รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

AUTOMATIC INSERT MANUAL LOADING MACHINE

ทักษ์ดนัย จันทวงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

AUTOMATIC INSERT MANUAL LOADING MACHINE

ทักษ์ดนัย จันทวงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561 EM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	เครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ
นักศึกษา	นายทักษ์ดนัย จันทวงศ์
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นายคมกฤช ทิพย์เกษร
สถานประกอบการ	บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อนำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการดำเนินโครงงานของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ (Automatic Insert Manual Loading Machine) ตั้งแต่ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง การออกแบบ การประกอบ หลักการทำงาน รวมไปถึงการแก้ปัญหาที่พบระหว่างดำเนินการ และข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อไป โดยโครงงานฉบับนี้ มีวัตถุประสงค์ในการเพิ่มผลผลิตในการผลิตสินค้าให้มากขึ้นจากการลดระยะเวลาในการทำงานต่อ 1 ชิ้นงานลงได้ 3 วินาที ลดจำนวนพนักงานจำนวน 1 คนจากการแทนที่ด้วยเครื่องจักร เพิ่มความปลอดภัยแก่พนักงานจากการลดการเผชิญหน้าโดยตรงระหว่างพนักงานกับเครื่องจักรขณะทำงาน และเพื่อลดค่าใช้จ่ายในระยะยาว ซึ่งในการออกแบบเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัตินี้ คำนึงถึงเงื่อนไขความปลอดภัย ความสะดวกในการใช้งาน และลดระยะเวลาของขั้นตอนการบรรจุคู่มือ จึงได้เลือกใช้ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatics) มาใช้งาน และใช้การควบคุมด้วยวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายผ่านระบบ PLC ในส่วนเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติเป็นเครื่องจักรในการควบคุมจังหวะการทำงานของระบบทั้งหมด จึงจำเป็นต้องอาศัยความสามารถทั้งด้านการออกแบบชิ้นส่วนทางกล เลือกชิ้นส่วนและวัสดุที่ใช้ประกอบเป็นเครื่องจักร และการควบคุมด้วยระบบไฟฟ้าเพื่อความปลอดภัยสูงสุดแก่ผู้ปฏิบัติงาน อนึ่งหลังจากโครงงานนี้ดำเนินงานจนสำเร็จลุล่วงแล้วนั้น โครงงานนี้สามารถพัฒนาต่อยอดต่อไปในอนาคตได้

คำสำคัญ : เครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ, ระบบนิวแมติกส์, พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title:	Automatic Insert Manual Loading Machine
Student:	Mr.Thakadanai Chanthawong
Department:	Instrumentation and Control Engineering
Advisor:	Assistant Professor Dr.Noppadol Maneerat
Mentor:	Mr.Komkrit Thipgesorn
Company:	Thai Samsung Electronics Company Limited

ABSTRACT

The thesis presents the process of creating Automatic Insert Manual Loading Machine; including theory, design, assembly, and its functions. The main objective of the project is to replace human worker due to the fact that machines have many advantages compared to human labors such as performing certain tasks at faster rate than human, never getting exhausted during working process, potential to produce large amount of goods or services within a short period of time which can ensure that there is no delay to their customers as well as reducing company's long-term costs and improve the security's posture for human workers. The design is mostly focused on safety and convenience. The machine is implemented with the pneumatic system and controlled by Programmable logic control (PLC). In order to assemble the Automatic Insert Manual Loading Machine, all parts must be well-designed according to mechanical theory. The project can perform with high potential and can be improved for further uses.

Keywords : Automatic Insert Manual Loading Machine, Pneumatic system, PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานในครั้งนี้ สามารถทำให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ที่มอบโอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา คอยให้คำปรึกษา การสนับสนุน และความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ตลอดจนการตรวจสอบความถูกต้องของรายงานจนทำให้รายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณทางบริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด นายคมกฤช ทิพย์เกสร และ ขอขอบคุณพี่ๆ ทุกคนทั้งในแผนก FIT (Factory Innovation Technology) และแผนกอื่นๆ ที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนต่างๆ เช่น การให้คำปรึกษาและให้ข้อมูลในการแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาโครงการสหกิจศึกษา การช่วยหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการดำเนินการ คอยดูแลไถ่ถามความคืบหน้าของโครงงานอยู่เสมอ ทำให้โครงงานสามารถดำเนินไปและประสบความสำเร็จลุล่วงด้วยดีได้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมาจนจบโครงการ จึงขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของทางคณะผู้จัดทำ และขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

ทักษ์ดนัย จันทวงศ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

สารบัญตาราง X

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีดำเนินโครงงาน 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ตัวกระตุ้นให้ทำงาน (Actuator) 3

2.2 อะลูมิเนียม 6061 (Aluminium 6061) 5

2.3 เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) 7

2.4 การออกแบบรอยต่อสลักเกลียว 9

2.5 โรลลิ่งแบริ่ง 14

2.6 สายพาน 16

2.7 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) 18

2.8 เซนเซอร์ (Sensor) 21

2.9 สวิตช์ไฟฟ้า (Switch) 25

2.10 นิวแมติกส์ (Pneumatics) 30

2.11 อุปกรณ์สำหรับงานสุญญากาศ (Vacuum Equipment) 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.12 พีแอลซี (PLC) 40

2.13 การเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing) 47

2.14 การเขียนแบบวงจรไฟฟ้า (Electric Circuit Drawing) 52

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 61

3.1 การวางแผนการดำเนินโครงงาน 61

3.2 การศึกษาเงื่อนไข ลักษณะการทำงานของจุดงานบรรจุคู่มือ และจุดติดตั้ง 62

3.3 การออกแบบโครงสร้างและกลไกทางกล 65

3.4 การออกแบบระบบไฟฟ้าควบคุมเครื่องจักร 70

3.5 การออกแบบวงจรนิวแมติกส์ 73

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน 75

4.1 โครงสร้างและระบบกลไกของเครื่องจักร 75

4.2 ตู้ไฟฟ้าควบคุมเครื่องจักร 77

4.3 ผลการทดสอบการทำงานจริง 79

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงงานและข้อเสนอแนะ 81

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 81

5.2 ข้อเสนอแนะ 81

เอกสารอ้างอิง 82

ภาคผนวก 84

ภาคผนวก ก. Machine Drawing 85

ภาคผนวก ข. ภาพประกอบขั้นตอนของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ 88

ภาคผนวค ค. โปรแกรม PLC 92

ประวัติผู้เขียน 97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ทรงกระบอกไฮดรอลิกที่ปลายของเครื่องตักดินเป็นตัวอย่างหนึ่งของตัวกระตุ้นไฮดรอลิก 4

2.2 ตัวกระตุ้นแบบราวปีกนก ที่ทำงานด้วยลมสำหรับควบคุมการทำงานของวาล์วท่อน้ำ 4

2.3 แผ่นอะลูมิเนียม 6061 5

2.4 เหล็กกล้าไร้สนิมถูกใช้ในการทำเครื่องมืออุตสาหกรรม เพราะความทนทานและอนามัยสูง 7

2.5 ชนิดของอุปกรณ์ยึดด้วยสลักเกลียว 12

2.6 ลักษณะโครงสร้างของโรลลิ่งแบริ่ง 15

2.7 การติดตั้งสายพาน 17

2.8 มอเตอร์ไฟฟ้าแบบต่างๆ เมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ 9V 18

2.9 ตัวอย่างแปรงถ่านแบบหนึ่ง 20

2.10 ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ BLDC ผลิตโดยบริษัท Interrol 20

2.11 ตัวอย่างมอเตอร์ BLDC ผลิตโดยบริษัท Interroll 21

2.12 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน 22

2.13 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสง ประเภทสะท้อนกับแผ่นสะท้อน 23

2.14 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทสะท้อนกับวัตถุ 24

2.15 สวิตช์ไฟฟ้า 25

2.16 สวิตช์ไฟฟ้าในระบบอุตสาหกรรม 26

2.17 สวิตช์จำกัดระยะ 26

2.18 สวิตช์สั่งงาน 27

2.19 ส่วนประกอบของสวิตช์สั่งงาน 27

2.20 กลไกหน้าสัมผัสของสวิตช์สั่งงาน 27

2.21 หลอดสัญญาณของสวิตช์สั่งงาน 29

2.22 กลไกหน้าสัมผัสและกลไกหลอดสัญญาณของสวิตช์สั่งงาน 29

2.23 ชนิดหลอดสัญญาณ 29

2.24 อุปกรณ์นิวแมติกส์ 30

2.25 ประเภทของอุปกรณ์นิวแมติกส์ 30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.26 สัญลักษณ์ตำแหน่งวาล์วของวาล์วควบคุมห้าทาง	31
2.27 สัญลักษณ์วาล์วควบคุมทิศทางชนิด 5/2	31
2.28 ส่วนประกอบกระบอกสูบลม	33
2.29 กระบอกสูบสองทิศทาง	34
2.30 การสั่งงานกระบอกสูบสองทิศทาง	34
2.31 มอเตอร์ลม	34
2.32 วาล์วไหลทางเดียว	35
2.33 วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว	35
2.34 เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบ	36
2.35 ชุดบริการลมอัด	36
2.36 สัญลักษณ์ชุดบริการลมอัด	36
2.37 หลักการของเครื่องกำเนิดความดันสุญญากาศ	37
2.38 เครื่องกำเนิดความดันสุญญากาศ	37
2.39 ประเภทของยางดูดสุญญากาศ	38
2.40 พีแอลซี	40
2.41 หลักการควบคุมเครื่องจักรของพีแอลซี	40
2.42 ส่วนประกอบของพีแอลซี	41
2.43 โมดูลอินพุต	41
2.44 ตัวอย่างอุปกรณ์ภายนอก	42
2.45 ตัวอย่างตู้ควบคุมไฟฟ้าที่มีพีแอลซี	44
2.46 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์	45
2.47 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา FBD	45
2.48 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา IL	45
2.49 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ST	46
2.50 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา SFC	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

2.51 มาตรฐานขนาดเขียนแบบขนาด DIN A0 49
2.52 ตัวอย่างรูปแบบมาตรฐานตารางรายการแบบของกระดาษเขียนแบบในแนวนอน 50
2.53 ตัวอย่างรูปแบบมาตรฐานตารางรายการแบบของกระดาษเขียนแบบในแนวตั้ง 50
2.54 ตัวอย่างการใช้เส้นแบบต่างๆ ในงานเขียนแบบ 51
2.55 Shop Drawing 53
3.1 แผนผังสายการผลิตพร้อมระบุจุดติดตั้งเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ 63
3.2 ภาพขยายแสดงบริเวณจุดติดตั้งเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ 64
3.3 รูปแบบเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ 65
3.4 ชุดโครงสร้างตัวเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ 66
3.5 ชุดโครงสร้างตัวเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ 67
3.6 รูปแบบชุดสายพาน (Conveyor) 68
3.7 รูปแบบกล่องกลไกสำหรับส่งผ่านคู่มือ 69
3.8 วงจรไฟฟ้ากำลัง 70
3.9 วงจรไฟฟ้าควบคุม INPUT 71
3.10 วงจรไฟฟ้าควบคุม OUTPUT 71
3.11 แผนผังตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก 72
3.12 แผนผังตู้ควบคุมไฟฟ้าย่อย 72
3.13 วงจรนิวแมติกส์ของกระบอกสูบ 73
3.14 วงจรนิวแมติกส์ของ Vacuum Ejector 74
4.1 เค้าโครงสร้างเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ 75
4.2 เครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติที่ทำการประกอบเสร็จสิ้นพร้อมทดสอบ 76
4.3 เครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ 76
4.4 เครื่องจักรบรรจุกล่องคู่มือ 76
4.5 Vacuum pad ทำหน้าที่ดูดจับคู่มือขึ้นมาจากกล่อง 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.6 ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าใกล้กับเครื่องบรรจุอัตโนมัติ 78
4.7 ตู้ควบคุมไฟฟ้าของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 มาตรฐานของอะลูมิเนียมอัลลอยด์ 6061 6
2.2 คุณสมบัติของอะลูมิเนียมอัลลอยด์ 6061 และการใช้งาน 6
2.3 เกลียวเมตริกแบบมาตรฐานระหว่างประเทศ เกลียวธรรมดา 11
2.4 ประเภทและลักษณะการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสง 24
2.5 กลไกสั่งงานของสวิตช์สั่งงาน 28
2.6 วาล์วควบคุมทิศทางชนิดต่างๆ 33
2.7 กลไกสั่งงานชนิดไฟฟ้า 33
2.8 ขนาดของกระดาษเขียนแบบตามมาตรฐาน DIN 476 46
2.9 เส้นที่ใช้ในการเขียนแบบตามระบบ ISO 48
2.10 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60617 50
3.1 Automatic Insert Manual Loading Machine Timeline 61
3.2 ตารางแสดงเงื่อนไขจำนวนคู่มือที่ต้องแนบสำหรับเครื่องปรับอากาศรุ่นต่างๆ กัน 64
4.1 ผลการทดสอบขั้นตอนการทำงานของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ 79

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด (Thai Samsung Electronics Co., Ltd. (Chonburi)) ปฏิบัติตามปรัชญาธุรกิจที่เรียบง่าย นั่นคือ การทุ่มเทบุคลากรและเทคโนโลยีให้กับการสร้างสรรค์ผลิตภัณฑ์และบริการที่เหนือกว่าเพื่อปรับปรุงสังคมโดยรวมทั่วโลกให้ดีขึ้น ด้วยเหตุนี้องค์กรจึงกำหนดเป้าหมายเกี่ยวกับบุคลากรและเทคโนโลยีไว้อย่างสูงส่ง จากจุดเริ่มต้นในฐานะบริษัทการค้าขนาดเล็ก องค์กรได้วิวัฒนาการสู่บริษัทระดับโลกด้วยธุรกิจที่ขยายขอบเขตสู่เทคโนโลยีระดับสูง เซมิคอนดักเตอร์ ตึกระฟ้าและการก่อสร้างอาคาร ปิโตรเคมี แฟชั่น การแพทย์ การเงิน โรงแรม และอื่นๆ อีกมากมาย การค้นพบสิ่งประดิษฐ์ และผลิตภัณฑ์ล้ำสมัยที่ปฏิวัติวงการขององค์กรล้วนเป็นปัจจัยสำคัญที่ทำให้องค์กรก้าวสู่การเป็นผู้นำในวงการดังกล่าวได้ และผลักดันอุตสาหกรรมเหล่านั้นให้มีความก้าวหน้าอย่างไม่หยุดยั้ง นอกจากนี้ยังได้แบ่งปันประสบการณ์การใช้งานในชีวิตประจำวันที่น่าประทับใจให้กับผู้คนทั่วโลก ตั้งแต่นวัตกรรมขององค์กรในด้านอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับผู้บริโภคไปจนถึงการพัฒนาด้านเภสัชชีวภาพ องค์กรมุ่งมั่นที่จะยกระดับคุณภาพชีวิตของผู้คนในทุกแห่งบนโลกและนำความเปลี่ยนแปลงมาสู่โลกในทางที่ดีขึ้นกว่าเดิม

ในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศ (Air Conditioner) เมื่อสินค้าเสร็จสิ้นกระบวนการใส่โฟมกันกระแทกแล้วจะถูกนำมาบรรจุคู่มือการใช้งาน เพื่อเตรียมจัดส่งให้กับลูกค้าทั้งในประเทศและต่างประเทศ ซึ่งในแต่ละวันสายการผลิตต้องการผลิตสินค้าจำนวนมาก จึงทำให้ต้องการคู่มือการใช้งานจำนวนมากเช่นกัน การใช้พนักงานทำงานจึงมีประสิทธิภาพน้อยและเสียเวลามาก เกิดความเสี่ยงอันตรายต่อพนักงาน และเสียงบประมาณในการฝึกอบรมให้พนักงานมีความชำนาญงาน

ทางแผนก FIT (Factory Innovation Technology) จึงมีแนวคิดในการแก้ปัญหาระยะยาวโดยการทำเครื่องจักรมาทำงานแทนพนักงาน จึงมีแนวคิดสร้างเครื่อง Automatic Insert Manual Loading Machine เข้ามาทดแทนพนักงานในจุดงานบรรจุคู่มือ ที่สามารถลดปัญหาจังหวะที่ไม่สม่ำเสมอของการบรรจุคู่มือการใช้งาน ลดเวลาการทำงานในการบรรจุคู่มือ ประหยัดงบประมาณในระยะยาว สามารถลดพนักงานที่จุดงานได้จำนวน 1 คน คุ้มทุนภายในระยะเวลา 2 ปี 5 เดือน ลดอุบัติเหตุจากการเผชิญของพนักงานกับเครื่องจักรโดยตรงขณะเครื่องจักรทำงาน และสามารถเพิ่มอัตราผลผลิตได้มากขึ้นในคราวเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ลดระยะเวลาในการบรรจุคู่มือต่อ 1 กล่อง
2. ลดจำนวนพนักงานในจุดงานและแก้ปัญหาเรื่องงบประมาณในระยะยาว
3. เพิ่มความปลอดภัยในสายการผลิต
4. เพิ่มอัตราผลผลิตให้มากขึ้น

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ออกแบบเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติแทนการใช้พนักงานในจุดงานบรรจุคู่มือการใช้งาน
2. ออกแบบวงจรไฟฟ้าควบคุมเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ
3. เครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติสามารถทำงานได้จริง
4. ลดจำนวนพนักงานในจุดงานให้ได้จำนวนมากที่สุด

1.4 วิธีดำเนินโครงงาน

1. วางแผนการดำเนินงาน
2. เก็บข้อมูลการทำงานในสายการผลิต และจุดงานบรรจุคู่มือ
3. ศึกษาและออกแบบโครงสร้างทางกล
4. ศึกษาและออกแบบวงจรไฟฟ้าควบคุมและระบบนิวแมติกส์
5. จำลองการทำงานของเครื่องจักร
6. จัดซื้อและประกอบเครื่องจักร
7. ทดสอบการทำงาน
8. จัดทำสรุปโครงงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถแก้ปัญหาให้กับสายการผลิตได้
2. รู้จักการออกแบบและสร้างเครื่องจักร
3. รู้จักการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้า
4. ฝึกการวางแผนในการทำงานอย่างมีระบบกับบุคคลอื่น
5. สามารถนำประสบการณ์ไปใช้งานได้จริงในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวกระตุ้นให้ทำงาน (Actuator)

ตัวกระตุ้น (Actuator) [1] คือ ส่วนประกอบหนึ่งของเครื่องจักรซึ่งทำหน้าที่สร้างการเคลื่อนไหวหรือควบคุมกลไก มันทำงานโดยแหล่งที่มาของพลังงาน โดยปกติเป็นกระแสไฟฟ้า แรงดันของเหลวไฮดรอลิก หรือแรงดันลม จากนั้นก็แปลงพลังงานนั้นให้เป็นการเคลื่อนไหว มันกระตุ้นให้หัวพิมพ์ฉีดสีออกมา หรือกระตุ้นให้ก้ามปูเบรกจับเข้ากับล้อ เป็นต้น

หากแบ่งประเภทของตัวกระตุ้นตามแหล่งพลังงานที่กระตุ้นให้เกิดการเคลื่อนที่ อาจแบ่งได้ 3 ประเภทหลักคือ ไฮดรอลิก (Hydraulic Actuator) ลม (Pneumatic Actuator) และไฟฟ้า (Electric Actuator)

2.1.1 ไฮดรอลิก (Hydraulic Actuator)

ตัวกระตุ้นทำงานด้วยไฮดรอลิกจะประกอบด้วยมอเตอร์แบบกระบอกสูบหรือของเหลวที่ใช้พลังไฮดรอลิกเพื่ออำนวยความสะดวกในการดำเนินงานของเครื่องจักรกล การเคลื่อนไหวทางกลให้พลังงานในรูปของการเคลื่อนที่ในแนวราบหรือการหมุนหรือสั่น เนื่องจากของเหลวเกือบจะเป็นไปได้ที่จะบีบอัด ตัวกระตุ้นไฮดรอลิกสามารถออกแรงขนาดใหญ่ได้ ข้อเสียเปรียบของวิธีนี้คือ การเร่งความเร็วของมันถูกจำกัด

กระบอกไฮดรอลิกประกอบด้วยท่อกลวงทรงกระบอกพร้อมกับลูกสูบหนึ่งตัวที่สามารถเลื่อนไปมาได้ คำที่ใช้สำหรับการกระตุ้นเดี่ยวจะถูกใช้เมื่อแรงดันของเหลวถูกใส่เข้าไปเพียงด้านใดด้านหนึ่งของลูกสูบ ลูกสูบจะสามารถเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวเท่านั้น สปริงจะถูกนำมาใช้บ่อยครั้งเพื่อให้ลูกสูบเคลื่อนที่กลับมาตำแหน่งเดิม คำว่ากระตุ้นสองครั้งจะหมายถึงความดันจะถูกใส่เข้าไปในแต่ละด้านของลูกสูบ ความแตกต่างในความดันระหว่างสองด้านของลูกสูบจะเคลื่อนลูกสูบไปด้านหนึ่งหรืออีกด้านหนึ่ง ดังรูปที่ 2.1 จะแสดงตัวอย่างการใช้งานกระบอกสูบในเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 ทรงกระบอกไฮดรอลิกที่ปลายของเครื่องตักดินเป็นตัวอย่างหนึ่งของตัวกระตุ้นไฮดรอลิก

[**ที่มา :** http://th.wikipedia.org/wiki/ตัวกระตุ้นให้ทำงาน]

2.1.2 ลม (Pneumatic Actuator)

ตัวกระตุ้นที่ทำงานด้วยลมจะแปลงพลังงานที่เกิดขึ้นจากสุญญากาศหรืออากาศบีบอัดที่ความดันสูงให้เป็นการเคลื่อนที่ในแนวราบหรือแบบหมุน พลังงานนิวแมติกส์เป็นที่พึงประสงค์สำหรับการควบคุมเครื่องยนต์หลัก เพราะมันสามารถตอบสนองได้อย่างรวดเร็วในการเริ่มต้นและการหยุด โดยที่แหล่งจ่ายไฟไม่จำเป็นต้องถูกเก็บไว้ในทุนสำรองสำหรับการดำเนินงาน

ตัวกระตุ้นนิวแมติกส์สร้างพลังอย่างมากจากการเปลี่ยนแปลงความดันเพียงเล็กน้อย พลังเหล่านี้มักจะใช้กับวาล์วเพื่อเปิดไดอะแฟรมให้มีผลต่อการไหลของวาล์ว ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ตัวกระตุ้นแบบราวปีกนก ที่ทำงานด้วยลมสำหรับควบคุมการทำงานของวาล์วท่อน้ำ

[**ที่มา :** http://th.wikipedia.org/wiki/ตัวกระตุ้นให้ทำงาน]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 ไฟฟ้า (Electric Actuator)

ตัวกระตุ้นไฟฟ้าได้พลังงานจากมอเตอร์ที่แปลงพลังงานไฟฟ้าให้เป็นที่แรงบิดกล พลังงานไฟฟ้าถูกใช้ในการสั่งอุปกรณ์ เช่น วาล์วหลายรอบให้ทำงาน มันเป็นหนึ่งในรูปแบบที่สะอาดที่สุดและพร้อมใช้งานที่สุดของตัวกระตุ้นเพราะมันไม่เกี่ยวข้องกับน้ำมัน

2.2 อะลูมิเนียม 6061 (Aluminium 6061)

อะลูมิเนียมอัลลอยด์ในประเภท 6xxx [2] คือ (6061, 6063) ประกอบไปด้วยซิลิคอนและแม็กนีเซียม ในปริมาณที่มากพอในการขึ้นรูป Magnesium Silicide (Mg2Si) ซึ่งทำให้สามารถทำกระบวนการอบร้อนได้ แต่ก็มีความแข็งไม่เท่ากับประเภท 2xxx และ 7xxx โดยประเภท 6xxx นี้จะสามารถทำการขึ้นรูปได้ดี, เชื่อมง่าย, แปรรูปง่าย และต้านทานการกัดกร่อนได้ดี ด้วยความแข็งแกร่งปานกลาง เกรดอะลูมิเนียมในประเภทที่สามารถทำการ Heat-treatable ได้นี้อาจจะขึ้นรูปในแบบ T4 temper (แก้ปัญหาการอบร้อนได้ แต่ไม่สามารถเร่งการอบร้อนได้) และเพิ่มความแข็งหลังจากการขึ้นรูปแบบคุณสมบัติ T6 โดยการเร่งการอบร้อน ตัวอย่างอะลูมิเนียมแผ่นแสดงดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 แผ่นอะลูมิเนียม 6061

[**ที่มา :** http://www.sahamit.co.th/index.php/aluminium-alloy-th/6061-aluminium-alloy]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 คุณสมบัติของอะลูมิเนียม 6061 และการใช้งาน

สำหรับอะลูมิเนียมอัลลอยด์มี 3 มาตรฐานดังตารางที่ 2.1 โดยมีคุณสมบัติแสดงในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 มาตรฐานของอะลูมิเนียมอัลลอยด์ 6061 [3]

[**ที่มา :** http://www.sahamit.co.th/index.php/aluminium-alloy-th/6061-aluminium-alloy]

Alloy No.	มาตรฐาน (Comparable standard)		
	ISO	JIS	DIN
6061	AlMgISiCu	A6061	3.3211

ตารางที่ 2.2 คุณสมบัติของอะลูมิเนียมอัลลอยด์ 6061 และการใช้งาน [3]

[**ที่มา :** http://www.sahamit.co.th/index.php/aluminium-alloy-th/6061-aluminium-alloy]

Alloy No.	6061
สภาพจำหน่าย (Supplied condition)	บ่มแข็ง (T651) Max 90HB
ความแข็งแรงยีลส์ (Yield strength)	240
ความแข็งแรงสูงสุด (Tensile strength)	290
การยืดตัว (Elongation (Min.%))	5
การนำไฟฟ้า (% I.A.C.S.)	43
การนำความร้อน (W/m.k.)	167
ส.ป.ส. การขยายตัวทางความร้อน (μ/k)	23.6
ลักษณะการใช้งาน (Application)	มีความแข็งแรงสูงและทนต่อการกัดกร่อนได้ดีเยี่ยม สามารถขัดเงาได้ดีและชุบอะโนไดซ์สีได้ผิวสวยงาม นิยมใช้ทำแม่พิมพ์ แวคคัม จิ๊ก ฟิกเจอร์และโครงสร้างเครื่องบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel)

เหล็กกล้าไร้สนิม (Stainless Steel) [4] นั้น ในทางโลหกรรมถือว่าเป็นโลหะผสมเหล็ก ที่มีโครเมียมอย่างน้อยที่สุด 10.5 เปอร์เซ็นต์ ชื่อในภาษาไทยแปลจากภาษาอังกฤษว่า Stainless Steel เนื่องจากโลหะผสมดังกล่าวไม่เป็นสนิมที่มีสาเหตุจากการทำปฏิกิริยากันระหว่าง ออกซิเจนในอากาศกับโครเมียมในเนื้อเหล็กกล้าไร้สนิม เกิดเป็นฟิล์มบางๆ เคลือบผิวไว้ ทำหน้าที่ปกป้องการเกิดความเสียหายให้กับตัวเนื้อเหล็กกล้าไร้สนิมได้เป็นอย่างดี ปกป้องการกัดกร่อน และไม่ชำรุดหรือสึกกร่อนง่ายอย่างโลหะทั่วไป ในท้องตลาดสามารถพบเห็น เหล็กกล้าไร้สนิมเกรด 18-8 มากที่สุด ซึ่งเป็นการระบุถึงธาตุที่เจือลงในในเนื้อเหล็กคือ โครเมียมและนิเกิล ตามลำดับ สเตนเลสประเภทนี้จัดเป็น Commercial Grade คือมีใช้ทั่วไปหาซื้อได้ง่าย มักใช้ทำเครื่องใช้ทั่วไป ซึ่งส่วนผสมจะเป็นตัวกำหนดเกรดของเหล็กกล้าไร้สนิม ซึ่งมีความต้องการในการใช้งานที่แตกต่างกันออกไป เหล็กกล้าไร้สนิมกับการเกิดสนิม ปกติ Stainless Steel จะไม่เป็นสนิมเพราะที่ผิวของมันจะมีฟิล์มโครเมียมออกไซด์ บางๆ เคลือบผิวอยู่อันเนื่องมาจากการทำปฏิกิริยากันระหว่าง Cr ใน Stainless Steel กับออกซิเจนในอากาศ การทำให้ Stainless Steel เป็นสนิมคือการถูกทำลายฟิล์มโครเมียมออกไซด์ ที่เคลือบผิวออกไปในสภาวะที่ Stainless Steel สามารถเกิดสนิมได้ ก่อนที่ฟิล์มโครเมียมออกไซด์จะก่อตัวขึ้นมาอีกครั้ง เช่น ถ้าเหล็กกล้าไร้สนิมถูกทำให้เกิดรอยขีดข่วน แล้วบริเวณรอยนั้นมีความชื้น ซึ่งสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยากับธาตุเหล็กก่อนที่ฟิล์มโครเมียมออกไซด์จะก่อตัวขึ้นมา ก็จะเป็นสาเหตุให้เกิดสนิมขึ้นได้ ตัวอย่างเหล็กกล้าไร้สนิมที่ถูกใช้ในงานแสดงดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 เหล็กกล้าไร้สนิมถูกใช้ในการทำเครื่องมืออุตสาหกรรม เพราะความทนทานและอนามัยสูง

[**ที่มา :** https://en.wikipedia.org/wiki/Stainless_steel]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 ประเภทของเหล็กกล้าไร้สนิม

คนโดยทั่วไปจะไม่ทราบว่าเหล็กกล้าไร้สนิมมีกี่ประเภท และมักจะมีการเข้าใจผิดว่าเหล็กกล้าไร้สนิมแท้ต้องแม่เหล็กดูดไม่ติด แต่จริงๆ แล้วการที่แม่เหล็กจะดูดติดหรือไม่ติดนั้นขึ้นอยู่กับประเภทของเหล็กกล้าไร้สนิม เหล็กกล้าไร้สนิมแบ่งออกเป็นกลุ่มพื้นฐาน ได้ 5 กลุ่มคือ ออสเทนนิติค เฟอริติค ดูเพล็กซ์ มาร์เทนซิติก และกลุ่มเพิ่มความแข็งโดยวิธีการตกผลึก

2.3.1.1 กลุ่มออสเทนนิติก (Austenitic)

เหล็กกล้าไร้สนิมตระกูล 300 เป็นเกรดที่ใช้งานแพร่หลายมากที่สุดถึง 70 เปอร์เซ็นต์ มีคุณสมบัติที่แม่เหล็กดูดไม่ติด (Non Magnetic) มีส่วนผสมของโครเมียม 16 เปอร์เซ็นต์คาร์บอนอย่างมากที่สุด 0.15 เปอร์เซ็นต์ มีส่วนผสมของธาตุนิกเกิล 8 เปอร์เซ็นต์ เพื่อปรับปรุงคุณสมบัติในการทำการประกอบ (Fabrication) และเพิ่มความต้านทานการกัดกร่อน

2.3.1.2 กลุ่มเฟอริติก (Ferritic)

เป็นแม่เหล็กดูดติด (Magnetic) มีธาตุคาร์บอนผสมปริมาณที่ต่ำ และมีโครเมียมเป็นธาตุผสมหลักที่สำคัญอาจอยู่ระหว่าง 10.5-27 เปอร์เซ็นต์ และมีนิกเกิลเป็นส่วนผสมอยู่น้อยมากหรือไม่มีเลย

2.3.1.3 กลุ่มมาร์เทนซิติก (Martensitic)

เป็นแม่เหล็กดูดติด (Magnetic) มีส่วนผสมของโครเมียม 12-14 เปอร์เซ็นต์ และมีธาตุคาร์บอนผสมอยู่ปานกลาง มีโมลิบดีนัมเป็นส่วนผสมอยู่ประมาณ 0.2-1 เปอร์เซ็นต์ ไม่มีนิกเกิล

