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 51

5.2 ปัญหาและอุปสรรค 51

5.2.1 ส่วนของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ 51

5.2.2 ส่วนของการทำการจำลองการเคลื่อนที่ 51

5.3 วิธีการแก้ไขปัญหา 52

5.3.1 ส่วนของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ 52

5.3.2 ส่วนของการทำจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ 52

5.4 ข้อเสนอแนะ 53

เอกสารอ้างอิง 54

ภาคผนวก ก โปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่ 55

ภาคผนวก ข คู่มือการใช้อุปกรณ์ (Datasheet) 61

ประวัติผู้เขียน 84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน 2

4.1 ตารางผลการทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อแบบที่ 1..... 43

4.2 ตารางผลการทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อแบบที่ 2 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 เครื่องกลิ้งกระละล้อ 5
2.2 ลิเนียร์ไกด์ 6
2.3 โฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ 6
2.4 รีดสวิตช์ 7
2.5 กระบอกลม 8
2.6 โครงสร้างภายในของ 8
2.7 โซลีนอยด์วาล์ว 9
2.8 พีแอลซี 10
2.9 โปรแกรมโรโบดีเค 11
3.1 บล็อกไดอะแกรมทำงานระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ..... 12
3.2 ภาพการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์ 13
3.3 แผนผังการทำงานของคอลโทรลเลอร์พีแอลซีของโฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์..... 14
3.4 แผนผังการทำงานของคอลโทรลเลอร์พีแอลซีของรีดสวิตช์ 15
3.5 ภาพการเชื่อมต่อของโซลินอยด์วาล์ว..... 16
3.6 แกนทรีโรลแบบที่ 1 16
3.7 กริปเปอร์แกนทรีโรลแบบที่ 1 17
3.8 ลิเนียร์ไกด์ (Linear guide)..... 17
3.9 ลูกปืน (Ball bearing)..... 18
3.10 ฐานของแกนทรี่โรล 19
3.11 แกนทรี่โรลแบบที่ 2 19
3.12 แกนทรีโรลส่วนฐาน 20
3.13 โครงสร้างส่วนคีบออก 21
3.14 กริปเปอร์ส่วนคีบออก..... 21
3.15 ฐานสไลด์ชิ้นงาน 22
3.16 ระบบแบบที่ 1 23
3.17 กริปเปอร์แบบเก่า 23
3.18 กริปเปอร์แบบใหม่..... 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.19 กริปเปอร์แบบใหม่คีบด้านเดียว 24

3.20 กริปเปอร์แบบใหม่คีบ 2 ด้าน 25

3.21 ระบบงานแบบที่ 2 25

3.22 โฟลวชาร์ตการทำงานช่วงหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง 26

3.23 กระบอกลมที่ 2 ของกริปเปอร์ 27

3.24 กระบอกลมส่วนฐานของแกนที่โรล 27

3.25 กระบอกลมที่ 1 ของกริปเปอร์ 28

3.26 กระบอกลมที่ 2 28

3.27 มอเตอร์ฐานแกนทรี่โรล 29

3.28 เครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ 29

3.29 โฟลวชาร์ตการทำงานช่วงหยิบออกจากเครื่อง 30

3.30 โฟลวชาร์ตการทำงานของแกนทรี่โรลช่วงหยิบชิ้นงาน 31

3.31 กระบอกลมที่ 2 ของกริปเปอร์ 32

3.32 กระบอกลมที่ฐาน 32

3.33 กระบอกลมที่ 1 ของกริปเปอร์ 33

3.34 โฟลวชาร์ตการทำงานของแกนทรีโรลช่วงคีบขึ้นมา. 34

3.35 กระบอกลมแกนที่ 1 ของแกนทรี่โรล 35

3.36 โฟลวชาร์ตช่วงแกนทรีโรลช่วงวางเข้าเครื่อง 35

3.37 กระบอกลมฐานของแกนทรีโรล 36

3.38 โฟลวชาร์ตการทำงานช่วงคีบออก 37

3.39 กระบอกลมระบบคีบออก 38

3.40 กระบอกลมของกริปเปอร์ในส่วนของการคีบออก 39

3.41 กระบอกลมผลักชิ้นงาน **(**Pneumatic push) 40

3.42 รูปแบบการวางกล่องบนพาเลท 40

3.43 ลำดับการวางของระบบแบบที่ 1 41

3.44 ลำดับการวางของระบบแบบที่ 2 42

4.1 การทดลองแกนทรีโรล (Gantry roll) 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.2 การทดลองแกนทรี่โรลแบบที่ 2 45
4.3 กริปเปอร์ แบบหนีบ ..... .47
4.4 กริปเปอร์แบบหนีบทำกล่องเสียหาย 47
4.5 กริปเปอร์แบบใหม่ 48
4.6 การหยิบวัตถุของหุ่นยนต์..... 48
4.7 ลำดับการวางของบนพาเลท ..... .49
4.8 การชนของหุ่นยนต์..... 49
4.9 ตำแหน่งการหยิบกล่องใหม่ ..... .50
4.10 ตำแหน่งฐานวางกระดาษรองพาเลทใหม่ 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ ขอบเขตของการทำโครงงาน ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน รวมถึงโครงสร้างของโครงงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท โรโบคลาวด์ จำกัด โดยบริษัทดำเนินกิจกรรมหลักเป็นงานผลิตระบบอัตโนมัติต่าง ๆ อาทิเช่น ระบบจัดวางของบนพาเลท ระบบแพ็คของ เป็นต้น ตำแหน่งที่ผู้จัดทำโครงงานได้รับมอบหมายคือ ผู้ช่วยวิศวกรบริการเทคนิค

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญโครงงาน

เนื่องจากบริษัท โรโบคลาวด์ เป็นบริษัทที่ทำระบบอัตโนมัติ และได้รับงานจากลูกค้าให้ทำระบบอัตโนมัติของเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ เพื่อลดจำนวนคนและเพิ่มปริมาณงานที่ผลิตในระบบ จึงมอบหมายให้ออกแบบระบบอัตโนมัติที่ช่วยจับล้อเข้าและดึงล้อออกจากเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ และได้รับมอบหมายให้ออกแบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ในการหยิบและเรียงของในระยะเวลาที่เร็วที่สุด และไม่ให้ตัวหุ่นยนต์ไปกระทบกับระบบงานจนเกิดความเสียหาย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาการออกแบบระบบอัตโนมัติ
2) เพื่อศึกษาการใช้เครื่องมือต่างๆ
3) เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรม
4) เพื่อศึกษาเทคโนโลยีในระบบอุสาหกรรม

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

เนื่องจากลูกค้าได้ว่าจ้างบริษัทให้สร้างระบบอัตโนมัติที่ใช้ในการหยิบกระทะล้อเข้าและหยิบออกเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อได้ และว่าจ้างให้ออกแบบระบบจัดเรียงและแพ็คของ ทางบริษัทจึงมอบหมายให้ออกแบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

1) สามารถกลิ้งกลมล้อได้ในเวลาล้อละ 30 วินาที
2) สามารกลิ้งกลมกระทะล้อโดยที่ล้อไม่เสียหาย
3) สามารถจัดการวางวัตถุโดยระบบไม่ได้รับความเสียหาย
4) สามารถจัดวางของจำนวน 3 ชั้น ในระยะเวลา 6 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ประโยชน์จากโครงงานสหกิจศึกษา

1) ได้รับความรู้เกี่ยวกับการทำงานของเครื่องจักรและระบบการทำงานในสายการผลิต

2) ได้พัฒนาความรู้การทำงานอย่างเป็นรบบมีแบบแผน

3) ได้เรียนรู้และพัฒนาความสามารถจากการทำงาน และแก้ไขปัญหาจากการทำงานจริง

4) ได้เรียนรู้และพัฒนาทักษะทางด้านวิศวกรรม เช่น การซ่อมแซ่มเครื่องจักร การใช้เครื่องมือ การวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น และการเสนอแนวคิดในการแก้ไขปัญหาจากการทำงานจริงในสถานที่จริง เป็นต้น

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินการ

ขั้นตอนและวิธีดำเนินงานผู้จัดทำได้วางแผนในการจัดทำโครงงานสหกิจศึกษาแสดงรายละเอียดไว้ในตารางที่ 1.1 ดังนี้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ขั้นตอนการดำเนินงาน	ระยะเวลาดำเนินงาน															
	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม RoboDK																
2. ศึกษาระบบกลิ้งกระทะล้อ																
3. ทำการจำลองการทำงาน																
4. ทำการทดสอบจริง																
5. ทำการจำลองหลังแก้ไขโครงสร้าง																
6. ทำการทดสอบจริงหลังแก้ไขโครงสร้าง																
7. สังเกตและบันทึกผลการทำงาน																
8. จัดทำรายงาน																

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 โครงสร้างโครงงานสหกิจศึกษา

รายงานสหกิจศึกษาฉบับนี้แบ่งออกเป็น 6 ส่วนหลัก คือบทที่ 1-5 และภาคผนวก ซึ่งแต่ละส่วนจะอธิบายเนื้อหาที่เกี่ยวข้องกับโครงงานระบบกลิ้งกลมกระทะล้อโดยละเอียดถี่ถ้วน โดยแบ่งออกเป็นบทต่าง ๆ และในแต่ละบทมีหัวข้อดังต่อไปนี้

บทที่ 1 บทนำ ในบทนี้จะกล่าวความเป็นมาและความสำคัญโครงงาน ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ ขอบเขตของโครงงาน ประโยชน์จากโครงงานสหกิจศึกษา ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน รวมถึงโครงสร้างของงานสหกิจศึกษา

บทที่ 2 ทฤษฎีบทที่เกี่ยวข้อง ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องที่ได้นำมาใช้ในการออกแบบและสร้างโครงงานระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์รวมไปถึงคุณสมบัติของอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้ะข้อมูลหลักการทำงานของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ

บทที่ 3 การออกแบบและการดำเนินการ ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบบล็อกไดอะแกรมการทำงาน แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบ การออกแบบโครงสร้างชิ้นงาน

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง ในบทนี้กล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองโครงงานระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ประกอบไปด้วยการทดลองแขนกลโครงสร้างเดิม และ โครงสร้างใหม่ การทดสอบการวางวัตถุด้วยการจัดวางระบบแบบเก่า และ แบบใหม่

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ ในบทนี้จะกล่าวถึงสรุปผลการทดลอง ปัญหาและอุปสรรควิธีการแก้ไขปัญหา และข้อเสนอแนะของโครงงานระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องเพื่อนำมาใช้ในการออกแบบและสร้างระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ ซึ่งประกอบด้วย พีเอลซี (PLC), โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid valve), กระบอกลม (Pneumatic air cylinder), รีดสวิตช์ (Reed switch), โฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ (Photoelectric sensor), ลิเนียร์ไกด์ (Linear guide), เครื่องกลิ้งกระทะล้อ (Wheel rim rolling), โปรแกรมโรโบดีเค (RoboDK)

2.1 เครื่องกลิ้งกระทะล้อ (Wheel rim rolling)

เครื่องกลิ้งกระทะล้อ [1] ดังรูปที่ 2.1 คือเครื่องที่อยู่ในกระบวนการ การผลิตกระทะล้อ โดยการกลิ้งกระทะล้อเป็นกระบวนการต่อจากการเจียร์ขอบล้อการกลิ้งล้อทำให้ล้อมีความกลมที่เท่ากันจะทำให้ปลอดภัยกับผู้ขับขี่ โดยการทำงานจะเป็นการใช้แรงลมกด แล้วกลิ้งล้อไปกับพิมพ์

รูปที่ 2.1 เครื่องกลิ้งกระทะล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกลิ้งล้อคุณสมบัติดังนี้

1) สามารถกลิ้งให้ล้อกลมสม่ำเสมอได้

2) สามารถกลิ้งกลมล้อได้ 10 วินาที ต่อ 1 ล้อ

2.2 ลิเนียร์ไกด์ (Liear guide)

ลิเนียร์ไกด์ [2] ดังรูปที่ 2.2 คือรางสไลด์ที่นิยมใช้ในอุสาหกรรม โดยมีองค์ประกอบสำคัญคือแท่งเหล็กและลูกปืน

รูปที่ 2.2 ลิเนียร์ไกด์ (Linear guide)

ลิเนียร์ไกด์มีคุณสมบัติดังนี้

1) สามารถเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงได้

2) สามารถใช้กับกระบอกลมได้

2.3 โฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ (Photoelectric sensor)

โฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ [3] คือ เป็นเซ็นเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุ เซ็นเซอร์ชนิดนี้ทำงานโดยที่ไม่ต้องมีการสัมผัสตัววัตถุ แต่เป็นการอาศัยหลักการส่งและรับแสง โดยมีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วน คือ ตัวส่งแสง และตัวรับแสงลักษณะการตรวจจับเกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งแสง ส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุ ส่งผลให้ตัวรับแสงรู้สภาวะที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณทางด้านเอาต์พุตเพื่อนำไปใช้งานต่อไปดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 โฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ (Photoelectric sensor)

โฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์มีคุณสมบัติดังนี้

1) สามารถตรวจจับวัตถุได้

2) สามารถตรวจขนาดวัตถุได้

2.4 รีดสวิตช์ (Reed switch)

รีดสวิตช์ [4] คือ สวิตช์ที่ใช้เปิดปิดวงจรไฟฟ้าตามสนามแม่เหล็กดังรูปที่ 2.4 ตัวรีดสวิตช์จะเป็นหลอดแก้วผนึกกันอากาศ มีขั้วไฟฟ้าเข้าที่ปลายสองด้าน ด้านในต่อกับก้านหน้าสัมผัสขนาดเล็กที่ทำจากโลหะสารแม่เหล็ก เมื่อมีสนามแม่เหล็กในบริเวณ หน้าสัมผัสจะลู่ไปตามแนวสนามจนสัมผัสกัน ทำให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบวงจร เมื่อสนามแม่เหล็กหมดไป หน้าสัมผัสก็จะดีดกลับที่เดิมทำให้วงจรไฟฟ้าขาดออกจากกัน

รูปที่ 2.4 รีดสวิตช์ (Reed switch)

(**ที่มา:** https://www.pneu-hyd.co.th/images/Products/AirTAC/AirTAC-Cylinder/Cylinders-Accessories/Sensor-Switch/cmsg/cmsg-series.jpg)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รีดสวิตช์มีคุณสมบัติดังนี้

1) สามารถตรวจจับตำแหน่งของกระบอกลมได้

2) สามารถส่งสัญญาณดิจิทอลได้

2.5 กระบอกลม (Pneumatic air cylinder)

กระบอกลม [5] คือ อุปกรณ์ที่ถ่ายกำลังของไหลเป็นพลังงานกลเคลื่อนที่เป็นเส้นตรงดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 กระบอกลม (Pneumatic)

2.5.1 หลักการทำงานของกระบอกลม

หลักการทำงานของกระบอกลมจะมีท่อลมต่อหัวกระบอก และท้ายกระบอก โดยลมจะถูกควบคุมผ่านโซลีนอยด์วาล์ว ถ้าลมเข้าทางด้านท้ายกระบอก กระบอกลมจะเคลื่อนที่ไปด้านหน้า เนื่องจากด้านหน้าเป็นสุญญากาศ แล้วถ้าลมเข้าหัวกระบอก กระบอกลมจะเคลื่อนที่ไปด้านหลัง

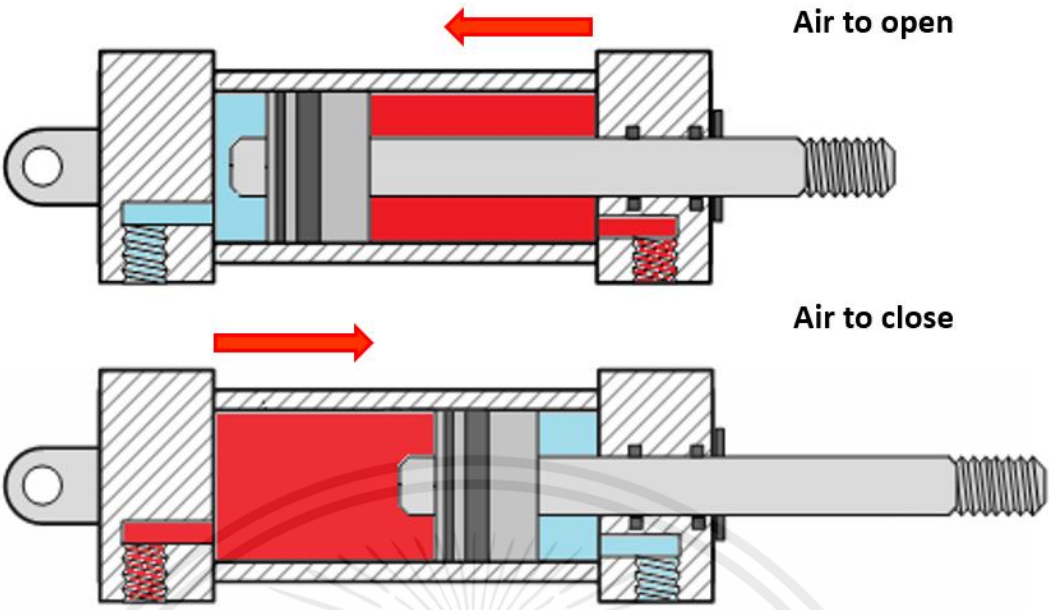
2.5.2 โครงสร้างภายในของกระบอกลม

โครงสร้างภายในของกระบอกลมประกอบด้วย

1) ส่วนกระบอกสูบ โดยจะมีโครงสร้างภายในดังรูปที่ 2.6

2) วาล์วควบคุมความเร็วของกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 โครงสร้างภายในของกระบอกลม

(**ที่มา:** http://jwtech.co.th/activity/wp-content/uploads/2022/01/EBRO2-768x530.png)

2.6 โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid valve)

โซลีนอยด์วาล์ว [6] คือ วาล์วที่สามารถควบคุมการไหลของลมได้ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid valve)

2.6.1 หลักการทำงานของโซลีนอยด์วาล์ว

หลักการทำงานของโซลีนอยด์วาล์วจะรับอินพุต (input) จากพีแอลซีและใช้ไฟเลี้ยง 24VDC โดยโซลีนอยด์วาล์ว จะทำหน้าที่สลับช่องการปล่อยลม ถ้าปล่อยลมไปช่องแรก ช่องที่สองจะเป็นสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 พีแอลซี (PLC)

พีแอลซี [7] คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมและตรวจสอบกระบวนการของระบบอัตโนมัติหรือเครื่องจักรต่าง ๆ ในสายอุตสาหกรรมดังรูปที่ 2.8 โดยทำหน้าที่เป็น "หัวใจ" หรือ "สมอง" ของระบบควบคุม ซึ่งสร้างด้วยฮาร์ดแวร์ (Hardware) และโปรแกรมใช้งาน (Software) ร่วมกันเพื่อให้ทำงานได้ตามโครงสร้างและหน้าที่ที่กำหนดไว้

รูปที่ 2.8 พีแอลซี (PLC)

(**ที่มา:** https://www.plc-sensors.com/wp-content/uploads/2020/07/FX5U-64MRES-6-1.jpg)

2.7.1 หลักการทำงานของพีแอลซี

หลักการทำงานของพีแอลซี คือการเขียนโปรแกรมพีแอลซีแทนการใช้วงจรควบคุม พีแอลซีมีคุณสมบัติดังนี้

1) ช่องต่อแบบดิจิตอลและแอนะล็อกที่มากพอสำหรับการต่อขยายเพิ่มเติม รวมถึงช่องต่ออะนาล็อกเพื่อติดต่อกับอุปกรณ์เซ็นเซอร์หลายชนิด

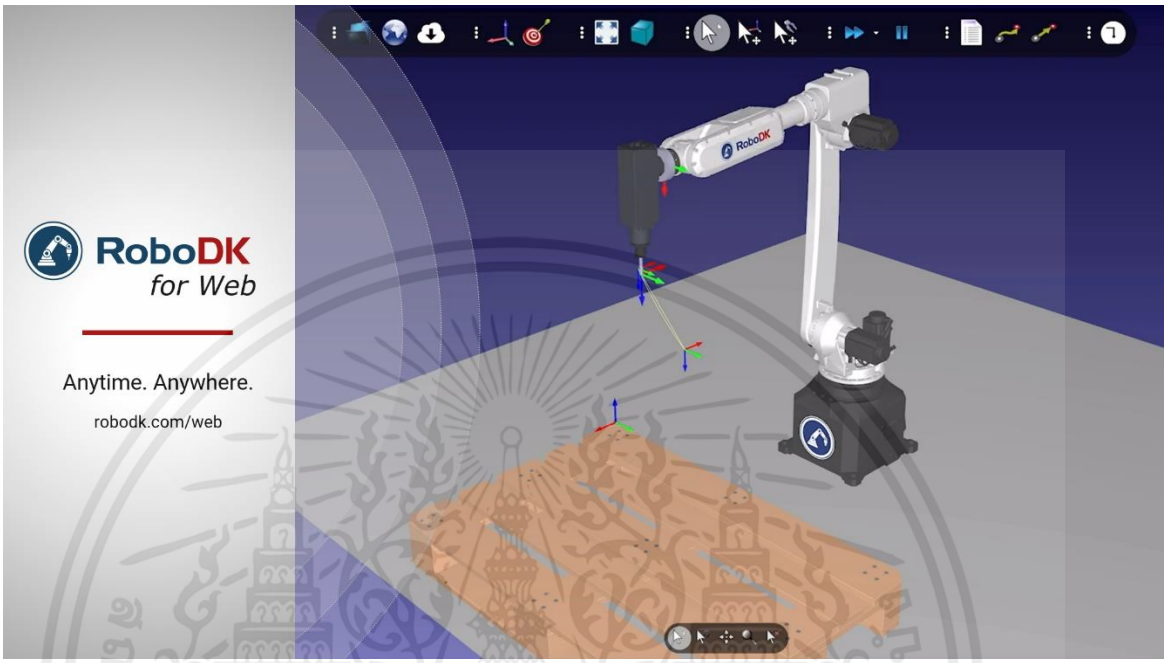
2) สามารถทำงานร่วมกับระบบอื่น ๆ ได้อย่างยืดหยุ่น รวมถึงการติดต่อกับเซ็นเซอร์และอุปกรณ์อื่น ๆ ผ่านช่องต่อทางอนาล็อกและดิจิตอล

3) มีระบบการเก็บรักษาข้อมูลแบบความเสียหายต่อการสูญเสียของข้อมูล รวมถึงมีความสามารถในการตรวจจับและแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 โปรแกรมโรโบดีเค (RoboDK)

โปรแกรมโรโบดีเค [8] คือ โปรแกรมจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ สำหรับงานอุสาหกรรม ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 โปรแกรมโรโบดีเค (RoboDK)

(ที่มา: https://robodk.com/blog/wp-content/uploads/2022/02/RoboDK-For-Web-PR-1-735x400.png)

โปรแกรมโรโบดีเคมีคุณสมบัติดังนี้

1) ช่วยให้ผู้ใช้สามารถจำลองการทำงานของหุ่นยนต์ได้อย่างละเอียด สามารถสร้างและปรับแต่งโมเดลหุ่นยนต์ สถานที่ทำงาน และอุปกรณ์อื่น ๆ เพื่อศึกษาและวิเคราะห์การทำงานก่อนที่จะทำในสภาพจริง

2) มีเครื่องมือและอินเตอร์เฟซที่ใช้ในการโปรแกรมหุ่นยนต์อุตสาหกรรม ผู้ใช้สามารถสร้างเส้นทางการเคลื่อนที่ ระบุตำแหน่งและทิศทาง วางแผนการเคลื่อนที่ และสร้างโปรแกรมการทำงานสำหรับหุ่นยนต์ได้อย่างง่ายดาย

3) การออกแบบและจำลองสถานที่ทำงาน: ผู้ใช้สามารถสร้างและจำลองสถานที่ทำงาน รวมถึงการจัดวางอุปกรณ์อื่น ๆ เช่นสายพานลำเลียง หรือเครื่องจักร เพื่อวางแผนการทำงานของหุ่นยนต์ให้เหมาะสมและประสิทธิภาพ

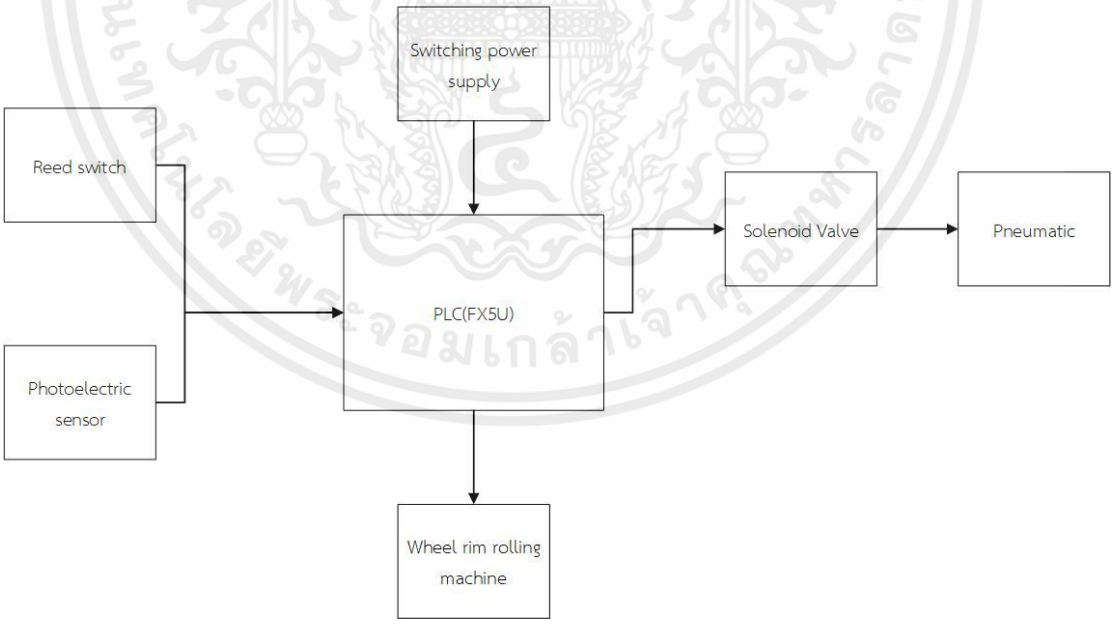
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบและการดำเนินการ

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบ ระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ ซึ่งมีบล็อกไดอะแกรมการทำงาน แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงานของระบบและการออกแบบโครงงาน

3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงหลักการทำงานโดยรวม

ระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ มีเป้าหมายเพื่อจับกระทะล้อโลหะ และทำการหมุนให้มีความกลมที่เสมอกัน มีขั้นตอนคร่าวๆ ดังนี้ มีกระทะล้อถูกลำเลียงมาจากระบบก่อนหน้า หลังจากนั้น กระทะล้อจะมาชนกับโฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ (Photoelectric sensor) แล้วตัวแกนทรีโรล (Gantry roll) ทำการหยิบกกระทะล้อเข้าเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ หลังจากนั้นจะมีตัวคีบล้อออกจากเครื่อง เพื่อลำเลียงไประบบถัดไป โดยโครงสร้างการทำงานโดยรวมแสดงดังรูปที่ 3.1 โดยมี พีแอลซี (PLC) เป็นตัวประมวลผล โดยมี สวิตช์ชิ่งซัพพลาย (Switching power supply) เป็นแหล่งจ่ายไฟ ระบบมีอินพุทอยู่ด้วยกัน 2 ตัวคือ รีดสวิตช์ (Reed switch) และ โฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ (Photoelectric sensor) มีเอาท์พุทเป็นเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อซึ่งเป็นเครื่องของบริษัทลูกค้า และแกนทรีโรลที่ใช้กระบอกลม (Pneumatic) ที่ควบคุมผ่านโซลินอยด์วาล์ว โดยมีรายละเอียดดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมทำงานระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ

จากรูปที่ 3.1 เป็นบล็อกไดอะแกรมการทำงานระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ ซึ่งประกอบไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ส่วนแหล่งจ่ายไฟฟ้า

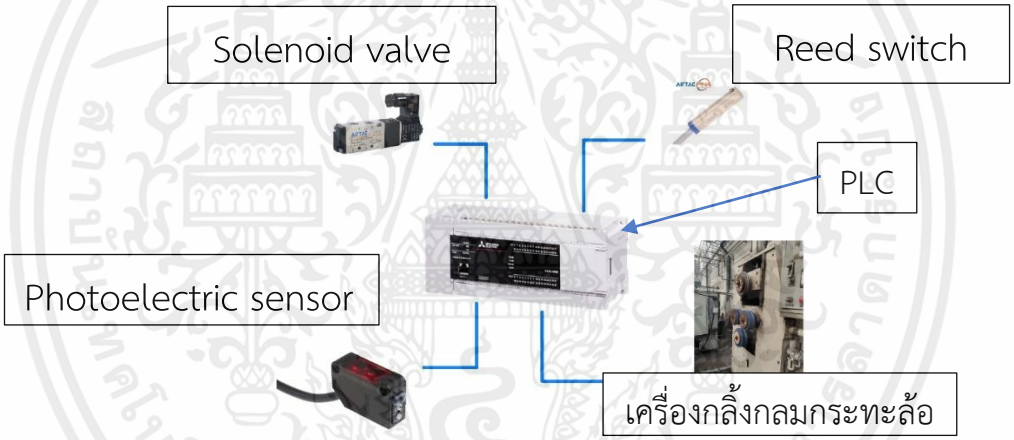
แหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ(Power supply) ในที่นี่ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้อุปกรณ์ต่าง ๆ สามารถทำงานโดยการจ่ายกระแสไฟ 220 โวลต์ สำหรับใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับคอลโทรลเลอร์ และคอลโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟตรง 24 โวลต์ สำหรับ เซนเซอร์ และโซลินอยด์วาล์ว

