รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค
AUTOMATION SYSTEM FOR COUNT AND STORE MANUAL FROM PACKING MACHINE

อนันต์สิทธิ์ วังส์ด่าน

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค

AUTOMATION SYSTEM FOR COUNT AND STORE MANUAL FROM PACKING MACHINE

อนันต์สิทธิ์ วังส์ด่าน

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงาน	ระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค
นักศึกษา	นายอนันต์สิทธิ์ วังส์ด่าน
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นายคมกฤช ทิพย์เกษร
สถานประกอบการ	บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อศึกษาและสร้างระบบอัตโนมัติที่สามารถนับจำนวนคู่มือ ที่จะบรรจุลงกล่องและนำกล่องออกไปสู่การทำงานส่วนอื่นๆ เพื่อศึกษาการทำงานของระบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลร่วมกับระบบเชื่อมต่อผู้ใช้กับเครื่องจักร เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำ ระบบอัตโนมัติไปใช้ทำหน้าที่แทนแรงงานคน โดยการนำระบบไปใช้กับห้องผลิตคู่มือของโรงงานเครื่องซักผ้า บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด โดยการศึกษาครั้งนี้ได้จัดทำเครื่องจักรที่สามารถนับจำนวนคู่มือจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ และสามารถลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อนำไปรับคู่มือได้ มีจอทัชสกรีนสำหรับเป็นอุปกรณ์สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักร โดยมีการควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ซึ่งได้แบ่งส่วนต่างๆ ของระบบออกเป็น 5 ส่วนคือ ส่วนนำกล่องบรรจุภัณฑ์เข้าสู่ระบบ ส่วนแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน ส่วนการนับและลำเลียงคู่มือลงสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ ส่วนซ้อนกล่องที่มีคู่มือบรรจุอยู่ และส่วนนำกล่องบรรจุภัณฑ์ออกจากระบบ โดยในแต่ละส่วนจะประกอบไปด้วยโครงสร้างทางกล ระบบไฟฟ้า ระบบนิวแมติกส์และโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ผลการวิจัยพบว่าระบบสามารถตรวจนับคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ และสามารถลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปรับคู่มือได้ โดยมีการควบคุมระบบผ่านอุปกรณ์สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักร นอกจากนี้ระบบสามารถทำงานให้สัมพันธ์กับเครื่องแพ็คอัตโนมัติได้ โดยเวลาในการทำงานจะมากกว่าการใช้แรงงานคน แต่สามารถลดจำนวนแรงงานได้ 1 คน เพราะระบบจะช่วยลดท่าทางการทำงานที่ไม่พึงประสงค์ของแรงงานคนได้

คำสำคัญ : ระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค, โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล, ระบบนิวแมติกส์

Project Title:	Automation System for Count and Store Manual from Packing Machine
Student:	Mr.Anansit Wangdan
Department:	Instrumentation and Control Engineering
Advisor:	Assistant Professor Dr.Noppadol Maneerat
Mentor:	Mr.Konkit Thipgesorn
Company:	Thai Samsung Electronics Co., Ltd.

ABSTRACT

The purposes of this project were to study and make automation for count and store manual in the box and take it to other section. To study about control automation system by use programmable logic control (PLC) and human machine interface device. To study how to use automation system instead manpower in industry factory. Automation system for count and store manual from packing Machine is use in label and manual room, washing machine factory , Thai Samsung Electronics Co. Ltd. In this study is make machine that can count manual from packing machine and transport box for store manual. Using programmable logic control is controller and using touch panel for interface between human and machine. This machine can be separate 5 section as follows: section of feed box into system ; section of separate overlay box ; section of count and transport manual into box ; section of stack box ; and section of take box out of machine. Each section consists of mechanical structure, program, electrical system, and pneumatic system.

The result of this study revealed that system can count and transport box for store manual from packing machine. System can control by using touch panel and work with packing machine. Moreover, Automation System for Count and Store Manual from Packing Machine can decrease 1 manpower but it can't decrease takt time of work. It can decrease bad movement of manpower.

Keywords : Automation System for Count and Store Manual from Packing Machine, Programmable logic control (PLC), Pneumatic system

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานฉบับนี้ผู้จัดทำขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ที่มอบโอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา คอยช่วยเหลือให้คำปรึกษาเป็นอย่างดี ตลอดจนการตรวจสอบความถูกต้องของรายงานจนทำให้รายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณบริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด และพี่ทุกคนในบริษัทที่คอยให้ความรู้ คำปรึกษา แนะนำและช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาในการจัดทำโครงการสหกิจศึกษานี้ ทำให้โครงงานสามารถดำเนินไปและประสบความสำเร็จได้ด้วยดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจและช่วยเหลือตลอดมาจนจบทั้งโครงการ จึงขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของผู้จัดทำและขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

อนันต์สิทธิ์ วังส์ด่าน

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

สารบัญตาราง IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 2

1.3 ขอบเขตของโครงงาน 2

1.4 วิธีดำเนินโครงงาน 3

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 เทคโนโลยีจอสัมผัส (Touch Screen) 4

2.2 การเชื่อมต่อระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร (Human Machine Interface) 8

2.3 โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor) 8

2.4 ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic System) 11

2.5 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (Programmable Logic Controller) 17

2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor) 20

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 21

3.1 ภาพรวมของการดำเนินงานวิจัย 21

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัย 25

3.3 การออกแบบงานวิจัย 35

3.4 วิเคราะห์แนวทางและความเป็นไปได้ของการนำงานวิจัยไปใช้ 50

3.5 การดำเนินการทำงานของงานวิจัย 52

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.6 ภาพรวมการทำงานของงานวิจัย 58

3.7 การทดลองการทำงานวิจัย 65

3.8 บันทึกผลการทดลองการทำวิจัย 65

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน 67

4.1 ผลการทดลองการตรวจจับคู่มือของโฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์..... 67

4.2 ผลการทดลองของการประกอบโครงสร้างทางกล 70

4.3 ผลการทดลองในส่วนของระบบไฟฟ้า 75

4.4 ผลการทดลองในส่วนของโปรแกรม 76

4.5 ผลการทดลองในส่วนจอทัชกรีน..... 78

4.6 ผลการทดลองการใช้งานระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค79

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงงานและข้อเสนอแนะ 86

5.1 สรุปผลการทดลอง 86

5.2 การอภิปรายผลการทดลอง 88

5.3 ข้อเสนอแนะ..... 90

เอกสารอ้างอิง..... 91

ประวัติผู้เขียน 92

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 เทคโนโลยีทัชสกรีนแบบรีซิสทีฟ 5

2.2 เทคโนโลยีทัชสกรีนแบบคาปาซิทีฟ 6

2.3 เทคโนโลยีทัชสกรีนแบบคลื่นเสียง 6

2.4 เทคโนโลยีทัชสกรีนแบบอินฟราเรด 7

2.5 Human Machine Interface 8

2.6 ส่วนประกอบของโฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ 9

2.7 โหมดการทำงานแบบ Oppose Mode และ Beam Pattern 10

2.8 โหมดการทำงานแบบ Diffuse Mode และ Beam Pattern 11

2.9 ระบบนิวแมติกส์พื้นฐาน 13

2.10 ตัวอย่างและสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางลม 14

2.11 กระบอกสูบแบบทางเดียว (Single Acting Cylinder) 15

2.12 กระบอกสูบแบบสองทาง (Double Acting Cylinder) 16

2.13 กระบอกสูบไร้ก้าน (Double Acting Cylinder) 16

2.14 โครงสร้างภายในของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล 18

2.15 ตัวอย่างอุปกรณ์อินพุต 19

2.16 ตัวอย่างอุปกรณ์เอาต์พุต 20

2.17 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 20

3.1 แผนภาพรวมการดำเนินงานวิจัย 22

3.2 แผนภาพรวมการดำเนินงานวิจัยด้านโครงสร้างและกลไกการทำงานของระบบ 23

3.3 แผนภาพรวมการดำเนินงานวิจัยด้านระบบไฟฟ้า 23

3.4 แผนภาพรวมการดำเนินงานวิจัยด้านระบบนิวแมติกส์ 24

3.5 แผนภาพรวมการดำเนินงานวิจัยด้านระบบควบคุม 24

3.6 ตัวอย่างกล่องบรรจุภัณฑ์ 25

3.7 คู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ 25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.8 รถเข็น	26
3.9 หน่วยประมวลผล (CPU Unit)	27
3.10 หน่วยอินพุต (Input Unit)	28
3.11 หน่วยเอาต์พุต (Output Unit)	29
3.12 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)	30
3.13 หน่วยติดตั้งอุปกรณ์ (Base Unit)	30
3.14 สายเชื่อมต่อหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก (I/O Link)	31
3.15 สายแลน (LAN Wire)	31
3.16 จอทัชสกรีนและการเชื่อมต่อจอทัชสกรีนกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล	32
3.17 ซอฟแวร์สำหรับเขียนโปรแกรม (Computer & GP-PRO EX)	32
3.18 แผนผังการออกแบบภาพรวมการทำงาน	35
3.19 การออกแบบภาพรวมการทำงาน	36
3.20 การออกแบบกลไกและโครงสร้างทางกลของระบบด้วยโปรแกรม SolidWorks (ส่วนการนำกล่องจ่ายเข้าระบบ)	37
3.21 การออกแบบกลไกและโครงสร้างทางกลของระบบด้วยโปรแกรม SolidWorks (ส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออกจากกัน)	38
3.22 การออกแบบกลไกและโครงสร้างทางกลของระบบด้วยโปรแกรม SolidWorks (ส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกัน)	39
3.23 มอเตอร์สำหรับใช้ขับเคลื่อนวัตถุ (ส่วนนำกล่องออกจากระบบ)	42
3.24 การออกแบบกลไกและโครงสร้างทางกลของระบบด้วยโปรแกรม SolidWorks (ส่วนนำกล่องออกจากระบบ)	42
3.25 แผนผังการออกแบบการทำงานของโปรแกรมเมบิลโลจิกคอนโทรล	44
3.26 แผนผังการออกแบบการทำงานของจอทัชสกรีน	45
3.27 การออกแบบระบบนิวแมติกส์	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.28 พื้นที่ภายในห้อง Label and Manual 50

3.29 พื้นที่ภายในห้อง Label and Manual หลังจากมีการติดตั้งระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค (พื้นที่สีเขียว) 51

3.30 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดควบคุมโดยผู้ใช้ 58

3.31 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ 59

3.32 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (ส่วนนำกล่องจ่ายเข้าระบบ) 60

3.33 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (ส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออก) 61

3.34 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (ส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกัน) 62

3.35 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (ส่วนนำกล่องออกจากระบบ) 63

3.36 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (ส่วนการนับคู่มือ) 64

4.1 สถานะของเซนเซอร์ชนิดตัวรับ และตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันในการตรวจจับสิ่งของ 67

4.2 ผลการทดลองการใช้เซนเซอร์ชนิดตัวรับ และตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันในการตรวจจับคู่มือ 67

4.3 สถานะของเซนเซอร์ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่แยกกันในการตรวจจับสิ่งของ 68

4.4 สถานะของเซนเซอร์ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่แยกกันในการตรวจจับคู่มือ 68

4.5 ผลการทดลองการใช้มอเตอร์กระแสตรงในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงคู่มือ ให้มีความเร็วสัมพันธ์กับความเร็วของเครื่องแพ็คอัตโนมัติ และสามารถลำเลียงคู่มือลงกล่องบรรจุภัณฑ์ได้ .. 70

4.6 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน 71

4.7 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน 72

4.8 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการนับและจัดเก็บคู่มือ 73

4.9 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนของการซ้อนกล่อง 74

4.10 ผลการทดลองการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า 74

4.11 ผลการทดลองของการทดสอบโปรแกรมด้วยการจำลองระบบ 76

4.12 ผลการทดลองของการทดสอบโปรแกรมด้วยการจำลองระบบ 76

4.13 ผลการทดลองของการทดสอบโปรแกรมของจอทัชสกรีน 77

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 แผนการดำเนินงาน 3
2.2 การเรียกชื่อตำแหน่งวาล์วควบคุมทิศทางลม 14
2.3 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางลม 14
3.1 จำนวนอุปกรณ์อินพุต 27
3.2 จำนวนอุปกรณ์เอาต์พุต 28
3.3 รายการกระบอกสูบที่เลือกมาใช้ 48
3.4 อุปกรณ์อินพุต 54
3.5 อุปกรณ์เอาต์พุต 56
4.1 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดบาง ขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม 79
4.2 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดหนา ขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม 80
4.3 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดบาง ขนาดใหญ่ขนาด 210 x 310 มม. 81
4.4 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดหนา ขนาดใหญ่ขนาด 210 x 310 มม. 82
4.5 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดบาง ขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม 83

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

การพัฒนาระบบอุตสาหกรรมไทยในปัจจุบันได้มุ่งเน้นการพัฒนาเพื่อเพิ่มผลิตภาพมูลค่า และมาตรฐาน รวมถึงการพัฒนาศักยภาพของภาคอุตสาหกรรมให้เติบโตและเข้มแข็ง ซึ่งยุทธศาสตร์ของกระทรวงอุตสาหกรรมไทยปี พ.ศ. 2560-2564 ได้มีการส่งเสริมการพัฒนางานวิจัย การประยุกต์ใช้วิทยาศาสตร์ เทคโนโลยี นวัตกรรมและดิจิทัล เพื่อนำมาพัฒนาและเพิ่มผลผลิตทางด้านอุตสาหกรรม ซึ่งมีความสอดคล้องกับยุทธศาสตร์อุตสาหกรรมไทย 4.0 ในเรื่องของการปฏิรูปภาคอุตสาหกรรมไทยสู่อุตสาหกรรมที่ขับเคลื่อนด้วยปัญญา ที่ส่งเสริมให้ผู้ประกอบการมีการใช้ระบบการทำงานแบบอัตโนมัติ การนำหุ่นยนต์อุตสาหกรรมมาใช้ และการนำเทคโนโลยีดิจิทัลเพื่อควบคุมการผลิต เพื่อขับเคลื่อนอุตสาหกรรมไทยสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ในอนาคต (กระทรวงอุตสาหกรรม, 2559)

จากที่กล่าวมาข้างต้นโรงงานผลิตเครื่องซักผ้า บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด จึงได้มีการนำระบบอัตโนมัติและเทคโนโลยีใหม่มาใช้ในการผลิต โดยการศึกษาและงานวิจัยในครั้งนี้ทางโรงงานนั้นต้องการที่จะสร้างระบบอัตโนมัติสำหรับจัดเก็บคู่มือการใช้งานของเครื่องซักผ้า โดยผ่านวิธีการบรรจุใส่ถุงพลาสติกด้วยเครื่องแพ็คอัตโนมัติลงในกล่องบรรจุภัณฑ์ ด้วยการใช้ระบบอัตโนมัติแทนการใช้งานแรงงานคน เนื่องจากในการทำงานเดิมแรงงานคนต้องทำงานที่มีทั้งการนับจำนวนคู่มือผลิตออกมาเป็นจำนวนมากด้วยตัวเอง และต้องจัดเก็บคู่มือเหล่านั้นด้วยตัวเอง ทำให้ต้องรับภาระยกน้ำหนักที่มากของจำนวนคู่มือทั้งหมด และต้องทำงานด้วยท่าทางการเคลื่อนไหวในแบบเดิมซ้ำกันตลอดวัน ทำให้ส่งผลเสียต่อสุขภาพของแรงงานคน อีกทั้งทางโรงงานยังต้องการให้มีการแสดงผลการทำงานของระบบอัตโนมัติแทนการจดบันทึกของแรงงานคนด้วย การใช้งบประมาณในการสร้างให้น้อยที่สุด และสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นกว่าการใช้แรงงานคน

จากที่มาดังกล่าวผู้จัดทำงานวิจัยมีแนวคิดที่จะสร้างระบบอัตโนมัติที่สามารถตรวจจับ และนับจำนวนของคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ จากนั้นจึงนำคู่มือไปบรรจุลงในกล่องบรรจุภัณฑ์ รวมไปถึงการสร้างระบบอัตโนมัติที่สามารถลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีการรวมไว้หลายๆ กล่องจากการขนส่งภายในโรงงานเพื่อนำไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็ค จากนั้นจึงทำการลำเลียงกล่องมาซ้อนกันอีกครั้งก่อนที่จ่ายออกจากระบบเพื่อนำไปจัดเก็บยังพื้นที่ที่รวบรวมกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีคู่มืออยู่ภายในพร้อมสำหรับการนำไปใช้ ระบบอัตโนมัตินี้จะช่วยลดจำนวนแรงงานคน 1 คน ซึ่งจะช่วยให้แรงงานคนไม่ต้องรับน้ำหนักที่มากของคู่มือ ไม่ต้องกระทำท่าทางในการทำงานที่ไม่พึงประสงค์ที่จะทำให้เกิดผลเสียต่อร่างกาย และช่วยลดความผิดพลาดในการนับคู่มือที่ผลิตแล้วโดยตัวแรงงานคนเอง เพื่อที่จะให้แรงงานคนมีขั้นตอนในการทำงานเพียงแค่ทำการจัดเตรียมกล่องบรรจุภัณฑ์เปล่า