เหล็กกล้าไร้สนิมตระกูลนี้สามารถปรับความแข็งได้โดยการให้ความร้อนแล้วทำให้เย็นตัวอย่างรวดเร็ว (Quenching) และอบคืนตัว (Tempering) สามารถลดความแข็งได้ คล้ายกับเหล็กกล้าคาร์บอน และพบการใช้งานที่สำคัญในการผลิตเครื่องตัด อุตสาหกรรมเครื่องบินและงานวิศวกรรมทั่วไป

2.3.1.4 กลุ่มเพิ่มความแข็งโดยการตกผลึก (Precipitation Hardening)

เกรดที่เป็นที่รู้จักในตระกูลนี้ คือ 17-4H ซึ่งมีส่วนผสมของโครเมียม 17 เปอร์เซ็นต์ และนิกเกิล 4 เปอร์เซ็นต์ สามารถเพิ่มความแข็งแรงได้โดยกลไกเพิ่มความแข็งจากการตกผลึก (Precipitation Hardening Mechanism) โดยสามารถเพิ่มความแข็งแรงสูงมาก มีค่าความเค้นพิสูจน์ (Proof Stress) อยู่ระหว่าง 1,000 ถึง 1,500 เมกาปาสคาล (MPa) ขึ้นอยู่กับชนิดและกรรมวิธีปรับปรุงคุณสมบัติด้วยความร้อน (Heat Treatment)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.5 กลุ่มดูเพล็กซ์ (Duplex)

มีโครงสร้างผสมระหว่าง โครงสร้างเฟอริติค และออสเทนนิติค มีโครเมียมเป็นธาตุผสมอยู่ระหว่าง 19-28 เปอร์เซ็นต์ และโมลิบดินัมสูงกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ และมีนิกเกิลน้อยกว่าตระกูลออสเทนนิติค พบว่ามีการใช้งานมากโดยเฉพาะอย่างยิ่งในบรรยากาศแวดล้อมของคลอไรด์

2.3.2 ประโยชน์ของการใช้งานเหล็กกล้าไร้สนิม

1. ใช้ในสิ่งแวดล้อมที่กัดกร่อน (Corrosive Environment)

2. งานอุณหภูมิเย็นจัด ป้องกันการแตกเปราะ

3. ใช้งานอุณหภูมิสูง (High Temperature) ป้องกันการเกิดคราบออกไซด์ (Scale) และยังคงความแข็งแรง

4. มีความแข็งแรงสูงเมื่อเทียบกับมวล (High Strength vs. Mass)

5. งานที่ต้องการสุขอนามัย (Hygienic Condition) ต้องการความสะอาดสูง

6. งานด้านสถาปัตยกรรม (Aesthetic Appearance) ไม่เป็นสนิม ไม่ต้องทาสี

7. ไม่ปนเปื้อน (No Contamiation) ป้องกันการทำปฏิกิริยากับสารเร่งปฏิกิริยา

8. ต้านทานการขัดถูแบบเปียก (Wet Abrasion Resistance)

2.4 การออกแบบรอยต่อสลักเกลียว

งานออกแบบรอยต่อชนิดสลักเกลียวเป็นงานที่ละเอียดอ่อนและมีรายละเอียดที่ต้องทราบมาก ผู้ออกแบบจึงจำเป็นต้องศึกษาประเด็นที่สำคัญดังนี้ [5]

2.4.1 มาตรฐานและคุณสมบัติของสลักเกลียว

การบอกขนาดเกลียวตามแบบมาตรฐานระหว่างประเทศ ดังตารางที่ 2.3 บอกโดยใช้อักษรย่อแทนชนิดของเกลียวตามด้วยขนาดระบุเป็น มิลลิเมตร ตามด้วยระยะพิตช์ มิลลิเมตร โดยมีเครื่องหมาย x คั่นอยู่ ในกรณีที่เป็นเกลียวแบบธรรมดา ไม่ต้องแสดงระยะพิตช์ ตัวอย่างเช่น

เกลียวเมตริกแบบมาตรฐานระหว่างประเทศ แบบเกลียวธรรมดา ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุ 16 มิลลิเมตร (ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางใหญ่) เรียกว่า M16

เกลียวเมตริกแบบมาตรฐานระหว่างประเทศ แบบเกลียวละเอียด ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุ 20 มิลลิเมตร ระยะพิตช์ มิลลิเมตร เรียกว่า M20 x 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีการบอกลักษณะเกลียวที่เป็นพิเศษอีก เช่น ถ้าเป็นเกลียวซ้ายจะบอกเป็น M30-LH (LH = Left hand เป็นชื่อย่อมาตรฐานของเกลียวซ้าย)

องค์การมาตรฐานระหว่างประเทศได้กำหนดมาตรฐานของเกลียว สำหรับใช้งานทั่วไป ในมาตรฐานระหว่างประเทศ ISO/R 261-1969 (E) โดยมีคำแนะนำว่า

1. ควรเลือกใช้ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุในช่องที่ 1 ถ้ามีความจำเป็นมากจึงเลือกใช้ช่องที่ 2

2. คำว่า “หยาบ” และ “ละเอียด” ที่กำหนดไว้มิได้หมายความถึงคุณภาพของการผลิต แต่หมายถึงระยะพิตช์ของเกลียวพยายามหลีกเลี่ยงขนาดที่อยู่ในวงเล็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 เกลียวเมตริกแบบมาตรฐานระหว่างประเทศ เกลียวธรรมดา [5]

ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุ (มม)	ระยะพิตช์ P (มม)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพิตช์ (มม.)	ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางน้อย		พื้นที่รับความเค้นตารางมิลลิเมตร
			ช่องที่ 1	ช่องที่ 2	
1.00	0.25	0.838	0.693	0.729	0.456
1.20	0.25	1.038	0.893	0.929	0.730
1.60	0.35	1.373	1.170	1.221	1.270
2.00	0.40	1.740	1.509	1.567	2.070
2.50	0.45	2.208	1.948	2.013	3.390
3.00	0.50	2.675	2.387	2.459	5.030
3.50	0.60	3.110	2.764	2.850	6.780
4.00	0.70	3.545	3.141	3.242	8.780
4.50	0.75	4.013	3.580	3.688	11.300
5.00	0.80	4.480	4.019	4.134	14.200
6.00	1.00	5.350	4.773	4.917	20.100
8.00	1.25	7.183	6.466	6.647	36.600
(9)	1.25	8.188	7.466	7.647	48.100
10.00	1.50	9.026	8.160	8.376	58.000
(11)	1.50	10.026	9.160	9.376	72.300
12.00	1.75	10.863	9.830	10.106	84.300
14.00	2.00	12.701	11.546	11.835	115.000
16.00	2.00	14.701	13.546	13.835	157.000
18.00	2.50	16.376	14.933	15.294	192.000
20.00	2.50	18.376	16.933	17.294	245.000
22.00	2.50	20.376	18.933	19.294	303.000
24.00	3.00	22.051	20.319	20.752	353.000
27.00	3.00	25.051	23.319	23.752	459.000
30.00	3.50	27.727	25.706	26.211	561.000
33.00	3.50	30.727	28.706	29.211	694.000
36.00	4.00	33.402	31.093	31.670	817.000
39.00	4.00	36.402	34.093	34.670	976.000
42.00	4.50	39.077	36.479	37.129	1120.000
45.00	4.50	42.077	39.479	40.129	1300.000
48.00	5.00	44.752	41.866	42.587	1470.000
52.00	5.00	48.752	45.866	46.587	1760.000
56.00	5.50	52.428	49.252	50.046	2030.000
60.00	5.50	56.428	53.252	54.046	2360.000
64.00	6.00	60.103	56.639	57.050	2680.000
68.00	6.00	64.103	60.639	61.505	3060.000

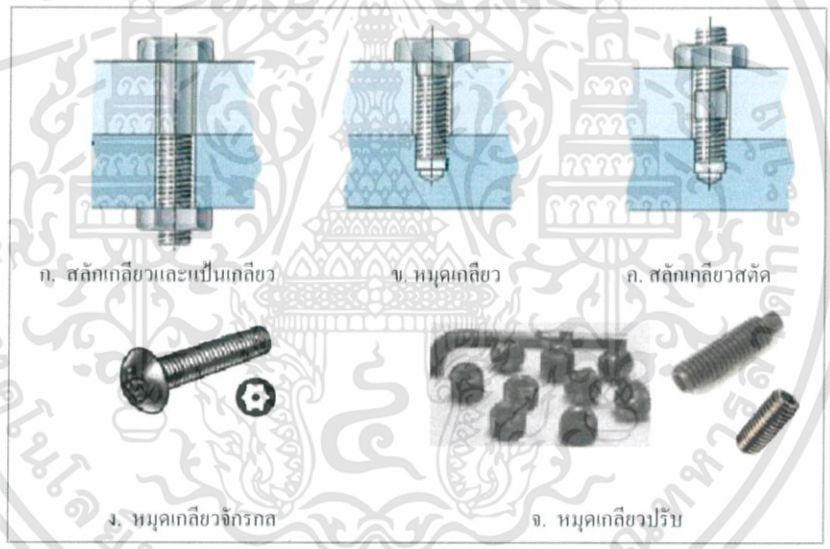
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ชนิดของอุปกรณ์ยึดด้วยสลักเกลียว

การแบ่งชนิดของอุปกรณ์ยึดด้วยเกลียวแบ่งตามวิธีการที่ใช้จับยึด [5] มิใช่แบ่งตามลักษณะจำเพาะที่ใช้งาน มีภาพประกอบดังรูปที่ 2.5 และอาจจำแนกได้ดังนี้

2.4.2.1 สลักเกลียวและแป้นเกลียว (Bolt and Nut)

สลักเกลียวเป็นแท่งทรงกระบอก ปลายข้างหนึ่งมีเกลียวและอีกข้างหนึ่งมีหัวสี่เหลี่ยมหรือหกเหลี่ยม หัวนี้มีไว้สำหรับจับเพื่อหมุนสลักเกลียว หรือยึดสลักเกลียวไว้เพื่อหมุนแป้นเกลียว ให้ยึดชิ้นงานดังการยึดด้วยสลักเกลียว และแป้นเกลียวนี้ใช้กับบริเวณที่สามารถหมุนหัวของสลักเกลียวและแป้นเกลียวได้สะดวก เช่น รอยต่อด้วยหน้าแปลนนิยมใช้ยึดด้วยสลักเกลียว เพราะเมื่อขันแน่นแล้วลำตัวของสลักเกลียวอยู่ภายใต้แรงดึงเพียงอย่างเดียวเท่านั้น นอกจากนี้ยังสามารถเปลี่ยนใหม่ได้ง่ายถ้าสลักเกลียวขาดหรือเกลียวขาด



รูปที่ 2.5 ชนิดของอุปกรณ์ยึดด้วยสลักเกลียว [5]

2.4.2.2 หมุดเกลียว (Cap Screw)

หมุดเกลียวแตกต่างไปจากสลักเกลียวคือ ใช้ขันเข้าไปในชิ้นงานชิ้นหนึ่งที่ต้องการยึดโดยไม่ต้องใช้แป้นเกลียว ดังรูปที่ 2.5 (ข) ใช้กับงานที่ไม่อาจใช้สลักเกลียวได้ เนื่องจากมีเนื้อที่ไม่พอใช้กับรอยต่อที่ไม่มีการถอดบ่อยนัก เพราะจะทำให้เกลียวตัวเมียบนชิ้นงานเสียหายได้ การยึดที่แน่นอนโดยใช้หมุดเกลียวจะต้องขันเกลียวเข้าไปในชิ้นงานเป็นเหล็กกล้า แต่ถ้าชิ้นงานเป็นเหล็กหล่อก็ใช้เป็นสองเท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุของหมุดเกลียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3 สลักเกลียวสตัด (Stud Bolt)

สลักเกลียวสตัดมักเรียกย่อๆ ว่าสตัด เป็นแท่งทรงกระบอก มีเกลียวที่ปลายทั้งสองข้าง การยึดด้วยสตัดทำได้โดยขันสตัดเข้าไปในชิ้นงานชิ้นหนึ่ง ซึ่งมีเกลียวขันที่ปลายอีกข้างหนึ่งดังรูปที่ 2.5 (ค) การยึดด้วยสตัดใช้แทนการยึดด้วยสลักเกลียว ในงานที่มีลักษณะดังต่อไปนี้

1. เมื่อไม่สามารถสอดสลักเกลียวผ่านชิ้นงานได้ เนื่องจากชิ้นงานหนามากหรือสลักเกลียวจะทะลุผ่านชิ้นงานอื่นที่ไม่ต้องการ

2. เมื่อรอยต่อนั้นต้องมีการถอดบ่อยๆ และถ้าหมุนเกลียวเข้าออกผ่านชิ้นงานที่ทำด้วยเหล็กหล่อหรือโลหะเบาผสม จะทำให้เกลียวเสียหาย

3. ต้องการยึดรอยต่อหลายๆ จุด เมื่อใช้สตัดจะทำให้ง่ายต่อการประกอบให้ตรงศูนย์ เช่น การยึดฝาสูบ เป็นต้น

โดยปกติถ้าขันสตัดเข้าไปในเหล็กกล้า มักขันให้ลึกไม่น้อยกว่าหนึ่งเท่าของขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางระบุเกลียว แต่ถ้าเป็นเหล็กหล่อก็ให้ใช้ไม่น้อยกว่าหนึ่งเท่าครึ่ง ทั้งนี้เพื่อป้องกันเกลียวขาด และทำให้มีความเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสเพียงพอขณะหมุดเป็นเกลียวสตัด เหมาะสำหรับใช้ยึดฝาสูบของเครื่องยนต์ให้ติดกับเสื้อสูบของเครื่องยนต์

2.4.2.4 หมุดเกลียวจักรกล (Machine Screw)

หมุดเกลียวจักรกลเป็น หมุดเกลียวขนาดเล็กมีรูปร่างต่างๆ กัน ส่วนมากที่หัวมักจะมีร่องเพื่อใช้ไขควงขัดได้ โดยทั่วไปจะใช้กับงานประกอบชิ้นงานขนาดเล็ก เช่น พิมพ์ดีด หมุดเกลียวจักรกล ดังรูปที่ 2.5 (ง)

2.4.2.5 หมุดเกลียวปรับ (Set Screw)

หมุดเกลียวปรับเป็นหมุดเกลียวชนิดกึ่งยึด ใช้ป้องกันการเกิดการเคลื่อนที่สัมพันธ์ระหว่างผิวเลื่อนสองผิว ที่อยู่ติดกันโดยใช้ผลจากความเสียดทาน เช่น ยึดปลอกเพลาให้ติดกับเพลายึดดุมล้อสายพานให้ติดกับเพลา เป็นต้น หมุดเกลียวปรับมีหัวและปลายต่างๆ กัน ดังรูปที่ 2.5 (จ) ปลายของหมุดเกลียวปรับจะต้องทำให้แข็ง เพื่อป้องกันการสึกหรอและมักใช้กับการส่งแรงน้อยๆ ขนาดของหมุดเกลียวปรับ d ที่เหมาะสมกับเพลาขนาด D หาได้จากสมการที่ได้จากประสบการณ์ของผู้ชำนาญการออกแบบคือ $d = 0.125D + 8$ มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 ความแข็งแรงของชิ้นส่วนเกลียวที่ออกแบบ

ความเสียหายที่เกิดขึ้นที่เกลียวส่วนมากสลักเกลียวจะขาดจากการดึงมากกว่า และจะขาดใกล้บริเวณหัว [5] ด้วยเหตุนี้การออกแบบเกลียวควรคำนึงถึงขนาดของเกลียวเป็นหลัก

วิธีการออกแบบเกลียว ต้องพิจารณาการใช้งานของเกลียวดังนี้

1. ไม่มีความเครียดหรือไม่มีการดึงก่อนใช้งาน

2. มีความเครียดหรือมีแรงดึงก่อนการใช้งานโดยไม่มีแรงภายนอกในแนวแกน

3. มีความเครียด รับแรงภายนอกในแนวแกน

4. มีความเครียด รับแรงเฉือนจากภายนอก

5. มีความเครียด รับแรงเยื้องศูนย์

2.5 โรลลิ่งแบริ่ง

2.5.1 ชนิดของโรลลิ่งแบริ่ง

โครงสร้างของตลับลูกปืนประกอบด้วย [5] แหวนวงนอก (Outer Ring) แหวนวงใน (Inner Ring) ลูกกลิ้ง (Rolling Element) กรอบบังคับระยะ (Case) ความเสียดทานในตลับลูกปืนเป็นแบบ Rolling Friction ซึ่งมีความเสียดทานน้อยกว่าแบริ่งปลอก ประมาณ 25-50 เปอร์เซ็นต์

ตลับลูกปืนแบ่งได้เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 2 ประเภท คือ

ก. ตลับลูกปืนแบบ Ball Bearing เป็นตลับลูกปืนที่มีลูกกลิ้ง เป็นรูปทรงกลม การรับภาระของตลับลูกปืนแบบนี้จะรับเป็นจุด

ข. ตลับลูกปืนแบบ Rolling Bearing เป็นตลับลูกปืนที่มีลูกกลิ้ง เป็นแบบทรงกระบอก (Cylinder) จะรับภาระเป็นแบบเส้นตรง

ตลับลูกปืนแบบโรลลิ่งแบริ่ง ดังรูปที่ 2.6 แบ่งออกเป็นชนิดต่างๆ ได้ดังนี้

1. ตลับลูกปืนแบบเม็ดทรงกระบอกตรง (Cylindrical Roller Bearing) เป็นตลับลูกปืนที่สามารถรับแรงแนวรัศมีได้สูง รับแรงแนวแกนไม่ได้

2. ตลับลูกปืนแบบเม็ดเข็ม (Needle Roller Bearing) เป็นตลับลูกปืนที่ใช้สำหรับการหมุนความเร็วรอบสูงๆ ต้องการความเที่ยงตรงสูงและรับรองได้สูงด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ตลับลูกปืนเม็ดเรียว (Taper Roller Bearing) เป็นตลับลูกปืนที่มีลูกกลิ้งเป็นรูปทรงกระบอกเรียว ใช้สำหรับแรงผสม แรงแนวแกนทิศทางเดียวและรับแรงได้สูง

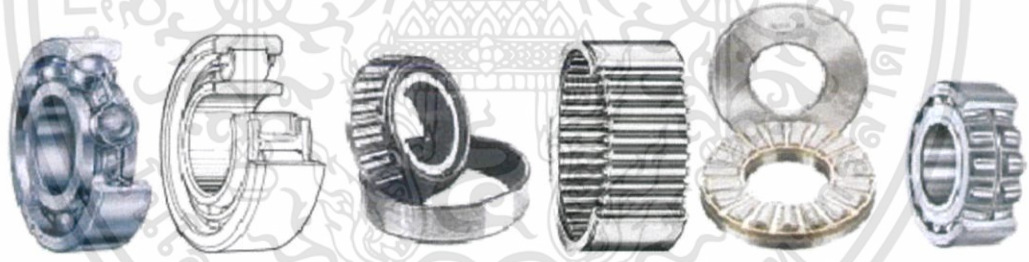
4. ตลับลูกปืนเม็ดทรงถังเบียร์ (Barrel Roller Bearing) เป็นตลับลูกปืนที่สามารถปรับแนวได้เอง ใช้รับแรงแนวรัศมีได้สูง

5. ตลับลูกปืนเม็ดโค้ง (Spherical Roller Bearing) เป็นตลับลูกปืนที่มีลูกกลิ้งแบบแถวคู่ สามารถปรับแนวศูนย์ได้ด้วยตัวเอง ใช้สำหรับแรงแนวรัศมีได้สูงๆ และต้องการความแน่นอน

6. ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดทรงกระบอก (Cylindrical Roller Thrust Bearing) ใช้รับแรงแนวแกนได้สูงและที่ความเร็วรอบต่ำ

7. ตลับลูกปืนกันรุนเม็ดโค้ง (Spherical Roller Thrust Bearing) ใช้รับแรงแนวแกนได้สูงมากและยังสามารถรับแรงในแนวรัศมีได้แน่นอน

สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับตลับลูกปืนทุกชนิด ให้ศึกษาจากคู่มือตลับลูกปืนของแต่ละยี่ห้อ และปรึกษาผู้ขายทุกครั้ง ที่ต้องการรายละเอียดเพิ่มเติมในการเลือกใช้ตลับลูกปืนสำหรับออกแบบทางวิศวกรรม



ก) Ball ข) Cylinder ค) Taper ง) Needle จ) Spherical ฉ) Barrel

รูปที่ 2.6 ลักษณะโครงสร้างของโรลลิ่งแบริ่ง [5]

2.5.2 มาตรฐานของโรลลิ่งแบริ่ง

มาตรฐานของตลับลูกปืน [5] ลักษณะและส่วนประกอบของตลับลูกปืนจะถูกสร้างขึ้นมาเป็นมาตรฐานสากล ประกอบด้วยเลขอนุกรมเส้นผ่าศูนย์กลาง (Diameter Series) เรียงเบอร์จาก 8 9 0 1 2 3 และ 4 โดยที่อนุกรม 8 มีขนาดเล็กที่สุด และอนุกรม 4 มีขนาดโตสุดและเลขอนุกรมความกว้าง (Width Series) เรียงเบอร์จาก 8 0 1 2 3 4 5 และ 6 โดยที่อนุกรม 8 มีความกว้างน้อยที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และอนุกรม 6 มีความกว้างมากที่สุด การกำหนดให้เลขตัวแรกแทนอนุกรมความกว้างและเลขตัวที่สองแทนอนุกรมเส้นผ่าศูนย์กลางความโต

ตัวอย่าง

51309 เป็นตลับลูกปืนชนิด 5 อนุกรม 13 ขนาด d = 9 x 5 = 45 มิลลิเมตร

NU308 เป็นตลับลูกปืนชนิด NU อนุกรม 03 ขนาด d = 8 x 5 = 45 มิลลิเมตร

2.5.3 การประเมินอายุการใช้งานและแรง

การประเมินอายุการใช้งานของตลับลูกปืน [5] จะอาศัยหลักทางสถิติ โดยปกติแล้วค่าภาระประเมินที่กำหนดในแคตาล็อคจะกำหนดเป็นอายุใช้งานน้อยสุด (เป็นจำนวนรอบหรือชั่วโมงการใช้งานที่ความเร็วรอบที่กำหนด) สำหรับ 90 เปอร์เซ็นต์ ของแบริ่งและเรียกว่าอายุใช้งาน B-10 (B-10 Life) หรืออายุการใช้งานประเมิน อายุการใช้งานเฉลี่ยจะมีค่าประมาณ 3 เท่า ของอายุการใช้งานประเมิน หรือ 50 เปอร์เซ็นต์

2.6 สายพาน

2.6.1 ประเภทของสายพาน

การแบ่งประเภทของสายพานจะพิจารณาจากภาคตัดขวาง [5] โดยสายพานพื้นฐานที่สำคัญ 4 ประเภท ได้แก่ สายพานแบน (Flat Belt) จะใช้กับพลูเลย์ที่มีรอยหัก สายพานกลม (Round Belt) และสายพานรูปตัววี (V Belt) จะใช้กับพลูเลย์ที่มีร่อง ส่วนสายพานไทม์มิ่ง (Timing Belt) จะใช้กับพลูเลย์ที่มีฟัน หรือใช้กับล้อเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 การหาความยาวสายพาน

การเลือกซื้อความยาวสายพานในทางปฏิบัติ [18] ดังแสดงในรูปที่ 2.7 มีสูตรหนึ่งสำหรับการคำนวณอย่างง่ายดังสมการที่ (2.1)

$$L = 2C + 1.57(MP + LP) + \frac{(MP+LP)^2}{4C} \quad (2.1)$$

โดยที่

L คือ ขนาดความยาวของสายพานที่ต้องการหา

C คือ ระยะห่างระหว่างศูนย์กลางของพูลเลย์ทั้งสองตัว

MP คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพูลเลย์ของต้นกำลัง

LP คือ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางพูลเลย์ของโหลด

รูปที่ 2.7 การติดตั้งสายพาน

[**ที่มา :** https://th.misumi-ec.com/pr/technical_zone/product_tips/sizing-timing-belts-and-pulleys.html]

ตัวอย่างการคำนวณ

เครื่องพ่นยาสูบ ให้พูลเลย์แถมมาขนาด 8 นิ้ว ใช้กับเครื่องยนต์เบนซินอเนกประสงค์ TOSAKI ขนาด 5.5 HP พูลเลย์ขนาด 3 นิ้ว และต้องการตั้งให้เส้นผ่าศูนย์กลางของพูลเลย์ทั้งสองตัวห่างกันประมาณ 20 นิ้ว ดังนั้นต้องใช้สายพานขนาดเท่าไร

จากโจทย์ข้างต้นจะสรุปตัวแปรได้ว่า

$C = 20"$

$MP = 3"$

$LP = 7"$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการแทนค่าตัวแปรจากเงื่อนไขที่ให้มาลงในสมการที่ (2.1) จะได้ผลดังนี้

$$L = (2 \times 20") + 1.57(3" + 7") + \frac{(3"+7")^2}{(4\times20")}$$

$$L = 40" + 15.7" + \frac{100}{80}$$

$$L = 56.95"$$

ซึ่งในทางปฏิบัติไม่มีสายพานขนาด 56.95 นิ้ว จึงต้องเลือกสายพานขนาดมาตรฐาน 57 นิ้ว สำหรับการใช้งานนี้

2.7 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) [6] ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.8 เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล การทำงานปกติของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์ และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสองในการใช้งาน ตัวอย่างเช่น ในอุตสาหกรรมการขนส่งใช้มอเตอร์ฉุดลาก เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว มอเตอร์ไฟฟ้ายังสามารถทำงานได้ถึงสองแบบ ได้แก่ การสร้างพลังงานกล และการผลิตพลังงานไฟฟ้า

รูปที่ 2.8 มอเตอร์ไฟฟ้าแบบต่างๆ เมื่อเทียบกับแบตเตอรี่ 9V

[**ที่มา :** https://th.wikipedia.org/wiki/มอเตอร์]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์ไฟฟ้าถูกนำไปใช้งานที่หลากหลาย เช่น พัดลมอุตสาหกรรม เครื่องเป่า ปั๊ม เครื่องมือ เครื่องใช้ในครัวเรือน และดิสก์ไดรฟ์ มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถขับเคลื่อนโดยแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC) เช่น จากแบตเตอรี่ยานยนต์ หรือวงจรเรียงกระแส หรือจากแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับ (AC) เช่น ไฟบ้าน อินเวอร์เตอร์ หรือเครื่องปั่นไฟ มอเตอร์ขนาดเล็กอาจจะพบในนาฬิกาไฟฟ้า มอเตอร์ทั่วไปที่มีขนาดและคุณลักษณะมาตรฐานสูงจะให้พลังงานกลที่สะดวกสำหรับใช้ในอุตสาหกรรม มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใหญ่ที่สุดใช้สำหรับการใช้งานลากจูงเรือ และการบีบอัดท่อส่งน้ำมันและปั๊มสูบจัดเก็บน้ำมันซึ่งมีกำลังถึง 100 เมกะวัตต์ มอเตอร์ไฟฟ้าอาจจำแนกตามประเภทของแหล่งที่มาของพลังงานไฟฟ้า หรือตามโครงสร้างภายในหรือตามการใช้งานหรือตามการเคลื่อนไหวของเอาต์พุต และอื่นๆ

อุปกรณ์เช่นขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าและลำโพงที่แปลงกระแสไฟฟ้าให้เป็นการเคลื่อนไหว แต่ไม่ได้สร้างพลังงานกลที่ใช้งานได้ จะเรียกถูกว่า Actuator และ Transducer ตามลำดับ คำว่ามอเตอร์ไฟฟ้านั้น ต้องใช้สร้างแรงเชิงเส้น (Linear Force) หรือแรงบิด (Torque) หรือเรียกอีกอย่างว่า หมุน (Rotary) เท่านั้น

2.7.1 แหล่งจ่ายไฟมอเตอร์

แหล่งจ่ายไฟของมอเตอร์ DC มักจะผ่านทางตัวสับเปลี่ยนตามที่อธิบายไว้ข้างต้น ตัวสับเปลี่ยนของมอเตอร์ AC อาจเป็นได้ทั้งแบบแหวนสลิป หรือแบบภายนอกอย่างใดอย่างหนึ่ง การควบคุมอาจเป็นแบบความเร็วคงที่ หรือแบบความเร็วเปลี่ยนแปลงได้ และอาจเป็นแบบ Synchronous หรือแบบ Asynchronous ก็ได้ มอเตอร์แบบยูนิเวอร์แซลสามารถทำงานทั้ง AC หรือ DC อย่างใดอย่างหนึ่ง

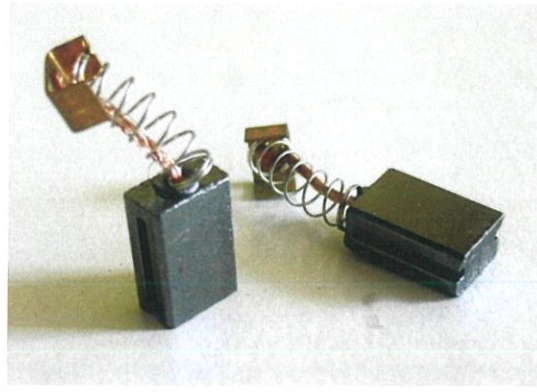
2.7.2 การควบคุมมอเตอร์

มอเตอร์ AC แบบความเร็วคงที่จะถูกควบคุมความเร็วด้วยตัวสตาร์ทแบบ Direct-on-line หรือ Soft-start

มอเตอร์ AC แบบความเร็วแปรได้จะใช้ตัวปรับความเร็วที่เป็นพาวเวอร์อินเวอร์เตอร์ หรือตัวปรับแบบใช้ความถี่หรือใช้เทคโนโลยีตัวสับเปลี่ยนอิเล็กทรอนิกส์หลายแบบแตกต่างกัน

คำว่าตัวสับเปลี่ยนอิเล็กทรอนิกส์มักจะเกี่ยวข้องกับการใช้งานของตัวสับเปลี่ยนที่ไม่ใช้แปรงถ่านในมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และในมอเตอร์ที่ขดลวดอยู่บนสเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแปรงถ่านแบบหนึ่ง

[**ที่มา :** https://th.wikipedia.org/wiki/มอเตอร์]

รูปที่ 2.10 ชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ BLDC ผลิตโดยบริษัท Interrol

[**ที่มา :** https://www.interroll.co.th/products/drives-and-controls/controls-drivers/drivecontrol-20-54/]

2.7.3 ประเภทของมอเตอร์

2.7.3.1 มอเตอร์ DC แบบใช้แปรงถ่าน

โดยนิยาม มอเตอร์แบบสับเปลี่ยนด้วยตนเองทั้งหมดทำงานด้วยไฟ DC ซึ่งต้องใช้แปรงถ่าน มอเตอร์ DC ส่วนใหญ่เป็นประเภทแม่เหล็กถาวรขนาดเล็ก

1. มอเตอร์ DC แบบกระตุ้นด้วยไฟฟ้า (Brushed DC Electric Motor)

2. มอเตอร์ DC แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent-magnet Electric Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.2 มอเตอร์ที่ใช้ตัวสับเปลี่ยนแบบอิเล็กทรอนิกส์

1. มอเตอร์ DC แบบไม่ใช้แปรง (Brushless DC Electric Motor: BLDC) ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 ตัวอย่างมอเตอร์ BLDC ผลิตโดยบริษัท Interroll

[**ที่มา :** https://www.interroll.co.th/products/drives-and-controls/rollerdrive/]

2. มอเตอร์แรงต้านแม่เหล็ก (Switched Reluctance Motor)

3. มอเตอร์ AC-DC สากล (Universal Motor)

2.8 เซนเซอร์ (Sensor)