3.1.2 ส่วนควบคุมการทำงานของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ

ในส่วนนี้เป็นส่วนที่ออกแบบสำหรับการควบคุมการทำงานของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อโดยแบ่งการอธิบายเป็นแผนผังการทำงานและวงจรควบคุมซึ่งมีลายละเอียดดังนี้

1) การเชื่อมต่อของไมโครคอลโทรลเลอร์

ในส่วนนี้ประกอบด้วยโฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ตรวจจับกระทะล้อที่ป้อนเข้ามาจากสถานีก่อนหน้า พีแอลซี เพื่อประมวลผล รีดสวิตช์เพื่อตรวจจับตำแหน่งของกระบอกลม และ โซลินอยด์วาล์วเพื่อควบคุมการทำงานของกระบอกลม ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ภาพการเชื่อมต่อของไมโครคอนโทรลเลอร์

จากรูปที่ 3.2 เป็นภาพการเชื่อมต่อของคอลโทรลเลอร์ซึ่งมี 3 องค์ประกอบ ดังนี้

1.1) ส่วนอินพุต (Input) ประกอบด้วยโฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ตรวจจับกระทะล้อ แล้วสัญญาณดิจิทอลเข้าพีแอลซี และรีดสวิตช์ตรวจจับตำแหน่งของกระบอกลม ถ้ากระบอกลมถึงตำแหน่งที่ติดตั้งไว้ ซึ่งคือยืดสุด หดสุดของกระบอกลม รีดสวิตช์จะส่งสัญญาณดิจิทอลเข้าพีแอลซี

1.2) ส่วนกระบวนการ (Process) ประกอบด้วย พีแอลซี จะรับค่าอินพุตทั้งหมดมาประมวลผลและจ่ายเอาต์พุตออกไปตามเครื่องต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

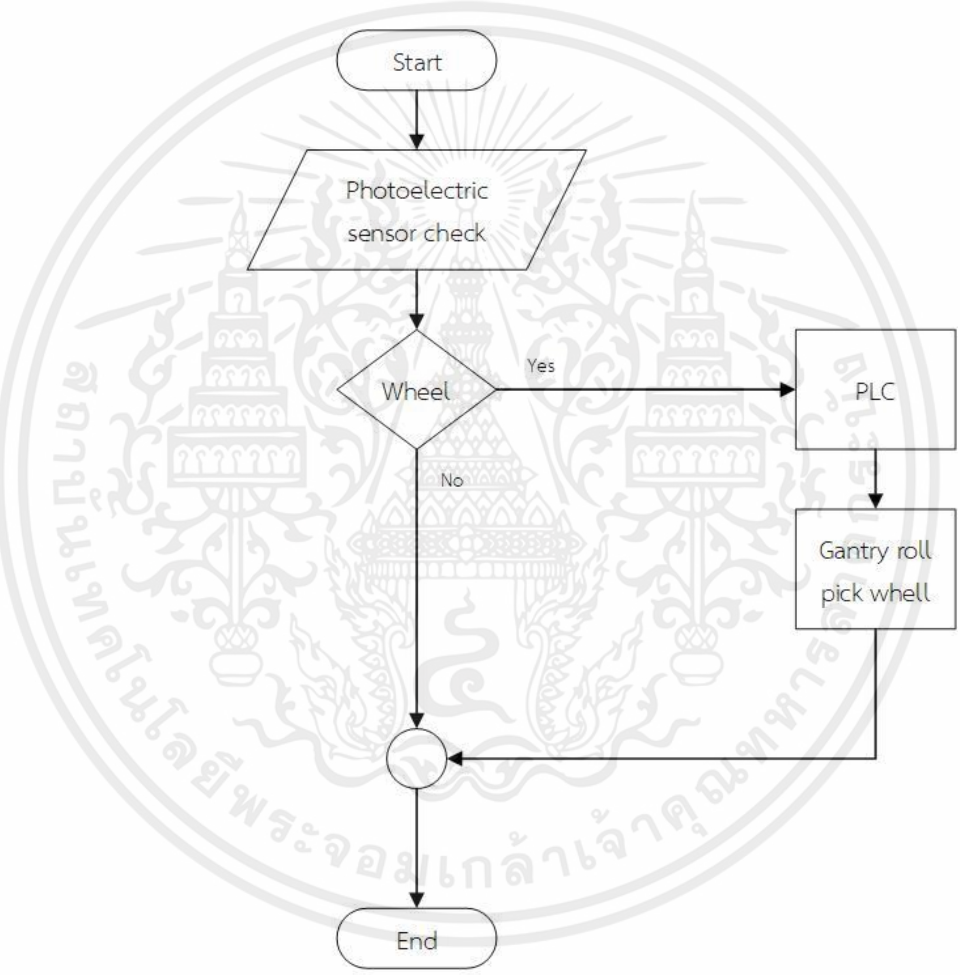
1.3) ส่วนเอาต์พุต (Output) ประกอบด้วย โซลินอยด์วาล์วทำหน้าที่ควบคุมกระบอกลม และเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ ซึ่งเป็นเครื่องของลูกค้า

2) แผนผังการทำงานของคอลโทรลเลอร์พีแอลซี

2.1) ส่วนของการป้อนกระทะล้อ

ในแผนผังการทำงานของคอลโทรลเลอร์พีแอลซี ในส่วนของโฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

เมื่อมีกระทะล้อป้อนเข้ามาทางสายพานลำเลียง แล้วมาหยุดที่สตอปเปอร์ หลังจากนั้นโฟโตอิเล็กทริกส์จะจับกระทะล้อแล้วส่งสัญญาณดิจิทอลไปยังพีแอลซี



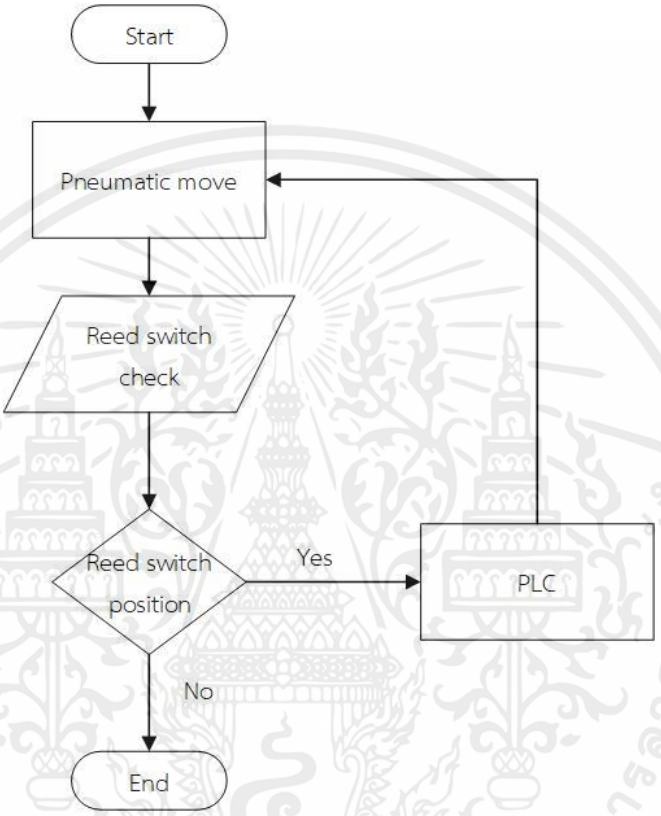
รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของคอลโทรลเลอร์พีแอลซีของโฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2) ส่วนของอินพุตกระบอกลม

ในแผนผังการทำงานของคอลโทรลดลอร์พีแอลซี ในส่วนของรีดสวิตช์มีขั้นตอนการทำงานดังนี้

เมื่อกระบอกลมถึงตำแหน่งที่ติดตั้งไว้ รีดสวิตช์จะจับแม่เหล็กของกระบอกลมและส่งสัญญาณดิจิทอลไปยังพีแอลซี

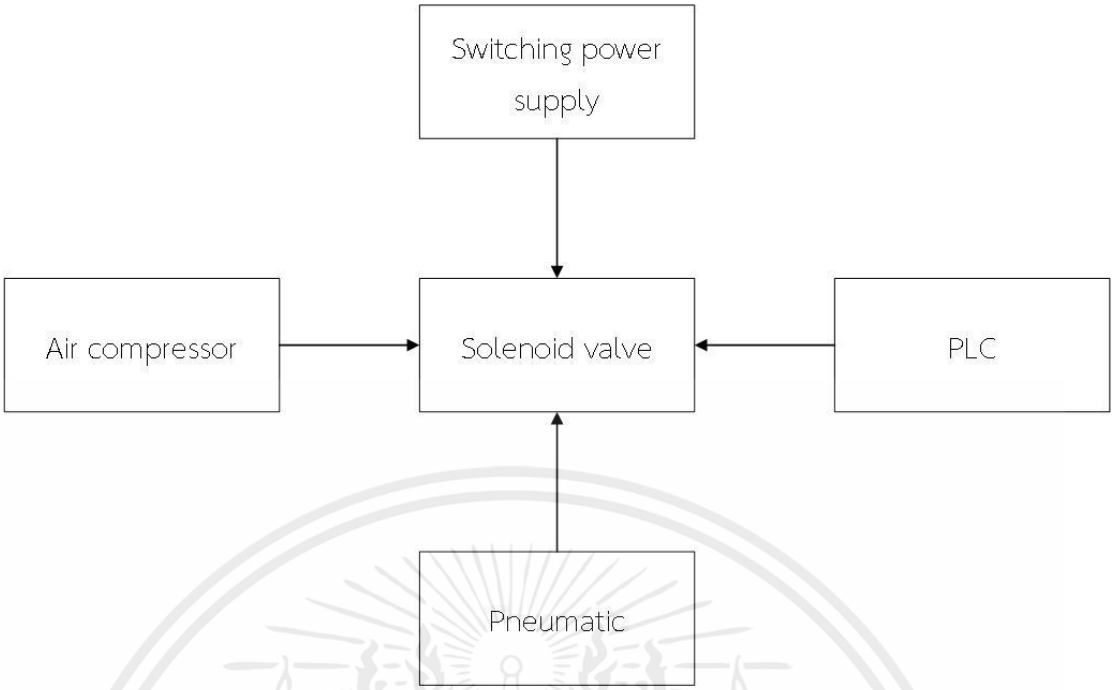


รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของคอลโทรลเลอร์พีแอลซีของรีดสวิตช์

3.1.3 ส่วนการทำงานของเอาท์พุต

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงการควบคุมการทำงานของเอาต์พุตหลังจากที่คคอลโทรลเลอร์พีแอลซีประมวลผลและควบคุมการทำงานของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ โดยมีตัวแกนทรีโรลฟีดอิน แกนทรีโรลฟีดเอาท์ และเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ โดย แกนทรีโรลฟีดอิน และแกนทรีโรลฟีดเอาท์ มีโซลินอยด์วาล์ว เป็นตัวควบคุม โดยจ่ายไฟกระแสตรง 24 โวลต์ ให้โซลินอยด์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



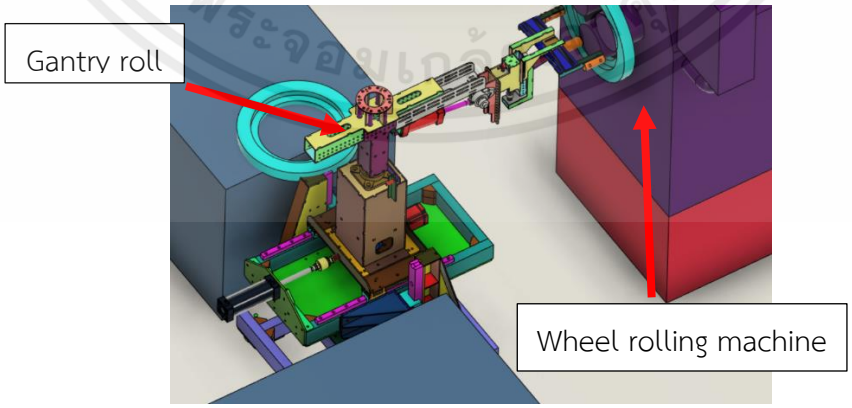
รูปที่ 3.5 ภาพการเชื่อมต่อของโซลินอยด์วาล์ว

3.2 การออกแบบและโครงสร้าง

ในบทนี้จะกล่าวถึงโครงสร้างของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ และระบบจัดเรียงของบนพาเลท โดยจะประกอบไปด้วยโครงสร้างของแกนทรีโรลและโครงสร้างในส่วนของการคีบกระทะล้อออก และกริปเปอร์ (Gripper) ของระบบจัดเรียงของบนพาเลท

3.2.1 โครงสร้างแกนทรีโรลแบบที่ 1

โดยแกนทรีโรลแบบที่ 1 จะทำหน้าที่ทั้งหยิบเข้าและหยิบออก โดยใช้กระบอกลมทำให้เคลื่อนที่ในแต่ละแกน โดยประกอบด้วยกระบอกลมจำนวน 4 ตัว โดยแยกเป็น 2 ส่วน คือ

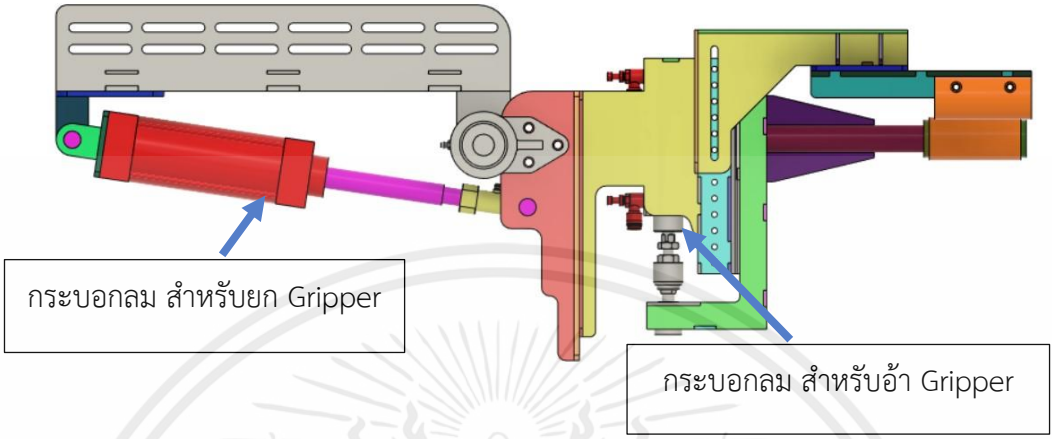


รูปที่ 3.6 แกนทรีโรลแบบที่ 1

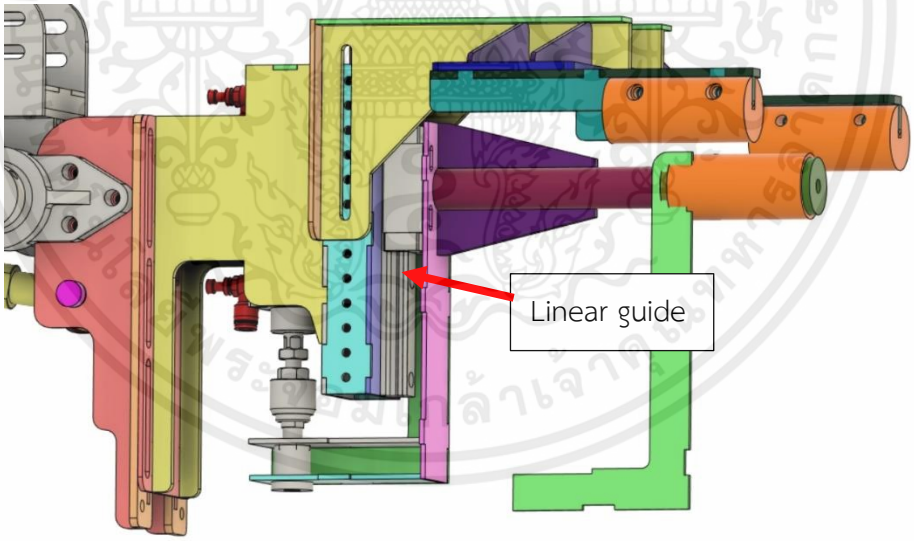
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ส่วนของกริปเปอร์ (Gripper)

ในส่วนของกริปเปอร์ประกอบด้วย กระบอกลมลิเนียร์ไกด์ และลูกปืน (Ball baering)



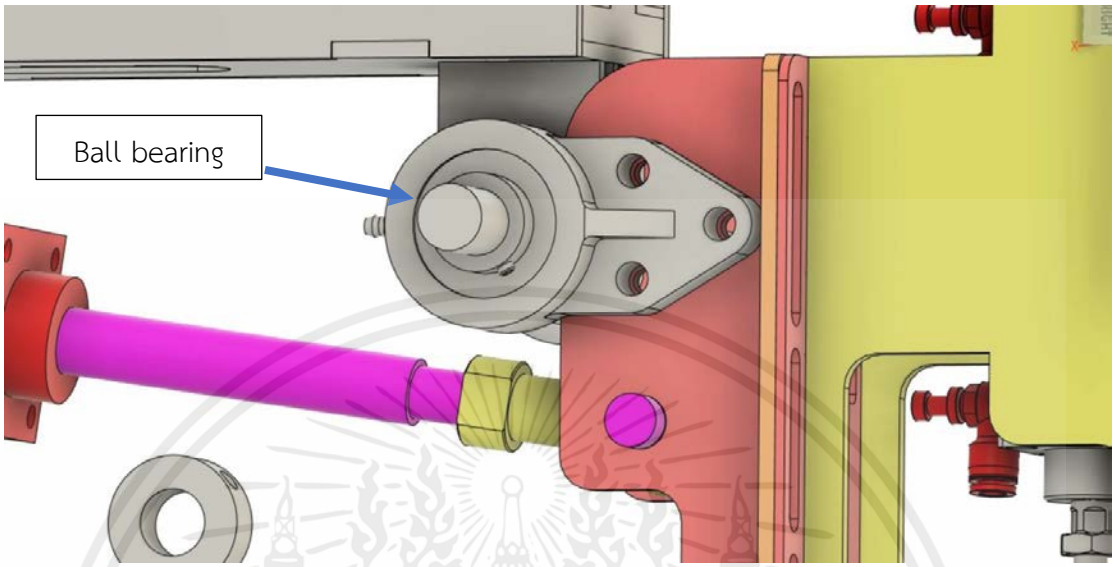
รูปที่ 3.7 กริปเปอร์แกนทรีโรลแบบที่ 1



รูปที่ 3.8 ลิเนียร์ไกด์ (Linear guide)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.8 ลิเนียร์ไกด์ทำหน้าที่ ให้ส่วนที่จับเคลื่อนที่เป็นเส้นตรง และใช้กระบอกลมเป็นตัวดึงเข้าและผลักออก



รูปที่ 3.9 ลูกปืน (Ball bearing)

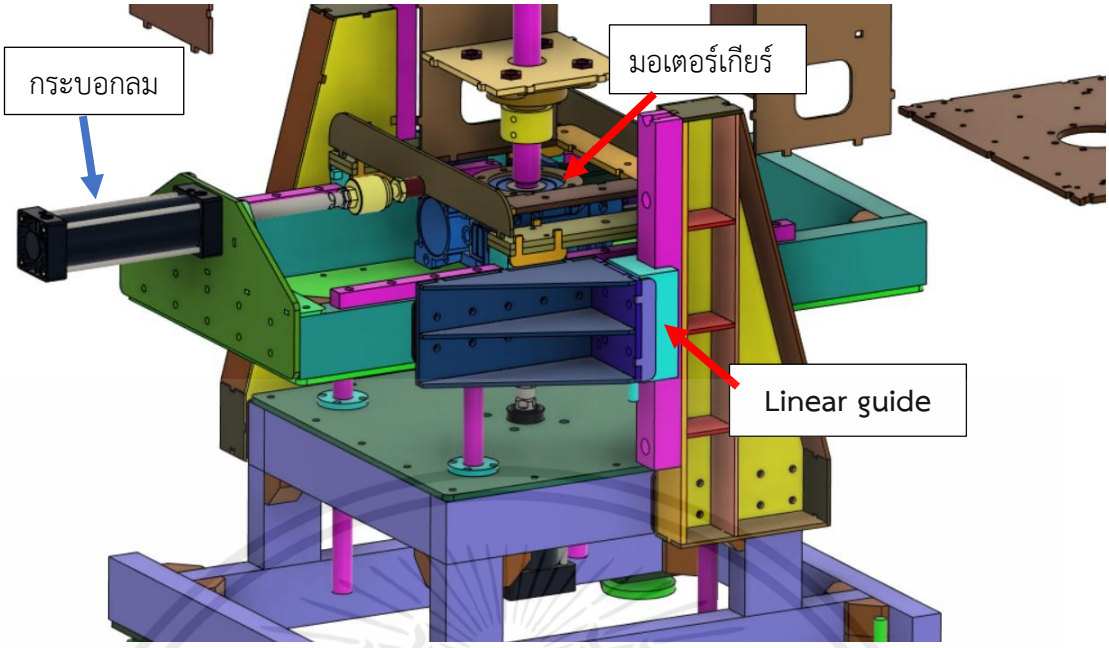
จากรูปที่ 3.9 ลูกปืนทำหน้าที่เป็นจุดหมุน โดยใช้กระบอกลมทำให้ส่วนหัวเคลื่อนที่โดยจะเคลื่อนที่แบบหมุน 90 องศา

2) ส่วนของฐาน

ในส่วนของตัวฐานประกอบด้วย มอเตอร์ (Mortor) เกียร์ (Gear) กระบอกลมลิเนียร์ไกด์

การทำงานของแกนทรี่โรลแบบที่ 1 จะใช้มอเตอร์ และเกียร์เป็นจุดหมุน และกระบอกลมเป็นตัวผลักขึ้นและผลักไปด้านหน้า โดยมีลิเนียร์ไกด์เป็นตัวล็อคเส้นทางการเคลื่อนที่ ดังรูป 3.10

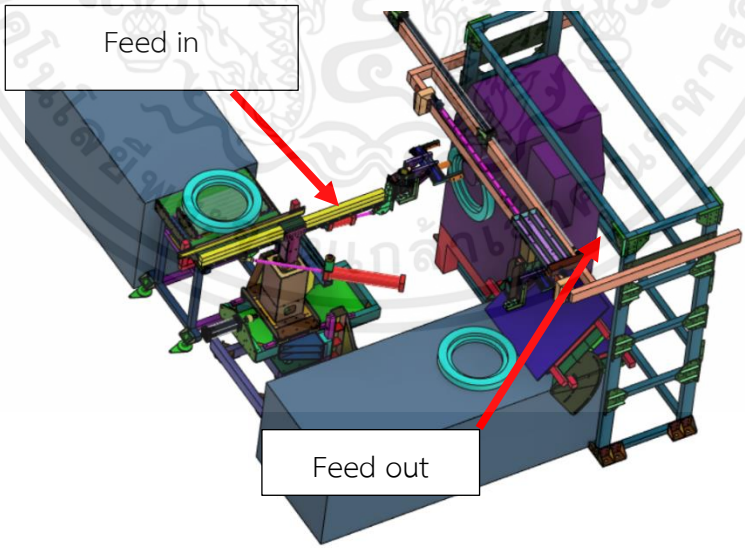
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ฐานของแกนทรี่โรล

3.2.2 โครงสร้างแกนทรี่โรลแบบที่ 2

แกนทรี่โรลแบบที่ 2 จะมีส่วนของการหยิบเข้า และหยิบออกแยกกัน โดยส่วนของกริปเปอร์จะไม่มีการเปลี่ยนแปลงจากตัวเก่า โดยส่วนที่มีการเปลี่ยนแปลงจากตัวเก่าคือส่วนฐาน ดังรูปที่ 3.11

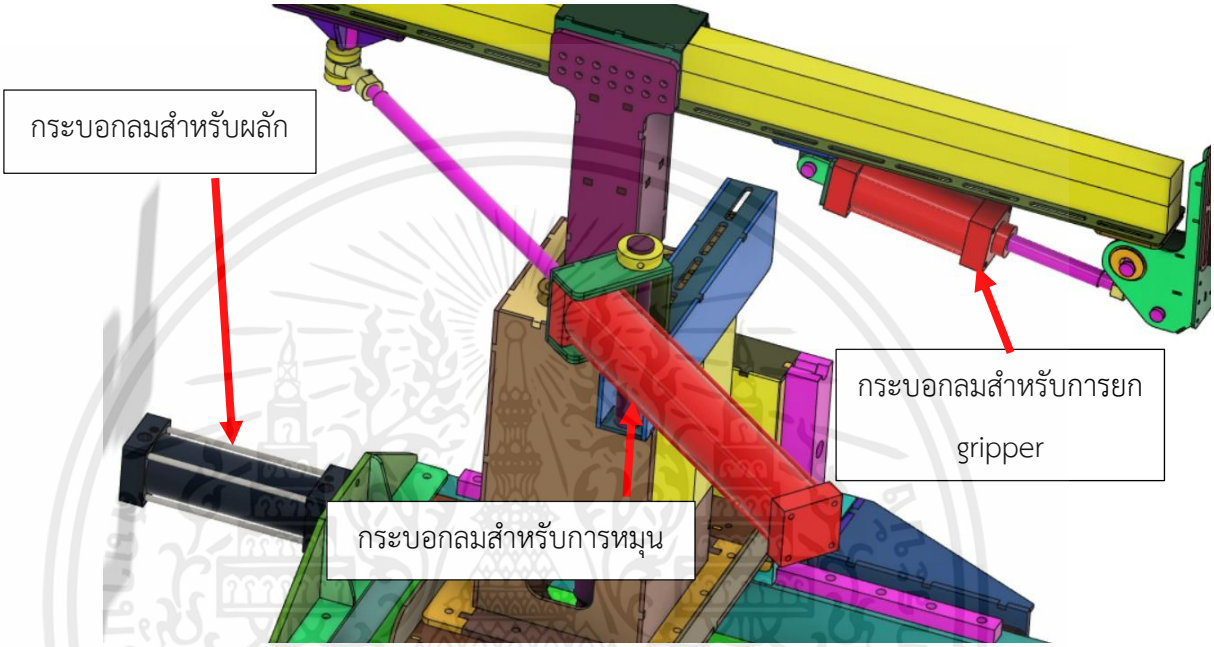


รูปที่ 3.11 แกนทรี่โรลแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ส่วนฐานของแกนทรี่โรล(Gantry roll base)

ในส่วนฐานของแกนทรี่โรล(Gantry roll) แบบใหม่จะแตกต่างจากแบบเก่าตรงที่แบบเก่าจะใช้มอเตอร์(Motor) และ เกียร์(Gear) เป็นจุดหมุน และ แบบเก่าจะมีกระบอกลม(Pneumatic) ยกขึ้น ส่วนของแบบใหม่จะใช้กระบอกลม(Pneumatic) ทำให้ตัวแกนทรี่โรล(Gantry roll) หมุน และตัดกระบอกลม(Pneumatic) ยกขึ้นออก



รูปที่ 3.12 แกนทรีโรลส่วนฐาน

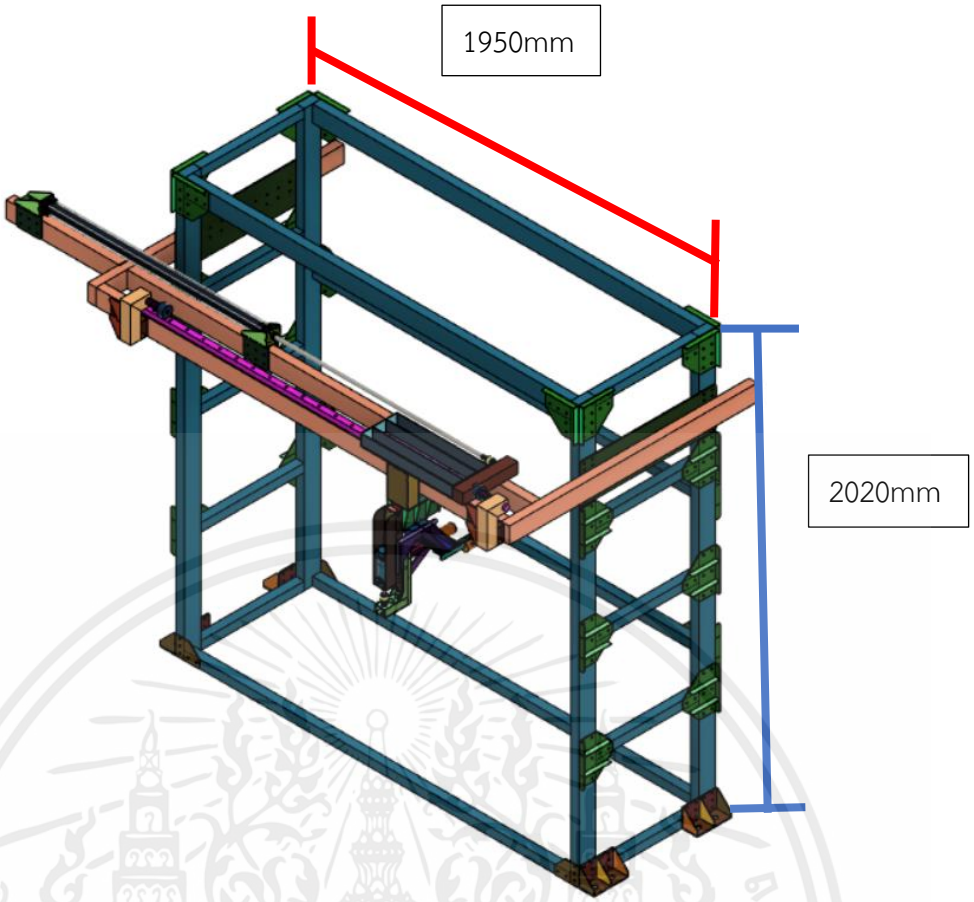
จากรูปที่ 3.12 ส่วนฐานชองแกนทรี่โรลแบบใหม่จะใช้กระบอกลมผลักช่วงท้าย และมีจุดหมุนโดยมีลูกปืน

