เครื่องอัตโนมัติสำหรับการติดเทปเพื่อปิดผนึกและการบรรจุหีบห่อ

Automatic Seal Box and Pack Carton Machines

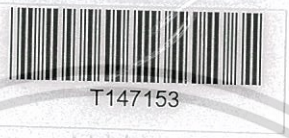
ชวิศา กาญจนกุญชร

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องอัตโนมัติสำหรับการติดเทปเพื่อปิดผนึกและการบรรจุหีบห่อ

Automatic Seal Box and Pack Carton Machines



ชวิศา กาญจนกุญชร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สาขาหมู่.....
เลขทะเบียน 147153
วัน.เดือน.ปี - 3 ก.ค. 2560

.b.18949819
.l.....

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Automatic Seal Box and Pack Carton Machines

CHAVISA KANJANAKUNCHORN

AN INTERNSHIP REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING

COLLEGE OF DATA STORAGE INNOVATION

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	เครื่องอัตโนมัติสำหรับการติดเทปเพื่อปิดผนึกและการบรรจุหีบห่อ Auto Seal Box & Auto Pack Carton
นักศึกษา	นางสาวชวิศา กาญจนกุญชร
รหัสนักศึกษา	55120007
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร. ชานนท์ วริสาร

วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ประจำปีการศึกษา 2558

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ผศ.ดร. ชานนท์ วริสาร	
ดร. ฉัตรพล ภคศิริ	
นาย มนัส สังข์เปีย	
นาย ภาษิต ธาตุสุวรรณ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	เครื่องอัตโนมัติสำหรับการติดเทปเพื่อปิดผนึกและการบรรจุหีบห่อ
นักศึกษา	นางสาวชวิศา กาญจนกุญชร
รหัสนักศึกษา	55120007
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร. ชานนท์ วริสาร
ผู้นิเทศงาน	นาย มนัส สังข์เปีย
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ประกอบธุรกิจเกี่ยวกับการผลิตอุปกรณ์อีเล็คโทรนิคส์ (Original Equipment Manufacturing-OEM) ให้กับเจ้าของผลิตภัณฑ์ชั้นนำของโลกหลายบริษัท จากการที่ได้เข้าไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาในบริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ได้รับมอบหมายให้ปฏิบัติงานในตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า (Electronic Engineer) ซึ่งเป็นตำแหน่งที่สำคัญอีกตำแหน่งในการพัฒนาสายก่ารผลิต

ในการเข้าไปปฏิบัติงานนั้น ได้ทำการศึกษาในส่วนของการพัฒนาสายการผลิตให้กับโรงงานในส่วนการบรรจุภัณฑ์ (Box Built/Sub Assembly (External Hard Disk)) ด้วยการผลิตเครื่องจักรอัตโนมัติในการบรรจุภัณฑ์เอกซ์เทอร์นอลฮาร์ดดิสก์ โดยเริ่มจากการคิดหาปัญหาในสายการผลิต และนำปัญหานั้นมาแก้ไขและพัฒนาร่วมกับทีมงานในแผนกด้วยการผลิตเครื่องจักรอัตโนมัติให้กับโรงงาน 2 เครื่อง ได้แก่ เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ และเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ เริ่มต้นจากทำการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า และเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง ซึ่งจะใช้พีแอลซี (PLC) เป็นตัวควบคุมหลักในการทำงานของเครื่อง

ในการปฏิบัติดังกล่าวข้างต้นจะส่งผลให้บริษัทสามารถลดพนักงานในการบรรจุภัณฑ์ เพื่อประหยัดค่าใช้จ่ายระยะยาว และสามารถลดปริมาณงานให้กับพนักงานในสายการผลิต เพื่อลดความเหนื่อยล้าให้กับพนักงาน และเพิ่มประสิทธิภาพให้กับสายการผลิตอย่างสูงสุด

คำสำคัญ เครื่องจักรอัตโนมัติ พีแอลซี บรรจุภัณฑ์ เอกซ์เทอร์นอลฮาร์ดดิสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Seal Box and Pack Carton Machines
Student	Miss Chavisa Kanjanakunchorn
Student ID	55120007
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2015
Advisor	Assist. Prof. Dr. Chanon Warisarn
Mentor	Mr. Manus Sangpia
Company	Cal-Comp Electronics (Thailand) Public Company Limited

Abstract

According to Cooperative Education, I have a chance to work at Cal-Comp Electronics (Thailand) Public Company Limited. It produces OEM (Original Equipment Manufacturing) which electronics products to the world's leading companies. I am assigned in Electronic Engineer position.

I learn about development of production line. I am in department of Box Built/Sub Assembly (External Hard Disk). When I worked here, I have found the problems and I have a chance to solve the problem. I want to increase efficiency of the production lines so I consult with my colleague. We have the idea to produce automatic machine which uses for packing External Hard Disk such as Auto Seal Box and Auto Pack Carton. We connect the circuit and write programs to control this machine. It is controlled by PLC.

It helps the company to reduce the workload so that employees do not fatigue from overwork. It helps to save costs in long-term because the company can decrease packaging staff. This machine will increase maximally efficiency to production line.

Key Word Automatic Machine PLC Packing External Hard Disk

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 20 กรกฎาคม 2558 ถึงวันที่ 27 พฤศจิกายน 2558 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. คุณคงสิทธิ์ โจวกิจเจริญ (Managing Director) บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ที่เห็นความสำคัญของระบบศึกษาแบบสหกิจศึกษาและได้ให้โอกาสที่มีคุณค่าอย่างยิ่งต่อข้าพเจ้า
2. คุณมนัส สังข์เปีย (Electronic Engineer) ซึ่งเป็น Mentor
3. คุณภาษิต ธาตุสุวรรณ (Electronic Engineer) ซึ่งเป็น Job supervisor
4. คุณนัยวัฒน์ เรือนก้อน (Electronic Engineer)
5. คุณจักรพงษ์ เจียรภัทรานนท์ (Electronic Engineer)
6. คุณวัชระ ใจอิ่ม (Process Engineer)

และบุคลากรท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือ

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริงของข้าพเจ้า ขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

นางสาวชวิศา กาญจนกุญชร

ผู้จัดทำรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง **หน้า**

บทคัดย่อภาษาไทย..... I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II
กิตติกรรมประกาศ..... III
สารบัญ..... IV
สารบัญตาราง..... V
สารบัญภาพ..... VI

บทที่ 1 บทนำ..... 1-5
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... 1
1.2 กล่าวนำ..... 1
1.3 วัตถุประสงค์..... 2
1.4 ขอบเขตของโครงการสหกิจศึกษา..... 2
1.5 รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท..... 2
1.6 รายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน..... 4
1.7 แผนการดำเนินงาน..... 4
1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 5

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง..... 6-56
2.1 พีแอลซี..... 6
2.2 แหล่งจ่ายไฟ..... 31
2.3 ระบบนิวแมติกส์..... 33
2.4 อุปกรณ์เซนเซอร์..... 39
2.5 รีเลย์..... 46
2.6 ตัวกำเนิดสุญญากาศ..... 48
2.7 สวิตช์ควบคุมความดัน..... 49
2.8 มอเตอร์..... 50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	57-95
3.1 ปัญหาของไลน์การผลิตที่พบ	57
3.2 ปัญหาการใช้มนุษย์ในการทำงาน	57
3.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา	58
- เครื่องติดเหรียญบาทอัตโนมัติ	
- เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ	
บทที่ 4 ผลการศึกษา	96-104
4.1 ผลของการทำเครื่อง	96
- เครื่องติดเหรียญบาทอัตโนมัติ	
- เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ	
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	105-108
5.1 สรุปข้อดีและข้อที่ควรปรับปรุงของเครื่อง	105
5.2 ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรและระยะเวลาการคืนทุน	105
5.3 บทสรุป	106
5.4 ผลที่ได้รับจากการปฏิบัติสหกิจศึกษา	107
5.5 แนวทางการพัฒนาต่อ	108
5.6 ปัญหาและข้อเสนอแนะ	108
เอกสารอ้างอิง	109
ภาคผนวก	110-112
ประวัติผู้เขียน	113

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 แสดงระยะเวลาการดำเนินงาน..... 5
2.1 ข้อดีข้อเสียของ PLC แบบ Module..... 17
2.2 ข้อดีข้อเสียของ PLC แบบ Block Type..... 19
2.3 การเปรียบเทียบค่ากำลังทางไฟฟ้า..... 35
3.1 แสดงความหมายของสัญลักษณ์อุปกรณ์ต่าง ๆ..... 61
3.2 แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ..... 64
3.3 แสดงช่อง Input/output ของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ..... 68
3.4 แสดงความหมายของสัญลักษณ์อุปกรณ์ต่าง ๆ..... 81
3.5 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ..... 83
3.6 แสดงช่อง Input/output ของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ..... 87
4.1 แสดงปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆ..... 102
4.2 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในสายการผลิต..... 102
4.3 แสดงการเปรียบเทียบ Cycle Time ของเครื่อง..... 103
4.4 การบันทึกผลการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ..... 105
4.5 การเปรียบเทียบค่า OEE ของเกณฑ์มาตรฐานกับเครื่อง..... 106
4.6 แสดงปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆ..... 107
4.7 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในสายการผลิต..... 108
4.8 แสดงการเปรียบเทียบ Cycle Time ของเครื่อง..... 108
4.9 การบันทึกผลการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ..... 109
5.1 ข้อดี-ข้อควรปรับปรุงของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ..... 110
5.2 ข้อดี-ข้อควรปรับปรุงของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ..... 110
5.3 แสดงราคาของเครื่องสำหรับการบรรจุ..... 110
5.4 แสดงระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่อง..... 111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 แสดงลักษณะของ PLC 7
2.2 โครงสรางภายในของ PLC 8
2.3 โครงสรางของ PLC 9
2.4 แสดงอุปกรณ์อินพุตต่างๆ 10
2.5 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยลอจิกอินพุทแบบ DC 11
2.6 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยลอจิกอินพุทแบบ AC 12
2.7 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยแอนะลอกอินพุท ในรูปของแรงดัน 12
2.8 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยแอนะลอกอินพุท ในรูปของกระแส 13
2.9 แสดงอุปกรณ์เอาท์พุตต่าง ๆ 13
2.10 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยลอจิกเอ้าท์พุทแบบ DC 14
2.11 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยลอจิกเอ้าท์พุทแบบ AC 14
2.12 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยแอนะลอกเอ้าท์พุทในรูปของแรงดัน 15
2.13 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยแอนะลอกเอ้าท์พุทในรูปของกระแส 15
2.14 แสดงรูปร่าง PLC ชนิด Block Type 16
2.15 โครงสร้างภายนอก ของ PLC 16
2.16 แสดงหน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต 17
2.17 แสดงรูปร่างของ PLC ชนิดโมดูล 18
2.18 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล ที่ใช้คอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อ 18
2.19 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล ที่ใช้ BACKPLANE ในการเชื่อมต่อ 19
2.20 แสดงภาษาที่ใช้เขียน PLC แบบ Sequential Flow Chart Language 20
2.21 แสดงภาษาที่ใช้เขียน PLC แบบ Structure Text Language 20
2.22 แสดงภาษาที่ใช้เขียน PLC แบบ Function Block Diagram Language 20
2.23 แสดงภาษาที่ใช้เขียน PLC แบบ Instruction List Language 20
2.24 แสดงภาษาที่ใช้เขียน PLC แบบ Ladder Diagram 21
2.25 แสดงตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ 21
2.26 แสดงวิธีการต่อใช้งานคอมพิวเตอร์กับ PLC 22
2.27 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ผิด 24
2.28 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมที่ถูก 24
2.29 แลดเดอร์ไดอะแกรม A 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.30 แลดเดอร์ไดอะแกรม B..... 25
2.31 การเขียนคำสั่งของแลดเดอร์ไดอะแกรม A..... 25
2.32 การเขียนคำสั่งของแลดเดอร์ไดอะแกรม B..... 26
2.33 แลดเดอร์ไดอะแกรมที่ผิดแบบ Always ON Flag..... 26
2.34 แลดเดอร์ไดอะแกรมที่ถูกแบบ Always ON Flag..... 26
2.35 แลดเดอร์ไดอะแกรมที่ผิดของหน้า Coil..... 26
2.36 แลดเดอร์ไดอะแกรมที่ถูกของหน้า Coil..... 26
2.37 แลดเดอร์ไดอะแกรมที่ผิดของเอาต์พุต..... 27
2.38 แลดเดอร์ไดอะแกรมที่ถูกของเอาต์พุต..... 27
2.39 แลดเดอร์ไดอะแกรมเอาต์พุตคอยล์..... 27
2.40 แสดงการใช้คำสั่ง JMP..... 28
2.41 คำสั่ง SET..... 29
2.42 คำสั่ง KEEP..... 29
2.43 คำสั่ง DIFU..... 29
2.44 คำสั่ง TIM..... 30
2.45 คำสั่ง CNT..... 30
2.46 แสดงจังหวะของการใช้คำสั่ง CNT..... 31
2.47 แหล่งจ่ายไฟ..... 31
2.48 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้า..... 32
2.49 การตอแหลงจายไฟที่มีอินพุตเปนแบบ AC..... 32
2.50 การตอแหลงจายไฟที่มีอินพุตเปนแบบ DC..... 33
2.51 โซลินอยด์วาล์ว..... 34
2.52 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของโซลินอยด์วาล์ว..... 34
2.53 แสดงโครงสร้างของโซลินอยด์..... 34
2.54 แสดงโครงสร้างของวาล์วกำลังหรือเมนวาล์ว..... 35
2.55 แสดงการเลื่อนวาล์วโดยใช้สัญญาณลมช่วย..... 36
2.56 แสดงการสูญเสียเส้นแรงของสัญญาณลมช่วย..... 36
2.57 แสดงโครงสร้างของโซลินอยด์..... 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.58 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง..... 38
2.59 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง..... 38
2.60 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง 39
2.61 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง 39
2.62 เซนเซอร์ชนิดใช้แสง..... 39
2.63 เซนเซอร์ประเภทสะท้อนวัตถุโดยตรง..... 41
2.64 เซนเซอร์ประเภทสะท้อนวัตถุโดยตรงแบบจำกัดลำแสง..... 41
2.65 เซนเซอร์ประเภทตัวส่งและตัวรับแยกกัน..... 41
2.66 แสดงการนำไปประยุกต์ใช้งาน..... 42
2.67 สวิตช์จำกัดระยะ..... 43
2.68 แสดงสัญลักษณ์สวิตช์จำกัดระยะ..... 43
2.69 รีดสวิตช์..... 44
2.70 การทำงานของรีดสวิตช์..... 44
2.71 เซนเซอร์ตรวจจับสี..... 44
2.72 แสดงโครงสร้างของเซนเซอร์ตรวจจับสี..... 45
2.73 แสดงโครงสร้างภายในของเซนเซอร์ตรวจจับสี..... 45
2.74 รีเลย์..... 46
2.75 แสดงรูปร่างและสัญลักษณ์ของรีเลย์..... 46
2.76 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์..... 47
2.77 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของชุดหน้าสัมผัสแบบ 4PST..... 47
2.78 แสดงหน้าสัมผัสแบบ SPDT..... 47
2.79 แสดงหน้าสัมผัสแบบ SPDT แบบ Break – Make และ Make – Break..... 48
2.80 ตัวกำเนิดสุญญากาศ..... 48
2.81 แสดงการทำงานของ Vacuum..... 49
2.82 สวิตช์ควบคุมความดัน..... 49
2.83 มอเตอร์..... 50
2.84 แสดงการทดสอบการกระทำระหว่างสร้างสนามแม่เหล็ก..... 52
2.85 แสดงการทำงานของมอเตอร์..... 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

2.86 แสดงการทำงานของมอเตอร์ 52
2.87 แสดงวงแหวนคอมพิวเตอร์และแปรงถ่าน 53
2.88 แสดงโครงสร้างและภาพจริงของอาเมเจอร์ 53
2.89 แสดงภาพด้านหน้าและด้านหลังขอมอเตอร์ 54
2.90 แสดงสเตเตอร์และส่วนประกอบซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวร 54
2.91 แสดงอาเมเจอร์และส่วนประกอบ 54
2.92 แสดงส่วนพลาสติกที่มีขั้วต่อไฟเชื่อมต่อกับแผ่นทองแดงที่ทำหน้าที่แทนแปรงถ่าน 54
2.93 แสดงการควบคุมการกลับทิศทางของมอเตอร์ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ 55
2.94 แสดงการควบคุมการกลับทิศทางของมอเตอร์ด้วยรีเลย์ 56
3.1 เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ 58
3.2 เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ 58
3.3 แสดง Flow Chart ในการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ 59
3.4 แสดงลักษณะของ Seal Box 60
3.5 แสดงภาพรวมของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ 60
3.6 แสดงการต่อสายไฟบนตู้ควบคุม 64
3.7 แสดงการต่อสวิตซ์ไฟ 65
3.8 แสดงการต่อสายไฟแบบที่มีเซนเซอร์ 65
3.9 แสดงการใช้งานแบบ NPN 66
3.10 แสดงการต่อเซนเซอร์แบบ NPN 66
3.11 แสดงการติดตั้งตู้ควบคุมบนเครื่องอัตโนมัติ 67
3.12 แสดงการติดตั้ง Sensor ต่างๆ บนเครื่องอัตโนมัติ 67
3.13 แสดงการต่อสายไฟแบบสมบูรณ์ (ครบทั้ง Input/output) 67
3.14 แสดงภาพรวมและช่อง Input/output ของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ 69
3.15 แสดงส่วนประกอบของการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ 70
3.16 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (1) 71
3.17 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (2) 72
3.18 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (3) 73
3.19 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (4) 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

3.20 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (5)..... 74
3.21 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (6)..... 75
3.22 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (7)..... 75
3.23 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (8)..... 76
3.24 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (9)..... 76
3.25 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (10)..... 77
3.26 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ..... 77
3.27 แสดงการทดสอบเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ..... 78
3.28 แสดง Flow Chart ในการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ..... 79
3.29 แสดงลักษณะของกล่อง Carton..... 80
3.30 แสดงภาพรวมของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ..... 80
3.31 แสดงการต่อสายไฟบนตู้ควบคุม..... 84
3.32 แสดงการติดตั้งตู้ควบคุมบนเครื่องอัตโนมัติ..... 84
3.33 แสดงการติดตั้ง Sensor ต่างๆ บนเครื่องอัตโนมัติ..... 85
3.34 แสดงการต่อสายไฟแบบสมบูรณ์ (ครบทั้ง Input/output) 85
3.35 แสดงภาพรวมและช่อง Input/output ของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ..... 87
3.36 แสดงส่วนประกอบของการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่อผนึกอัตโนมัติ..... 88
3.37 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (1)..... 88
3.38 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (2)..... 89
3.39 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (3)..... 89
3.40 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (4)..... 90
3.41 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (5)..... 90
3.42 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (6)..... 91
3.43 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (7)..... 91
3.44 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (8)..... 92
3.45 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (9)..... 92
3.46 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (10)..... 93
3.47 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (11)..... 93

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.48 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (12)..... 94
3.49 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (13)..... 94
4.1 แสดงเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติในไลน์การผลิต..... 96
4.2 แสดงความหมายของค่า OEE..... 99
4.3 แสดงเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติในไลน์การผลิต..... 102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สหกิจศึกษา (Cooperative Education) เป็นระบบการศึกษาที่จัดให้มีการเรียนการสอนในสถานศึกษากับการหาประสบการณ์ตรงจากการปฏิบัติงานจริง ณ สถานประกอบการ ด้วยขอความร่วมมือจากสถานประกอบการและทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้อง เป็นระบบการศึกษาที่ผสมผสานการเรียนกับการปฏิบัติงาน (Work Integrated Learning) ซึ่งข้าพเจ้าได้มีโอกาสได้มาปฏิบัติงานที่บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ จำกัด (มหาชน) และได้รับตำแหน่งให้ปฏิบัติงานในตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้า (Electronic Engineer) ในแผนก CCET Automation ที่ทำเกี่ยวกับการผลิตเครื่องจักรอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับไลน์การผลิตในโรงงานต่างๆ โดยการที่จะเริ่มผลิตเครื่องจักรอัตโนมัติได้นั้น ต้องศึกษาปัญหาที่มีภายในโรงงานและนำปัญหานั้นมาแก้ไขด้วยการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติทดแทน ซึ่งข้าพเจ้าได้เล็งเห็นถึงปัญหาในไลน์ของการบรรจุภัณฑ์เอกซ์เทอร์นอลฮาร์ดไดร์ฟ (External Hard Disk) ดังนี้

- การติดเทปปิดผนึกยังคงใช้มนุษย์ในการปิดผนึก ซึ่งมีผลทำให้ติดไม่แม่นยำและเวลาการทำงานไม่คงที่
- พนักงานที่ทำงานบริเวณท้ายไลน์การผลิต 1 คน ต้องทำงานพร้อมกันถึง 3-4 งาน ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง และเสียเวลาการทำงานเนื่องจากการทำงานที่ไม่ต่อเนื่อง

จึงได้ทำการผลิตเครื่องจักรอัตโนมัติด้วยกัน 2 เครื่อง ได้แก่ เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ และเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติเพื่อทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าว ซึ่งจะทำให้ลดอัตราการจ้างพนักงานและเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของสายการผลิตด้วย

1.2 กล่าวนำ

ในปัจจุบันอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ถือว่าเป็นอุตสาหกรรมหนึ่งที่มีบทบาทสำคัญต่อเศรษฐกิจไทยค่อนข้างมาก โดยมีการส่งออกเป็นอันดับหนึ่งต่อเนื่องเป็นเวลาหลายปี โดยในปี 2544 การส่งออกเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์คิดเป็นมูลค่า 15,498 ล้านเหรียญสหรัฐ หรือประมาณ 600,000 ล้านบาท จะพบว่าเป็นจุดแข็งที่สำคัญของอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของไทยในปัจจุบัน คือ เป็นฐานการผลิตเพื่อส่งออกที่สำคัญของสหรัฐอเมริกา สิงคโปร์ โดยเฉพาะญี่ปุ่นที่เข้ามาลงทุนจำนวนมากในประเทศไทย

ช่วงหลายปีที่ผ่านมาอุตสาหกรรมต้องการแรงงานที่มีความชำนาญพิเศษจำนวนมาก ทั้งละเอียดประณีต ซึ่งเหมาะสมกับความต้องการอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ แต่ในปัจจุบันแรงงานที่มีความชำนาญมีจำนวนจำกัดและยังมีความต้องการจำนวนของสินค้ามากยิ่งขึ้น เนื่องจากการใช้แรงงานของมนุษย์มีข้อจำกัดหลาย ๆ ด้าน ทั้งความละเอียด ความประณีต ความรวดเร็ว และ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประสิทธิภาพ ดังนั้นอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงนำระบบอัตโนมัติ (Automation) เข้ามาพัฒนาและปรับปรุงข้อจำกัดของมนุษย์ โดยเริ่มจากการใช้สายพาน (Conveyor) ลำเลียงจนกระทั่งใช้หุ่นยนต์ (Robot) ในการหยิบใส่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เพื่อบรรจุลงสินค้านั้น ๆ ซึ่งหุ่นยนต์สามารถทำงานได้รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และในปัจจุบันยังสามารถทำงานที่ต้องมีความละเอียดสูงได้อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อลดต้นทุน และสามารถควบคุมจำนวนสินค้าและคาดการณ์จำนวนสินค้าได้อย่างแม่นยำ เพื่อผลประกอบกำไรสูงสุด

1.3 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษากระบวนการผลิตชิ้นส่วนอิเล็กโทรนิกส์โดยใช้ระบบอัตโนมัติ
2. เพื่อเข้าใจปัญหาและความต้องการที่เปลี่ยนมาใช้ระบบอัตโนมัติ
3. เพื่อนำทฤษฎีมาประยุกต์ใช้กับงานจริง
4. เพื่อสร้างเครื่องอัตโนมัติด้วยระบบไฟฟ้าและลม
5. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของ PLC และประยุกต์ใช้ในการควบคุมนิวเมติกส์
6. เพื่อได้เพิ่มทักษะสร้างเสริมประสบการณ์และพัฒนาวิชาชีพตามสภาพความเป็นจริงในสถานประกอบการและเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพ
7. เพื่อได้เรียนรู้ถึงสภาพปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน
8. เพื่อสร้างสัมพันธภาพที่ดีระหว่างวิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูลกับสถานประกอบการ

1.4 ขอบเขตของโครงการสหกิจศึกษา

1. พัฒนาสายการผลิตภายในโรงงาน ส่วนของ Box Built/Sub Assembly
2. จัดทำเครื่องจักรอัตโนมัติเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน
3. ปรับปรุงและพัฒนาโปรแกรม PLC ภายในโรงงาน

1.5 รายละเอียดเกี่ยวกับบริษัท

บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ จำกัด (มหาชน) แห่งประเทศไต้หวัน เลือกประเทศไทยเป็นฐานการผลิตสินค้าเพื่อส่งออกและได้ทำการเปิดโรงงานผลิตเครื่องคำนวณอิเล็คทรอนิคส์ขึ้นเมื่อปี 2532 จากการร่วมมือของวิศวกรกลุ่มหนึ่ง ธุรกิจหลักของแคล-คอมพ์ คือการผลิตเครื่องคิดเลข ปัจจุบันได้ขยายการผลิตโทรศัพท์ไร้สาย เครื่องพิมพ์เอกสารระบบพ่นหมึก เครื่องรับส่งโทรสาร เครื่องรับสัญญาณดาวเทียมและอีกมากมาย ให้กับบริษัทชั้นนำทั่วโลกภายใต้เครื่องหมายการค้า เช่น Western Digital, Seagate, Hitachi, Advance Digital Broadcast, Technicolor, Pace, Hewlett Packard, Nikon และอื่นๆ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.1 เป้าหมายของบริษัท

1. ผลิตสินค้าคุณภาพทัดเทียมกับต่างประเทศ
2. สนองความต้องการของตลาดในประเทศและการส่งออก
3. ใช้วัตถุดิบในประเทศ
4. ส่งเสริมให้คนไทยมีงานทำ
5. สร้างความเจริญก้าวหน้าทางเศรษฐกิจ และสังคมของประเทศ

1.5.2 นโยบายคุณภาพ

1. คุณภาพที่ดีเลิศ และความพึงพอใจของลูกค้า ถือเป็นหัวใจสำคัญของการบริหารโรงงานแห่งนี้ และนี่ก็คือนโยบายด้านคุณภาพของเรา
2. การเสนอสินค้าและบริการที่มีคุณภาพอย่างที่ลูกค้าของเราได้คาดหวัง
3. พนักงานทุกคนสามารถทำงานของตนเองได้อย่างถูกต้องตั้งแต่ครั้งแรก
4. ติดตามและปรับปรุงคุณภาพอย่างต่อเนื่องเพื่อเข้าสู่คุณภาพที่ดีเลิศ

1.5.3 นโยบายสิ่งแวดล้อม

บริษัท แคล-คอมพ์ สัญญาว่าจะยึดถือนโยบายสิ่งแวดล้อมโลกว่าการรักษาสิ่งแวดล้อม เป็นหน้าที่ของมวลมนุษยชาติและทุกวันในแคลคอมพ์เป็นวันสิ่งแวดล้อมโลก ในเวลาเดียวกันบริษัทแคล-คอมพ์มีนโยบายเพิ่มเติมดังนี้

1. ดำเนินการแก้ไข ป้องกันภาพวะมลพิษ ลดและบำบัดของเสียจากโรงงานอุตสาหกรรม ทำการตรวจสอบตามระยะเวลาที่ระบุไว้ เพื่อให้ทำได้อย่างถูกต้องตามกฎหมาย
2. ประหยัดพลังงานโดยการนำกลับมาใช้ประโยชน์ใหม่ ลดปริมาณการใช้พลังงาน
3. ดำเนินการอบรมเพิ่มความรู้ด้านรักษาสิ่งแวดล้อมแก่พนักงานเสริมสร้างความรับผิดชอบการรักษาสิ่งแวดล้อมอย่างมีประสิทธิภาพ
4. ติดตามและปรับปรุงการใช้พลังงานอย่างจำกัดและเกิดประโยชน์มากที่สุด เพื่ออนุรักษ์ธรรมชาติเป็นการยืนยันการดำเนินกิจกรรมของบริษัท

1.5.4 อุดมการณ์ของบริษัท

1. มุ่งมั่นในความเป็นเลิศ
2. เชิดชูความเป็นธรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.5 นโยบายความรับผิดชอบต่อสังคม

1. บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) มีความมุ่งมั่นในการดำเนินงานด้วยความรับผิดชอบต่อผลกนะทบต่างๆที่เกิดขึ้นจากการประกอบกิจการขององค์กรโดยยึดหลังดำเนินธุรกิจที่โปร่งใส ตรวจสอบได้ มีจริยธรรม เคารพต่อหลักสิทธิมนุษยชน และผลประโยชน์ของผู้มีส่วนได้เสีย

2. มุ่งมั่นในการผลิต ผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยต่อผู้บริโภค และคำนึงถึงผลกระทบต่อชุมชน และสิ่งแวดล้อม โดยการปฏิบัติตามข้อกำหนดกฎหมาย และข้อกำหนดอื่นๆ หรือแนวปฏิบัติสากลที่เกี่ยวข้อง รวมทั้งมุ่งมั่นพัฒนา ปรับปรุงเพื่อสร้างรากฐานของความรับผิดชอบต่อสังคมอย่างต่อเนื่องและยั่งยืน

1.6 รายละเอียดเกี่ยวกับการปฏิบัติงาน

1.6.1 ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่ง : วิศวกรไฟฟ้า (Electronic Engineer)

ลักษณะงาน : เขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรอัตโนมัติ

1.6.2 พนักงานที่ปรึกษาและตำแหน่งงาน

1. นาย มนัส สังข์เปีย ตำแหน่ง Electronic Engineer
2. นาย ภาษิต ธาตุสุวรรณ ตำแหน่ง Electronic Engineer (Robot)

1.6.3 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ตั้งแต่วันที่ 20 กรกฎาคม 2558 ถึงวันที่ 27 พฤศจิกายน 2558

1.7 แผนการดำเนินงาน

1. ศึกษาหัวข้อโครงงานและรวบรวมข้อมูล
2. นำเสนอหัวข้อโครงงานกับแผนก
3. ออกแบบกลไกและระบบควบคุม
4. ดำเนินงานเขียนโปรแกรมระบบการควบคุม
5. ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข
6. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง
7. จัดทำเอกสารประกอบโครงงานฉบับสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.7.1 ตารางการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอนการดำเนินงาน / เดือน	กรกฎาคม				สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ศึกษาหัวข้อโครงงานและรวบรวมข้อมูล																				
2	นำเสนอหัวข้อโครงงานกับแผนก																				
3	ออกแบบกลไกและระบบควบคุม																				
4	ดำเนินงานเขียนโปรแกรมระบบการควบคุม																				
5	ทดสอบ ปรับปรุงแก้ไข																				
6	สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง																				
7	จัดทำเอกสารประกอบโครงงานฉบับสมบูรณ์																				

ตารางที่ 1.1 แสดงระยะเวลาการดำเนินงาน

ระยะเวลาการดำเนินการทั้งหมด 20 สัปดาห์

แผนการดำเนินงาน

การปฏิบัติจริง

1.8 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เครื่องทำงานด้วยระบบอัตโนมัติ ทำให้ประหยัดแรงงานคนและพลังงาน
2. เพิ่มประสิทธิภาพและความแม่นยำในกระบวนการผลิต
3. ลดค่าใช้จ่ายในระยะยาว
4. มีความชำนาญในด้านการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าและการเขียนโปรแกรม PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่นำมาใช้

การทำเครื่องจักรอัตโนมัติควรมีความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับหลักการทำงานของอุปกรณ์อิเล็คโทรนิกส์ต่างๆ เพื่อที่จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับงานตัวเองและเชื่อมต่อวงจรทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง ดังนี้

1. พีแอลซี (PLC)
2. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)
3. ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic System)
4. อุปกรณ์เซ็นเซอร์ (Sensor)
5. รีเลย์ (Relay)
6. ตัวกำเนิดสุญญากาศ (Vacuum)
7. สวิตช์ควบคุมความดัน (Pressure Switch)
8. มอเตอร์ (Motor)

และนอกจากนี้การศึกษาการเขียนโปรแกรม PLC เพื่อควบคุมระบบสั่งการของเครื่องจักรยังเป็นหัวใจสำคัญในการทำงานอีกด้วย จะสามารถอธิบายรายละเอียด ได้ดังนี้

2.1 พีแอลซี (PLC) [1]

เป็นที่ทราบกันดีว่าในงานอุตสาหกรรมมีการใช้งานพีแอลซีเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรในกระบวนการผลิตอย่างแพร่หลาย เนื่องจากพีแอลซีสามารถลดจำนวนของการใช้อุปกรณ์ประเภทหน้าสัมผัสทางกล หรือช่วยลดความยุ่งยากจากการใช้สายไฟได้เป็นจำนวนมาก และยังมีหน้าสัมผัสช่วย ตัวนับ ตัวตั้งเวลาภายในให้ใช้งานอย่างมากมาย

รวมทั้งยังสามารถติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้โดยง่าย เช่น อุปกรณ์ตรวจจับ แสดงผล หรือบันทึกข้อมูลการทำงาน เป็นต้น ในกระบวนการผลิตจะมีอุปกรณ์ตรวจจับเพื่อทำหน้าที่ตรวจสอบคุณสมบัติทางกายภาพของชิ้นงาน หรืออุปกรณ์ประกอบ เช่น ความเร็ว ระยะทาง ตำแหน่ง ความดัน เป็นต้น

อุปกรณ์ตรวจจับจะทำการส่งสัญญาณที่มีการแยกแยะสูงให้กับพีแอลซีเพื่อทำการประมวลผลและสั่งการให้เกิดการตัดต่อวงจรของอุปกรณ์ทางกล หรือส่งต่อสัญญาณให้อุปกรณ์อื่น การนำอุปกรณ์ตรวจจับมาใช้งานร่วมกับพีแอลซีจะต้องมีการคำนึงถึงความเข้ากันได้ของอุปกรณ์ทั้งสองหลายประการ เช่น พิกัดกระแสไฟฟ้า พิกัดแรงดันไฟฟ้า หรือลักษณะการต่อวงจรร่วมกันระหว่างภาคเอาต์พุตของอุปกรณ์ตรวจจับ และภาคอินพุตของพีแอลซี เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าไม่มีการคำนึงถึงความเหมาะสมกันของอุปกรณ์ทั้งสองแล้ว อาจทำให้เกิดปัญหาของการติดต่อส่งสัญญาณ อุปกรณ์เกิดความเสียหาย หรือทำงานผิดพลาด หรือต้องทำการดัดแปลงวงจรทำให้เสียเวลาหรือทำให้ต้นทุนมีค่าสูงขึ้นได้

รูปที่ 2.1 แสดงลักษณะของ PLC

2.1.1 ความหมายของ PLC [2]

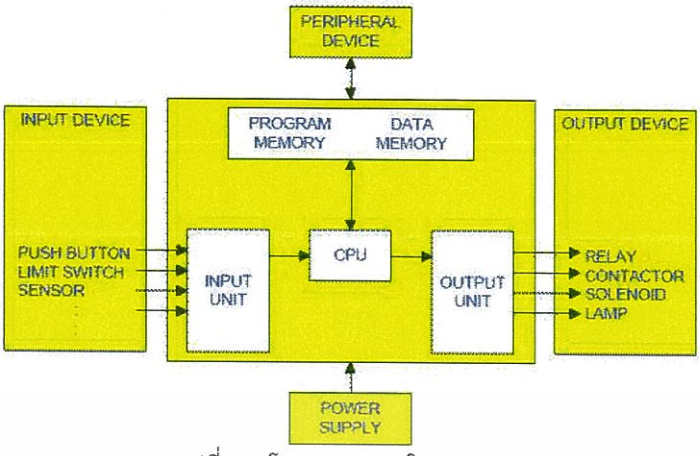
PLC ย่อมาจาก Programmable Logic Controller เป็นอุปกรณ์ที่คิดค้นขึ้นมา เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือระบบต่างๆ แทนวงจรรีเลย์แบบเก่า ซึ่งวงจรรีเลย์มีข้อเสียคือการเดินสายและการเปลี่ยนแปลงเงื่อนไขในการควบคุมมีความยุ่งยาก และเมื่อใช้งานไปนานๆ หน้าสัมผัสของรีเลย์จะเสื่อม ทำให้ขาดเสถียรภาพในการควบคุม ดังนั้นปัจจุบัน PLC จึงเข้ามาทดแทนวงจรรีเลย์ เพราะ PLC ใช้งานได้ง่ายกว่าสามารถต่อเข้ากับอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตได้โดยตรง นอกจากนั้นเพียงแค่เขียนโปรแกรมควบคุมก็สามารถใช้งานได้ทันที ถ้าต้องการจะเปลี่ยนเงื่อนไขใหม่สามารถทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้ PLC ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด, เครื่องพิมพ์ (Printer) และระบบ RFID เป็นต้น

2.1.2 โครงสร้างของ PLC [3]

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ได้

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 โครงสร้างภายในของ PLC

1. RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อย ๆ

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษใน การเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรม ทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต หรือตากแดดร้อน ๆ นาน ๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรม

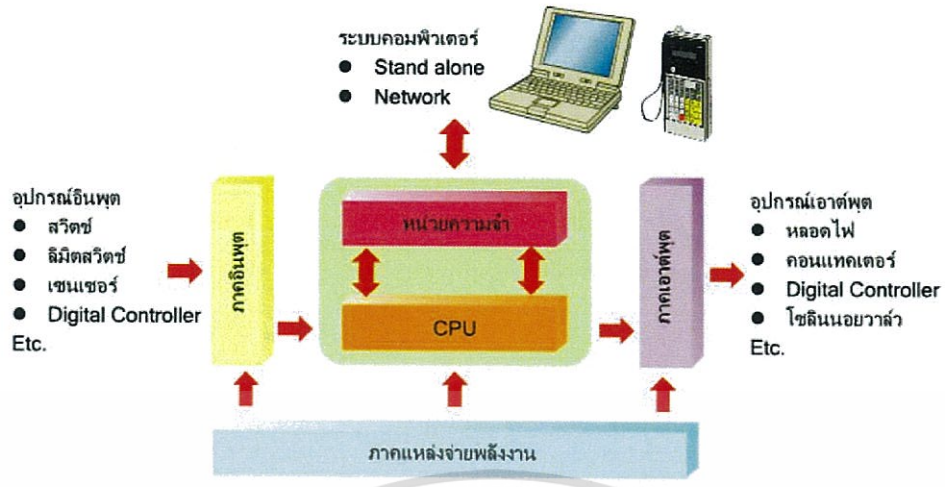
3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

2.1.3 ส่วนประกอบของ PLC

PLC แบ่งออกได้ 5 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)
2. หน่วยความจำ (Memory Unit)
3. ภาคอินพุต (Input Unit)
4. ภาคเอาต์พุต (Output Unit)
5. ภาคแหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของ PLC

ยูนิตทั้ง 5 ส่วนเมื่อประกอบเข้าด้วยกันแล้วก็จะกลายเป็น PLC ชุดหนึ่งที่สามารถทำงานได้แต่ละยูนิตจะมีหน้าที่และคุณสมบัติดังนี้

2.1.3.1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)

ซีพียูหรือหน่วยประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ ประมวลผลการทำงานตามคำสั่งของส่วนต่างๆ ตามที่ได้รับมา ผลจากการประมวลผลก็จะถูกส่งออกไปส่วนต่างๆ ตามที่ระบุไว้ด้วยคำสั่งนั่นเอง ซีพียูจะใช้เวลาในการประมวลช้าหรือเร็ว ขึ้นอยู่กับการเลือกขนาดของซีพียู และความยาวของโปรแกรมที่เขียน

ปกติแล้วซีพียูจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ขนาดตั้งแต่ 4 บิต, 8 บิต, 16 บิต, 32 บิต, 64 บิต หรือ 128 บิตมาทำงาน โดยที่ซีพียูแต่ละขนาดก็จะมีความสามารถจำกัดไม่เท่ากันจึงทำให้ PLC ในแต่ละรุ่นมีความสามารถต่างกันนั่นเอง หรือแม้กระทั่งว่าภายใน PLC บางรุ่นจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ถึง 2 ตัว ช่วยกันทำงาน เวลาการประมวลผลก็จะเร็วกว่า PLC ที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เพียงแค่ตัวเดียว

โดยปกติแล้วการเลือกใช้งาน PLC จะเลือกจากการประยุกต์ใช้งานจึงทำให้ผู้ใช้งาน (User) ไม่รู้ว่าผู้ผลิตใช้ไมโครโปรเซสเซอร์รุ่น หรือเบอร์อะไรในการสร้างเครื่อง PLC ดังนั้น เวลาพิจารณาเลือกใช้ PLC ซึ่งไม่มีการระบุเบอร์หรือรุ่นของไมโครโปรเซสเซอร์ผู้ใช้งานสามารถเลือกจากคุณสมบัติอื่น เช่น จำนวนอินพุต/เอาต์พุต, ความเร็วในการประมวลผลของคำสั่ง, ขนาดความจุโปรแกรมและข้อมูล เป็นต้น

2.1.3.2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลต่างๆ ของ PLC กรณีที่สั่งให้ PLC ทำงาน (RUN) มันจะนำเอาโปรแกรมและข้อมูลในหน่วยความจำมาประมวลผลการทำงาน สำหรับหน่วยความจำที่ใช้งานมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ

1. หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)
2. หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☐ **หน่วยความจำชั่วคราว (RAM: Random Access Memory)**

โปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นโดยผู้ใช้จะถูกจัดเก็บในส่วนนี้ คุณสมบัติของ RAM เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงจะทำให้โปรแกรมและข้อมูลหายไปทันที ดังนั้นภายใน PLC จะพบว่าจะมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล (Backup Battery) เอาไว้สำรองข้อมูล (Backup Data) กรณีที่ไฟหลัก (Main Power Supply) ไม่จ่ายไฟให้กับ PLC ข้อควรระวังคือ ไม่ควรที่จะถอดแบตเตอรี่สำรอง (Backup Battery) กรณีที่ไม่มีไฟจ่ายให้ PLC

☐ **หน่วยความจำถาวร (ROM: Read Only Memory)**

เป็นหน่วยความจำอีกชนิดหนึ่ง โดยที่ข้อมูลใน ROM ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล แต่ก็มีปัญหาเรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูล (Time Access) ช้ากว่า RAM จึงปรากฏให้ผู้ใช้เห็นว่า PLC จะมีหน่วยความจำใช้งานทั้ง RAM และ ROM ร่วมกันอยู่ ROM แบ่งออกเป็น 3 ชนิด ดังนี้

1) PROM (Programmable ROM)

2) EPROM (Erasable Programmable ROM)

3) EEPROM (Electrical Erasable Programmable ROM)

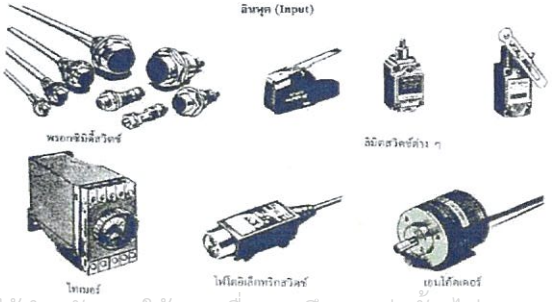
PROM จัดเป็น ROM รุ่นแรก เขียนข้อมูลลงชิปได้เพียงครั้งเดียว ถ้าเขียนข้อมูลไม่สมบูรณ์ชิปก็จะเสียทันที ไม่สามารถนำกลับมาเขียนใหม่ได้อีก จึงได้มีการพัฒนามาเป็นรุ่น EPROM ซึ่งสามารถเขียนข้อมูลลงชิปได้หลายครั้ง เพียงแค่นำชิปไปฉายแสงอุลตร้าไวโอเลตก็จะเป็นการลบข้อมูลในชิปด้วยสัญญาณทางไฟฟ้าได้เลย จึงทำให้เกิดความสะดวกสบายมากขึ้น แต่เรื่องเวลาในการเข้าถึงข้อมูลก็ยังช้ากว่า RAM อยู่