ในปัจจุบันเซนเซอร์ถูกนำมาใช้กับงานทางอุตสาหกรรมมากมาย [7] โดยเซนเซอร์แบ่งออกเป็นหลายชนิด การเลือกใช้เซนเซอร์ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับงาน สภาพแวดล้อม และต้นทุน เพื่อให้สามารถใช้งานเซนเซอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

2.8.1 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสง (Photoelectric Sensor)

เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงคือ เซนเซอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งทำงานโดยอาศัยหลักการส่งและรับแสง มีส่วนประกอบสำคัญ 2 ส่วนคือ ตัวส่งแสง (Emitter) และตัวรับแสง (Receiver) ลักษณะการตรวจจับเกิดจากการที่ลำแสงจากตัวส่งสร้างลำแสงออกไปสะท้อนกับวัตถุ แล้วสะท้อนกลับมาที่ตัวรับแสง ส่งผลให้ตัวรับแสงรู้สภาวะที่เกิดขึ้นและเปลี่ยนแปลงสภาวะ และนำสัญญาณทางด้านขาออกไปใช้งานต่อไป โดยทั่วไปใช้ในงานการตรวจจับการเคลื่อนไหว การตรวจจับวัตถุ และการตรวจสอบขนาดรูปร่างของวัตถุ หากแบ่งประเภทตามการติดตั้งจะแบ่งได้ 3 แบบ ดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณลักษณะโดยทั่วไปของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงมีดังนี้ [8]

1. สามารถตรวจจับวัตถุแบบไม่ต้องสัมผัส

2. สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิดขึ้นอยู่กับประเภทของเซนเซอร์

3. สามารถตรวจจับ สี, ขนาด, ความลึก, ตำแหน่ง และพื้นที่ของวัตถุ

อุปกรณ์ที่เป็นตัวรับแสงส่วนใหญ่นิยมใช้โฟโตไดโอด (Photo Diode) หรือโฟโต-ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) ส่วนตัวส่งแสงนั้นโดยทั่วไปใช้ Led (Light Emitting Diode) เนื่องจากการต่อใช้งานร่วมกับวงจรอิเล็กทรอนิกส์ทำได้ง่าย สะดวกในการบำรุงรักษา ใช้กระแสไฟฟ้าต่ำ และไม่ได้รับผลกระทบจากสภาวะรอบข้าง ไม่ว่าจะเป็นสนามแม่เหล็ก ความถี่ ความร้อน ความชื้น หรือการสั่นสะเทือน

แบ่งประเภทของ Led ตามความยาวคลื่นของแสงได้ดังนี้

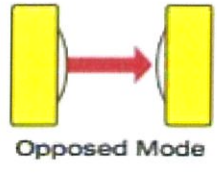
1. Led แบบแสงอินฟราเรด มีความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 910-950 นาโนเมตร ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ให้ความเข้มของแสงสูงและระยะส่งไกล แต่ไม่สามารถแยกสีได้

2. Led แบบแสงสีแดง มีความยาวคลื่นประมาณ 650 นาโนเมตร มองเห็นได้ด้วยตาเปล่า ความเข้มของแสงอยู่ในระดับปานกลาง สามารถตรวจจับพื้นผิวที่มีสีดำ สีน้ำเงิน และสีเขียวบนพื้นสีขาวได้ดี

3. Led แบบแสงสีเขียว มีความยาวคลื่นประมาณ 560 นาโนเมตร ให้ความเข้มของแสงต่ำ มีระยะการตรวจจับที่ไม่ไกล สามารถตรวจจับพื้นที่สีแดงบนพื้นสีขาวได้ดี

2.8.1.1 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน

เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทนี้ เวลาใช้งานตัวรับและตัวส่งจะวางอยู่ตรงข้ามกัน สามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดใหญ่ และช่วงระยะในการตรวจจับมากที่สุด ในสภาวะการทำงานปกติ ตัวรับจะรับสัญญาณแสงจากตัวส่งตลอดเวลา เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ตัดผ่านหน้าเซนเซอร์ ขวางลำแสงที่ส่งจากตัวส่งไปยังตัวรับ จะทำให้วงจรภายในตัวรับจะรับรู้ได้ว่ามีวัตถุขวางอยู่ ทำให้สถานะขาออกของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า “Dark On” หรือ “Dark Operate” ดังรูปที่ 2.12



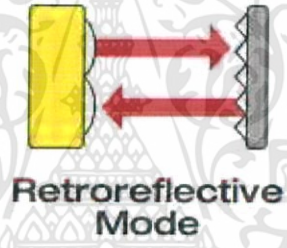
รูปที่ 2.12 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน [7]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.1.2 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทสะท้อนกับแผ่นสะท้อน

เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทนี้ ใช้งานคู่กับแผ่นสะท้อน ติดตั้งทั้งตัวส่งและตัวรับภายในตัวเดียวกัน จึงไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่ง เหมือนประเภทตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน ทำให้ใช้งานได้ง่ายกว่าเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทตัวรับ-ตัวส่งแยกกัน แต่อย่างไรก็ตาม จำเป็นต้องติดตั้งตัวแผ่นสะท้อนไว้ตรงข้ามกับตัวเซนเซอร์ เพื่อให้แสงจากตัวส่งสะท้อนกลับมาที่ตัวรับ เหมาะสำหรับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสงไม่เป็นมันวาว เนื่องจากอาจทำให้ตัวรับของเซนเซอร์รับแสงจากวัตถุแทนแสงจากแผ่นสะท้อน ทำให้ทำงานผิดพลาดได้ดังในรูปที่ 2.13

ในสภาวะการทำงานปกติตัวรับจะรับสัญญาณแสง ซึ่งสะท้อนกับแผ่นสะท้อนอยู่ตลอดเวลา เมื่อวัตถุเคลื่อนที่เข้ามาขวางลำแสง ตัวรับจึงไม่สามารถรับลำแสงที่จะสะท้อนกลับมาได้ ซึ่งทำให้วงจรภายในตัวรับจะรับรู้ได้ว่ามีวัตถุขวางอยู่ ทำให้สถานะของขาออกของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า “Dark On” หรือ “Dark Operate” เช่นเดียวกัน

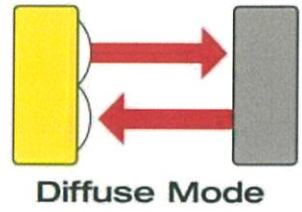


รูปที่ 2.13 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสง ประเภทสะท้อนกับแผ่นสะท้อน [7]

2.8.1.3 เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทสะท้อนกับวัตถุ

เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทนี้ติดตั้งทั้งตัวส่งและตัวรับภายในตัวเดียวกันดังรูปที่ 2.14 ทำให้ใช้งานง่ายเหมือนเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทสะท้อนกับแผ่นสะท้อน ใช้ตรวจจับชิ้นงานที่มีลักษณะทึบแสงและโปร่งแสงได้ ซึ่งในสภาวะการทำงานปกติ ตัวรับจะไม่สามารถรับสัญญาณจากตัวส่งได้ เนื่องจากไม่มีวัตถุที่จะทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนลำแสงกลับมายังตัวรับ เมื่อมีวัตถุผ่านหน้าเซนเซอร์ ทำให้ตัวรับสามารถรับลำแสงที่สะท้อนกลับมาจากวัตถุได้ วงจรภายในตัวรับจึงรับรู้ได้ว่ามีวัตถุขวางอยู่ ทำให้สถานะของขาออกของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า “Light On” หรือ “Light Operate”

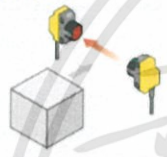
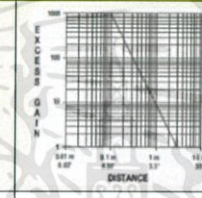
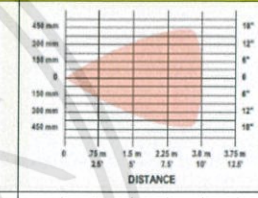
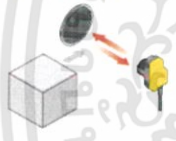
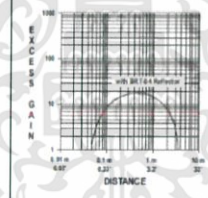
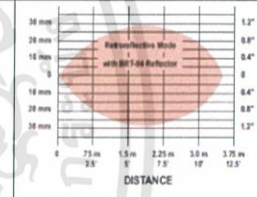
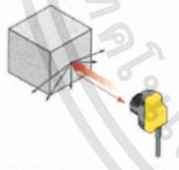
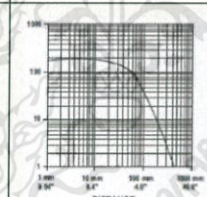
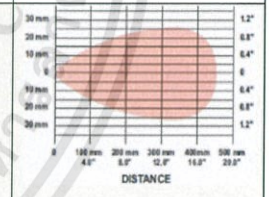
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทสะท้อนกับวัตถุ [7]

ตารางที่ 2.4 ประเภทและลักษณะการทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสง

[**ที่มา :** http://www.compomax.co.th/product/basics-of-photoelectric-sensing/]

Configuration	Features	Excess Gain	Beam Pattern
OPPOSED 	• เชื่อถือได้ที่สุด สำหรับการตรวจจับวัตถุทึบแสง • ค่า excess gain สูง ทำให้ระยะตรวจจับไกล • ประสิทธิภาพดี แม้สภาพแวดล้อมมีสิ่งปนเปื้อน เช่น ฝุ่น ควัน เป็นต้น • ทำงานได้ขณะที่การติดตั้งผิดแนว		
RETROREFLECTIVE 	• สะดวกเมื่อมีพื้นที่ติดตั้งจำกัด • ค่า excess gain สูง ทำให้ระยะตรวจจับไกล		
DIFFUSE 	• สะดวกเมื่อมีพื้นที่ติดตั้งจำกัด • ใช้ในงานที่มีการสะท้อนของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ		

เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงบางตัว สามารถปรับระยะการตรวจจับได้หลายระยะ ทั้งแบบปรับระยะอัตโนมัติและการปรับตั้งโดยกลไกภายนอก ซึ่งทำให้สะดวกต่อการใช้งานและมีความยืดหยุ่นสูง แต่ความเข้มแสงในการตรวจจับอาจจะมีความคลาดเคลื่อนไปด้วย

2.8.2 เซนเซอร์ตรวจวัดความดันลม (Pressure Sensor)

เซนเซอร์วัดความดันลม [9] มาตรการปกติของก๊าซหรือของเหลว ความดันคือการแสดงออกของแรงต้องหยุดของเหลวจากการขยายและเป็นที่รับรู้มักจะในแง่ของแรงต่อหน่วยพื้นที่ เซนเซอร์วัดความดันมักจะทำหน้าที่เป็นตัวแปลงสัญญาณ มันสร้างสัญญาณเป็นหน้าที่ของความดันที่กำหนดสำหรับวัตถุประสงค์ของการบทความนี้ เช่น สัญญาณไฟฟ้า เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์วัดความดันที่ใช้สำหรับการควบคุมและตรวจสอบในพันของการใช้งานในชีวิตประจำวัน เซนเซอร์วัดความดันยังสามารถนำมาใช้เพื่อวัดตัวแปรอื่นๆ เช่น การไหลของของไหลหรือก๊าซ ความเร็ว ระดับน้ำและระดับความสูง เซนเซอร์วัดความดันสามารถหรือจะเรียกว่า Pressure Transducers, Pressure Transmitters, Pressure Indicators, Manometers และอื่นๆ

นอกจากนี้ยังมีหมวดหมู่ของเซนเซอร์วัดความดันลมที่ถูกออกแบบมา เพื่อวัดในโหมดแบบไดนามิกสำหรับการจับการเปลี่ยนแปลงความเร็วสูงมากในความดัน ตัวอย่าง โปรแกรมสำหรับประเภทของเซนเซอร์นี้จะอยู่ในการวัดความดันการเผาไหม้ในกระบอกสูบเครื่องยนต์หรือในกังหันก๊าซ เซนเซอร์เหล่านี้เป็นผลิตภัณฑ์ที่ผลิตโดยทั่วไปออกจากวัสดุ Piezoelectric เช่น ผลึก

2.8.2.1 ชนิดของเซนเซอร์ตรวจวัดความดันลม

1. Absolute Pressure Sensor
2. Gauge Pressure Sensor
3. Vacuum Pressure Sensor
4. Differential Pressure Sensor
5. Sealed Pressure Sensor

2.9 สวิตช์ไฟฟ้า (Switch)

สวิตช์ไฟฟ้า (Switch) [10] คือ อุปกรณ์ควบคุมวงจรไฟฟ้า โดยหน้าสัมผัส (Contact) ของสวิตช์ไฟฟ้าเปิดวงจร (Open Circuit) เพื่อตัดวงจรไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าไม่ไหลผ่านวงจรไฟฟ้า และหน้าสัมผัสของสวิตช์ไฟฟ้าปิดวงจรไฟฟ้า (Closed Circuit) เพื่อต่อวงจรไฟฟ้า ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจรไฟฟ้า

รูปที่ 2.15 สวิตช์ไฟฟ้า [10]

หน้าสัมผัสของสวิตช์ไฟฟ้าเปิดวงจรไฟฟ้า หมายถึง หน้าสัมผัสของสวิตช์ไฟฟ้าแยกกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหน้าสัมผัสของสวิตช์ไฟฟ้าไม่ได้ กลไกแสดงดังรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าสัมผัสของสวิตช์ไฟฟ้าปิดวงจรไฟฟ้า หมายถึง หน้าสัมผัสของสวิตช์ไฟฟ้าสัมผัสกัน ทำให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหน้าสัมผัสของสวิตช์ไฟฟ้าได้

ก. สวิตช์จำกัดระยะ ข. สวิตช์สั่งงาน

รูปที่ 2.16 สวิตช์ไฟฟ้าในระบบอุตสาหกรรม [10]

สวิตช์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจสอบและควบคุมเครื่องจักรของระบบควบคุมไฟฟ้า ระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม ประกอบด้วย สวิตช์จำกัดระยะ (Limit Switch) และสวิตช์สั่งงาน (Command Switch) ดังรูปที่ 2.16

2.9.1 สวิตช์จำกัดระยะ (Limit Switch)

สวิตช์จำกัดระยะ เป็นสวิตช์ไฟฟ้าตรวจจับการเคลื่อนตำแหน่งวัตถุ สวิตช์จำกัดระยะแบ่งเป็นสวิตช์จำกัดระยะพื้นฐาน และสวิตช์จำกัดระยะทนงานหนัก (Heavy Duty Switch) สวิตช์จำกัดระยะพื้นฐานเป็นสวิตช์จำกัดระยะขนาดเล็ก สำหรับงานทั่วไป ดังรูปที่ 2.17 ต่างจากสวิตช์ทนงานหนัก ที่เป็นสวิตช์จำกัดระยะที่มีโครงสร้างแข็งแรงและทนทานกว่าสวิตช์จำกัดระยะพื้นฐาน ตัวเรือนของสวิตช์จำกัดระยะทนงานหนักออกแบบพิเศษสำหรับป้องกันน้ำ ฝุ่นละออง และการทำงานหนักระยะเวลานานภายในโรงงานอุตสาหกรรม

รูปที่ 2.17 สวิตช์จำกัดระยะ [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 สวิตช์สั่งงาน (Command Switch)

สวิตช์สั่งงานเป็นสวิตช์ไฟฟ้าสั่งงานเครื่องจักร โดยกลไกหน้าสัมผัสควบคุมการเปิดวงจรไฟฟ้าและการปิดวงจรไฟฟ้า ตัวอย่างดังรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.18 สวิตช์สั่งงาน [10]

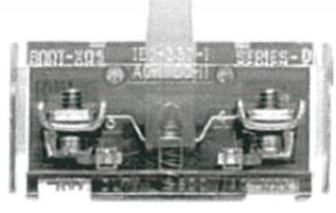
2.9.2.1 โครงสร้างสวิตช์สั่งงาน

สวิตช์สั่งงานเป็นสวิตช์ไฟฟ้าชนิดหน้าสัมผัสปุ่มกด ประกอบด้วย กลไกหน้าสัมผัส (Contact Box) สำหรับควบคุมวงจรไฟฟ้า กลไกสั่งงาน (Operator) ดังรูปที่ 2.19 สำหรับสั่งงานกลไกหน้าสัมผัสสวิตช์สั่งงาน และสลัก (Latch) สำหรับประกอบชิ้นส่วนกลไกสั่งงานกับกลไกหน้าสัมผัสของสวิตช์สั่งงาน

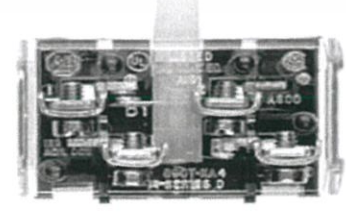
รูปที่ 2.19 ส่วนประกอบของสวิตช์สั่งงาน [10]

2.9.2.2 รูปแบบหน้าสัมผัสของสวิตช์สั่งงาน

รูปแบบหน้าสัมผัสของสวิตช์สั่งงาน ประกอบด้วยหน้าสัมผัสจำนวนหน้าสัมผัสเดียวและหน้าสัมผัสจำนวนสองหน้าสัมผัส ดังรูปที่ 2.20



ก. กลไกหน้าสัมผัสเดียว



ข. กลไกสองหน้าสัมผัส

รูปที่ 2.20 กลไกหน้าสัมผัสของสวิตช์สั่งงาน [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2.3 กลไกสั่งงานของสวิตช์สั่งงาน

กลไกสั่งงานของสวิตช์สั่งงาน ประกอบด้วยกลไกสั่งงานแบบกด กลไกสั่งงานแบบหมุน กลไกสั่งงานแบบโยก ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 กลไกสั่งงานของสวิตช์สั่งงาน [10]

1.	สวิตช์กด (Push Button Switch)	
2.	สวิตช์หมุน (Selector Switch)	
3.	สวิตช์กุญแจหมุน (Key Operated Selector Switch)	
4.	สวิตช์ก้านโยก (Toggle Switch)	
5.	สวิตช์ก้านควบคุม (Joystick)	
6.	สวิตช์เท้าเหยียบ (Foot Switch)	

2.9.2.4 หลอดสัญญาณ

หลอดสัญญาณเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ (แสดงสถานะ) ตามคำสั่ง หลอดสัญญาณจะแสดงสัญญาณเป็นไฟสถานะ

สวิตช์สั่งงานสามารถแบ่งตามรูปแบบหลอดสัญญาณได้เป็น 2 ประเภทคือ สวิตช์สั่งงานประเภทหลอดสัญญาณ (Lighted Command Switch) และสวิตช์สั่งงานประเภทไม่มีหลอดสัญญาณ (Non-Lighted Command Switch) ดังรูปที่ 2.21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สวิตช์สั่งงานที่ประกอบด้วยกลไกหลอดสัญญาณและกลไกหน้าสัมผัส ทั้งสองส่วนแยกเป็นกลไกอิสระต่อกันสามารถประหยัดพื้นที่ ใช้เป็นสวิตช์สั่งงานและหลอดสัญญาณแสดงสถานะในตำแหน่งเดียวกัน ส่วนมากนิยมให้หลอดสัญญาณเปลี่ยนสถานะพร้อมกับการเปลี่ยนสถานะของกลไกหน้าสัมผัส

ก. สวิตช์สั่งงานไม่มีหลอดสัญญาณ ข. สวิตช์สั่งงานชนิดหลอดสัญญาณ ค. หลอดสัญญาณ

รูปที่ 2.21 หลอดสัญญาณของสวิตช์สั่งงาน [10]

สวิตช์สั่งงานที่ติดตั้งหลอดสัญญาณ โดยกลไกหลอดสัญญาณ (Lamp Box) จะคล้ายกับกลไกหน้าสัมผัสของสวิตช์สั่งงาน ดังรูปที่ 2.22

ก. กลไกหน้าสัมผัส ข. กลไกหลอดสัญญาณ

รูปที่ 2.22 กลไกหน้าสัมผัสและกลไกหลอดสัญญาณของสวิตช์สั่งงาน [10]

ชนิดหลอดสัญญาณของสวิตช์สั่งงาน ประกอบด้วยหลอดสัญญาณนีออน (Neon Lamp) หลอดสัญญาณแอลอีดี (LED ย่อจาก Light Emitting Diode) และหลอดสัญญาณหลอดไส้ (Incandescent Lamp) ดังรูปที่ 2.23

ก. หลอดสัญญาณนีออน ข. หลอดสัญญาณแอลอีดี ค. หลอดสัญญาณหลอดไส้

รูปที่ 2.23 ชนิดหลอดสัญญาณ [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 นิวแมติกส์ (Pneumatics)

นิวแมติกส์ (Pneumatics) [10] คือ กลไกขับเคลื่อนเครื่องจักรกลโดยใช้แรงดันอากาศ หรือแรงดันก๊าซ ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic System) หมายถึง การใช้แรงดันอากาศ หรือแรงดันก๊าซขับเคลื่อนเครื่องจักรอุตสาหกรรม โดยอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) ควบคุมอุปกรณ์ขับเคลื่อน (Actuator) เพื่อขับเคลื่อนเครื่องจักร ทำให้การขับเคลื่อนเครื่องจักรอุตสาหกรรม ราคาถูก ปลอดภัย และความน่าเชื่อถือสูงมากกว่าอุปกรณ์ขับเคลื่อนชนิดอื่น ตัวอย่างอุปกรณ์ดังรูปที่ 2.24

รูปที่ 2.24 อุปกรณ์นิวแมติกส์ [10]

อุปกรณ์นิวแมติกส์สำหรับควบคุมและขับเคลื่อนเครื่องจักรอุตสาหกรรม ประกอบด้วย อุปกรณ์ขับเคลื่อน (Actuator) อุปกรณ์ควบคุม (Control Device) และอุปกรณ์ต้นกำลัง (Power Source) ดังนี้ ดังรูปที่ 2.25

2.10.1. วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)

2.10.2. กระบอกสูบลม (Air Cylinder หรือ Pneumatic Cylinder)

2.10.3. มอเตอร์ลม (Air Motor หรือ Pneumatic Motor)

2.10.4. วาล์วไหลทางเดียว (Non Return Valve)

2.10.5. เครื่องอัดอากาศ (Air Compressor)

2.10.6. ชุดบริการลมอัด

ก. อุปกรณ์ขับเคลื่อน

ข. อุปกรณ์ควบคุม

ค. อุปกรณ์ต้นกำลัง

รูปที่ 2.25 ประเภทของอุปกรณ์นิวแมติกส์ [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.1 วาล์วควบคุมทิศทาง

วาล์วควบคุมทิศทาง เป็นวาล์วควบคุมทิศทางลม กลไกของวาล์วควบคุมทิศทางเปลี่ยนเส้นทางลมภายในวาล์วควบคุม โดยปิดเส้นทางลมเดิม และเปิดเส้นทางลมใหม่ การเปลี่ยนเส้นทางลมของวาล์วควบคุมทิศทาง ไม่ทำให้ความดันลมและปริมาณลมไหลผ่านช่องทางลมของวาล์วควบคุมทิศทางเปลี่ยนแปลง

2.10.1.1 วาล์วควบคุมห้าทาง

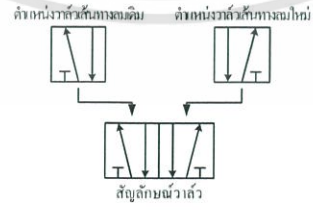
วาล์วควบคุมห้าทาง (Five Way Control Valve) เป็นวาล์วควบคุมทิศทางพื้นฐานสำหรับสลับตำแหน่งเส้นทางลมสามเส้นทางของวาล์วควบคุม

วาล์วควบคุมห้าทางประกอบด้วย ตัววาล์ว ลิ้นวาล์ว และรูลมจำนวน 5 รู วาล์วควบคุมห้าทางเปลี่ยนตำแหน่งลิ้นวาล์ว ทำให้เส้นทางลมสามเส้นทางของวาล์วควบคุมสลับตำแหน่ง เปิดเส้นทางลมใหม่ โดยเปลี่ยนรูลมออกเดิมเป็นรูลมเข้าใหม่และเปิดรูลมออกใหม่ เปลี่ยนเส้นทางลมเดิมโดยเปลี่ยนรูลมเข้าเดิมเป็นรูลมออกใหม่และปิดเส้นทางลมเดิมโดยปิดรูลมออกเดิม ดังรูปที่ 2.30

ก. เส้นทางลมเดิม ข. เส้นทางลมใหม่

รูปที่ 2.26 สัญลักษณ์ตำแหน่งวาล์วของวาล์วควบคุมห้าทาง [10]

สัญลักษณ์วาล์วควบคุมห้าทางประกอบด้วย สัญลักษณ์ตำแหน่งวาล์ว แสดงตำแหน่งลิ้นวาล์ว เส้นทางลมเดิมของวาล์วควบคุม และสัญลักษณ์ตำแหน่งวาล์ว แสดงตำแหน่งลิ้นวาล์ว เส้นทางลมใหม่ของวาล์วควบคุม ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.27 สัญลักษณ์วาล์วควบคุมทิศทางชนิด 5/2 [10]

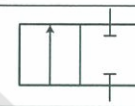
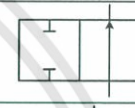
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์วควบคุมห้าทางประกอบด้วยเส้นทางลมภายในวาล์วควบคุมจำนวน 5 เส้นทาง วาล์วควบคุมห้าทางเป็นวาล์วควบคุมทิศทางชนิด 5/2 หรือวาล์วควบคุมทิศทางชนิดรูลม 5 รู และตำแหน่งวาล์ว 2 ตำแหน่ง

2.10.1.2 วาล์วควบคุมทิศทางชนิดต่างๆ

วาล์วควบคุมทิศทางประกอบด้วย วาล์วควบคุมพื้นฐาน และวาล์วควบคุมทิศทางชนิดต่างๆ รายละเอียดดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 วาล์วควบคุมทิศทางชนิดต่างๆ [10]

1.	วาล์วชนิด 2/2 ปกติปิด (Normally Closed)	
2.	วาล์วชนิด 2/2 ปกติเปิด (Normally Open)	
3.	วาล์วชนิด 3/2 ปกติปิด	
4.	วาล์วชนิด 3/2 ปกติเปิด	
5.	วาล์วชนิด 5/2 เลือกเส้นทางลมออก (Distributor)	
6.	วาล์วชนิด 5/2 เลือกเส้นทางลมเข้า (Selector)	

2.10.1.3 กลไกสั่งงานของวาล์วควบคุมทิศทาง

กลไกสั่งงาน (Actuator) ของวาล์วควบคุมทิศทาง เป็นกลไกเคลื่อนตำแหน่งลิ้นวาล์วสำหรับเปลี่ยนตำแหน่งวาล์ว และเส้นทางลมของวาล์วควบคุม ดังนี้

1. กลไกสั่งงานชนิดควบคุมด้วยมือ (Manual Control)
2. กลไกสั่งงานชนิดจักรกล (Mechanical Control)
3. กลไกสั่งงานชนิดความดันลม (Pressure Control)
4. กลไกสั่งงานชนิดไฟฟ้า (Electric Control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลไกสั่งงานชนิดไฟฟ้า เป็นกลไกสั่งงานวาล์วควบคุมโดยสัญญาณไฟฟ้า รายละเอียดดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 กลไกสั่งงานชนิดไฟฟ้า [10]

1.	กลไกสั่งงานชนิดขดลวดไฟฟ้า (Solenoid)		
2.	กลไกสั่งงานชนิดขดลวดไฟฟ้าและวาล์วนำร่อง (Solenoid and Pilot)		

2.10.2 กระบอกสูบลม

กระบอกสูบลม เป็นเครื่องจักรกลแปลงรูปพลังงานจากความดันอากาศเป็นพลังงานกล กำเนิดแรงขับเคลื่อนเครื่องจักรเชิงเส้น

กระบอกสูบลม ประกอบด้วยลูกสูบ (Piston) เป็นแผ่นโลหะกลม หรือโลหะทรงกระบอก ก้านสูบ (Rod) เป็นแท่งโลหะต่อจากลูกสูบ เสื้อสูบ (Cylinder Block) เป็นท่อโลหะกลวง ภายในเสื้อสูบบรรจุลูกสูบและก้านสูบ และรูลม (Pressure Connector) เป็นรูต่อรับลมอัด ประกอบด้วย รูลมด้านก้านสูบ (Rod End Port) และรูลมด้านลูกสูบ (Cap End Port) ทำให้ลูกสูบและก้านสูบเคลื่อนตำแหน่งภายในเสื้อสูบของกระบอกสูบลม โดยรูลมด้านก้านสูบทำให้ก้านสูบเคลื่อนเข้า และรูลมด้านลูกสูบทำให้ก้านสูบเคลื่อนออก ดังรูปที่ 2.26

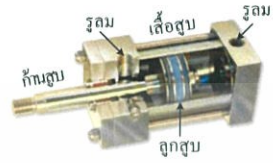
กระบอกสูบลม เป็นเครื่องจักรกลแปลงพลังงานของลมอัดหรือความดันอากาศ เป็นพลังงานกล โดยอากาศภายในกระบอกสูบความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศขยายตัว ทำให้พลังงานศักย์ของอากาศแปลงรูปเป็นพลังงานจลน์ ดันลูกสูบให้เคลื่อนที่

รูปที่ 2.28 ส่วนประกอบกระบอกสูบลม [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.2.1 กระบอกสูบสองทิศทาง

กระบอกสูบสองทิศทาง ดังรูปที่ 2.27เป็นกระบอกสูบลมสั่งงานโดยลมอัด ทำให้ก้านสูบเคลื่อนสองทิศทาง โดยรูลมด้านก้านสูบทำให้ก้านสูบเคลื่อนเข้า และรูลมด้านลูกสูบทำให้ก้านสูบเคลื่อนออก ดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.29 กระบอกสูบสองทิศทาง [10]

ก. ก้านสูบเคลื่อนออก ข. ก้านสูบเคลื่อนเข้า

รูปที่ 2.30 การสั่งงานกระบอกสูบสองทิศทาง [10]

2.10.3 มอเตอร์ลม

มอเตอร์ลม เป็นเครื่องจักรกลแปลงรูปพลังงานจากความดันอากาศเป็นพลังงานกลขับเคลื่อนเครื่องจักร ทำให้เครื่องจักรหมุนเช่นเดียวกับมอเตอร์ไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.29

ก. สัญลักษณ์มอเตอร์ลม ข. มอเตอร์ลม

รูปที่ 2.31 มอเตอร์ลม [10]

มอเตอร์ลมจะมีขนาดเล็กกว่ามอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์ลมไม่มีความสูญเสียเนื่องจากความร้อนและการรับภาระแรงบิดสูงไม่ทำให้มอเตอร์ลมเสียหายเช่นเดียวกับมอเตอร์ไฟฟ้า การควบคุมความเร็วและการควบคุมแรงบิดของมอเตอร์ลมทำได้ง่าย และราคาถูกกว่ามอเตอร์ไฟฟ้า โดยมอเตอร์ลมต้องการวาล์วควบคุมการไหลสำหรับควบคุมความเร็ว และมอเตอร์ลมต้องการวาล์วควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดันสำหรับควบคุมแรงบิด มอเตอร์ลมไม่ต้องการวงจรเริ่มหมุนและวงจรป้องกันกระแสเกินเช่นเดียวกับมอเตอร์ไฟฟ้า

2.10.4 วาล์วไหลทางเดียว

วาล์วไหลทางเดียว เป็นวาล์วควบคุมบังคับทิศทางลมให้ไหลผ่านทิศทางเดียว มีประเภทดังรูปที่ 2.32 วาล์วไหลทางเดียว มีรายละเอียดดังนี้

1. วาล์วกันกลับ (Check Valve)
2. วาล์วกันกลับสองทิศทาง (Shuttle Valve)
3. วาล์วสองความดัน (Two Pressure Valve)
4. วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว (Flow Control Check Valve)
5. วาล์วเร่งระบายลม (Quick Exhaust Valve)