2) ส่วนของคีปออก(Feed out)

ในส่วนนี้ประกอบด้วย อลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminum profile) กระบอกลม และลิเนียร์ไกด์

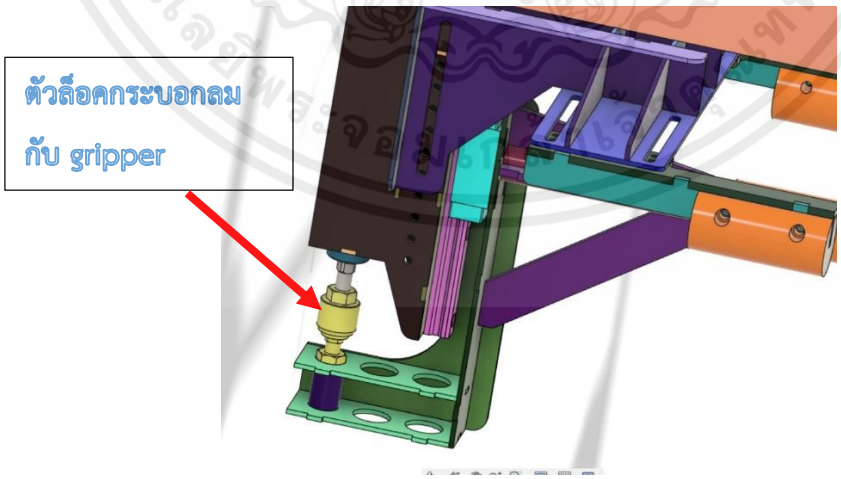
โครงสร้างส่วนคีบออก (Feed out) จะใช้กระบอกลมทำให้ตัวกริปเปอร์ส่วนคีปออก (Feed out gripper)เคลื่อนที่เป็นเส้นตรงมายังเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อดังรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 โครงสร้างส่วนคีบออก

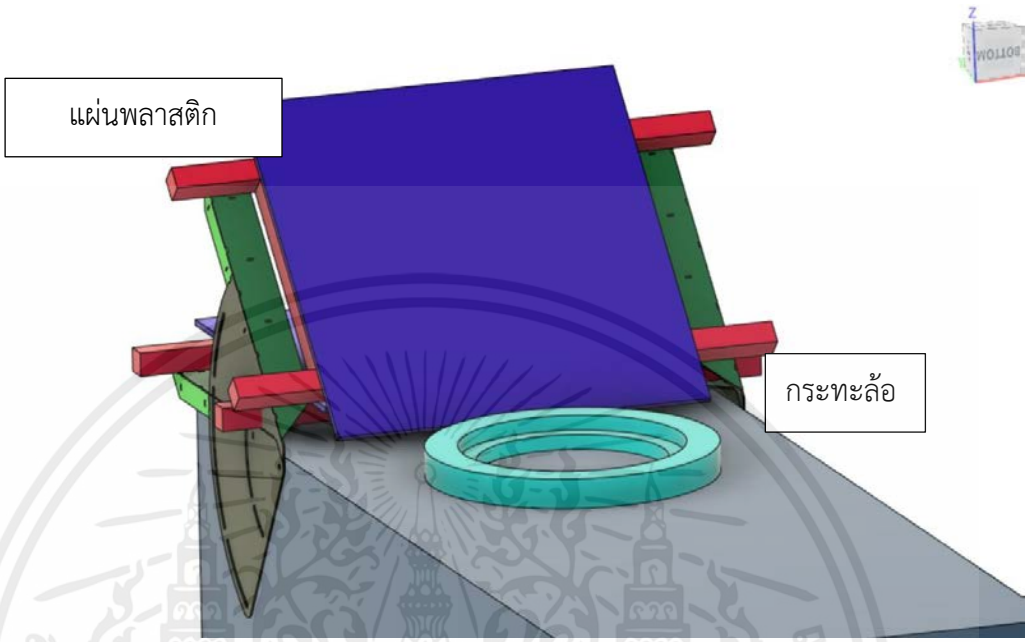
กริปเปอร์ส่วนคีบออก (Feed out gripper) ประกอบด้วย กระบอกลมและลิเนียร์ไกด์ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 กริปเปอร์ส่วนคีบออก (Feed out gripper)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐานสไลด์ชิ้นงาน (Slider base) ใช้พลาสติกในการสร้างและวางองศาเอียงเพื่อรับกระทะล้อจากส่วนคีบออก ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 ฐานสไลด์ชิ้นงาน (Slider base)

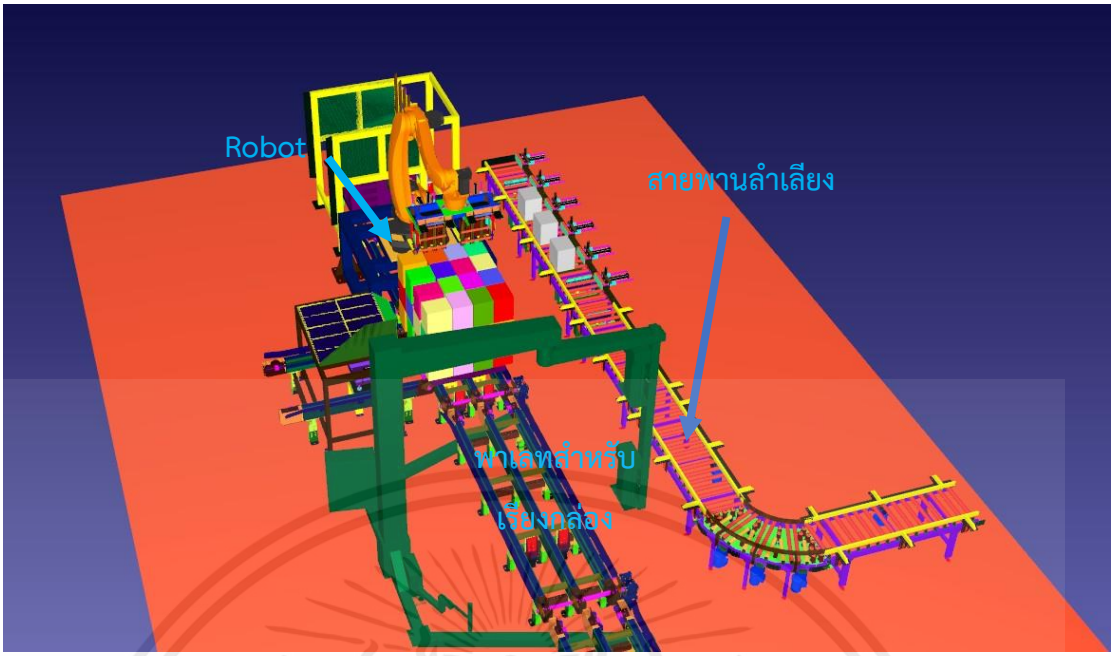
3.3.3 ส่วนของการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

ในส่วนนี้จะเป็นการจำลองการทำงานของระบบจัดเรียงของบนพาเลทโดยมีการทำงานคร่าวๆดังนี้ ชิ้นงานจะถูกลำเลียงมาที่ตัวสตอปเปอร์ (Stopper) ของสายพานลำเลียงหมายเลข 1 แล้วถูกคีบโดยหุ่นยนต์หมายเลข 2 มาเรียงบนพาเลทหมายเลข 3 ดังรูปที่ 3.16 และหุ่นยนต์ทำการคีบชิ้นงานมาวางเรียงบนพาเลทตามรูปแบบที่กำหนดไว้ ในส่วนนี้แบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1) การจัดวางโดยกริปเปอร์แบบหนีบด้านข้าง

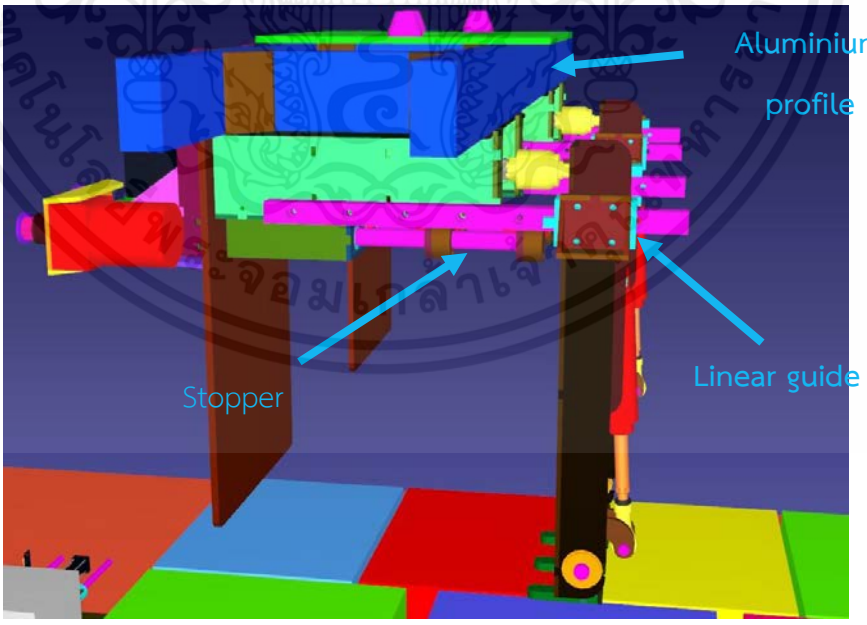
ระบบที่ใช้งานเดิมมีลักษณะจำเพาะคือ มีขั้นตอนการทำงานแบบจับได้ทีละ 2 กล่อง โดยตัวหุ่นยนต์จะทำการคีบกล่องจากท้ายสายพานลำเลียง และมาเรียงบนพาเลทตามรูปแบบที่กำหนด โดยการวางระบบงานตามรูปที่ 3.16 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 ระบบแบบที่ 1

โดยกริบเปอร์แบบหนีบทำงานโดยการใช้กระบอกลมในการบีบวัตถุ และมี มอเตอร์ดันตัวสตอปเปอร์ไม่ให้ตัวกริปเปอร์บีบชิ้นงานมากเกินไปจนชิ้นงานเกิดความเสียหาย และมีดเคี้ยวที่ติดกระบอกลมสำหรับช้อนชิ้นงาน ดังรูป 3.17

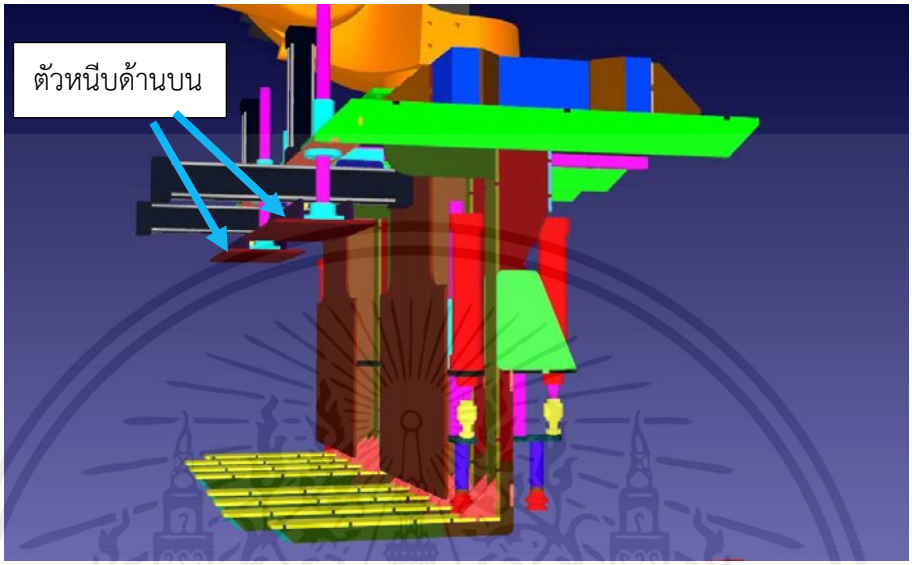


รูปที่ 3.17 กริปเปอร์แบบเก่า

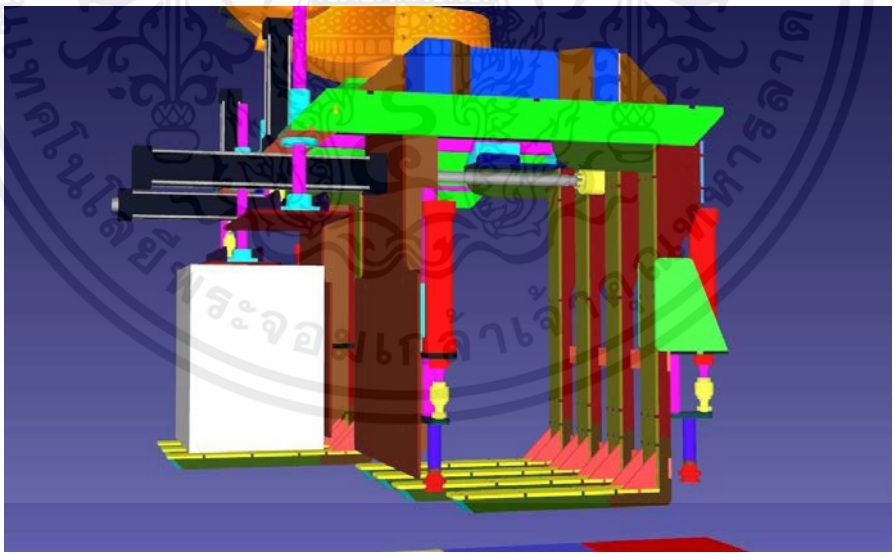
2) การจัดวางแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยระบบงานจะใช้ดังรูปที่ 3.16 แต่จะมีการเปลี่ยนแปลงกริปเปอร์แบบใหม่โดยเปลี่ยนการทำงานจากการหนีบด้านข้าง เป็นการช้อนที่ตัววัตถุและหนีบด้านบน และสามารถจับได้ 2 กล่องพร้อมกัน โดยใช้กระบอกลมในการทำงาน โดยกริปเปอร์มีลักษณะดังรูปที่ 3.18 ถึงรูปที่ 3.20



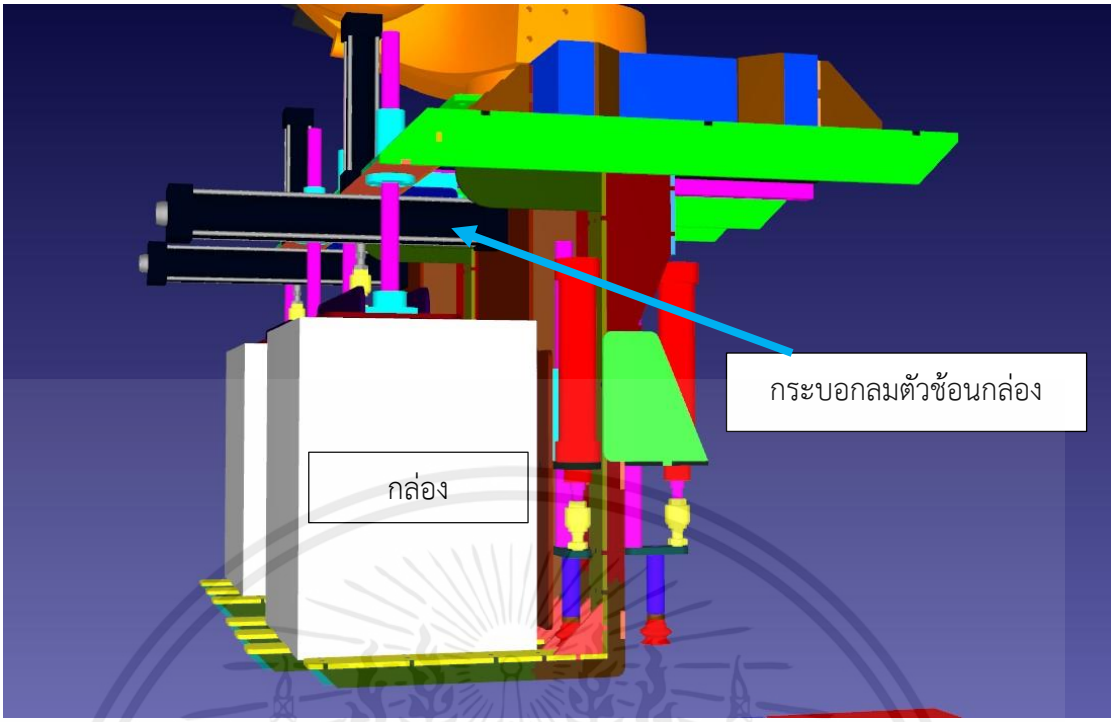
รูปที่ 3.18 กริปเปอร์แบบใหม่



รูปที่ 3.19 กริปเปอร์แบบใหม่คีบด้านเดียว

จากรูปที่ 3.19 ตัวอย่างการทำงานของกระบอกลมของกริปเปอร์

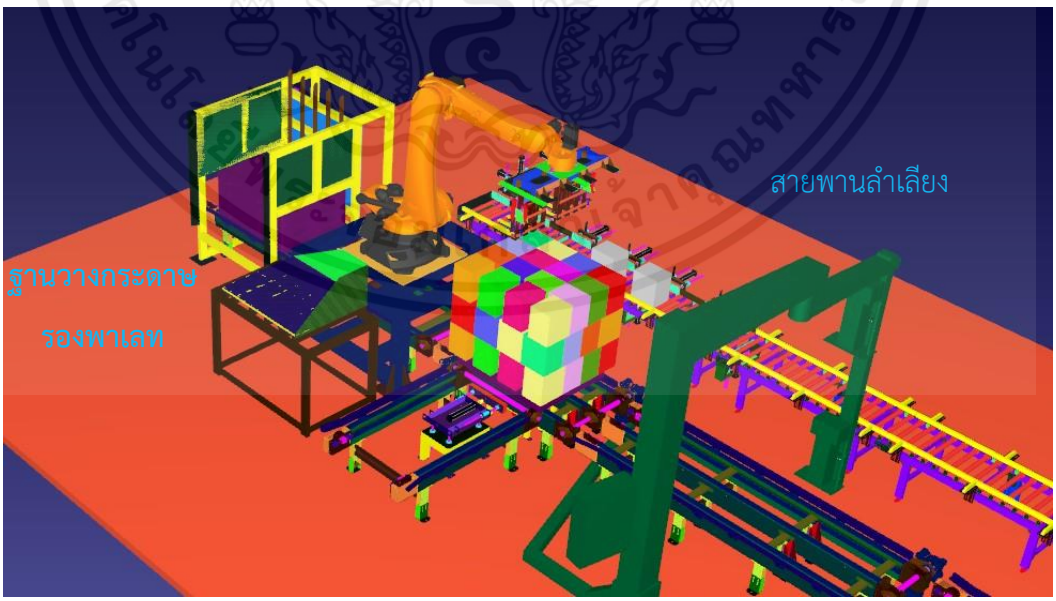
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.20 กริปเปอร์แบบใหม่คีบ 2 ด้าน

3. การจัดวางแบบที่ 2

โดยการเปลี่ยนแปลงระบบดังกล่าว จะเปลี่ยนแปลงตำแหน่งการวางฐานวาง กระดาษรองพาเลทหมายเลข 1 และเปลี่ยนตำแหน่งตัวสายพานลำเลียงหมายเลข 2 ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 ระบบงานแบบที่ 2

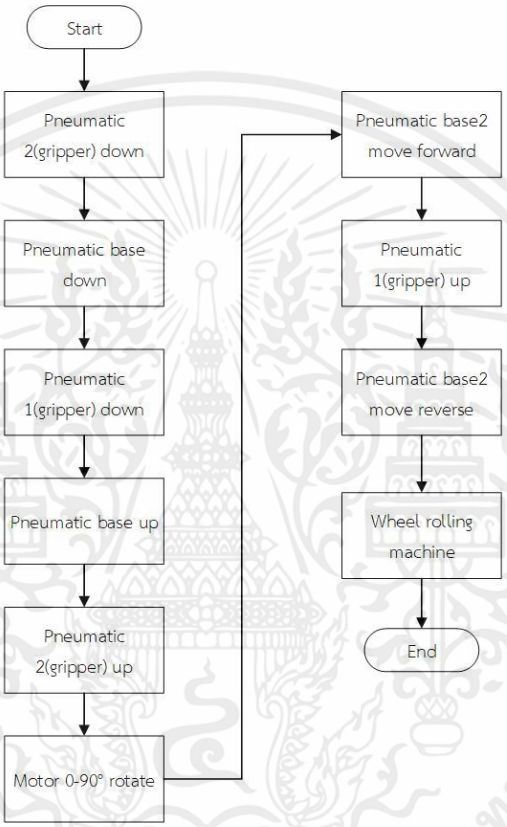
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทำงาน และการทดลอง

ในส่วนการทำงานและการทดลอง ในส่วนนี้จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ การทำงานของแกนทรี่โรลและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

3.3.1 การทำงานของแกนทรีโรลแบบที่ 1

การทำงานของแกนทรี่โรลแบบที่จะใช้สำหรับป้อนเข้าและคีบชิ้นงานออก โดยมีการทำงานดังนี้

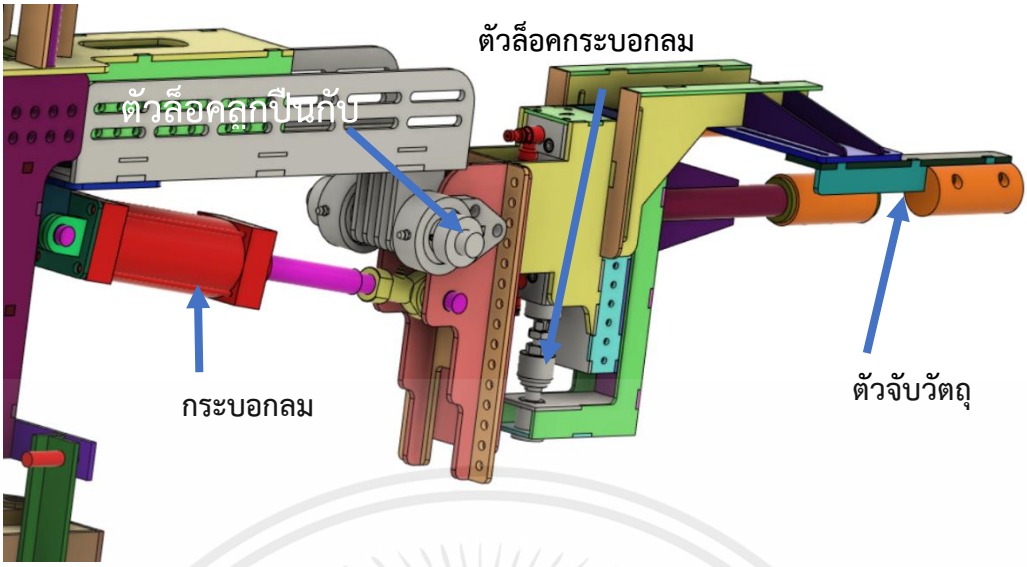


รูปที่ 3.22 โฟลวชาร์ตการทำงานช่วงหยิบชิ้นงานเข้าเครื่อง

จากรูปที่ 3.22 อธิบายโฟลวชาร์ตตามลำดับได้ดังนี้

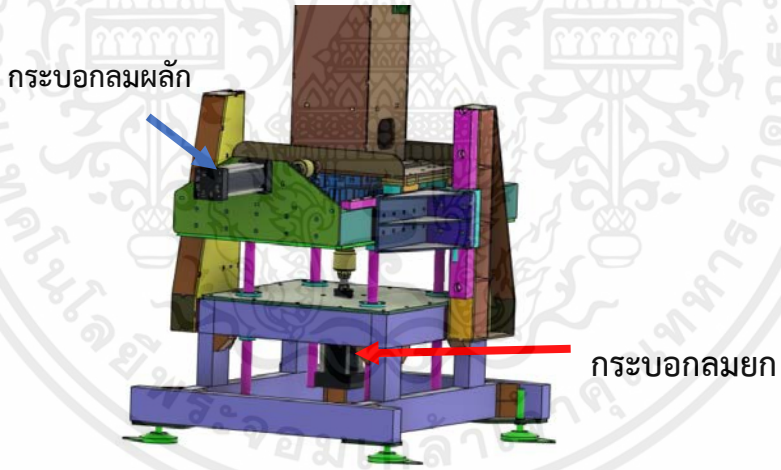
1) กระบอกลมที่ 2 ของแกนทรี่โรลในส่วนของกริปเปอร์ดังรูปที่ 3.23 ขยับชักเข้าทำให้ส่วนหัวของกริปเปอร์หมุนลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 กระบอกลมที่ 2 ของกริปเปอร์

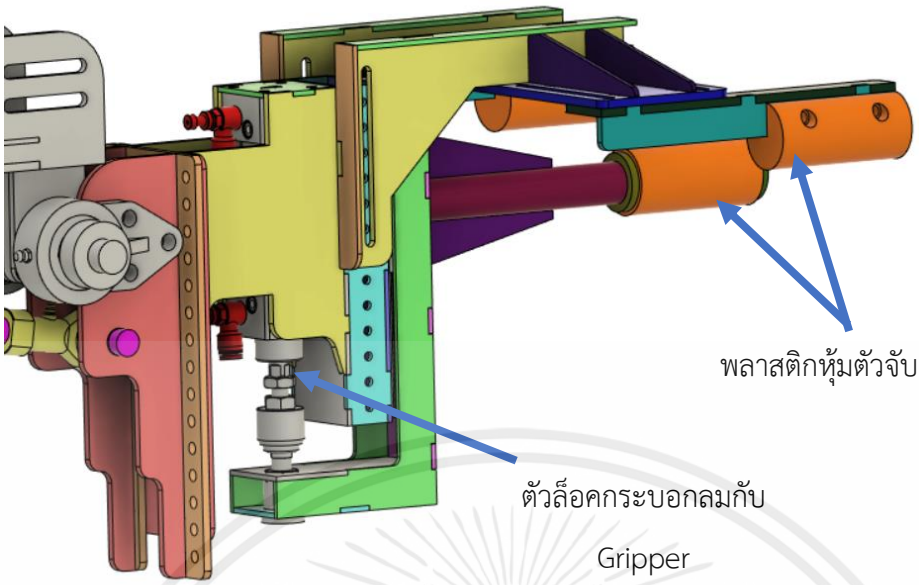
2) กระบอกลมที่แกนทรี่โรลในส่วนของฐานดังรูปที่ 3.24 ขยับชักเข้า ทำให้ส่วนของตัวแกนทรี่โรลขยับลงมาต่ำลง



รูปที่ 3.24 กระบอกลมส่วนฐานของแกนที่โรล

3) กระบอกลมที่ 1 ของแกนทรี่โรลในส่วนของกริปเปอร์ดังรูปที่ 3.25 ขยับลงมา ทำให้ตัวกริปเปอร์บีบเข้า

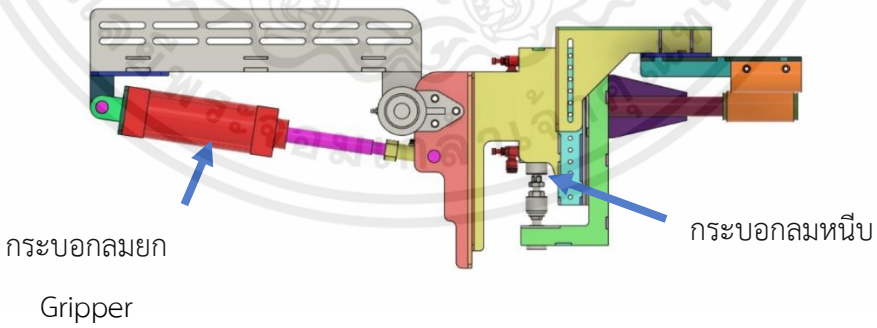
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 กระบอกลมที่ 1 ของกริปเปอร์

4) กระบอกลมของแกนทรี่โรลในส่วนของฐาน ในรูปที่ 3.24 ผลักออกทำให้ตัวแกนทรีโรลสูงขึ้น

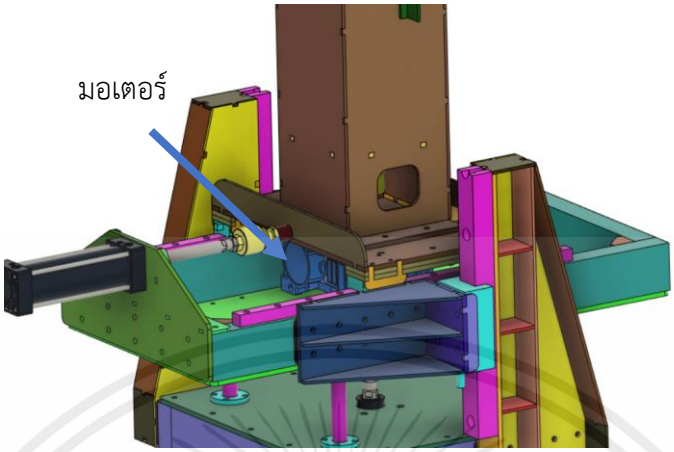
5) กระบอกลมที่ 2 ของแกนทรี่โรลในส่วนของกริปเปอร์ดันขึ้นดังรูปที่ 3.26 ทำให้กริปเปอร์ ตั้งขึ้น