การใช้งานหน่วยความจำใน PLC

- RAM จะใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ทำงานจากการสั่ง RUN/STOP PLC
- ROM จะใช้จัดเก็บซอฟต์แวร์ระบบ (System Software) และเป็นชุดสำรองโปรแกรมและข้อมูล (Backup Program and Data) เพื่อป้องกันกรณีที่โปรแกรมและข้อมูลใน RAM หายไป ผู้ใช้สามารถที่จะถ่ายโปรแกรมและข้อมูลเข้าไปที่ RAM ใหม่ได้

2.1.3.3. ภาคอินพุต (Input Unit) [4]

ภาคอินพุตของ PLC ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตเข้ามาแปลงสัญญาณ ส่งเข้าไปภายใน PLC อุปกรณ์อินพุต (Input Device) ต่างๆ ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตได้นั้น สามารถแสดงได้ตามรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.4 แสดงอุปกรณ์อินพุตต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

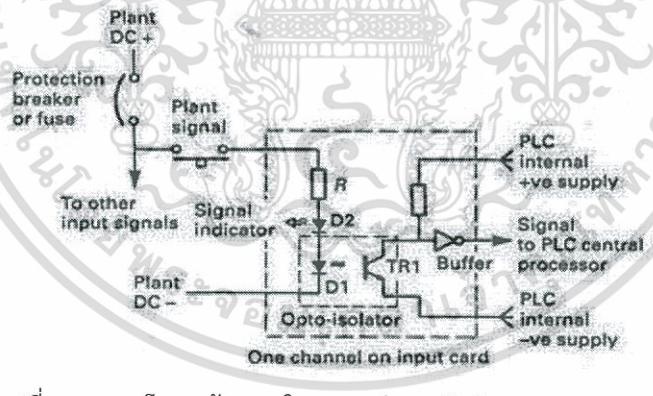
อุปกรณ์ที่สามารถนำมาต่อกับภาคอินพุต PLC ได้จัดออกเป็นกลุ่มๆ ดังรูปที่ 2.5 โดยกลุ่มอุปกรณ์แต่ละกลุ่มจะมีวิธีต่อวงจรเข้าภาคอินพุต PLC แตกต่างกันออกไป เวลาใช้งานอุปกรณ์แต่ละกลุ่ม จำเป็นต้องศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมของอุปกรณ์แต่ละชนิดก่อน เพื่อความเข้าใจขั้นตอนการทำงาน และสามารถต่อวงจรได้ถูกต้อง

อุปกรณ์ที่นำมาต่อกับภาคอินพุตของ PLC อุปกรณ์บางกลุ่มจะมีสัญญาณทั้งอินพุต/เอาต์พุต เช่น Inverter, Digital Signal, Controller, ตัวควบคุมอุณหภูมิ, เซนเซอร์รุ่นพิเศษเป็นต้น จำเป็นต้องต่อใช้งานให้ถูกต้อง ซึ่งสามารถแนะนำได้ในขั้นต้นคือ ต่อวงจรภาคเอาต์พุตของอุปกรณ์นั้นๆ เข้ากับภาคอินพุต PLC

ภาคเอาต์พุตของอุปกรณ์จะมีเอาต์พุตให้เลือกใช้งานหลายแบบ ซึ่งภาคอินพุต PLC มีวงจรภาคอินพุตอยู่หลายแบบเช่นกัน เพื่อรองรับอุปกรณ์อินพุตในแต่ละแบบให้เหมาะสม

- หน่วยลอจิกอินพุต (Logic Input Unit)

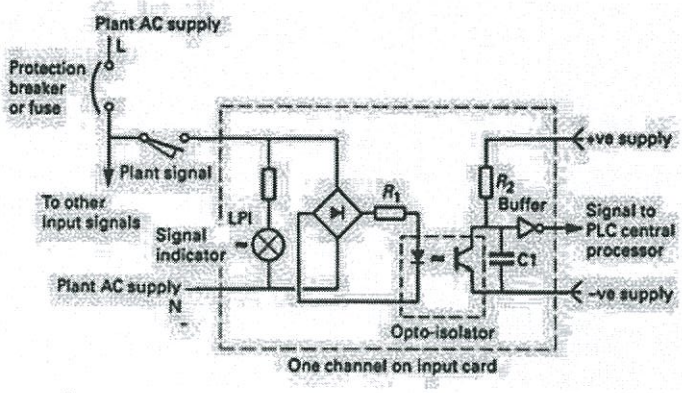
หน่วยอินพุตแบบนี้ เป็นลักษณะของการ อินเตอร์เฟส แบบ Discrete Interfaces จะทำหน้าที่เชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผลกลาง กับ อุปกรณ์อินพุตภายนอก ที่มีลักษณะเป็นสัญญาณไบนารี่ หรือ ดิจิตอล เท่านั้นแล้วนำสัญญาณเหล่านั้นมาปรับแต่งให้มีระดับสัญญาณที่เหมาะสมกับการทำงานของ หน่วยประมวลผลกลาง เพื่อทำการประมวลผลตามโปรแกรมคำสั่งที่ผู้ใช้สร้างขึ้นมา ซึ่งโครงสร้างภายในของหน่วยลอจิกอินพุตแบบนี้ จะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ แบบ DC ลอจิก และ แบบ AC ลอจิก แสดงดังภาพที่ 2.6



รูปที่ 2.5 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยลอจิกอินพุต แบบ DC

วงจรภายในของ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ใช้ระดับแรงดันในการปฏิบัติการ 5 Vdc แต่อุปกรณ์ภายนอก จะใช้แรงดันในการปฏิบัติการสูงกว่า คือ ตั้งแต่ 24 Vdc ถึง 48 Vdc และ 110 Vac ถึง 220 Vac ซึ่งระดับของแรงดันที่ใช้ กับอุปกรณ์ภายนอก อาจจะทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์ ภายในระบบ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เนื่องจากแรงดันเหนี่ยวนำที่เกิดขึ้นในสายสัญญาณ และ ระบบกราวด์ของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และเครื่องจักรหรือกระบวนการผลิต ที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยลอจิกอินพุต แบบ AC

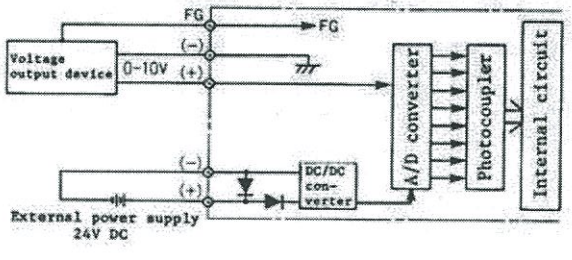
- หน่วยแอนะลอกอินพุต (Analog Input Unit)

จะรับสัญญาณที่มีลักษณะต่อเนื่อง หรือ สัญญาณแอนะลอก เมื่อโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ต้องการรับสัญญาณอินพุตที่เป็นแอนะลอกในทางปฏิบัติเราจะนำเอาสัญญาณแอนะลอกเหล่านั้นมาผ่านการแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Converter) หรือที่เรียกว่า ADC ก่อน แล้วจึงนำสัญญาณที่ได้ไปใช้ในการประมวลผลและเมื่อต้องการส่งสัญญาณเอ้าต์พุตที่เป็นแอนะลอกจะนำเอาสัญญาณดิจิตอลที่ได้จากการประมวลผลมาผ่านการแปลงให้เป็นสัญญาณแอนะลอก (Digital to Analog Converter) หรือที่เรียกว่า DAC ก่อน แล้วจึงนำสัญญาณที่ได้ไปใช้ในการควบคุมอุปกรณ์เอ้าต์พุตภายนอก

หน่วยอินพุตแบบแอนะลอก ของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้รับสัญญาณแอนะลอก ต่าง ๆ จากภายนอก ซึ่งโดยทั่วไปสัญญาณเหล่านั้นจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้า คือ

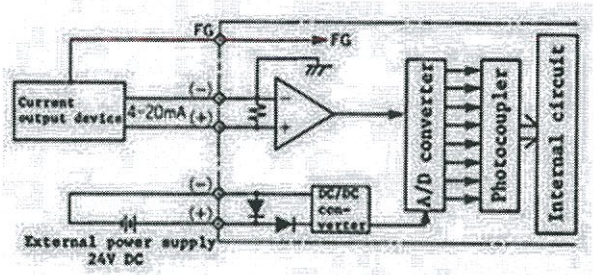
- แรงดัน ซึ่งนิยมใช้กันอยู่ในช่วง 0-10 โวลต์ , 1-5 โวลต์, 0-5 โวลต์ เป็นต้น
- กระแส ซึ่งนิยมใช้กันอยู่ในช่วง 0-20 มิลลิแอมป์ , 4-20 มิลลิแอมป์ เป็นต้น

ดังนั้นการเลือกใช้หน่วยอินพุตแบบแอนะลอก จะต้องถึงพิจารณาถึงลักษณะของสัญญาณอินพุตจากเซนเซอร์หรือ ทรานสมิตเตอร์ ว่าเป็นแบบ แรงดัน หรือ กระแส ซึ่งจะมีโครงสร้างภายในของหน่วยอินพุต แตกต่างกันแสดงดังภาพที่ 2.7 และ 2.8



รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยแอนะลอกอินพุตในรูปของแรงดัน

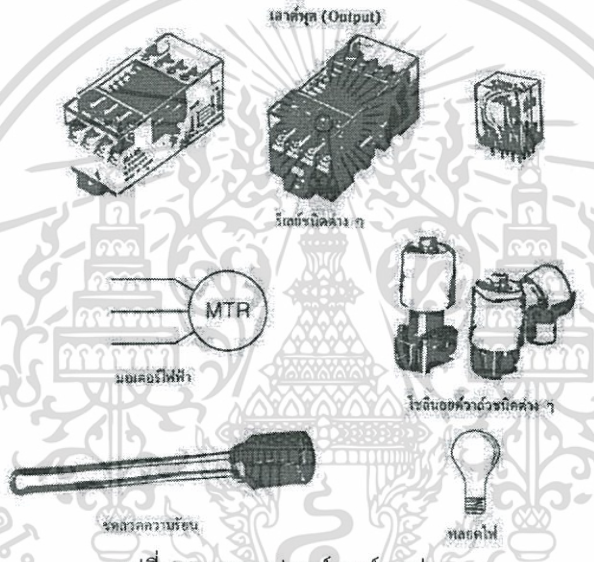
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยแอนะลอกอินพุตในรูปของกระแส

2.1.3.4. ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

ภาคเอาต์พุตของ PLC ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปขับโหลดชนิดต่างๆ ตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมเอาไว้ ชนิดของโหลดที่สามารถนำมาต่อกับภาคเอาต์พุต สามารถแยกออกเป็นกลุ่มได้ดังนี้



รูปที่ 2.9 แสดงอุปกรณ์เอาท์พุตต่าง ๆ

จากรูปที่ 2.9 กลุ่มอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อกับภาคเอาต์พุต PLC นั้น ในแต่ละกลุ่มก็จะควบคุมลักษณะของงานแตกต่างกันไปตามคุณสมบัติของอุปกรณ์นั้นๆ การต่อวงจรเข้าภาคเอาต์พุต PLC จะมีมาตรฐานทางอุตสาหกรรมกำกับอยู่เช่นกัน จึงทำให้ผู้ใช้ไม่ต้องใช้อุปกรณ์เสริมมาก เพียงแต่ดูรายละเอียดการต่อให้เข้าใจก็เพียงพอแล้ว

สวนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผลเมื่อ CPU ประมวลผลแลจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตซ์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆจะถูกแปลงให้เป็นเหมาะสมถูกต้อง ไมว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้นสัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีไมเช่นนั้นแลว CPU จะเสียหายได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

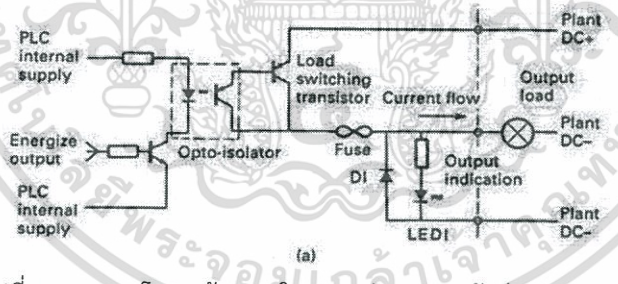
สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ ดังนี้

1. ทำให้สัญญาณเข้าไดระดับที่เหมาะสมกับ PLC
2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสงซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกันเป็นการป้องกันไมให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร
3. หน้าสัมผัสจะต้องไมสั่นสะเทือน (Contact Chattering)

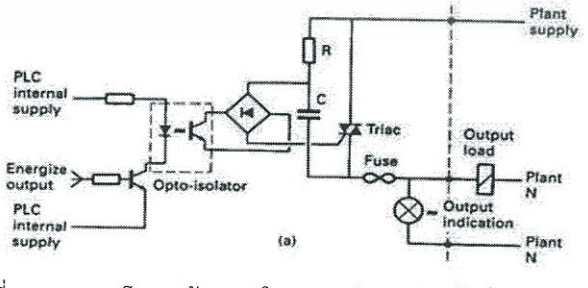
ในส่วนของเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ไดจากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย โซลีนอยด์หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1 – 2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์ เป็นต้น

- หน่วยลอจิกเอ้าต์พุต (Logic Output Unit)

จะส่งสัญญาณที่มีลักษณะเป็นไบนารี่หรือดิจิตอลออกไปควบคุมอุปกรณ์ทำงานภายนอก ซึ่งจะมีส่วนประกอบที่สำคัญ คือ อุปกรณ์เชื่อมโยงทางแสงเพื่อแยกสัญญาณจากวงจรภายในของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ออกจากส่วนของอุปกรณ์ควบคุมภายนอกเพื่อป้องกันความเสียหายของวงจรภายในที่เกิดขึ้นเนื่องจากส่วนของอุปกรณ์ภายนอก



รูปที่ 2.10 แสดงโครงสร้างภายในของหน่วยลอจิกเอ้าต์พุตแบบ DC

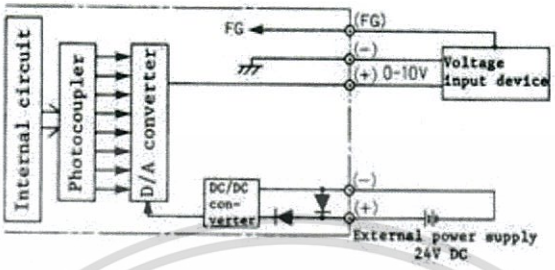


รูปที่ 2.11 แสดงโครงสร้างภายในของหน่วยลอจิกเอ้าต์พุตแบบ AC

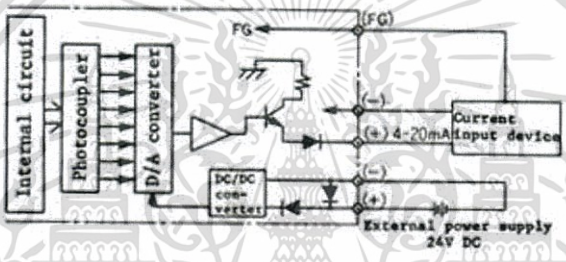
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- หน่วยแอนะลอกเอ้าต์พุต (Analog Output Unit)

จะส่งสัญญาณที่มีลักษณะต่อเนื่องหรือสัญญาณแอนะลอกออกไปควบคุมอุปกรณ์ทำงานภายนอกซึ่งหน่วยแอนะลอกเอ้าต์พุตจะแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับลักษณะของสัญญาณแอนะลอกว่าอยู่ในรูปของแรงดันหรือกระแสและมีโครงสร้างภายใน แสดงดังภาพ 2.12 และ 2.13



รูปที่ 2.12 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยแอนะลอกเอ้าต์พุต ในรูปของแรงดัน



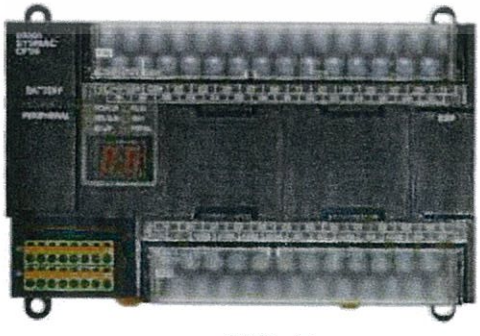
รูปที่ 2.13 แสดงโครงสร้างภายในของ หน่วยแอนะลอกเอ้าต์พุต ในรูปของกระแส

2.1.4 ชนิดของ PLC [5]

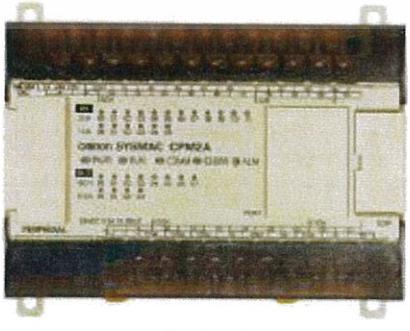
เราสามารถจำแนกประเภทของ PLC ตามลักษณะภายนอกได้เป็น 2 ชนิด คือ

2.1.4.1. PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)

PLC ประเภทนี้จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC อยู่ในบล็อกเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นตัวประมวลผล หน่วยความจำ ภาคอินพุต/เอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ สามารถแสดงตัวอย่าง PLC แบบ Block Type ให้เห็นดังรูปที่ 2.15

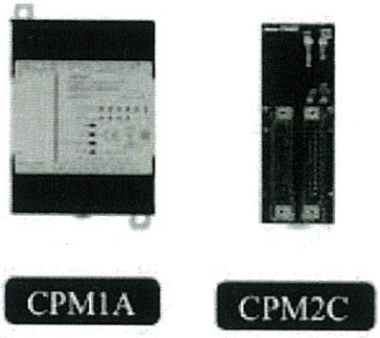


CP1L/H



CPM2A

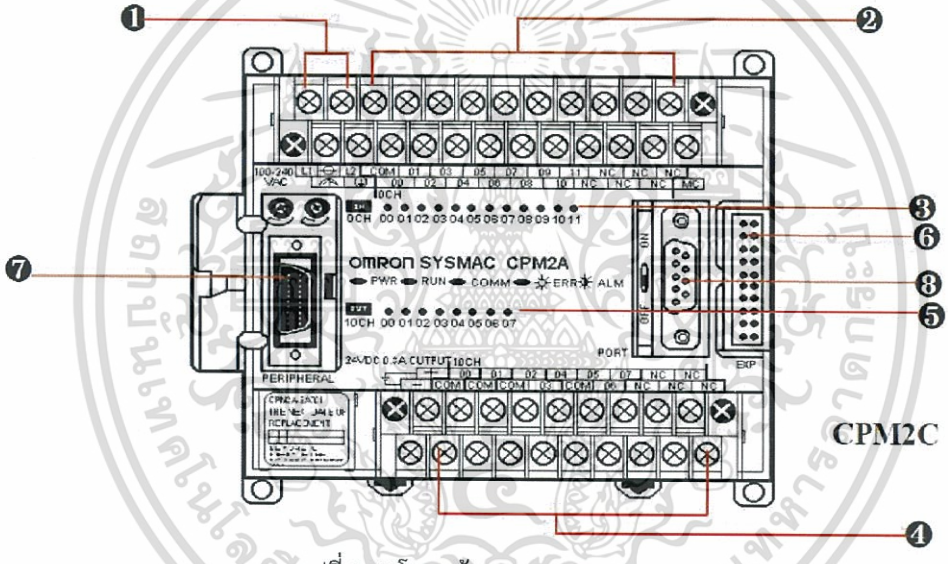
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 แสดงรูปร่าง PLC ชนิด Block Type

☐ ส่วนประกอบของ PLC แบบ Block Type

ในที่นี้จะยกตัวอย่าง PLC แบบ Block Type ของ OMRON รุ่น CPM2A



รูปที่ 2.15 โครงสร้างภายนอก ของ PLC

จากรูปที่ 2.16 สามารถอธิบายความหมายของแต่ละส่วนได้ดังนี้

① คือ แบตเตอรี่ (Battery)

② คือ ขั้วต่อแหล่งไฟและอินพุต (Power Supply/Input Terminal)

③ คือ ช่องเสียบหน่วยความจำ (Memory Cassette)

④ คือ ช่องเสียบเพื่อเพิ่มพอร์ตติดต่อสื่อสาร (Option Board slots)

⑤ คือ ขั้วต่อเอาต์พุต (Output Terminal)

⑥ คือ พอร์ตเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ป้อนโปรแกรม (USB Port)

⑦ คือ ปุ่มปรับอนาลอก (Analog Adjuster)

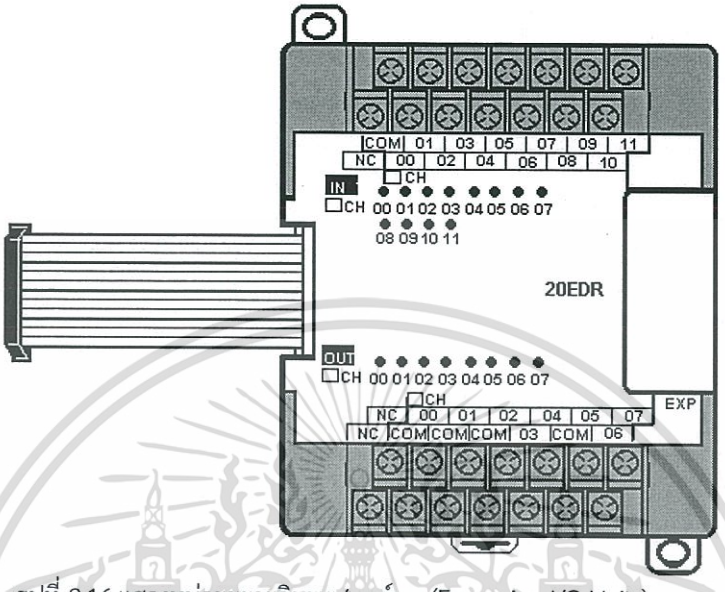
⑧ คือ ขั้วต่ออินพุตสำหรับอนาลอก setting (External analog setting input)

⑨ คือ พอร์ตขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ในกรณีที่ท่านต้องการเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต สามารถใช้หน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Units) เพื่อเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุตได้ โดยการต่อเข้าที่พอร์ตขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Unit Connector) สามารถแสดงโครงสร้างของหน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต ได้ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.16 แสดงหน่วยขยายอินพุต/เอาต์พุต (Expansion I/O Units)

☐ ข้อดีและข้อเสีย ของ PLC แบบ Block Type

สามารถยกตัวอย่างข้อดีข้อเสียของ PLC แบบ Block Type ดังนี้

ข้อดี	ข้อเสีย
1 มีขนาดเล็กสามารถติดตั้งได้ง่ายจึงเหมาะกับงานควบคุมขนาดเล็กๆ	1 การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุตสามารถเพิ่มได้น้อยกว่า PLC ชนิดโมดูล
2 สามารถใช้งานแทนวงจรรีเลย์ได้	2 เมื่ออินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่งต้องนำ PLC ออกไปทั้งชุด ทำให้ระบบต้องหยุดทำงานชั่วระยะเวลาหนึ่ง
3 มีฟังก์ชันพิเศษ เช่นฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และฟังก์ชันอื่นๆ	3 มีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานน้อยกว่า PLC ชนิดโมดูล
4 มีราคาถูกกว่าแบบแร็คหรือโมดูลในจำนวนอินพุต/เอาต์พุตที่เท่ากัน	

ตารางที่ 2.1 ข้อดีข้อเสียของ PLC แบบ Block Type

2.1.4.2. PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs)

PLC ชนิดนี้ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Modules) เช่นภาคอินพุต/เอาต์พุต จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Units) ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ว่าจะใช้โมดูลขนาดกี่อินพุต/เอาต์พุต ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบอาจจะใช้เป็นอินพุตอย่างเดียวขนาด 8 /16 จุด หรือเป็นเอาต์พุตอย่างเดียวขนาด 4/8/12/16 จุด ขึ้นอยู่กับรุ่นของ PLC ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

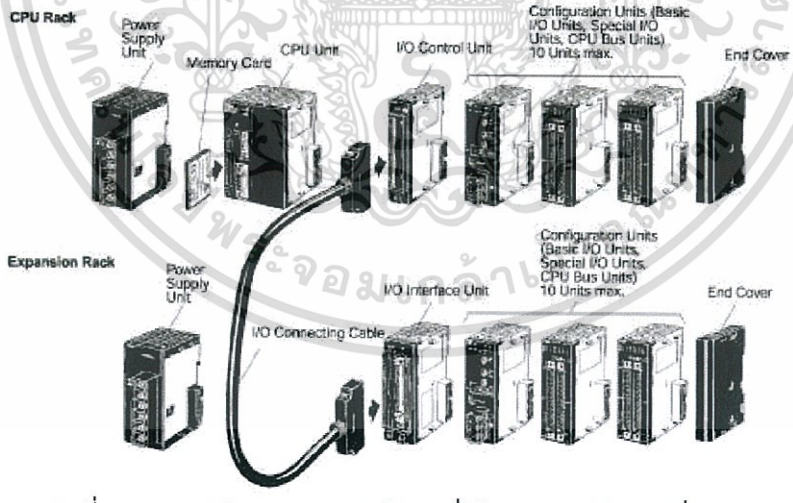
147153

ในส่วนของตัวประมวลผลและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) เราสามารถเปลี่ยนขนาดของ CPU Unit ให้เหมาะสมตามความต้องการใช้งาน เช่น PLC รุ่น CS1 จะมี CPU ให้เลือกใช้งานหลายรุ่นเช่น รุ่น CS1G-CPU42H จะมีความแตกต่างกับ PLC รุ่น CS1HCPU65H (ทั้งสองรุ่นเป็น PLC ตระกูล CS1 เหมือนกัน) ตรงขนาดความจุของโปรแกรมและการรองรับจำนวนอินพุต/เอาต์พุต เป็นต้น

ส่วนประกอบต่างๆ ของ PLC ชนิดโมดูลที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น เมื่อต้องการใช้งานจะถูกนำมาต่อร่วมกันบางรุ่นใช้เป็นคอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อกันระหว่างยูนิต เช่น รุ่น CQM1 /CQM1H หรือ CJ1M/H/G แต่บางรุ่นใช้ Backplaneในการรวมยูนิตต่างๆ เข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้ สามารถยกตัวอย่าง PLC ชนิดโมดูลได้ดังแสดงรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 แสดงรูปร่างของ PLC ชนิดโมดูล

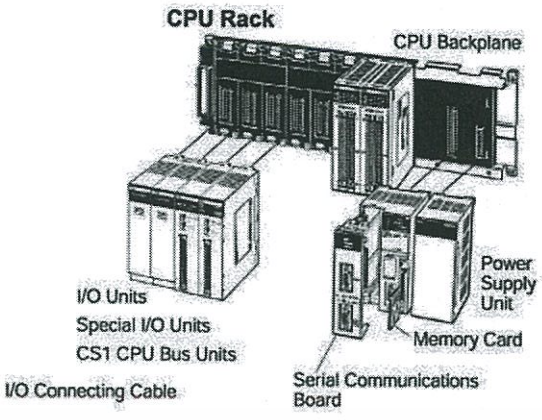
ยกตัวอย่าง PLC รุ่น CJ1 จะใช้คอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อแต่ละโมดูลเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.18 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล ที่ใช้คอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อ

ส่วน PLC รุ่น CS1 จะใช้ Backplane ในการเชื่อมต่อแต่ละโมดูลเข้าด้วยกันเพื่อให้ทำงานร่วมกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 แสดงชนิดของ PLC ชนิดโมดูล ที่ใช้ Backplane ในการเชื่อมต่อ

☐ ข้อดีและข้อเสียของ PLC ชนิดโมดูล

สามารถยกตัวอย่างข้อดีข้อเสียของ PLC แบบ Module ดังนี้

ข้อดี	ข้อเสีย
1. เพิ่มขยายระบบได้ง่ายเพียงแค่ติดตั้งโมดูลต่างๆที่ต้องการใช้งานลงไปบน Back plane สามารถใช้งานแทนวงจรรีเลย์ได้ 2. สามารถขยายจำนวนอินพุต/เอาต์พุตได้มากกว่าแบบ Block Type มีราคาถูกกว่าแบบแร็คหรือโมดูลในจำนวนอินพุต/เอาต์พุตที่เท่ากัน 3. อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่งสามารถถอดเฉพาะโมดูลนั้นไปซ่อม ทำให้ระบบสามารถทำการต่อได้ 4. มียูนิต และรูปแบบการติดต่อสื่อสารให้เลือกใช้งานมากกว่าแบบ Block Type	1. ราคาแพงเมื่อเทียบกับ PLC แบบ Block Type

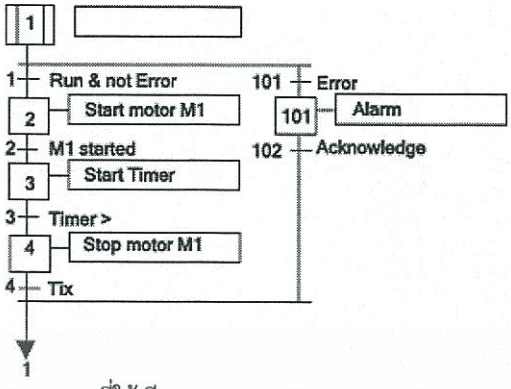
ตารางที่ 2.2 ข้อดีข้อเสียของ PLC แบบ Module

2.1.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC

PLC แต่ละยี่ห้อจะใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามความต้องการแตกต่างกัน ซึ่งตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งมาตรฐานภาษาต่างๆ ออกเป็น 5 แบบตามรูปที่แสดงข้างล่างนี้ ภาษาที่นิยมใช้มากที่สุดคือ Ladder Diagram เพราะเป็นภาษาที่ง่ายมีลักษณะคล้ายวงจรควบคุมแบบรีเลย์ ส่วนภาษาที่นิยมเป็นอันดับสองคือ Function Block

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Sequential Flow Chart Language



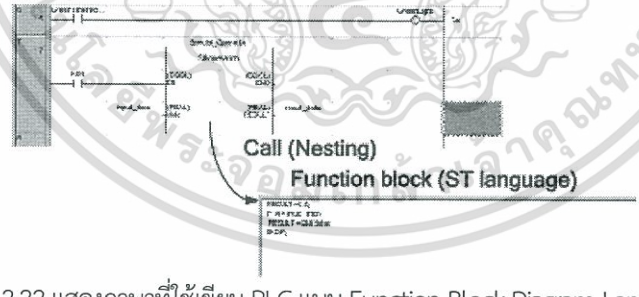
รูปที่ 2.20 แสดงภาษาที่ใช้เขียน PLC แบบ Sequential Flow Chart Language

2. Structure Text Language

```
D: = B*B - 4*A*C;
IF D < 0.0 THEN Nroots := 0;
ELSIF D  = 0.0 THEN
        Nroots:= 1;
        X1 := -B/(2.0*A);
ELSE Nroots := 2;
        X1 := (-B+sqrt(D)) / (2.0*A) ;
        X2 := (-B-sqrt(D)) / (2.0*A) ;
END_IF
```

รูปที่ 2.21 แสดงภาษาที่ใช้เขียน PLC แบบ Structure Text Language

3. Function Block Diagram Language



รูปที่ 2.22 แสดงภาษาที่ใช้เขียน PLC แบบ Function Block Diagram Language

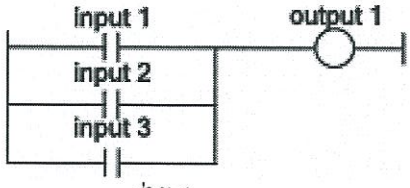
4. Instruction List Language

```
Label:  LD      a1      (*result := a1*)
        ADD(    a2      (*delayed ADD, result := a2*)
        MUL(    a3      (*delayed MUL, result := a3*)
        SUB     a4      (*result := a3 - a4*)
        )               (*execute delayed MUL,*)
                        (*result := a1 + (a2*(a3 - a4) *a5)*)
        ADD     a6      (*a1 + (a2*(a3 - a4)*a5) + a6*)
        ST      res     (*store current result in res*)
```

รูปที่ 2.23 แสดงภาษาที่ใช้เขียน PLC แบบ Instruction List Language

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Ladder Diagram



รูปที่ 2.24 แสดงภาษาที่ใช้เขียน PLC แบบ Ladder Diagram

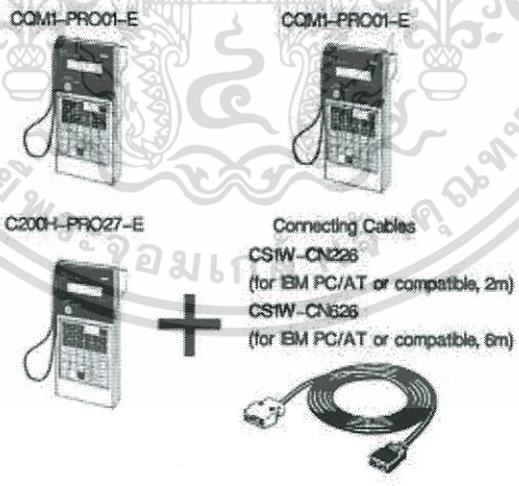
หลังจากที่ได้เรียนรู้ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC แล้ว ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียด ดังนี้

2.1.6 อุปกรณ์สำหรับการโปรแกรม

การสั่งให้ PLC ทำงาน จะต้องป้อนโปรแกรมให้กับ PLC ก่อน ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC นั้น สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท

2.1.6.1 ตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Hand Held Programmer)

แต่ละยี่ห้อจะมีชื่อเรียกแตกต่างกัน เช่น OMRON จะเรียกว่า Programming Console เป็นต้น สามารถยกตัวอย่างให้เห็นดังรูปที่ 2.25 ในปัจจุบัน PLC รุ่นใหม่ๆ ของออมรอน ไม่ได้ใช้ Programming Console ในการเขียนโปรแกรมแล้วเพราะใช้งานยาก



รูปที่ 2.25 แสดงตัวป้อนโปรแกรมแบบมือถือ (Programming Console)

การเขียนโปรแกรมให้กับ PLC โดยการใช้ Programming Console จะป้อนเป็นภาษา Statement List หรือ Mnemonic เช่น คำสั่ง LD, AND, OR ซึ่งเป็นคำสั่งพื้นฐาน สามารถเรียกใช้งานโดยการกดปุ่มที่อยู่บนตัว Programming Console นั้น แต่เมื่อต้องการใช้งานฟังก์ชันอื่นๆ ที่มีอยู่ใน PLC สามารถเรียกใช้งานได้โดยการกดปุ่มเรียกใช้คำสั่งพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ Programming Console มีข้อดีตรงที่มีความสะดวกในการเคลื่อนย้าย และสามารถพกพาได้สะดวกเนื่องจากมีขนาดเล็ก แต่ก็มีข้อเสีย คือ ในการใช้งานผู้ใช้ต้องศึกษาวิธีการใช้งานของอุปกรณ์เหล่านี้ว่ามีวิธีการกดอย่างไร ถึงจะสั่งงาน PLC ได้

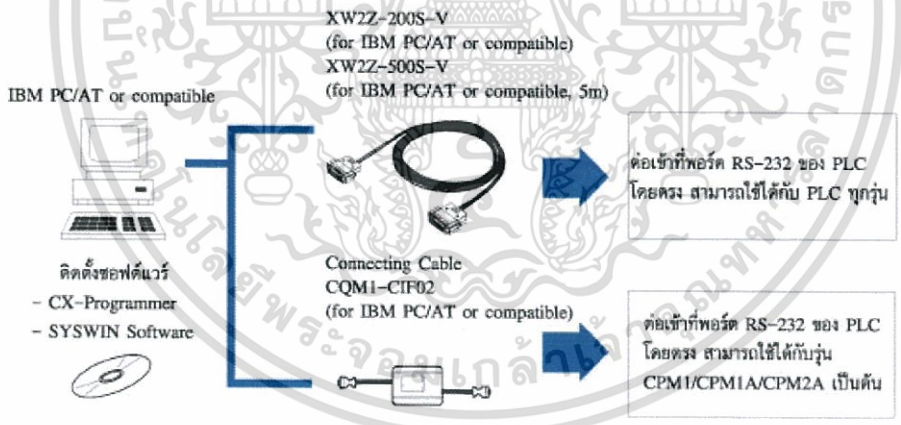
ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC อีกชนิดหนึ่งคือ คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Personal Computer)

2.1.6.2 คอมพิวเตอร์

สามารถใช้ในการเขียนโปรแกรมให้กับ PLC ได้ โดยใช้งานร่วมกับซอฟต์แวร์ (Software) เฉพาะของ PLC ยี่ห้อนั้น เช่น PLC ของ OMRON จะใช้ซอฟต์แวร์ที่มีชื่อเรียกแตกต่างกันไป สามารถยกตัวอย่างได้เช่น

- ☐ Syswin Support Software
- ☐ CX-Programmer

ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการตั้งแต่ Window XP ขึ้นไป หรือ Window NT ซึ่งซอฟต์แวร์ต่างๆ เหล่านี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อใช้กับ PLC รุ่นใหม่ที่ผลิตขึ้นมา อย่างเช่น CX-Programmer มีการพัฒนาเป็นเวอร์ชันที่สูงขึ้นเรื่อยๆ เพื่อรองรับกับ PLC รุ่นใหม่ๆ และฟังก์ชันใหม่ๆ ของ PLC วิธีการต่อคอมพิวเตอร์กับ PLC สามารถแสดงให้เห็นดังนี้



รูปที่ 2.26 แสดงวิธีการต่อใช้งานคอมพิวเตอร์กับ PLC

ข้อดีของการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ในการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC คือ ใช้งานง่าย เช่นในกรณีใช้ CX-Programmer ร่วมกับระบบปฏิบัติการ Window จากรูปที่ 2.26 ท่านจะเห็นว่า การเขียนโปรแกรมเป็นภาษา Ladder Diagram จะเป็นการนำสัญลักษณ์ต่างๆ เข้ามาใช้แทนการเขียนคำสั่ง ทำให้เข้าใจง่ายเพียงแค่คลิกเลือกสัญลักษณ์ต่างๆ จากส่วนของ Toolbar นอกจากนั้นยังมี Toolbar อื่นๆ ให้เลือกใช้งานซึ่งง่ายกว่าการใช้ Programming Console

ดังนั้นสามารถสรุปได้ว่าการป้อนโปรแกรมให้กับ PLC สามารถทำได้ 2 วิธีคือ การใช้ Programming Console และการใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งขึ้นอยู่กับความสะดวกของผู้ใช้ ในหัวข้อต่อไปจะกล่าวถึงระบบการติดต่อสื่อสารของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้ซอฟท์แวร์คอมพิวเตอร์ (Computer Software)

PLC สามารถใช้ซอฟต์แวร์ของคอมพิวเตอร์เพื่อทำหน้าที่ได้หลาย ๆ อย่าง เช่น ใช้ซอฟท์แวร์ ทำการป้อนโปรแกรม แก้ไขโปรแกรม ดูการทำงานของโปรแกรม เป็นต้น ซอฟต์แวร์แต่ละบริษัทจะมีวิธีการไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์ใกล้เคียงกัน

คอมพิวเตอร์ กับ PLC

PLC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะประเภทหนึ่งจึงมีโครงสร้างเหมือนคอมพิวเตอร์ แต่มีข้อแตกต่างกันดังต่อไปนี้คือ

1. PLC ถูกออกแบบให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ความร้อน ความหนาว ระบบไฟฟ้ารบกวน การสั่นสะเทือน การกระแทก
2. การใช้โปรแกรมของ PLC จะไม่ยุ่งยากเหมือนของคอมพิวเตอร์ PLC จะมีระบบตรวจสอบตัวเอง ทำให้ใช้งานได้ง่ายและบำรุงรักษาง่าย
3. PLC ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้เพียงโปรแกรมเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก สวนคอมพิวเตอร์จะทำงานที่โปรแกรมหลาย ๆ โปรแกรมพร้อมกัน จึงมีความยุ่งยากกว่า
4. PLC ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตทุกชนิดทั้งแบบอนาล็อกและแบบลอจิก (ON – OFF)

ความสามารถของ PLC

PLC สามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะ คือ

1. งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) ตัวอย่างเช่น
   1.1 การทำงานของระบบรีเลย์
   1.2 การทำงานของไทเมอรเคาน์เตอร์
   1.3 การทำงานของ P.C.B Card
   1.4 การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรืองานที่เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่าง ๆ

2. งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control) ตัวอย่างเช่น
   2.1 การทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร
   2.2 การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog Control) เช่น การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) การควบคุมความดัน (Pressure) เป็นต้น
   2.3 การควบคุม P.I.D. (Proportional – Integral – Derivation)
   2.4 การควบคุมเซอรโวมอเตอร์ (Servo – motor Control)
   2.5 การควบคุม Stepper – motor
   2.6 Information Handling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control) ตัวอย่างเช่น

3.1 งานสัญญาณเตือน (Alarm) และ Process Monitoring

3.2 Fault Diagnostic and Monitoring

3.3 งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ (RS – 232C/RS422)

3.4 Printer / ASCII Interfacing

3.5 งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม (Factory Automation Networking)

3.6 LAN (Local Area Network)

3.7 WAN (Wide Area Network)

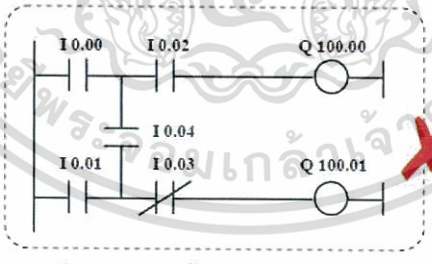
3.8 FA., FMS., CIM. เป็นต้น

2.1.6 หลักการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมและคำสั่งพื้นฐาน

แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) จัดเป็นภาษาสัญลักษณ์ที่เทียบเคียงมาจากวงจรรีเลย์ สามารถดูตามโครงสร้างแล้วเข้าใจการทำงานได้ แต่เวลาที่ PLC ทำงานจะอาศัยชุดคำสั่ง (Instructions) ทำงานโดยวิธีการเขียนลงในส่วนหน่วยความจำข้อมูล ในหน่วยความจำนั้นจะจัดเก็บเป็นรหัส (Code) ไม่สามารถจัดเก็บในลักษณะของ Ladder Diagram ได้โดยตรง

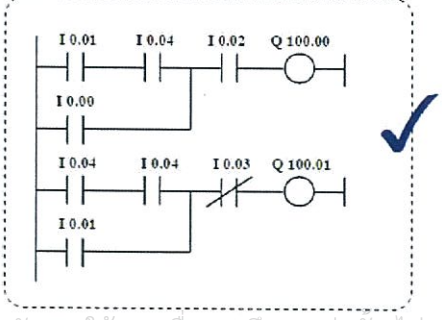
2.1.6.1 ข้อกำหนดในการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram)

- แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ข้างล่างจะไม่สามารถเขียนโปรแกรมได้ จำเป็นต้องแปลงชุด Ladder Diagram ก่อน



รูปที่ 2.27 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ผิด

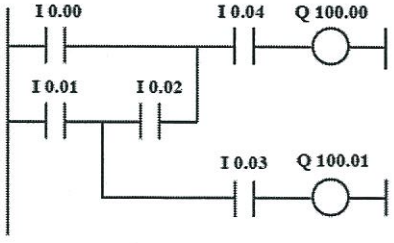
สามารถเขียนใหม่ได้และวงจรทำงานเหมือนเดิม คือ



รูปที่ 2.28 การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ถูก

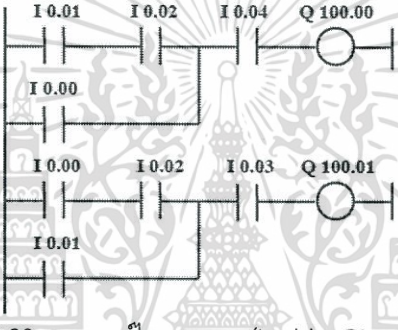
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) จะพิจารณาการทำงานจากซ้ายไปขวาเท่านั้น