วาล์วกันกลับ วาล์วกันกลับสองทิศทาง วาล์วสองความดัน วาล์วเร่งระบายลม

รูปที่ 2.32 วาล์วไหลทางเดียว [10]

2.10.4.1 วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว

วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว ดังรูปที่ 2.33 เป็นวาล์วควบคุมรูลมเข้า 1 รู และรูลมออก 1 รู วาล์วควบคุมการไหลทางเดียวเป็นวาล์วควบคุมเส้นทางลม 2 เส้นทาง เส้นทางลมปรับลดปริมาณลมไหลผ่านวาล์วควบคุมหนึ่งทิศทาง และเส้นทางลมบังคับทิศทางลมไหลผ่านทิศทางเดียวปริมาณลมไหลผ่านวาล์วควบคุมปกติหนึ่งทิศทาง โดยเส้นทางลมปรับลดปริมาณลม ช่องทางลมเป็นคอคอดหรือวัตถุกีดขวางช่องทางลมเช่นเดียวกับช่องทางลมของวาล์วควบคุมการไหล และเส้นทางลมบังคับทิศทางลมไหลผ่านทิศทางเดียว ลิ้นวาล์วเคลื่อนเปิดช่องทางลมโดยแรงดันลมอัด และเคลื่อนปิดช่องทางลมโดยกลไกสปริงดันกลับ

ก. สัญลักษณ์

ข. วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว

รูปที่ 2.33 วาล์วควบคุมการไหลทางเดียว [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10.5 เครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศ เป็นเครื่องจักรต้นกำลังผลิตลมอัดของระบบนิวแมติกส์ เครื่องอัดอากาศผลิตลมอัด โดยการลดปริมาตรอากาศทำให้อากาศมีความดันมากขึ้น

เครื่องอัดอากาศพื้นฐานของระบบนิวแมติกส์ เป็นเครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบ อัดอากาศโดยชักลูกสูบ ทำให้ปริมาตรอากาศภายในห้องอัดอากาศลดลง และความดันอากาศภายในห้องอัดอากาศเพิ่มขึ้น ตัวอย่างเครื่องอัดอากาศแสดงดังรูปที่ 2.34

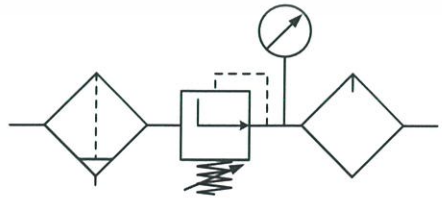
รูปที่ 2.34 เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบ [10]

2.10.6 ชุดบริการลมอัด

ชุดบริการลมอัด ดังรูปที่ 2.35เป็นเครื่องมือปรับปรุงคุณภาพลมอัด สำหรับอุปกรณ์นิวแมติกส์ โดยกำจัดน้ำ ฝุ่นละออง และสิ่งสกปรกต่างๆ ออกจากลมอัด ควบคุมความดันลมอัด และเติมสารหล่อลื่นในลมอัด

รูปที่ 2.35 ชุดบริการลมอัด [10]

ชุดบริการลมอัดทั่วไปประกอบด้วย เครื่องกรองลมอัด เครื่องควบคุมความดันลม เครื่องเติมสารหล่อลื่น และมาตรความดันสำหรับแสดงความดันลมอัด ดังรูปที่ 2.36



ก. สัญลักษณ์ทั่วไป

ข. สัญลักษณ์ย่อ

รูปที่ 2.36 สัญลักษณ์ชุดบริการลมอัด [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

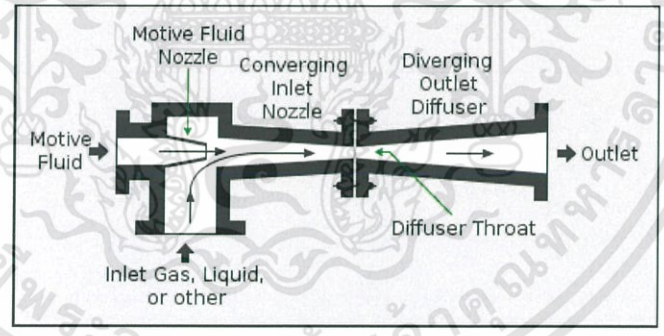
2.11 อุปกรณ์สำหรับงานสุญญากาศ (Vacuum Equipment)

อุปกรณ์สำหรับงานนิวแมติกส์ประเภท งานสุญญากาศ (Vacuum Equipment) [15] แบ่งเป็น

2.11.1 เครื่องกำเนิดสุญญากาศ (Vacuum Ejector, Vacuum Generator)

Vacuum Ejector อาศัยหลักการที่ทำให้เกิดสุญญากาศตรงบริเวณคอคอดที่เป็นเสมือนท่อสามแยก Venturi ที่อยู่ภายในตัวกำเนิดความดันสุญญากาศตัว Ejector โดยบริเวณนี้เหมือนทางสามแพร่งดังรูปที่ 2.37 ลมเข้ามาทางรูที่ 1 และเมื่อลมไหลเข้ามาเร็วในคอขวดของตัวกำเนิดความดันสุญญากาศ เช่น พื้นที่หน้าตัดที่ลมไหลผ่านลดลง 90 เปอร์เซ็นต์ ความเร็วลมจะมากขึ้น 90 เปอร์เซ็นต์ เช่นกัน พื้นที่ลดลง 9 เท่า ความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น 9 เท่า ทำให้ลมที่ไหลผ่านที่ Venturi จะปั่นป่วนอย่างมาก (Turbulence) โดยลมจะไหลออกอย่างรวดเร็วไปสู่รูออกที่ 2 ซึ่งมีขนาดใหญ่ที่อยู่ตรงข้ามกับทางเข้าที่ 1 บริเวณทางสามแพร่ง ที่อยู่ภายใน Venturi ก็จะเกิดสุญญากาศ ดูดอากาศจากทางเข้าที่ 3 ท่อทางเข้าที่ 3 จะไปต่อกับลูกยางดูดจับชิ้นงาน ในงานจับและวาง ตัวอย่างเครื่องกำเนิดสุญญากาศดังรูปที่ 2.38

เครื่องกำเนิดความดันสุญญากาศที่ต้องการปริมาณลมดูดมาก ไม่เหมาะที่จะใช้ Ejector ต้องใช้เป็นปั๊มสุญญากาศ ซึ่งมีทั้งแบบกระบอกสูบ แบบโรตารี่ แบบ Vane Type เป็นต้น



รูปที่ 2.37 หลักการของเครื่องกำเนิดความดันสุญญากาศ [15]

รูปที่ 2.38 เครื่องกำเนิดความดันสุญญากาศ [15]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 ยางดูดสุญญากาศ (Suction Cup)

2.11.2.1 ประเภทของยางดูดสุญญากาศ

ยางดูดสุญญากาศ (Suction Cups, Vacuum Pad) [16] คือ วัสดุที่ออกแบบมาเพื่อทำให้พื้นผิวมีแรงดูดสุญญากาศ ด้วยวัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการหยิบจับชิ้นงานในอุตสาหกรรมการผลิตต่างๆ ซึ่ง ยางดูดสุญญากาศสามารถช่วยหยิบจับวัตถุได้ในหลายรูปแบบ เช่น ยก หิ้ว เลือก วาง ตำแหน่ง เคลื่อนที่ หรือให้อยู่กับที่

ความสามารถในการหยิบจับของ ยางดูดสุญญากาศจะแตกต่างกันไป อาจแบ่งได้ง่ายๆ ตามขนาดและรูปทรงของยางดูดสุญญากาศ ซึ่งดังรูปที่ 2.39 มี 2 ประเภทหลักๆ ได้แก่

1. แบบแบนชั้นเดียว (Flat Suction Cup) ให้การยึดจับชิ้นงานที่มั่นคงไม่เลื่อนหลุดง่าย

2. แบบหลายชั้น (Bellow Suction Cups) ให้การยึดที่จับที่ยืดหยุ่นไปตามหน้าพื้นผิวของชิ้นงาน เหมาะสำหรับวัตถุที่เบาและบอบบางที่มีพื้นผิวไม่สม่ำเสมอ

รูปที่ 2.39 ประเภทของยางดูดสุญญากาศ [16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2.2 วัสดุที่ใช้ในการผลิตยางดูดสุญญากาศ

วัตถุดิบยางแบ่งเป็น 2 ชนิด [17]

1. ยางธรรมชาติ (NR) คือ ยางที่มาจากต้นยางพาราโดยตรง ไม่ผ่านกรรมวิธีการใดๆ คุณสมบัติของยาง NR : ทนการเสียดสี รับแรงกระแทก ยืดหยุ่นตัวดี ทนความร้อนได้ -20 ถึง 80 องศาเซลเซียส

2. ยางสังเคราะห์คือ ยางวิทยาศาสตร์เป็นยางที่มนุษย์ผสมขึ้นมาเอง ได้แก่ ยาง NBR, SILICONE และ URETHANE แต่ละชนิดมีคุณสมบัติดังนี้

คุณสมบัติของยาง NBR: เป็นยางกันน้ำมัน ทนการเสียดสีได้ แต่น้อยกว่ายางธรรมชาติ ทนความร้อนได้ -40 ถึง 120 องศาเซลเซียส

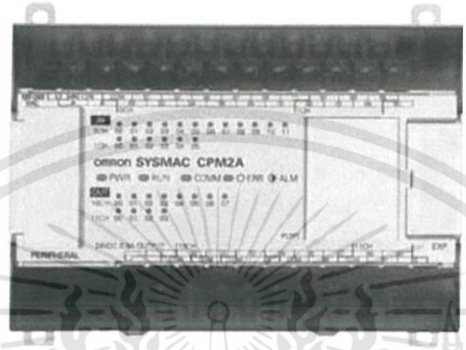
คุณสมบัติของยาง SILICONE: มีความยืดหยุ่นดี เหมาะสำหรับการใช้ในวงการอุตสาหกรรมอาหาร ไม่มีพิษต่อร่างกาย ทนต่อความร้อนได้สูงตั้งแต่ -50 ถึง 220 องศาเซลเซียส

คุณสมบัติของยาง POLYURETHANE: ทนต่อการเสียดสีได้ดีมาก ทนน้ำมัน ทนความร้อนได้ -40 ถึง 100 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 พีแอลซี (PLC)

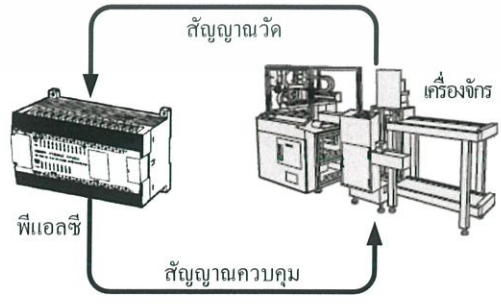
พีแอลซี (PLC ย่อจาก Programmable Logic Controller) [10] เป็นเครื่องมือควบคุมเครื่องจักรของระบบอัตโนมัติทางอุตสาหกรรม ดังรูปที่ 2.40 พีแอลซีเป็นเครื่องมือควบคุมที่เข้ามาแทนที่เครื่องมือควบคุมแบบลำดับแบบเดิม เช่น รีเลย์ อุปกรณ์หน่วงเวลา อุปกรณ์นับ โดยระบบพีแอลซีสามารถยืดหยุ่นและประหยัดพื้นที่การใช้งานได้มากกว่าอุปกรณ์ควบคุมแบบลำดับแบบเดิม



รูปที่ 2.40 พีแอลซี [10]

พีแอลซีต่างจากเครื่องมือควบคุมแบบลำดับแบบเดิม พีแอลซีควบคุมการทำงานของเครื่องจักรโดยโปรแกรมควบคุมคล้ายโปรแกรมคอมพิวเตอร์แทนวงจรไฟฟ้า และวงจรลมของเครื่องมือควบคุมแบบเดิม โปรแกรมควบคุมของพีแอลซีต่างจากโปรแกรมคอมพิวเตอร์ทั่วไปตรงที่พีแอลซีปรับปรุงภาษาคอมพิวเตอร์แบบเดิมขึ้นมาใหม่ สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมคล้ายวงจรไฟฟ้า และวงจรลมของระบบควบคุมแบบเดิม ทำให้บุคคลทั่วไปเข้าใจการเขียนโปรแกรมควบคุมของพีแอลซีโดยการศึกษาด้วยตนเองได้อย่างรวดเร็ว และพีแอลซีได้รับความนิยมมากขึ้นเรื่อยๆ

การควบคุมเครื่องจักรประกอบด้วยการรับสัญญาณวัด การตรวจสอบการทำงานของเครื่องจักร และการส่งสัญญาณควบคุมเครื่องจักร ตามโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรของพีแอลซี ดังรูปที่ 2.41

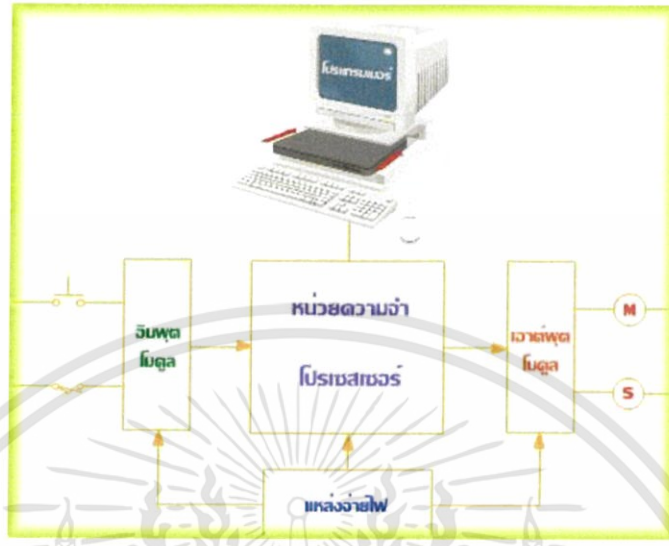


รูปที่ 2.41 หลักการควบคุมเครื่องจักรของพีแอลซี [10]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี

พีแอลซี (PLC) แบ่งออกได้ 3 ส่วน ดังรูปที่ 2.42 [11]



รูปที่ 2.42 ส่วนประกอบของพีแอลซี [11]

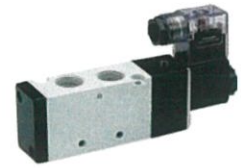
1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)
2. ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output : I/O) ตัวอย่างดังรูปที่ 2.43 และ 2.44

รูปที่ 2.43 โมดูลอินพุต

[**ที่มา :** https://www.shopcross.com/product/omron-cs1wid291-plc-input-module-96-point-5-ma-input-backplane-mounting]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. หลอดสัญญาณ



ข. วาล์วควบคุมนิวแมติกส์

รูปที่ 2.44 ตัวอย่างอุปกรณ์ภายนอก [10]

3. ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

2.12.2 ความสามารถของพีแอลซี

พีแอลซีสามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะ [11] คือ

2.12.2.1 งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control)

ตัวอย่างการทำงาน เช่น

1. การทำงานของระบบรีเลย์

2. การทำงานของไทเมอร์ เคาน์เตอร์

3. การทำงานของ P.C.B. Card

4. การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรืองานที่เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ

2.12.2.2 งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control)

ตัวอย่างการทำงาน เช่น

1. การทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร

2. การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog Control) เช่น การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) การควบคุมความดัน (Pressure) เป็นต้น

3. การควบคุม P.I.D. (Proportional-Intergral-Derivation)

4. การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Sevo-motor Control)

5. การควบคุม Stepper-motor

6. Information Handling

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.2.3 การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control)

ตัวอย่าง เช่น

1. งานสัญญาณเตือน (Alarm) และ Process Monitoring
2. Fault Diagnostic and Monitoring
3. งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ (RS-232C/RS422)
4. Printer หรือ ASCII Interfacing
5. งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม (Factory Automation Networking)
6. LAN (Local Area Network)
7. WAN (Wide Area Network)
8. FA., FMS. และ CIM. เป็นต้น

2.12.3 การติดตั้งพีแอลซี

ตัวอย่างการติดตั้งพีแอลซีในตู้ควบคุมไฟฟ้าแสดงดังรูปที่ 2.45 และมีข้อปฏิบัติดังนี้

2.12.3.1 ข้อควรพิจารณาก่อนการติดตั้ง

1. พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่
2. จะต้องเผื่อไว้ขยายในอนาคตหรือไม่
3. การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย
4. อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรมีผลกระทบกับ PLC หรือไม่
5. วิธีการป้องกัน PLC จากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย

2.12.3.2 สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง

1. มีแสงแดดส่องโดยตรง
2. มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า 55 องศาเซลเซียส
3. มีฝุ่นหรือไอเกลือ
4. มีความชื้นมาก
5. มีก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน หรือไวไฟ
6. สั่นสะเทือนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.45 ตัวอย่างตู้ควบคุมไฟฟ้าที่มีพีแอลซี

[**ที่มา** : http://www.shizconfa.co.th/portfolio/view.php?id=4]

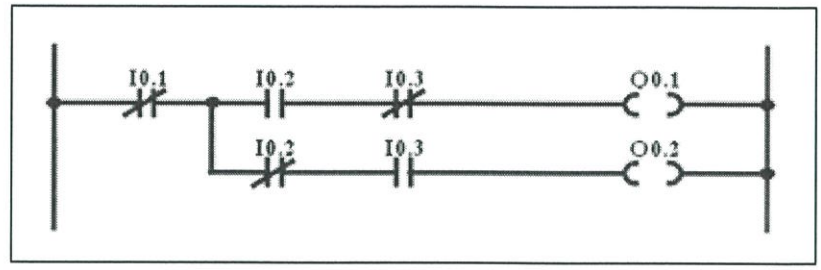
2.12.4 ภาษาพีแอลซี

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน IEC 1131-3 กำหนดไว้ 5 ภาษา [12] คือ LD (Ladder Diagram), FBD (Function Block Diagram), IL (Instruction List), ST (Structure Text) และ SFC (Sequential Function Chart) ถึงแม้ว่าลักษณะโครงสร้างของแต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกัน แต่ในแต่ละภาษาจะมีส่วนประกอบต่างๆ ในโปรแกรมมีลักษณะเดียวกันตามมาตรฐาน IEC 1131-3 เช่น ลักษณะการประกาศตัวแปร ฟังก์ชัน และฟังก์ชันบล็อก เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตาม มีความสามารถที่จะเขียนโปรแกรมโดยนำรูปแบบการเขียนในภาษาต่างๆ มารวมกันได้

2.12.4.1 LD (Ladder Diagram)

ภาษาแลดเดอร์ดังรูปที่ 2.46 จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของกราฟฟิค ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ และวงจรไฟฟ้า ซึ่งแลดเดอร์ไดอะแกรมจะประกอบด้วย ราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวา ของไดอะแกรม เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแส และมีขดลวดหรือคอยล์เป็นเอาต์พุต

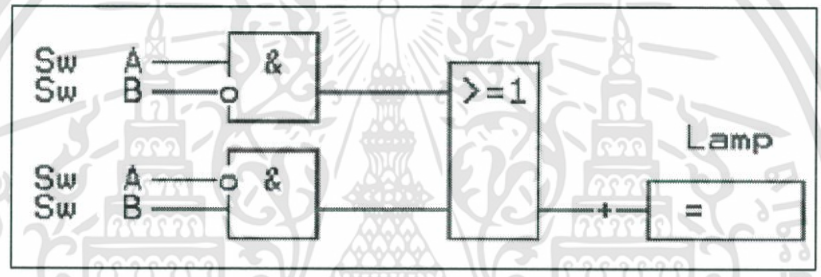
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.46 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแลดเดอร์ [12]

2.12.4.2 FBD (Function Block Diagram)

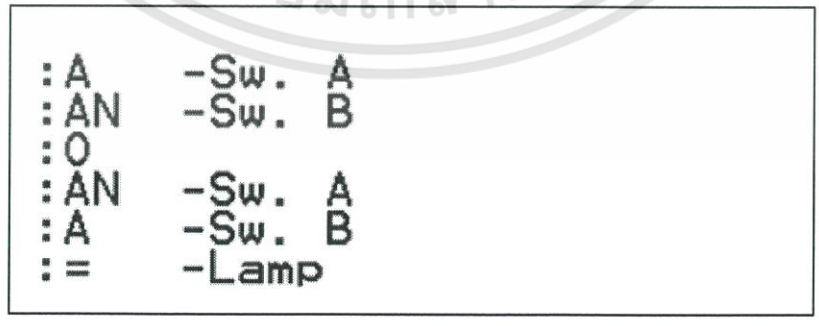
เป็นภาษาที่แสดงฟังก์ชัน การทำงานในรูปของกราฟฟิคเช่นเดียวกัน และเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปของ ฟังก์ชันบล็อคไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม ดังรูปที่ 2.47



รูปที่ 2.47 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา FBD [12]

2.12.4.3 IL (Instruction List)

IL จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี้ (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมจะประกอบด้วย ส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand) ดังรูปที่ 2.48



รูปที่ 2.48 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา IL [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12.4.4 ST (Structure Text)

ST จะเป็นภาษาในระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งจะประกอบไปด้วยนิพจน์ และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงาน เช่น IF...THEN...ELSE เป็นต้น คำสั่งเกี่ยวกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR, WHILE เป็นต้น ดังรูปที่ 2.49

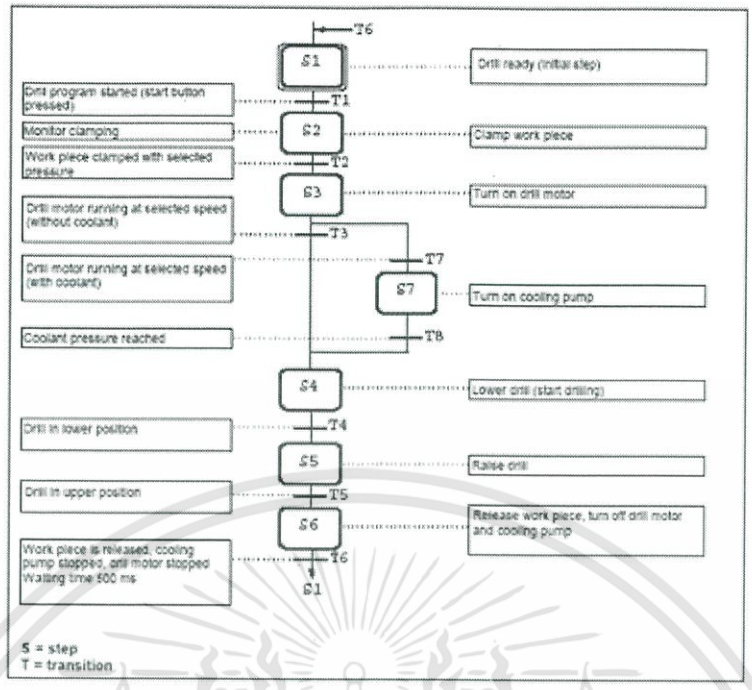
```
FUNCTION SQUARE : INT
(*********************************************************
This function returns as its function value the square of the
input value or if there is overflow, the maximum value that
can be represented as an integer.
*********************************************************)
VAR_INPUT
    value : INT;
END_VAR
BEGIN
IF value <= 181 THEN
    SQUARE   := value * value; //Calculation of function
value
ELSE
    SQUARE   := 32_767; // If overflow, set maximum value
END_IF;
END_FUNCTION
```

รูปที่ 2.49 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา ST [12]

2.12.4.5 SFC (Sequential Function Chart)

SFC จะเป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบซีเควนซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (คำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงาน เช่น Alternative Step Sequence และ Parallel Step Sequence เป็นต้น ดังรูปที่ 2.50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.50 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมด้วยภาษา SFC [12]

2.13 การเขียนแบบวิศวกรรม (Engineering Drawing)

2.13.1 ความสำคัญของงานเขียนแบบ

ในการสื่อสารระหว่างผู้คิดสิ่งประดิษฐ์กับผู้ผลิตในงานทางวิศวกรรม [13] ให้สามารถปฏิบัติงานได้อย่างรวดเร็วและถูกต้องนั้น การใช้รูปสัญลักษณ์หรือรูปภาพเป็นมาตรฐานตามวิธีการงานเขียนแบบ จะทำให้การสื่อสารเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

2.13.2 ระบบและมาตรฐานการเขียนแบบ

งานเขียนแบบที่มีรูปสามารถใช้ในการสื่อสารให้ผู้ที่อยู่ในอาชีพเดียวกัน ให้เข้าใจตรงกันของวิชาชีพวิศวกรรมสาขาต่างๆ มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีองค์กรกลางเป็นผู้กำหนดมาตรฐานที่เกี่ยวของกับงานเขียนแบบในแต่ละสาขา ให้เป็นไปในแนวปฏิบัติเดียวกัน

2.13.2.1 ระบบและมาตรฐานอุตสาหกรรม

1. หน่วยงานระบบและมาตรฐานสากล

ISO (International Organization for Standardization) องค์กรระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน เป็นองค์กรที่ทำหน้าที่บัญญัติศัพท์ให้ความหมาย กำหนดรูปสัญลักษณ์ กำหนดคุณสมบัติ คุณภาพของบริภัณฑ์ต่างๆ ทางคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ วิศวกรรมศาสตร์ และสาขาอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : สำหรับงานด้านการเขียนแบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ มีหน่วยงานแยกออกไปเฉพาะคือ IEC (International Electrotechnical Commission) หรือคณะกรรมการระหว่างประเทศว่าด้วยเทคนิคไฟฟ้า เป็นผู้กำหนดซึ่งมาตรฐานนี้ เป็นที่นิยมใช้ในประเทศอังกฤษ เยอรมัน รวมทั้งประเทศไทย

2. หน่วยงานระบบและมาตรฐานประเทศ

- ANSI (American National Standard Institute)
- IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineer)
- EIA (Electronic Industry Association)
- NEMA (National Electrical Manufactures Association)
- FCC (Federal Communication Commission)
- NASA (National Aeronautics and Space Administration)

3. หน่วยงานระบบและมาตรฐานประเทศเยอรมันตะวันตก ที่นิยมใช้คือ DIN (Dutch Industrial Norn)

4. หน่วยงานระบบและมาตรฐานประเทศญี่ปุ่น ที่นิยมใช้คือ JIS (Japanese Industrial Standard)

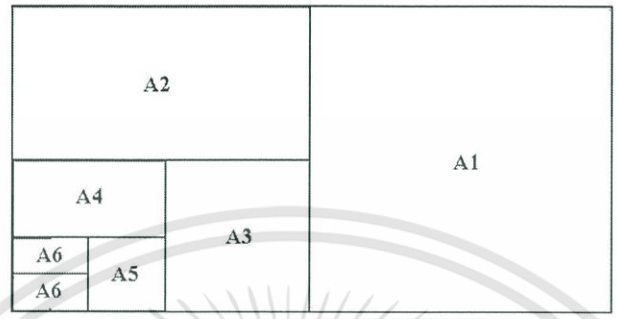
5. หน่วยงานระบบและมาตรฐานประเทศอังกฤษ ที่นิยมใช้คือ BSI (British Standard Institution)

6. หน่วยงานระบบและมาตรฐานประเทศไทยคือ TIS (Thai Industrial Standard Institution) หรือสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก.) เป็นหน่วยงานของรัฐบาลไทยที่ขึ้นอยู่กับกระทรวงอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2.2 มาตรฐานของกระดาษเขียนแบบ

ตามมาตรฐาน DIN 476 ได้กำหนดมาตรฐานขนาดเขียนแบบขนาด DIN A0 (กระดาษที่มีพื้นที่ 1 ตารางเมตร และมีอัตราส่วนด้านยาว : ด้านกว้าง เป็น 1 : 2 และเมื่อแบ่งย่อยลงไปจะได้เป็นขนาด A1 A2 A3 A4 A5 และ A6 ดังรูปที่ 2.51 และขนาดแสดงดังตารางที่ 2.8



รูปที่ 2.51 มาตรฐานขนาดเขียนแบบขนาด DIN A0 [13]

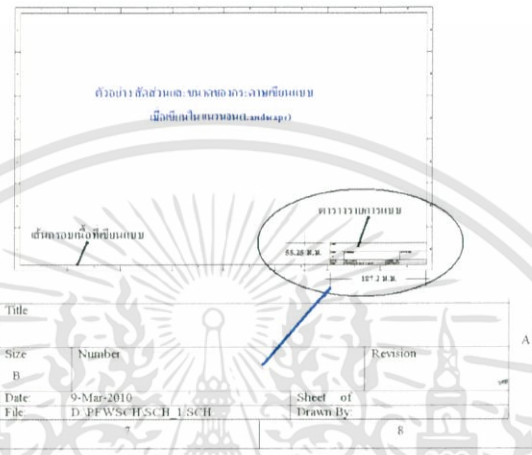
ตารางที่ 2.8 ขนาดของกระดาษเขียนแบบตามมาตรฐาน DIN 476 [13]

รูปแบบ (Format)	ขนาดกระดาษ กว้างxยาว (mm.)
A0	841 x 1189
A1	594 x 841
A2	420 x 594
A3	297 x 420
A4	210 x 297
A5	148 x 210
A6	105 x 148

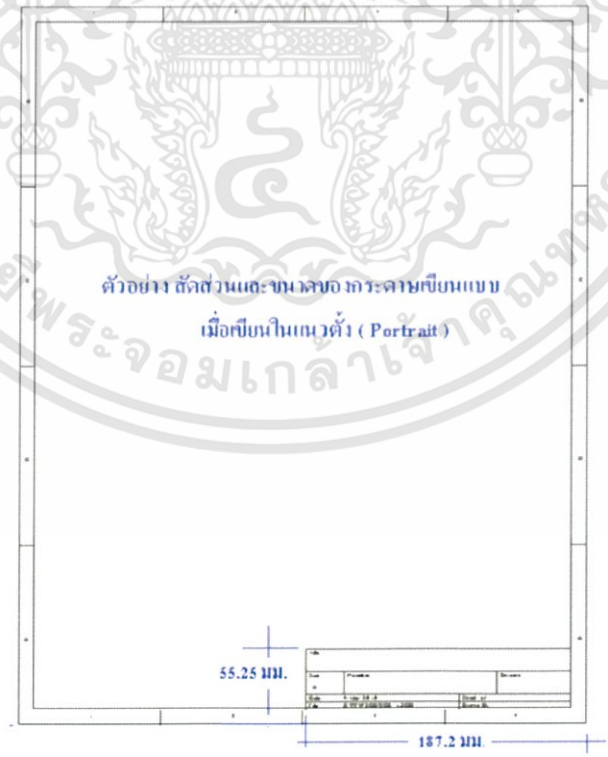
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2.3 มาตรฐานตารางรายการแบบ

ตารางรายการแบบ เป็นส่วนที่แสดงไว้ในแบบเพื่อบอกข้อมูลต่างๆ ตามมาตรฐาน มอก. ได้กำหนดรายการต่างๆ ดังรูปที่ 2.52 และ 2.53 ที่ต้องแสดงไว้ในตารางรายการแบบอย่างน้อย ดังนี้ ชื่อชิ้นส่วนที่เขียน หมายเลขแบบ ชื่อที่อยู่ของเจ้าของแบบ ชื่อผู้ออกแบบ ผู้เขียน ผู้ตรวจ และผู้รับผิดชอบ มาตราส่วน วันเดือนปีที่เขียนแบบ



รูปที่ 2.52 ตัวอย่างรูปแบบมาตรฐานตารางรายการแบบของกระดาษเขียนแบบในแนวนอน [13]



รูปที่ 2.53 ตัวอย่างรูปแบบมาตรฐานตารางรายการแบบของกระดาษเขียนแบบในแนวตั้ง [13]