รูปที่ 3.26 กระบอกลมที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6) มอเตอร์ของแกนทรีโรลในส่วนของฐานดังรูปที่ 3.27 หมุนจาก 0 องศา ไป 90 องศา



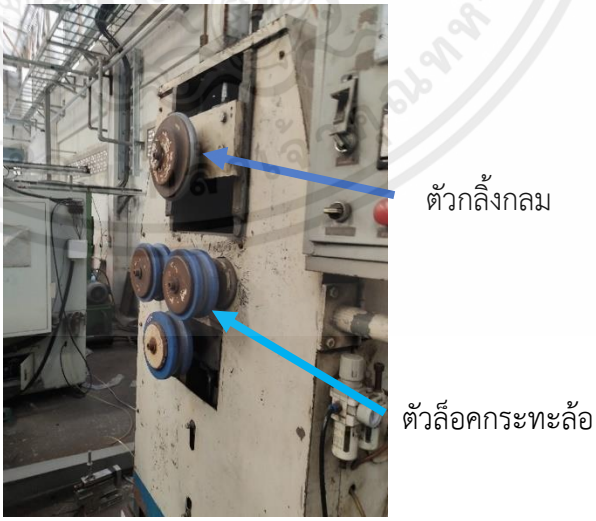
รูปที่ 3.27 มอเตอร์ฐานแกนทรีโรล

7) กระบอกลมที่ 2 ของแกนทรีโรลในช่วงของฐาน ในรูปที่ 3.27 วงสีดำ ขยับไปข้างหน้า

8) กระบอกลมที่ 1 ของแกนทรีโรลในส่วนของกริปเปอร์ดังรูปที่ 3.25 ขยับลงมา ทำให้ตัวกริปเปอร์อ้าออก

9) กระบอกลมของแกนทรีโรลในช่วงของฐาน ในรูปที่ 3.24 ขยับถอยหลัง

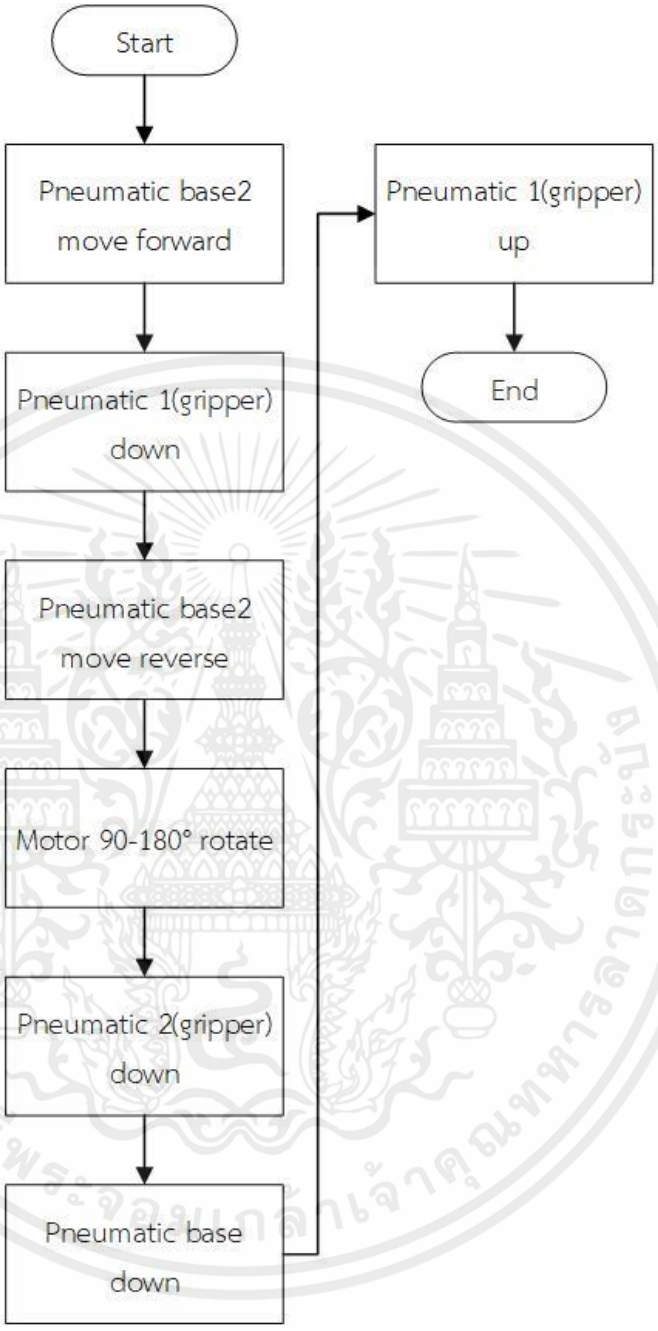
10) เครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อทำงาน เครื่องทำงานจริงดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 เครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนการทำงานของการคีบออกจะทำงานตามลำดับ ดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 โฟลวชาร์ตการทำงานช่วงหยิบออกจากเครื่อง

จากรูปที่ 2.29 อธิบายโฟลวชาร์ตได้ดังนี้

1) กระบอกลมของแกนทรี่โรลในช่วงของฐานขยับไปข้างหน้า

2) กระบอกลมที่ 1 ของแกนทรี่โรลในส่วนของกริปเปอร์ขยับลงมา ทำให้ตัวกริปเปอร์บีบเข้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) กระบอกลมของที่ 2 ของแกนทรี่โรลในช่วงของฐานขยับถอยหลัง

4) มอเตอร์ของแกนทรี่โรล ในส่วนของฐาน หมุนจาก 90 องศา ไป 180 องศา

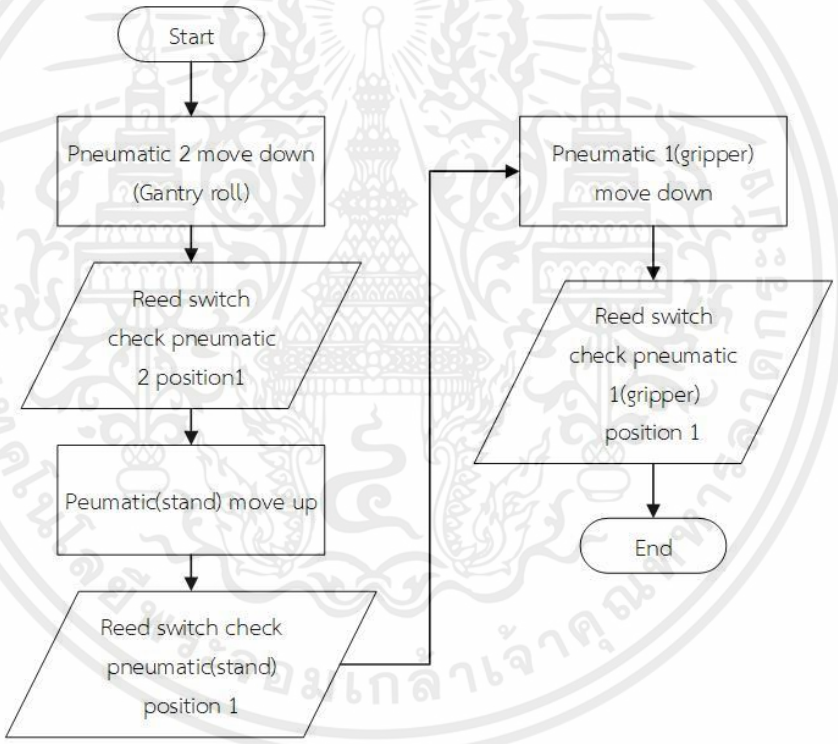
5) กระบอกลมที่ 2 ใของแกนทรี่โรลในส่วนของกริปเปอร์ดันขึ้น ทำให้กริปเปอร์หมุนลง

6) กระบอกลมของแกนทรี่โรลในส่วนของฐานชักเข้า ทำให้ตัวแกนทรี่โรลต่ำลง

7) กระบอกลมที่ 1 ของแกนทรี่ ในส่วนของกริปเปอร์ลงมา ทำให้ตัวกริปเปอร์อ้าออก

3.3.2. การทำงานของแกนทรี่โรลแบบที่ 2

การทำงานของแกนทรี่โรลแบบที่ 2 จะมี 2 ส่วนแยกออกจากกัน และใช้รีดสวิตช์(Reed switch) ในการช่วยเช็คในการทำงาน โดยจะมีการทำงานดังรูปที่ 3.30

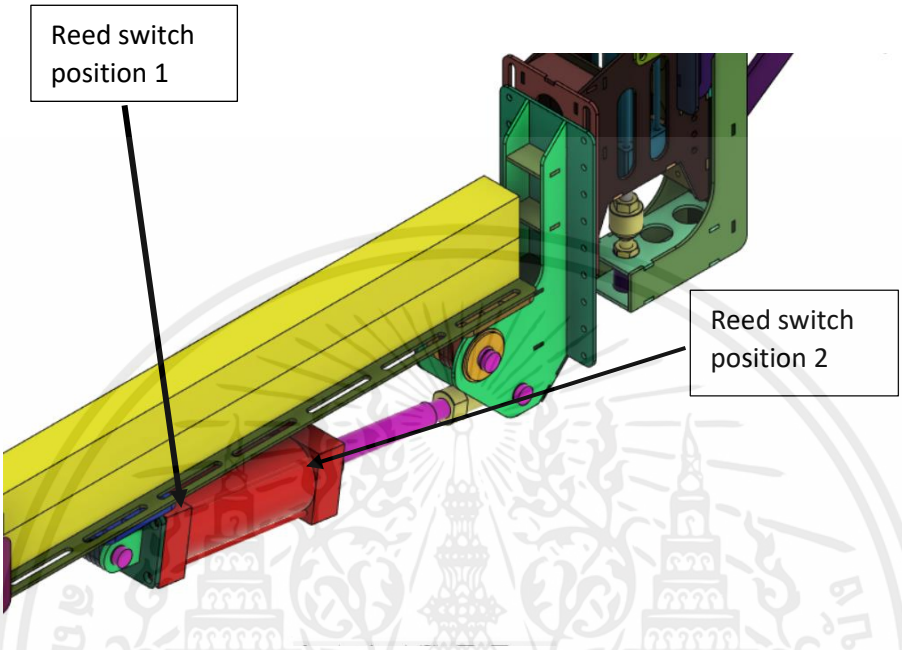


รูปที่ 3.30 โฟลวชาร์ตการทำงานของแกนทรี่โรลช่วงหยิบชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.30 อธิบายโฟลวชาร์ตได้ดังนี้

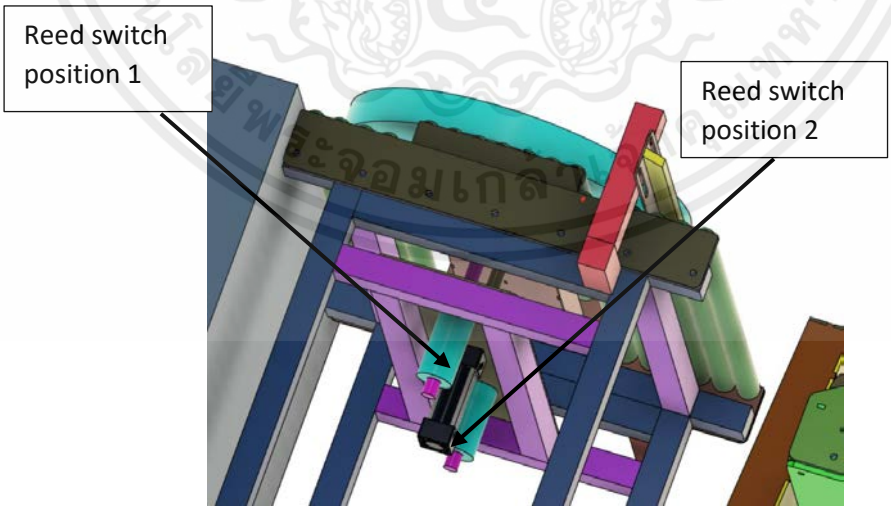
1) กระบอกลมตัวที่ 2ของแกนทรี่โรลดังรูปที่ 3.31 ชักเข้า ทำให้ส่วนของกริปเปอร์หมุนลง



รูปที่ 3.31 กระบอกลมที่ 2 ของกริปเปอร์

2) รีดสวิตช์เช็คว่ากระบอกลมที่ 2 เคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 1 หรือไม่

3) กระบอกลมที่ฐานดังรูปที่ 3.32 ยกขึ้น

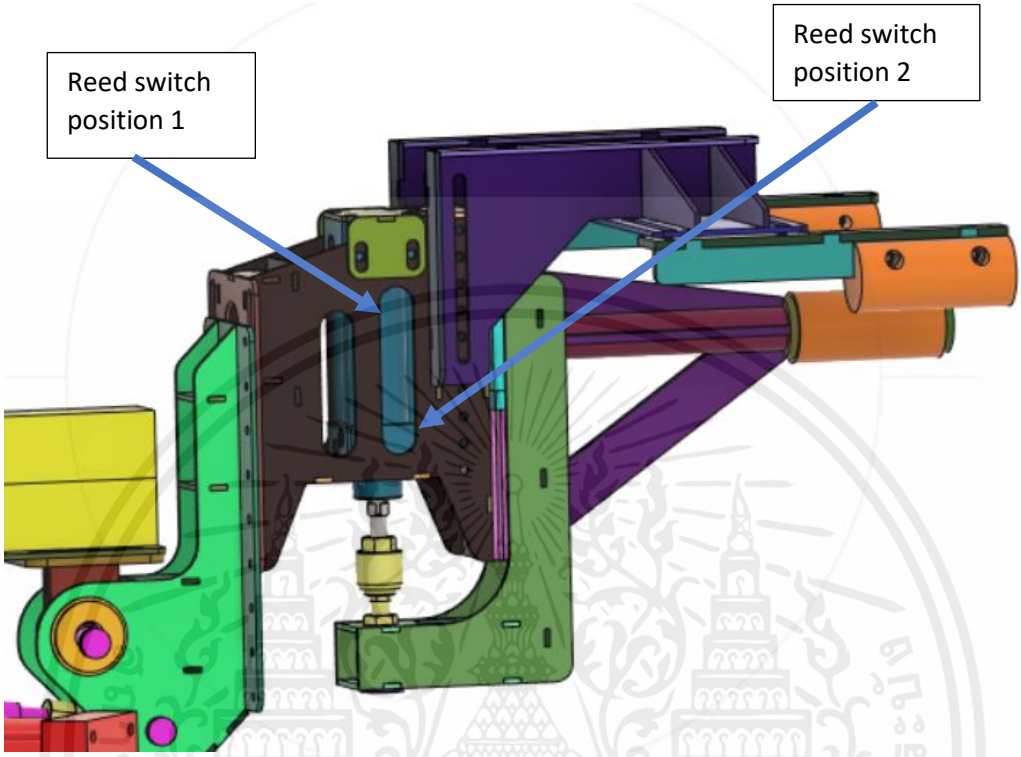


รูปที่ 3.32 กระบอกลมที่ฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4) รีดสวิตช์เช็คว่ากระบอกลมที่ฐานเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 1 หรือไม่

5) กระบอกลมของแกนทรี่โรลในส่วนของกริปเปอร์ดังรูปที่ 3.33 ชักเข้า ทำให้กริปเปอร์บีบเข้า

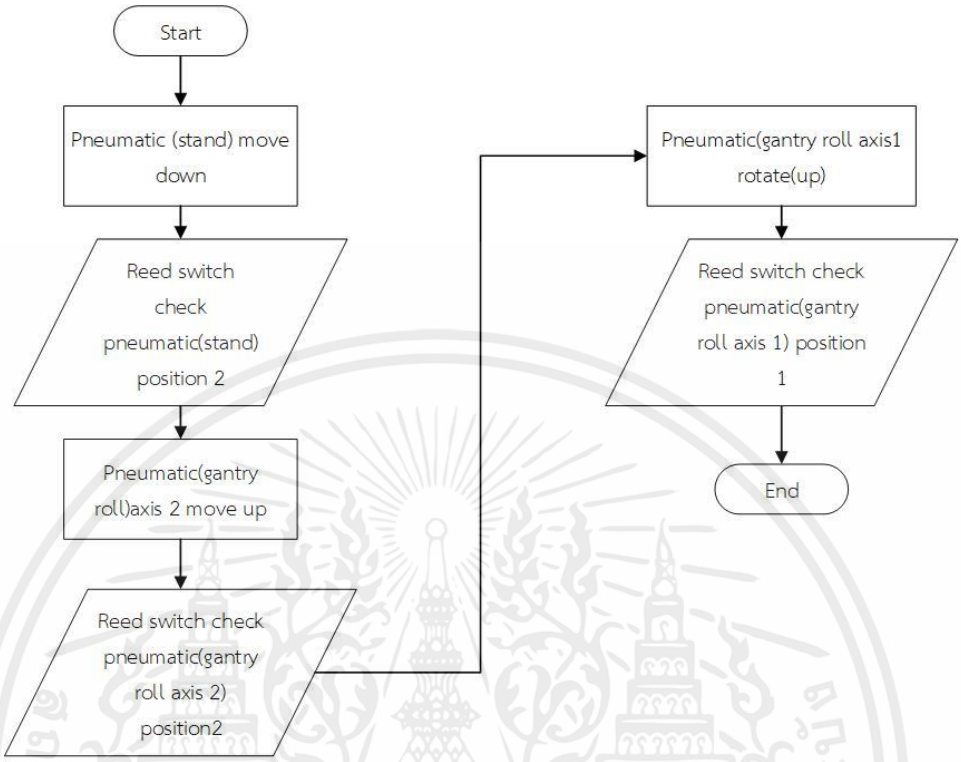


รูปที่ 3.33 กระบอกลมที่ 1 ของกริปเปอร์

6) รีดสวิตช์เช็คว่ากระบอกลมที่ 1 เคลื่อนที่มาตำแหน่งที่ 1 หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลวชาร์ตการทำงานของแกนทรี่โรลช่วงคีบขึ้นมีการทำงานดังรูปที่ 3.34



รูปที่ 3.34 โฟลวชาร์ตการทำงานของแกนทรีโรลช่วงคีบขึ้นมา

จากรูปที่ 3.34 อธิบายโฟลวชาร์ตได้ดังนี้

1) กระบอกลมที่ฐานเคลื่อนที่ลง

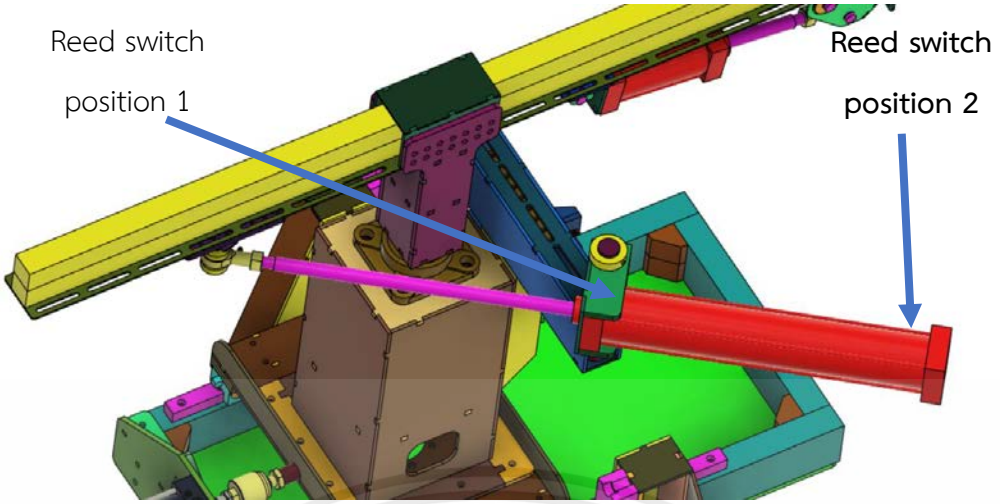
2) รีดสวิตช์เช็คว่ากระบอกลมที่ฐานเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 2 หรือไม่

3) กระบอกลม แกนที่ 2 ของแกนทรี่โรลผลักออกทำให้ตัวกริปเปอร์ตั้งขึ้น

4) รีดสวิตช์เช็คว่ากระบอกลมแกนที่ 2 ของแกนทรี่โรลเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 2 หรือไม่

5) กระบอกลมตัวแกนที่ 1 ของแกนทรี่โรลผลักออก ทำให้ตัวแกนทรีโรลหมุนไป 90 องศา

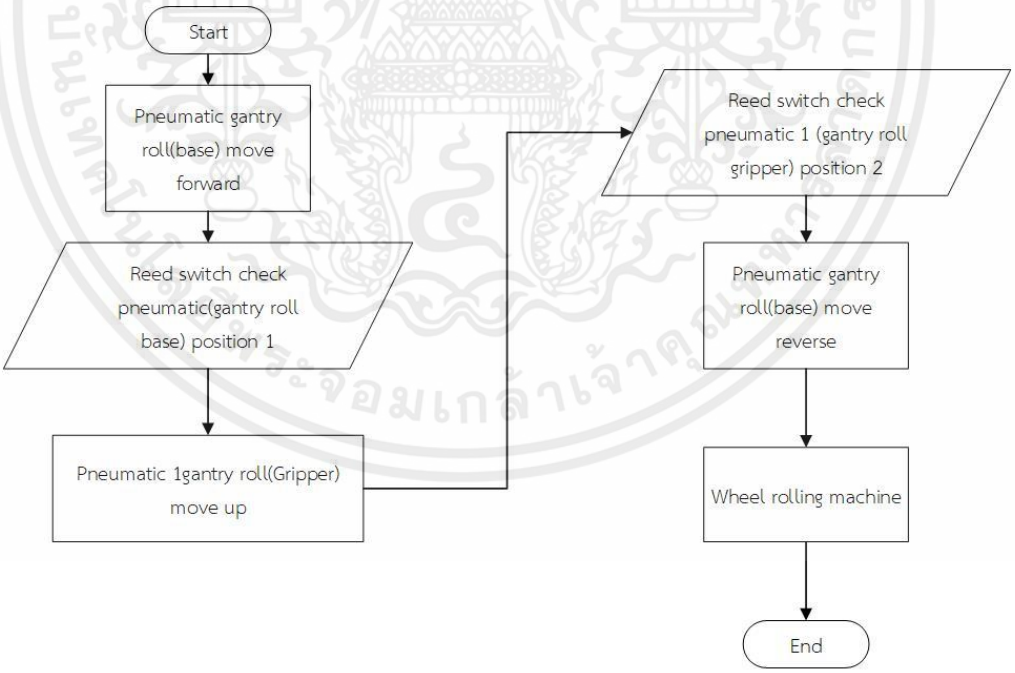
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.35 กระบอกลมแกนที่ 1 ของแกนทรี่โรล

6) รีดสวิตช์เช็คว่ากระบอกลมแกนที่ 1 เคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 1 หรือไม่ตำแหน่งตามรูปที่ 3.35

โฟลวชาร์ตการทำงานของ Gantry roll ช่วงวางเข้าเครื่องดังรูปที่ 3.36



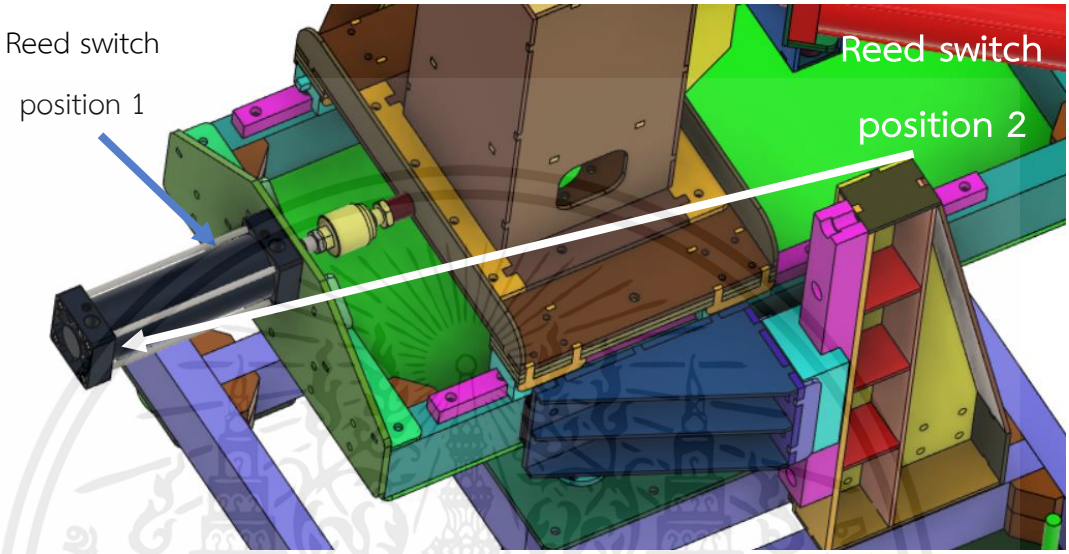
รูปที่ 3.36 โฟลวชาร์ตช่วงแกนทรีโรลช่วงวางเข้าเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.36 อธิบายโฟลวชาร์ตได้ดังนี้

1) กระบอกลมของแกนทรีโรลในส่วนของฐานขยับไปข้างหน้า ดังรูปที่ 3.37

2) รีดสวิตช์เช็คว่ากระบอกลมฐานเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 1 หรือไม่ตำแหน่งตามรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 กระบอกลมฐานของแกนทรีโรล

3) กระบอกลมที่ 1 ของแกนทรีโรลในส่วนของกริปเปอร์ผลักออก ทำให้ตัวกริปเปอร์อ้าออก

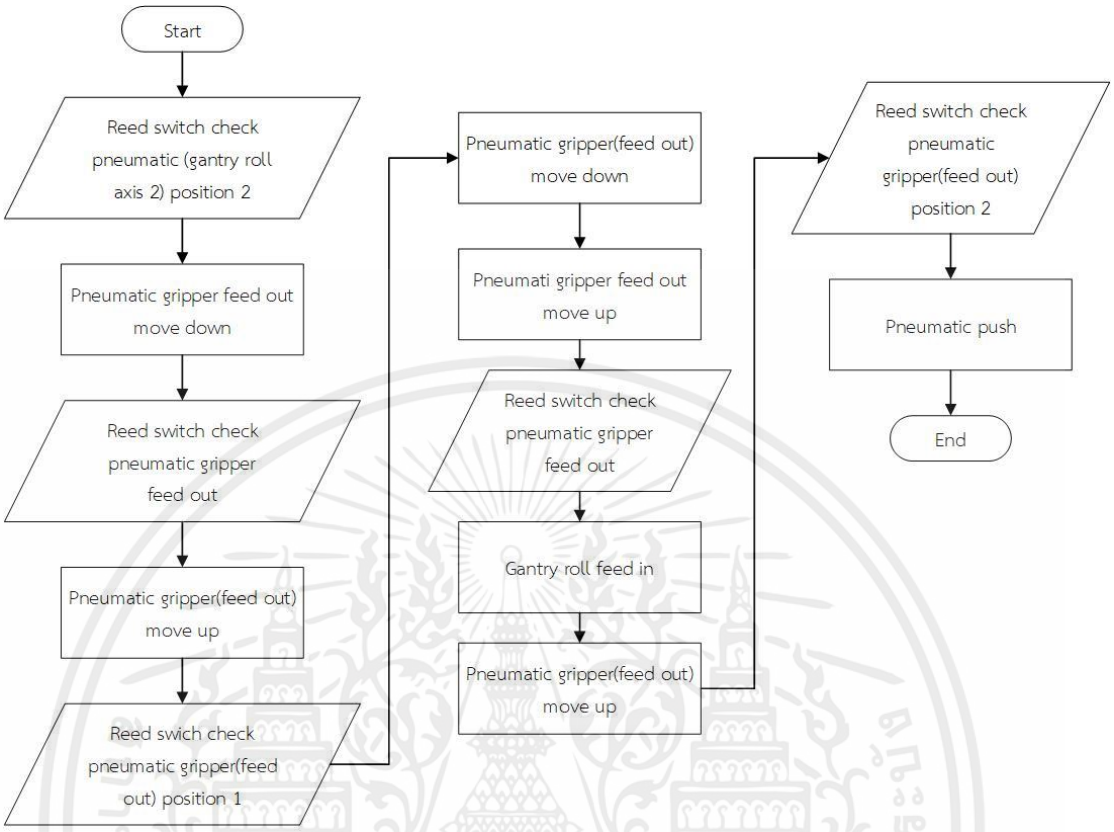
4) รีดสวิตช์เช็คว่ากระบอกที่ 1 ในส่วนของกริปเปอร์ลมเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 2 หรือไม่

5) กระบอกลมของแกนทรีโรลในส่วนของฐานขยับไปถอยหลัง

6) เครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟลวชาร์ตการทำงานช่วง Feed out ดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 โฟลวชาร์ตการทำงานช่วงคีบออก