รูปที่ 2.29 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) A

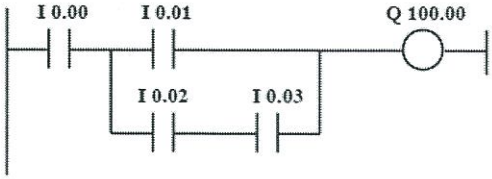
จากแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) A ถ้าหน้าสัมผัส 0.00, 0.02 และ 0.03มีสภาวะ "ON" ก็ไม่สามารถทำให้ เอาต์พุต 100.01 นั้น "ON" ได้เลย ดังนั้นผู้ใช้จะต้องทำการจัดโปรแกรมเสียใหม่เพื่อให้การทำงานกระทำจากซ้ายไปขวาดังรูปแลดเดอร์ไดอะแกรม B



รูปที่ 2.30 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) B

- จำนวนหน้าคอนแทคทั้ง NO และ NC ของอินพุต/เอาต์พุต, รีเลย์และไทม์เมอร์ (TIM)/เคาน์เตอร์ (CNT) จะนำมาเขียนโปรแกรมเป็นจำนวนเท่าใดก็ได้ตามความประสงค์ของผู้ใช้อย่างไรก็ตามการเขียนโปรแกรมที่ดีจะต้องพยายามประหยัดขนาดของโปรแกรมให้มากที่สุดเท่าที่จะสามารถทำได้ซึ่งจะเปรียบเทียบให้เห็นในแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) A และแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) B จะสังเกตเห็นได้ว่าการเขียนในแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) B จะประหยัดคำสั่งได้ 2 คำสั่ง ในขณะที่โปรแกรมทำงานได้เหมือนกัน

แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) A

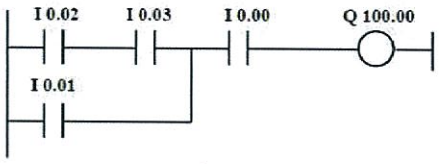


Address	Instruction	Operands
00000	LD	0.00
00001	LD	0.01
00002	LD	0.02
00003	AND	0.03
00004	OR LD	
00005	AND LD	
00006	OUT	100.00

รูปที่ 2.31 การเขียนคำสั่งของแลดเดอร์ไดอะแกรม A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

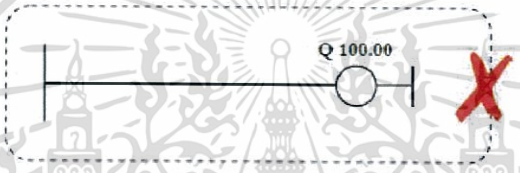
แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) B



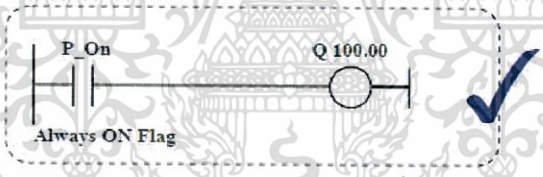
Address	Instruction	Operands
00000	LD	0.02
00001	AND	0.03
00002	OR	0.01
00003	AND	0.00
00004	OUT	100.00

รูปที่ 2.32 การเขียนคำสั่งของแลดเดอร์ไดอะแกรม B

- เมื่อต้องการให้เอาต์พุต ON ตลอดเวลาเราจะใช้แฟลค (Flag) ที่เป็นแบบ “Always ON Flag” (CF113) มาเป็นตัวสร้างเงื่อนไขเพราะไม่สามารถต่อคอยล์เอาต์พุตได้โดยตรงกับ Bus Bar แต่ก็มีข้อยกเว้นเป็นบางคำสั่ง เช่น INTERLOCK CLEAR, JUMP END และ STEP

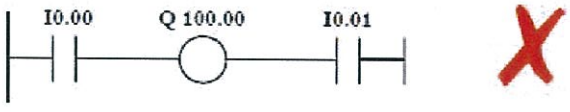


รูปที่ 2.33 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ผิดแบบ Always ON Flag

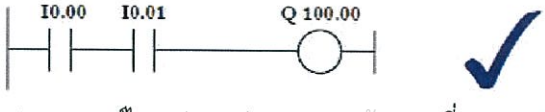


รูปที่ 2.34 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ถูกแบบ Always ON Flag

- จำนวนหน้าสัมผัสที่ใช้ในการต่ออนุกรม หรือขนานไม่มีขีดจำกัดจะใช้เท่าใดก็ได้ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้
- เอาต์พุตทุกๆ ตัวจะมี Auxiliary Contact เพื่อใช้งานในโปรแกรมได้ และสามารถใช้จำนวนไม่จำกัด
- ไม่สามารถเขียนโปรแกรมให้หน้าสัมผัสอยู่ตำแหน่งหลังจากคอยล์ได้



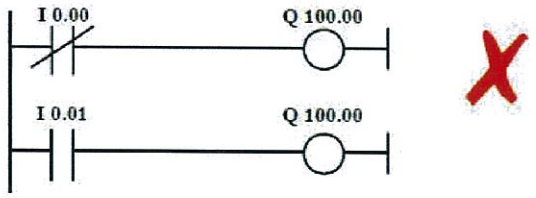
รูปที่ 2.35 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ผิดของหน้า Coil



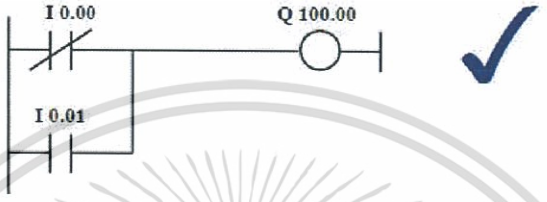
รูปที่ 2.36 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ถูกของหน้า Coil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ไม่สามารถเขียนโปรแกรมให้มีเอาต์พุตเบอร์เดียวกันซ้ำหลายๆครั้งได้ ต้องจัดรูปเสียใหม่

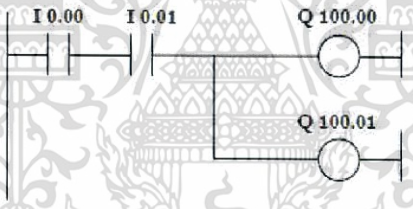


รูปที่ 2.37 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ผิดของเอาต์พุต



รูปที่ 2.38 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ที่ถูกของเอาต์พุต

- เอาต์พุตคอยล์ สามารถเขียนโปรแกรมให้ต่อขนานได้เลย กรณีรับเงื่อนไขของหน้าสัมผัสชุดเดียวกัน



รูปที่ 2.39 แลดเดอร์ไดอะแกรมเอาต์พุตคอยล์

☐ PLC จะเริ่มประมวลผลโปรแกรมจาก Address แรกสุดจนกระทั่งถึงคำสั่ง END ตำแหน่งแรก โดยที่คำสั่ง END อาจจะมีหลายตำแหน่งในโปรแกรมที่เป็นเช่นนี้เพื่อจุดประสงค์สำหรับการทดสอบโปรแกรม กรณีที่ต้องการแยกโปรแกรมออกเป็นส่วนๆ เพื่อให้ง่ายต่อการตรวจสอบและแก้ไขโปรแกรม

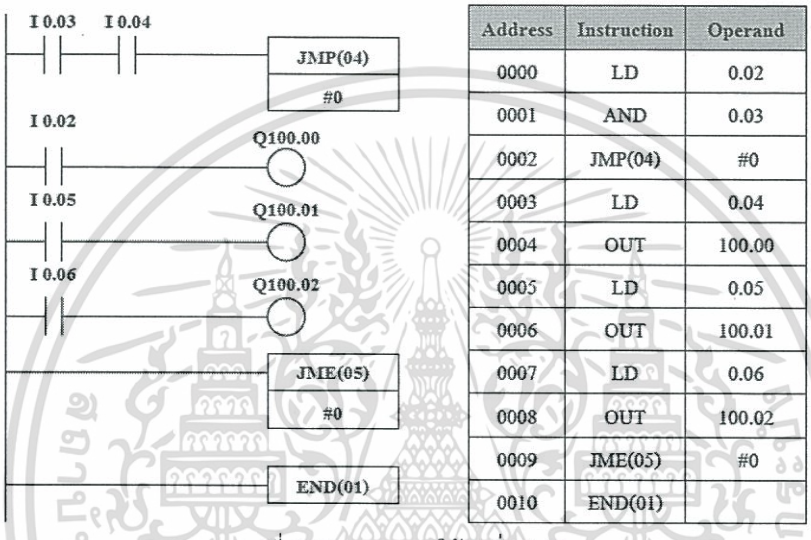
2.1.6.3 กลุ่มคำสั่ง Program Control Instruction

☐ การใช้คำสั่ง IL(02), ILC(03) คำสั่ง IL และ ILC
จะต้องใช้ร่วมกันคือ ถ้าเริ่มต้นมีการใช้คำสั่งด้วย IL เมื่อใดแล้วถ้าต้องการสิ้นสุดการทำงานต้องจบด้วย ILC เงื่อนไขของคำสั่งคือ คอนแทคตรงหน้าส่วนของ IL มีสภาวะ “ON” จะทำให้โปรแกรมที่อยู่ระหว่าง IL และ ILC ทำงานเป็นปกติ แต่ถ้าคอนแทคตำแหน่งดังกล่าวมีสภาวะ “OFF” จะทำให้การทำงานของโปรแกรมระหว่าง IL และ ILC ไม่ทำงาน ในขณะเดียวกัน Output Coil ในช่วงนั้นจะมีสภาวะ “OFF”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☐ การใช้คำสั่ง JMP (04) และ JME (05)

การใช้งานของคำสั่งคู่นี้จะต้องใช้งานคู่กัน เงื่อนไขต่างๆ ที่อยู่ระหว่างคำสั่ง JMPและ JME จะมีเงื่อนไขการทำงานเป็นปกติ ในกรณีที่ชุดของคอนแทคตรงส่วนหน้าของ JMP มีสภาวะเป็น “ON” แต่ถ้าชุดคอนแทคดังกล่าวมีสภาวะเป็น “OFF” เมื่อใด Output, Timer, Counter, Keep ที่อยู่ระหว่างคำสั่งดังกล่าวจะยังคงค้างสภาวะเอาไว้เช่นเดิม และจะมีการเปลี่ยนแปลงอีกครั้งถ้าชุดของคอนแทคมีสภาวะ “ON” เราใช้ JUMP 00 ได้หลายครั้งตามต้องการ แต่ JUMP 01 ถึง 49 สามารถใช้ได้เพียงครั้งเดียว



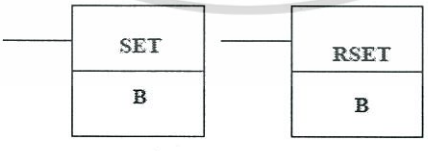
Address	Instruction	Operand
0000	LD	0.02
0001	AND	0.03
0002	JMP(04)	#0
0003	LD	0.04
0004	OUT	100.00
0005	LD	0.05
0006	OUT	100.01
0007	LD	0.06
0008	OUT	100.02
0009	JME(05)	#0
0010	END(01)	

รูปที่ 2.40 แสดงการใช้คำสั่ง JMP

2.1.6.4 คำสั่งในกลุ่ม Bit Control Instruction

☐ การใช้คำสั่งเซต (SET) และรีเซต (RESET)

คำสั่ง SET จะทำให้บิตที่ถูกสั่ง “ON” และคงค้างอยู่จนกว่าจะมีคำสั่ง RSET ที่บิตเดียวกัน บิตนั้นจึงจะ “OFF”

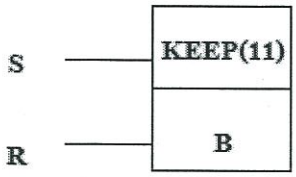


รูปที่ 2.41 คำสั่ง SET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☐ การทำงานของคำสั่ง KEEP

จะเหมือนกับคำสั่ง SET และ RESET เพียงแต่จับขา SET/RESET ให้รวมอยู่ในตัวเดียวกัน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้โปรแกรมได้สะดวกตามความเหมาะสม



รูปที่ 2.42 คำสั่ง KEEP

เมื่อขา S มีสถานะ “ON” บิตที่ B จะทำงานจนกว่าขา R จะมีสถานะ “ON” บิต B ถึงจะเลิกทำงาน

☐ การใช้คำสั่ง DIFFERENTIATE UP และ DOWN–DIFU(13), DIFD(14)

คำสั่ง DIFU(13) และ DIFD(14) จะเป็นคำสั่งที่ทำงานเพียงขอบขาขึ้น หรือขอบขาลงของสัญญาณอินพุตเท่านั้น และจะทำงานเพียงช่วงเวลา One Cycle เท่านั้น

รูปที่ 2.43 คำสั่ง DIFU

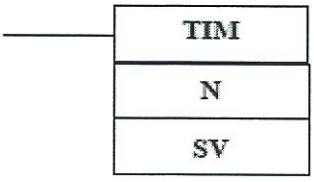
2.1.6.5 กลุ่มคำสั่ง Timer/Counter

สำหรับ PLC บางรุ่น Timer และ Counter จะใช้พื้นที่เดียวกันซึ่งเรียกใช้ได้ทั้งหมด 256 ตัว ตั้งแต่ตัวที่ 000 ถึง 255 ภายใน 256 ตัวนี้สามารถกำหนดให้เป็น Timer หรือ Counter ก็ได้โดยที่หากตัวใดถูกกำหนดให้เป็น Timer แล้วจะนำไปใช้เป็น Counter อีกไม่ได้ ดังนั้นต้องดู Manual ของ PLC รุ่นนั้นประกอบด้วย ถ้า Timer/Counter อยู่ในพื้นที่เดียวกัน จะไม่สามารถใช้เบอร์เดียวกันได้แต่ PLC บางรุ่น Timer/Counter จะอยู่คนละพื้นที่ ดังนั้นจึงสามารถใช้ Timer และ Counter เบอร์เดียวกันได้ เช่น T000 และ C000 สำหรับคำสั่งในกลุ่ม Timer/Counter มีหลายคำสั่ง ในที่นี้จะยกตัวอย่างการใช้งานคำสั่งTimer/Counter แบบพื้นฐานคือ คำสั่ง TIM และ CNT ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☐ การใช้คำสั่ง TIMER: TIM

ใช้ในการจับเวลา, ตั้งเวลา โดยพื้นฐานแล้วต้องเข้าไปกำหนดค่า 2 ค่าคือ N และ SV ตามตัวอย่างข้างล่าง



รูปที่ 2.44 คำสั่ง TIM

N = Timer Number (เบอร์ 0000 - 4095) เลือกว่าจะใช้ Timer ตัวที่เท่าใด

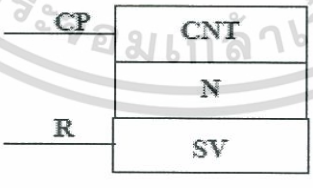
SV = Set Value ค่าตั้งเวลา ใช้กำหนดว่าจะให้ Timer ตั้งเวลานานเท่าใด ซึ่ง SV ที่ตั้งนั้น จะถูกคูณด้วย 0.1 เพื่อแปลงเป็นระยะเวลาจริง ซึ่งสามารถทำได้ ดังนี้

1. กำหนด SV เป็นค่าคงที่ #0000-9999 (000.0-999.9 วินาที คูณด้วย 0.1 วินาที)

2. กำหนด SV เป็น แอดเดรส CIO, A, T, C, IR, DR, D, TK, H, W โดยใส่ค่าตั้งเวลาที่เป็นค่าคงที่ 0000-9999 ไว้ใน แอดเดรส ที่อ้างถึงอีกทีหนึ่ง (ค่าที่กำหนดจะคูณด้วย 0.1 วินาที เช่นเดียวกับการกำหนดแบบค่าคงที่)

เมื่อมีสัญญาณสั่งให้ Timer ทำงาน (Contact B มีสถานะ “ON”) คำสั่ง Timer จะเริ่มนับเวลาตามค่าที่ตั้งไว้ใน Timer เมื่อนับครบเวลา หน้า Contact ของ Timer ตัวนั้นๆ ก็จะ “ON” แต่ถ้าสัญญาณที่สั่งให้ Timer ทำงานหายไป (Contact B มีสถานะ OFF) Timer จะถูก Reset

☐ การใช้คำสั่ง COUNTER – CNT เป็นคำสั่งที่ใช้นับจำนวนครั้งของสัญญาณ อินพุต ที่ ON แต่ละครั้ง ซึ่งเป็นคำสั่งที่นับลงจากค่าที่ตั้งไว้ (Set Value)



รูปที่ 2.45 คำสั่ง CNT

N = Counter Number (เบอร์ 000- 4095) เลือกว่าจะใช้ Counter ตัวที่เท่าใด

SV = Set Value ค่าตั้งจำนวนนับ ใช้กำหนดว่าจะให้ Counter นับสัญญาณอินพุตเป็นจำนวนกี่ครั้ง หน้า Contact เอาต์พุตของ Counter จึงจะเริ่มทำงานซึ่งสามารถ

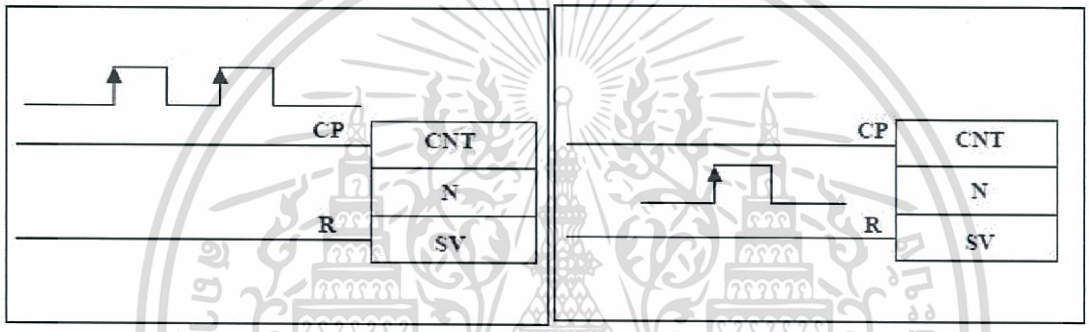
1. กำหนด SV เป็นค่าคงที่ #0000-9999 ค่าคงที่ 0000-9999 ไว้ในแอดเดรส ที่อ้างถึงอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CP = ขานับ เมื่อมีสัญญาณอินพุตในช่วงที่เปลี่ยนสถานะจาก OFF เป็น ON เข้ามาที่ขานี้ Counter จะนับถอยหลังลง 1

R = ขา Reset เมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาที่ขานี้ เอาต์พุตของ Counter จะหยุดทำงานและค่านับของ Counter จะถูก Reset กลับไปเท่ากับค่าตั้งจำนวนนับ (SV)

ตัวอย่างที่ 2.1 แสดงการใช้คำสั่ง Counter สัญญาณที่ส่งเข้าที่ขาสัญญาณนับจะทำให้ Counter นับถอยหลังเมื่อเทียบกับ SV ตัว Counter จะเริ่มนับที่ขอบขาขึ้นของสัญญาณอินพุตและจะนับใหม่เมื่อสัญญาณเปลี่ยนเป็น OFF หรือ '0' แล้วกลับมา ON อีกครั้ง และจะทำงานเช่นนี้ไปจนครบค่าที่ตั้งไว้ (SV) เอาต์พุตจึง ON



จังหวะการนับ จังหวะการรีเซต

รูปที่ 2.46 แสดงจังหวะของการใช้คำสั่ง CNT

2.2 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) [2]

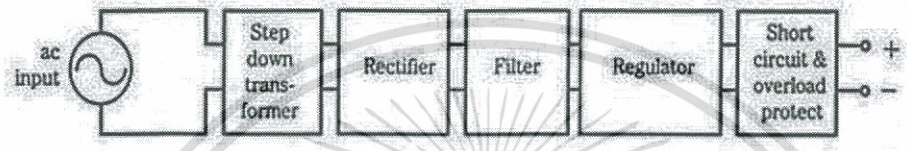
รูปที่ 2.47 แหล่งจ่ายไฟ

แหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าให้ CPU และส่วนอื่น ๆ ใน PLC ส่วนมากแล้วจะมีให้เลือก 3 แบบคือ 24V DC, 110V AC และ 240V AC ขนาดของแหล่งจ่ายไฟจะมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ ดังกล่าวแล้ว ซึ่งต้องเลือกให้เหมาะสมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต อัตราการกินกระแสไฟฟ้าของ CPU และ I/O Unit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำหน้าที่ ปรับระดับแรงดันไฟฟ้าให้มีระดับที่เหมาะสมที่จะจ่ายให้กับ หน่วยประมวลผลกลาง , หน่วยอินพุต, หน่วยเอ้าต์พุต นอกจากนี้ยังจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับการสื่อสารข้อมูลระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์ภายนอก เช่น โมดูลอินพุตและเอ้าต์พุตระยะไกล (Remote Input / Output Module), อุปกรณ์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม (Programmer) เป็นต้น

ซึ่งส่วนมากหน่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้าของ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ สามารถที่จะเลือกได้ว่าจะใช้กับแรงดัน AC (120-220 VAC) หรือ DC (24-125 VDC) ขึ้นอยู่กับความต้องการของผู้ใช้ ดังนั้นถ้าเราจำเป็นจะต้องเลือกใช้ระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ เราควรจะเลือกหน่วยจ่ายกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมตามข้อจำกัด

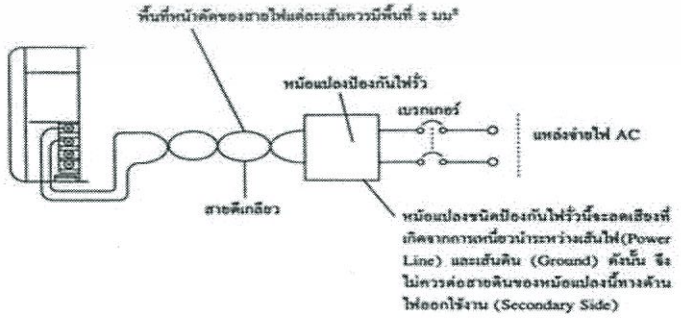


รูปที่ 2.48 แสดงโครงสร้างภายในของหน่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้า

ไดอะแกรมแสดงส่วนประกอบของหน่วยจ่ายพลังงานไฟฟ้า ชนิดแรงดันอินพุต AC แรงดันไฟฟ้าที่รับเข้ามา จะถูกลดขนาดให้มีขนาดที่เหมาะสม โดยหม้อแปลงลดแรงดัน (Step-down transformer) หลังจากนั้น แรงดันที่ลดขนาดแล้วจะถูกเปลี่ยนให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยวงจรเรียงกระแส (Rectifier) และลดการกระเพื่อมของแรงดัน ด้วยวงจรกรองสัญญาณ (Filter) จากนั้นแรงดันจะผ่านวงจรรักษาระดับแรงดันให้คงที่ ไม่เปลี่ยนแปลงตามแรงดันอินพุต หรือ กระแสทางด้านเอ้าต์พุต ด้วยวงจรเรคกูเลเตอร์ (Regulator) นอกจากนั้น ยังมีส่วนที่ทำหน้าที่ป้องกันการลัดวงจร (Short circuit protection) และ ป้องกันการจ่ายกระแสเกิน (Overload protection) และจะได้แรงดันเอ้าต์พุตที่มีขนาดเหมาะสม เพื่อจ่ายให้กับหน่วยต่างๆ ของระบบโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์

การต่อแหล่งจ่ายไฟที่มีอินพุตเป็นแบบ AC

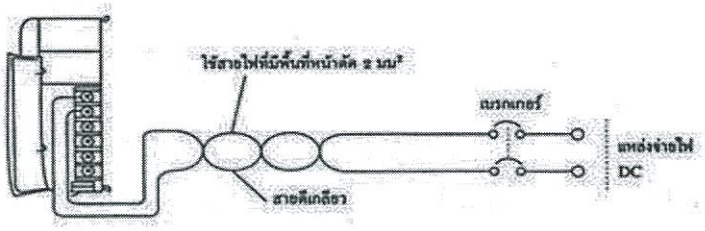
ค่าโวลต์ที่รับได้ประมาณ 85 ถึง 246 VAC



รูปที่ 2.49 การต่อแหล่งจ่ายไฟที่มีอินพุตเป็นแบบ AC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อแหล่งจ่ายไฟที่มีอินพุตเป็นแบบ DC



รูปที่ 2.50 การต่อแหล่งจ่ายไฟที่มีอินพุตเป็นแบบ DC

2.3 ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic System) [6]

คำว่า "PNEUMA" นั้นเป็นคำมาจากภาษากรีซโบราณ มีความหมายว่า ลมหรือลมหายใจ ส่วนคำว่า "PNEUMATICS" นั้นแผลงมาจากคำว่า PNEUMA นั้นเอง หมายถึง การศึกษาเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของอากาศ

วิศวกรที่ทำงานด้านนี้ได้ให้ความหมายคำว่า "นิวแมติกส์" ไว้ว่า หมายถึง ระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทางโดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงานด้วยระบบลม

ระบบนิวแมติกส์ คือ ระบบงานเทคนิคที่ใช้พลังลมอัดส่งแรงและการเคลื่อนที่ ประยุกต์ใช้ร่วมกับระบบเครื่องกลระบบไฟฟ้า และระบบอิเล็กทรอนิกส์เป็นทั้งตัวขับและตัวควบคุมด้วยลมอัดหรือ หมายถึง ระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทางโดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงานด้วยระบบลม ส่วนคำว่า นิวแมติกส์ไฟฟ้า (electro-pneumatic) หมายถึงระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทางโดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงานด้วย ระบบลมผสมไฟฟ้าง่ายต่อการดัดแปลง

2.3.1 วาล์วควบคุมในระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic Valves)

วาล์วควบคุมในระบบนิวแมติกส์พื้นฐานนั้นแบ่งได้ 5 ประเภท โดยในแต่ละประเภทแตกต่างกันตามลักษณะการใช้งาน ในบทนี้จะกล่าวเฉพาะวาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control) ที่ใช้สำหรับควบคุมการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ โดยวาล์วประเภทอื่น ๆ จะกล่าวถึงในบทถัดไป อาทิเช่น วาล์วชนิดลมไหลทางเดียว ในการออกแบบสร้างวงจรควบคุมการทำงานแบบมีเงื่อนไขและวงจรควบคุมเพื่อความปลอดภัยของผู้ใช้งาน การใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหลในการควบคุมความเร็วของก้านสูบ การใช้วาล์วแบบผสมที่ออกแบบสำหรับงานเฉพาะ เป็นต้น

- ☐ วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional control valves)
- ☐ วาล์วชนิดลมไหลทางเดียว (Non-return valves)
- ☐ วาล์วควบคุมความดัน (Pressure control valves)
- ☐ วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Flow control valve)
- ☐ วาล์วเปิด-ปิด และวาล์วผสม (Shut-of valve and Valve combination)

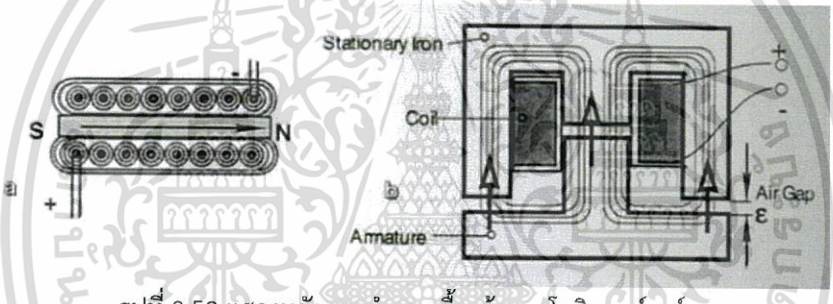
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve)

อุปกรณ์สวิตช์ที่อาศัยหลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับกลไกโดยใช้การป้อนไฟเป็นตัวกำหนด การทำงานควบคุมให้ลิ้นกลไกปิดหรือเปิดได้

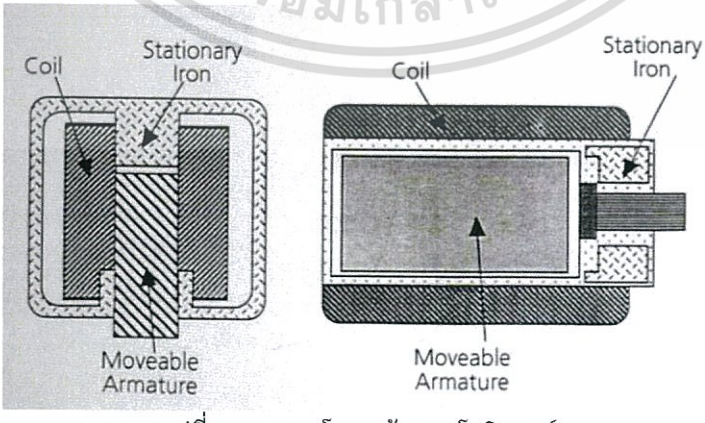
รูปที่ 2.51 โซลินอยด์วาล์ว

2.3.2.1 หลักการทำงานเบื้องต้นของโซลินอยด์วาล์ว



รูปที่ 2.52 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของโซลินอยด์วาล์ว

หากพันขดลวดบนแกนรูปตัว E ซึ่งเป็นแกนเหล็กที่อยู่กับที่ เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าขดลวดจะเกิดเป็นอำนาจแม่เหล็กดูดแกนเหล็กรูปตัว T ขึ้นด้านบน จากหลักการดังกล่าวสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับวาล์วได้



รูปที่ 2.53 แสดงโครงสร้างของโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.2 กำลังที่ใช้ในการเลื่อนและรักษาตำแหน่ง (Inrush and Holding Power)

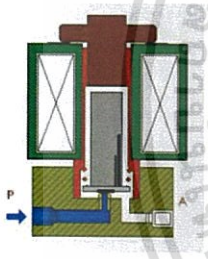
Solenoid Type frequency	Inrush Power VA		Holding Power VA		DC Power W
	50 Hz	60 Hz	50 Hz	60 Hz	
VH	4.5	4.2	3.5	3.0	1.8
VF	5.6	5.0	3.4	2.3	1.8

ตารางที่ 2.3 การเปรียบเทียบค่ากำลังทางไฟฟ้า

ตารางที่ 2.3 เป็นตารางด้านบนเป็นการเปรียบเทียบค่ากำลังทางไฟฟ้าที่ใช้ในการเลื่อนและรักษาตำแหน่งของวาล์ว 2 รุ่น คือ VH และ VF นอกจากนั้นในกรณีที่ความถี่ต่างกัน ค่าที่ได้จากวาล์วตัวเดียวกันก็ยังแตกต่างกันอีกด้วย

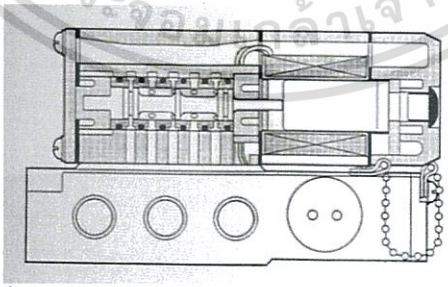
2.3.2.3 การเลื่อนวาล์วโดยใช้สนามแม่เหล็กโดยตรง (Direct Operation)

ตัวอย่าง : วาล์ว 2/2 เลื่อนตำแหน่งด้วยไฟฟ้ากลับสู่สภาพเดิมด้วยสปริง (รูปด้านล่าง)



ในสภาพที่ปกติความดันลมจากด้านซ้ายมือไม่สามารถผ่านไปด้านมือขวาได้เนื่องจากแรงสปริงที่แกนเหล็ก (Armature) กดปิดลิ้นวาล์วอยู่แต่เมื่อไรก็ตามที่ใส่ไฟเข้าที่โซลินอยด์แกนเหล็กจะถูกอำนาจแม่เหล็กดูดให้เคลื่อนที่ขึ้นส่งผลให้ลิ้นวาล์ว ความดันลมสามารถผ่านไปอีกด้านหนึ่งได้ และหากตัดไฟที่โซลินอยด์ก็จะหมดอำนาจ แม่เหล็กสปริงจะดันแกนเหล็กกลับสู่สภาพปกติ

2.3.2.4 วาล์วกำลังหรือเมนวาล์ว (Power Valves)

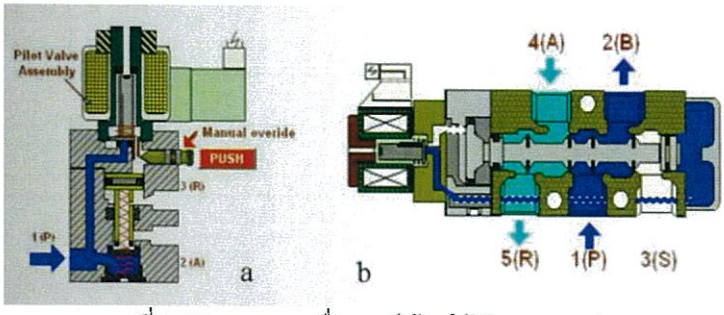


รูปที่ 2.54 แสดงโครงสร้างของวาล์วกำลังหรือเมนวาล์ว

วาล์วประเภทนี้โดยส่วนมากจะใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทำงานโดยตรง ดังนั้นความดันและปริมาณลมที่ไหลผ่านวาล์วประเภทนี้จึงค่อนข้างสูง เมื่อเป็นเช่นนี้หากใช้ไฟฟ้าเพื่อเลื่อนวาล์วโดยตรงจำเป็นต้องลดแรงเสียดทานให้น้อยลงที่สุดเท่าที่สามารถจะทำได้โดยในที่นี้จะใช้ Metal seal และระยะในการเลื่อนหรือเปลี่ยนตำแหน่งต้องน้อย

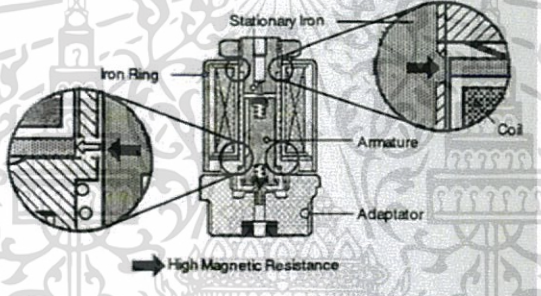
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.5 การเลื่อนวาล์วโดยใช้สัญญาณลมช่วย (Pilot Operation)



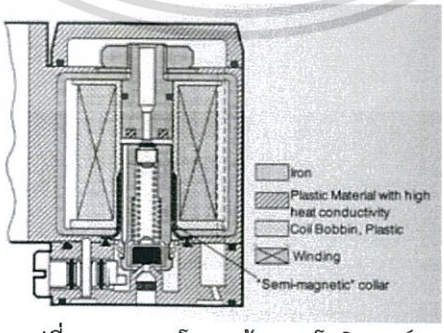
รูปที่ 2.55 แสดงการเลื่อนวาล์วโดยใช้สัญญาณลมช่วย

วาล์วในรูปที่ 2.55 ต้องการเทคโนโลยีชั้นสูงและระยะเวลาในการผลิต จึงเป็นเหตุให้มีราคาค่อนข้างสูง ดังนั้นหากมาพิจารณาวาล์วที่มีโครงสร้างแบบธรรมดา แทนที่จะใช้สัญญาณไฟฟ้าเลื่อนวาล์วเพียงอย่างเดียวก็ใช้ความดันลมเป็นตัวช่วยในการเลื่อนวาล์วด้วย เพื่อเป็นการประหยัดกำลังไฟฟ้าลง



รูปที่ 2.56 แสดงการสูญเสียเส้นแรงของสัญญาณลมช่วย

จากรูปที่ 2.56 จะเห็นว่าเกิดการสูญเสียเส้นแรงแม่เหล็ก ณ จุดต่าง ๆ ดังวงกลมในภาพ นอกจากนี้ช่องว่างอากาศทำให้เกิดเป็นค่าความต้านทานในวงจรแม่เหล็กอีกด้วย รวมทั้งความร้อนที่เกิดขึ้นทำให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง ด้วยเหตุนี้จึงมีการปรับปรุงและพัฒนาโครงสร้างของโซลินอยด์วาล์วให้ดียิ่งขึ้นดังรูปที่ 2.57



รูปที่ 2.57 แสดงโครงสร้างของโซลินอยด์

จากรูปที่ 2.57 โครงสร้างภายนอกจะทำด้วยพลาสติกที่สามารถระบายความร้อนได้ดี ส่วน “Semi-magnetic” เป็นตัวช่วยลดความต้านทานที่เกิดขึ้นในวงจรแม่เหล็ก ทำให้ประสิทธิภาพหรืออำนาจแม่เหล็กสูงขึ้น สิ่งจำเป็นที่จะต้องพิจารณาก็ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ชนิดของของไหล (medium)

พิจารณาว่ามีคุณสมบัติการกัดกร่อนมากน้อยเพียงใดเพื่อเลือกตัวเรือน (body) ของวาล์วว่าควรจะเป็นวัสดุอะไร เช่นเลือกเป็นสเตนเลส 316 เมื่อของไหลมีความเป็นกรดเป็นด่างสูงเป็นต้น อีกอย่างที่ต้องเลือกให้ถูกต้องกับชนิดของของไหลก็คือซีล โดยพิจารณาว่าเป็น nitride rubber, fluoroelastomer หรือ PTFE ซีลแต่ละชนิดเหมาะกับการใช้กับของไหลที่ต่างกันซึ่งผู้ผลิตมักมีรายละเอียดระบุไว้ให้ทราบ

2) ความดันของระบบ (pressure)

เพื่อเลือกชนิดและขนาดของวาล์วที่เหมาะสม สำหรับระบบที่ใช้ความดันสูงกว่า 1 bar โดยเฉพาะวาล์วที่เป็นระบบเปิดปิดทางอ้อม และแบบลูกผสมจะต้องมีการควบคุมอัตราการไหลของขาออกเพื่อรักษาความต่างศักย์ของความดัน (pressure drop) ระหว่างขาเข้าและขาออกให้ไม่เกิน 1 bar ส่วนวาล์วที่เป็นระบบเปิดปิดโดยตรงก็เลือกตัวที่รองรับกับความดันและอัตราการไหลที่จะใช้งานตามตารางของผู้ผลิตได้เลย หากขาเข้าไม่มีความดันของของเหลวแต่ต้องการเปิดให้ไหลในอัตราที่มากเราอาจต้องพิจารณาเลือกใช้วาล์วระบบเปิดปิดแบบลูกผสม

3) อุณหภูมิ

อุณหภูมิของของไหลทำให้เราต้องเลือกชนิดของซีลและคอยล์ผู้ผลิตจะมีซีลที่เหมาะสมใช้กับของไหลที่มีอุณหภูมิสูง เช่น fluoroelastomer และ PTFE ให้เลือกใช้ ส่วนคอยล์นั้นมักมีให้เลือกเป็น class F ซึ่งเป็นคอยล์มาตรฐานของโซลินอยด์วาล์วทั่วไปและ class H ซึ่งมักใช้กับของไหลที่มีความร้อนสูง (max 180 degree C)

4) อัตราการไหล

ดูอัตราการไหลของวาล์วแต่ละขนาดจากค่า Kv ซึ่งเป็นค่าอัตราการไหลของน้ำที่ความต่างศักย์ของความดันขาเข้าและขาออกที่ 1 bar วาล์วที่มีขนาดเกลียวเท่ากันอาจมีอัตราการไหลที่แตกต่างกันเป็นเท่าๆ ตัวก็ได้ ดังนั้นเราจะนำเอาขนาดของเกลียวมาพิจารณาเป็นหลักไม่ได้ เราอาจย่อหรือขยายขนาดของเกลียวได้หากเลือกอัตราการไหลของวาล์วนั้นถูกต้องกับการใช้งาน

5) ไฟฟ้าที่ใช้ควบคุม

ดูว่าเป็น AC หรือ DC โวลต์เท่าไร เช่น 24VDC หรือ 220VAC เป็นต้น ปัญหาที่มักเกิดขึ้นบ่อยๆ คือออกแบบไว้เป็นแบบใช้กับไฟฟ้าชนิด DC แต่เผลอไปเข้าไฟ 220VAC ทำให้คอยล์ไหม้ตั้งแต่ยังไม่ได้ใช้

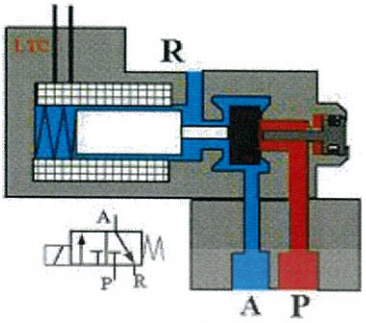
6) สถานที่ที่ติดตั้ง

หากบริเวณที่ติดตั้งวาล์วเป็นบริเวณไวไฟที่ต้องควบคุม (Explosion proof) ต้องเลือกคอยล์ของโซลินอยด์วาล์วเป็นแบบ Explosion proof ที่เหมาะสมกับ zone ที่กำหนดด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2.6 ยกตัวอย่างประเภทของโซลินอยด์วาล์วลม

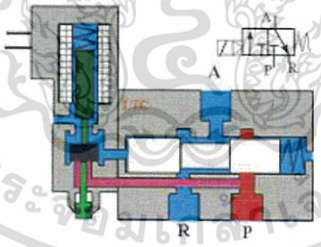
☐ วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง (ปกติปิด) เลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์ วาล์วเลื่อนกลับโดยสปริง



รูปที่ 2.58 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง

- ปกติ สปริงจะดันให้วาล์วปิดลมจากรู P ไม่สามรถผ่านไปรู A ได้
- เมื่อป้อนไฟให้โซลินอยด์ แกนจะถูกดึงให้เลื่อนไปทางซ้ายมือด้วยอำนาจของแม่เหล็กไฟฟ้า วาล์วจะเปิดให้ลมผ่านจากรู P ไปรู A
- เมื่อตัดไฟออกจากโซลินอยด์ อำนาจแม่เหล็กของโซลินอยด์หมดไป สปริงจะดันแกนให้เลื่อนไปทางขวามือดันวาล์วให้ปิดรู P ไว้ ลมจากรู A จะระบายออกที่รู R

☐ วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง (ปกติปิด) เลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์และลมดันช่วย วาล์วเลื่อนกลับโดยสปริง

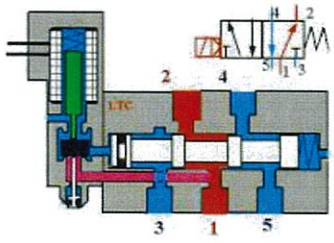


รูปที่ 2.59 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง

- ปกติ สปริงจะดันให้วาล์วไพลอตปิด สปริงจะดันให้ลูกสูบเลื่อนไปทางซ้ายมือ ลมจากรู Pไม่สามรถผ่านไปรู A ได้ รู A จะต่อกับรู R
- เมื่อป้อนไฟให้โซลินอยด์ แกนจะถูกดึงให้เปิดวาล์วไพลอต วาล์วไพลอตจะเปิดให้ลมไปดันลูกสูบให้เลื่อนไปด้านขวามือ เปิดให้ลมผ่านจากรู P ไปยังรู A
- เมื่อตัดไฟออกจากโซลินอยด์ อำนาจแม่เหล็กของโซลินอยด์หมดไป สปริงจะดันให้แกนเลื่อนลงดันให้วาล์วไพลอตปิด สปริงจะดันให้ลูกสูบกลับตำแหน่งปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

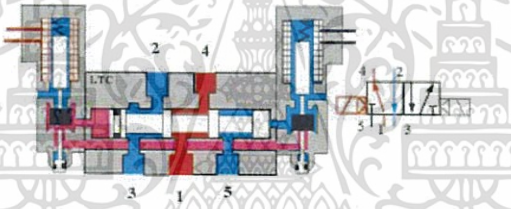
☐ วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง เลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์และลมดัน วาล์วเลื่อนกลับโดยสปริง