บรรจุเข้าระบบในส่วนสำหรับบรรจุกล่อง และนำกล่องบรรจุภัณฑ์ที่บรรจุคู่มือแล้วนำส่งออกทางส่วนทางออกของระบบ อีกทั้งระบบอัตโนมัตินี้ยังช่วยลดเวลาที่สูญเสียและค่าใช้จ่ายในระยะยาวได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. เพื่อสร้างระบบอัตโนมัติที่สามารถนับจำนวนคู่มือที่จะบรรจุลงกล่องบรรจุภัณฑ์ และลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วได้

2. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบอัตโนมัติ ที่ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลร่วมกับระบบเชื่อมต่อผู้ใช้กับเครื่องจักร

3. เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำระบบอัตโนมัติไปใช้ทำหน้าที่แทนแรงงานคน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ขอบเขตด้านฮาร์ดแวร์

1. ออกแบบและจัดทำโครงสร้างทางกลที่สามารถลำเลียงคู่มือ ที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติลงในกล่องบรรจุภัณฑ์ได้

2. ออกแบบและจัดทำโครงสร้างทางกลที่สามารถลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ เพื่อนำไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ

1.3.2 ขอบเขตด้านซอฟท์แวร์

1. ออกแบบและจัดทำโปรแกรมของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ที่สามารถควบคุมระบบในการตรวจจับและนับจำนวนคู่มือที่บรรจุลงกล่องได้

2. ออกแบบและจัดทำโปรแกรมของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ที่สามารถควบคุมระบบในการลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปบรรจุคู่มือได้

3. ออกแบบและจัดทำโปรแกรมของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล ร่วมกับการใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักรในการควบคุมระบบอัตโนมัติได้

4. ออกแบบและจัดทำโปรแกรมของระบบเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักร

5. ออกแบบและจัดทำโปรแกรมให้ระบบอัตโนมัติสามารถทำงานร่วมกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติได้

1.4 วิธีดำเนินโครงงาน

ผู้จัดทำได้วางแผนการดำเนินงานและกำหนดระยะเวลา ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน																											
	มิ.ย. 60				ก.ค. 60				ส.ค. 60				ก.ย. 60				ต.ค. 60				พ.ย. 60				ธ.ค. 60			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1. สำรวจพื้นที่ในโรงงานเพื่อเก็บข้อมูลสำหรับการออกแบบงานวิจัย			■																									
2. ค้นคว้าทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวกันเพื่อเป็นแนวทางในการทำงานวิจัย				■	■																							
3. ออกแบบแนวคิดในการทำงานวิจัย				■	■	■	■	■	■																			
4. ออกแบบงานทุกส่วนประกอบโดยละเอียด						■	■	■	■	■																		
5. นำเสนอแนวคิดของงานวิจัยเพื่อรอรับการอนุมัติให้ดำเนินงานวิจัย								■	■	■																		
6. จัดซื้อวัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน									■	■	■	■	■	■	■													
7. ประกอบโครงสร้างทางกลและประกอบกลไกการทำงานต่างๆ ของระบบ											■	■	■	■	■	■	■	■	■									
8. จัดทำระบบไฟฟ้าและระบบนิวแมติกส์											■	■	■	■	■	■	■	■	■									
9. ออกแบบและจัดทำโปรแกรมควบคุมการทำงาน										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■									
10. ปรับปรุงและแก้ไขการทำงานของโครงสร้างทางกลและโปรแกรมควบคุมระบบ															■	■	■	■	■	■	■	■	■					
11. ทดสอบการทำงานของโครงสร้างทางกลและโปรแกรมควบคุมระบบ													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
12. ติดตั้งระบบอัตโนมัติสำหรับนำไปใช้ในโรงงานจริง																									■	■		
13. ทดลองใช้ระบบและปรับปรุงแก้ไข																									■	■		
14. บันทึกผลการทำงานและสรุปผลการทดลอง																									■	■		

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. การทำงานวิจัยนี้ทำให้ทราบแบบแผนการทำงาน และการสร้างเครื่องจักรสำหรับใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

2. ผลจากการทำงานวิจัยในครั้งนี้สามารถนำไปใช้กับระบบแพ็คคู่มือของโรงงานอุตสาหกรรม ทำให้ช่วยลดกระบวนการทำงานของแรงงานคน และทำให้ระบบการแพ็คคู่มือมีความเป็นระบบอัตโนมัติมากขึ้น

3. งานวิจัยนี้สามารถเป็นข้อมูลและแนวทางสำหรับการพัฒนาระบบแพ็คคู่มือของสายการผลิตอื่นๆ ภายในโรงงานอุตสาหกรรมได้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ก่อนการดำเนินงานโครงการได้ศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับโครงการ และรวบรวมข้อมูลเพื่อเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ อย่างถูกต้องและเหมาะสม โดยมีการศึกษาข้อมูลดังต่อไปนี้

2.1. เทคโนโลยีจอสัมผัส (Touch Screen)

2.2. การเชื่อมต่อระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร (Human Machine Interface : HMI)

2.3. โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor)

2.4. ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic System)

2.5. โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (Programmable Logic Controller : PLC)

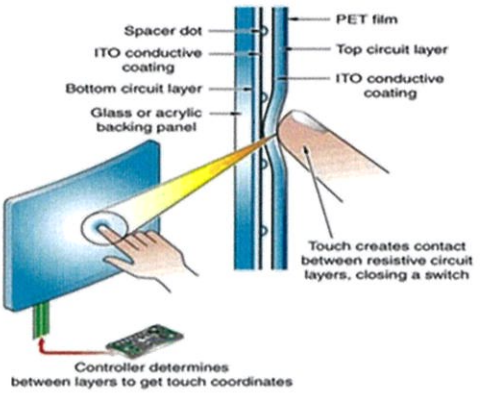
2.6. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC-Motor)

2.1 เทคโนโลยีจอสัมผัส (Touch Screen)

ส่วนใหญ่เครื่องมือที่อาศัยอินเตอร์เฟซที่เป็นการสัมผัสจะใช้จอสัมผัสแทนการใช้คีย์บอร์ดและเมาส์ ส่วนประกอบสำคัญ ได้แก่ ส่วนของเซนเซอร์ตรวจการสัมผัสที่ทำหน้าที่รับสัญญาณจากเซนเซอร์มาประมวลผลโดยซอฟท์แวร์และไดรฟ์เวอร์ ทำให้จอสัมผัสเปรียบเสมือนอุปกรณ์อย่างเมาส์ ในการเลือกทัชสกรีนที่เหมาะสมนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยและปัจจัยหนึ่งที่ต้องทราบคือ เรื่องเทคโนโลยีของจอสัมผัสแบบต่างๆ พร้อมทั้งจุดแข็งและจุดอ่อนของเทคโนโลยีนั้น

2.1.1 เทคโนโลยีของจอสัมผัสแบบรีซิสทีฟ (Resistive)

เทคโนโลยีจอสัมผัสแบบรีซิสทีฟถือว่าเป็นแบบที่ประหยัดและเหมาะกับการใช้งานได้หลากหลายประเภท ประกอบด้วยเลเยอร์ด้านบนที่ยืดหยุ่นและเลเยอร์ด้านล่างที่อยู่บนพื้นแข็งคั่นระหว่างสองเลเยอร์ด้วยเม็ดฉนวน ซึ่งทำหน้าที่แยกไม่ให้ด้านในของสองเลเยอร์สัมผัสกัน เพราะด้านในของสองเลเยอร์นี้จะเคลือบด้วยสารตัวนำไฟฟ้าที่มีคุณสมบัติโปร่งแสง ในเวลาที่มีการปล่อยกระแสที่เลเยอร์สารตัวนำ และเมื่อทำการกดที่จอสัมผัสจะทำให้วงจรสองเลเยอร์ต่อถึงกัน จากนั้นวงจรควบคุมก็จะคำนวณค่ากระแสตามแนวตั้งและแนวนอนก็จะได้ตำแหน่งที่สัมผัสบนหน้าจอ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 เทคโนโลยีทัชสกรีนแบบรีซิสทีฟ

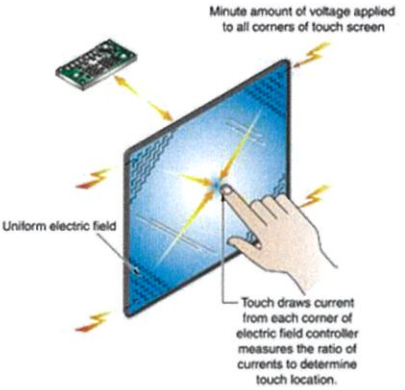
[ที่มา http://www.generaltouch.com]

จุดแข็งของรีซีสทีฟ (Resistive) มีดังนี้

1. ราคาไม่แพง
2. สามารถใช้อะไรสัมผัสก็ได้
3. หาตำแหน่งที่สัมผัสได้ละเอียด
4. กินไฟน้อย

2.1.2 เทคโนโลยีของจอสัมผัสแบบคาปาซิทีฟ (Capacitive)

เทคโนโลยีจอสัมผัสแบบคาปาซิทีฟมีคุณสมบัติที่โดดเด่นทั้งความทนทานและความโปร่งแสง โครงสร้างของจอสัมผัสแบบคาปาซิทีฟนั้นประกอบด้วยแผ่นแก้วเคลือบผิวด้วยอ็อกไซด์ของโลหะแบบโปร่งแสง เมื่อถึงเวลาการใช้งานก็จะมีการป้อนแรงดันไฟฟ้าที่มุมทั้งสี่ของจอสัมผัส เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าความเข้มที่สม่ำเสมอตลอดทั่วทั้งแผ่น ผู้ใช้จะต้องใช้นิ้วมือสัมผัสที่จอเพื่อดึงกระแสจากแต่ละมุมให้แรงดันตกลง จากนั้นแผงวงจรควบคุมก็จะคำนวณเป็นตำแหน่งที่สัมผัสได้ ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เทคโนโลยีทัชสกรีนแบบคาปาซิทีฟ

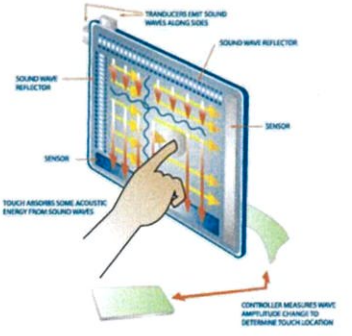
[ที่มา http://scienceline.org**]**

จุดแข็งของคาปาซิทีฟ (Capacitive) มีดังนี้

1. มีความคมชัด
2. แสงจากหน้าจอสามารถผ่านออกมาได้
3. ภาพชัดจึงหาตำแหน่งที่สัมผัสได้ละเอียด

2.1.3 เทคโนโลยีของจอสัมผัสแบบคลื่นเสียง (Acoustic Wave)

เทคโนโลยีจอสัมผัสแบบคลื่นเสียงมีความโดดเด่นในเรื่องความคมชัดสูง และความแม่นยำทำให้มีการใช้งานเทคโนโลยีคลื่นเสียงในจอสัมผัส จอสัมผัสแบบคลื่นเสียงจะมีตัวส่งสัญญาณ ซึ่งยึดติดไว้ที่ขอบกระจกเพื่อส่งสัญญาณอัลตร้าโซนิคไปทั้งสองระนาบ คลื่นเสียงนี้จะสะท้อนผ่านไปทั้งพื้นผิวของกระจกมายังเซนเซอร์อีกด้านหนึ่ง เมื่อมีการสัมผัสด้วยนิ้วมือจะมีการดูดซับพลังงานจากคลื่นเสียง ทำให้แผงควบคุมสามารถวัดตำแหน่งการสัมผัสได้จากการเปลี่ยนแปลงขนาดของคลื่นเสียง ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 เทคโนโลยีทัชสกรีนแบบคลื่นเสียง

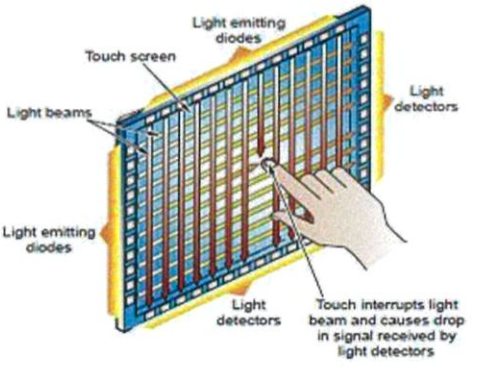
[ที่มา http://touchscreensolutions.com.au**]**

จุดแข็งของ Acoustic Wave มีดังนี้

1. ภาพจะมีความคมชัด
2. มีความทนทานมาก
3. มีความแม่นยำสูง
4. มีความสามารถในการตรวจจับตามแนวลึก (แกน Z) ได้ด้วยแผ่นแก้วด้านหน้า
5. มีความคงทน

2.1.4 เทคโนโลยีของจอสัมผัสแบบอินฟราเรด (Infrared)

เทคโนโลยีแบบอินฟราเรดจะถูกใช้งานในจอแสดงผลขนาดใหญ่ เช่น ในสถาบันการเงินและทางการทหาร เทคโนโลยีนี้ทำงานโดยการตรวจจับแสง ดังนั้นแทนที่จะมีแผ่นแก้วอยู่หน้าจอเหมือนกับเทคโนโลยีอื่นแต่จะทำเป็นกรอบแทน ภายในกรอบจะมีแผงของแหล่งกำเนิดแสงที่เรียกว่าแอลอีดี ที่ด้านหนึ่งพร้อมกับตัวตรวจจับแสงที่ด้านตรงข้ามกัน จึงเป็นเสมือนตะแกรงของลำแสงทั่วจอ เมื่อมีวัตถุใดสัมผัสก็จะไปตัดลำแสงไม่ให้ผ่านไปถึงตัวตรวจจับแสง ทำให้แผงควบคุมสามารถทราบตำแหน่งพิกัดสัมผัสได้ ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 เทคโนโลยีทัชสกรีนแบบอินฟราเรด

[ที่มา http://www.flatvision.co.uk]

จุดแข็งของอินฟราเรด (Infrared) มีดังนี้

1. มีความแม่นยำสูง
2. แสงผ่านได้ 100% เนื่องจากไม่มีอะไรมาบังหน้าจอ

2.2 การเชื่อมต่อระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร (Human Machine Interface)

การเชื่อมต่อระหว่างมนุษย์กับเครื่องจักร (Human Machine Interface : HMI) หรือระบบเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้และเครื่องจักรถูกออกแบบมาเป็นอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้และเครื่องจักร ระบบเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้และเครื่องจักรนั้นมีกว้างขวางมากรวมไปถึงเครื่องเล่น MP3 คอมพิวเตอร์ อุตสาหกรรม เครื่องใช้ในครัวเรือน และอุปกรณ์ในสำนักงาน อย่างไรก็ตามระบบเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้และเครื่องจักรมีความสำคัญมากต่อกระบวนการผลิตและระบบควบคุม ระบบเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้และเครื่องจักรแสดงให้เห็นภาพของระบบควบคุมและการเก็บข้อมูลตามเวลาจริงและสามารถเพิ่มผลผลิตโดยมีการรวมศูนย์กลางการควบคุมที่ซึ่งใช้งานได้ง่าย ดังรูปที่ 2.5

รูปที่ 2.5 Human Machine Interface

[ที่มา http://www.anaheimautomation.com/manuals/forms/hmiguide.