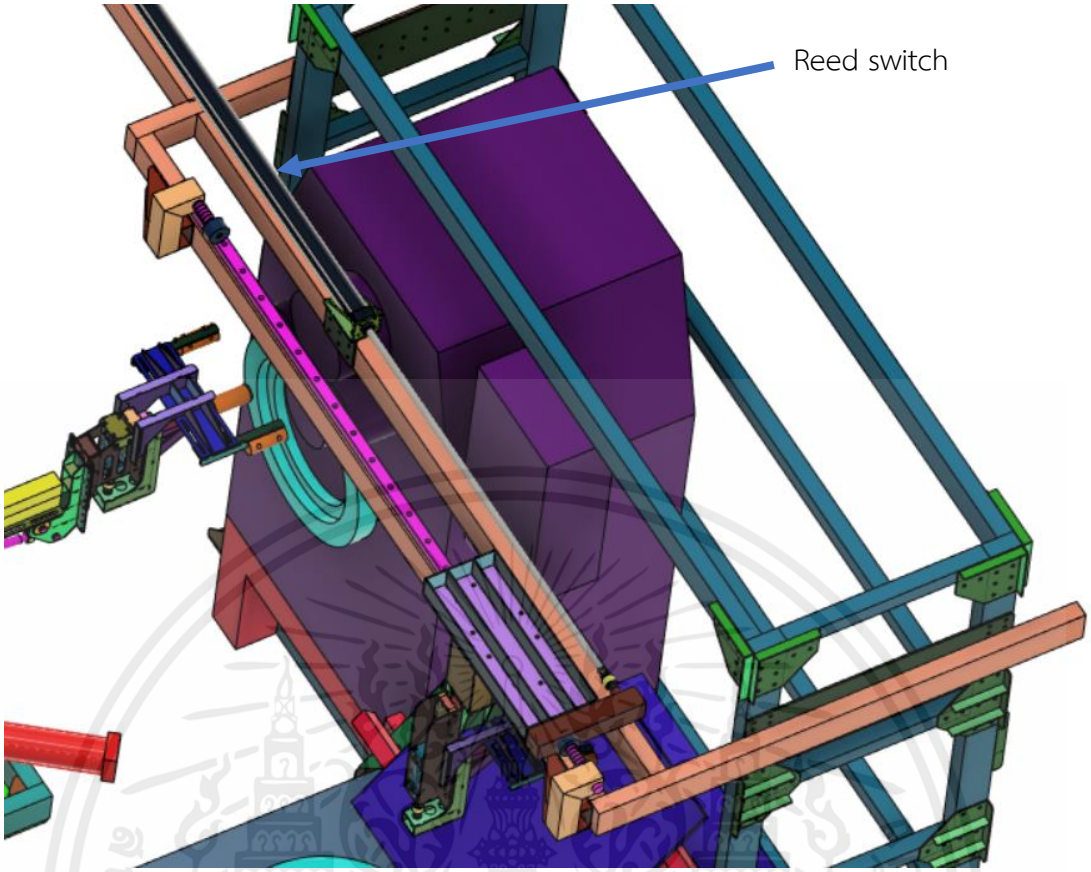
จากรูปที่ 3.37 อธิบายโฟลวชาร์ตได้ดังนี้

1) รีดสวิตช์เช็คว่ากระบอกลมของแกนทรีโรลแกรนที่ 2 เคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 2 หรือไม่

2) กระบอกลมในส่วนของการคีบออก ชักลงทำให้ตัวกริปเปอร์เคลื่อนที่ไปทางด้านซ้าย หน้าเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ ดังรูปที่ 3.39

3) รีดสวิตช์เช็คกระบอกลมส่วนของการคีบออกเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งที่ติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

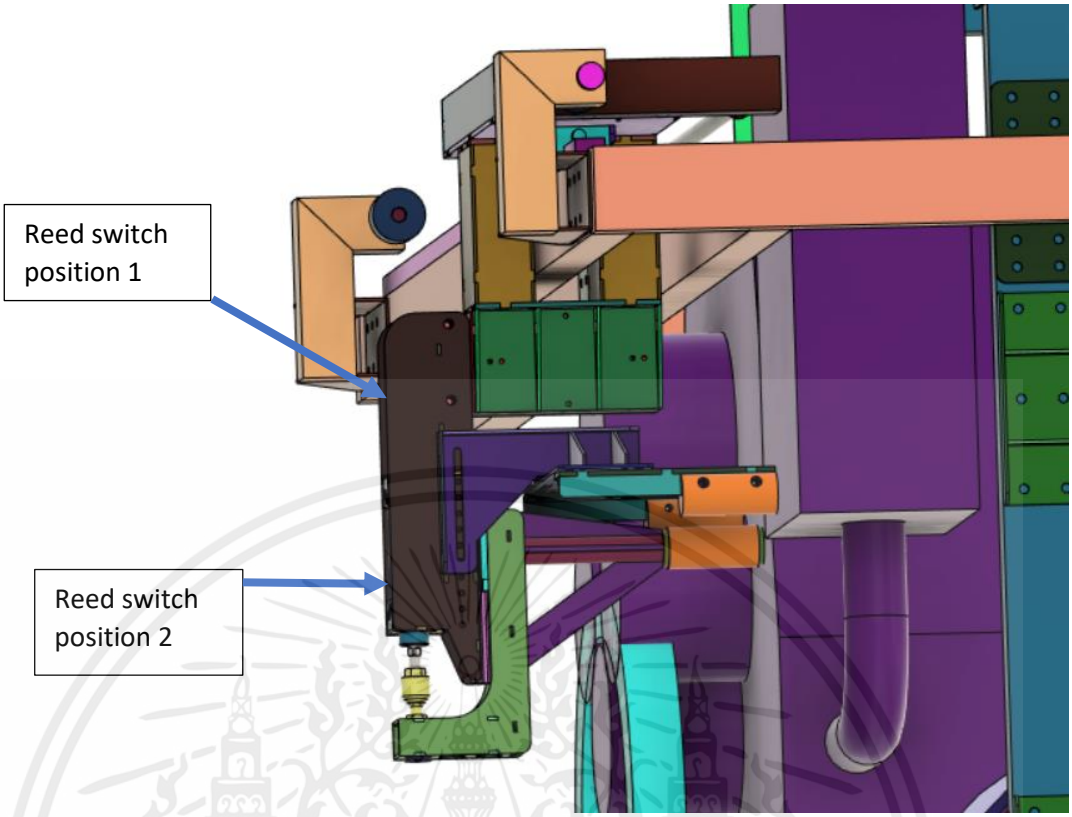


รูปที่ 3.39 กระบอกลมระบบคีบออก

4) กระบอกลมของกริปเปอร์ในส่วนของคีบออกผลักออก ทำให้ Gripper ในรูปที่ 3.40 กางออก

5) รีดสวิตซ์เช็คว่ากระบอกลมของกริปเปอร์ในส่วนของการคีบออกเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 1 หรือไม่ตำแหน่งตามรูปที่ 3.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.40 กระบอกลมของกริปเปอร์ในส่วนของการคีบออก

6) กระบอกลมของกริปเปอร์ นส่วนของคีบออกชักเข้า ทำให้กริปเปอร์ บีบเข้าเพื่อไปจับกระทะล้อจากเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ ดังรูปที่ 3.40

7) กระบอกลมในส่วนของคีบออกผลักออก ทำให้ตัวกริปเปอร์เคลื่อนที่ไปทางด้านขวา จากหน้าเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อไปยังสไลดเดอร์ดังรูปที่ 3.39

8) รีดสวิตช์เช็คกระบอกลมของส่วนคีบออกเคลื่อนที่ผ่านตำแหน่งที่ติดตั้ง

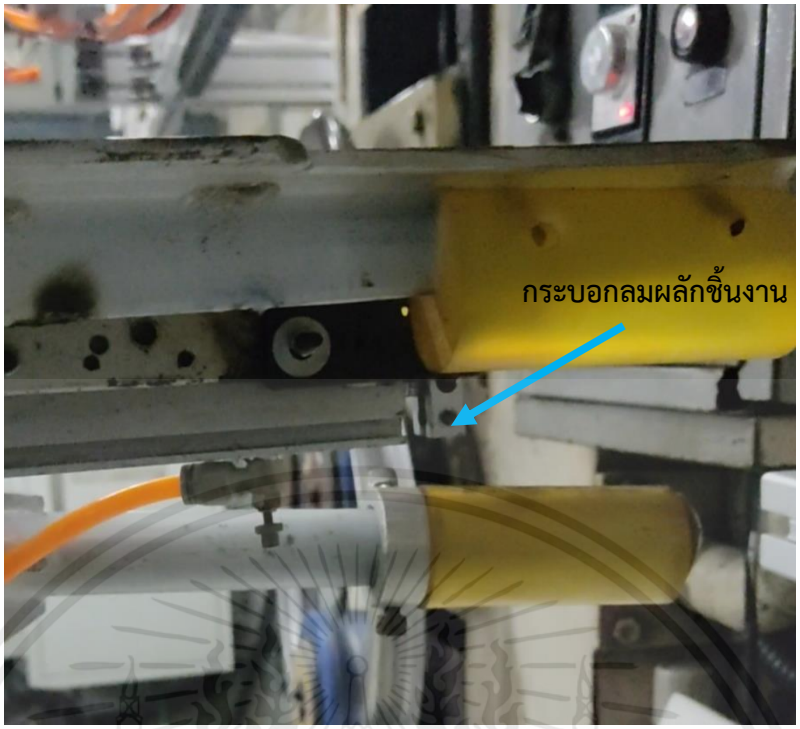
9) แกนทรี่โรลระบบคีบเข้าจะทำงานไปคีบกระทะล้อมารอ

10) กระบอกลมของกริปเปอร์ ในส่วนของคีบออกผลักออก ทำให้กริปเปอร์ ในรูปที่ 3.40 กางออก

11) รีดสวิตช์เช็คว่ากระบอกลมของกริปเปอร์ในส่วนของการคีบออกเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่ 2 หรือไม่ตำแหน่งตามรูปที่ 3.40

12) กระบอกลมผลักชิ้นงาน (Pneumatic push) อีกกระบอกที่อยู่ตรงกริปเปอร์ จะผลักกระทะล้อออกจากกริปเปอร์รูปงานจริงของกระบอกลมผลักชิ้นงานดังรูปที่ 3.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

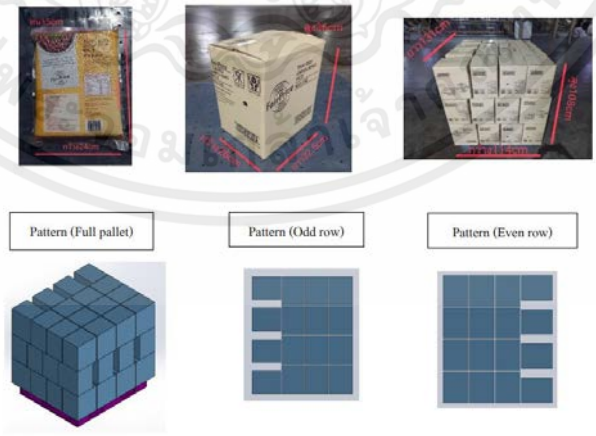


รูปที่ 3.41 กระบอกลมผลักชิ้นงาน (Pneumatic push)

3.3.3 ส่วนของการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

1. รูปแบบการจัดวาง

โดยชิ้นงานมีลักษณะขนาด 260x325x360 มิลลิเมตร หนัก 6x2.5 กิโลกรัม จัดเรียงบนพาเลทขนาด 1135x1330x1080 มิลลิเมตร จำนวน 3 ชั้น จำนวนกล่องในแต่ละชั้น จำนวน 16 กล่อง โดยจะมีการจัดวางสลับช่องว่างชั้นเลขคู่ และชั้นเลขคี่ ดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.42 รูปแบบการวางกล่องบนพาเลท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รูปแบบการจัดวางแบบที่ 1

โดยลำดับการจัดวางจะเรียงตามรูปที่ 3.43 และมีตัวอักษรกำกับว่าใช้กริปเปอร์ด้านไหนในการวางกล่อง โดยชั้นแรกจะเริ่มจาก 1R, 2L, 3R, 4L, 5R, 6L, 7R, 8L, 9R, 10L, 11R, 12L, 13R, 14L, 15R, 16L และชั้นที่สองจะเริ่มจาก 1R, 2L, 3R, 4L, 5R, 6L, 7R, 8L, 9L, 10R, 11L, 12R, 13L, 14R, 15L, 16R และชั้นที่สามลำดับและการวางจะเหมือนกับชั้นแรก

รูปแบบการวางแบบที่ 1

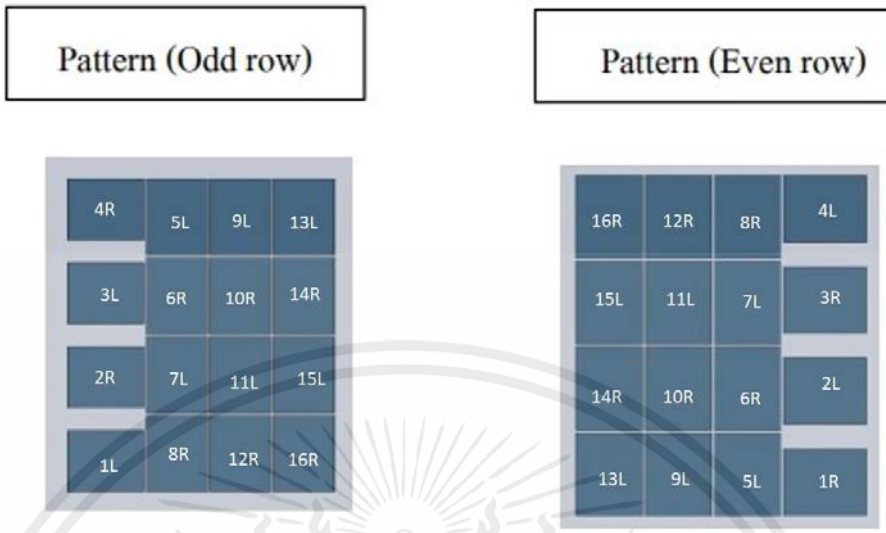
รูปที่ 3.43 ลำดับการวางของระบบแบบที่ 1

3. รูปแบบการวางแบบที่ 2

รูปแบบที่ 2 จะต่างจากรูปแบบแรกตรงที่ จุดการจับชิ้นงานที่ใกล้ตัวหุ่นยนต์มากขึ้น และตัดจุดเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็นออก แต่รูปแบบการเรียงจะเหมือนกับรูปแบบการวางแบบที่ 1 โดยชั้นแรกจะเริ่มจาก 1R, 2L, 3R, 4L, 5R, 6L, 7R, 8L, 9R, 10L, 11R, 12L, 13R, 14L, 15R, 16L และชั้นที่สองจะเริ่มจาก 1R, 2L, 3R, 4L, 5R, 6L, 7R, 8L, 9L, 10R, 11L, 12R, 13L, 14R, 15L, 16R และชั้นที่สามลำดับและการวางจะเหมือนกับชั้นแรก ดังรูปที่ 3.44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการวางแบบที่ 2



รูปที่ 3.44 ลำดับการวางของระบบแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลองและผลการทดลองของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ ซึ่งมีผลการทดลองการบันทึกปริมาณชิ้นงานที่ได้ต่อระยะเวลา และบันทึกผลการทดลองการจำลองการใช้หุ่นยนต์เรียงของบนพาเลท

4.1 การทดลองระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ

4.1.1 การทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อด้วยระบบแบบที่ 1

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบระยะเวลาการทำงานของแกนทรีโรล (Gantry roll) โดยแกนทรีโรลแบบที่ 1 จะทำหน้าที่หยิบจากสายพานลำเลียงจะระบบก่อนหน้าหลังจากนั้นแกนทรีโรลจะหมุน 90 องศาและเคลื่อนที่ไปด้านหน้าเพื่อนำกระทะล้อไปใส่ในเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ หลังจากเครื่องกลิ่งกลมกระทะล้อทำงานเสร็จ ตัวแกนทรีโรลจะทำการคีบกระทะล้อแล้วหมุนไปอีก 90องศา เพื่อนำกระทะล้อไปวางไวบนสายพานลำเลียงไประบบถัดๆไป

ทดสอบโดยการป้อนกระทะล้อเข้าไปในสายพานลำเลียง และปล่อยกระทะล้อไหลไปชนกับโฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์ (Photoelectric sensor) และให้ตัวแกนทรีโรลทำการคีบ เข้าเครื่อง และคอยสังเกตการทำงานในแต่ละขั้นตอน โดยจะจับเวลาและปล่อยให้เครื่องทำงานเป็นเวลา 1 นาที และใช้ผู้ทดลอง 2 คน โดยที่ 1 คนคอยยืนอยู่หน้าตู้ควบคุม (Control) เพื่อเวลาระบบขัดข้องจะได้กดปุ่มหยุดเครื่องฉุกเฉิน (Emergency switch) ให้ระบบหยุดทำงาน และกลับคาเริ่มต้นที่เซ็ตไว้ ส่วน 1 คนคอยป้อนกระทะล้อเข้าไปในสายพาน การทดลองนี้ ทดลองเพื่อสังเกตความบกพร่อง และบันทึกจำนวนกระทะล้อที่กลิ้งกลม การทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1) เปิดการทำงานของระบบ
2) ป้อนกระทะล้อใส่ในระบบ
3) บันทึกผลการทดสอบลงในตารางที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 การทดลองแกนทรีโรล (Gantry roll) แบบที่ 1

ตารางที่ 4.1 ตารางผลการทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อแบบที่ 1

ครั้งที่	จำนวนกระทะล้อที่ได้ต่อเวลา 1 นาที	หมายเหตุ
1	0	ล้อหลุดจากกรีีปเปอร์
2	0	ล้อหลุดจากกรีีปเปอร์
3	0	ล้อหลุดจากกรีีปเปอร์
4	4	-
5	0	ล้อหลุดจากกรีีปเปอร์
6	0	ล้อหลุดจากกรีีปเปอร์
7	0	ล้อหลุดจากกรีีปเปอร์
8	3	-
9	0	ล้อหลุดจากกรีีปเปอร์
10	0	ล้อหลุดจากกรีีปเปอร์

จากผลการทดสอบจากตารางที่ 4.1 พบว่าตัวแกนทรีโรบไม่สามารถจับกระทะล้อให้มั่นคงได้ เนื่องจากมีแรงเหวี่ยงที่มาก และกระทะล้อมีน้ำหนักที่มากจึงทำให้เวลาแกนทรีโรลเวลาจับกระทะล้อแล้วหมุน กระทะล้อจึงกระเด็นออกจากตัวแกนทรีโรลและในส่วนของการทดลองที่ระบบสามารถทำงานได้จะพบว่าใน 1 นาที สามารถกลิ้งกลมกระทะล้อ เฉลี่ย 3 วงต่อ 1 นาที เนื่องจากมีแกนทรีโรลเพียงอย่างเดียวในระบบที่ทำการหยิบเข้า และหยิบออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

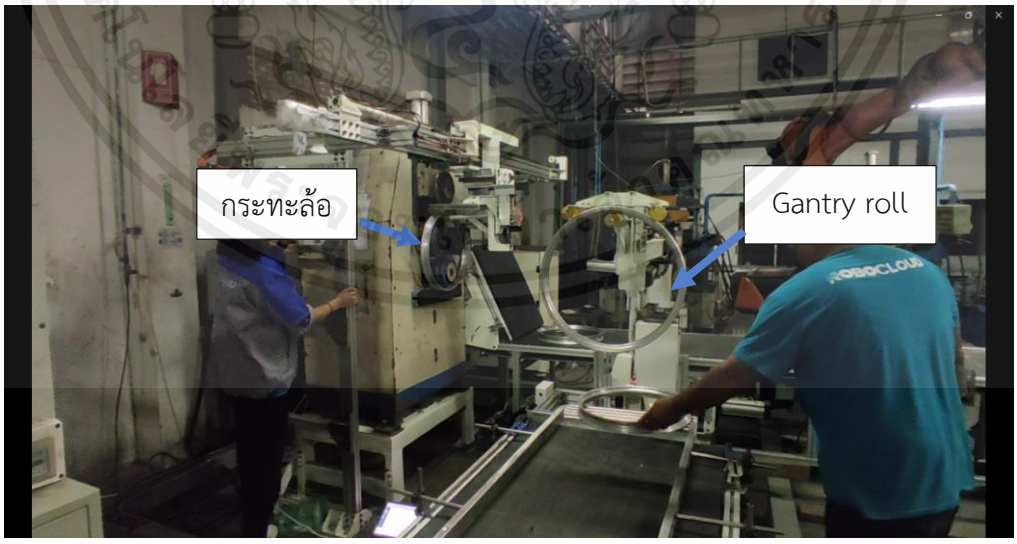
4.1.2 การทดลองระบบกลิ้งกลมกระทะล้อด้วยระบบแบบที่ 2

การทดสอบนี้เป็นการทดสอบระยะเวลาการทำงานของแกนทรี่โรลโดยที่ระบบที่ 2 แตกต่างจากระบบแรกที่มีส่วนป้อนเข้า (Feed in) และ คีบออก (Feed out) แยกกัน และมี รีดสวิตช์ (Reed switch) ในการช่วยเช็คการทำงาน โดยที่ตัวแกนทรี่โรบป้อนเข้าจะทำการหยิบกระทะล้อขึ้นมา แล้วหมุนไป 90 องศาไปวางในเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ ระหว่างที่เครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อทำงานตัวแกนทรี่โรลจะหมุนกลับไปหยิบกระทะล้อที่ป้อนเข้ามาในระบบ และระบบคีบออกจะเลื่อนกริปเปอร์มาระเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อทำงานเสร็จ หลังจากทำงานเสร็จระบบคีบออกจะหยิบกระทะล้อมาปล่อยที่สายพาน และตัวแกนทรี่โรลจะป้อนกระทะล้อวงต่อไปทันที

ทดสอบโดยการป้อนกระทะล้อเข้าไปในสายพานลำเลียง และปล่อยกระทะล้อไหลไปชนกับโฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์และให้ตัวแกนทรี่โรลทำการคีบ เข้าเครื่อง และคอยสังเกตการทำงานในแต่ละขั้นตอน โดยจะจับเวลาและปล่อยให้เครื่องทำงานเป็นเวลา 1 นาที และใช้ผู้ทดลอง 2 คน โดยที่ 1 คนคอยยื่นอยู่หน้าตู้ควบคุมเพื่อเวลาระบบขัดข้องจะได้กดปุ่มหยุดเครื่องฉุกเฉินให้ระบบหยุดทำงาน และกลับคาเริ่มต้นที่เซ็ตไว้ ส่วน 1 คนคอยป้อนกระทะล้อเข้าไปในสายพาน การทดลองนี้ทดลองเพื่อสังเกตความบกพร่อง และบันทึกจำนวนกระทะล้อที่กลิ้งกลม การทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

กระทะล้อมีขั้นตอนการทดลองดังนี้

1) เปิดการทำงานของระบบ
2) ป้อนกระทะล้อใส่ในระบบ
3) บันทึกผลการทดลองใส่ในตารางที่ 4.2



รูปที่ 4.2 การทดลองแกนทรี่โรลแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตารางผลการทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อแบบที่ 2

ครั้งที่	จำนวนกระทะล้อที่ได้ต่อเวลา 1 นาที (ชิ้น)
1	6
2	5
3	6
4	6
5	5
6	5
7	5
8	6
9	5
10	5
เฉลี่ย	4.8

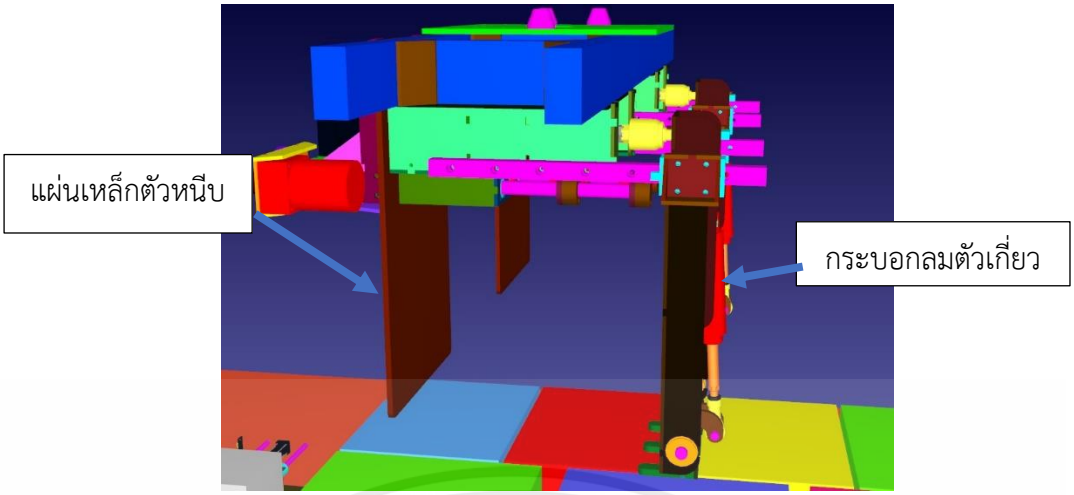
จากผลการทดสอบจากตารางที่ 4.2 พบว่าระบบแบบที่ 2 ทำงานเสถียรกว่าระบบที่ 1 เนื่องจาก ใช้กระบอกลม แทนมอเตอร์ (Motor) ทำให้แรงเหวี่ยงน้อยลง เพราะตัวกระบอกลมสามารถปรับแรงดันลมให้มีความหน่วงได้ และเนื่องจากมีระบบป้อนเข้าและระบบคีบออกที่แยกออกจากกันทำให้ระบบมีความต่อเนื่องในการทำงานมากขึ้น จึงสามารถกลิ้งกลมกระทะล้อได้ปริมาณมากกว่าระบบแบบที่ 1 โดยเฉลี่ยสามารถกลิ้งกลมกระทะล้อได้ 4.8 วง ต่อ 1 นาที แต่เนื่องจากชิ้นงานเป็นจำนวนชิ้นจึงเป็น 5 วงต่อ 1 นาที

4.2 การทดลองการจำลองการเรียงกล่องบนพาเลท

4.2.1 การทดสอบการเรียงด้วยกริปเปอร์แบบหนีบในระบบที่ 1

การทดสอบนี้จะเป็นการจำลองการเรียงกล่องบนพาเลท โดยระบบนี้จะมีการทำงานดังนี้ โดยสายพานจะลำเลียงกล่องมาถึงจุดสตอปเปอร์ และหลังจากนั้นหุ่นยนต์จะเคลื่อนที่มาหยิบกล่องทีละ 2 กล่อง แล้วจึงไปเรียงกล่องบนพาเลท แล้วหลังจากเรียงเสร็จ ระบบจะเคลื่อนสายพานไปที่เครื่องแลบพลาสติก เป็นอันเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 กริปเปอร์ แบบหนีบ

เนื่องจากระบบจริงกริปเปอร์หนีบกล่องจนกล่องชำรุดดังรูปที่ 4.4 เนื่องจากตัวกล่องมีการพับปิดที่หัวและท้าย และตัวกริปเปอร์หนีบด้านข้างจึงทำให้วัตถุภายในกล่องล่วงลงมาจนเกิดความเสียหาย จึงไม่ได้นำมาทำการจำลอง

รูปที่ 4.4 กริปเปอร์แบบหนีบทำกล่องเสียหาย

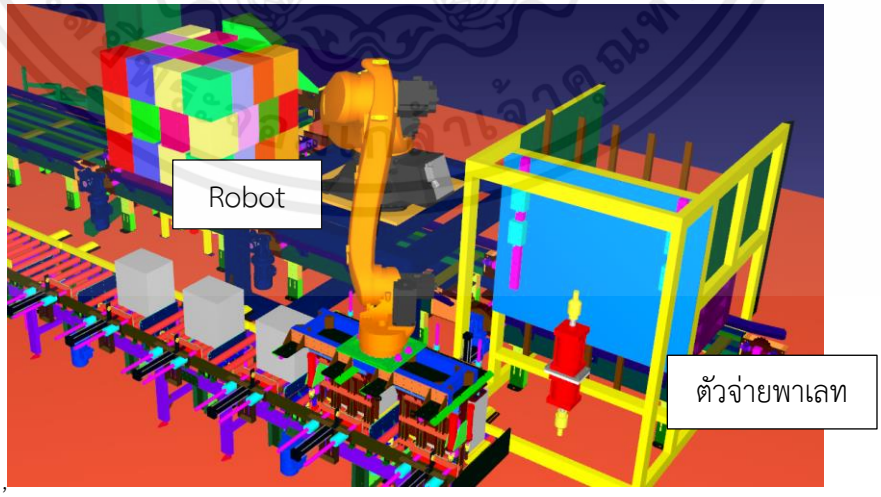
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 การทดสอบการเรียงด้วยระบบแบบที่ 1

การทดสอบนี้จะเป็นการจำลองการเรียงกล่องบนพาเลท โดยระบบแบบที่ 1 จะใช้ Gripper แบบใหม่ ที่ช้อนกล่องจากด้านล่าง และมีกระบอกลมบีบกล่องจากด้านบนดังรูปที่ 4.5 เพื่อไม่ให้กล่องขยับ โดยจะหยิบกล่องจากสายพานลำเลียงจตามรูปที่ 4.6 มาเรียงบนพาเลท