รูปที่ 2.60 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง

- ปกติ ลมจากรู 1 ต่อไปยังรู 2 ลมจากรู 4 ต่อไปยังรู 5 ส่วนรู 3 อุดตัน
- เมื่อป้อนไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์ วาล์วไพลอตจะเปิดให้ลมไปดันลูกสูบให้เลื่อนไปทางขวามือ ลมจากรู 1 จะต่อไปยังรู 4 ส่วนลมจากรู 2 จะไหลไปยังรู 3 ส่วนรู 5 อุดตัน
- เมื่อตัดไฟฟ้าออกจากโซลินอยด์ สปริงจะดันลูกสูบกลับตำแหน่งปกติ

☐ วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง เลื่อนวาล์วโดยโซลีนอยด์ทั้ง 2 ข้าง



รูปที่ 2.61 แสดงการทำงานของวาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง

การควบคุมวาล์วนี้ทำได้โดยการป้อนไฟฟ้าให้กับขดลวดโซลินอยด์ ดังภาพแสดงการทำงานขณะป้อนไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์ด้านซ้ายมือ ถ้าป้อนไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์ด้านขวามือ จะทำให้ลูกสูบเลื่อนไป

2.4 อุปกรณ์เซ็นเซอร์ (Sensor) [7]

2.4.1 เซนเซอร์ชนิดใช้แสง (Photoelectric Sensor) [8]

รูปที่ 2.62 เซนเซอร์ชนิดใช้แสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์ชนิดใช้แสง (photo sensor) หรือ optical sensor โดยทั่วไปใช้ในงานการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุ เซนเซอร์ชนิดนี้ทำงานโดยอาศัยหลักการส่งและรับแสง มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ ตัวส่งแสง (emitter) และตัวรับแสง (receiver) ลักษณะการตรวจจับเกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งแสง ส่งไปสะท้อนกับวัตถุหรือถูกขวางกั้นด้วยวัตถุ ส่งผลให้ตัวรับแสงรู้สภาวะที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาณทางด้านเอาต์พุตเพื่อนำไปใช้งานต่อไป

อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับแสงส่วนใหญ่นิยมใช้โฟโต้ไดโอด (photo diode) หรือโฟโต้-ทรานซิสเตอร์ (photo transistor) ส่วนตัวส่งแสงนั้นโดยทั่วไปใช้ LED (Light Emitting Diode) เนื่องจากการต่อใช้งานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำได้ง่าย สะดวกในการบำรุงรักษา ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ และไม่ได้รับผลกระทบจากสภาวะรอบข้างไม่ว่าจะเป็นสนามแม่เหล็ก ความถี่ ความร้อน ความชื้น หรือการสั่นสะเทือน

แบ่งประเภทของ LED ตามความยาวคลื่นของแสงได้ดังนี้

- ☐ LED แบบแสงอินฟราเรด มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910-950 nm ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ให้ความเข้มของแสงสูงและระยะส่งไกล แต่ไม่สามารถแยกแยะความแตกต่างของสีได้
- ☐ LED แบบแสงสีแดง มีความยาวคลื่นประมาณ 650 nm มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ความเข้มของแสงอยู่ในระดับปานกลาง สามารถตรวจจับพื้นผิวที่มีสีดำ สีน้ำเงินและสีเขียวบนพื้นสีขาวได้
- ☐ LED แบบแสงสีเขียว มีความยาวคลื่นประมาณ 560 nm ให้ความเข้มของแสงต่ำ มีระยะการตรวจจับที่ไม่ไกล สามารถตรวจจับพื้นที่สีแดงบนพื้นสีขาวได้ดี

นอกจากนี้ยังมี LED ประเภทแสงเลเซอร์ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่ต้องการความละเอียดในการวัดสูง การเลือกใช้ LED แต่ละแบบขึ้นอยู่กับสีและลักษณะพื้นผิวของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ

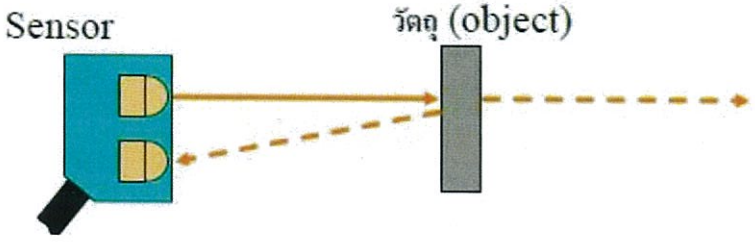
ประเภทของเซนเซอร์ชนิดใช้แสง สามารถแบ่งตามลักษณะการตรวจจับและตำแหน่งการติดตั้งตัวรับแสงและตัวส่งแสงได้ 3 ประเภท

- ☐ ประเภทตรวจจับโดยตรง (diffuse-reflective opitcal sensor)
- ☐ ประเภทลำแสงสะท้อนกลับ (retro - reflective optical sensor)
- ☐ ประเภทลำแสงผ่านตลอด (through - beam optical sensor)

โดยสามารถอธิบาย รายละเอียดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

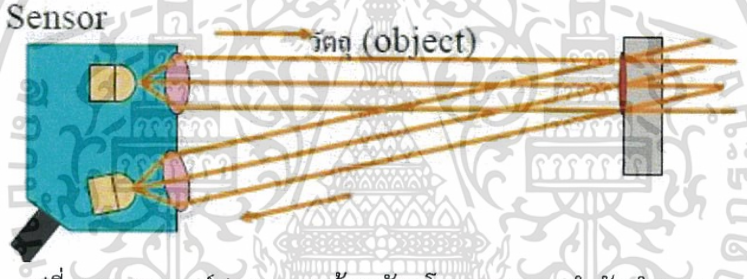
1. Diffuse Mode (สะท้อนวัตถุโดยตรง)



รูปที่ 2.63 เซนเซอร์ประเภทสะท้อนวัตถุโดยตรง

เป็น Sensor ที่อาศัยหลักการยิงแสงไปที่วัตถุ แล้วสะท้อนกลับมา ซึ่ง Sensor ลักษณะนี้นิยมใช้งานโดยทั่วไป เนื่องจากใช้พื้นที่ติดตั้งน้อย เพราะใช้ผิววัตถุที่ตรวจจับเป็นตัวสะท้อนแสงกลับมา

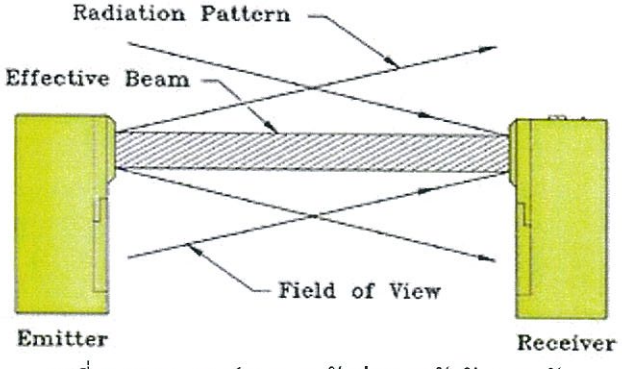
1. Retroreflective Mode (สะท้อนวัตถุโดยตรงแบบจำกัดลำแสง)



รูปที่ 2.64 เซนเซอร์ประเภทสะท้อนวัตถุโดยตรงแบบจำกัดลำแสง

เป็น Sensor ที่ต้องอาศัยแผ่นสะท้อน หรือที่เราเรียกว่า Reflect เป็นตัวสะท้อนแสงกลับมา ซึ่ง Sensorลักษณะนี้ สามารถนำไปใช้งานได้ดีในบริเวณที่มีการจำกัดพื้นที่การติดตั้ง นอกจากนี้แผ่นสะท้อนยังส่งผลทำให้ระยะการตรวจจับวัตถุ สามารถทำได้ไกลขึ้น

3. Opposed Mode (มีตัวส่งและตัวรับแยกกัน)



รูปที่ 2.65 เซนเซอร์ประเภทตัวส่งและตัวรับแยกกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น Sensor แบบที่ใช้ตัวส่งและตัวรับ เนื่องจาก Sensor ลักษณะนี้ มีทั้งตัวส่งและตัวรับ ดังนั้น จึงทำให้ระยะการตรวจจับวัตถุสามารถตรวจจับได้ระยะไกลมากขึ้น นอกจากนี้ในยังสามารถนำไปใช้งานในสภาพแวดล้อมที่มีฝุ่นมากกว่าปกติได้จากประเภทของ Photoelectric Sensor ทั้ง 3 ประเภทข้างต้น ทำให้ในเบื้องต้น เราสามารถตัดสินใจเลือกใช้รูปแบบการติดตั้งได้อย่างเหมาะสม อย่างไรก็ตาม ยังมีปัจจัยอื่นๆ ที่สำคัญ ดังนี้

- สี , พื้นผิวของวัตถุที่ตรวจจับ (Color , Surface) สีต่างๆกัน : มีผลต่อการดูดซับของแสง ลักษณะพื้นผิว เช่น ผิวมันวาว ผิวขรุขระ มีผลต่อการสะท้อนของแสง

- ความโตของลำแสง (Beam Pattern) : ถ้าความโตของลำแสง มีขนาดใหญ่กว่าวัตถุที่ตรวจจับ ก็จะทำให้แสงนั้นยิงผ่านวัตถุไป บางครั้งทำให้ไม่สามารถตรวจจับได้ ดังนั้นความโตของลำแสง จึงต้องมีขนาดเล็กกว่าวัตถุที่ต้องการตรวจจับ

- ความแตกต่างของสี (Contrast) : เนื่องจาก Photoelectric Sensors จะมองเห็นวัตถุที่ต้องการตรวจจับเป็น Gray Scale หรือ เป็นสีเทานั่นเอง ดังนั้น Photo Sensors จะตรวจจับวัตถุที่มีค่า Contrast สูงได้ดีกว่า วัตถุที่มีค่า Contrast ต่ำ

ทั้งนี้ Photoelectric Sensors จะมีระยะการตรวจจับที่เปลี่ยนแปลงตามสีของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ และเปลี่ยนแปลงตามประเภท ของ Sensors ดังที่กล่าวข้างต้นไปแล้ว

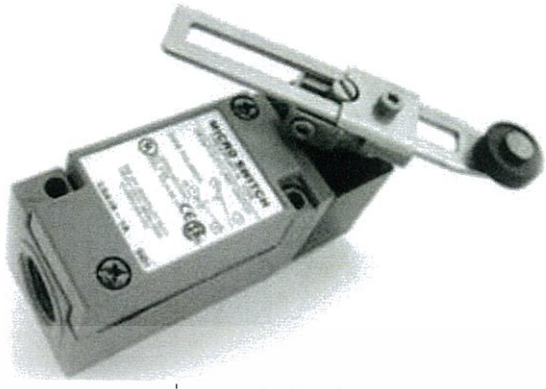
จากข้อมูลดังกล่าวข้างต้น นอกจากการเลือกใช้ชนิดของเซนเซอร์ให้ถูกต้องแล้ว ยังมีสิ่งที่เราต้องคำนึงถึงอีก เช่น ความเร็วของ วัตถุที่ต้องการตรวจจับ , การเรียงตัวของวัตถุว่าเป็นระเบียบหรือไม่ , สภาพแวดล้อมในการติดตั้ง , สัญญาณเอ้าต์พุตที่ต้องการนำไปใช้ รวมไปถึงลักษณะชนิดของงานว่าเป็นอย่างไร ทั้งนี้ยังมีสิ่งอื่นๆที่ยังต้องพิจารณาอีกมากมาย

ดังนั้น เราจึงควรเลือกปรึกษา และเลือกใช้ บริษัทที่จำหน่ายอุปกรณ์ โดยวิศวกรที่มีความรู้ ความชำนาญ ทางด้านสินค้านั้นๆ เพื่อจะสามารถทำให้เครื่องจักรของเราทำงานได้ตามความต้องการ และมีประสิทธิภาพสูงสุด

รูปที่ 2.66 แสดงการนำไปประยุกต์ใช้งาน

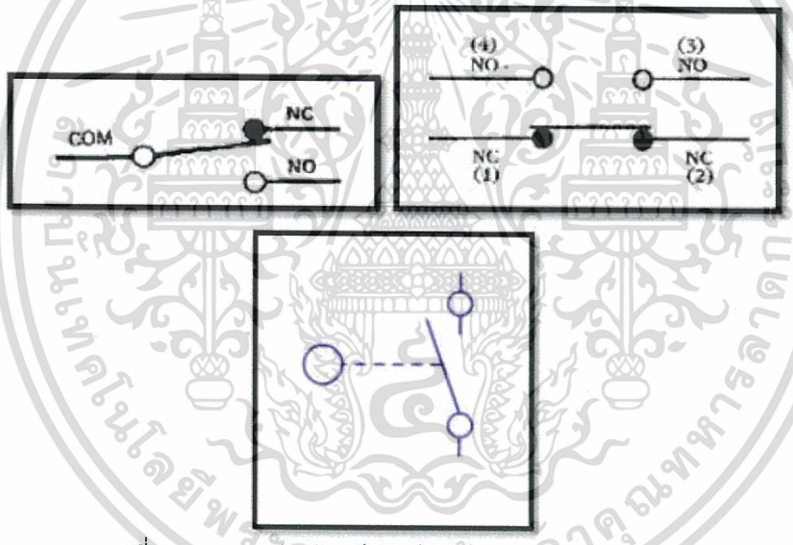
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 สวิตช์จำกัดระยะ (Limit Switch) [11]



รูปที่ 2.67 สวิตช์จำกัดระยะ

เป็นสวิตช์ที่จำกัดระยะทาง การทำงานอาศัยแรงกดภายนอกมากระทำเช่น วางของทับที่ปุ่มกด หรือลูกเบี้ยวมาชนที่ปุ่มกด และเป็นผลทำให้หน้าสัมผัสที่ต่ออยู่กับก้านชน เปิด-ปิด ตามจังหวะการชน



รูปที่ 2.68 แสดงสัญลักษณ์สวิตช์จำกัดระยะ (Limit switch)

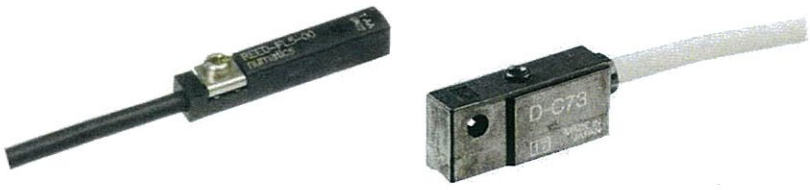
ดังนั้นจึงมีการนำไปใช้ประโยชน์ได้อย่างมากมาย เช่น ลิฟท์โดยสาร, ลิฟท์ขนของ, ประตูที่ทำงานด้วยไฟฟ้า, ระบบสายพานลำเลียง เป็นต้น และ ลิมิตสวิตช์ (Limit switch) สามารถมีคอนแทคได้หลายอันมีคอนแทคปกติปิดและปกติเปิดมี โครงสร้างคล้ายสวิตช์ปุ่มกด

ข้อดีของลิมิตสวิตช์ (Limit switch)

- ติดตั้งง่าย สะดวกต่อการใช้งาน
- ไม่ต้องมีไฟเลี้ยงวงจรในการทำงาน
- การทำงานเชื่อถือได้ มีความแม่นยำในการทำงาน
- ราคาต่ำกว่าอุปกรณ์ตรวจจับชนิดอื่น

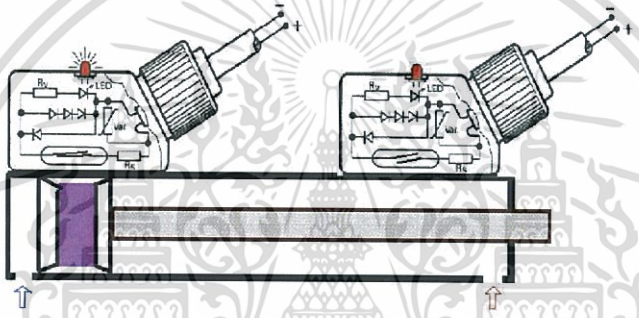
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 รีดสวิตซ์ (Reed switch) [12]



รูปที่ 2.69 รีดสวิตซ์ (Reed switch)

รีดสวิตซ์ คือ สวิตซ์ที่ควบคุมการทำงานโดยใช้แม่เหล็ก ในการใช้งาน จะยึดรีดสวิตซ์ไว้ที่ตัวกระบอกสูบดังรูป โดยตัวกระบอกสูบต้องทำจากอลูมิเนียมและ ลูกสูบต้องมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กถาวร ซึ่งการใช้รีดสวิตซ์มีความสะดวกในเรื่องของการติดตั้งที่ง่ายกว่าลิมิตสวิตซ์ทั่วไป



รูปที่ 2.70 การทำงานของรีดสวิตซ์

มีหลักการทำงาน ดังนี้

- เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่เข้าสุด อำนาจแม่เหล็กที่ตัวลูกสูบจะไปดึงดูดให้หน้าคอนแทคของรีดสวิตซ์ต่อกัน ซึ่งปกติหน้าคอนแทคจะเป็นหน้าคอนแทคปกติเปิด เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่มาตรงกับตำแหน่งของรีดสวิตซ์ รีดสวิตซ์ก็จะปิดวงจร
- เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ออกไปตรงกับตำแหน่งของรีดสวิตซ์ตัวนอก อำนาจแม่เหล็กของลูกสูบก็จะดึงดูดให้รีดสวิตซ์ปิดวงจรเช่นกัน

2.4.4 เซนเซอร์ตรวจจับสี (Sensor RGB) [13]

ชนิด Reflective ตัดความมันวาวและปรับขนาดลำแสงได้

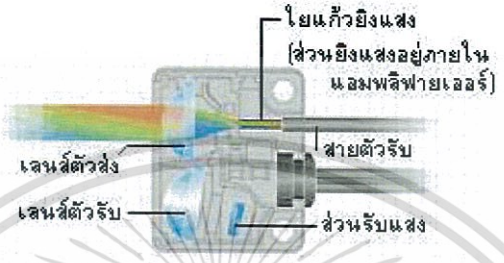
รูปที่ 2.71 เซนเซอร์ตรวจจับสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมีคุณลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

☐ ใช้โครงสร้างแบบผสม

เซนเซอร์ SUPER RGB นี้ได้รับการพัฒนาโดยการออกแบบโครงสร้างส่วนหัวใหม่หมดเพื่อการเพิ่มประสิทธิภาพโดยรวม ตัวส่งใช้ใยแก้วนำแสงซึ่งให้ลำแสงที่สม่ำเสมออย่างเหลือเชื่อ ช่วยลดขนาดของหัวเซนเซอร์ ภายในหัวเซนเซอร์ยังประกอบด้วยวงจรรับแสง จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับและมีความเสถียรยิ่งขึ้น



รูปที่ 2.72 แสดงโครงสร้างของเซนเซอร์ตรวจจับสี

☐ แหล่งกำเนิดแสง RGB เพื่อการประมวลผล 16 บิต 3 ชุด

รูปที่ 2.73 แสดงโครงสร้างภายในของเซนเซอร์ตรวจจับสี

☐ แหล่งกำเนิดแสง 3 สี เพื่อการตรวจจับชิ้นงานได้อย่างแม่นยำ

เซนเซอร์ SUPER RGB ใช้ LED สี จำนวน 3 ชุดที่แยกออกจากกัน สัญญาณของแต่ละสีจะถูกแปลงเป็นข้อมูล 16 บิตในตัวรับเพื่อใช้ในการรับรู้สี ทำให้การตรวจจับมีความแม่นยำแม้ชิ้นงานจะสั่นไหว

☐ การตรวจจับว่ามี/ไม่มีฟิล์มหรือการเคลือบเงามันหรือไม่

โดยเครื่องจะแยกเฉพาะส่วนที่มันวาวออกมาจากผิวของชิ้นงาน ชิ้นงานส่วนใหญ่จะสะท้อนแสงทั้งแบบธรรมดาและแบบกระจาย ชุดเลนส์พิเศษสำหรับตรวจจับความมันวาวในหัวเซนเซอร์ จะแยกเฉพาะส่วนที่มันวาวออกมาและขจัดส่วนที่เป็นการสะท้อนแสงแบบกระจายที่ไม่ต้องการออกไป

☐ หัวเซนเซอร์ที่เบาและเล็ก

แสงจะถูกยิงออกมาโดยการใช้สายไฟเบอร์ออปติก การออกแบบด้วยการบรรจุระบบอิเล็กทรอนิกส์ยิงแสงไว้ในแอมพลิฟายเออร์แทนที่จะเป็นหัวเซนเซอร์เป็นผลให้สามารถลดขนาดของหัวเซนเซอร์ลงได้เป็นอย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☐ ขนาดลำแสงที่สามารถเลือกได้

สามารถเลือกขนาดลำแสงที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.12 นิ้ว (3 มม.) หรือ 0.20 นิ้ว (5 มม.) (เมื่อตรวจจับจากระยะ 0.59 นิ้ว (15 มม.))

หมายเหตุ: ช่วงการตรวจจับทั้งหมด ตั้งแต่ 0.39 นิ้วถึง 0.79 นิ้ว (10 ถึง 20 มม.)

☐ วัตถุผิวมันวาว/วัตถุผิวด้าน

เซนเซอร์สามารถตรวจจับชิ้นงานได้จากระดับความมันวาวของชิ้นงาน โดยไม่ได้รับผลกระทบจากสีหรือรูปแบบการพิมพ์ของชิ้นงานนั้นแต่อย่างใด

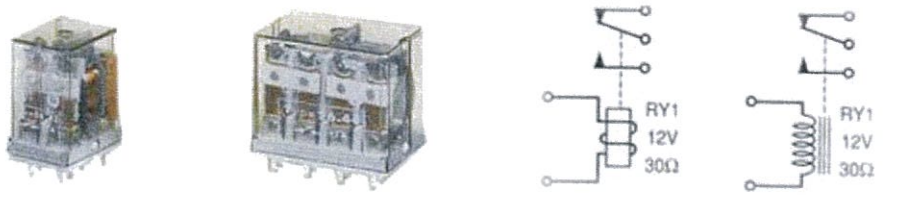
2.5 รีเลย์ (Relay) [9]

รูปที่ 2.74 รีเลย์

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ โดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย

หลักการทำงานเบื้องต้น

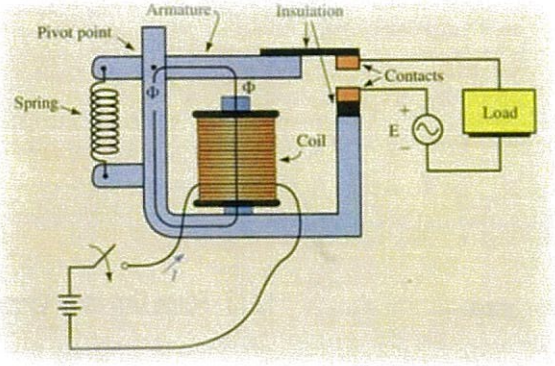
รีเลย์เป็นอุปกรณ์ที่นิยมนำมาทำเป็นสวิตช์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ โดยจะต้องป้อนกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดจำนวนหนึ่ง เพื่อนำไปควบคุมวงจรกำลังงานสูง ๆ ที่ต่ออยู่กับหน้าสัมผัสหรือคอนแทกต์ของรีเลย์ รูปที่ 2.56 แสดงรูปร่างและสัญลักษณ์ของรีเลย์



รูปร่างของรีเลย์ที่มีตัวถังเป็นพลาสติกใสป้องกันฝุ่น | สัญลักษณ์แบบลวดพัน | สัญลักษณ์แบบตัวเหนี่ยวนำพันแกนเหล็ก

รูปที่ 2.75 แสดงรูปร่างและสัญลักษณ์ของรีเลย์

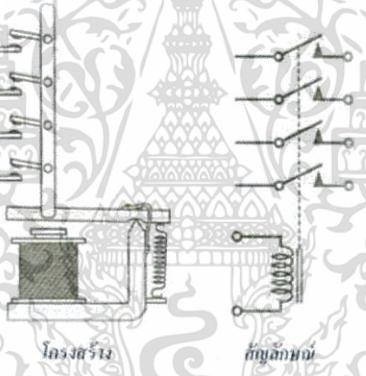
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.76 แสดงหลักการทำงานเบื้องต้นของรีเลย์

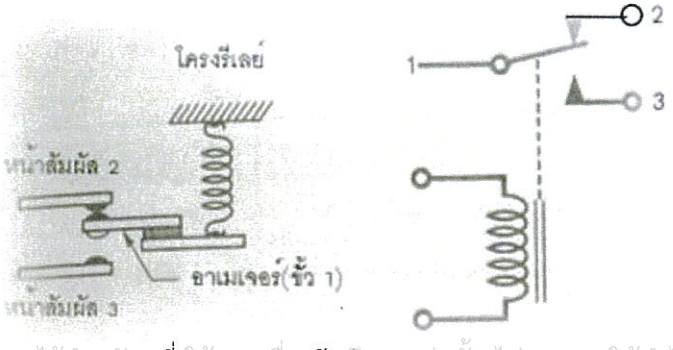
หน้าสัมผัสของรีเลย์

รูปที่ 2.76 แสดงรีเลย์ที่มีหน้าสัมผัสเพียงชุดเดียว ปัจจุบันรีเลย์ที่มีขดลวดชุดเดียวสามารถควบคุมหน้าสัมผัสได้หลายชุดดังรูป อาร์เมเจอร์อันเดียวถูกยึดอยู่กับหน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้ 4 ชุด ดังนั้น รีเลย์ตัวนี้จึงสามารถควบคุมการแตะหรือจากกันของหน้าสัมผัสได้ถึง 4 ชุด



รูปที่ 2.77 แสดงโครงสร้างและสัญลักษณ์ของชุดหน้าสัมผัสแบบ 4PST

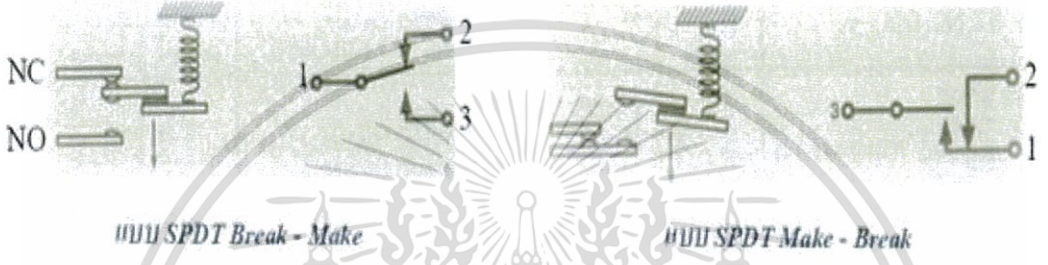
แต่ละหน้าสัมผัสที่เคลื่อนที่ได้มีชื่อเรียกว่าขั้ว (Pole) รีเลย์ในรูปที่ 2.77 มี 4 ขั้ว จึงเรียกหน้าสัมผัสแบบนี้ว่าเป็นแบบ 4PST (Four Pole Single Throw) ถ้าแต่ละขั้วที่เคลื่อนที่แล้วแยกจากหน้าสัมผัสอันหนึ่งไปแตะกับหน้าสัมผัสอีกอันหนึ่งเหมือนกับสวิตช์โยก โดยเป็นการเลือกหน้าสัมผัส ที่ขนาบอยู่ทั้งสองด้านดังรูปที่ 2.78 หน้าสัมผัสแบบนี้มีชื่อว่า SPDT (Single Pole Double Throw)



รูปที่ 2.78 แสดงหน้าสัมผัสแบบ SPDT

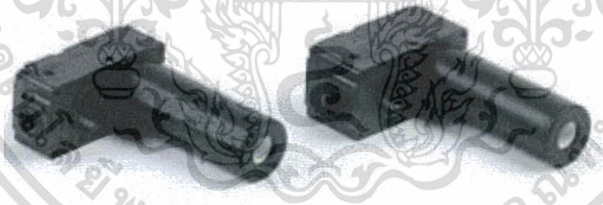
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ไม่มีการป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวดของรีเลย์ สภาวะ NO (Normally Open) คือ สภาวะปกติหน้าสัมผัสกับขั้วแยกจากกัน ถ้าต้องการให้สัมผัสกันจะต้องป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวด ส่วน สภาวะ NC (Normally Closed) คือสภาวะปกติหน้าสัมผัสกับขั้วสัมผัสกัน ถ้าต้องการให้แยกกันจะต้อง ป้อนกระแสไฟฟ้าเข้าขดลวด นอกจากนี้ยังมีแบบแยกก่อนแล้วสัมผัส (Break-Make) หมายถึงหน้าสัมผัส ระหว่าง 1 และ 2 จะแยกจากกันก่อนที่หน้าสัมผัส 1 และ 3 จะสัมผัสกัน แต่ถ้าหากตรงข้ามกันคือ หน้าสัมผัส 1 และ 2 จะสัมผัสกัน และจะไม่แยกจากกัน จนกว่าหน้าสัมผัส 1 และ 3 จะสัมผัสกัน (Make-Break)



รูปที่ 2.79 แสดงหน้าสัมผัสแบบ SPDT แบบ Break – Make และ Make – Break

2.6 ตัวกำเนิดสุญญากาศ (Vacuum) [6]

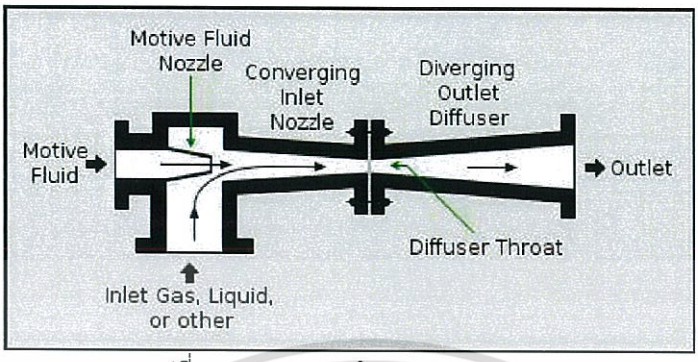


รูปที่ 2.80 ตัวกำเนิดสุญญากาศ

ตัวกำเนิดสุญญากาศ (Vacuum Ejector, Vacuum Generator) ตัวกำเนิดความดันสุญญากาศ Vacuum Ejector อาศัยหลักการที่ทำให้เกิดสุญญากาศตรงบริเวณคอคอดที่เป็นเสมือนท่อ 3 แยก Venturi ที่อยู่ภายในตัวกำเนิดความดันสุญญากาศตัว Ejector โดยบริเวณนี้เหมือนทาง 3 แพร่งใน รูปข้างล่างลมเข้ามาทางรูที่ 1 และ เมื่อลมไหลเข้ามาเร็วในคอขาด ของตัวกำเนิดความดันสุญญากาศเช่น พื้นที่หน้าตัดที่ลมไหลผ่านลดลง 900% ความเร็วลมจะมากขึ้น 900% เช่นกัน พื้นที่ลดลง 9 เท่า ความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น 9 เท่า ทำให้ลมที่ไหลผ่านที่ Venturi จะปั่นป่วนอย่างมาก (Turbulence) โดยลม จะไหลออกอย่างรวดเร็วไปสู่รูออกที่ 2 ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่อยู่ตรงข้ามกับทางเข้าที่1 บริเวณทาง 3 แพร่ง ที่ อยู่ภายใน Venturi ก็จะเกิดสุญญากาศ ดูดอากาศจากทางเข้าที่ 3 ท่อทางเข้าที่ 3 จะไปต่อกับลูกยางดูด จับชิ้นงาน ฯลฯ ในงานจับและวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องกำเนิดความดันสุญญากาศที่ต้องการปริมาณลมดูดมากๆไม่เหมาะที่จะใช้ Jector ต้องใช้เป็นปั๊มสุญญากาศ ซึ่งมีทั้งแบบกระบอกสูบแบบโรตารี่ แบบ Vane Type เป็นต้น



รูปที่ 2.81 แสดงการทำงานของ Vacuum

2.7 สวิตซ์ควบคุมความดัน (Pressure Switch)

รูปที่ 2.82 สวิตซ์ควบคุมความดัน

ความดันเกจ (gauge pressure) คือ ค่าที่อ่านได้จากเกจวัดความดันของของไหลที่ต่อกับเกจและความดันบรรยากาศ เป็นความดันที่แสดงค่าสูงกว่าความดันบรรยากาศ จะมีค่าเป็นศูนย์ในสภาวะปกติ หรือความดันบรรยากาศ

การเคลื่อนที่ของอากาศ จากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง

ซึ่งโดยปกติอากาศจะเคลื่อนที่จากจุดที่มีความดันลมสูงไปยังจุดที่มีความดันลมต่ำกว่าเสมอ จุดที่มีความดันต่ำกว่าเราเรียกว่า ความดันลบ (Negative pressure) หรือแรงดันดูด (Suction) นั้นเอง ซึ่งการทำงานของพัดลมจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอากาศ จากบริเวณหัวดูดผ่านเข้าสู่ระบบท่อมายังพัดลม พลังงานที่เราป้อนให้แก่พัดลมจะถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานที่ทำให้อากาศเกิดการเคลื่อนที่ ความดันจะแสดงเป็นในรูปความสูงของน้ำ โดยหน่วยที่ใช้เป็น นิ้วของน้ำ in.wg (Inchs of water)

โดยทั่วไปแล้ว หน่วยของความดันที่ใช้กันเป็น Psi (ปอนด์ ต่อ ตารางนิ้ว) โดยใช้Pressure gaugeในการวัด ซึ่งเมื่อเทียบกับความดันบรรยากาศ เราจะเรียกว่า เป็น ความดันเกจ มีหน่วยเป็น psig ความดันสัมบูรณ์ (absolute pressure) มีหน่วยเป็น psia สำหรับความดัน 1 บรรยากาศ จะมีค่าเท่ากับ 14.7 psi หรือ 29.92 in.Hg (นิ้วปรอท) ความดันรวม (total pressure: TP) จะเป็นผลรวมของความดันสองชนิด ได้แก่ความดันสถิต (static pressure : SP) และความดันจลน์ (velocity pressure : VP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของ Pressure Switch

การทำงานของเครื่องอัดอากาศ คือ เมื่อเปิดสวิทช์การทำงานของเครื่อง ถ้าอากาศยังมีความดันต่ำกว่าที่กำหนด Pressure Switch ก็จะต่อวงจรไฟฟ้าผ่านไปยังมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนและไปขับให้ปั๊มอัดอากาศทำงานตามไปด้วย และเมื่ออากาศภายในถังบรรจุอากาศมีความดันสูงตามพิกัดที่กำหนด Pressure Switch ก็จะตัดวงจรไฟฟ้าทำให้มอเตอร์หยุดทำงานและปั๊มอัดอากาศก็จะหยุดทำงานด้วย แต่เมื่ออากาศภายในถังบรรจุอากาศถูกนำไปใช้งาน และความดันในถังบรรจุอากาศต่ำลงจนถึงตำแหน่งที่กำหนดไว้

Pressure Switch จะต่อวงจรให้มอเตอร์และปั๊มอากาศทำงานต่อไป การทำงานของปั๊มอัดอากาศจะทำงานสลับกันไปเช่นนี้ตลอดเวลาโดยอัตโนมัติ ดังนั้นถ้าต้องการให้เครื่องอัดอากาศหยุดทำงานจะต้องปิดสวิทช์ควบคุมการทำงาน

2.8 มอเตอร์ (Motor) [10]

รูปที่ 2.83 มอเตอร์

มอเตอร์เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย โดยเป็นส่วนประกอบหลักในการทำงานของเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ใช้กันในชีวิตประจำวันของเรา ดังนั้นการศึกษาโครงสร้าง การทำงาน และการควบคุมมอเตอร์ จึงเป็นส่วนหนึ่งที่มีความสำคัญ ในการเรียนรู้ของนักศึกษาช่าง

ชนิดของมอเตอร์

วงจรไฟฟ้าคือการนำแหล่งจ่ายไฟฟ้า จ่ายแรงดันและกระแสให้กับโหลด โดยใช้ลวดตัวนำ ถ้าเรามองดูอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้ารอบ ๆ ตัวเรา ไม่ว่าจะเป็นพัดลม เครื่องซักผ้า เครื่องเล่นเทป หรือของเล่นต่างๆ จะเห็นว่าเครื่องใช้ส่วนใหญ่ จะมีมอเตอร์เป็นส่วนประกอบในการทำงาน แทบทั้งสิ้น นอกจากนี้เครื่องจักรต่าง ๆ ที่ใช้ในงานผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ก็อาศัยมอเตอร์แทบทั้งสิ้น จึงอาจกล่าวได้ว่ามอเตอร์ คือ อุปกรณ์ที่มีความสำคัญ ต่อชีวิตความเป็นอยู่ของมนุษย์เราเลยทีเดียว

มอเตอร์จะทำหน้าที่ แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกลให้เราไปใช้ในการทำงาน แทนการใช้แรงงานจากมนุษย์ เราอาจแบ่งมอเตอร์ ตามระบบไฟที่ใช้ได้ 2 ประเภท คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☐ **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)**

☐ **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Motor)**

โดยมอเตอร์ทั้งสองประเภทจะมีส่วนประกอบที่แตกต่างกันออกไปบ้าง แต่ส่วนประกอบหลักคือจะมีส่วนที่อยู่กับที่เราเรียกว่า สเตเตอร์ (Stator) และส่วนที่เคลื่อนที่ซึ่งเราเรียกว่าโรเตอร์(Rotor)มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีด้วยกันหลายแบบ ถ้าจะแบ่งตามการสร้างสนามแม่เหล็กของ สเตเตอร์ ก็จะแบ่งได้เป็น 3 แบบ คือ

- แบบที่ใช้แม่เหล็กถาวรเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็ก (Permanent DC Motor) แบบนี้จะมีแท่งแม่เหล็กอย่างน้อยสองแท่ง เป็นส่วนประกอบของสเตเตอร์ ส่วนใหญ่จะเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก ๆ ใช้ในของเด็กเล่น หรือเครื่องมือขนาดเล็ก เช่นสว่านเจาะปรินซ์

- แบบที่ใช้ขดลวดในการสร้างสนามแม่เหล็ก (Wound DC Motor) แบบนี้จะมีขดลวดสเตเตอร์ ในการสร้างสนามแม่เหล็ก และมีขั้วต่อออกเพื่อรับการจ่ายไฟเลี้ยง ซึ่งสามารถต่อได้ 2 ลักษณะคือ ต่ออนุกรมกับขดลวดโรเตอร์ เราเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ (Series Motor) และต่อแบบขนานกับโรเตอร์ เรียกว่า ชันท์มอเตอร์ (Shunt Motor) โดยมอเตอร์แบบนี้จะใช้ในงานพิเศษที่ต้องการแรงบิดสูง หรือ งานที่ต้องการความเร็วรอบที่คงที่และปรับเปลี่ยนได้ง่าย โดยวิธีควบคุมกระแสที่จ่ายให้ขดลวดนี้

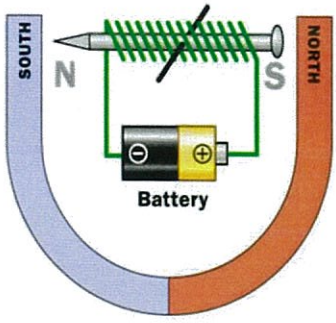
- แบบใช้ขดลวดพันพิเศษเพื่อหมุนแบบที่ละขั้นที่ละจุด มักเรียกกันว่า สเตปปิ้งมอเตอร์ (Stepping Motor) ซึ่งจะใช้ในการควบคุมแบบพิเศษ เช่นแขนกล หรืออุปกรณ์ที่ต้องการควบคุมการหมุนแบบละเอียด

สำหรับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ ก็มีด้วยกันหลายประเภท เช่น มอเตอร์แบบซิงโครนัส (Synchronous Motor), มอเตอร์แบบอินดักชั่น (Induction Motor) เป็นต้นซึ่งในที่นี้จะไม่ขอกล่าวถึง เพราะมีรายละเอียดมากมาย ไม่เหมาะกับการเรียนรู้ในระดับพื้นฐาน จึงขอกล่าวรายละเอียด เฉพาะมอเตอร์อย่างง่าย ที่ใช้แม่เหล็กถาวรเท่านั้น เพราะศึกษาได้ง่ายและเห็นกันอยู่เสมอ

หลักการทำงาน

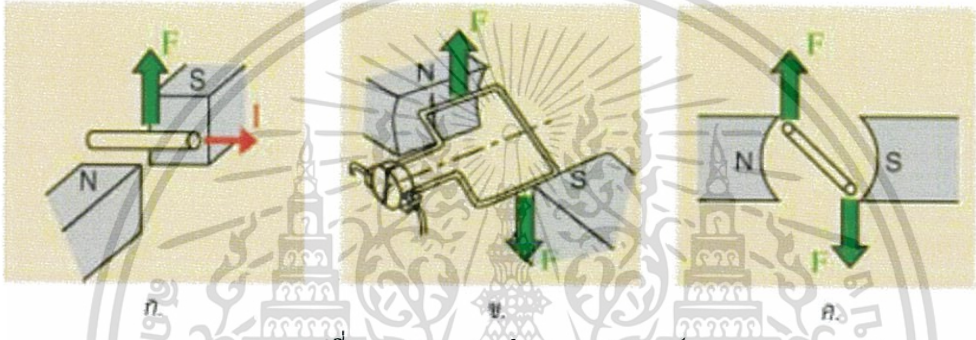
หลักการทำงานของมอเตอร์จะอาศัยแรงผลักที่เกิดจากสนามแม่เหล็ก โดยความรู้เบื้องต้นที่เราได้เรียนมาคือ เมื่อมีกระแสไหลผ่านลวดตัวนำ จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบตัวนำนั้น ถ้าเรานำตัวนำดังกล่าวไปวางไว้ในสนามแม่เหล็กถาวร ก็จะเกิดการต้าน และเสริมกับเส้นแรงแม่เหล็กจากแม่เหล็กถาวร ทำให้เกิดแรงผลักขึ้นที่ขดลวด เหมือนกับนักศึกษานำแม่เหล็ก 2 ชิ้นมาวางใกล้ ๆ กัน หรืออาจทดลองง่าย โดยหาแม่เหล็กแบบเกือกม้ามา 1 อัน จากนั้นนำขดลวดมาพันรอบตะปู แล้วจ่ายไฟด้วยแบตเตอรี่ดังรูปที่ 2.90 ก็จะเห็นปฏิกิริยาระหว่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.84 แสดงการทดสอบการกระทำระหว่างสร้างสนามแม่เหล็ก

เรามาลองดูหลักการทำงานของมอเตอร์ทีละขั้นตามรูปที่ 2.85



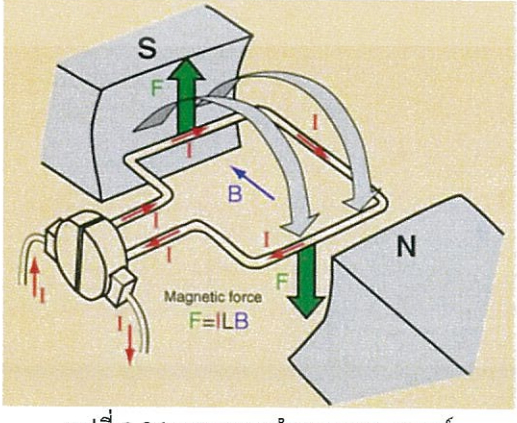
รูปที่ 2.85 แสดงการทำงานของมอเตอร์

รูปที่ 2.85 ก. เมื่อเราจ่ายกระแสให้กับตัวนำ จะทำให้ตัวนำมีสนามแม่เหล็ก มีผลให้ทำปฏิกริยากับสนามแม่เหล็กถาวร ทำให้เกิดแรงผลักตัวนำไปในทิศทางด้านบน แต่ถ้าจ่ายกระแสในทิศทางตรงข้าม ตัวนำก็จะถูกผลักในทิศทางตรงกันข้าม

รูปที่ 2.85 ข. เมื่อใช้ตัวนำเป็นวงรอบแล้วจ่ายกระแส จะทำให้ด้านหนึ่งของตัวนำถูกผลักขึ้นและอีกด้านถูกผลักลง ทำให้ตัวนำหมุน