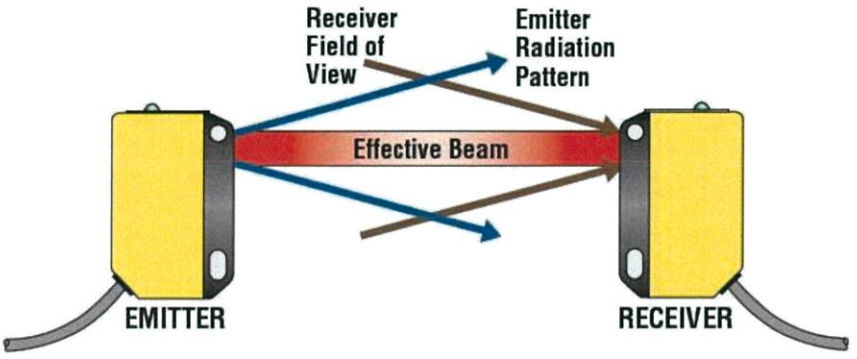
php#sthash.Wca3MOoH.Lv4kAFCL.dpbs]

2.3 โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (Photoelectric Sensor)

โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์คือ อุปกรณ์ตรวจจับด้วยแสงที่มักใช้ในกระบวนการผลิตที่เป็นระบบอัตโนมัติ เพราะเป็นอุปกรณ์ที่มีการตอบสนองที่รวดเร็วโดยไม่มีการสัมผัสกับผิววัสดุ จะทำงานโดยการตรวจจับแสงที่ตกกระทบ และตอบสนองการทำงานตามการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสง ในภาคส่งสัญญาณแสงนั้นจะใช้ Light Emitting Diode หรือ LED โดยจะมีหน้าที่สร้างแสงที่เป็นสัญญาณเพื่อส่งออกไป และแสงของ LED นั้นจะมีทั้งแบบแสงที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Visible Light) เช่น แสงสีแดง แสงสีเขียว แสงสีขาว แสงสีน้ำเงิน และแสงที่ไม่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่า (Non-visible Light) ได้แก่ แสงอินฟราเรด ซึ่งเป็นแสงชนิดที่ใช้ในการผลิตโฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์มากที่สุด

เมื่อแสงถูกส่งออกมาจากตัวส่งสัญญาณก็จะถูกส่งต่อไปยังตัวรับสัญญาณ ซึ่งภายในตัวรับสัญญาณจะประกอบไปด้วย Photo Diode หรืออีกชื่อหนึ่งคือ Photo Transistor ทำหน้าที่ในการรับแสงและเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้า เพื่อส่งไปยังวงจรฟิลเตอร์ความถี่ PLL หรือ Phase Lock Loop ซึ่งจะทำงานกรองความถี่แสงที่มาตกกระทบให้ตรงกับความถี่ของแสงที่ตัวส่งสัญญาณส่งมาเท่านั้น โดยจะตัดความถี่จากแสงภายนอกอื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวข้องออกไป เมื่อมีวัตถุหรือชิ้นงานตัดผ่านก็จะทำให้ตัวรับไม่สามารถรับสัญญาณแสงได้ ซึ่งทำให้ภาควงจรตรวจจับสามารถรับรู้ได้ว่ามีการเปลี่ยนแปลงแล้วจะส่งสัญญาณต่อไปยังภาคเอาต์พุตเพื่อเปลี่ยนแปลงสถานะเอาต์พุตต่อไป

เซนเซอร์ชนิดนี้จะมีคุณสมบัติพิเศษคือ มีการตอบสนองที่รวดเร็ว มีระยะตรวจจับที่มากและสามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด โดยจะมีส่วนประกอบของเซนเซอร์ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของโฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์

[ที่มา : http://www.psptech.co.th]

ส่วนประกอบของโฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ มีดังนี้

1. Emitter คือ ตัวส่งสัญญาณและตัวกำเนิดแสง ทำหน้าที่ส่งสัญญาณแสงไปยังตัวรับสัญญาณ

2. Receiver คือ ตัวรับสัญญาณ ทำหน้าที่รับแสงเพื่อแปลงสัญญาณและทำหน้าที่เป็นเอาต์พุต

3. Range คือ ตัวกำหนดระยะการทำงานของเซนเซอร์ หรือระยะการส่งสัญญาณ

4. Effective Beam คือ ลำแสงที่ปล่อยออกมาจาก Emitter เพื่อใช้ในการตรวจจับวัตถุ

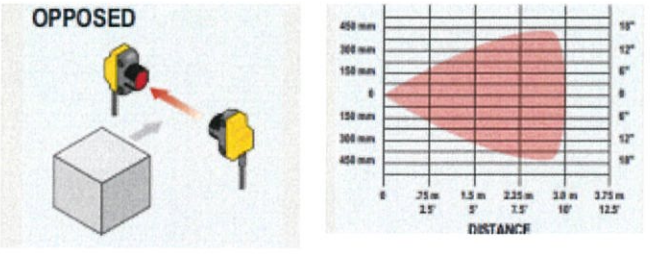
5. Radiation Pattern คือ พื้นที่การทำงานของเซนเซอร์ในส่วนของการส่งพลังงานเพื่อตรวจจับวัตถุ

6. Field of View คือ พื้นที่การทำงานของเซนเซอร์สำหรับตอบสนองการทำงาน

2.3.1 โหมดการทำงานแบบตัวส่งสัญญาณกับตัวรับสัญญาณแยกออกจากกัน (Opposed Mode)

Opposed Mode เป็นโหมดการทำงานที่ทำงานในระยะตัวส่งสัญญาณถึงตัวรับสัญญาณ เซนเซอร์จะต้องติดตั้งให้ตัวรับสัญญาณและตัวส่งสัญญาณอยู่ตรงข้ามกันเพื่อให้แสงทะลุผ่านถึงกันได้ เพราะแสงจะถูกปล่อยออกจากตัวส่งสัญญาณไปตกกระทบที่ตัวรับสัญญาณ ในสภาวะปกติตัวรับสัญญาณจะสามารถรับสัญญาณแสงจากตัวส่งสัญญาณได้ตลอดเวลา จะสามารถตรวจจับวัตถุได้ก็ต่อเมื่อมีวัตถุมาขวางทางลำแสง ทำให้แสงไม่สามารถทะลุผ่านถึงกัน วงจรภายในจะประมวลผลได้ว่ามีวัตถุขวางเซนเซอร์อยู่ ทำให้สถานะเอาต์พุตของตัวรับสัญญาณเปลี่ยนแปลงไปซึ่งลักษณะการทำงานชนิดนี้จะเรียกว่า Dark On หรือ Dark Operate

โหมดการทำงานนี้จะเป็นโฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ที่สามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดใหญ่ได้และมีช่วงระยะในการตรวจจับมากที่สุด แต่ในการเดินสายไฟจำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่งของตัวรับสัญญาณและตัวส่งสัญญาณ ทำให้มีข้อเสียในเรื่องการติดตั้งที่จะมีความยุ่งยากกว่าโหมดการทำงานอื่น ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 โหมดการทำงานแบบ Opposed Mode และ Beam Pattern

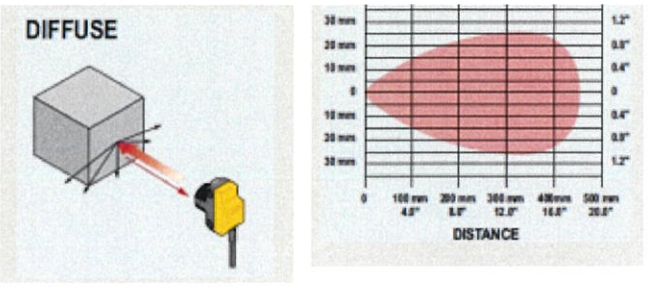
[ที่มา : http://www.psptech.co.th]

2.3.2 โหมดการทำงานแบบสะท้อนกับวัตถุ (Diffuse Mode, Proximity Mode)

Diffuse Mode หรือ Proximity Mode เป็นโหมดการทำงานที่ตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณอยู่ภายในตัวเดียวกัน โดยโหมดการทำงานนี้จะทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านที่ด้านหน้าของโฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ ลำแสงที่ส่งออกมาจากตัวส่งสัญญาณจะตกกระทบกับผิววัตถุและจะสะท้อนกลับไปยังตัวรับสัญญาณที่อยู่ภายในเซนเซอร์ วงจรภายในจะรับรู้ได้ว่ามีวัตถุขวางอยู่ด้านหน้าเซนเซอร์ทำให้สถานะเอาต์พุตของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า Light On หรือ Light Operate

โหมดการทำงานที่ตัวส่งสัญญาณและตัวรับสัญญาณอยู่ภายในตัวเดียวกันนี้ ทำให้ไม่จำเป็นต้องเดินสายไฟทั้งสองฝั่งเหมือนแบบ Opposed Mode ทำให้การติดตั้งใช้งานได้ง่ายกว่า แต่

ว่าจะมีข้อจำกัดในเรื่องของวัตถุที่ต้องการตรวจจับเพราะว่า สี ขนาด และความสว่างของวัตถุนั้นจะมีผลต่อแสงสะท้อน และระยะทางในการตรวจจับทั้งสิ้น ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 โหมดการทำงานแบบ Diffuse Mode และ Beam Pattern

[ที่มา : http://www.psptech.co.th]

ข้อควรระวังในการใช้งานโฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์คือ ฝุ่นละอองจะมีผลต่อความแม่นยำ ในการตรวจจับ ดังนั้นในการเลือกพื้นที่สำหรับการติดตั้งหรือการนำไปใช้งานควรคำนึงถึงเรื่องฝุ่นละอองด้วย

2.4 ระบบนิวแมติกส์ (Pneumatic System)

ระบบนิวแมติกส์เป็นระบบที่ใช้อากาศมาบีบอัดเพื่อเพิ่มแรงดันของอากาศ นำไปใช้ในการส่งกำลังเพื่อขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ให้ทำงานหรือเกิดการเคลื่อนที่ เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ลม เป็นต้น ซึ่งปัจจุบันได้มีการใช้ลมอัดและระบบนิวแมติกส์มาใช้กันอย่างกว้างขวางสำหรับงานต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะสามารถใช้งานได้ในระยะยาว ราคาไม่แพง มีความทนทานต่อสภาพอากาศ อุณหภูมิ และมีความปลอดภัยในการใช้งานเนื่องจากจะไม่ทำให้กลายเป็นวัตถุไวไฟ และไม่มีผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อม

2.4.1 ระบบผลิตและส่งจ่ายลมอัดจะมีส่วนประกอบและหลักการทำงานดังต่อไปนี้

1. เครื่องอัดลม (Air Compressor) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่นำอากาศที่ความดันบรรยากาศมาอัดให้มีความดันสูงเพื่อนำไปจ่ายให้กับระบบนิวแมติกส์ ลมอัดที่ออกมาจะมีความร้อนและไอน้ำอยู่ด้วย เพื่อไม่ให้ไอน้ำในลมกลั่นตัวออกมาเป็นหยดน้ำ ในท่อลมหลักหรือท่อสาขา และการที่จะทำให้ลมมีอุณหภูมิลดลงจึงต้องมี Heat Exchange หรือที่ใช้น้ำสำหรับหล่อลมร้อนให้เย็น

2. มอเตอร์ไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์ที่ให้กำลังขับทางกลแก่เครื่องอัดลม

3. สวิตซ์ความดัน เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า โดยจะทำการวัดค่าความดันในถังเก็บลม หากมีค่าความดันสูงถึงค่าที่ตั้งไว้จะสั่งให้มอเตอร์หยุดทำงาน และหากความดันต่ำกว่าค่าที่ตั้งไว้ก็จะสั่งให้มอเตอร์ทำงานใหม่

4. วาล์วป้องกันการไหลย้อนกลับ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปล่อยให้ลมอัดจากเครื่องอัดลมไหลผ่านเข้าไปในถังเก็บลม และป้องกันการไหลย้อนกลับของลมเมื่อเครื่องอัดลมหยุดทำงาน

5. ถังเก็บลม เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการเก็บลมที่ได้จากเครื่องอัดลม

6. เกจวัดความดัน เป็นอุปกรณ์สำหรับวัดความดันในถังลม

7. อุปกรณ์ระบายน้ำอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ระบายน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวภายในถังเก็บลมออกสู่ภายนอกโดยอัตโนมัติ

8. วาล์วนิรภัย เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปล่อยลมทิ้งในกรณีที่ความดันภายในถังเก็บลมมีมากเกินไป

9. อุปกรณ์กำจัดความชื้น เนื่องจากลมอัดมีอุณหภูมิค่อนข้างมาก เมื่อทำให้อุณหภูมิลดลงจะทำให้ความชื้นที่มีอยู่ในอากาศกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

10. อุปกรณ์กรองลม เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จับฝุ่นละอองและน้ำมัน

2.4.2 ระบบสูญเสียลมอัดจะมีส่วนประกอบและหลักการทำงานดังต่อไปนี้

1. ท่อส่งจ่ายลมจากท่อหลัก เป็นอุปกรณ์ที่มีไว้เพื่อป้องกันน้ำที่จะเข้าไปในระบบ

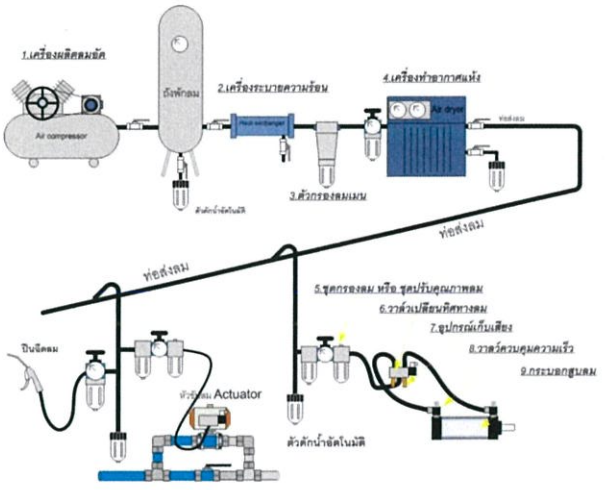
2. ตัวระบายน้ำอัตโนมัติ สำหรับติดตั้งที่ปลายท่อลมที่ส่งจ่ายไปยังจุดต่างๆ

3. ตัวปรับแรงดันลม เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการทำความสะอาดลม และปรับแต่งค่าความดันของลมที่จะนำไปใช้ยังอุปกรณ์ต่างๆ

4. วาล์วควบคุมทิศทางของลมอัด เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการควบคุมทิศทางของลม เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่เข้าออกของกระบอกสูบหรืออุปกรณ์อื่นๆ

5. อุปกรณ์ทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมให้เป็นพลังงานทางกล เช่น กระบอกสูบ เป็นต้น

6. อุปกรณ์ควบคุมความเร็วลม เป็นอุปกรณ์สำหรับทำหน้าที่ควบคุมความเร็วในการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ที่ทำงาน



รูปที่ 2.9 ระบบนิวแมติกส์พื้นฐาน

[ที่มา : http://www.pneuma.co.th]

2.4.3 วาล์วเปลี่ยนทิศทางลม

วาล์วเปลี่ยนทิศทางลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางลมอัดให้ไปตามทิศทางที่ต้องการ เพื่อสั่งงานให้อุปกรณ์ทำงาน ใช้หลักการเปิดปิดลมอัดจากรูลมอัดหนึ่งไปยังรูลมอัดอีกรูหนึ่ง โดยการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้จะเกิดขึ้นภายในตัววาล์ว

การเรียกชื่อวาล์วควบคุมทิศทางในระบบนิวแมติกส์จะเรียกชื่อโดยเรียกทางต่อลมก่อนแล้วตามด้วยตำแหน่งการทำงาน โดยสัญลักษณ์ที่ใช้แทนตำแหน่งการทำงานของวาล์วจะแทนด้วยรูปสี่เหลี่ยมดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การเรียกชื่อตำแหน่งของวาล์วควบคุมทิศทางลม [6]

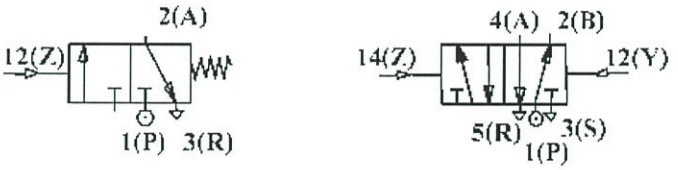
สัญลักษณ์	ความหมาย
0	วาล์ว 1 ตำแหน่ง
1 | 0	วาล์ว 2 ตำแหน่ง
1 | 1 | 2	วาล์ว 3 ตำแหน่ง
1 | 0 | 3 | 2	วาล์ว 4 ตำแหน่ง

การกำหนดจุดต่อของวาล์ว สามารถแสดงให้เห็นด้วยตัวเลขที่กำหนดภายในช่องสี่เหลี่ยมโดยเลข 0 หมายถึงตำแหน่งปกติ หมายเลขอื่นๆ หมายถึงตำแหน่งทำงาน ซึ่งอาจเป็นตำแหน่งที่ 1, 2 หรือ 3 เรียงลำดับตำแหน่งของวาล์ว