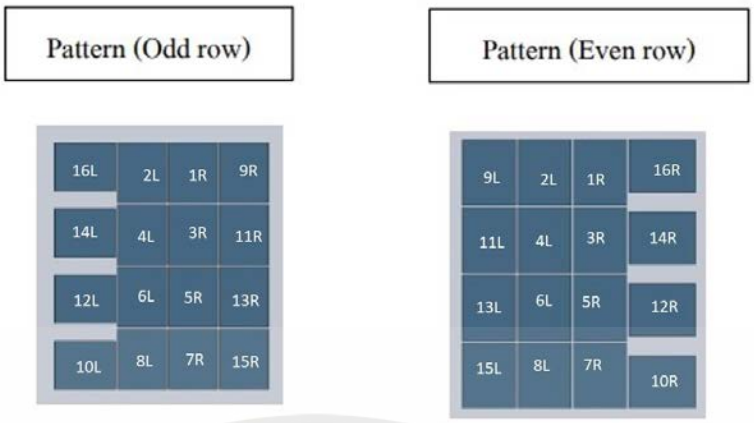
ทดสอบโดยการทำ Simulation เพื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และคำนวณเวลาการจัดเรียงโดยลำดับการจัดวางจะเรียงตามลำดับหมายเลข และมีตัวอักษรกำกับว่าใช้ Gripper ด้านไหนในการวางกล่อง โดยชั้นแรกจะเริ่มจาก 1R, 2L, 3R, 4L, 5R, 6L, 7R, 8L, 9R, 10L, 11R, 12L, 13R, 14L, 15R, 16L และชั้นที่สองจะเริ่มจาก 1R, 2L, 3R, 4L, 5R, 6L, 7R, 8L, 9L, 10R, 11L, 12R, 13L, 14R, 15L, 16R และชั้นที่สามลำดับและการวางจะเหมือนกับชั้นแรก ดังรูปที่ 4.7

รูปที่ 4.5 กริปเปอร์แบบใหม่



รูปที่ 4.6 การหยิบวัตถุของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ลำดับการวางของบนพาเลท

การเรียงกล่องบนพาเลทตามแบบและลำดับดังกล่าว ใช้เวลา 8.9 นาที เนื่องจากการมีการเคลื่อนที่ไปในจุดที่ไม่จำเป็น จึงมีการหมุนของ Servo ในแต่ละแกนมากท จึงทำให้ไม่ได้เวลาตามขอบเขตที่กำหนด และเนื่องจากมีการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ทีไปชนกับฐานวางกระดาษรองพาเลท ดังรูปที่ 4.8 จึงต้องไปแก้ไขระบบงานและ ทำการจำลองใหม่

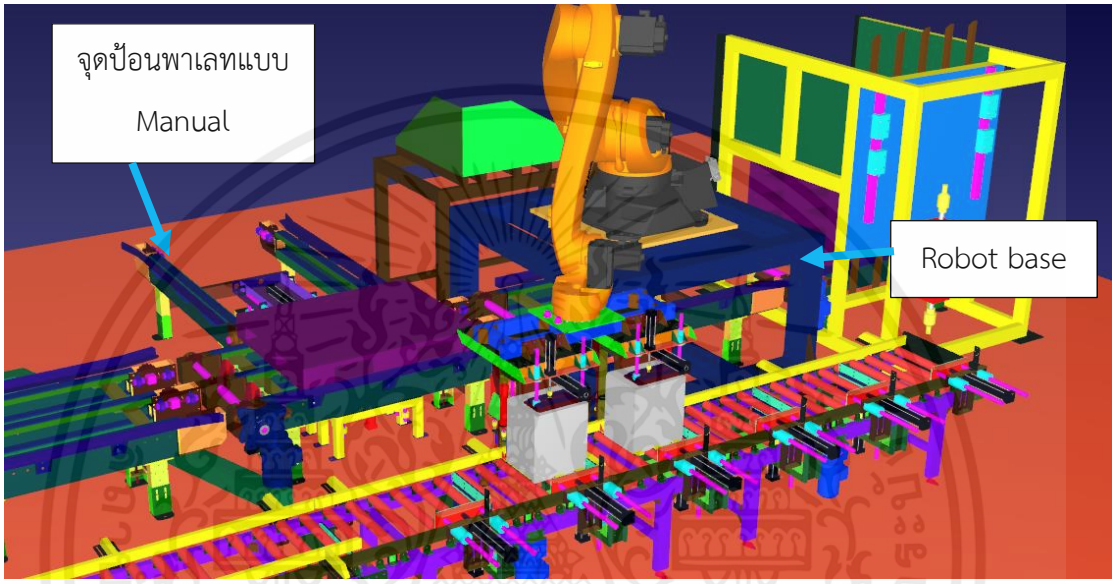
รูปที่ 4.8 การชนของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

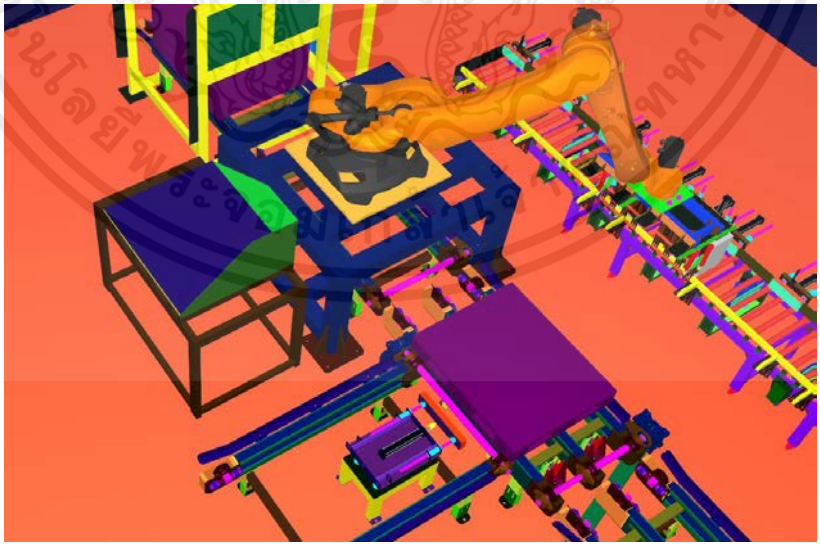
4.2.3 การทดสอบการเรียงด้วยระบบแบบที่ 2

การทดสอบนี้จะเป็นการจำลองการเรียงกล่องบนพาเลท โดยระบบที่ 2 แตกต่างจากระบบที่ 1 ที่ การย้ายตำแหน่งการหยิบกล่องของหุ่นยนต์มาใกล้กับตัวหุ่นยนต์มากขึ้นดังรูปที่ 4.9 และย้ายฐานวางกระดาษรองพาเลทมาไว้ตำแหน่งที่หุ่นยนต์ไม่ไปชนกับระบบงานดังรูปที่ 4.10

ทดสอบโดยการทำจำลอง (Simulation) เพื่อสังเกตการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ และคำนวณเวลาการจัดเรียง โดยมีรูปแบบและลำดับการเรียงดังนี้



รูปที่ 4.9 ตำแหน่งการหยิบกล่องใหม่



รูปที่ 4.10 ตำแหน่งฐานวางกระดาษรองพาเลทใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเรียงกล่องบนพาเลทตามแบบและลำดับดังกล่าว ใช้เวลา 4.33 นาที เนื่องจากเปลี่ยนตำแหน่งการหยิบของหุ่นยนต์ใหม่ จึงทำให้เซอร์โว (Servo) แต่ละตัวของหุ่นยนต์มีการหมุนที่น้อยลง และจากตัดการเคลื่อนที่ที่ไม่จำเป็น และการใช้การเปิดกริปเปอร์สามารถสไลด์ไปวางกล่องถัดไปได้โดยไม่ต้องยก จึงทำให้การวางในแต่ละชั้นใช้เวลาน้อยลงจากการะบบแบบที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวถึง สรุปผลการทดสอบ ปัญหาอุปสรรค วิธีการแก้ไขปัญหา ข้อเสนอแนะ และประโยชน์ที่ได้รับในการทำระบบกลิ้งกลมกระทะล้อและการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

5.1 สรุปผลการทดลอง

5.1.1 การทดลองระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ

5.1.1.1 การทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อด้วยระบบแบบที่ 1

จากการทดลองระบบกลิ้งกลมกระทะล้อแบบที่ 1 พบว่าตัวแกนทรีโรล (Gantry roll) มีการขยับจำนวนมาก และต้องรอการทำงานของเครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ (Wheel rolling machine) ทำงานเสร็จ จึงสามารถเข้าไปหยิบกระล้อได้ หลังจากนั้นต้องหันไปวางชิ้นงานอีกด้าน และหมุนกลับมาที่จุดเริ่มต้น จึงทำให้ระยะเวลาการทำงาน (Cycle time) ที่มาก และเนื่องจากใช้มอเตอร์ (Motor) และเกียร์ (Gear) ในการหมุน จึงมีแรงเหวี่ยงที่มากจึงทำให้กระทะล้อหลุดออกจากกริปเปอร์ (Gripper) แล้วไปกระแทกระบบงาน ทำให้ชิ้นงานเสียหาย

5.1.1.2 การทดสอบระบบกลิ้งกลมกระทะล้อด้วยระบบแบบที่ 2

จากการทดลองระบบกลิ้งกลมกระทะล้อแบบใหม่ พบว่าตัวแกนทรีโรลมีการขยับน้อยลงจากแบบที่ 1 มาก เนื่องจากมีส่วนคีบออกแยกกับตัวป้อนชิ้นงานเข้าเครื่อง จึงทำให้สามารถ คีบล้อเข้าไปวางในเครื่อง ระหว่างเครื่องกลิ้งกลมทำงานตัวแกนทรีโรลสามารถหมุนกลับไปรอล้อที่มาใหม่ได้ทันที และตัวคีบออกก็สามารถเคลื่อนที่มารอรับกระทะล้อได้จึงมีระยะเวลาในการทำงานที่น้อยลง เนื่องจากใช้กระบอกลมเป็นตัวยกกระทะล้อขึ้นมาให้กริปเปอร์จับจึงทำให้ตัดการทำงานของกระบอกของฐานแกนทรีโรลที่มีน้ำหนักมากทำให้กระบอกลมส่วนนั้นมีระยะเวลาการทำงานมาก และการเปลี่ยนมาใช้กระบอกลมในการหมุนทำให้มีแรงเหวี่ยงที่น้อยลง และมีส่วนคีบออกจึงไม่จำเป็นต้องใช้การหมุนของมอเตอร์

5.1.2 การทดสอบการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

5.1.2.1 การทดสอบการเรียงกล่องด้วยกริปเปอร์แบบหนีบในระบบที่ 1

จากการทดลองการเรียงกล่องด้วยกริปเปอร์แบบเก่าและระบบเก่า เห็นได้ว่ากริปเปอร์จริงไม่สามารถคีบตัวกล่องได้ เนื่องจากตัวกล่องมีด้านปิดเปิดอยู่ด้านล่าง เวลากริปเปอร์คีบจึงไปหนีบกล่องให้วัตถุด้านในหล่นลงมา จึงมไม่ได้ใช้การจำลองของกริปเปอร์ตัวนี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.2.2 การทดสอบการเรียงกล่องด้วยระบบแบบที่ 1

จากการทดลองการเรียงกล่องด้วยกริปเปอร์แบบใหม่และระบบเก่า เห็นได้ว่ากริปเปอร์จริงสามารถคีบกล่องและไม่เกิดความเสียหาย จึงนำมาทำการจำลองการวาง และพบว่าสามารถทำงานได้ แต่ติดตัวฐานวางกระดาษรองพาเลท จึงต้องไปแก้ไขระบบงาน

5.1.2.3 การทดสอบการเรียงกล่องด้วยระบบแบบที่ 2

จากการทดลองการเรียงกล่องด้วยกริปเปอร์แบบใหม่และระบบใหม่ เนื่องจากมีการจัดตำแหน่งการคีบของหุ่นยนต์ให้มีระยะใกล้ลง จึงทำให้ใช้ระยะเวลาการไปหยิบกล่องน้อยลงและ ลดการเคลื่อนที่ ที่ไม่จำเป็นออกไปจึงใช้เวลาในการวางแต่ละครั้งน้อยลง และได้แนวคิดการวางแบบใหม่จึงทำให้การวางแต่ละครั้งตัวหุ่นไม่ต้องยกขึ้นมาหลังการวางทุกครั้ง

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 ส่วนของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ

1) แกนทรีโรลแบบเก่ามีแรงเหวี่ยงที่มากเกินไปจนทำให้กระทะล้อหลุดไปกระแทกกับระบบและกระแทกตัวข้าพเจ้า

2) เครื่องลูกค้าทำงานไม่ตรงกับลูกค้าแจ้งก่อนออกแบบ เครื่องจึงทำงานรวมกันไม่ได้

5.2.2 ส่วนของการทำการจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

การจำลองสามารถทำงานได้ แต่ในสถานที่จริงไม่สามารถทำงานได้ เนื่องจากอุปกรณ์ทำชิ้นงานเสียหาย

5.3 วิธีการแก้ไขปัญหา

5.3.1 ส่วนของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ

1) เปลี่ยนจากการใช้มอเตอร์เป็นกระบอกลม และ เวลาทำการทดสอลควรยืนอยู่นอกระยะที่เครื่องทำงาน

2) ประสานงานช่างของโรงงานลูกค้ามาแก้ไขเครื่องแต่ถ้าไม่สามารถแก้ไขได้ต้องแก้ไขที่ระบบ

5.3.2 ส่วนของการทำจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

เมื่อทำการจำลองเสร็จแล้วและไปทดลองทำงานจริง แล้วเกิดปัญหา ต้องเก็บปัญหามาหาวิธีแก้ไข อาจจะต้องออกแบบเชิงกลใหม่ และทำการสร้างการจำลองของระบบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ข้อเสนอแนะ

1) ส่วนของระบบกลิ้งกลมกระทะล้อสามารถทำงานกับชิ้นงานลูกค้าได้ทั้ง 2 ขนาด

2) กระทะล้อควรมีการเจียร์ที่ไม่ผิดพลาดก่อนมาถึงระบบกลิ้งกลมกระทะล้อ

3) เนื่องจากโปรแกรมการจำลองไม่มีไลเซนส์ จึงใช้ฟังก์ชันการสร้างกริปเปอร์ให้ขยับได้ จึงแนะนำให้ใช้ฟังก์ชันโชว์ไฮด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] “**เครื่องกลิ้งกลมกระทะล้อ**” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา:
https://youtu.be/S84Ik5ZqvGA?t=129, เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 1 มิถุนายน 2566.

[2] “**ลิเนียร์ไกด์**” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา:
https://misumitechnical.com/technical/mechanical/linear-guide-in-5-minutes/ ,
เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 1 มิถุนายน 2566

[3] “**โฟโตอิเล็กทริกส์เซนเซอร์**” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา:
https://mall.factomart.com/type-of-photoelectric-sensor/,
เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 1 สิงหาคม 2565

[4] “**รีดสวิตช์**” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา:
http://www.siam-automation.com/category/68/reed-switch,
เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 3 สิงหาคม 2565

[5] “**กระบอกลม**” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา:
https://misumitechnical.com/technical/pneumatic/what-is-pneumatic-system/,
เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 4 สิงหาคม 2565

[6] “**โซลีนอยด์วาล์ว**” (ระบบออนไลน์) แหล่งที่มา:
https://mall.factomart.com/principle-of-solenoid-valve/,
เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 5 สิงหาคม 2565

[7] “**พีแอลซี**” (ระบบออนไลน์): https://www.plcsanook.com/plc/,
เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 7 สิงหาคม 2565

[8] “**RoboDK**” (ระบบออนไลน์): https://www.youtube.com/@RoboDK3D,
เข้าถึงครั้งสุดท้ายเมื่อ 1 สิงหาคม 2565

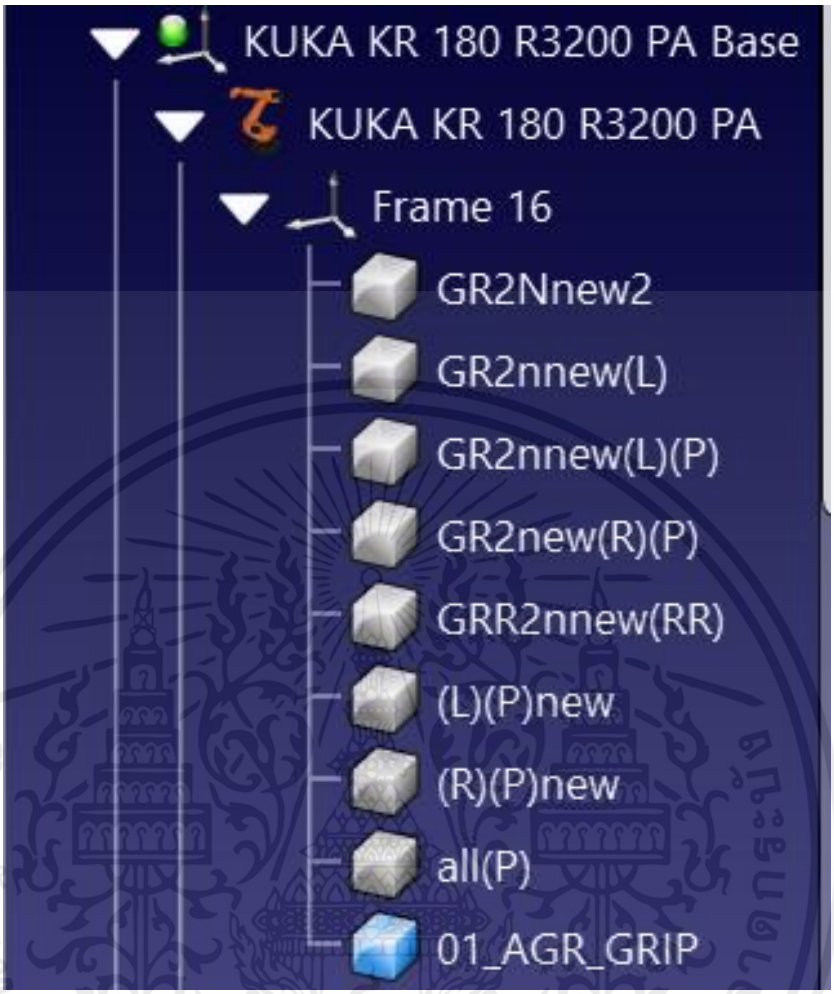
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมจำลองการเคลื่อนที่



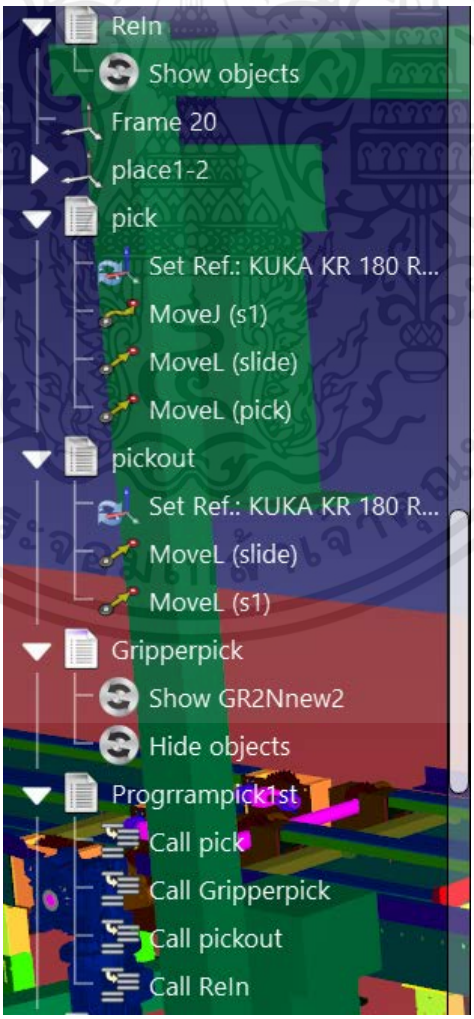
รูปที่ ก.1 Gripper ในรูปแบบต่างๆ

จากรูปที่ ก.1 จะสร้าง Frame ขึ้นมา 1 Frame ในแกนของตัวหุ่นยนต์ และใส่ Gripper ในรูปแบบต่างๆโดยทำการซ่อนการมองเห็นให้เห็นแต่ Gripper เปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก.2 ตำแหน่งการเคลื่อนที่ไปหยิบกล่อง

จากรูปที่ ก.2 คือคตำแหน่งที่บันทึกไว้สำหรับการเคลื่อนที่ไปหยิบกล่อง



รูปที่ ก.3 โปรแกรมการเคลื่อนที่ไปหยิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ก.3 คือโปรแกรมเคลื่อนที่ไปหยิบกล่อง โดยแยกเป็น 3 ส่วนคือ

1) โปรแกรมเคลื่อนที่ไปหยิบ

2) โปรแกรมเคลื่อนที่ออก

3) โปรแกรมแสดงการเคลื่อนที่ของกริปเปอร์ (Gripper)

รูปที่ ก.4 โปรแกรมเคลื่อนที่ไปหยิบชั้นที่ 2

จากรูปที่ ก.4 คือโปรแกรมไปหยิบกล่องสำหรับการวางของชั้นที่ 2

รูปที่ ก.5 โปรแกรมเคลื่อนที่ไปหยิบชั้นที่สาม

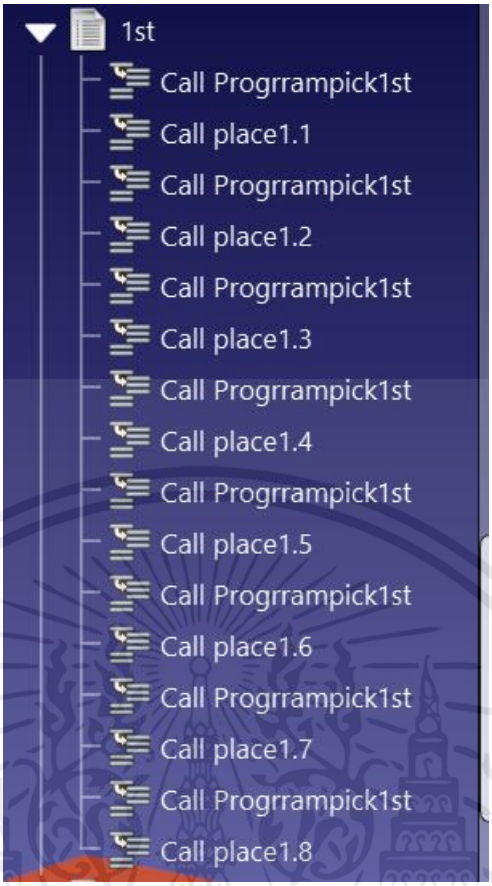
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ ก.5 คือโปรแกรมสำหรับเคลื่อนที่ไปหยิบกล่องสำหรับไปวางชั้นที่สาม

รูปที่ ก.6 โปรแกรมการวางกล่อง

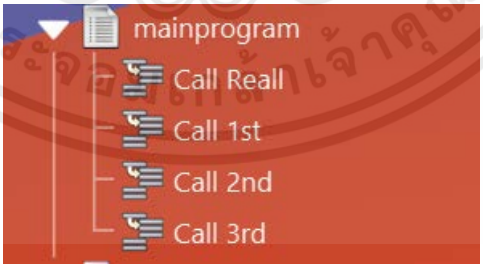
จากรูปที่ ก.6 โปรแกรมการวางกล่องจะเหมือนกัน แต่เปลี่ยนตำแหน่งการวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.7 โปรแกรมการวางในชั้นแรก

จากรูปที่ ก.7 โปรแกรมการวางในชั้นแรก การวางในชั้นแรก ชั้นที่ 2 และชั้นที่ 3 จะใช้โปรแกรมแบบเดียวกัน แต่เปลี่ยนตำแหน่งการเคลื่อนที่



รูปที่ ก.8 โปรแกรมรวม

จากรูปที่ ก.8 คือการนำโปรแกรมทั้งหมดมารวมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ (Datasheet)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Solenoid valve (5/2 、 5/3 way)

4V200 Series

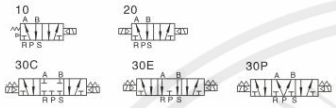
AirTAC

Specification

Model	4V210-06 4V220-06	4V230C-06 4V230E-06 4V230P-06	4V210-08 4V220-08	4V230C-08 4V230E-08 4V230P-08
Fluid	Air(to be filtered by 40um filter element)			
Acting	Piloted			
Port size ①	In=Out=Exhaust=1/8"		In=Out =1/4" Exhaust=1/8"	
Orifice size	14.0mm² (Cv=0.78)	12.0mm² (Cv=0.67)	16.0mm² (Cv=0.89)	12.0mm² (Cv=0.67)
Valve type	5 port 2 position	5 port 3 position	5 port 2 position	5 port 3 position
Operating pressure	0.15~0.8MPa(21~114Psi)			
Proof pressure	1.5MPa(215Psi)			
Temperature ℃	-20~70			
Material of body	Aluminum alloy			
Lubrication ②	Not required			
Max. frequency ③	5 cycle/sec	3 cycle/sec	5 cycle/sec	3 cycle/sec
Weight	4V210-06:220g 4V220-06:320g	360g	4V210-08:220g 4V220-08:320g	360g

① PT thread、NPT thread and G thread are available;
② It can not stop in the midway of lubricating. Lubricants like ISO VG32 or equivalent are recommended.
③ The maximum actuation frequency is in the no-load state.

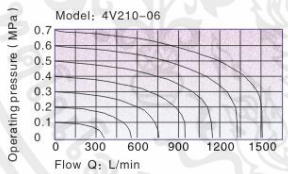
Symbol

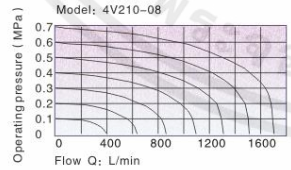


Product feature

1、Pilot-oriented mode: optional for internal or external;
2、Structure in sliding column mode: good tightness and sensitive reaction;
3、Three position solenoid valves have three kinds of central function for your choice;
4、Double control solenoid valves have memory function;
5、Internal hole adopts special processing technology which has little attrition friction, low start pressure and long service life;
6、No need to add oil for lubrication;
7、It is available to form integrated valve group with the base to save installation space;
8、Affiliated manual devices are equipped to facilitate installation and debugging;
9、Several standard voltage grades are optional;

Flow chart





Coil specification

Item	Specification
Standard voltage	AC220V、AC110V、AC24V、DC24V、DC12V
Scope of voltage	AC: ±15% DC: ±10%
Power consumption	AC: 3.5VA DC : 3.0W
Protection	IP65 (DIN40050)
Temperature classification	B Class
Electrical entry	Terminal、Grommet
Activating time	0.05 sec and below

Ordering code

4V 2 10 — 08 — A — □ — P

- Code: 2: 200 Series
- Model: 4V: Solenoid valve (5/2 5/3 way)
- Valve type: 10: Single solenoid 5/2 way; 20: Double solenoid 5/2 way; 30C: Double solenoid 5/3 way closed center; 30E: Double solenoid 5/3 way exhaust center; 30P: Double solenoid 5/3 way pressure center
- Port size: 06: 1/8"; 08: 1/4"
- Voltage: A: AC220V; B: DC24V; C: AC110V; E: AC24V; F: DC12V
- Thread type: P: PT; T: NPT; G: G
- Electrical entry: Blank: Terminal; I: Grommet

Please refer to PI-34 for manifold specification and the order way.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

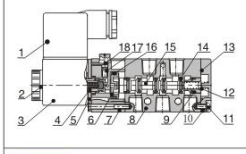
Solenoid valve (5/2 、 5/3 way)

AirTAC

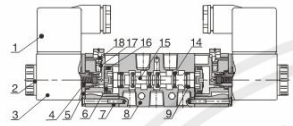
4V200 Series

Inner structure

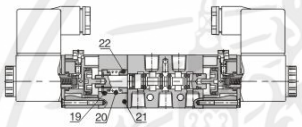
4V210



4V220



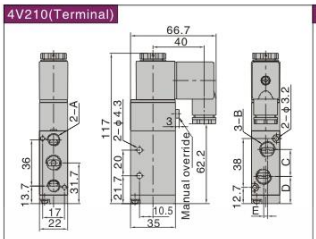
4V230C



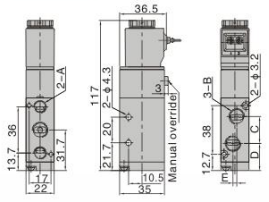
NO.	Item	NO.	Item	NO.	Item
1	Connector	9	Wear ring	17	Override spring
2	Coil nut	10	Bottom cover	18	Manual override
3	Coil	11	Fixed screw	19	Spring holder
4	Armature	12	Spool spring	20	Return spring
5	Fixed plate	13	Bottom cover gasket	21	Side cover
6	Piston	14	Spool O-ring	22	Spring holder
7	Pilot kit	15	Spool		
8	Body	16	Piston O-ring		

Dimensions

4V210(Terminal)

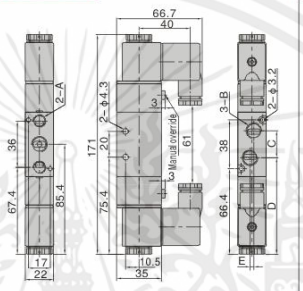


4V210(Grommet)

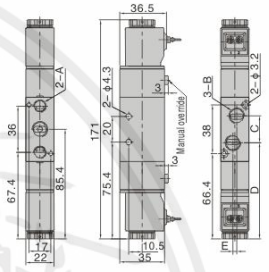


Model\Item	A	B	C	D	E
4V210-06	1/8"	1/8"	18	22.7	0
4V210-08	1/8"	1/4"	21	21.2	3

4V220(Terminal)

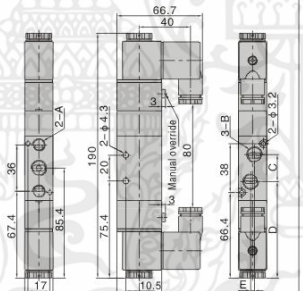


4V220(Grommet)