รูปที่ 2.85 ค. แสดงภาพในแนวตัวขวาง แสดงถึงทิศทางของแรงที่เกิดขึ้นกับตัวนำ

เราสามารถแสดงการทำงานของมอเตอร์อย่างเต็มรูปแบบได้ดังรูปที่ 2.86

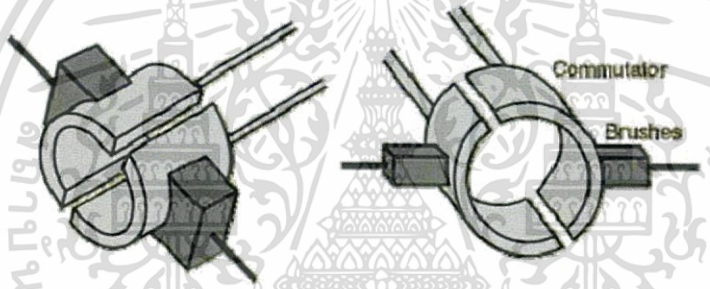


รูปที่ 2.86 แสดงการทำงานของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

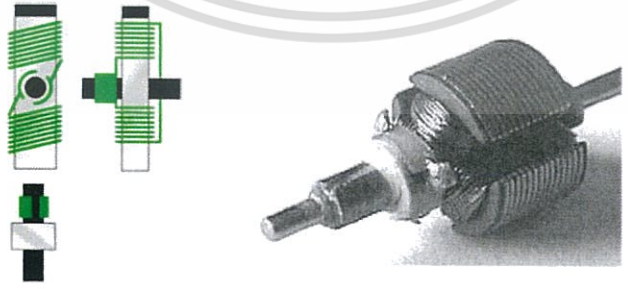
จากรูปจะเห็นได้ชัดเจนว่า เมื่อจ่ายกระแสผ่านขั้วต่อที่เรียกว่าแปรงถ่าน (Brushes) ไปยังวงแหวนพิเศษที่เรียกว่าคอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ซึ่งต่อเข้ากับวงรอบตัวนำกระแสที่ไหลผ่านตัวนำจะทำให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กรอบตัวนำ โดยด้านหนึ่งจะเกิดเป็นแรงผลักขึ้น ส่วนอีกด้านจะเกิดแรงผลักตัวนำลงมาทำให้วงรอบตัวนำมีการหมุน โดยแรงที่เกิดจะแปรตามกระแสที่ไหลผ่าน (I) ความยาวของตัวนำ (L) และ ความเข้มของสนามแม่เหล็กสเตเตอร์ (B)

ที่ต้องใช้วงแหวนคอมมิวเตเตอร์ เพราะถ้าเราต่อตัวนำเข้ากับแหล่งจ่ายตายตัว จะทำให้กระแสที่ไหลผ่านตัวนำมีทิศตายตัว เมื่อตัวนำหมุนมาอีกทิศทางหนึ่ง ทิศทางแรงผลักจะทำให้ตัวนำถูกผลักกลับไปตำแหน่งเดิม ทำให้ไม่สามารถหมุนต่อเนื่องได้ การใช้วงแหวนคอมมิวเตเตอร์ก็เพื่อให้ตัวนำได้รับการจ่ายกระแสที่ถูกต้อง ทำให้ตัวนำหมุนต่อเนื่องต่อไปได้ สำหรับการต่อแรงดันไฟฟ้า ไปยังคอมมิวเตเตอร์ จะกระทำผ่านแปรงถ่าน โดยแปรงถ่านจะเป็นสารผสมระหว่าง ทองแดงกับกราไฟต์ ที่สามารถนำกระแส ที่ต้องใช้แปรงถ่านก็เพื่อลดการเสียดสีระหว่างขั้วต่อแหล่งจ่ายไฟกับวงแหวนคอมมิวเตเตอร์



รูปที่ 2.87 แสดงวงแหวนคอมพิวเตอร์ และ แปรงถ่าน

มอเตอร์ในทางปฏิบัติจะเพิ่มความยาวของลวดตัวนำซึ่งเป็นโรเตอร์ โดยพันลวดรอบแกนโลหะ ซึ่งเรามักเรียกกันอีกชื่อหนึ่งว่า อาร์เมเจอร์ (Armature) เพื่อเพิ่มแรงบิด (Torque) ให้กับมอเตอร์

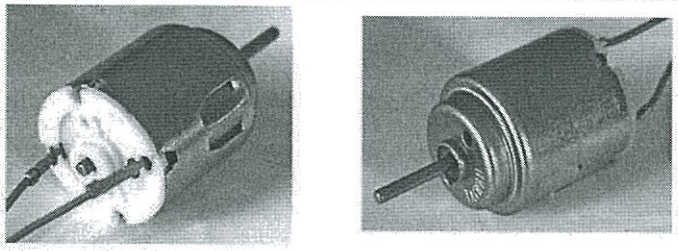


รูปที่ 2.88 แสดงโครงสร้างและภาพจริงของอาเมเจอร์

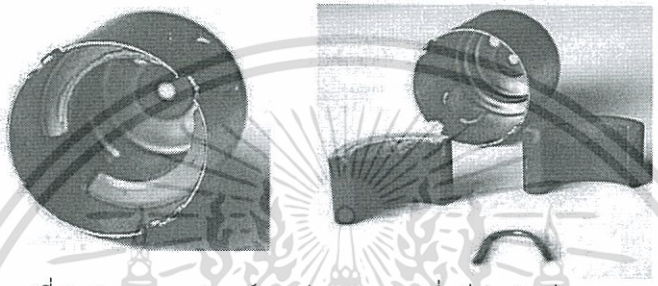
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนประกอบของมอเตอร์

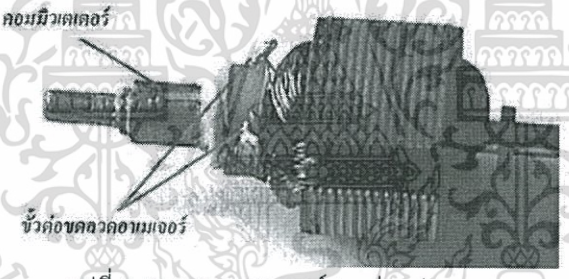
ในที่นี้จะแสดงรูปจริงที่เป็นส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟตรงแบบแม่เหล็กถาวร



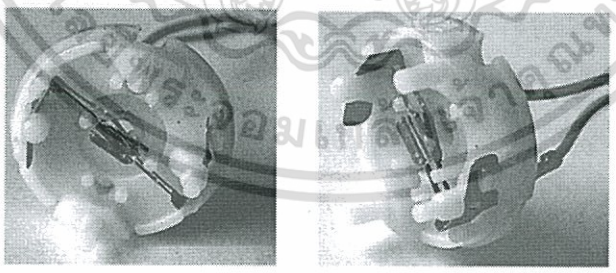
รูปที่ 2.89 แสดงภาพด้านหน้าและด้านหลังขอมอเตอร์



รูปที่ 2.90 แสดงสเตเตอร์และส่วนประกอบซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวร



รูปที่ 2.91 แสดงอาเมเจอร์และส่วนประกอบ



รูปที่ 2.92 แสดงส่วนพลาสติกที่มีขั้วต่อไฟเชื่อมต่อกับแผ่นทองแดงที่ทำหน้าที่แทนแปรงถ่าน

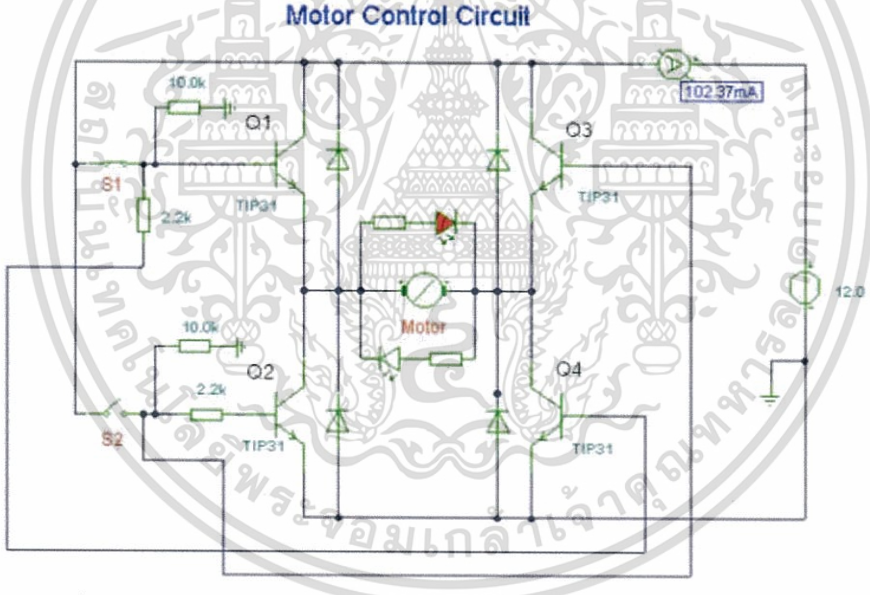
การควบคุมมอเตอร์

โดยทั่วไปจะควบคุมองค์ประกอบ 3 ประการคือ

1. ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ (Speed Control)
2. ควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ (Torque Control)
3. ควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์ (Direction Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงนั้น จะทำได้โดยการปรับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการควบคุมแรงบิด ทำโดยการควบคุมกระแสที่ผ่านขดลวดอาเมเจอร์ และที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ ในกรณีสเตเตอร์แบบใช้ขดลวดพัน สำหรับการควบคุมการหมุน หรือการสลับทิศทางการหมุนนั้น ในกรณีมอเตอร์ไฟตรง สามารถทำได้โดยการสลับขั้วแหล่งจ่ายไฟ ที่จ่ายให้แก่มอเตอร์ สำหรับกรณีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงขนาดเล็ก แบบใช้แม่เหล็กถาวรเป็นสเตเตอร์ จะไม่สามารถควบคุมอะไรได้มากนัก โดยการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ จะถูกจำกัดด้วยขนาดแรงดัน โดยสามารถปรับได้ไม่เกินค่าแรงดันสูงสุดที่จ่ายให้มอเตอร์ ส่วนการควบคุมแรงบิด อาจทำโดยใช้ตัวต้านทานปรับค่าแบบขดลวด (Wire Wound Resistor) แต่ก็จะเกิดกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่ตัวต้านทาน ฉะนั้นในปัจจุบัน จึงมักนิยมใช้การควบคุม ด้วยวงจรพัลซ์วิธมอดูเลเตอร์ (Pulse Width Modulator) ซึ่งจะใช้วิธีจ่ายไฟให้แก่มอเตอร์เป็นช่วง ๆ โดยการควบคุมแรงดัน คือการปรับช่วงกว้างของพัลซ์ที่จ่ายให้นั่นเอง ซึ่งวิธีนี้จะทำให้ลดกำลังสูญเสียได้มาก สำหรับการกลับทางหมุนของมอเตอร์ อาจใช้วิธีสลับขั้วด้วยมือ หรือใช้วงจรรีเลย์หรืออิเล็กทรอนิกส์เข้าไปควบคุม



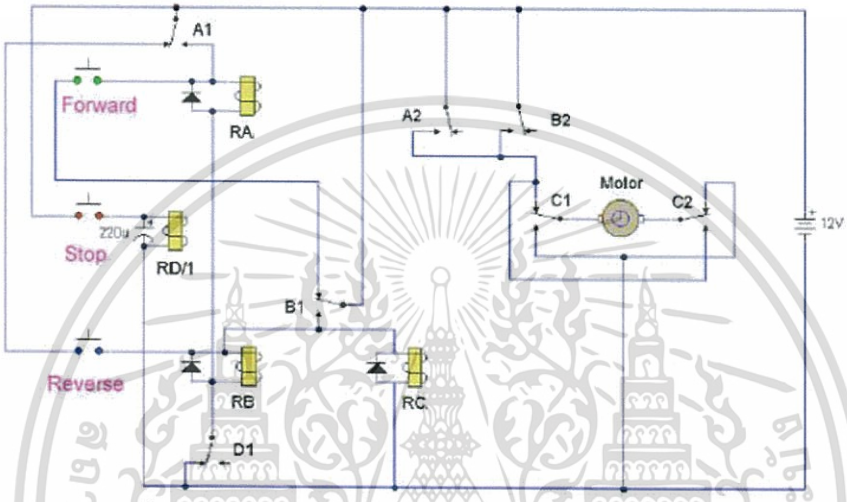
รูปที่ 2.93 แสดงการควบคุมการกลับทิศทางของมอเตอร์ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์

การทำงานของวงจร

จากรูป จะมีทรานซิสเตอร์ 4 ตัว ทำงานประสานกัน ควบคุมด้วยสวิตช์ S1 และ S2 ในสภาวะปกติ เมื่อสวิตช์ S1 ปิดวงจร และ S2 เปิดวงจร ดังรูป ทรานซิสเตอร์ Q1 และ Q4 จะนำกระแส ในขณะที่ Q2 และ Q3 ไม่นำกระแสทำให้มอเตอร์หมุนไปทิศทางหนึ่ง และเมื่อเปิดวงจร S1 ทรานซิสเตอร์ทุกตัวจะหยุดนำกระแส และ มอเตอร์จะหยุดหมุน และเมื่อกดสวิตช์ S2 ให้ต่อวงจรในขณะที่สวิตช์ S1 เปิดวงจร ก็จะมีผลทำให้ Q2 และ Q3 นำกระแส ในขณะที่ Q1 และ Q4 หยุดนำกระแส ทำให้มอเตอร์หมุนไปอีกทิศทางหนึ่ง วงจรนี้จะมีปัญหาที่ ถ้ากดให้ S1 และ S2 ปิดวงจรพร้อมกัน ทรานซิสเตอร์ทุกตัวจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำกระแสและเกิดการลัดวงจรแหล่งจ่ายไฟขึ้น สำหรับ LED ทั้ง 2 ดวง ที่ต่อขนานกับตัวมอเตอร์ จะเป็นตัวแสดงสภาวะทิศทางการหมุน โดยจะสลับกันทำงาน ส่วนไดโอดทั้ง 4 ตัวที่ ต่อคร่อมทรานซิสเตอร์ ใช้ในการป้องกันทรานซิสเตอร์ จากแรงเคลื่อนเหนี่ยวนำย้อนกลับของมอเตอร์ การป้องกันการกดสวิตช์พร้อมกัน อาจทำโดยใช้สวิตช์ S1 และ S2 เป็นสวิตช์ร่วมแกนเดียวกัน เพื่อเป็นการบังคับการควบคุมว่าเมื่อตัวหนึ่งปิดวงจร ตัวหนึ่งจะเปิดวงจรทันที หรืออาจออกแบบวงจรควบคุมใหม่ เพื่อแก้ปัญหานี้ ดังตัวอย่างต่อไปนี้ก็ได้



รูปที่ 2.94 แสดงการควบคุมการกลับทิศทางของมอเตอร์ด้วยรีเลย์

จะเห็นว่าวงจรนี้จะช่วยป้องกันการกลับทางหมุนอย่างกะทันหันของมอเตอร์ได้ เพราะถ้ามอเตอร์กลับทางหมุนทันทีจะเกิดแรงกระชากที่ตัวมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์เสียหายได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

จากการที่มีโอกาสได้เข้าไปศึกษาปัญหาต่าง ๆ ภายในสถานประกอบการ ก็ได้เล็งเห็นถึงปัญหาในสายการผลิตของการบรรจุภัณฑ์ External Hard Disk ดังต่อไปนี้

3.1 ปัญหาของไลน์การผลิตที่พบ

จากระยะเวลา 1 อาทิตย์ที่ได้เดินดูกระบวนการการทำงานของไลน์การผลิตภายในโรงงาน ก็ได้พบปัญหาในไลน์การผลิต มีดังต่อไปนี้

1. การติดเทปปิดผนึกยังคงใช้มนุษย์ในการปิดผนึก ซึ่งมีผลทำให้ติดไม่แม่นยำและเวลาการทำงานไม่คงที่

2. พนักงานที่ทำงานบริเวณท้ายไลน์การผลิต 1 คน ต้องทำงานพร้อมกันถึง 3-4 งาน ซึ่งอาจทำให้ประสิทธิภาพในการทำงานลดลง และเสียเวลาการทำงานเนื่องจากการทำงานที่ไม่ต่อเนื่อง

3.2 ปัญหาของการใช้มนุษย์ในการทำงาน

ในปัจจุบันในโรงงานใช้มนุษย์ในการทำงานซึ่งส่งผลให้ไม่สามารถเพิ่มจำนวนการผลิตให้มากยิ่งได้และยังมีความไม่แน่นอนในการผลิตต่อวัน ซึ่งมีปัจจัยดังต่อไปนี้

1. มนุษย์มีอาการของความเหนื่อยล้าและไม่สามารถทำงานได้ตลอด 24 ชั่งโมง

2. มนุษย์ไม่สามารถทำงานด้วยความเร็วคงที่

3. มนุษย์มีการเหนื่อยล้าส่งผลให้ประสิทธิภาพการทำงานลดลง

4. ถ้าต้องการจำนวนของสินค้ามากขึ้นต้องเพิ่มจำนวนบุคลากรเพิ่มขึ้น ทำให้เพิ่มต้นทุนในการผลิตเพิ่มมากขึ้น

5. อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์เป็นอุตสาหกรรมที่ต้องการความละเอียดสูง ทำให้บุคลากรต้องใช้สายตาค่อนข้างมาก อาจทำให้บุคลากรสายตาผิดปกติได้

จึงได้คิดวิธีที่จะแก้ปัญหาที่กล่าวไว้ข้างต้น ด้วยการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติมาทดแทน เพื่อทำให้ประสิทธิภาพในสายการผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งจะกล่าวในหัวข้อถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 แนวทางการแก้ไขปัญหา

จากการศึกษาค้นคว้าเพื่อที่จะพัฒนาสายการผลิต จึงได้พบกับปัญหาต่างๆ ดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 3.2 จากนั้นจะนำเอาปัญหาที่พบมาเสนอให้กับทีมงานที่แผนก CCET Automation และได้ทำการออกแบบเครื่องเพื่อที่จะมาแก้ไขและปรับปรุงพัฒนาสายการผลิต โดยแบ่งการทำงานออกเป็น 2 กลุ่ม

กลุ่มที่ 1 (Team Mechanics) : ทำการออกแบบโครงสร้างภายนอกของเครื่อง ซึ่งชิ้นสวนหลักของกลไกการทำงาน ทำจากเหล็กกลา อะลูมิเนียมและ เหล็กกลาไรสนิม

กลุ่มที่ 2 (Team Electronics) : ทำการออกแบบวงจรทางไฟฟ้า และเขียนโปรแกรมการทำงานของเครื่องอัตโนมัติ ซึ่งส่วนใหญ่จะใช้ PLC ในการเขียนโปรแกรม (ได้รับมอบหมายให้ทำงานในกลุ่มที่ 2)

เมื่อทั้ง 2 กลุ่มมาระดมความคิดกันแล้ว จึงสามารถคิดค้นเครื่องจักรอัตโนมัติที่จะมาแก้ไขปัญหาดังกล่าวได้ ดังนี้

☐ เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (Auto Seal Box)

รูปที่ 3.1 เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

☐ เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (Auto Pack Carton)

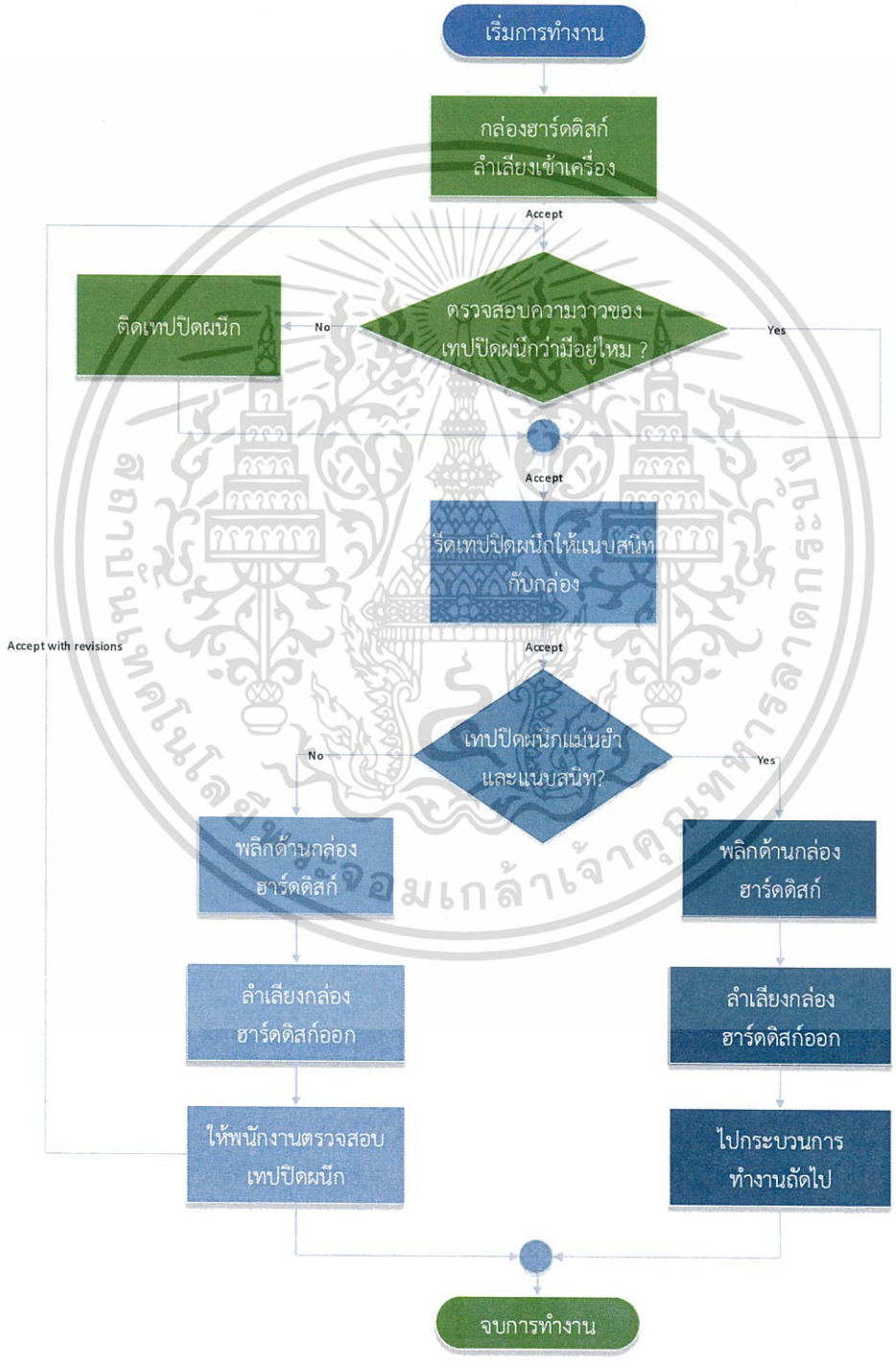
รูปที่ 3.2 เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดของการ้ออกแบบและการทำงานของเครื่องทั้ง 2 เครื่องได้ ดังนี้

3.3.1 เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (Auto Seal Box)

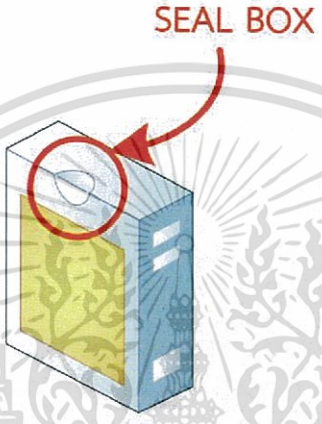
เป็นเครื่องที่ใช้ติดเทปปิดผนึกให้กับกล่องฮาร์ดดิสก์พกพา เพื่อป้องกันไม่ให้กล่องฮาร์ดดิสก์พกพาชำรุดและสูญหาย ซึ่งกระบวนการในการออกแบบเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติและวิธีการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติสามารถทำเป็นแผนผังได้ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แสดง Flow Chart ในการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

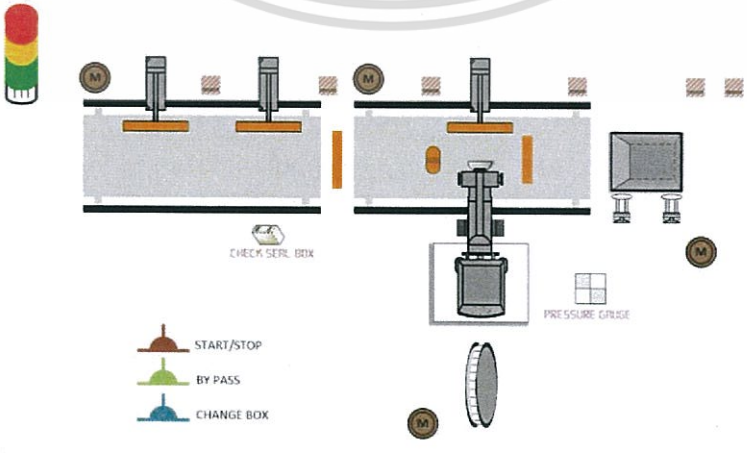
ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้ เมื่อกดปุ่ม START และมีกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาวิ่งเข้ามาบนสายพาน จะมีกล้องตรวจจับความวาวของวัตถุคอยตรวจจับว่าบนกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพามีเทปปิดผนึกอยู่แล้วหรือไม่ ถ้ามีอยู่แล้ว Stopper รีดเทปปิดผนึกจะทำการรีดเทปและกล่องจะวิ่งไปเรื่อยๆ บนสายพาน แต่ถ้าไม่มีกล่องจะหยุดที่ Stopper และทำการติดเทปปิดผนึก และค่อยทำการรีดเทปปิดผนึกเพื่อความแน่น จากนั้นกล่องจะวิ่งเรื่อย ๆ ไปยังที่พลิกด้านกล่องเพื่อไปยังเครื่องถัดไปและทำการตรวจสอบความแม่นยำของเทปติดผนึก โดยถ้าติดไม่แม่นยำเครื่องจะทำการถีบออกเพื่อให้พนักงานตรวจสอบและแก้ไขต่อไป



รูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของ Seal Box

3.3.1.1 การออกแบบการวางอุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์

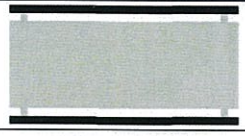
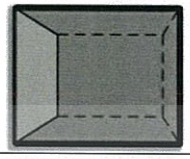
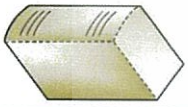
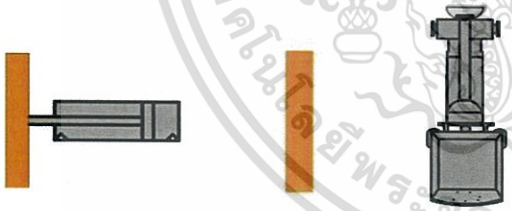
เมื่อรู้ลักษณะการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติดังที่แสดงไว้ใน Flow Chart หลังจากนั้นก็จะทำการออกแบบการวางอุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์ต่าง ๆ บนเครื่องให้ทำงานได้อย่างเหมาะสมทั้ง Input / Output และที่สำคัญต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์ต่าง ๆ นี้ด้วย ซึ่งจะออกแบบได้ ดังรูป



รูปที่ 3.5 แสดงภาพรวมของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

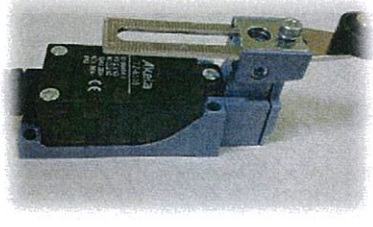
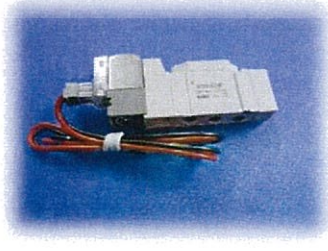
จากรูปที่ 3.3 สามารถอธิบายความหมายของอุปกรณ์ต่างๆ ได้ดังนี้

สัญลักษณ์	ความหมาย	สัญลักษณ์	ความหมาย
	Switch (ปุ่มควบคุม)		Conveyor (สายพานลำเลียง)
	Sensor (อุปกรณ์ตรวจจับ)		Reverse Box (กลับด้านฮาร์ดดิสก์พกพา)
	Pressure Gauge (เก็จวัดความดัน)		Change Version Box (เปลี่ยนรุ่นฮาร์ดดิสก์พกพา)
	Sensor RGB (อุปกรณ์ตรวจวัดความวาว)		Motor (มอเตอร์)
	Limit Switch (สวิตช์จำกัดระยะ)		Press Seal Box (ตัวกดทับเทปปิดผนึก)
	Tower Light LED (ไฟแสดงสถานะการทำงาน)		Feed Label (ม้วนเทปปิดผนึก)
	Compact (ที่สั่งการด้วยระบบลมจากโปรแกรม PLC)		

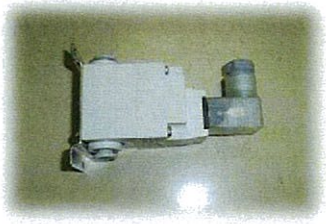
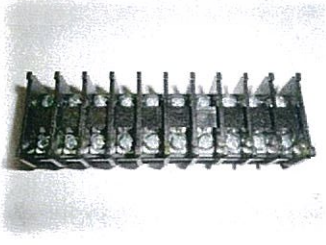
ตารางที่ 3.1 แสดงความหมายของสัญลักษณ์อุปกรณ์ต่าง ๆ

หลังจากนั้นเมื่อออกแบบการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการเบิกอุปกรณ์ทางไฟฟ้าของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติที่ต้องใช้ตามที่ออกแบบไว้ในรูปที่ 3.3 ซึ่งมีดังต่อไปนี้

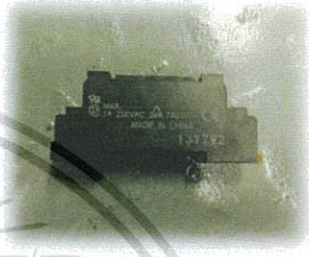
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PLC (KV-24DR) 1 ตัว 	PLC (KV-E16X) 1 ตัว
PLC (KV-E16R) 1 ตัว 	Amplifier of Fiber Sensor (FS-N11N) 1 ตัว
FIBER PHOTOELECTRIC (FU-35FZ) 1 ตัว -	PHOTOELECTRIC SENSOR (PZ-M11) 6 ตัว
SENSOR RGB (CZ-H72) 1 ตัว -	Amplifier of Sensor RGB (CZ-V21A) 1 ตัว
LIMIT SWITCH 2 ตัว 	SOLENOID VALVE (SY3120-5LZ-M5) 9 ตัว 

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLENOID VALVE (VQ21A1-5Y-C6-F) 1 ตัว 	VACUUM PUMP 1 ตัว
VACUUM PAD 1 ตัว 	PLUG +SWITCH +FUSE 1 ตัว
SWITCHING POWER SUPPLY 1 ตัว 	PRESSURE SWITCH 1 ตัว
AUTO SWITCH 6 ตัว 	TOGGLE SWITCH 2 ตัว
TERMINAL 1 ตัว 	PUSH BOTTON 1 ตัว

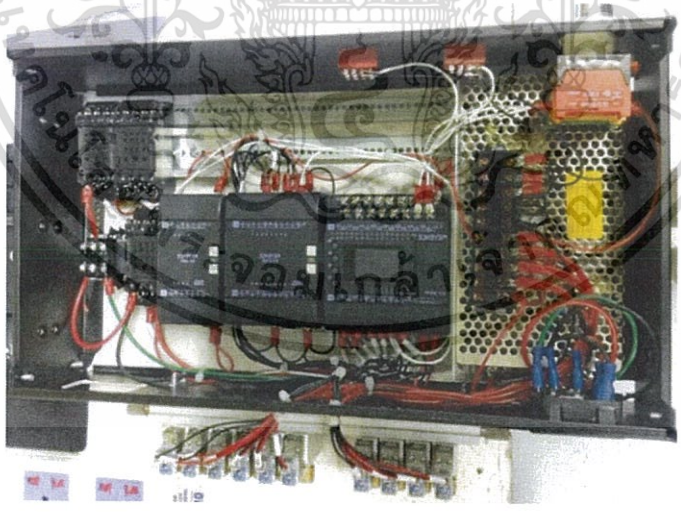
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TOWER LIGHT LED 1 ตัว	MOTOR SUNTECH 4 ตัว
RELAY 6 ตัว	RELAY - AGV CAR 6 ตัว 

ตารางที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

3.3.1.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์

เมื่อจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ก็ทำการ Wiring PLC บนตู้ควบคุม โดยให้ไฟ +24 V. เข้าทาง Input และไฟ 0 V. เข้าทาง Output



รูปที่ 3.6 แสดงการต่อสายไฟบนตู้ควบคุม

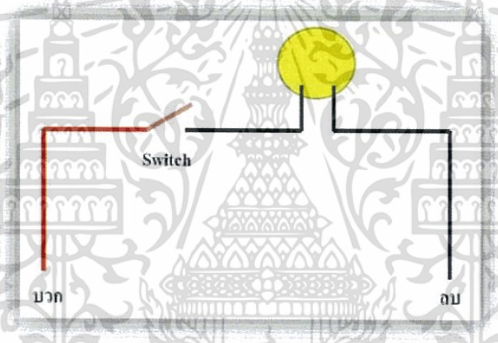
เมื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ PLC เสร็จแล้ว ก็นำตู้ควบคุมขึ้นไปติดตั้งบนเครื่องอัตโนมัติที่กลุ่มที่ 1 (Team Mechanics) ทำเสร็จแล้ว ดังรูปที่ 3.11 จากนั้นทำการติดตั้งอุปกรณ์ทางไฟฟ้า เช่น เซนเซอร์ ตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 3.12 และทำการ Wiring ให้เสร็จสมบูรณ์ทั้ง Input/output โดยใช้การต่อแบบ NPN ดังรูปที่ 3.13 ซึ่งสามารถอธิบายวิธีการต่อสาย Sensor แบบต่างๆ ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การจำแนกประเภทของเซนเซอร์
  - Sensor ที่มี 2 สาย sensor ประเภทนี้ จะมีลักษณะการต่อเชื่อมเหมือนการต่อ switch ไฟทั่วไป
  - Sensor ที่มีสายต่อมากกว่า 2 สาย sensor เหล่านี้ มักจะมี transistor ประกอบขึ้นเป็นวงจรด้วย ซึ่งสายที่จำเป็นที่จะใช้งานทั่วไปจะมี 3 สาย

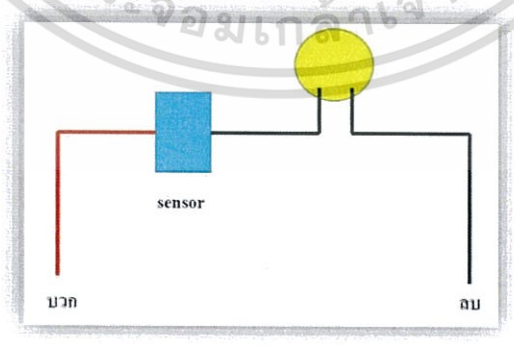
- เซนเซอร์แบบสองสาย
  - การต่อสายจะเหมือนการต่อไฟฟ้าผ่าน switch ปกติธรรมดาที่เราใช้ในชีวิตประจำวัน
  - สายไฟที่มีสองสาย จะมีสีมาตรฐาน
    - สีน้ำตาล จะเป็นไฟ บวก
    - สีน้ำเงิน จะเป็นไฟ ลบ

- การต่อสวิตช์ไฟปกติ



รูปที่ 3.7 แสดงการต่อสวิตช์ไฟ

- การต่อเซนเซอร์ชนิดที่มีสองสาย



รูปที่ 3.8 แสดงการต่อสายไฟแบบที่มีเซนเซอร์

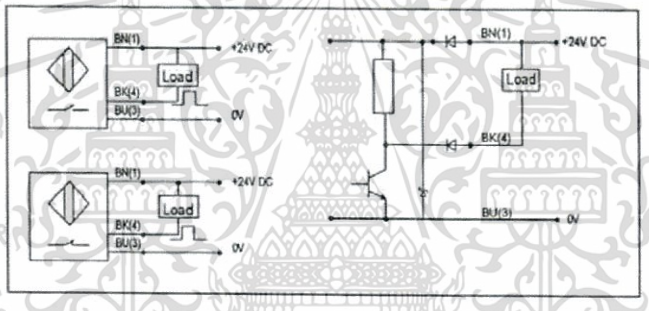
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

☐ เซนเซอร์แบบที่มีมากกว่าสองสาย

- Sensor ชนิดนี้จะเป็น Sensor แบบ Transistor จะมีสายที่ออกจาก Sensor อย่างน้อย 3 สาย คือ สายไฟบวก สายไฟลบ และสายสัญญาณ
- สายที่เพิ่มมากกว่า 3 สายจะเป็นสายสัญญาณทั้งหมด ดังนั้นการนำไปใช้งานจะเหมือนกับสายสัญญาณเส้นที่ 3
- Sensor แบบ 3 สายเป็นจะเป็น Sensor ที่ใช้หลักการทำงานของ Transistor ดังนั้น Sensor ประเภทนี้จึงมี 2 ประเภทคือ
    1. PNP
    2. NPN

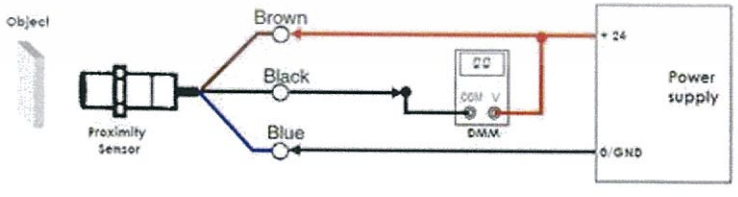
ภายในแผนกจะใช้การต่อแบบ NPN เนื่องจากมีความปลอดภัยมากกว่า ซึ่งอธิบาย ได้ดังนี้

☐ การใช้งานแบบ NPN



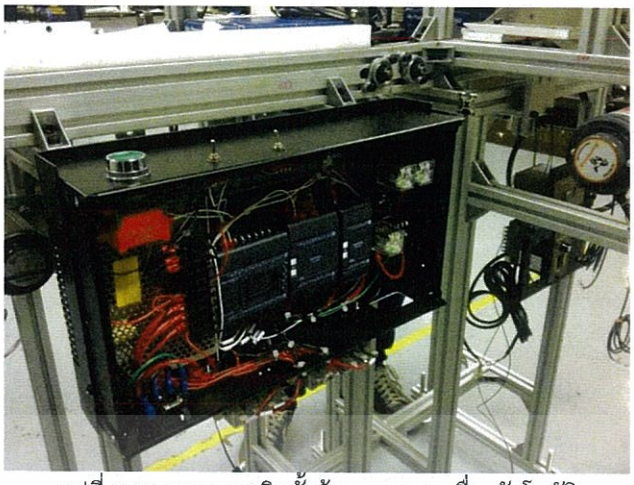
รูปที่ 3.9 แสดงการใช้งานแบบ NPN

- มีชื่อเรียกมากมายหลายแบบ เช่น Sensor แบบ Active Low, Sensor แบบ Sink ซึ่ง Sensor แบบนี้เมื่ออยู่ในสภาวะทำงาน ก็จะทำการเชื่อมต่อสายสัญญาณเข้ากับกราวด์
- ซึ่งเป็นที่มาของคำว่า Active low คือเมื่อทำงานจะวัดไฟที่จุดนี้ได้เท่ากับกราวด์ คือ 0 V.