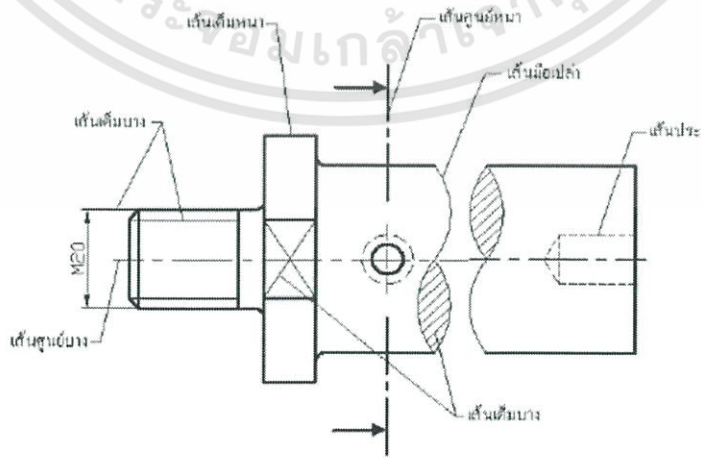
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.13.2.4 ชนิดและความหนาของเส้น

เส้นที่ใช้ในการเขียนแบบตามระบบ ISO ได้กำหนดชนิดและความหนาของเส้นเป็นมาตรฐาน ดังตารางที่ 2.9 และมีตัวอย่างดังรูปที่ 2.54

ตารางที่ 2.9 เส้นที่ใช้ในการเขียนแบบตามระบบ ISO [13]

ชนิดของเส้น	ลักษณะของเส้น	ปากกา	ดินสอ	การใช้งานเป็น
เส้นเต็มหนา		0.5 mm	HB	เส้นขอบรูปที่มองเห็นชัดเจนหรือแสดงความจริง (Visible Line)
เส้นเต็มบาง		0.25 mm	2H	เส้นกำหนดขนาด (Dimension Line) เส้นอ้างอิง (Reference Line) เส้นทะแยงมุม (Diagonal Line) เป็นเส้นร่างแบบ
เส้นประ		0.35 mm	H	เส้นขอบงานที่ถูกบังไว้ เส้นแสดงมุมที่มองไม่เห็น (Concealed Line)
เส้นศูนย์กลางหนา		0.5 mm	HB	เส้นแสดงภาพตัด (Section Line)
เส้นศูนย์กลางบาง		0.25 mm	2H	เส้นผ่าศูนย์กลางของชิ้นงานกลม
เส้นรอยตัดย่อส่วน เส้นมือเปล่า		0.25 mm	2H	เส้นแสดงรอยตัดย่อส่วน เส้นแสดงรอยตัดแตกตัว เส้นร่างชิ้นงานก่อนการเขียนแบบ



รูปที่ 2.54 ตัวอย่างการใช้เส้นแบบต่างๆ ในงานเขียนแบบ [13]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14 การเขียนแบบวงจรไฟฟ้า (Electric Circuit Drawing)

งานออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า เป็นงานที่ต้องอาศัยผู้มีความรู้และความชำนาญในการออกแบบ และควบคุมดูแลการติดตั้งให้เป็นไปอย่างถูกต้องตามมาตรฐาน ซึ่งจะส่งผลให้ระบบไฟฟ้าของอาคารและสถานประกอบการมีความปลอดภัยในการใช้งาน มีความเชื่อถือสูง ตลอดจนสามารถที่จะตรวจสอบ ดูแล และบำรุงรักษาได้ง่าย ดังนั้นในการออกแบบระบบไฟฟ้าจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเขียนรายละเอียดต่างๆ ลงในแบบไฟฟ้า เพื่อแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของอุปกรณ์และลักษณะการเดินสาย

แบบ หรือ Drawing นับเป็นภาษาสากลภาษาหนึ่ง [14] ใช้ในการสื่อสารความต้องการระหว่างผู้ออกแบบ และผู้เกี่ยวข้องทุกฝ่าย เพื่อความเข้าใจที่ตรงกันไม่ว่าจะเป็นงานระบบใดๆ การอ่านแบบจึงเป็นส่วนสำคัญในการทำงานให้บรรลุจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

2.14.1 แบบที่ใช้ในงานติดตั้งระบบไฟฟ้า

แบบที่ใช้ในงานก่อสร้าง หรือติดตั้งระบบต่างๆ มี 3 ชนิด คือ Design Drawing, Shop Drawing และ As-Built Drawing

2.14.1.1 Design Drawing

Design Drawing คือ แบบที่ผู้ออกแบบจัดทำขึ้น ตามมาตรฐานการออกแบบระบบไฟฟ้า แบบนี้จะไม่มีรายละเอียดมากนัก ระบุเพียงแต่ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์ ขนาดสาย และจำนวนของอุปกรณ์เท่านั้น เป็นแบบที่ใช้ในการประมาณราคาเพื่อประมูลงาน โดยอัตราส่วน (Scale) ของแบบที่นิยมใช้ 1 : 100, 1 : 200, 1 : 500 ส่วนประกอบหลักของ Design Drawing มีดังนี้

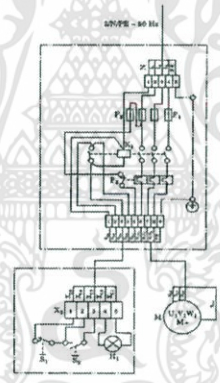
- สารบัญแบบ
- สัญลักษณ์ต่างๆ ทางไฟฟ้า
- One Line Diagram
- Riser Diagram
- แบบผัง (Plan)
- แบบรายละเอียด (Detail Drawing)
- ตารางโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.1.2 Shop Drawing

คือแบบที่ใช้ในการทำงานจริง ซึ่งจะถูกจัดทำขึ้นเมื่อเข้าไปทำงานในหน่วยงาน เป็นแบบที่ระบุรายละเอียดและวิธีการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อทำให้ผู้มีหน้าที่ติดตั้งเข้าใจ และติดตั้งได้อย่างถูกต้อง Shop Drawing ดังรูปที่ 2.55 นี้ จะมีรายละเอียดของการติดตั้งมากกว่า Design Drawing มีการบอกตำแหน่ง แนวหรือเส้นทางการติดตั้งท่อ และมิติที่แน่นอน อัตราส่วนที่นิยมใช้ 1 : 100, 1 : 50, 1 : 20

โดยทั่วไปผู้รับเหมาจะต้องจัดทำ Shop Design ส่งให้ผู้ควบคุมงานเพื่อขออนุมัติก่อนดำเนินการตามแบบที่เสนอ Shop Design อาจจัดทำขึ้นเฉพาะรายละเอียดในส่วนที่ไม่ได้ระบุไว้ใน Design Drawing เช่น แบบขยายในบริเวณเหนือฝ้าเพดานที่มีการติดตั้งท่อร้อยสายระบบไฟฟ้าแสงสว่าง ท่อลมปรับอากาศ ท่อน้ำดับเพลิง และอื่นๆ ในพื้นที่เดียวกัน เพื่อให้สามารถติดตั้งงานทุกระบบได้โดยไม่กีดขวางกัน แต่โดยส่วนมากมักคัดลอก Design Drawing มาทำเป็น Shop Design โดยที่ไม่มีรายละเอียดที่สำคัญเพิ่มส่งให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติ ซึ่งเป็นความเข้าใจที่ผิด อาจจะส่งผลให้เกิดความคลาดเคลื่อนในแบบได้



รูปที่ 2.55 Shop Drawing

[**ที่มา :** http://utcc2.utcc.ac.th/engineer/learning/chalermchon_vis/download/automation/Automation06.pdf]

2.14.1.3 As-Built Drawing

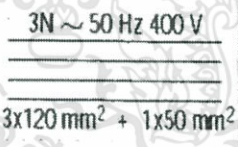
As-Built Drawing หรือแบบก่อสร้างจริง เป็นแบบที่ผู้ใช้งานอาคาร ใช้ในการอำนวยการใช้ หรือซ่อมบำรุงระบบไฟฟ้าภายหลังจากการติดตั้ง หรือก่อสร้างอาคารเสร็จเรียบร้อยแล้ว As-Built Drawing จะต้องแสดงรายละเอียดการติดตั้ง แนวทาง และมิติตามที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ หรือการทำงานจริง รายละเอียดในแบบจึงอาจแตกต่างจากที่กำหนดใน Design Drawing ในการจัดทำ As-Built Drawing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.14.2 สัญลักษณ์ที่ใช้

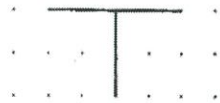
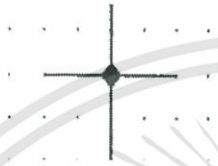
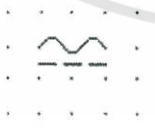
สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบระบบไฟฟ้าอาจแตกต่างกันตามมาตรฐานที่ผู้ออกแบบอ้างอิงตัวอย่างของสัญลักษณ์ดังตารางที่ 2.10 เป็นสัญลักษณ์ที่อ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 60617 เนื่องจากสำนักงานมาตรฐานอุตสาหกรรม (สมอ.) ได้ใช้มาตรฐาน IEC เป็นมาตรฐานอ้างอิงสำหรับระบบไฟฟ้า

ตารางที่ 2.10 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60617 [14]

เลขที่อ้างอิง IEC 60617-2005	Symbol	Name	Alternative names
S00001		Connection, general symbol	conductor; cable; line; transmission path; telecommunication line
S00002		Group of connections (number of connections indicated)	conductors, connections
S00003		Group of connections (number of connections indicated)	conductors, connections
S00005		Three – phase circuit	conductors, connections
S00006		Flexible connection	conductors, connections
S00016		Connection point	Junction
S00017		Terminal	terminals

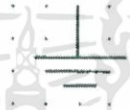
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60617 (ต่อ) [14]

S00019		T - connection	branchings, connections, junction
S00020		T - connection	branchings, connections, junction
S00022		Double junction of conductors	branchings, connections, junction
S00069	~ 50 Hz	Alternating current (indication of frequency)	
S00073		Alternating current (indication of frequency range : low)	Different frequency ranges. Relatively low frequencies (power frequencies and sub-audio frequencies
S00074		Alternating current (indication of frequency range : medium)	Different frequency ranges. Medium frequencies (audio)
S00075		Alternating current (indication of frequency range : high)	Different frequency ranges. Relatively high frequencies (super audio and carrier
S00076		Rectified current with alternating component	
S00077	+	Positive polarity	

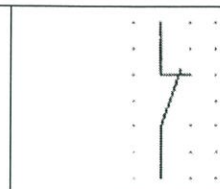
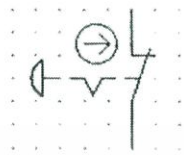
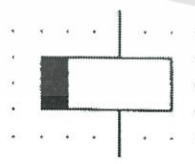
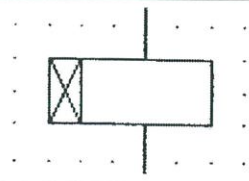
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60617 (ต่อ) [14]

S00078	−	Negative polarity	
S00079	N	Neutral	
S00121		Electromagnetic effect	
S00200		Earth, general symbol	Earthing, general symbol; Ground (US), general symbol; Grounding (US), general symbol
S00202		Protective earthing	Protective grounding (US); Protective earthing conductor; Protective earthing terminal; Protective grounding conductor (US); Protective grounding terminal (US)
S00208		Fault	Indication of assumed fault location
S00209		Flashover	Break-through
S00227		Make contact, general symbol; Switch, general symbol	

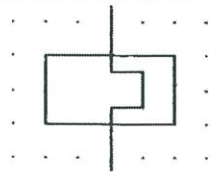
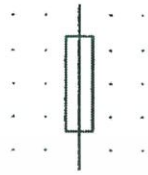
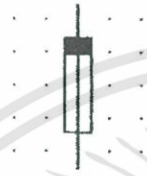
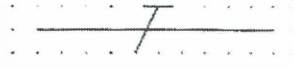
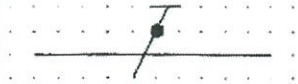
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60617 (ต่อ) [14]

S00229		Break contact	
S00258		Switch, emergency stop	
S00284		Contactor; Main make contact of a contactor	
S00287		Circuit breaker	
S00288		Disconnector; Isolator	
S00290		Switch – disconnector; On – load isolating switch	
S00291		Switch - disconnector, automatic release; On – load isolating switch, automatic release	
S00311		Relay coil of a slow – releasing relay	
S00312		Relay coil of a slow – operating relay	

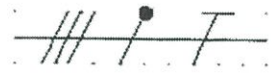
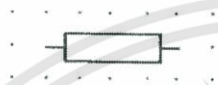
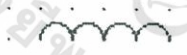
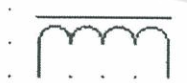
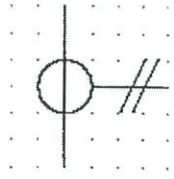
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60617 (ต่อ) [14]

S00325		Operating device of a thermal relay	
S00362		Fuse, general symbol	
S00363		Fuse	
S00368		Fuse - switch	
S00369		Fuse – disconnector; Fuse isolator	
S00370		Fuse switch – disconnector; On - load isolating fuse switch	
S00446		Neutral conductor	
S00447		Protective conductor	
S00448		Combined protective and neutral conductor	

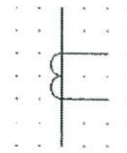
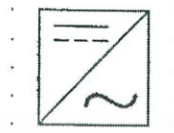
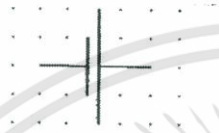
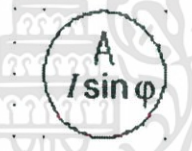
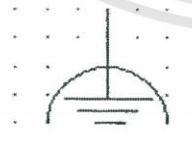
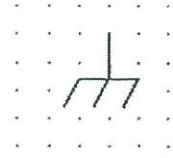
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60617 (ต่อ) [14]

S00449		Three – phase wiring with neutral conductor and protective conductor	
S00483		Lamp, general symbol	
S00555		Resistor, general symbol	
S00557		Resistor, adjustable	
S00567		Capacitor, general symbol	
S00571		Capacitor, polarized	Electrolytic capacitor
S00583		Coil, general symbol; Winding, general symbol	Inductor, Choke
S00585		Inductor with magnetic core	
S00850		Current transformer, general symbol	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบระบบไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 60617 (ต่อ) [14]

S00851		Current transformer, general symbol	
S00896		Inverter	
S00898		Primary cell	Battery
S00913		Voltmeter	
S00914		Reactive current ammeter	
S00917		Power – factor meter	
S00965		Lamp, general symbol	lamp, general symbol; signal lamp, general symbol
S01408		Functional earthing; Functional grounding (US)	Functional earthing conductor; Functional earthing terminal
S01409		Functional equipotential bonding	Functional bonding conductor; Functional bonding terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงงาน

การดำเนินโครงงานเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ (Automatic Insert Manual Loading Machine) เริ่มดำเนินทำโครงงานตั้งแต่ การออกแบบโครงสร้างทางกล การออกแบบวงจรไฟฟ้า ออกแบบวงจรนิวแมติกส์ รวมถึงการประกอบเครื่องจักรและเขียนโปรแกรมลำดับการทำงานของเครื่องจักร หลังจากเขียนโปรแกรมสั่งงานเครื่องจักรแล้วจะเริ่มทำการทดสอบเครื่องจักรเพื่อเตรียมการนำไปติดตั้งในสายการผลิต

3.1 การวางแผนการดำเนินโครงงาน

ในการจัดทำโครงงานจะต้องมีการวางแผนงานเป็นขั้นตอน และจัดลำดับช่วงเวลาของแต่ละส่วนงาน เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้อย่างเป็นระบบ โดยแผนงานที่ได้วางแผนไว้ เป็นช่วงเวลาที่ดำเนินโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด คือ ช่วงเวลาระหว่างวันที่ 6 สิงหาคม 2561 ถึงวันที่ 21 ธันวาคม 2561 แสดงแผนการดำเนินงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 Automatic Insert Manual Loading Machine Timeline

ลำดับ	หัวข้องาน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน				ธันวาคม			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ศึกษาและเรียนรู้ลักษณะงาน หน้าที่ และขอบเขตการปฏิบัติงาน																				
2	ศึกษาการบรรจุคู่มือด้วยคนและเงื่อนไขของเครื่องจักร																				
3	ออกแบบโครงสร้างและกลไกการทำงานของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ																				
4	ออกแบบวงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงานเครื่องนำเข้ากล่อง																				
5	จัดซื้ออุปกรณ์																				
6	ประกอบโครงสร้างและกลไกเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ																				
7	ประกอบตู้ควบคุมการทำงานเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ																				
8	ทดสอบการทำงานของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ																				
9	จัดทำรูปเล่มรายงาน																				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

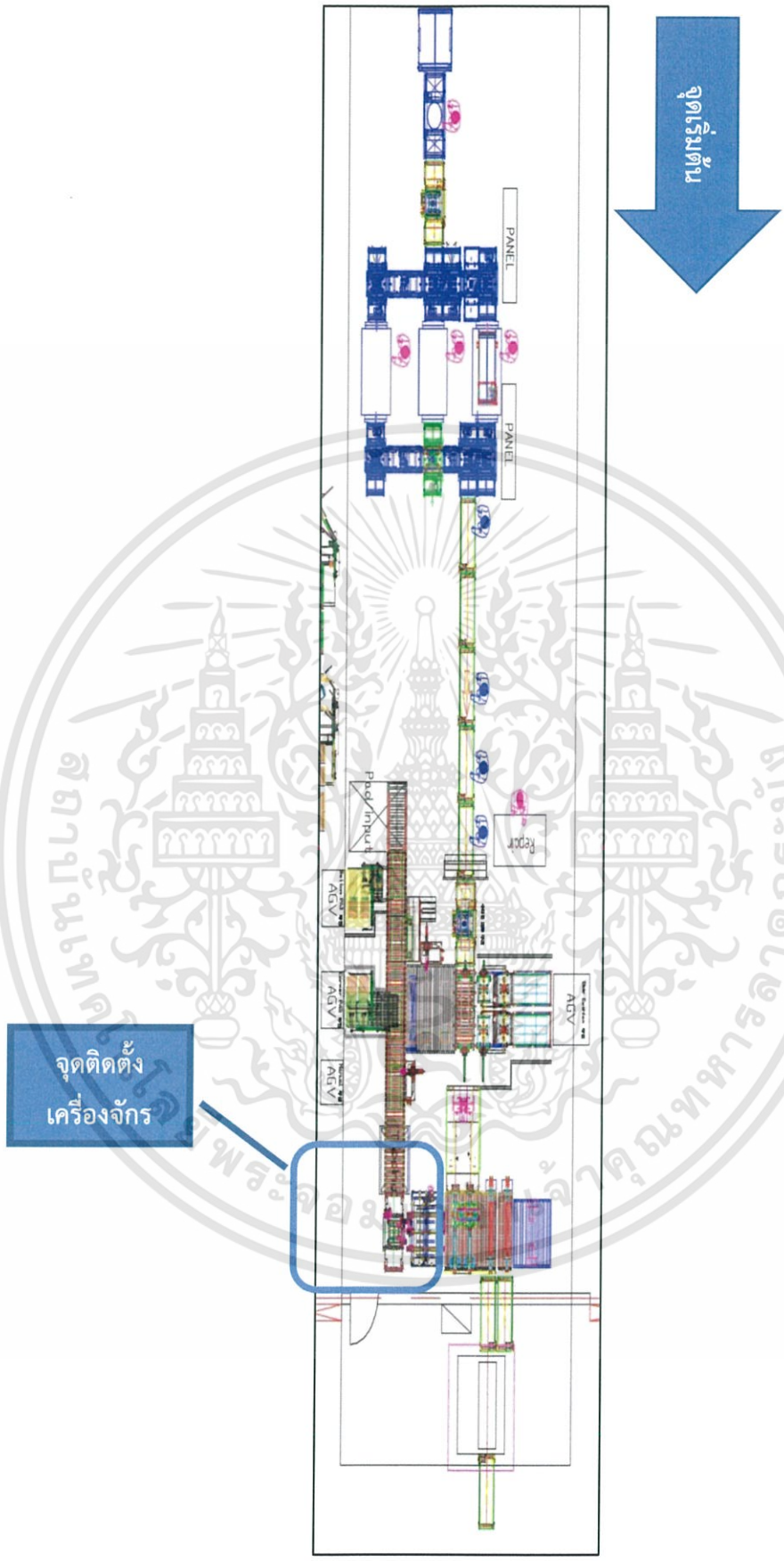
3.2 การศึกษาเงื่อนไข ลักษณะการทำงานของจุดงานบรรจุคู่มือ และจุดติดตั้ง

ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ การผลิตสินค้าให้ได้คุณภาพและทันตามความต้องการของตลาด จำเป็นจะต้องใช้ทั้งแรงงานมนุษย์และเครื่องจักรในการผลิต เครื่องจักรในสายการผลิตจึงจำเป็นต้องมีเงื่อนไขหลากหลายประการเพื่อให้สามารถทำงานทดแทนมนุษย์และมีคุณภาพที่ดีกว่าหรือไล่เลี่ยกัน

ลักษณะในการทำงานของจุดงานบรรจุคู่มือเป็นดังนี้ เมื่อกล่องเครื่องปรับอากาศเคลื่อนผ่านมาเพื่อบรรจุคู่มือ กล่องจะถูกสแกนเพื่อตรวจสอบรุ่นจากนั้นพนักงานจะนำคู่มือมาสแกนคู่กัน เพื่อตรวจสอบรุ่นของคู่มือนั้นให้ตรงกับรุ่นของเครื่องปรับอากาศที่บรรจุในกล่อง ทั้งนี้เครื่องปรับอากาศรุ่นต่างกันจะมีจำนวนคู่มือที่ต้องแนบไม่เท่ากันดังแสดงในตารางที่ 3.2 ทำให้พนักงานต้องใช้เวลามากในการบรรจุคู่มือหลายเล่ม รวมทั้งอาจเกิดความผิดพลาดจากตัวบุคคลในขั้นตอนนี้ได้ โครงงานนี้จึงได้มีการออกแบบเครื่องจักรเพื่อช่วยในการทุ่นแรงพนักงานและเพิ่มประสิทธิภาพสายการผลิต

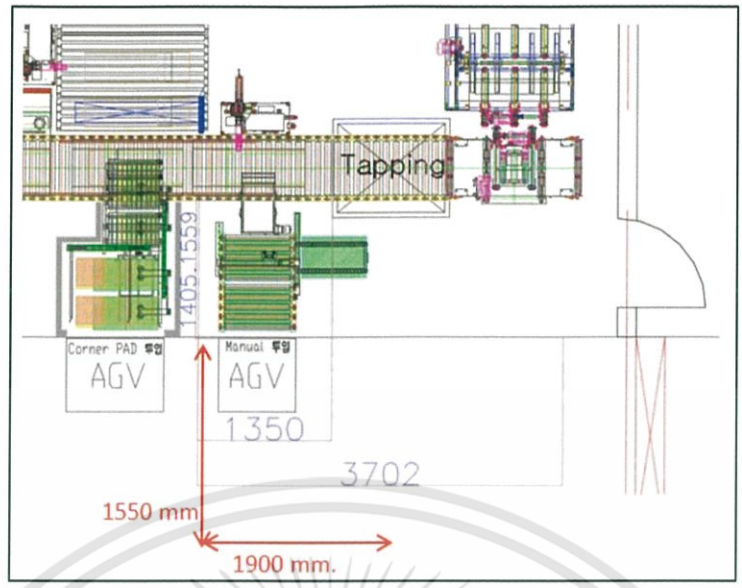
จากรูปที่ 3.1 และ 3.2 ได้แสดงจุดที่จะทำการติดตั้งเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติแทนพนักงานภายในสายการผลิตเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



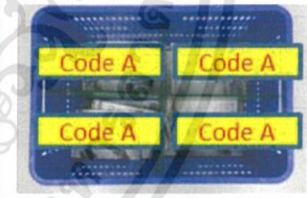
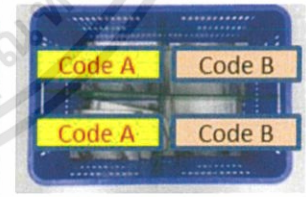
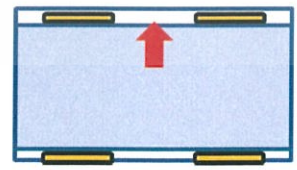
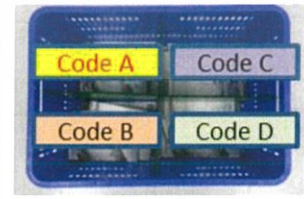
รูปที่ 3.1 แผนผังสายการผลิตพร้อมระบุจุดติดตั้งเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ภาพขยายแสดงบริเวณจุดติดตั้งเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

ตารางที่ 3.2 ตารางแสดงเงื่อนไขจำนวนคู่มือที่ต้องแนบสำหรับเครื่องปรับอากาศรุ่นต่างๆ กัน

จำนวนคู่มือต่อเครื่องปรับอากาศ	จำนวนรุ่นเครื่องปรับอากาศที่ต้องแนบ	ตำแหน่งการวางคู่มือในกล่อง	ตำแหน่งการหยิบคู่มือจาก supply
1 เล่ม / 1 รุ่น	120 รุ่น		
2 เล่ม / 1 รุ่น	16 รุ่น		
4 เล่ม / 1 รุ่น	3 รุ่น		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบโครงสร้างและกลไกทางกล

ในการออกแบบโครงสร้างและกลไกทางกลของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.3 มีหลักการทำงาน และการเลือกใช้ชิ้นส่วนต่างๆ ของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติในแต่ละส่วน ดังต่อไปนี้

3.3.1 ชุดโครงสร้างตัวเครื่องจักร

3.3.2 ชุดกลไกหลักของเครื่องจักร

3.3.3 ชุดกลไกเพิ่มเติมของเครื่องจักร

3.3.3.1 ชุดสายพาน (Conveyor)

3.3.3.2 กล่องกลไกสำหรับส่งผ่านคู่มือ

รูปที่ 3.3 รูปแบบเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

3.3.1 ชุดโครงสร้างตัวเครื่องจักร

ชุดโครงสร้างของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ ดังรูปที่ 3.4 ใช้สำหรับเป็นฐานเพื่อติดตั้งชิ้นส่วนของเครื่องจักร เช่น กระบอกสูบนิวแมติกส์ กระบอกสูบไฟฟ้า และ Linear Guide จึงเลือกท่อสเตนเลสเป็นโครงสร้างหลัก เนื่องจากหาได้ง่าย น้ำหนักเบา แข็งแรง และทำการดัดแปลงต่อเติมได้ง่าย โครงสร้างประกอบด้วย ท่อสเตนเลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มิลลิเมตร หนา 0.7 มิลลิเมตร ข้อต่อแบบต่างๆ แผ่นอะลูมิเนียมหนา 10 มิลลิเมตร และขาฉิ่งตั้งฐานเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 ชุดโครงสร้างตัวเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

[**ที่มา :** https://wholesaler.alibaba.com/product-detail/ERW-Round-Structure-Pipe-Stainless-Steel_60615227949.html]

3.3.2 ชุดกลไกหลักของเครื่องจักร

ชุดกลไกของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ ทำหน้าที่แตกต่างกันไปในแต่ละส่วนของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่างๆ ดังรูปที่ 3.5 ได้แก่

1. กระบอกสูบนิวแมติกส์ขนาด 600 มิลลิเมตร
2. กระบอกสูบนิวแมติกส์ขนาด 60 มิลลิเมตร
3. กระบอกสูบนิวแมติกส์ขนาด 100 มิลลิเมตร
4. กระบอกสูบนิวแมติกส์แบบกระบอกสี่เหลี่ยมขนาด 400 มิลลิเมตร
5. กระบอกสูบนิวแมติกส์แบบคอมเพล็คขนาด 100 มิลลิเมตร
6. กระบอกสูบนิวแมติกส์แบบคอมเพล็คขนาด 400 มิลลิเมตร
7. กระบอกสูบนิวแมติกส์แบบไร้แกนขนาด 700 มิลลิเมตร
8. กระบอกสูบไฟฟ้าขนาด 300 มิลลิเมตร
9. กระบอกสูบไฟฟ้าขนาด 700 มิลลิเมตร

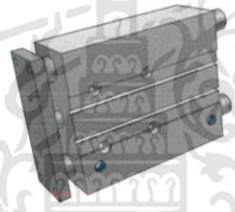
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก. กระบอกสูบนิวแมติกส์ขนาด 600 มิลลิเมตร

ข. กระบอกสูบนิวแมติกส์ขนาด 60 มิลลิเมตร

ค. กระบอกสูบนิวแมติกส์ขนาด 100 มิลลิเมตร

ง. กระบอกสูบนิวแมติกส์แบบกระบอกสี่เหลี่ยมขนาด 400 มิลลิเมตร



จ. กระบอกสูบนิวแมติกส์แบบคอมเพล็ค ขนาด 100 มิลลิเมตร

ฉ. กระบอกสูบนิวแมติกส์แบบคอมเพล็ค ขนาด 400 มิลลิเมตร

ช. กระบอกสูบนิวแมติกส์แบบไร้แกน ขนาด 700 มิลลิเมตร

ซ. กระบอกสูบไฟฟ้าขนาด 300 มิลลิเมตร

ฌ. กระบอกสูบไฟฟ้าขนาด 700 มิลลิเมตร

รูปที่ 3.5 ชุดโครงสร้างตัวเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ชุดกลไกเพิ่มเติมของเครื่องจักร

ชุดกลไกเพิ่มเติมของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ เป็นกลไกตัวช่วยเพิ่มเติมที่ถูกแยกออกมาจากชุดกลไกหลัก ช่วยให้เกิดความง่ายต่อการทำงาน ชุดกลไกเพิ่มเติมมีดังต่อไปนี้

3.3.3.1 ชุดสายพาน (Conveyor)

3.3.3.2 กล่องกลไกสำหรับส่งผ่านคู่มือ

3.3.3.1 ชุดสายพาน (Conveyor)

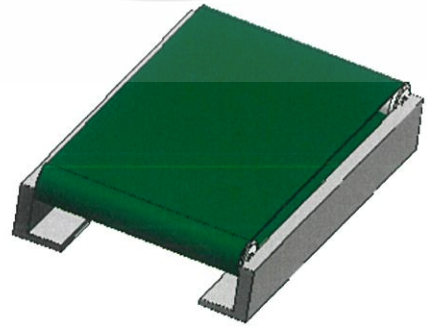
จากรูปที่ 3.6 ชุดกลไกของสายพานเป็นตัวเชื่อมระหว่างชุดโครงสร้างและกลไกหลักกับสายการผลิตประกอบด้วย 4 ส่วนหลักคือ 1. ชุดโครงสร้างของสายพาน 2. ชุดขับเคลื่อน 3. สายพาน และ 4. โครงสร้างค้ำจุน

1. ชุดโครงสร้างของสายพาน เป็นส่วนหลักของชุดสายพาน วัสดุทำจากแผ่นอะลูมิเนียม 6061 หนา 10 มิลลิเมตร มีแผ่นเหล็กหนา 2 มิลลิเมตร เป็นโครงสร้างค้ำจุนระหว่างแผ่นอะลูมิเนียมทั้ง 2 แผ่น

2. ชุดขับเคลื่อน ประกอบไปด้วย ชุดควบคุมมอเตอร์ (Roller Drive) และลูกกลิ้ง ชุดควบคุมมอเตอร์ (Roller Drive) มีขนาดเล็กใช้พื้นที่ในการติดตั้งน้อย สามารถส่งกำลังได้ตามต้องการ

3. สายพาน เป็นตัวเชื่อมระหว่างชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ (Roller Drive) และลูกกลิ้ง ความยาวที่ใช้จึงต้องมีความเหมาะสม

4. โครงสร้างค้ำจุน เป็นจุดรองรับน้ำหนักของชุดสายพาน วัสดุที่เลือกใช้คือ ท่อสเตนเลสขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 28 มิลลิเมตร หนา 0.7 มิลลิเมตร และข้อต่อแบบต่างๆ เช่นเดียวกับโครงสร้างหลักของเครื่องจักร