การกำหนดทางต่อลมของวาล์วควบคุมทิศทางในระบบนิวแมติกส์ จะมีการกำหนดรหัสทางต่อลม เพื่อให้เกิดความสะดวกและเข้าใจตรงกันในการออกแบบและต่อวงจร การกำหนดรหัสทางต่อลมของวาล์วควบคุมทิศทาง เส้นและหัวลูกศรที่เขียนเป็นสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง การเลื่อนวาล์วโดยทั่วๆ ไปสามารถกระทำได้ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การเรียกชื่อตำแหน่งวาล์วควบคุมทิศทางลม [6]

ตัวเลข	ตัวอักษร	ตัวอักษรต่อ	หน้าที่
1	P	Sub	รูระบายลมอัดเข้าวาล์ว
2,4	A,B	Out	รูต่อลมอัดไปใช้งาน
3,5	R,S	Ex	รูระบายลมทิ้ง
12,14	X,Y,Z	Signal In	รูต่อเข้าวาล์วควบคุม เพื่อผลในการบังคับให้วาล์วทำงาน

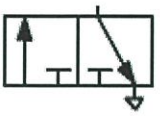
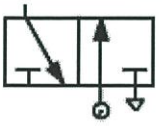


รูปที่ 2.10 ตัวอย่างและสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางลม [6]

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางลม [6]

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ทิศทางหัวลูกศรหมายถึง ท่อภายในวาล์วซึ่งจะทำให้ลมผ่านตลอดตามทิศทางหัวลูกศร
	ท่อของวาล์วที่ถูกปิดกั้นไม่ให้ลมผ่านไปได้

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางลม (ต่อ)

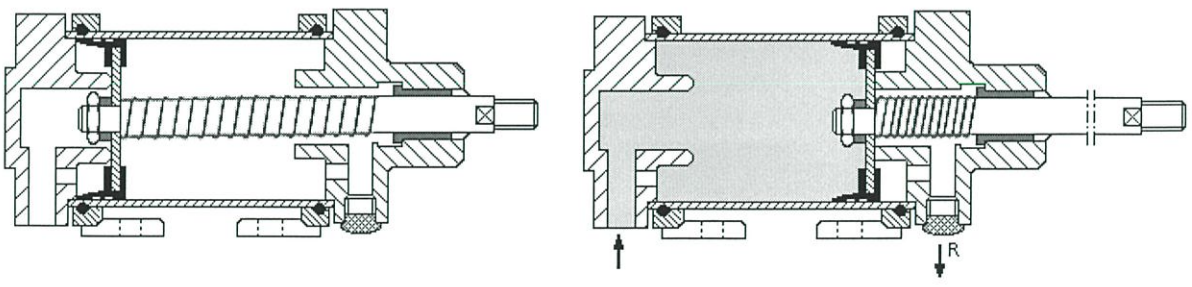
	ท่อลมแต่ละท่อของวาล์วต่อถึงกัน แสดงด้วยจุดต่อจุดใหญ่
	มีการระบายลมอัดภายในตัวของวาล์วเอง
	การระบายลมอัดสามารถต่อท่อหรือติดตัวเก็บเสียงได้
	แหล่งจ่ายลมที่ต่อเข้ากับวาล์วควบคุม

2.4.4 กระบอกสูบ

1. กระบอกสูบแบบทางเดียว (Single Acting Cylinder)

กระบอกสูบแบบทางเดียวจะใช้ความดันลมในการทำงานเพียงด้านเดียว อีกด้านหนึ่งจะใช้แรงของสปริงเป็นตัวดึงเข้าหรือออก ตามการติดตั้งเพื่อความสะดวกต่อการใช้งาน

การนำกระบอกสูบแบบทางเดียวไปใช้ จะทำให้อัตราการสูญเสียลมน้อยลงกว่าการใช้กระบอกสูบแบบสองทาง และมีขนาดของกระบอกสูบไม่ใหญ่มาก เนื่องจากแรงของสปริงและพื้นที่การเก็บสปริง ดังรูปที่ 2.11

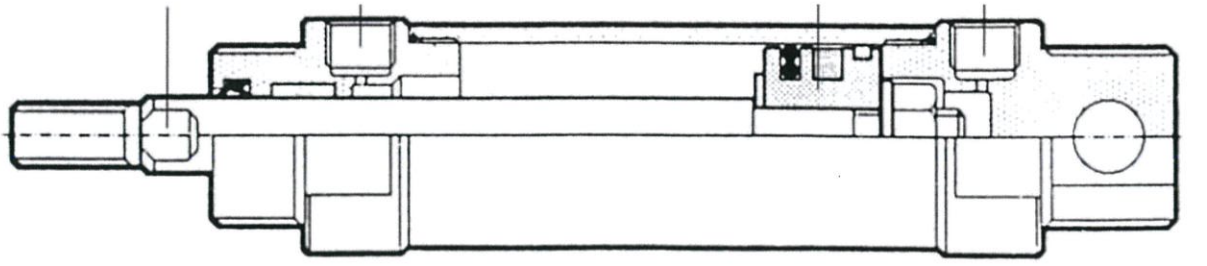


รูปที่ 2.11 กระบอกสูบแบบทางเดียว (Single Acting Cylinder) [6]

2. กระบอกสูบแบบสองทาง (Double Acting Cylinder)

กระบอกสูบแบบสองทางจะใช้ความดันลมการทำงานทั้งสองด้าน สำหรับควบคุมให้กระบอกสูบเคลื่อนที่เข้าเคลื่อนที่ออก และเคลื่อนที่ค้างตำแหน่ง เนื่องจากมีการเคลื่อนที่เข้าออกด้วยความเร็วช่วงที่เข้าสุดของระยะชักจะทำให้เกิดการกระแทกระหว่างลูกสูบกับฝาปิดด้านหัวและท้าย การป้องกันการกระแทกจึงทำได้โดยการใช้แผ่นยางในกระบอกสูบขนาดเล็ก และใช้อากาศเป็นตัวกัน

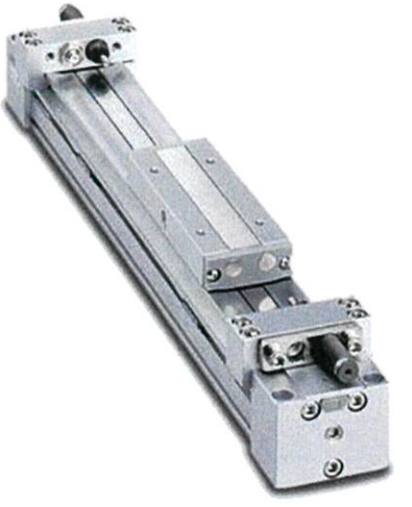
กระแทกในกระบอกสูบขนาดใหญ่ จะเห็นได้จากขณะทำงาน หากเคลื่อนที่เข้าสุดของระยะชัก ความเร็วในการชักจะลดลงเพื่อลดแรงกระแทกดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 กระบอกสูบแบบสองทาง (Double Acting Cylinder) [6]

3. กระบอกสูบไร้ก้านชนิดอาศัยสนามแม่เหล็ก (Rodless Cylinder With Magnetic Coupling Unguided)

กระบอกสูบชนิดนี้ก้านสูบจะอยู่ติดกับตัวที่เคลื่อนที่ หลักการทำงานของกระบอกสูบไร้ก้าน คือ ภายใน ก้านสูบจะมีลูกสูบ ซึ่งมีแม่เหล็กเป็นส่วนประกอบ และที่กระบอกภายนอกก็จะมีแม่เหล็กถาวรติดอยู่เช่นเดียวกัน ซึ่งมีขั้วตรงกันข้ามกับแม่เหล็กที่ลูกสูบ เป็นผลทำให้ลูกสูบและกระบอกภายนอกดูดติดกันด้วยแม่เหล็ก ดังนั้นเมื่อใส่ความดันลมเข้าก้านสูบ ลูกสูบภายในจะเลื่อนออกและจะทำให้กระบอกภายนอกเคลื่อนที่ไปด้วย ซึ่งกระบอกสูบชนิดนี้จะประหยัดพื้นที่ในการใช้งานมากกว่ากระบอกสูบแบบมีก้าน ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 กระบอกสูบไร้ก้าน (Double Acting Cylinder)
[ที่มา : http://www.densakda.com]

2.4.5 ขนาดของกระบอกสูบ (Cylinder Sizing)

ขนาดมาตรฐานของกระบอกลมตาม ISO ที่สามารถพบเห็นได้ทั่วไปคือ 8, 10, 12, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 140, 160, 200, 250, 320 mm.

2.4.6 แรงของกระบอกสูบในเชิงทฤษฎี

Force (N) = Piston Area (m^2) × Air Pressure N/m^2

Force (lbf) = Piston Area (in^2) × Air Pressure lbf/in^2

สำหรับกระบอกสูบสองทาง

แรงเคลื่อนที่ออก $F_E = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times p$

แรงเคลื่อนที่เข้า $F_R = \frac{\pi}{4} \times (D^2 - d^2) \times p$

สำหรับกระบอกสูบทางเดียว

แรงเคลื่อนที่ออก $F_{ES} = \frac{\pi}{4} \times D^2 \times p - F_s$

หมายเหตุ D คือ รัศมีของลูกสูบ

d คือ รัศมีของก้านสูบ

F_s คือ Spring Force at End

2.5 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (Programmable Logic Controller)

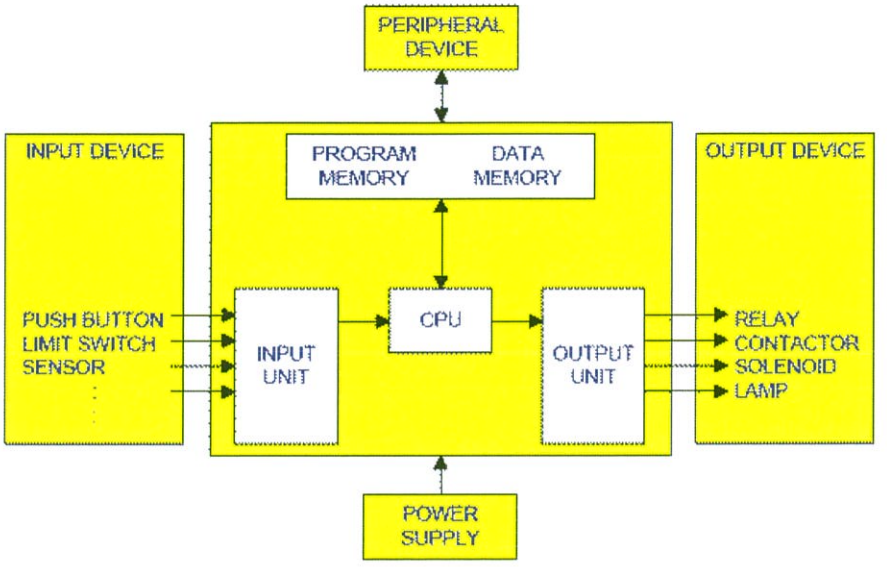
Programmable Logic Control หรือ PLC เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นส่วนสั่งการที่สำคัญ และ PLC จะมีส่วนอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ได้ทันที การรับค่าเพื่อมาประมวลจะทำการต่อเข้ากับส่วนอินพุต และเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย โดยสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น เช่น เครื่องอ่านบาร์โค้ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) จอแสดงผล เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand-alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด–สเตท (Solid-state) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-state Digital Logic Elements ให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิกเพื่อควบคุมกระบวนการทำงานของอุปกรณ์

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-

wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด–สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.5.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC



รูปที่ 2.14 โครงสร้างภายในของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล [7]

1. ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ

RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับการอ่านและ

การเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

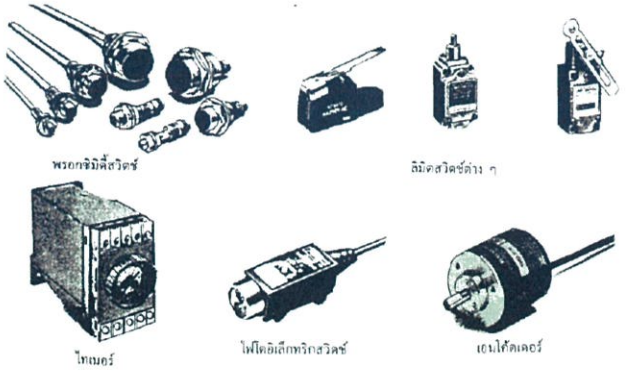
ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมบ่อย

EPROM หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม และการลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีคือ โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

EEPROM หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ มีราคาสูง แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

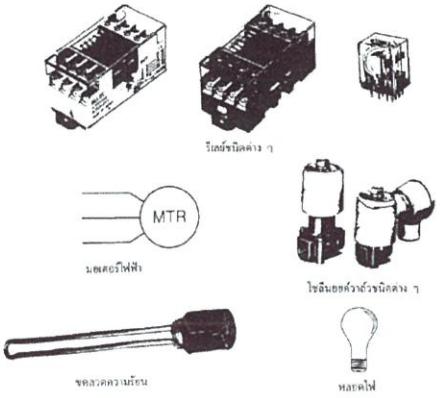
3. หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-output Unit)

หน่วยอินพุตเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอก แล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกนั้นขึ้นอยู่ชนิดของหน่วยอินพุตนั้นๆ ว่าเป็น Positive Common หรือ Negative Common ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 ตัวอย่างอุปกรณ์อินพุต [7]

หน่วยเอาต์พุตเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผล แล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของหน่วยเอาต์พุตนั้นๆ ว่าเป็น Positive Common หรือ Negative Common ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างอุปกรณ์เอาต์พุต [7]

4. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ให้กับหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ และหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นต้นกำลังขับเคลื่อน ที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะมีคุณสมบัติที่ดีในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เป็นเครื่องกลไฟฟ้าชนิดที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล การเลือกมอเตอร์สำหรับนำไปใช้งานจำเป็นต้องคำนึงถึงน้ำหนักของโหลดที่มอเตอร์จะไปขับแรงบิด และความเร็วที่ต้องการ ซึ่งสามารถหาได้จากการคำนวณ ดังรูปที่ 2.17

รูปที่ 2.17 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง [8]

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงงาน

การจัดทำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค ได้ทำการศึกษาวิธีการใช้งานอุปกรณ์และวิธีการทำงานของระบบ โดยมีวิธีการดำเนินการและขั้นตอนการทดลองดังต่อไปนี้