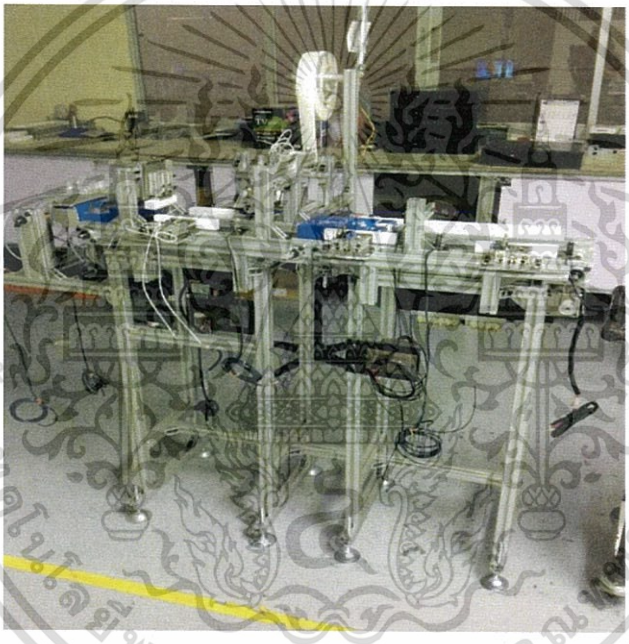


รูปที่ 3.10 แสดงการต่อเซนเซอร์แบบ NPN

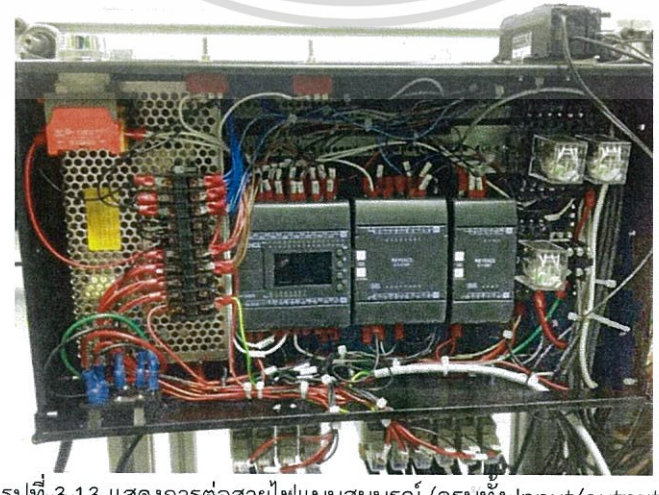
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แสดงการติดตั้งตู้ควบคุมบนเครื่องอัตโนมัติ



รูปที่ 3.12 แสดงการติดตั้ง Sensor ต่างๆ บนเครื่องอัตโนมัติ



รูปที่ 3.13 แสดงการต่อสายไฟแบบสมบูรณ์ (ครบทั้ง Input/output)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.3 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง

เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องด้วย PLC ของ KEYENCE Studio โดยเริ่มจากการกำหนดช่อง Input/output ของอุปกรณ์ต่าง ๆ บนเครื่องติดเทปปิดผนึก

- **การกำหนดช่อง Input/output**

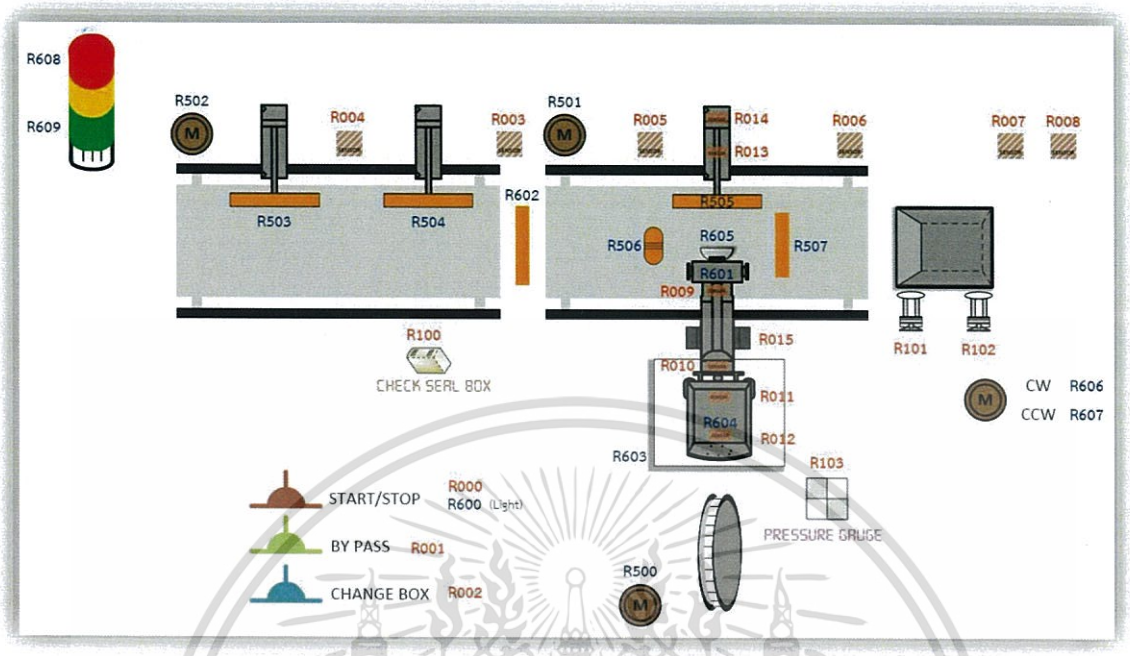
จะเขียนโปรแกรมด้วย PLC ของ KEYENCE STUDIO ต้องมีการกำหนดเลขของ Input/output ตามที่ได้ออกแบบและเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าไว้ เพื่อที่จะสามารถนำไปเขียนโปรแกรมได้ถูกต้อง ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

Input		Output	
R000	Switch START/STOP	R500	Motor of Feed Label
R001	Switch By Pass	R501	Motor of Conveyor IN
R002	Switch Change Box	R502	Motor of Conveyor OUT
R003	Photoelectric Sensor ตัวที่ 2	R503	Stopper ตัวที่ 1
R004	Photoelectric Sensor ตัวที่ 1	R504	Stopper ตัวที่ 2
R005	Photoelectric Sensor ตัวที่ 3	R505	Stopper ตัวที่ 3
R006	Photoelectric Sensor ตัวที่ 4	R506	Stopper รีดเทปปิดผนึก
R007	Photoelectric Sensor ตัวที่ 5	R507	Stopper ตัวที่ 5
R008	Photoelectric Sensor ตัวที่ 6	R600	Light of Switch START/STOP
R009	Reed Switch ตัวที่ 1	R601	Compact ตัวที่ 3
R010	Reed Switch ตัวที่ 2	R602	Stopper ตัวที่ 4
R011	Reed Switch ตัวที่ 3	R603	Change Box
R012	Reed Switch ตัวที่ 4	R604	Compact ตัวที่ 3
R013	Reed Switch ตัวที่ 5	R605	Solenoid Valve 2/2
R014	Reed Switch ตัวที่ 6	R606	Motor Clockwise of Reverse Box
R015	Fiber Photoelectric	R607	Motor Counterclockwise of Reverse Box
R100	Sensor RGB	R608	TOWER LIGHT LED (RED)
R101	Limit Switch ตัวที่ 1	R609	TOWER LIGHT LED (GREEN)
R102	Limit Switch ตัวที่ 2		
R103	Pressure Switch		

ตารางที่ 3.3 แสดงช่อง Input/output ของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสามารถวาดภาพช่อง Input/output เพื่อให้เข้าใจได้ง่าย ดังรูป



รูปที่ 3.14 แสดงภาพรวมและช่อง Input/output ของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (ตัวเลขที่แสดงด้วยสีแดง จะเป็นช่อง Input และตัวเลขที่แสดงด้วยสีน้ำเงิน จะเป็นช่อง Output)

หลักการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

การทำงานของเครื่องติดติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ จะมีฟังก์ชันการทำงานอยู่ 2 โหมด ได้แก่

1. โหมดปกติ
2. โหมด By Pass

สามารถอธิบายหลักการทำงาน ได้ดังนี้

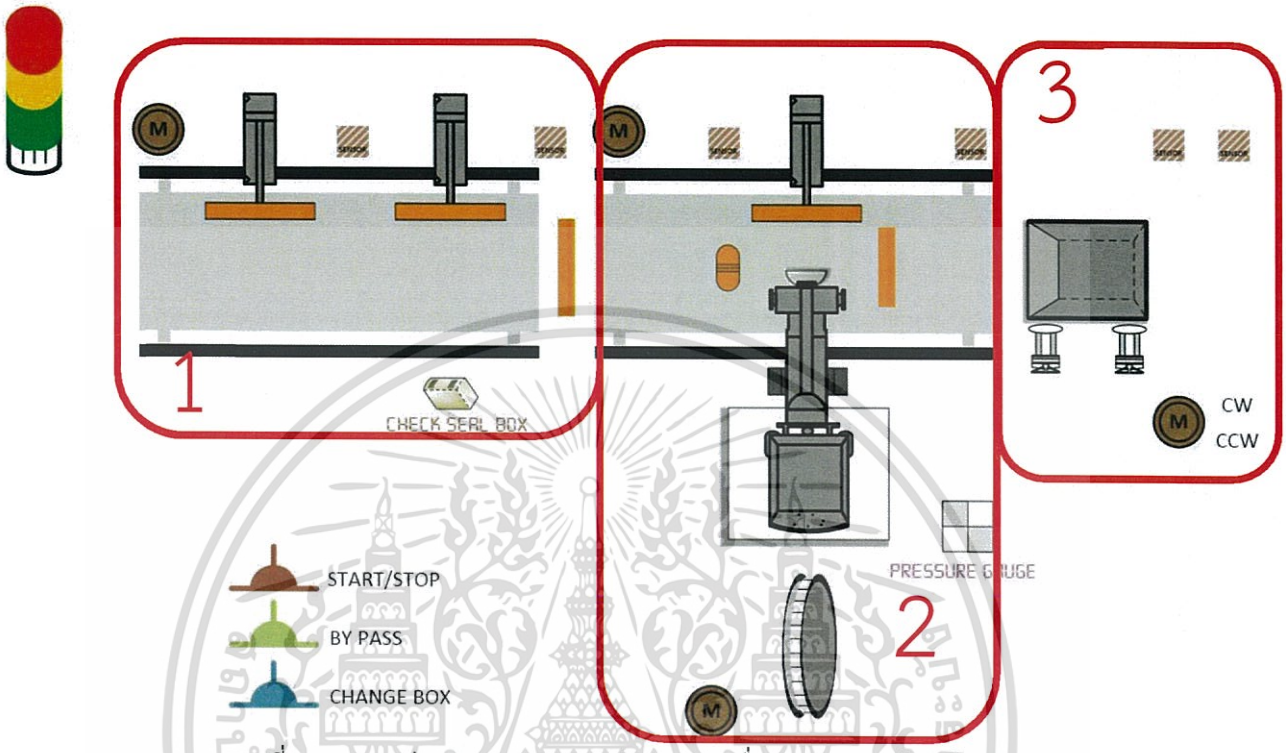
- โหมดปกติ : เมื่อมีกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาวิ่งมาบนสายพานจะมีกล้องตรวจจับความวาวของวัตถุคอยตรวจจับว่าบนกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพามีเทปปิดผนึกอยู่แล้วหรือไม่ ถ้ามีอยู่แล้วกล่องจะวิ่งไปเรื่อยๆบนสายพาน แต่ถ้าไม่มีกล่องจะหยุดที่ Stopper และทำการติดเทปปิดผนึก และจากนั้นจะทำการแสตมป์เทปปิดผนึกอีกครั้งเพื่อความแน่น จากนั้นจะทำการพลิกกล่องเพื่อไปยังเครื่องถัดไป

- โหมด By Pass : เป็นโหมดปล่อยให้การทำงานของเครื่องยังคงดำเนินต่อไปเมื่อเครื่องเกิดปัญหาเพื่อจะไม่ให้การทำงานของสายการผลิตหยุดชะงักลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

ถ้าแบ่งลำดับการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ดังรูป



รูปที่ 3.15 แสดงส่วนประกอบของการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

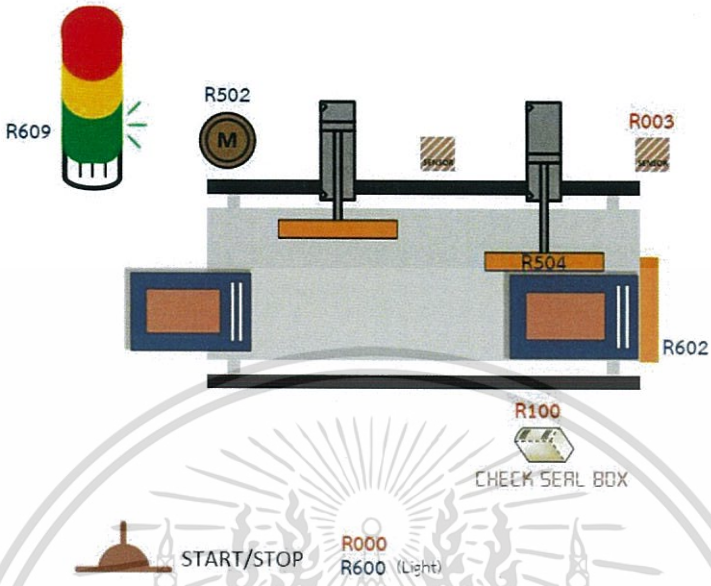
ส่วนที่ 1 : การลำเลียงกล่องฮาร์ดดิสก์พกพาเข้าเครื่อง และการตรวจจับความวาวของเทปปิดผนึกเพื่อตรวจสอบว่ามีเทปปิดผนึกอยู่บนกล่องแล้วหรือไม่

ส่วนที่ 2 : การติดเทปปิดผนึกแบบอัตโนมัติ

ส่วนที่ 3 : การกลับด้านกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพา เพื่อให้กล่องฮาร์ดดิสก์พกพาไปทำงานต่อที่เครื่องต่อไปได้อย่างถูกต้อง จะสามารถอธิบายวิธีการทำงานของส่วนต่าง ๆ อย่างละเอียด ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของส่วนที่ 1 การลำเลียงกล่องฮาร์ดดิสก์พกพาเข้าเครื่อง และการตรวจจับความวาวของเทปปิดผนึก



รูปที่ 3.16 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (1)

เมื่อเริ่มกดปุ่ม START (R000)

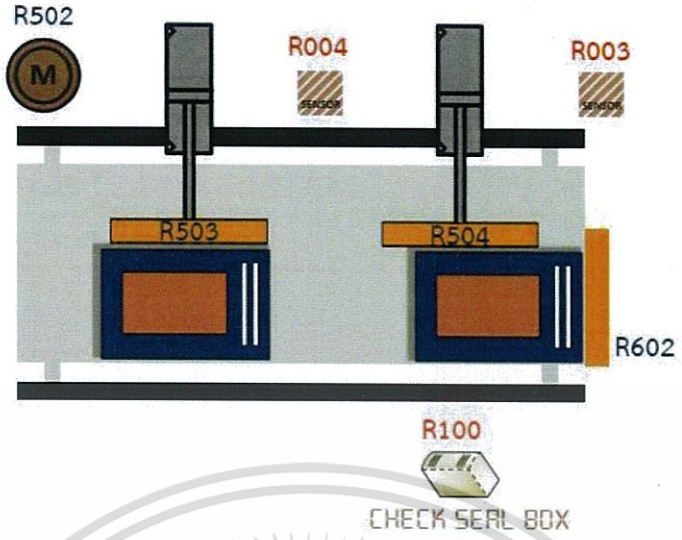
- จะสั่งการให้ไฟสีเขียวที่ Tower Light LED (R609) ติด เพื่อเป็นการแสดงสถานะของเครื่องว่ากำลังทำงานอยู่
- จะสั่งการให้มอเตอร์ (R502) ทำงาน ซึ่งจะทำให้สายพานลำเลียง กล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาเดินทางเข้ามายังเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ
- จะสั่งการให้ Stopper (R602) ทำงาน เพื่อเป็นการกั้นกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาไม่ให้เดินทางไปยังส่วนต่อไป

จากนั้นเมื่อกล่องเดินทางเข้ามาถึงระยะที่ Photoelectric Sensor (R003) ตรวจจับได้ ก็จะทำให้ Compact (R504) ทำงาน และดันกล่องให้ระนาบของแนวกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาตรงกับ Sensor RGB (R100) เพื่อทำการตรวจจับความวาวของเทปติดผนึกว่ามีเทปติดอยู่ไหม

ดังนั้นจะสามารถแบ่งกรณีที่จะเป็นไปได้อยู่ 2 กรณี ดังนี้

- กรณีที่ไม่มีเทปปิดผนึกอยู่บนกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพา
- กรณีที่มีเทปปิดผนึกติดอยู่บนกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



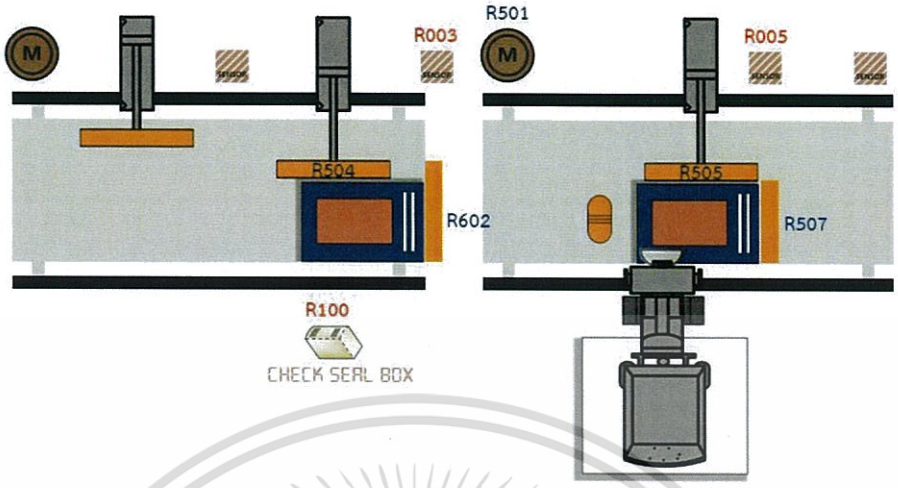
รูปที่ 3.17 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (2)

เมื่อกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาเดินทางเข้ามาภายในส่วนที่ 1 มากกว่า 1 ตัว แต่ Sensor RGB (R100) ยังทำงานไม่เสร็จ นั่นหมายถึง Photoelectric Sensor (R003) ยังคงตรวจจับได้อยู่ และ Photoelectric Sensor (R004) ตรวจจับวัตถุได้เช่นกัน ก็จะทำให้ Compact (R503) ทำงานและดันกล่องที่ตามมาไว้ เพื่อไม่ให้ไปยังส่วนการทำงานของการตรวจจับความวาว และจะสั่งให้มอเตอร์ (R502) หยุดทำงาน ทำให้การลำเลียงวัตถุบนสายพานนั้นหยุดลง

จากนั้นเมื่อ Sensor RGB (R100) ตรวจจับความวาวเสร็จแล้ว แล้วพบว่ากล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพากล่องนั้นไม่มีเทปปิดผนึกอยู่ ก็จำทำให้ Stopper (R602) และ Stopper (R504) เลิกทำงานและปล่อยให้กล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาไปยังส่วนถัดไป เมื่อ Photoelectric Sensor (R003) ไม่พบวัตถุ ก็จะทำให้ Compact (R503) เลิกทำงานเพื่อปล่อยกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาออก และสั่งให้มอเตอร์ (R502) ทำงานอีกครั้งเพื่อลำเลียงกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาต่อไป

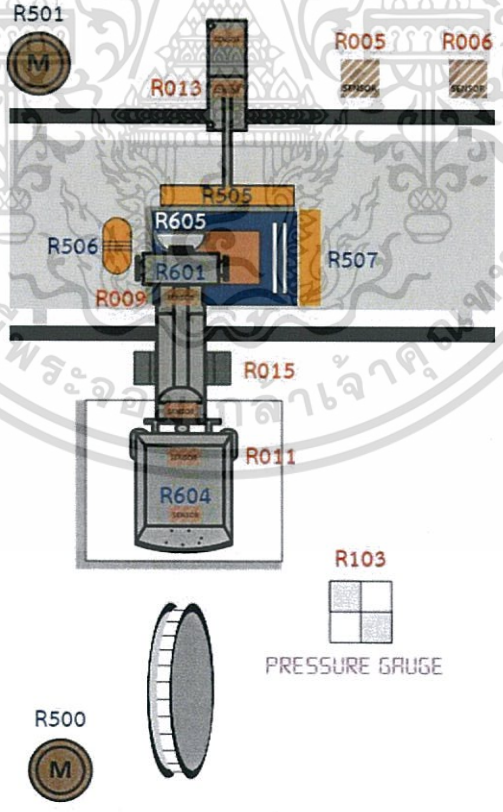
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานส่วนที่ 2 การติดเทปปิดผนึกแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 3.18 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (3)

เมื่อ Stopper (R602) เลิกทำงานจะไปสั่งให้มอเตอร์ (R501) ทำงาน เพื่อลำเลียงกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาไปยังส่วนที่ 2 และเมื่อ Photoelectric Sensor (R005) ตรวจจับได้ว่ามีวัตถุ ก็จะทำให้ Stopper (R507) และ Compact (R505) ทำงาน เพื่อกั้นกล่องให้ตรงกับตำแหน่งที่จะติดเทปปิดผนึก



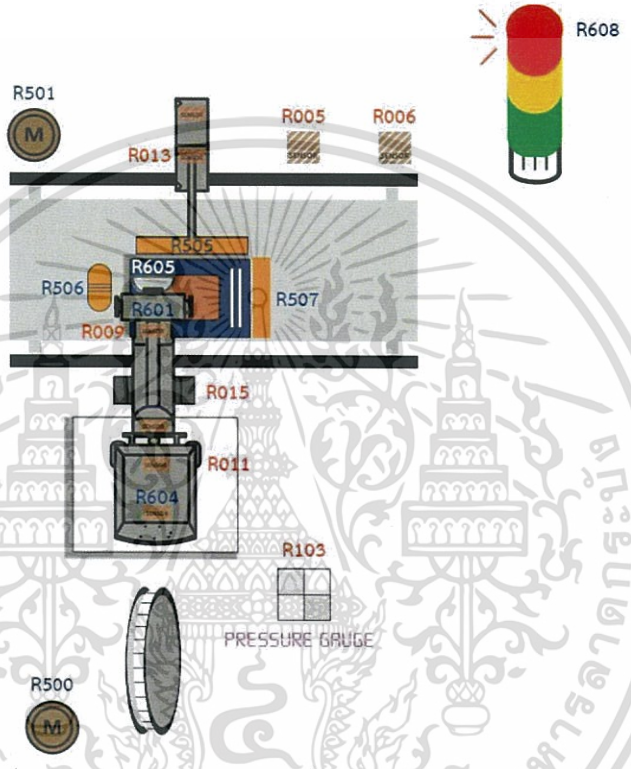
รูปที่ 3.19 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (4)

จากที่อธิบายไว้ข้างต้นว่าสามารถแบ่งกรณีที่เป็นไปได้เป็น 2 กรณี ทำให้การทำงานของเครื่องเปลี่ยนไปดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กรณีที่ไม่มีเทปปิดผนึกอยู่บนกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพา

เมื่อกั้นกล่องตรงกับบริเวณที่จะติดผนึกแล้ว จากนั้น Compact (R601) จะทำงานซึ่ง Reed Switch (R009) จะติด และสั่งให้ Solenoid Valve (R605) ทำงานเพื่อลงไปดูดเทปปิดผนึกที่แท่นให้ขึ้นมา โดยจะดูดได้นั้น Fiber Photoelectric (R015) ต้องทำงาน เพื่อแสดงสถานะว่ามีเทปปิดผนึกอยู่ที่แท่น ในขณะเดียวกันถ้าไม่มีเทปปิดผนึกอยู่บนแท่น Fiber Photoelectric (R015) จะไม่ติดและสั่งให้มอเตอร์ (R500) ทำงานและ Feed ตัวเทปปิดผนึกออกมาบนแท่น

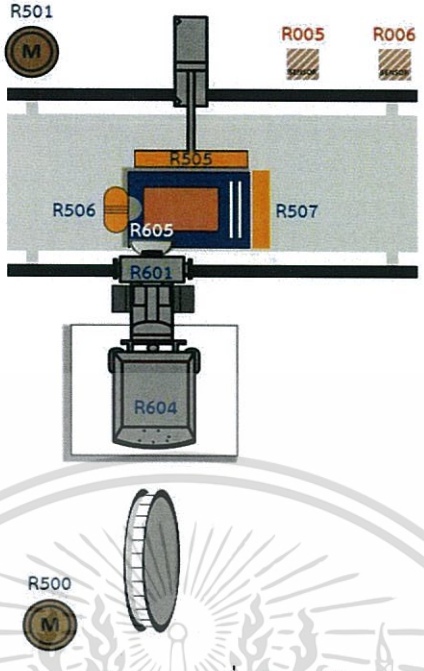


รูปที่ 3.20 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (5)

แต่ถ้าที่ Feed เทปปิดผนึกไม่มีการ Feed ออกมา หรือเทปปิดผนึกหมดม้วน จะทำให้ Tower Light LED (RED) (R608) ทำงาน ซึ่งจะทำให้ Buzzer เสียงดังและคนดูแลเครื่องจะเข้ามาแก้ไขเครื่องให้กลับมาทำงานได้อย่างสมบูรณ์เหมือนเดิม

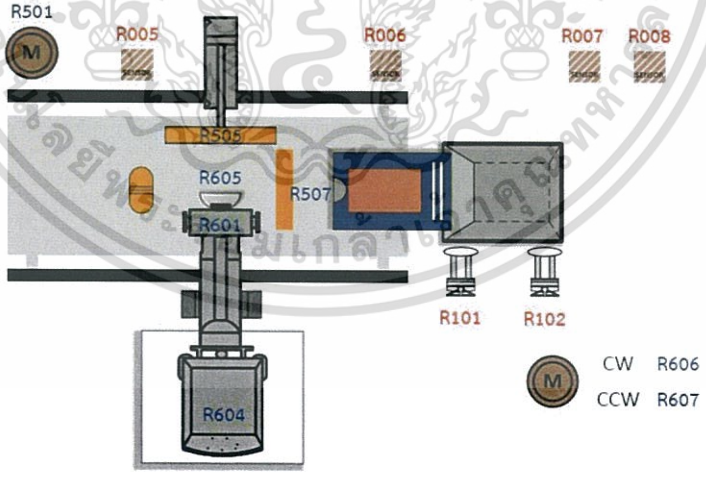
เมื่อเทปปิดผนึกโดนดูดแล้ว จะทำให้ Pressure Gauge (R103) ติด และจะสั่งให้ Compact (R604) ทำงาน ซึ่ง Reed Switch (R011) จะติดเพื่อยื่นไปกลางกล่องให้ตรงกับตำแน่งที่จะติดเทปปิดผนึก จากนั้นจะสั่งให้ Compact (R601) ทำงานอีกครั้ง ซึ่ง Reed Switch (R009) จะติด เพื่อลงไปแปะเทปปิดผนึกบนกล่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (6)

และ Solenoid Valve (R605) จะเลิกทำงาน เพื่อปล่อยให้เทปปิดผนึกติดลงบนกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาเมื่อแปะเทปปิดผนึกเสร็จทั้ง Compact (R604) และ Compact (R601) จะเลิกทำงาน และสั่งให้ Stopper (R506) รีดเทปปิดผนึกทำงาน เพื่อทำการรีดให้ตัวปิดเทปปิดผนึกแนบสนิทกับกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพา

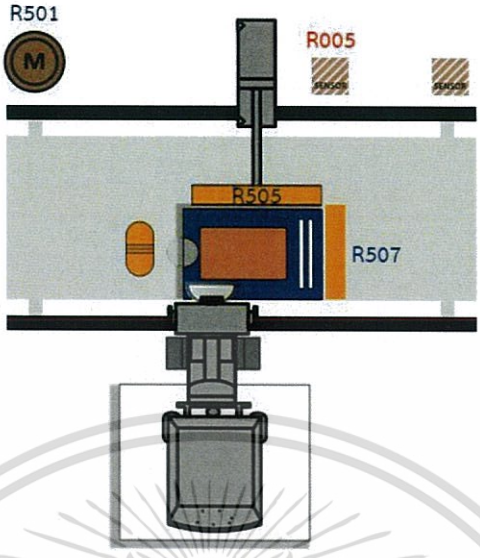


รูปที่ 3.22 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (7)

จากนั้นเมื่อรีดเทปปิดผนึกเรียบร้อยแล้วจะสั่งให้ Stopper รีดเทปปิดผนึก (R506) Compact (R505) และ Stopper (R507) เลิกทำงานและสั่งให้มอเตอร์ (R501) ทำงานอีกครั้ง เพื่อให้สายพานลำเลียงทำงานและปล่อยให้กล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาไปยังส่วนที่ 3 ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

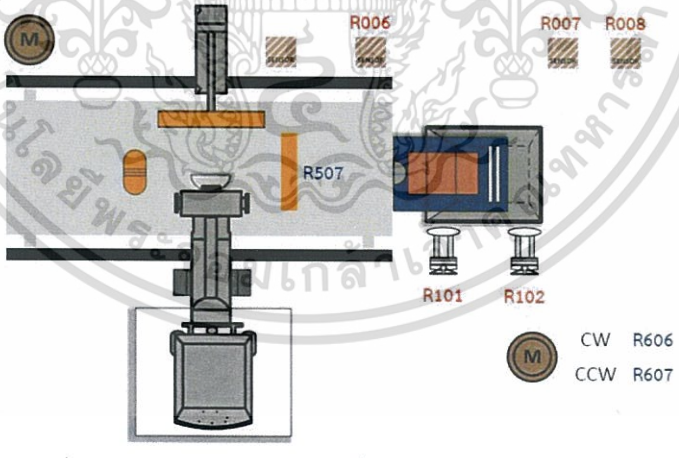
2. กรณีที่ไม่มีเทปปิดผนึกอยู่บนกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพา



รูปที่ 3.23 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (8)

เมื่อกั้นกล่องตรงกับบริเวณที่จะติดผนึกแล้ว แต่ Sensor RGB (R100) ในส่วนที่ 1 จับความวาวของเทปติดผนึกได้ ซึ่งหมายความว่า กล่องนี้มีการติดเทปปิดผนึกแล้ว จึงทำให้ Compact (R505) และ Stopper (R507) เลิกทำงาน และสั่งให้มอเตอร์ (R501) ทำงาน เพื่อลำเลียงกล่องไปยังส่วนที่ 3 ต่อไป

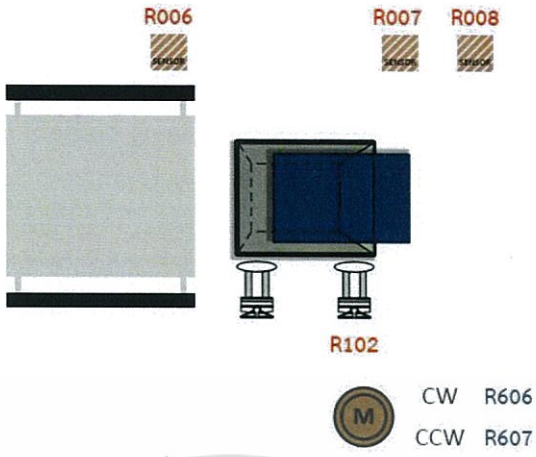
การทำงานส่วนที่ 3 การกลับด้านกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพา



รูปที่ 3.24 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (9)

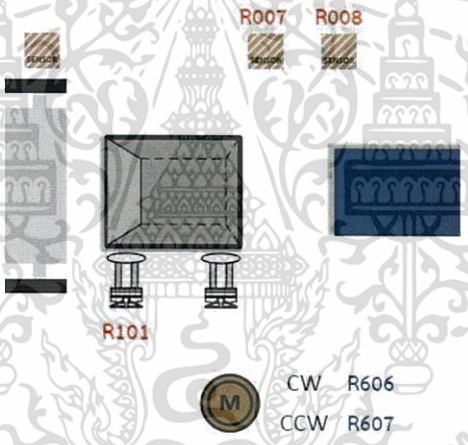
เมื่อสายพานลำเลียงกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาจน Photoelectric Sensor (R006) ตรวจจับวัตถุได้และ Limit Switch (R101) ติด จะใช้การหน่วงเวลา T = 2 ms. เพื่อสั่งให้มอเตอร์ Clockwise (R606) ทำงาน เพื่อทำการกลับด้านกล่องบรรจุฮารดดิสก์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (10)

เมื่อกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพากลับด้านแล้วจะทำให้ Limit Switch (R102) ติดและ Photoelectric Sensor (R007) ตรวจจับวัตถุได้ จะทำให้มอเตอร์ Clockwise (R606) หยุดทำงาน



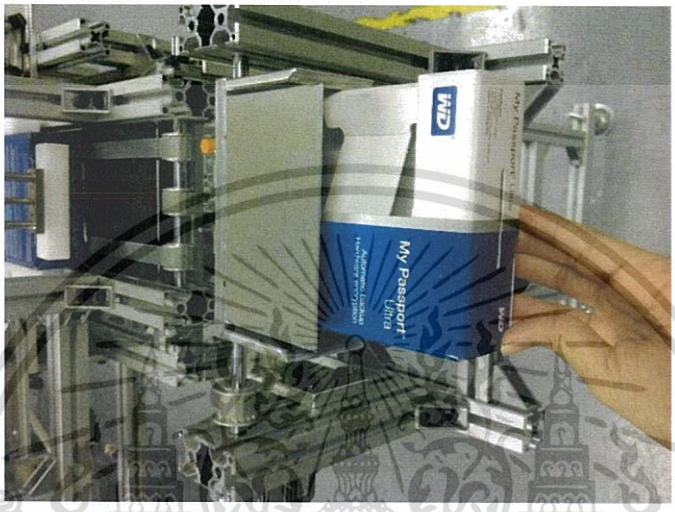
รูปที่ 3.26 แสดงการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (11)

จากนั้นรอจนกว่ากล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาจะเลื่อนไปให้ Photoelectric Sensor (R008) ตรวจจับวัตถุได้ นั่นหมายความว่า กล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาเลื่อนไปยังการทำงานส่วนต่อไปแล้ว ซึ่งจะทำให้มอเตอร์ Counterclockwise (R607) ทำงาน เพื่อกลับที่กลับด้านกล่องมายังตำแหน่งเดิมและเตรียมรับกล่องถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1.4 ทดสอบการทำงานของเครื่อง

ทดสอบ ปรับปรุงและแก้ไขการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ ให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ เช่น เวลาในการทำงาน และความแม่นยำของเครื่องอัตโนมัติ และทำการสรุปผล วิเคราะห์ผล การทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ ควรให้ประสิทธิภาพดีกว่าแบบก่อนหน้านี้



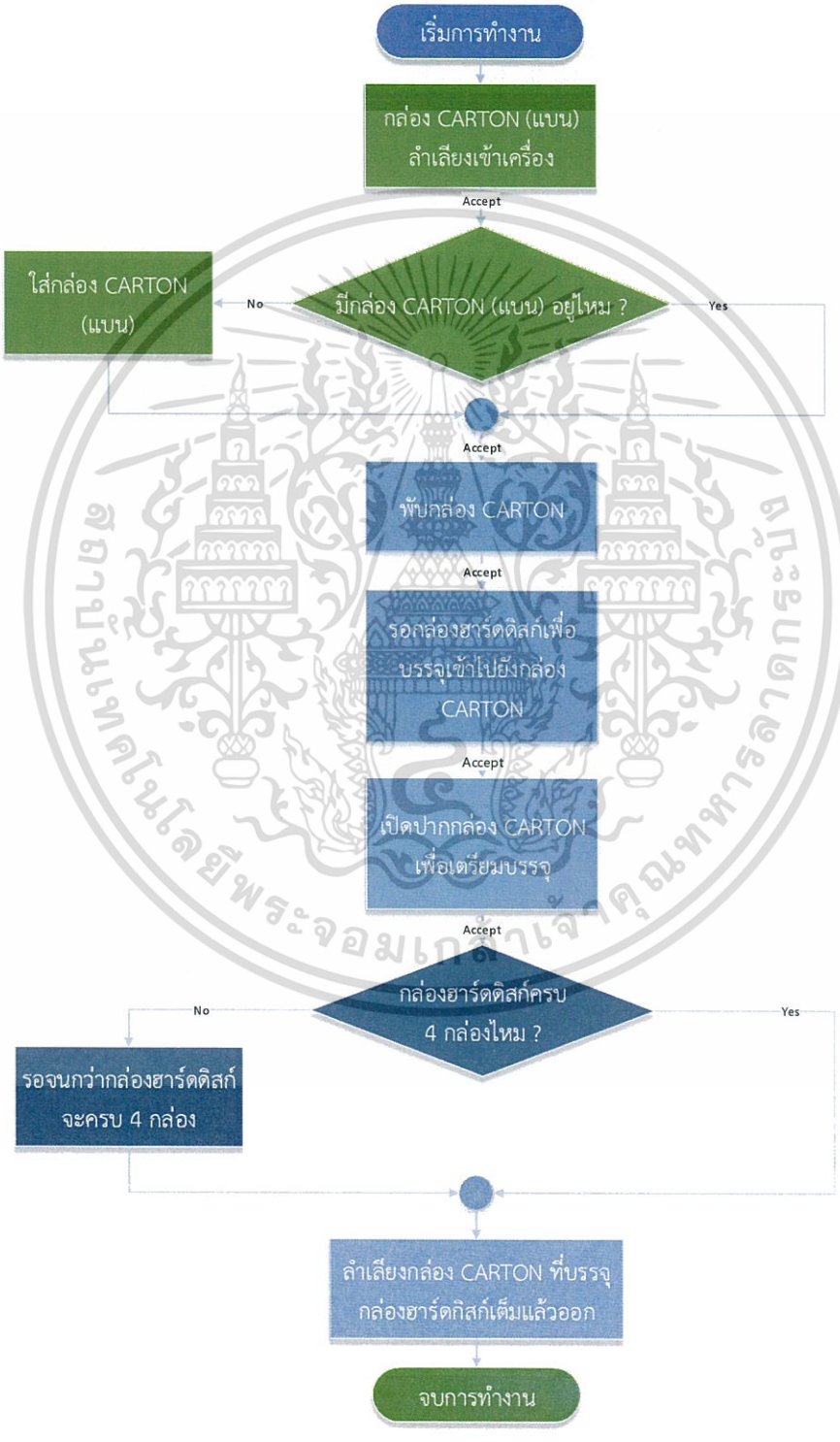
รูปที่ 3.27 แสดงการทดสอบเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

เมื่อเครื่องเสร็จสมบูรณ์แล้วก็นำเข้าไลน์การผลิตไปใช้งานจริง และทำการแก้ไขเวลาการทำงานของเครื่องให้เป็นไปตามที่โรงงานต้องการ เพื่อให้เครื่องมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งวิธีการทำงานของแต่ละเครื่องจะอธิบายในบทถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (Auto Pack Carton)

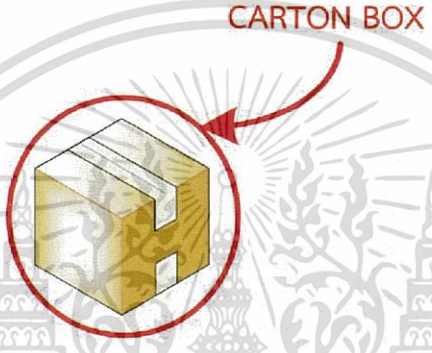
เป็นเครื่องที่ช่วยในการบรรจุกล่องฮาร์ดดิสก์พกพาทั้งหมด 4 กล่องเข้ามาในกล่อง Carton เพื่อเตรียมแพ็คส่งให้กับลูกค้า ซึ่งกระบวนการในการออกแบบเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติและวิธีการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติสามารถทำเป็นแผนผังได้ ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.28 แสดง Flow Chart ในการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

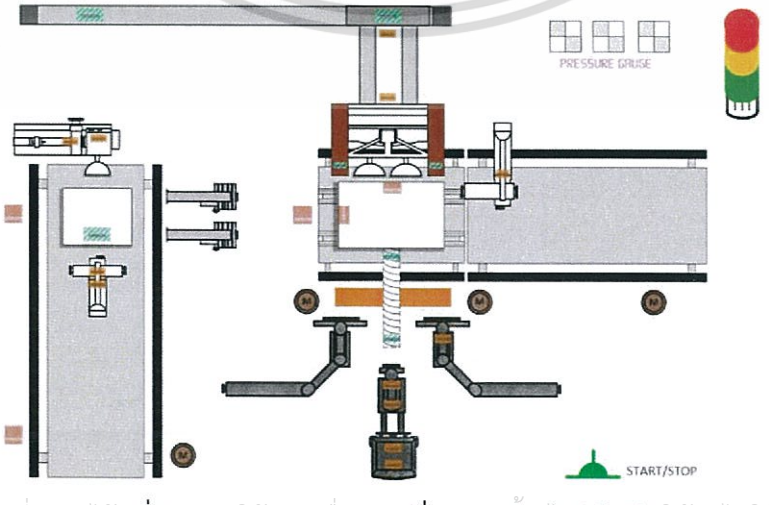
ซึ่งสามารถอธิบายรายละเอียดได้ ดังนี้ เมื่อกดปุ่ม START เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่อง สายพานของการลำเลียงกล่อง Carton เข้าเครื่องจะทำงาน ซึ่งถ้ายังไม่มีกล่อง Carton พนักงานใส่กล่อง Carton ลงในสายพาน แต่ถ้ามีกล่อง Carton แล้วสายพานจะเลื่อนจนกล่องเข้าไปอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และทำให้ Ball Screw ขับมอเตอร์ให้เลื่อนขึ้นไปยังตำแหน่งที่จะทำการพับกล่อง และจะเริ่มกระบวนการพับกล่องจนสมบูรณ์ จากนั้นแกน 3 แกนจะนำกล่องที่พับเสร็จแล้วไปวางเพื่อรอการบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพา และทำการเปิดปากกล่องเพื่อจะให้กล่องฮาร์ดดิสก์พกพาลำเลียงเข้ามาได้ ซึ่งถ้ากล่องยังไม่ครบ 4 กล่องก็จะไม่มีสัญญาณ Input ส่งมา กล่อง Carton ก็จะยังคงรออยู่อย่างนั้น แต่ถ้ากล่องครบ 4 กล่องแล้วจะมีสัญญาณ Input ส่งมาเพื่อสั่งให้เครื่องลำเลียงกล่องที่บรรจุเรียบร้อยแล้วเลื่อนไปตามสายพานต่อไป



รูปที่ 3.29 แสดงลักษณะของกล่อง Carton

3.3.2.1 การออกแบบการวางอุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์

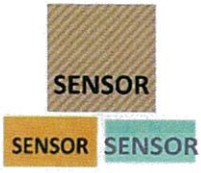
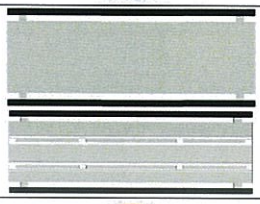
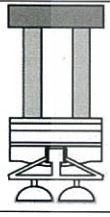
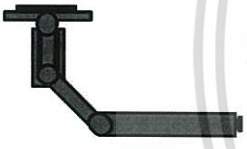
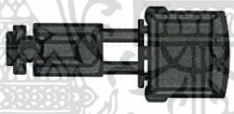
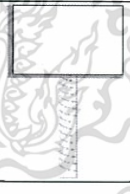
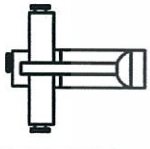
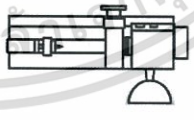
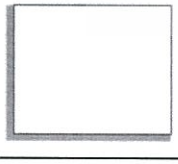
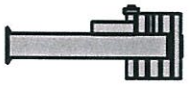
เมื่อรู้ลักษณะการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติดังที่แสดงไว้ใน Flow Chart หลังจากนั้นก็จะทำการออกแบบการวางอุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์ต่าง ๆ บนเครื่องให้ทำงานได้อย่างเหมาะสมทั้ง Input/output และที่สำคัญต้องคำนึงถึงค่าใช้จ่ายของอุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์ต่าง ๆ นี้ด้วย ซึ่งจะออกแบบได้ ดังรูป



รูปที่ 3.30 แสดงภาพรวมของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

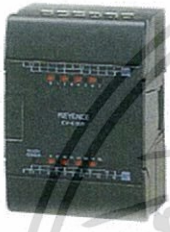
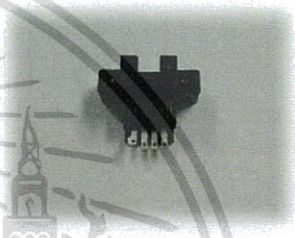
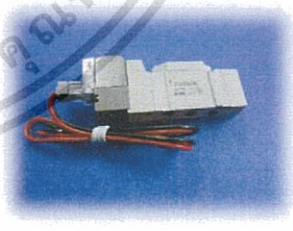
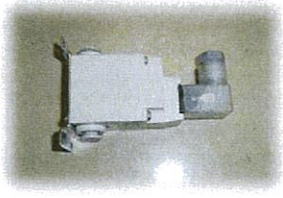
จากรูปที่ 3.14 สามารถอธิบายความหมายของอุปกรณ์ต่างๆ ได้ดังนี้

สัญลักษณ์	ความหมาย	สัญลักษณ์	ความหมาย
	Switch (ปุ่มควบคุม)		Motor (มอเตอร์)
	Sensor (อุปกรณ์ตรวจจับ)		Conveyor & Belt (สายพานลำเลียง)
	Pressure Gauge (เก็จวัดความดัน)		Tower Light LED (ไฟแสดงสถานะการทำงาน)
	Compact (ที่สั่งการด้วยระบบลม สำหรับดูดกล่องขึ้น)		Compact (ที่สั่งการด้วยระบบลม สำหรับดัดกล่องให้เปิดออก)
	Compact (ที่สั่งการด้วยระบบลม สำหรับพับกล่อง)		Compact (ที่สั่งการด้วยระบบลม สำหรับพับกล่อง)
	Compact (ที่สั่งการด้วยระบบลม สำหรับดันกล่อง)		Ball Screw (ที่สั่งการด้วยมอเตอร์สำหรับ ดันกล่องขึ้น-ลง)
	Compact (ที่สั่งการด้วยระบบลม สำหรับดันกดกล่องลง)		Compact (ที่สั่งการด้วยระบบลม สำหรับเปิดปากกล่อง)
	Compact Lift (ลิฟต์รับกล่อง Carton)		Compact (ที่สั่งการด้วยระบบลม สำหรับดันกล่อง)
	3 Axis (แกนเลื่อน 3 แกน)		Cylinder (กระบอกสูบ)

ตารางที่ 3.4 แสดงความหมายของสัญลักษณ์อุปกรณ์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นเมื่อออกแบบการวางอุปกรณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ก็จะทำการเบิกอุปกรณ์ทางไฟฟ้าของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติที่ต้องใช้ตามที่ออกแบบไว้ในรูปที่ 3.14 ซึ่งมีดังต่อไปนี้

PLC (KV-24DR) 1 ตัว	PLC (KV-E16X) 1 ตัว
PLC (KV-E16R) 1 ตัว 	SENSOR SWITCH 2 ตัว  -
AUTO SWITCH 8 ตัว -	PHOTOELECTRIC SENSOR (PZ-M11) 5 ตัว
VACLTLIM PAD WITH FITTING 1 ตัว	SOLENOID VALVE (SY3120-5LZ-M5) 15 ตัว 
SOLENOID VALVE (VQ21A1-5Y-C6-F) 3 ตัว 	VACUUM PUMP 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