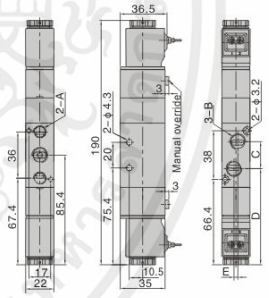


Model\Item	A	B	C	D	E
4V220-06	1/8"	1/8"	18	76.4	0
4V220-08	1/8"	1/4"	21	74.9	3

4V230(Terminal)



4V230(Grommet)



Model\Item	A	B	C	D	E
4V230-06	1/8"	1/8"	18	76.4	0
4V230-08	1/8"	1/4"	21	74.9	3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CONFIGURATION

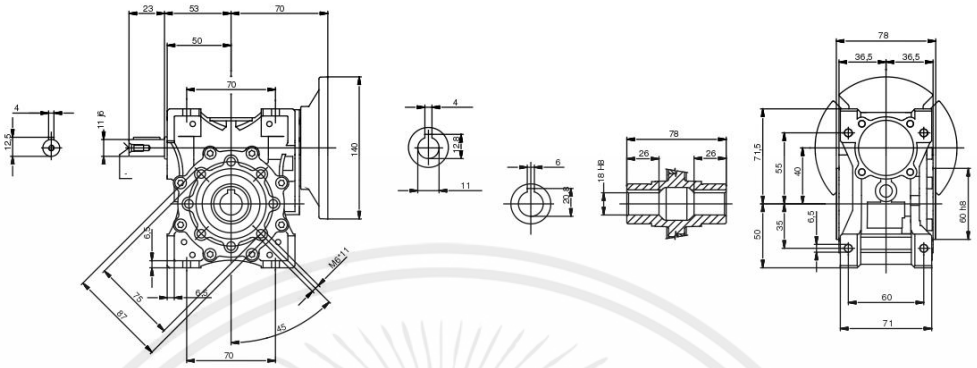
PRODUCT DATASHEET

CHARACTERISTIC	VALUE
Regulations	No
Worm	PAM NMRV
Size	040
Ratio (i)	80,0
Input Dim.	Ø140x11 (IEC63 B5)
Hollow Output Shaft Dim.	Ø18
Double-Extended Worm Shaft	No
Mounting Position	U
VI-Output Oil Seal	NBR-Nitrile
VI-Input Oil Seal	ACM-Polyacrylate
VI-Output Bearings	Ball Bearings
VI-Lubrication	Eni Telium VSF 320
Paint	Ral 5010 Blue

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DRAWINGS

Values expressed in [mm]



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PERFORMANCES

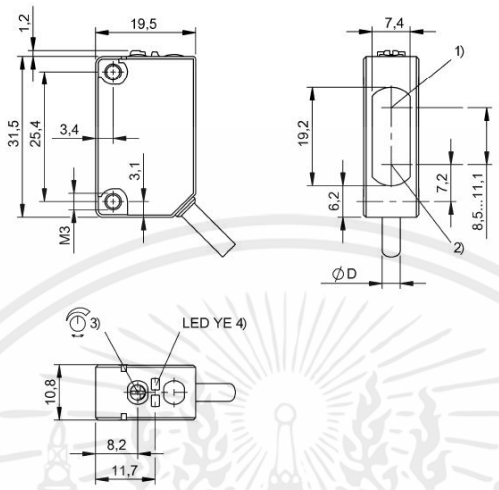
NRV040

n1 [rpm]	Mn_2 [Nm]	i	Pn_1 [kW]	n2 [rpm]	Fr1 [N]	Fr2 [N]
500	40	80,00	0,06	6,0	350	3490
900	35	80,00	0,08	11,0	350	3354
1140	34	80,00	0,10	14,0	350	3100
1400	33	80,00	0,11	18,0	350	2895
1750	31	80,00	0,14	22,0	350	2687
2800	25	80,00	0,15	35,0	350	2298

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BALLUFF

BOS 5K-NS-RH12-02
BOS011E



1) Optical axis receiver 2) Optical axis emitter 3) Sn 4) Output function

LISTED IND. CONT. EQ. 31MY for use in the secondary of a class 2 source of supply

Display/Operation

Adjuster	Potentiometer 6-turn (1x)
Setting	Rated switching distance (Sn)

Electrical connection

Cable diameter D	3.50 mm
Cable length	2 m
Conductor cross-section	0.20 mm²
Connection type	Cable, 2.00 m, PVC
Number of conductors	3
Polarity reversal protected	yes
Short-circuit protection	yes

Electrical data

MTTF (40 °C)	21 a
No-load current Io max. at Ue	30 mA
Operating voltage Ub	10...30 VDC
Rated operating current Ie DC	100 mA
Rated operating voltage Ue DC	24 V
Ready delay tv max.	100 ms
Switching frequency	500 Hz
Turn-off delay toff max.	1 ms
Turn-on delay ton max.	1 ms
Voltage drop Ud max. at Ie	2 V

Environmental conditions

Ambient temperature	-25...55 °C
Protection type IEC 60529	IP67

Functional safety

Diagnostic coverage	0 %
Functional safety	no
Mission Time	10 a

General data

Approval/Conformity	cULus CE
Basic standard	IEC 60947-5-2
Series	5K
Style	Square Connection 45°
Trademark	Global

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BALLUFF

BOS 5K-NS-RH12-02
BOS011E

Material

Housing material	PC PBT
Material jacket	PVC
Material sensing surface	PMMA

Mechanical data

Dimension	10.8 x 32.7 x 19.5 mm
Fastening detail	Screw M3

Optical data

Ambient light max.	5000 Lux
Light type	LED Red light
Special optical feature	Background suppression
Wave length	660 nm

Output/Interface

Switching output	NPN Normally open (NO)

Range/Distance

Measuring range	20...200 mm
Range	20...200 mm
Rated operating distance Sn	200 mm, Adjustable
Ripple max. (% of Ue)	10 %

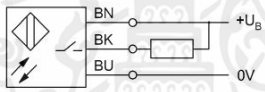
Remarks

Order accessories separately.
For additional information, refer to user's guide.
Reference object (target): gray card, 100 x 100 90 % remission, axial approach.
The sensor is functional again after the overload has been eliminated.

For further information on MTTF/B10d, please refer to the MTTF / B10d Certificate.

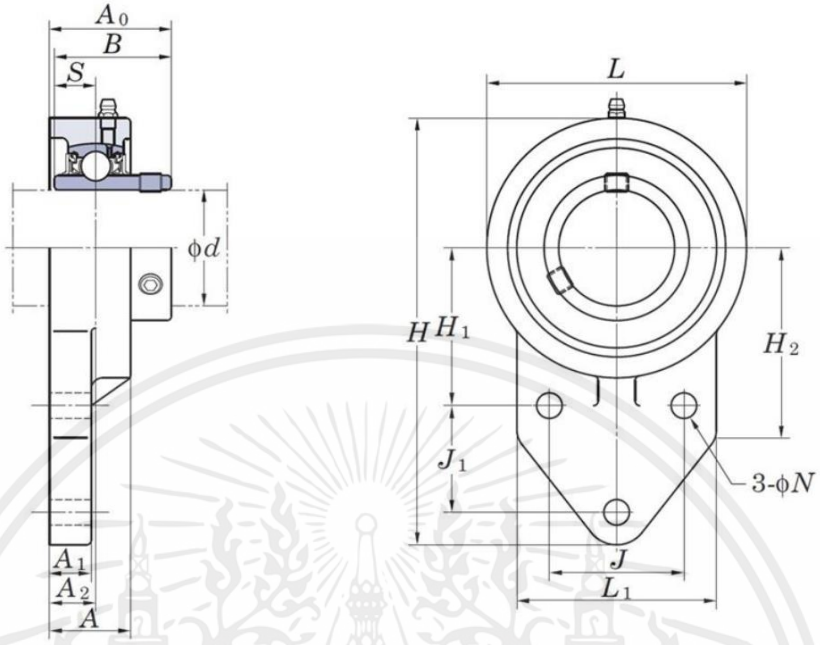
Specification of the MTTF value and the B10d value do not represent any binding quality and/or life expectancy guarantees.

Wiring Diagram



Symbols for Optoelectronic Sensors

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Shaft Dia.		Dimensions inch / mm										
mm	inch											
d		H	L	A	J	J1	N	H1	H2	L1	A1	A2
12		4 11/32 110	2 7/16 62	15/16 24.5	1 17/64 32	1 1/16 27	3/8 9.5	1 21/32 42	2 1/16 52	2 1/16 52	1/2 13	17/32 13.5
	1/2											
15												
	5/8											
17												
	3/4											
20												

A2	A0	B	S	Bolt size inch / mm
17/32 13.5	1 1/4 31.8	1.220 31	0.500 12.7	5/16 M8

Housing No.	Bearing No.	Basic Load Ratings kN		Factor f 0	Mass kg
		Cr	C0r		
FB204	UC201	12.8	6.65	13.2	0.64
	UC201-8				
	UC202				0.62
	UC202-10				
	UC203				0.61
	UC204-12				
	UC204				0.59

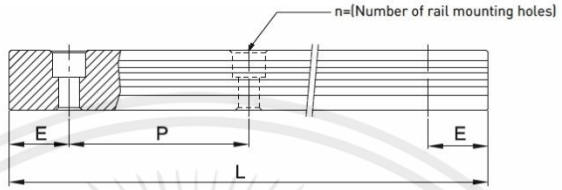
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Linear Guideways

HG Series

2-1-12 Standard and Maximum Lengths of Rail

HIWIN offers standard rail lengths for customer needs. For non-standard E-values, the recommended dimension should not be greater than 1/2 of the pitch (P) dimension. This will prevent an unstable rail end.



$$L = (n-1) \times P + 2 \times E \quad \text{Eq.2.1}$$

L : Total length of rail (mm)
n : Number of mounting holes
P : Distance between any two holes (mm)
E : Distance from the center of the last hole to the edge (mm)

Table 2-1-24 **Rail Standard Length and Max. Length** unit: mm

Item	HG15	HG20	HG25	HG30	HG35	HG45	HG55	HG65
Standard Length L(n)	160 (3)	220 (4)	220 (4)	280 (4)	280 (4)	570 (6)	780 (7)	1,270 (9)
	220 (4)	280 (5)	280 (5)	440 (6)	440 (6)	885 (9)	1,020 (9)	1,570 (11)
	280 (5)	340 (6)	340 (6)	600 (8)	600 (8)	1,200 (12)	1,260 (11)	2,020 (14)
	340 (6)	460 (8)	460 (8)	760 (10)	760 (10)	1,620 (16)	1,500 (13)	2,620 (18)
	460 (8)	640 (11)	640 (11)	1,000 (13)	1,000 (13)	2,040 (20)	1,980 (17)	
	640 (11)	820 (14)	820 (14)	1,640 (21)	1,640 (21)	2,460 (24)	2,580 (22)	
	820 (14)	1,000 (17)	1,000 (17)	2,040 (26)	2,040 (26)	2,985 (29)	2,940 (25)	
		1,240 (21)	1,240 (21)	2,520 (32)	2,520 (32)			
			1,600 (27)	3,000 (38)	3,000 (38)			
Pitch (P)	60	60	60	80	80	105	120	150
Distance to End (E_1)	20	20	20	20	20	22.5	30	35
Max. Standard Length	1,960 (33)	4,000 (67)	4,000 (67)	3,960 (50)	3,960 (50)	3,930 (38)	3,900 (33)	3,970 (27)
Max. Length	2,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000

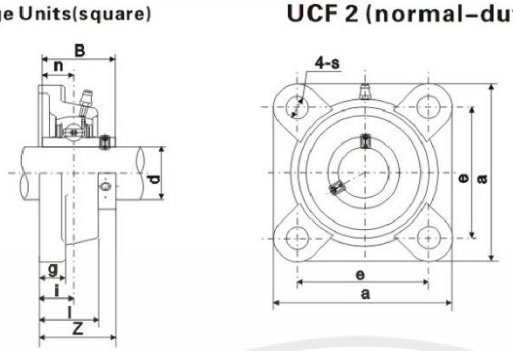
Note : 1. Tolerance of E value for standard rail is 0.5~-0.5 mm. Tolerance of E value for jointed rail is 0~-0.3 mm.
2. Maximum standard length means the max. rail length with standard E value on both sides.
3. If different E value is needed, please contact HIWIN.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bearing Units

Flange Units(square)

UCF 2 (normal–duty)



S(SM)-UCF

Unit No.	Dimensions mm											Bolt Size mm	Bearing No.1)	Housing No.	Weight (kg)
	d	a	e	j	g	l	s	z	t	B	n				
UCF201	12	86	64	15	12	25.5	12	33.3	37.5	31	12.7	M10	UC201	F204	0.60
UCF202	15	86	64	15	12	25.5	12	33.3	37.5	31	12.7	M10	UC202	F204	0.59
UCF203	17	86	64	15	12	25.5	12	33.3	37.5	31	12.7	M10	UC203	F204	0.58
UCF204	20	86	64	15	12	25.5	12	33.3	37.5	31	12.7	M10	UC204	F204	0.56
UCF205	25	95	70	16	14	27	12	35.8	40	34.1	14.3	M10	UC205	F205	0.80
UCF206	30	108	83	18	14	31	12	40.2	44.5	38.1	15.9	M10	UC206	F206	1.12
UCF207	35	117	92	19	16	34	14	44.4	48.5	42.9	17.5	M12	UC207	F207	1.46
UCF208	40	130	102	21	16	36	16	51.2	55.5	49.2	19	M14	UC208	F208	1.84
UCF209	45	137	105	22	18	38	16	52.2	56.5	49.2	19	M14	UC209	F209	2.15
UCF210	50	143	111	22	18	40	16	54.6	59.5	51.6	19	M14	UC210	F210	2.42
UCF211	55	162	130	25	20	43	19	58.4	63	55.6	22.2	M16	UC211	F211	3.31
UCF212	60	175	143	29	20	48	19	68.7	73.5	65.1	25.4	M16	UC212	F212	4.28
UCF213	65	187	149	30	22	50	19	69.7	74.5	65.1	25.4	M16	UC213	F213	4.99
UCF214	70	193	152	31	22	54	19	75.4	81.5	74.6	30.2	M16	UC214	F214	5.85
UCF215	75	200	159	34	22	56	19	78.5	83.5	77.8	33.3	M16	UC215	F215	6.91
UCF216	80	208	165	34	22	58	23	83.3	88.5	82.6	33.3	M20	UC216	F216	7.50
UCF217	85	220	175	36	24	63	23	87.6	92.6	85.7	34.1	M20	UC217	F217	9.66
UCF218	90	235	187	40	24	68	23	96.3	101.5	96	39.7	M20	UC218	F218	12.06

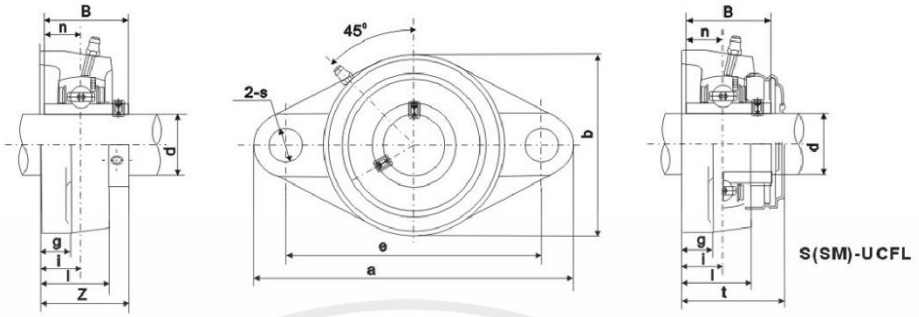
Note:

1. UC201–203 have the same outer dimension with UC204.
2. Insert bearings in this series could also choose bearings such as NA2···, SA2···, SB2···, UCX···, and so on, with the same mounting diamensions as UCP2. . . .
3. Items in Inch series are also produced, with the same mounting dimensions as in Metric series.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bearing Units

Flange Units(oval) **UCFL2 (normal-duty)**



Unit No.	Dimensions mm												Bolt Size mm	Bearing No.1)	Housing NO.	Weight (kg)
	d	a	e	i	g	l	s	b	z	t	B	n				
UCFL201	12	113	90	15	11	25.5	12	60	33.3	37.5	31	12.7	M10	UC201	FL204	0.45
UCFL202	15	113	90	15	11	25.5	12	60	33.3	37.5	31	12.7	M10	UC202	FL204	0.44
UCFL203	17	113	90	15	11	25.5	12	60	33.3	37.5	31	12.7	M10	UC203	FL204	0.43
UCFL204	20	113	90	15	11	25.5	12	60	33.3	37.5	31	12.7	M10	UC204	FL204	0.41
UCFL205	25	130	99	16	13	27	16	68	35.8	40	34.1	14.3	M14	UC205	FL205	0.58
UCFL206	30	148	117	18	13	31	16	80	40.2	44.5	38.1	15.9	M14	UC206	FL206	0.86
UCFL207	35	161	130	19	14	34	16	90	44.4	48.5	42.9	17.5	M14	UC207	FL207	1.08
UCFL208	40	175	144	21	14	36	16	100	51.2	55.5	49.2	19	M14	UC208	FL208	1.44
UCFL209	45	188	148	22	15	38	19	108	52.2	56.5	49.2	19	M16	UC209	FL209	1.74
UCFL210	50	197	157	22	15	40	19	115	54.6	59.5	51.6	19	M16	UC210	FL210	2.10
UCFL211	55	224	184	25	18	43	19	130	58.4	63	55.6	22.2	M16	UC211	FL211	2.91
UCFL212	60	250	202	29	18	48	23	140	68.7	73.5	65.1	25.4	M20	UC212	FL212	3.74
UCFL213	65	258	210	30	22	50	23	155	69.7	74.5	65.1	25.4	M20	UC213	FL213	4.57
UCFL214	70	265	216	31	22	54	23	160	75.4	-	74.6	30.2	M20	UC214	FL214	5.11
UCFL215	75	275	225	34	22	56	23	165	78.5	-	77.8	33.3	M20	UC215	FL215	5.37
UCFL216	80	290	233	34	22	58	25	180	83.3	-	82.6	33.3	M22	UC216	FL216	7.20
UCFL217	85	305	248	36	24	63	25	190	87.6	-	85.7	34.1	M22	UC217	FL217	8.61
UCFL218	90	320	265	40	24	68	25	205	96.3	-	96	39.7	M22	UC218	FL218	10.51

Note:

1. UC201-203 have the same outer dimension with UC204.
2. Insert bearings in this series could also choose bearings such as NA2···, SA2···, SB2···, UCX···, and so on, with the same mounting diamensions as UCFL2. . . .
3. Items in Inch series are also produced, with the same mounting dimensions as in Metric series.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 SPECIFICATIONS

The CPU module specifications are explained below.

2.1 Generic Specifications

Item	Specifications				
Operating ambient temperature*1	-20 to 55℃, non-freezing*2*3				
Storage ambient temperature	-25 to 75℃, non-freezing				
Operating ambient humidity	5 to 95%RH, non-condensation*4				
Storage ambient humidity	5 to 95%RH, non-condensation				
Vibration resistance*5*6	—	Frequency	Acceleration	Half amplitude	Sweep count
	Installed on DIN rail	5 to 8.4 Hz	—	1.75 mm	10 times each in X, Y, Z directions (80 min in each direction)
		8.4 to 150 Hz	4.9 m/s²	—	
	Direct installing	5 to 8.4 Hz	—	3.5 mm	
		8.4 to 150 Hz	9.8 m/s²	—	
Shock resistance*5	147 m/s², Action time: 11 ms, 3 times by half-sine pulse in each direction X, Y, and Z				
Noise durability	By noise simulator at noise voltage of 1000 Vp-p, noise width of 1 μs and period of 30 to 100 Hz				
Grounding	Class D grounding (grounding resistance: 100 Ω or less) <Common grounding with a heavy electrical system is not allowed.>*7				
Working atmosphere	Free from corrosive or flammable gas and excessive conductive dust				
Operating altitude*8	0 to 2000 m				
Installation location	Inside a control panel				
Overvoltage category*9	Ⅱ or less				
Pollution degree*10	2 or less				
Equipment class	Class 2				

*1 The simultaneous ON ratio of available PLC inputs or outputs changes with respect to the ambient temperature, refer to ☞ Page 37 Input/Output Derating Curve.
*2 The operating ambient temperature is 0 to 55℃ for products manufactured before June 2016. For details on Intelligent function modules, refer to manuals of each product.
*3 In the case where operating ambient temperature is lower than 0℃, the specifications are different from the above description. For details, refer to ☞ Page 186 Precautions for Operating Ambient Temperature.
*4 When used in a low-temperature environment, use in an environment with no sudden temperature changes. If there are sudden temperature changes because of opening/closing of the control panel or other reasons, condensation may occur, which may cause a fire, fault, or malfunction. Furthermore, use an air conditioner in dehumidifier mode to prevent condensation.
*5 The criterion is shown in IEC61131-2.
*6 When the system has equipment which specification values are lower than above mentioned vibration resistance specification values, the vibration resistance specification of the whole system is corresponding to the lower specification.
*7 For grounding, refer to ☞ Page 113 Grounding
*8 The PLC cannot be used at a pressure higher than the atmospheric pressure to avoid damage.
*9 This indicates the section of the power supply to which the equipment is assumed to be connected between the public electrical power distribution network and the machinery within premises. Category Ⅱ applies to equipment for which electrical power is supplied from fixed facilities. The surge voltage withstand level for up to the rated voltage of 300 V is 2500 V.
*10 This index indicates the degree to which conductive material is generated in the environment in which the equipment is used. Pollution level 2 is when only non-conductive pollution occurs. Temporary conductivity caused by condensation must be expected occasionally.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Dielectric withstand voltage test and insulation resistance test

Perform dielectric withstand voltage test and insulation resistance test at the following voltages between each terminal and the CPU module ground terminal.

■ CPU module, I/O module

Between terminals	Dielectric withstand voltage	Insulation resistance	Remarks
Between power supply terminal (AC power supply) and ground terminal	1.5 kV AC for one minute	10 MΩ or higher by 500 V DC insulation resistance tester	—
Between power supply terminal (DC power supply) and ground terminal	500 V AC for one minute		—
Between 24 V DC service power supply connected to input terminal (24 V DC) and ground terminal	500 V AC for one minute		—
Between output terminal (relay) and ground terminal	1.5 kV AC for one minute		—
Between output terminal (transistor) and ground terminal	500 V AC for one minute		—

■Expansion board, expansion adapter

Between terminals	Dielectric withstand voltage	Insulation resistance	Remarks
Between terminal of expansion board and ground terminal	Not allowed	Not allowed	Since the expansion board and CPU module are not insulated, it is not allowed to perform the dielectric withstand voltage test and insulation resistance test between them.
Between terminal of expansion adapter and ground terminal	500 V AC for one minute	10 MΩ or higher by 500 V DC insulation resistance tester	—

For dielectric withstand voltage test and insulation resistance test of each product, refer to manuals of each product.

■Intelligent function module

For information concerning dielectric withstand voltage and insulation resistance of intelligent function modules, refer to manuals of each intelligent function module.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications

Bore size (mm)	6	8	12	16	20	25
Piping port size	M3 x 0.5	M5 x 0.8			Rc 1/8, NPT 1/8, G 1/8	
Fluid	Air					
Action	Double acting					
Operating pressure	0.15 to 0.7 MPa					
Proof pressure	1.05 MPa					
Ambient and fluid temperature	–10 to 60°C					
Piston speed	50 to 500 mm/s					
Cushion	Rubber bumper (Standard, With stroke adjuster) Shock absorber (Optional)					
Lubrication	Non-lube					
Auto switch (Optional)	Reed auto switch (2-wire, 3-wire) Solid state auto switch (2-wire, 3-wire) 2-color indication solid state auto switch (2-wire, 3-wire)					
Stroke length tolerance	$^{+1}_{0}$ mm					

Option

Adjuster options	With stroke adjuster	Extension end (AS)	Stroke adjustment range 0 to 5 mm
		Retraction end (AT)	
		Adjuster on both ends (A)	
	With shock absorber	Extension end (BS)	W/ shock absorber is not available with the MXS6 series.
		Retraction end (BT)	
		Absorber on both ends (B)	
Functional options	With buffer (F)		W/ end lock is not available with the MXS6 series.
	With end lock (R)		
	Axial piping type (P)		

* For details of adjuster and functional option, refer to "Optional Specifications" on pages 70 to 73.

Made to Order

(For details, refer to pages 1955 to 2021.)

Symbol	Specifications
-X7	PTFE grease
-X9	Grease for food
-X11	Adjusting bolt, long specification (Adjustment range: 15 mm)
-X12	Adjusting bolt, long specification (Adjustment range: 25 mm)
-X33	Without built-in auto switch magnet
-X39	Fluororubber seal
-X42	Anti-corrosive specifications for guide unit
-X45	EPDM seal

For clean room specifications, refer to "Pneumatic Clean Series" catalog.

Standard Stroke

Model	Standard stroke (mm)
MXS6	10, 20, 30, 40, 50
MXS8	10, 20, 30, 40, 50, 75
MXS12	10, 20, 30, 40, 50, 75, 100
MXS16	10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125
MXS20	10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150
MXS25	10, 20, 30, 40, 50, 75, 100, 125, 150

Theoretical Output

OUT ← → IN

The dual rod ensures an output twice that of existing cylinders. (N)

Bore size (mm)	Rod size (mm)	Operating direction	Piston area (mm²)	Operating pressure (MPa) 0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
6	3	OUT	57	11	17	23	29	34	40
		IN	42	8	13	17	21	25	29
8	4	OUT	101	20	30	40	51	61	71
		IN	75	15	23	30	38	45	53
12	6	OUT	226	45	68	90	113	136	158
		IN	170	34	51	68	85	102	119
16	8	OUT	402	80	121	161	201	241	281
		IN	302	60	91	121	151	181	211
20	10	OUT	628	126	188	251	314	377	440
		IN	471	94	141	188	236	283	330
25	12	OUT	982	196	295	393	491	589	687
		IN	756	151	227	302	378	454	529

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

Mass

(g)

Model	Standard stroke (mm) 10	20	30	40	50	75	100	125	150	Additional mass of adjuster option: Rubber stopper Extension end	Rubber stopper Retraction end	Shock absorber Extension end	Shock absorber Retraction end	Additional mass of functional option: With buffer	With end lock	Axial piping type S: Stroke (mm)
MXS6 (L)	80	100	115	155	180	—	—	—	—	10	5	—	—	30	—	13+0.15S
MXS8 (L)	150	160	190	235	285	410	—	—	—	15	9	35	45	40	40	26+0.17S
MXS12 (L)	325	325	325	385	480	660	890	—	—	30	20	50	60	80	90	43+0.21S
MXS16 (L)	570	570	580	640	760	1090	1370	1700	—	50	30	80	105	120	160	55+0.21S
MXS20 (L)	960	980	1010	1100	1250	1630	2150	2670	3190	100	71	170	205	140	310	150+0.45S
MXS25 (L)	1660	1680	1690	1840	2090	2650	3270	4140	4710	150	125	215	300	240	540	220+0.45S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table Deflection (Reference Values)

Table displacement due to pitch moment load

Table displacement when loads are applied to the section marked with the arrow at the full stroke.

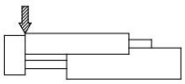


Table displacement due to yaw moment load

Table displacement when loads are applied to the section marked with the arrow at the full stroke.

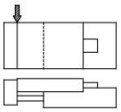
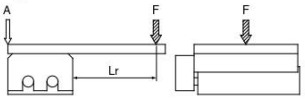
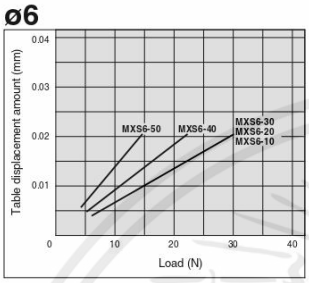


Table displacement due to roll moment load

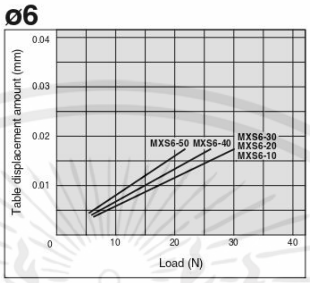
Table displacement of section A when loads are applied to the section F with the slide table retracted.