รูปที่ 3.6 รูปแบบชุดสายพาน (Conveyor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3.2 กล่องกลไกสำหรับส่งผ่านคู่มือ

กล่องกลไกส่งผ่านคู่มือ ดังรูปที่ 3.7 มีหน้าที่รับคู่มือจากชุดสายพานแล้วส่งไปยังกล่องเครื่องปรับอากาศ โดยช่วยจัดท่าทางของคู่มือจากแนวนอนเป็นแนวตั้ง เพื่อให้เกิดความแม่นยำยิ่งขึ้นในการบรรจุคู่มือลงกล่องเครื่องปรับอากาศและป้องกันคู่มือกระแทกกับตัวเครื่องปรับอากาศ ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่างๆ คือ ตัวกล่องทำจากแผ่นอะคริลิคหนา 10 มิลลิเมตร ตัวกลไกเปิด-ปิดฝากล่องทำจากกระบอกสูบนิวแมติกส์ขนาด 60 มิลลิเมตร บานพับ และตลับลูกปืนเม็ดกลม (Ball Bearing)

รูปที่ 3.7 รูปแบบกล่องกลไกสำหรับส่งผ่านคู่มือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

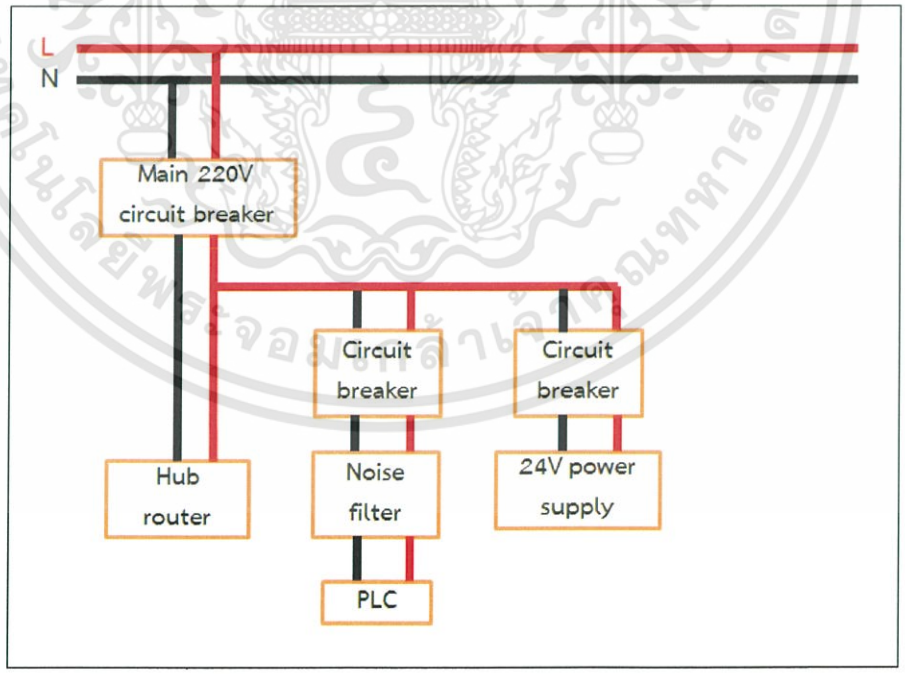
3.4 การออกแบบระบบไฟฟ้าควบคุมเครื่องจักร

ในการออกแบบวงจรไฟฟ้าของเครื่องจักรนี้ คำนึงถึงความปลอดภัยและความเรียบง่ายของระบบไฟฟ้า เนื่องจากอุปกรณ์ส่วนใหญ่มีอะไหล่สำรอง (Spare Part) และบุคลากรมีความคุ้นเคยในการใช้งาน

เมื่อศึกษาลักษณะขั้นตอนการทำงาน ที่จุดงานบรรจุคู่มือเสร็จสิ้น จึงได้กำหนดอุปกรณ์ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยคำนึงถึงความสามารถในการปรับเปลี่ยนและการขยายการต่อยอดของสายการผลิต โดยเลือกใช้การควบคุมผ่านระบบ PLC (Programmable Logic Controller) ซึ่งจะสามารถตรวจสอบและสั่งงานคำสั่งผ่านจอ HMI (Human Machine Interface) และตรวจสอบสถานะการทำงานที่ไฟสัญญาณ Tower Lamp

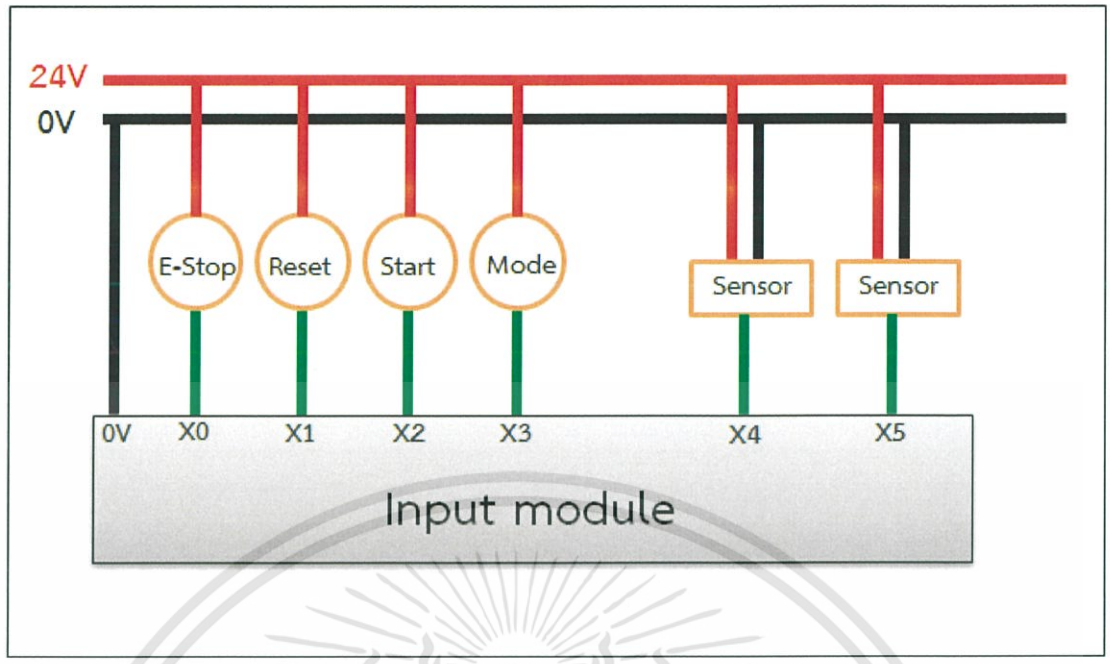
การออกแบบวงจรไฟฟ้าควบคุมเครื่องจักร ตามหลักการออกแบบวงจรไฟฟ้าพื้นฐาน โดยแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ

1. วงจรไฟฟ้ากำลัง ดังรูปที่ 3.8
2. วงจรไฟฟ้าควบคุมด้าน INPUT ดังรูปที่ 3.9
3. วงจรไฟฟ้าควบคุมด้าน OUTPUT ดังรูปที่ 3.10



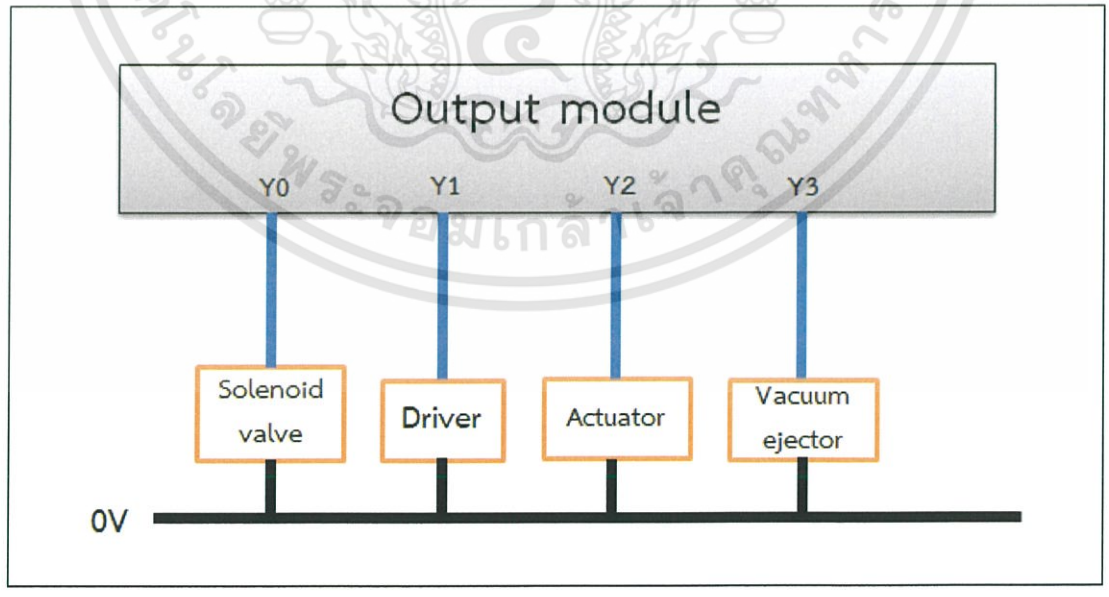
รูปที่ 3.8 วงจรไฟฟ้ากำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรไฟฟ้าควบคุม INPUT

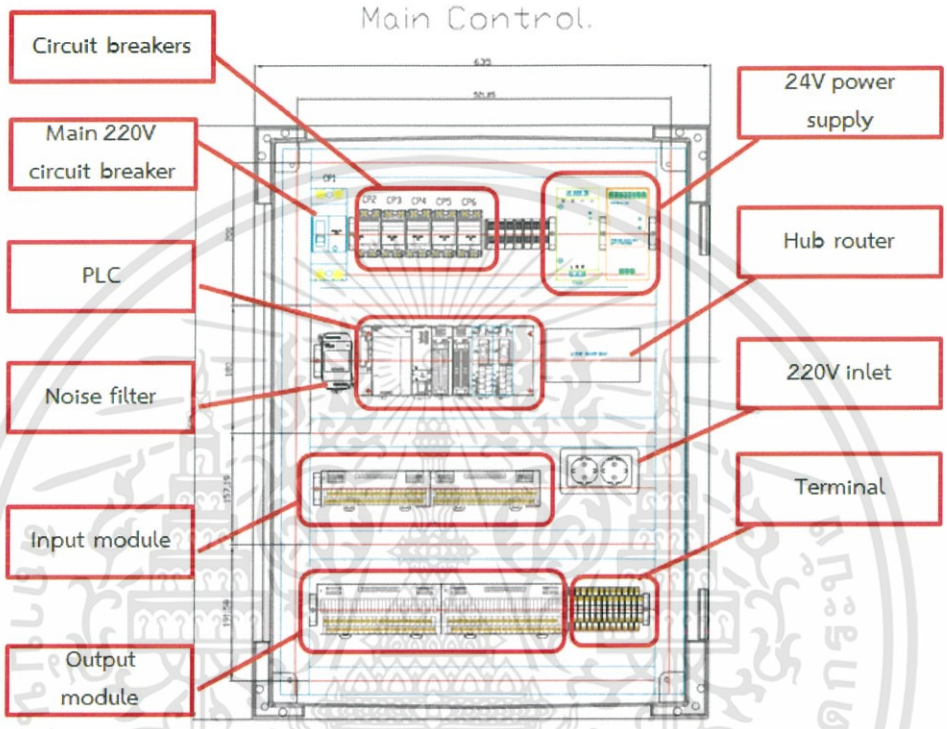
ในส่วน INPUT จะใช้ Photoelectric Sensor ชนิด Diffuse Mode และ Proximity Sensor ชนิด PNP ซึ่งสามารถปรับตั้งค่าระยะได้ เมื่อตรวจจับวัตถุในระยะที่ต้องการได้ Sensor จะให้สัญญาณ 24 V DC. ออกมา สั่งการทำงานของเครื่องจักรในสถานะต่อไป



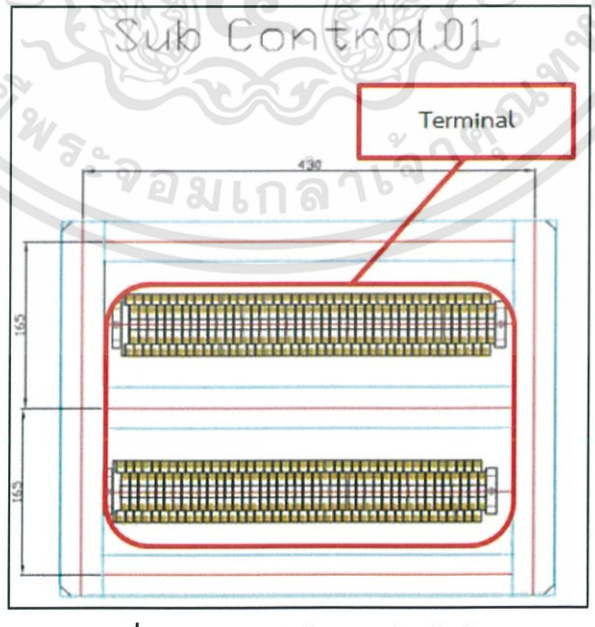
รูปที่ 3.10 วงจรไฟฟ้าควบคุม OUTPUT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากออกแบบวงจรไฟฟ้าและกำหนดอุปกรณ์ควบคุมเครื่องจักรเสร็จสิ้น ต่อไปจะเป็นการจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ ในตู้ควบคุมเครื่องจักรหลักและตู้ควบคุมเครื่องจักรย่อย ดังรูปที่ 3.11 และ 3.12 ตามลำดับ ทำการเก็บสายไฟในรางไฟ (Wire Duct) และการเข้าหางปลาในการต่อจุดเชื่อม (Terminal) ทุกจุด เพื่อเตรียมการนำตู้ควบคุมเครื่องจักรมาติดตั้งกับเครื่องจักร



รูปที่ 3.11 แผนผังตู้ควบคุมไฟฟ้าหลัก



รูปที่ 3.12 แผนผังตู้ควบคุมไฟฟ้าย่อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

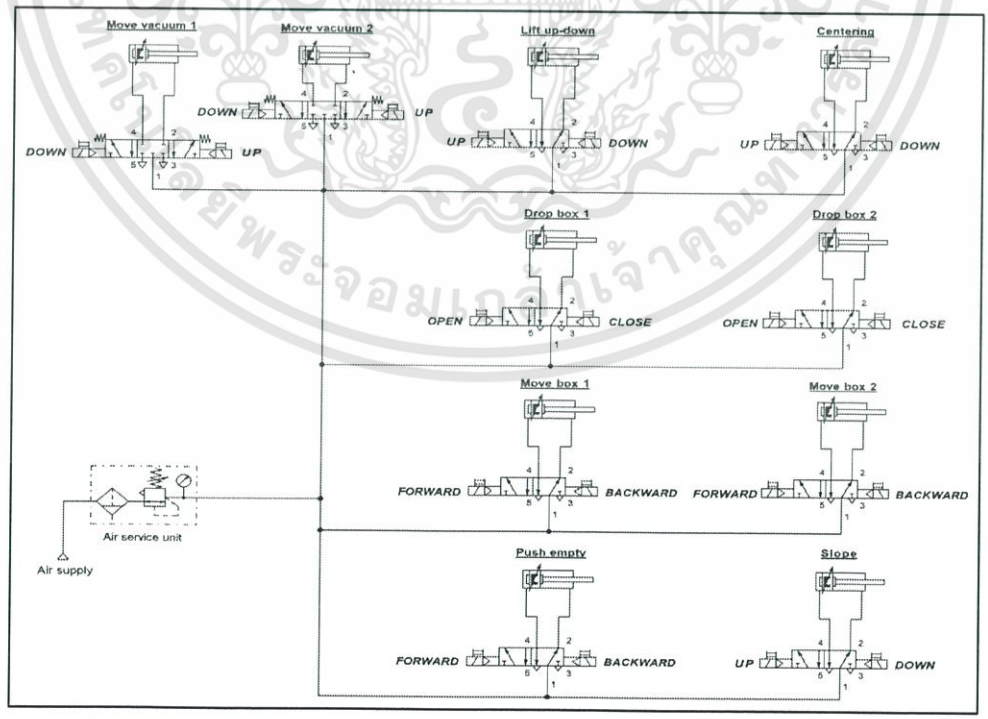
3.5 การออกแบบวงจรนิวแมติกส์

การออกแบบวงจรนิวแมติกส์เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์นิวแมติกส์หรือชิ้นส่วนอื่นๆ ของเครื่องจักรและเกิดการทำงานที่ต่อเนื่องของเครื่องจักรจะต้องออกแบบโดยพิจารณาลักษณะการทำงาน และหลักสำคัญคือ การใช้สอยพื้นที่ในสายการผลิตให้ประหยัดและคุ้มค่ามากที่สุด การออกแบบวงจรนิวแมติกส์ของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัตินี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

3.5.1 วงจรนิวแมติกส์ของกระบอกสูบ

วงจรนิวแมติกส์ของกระบอกสูบ ดังรูปที่ 3.13 เป็นวงจรต้นกำลังหลัก ในการนำเข้ากล่องของระบบเครื่องจักรและส่งออกกล่องคู่มือที่ว่างเปล่าออก ลักษณะการทำงานของกระบอกสูบนิวแมติกส์ของเครื่องจักรนี้ จะเป็นการทำงานแบบตามลำดับ ตามคำสั่งของ PLC เนื่องจากคำนึงถึงการจัดซื้อง่ายในการซ่อมบำรุง และสามารถต่อยอดได้ จึงเลือกใช้กระบอกสูบรูปแบบต่างๆ กัน สำหรับการใช้งานที่ต่างกันดังนี้

1. Standard Air Cylinder (Round Type)
2. Compact Guide Cylinder
3. Square Tube Type Air Cylinder
4. Mechanically Jointed Rodless Cylinder

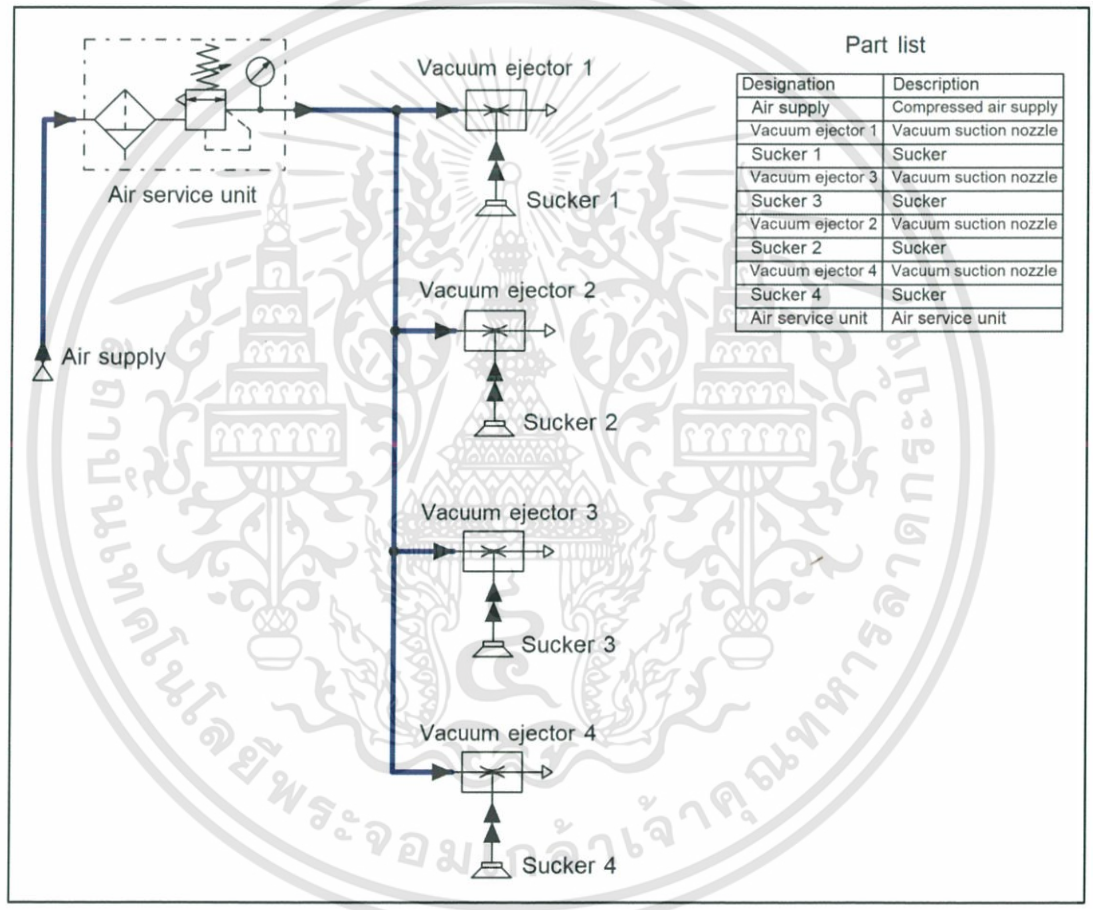


รูปที่ 3.13 วงจรนิวแมติกส์ของกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 วงจรนิวแมติกส์ของ Vacuum Ejector

วงจรนิวแมติกส์ของ Vacuum Ejector ดังรูปที่ 3.14 เป็นวงจรที่มีความสำคัญมากสำหรับเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ เนื่องจากในส่วนนี้มีหน้าที่ดูดจับคู่มือจากกล่อง กรณีที่ดูดจับคู่มือไม่ได้จะเกิดการดูดจับซ้ำจนกว่าคู่มือเล่มนั้นๆ จะถูกดูดจับติด และในกรณีที่ดูดจับไม่ติดนั้น ส่งผลให้เกิดการเสียเวลาจากการที่กระบวนการอื่นๆ ไม่ได้ดำเนินการต่อ ดังนั้นจึงเลือกใช้ Vacuum Ejecter 1 อันต่อ Sucker 1 อัน และใช้ทั้งหมด 4 ชุดต่อคู่มือ 1 เล่ม เพื่อให้มีแรงดูดมากพอและเกิดการกระจายน้ำหนักจากทั้ง 4 มุมของคู่มือ



Designation	Description
Air supply	Compressed air supply
Vacuum ejector 1	Vacuum suction nozzle
Sucker 1	Sucker
Vacuum ejector 3	Vacuum suction nozzle
Sucker 3	Sucker
Vacuum ejector 2	Vacuum suction nozzle
Sucker 2	Sucker
Vacuum ejector 4	Vacuum suction nozzle
Sucker 4	Sucker
Air service unit	Air service unit

รูปที่ 3.14 วงจรนิวแมติกส์ของ Vacuum Ejector

ในวงจรนิวแมติกส์ชุดแรกมีการใช้วาล์วควบคุมทิศทางชนิด 5/2 และวาล์วควบคุมทิศทางชนิด 5/3 กลไกสั่งงานชนิดขดลวดไฟฟ้าและกระบอกสูบทั้งสองเป็นกระบอกสูบ 2 ทิศทาง ที่มีวาล์วควบคุมการไหลชนิดปรับได้ เพื่อปรับความเร็วลมของกระบอกสูบตามต้องการ ในส่วนของวงจรนิวแมติกส์ของ Vacuum Ejector มีการใช้ Vacuum Ejector ที่ต่อเข้ากับ Sucker โดยตรง ส่งผลให้เกิดแรงดูดจับที่มาก และวาล์วควบคุมการไหลชนิดปรับได้ เพื่อปรับความแรงในการดูดจับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงงาน

4.1 โครงสร้างและระบบกลไกของเครื่องจักร

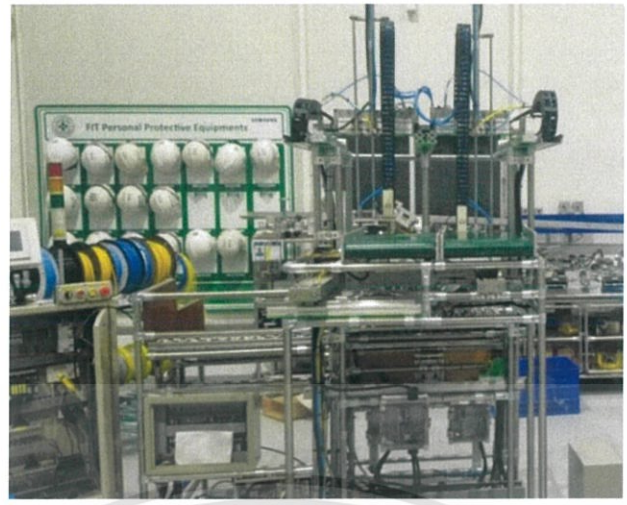
โครงสร้างและระบบกลไกต่างๆ ของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ ดังรูปที่ 4.1 ถึง 4.5 ถูกดำเนินการประกอบจนเสร็จสิ้น 100 เปอร์เซนต์ โดยแบ่งการทำงานในส่วนโครงสร้างและกลไกเป็นขั้นตอนได้ 3 ขั้นตอนดังนี้ ขั้นตอนแรกเริ่มดำเนินการออกแบบเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ โดยในขั้นตอนนี้ได้มีการถูกให้แก้ไขการออกแบบใหม่ทั้งหมด เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงสายการผลิตสำหรับติดตั้งเครื่องจักร ขั้นตอนต่อมาดำเนินการจัดซื้อชิ้นส่วนเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ เป็นขั้นตอนที่ใช้เวลาค่อนข้างนานในการรอการจัดส่ง และขั้นตอนสุดท้ายเป็นส่วนของการประกอบโครงสร้างและกลไกเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ ใช้เวลานานเนื่องจากต้องปรับแก้โครงสร้างและกลไกต่างๆ หลายครั้งเพื่อให้ได้ผลลัพธ์ตามที่ต้องการ

ได้ทำการทดสอบการทำงานจริง โดยการบรรจุคู่มือเล่มเล็กที่สุดและคู่มือเล่มใหญ่ที่สุด สั่งงานผ่านจอ HMI (Human Machine Interface) ที่ต่อกับตู้ควบคุมเครื่องจักร เพื่อทดสอบการทำงานและลำดับการทำงานของเครื่องจักรว่าเป็นไปตามลำดับการทำงานที่กำหนดไว้หรือไม่

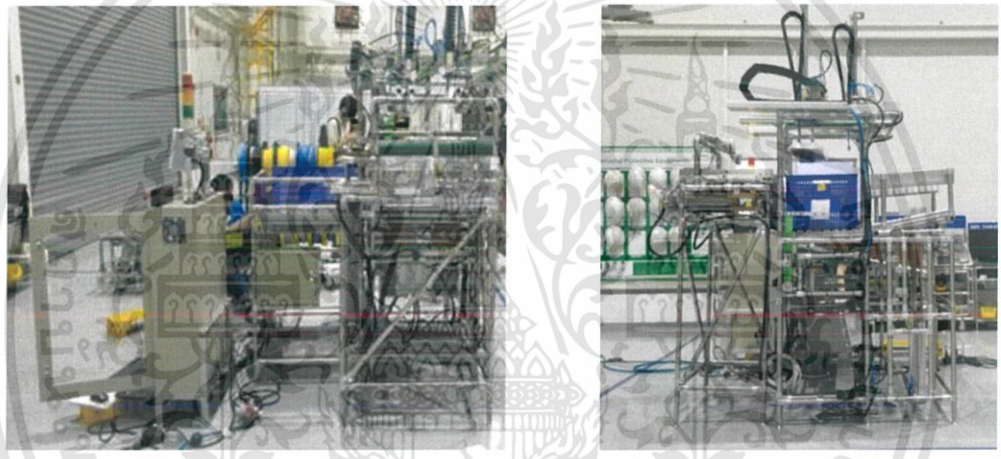
จากการทดสอบควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องจักร ผู้ดำเนินโครงงานพบว่า เครื่องจักรสามารถทำงานตามลำดับได้อย่างถูกต้องตามที่ผู้ดำเนินโครงงานวางลำดับการทำงานไว้

รูปที่ 4.1 เค้าโครงสร้างเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 เครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติที่ทำการประกอบเสร็จสิ้นพร้อมทดสอบ



ก. ภาพเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ (ด้านหน้า)　　ข. ภาพเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ (ด้านข้าง)

รูปที่ 4.3 เครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

รูปที่ 4.4 เครื่องจักรบรรจุกล่องคู่มือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 Vacuum pad ทำหน้าที่ดูดจับคู่มือขึ้นมาจากกล่อง

4.2 ตู้ไฟฟ้าควบคุมเครื่องจักร

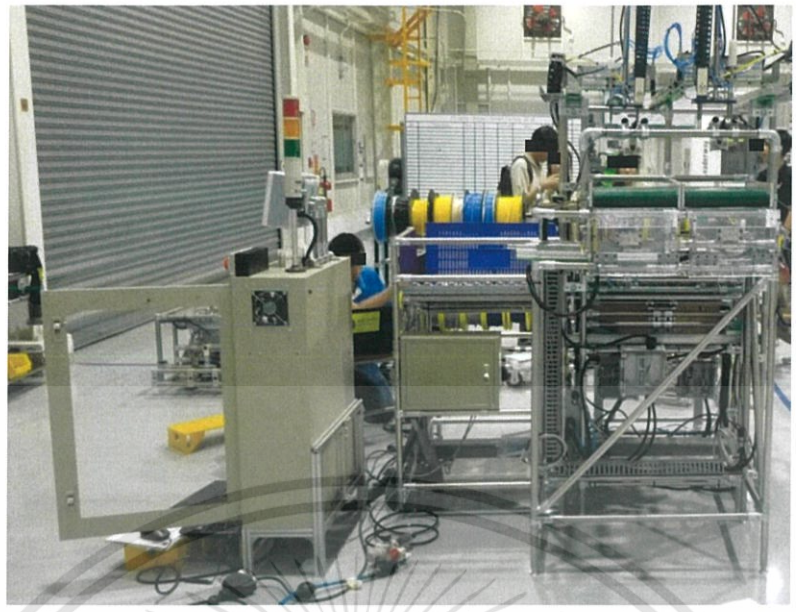
ผลการดำเนินงานในด้านส่วนประกอบทางไฟฟ้าสำเร็จไป 100 เปอร์เซนต์ แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ

1. สามารถติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าใกล้กับเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติดังแสดงในรูปที่ 4.6 และได้ทำการทดลองจ่ายไฟให้กับตู้ควบคุมไฟฟ้า ผลคือตู้ควบคุมไฟฟ้าสามารถทำงานอย่างตามต้องการดังแสดงในรูปที่ 4.7 ก.