3.1 ภาพรวมการดำเนินงานวิจัย

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

3.3 การออกแบบงานวิจัย

3.4 วิเคราะห์ความเป็นไปได้ของการนำงานวิจัยไปใช้

3.5 การดำเนินการทำงานวิจัย

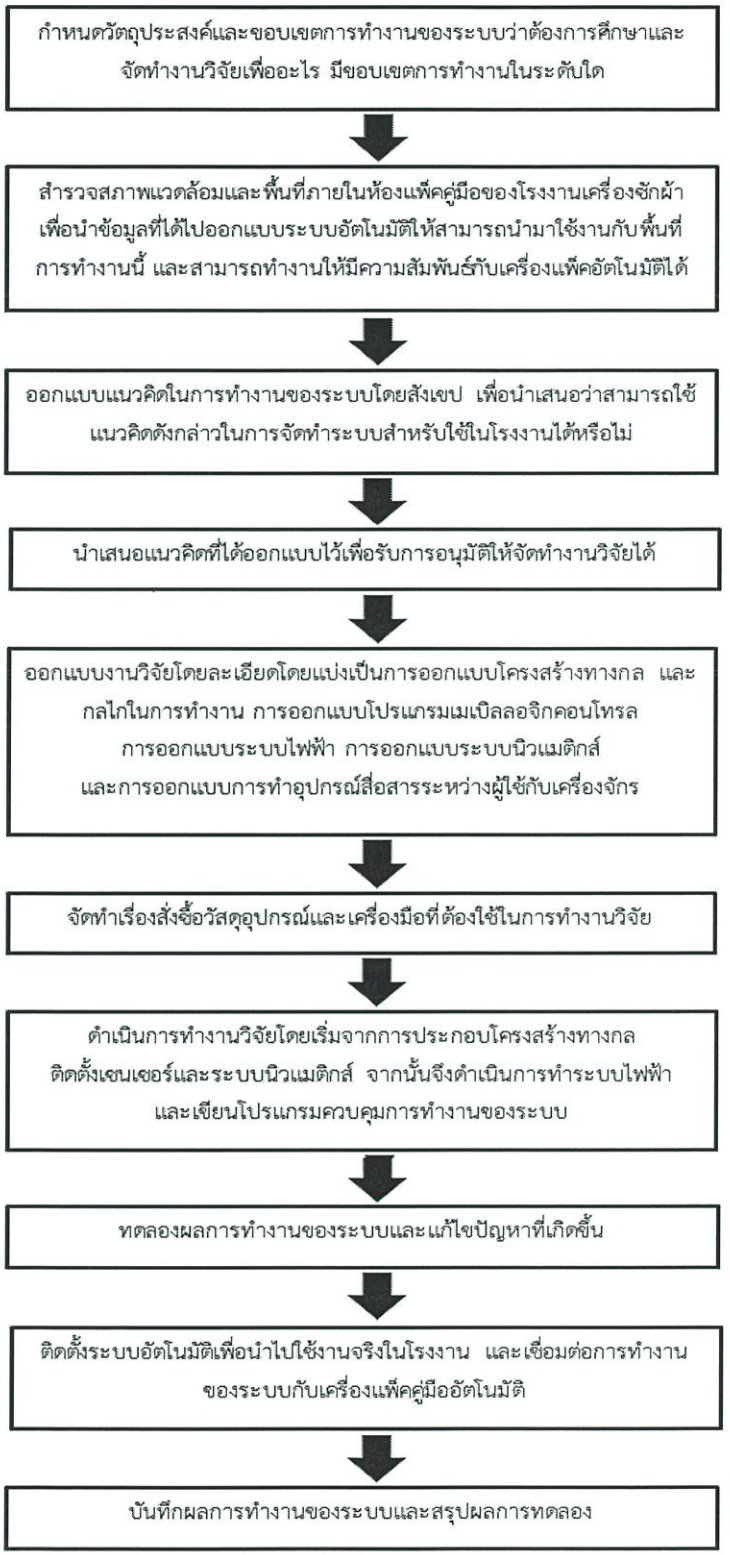
3.6 ภาพรวมการทำงานของงานวิจัย

3.7 การทดลองการทำงานของงานวิจัย

3.8 บันทึกผลการทดลองการทำงานของงานวิจัย

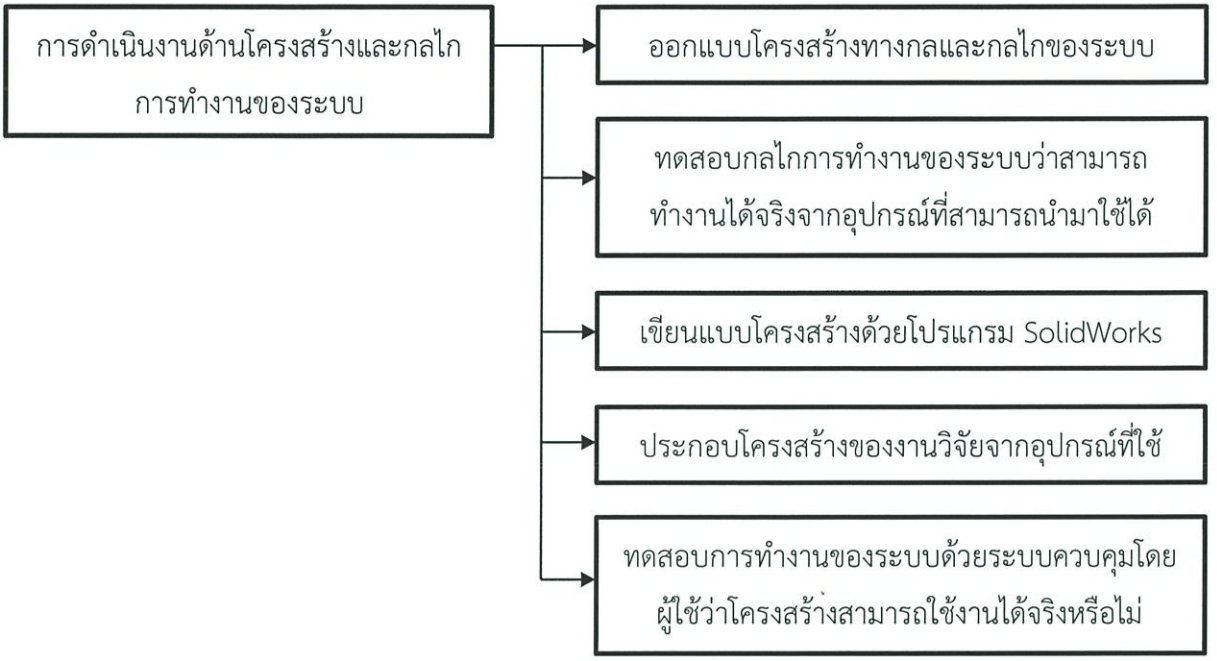
3.1 ภาพรวมของการดำเนินงานวิจัย

การดำเนินงานวิจัยจะมีการดำเนินงานเป็นขั้นตอนเพื่อจัดทำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็คให้สามารถนำไปใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมได้ โดยมีภาพรวมของการดำเนินงานวิจัย ดังรูปที่ 3.1

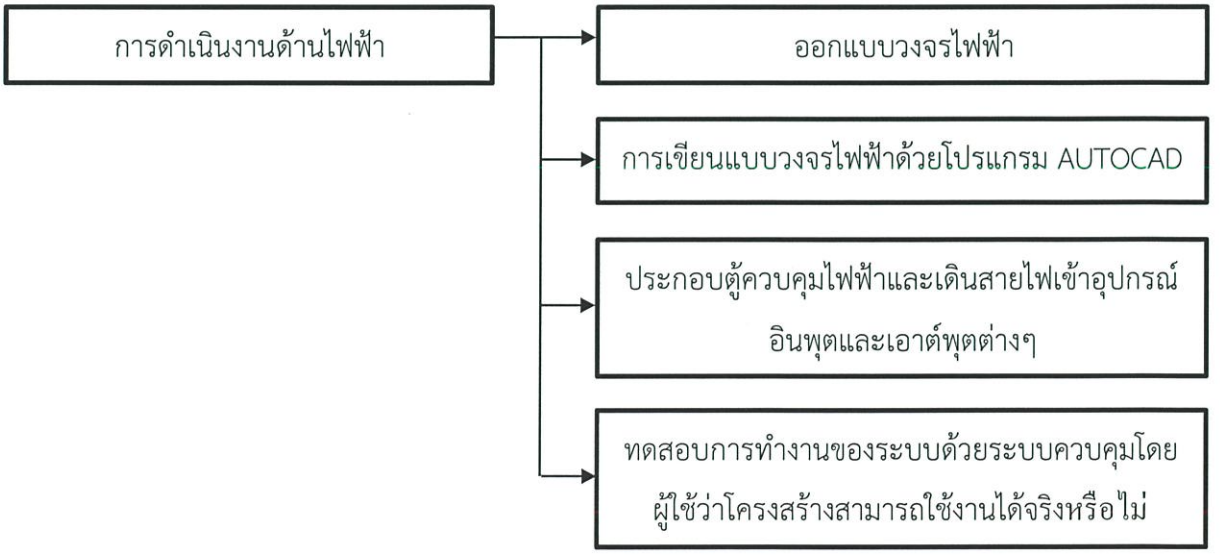


รูปที่ 3.1 แผนภาพรวมการดำเนินงานวิจัย

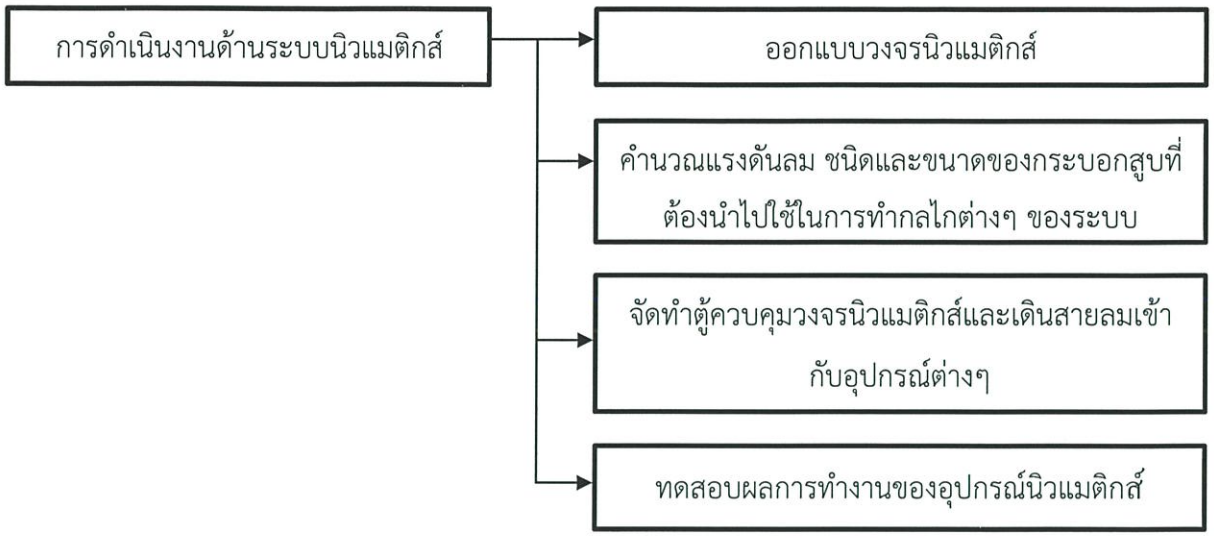
การสร้างระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค จะมีส่วนประกอบของการทำงานทั้งหมด 4 ส่วนคือ ส่วนโครงสร้างทางกลและกลไกในการทำงานของระบบ ส่วนระบบไฟฟ้า ส่วนระบบนิวแมติกส์ ส่วนโปรแกรมควบคุมระบบและอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักร โดยมีภาพรวมการทำงานของส่วนต่างๆ ดังรูปที่ 3.2, รูปที่ 3.3, รูปที่ 3.4 และรูปที่ 3.5



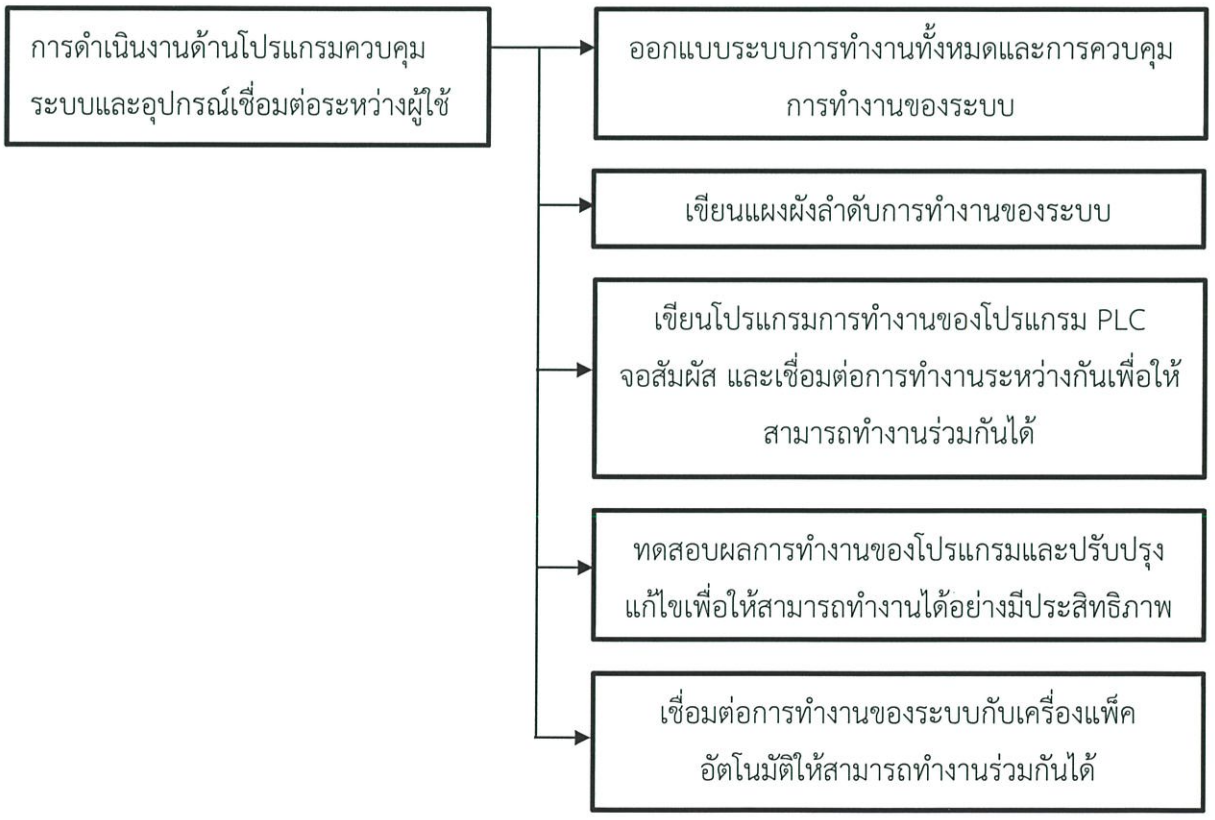
รูปที่ 3.2 แผนภาพรวมการดำเนินงานวิจัยด้านโครงสร้างและกลไกการทำงานของระบบ



รูปที่ 3.3 แผนภาพรวมการดำเนินงานวิจัยด้านระบบไฟฟ้า



รูปที่ 3.4 แผนภาพรวมการดำเนินงานวิจัยด้านระบบนิวแมติกส์



รูปที่ 3.5 แผนภาพรวมการดำเนินงานวิจัยด้านระบบควบคุม

3.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการทำงานวิจัย

3.2.1 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. กล่องบรรจุภัณฑ์ เป็นกล่องโฟมแข็งที่มีขนาด 25 x 45 x 21 เซนติเมตร โดยที่ฐานของกล่องจะมีขอบเพื่อให้กล่องสามารถซ้อนกันหลายชั้นได้ ดังรูปที่ 3.6

รูปที่ 3.6 ตัวอย่างกล่องบรรจุภัณฑ์

2. คู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ จะมีขนาดของคู่มือแตกต่างกัน 4 ขนาด คือ คู่มือชนิดบางขนาดเล็ก คู่มือชนิดหนาขนาดเล็ก คู่มือชนิดบางขนาดใหญ่ และคู่มือชนิดหนาขนาดใหญ่ ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 คู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ

3. รถเข็นกล่องบรรจุภัณฑ์ จะเป็นรถเข็นที่ทางโรงงานใช้อยู่ในห้องแพ็คคู่มือในปัจจุบัน ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบเป็นแบบอื่นๆ ต่อไปในอนาคต แต่จะจำกัดความสูงของรถเข็นไว้ใช้สำหรับระบบนี้ ดังรูปที่ 3.8

รูปที่ 3.8 รถเข็น

3.2.2 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมระบบด้วยโปรแกรม PLC

คอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในการควบคุมระบบคือ MELSEC-Q Series Programmable Logic Control (MITSUBISHI) เพราะเป็นคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดไม่ใหญ่มากสำหรับจำนวนอินพุตและเอาต์พุตที่มีจำนวนมาก และสามารถขยายระบบต่อไปได้ไม่ยากโดยการเพิ่มโมดูลต่างๆ เข้าไปหากมีการพัฒนาระบบให้ใหญ่ขึ้นในอนาคต โดยมีโมดูลที่ใช้ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผล (CPU Unit) ทำหน้าที่ประมวลผลจากสัญญาณที่รับเข้ามาจากหน่วยอินพุตเพื่อส่งข้อมูลที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุตเพื่อควบคุมอุปกรณ์ หน่วยประมวลผลที่เลือกใช้คือโมดูล Q03UDECPU เป็นหน่วยประมวลผลชนิด Universal CPU ซึ่งเป็นหน่วยประมวลผลที่ครอบคลุมการทำงานทั้งหมด สามารถควบคุมอุปกรณ์ต่างชนิดได้หลากหลาย ไม่ได้ใช้เฉพาะเจาะจงในเรื่องการควบคุมอุปกรณ์อื่นๆ เชิงลึก เหมาะสำหรับการประมวลผลโปรแกรมแลดเดอร์ ซึ่งตรงกับความต้องการในการทำระบบนี้ ดังรูปที่ 3.9

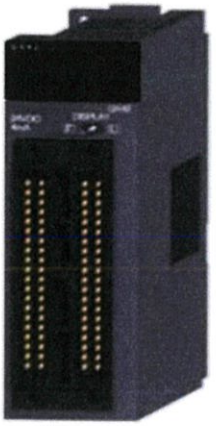
Specifications		Q03UDCPU, Q03UDECPU
Type		
I/O points		4096/8192
CPU self-diagnostic functions		
Battery buffer		
Memory type		RAM, ROM, FLASH
Memory capacity	Overall	≤ 32 MByte
	Max. for PLC program	30 k steps (120 kByte)
Program cycle period		20 ns/log. instruction
Dimensions (WxHxD) mm		27.4x98x89.3

รูปที่ 3.9 หน่วยประมวลผล (CPU Unit) [9]