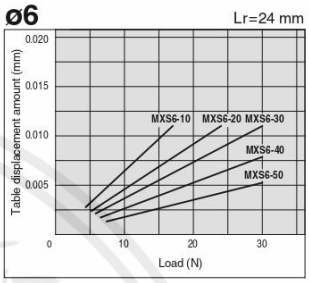
ø6



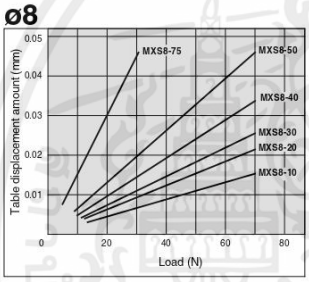
ø6



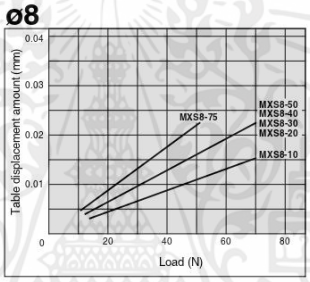
ø6 Lr=24 mm



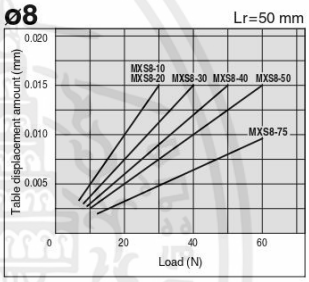
ø8



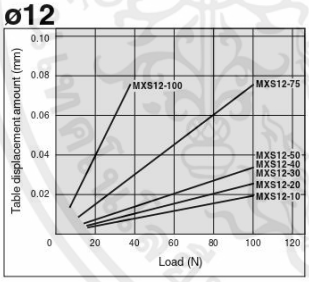
ø8



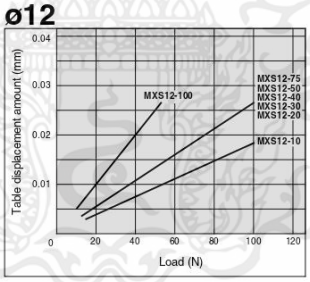
ø8 Lr=50 mm



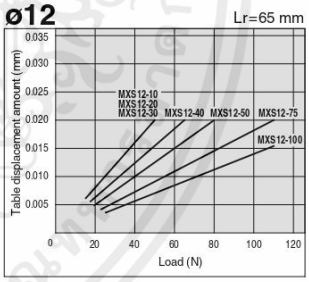
ø12



ø12



ø12 Lr=65 mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The graphs below show the table displacement when the static moment load is applied to the table. The graphs do not show the loadable mass. Refer to the Model Selection for the loadable mass.

Table displacement due to pitch moment load

Table displacement when loads are applied to the section marked with the arrow at the full stroke.

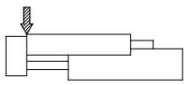


Table displacement due to yaw moment load

Table displacement when loads are applied to the section marked with the arrow at the full stroke.

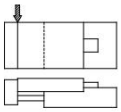
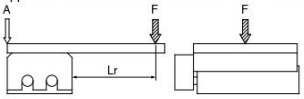
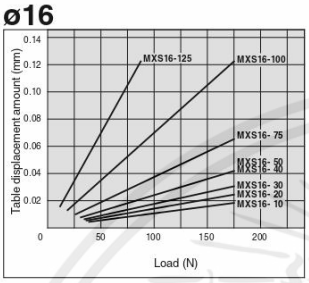


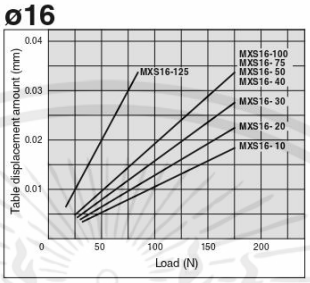
Table displacement due to roll moment load

Table displacement of section A when loads are applied to the section F with the slide table retracted.

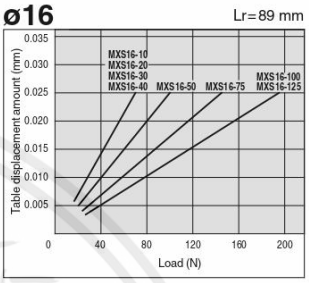


ø16

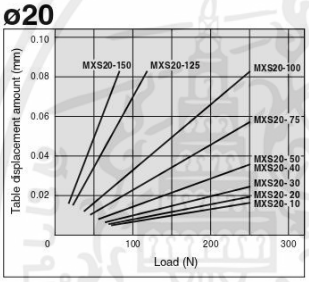


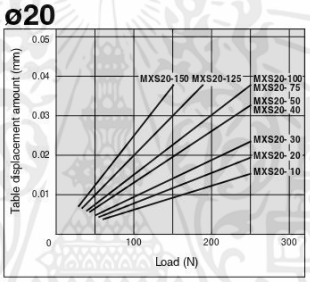


ø16 Lr=89 mm

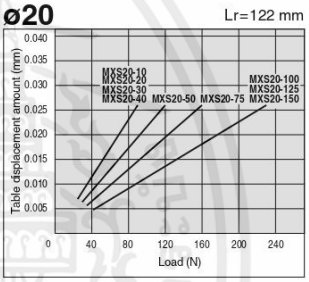


ø20

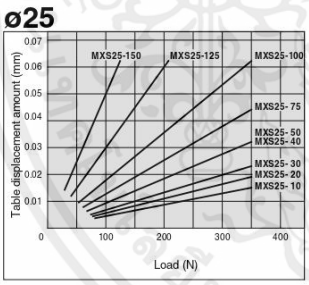


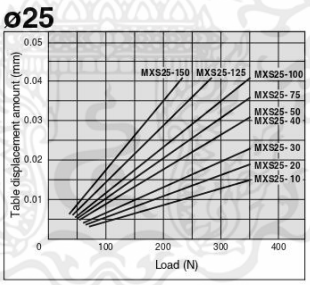


ø20 Lr=122 mm

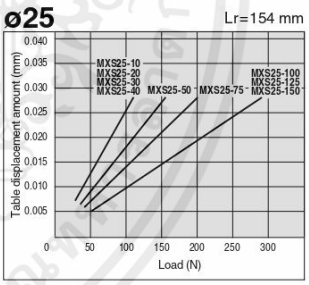


ø25





ø25 Lr=154 mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Standard cylinder——SC Series

—— Tie–rod type

Installation and application

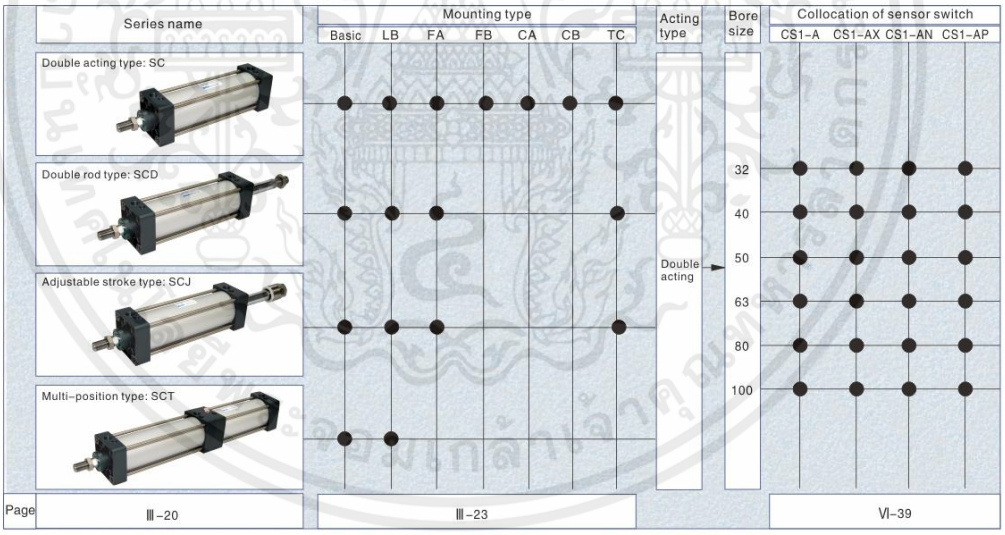
1、When load changes in the work, the cylinder with abundant output capacity shall be selected;
2、Relative cylinder with high temperature resistance or corrosion resistance shall be chosen under the condition of high temperature or corrosion;
3、Necessary protection measure shall be taken in the environment with larger humidity, much dust or water drops, oil dust and welding dregs;
4、Dirty substances in the pipe must be cleared away before cylinder is connected with pipeline to prevent the entrance of sundries into the cylinder;
5、The medium used by cylinder shall be filtered by the filter core of above 40um;
6、Anti–freezing measure shall be adopted under low temperature environment to prevent moisture freezing;
7、The cylinder shall be carried out test run without load before application. Prior to run, buffer shall be turned to the minimum and gradually released to avoid the damage on cylinder caused by excessive impact;
8、The cylinder shall avoid the influence of side load in operation to maintain the normal work of cylinder and extend the service life;
9、If the cylinder is dismantled and stored for a long time, please conduct anti–rust treatment to the surface. Anti–dust jam cap shall be added in air intake and outlet orifices.

Criteria for selection: Cylinder thrust

Unit: Newton (N)

Bore size (mm)		32		40		50		63		80		100	
Rod size (mm)		12		16		20		20		25		25	
Acting type		Double acting											
		Push side	Pull side	Push side	Pull side	Push side	Pull side	Push side	Pull side	Push side	Pull side	Push side	Pull side
Pressure area(mm^2)		804	690	1256	1055	1963	1649	3117	2803	5026	4536	7853	7362
Operating pressure (MPa)	0.1	80.4	69.0	125.6	105.5	196.3	164.9	311.7	280.3	502.6	453.6	785.3	736.2
	0.2	160.8	138.0	251.2	211.0	392.6	329.8	623.4	560.6	1005.2	907.2	1570.6	1472.4
	0.3	241.2	207.0	376.8	316.5	588.9	494.7	935.1	840.9	1507.8	1360.8	2355.9	2208.6
	0.4	321.6	276.0	502.4	422.0	785.2	659.6	1246.8	1121.2	2010.4	1814.4	3141.2	2944.8
	0.5	402.0	345.0	628.0	527.5	981.5	824.5	1558.5	1401.5	2513.0	2268.0	3926.5	3681.0
	0.6	482.4	414.0	753.6	633.0	1177.8	989.4	1870.2	1681.8	3015.6	2721.6	4711.8	4417.2
	0.7	562.8	483.0	879.2	738.5	1374.1	1154.3	2181.9	1962.1	3518.2	3175.2	5497.1	5153.4
	0.8	643.2	552.0	1004.8	844.0	1570.4	1319.2	2493.6	2242.4	4020.8	3628.8	6282.4	5889.6
	0.9	723.6	621.0	1130.4	949.5	1766.7	1484.1	2805.3	2522.7	4523.4	4082.4	7067.7	6625.8

Product series



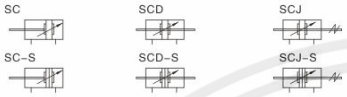
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Standard cylinder(Tir-rod)

AirTAC

SC Series

Symbol



Product feature

1、Standard cylinder manufactured by our enterprise;
2、The seal of piston adopts heterogeneous two way seal structure. Its dimension is tight and it has the function of oil reservation;
3、It is tie rod cylinder. The cylinder barrel and front/rear cap is jointed by tie rods with high reliability;
4、Compared with ISO15552 standard cylinder, SC series cylinder with the same bore size is shorter;
5、The buffer adjustment of cylinder is smooth and steady;
6、Cylinders and mounting accessories with several specifications are optional;
7、The seal material with high temperature resistance is adopted to guarantee the normal operation of cylinder at 150℃.

Specification

Bore size mm		32	40	50	63	80	100
Acting type		Double acting					
Fluid		Air(to be filtered by 40um filter element)					
Mounting type	SC	Basic FA FB CA CB LB TC TF					
	SCD、SCJ	Basic FA LB TC TF					
Operating pressure		0.1~1.0MPa(14~145Psi)					
Proof pressure		1.5MPa(215Psi)					
Temperature ℃		-20~80					
Speed range mm/s		30~800					
Stroke tolerance		0~250 $^{+1.0}_{0}$	251~1000 $^{+1.4}_{0}$		1001~1500 $^{+1.8}_{0}$		
Cushion type		Variable cushion					
Adjustable cushion stroke mm		21				28	29
Port size ①		1/8"	1/4"		3/8"		1/2"

① PT thread、NPT thread and G thread are available;
Add: Refer to PVI-39~VI-50 for detail of sensor switch.

Stroke

Unit: mm

Series Name	Bore size (mm)	Standard stroke	Max. stroke	Available stroke
SC SCD SCJ	32	25 50 75 80 100 125 150 175 200 225 250 300 350 400 450 500	1000	2000
	40	25 50 75 80 100 125 150 175 200 225 250 300 350 400 450 500 600 700 800 900 1000	1200	2000
	50		1200	2000
	63		1500	2000
	80		1500	2000
	100		1500	2000

Note: if the stroke is ≥1600mm within the maximum stroke scope, it is treated as non-standard one. Please contact the company for other special strokes.

Ordering code

SC — 50 × 50 — S — □ — □ — P
SCD — 50 × 50 — S — □ — □ — P
SCJ — 50 × 50 — 20 — S — □ — □ — P

Thread type
P: PT
T: NPT
G: G

Seal material
Blank: TPU
H: Viton
N: NBR

Stroke

Bore size

Adjustable stroke
10: 10mm
20: 20mm
30: 30mm
40: 40mm
50: 50mm
75: 75mm
100: 100mm

Model
SC: Double acting type
SCD: Double rod type
SCJ: Adjustable stroke type

Magnet
S: With magnet
Blank: Without magnet

② Mounting type

	Mounting type	Available series	Memo
Blank		SC SCD SCJ	
LB			
FA		SC SCD SCJ	
FB		SC	
CA			
CB			
TC		SC SCD SCJ	Be used with TF

① Please see PIII-23~III-24 for detail.

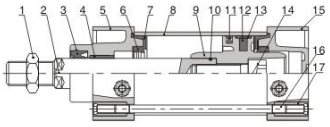
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Standard cylinder(Tie-rod)

AirTAC

SC Series

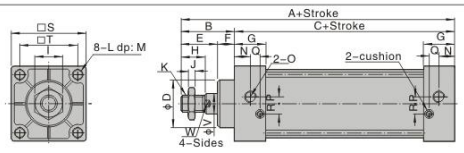
Inner structure and material of major parts



NO.	Item	Material
1	Rod nut	Carbon steel
2	Piston rod	Carbon steel with 20um chrome plated
3	Front cover packing	TPU
4	Bushing	Wear resistant material
5	Front cover	Aluminum alloy
6	Cushion O-ring	NBR
7	Cushion gasket	TPU
8	Barrel	Aluminum alloy
9	Piston	Aluminum alloy
10	Piston rod O-ring	NBR
11	Piston O-ring	NBR
12	Magnet	Plastic
13	Wear ring	Wear resistant material
14	Bolt	Carbon steel
15	Back cover	Aluminum alloy
16	Tie-rod	Carbon steel
17	Tie-rod nut	Carbon steel

Dimensions

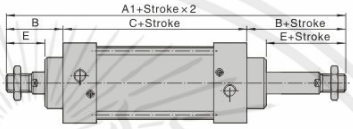
SC



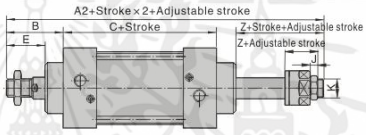
Remark: The dimensions of magnet type cylinder are the same as non-magnet type cylinder.

Item / Bore size	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	V	W
32	140	47	93	28	32	15	27.5	22	17	6	M10×1.25	M6×1	9.5	14	1/8"	5.5	6	6.5	45	33	12	10
40	142	49	93	32	34	15	27.5	24	17	7	M12×1.25	M6×1	9.5	15	1/4"	6	5	8.5	50	37	16	14
50	150	57	93	38	42	15	27.5	32	23	8	M16×1.5	M6×1	9.5	17	1/4"	8.5	2.5	10	62	47	20	17
63	153	57	96	38	42	15	27.5	32	23	8	M16×1.5	M8×1.25	9.5	15	3/8"	9.5	4	8.5	75	56	20	17
80	182	75	107	47	54	21	33	40	26	10	M20×1.5	M10×1.5	11.5	19.5	3/8"	10	4.5	14	94	70	25	22
100	188	75	113	47	54	21	33	40	26	10	M20×1.5	M10×1.5	11.5	16.5	1/2"	11	6.5	14	112	84	25	22

SCD



SCJ



Bore size\Item	A1	A2	B	C	E	Z	J	K
32	187	182	47	93	32	27	6	M10X1.25
40	191	185	49	93	34	28	7	M12X1.25
50	207	194	57	93	42	29	8	M16X1.5
63	210	197	57	96	42	29	8	M16X1.5
80	257	238.5	75	107	54	35.5	10	M20X1.5
100	263	244.5	75	113	54	35.5	10	M20X1.5

Remark:
1、The dimensions of magnet type cylinder are the same as non-magnet type cylinder.
2、The unmarked dimension is the same as SC standard type.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Standard cylinder(Tie-rod)

AirTAC

SCT Series

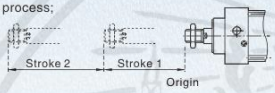
Symbol

SCT

SCT-S

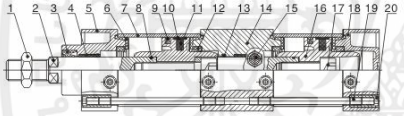
Product feature

1、Standard cylinder manufactured by our enterprise;
2、The seal of piston adopts heterogeneous two way seal structure.Its dimension is tight and it has the function of oil reservation;
3、It is tie rod cylinder. The cylinder barrel and front/rear cap is jointed by tie rods with high reliability;
4、Piston rod can be positioned in several positions in the whole action process;



5、The buffer adjustment of cylinder is smooth and steady;
6、Cylinders and mounting accessories with several specifications are optional;
7、The seal material with high temperature resistance is adopted to guarantee the normal operation of cylinder at 150℃.

Inner structure and material of major parts



NO.	Item	Material
1	Rod nut	Carbon steel
2	Piston rod	Carbon steel with 20um chrome plated
3	Front cover packing	TPU
4	Bushing	Wear resistant material
5	Front cover	Aluminum alloy
6	Buffer gasket	TPU
7	Barrel	Aluminum alloy
8	O-ring	NBR
9	Piston O-ring	NBR
10	Wearing ring	Wear resistant material
11	Magnet	Plastic
12	Gasket	NBR
13	O-ring	NBR
14	Joint seat	Aluminum alloy
15	Silencer	
16	Piston	Aluminum alloy
17	Screw	Carbon steel
18	Back cover	Aluminum alloy
19	Tie-rod	Carbon steel
20	Tie-rod nut	Carbon steel

Specification

Bore size mm	32	40	50	63	80	100
Acting type	Double acting					
Fluid	Air(to be filtered by 40um filter element)					
Mounting type	Basic LB					
Operating pressure	0.1~1.0MPa(14~145Psi)					
Proof pressure	1.5MPa(215Psi)					
Temperature ℃	-20~80					
Speed range mm/s	30~800					
Stroke tolerance	0~250 $^{+1.0}_{0}$	251~1000 $^{+1.4}_{0}$		1001~1500 $^{+1.8}_{0}$		
Cushion type	Variable cushion					
Adjustable cushion stroke mm	21				28	29
Port size ①	1/8"	1/4"		3/8"		1/2"

① PT thread、NPT thread and G thread are available;
Add: Refer to PVI-39~VI-50 for detail of sensor switch.

Stroke

單位：mm

Bore size(mm)	Standard stroke	Max.stroke	Available stroke
32	25 50 75 80 100 125 150 160 175 200 250 300 350 400 450 500	500	800
40		500	800
50		500	800
63		500	800
80		500	800
100		500	800

Note: if the stroke is ⩾1600mm within the maximum stroke scope, it is treated as non-standard one. Please contact the company for other special strokes.

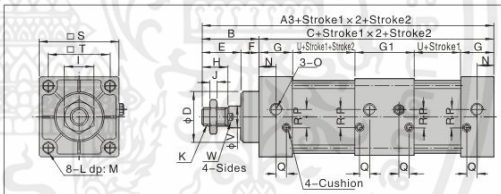
Ordering code

SCT — 50 × 50 × 50 — S — □ — □ — P

- Model: SCT: Multi-position type
- Bore size
- Stroke 1
- Stroke 2
- Magnet: S: With magnet; Blank: Without magnet
- Seal Material: Blank: TPU; H: Viton; N: NBR
- ① Mounting type: Blank; LB
- Thread type: P: PT; T: NPT; G: G

① Please refer to PIII-23~III-24 for the installation accessories.

Dimensions



Remark: The dimensions of magnet type cylinder are the same as non-magnet type cylinder.

Bore size\Item	A3	B	C	D	E	F	G	G1	H	I	J	K	L
32	233	47	186	28	32	15	27.5	55	22	17	6	M10×1.25	M6×1
40	235	49	186	32	34	15	27.5	55	24	17	7	M12×1.25	M6×1
50	243	57	186	38	42	15	27.5	55	32	23	8	M16×1.5	M6×1
63	249	57	192	38	42	15	27.5	55	32	23	8	M16×1.5	M8×1.25
80	296	75	221	47	54	21	33	73	40	26	10	M20×1.5	M10×1.5
100	308	75	233	47	54	21	33	73	40	26	10	M20×1.5	M10×1.5

Bore size\Item	M	N	O	P	Q	R	S	T	V	U	W
32	9.5	14	1/8"	5.5	6	6.5	45	33	12	38	10
40	9.5	15	1/4"	6	5	8.5	50	37	16	38	14
50	9.5	17	1/4"	8.5	2.5	10	62	47	20	38	17
63	9.5	15	3/8"	9.5	4	8.5	75	56	20	41	17
80	11.5	19.5	3/8"	10	4.5	14	94	70	25	41	22
100	11.5	16.5	1/2"	11	6.5	14	112	84	25	47	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Standard cylinder(Tie-rod)

AirTAC

Accessories

Ordering code

F — SC 50 CA ①

Accessory | Model | Bore size | Accessory type

Mounting accessory	
LB	LB type
FA	FA type
FB	FB type
CA	CA type
CB②	CB type
TC	TC type
TF	TF type

①: Please see accessory list on PIII-24 for accessory detail;
②: CB is attached with relevant PIN.

Accessory selection

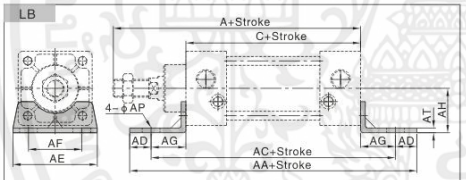
Cylinder model		SC		SCD		SCJ		SCT	
Accessories		Standard	With magnet	Standard	With magnet	Standard	With magnet	Standard	With magnet
Mounting accessory	LB	●	●	●	●	●	●	●	●
	FA	●	●	●	●	●	●	●	●
	FB	●	●	×	×	×	×	●	×
	CA	●	●	×	×	×	×	●	×
	CB	●	●	×	×	×	×	●	×
	TC	●	●	●	●	●	●	×	×
	TF	●	●	●	●	●	●	×	×
① Knuckle	I	●	●	●	●	●	●	●	●
	Y	●	●	●	●	●	●	●	●
	U	●	●	●	●	●	●	●	●
	F	●	●	●	●	●	●	●	●
② Sensor switch	CS1-A	×	●	×	●	×	●	×	●
	CS1-AX	×	●	×	●	×	●	×	●
	CS1-AN	×	●	×	●	×	●	×	●
	CS1-AP	×	●	×	●	×	●	×	●

①: Please refer to PVI-33~VI-38 for knuckle detail;
②: Please refer to PVI-39~VI-50 for detail of sensor switch.

Material of accessories

Accessories	Mounting accessories							Joint accessories			
Bore size	LB	FA	FB	CA	CB	TC	TF	I	Y	U	F
32~100	Carbon steel	Aluminum alloy		Nodular castiron				Carbon steel			

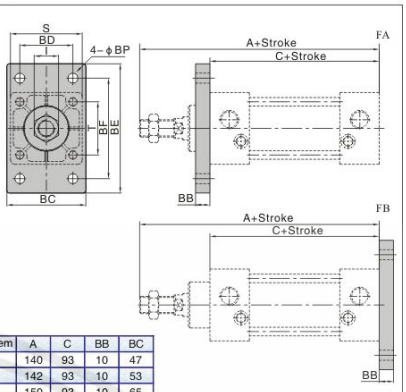
LB



Bore size\Item	A	C	AA	AC	AD	AE	AF	AG	AH	AP	AT
32	140	93	153	134	9.5	50	33	20.5	28	9	3
40	142	93	169	140	14.5	57	36	23.5	30	12	3
50	150	93	173	149	12	68	47	28	36.5	12	3
63	153	96	184	158	13	80	56	31	41	12	3
80	182	107	199	167	16	97	70	30	49	14	4
100	188	113	209	173	18	112	84	30	57	14	4

Dimensions

FA、FB

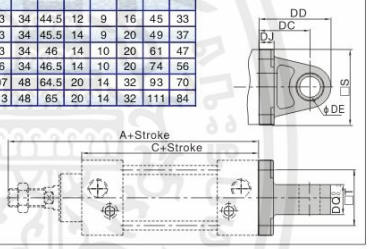


Bore size\Item	A	C	BB	BC
32	140	93	10	47
40	142	93	10	53
50	150	93	10	65
63	153	96	12	75
80	182	107	16	95
100	188	113	16	115

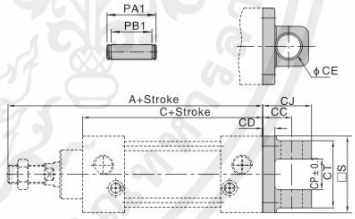
Bore size\Item	BD	BE	BF	BP	I	S	T
32	33	80	58	7	17	45	33
40	36	90	70	7	17	50	37
50	47	104	86	9	23	62	47
63	56	118	98	9	23	75	56
80	70	140	119	11	26	94	70
100	84	160	138	11	26	112	84

CA

Item / Bore size	A	C	DC	DD	DE	DJ	DQ	S	T
32	140	93	34	44.5	12	9	16	45	33
40	142	93	34	45.5	14	9	20	49	37
50	150	93	34	46	14	10	20	61	47
63	153	96	34	46.5	14	10	20	74	56
80	182	107	48	64.5	20	14	32	93	70
100	188	113	48	65	20	14	32	111	84



CB



Item / Bore size	A	C	S	CC	CD	CE	CJ	CP	CT	PA1	PB1
32	140	93	45	19	9	12	29.5	16.3	32	39	32.8
40	142	93	49	19	9	14	30.5	20.3	44	51	44.8
50	150	93	61	19	10	14	31	20.3	52	59	52.8
63	153	96	74	19	10	14	31.5	20.3	52	59	52.8
80	182	107	93	32	14	20	48.5	32.3	64	73	64.8
100	188	113	111	32	14	20	49	32.3	64	73	64.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Standard cylinder(Tie-rod)

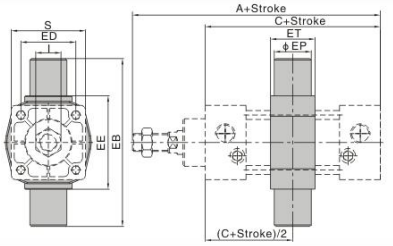
AirTAC

Accessories

TC

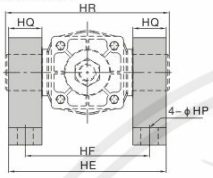
Item / Bore size	A	C	EB	ED	EE	EP	ET	I	S
32	140	93	87	33	55	16	22	17	45
40	142	93	113	37	63	25	28	17	50
50	150	93	126	47	76	25	28	23	62
63	153	96	138	56	88	25	30	23	75
80	182	107	164	70	114	25	32	26	94
100	188	113	182	84	132	25	38	26	112

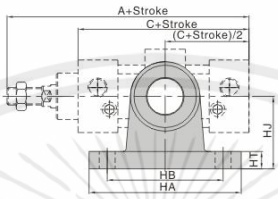
Note: The installation position of the accessories can not be adjusted arbitrarily.



TF

SC Series use





Note: The installation position of the accessories can not be adjusted arbitrarily.

Bore size \Item	A	C	HA	HB	HE	HF	HP	HQ	HR	HT	HJ
32	140	93	100	75	90	71	12	16	87	11	54
40	142	93	103	80	109	86	11	23	113	12	50
50	150	93	103	80	122	99	11	23	126	12	50
63	153	96	103	80	134	111	11	23	138	12	50
80	182	107	110	85	160	137	13	23	164	12	70
100	188	113	110	85	178	155	13	23	182	12	70

List for ordering code of accessories

Accessories \ Bore size		32	40	50	63	80	100
Mounting accessory	LB	F-SC32LB	F-SC40LB	F-SC50LB	F-SC63LB	F-SC80LB	F-SC100LB
	FA	F-SC32FA	F-SC40FA	F-SC50FA	F-SC63FA	F-SC80FA	F-SC100FA
	FB						
	CA	F-SC32CA	F-SC40CA	F-SC50CA	F-SC63CA	F-SC80CA	F-SC100CA
	CB	F-SC32CB	F-SC40CB	F-SC50CB	F-SC63CB	F-SC80CB	F-SC100CB
	TC	F-SC32TC	F-SC40TC	F-SC50TC	F-SC63TC	F-SC80TC	F-SC100TC
	TF	F-SI40TF	F-SC40TF			F-SC80TF	
Knuckle	I: I Knuckle	F-M10125II	F-M12125II	F-M16150II		F-M20150II	
	Y: Y Knuckle	F-M10125YI	F-M12125YI	F-M16150YI		F-M20150YI	
	U: U Knuckle	F-M10125U	F-M12125U	F-M16150U		F-M20150U	
	F: F Knuckle	F-M10125F	F-M12125F	F-M16150F		F-M20150F	
Sensor switch	CS1-A	CS1-A					
	CS1-AX	CS1-AX					
	CS1-AN	CS1-AN					
	CS1-AP	CS1-AP					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	ก้องสกุล ถวายเทียน
วัน เดือน ปีเกิด	21 มิถุนายน 2544
ที่อยู่	4 ซ.เทียนทะเล 20 แยก 12-8 ถ.บางขุนเทียน-ชายทะเล แขวงแสมดำ เขตบางขุนเทียน จ.กรุงเทพฯ
ประวัติการศึกษา	พ.ศ.2561 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมตอปลาย จากโรงเรียนศึกษานารีวิทยา
	Tel. 0623531172
	Email leo.koonleo2@gmail.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้