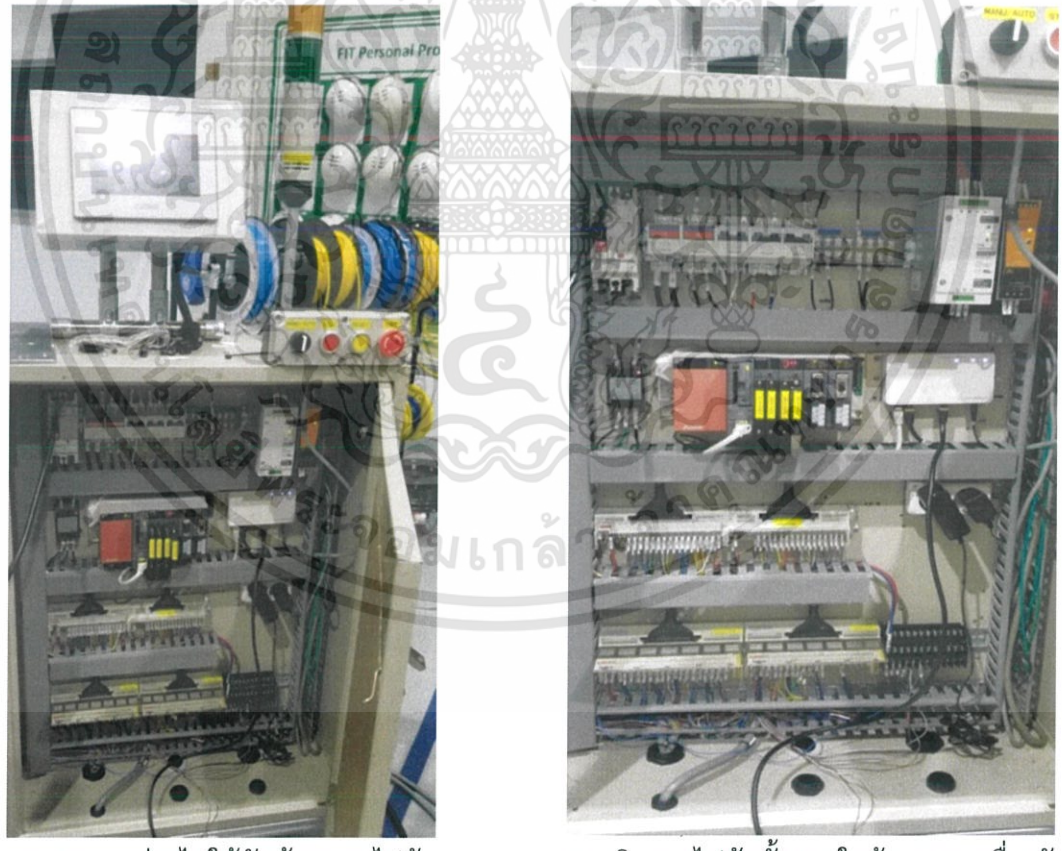
2. การเดินสายไฟฟ้าทั้งหมดในเครื่องให้เชื่อมต่อกัน ทั้งสายไฟฟ้า สายสัญญาณจากเซนเซอร์และอุปกรณ์วัดต่างๆ ภายในเครื่อง ดังแสดงในรูปที่ 4.7 ข.

3. ทำการทดสอบการใช้งานของจอ HMI (Human Machine Interface) ผลคือ จอ HMI สามารถแสดงผลและทำงานได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.6 ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าใกล้กับเครื่องบรรจุอัตโนมัติ



ก. การทดลองจ่ายไฟให้กับตู้ควบคุมไฟฟ้า ข. การเดินสายไฟฟ้าทั้งหมดในตู้ควบคุมเครื่องจักร

รูปที่ 4.7 ตู้ควบคุมไฟฟ้าของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดสอบการทำงานจริง

เมื่อนำเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติมาทดลองใช้จริงและทดสอบตามลำดับการทำงานได้ผลการทดลองแสดงตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบขั้นตอนการทำงานของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

ลำดับที่	ขั้นตอนการทำงาน	ผลการทดสอบ		หมายเหตุ
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	
1	AGV (Automated Guided Vehicle) นำกล่องมาส่งที่เครื่องจักร	✓		
2	กล่องคู่มือถูกยกขึ้น เพื่อส่งไปจุดต่อไป	✓		
3	กล่องคู่มือเคลื่อนที่มาถึงจุดเตรียมการบรรจุ	✓		
4	เซนเซอร์ใต้กล่องทำการตรวจสอบว่ามีคู่มือในกล่องหรือไม่ เพื่อคัดกล่องที่ว่างออกไป	✓		ควรตั้งระยะการตรวจจับของเซนเซอร์ให้เหมาะสม
5	Vacuum Ejector เริ่มทำงานเพื่อไปดูดจับคู่มือที่อยู่ในกล่อง	✓		Vacuum Ejector ควรต่อลมมาจากชุดบริการลมอัดโดยตรง และเปลี่ยนขนาดสายลมใหญ่ขึ้นเป็นขนาด 8 มิลลิเมตร
6	คู่มือถูกวางลงบนสายพาน	✓		
7	คู่มือถูกลำเลียงบนสายพานผ่านกลไกเพื่อไปบรรจุลงในกล่องเครื่องปรับอากาศ	✓		กลไกที่ใช้บรรจุคู่มือลงในกล่องเครื่องปรับอากาศควรมีความสูงห่างจากกล่องเครื่องปรับอากาศเล็กน้อย
8	เมื่อคู่มือหมดไปจากกล่องคู่มือ กล่องที่ว่างจะถูกผลักไปยังจุดต่อไป	✓		
9	กล่องคู่มือที่ว่างหยุดพักรอ AGV มารับ	✓		
10	กล่องเปล่าถูกส่งให้ AGV	✓		

จากตารางที่ 4.1 จะเห็นว่าเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติสามารถปฏิบัติงานได้จริงครบทุกขั้นตอน ตั้งแต่การที่ AGV นำกล่องคู่มือมาส่ง การบรรจุคู่มือลงกล่องเครื่องปรับอากาศ ไปจนถึงขั้นตอนที่ AGV นำกล่องเปล่ากลับไป

ทั้งนี้จากการทดสอบการทำงานจริงได้พบว่าในบางขั้นตอนมีข้อแนะนำที่สามารถแก้ไขเพิ่มเติมได้ และได้ทำการปรับแก้เครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติสำเร็จแล้วดังนี้

1. ปรับระยะตรวจจับของเซนเซอร์ให้เหมาะสม ในขั้นตอนที่ 4 เพื่อให้เซนเซอร์ตรวจสอบกล่องบรรจุคู่มือเปล่าได้ถูกต้องและแม่นยำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ต่อลมจ่ายให้ Vacuum Ejector จากชุดบริการลมอัดโดยตรง เพื่อป้องกันการสูญเสียแรงดันลมเนื่องจากวงจรลมอื่น พร้อมทั้งเปลี่ยนขนาดสายลม (Air Hose) ให้ใหญ่ขึ้นเป็นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 8 มิลลิเมตร ขึ้นไป เพื่อให้สามารถแบ่งแรงดันลมเพียงพอใช้กับยางดูดสุญญากาศ (Vacuum pad) ชุดอื่นๆ

3. ปรับระยะห่างระหว่างกลไกที่ใช้บรรจุคู่มือกับกล่องเครื่องปรับอากาศให้เหมาะสมมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินโครงงานและข้อเสนอแนะ

โครงงานฉบับนี้ได้นำเสนอการออกแบบเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ ของทางบริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ซึ่งใช้งานในการบรรจุคู่มือแบบอัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์ในการแก้ไขปัญหาเรื่องต้องการลดระยะเวลาในการผลิตสินค้า เพิ่มประสิทธิภาพการผลิตของเครื่องจักรให้มากยิ่งขึ้น และความไม่สม่ำเสมอของประสิทธิภาพในการทำงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทำโครงงานเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ ได้รับการอนุมัติจากทางบริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ให้ทำการออกแบบและประกอบเครื่องจักร พร้อมทั้งทำการทดสอบการทำงานของชิ้นส่วนทางกล วงจรไฟฟ้า วงจรนิวแมติกส์ และทำการทดสอบการทำงานแบบระบบ Manual ร่วมกับการทดสอบโปรแกรมในเวลาเดียวกัน ผลปรากฏว่า สามารถควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องจักรแบบระบบ Manual ให้เป็นไปตามที่ออกแบบไว้ได้เป็นอย่างดี

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การวางแผนการดำเนินงาน มีความสำคัญต่อการทำโครงการเป็นอย่างมากต่อการทำงาน ต้องมีการวางแผนการดำเนินงานเผื่อระยะเวลาไว้ เนื่องจากอาจเกิดปัญหาในการดำเนินงานที่ทำให้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานมากขึ้น

2. การวางตัวภายในองค์กรมีความสำคัญในการทำงาน และส่งผลความต่อเนื่องในการทำงาน

3. ควรสื่อสารงานให้เข้าใจกับทีมปฏิบัติงาน หากสงสัยหรือไม่มั่นใจในงานที่ได้รับมอบหมาย ต้องสอบถามให้เข้าใจและชัดเจน เพื่อไม่ให้เกิดการทำงานที่ผิดพลาด ซึ่งจะส่งผลให้เกิดปัญหาตามมาในภายหลัง

4. ความใส่ใจ และความเต็มที่กับงานเป็นสิ่งสำคัญ เพราะแสดงให้เห็นว่ามีความตั้งใจกับงานที่ได้รับมอบหมายมากน้อยแค่ไหน

5. ความรู้พื้นฐานเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการต่อยอดไปสู่ความรู้ใหม่ๆ เพื่อการพัฒนาตนเองในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **ตัวกระตุ้นให้ทำงาน.** (Online). 18 มกราคม 2562.
Available : http://th.wikipedia.org/wiki/ตัวกระตุ้นให้ทำงาน

[2] **เกรดอะลูมิเนียม ประเภท 6xxx.** (Online). 19 มกราคม 2562.
Available : http://www.keytometals.com/fluxana/page.aspx?ID=Aluminum Grades&LN=TH

[3] **อะลูมิเนียมอัลลอยด์.** (Online). 19 มกราคม 2562.
Available : http://www.sahamit.co.th/index.php/aluminium-alloy-th/6061-aluminium-alloy

[4] **เหล็กกล้าไร้สนิม.** (Online). 19 มกราคม 2562.
Available : https://th.wikipedia.org/wiki/เหล็กกล้าไร้สนิม

[5] ผศ.สุทัศน์ ยอดเพ็ชร. **เอกสารประกอบการสอน รหัสวิชา 04-041-205 การออกแบบชิ้นส่วนเครื่องจักรกล (Design of machine elements).** นครราชสีมา: สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลอีสาน

[6] **มอเตอร์.** (Online). 20 มกราคม 2562.
Available : http://th.wikipedia.org/wiki/มอเตอร์

[7] **เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสง.** (Online). 20 มกราคม 2562.
Available : http://www.foodnetworksolution.com/Wiki/Word/7236/Photo-Sensor-เซนเซอร์ ชนิดใช้แสง

[8] **คุณลักษณะของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสง.** (Online). 20 มกราคม 2562.
Available : http://Tanchoen.Blogspot.Com/2013/06/Photoelectric-Sensor.Html

[9] **เซนเซอร์วัดความดันลม.** (Online). 20 มกราคม 2562.
Available : http://pressuresenders.blogspot.com/2013/01/blog-post.html

[10] สุเธียร เกียรติสุนทร. (2556). **ระบบอัตโนมัติทางอุตสากรรม : อุปกรณ์วัดและอุปกรณ์ควบคุมทางอุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดยูเคชั่น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[11] **Programmable Logic Controller (PLC) คืออะไร.** (Online). 20 มกราคม 2562. Available : http://www.siam-automation.com/article/2/programmable-logic-controller-plc-คืออะไร

[12] **พื้นฐานในการเขียนโปรแกรม.** (Online). 21 มกราคม 2562. Available : http://mechatronnic2day.blogspot.com/2013/09/7.html

[13] **ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับงานเขียนแบบ.** (Online). 25 ตุลาคม 2560. Available : www.srptc.ac.th/news/10-01-2012-exM2QF0Tue92914.pdf

[14] ผศ.ดร.อรรถพล เจ่าพิทักษ์กุล. (2554). **การทดลองทางวิศวกรรมไฟฟ้า 1 (Electrical Engineering Laboratory 1).** กรุงเทพฯ: สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[15] **อุปกรณ์สำหรับงานสุญญากาศ (Vacuum equipment).** (Online). 22 มกราคม 2562. Available : https://www.pneu-hyd.co.th/บทความ-นิวเมติกส์-ไฮดรอลิก /412-vacuum-equipment_อุปกรณ์สำหรับงานสุญญากาศ.html

[16] **Suction cups คืออะไร.** (Online). 22 มกราคม 2562. Available : http://www.intactpacific.com/blog/What-is-the-suction-cups/

[17] **ยางดูด Vacuum pad.** (Online). 22 มกราคม 2562. Available : http://www.advaner.com/Vacuum_Robot.htm

[18] **สูตรคำนวณ หาขนาดมู่เลย์และความยาวของสายพาน.** (Online). 22 มกราคม 2562. Available : http://tngroup.co.th/media/article_detail/264

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

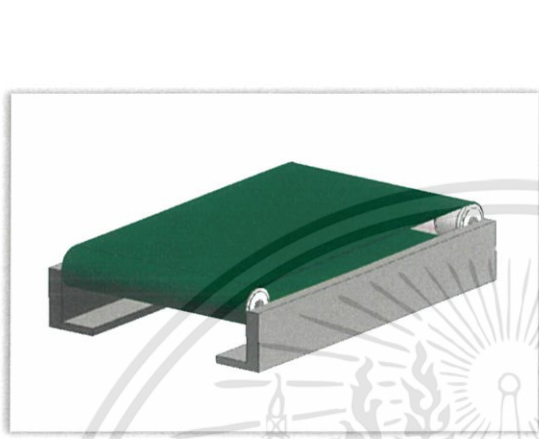
ภาคผนวก

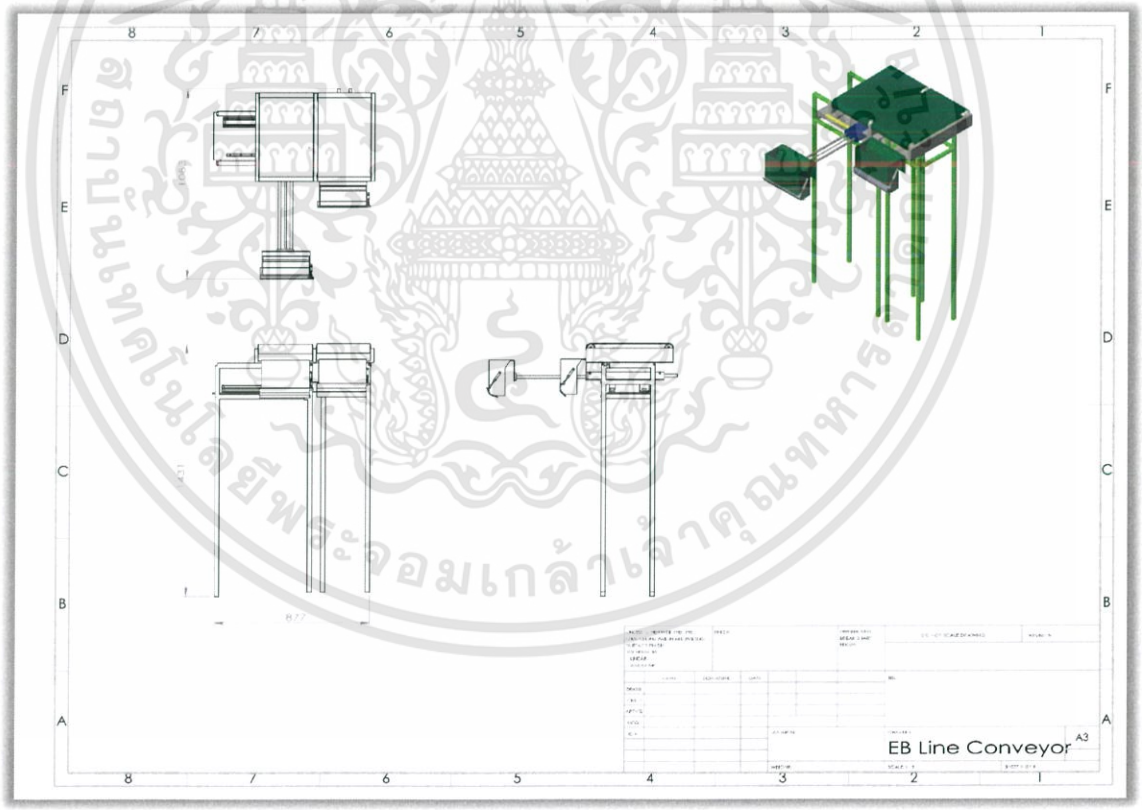
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

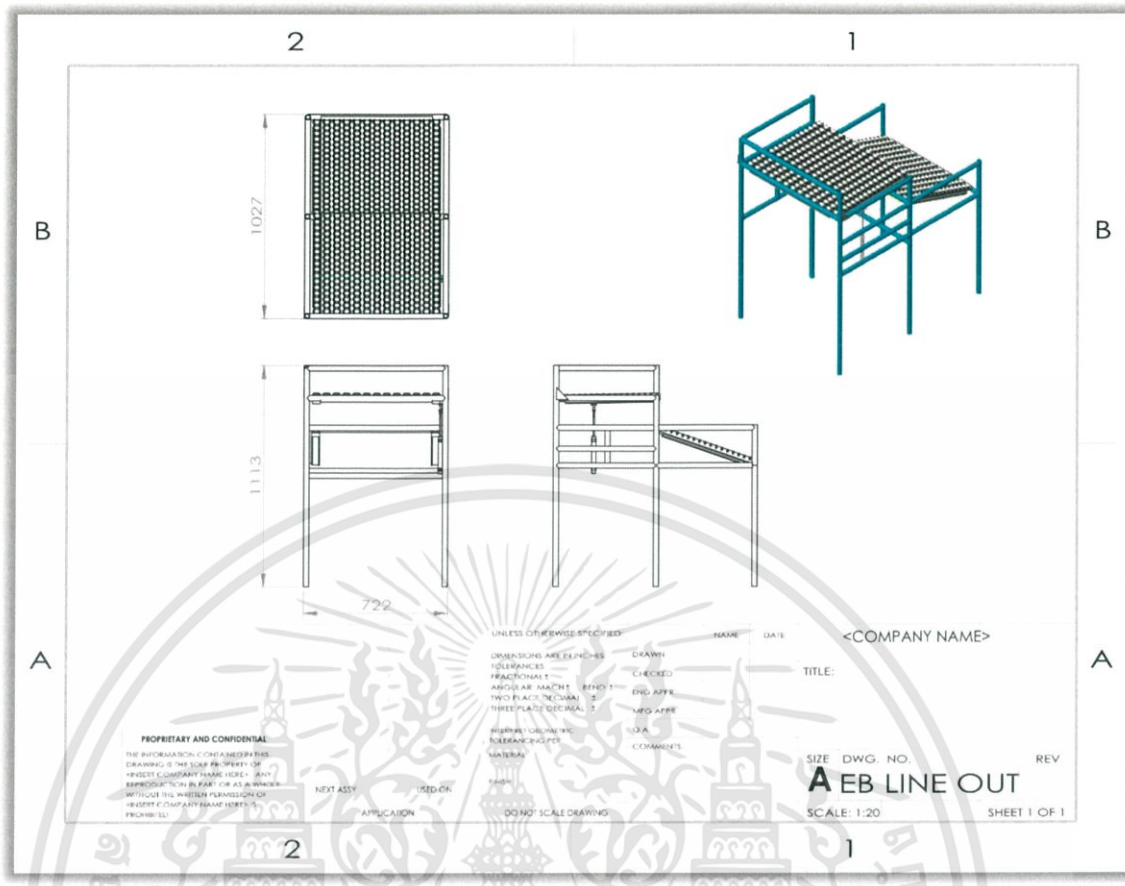
Machine Drawing

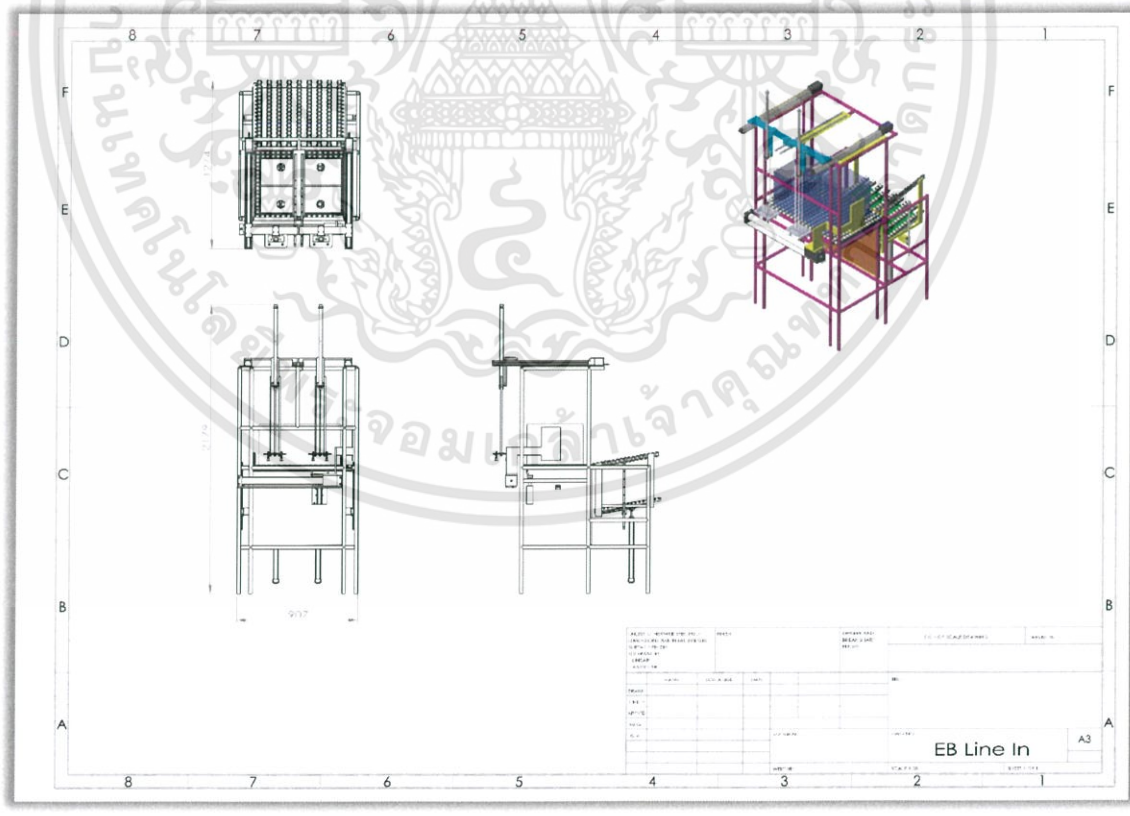
แบบเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ (Automatic Insert Manual Loading Machine)



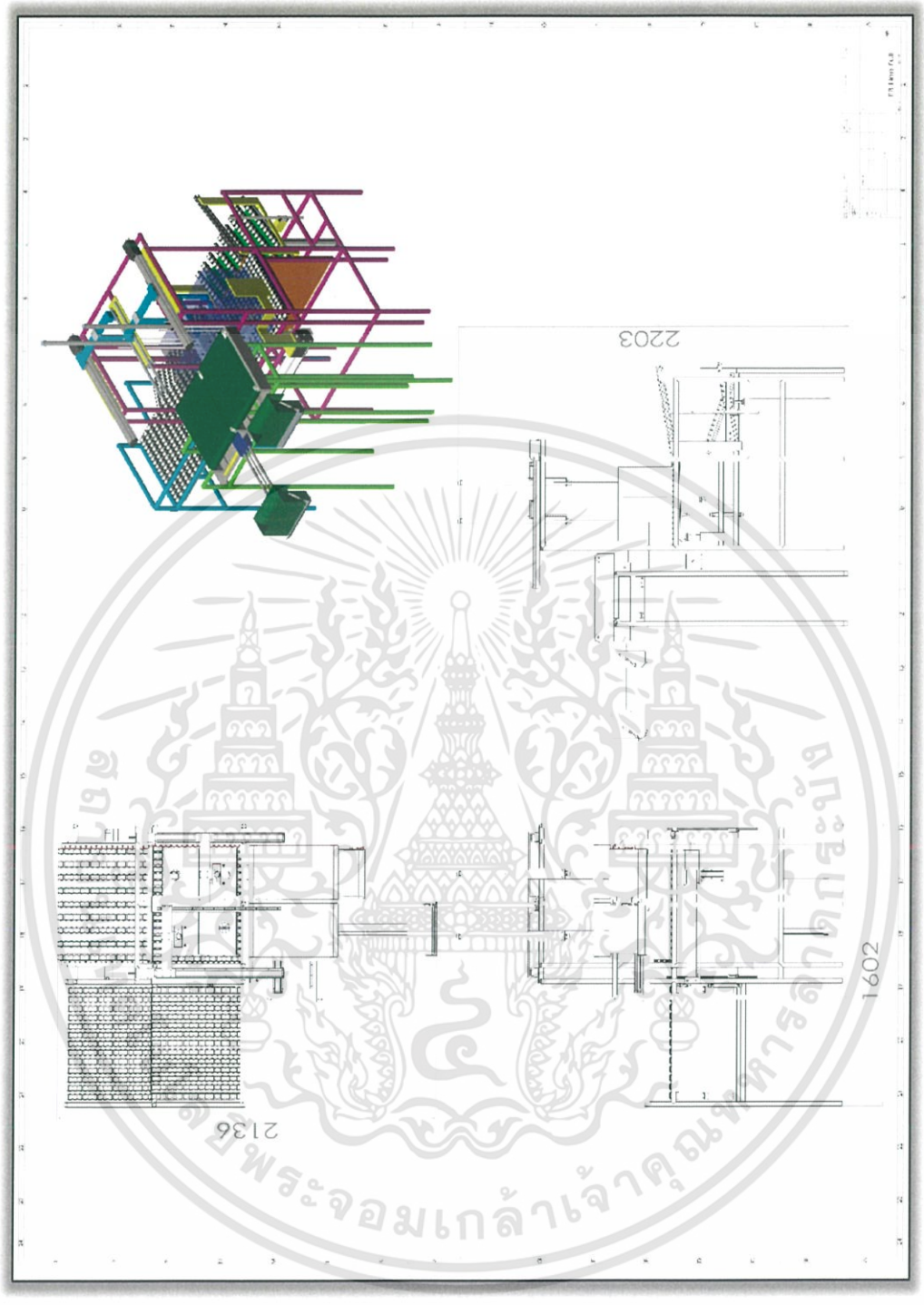


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



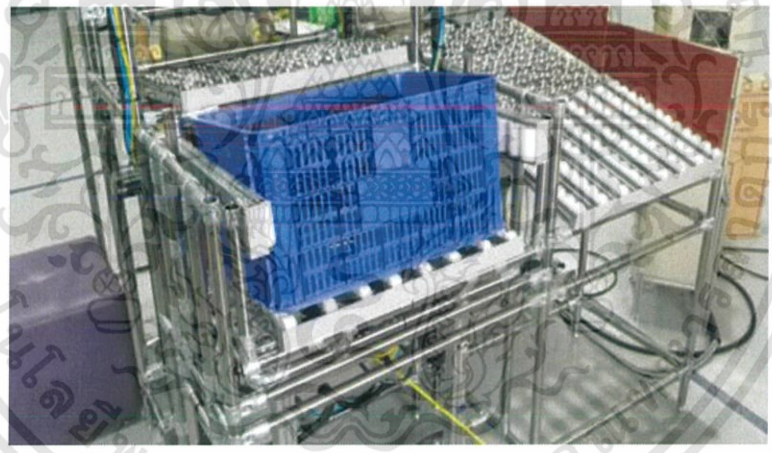
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

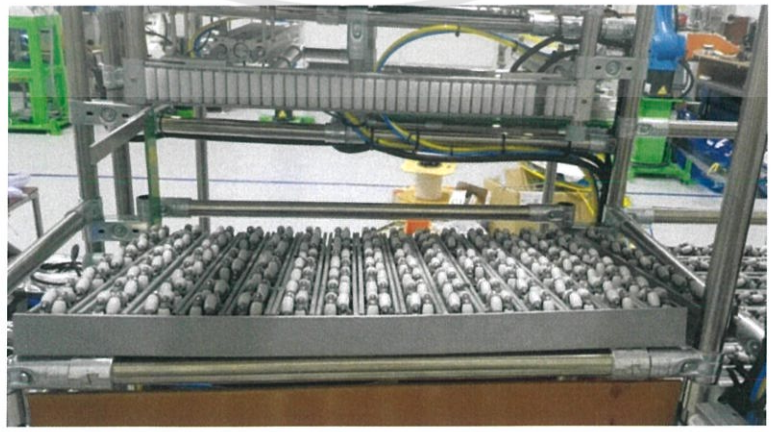
ภาพประกอบขั้นตอนของเครื่องบรรจุคู่มืออัตโนมัติ

1. AGV (Automated Guided Vehicle) นำกล่องมาส่งที่เครื่องจักร

2. กล่องคู่มือถูกยกขึ้น เพื่อส่งไปจุดต่อไป

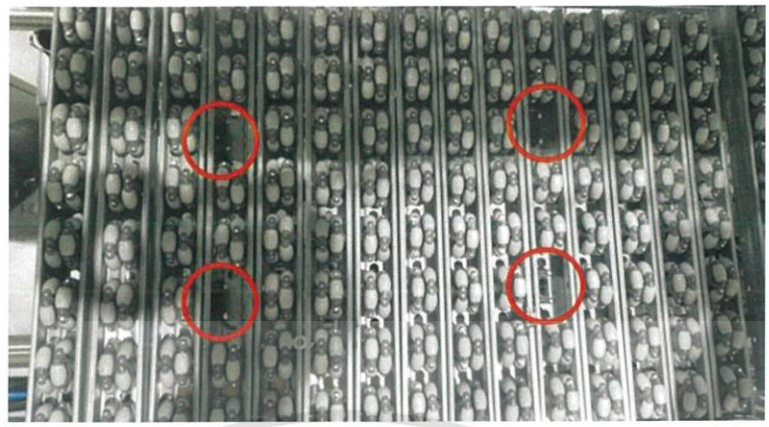


3. กล่องคู่มือเคลื่อนที่มาถึงจุดเตรียมการบรรจุ

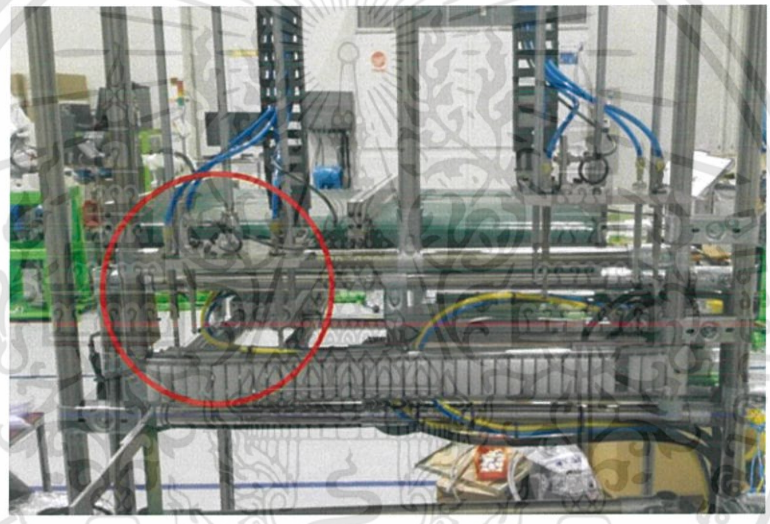


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

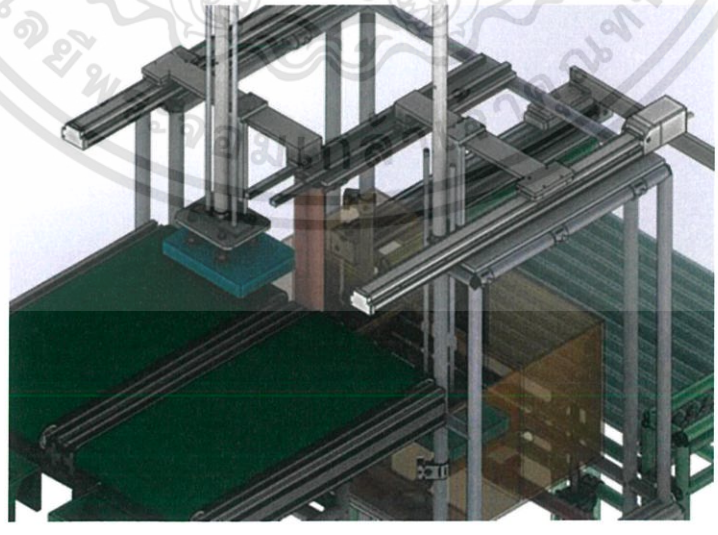
4. เซนเซอร์ใต้กล่องทำการตรวจสอบว่ามีคู่มือในกล่องหรือไม่ เพื่อคัดกล่องที่ว่างออกไป