2. หน่วยอินพุต (Input Unit) ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกจากนั้นจะส่งสัญญาณไปยังหน่วยประมวลผล หน่วยอินพุตที่เลือกใช้คือ โมดูล QX42 เป็นโมดูลที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์อินพุตได้ทั้งหมด 64 อินพุต เนื่องจากจำนวนอินพุตที่ใช้จริงมีทั้งหมด 55 อินพุต ดังตารางที่ 3.1 และรูปที่ 3.10

ตารางที่ 3.1 จำนวนอุปกรณ์อินพุต

ลำดับ	อุปกรณ์	จำนวน
1.	สวิตซ์ปุ่มกด	5
2.	สวิตซ์แม่เหล็ก	20
3.	โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์	7
4.	จอทัชสกรีน	23
รวม		55



Specifications \ Type		DC Input Module (Positive Common Type)	
		QX42	Appearance
Number of input points		64 points	
Isolation method		Photocoupler	
Rated input voltage		24VDC (+20/-15%, ripple ratio within 5%)	
Rated input current		Approx. 4mA	
Input derating		Refer to the derating chart.	
ON voltage/ON current		19V or higher/3mA or higher	
OFF voltage/OFF current		11V or lower/1.7mA or lower	
Input impedance		Approx. 5.6k Ω	
Response time	OFF to ON	1ms/5ms/10ms/20ms/70ms or less (CPU parameter setting) ＊1 Initial setting is 10ms.	
	ON to OFF	1ms/5ms/10ms/20ms/70ms or less (CPU parameter setting) ＊1 Initial setting is 10ms.	
Dielectric withstand voltage		560VAC rms/3 cycles (altitude 2000m (6557.38ft.))	
Insulation resistance		10MΩ or more by insulation resistance tester	
Noise immunity		By noise simulator of 500Vp-p noise voltage, 1 μs noise width and 25 to 60Hz noise frequency	
		First transient noise IEC61000-4-4: 1kV	
Protection of degree		IP2X	
Common terminal arrangement		32 points/common (common terminal: 1B01, 1B02, 2B01, 2B02)	
Number of I/O points		64 (I/O allocation is set as a 32-points input module)	
Operation indicator		ON indication (LED), 32 point switch-over using switch	
External connections		40-pin connector	
Applicable wire size		0.3mm² (For A6CON1 or A6CON4) ＊2	
External wiring connector		A6CON1, A6CON2, A6CON3, A6CON4 (optional)	
Applicable connector/terminal block conversion module		A6TBXY36, A6TBXY54, A6TBX70	
5VDC internal current consumption		90mA (TYP. all points ON)	
Weight		0.18kg	

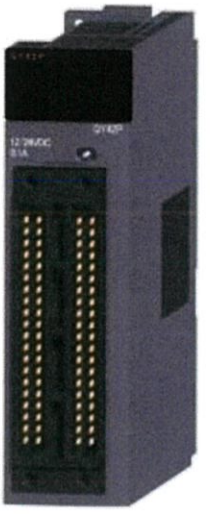
＊1: For the setting method, refer to the section 1.3.1.
＊2: When using A6CON2 or A6CON3, refer to Chapter 7.

รูปที่ 3.10 หน่วยอินพุต (Input Unit) [9]

3. หน่วยเอาต์พุต (Output Unit) ทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผล (CPU Unit) แล้วนำค่าไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกผ่านอุปกรณ์เอาต์พุตเพื่อสั่งให้อุปกรณ์ภายนอกทำงาน หน่วยเอาต์พุตที่เลือกใช้คือ โมดูล QY42P เป็นโมดูลที่สามารถส่งสัญญาณให้อุปกรณ์เอาต์พุตได้ทั้งหมด 64 เอาต์พุต เนื่องจากจำนวนเอาต์พุตที่ใช้จริงมีทั้งหมด 34 เอาต์พุต ดังตารางที่ 3.2 และรูปที่ 3.11

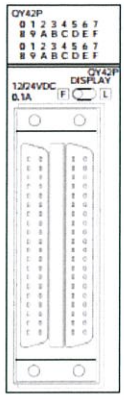
ตารางที่ 3.2 จำนวนอุปกรณ์เอาต์พุต

ลำดับ	อุปกรณ์	จำนวน
1.	วาล์วควบคุมทิศทางลม	24
2.	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	4
3.	หลอดไฟ	5
4.	เสียงสัญญาณ	1
รวม		34

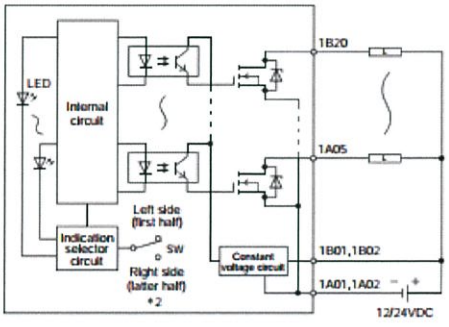


Specifications \ Type		Transistor Output Module (Sink Type) QY42P
Number of output points		64 points
Isolation method		Photocoupler
Rated load voltage		12-24VDC (+20/-15%)
Maximum load current		0.1A/point, 2A/common
Maximum inrush current		0.7A, 10ms or less
Leakage current at OFF		0.1mA or less
Maximum voltage drop at ON		0.1VDC (TYP.) 0.1A, 0.2VDC (MAX.) 0.1A
Response time	OFF to ON	1ms or less
	ON to OFF	1ms or less (rated load, resistive load)
Surge suppressor		Zener diode
Fuse		No
External supply power	Voltage	12-24VDC (+20/-15%) (ripple ratio within 5%)
	Current	20mA (at 24VDC)/common
Dielectric withstand voltage		560VAC rms/3 cycles (altitude 2000m (6557.38ft.))
Insulation resistance		10MΩ or more by insulation resistance tester
Noise immunity		By noise simulator of 500Vp-p noise voltage, 1 μs noise width and 25 to 60Hz noise frequency
		First transient noise IEC61000-4-4: 1kV
Protection of degree		IP2X
Common terminal arrangement		32 points/common (common terminal: 1A01, 1A02, 2A01, 2A02)
Number of I/O points		64 (I/O allocation is set as a 64-points output module)
Protection function		Yes (overheat protection function, overload protection function) • Overheat protection function is activated in increments of 1 point. • Overload protection function is activated in increments of 1 point.
Operation indicator		ON indication (LED), 32 point switch-over using switch
External connections		40-pin connector
Applicable wire size		0.3mm² (For A6CON1 or A6CON4) *3
External wiring connector		A6CON1, A6CON2, A6CON3, A6CON4 (optional)
Applicable connector/terminal block conversion module		A6TBXY36, A6TBXY54
5VDC internal current consumption		150mA (TYP. all points ON)
Weight		0.17kg

Appearance

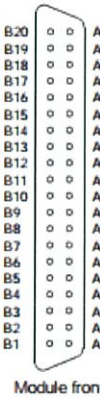


External Connections



The above diagram shows the first half of 32 points (F).
The latter half of 32 points (L) are similar.

Pin-Outs

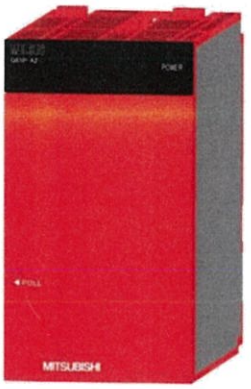


Module front view

Pin No.	Signal No.	Pin No.	Signal No.	Pin No.	Signal No.	Pin No.	Signal No.
1B20	Y00	1A20	Y10	2B20	Y20	2A20	Y30
1B19	Y01	1A19	Y11	2B19	Y21	2A19	Y31
1B18	Y02	1A18	Y12	2B18	Y22	2A18	Y32
1B17	Y03	1A17	Y13	2B17	Y23	2A17	Y33
1B16	Y04	1A16	Y14	2B16	Y24	2A16	Y34
1B15	Y05	1A15	Y15	2B15	Y25	2A15	Y35
1B14	Y06	1A14	Y16	2B14	Y26	2A14	Y36
1B13	Y07	1A13	Y17	2B13	Y27	2A13	Y37
1B12	Y08	1A12	Y18	2B12	Y28	2A12	Y38
1B11	Y09	1A11	Y19	2B11	Y29	2A11	Y39
1B10	Y0A	1A10	Y1A	2B10	Y2A	2A10	Y3A
1B09	Y0B	1A09	Y1B	2B09	Y2B	2A09	Y3B
1B08	Y0C	1A08	Y1C	2B08	Y2C	2A08	Y3C
1B07	Y0D	1A07	Y1D	2B07	Y2D	2A07	Y3D
1B06	Y0E	1A06	Y1E	2B06	Y2E	2A06	Y3E
1B05	Y0F	1A05	Y1F	2B05	Y2F	2A05	Y3F
1B04	Vacant	1A04	Vacant	2B04	Vacant	2A04	Vacant
1B03	Vacant	1A03	Vacant	2B03	Vacant	2A03	Vacant
1B02	12/24V DC	1A02	COM1	2B02	12/24V DC	2A02	COM2
1B01	12/24V DC	1A01	COM1	2B01	12/24V DC	2A01	COM2

รูปที่ 3.11 หน่วยเอาต์พุต (Output Unit) [9]

4. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ ให้กับโมดูลต่างๆ ของอุปกรณ์โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลคือ โมดูลหน่วยประมวลผลโมดูลอินพุต โมดูลเอาต์พุต ผ่านหน่วยติดตั้งอุปกรณ์ โดยรับไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ มาทำการแปลง เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ โมดูลของแหล่งจ่ายไฟที่เลือกใช้คือ โมดูล Q61P ดังรูปที่ 3.12

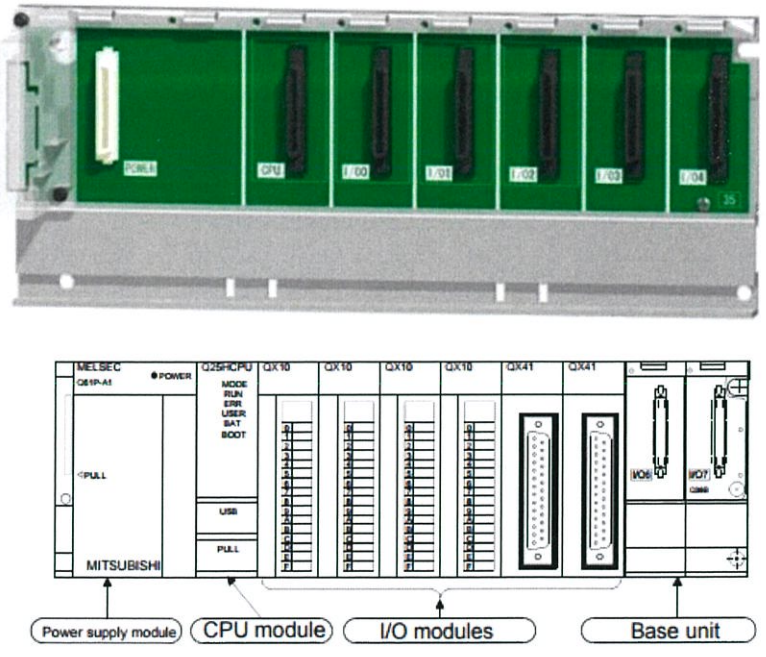


Power Supply Module

Input	Output	Module model
100V-120V AC	5V DC 6A	Q61P-A1
200-240V AC	5V DC 6A	Q61P-A2
100V-120V AC	5V DC 3A, 24V DC 0.6A	Q62P
24V DC	5V DC 6A	Q63P

รูปที่ 3.12 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) [9]

5. หน่วยติดตั้งอุปกรณ์ (Base Unit) ทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์สำหรับติดตั้งโมดูลต่างๆ คือ แหล่งจ่ายไฟ หน่วยประมวล หน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุต โมดูลของหน่วยติดตั้งอุปกรณ์ที่เลือกใช้ คือ Q35B ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 หน่วยติดตั้งอุปกรณ์ (Base Unit) [9]

6. สายเชื่อมต่อหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก (I/O Link Wire) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตเข้ากับอุปกรณ์ภายนอก คือ เชื่อมต่อเทอร์มินอลบอร์ดสำหรับอุปกรณ์อินพุตและเชื่อมต่อรีเลย์บอร์ดสำหรับอุปกรณ์เอาต์พุต ดังรูปที่ 3.14

รูปที่ 3.14 สายเชื่อมต่อหน่วยอินพุตและหน่วยเอาต์พุตกับอุปกรณ์ภายนอก (I/O Link)
[ที่มา : http://migatec.com]

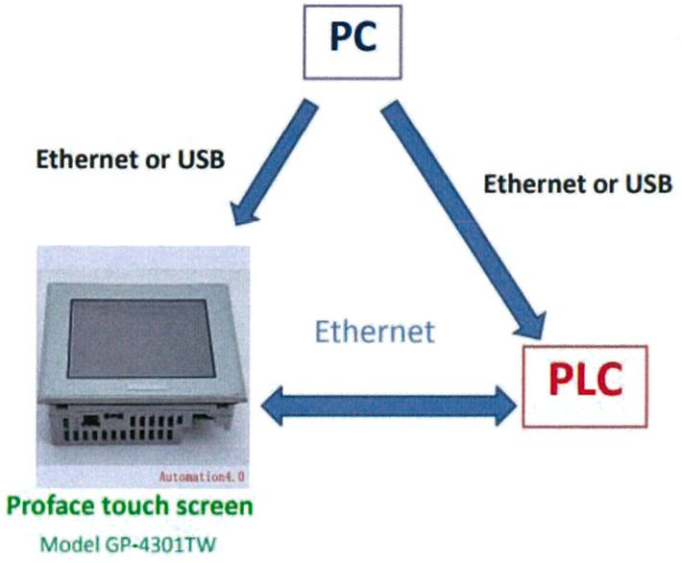
7. สายแลน (LAN Wire) อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวสื่อสารและแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์และคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 3.15

รูปที่ 3.15 สายแลน (LAN Wire)
[ที่มา : https://www.dhgate.com/product/loosafe-1m-3feet-cat-5e-network-cable-utp/397473014.html]

8. คอมพิวเตอร์และซอฟแวร์สำหรับเขียนโปรแกรม (Computer & GX-Works2) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ป้อนคำสั่งให้ระบบทำงาน โดยใช้ภาษาแลดเดอร์ในการเขียนโปรแกรมสาเหตุที่ใช้ภาษานี้เนื่องจากทางโรงงานต้องการให้ใช้ภาษาแลดเดอร์ในการควบคุมเครื่องจักร

3.2.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการแสดงผลและเชื่อมต่อระหว่างระบบกับผู้ใช้

1. จอทัชสกรีน อุปกรณ์สำหรับสื่อสารระหว่างระบบกับผู้ใช้ ใช้สำหรับควบคุมการทำงานของระบบแสดงสถานะการทำงานทั้งหมด โมเดลของจอทัชสกรีนที่เลือกใช้คือ PROFACE GP4402WADW โดยเชื่อมต่อกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลด้วยการสื่อสารแบบ Ethernet ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 จอทัชสกรีนและการเชื่อมต่อจอทัชสกรีนกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

2. คอมพิวเตอร์และซอฟแวร์สำหรับเขียนโปรแกรม เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สร้างหน้าจอสำหรับแสดงผลโดยใช้โปรแกรม GP-PRO EX ในการทำส่วนสื่อสารกับผู้ใช้ ดังรูปที่ 3.17

รูปที่ 3.17 ซอฟแวร์สำหรับเขียนโปรแกรม (Computer & GP-PRO EX)

3.2.4 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการขึ้นโครงสร้างทางกล

1. สเตนเลสไปป์ (Stainless Pipe) เป็นอุปกรณ์ขึ้นโครงสร้างทางกลที่มีความแข็งแรงคงทนและไม่เกิดปฏิกิริยากับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงไปในโอกาสต่างๆ นำมาใช้สำหรับการขึ้นโครงสร้างส่วนใหญ่ของระบบ

2. ข้อต่อไปป์ (Metal Joint) เป็นข้อต่อสำหรับยึดติดกับสเตนเลสไปป์ เพื่อการขึ้นโครงสร้างในรูปแบบต่างๆ

3. โรลเลอร์ (Roller Track) เป็นอุปกรณ์สำหรับลำเลียงชิ้นงานไปยังส่วนต่างๆ นำมาใช้สำหรับส่วนที่ต้องการให้กล่องบรรจุภัณฑ์ไหลไปตามแรงต่างๆ ที่มากระทำกับกล่องคือ แรงของกระบอกสูบและแรงโน้มถ่วง

4. อลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminium Profile) เป็นอุปกรณ์สำหรับขึ้นโครงสร้างที่มีความแข็งแรงและมีความสวยงาม นำมาใช้สำหรับส่วนที่ต้องการทำสายพานเพื่อลำเลียงคู่มือจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติลงกล่องบรรจุภัณฑ์