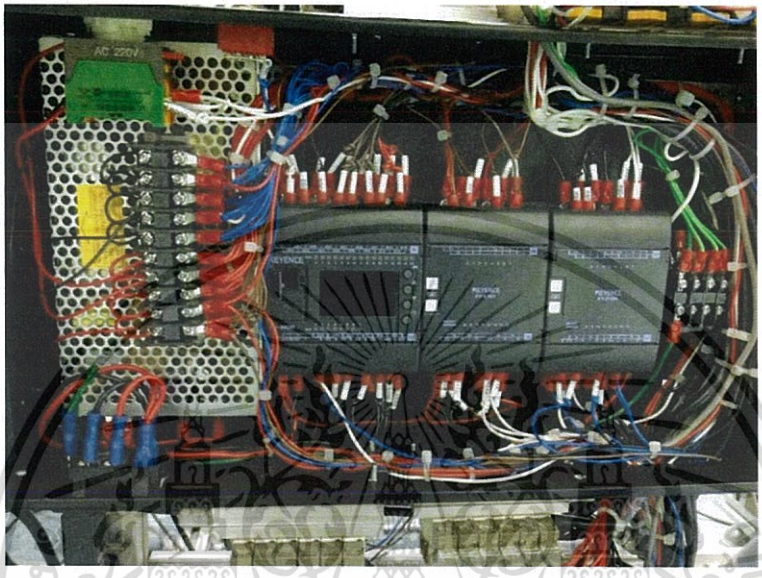
VACUUM PAD 4 ตัว	PLUG +SWITCH +FUSE 1 ตัว
SWITCHING POWER SUPPLY 1 ตัว	PRESSURE SWITCH 3 ตัว
TOWER LIGHT LED 1 ตัว	TOGGLE SWITCH 2 ตัว
TERMINAL 1 ตัว	PUSH BOTTON 1 ตัว
MOTOR SUNTECH (GEAR 1:5K 5GN5K&SPEED CONTROL 60W 220V) 1 ตัว	MOTOR SUNTECH (GEAR 1:25K 5GN25K&SPEED CONTROL 60W 220V) 3 ตัว
RELAY 5 ตัว	RELAY – AGV CAR 5 ตัว

ตารางที่ 3.5 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้ในเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

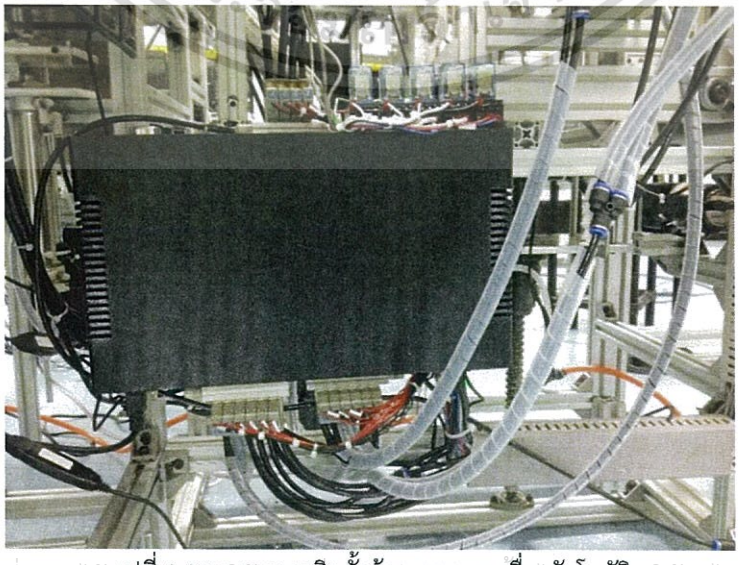
3.3.2.2 การเชื่อมต่ออุปกรณ์อิเล็กโทรนิกส์

เมื่อจัดเตรียมอุปกรณ์ต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว ก็ทำการ Wiring PLC บนตู้ควบคุม โดยให้ไฟ +24 V. เข้าทาง Input และไฟ 0 V. เข้าทาง Output



รูปที่ 3.31 แสดงการต่อสายไฟบนตู้ควบคุม

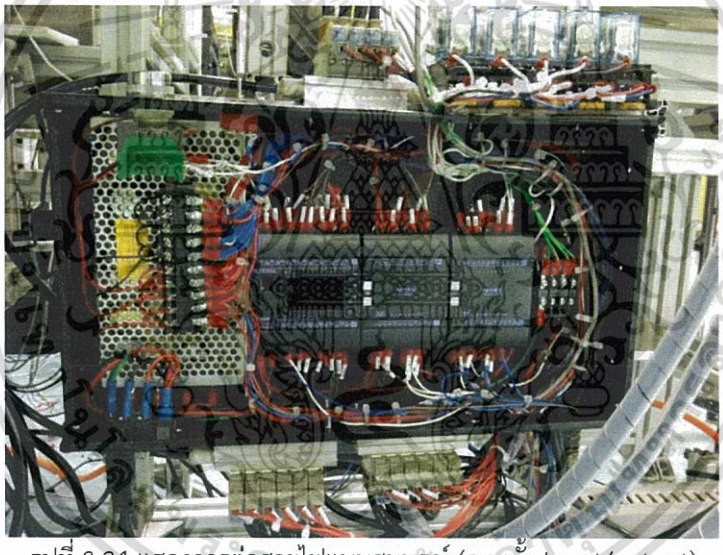
เมื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ PLC เสร็จแล้ว ก็นำตู้ควบคุมขึ้นไปติดตั้งบนเครื่องอัตโนมัติที่กลุ่มที่ 1 (Team Mechanics) ทำเสร็จแล้ว ดังรูปที่ 3.16 จากนั้นทำการติดตั้งอุปกรณ์ทางไฟฟ้า เช่น เซนเซอร์ ตามที่ได้ออกแบบไว้ ดังรูปที่ 3.17 และทำการ Wiring ให้เสร็จสมบูรณ์ทั้ง Input/output โดยใช้การต่อแบบ NPN ดังรูปที่ 3.18 ซึ่งอธิบายวิธีการต่อสาย Sensor แบบต่างๆ ไว้ข้างต้นแล้ว



รูปที่ 3.32 แสดงการติดตั้งตู้ควบคุมบนเครื่องอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.33 แสดงการติดตั้ง Sensor ต่างๆ บนเครื่องอัตโนมัติ



รูปที่ 3.34 แสดงการต่อสายไฟแบบสมบูรณ์ (ครบทั้ง Input/output)

เครื่องบรรจุหีบห่อจะมีการรับสัญญาณ Input และ ส่งสัญญาณ Output ให้กับเครื่องก่อนหน้า (Up Stream) จึงต้องมีการเชื่อมต่อสายไฟทิ้งไว้เพื่อที่จะสามารถนำไปใส่กับเครื่องก่อนหน้าได้ ด้วยกัน 4 เส้น ดังนี้

– สายต่อเข้า Input : เพื่อให้เครื่องก่อนหน้าส่งสัญญาณ Output ให้เราเมื่อทำงานเสร็จแล้ว

– สายต่อเข้า Output : เพื่อให้เครื่องก่อนหน้าส่งสัญญาณ Input ให้เราเมื่อต้องการกล่อง

– สายต่อเข้าไฟ Common กับเครื่องก่อนหน้า (ตาม Output)

– สายต่อเข้าไฟลบ กับเครื่องก่อนหน้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.3 การเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง

เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องด้วย PLC ของ KEYENCE Studio โดยเริ่มจากการกำหนดช่อง Input/output ของอุปกรณ์ต่าง ๆ บนเครื่องติดเทปปิดผนึก

- **การกำหนดช่อง Input/output**

จะเขียนโปรแกรมด้วย PLC ของ KEYENCE STUDIO ต้องมีการกำหนดเลขของ Input/output ตามที่ได้ออกแบบและเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าไว้ เพื่อที่จะสามารถนำไปเขียนโปรแกรมได้ถูกต้อง ซึ่งกำหนดไว้ดังนี้

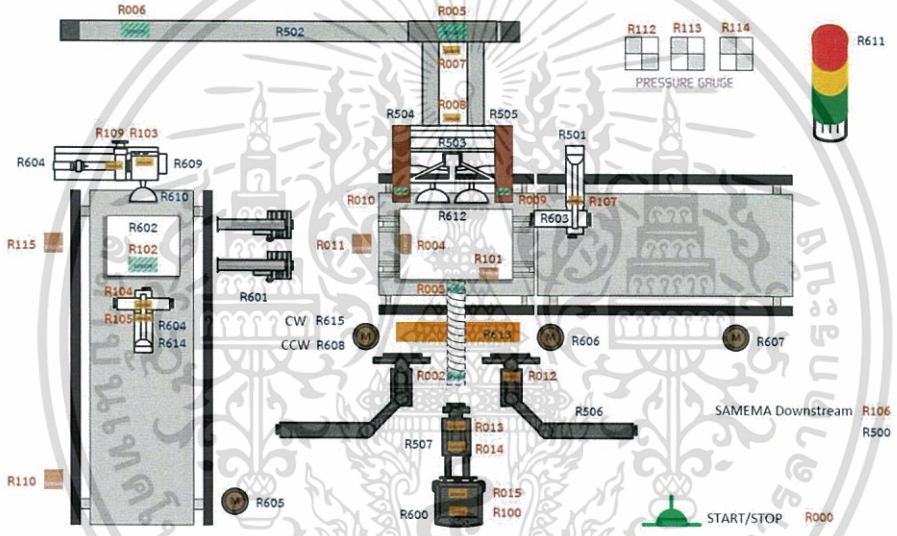
Input		Output	
R000	Switch START/STOP	R500	SAMEMA Output Downstream
R002	Sensor Switch Down	R501	Compact ตัวที่ 1
R003	Sensor Switch Up	R502	3 Axis
R004	Photoelectric Sensor ตัวที่ 1	R503	Compact ตัวที่ 2
R005	Reed Switch ตัวที่ 1	R504	Compact ตัวที่ 3
R006	Reed Switch ตัวที่ 2	R505	Compact ตัวที่ 4
R007	Reed Switch ตัวที่ 3	R506	Compact ตัวที่ 5
R008	Reed Switch ตัวที่ 4	R507	Compact ตัวที่ 6
R009	Reed Switch ตัวที่ 5	R600	Compact ตัวที่ 7
R010	Reed Switch ตัวที่ 6	R601	Compact Cylinder
R011	Photoelectric Sensor ตัวที่ 2	R602	Compact Lift Up-Down
R012	Reed Switch ตัวที่ 7	R603	Compact ตัวที่ 8
R013	Reed Switch ตัวที่ 8	R604	Compact ตัวที่ 9
R014	Reed Switch ตัวที่ 9	R605	Motor of Conveyor OUT
R015	Reed Switch ตัวที่ 10	R606	Motor of Belt IN
R100	Reed Switch ตัวที่ 11	R607	Motor of Conveyor IN
R101	Photoelectric Sensor ตัวที่ 3	R608	Motor Ball Screw Down
R102	Reed Switch ตัวที่ 12	R609	Compact ตัวที่ 10
R103	Pressure Switch	R610	Solenoid Valve 2/2 เปิดปากกล่อง
R104	Reed Switch ตัวที่ 13	R611	TOWER LIGHT LED (RED)
R105	Reed Switch ตัวที่ 14	R612	Solenoid Valve 2/2 พับกล่อง
R106	SAMEMA Input Downstream	R613	Compact ตัวที่ 11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R107	Reed Switch ตัวที่ 15	**R614**	Compact ตัวที่ 12
R109	Reed Switch ตัวที่ 16	**R615**	Motor Ball Screw Up
R110	Photoelectric Sensor ตัวที่ 4		
R112	Pressure Switch		
R113	Pressure Switch		
R114	Pressure Switch		
R115	Photoelectric Sensor ตัวที่ 5		

ตารางที่ 3.6 แสดงช่อง Input/output ของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

โดยสามารถวาดภาพช่อง Input/output เพื่อให้เข้าใจง่าย ได้ดังนี้



รูปที่ 3.35 แสดงภาพรวมและช่อง Input/output ของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (ตัวเลขที่แสดงด้วยสีแดง จะเป็นช่อง Input และตัวเลขที่แสดงด้วยสีน้ำเงิน จะเป็นช่อง Output)

☐ หลักการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

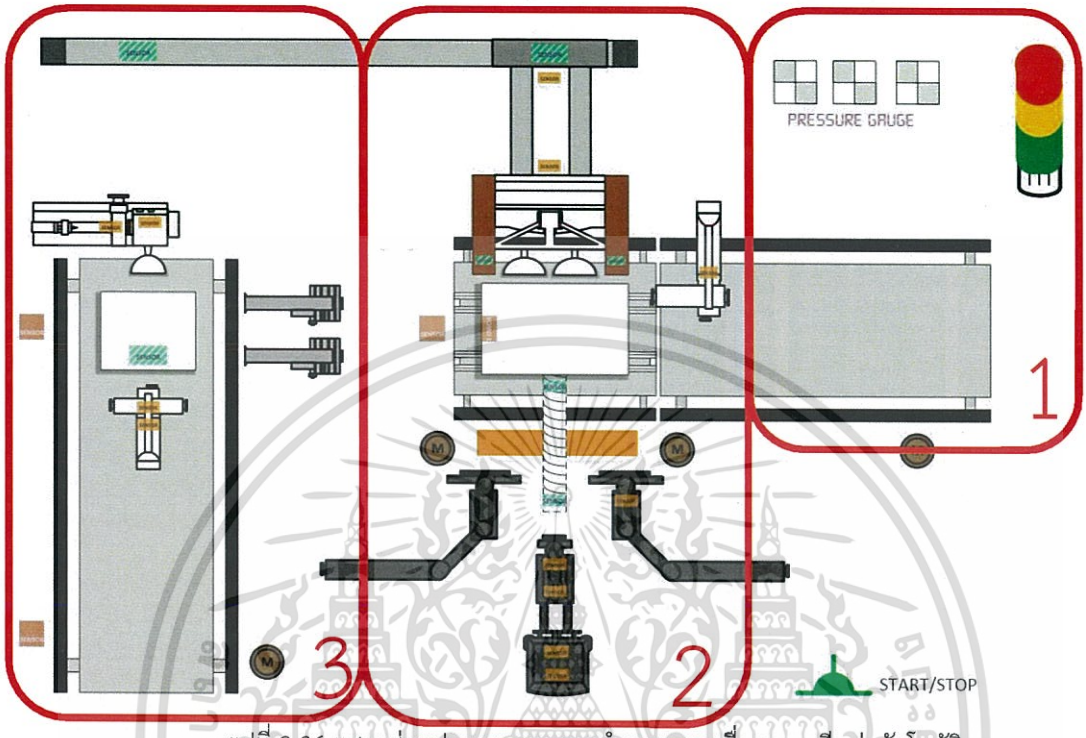
การทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ สามารถอธิบายหลักการทำงาน ได้ดังนี้

เมื่อกดปุ่ม START เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่อง และพนักงานใส่กล่อง Carton ลงในสายพานเสร็จแล้ว จากนั้นสายพานที่พนักงานใส่กล่องไว้จะเลื่อนจนกล่องเข้าไปอยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง จะทำให้ Ball Screw ขับมอเตอร์ให้เลื่อนขึ้นไปยังตำแหน่งที่จะทำการพับกล่อง และจะเริ่มกระบวนการพับกล่องจนสมบูรณ์ จากนั้นแกน 3 แกนจะนำกล่องที่พับเสร็จแล้วไปวางเพื่อเตรียมการบรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาใส่ เมื่อใส่เสร็จแล้วก็จะเลื่อนไปตามสายพานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

ถ้าแบ่งลำดับการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ จะสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ดังรูป



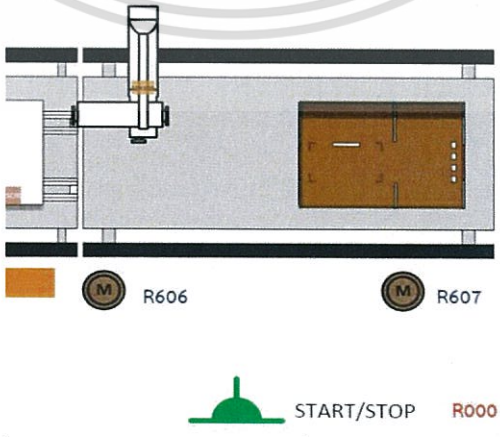
รูปที่ 3.36 แสดงส่วนประกอบของการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

ส่วนที่ 1 : การลำเลียงกล่อง Carton เข้าเครื่อง

ส่วนที่ 2 : การพับกล่องอัตโนมัติ

ส่วนที่ 3 : การบรรจุกล่องฮาร์ดดิสก์พกพาเข้าไปยังกล่อง Carton และการลำเลียงกล่องที่บรรจุหีบห่อเรียบร้อยแล้วออกจากเครื่อง จะสามารถอธิบายวิธีการทำงานของส่วนต่าง ๆ อย่างละเอียด ได้ดังนี้

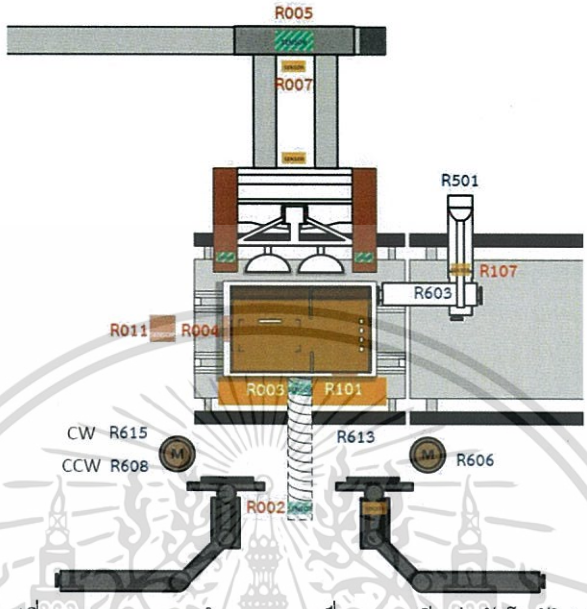
การทำงานส่วนที่ 1 การลำเลียงกล่อง Carton เข้าเครื่อง



รูปที่ 3.37 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

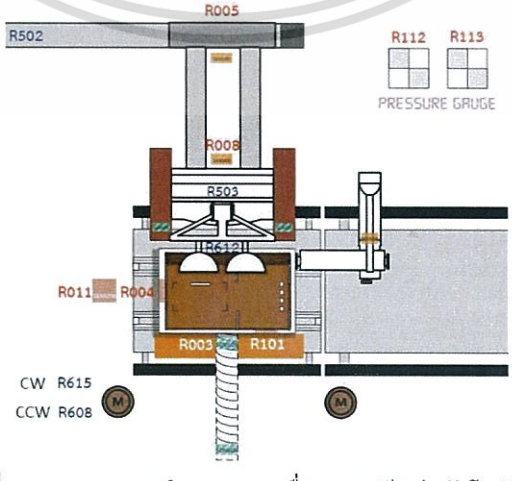
เมื่อเริ่มกดปุ่ม START (R000) จะสั่งให้มอเตอร์ (R606) และมอเตอร์ (R607) ทำงาน เพื่อลำเลียงกล่อง Carton เข้ามายังเครื่องอัตโนมัติ



รูปที่ 3.38 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (2)

จากนั้นเมื่อกล่อง Carton ถูกลำเลียงมาถึงตำแหน่งที่ Photoelectric Sensor (R004) และ Photoelectric Sensor (R101) ตรวจจับวัตถุได้ ก็จะทำให้ Compact (R613) และ Compact (R501) ทำงาน ซึ่งเมื่อ Compact (501) ยื่นไปสุดแล้วจะทำให้ Compact (R603) ทำงาน เพื่อจัดระเบียบกล่องให้อยู่ในตำแหน่งที่ถูกต้อง และนอกจากนั้นก็จะทำให้มอเตอร์ Ball Screw Clockwise (R615) ทำงาน เพื่อที่จะดันกล่องให้ขึ้นไปยังตำแหน่งที่จะทำการพับกล่อง เมื่อกล่อง Carton เลื่อนขึ้นจน Photoelectric Sensor (R011) ตรวจจับวัตถุได้ ก็จะทำให้มอเตอร์ Ball Screw Clockwise (R615) หยุดการทำงาน

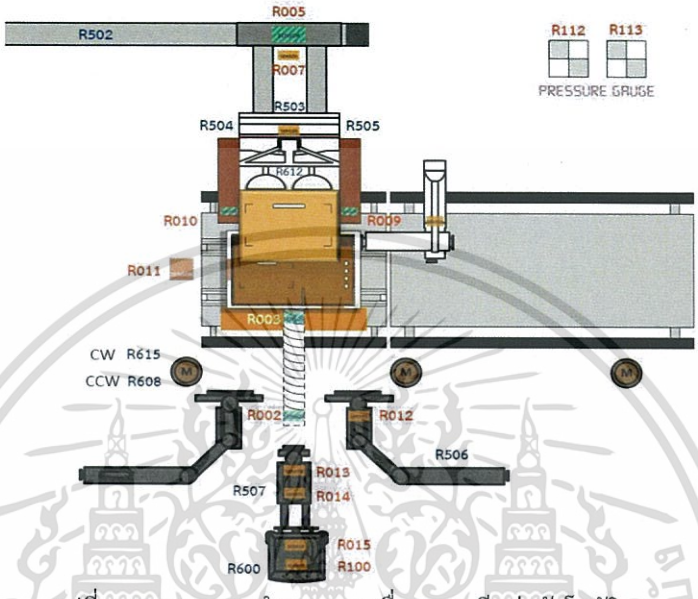
การทำงานส่วนที่ 2 การพับกล่องอัตโนมัติ



รูปที่ 3.39 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (3)

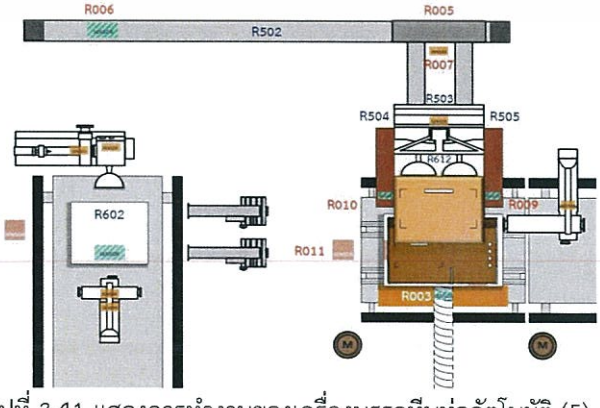
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในขณะเดียวกันเมื่อมอเตอร์ Ball Screw Clockwise (R615) หยุดทำงาน จะทำให้ Compact (R503) ทำงานและ Reed Switch (R008) ติด เพื่อลงไปหากล่อง Carton และหลังจากนั้น Solenoid Valve 2/2 (R612) จะทำงาน เพื่อดูดกล่อง Carton ให้ขึ้นมา โดยต้องให้ Pressure Gauge (R112) และ Pressure Gauge (R113) ติด เพื่อเป็นการแสดงสถานะว่าสามารถดูดกล่องได้แล้ว



รูปที่ 3.40 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (4)

เมื่อทั้ง Pressure Gauge (R112) และ Pressure Gauge (R113) ติดจะทำให้ Compact (R503) เลิกทำงาน เมื่อ Compact (R503) หดตัวลงจน Reed Switch (R007) ติดจะทำให้สามารถดึงกล่อง Carton ขึ้นไปเตรียมไว้สำหรับการพับได้ และจากนั้น Compact (R504) และ Compact (R505) จะทำงานเพื่อตีกล่องให้เป็นทรง ซึ่งเมื่อ Reed Switch (R009) และ Reed Switch (R010) ติดจะทำให้ Compact (R506) ทำงานเพื่อพับตูดกล่อง Carton จนกระทั่งเมื่อยืดสุด Reed Switch (R012) จะติดและจะทำให้ Compact (R600) ทำงานจน Reed Switch (R015) ติดก็จะไปสั่งให้ Compact (R507) ทำงานเพื่อทำการพับตูดกล่องให้เรียบร้อย (ให้ Reed Switch ติดก่อนถึงจะทำงานต่อไปได้ เนื่องจากจะไม่ทำให้ Compact แต่ละตัวชนกัน)

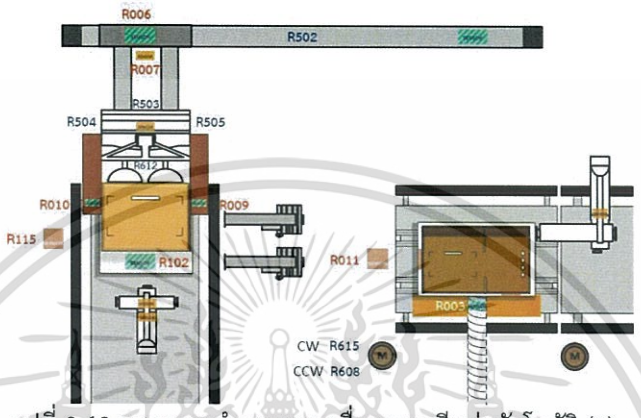


รูปที่ 3.41 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

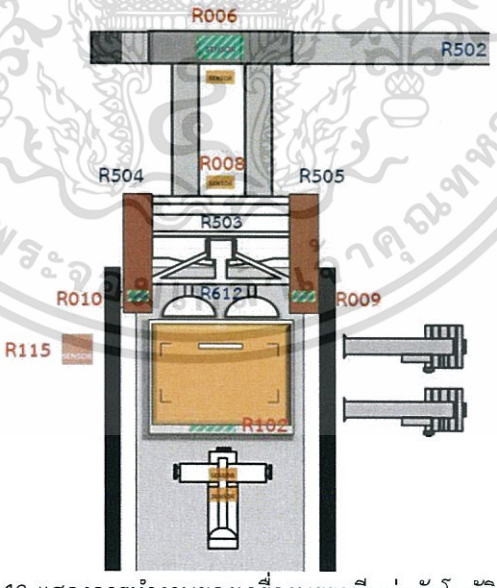
เมื่อพับกล่องเสร็จเรียบร้อยแล้ว นั่นหมายถึง Compact (R507) ยืดออกจนกระทั่ง Reed Switch (R013) ติดแล้ว ในส่วนที่ 3 ก็จะทำหน้าที่เตรียมรับกล่อง Carton ที่พับไว้เรียบร้อยแล้ว โดยการสั่งให้ Compact Lift Up-Down (R602) ทำงาน

การทำงานส่วนที่ 3 การบรรจุกล่องฮาร์ดดิสก์พกพาเข้าไปยังกล่อง Carton และการลำเลียงกล่องที่บรรจุหีบห่อเรียบร้อยแล้วออกจากเครื่อง



รูปที่ 3.42 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (6)

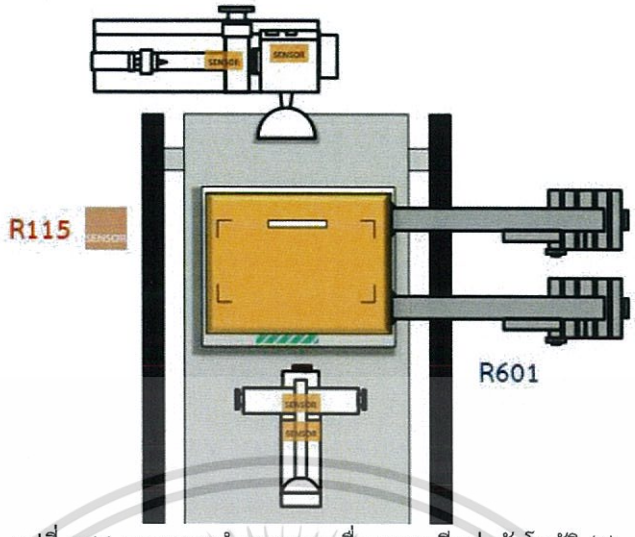
เมื่อพับกล่องเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก็จะไปยังส่วนของการรอเพื่อบรรจุกล่องฮาร์ดดิสก์พกพาเข้าไปยังกล่อง Carton โดยการที่แกน 3 Axis (R502) จะทำการเลื่อนแกนไปทางซ้ายในขณะที่ลมดูดยังคงทำงานอยู่ จึงทำให้กล่องสามารถเคลื่อนที่ไปยังส่วนที่ 3 ได้



รูปที่ 3.43 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (7)

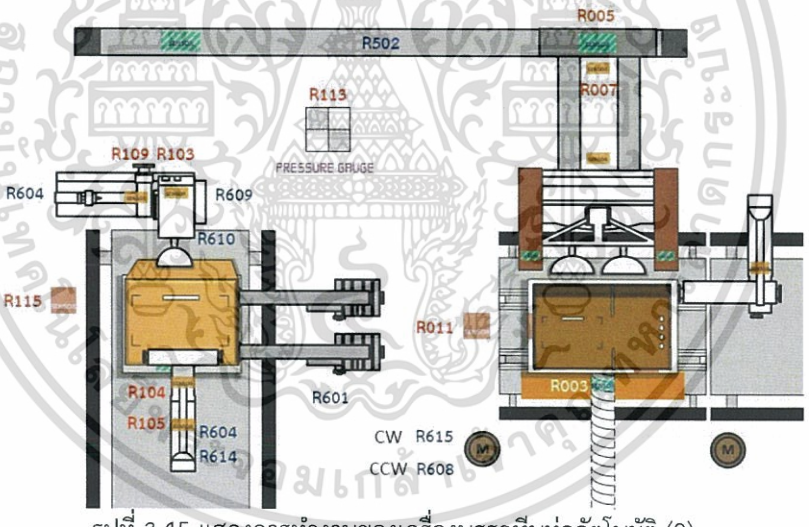
จากนั้นเมื่อ Reed Switch (R006) ติดจะทำให้ Compact (503) ทำงานอีกครั้ง และยืดออกมาเพื่อวางกล่อง เมื่อยืดสุดแล้ว Reed Switch จะติดและจะสั่งให้ Solenoid Valve 2/2 (R612) เลิกทำงาน ซึ่งจะเป็นการปล่อยกล่องที่ดูดไว้ออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.44 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (8)

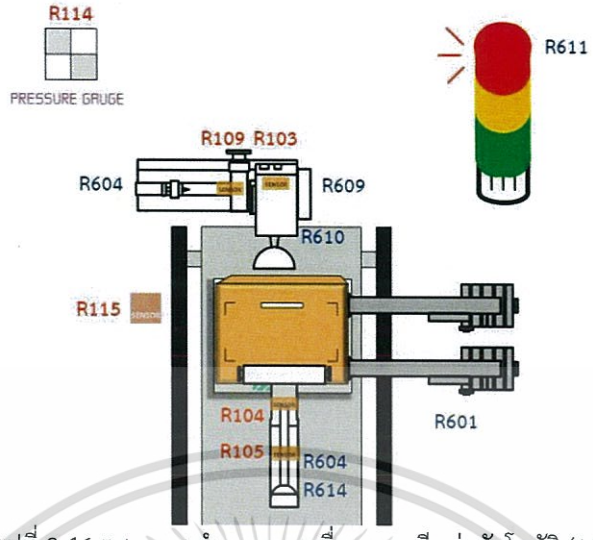
เมื่อปล่อยลมดูดเรียบร้อยแล้ว Compact (R601) จะทำงานเพื่อดันกล่อง Carton ที่ทำการพับไว้เรียบร้อยแล้วไม่ให้เสียทรง และจากนั้น Compact (R504) และ Compact (R505) จะเลิกทำงาน ซึ่งจะทำให้ Compact (R503) เลิกทำงานด้วยเช่นกัน



รูปที่ 3.45 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (9)

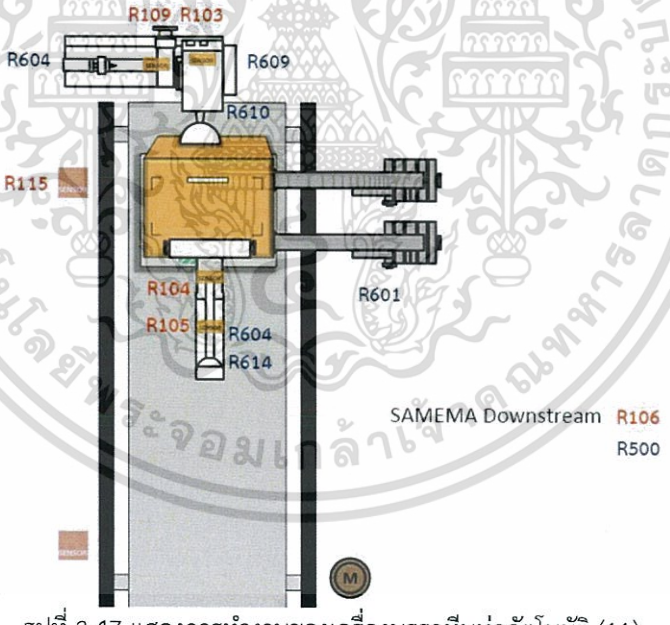
และจากนั้น 3 Axis (R502) จะทำงานอีกครั้งเพื่อให้ Compact (R503) กลับไปทำการพับกล่องถัดไป และเมื่อ Reed Switch (R005) ติดฝั่งของส่วนที่ 3 ก็จะทำการยึดตำแหน่งกล่อง โดยการให้ Compact (R614) ทำงานจน Reed Switch (R105) ติดก็จะสั่งให้ Compact (R604) ทำงานและในขณะเดียวกันเมื่อ Compact (R604) ยึดจนสุดแล้ว Reed Switch (R109) ก็จะติดและสั่งให้ Compact (R609) และ Compact (R610) ทำงานเพื่อลงไปดูดปากกล่องให้เปิดออก และถ้าดูดติดแล้ว นั่นหมายถึง Pressure Gauge (R113) จะติด ซึ่งจะทำให้ Compact (R609) เลิกทำงานเพื่อให้ปากกล่องเปิดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.46 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (10)

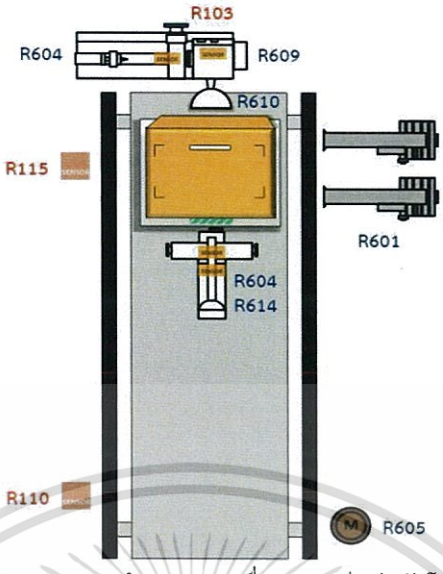
โดยถ้า Compact (R610) ทำงานแล้วแต่ยังดูดไม่ติดก็จะทำการดูดซ้ำ แต่ถ้าดูดซ้ำแล้วยังไม่ติดอีกนาน T=3 s. ก็จะทำให้ไฟ Tower Light LED (RED) (R611) ติดและ Buzzer เสียงดังเพื่อให้ผู้ดูแลเครื่องมาตรวจสอบและแก้ไขเครื่อง



รูปที่ 3.47 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (11)

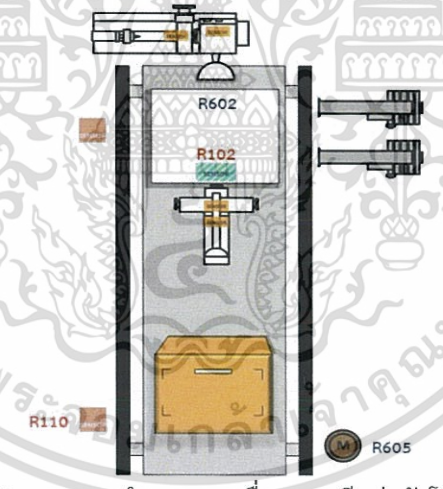
เมื่อปากกล่องเปิดออกแล้ว ก็จะส่งสัญญาณไปบอกเครื่องก่อนหน้าว่ากล่อง Carton พร้อมที่จะให้บรรจุแล้ว โดยการส่งสัญญาณ Output (R500) ออกไปให้กับเครื่องก่อนหน้า แล้วเมื่อเครื่องก่อนหน้ามีกล่องฮาร์ดดิสก์พกพา 4 กล่องบรรจุมายังเครื่องเราเรียบร้อยแล้ว ก็จะส่งสัญญาณกลับมาให้กับเรา โดยผ่านช่องสัญญาณ Input (R106)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.48 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (12)

เมื่อกล่องฮาร์ดดิสก์พกพาบรรจุเข้ามายังกล่อง Carton แล้ว Solenoid Valve 2/2 (R610) จะเลิกทำงาน เพื่อปล่อยปากกล่องออก และ Compact (R604), Compact (R609) และ Compact (R614) จะเลิกทำงานเช่นกัน เพื่อปล่อยกล่องออก



รูปที่ 3.49 แสดงการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (13)

จากนั้นเมื่อปล่อยกล่องแล้ว มอเตอร์ (R605) จะทำงานเพื่อขับเคลื่อน Conveyor แต่กล่องจะยังไม่ไปไหนจนกว่า Compact Lift Up-Down (R602) จะเลิกทำงานและ Reed Switch (R102) ติด จะทำให้กล่องที่บรรจุฮาร์ดดิสก์พกพาเรียบร้อยแล้วเคลื่อนที่ออกไปจน Photoelectric Sensor (R110) ตรวจจับได้ก็จะหยุดรอเพื่อให้พนักงานเอากล่องออกไป โดยถ้า Photoelectric Sensor (R110) ยังคงตรวจจับได้อยู่ กล่องถัดไปที่อยู่ในส่วนที่ 3 (ส่วนที่รอบรรจุกล่องฮาร์ดดิสก์พกพา) ก็จะยังไม่ปล่อยกล่องออกมาเพื่อไม่ให้กล่องชนกัน ทำได้โดยการไม่ส่งสัญญาณ Output (R500) ไปยังเครื่องก่อนหน้าว่ากล่องเราพร้อมแล้วนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.4 ทดสอบการทำงานของเครื่อง

ทดสอบ ปรับปรุงและแก้ไขการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ ให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ เช่น เวลาในการทำงาน และความแม่นยำของเครื่องอัตโนมัติ และทำการสรุปผล วิเคราะห์ผลการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ ควรให้ประสิทธิภาพดีกว่าแบบก่อนหน้านี้

เมื่อเครื่องเสร็จสมบูรณ์แล้วก็นำเข้าไลน์การผลิตไปใช้งานจริง และทำการแก้ไขเวลาการทำงานของเครื่องให้เป็นไปตามที่โรงงานต้องการ เพื่อให้เครื่องมีประสิทธิภาพสูงสุด ซึ่งวิธีการทำงานของแต่ละเครื่องจะอธิบายในบทถัดไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการศึกษา

เมื่อทำตามวิธีการที่กล่าวไว้ในบทที่ 3 เรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะนำเครื่องจักรอัตโนมัติขึ้นไลน์การผลิตในส่วนของการบรรจุภัณฑ์ External Hard Disk (Box Built/Sub Assembly) เพื่อทำการทดสอบการทำงานของเครื่องว่าเป็นไปตามที่โรงงานต้องการไหม ซึ่งผลของการทำงานของเครื่อง มีดังต่อไปนี้

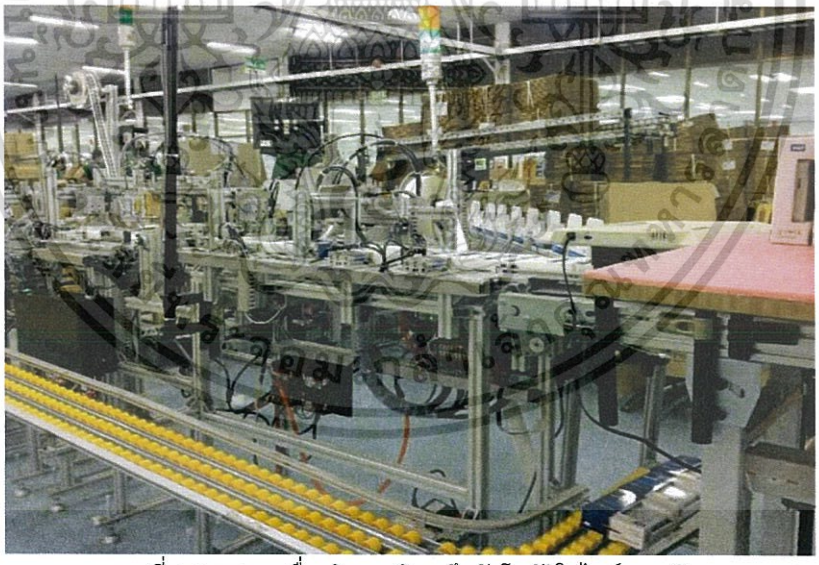
4.1 ผลของการทำงานของเครื่อง

เมื่อนำเครื่องขึ้นมายังไลน์การผลิตแล้ว จะทำการติดตั้งเครื่องและดูผลการทำงานของเครื่อง ดังนี้

4.1.1 เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (Auto Seal Box)

เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติสามารถลดพนักงานได้ 1 คน และเพิ่มประสิทธิภาพของการทำงานให้ติดเทปปิดผนึกได้แม่นยำขึ้น และลดค่าใช้จ่ายในระยะยาว

4.1.1.1 ปัญหาที่พบและวิธีแก้ไขปัญหา



รูปที่ 4.1 แสดงเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติในไลน์การผลิต

เมื่อเครื่องต้นแบบเข้าไลน์การผลิตและทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบการใช้งานจริง แต่เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติยังคงเกิดปัญหาในการทำงานอยู่ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ไขปัญหา
1. ติดเทปปิดผนึกไม่ตรงตำแหน่งที่ Quality Control ต้องการ	1. เรียกทีม Mechanic ให้มาทำการปรับตำแหน่งการ Feed ของเทปปิดผนึก
2. เทปปิดผนึก Feed ออกมาพร้อมกันหลายอัน	2. ปรับค่าตัว Amplifier ของ Fiber Photoelectric Sensor
3. Sensor RGB ตรวจจับความวาวได้บางตัว และไม่ได้บางตัว	3. ปรับตำแหน่งของ Sensor และปรับค่าตัว Amplifier ของ Sensor RGB
4. เทปปิดผนึก Feed ออกมาแล้วติดแท่นรองรับ	4. เจาะรูตัวแท่นรองรับให้มีความโปร่งมายิ่งขึ้น
5. เวลาที่ใช้ในการทำงานไม่ตรงกับความต้องการของโรงงาน	5. ปรับ Timer ในโปรแกรม PLC

ตารางที่ 4.1 แสดงปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆ

4.1.1.2 เวลาการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

เวลาเฉลี่ยในการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึก เมื่อทำการทดสอบด้วยกล่องจำนวน 4500 ชิ้น หลังจากทำการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวไว้ในตาราง 4.1 เรียบแล้ว

ส่วนของการทำงาน	เวลาการทำงานเดิมของพนักงาน	เวลาการทำงานของเครื่อง
ส่วนที่ 1	-	1.58 s.
ส่วนที่ 2	1.89 s.	1.81 s.
ส่วนที่ 3	-	1.66 s.
รวม	1.89 s.	5.05 s.

* หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 : การลำเลียงกล่องฮาร์ดดิสก์เข้าเครื่อง และการตรวจจับความวาวของเทปปิดผนึก

ส่วนที่ 2 : การติดเทปปิดผนึกแบบอัตโนมัติ

ส่วนที่ 3 : การกลับด้านกล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์

ตารางที่ 4.2 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในสายการผลิต

จากตารางที่ 4.2 จะเห็นว่า เวลาที่ใช้ในการทำงานของเครื่องช้ากว่าการใช้พนักงานในการติดเทปปิดผนึกอยู่ 3.16 s. เนื่องจากการเพิ่มฟังก์ชันการทำงานของเครื่องมา เพื่อให้เครื่องมีประสิทธิภาพมากขึ้น ทั้งการตรวจสอบความวาวของเทปปิดผนึก ว่ามีเทปติดอยู่แล้วหรือไม่ และเพิ่มฟังก์ชันการพลิกกล่องฮาร์ดดิสก์เพื่อไปยังการทำงานส่วนถัดไป นอกจากนี้เครื่องยังสามารถลดพนักงานในการทำงานได้ 1 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cycle Time ของพนักงาน	จำนวนชิ้นงาน	Cycle Time ของเครื่อง	จำนวนชิ้นงาน
6.75 s.	1 กล่อง	5.05 s.	1 กล่อง
60 s.	**9 กล่อง**	60 s.	**14 กล่อง**

ตารางที่ 4.3 แสดงการเปรียบเทียบ Cycle Time ของเครื่อง

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่า Cycle Time ของเครื่องเร็วกว่า Cycle Time ของพนักงานอยู่ เนื่องจากพนักงานต้องทำการติดเทปติดผนึกควบคู่ไปกับกานพับกล่องและติดปริมาณความจุของฮาร์ดดิสก์ และความเหนื่อยล้าของพนักงาน ทำให้เวลา Cycle Time นั้นช้ากว่า ดังนี้ ใน 1 นาที พนักงานทำได้ 9 กล่อง แต่เครื่องทำได้ 14 กล่อง ซึ่งต่างกันถึง 5 กล่อง

เมื่อทราบถึงเวลาของการทำงานแล้ว เรามาดูประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องติดเทปปิดผนึก ดังต่อไปนี้

4.1.1.3 ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์

ในอดีตที่ผ่านมาการวัดสมรรถนะของการผลิต (Manufacturing Performance) มีการหาวิธีการกันหลากหลาย ซึ่งส่วนใหญ่จะมีข้อมูลและดรรชนีจำนวนมาก ทั้งในทางกว้างและทางลึกหลายวิธีล้าสมัย และอีกหลายวิธีไม่มีความต่อเนื่องในการวิเคราะห์อีกหลายวิธีมีความพยายามเอารายงานทางบัญชีเข้ามาวิเคราะห์ ซึ่งไม่สามารถให้ความละเอียดในทางลึกหรือนำไปใช้ปรับปรุงการเพิ่มผลผลิตได้จริง ๆ ปัญหาอื่นที่พบ คือ การมีดรรชนีในการชี้วัดมาก แต่ไม่สัมพันธ์กัน ทำให้ไม่สามารถมองภาพใหญ่ได้อย่างสมบูรณ์และเป็นปัญหาการจัดการ ความไม่สอดคล้องกันของการเก็บข้อมูลแยกส่วนทำให้มีการถกเถียงในข้อมูลที่ไม่ตรงกัน ปกติการปรับปรุงสมรรถนะการผลิตโดยรวม จะต้องทำ 3 สิ่ง

- ☐ ต้องวัดสิ่งที่ต้องการปรับปรุงให้ได้อย่างเป็นระบบ (What to Measure)
- ☐ วัดอย่างไรให้ได้ครบถ้วนถูกต้องแม่นยำ (How to Measure)
- ☐ จะทำการปรับปรุงอย่างไร (How to Improve)

การวัดประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักร (OEE – Overall Equipment Effectiveness) เป็นวิธีการที่ดีวิธีหนึ่งที่นอกจากทำให้รู้ประสิทธิผลของเครื่องจักรแล้วยังรู้ถึงสาเหตุของความสูญเสียที่เกิดขึ้นทั้งในภาพใหญ่ คือ สามารถแยกประเภทการสูญเสียและรายละเอียดของสาเหตุนั้น ทำให้สามารถที่จะปรับปรุง ลดความสูญเสียที่เกิดขึ้นได้อย่างถูกต้องและเป็นระบบ

- **ค่า Overall Equipment Effectiveness (OEE)**

ประกอบด้วยผลคูณของ 3 Factor ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OEE	=	อัตราเดินเครื่อง (Availability)	x	ประสิทธิภาพเดินเครื่อง (Performance Efficiency)	x	อัตราคุณภาพ (Quality Rate)

ซึ่งเมื่อนำปัจจัยต่างๆ ที่ส่งผลกระทบต่อระบบการผลิต อันได้แก่ พนักงาน, เครื่องจักร และชิ้นงานที่ผลิต มาวิเคราะห์แล้ว จะทำให้ทราบได้ว่าเกิดอะไรขึ้นกับระบบการผลิตของเราบ้าง ซึ่ง OEE จะเป็นดัชนีที่ชี้ให้เห็นสภาพโดยรวมในระบบการผลิตนั่นเอง

- **เกณฑ์มาตรฐานของ OEE**

ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (Overall Equipment Effectiveness : OEE) ที่ตั้งเป็นมาตรฐานโดยทั่วไป

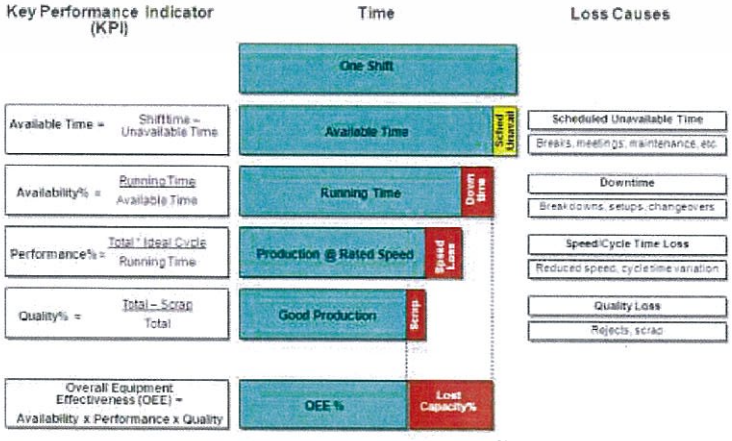
- ☐ อัตราการเดินเครื่อง (Availability) = 90%
- ☐ ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency) = 95%
- ☐ อัตราคุณภาพ (Quality Rate) = 99%

ดังนั้น ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์

(Overall Equipment Effectiveness : OEE) = 0.90 x 0.95x 0.99 x 100 = 85%

* หมายเหตุ : ค่าดังกล่าวมิใช่ค่าเป้าหมายที่บังคับใช้ (สามารถกำหนดค่าเป้าหมายได้ความเหมาะสมของแต่ละโรงงาน) แต่บริษัทต่างๆ ที่ได้รับรางวัล PM ล้วนมีค่าประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องจักรอุปกรณ์ (OEE) สูงกว่า 85% ทั้งสิ้น

เพื่อให้เข้าใจง่ายขึ้น สามารถดูตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงความหมายของค่า OEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **การคำนวณค่า OEE**

ซึ่งสามารถหาอัตราการเดินเครื่องของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติในหนึ่งวัน ได้ดังแสดงในตารางการบันทึกผลการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ ดังนี้

หัวข้อ	เป้าหมาย (ต่อวัน)	ทำได้จริง (ต่อวัน)
ชิ้นงานที่ต้องผลิตได้ต่อวัน	5000 ชิ้น	4500 ชิ้น
เครื่องจักรต้องเดินเครื่อง	424 นาที	- แกไขเครื่องทางด้าน Mechanic 30 นาที - แกไขเครื่องทางด้าน Software 10 นาที ดังนั้น เครื่องจักรเดินเครื่องได้ 384 นาที
ชิ้นงานที่เสียหาย	-	53 ชิ้น

ตารางที่ 4.4 การบันทึกผลการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

จากตารางดังกล่าว สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ ดังนี้

$$\text{อัตราการเดินเครื่องได้} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลาปฏิบัติงานสุทธิ}} = \frac{384 \text{ นาที}}{424 \text{ นาที}} = 0.91$$

$$\text{ประสิทธิภาพเดินเครื่อง} = \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตเป้าหมาย}} = \frac{4500 \text{ ชิ้น}}{5000 \text{ ชิ้น}} = 0.90$$

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{ผลผลิตที่เป็นของดี}}{\text{ผลผลิตจริง}} = \frac{4447 \text{ ชิ้น}}{4500 \text{ ชิ้น}} = 0.98$$

Overall Equipment Effectiveness: OEE = 0.91 x 0.90x 0.98 x 100 = 80.26 %

ดังนั้น ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ (OEE) มีค่าเท่ากับ 80.26% ซึ่งมีค่าต่ำกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จึงต้องมาทำการเปรียบเทียบกับเกณฑ์มาตรฐาน เพื่อดูว่าควรเรียงลำดับการปรับปรุงและแก้ไขตรงส่วนไหนก่อน ดังตารางที่ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า OEE	เกณฑ์มาตรฐาน	เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ
อัตราการเดินเครื่อง (Availability)	90 %	91 %
ประสิทธิภาพการเดินเครื่อง (Performance Efficiency)	95 %	90 %
อัตราคุณภาพ (Quality Rate)	99 %	98 %

ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบค่า OEE ของเกณฑ์มาตรฐานกับเครื่อง

ซึ่งจะเห็นว่า ค่าประสิทธิภาพการเดินเครื่องมีค่าที่ต่ำกว่าเกณฑ์มากที่สุด ดังนั้น เราควรเริ่มปรับปรุงค่า OEE ของประสิทธิภาพการเดินเครื่องก่อนเป็นอันดับแรก

- โดยการจะต้องไปเพิ่มความเร็วของเครื่องต่างๆ ภายในสายการผลิต และลด Machine Idle หรือ Process Startup ลง ให้ค่าชิ้นงานที่ต้องผลิตต่อวันเพิ่มจำนวนเป็น 4,750 ชิ้นต่อวัน ซึ่งจะทำให้ค่า OEE เพิ่มขึ้นเป็น **84.72 %**

และสิ่งที่ต้องปรับปรุงเป็นอันดับที่ 2 คือ ค่า OEE ของอัตราคุณภาพ

- โดยการตรวจสอบเครื่องทุกครั้งก่อนเริ่มทำงาน ว่ามีชิ้นส่วนหรือเซนเซอร์ตรงไหนทำงานผิดพลาดรึป่าว ถ้ามีก็ควรรีบแก้ไข และเพิ่มความแม่นยำในการติดเทปปิดผนึก โดยดูที่ Motor ว่า Feed เทปติดผนึกออกมาตรงจุดไหม เพื่อให้จำนวนชิ้นงานที่เสียมีน้อยที่สุด ซึ่งเสียได้ไม่เกิน 50 ชิ้นต่อวัน จะทำให้ค่า OEE เพิ่มขึ้นเป็น **85.58 %**

4.1.2 เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (Auto Pack Carton)

เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติสามารถลดพนักงานได้ 1/2 คน ลดปริมาณการทำงานของพนักงาน ให้ทำงานได้อย่างต่อเนื่องมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานเพิ่มมากขึ้น และลดค่าใช้จ่ายในระยะยาว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.1 ปัญหาที่พบ

รูปที่ 4.3 แสดงเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติในไลน์การผลิต

เมื่อเครื่องต้นแบบเข้าไลน์การผลิตและทำการติดตั้งเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบการใช้งานจริง แต่เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติยังคงเกิดปัญหาในการทำงานอยู่ ดังนี้

ปัญหาที่พบ	วิธีการแก้ไขปัญหา
1. ไม่สามารถพับกล่องได้ ทำให้กล่องพังเสียหาย เนื่องจากเมื่อดูดกล่องขึ้นมาแล้ว กล่องบางกล่องไม่อ้าออกให้กล่องเป็นทรง ทำให้เมื่อทำการตีกล่องแล้วกล่องเกิดความเสียหาย	1. เรียกช่างซ่อมภายในโรงงานมาทำการปรับ Mechanic โดยการใส่หัวสปริงที่เครื่องให้ตรงกับตำแหน่งรูของกล่อง กล่องจะได้อ้าออกเป็นทรง
2. กล่องฮาร์ดดิสก์ไม่สามารถดันเข้ากล่อง Carton ได้ เนื่องจากปากของกล่อง Carton ไม่เปิดออก	2. เพิ่มฟังก์ชันการเปิดปากกล่อง Carton
3. จำนวนเอาท์พุตไม่เพียงพอ เนื่องจากมีการเพิ่มฟังก์ชันการทำงาน	3. ใช้เอาท์พุตเดิมซ้ำ และเอาเอาท์พุตที่ไม่จำเป็นออก
4. Motor ของสายพานลำเลียงกล่องออก ทำงานหนักเกินไป	4. เพิ่ม Sensor ทำให้เมื่อเจอพบวัตถุจะหยุดการทำงานของ Motor
5. Motor ของ Ball Screw มีความเร็วไม่เพียงพอ	5. เปลี่ยน Motor เป็นแบบ 60W.
6. เวลาที่ใช้ในการทำงานไม่ตรงกับความต้องการของโรงงาน	6. ปรับ Timer ในโปรแกรม PLC

ตารางที่ 4.6 แสดงปัญหาและวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2.2 เวลาการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

เวลาการทำงานของเครื่องจักรเครื่องบรรจุหีบห่อ เมื่อทำการทดสอบด้วยกล่องจำนวน 4900 ชิ้น หลังจากทำการปรับปรุงและแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวไว้ในตาราง 4.7 เรียบแล้ว

ส่วนของการทำงาน	เวลาการทำงานเดิมของพนักงาน	เวลาการทำงานของเครื่อง
ส่วนที่ 1	-	3.88 s.
ส่วนที่ 2	3.71 s.	6.28 s.
ส่วนที่ 3	8.92 s.	4.93 s.
รวม (ไม่รวมเวลาในการรอ)	**12.63 s.**	**15.09 s.**
อื่นๆ	20 s.	11.44 s.
รวม	**32.63 s.**	**26.53 s.**

* หมายเหตุ :

ส่วนที่ 1 : การลำเลียงกล่อง Carton เข้าเครื่อง

ส่วนที่ 2 : การพับกล่องอัตโนมัติ

ส่วนที่ 3 : การบรรจุกล่องฮาร์ดดิสก์เข้าไปยังกล่อง Carton และการลำเลียงออก

อื่นๆ (จากเวลาการทำงานเดิมของพนักงาน) : มาจากการที่พนักงานไปทำงานอย่างอื่น

อื่นๆ (จากเวลาการทำงานของเครื่อง) : มาจากการรอเครื่องก่อนหน้า

ตารางที่ 4.7 แสดงการเปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในสายการผลิต

จากตารางที่ 4.8 จะเห็นว่า

- ในกรณีที่ไม่รวมเวลาในการรอ การทำงานของเครื่องจะช้ากว่าเวลาของการทำงานของพนักงานอยู่ 2.46 s.
- ในกรณีที่รวมเวลาในการรอ การทำงานของเครื่องจะเร็วกว่าการทำงานของพนักงานอยู่ 6.1 s. เนื่องจากพนักงานต้องทำงานหลายอย่างในเวลาเดียวกัน ทำให้ไม่ได้เสียเวลาในการพับกล่องไป

Cycle Time ของพนักงาน	จำนวนชิ้นงาน	Cycle Time ของเครื่อง	จำนวนชิ้นงาน
12.63 s.	1 กล่อง	39.65 s.	1 กล่อง
60 s.	**4 กล่อง**	60 s.	**3 กล่อง**

ตารางที่ 4.8 แสดงการเปรียบเทียบ Cycle Time ของเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.9 จะเห็นว่า Cycle Time ของเครื่องช้ากว่า Cycle Time ของพนักงาน เนื่องจากส่วนของการรอกล่องฮาร์ดดิสก์ของเครื่องก่อนหน้ายังคงใช้เวลามากอยู่ ดังนี้ ใน 1 นาที พนักงานทำได้ 4 กล่อง แต่เครื่องทำได้ 3 กล่อง ซึ่งต่างกันเพียง 1 กล่อง

เมื่อทราบถึงเวลาของการทำงานแล้ว เรามาดูการคำนวณประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องติดเทปปิดผนึก ดังต่อไปนี้

4.1.2.3 การคำนวณค่า OEE

ซึ่งสามารถหาอัตราการเดินเครื่องของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติในหนึ่งวัน ได้ดังแสดงในตารางการบันทึกผลการทำงานของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ ดังนี้

หัวข้อ	เป้าหมาย (ต่อวัน)	ทำได้จริง (ต่อวัน)		
ชิ้นงานที่ต้องผลิตได้ต่อวัน	5100 ชิ้น	4900 ชิ้น		
เครื่องจักรต้องเดินเครื่อง	424 นาที	- แก้ไขเครื่องทางด้าน Mechanic	30	นาที
		- แก้ไขเครื่องทางด้าน Software	5	นาที
		ดังนั้น เครื่องจักรเดินเครื่องได้	389	นาที
ชิ้นงานที่เสียหาย	-	5 ชิ้น		

ตารางที่ 4.9 การบันทึกผลการทำงานของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

จากตารางดังกล่าว สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ ดังนี้

$$\text{อัตราการเดินเครื่องได้} = \frac{\text{เวลาเดินเครื่อง}}{\text{เวลาปฏิบัติงานสุทธิ}} = \frac{389 \text{ นาที}}{424 \text{ นาที}} = 0.92$$

$$\text{ประสิทธิภาพเดินเครื่อง} = \frac{\text{ผลผลิตจริง}}{\text{ผลผลิตเป้าหมาย}} = \frac{4900 \text{ ชิ้น}}{5100 \text{ ชิ้น}} = 0.96$$

$$\text{อัตราคุณภาพ} = \frac{\text{ผลผลิตที่เป็นของดี}}{\text{ผลผลิตจริง}} = \frac{4895 \text{ ชิ้น}}{4900 \text{ ชิ้น}} = 0.999$$

$$\text{Overall Equipment Effectiveness : OEE} = 0.92 \times 0.96 \times 0.999 \times 100 = 88.23\%$$

ดังนั้น ประสิทธิผลโดยรวมของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ (OEE) มีค่าเท่ากับ 88.23% ซึ่งมีค่าสูงกว่าเกณฑ์มาตรฐาน จึงไม่จำเป็นต้องทำการปรับปรุงและแก้ไขค่า OEE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

เครื่องจักรอัตโนมัติสามารถนำเข้าไปใช้ในสายการผลิตในส่วนของการบรรจุภัณฑ์เอกซ์เทอร์นอลฮาร์ดไดร์ฟได้จริงทั้งเครื่องติดเทปปิดผนึก และเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ ซึ่งสามารถนำมาสรุปเป็นหัวข้อในการปฏิบัติสหกิจศึกษาได้ ดังนี้

5.1 สรุปข้อดีและข้อที่ควรปรับปรุงของเครื่อง

เครื่องจักรอัตโนมัติสามารถใช้ได้จริงในสายการผลิต แต่ก็ยังมีข้อที่ควรปรับปรุงอยู่บ้าง เพื่อที่จะทำให้การทำงานมีประสิทธิภาพสูงสุด ดังนี้

5.1.1 เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

ข้อดี	ข้อควรปรับปรุง
1. สามารถลดพนักงานได้ 1 คน	1. ใช้เวลามากกว่าการใช้พนักงานติด
2. เพิ่มความแม่นยำในการติดเทปปิดผนึก	2. ค่า OEE ต่ำกว่ามาตรฐาน
3. มีฟังก์ชันในการตรวจว่ามีเทปติดอยู่หรือไม่	
4. ได้จำนวนชิ้นใน 1 นาทีมากกว่าพนักงาน	

ตารางที่ 5.1 ข้อดี-ข้อควรปรับปรุงของเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ

5.1.2 เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

ข้อดี	ข้อควรปรับปรุง
1. สามารถลดพนักงานได้ 1/2 คน	1. ได้จำนวนชิ้นใน 1 นาทีน้อยกว่าพนักงาน
2. ลดปริมาณในการทำงานของพนักงาน	
3. ค่า OEE สูงกว่ามาตรฐาน	
4. ให้ผลผลิตที่มากกว่าพนักงานทำ	

ตารางที่ 5.2 ข้อดี-ข้อควรปรับปรุงของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ

ซึ่งข้อควรปรับปรุงที่กล่าวมาในตารางที่ 5.1 และ 5.2 นั้น สามารถนำไปปรับปรุงและพัฒนาต่อได้ในอนาคต เพื่อให้สายการผลิตนั้นมีประสิทธิภาพสูงสุด

5.2 ค่าใช้จ่ายของเครื่องจักรและระยะเวลาการคืนทุน

ชื่อเครื่องจักรอัตโนมัติ	ราคาของเครื่องที่เกี่ยวกับแผนก ELECTRONIC
1. **เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ**	100,692 บาท
2. **เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ**	101,088 บาท

ตารางที่ 5.3 แสดงราคาของเครื่องสำหรับการบรรจุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.1 ระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่องจักรอัตโนมัติ

ระยะเวลาคืนทุน (Pay Back Period) เป็นระยะเวลาที่ได้รับผลตอบแทนในรูปของกระแสเงินสดเข้าเท่ากับกระแสเงินสดจ่ายลงทุน โดยไม่คำนึงถึงเรื่องมูลค่าของเงินตามระยะเวลาเข้ามาเกี่ยวข้อง การคำนวณหาระยะเวลาคืนทุนจึงมองที่กระแสเงินสดรับ ไม่ใช่ตัวกำไรหรือขาดทุนของกิจการ โดย ณ จุดได้ที่ผลสะสมของกระแสเงินสดรับเท่ากับเงินลงทุนในครั้งแรกก็จะได้ระยะเวลาคืนทุนนั้นเอง

ชื่อเครื่องจักรอัตโนมัติ	ราคาของพนักงานต่อปี	ระยะเวลาการคืนทุน
1. เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ	109,500 บาท	1 ปี
2. เครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ	54,750 บาท*	2 ปี

* หมายเหตุ : เมื่อเทียบเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติกับการลดคน จะสามารถลดคนออกได้แค่ครึ่งคนเท่านั้น

ตารางที่ 5.4 แสดงระยะเวลาในการคืนทุนของเครื่อง

จากตารางที่ 5.4 จะสามารรถสรุปได้ว่า เครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติสามารถคือทุนได้ในระยะเวลา 1 ปี และเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติสามารถคืนทุนได้ในระยะเวลา 2 ปี

5.3 บทสรุป

จากที่ได้ศึกษาหลักการทำงานของระบบลมอัด (Pneumatic System) และโครงสร้างของระบบ PLC อย่างละเอียด พบว่าสามารถนำมาประยุกต์สร้างเครื่องอัตโนมัติสำหรับติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติและบรรจุหีบห่อได้อย่างเหมาะสม ด้วยการนำเอาความรู้ด้านการออกแบบมาใช้ร่วมกับความรู้ด้านการควบคุมระบบไฟฟ้าและระบบนิวแมติกส์

การออกแบบเบื้องต้นด้านโครงสร้างและชิ้นส่วนหลักของกลไกการทำงาน ทำจากเหล็กกล้าอะลูมิเนียม และเหล็กกล้าไร้สนิม โครงสร้างภายนอกของเครื่องติดเทปปิดผนึก ประกอบไปด้วยตัวโครงเครื่อง สายพาน กระบอกสูบในลักษณะต่างๆ กลไกติดเทปปิดผนึก กลไกสำหรับกล่องรุ่นต่างๆ และกลไกการพลิกกล่อง สำหรับเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ ประกอบไปด้วยตัวโครงเครื่อง สายพาน กระบอกสูบในลักษณะต่างๆ กลไกเลื่อนกล่องขึ้น กลไกพับกล่อง และกลไกการรอการบรรจุกล่องฮาร์ดดิสก์ การออกแบบจะคำนึงถึง ความสะดวก และความคล่องตัวของผู้ใช้ และค่าใช้จ่าย การออกแบบระบบควบคุมโดยการควบคุมด้วย PLC โดยชุดทำงานก็คือระบบนิวแมติกส์

จากการทดลองพบว่าเครื่องติดเทปปิดผนึกอัตโนมัติ สามารถติดเทปปิดผนึกได้ตำแหน่งที่ถูกต้องและไม่ทำให้กล่องบรรจุฮาร์ดดิสก์เสียหาย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับสายการผลิตและลดการทำงานของพนักงานได้ 1 คน และเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติ สามารถพับกล่องและบรรจุฮาร์ดดิสก์ได้ โดยไม่ทำให้กล่องฮาร์ดดิสก์เสียหาย ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับสายการผลิตและลดปริมาณการทำงานของพนักงานให้ทำงานได้ต่อเนื่องยิ่งขึ้น ซึ่งจะทำให้ปริมาณการผลิตต่อวันสูงขึ้นนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4 ผลที่ได้รับจากการปฏิบัติสหกิจศึกษา

การปฏิบัติงานในบริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ในตำแหน่ง Electronic Engineer นั้นส่งผลให้เกิดประโยชน์ในหลายๆ ด้านดังนี้

☐ ด้านปฏิบัติ

1. ได้สร้างเครื่องอัตโนมัติด้วยระบบไฟฟ้าและลม
5. ลดแรงงานคนในกระบวนการผลิต
6. ช่วยผ่อนแรง และลดความเมื่อยลา
1. ได้ฝึกการเขียน PLC ให้มีความชำนาญมากขึ้น
2. ได้ฝึกการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าแบบที่ไม่เคยทำมาก่อน
3. ได้ฝึกฝนการทำงานเป็นเวลาเหมือนๆกันทุกวัน

☐ ด้านทฤษฎี

1. ได้ศึกษาเรียนรู้เพิ่มเติมเกี่ยวกับการเขียน PLC และการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้า
2. ได้ศึกษาการออกแบบโครงสร้างเพิ่มเติม เพราะเป็นสิ่งที่ยังไม่เคยทำมาก่อน
3. ได้นำทฤษฎีที่ศึกษามาใช้กับงานจริง
4. ได้ศึกษากระบวนการผลิตอิเล็กโทรนิกส์โดยใช้ระบบอัตโนมัติ
5. ได้เข้าใจปัญหาและความต้องการที่เปลี่ยนมาใช้ระบบอัตโนมัติ
6. ได้เพิ่มทักษะสร้างเสริมประสบการณ์และพัฒนาวิชาชีพตามสภาพความเป็นจริงในสถานประกอบการและเป็นแนวทางในการประกอบอาชีพ
7. ได้เรียนรู้ถึงสภาพปัญหา และวิธีการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นขณะปฏิบัติงาน

☐ ด้านสังคม

1. ได้พูดคุยทำความรู้จักกับพี่ๆ ในแผนก และนอกแผนก
2. ได้แลกเปลี่ยนความรู้และทักษะที่มีให้กับพี่ๆ ในแผนก
3. ได้เรียนรู้การปรับตัวให้เข้ากับคนในสังคมการทำงาน ซึ่งแต่ละคนจะมีลักษณะความเป็นอยู่ที่แตกต่างกัน
4. ได้รู้ถึงลักษณะการทำงานจริงๆว่าเป็นอย่างไร เมื่อพบปัญหาก็ต้องหาทางแก้ไขเพื่อให้งานนั้นเสร็จเรียบร้อย
5. ได้เรียนรู้ชีวิตประจาวันในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 แนวทางการพัฒนาต่อ

1. ปรับเวลาของเครื่อง ให้ทำได้เร็วยิ่งขึ้น
2. เปลี่ยนการออกแบบโครงสร้างให้เครื่องมี Output ที่น้อยลง เพื่อประหยัดต้นทุน
3. เครื่องสามารถทำการติดเทปติดผนึกและติดปริมาณความจุของฮาร์ดดิสก์ได้พร้อมกัน
4. ทำเครื่องพับกล่องสำหรับกล่องฮาร์ดดิสก์
5. ปรับให้ค่า OEE สูงกว่ามาตรฐาน

5.6 ปัญหาและข้อเสนอแนะ

จากการปฏิบัติงานในบริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) นั้นได้รับความรู้ต่างๆ มากมายเพื่อเก็บเป็นประสบการณ์ไว้ใช้ในอนาคตต่อไป การปฏิบัติงานในตาแหน่ง Electronic Engineer นั้นจัดได้ว่าเป็นการประยุกต์ใช้ความรู้ที่ได้เรียนจากมหาวิทยาลัยและความรู้ที่ได้มีการศึกษาเพิ่มเติม ซึ่งในการปฏิบัติงานนั้น จะมีปัญหาบางประการดังนี้

ปัญหาและข้อเสนอแนะจากการทำเครื่องจักร

1. ปริมาณเอาท์พุตไม่เพียงพอกับ PLC ที่มี เนื่องจากเครื่องจักรมีการเพิ่มฟังก์ชันมาในภายหลังที่ทำการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าเสร็จแล้ว ทำให้ต้องใช้เอาท์พุตร่วมกันหรือนำเอาท์พุตอื่นออก
2. แก้ไขงานได้ไม่เต็มที่ เนื่องจาก เวลาที่เร่งรัด
3. ใช้เวลาในการเชื่อมต่อวงจรไฟฟ้ามากไป ทำให้มีเวลาในการเขียนและแก้ไขโปรแกรมน้อยลง
4. ปรับปรุงค่า OEE ของประสิทธิภาพการเดินเครื่อง โดยการจะต้องไปเพิ่มความเร็วของเครื่องต่างๆ ภายในสายการผลิต และลด Machine Idle หรือ Process Startup ลง และปรับปรุงอัตราคุณภาพ โดยการตรวจสอบเครื่องทุกครั้งก่อนเริ่มทำงานและตรวจสอบความแม่นยำในการติดเทปปิดผนึก

ปัญหาจากการทำงาน

1. ความรู้ที่มีอยู่นั้นยังไม่เพียงพอต่อการทำงานจริง จึงต้องมีการศึกษาเพิ่มเติมอยู่ตลอดเวลา
2. ช่วงแรกๆที่ไปยังไม่ค่อยรู้จัก พูดคุยกับพี่ๆในแผนกมากนัก เนื่องจากไม่กล้าเข้าไปพูดคุยจึงทำให้รู้สึกเกรงๆ แต่เมื่อเวลาผ่านไปได้มีการปรับตัว ทำให้กล้าพูด กล้าคุยกับพี่ๆในที่ทำงานมากขึ้น เนื่องจากการทำงานนั้นเป็นการทำงานครั้งแรกทำให้ยังมีข้อบกพร่องบางประการ มีการติดขัดในการทำงาน ไม่มีความคล่องตัวเล็กน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Darin. ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่อง PLC [อินเทอร์เน็ต]. กรุงเทพฯ : ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล มหาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี ; 2557 [เข้าถึงเมื่อ 16 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tgcontrol.com/?p=3313.

[2] นายชลชัย เกงการเรือ, นายณัฐวุฒิ กาญจนลักษณ และ นางสาวมยุรี มานะ. เครื่องทำขนมโดนัทอัตโนมัติ [หลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต]. ชลบุรี: มหาวิทยาลัยบูรพา ; 2551. ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร มหาวิทยาลัยบูรพา.

[3] ทฤษฎีเกี่ยวกับ PLC, โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์, [อินเทอร์เน็ต]. : [เข้าถึงเมื่อ 16 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_2.htm.

[4] คู่มือปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ การควบคุมด้วยพีแอลซี (PLC Control) [อินเทอร์เน็ต]. : ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร ; [เข้าถึงเมื่อ 16 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : www.ecpe.nu.ac.th/piyadanai/content/50_01/303407.../Lab5_PLC.doc.

[5] บทที่ 1, แนะนำให้รู้จัก PLC, [อินเทอร์เน็ต]. : [เข้าถึงเมื่อ 16 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://www.tatc.ac.th/files/0902050883921_1106010774824.pdf.

[6] บทที่ 3, วาลวควบคุมในระบบนิวแมติกส (Pneumatic Valves), [อินเทอร์เน็ต]. : [เข้าถึงเมื่อ 17 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://utcc2.utcc.ac.th/engineer/learning/chalermchon_vis/.../Automation03.pdf.

[7] ผศ.ดร.นวภัทรา หนูนาค. เซนเซอร์ชนิดใช้แสง [อินเทอร์เน็ต]. ; 2555 [เข้าถึงเมื่อ 18 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/7235/optical-sensor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[8] Basics of Photoelectric Sensing, พื้นฐานของ Photoelectric, [อินเทอร์เน็ต], : [เข้าถึงเมื่อ 18 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://www.compomax.co.th/product/basics-of-photoelectric-sensing/.

[9] งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น, รีเลย์, [อินเทอร์เน็ต]. : [เข้าถึงเมื่อ 19 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://kpp.ac.th/elearning/elearning3/book-09.html.

[10] งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น, การควบคุมมอเตอร์, [อินเทอร์เน็ต]. : [เข้าถึงเมื่อ 19 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://kpp.ac.th/elearning/elearning3/book-11.html.

[11] งานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น, สวิตช์จำกัดระยะ, [อินเทอร์เน็ต]. : [เข้าถึงเมื่อ 19 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://fonengineering.com/our-products/19-limit-switch.html.

[12] นิวเมติกส์และไฮโดรลิกส์, รีดสวิตช์, [อินเทอร์เน็ต]. : [เข้าถึงเมื่อ 19 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://www.loeitech.ac.th/~napat/electricpneumatic/reed.htm.

[13] ดิจิตอลไฟเบอร์ ออปติกเซนเซอร์, เซนเซอร์ตรวจจับสี, [อินเทอร์เน็ต]. : [เข้าถึงเมื่อ 20 พ.ย. 2558]. เข้าถึงได้จาก : http://www.keyence.co.th/products/sensor/photoelectric/cz-v20/features/feature-02.jsp.

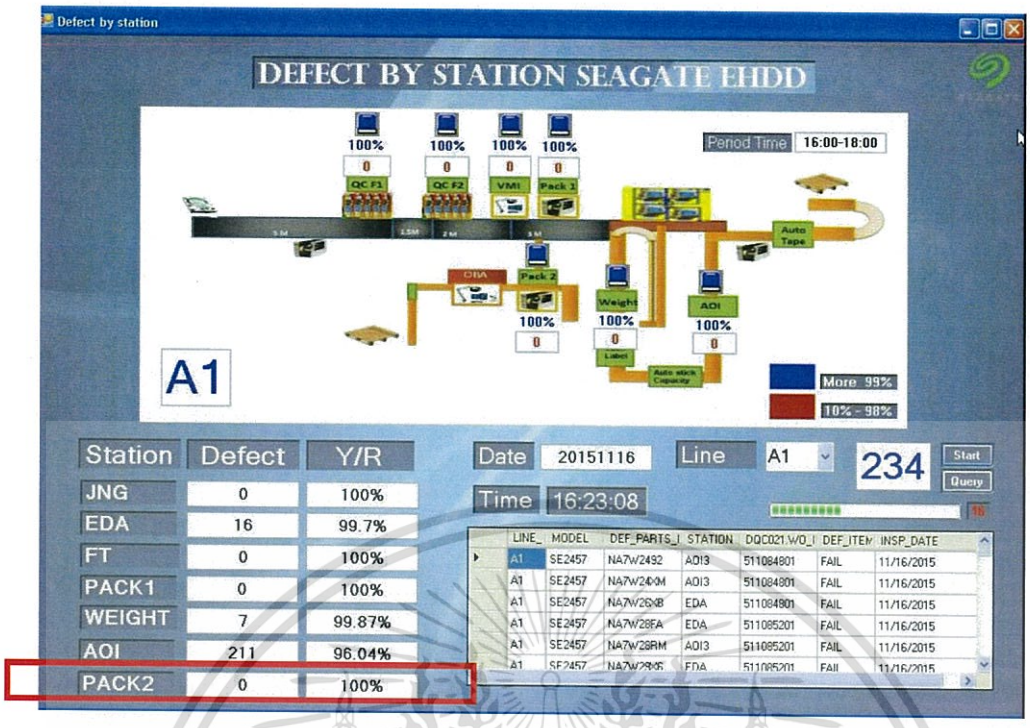
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางแสดงค่า Yield Rate ของเครื่องติดเทปปิดฝากล่องอัตโนมัติ (Check Seal Box Error) ของวันที่ 10 ถึง 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 จะเห็นว่าเครื่องมีค่า Yield Rate ต่ำสุดอยู่ที่ 93.94% และสูงสุดอยู่ที่ 99.03% ซึ่งถือว่าเครื่องมีประสิทธิภาพมากพอ

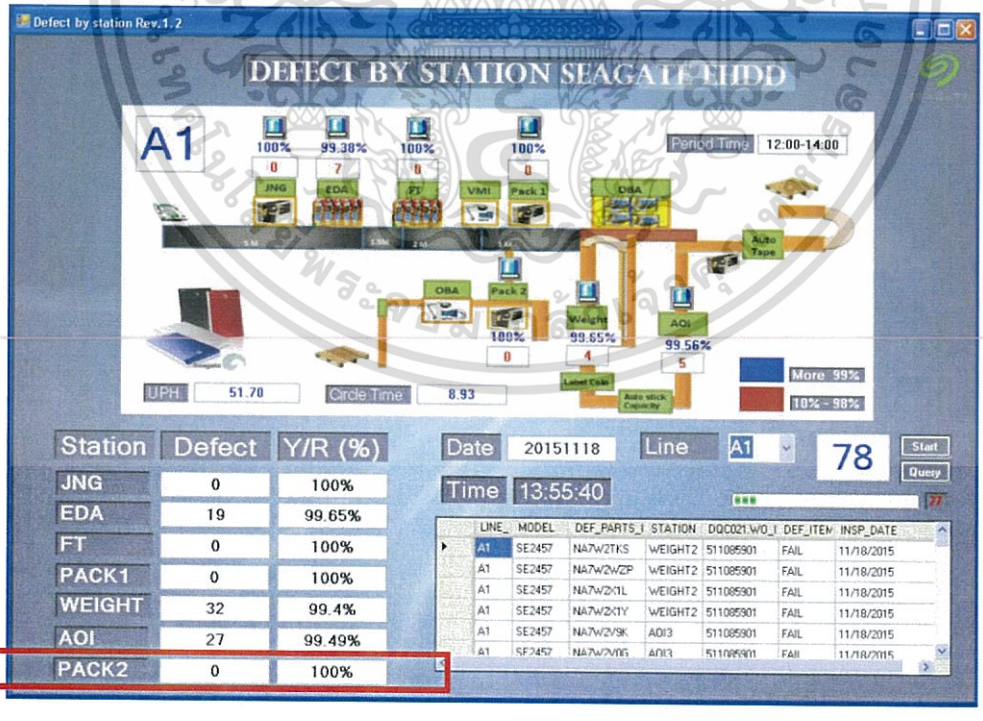
Cell	Yield Rate					Average	Root cause fail
	10-Nov	11-Nov	12-Nov	13-Nov	14-Nov		
1	97.68	97.30	99.60	99.30	99.39	**98.65**	Camera check capacity vibration, freezes / Missing Seal box
2	96.60	96.40	98.98	98.50	99.02	**97.90**	Camera check capacity vibration, freezes / Missing capacity / Missing Seal box / Seal box stick NG
3	94.20	95.40	95.90	98.30	97.86	**96.33**	Camera check capacity vibration, freezes / Missing capacity / Missing Seal box / Seal box stick NG
4	96.10	95.90	97.10	96.60	97.74	**96.69**	Camera check capacity vibration, freezes / Missing capacity /Missing Seal box / Seal box stick NG
5	98.60	99.05	98.87	98.56	98.94	**98.80**	Camera check capacty vibration / Camera check seal box error / Auto capacity not stick
6	98.60	98.28	98.46	97.58	98.67	**98.32**	Camera check seal box error / Camera freezes / Auto Seal box not stick
7	98.20	97.56	97.92	98.95	97.91	**98.11**	Camera scan label / Camera freezes / Auto Seal box not stick
8	98.30	99.60	98.90	98.92	98.90	**98.92**	Auto Seal box stick not good
9	98.84	99.30	98.89	98.88	99.72	**99.03**	Camera check seal box error / Auto capacity not stick/ Auto Seal box stick not good
10	94.90	98.12	98.20	98.20	97.51	**97.39**	Weight vibration / Camera check capacty label vibration, freezes
12	90.00	97.90	97.80	98.18	99.30	**96.64**	Camera check capactiy vibration
13	90.00	98.90	97.70	97.80	98.60	**96.60**	Camera freezes / Auto Seal box stick not good
14	85.00	98.30	98.70	99.00	98.50	**95.90**	Camera freezes / Camera low pixel
15	80.00	94.19	97.16	99.60	98.75	**93.94**	Camera check capacity label vibration
16	90.00	98.70	97.83	99.41	98.92	**96.97**	Camera check capacity label vibration / Weight vibration
Robot		90.92	95.40	96.05	98.70	**95.27**	Camera check capacity vibration , freezes / Camera check seal box error / Weight vibration
Packing HDD	99.20	98.78	99.03	97.43	99.30	**98.75**	Camera check capacity vibration , freezes / Camera check seal box error / Weight vibration
ODM1	97.00	97.50	97.51	98.76		**97.69**	Weight vibration
ODM2	98.00	98.68	Stop line	Stop line		**98.34**	Weight vibration
ODM3	Stop line	Stop line	99.42	99.26		**99.34**	Camera check capacity freeze

ตารางแสดงค่า Yield Rate ของเครื่องติดเทปปิดหน้ากล่องอัตโนมัติ (Check Seal Box Error) ของวันที่ 16 ถึง 17 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 จะเห็นว่าเครื่องที่ค่า Yield Rate ต่ำสุดอยู่ที่ 93.10% และสูงสุดอยู่ที่ 99.77% ซึ่งถือว่าเครื่องมีประสิทธิภาพมากพอ

Cell	Yield Rate						Average	Root cause fail
	16-Nov	17-Nov	18-Nov	19-Nov	20-Nov	21-Nov		
1	99.65	99.88					99.77	Camera check capacity vibration, freezes / **Missing Seal box**
2	99.32	99.27					99.30	Camera check capacity vibration, freezes / Missing capacity / **Missing Seal box** / Seal box stick NG
3	98.41	99.19					**98.80**	Camera check capacity vibration, freezes / Missing capacity / **Missing Seal box** / Seal box stick NG
4	96.77	99.71					**98.24**	Camera check capacity vibration, freezes / Missing capacity / **Missing Seal box** / Seal box stick NG
5	99.18	99.07					99.13	**Camera check capacity vibration** / **Camera check seal box error** / Seal box stick NG
6	98.70	98.69					**98.70**	Camera check capacty vibration, **freezes** / **Seal box stick NG**
7	98.14	98.00					**98.07**	Camera check capacty vibration, **freezes** / Camera check seal box error / Seal box stick NG
8	98.80	98.44					**98.62**	Camera check capacty vibration, freezes / Camera check seal box error / **Seal box stick NG**
9	98.43	99.15					**98.79**	Camera check seal box error / Missing Seal box / **Seal box stick NG** / **Missing Seal box**
10	98.84	95.40					**97.12**	**Weight vibration** / **Camera check capacity label vibration**, freezes / Missing Seal box / **Missing Capacity**
12		99.55					99.55	Camera check capacity vibration
13	99.63	99.22					99.43	Camera freezes / Seal box stick NG / Missing Seal box / **Missing capacity**
14	99.27	99.46					99.37	Camera freezes / Camera low pixel / **Missing capacity**
15	98.54	98.74					**98.64**	Camera check capacity label vibration
16	99.54	99.51					99.53	Camera check capacity label vibration
Robot	97.46	98.90					**98.18**	Camera check capacity vibration , freezes / **Missing Seal box** / Weight vibration
Packing HDD	89.83	96.37					**93.10**	**Camera check capacity vibration , freezes / Camera check seal box error / Weight vibration**
ODM1	99.47	97.35					98.41	Weight vibration
ODM2	Stop line	96.74					**96.74**	Weight vibration
ODM3	99.48	Stop line					99.48	Camera check capacity freezes



รูปแสดงค่า Yield Rate ของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติของ Line A1 เมื่อวันที่ 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 จะเห็นว่าเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติมีค่า Yield Rate 100% ซึ่งถือว่าเครื่องมีประสิทธิภาพมากพอ



รูปแสดงค่า Yield Rate ของเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติของ Line A1 เมื่อวันที่ 18 พฤศจิกายน พ.ศ. 2558 จะเห็นว่าเครื่องบรรจุหีบห่ออัตโนมัติมีค่า Yield Rate 100% ซึ่งถือว่าเครื่องมีประสิทธิภาพมากพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล ชวิศา กาญจนกุญชร

วัน เดือน ปีเกิด 4 ตุลาคม 2537

ที่อยู่ 66/6 ม.4 ถ.ราชพฤกษ์ ต.บางรักน้อย อ.เมืองนนทบุรี จ.นนทบุรี 11000

E-mail: LookGate.iie@gmail.com

Tel. 087-012-0104

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2554	จบมัธยมศึกษาชั้นปีที่ 6 แผนกวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์ โรงเรียนสตรีวิทยา ๒
พ.ศ. 2558-ปัจจุบัน	กำลังศึกษาหลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงานและผลงานวิจัย

พ.ศ. 2558	นักศึกษาฝึกงานภาคฤดูร้อน/สหกิจศึกษา แผนก Electronic Engineering (Automation) บริษัท แคล-คอมพ์ อีเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)
พ.ศ. 2558	ศึกษางานวิจัยเกี่ยวกับการเพิ่มประสิทธิภาพของ Hard Disk Drive และได้รับการตีพิมพ์ ITC-TSCC 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้