5. Vacuum Ejector เริ่มทำงานเพื่อไปดูดจับคู่มือที่อยู่ในกล่อง

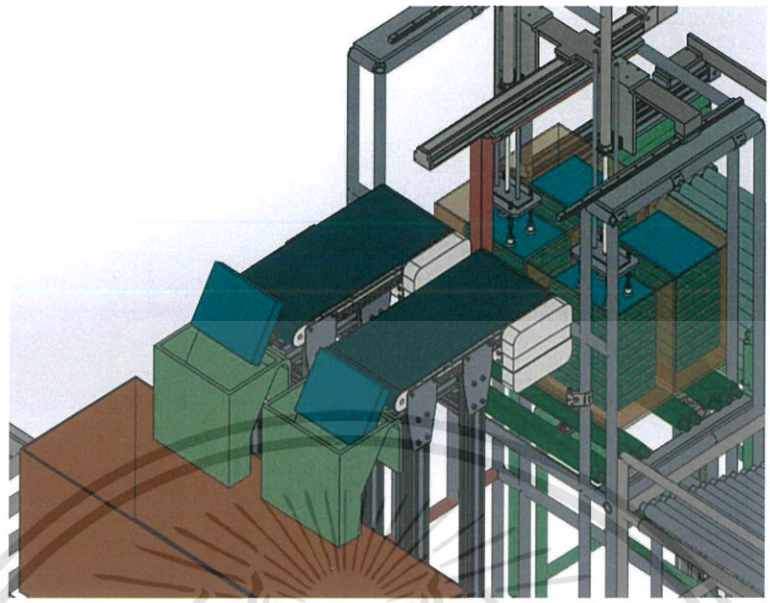


6. คู่มือถูกวางลงบนสายพาน

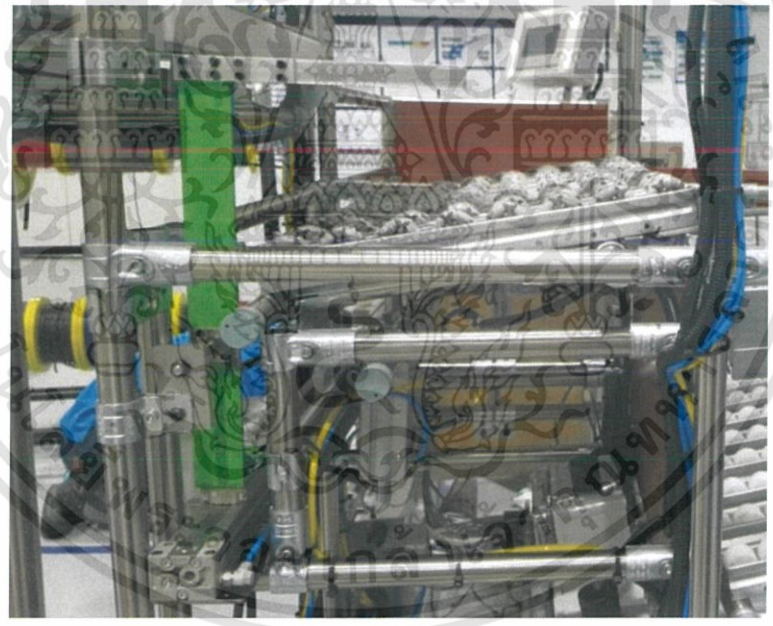


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. คู่มือถูกลำเลียงบนสายพานผ่านกลไกเพื่อไปบรรจุลงในกล่องเครื่องปรับอากาศ

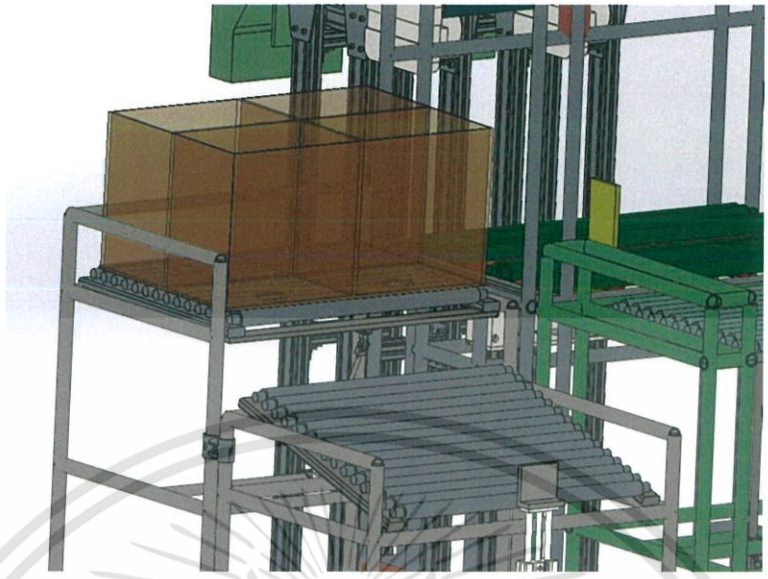


8. เมื่อคู่มือหมดไปจากกล่องคู่มือ กล่องที่ว่างจะถูกผลักไปยังจุดต่อไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. กล่องคู่มือที่ว่างหยุดพักรอ AGV มารับ

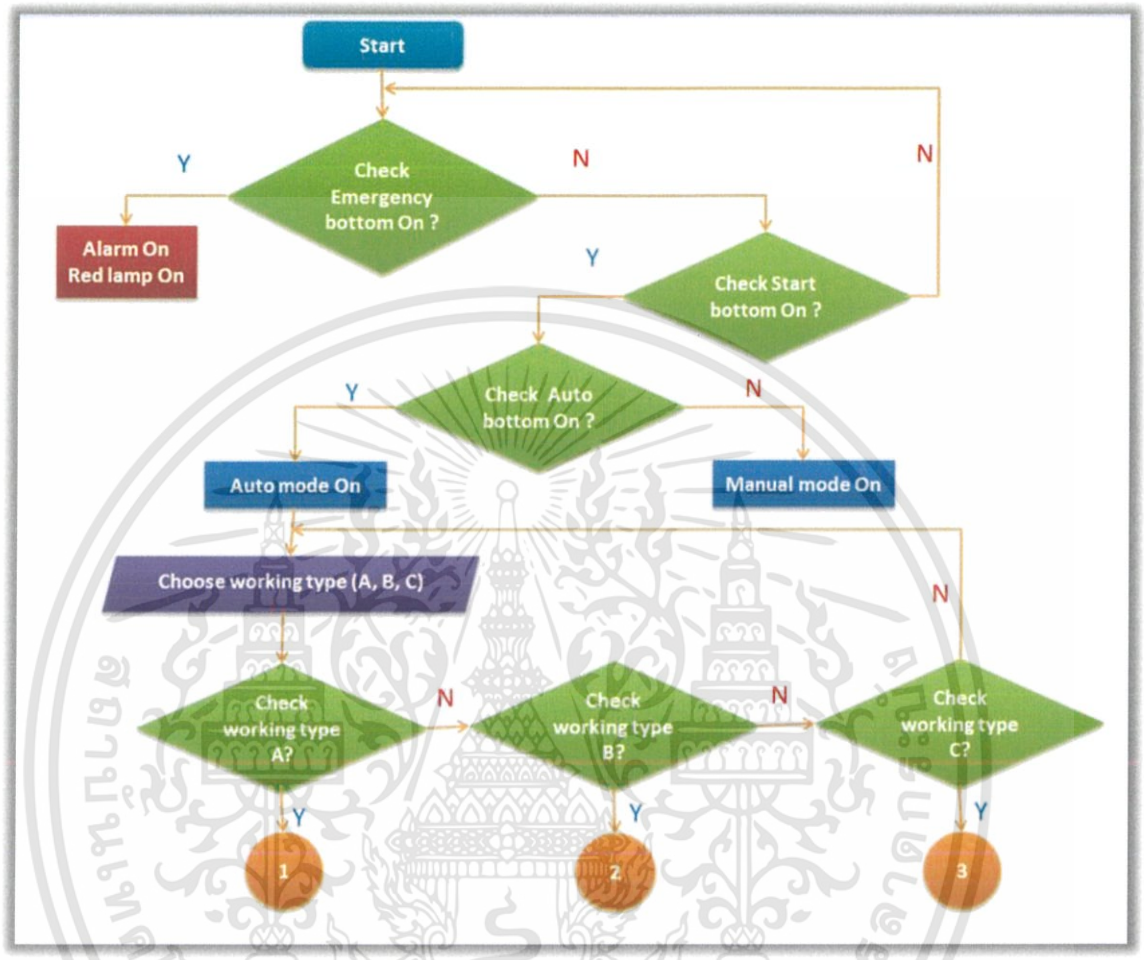


10. กล่องเปล่าถูกส่งให้ AGV

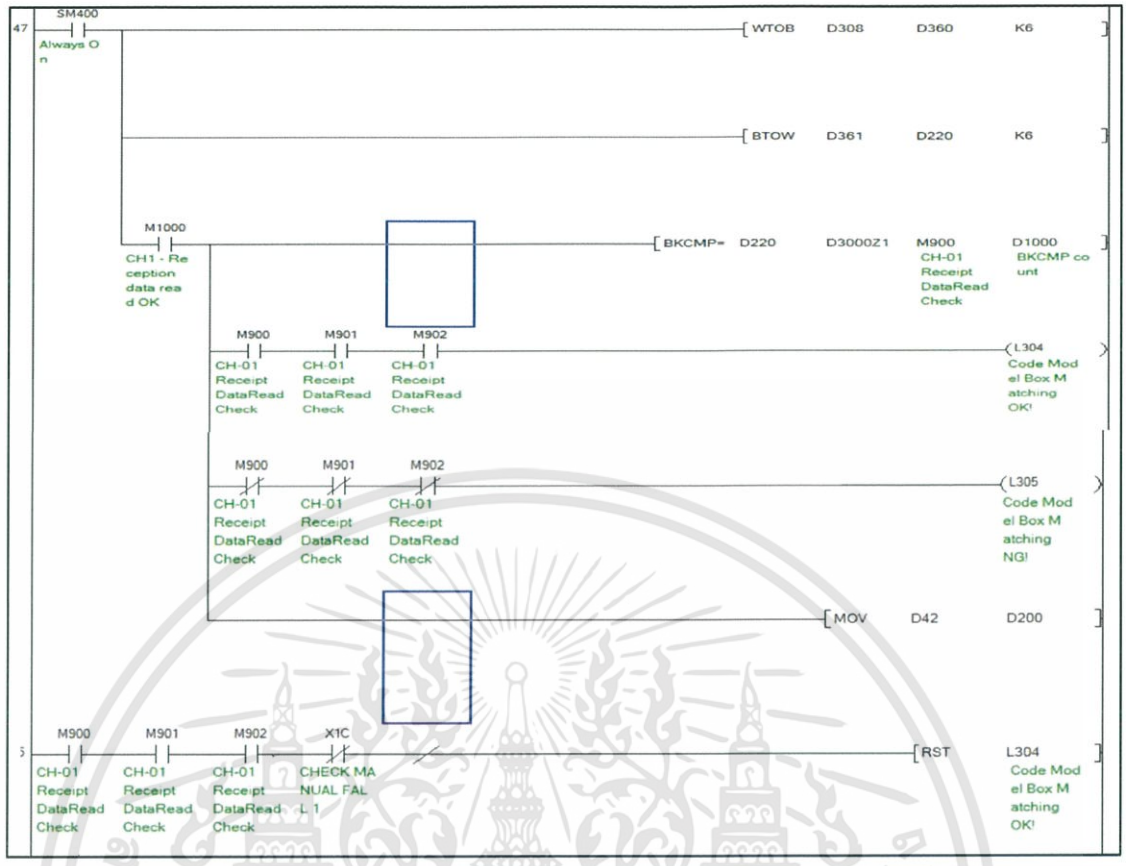
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

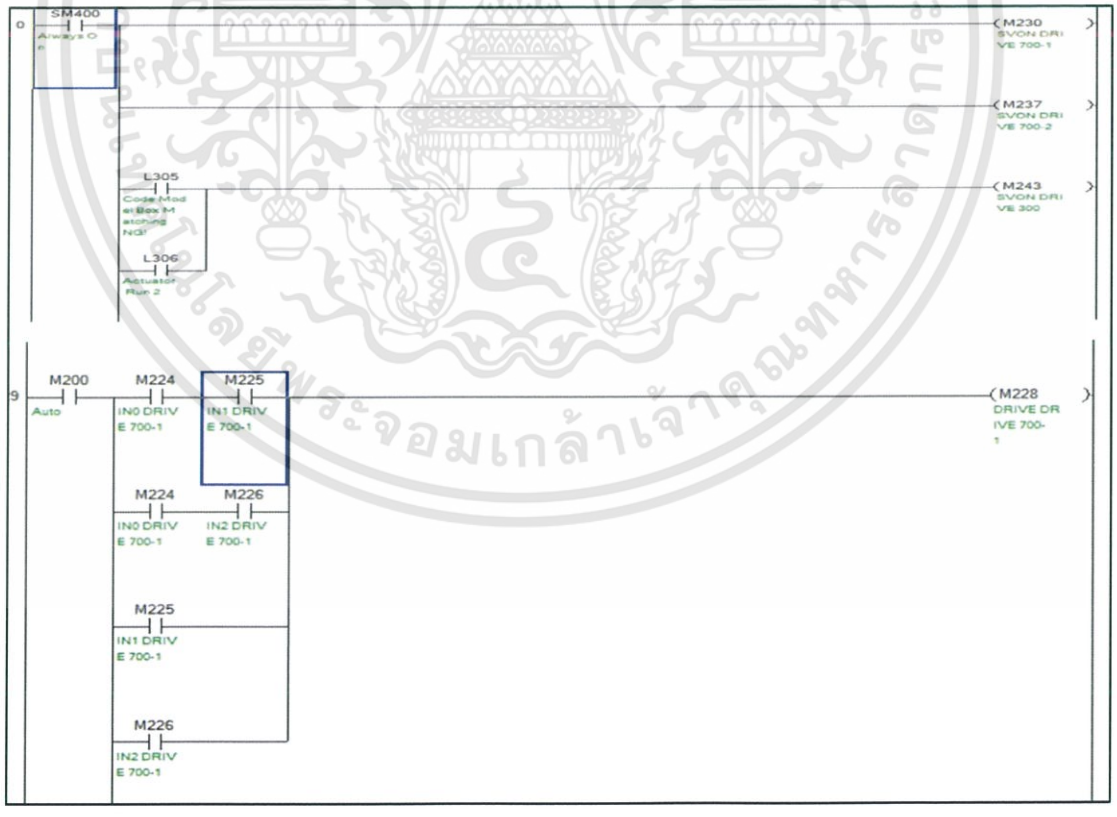
ภาคผนวก ค

โปรแกรม PLC

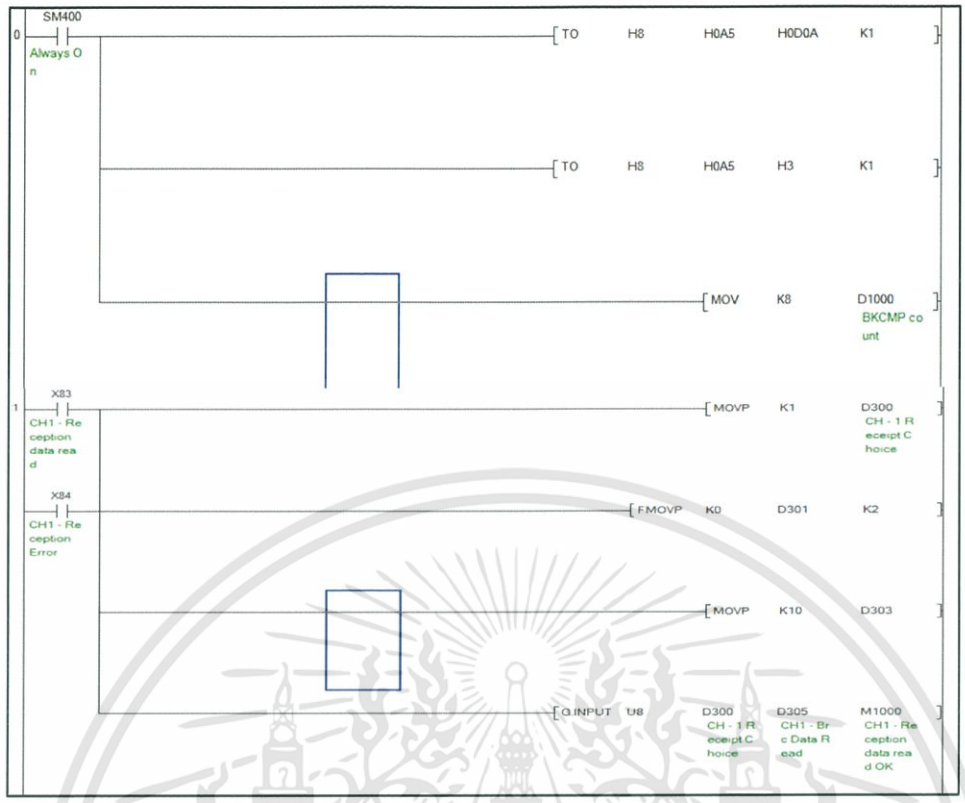


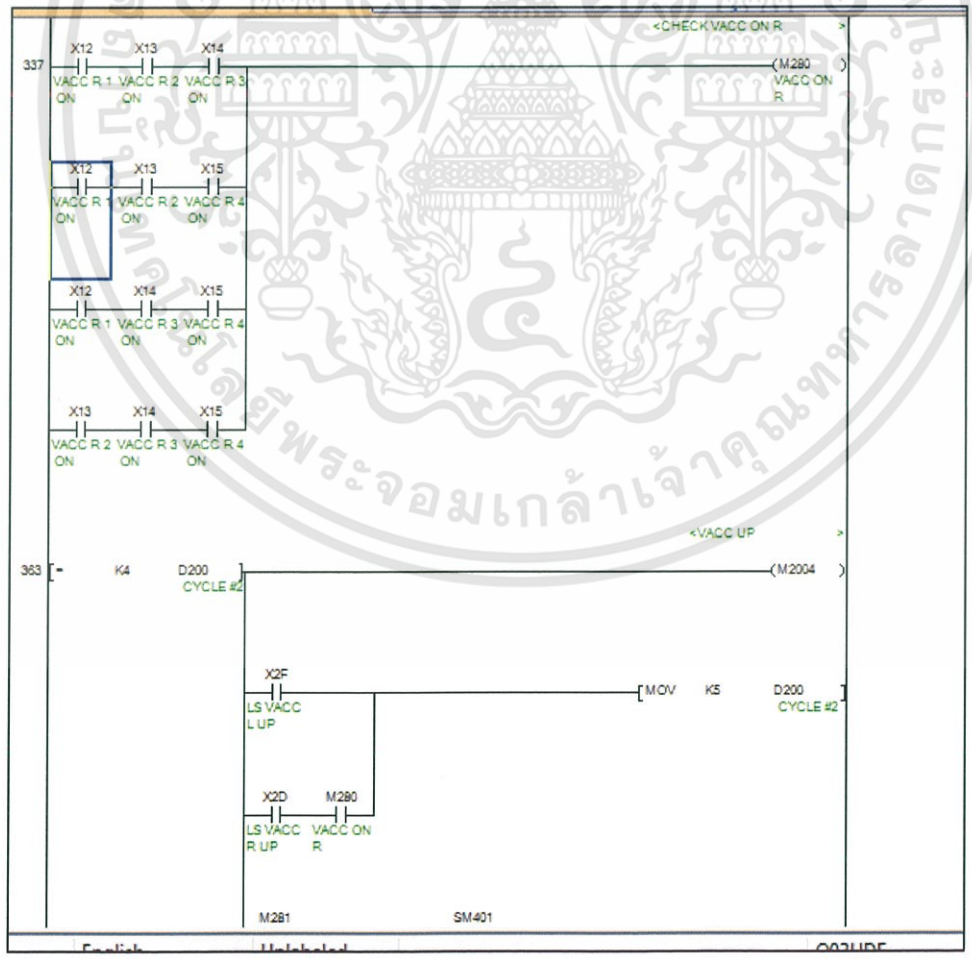
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



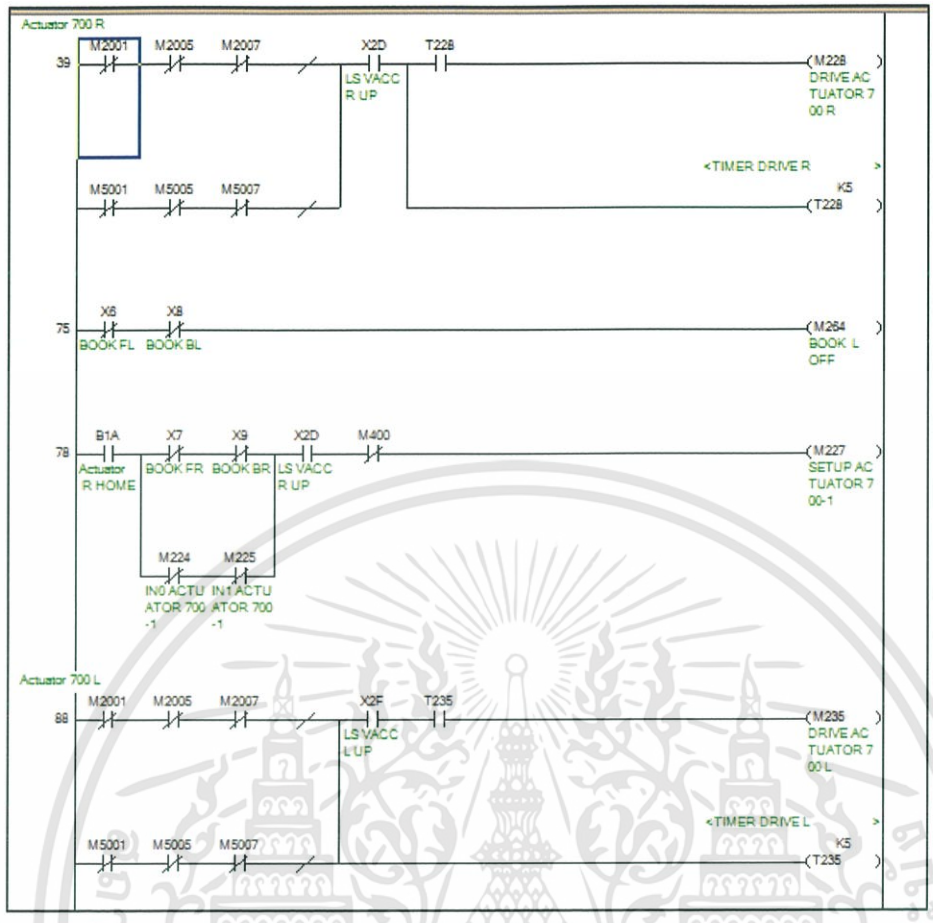


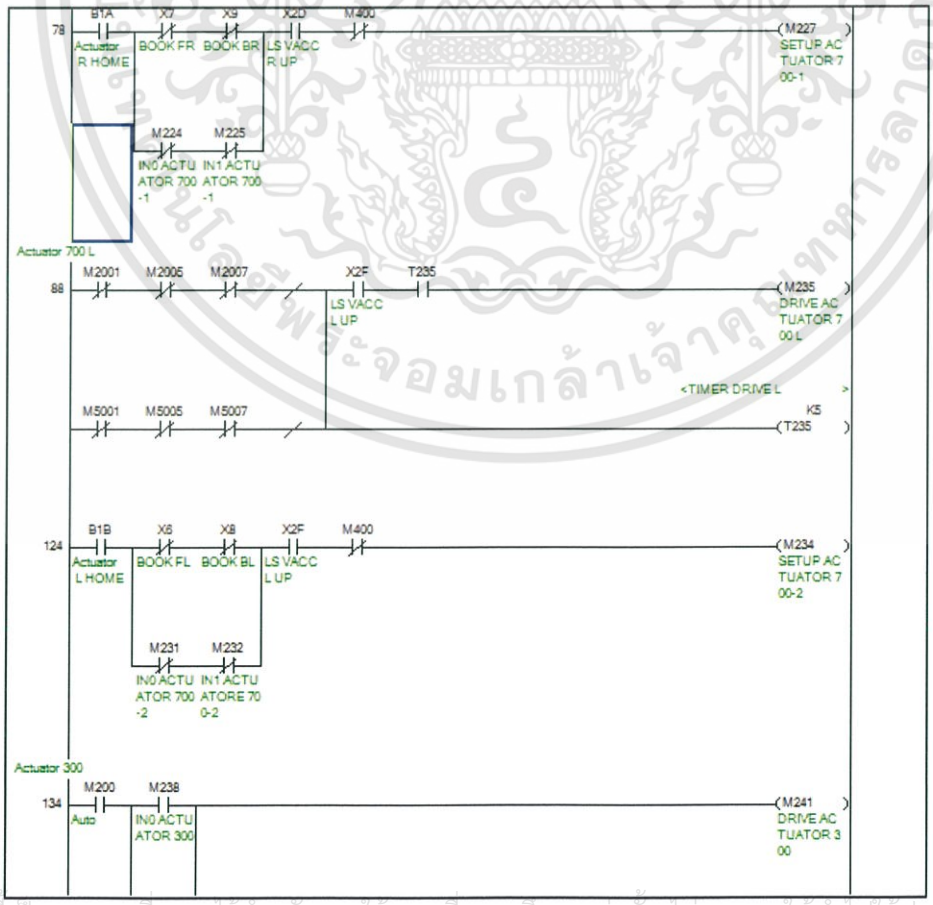
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



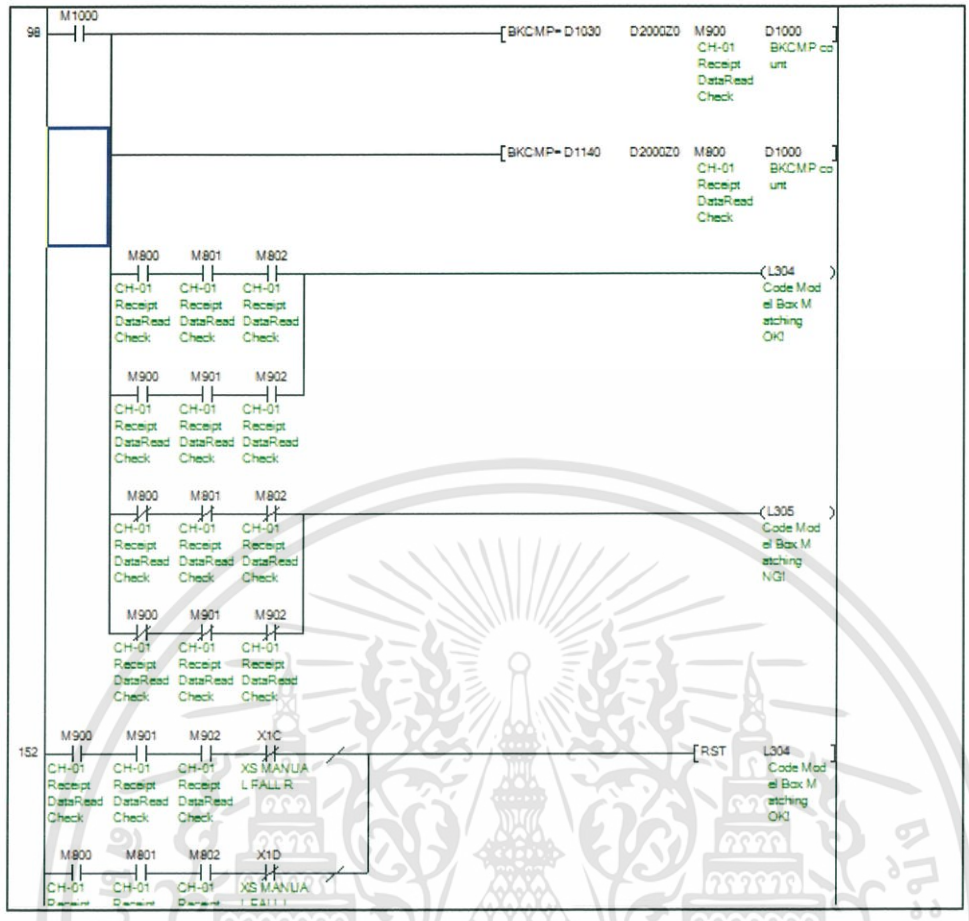


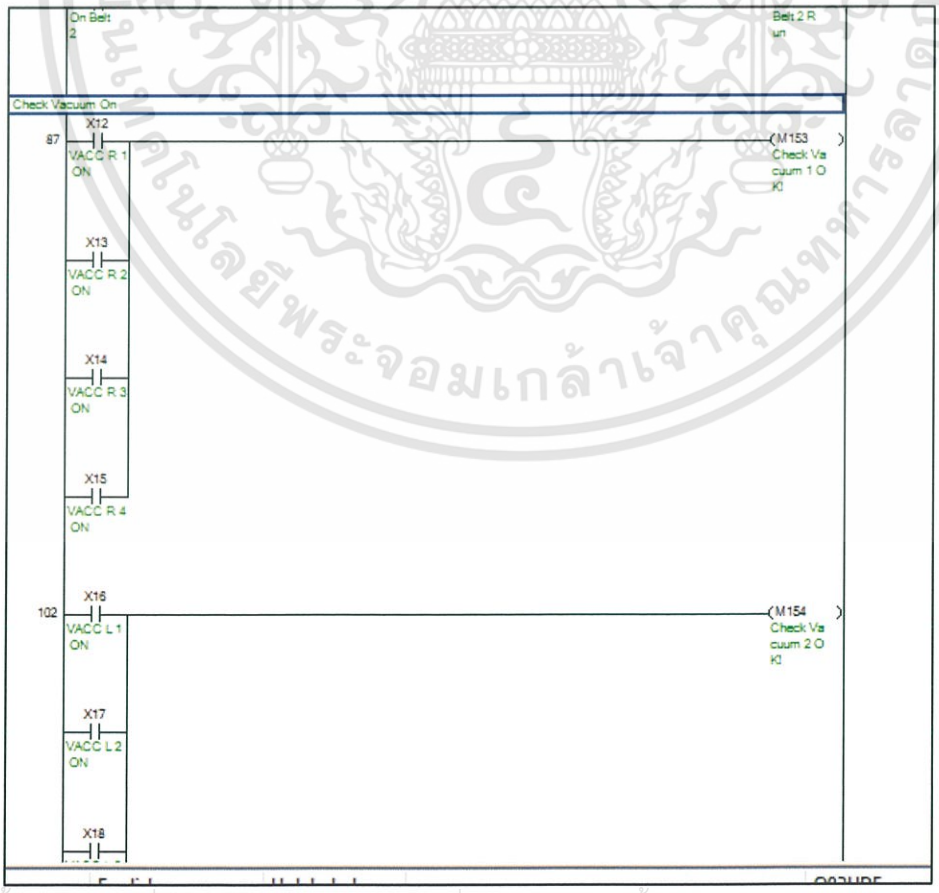
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายทักษ์ดนัย จันทวงศ์
วัน เดือน ปีเกิด	29 มิถุนายน พุทธศักราช 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน	837/13 ถ.ย่านศิลาอาสน์ ต.ท่าอิฐ อ.เมืองอุตรดิตถ์
	จ.อุตรดิตถ์ 53000
เบอร์โทรศัพท์	089-2151029
E-mail	takdanai1@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พุทธศักราช 2547-2552	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา จาก โรงเรียนเทศบาลวัดท้ายตลาด (กวีธรรมสาร) อุตรดิตถ์
พุทธศักราช 2553-2555	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนอุตรดิตถ์ อุตรดิตถ์
พุทธศักราช 2556-2558	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สายการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จาก โรงเรียนอุตรดิตถ์ อุตรดิตถ์
พุทธศักราช 2559-2562	ศึกษาระดับอุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ประวัติการทำงาน

พุทธศักราช 2561	ฝึกงานบริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด แผนก FIT (Factory Innovation Technology)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้