5. แผ่นซูเปอร์ลีน (Superlene Sheet) เป็นแผ่นพลาสติกแข็งสำหรับนำมาใช้ในส่วนที่ต้องการทำ พื้นสำหรับรองรับวัตถุของระบบ และทำส่วนปลายของก้านกระบอกสูบ

6. เบกาไลท์ (Bakelite) เป็นแผ่นพลาสติกสำหรับนำมาใช้เป็นตัวครอบคลุมอุปกรณ์ที่ต้องการป้องกันความผิดพลาดจากสิ่งแวดล้อม โดยนำใช้ในส่วนของตู้ควบคุมวงจรลม

7. แผ่นอะครีลิค (Acrylic) เป็นแผ่นพลาสติกใสสำหรับนำมาใช้เป็นตัวครอบคลุมอุปกรณ์ที่ต้องการป้องกันความผิดพลาดจากสิ่งแวดล้อม โดยนำไปใช้ในส่วนของสายพานลำเลียงคู่มือ

3.2.5 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับวัตถุ

1. โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ชนิดตัวรับกับตัวส่งอยู่ภายในเดียวกัน สำหรับใช้ในการตรวจจับกล่องบรรจุภัณฑ์ในตำแหน่งต่างๆ ของระบบเพื่อส่งสัญญาณให้คอนโทรลเลอร์สั่งการทำงานต่อไป

2. โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ชนิดตัวรับกับตัวส่งอยู่แยกกัน สำหรับใช้ในการตรวจจับและนับคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ และใช้ในการเคลื่อนที่ขึ้น-ลงของลิฟต์สำหรับเคลื่อนย้ายกล่องในส่วนนำ กล่องออกจากระบบ

3. สวิตช์แม่เหล็ก จะมีการใช้สำหรับตรวจจับตำแหน่งของกระบอกสูบว่าสถานะในขณะนั้นกระบอกสูบเข้าหรือออก และนำสัญญาณที่ได้ไปสั่งการทำงานต่อไป

3.2.6 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำระบบไฟฟ้า

1. ตู้ควบคุมไฟฟ้าเบอร์ 6 สำหรับใช้ในการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าในส่วนคอนโทรลเลอร์ วงจรไฟฟ้าหลัก และวงจรไฟฟ้าสำหรับควบคุมอุปกรณ์

2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ เป็นอุปกรณ์สำหรับจ่ายไฟเพื่อเลี้ยงอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตภายนอกคือ โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ สวิตช์แม่เหล็กมอเตอร์ วาล์วควบคุมทิศทางลม จอทัชสกรีน หลอดไฟและสวิตช์ต่างๆ

3. เบรกเกอร์ เป็นอุปกรณ์ใช้สำหรับเปิด-ปิดวงจรไฟฟ้าและตัดไฟฟ้ากรณีที่มีกระแสไฟฟ้าเกิน 10 แอมแปร์ โดยมีเบรกเกอร์ทั้งหมด 3 ตัว สำหรับใช้ตัดไฟฟ้าของคอนโทรลเลอร์ ใช้ตัดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ และตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์

4. ตัวกรองกระแสไฟฟ้า เป็นอุปกรณ์สำหรับกรองคลื่นสัญญาณรบกวนที่เกิดจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า

5. รีเลย์ เป็นอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้า นำไปใช้ในการควบคุมทิศทางการหมุนของมอเตอร์

6. เทอร์มินอลบอร์ด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับหน่วยอินพุตของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เพื่อให้สามารถต่ออุปกรณ์อินพุตภายนอกเข้ากับส่วนนี้

7. รีเลย์บอร์ด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเชื่อมต่อกับหน่วยเอาต์พุตของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เพื่อให้สามารถต่ออุปกรณ์เอาต์พุตภายนอกเข้ากับส่วนนี้

8. สายไฟ AWG นำไปใช้สำหรับการเดินสายไฟเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อนำไปใช้งาน

9. สายมัลติคอร์ นำไปใช้สำหรับการเดินสายไฟออกจากตู้ควบคุมไฟฟ้าไปยังส่วนต่างๆ ของระบบ

3.2.7 เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำระบบนิวแมติกส์

1. วาล์วควบคุมทิศทางลม เป็นอุปกรณ์ควบคุมการเปิด-ปิดลมของกระบอกสูบ นำไปใช้สั่งการให้กระบอกสูบทำงานในสถานะต่างๆ โดยวาล์วที่ใช้จะเป็นวาล์วควบคุมทิศทางลมแบบ 5/3 และวาล์วควบคุมทิศทางลมแบบ 5/2

2. ตัวปรับแรงดันอากาศ เป็นอุปกรณ์สำหรับปรับระดับแรงดันลมจากต้นทางเพื่อใช้ในการควบคุมแรงดันลมของกระบอกสูบ นำมาใช้เพื่อปรับลมจากต้นทางให้เป็น 0.6 บาร์ เพื่อให้เข้ากับระดับแรงดันลมในโรงงาน

3. ตัวควบคุมปริมาณลม เป็นอุปกรณ์สำหรับควบคุมปริมาณการไหลของลมขาเข้าและออกจากกระบอกสูบ นำไปใช้สำหรับปรับความเร็วในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ

4. ตัวเก็บเสียงหรือไซเรนเซอร์ เป็นอุปกรณ์เก็บเสียง นำไปใช้สำหรับลดเสียงที่เกิดจากการอัดฉีดของลม

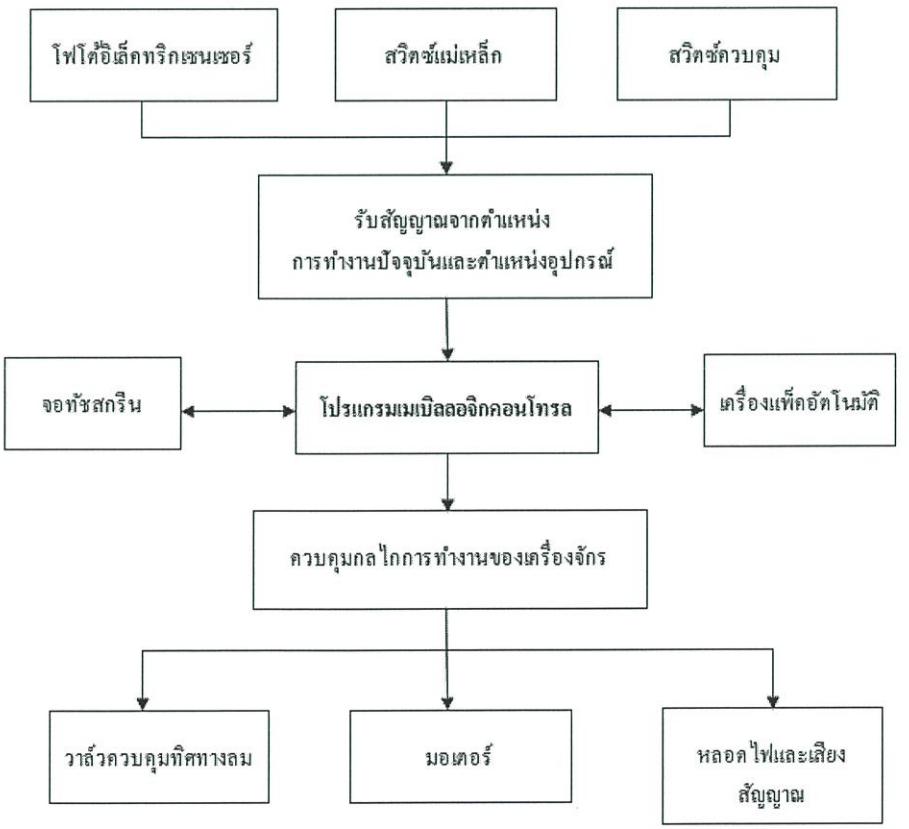
5. ข้อต่อลม เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นจุดต่อสายลม ใช้สำหรับการต่อสายลมไปยังส่วนต่างๆ ของระบบ

6. สายลม เป็นทางเดินของลมสำหรับต่อระหว่างวาล์วควบคุมทิศทางลมและกระบอกสูบ

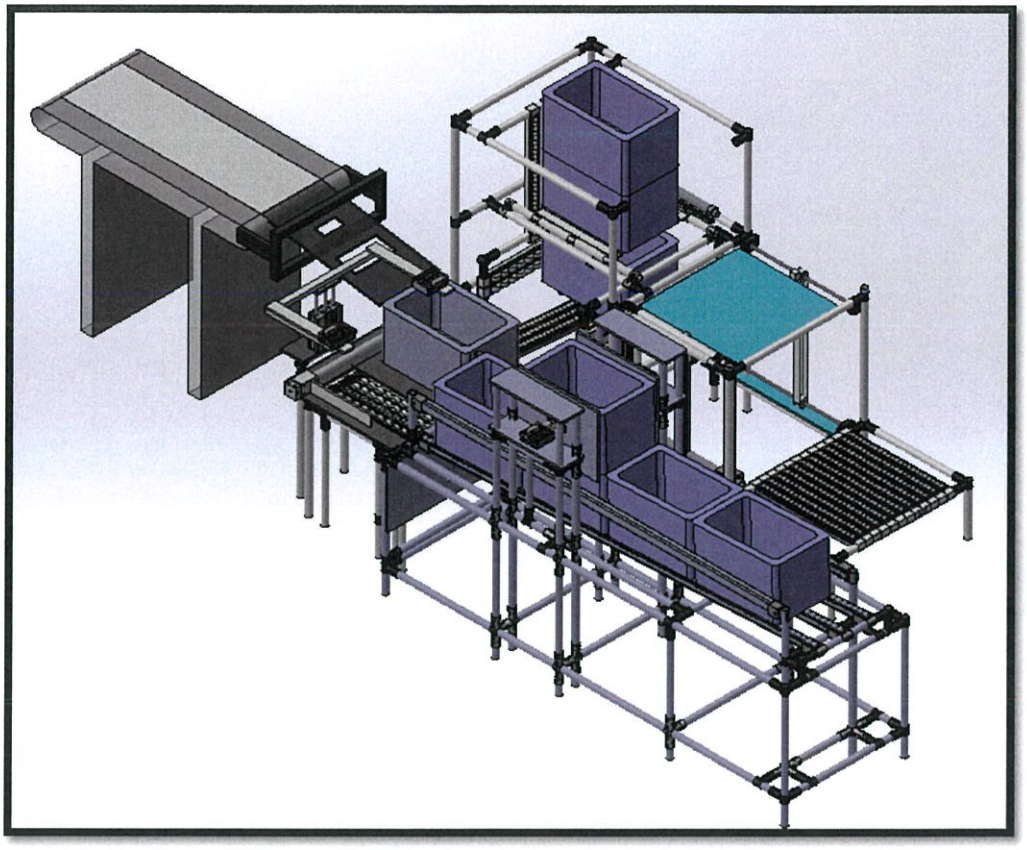
3.3 การออกแบบงานวิจัย

3.3.1 การออกแบบภาพรวมการทำงานของระบบ

จากความต้องการของทางโรงงานที่ต้องการให้ระบบหลังการแพ็คคู่มือมีความเป็นระบบอัตโนมัติมากขึ้น โดยต้องการให้ระบบทำหน้าที่แทนพนักงานที่ทำอยู่ ภาพรวมการทำงานของระบบอัตโนมัตินี้จึงจะมีโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานทั้งหมด โดยผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานของระบบได้โดยการใช้จอทัชสกรีน คอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวรับสัญญาณจากอุปกรณ์เพื่อนำมาประมวลผลแล้วนำ ไปสั่งระบบให้มีการทำงานในขั้นตอนต่างๆ รวมถึงการเชื่อมต่อและรับส่งข้อมูลกับจอแสดงผลด้วย โดยได้ออกแบบการทำงานของระบบให้เป็นเครื่องจักรที่สามารถนำกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ซ้อนกันอยู่ 3-5 ชั้นมาแยกออกจากกัน จากนั้นนำกล่องหนึ่งไปรับคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ แล้วนำกล่องที่มีคู่มือบรรจุอยู่ไปซ้อนกันอีกครั้งโดยซ้อนได้ไม่เกิน 3 ชั้น เพื่อนำออกไปขึ้นรถเข็นและนำไปจัดเก็บต่อไป ผู้ใช้จะสามารถกำหนดจำนวนคู่มือที่ต้องการผลิต และจำนวนคู่มือที่ต้องการบรรจุในแต่ละกล่องได้ภาพรวมการทำงานของระบบจะแสดงให้เห็นในแผนภาพการทำงานในรูปที่ 3.18 และรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.18 แผนผังการออกแบบภาพรวมการทำงาน



รูปที่ 3.19 การออกแบบภาพรวมการทำงาน

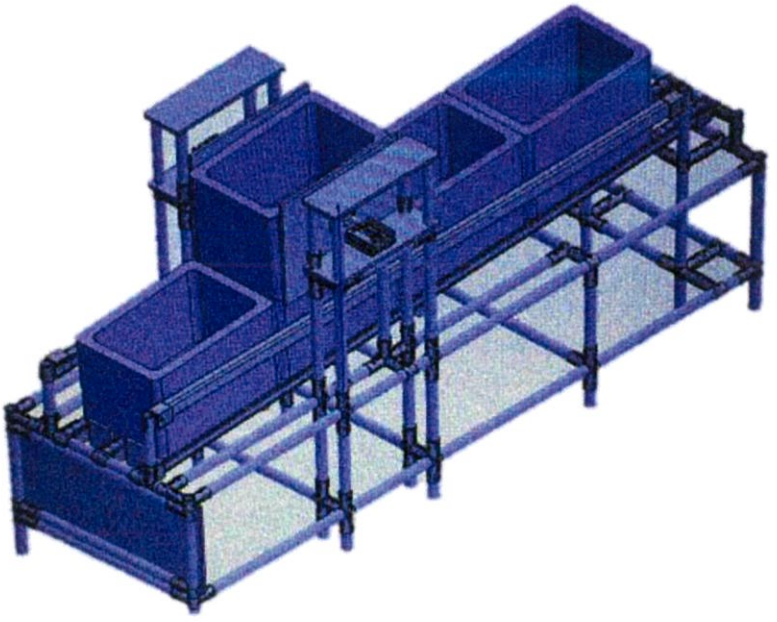
3.3.2 การออกแบบโครงสร้างทางกลของระบบด้วยโปรแกรม SolidWorks

หลังจากการเลือกวัสดุอุปกรณ์ที่ใช้ในการจัดทำระบบได้แล้ว จึงได้ทำการออกแบบกลไกและโครงสร้างทางกลของระบบด้วยโปรแกรม SolidWorks ในการเขียนแบบทั้งหมด โดยระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจะแบ่งโครงสร้างทางกลออกเป็น 5 ส่วน โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. ส่วนนำกล่องจ่ายเข้าระบบ

ส่วนนำกล่องจ่ายเข้าระบบเป็นส่วนที่ทำหน้าที่รับกล่องที่ซ้อนกันอยู่จากพนักงานเข้ามาสู่กระบวนการทำงานของระบบ สามารถรับกล่องที่ซ้อนกันไม่เกิน 4 ชั้น โดยวัสดุที่ใช้ขึ้นโครงสร้างคือสเตนเลสไปป์ ประกอบกับข้อต่อในรูปแบบต่างๆ เพื่อประกอบกันเป็นส่วนนี้

กลไกที่ใช้ในการทำงานของส่วนนำกล่องจ่ายเข้าระบบคือ กระบอกสูบสต้อปเปอร์ที่ทำหน้าที่หยุดกล่องที่ไหลมาตามแรงโน้มถ่วงเพื่อไม่ให้ไหลไปยังส่วนการทำงานถัดไป และกระบอกสูบสำหรับหนีบกล่องในแถวที่สอง เพื่อไม่ให้กล่องที่ใส่เข้ามาไหลมาติดกันหลังจากปล่อยกล่องชุดแรกออกไปสู่การทำงานขั้นอื่น โดยจะใช้แผ่นซูเปอร์ลีนเป็นแผ่นที่ต่อเข้ากับกระบอกสูบเพื่อนำไปใช้งาน ดังรูปที่ 3.20



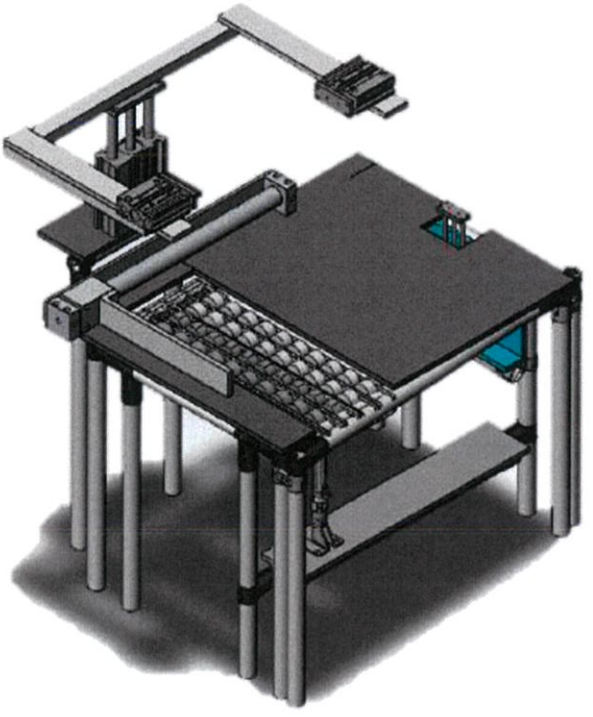
รูปที่ 3.20 การออกแบบกลไกและโครงสร้างทางกลของระบบด้วยโปรแกรม SolidWorks (ส่วนการนำกล่องจ่ายเข้าระบบ)

2. ส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออกจากกัน

ส่วนแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกันเป็นส่วนที่ต่อออกมาจากส่วนนำกล่องจ่ายเข้าระบบ จะทำหน้าที่แยกกล่องที่ซ้อนกันอยู่จำนวน 2-3 ชั้นออกจากกันเพื่อนำกล่องเปล่าไปรับคู่มือที่ออกมาจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ โดยวัสดุที่ใช้ขึ้นโครงสร้างคือ สเตนเลสไปป์ประกอบกับข้อต่อในรูปแบบต่างๆ เพื่อประกอบกันเป็นส่วนนี้ โดยมีแผ่นชูเปอร์ลีนเป็นพื้นสำหรับรองรับการทำงาน ใช้โรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการไหลของกล่องและแผ่นสักหลาดสำหรับเพิ่มแรงเสียดทานในการเคลื่อนย้ายกล่อง

กลไกที่ใช้การทำงานของส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออก จะเป็นการใช้กระบอกสูบเพื่อทำการหนีบกล่องชั้นที่ 2 เอาไว้และยกขึ้นเพื่อให้เหลือกล่องด้านล่างสุดเพียงกล่องเดียว จากนั้นจะมีกระบอกสูบอีกหนึ่งตัวทำ การดันกล่องนั้นไปเพื่อรอรับคู่มือที่ออกมาจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ กระบอกสูบที่ใช้เคลื่อนย้ายกล่องจะเป็นกระบอกสูบแบบไร้ก้านจึง ต้องมีการทำไกด์ไว้ฝั่งตรงข้ามเพื่อความสมดุลในการเคลื่อนย้ายวัตถุ และเพื่อป้องกันไม่ให้กล่องที่ถูกดันมาไหลไปเกินจุดรองรับคู่มือ และจำเป็นต้องมีกระบอกสูบสต้อปเปอร์ในส่วนนี้ด้วย ส่วนกล่องที่ถูกหนีบไว้นั้นจะถูกวางลงบนพื้น โดยมีกระบอกสูบมารองรับเพื่อป้องกันการเกิดเสียงดังเมื่อกล่องโฟมเปล่ากระแทกกับพื้นโรลเลอร์ โดยเมื่อมีกล่องไหลมาจากส่วนการนำกล่องจ่ายเข้าระบบ จะมีพื้นเอียงเพื่อรองรับกล่องที่ซ้อนกันอยู่ให้ไหลเข้ามาจนสุด เมื่อกล่องไหลเข้ามาจนสุดจึงทำการลดระดับพื้นเอียงลง และทำ การแยกกล่องต่อไป โดยจะใช้แผ่น

ซูเปอร์ลีนเป็นแผ่นที่ต่อเข้ากับกระบอกสูบเพื่อนำไปใช้งาน และใช้แผ่นสักหลาดเพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างการเคลื่อนย้ายกล่อง เนื่องจากกล่องมีน้ำหนักเบา ดังรูปที่ 3.21



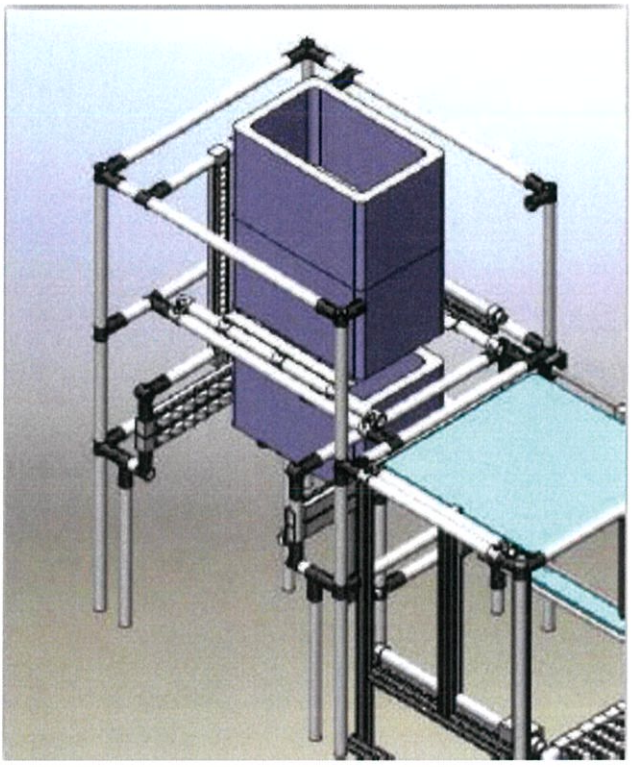
รูปที่ 3.21 การออกแบบกลไกและโครงสร้างทางกลของระบบด้วยโปรแกรม SolidWorks (ส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออกจากกัน)

3. ส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกัน

ส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกันเป็นส่วนที่ต่อออกมาจากส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออกจากกัน กล่องที่มีคู่มือจะถูกดันมาที่ส่วนนี้ โดยกล่องเปล่าจากส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออกจากกัน ส่วนนี้จะทำหน้าที่ซ้อนกล่องที่มีคู่มือบรรจุอยู่กลับไปเป็น 2-3 ชั้น แบบเดิมวัสดุที่ใช้ขึ้นโครงสร้างคือ สเตนเลสไปป์ประกอบกับข้อต่อในรูปแบบต่างๆ โดยมีแผ่นซูเปอร์ลีนเป็นพื้นสำหรับรองรับการทำงานและใช้โรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการไหลของกล่อง

กลไกที่ใช้ในส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกันจะทำโดยการดันกล่องขึ้นไปด้านบน และปล่อยลงมาเพื่อให้มาซ้อนกับกล่องด้านล่าง โดยใช้กระบอกสูบในการทำงาน 3 ตัวคือ เมื่อมีกล่องไหลมาจากส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออกตามโรลเลอร์ เมื่อไหลเข้ามาจนสุดกระบอกสูบจะดันกล่องที่มีคู่มือนี้ขึ้น จากนั้นกระบอกสูบอีกสองตัวจะทำหน้าที่หนีบเข้าหากันเพื่อสร้างพื้นที่ในการวางกล่องไว้ด้านบน จากนั้นกระบอกที่ดันกล่องจึงทำการปล่อยกล่องลงมา เมื่อมีกล่องถัดไปไหลเข้ามาอีกกระบอกสูบที่หนีบเข้าหากันจะคลายออก เพื่อให้กล่องที่วางอยู่ลงมาซ้อนกันกับกล่องด้านล่าง จากนั้นจึงทำการดัน

ขึ้นไปใหม่เป็นการซ้อนกล่องไปเรื่อยๆ โดยกำหนดการซ้อนกันสูงสุดไม่เกิน 3 ชั้น เมื่อซ้อนครบแล้วจึงทำการดันกล่องชุดนี้ออกไปยังส่วนถัดไป กระบอกสูบที่ใช้เคลื่อนย้ายกล่องจะเป็นกระบอกสูบแบบไร้ก้าน จึงต้องมีการทำไกด์ไว้ฝั่งตรงข้ามเพื่อความสมดุลในการเคลื่อนย้ายวัตถุ ดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 การออกแบบกลไกและโครงสร้างทางกลของระบบด้วยโปรแกรม SolidWorks (ส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกัน)

4. ส่วนนำกล่องออกจากระบบ

ส่วนนำกล่องออกจากระบบเป็นส่วนที่ต่อออกมาจากส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกัน โดยกล่องที่มีคู่มือจะซ้อนกันและถูกดันมาจากส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกัน จะทำหน้าที่ในการนำกล่องชุดนี้ไปขึ้นรถเข็นเพื่อการนำไปจัดเก็บต่อไป วัสดุที่ใช้ขึ้นโครงสร้างคือ สเตนเลสไปป์ประกอบกับข้อต่อในรูปแบบต่างๆ โดยมีโรลเลอร์เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการไหลของกล่อง และในส่วนนี้จะใช้มอเตอร์พร้อมกับสายพานเป็นตัวขับเคลื่อนกล่องจากด้านบนลงมาด้านล่างเพื่อให้เสมอกับระดับของรถเข็นด้วย

กลไกที่ใช้ในส่วนนำกล่องออกจากระบบคือ การนำกล่องจากด้านบนลงมาด้านล่างโดยจะใช้สายพานเป็นตัวขับเคลื่อน และเมื่อกล่องถูกนำลงมาด้านล่างแล้วก็จะถูกกระบอกสูบดันออกไปยังรถเข็น โดยการขับเคลื่อนกล่องที่มีน้ำหนักด้วยสายพาน จะมีการคำนวณเพื่อเลือกใช้มอเตอร์ดังนี้

ต้องการใช้สายพานเคลื่อนย้ายกล่องที่มีคู่มือน้ำหนักไม่เกิน 10 กิโลกรัม ขึ้นและลงในแนวดิ่งเป็นระยะทาง 55 เซนติเมตร ใช้เวลาอย่างมากที่สุด 60 วินาที โดยพูลเล่ย์มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร

คำนวณแรงบิด

$$\tau = F \times R$$

โดยที่ τ คือ แรงบิด $(N \cdot m)$

F คือ แรง (N)

R คือ รัศมีเพลาชับ (m)

แทนค่าในสมการจะได้

$$\tau = (10 \times 9.8)\ N \times 0.02\ m$$
$$\tau = 1.96\ N \cdot m$$

คำนวณรอบของมอเตอร์ที่ต้องใช้

$$V = \omega \times r$$

โดยที่ V คือ ความเร็ว (m/s)

ω คือ ความเร็วเชิงมุม (rad/s)

R คือ รัศมีเพลาชับ (m)

แทนค่าในสมการจะได้

$$\omega = \frac{V}{R}$$
$$\omega = \frac{\frac{0.55}{60}}{0.02}$$
$$\omega = 0.458\ rad/s$$

แปลงให้อยู่ในหน่วย รอบต่อนาที

$$\omega = 0.458\ \frac{rad}{s} \times \frac{1}{2\pi} \times \frac{60\ s}{1\ min}$$
$$\omega = 43.21\ rpm$$

ดังนั้นต้องเลือกใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วรอบอย่างน้อย 43.21 rpm

โดยในการทำส่วนนี้เลือกใช้มอเตอร์ที่ความเร็วรอบ 100 rpm

คำนวณกำลังมอเตอร์ที่ต้องใช้

$$\tau = \frac{\text{HP}}{\text{rpm} \times 0.001376}$$

โดยที่ τ คือ แรงบิด $(\text{N} \cdot \text{m})$

HP คือ แรงม้า $(1$ แรงม้า $= 746$ วัตต์$)$

rpm คือ ความเร็วรอบมอเตอร์ (rpm)

แทนค่าในสมการจะได้

$$\text{HP} = \tau \times \text{rpm} \times 0.001376$$

$$\text{HP} = 0.196 \times 100 \times 0.001376$$

$$\text{HP} = 0.02697$$

แปลงให้อยู่ในหน่วยวัตต์

$$1\ \text{HP} = 746\ \text{W}$$

$$0.02697\ \text{HP} = 746 \times 0.02697 = 20.12\ \text{W}$$

จากข้อมูลในการคำนวณจึงทำการเลือกมอเตอร์ได้ดังนี้ มีกำลัง 25 วัตต์ ความเร็วรอบ 92 รอบต่อนาที และมีแรงบิด 2.14 นิวตันเมตร จะสามารถใช้ขับเคลื่อนกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีน้ำหนัก 10 กิโลกรัม เคลื่อนที่ขึ้นและลงในแนวดิ่งเป็นระยะทาง 55 เซนติเมตร โดยใช้เวลาน้อยกว่า 60 วินาทีได้ ดังรูปที่ 3.23 และรูปที่ 3.24

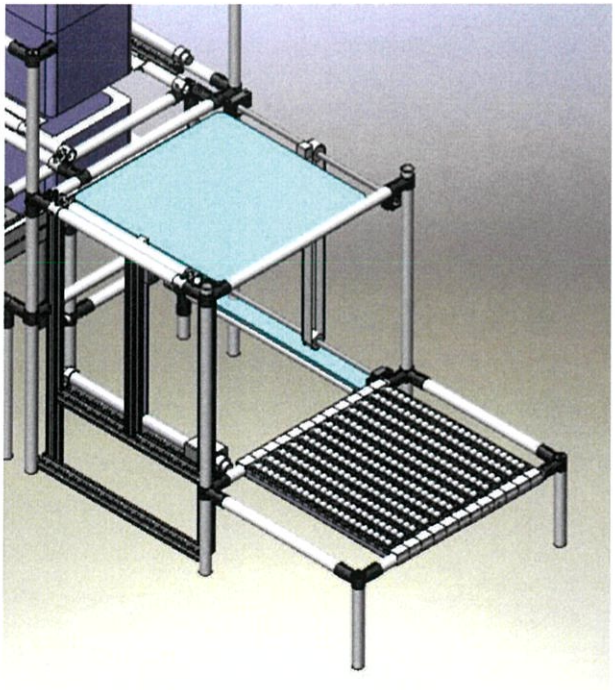
S8 SERIES
25 W
- Motor speed < 2000rpm, hence silent operation
- Guaranteed life time 2000hrs
- Different shafts available
- Also customised motors

GEAR RATIO		3	3,6	5	6	7,5	9	10	12,5	1	18		25	30	36	40	50	60	75	90	100	120	150	180	200
MODEL	rpm	550	458	330	275	220	183	165	132	1	92	3	66	55	46	41	33	28	22	18	17	14	11	9	8
S8KA□B	Nm	0,36	0,43	0,60	0,71	0,89	1,07	1,19	1,49	1,	2,14	15	2,68	3,22	3,86	4,29	4,85	5,82	7,28	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84	7,84

Type	Supply voltage	Speed		Current		Rated Torque	Weight
		No-load	Rated	No-Load	Rated		
S8D25-12-18A	12Vdc	2000	1850	0,9A	2,9A	12,9 Ncm	1,8 kg
S8D25-24-18A	24Vdc	1850	1650	0,4A	1,5A	14,7 Ncm	1,8 kg

รูปที่ 3.23 มอเตอร์สำหรับใช้ขับเคลื่อนวัตถุ (ส่วนนำกล่องออกจากระบบ)

[ที่มา : http://www.saferinstrument.com]



รูปที่ 3.24 การออกแบบกลไกและโครงสร้างทางกลของระบบด้วยโปรแกรม SolidWorks (ส่วนนำกล่องออกจากระบบ)

5. ส่วนการนับจำนวนคู่มือ

ส่วนการนับคู่มือเป็นส่วนที่ต่อออกมาจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ ทำหน้าที่ลำเลียงคู่มือที่มีการแพ็คแล้วลงสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ วัสดุที่ใช้ขึ้นโครงสร้างคือ สเตนเลสไปป์ และอลูมิเนียมโปรไฟล์

กลไกที่ใช้ในส่วนนับจำนวนคู่มือนี้จะใช้มอเตอร์และสายพานเป็นอุปกรณ์ลำเลียงคู่มือ โดยต้องกำหนดให้คู่มือที่ไหลออกมาจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติไหลลงมาสู่สายพานให้พอดี มีความเร็วสัมพันธ์กับเครื่องแพ็คอัตโนมัติ และต้องประกอบโครงสร้างทางกลให้สามารถรองรับคู่มือในทุกขนาดได้ด้วย

3.3.3 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมเมบิลโลจิกคอนโทรล

การออกแบบการทำงานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล เป็นการออกแบบการทำงานของระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วเข้าไปใช้ในโรงงาน จะออกแบบให้ระบบมีการทำงานออกเป็น 3 โหมดคือ โหมดอัตโนมัติ โหมดควบคุมโดยผู้ใช้และโหมดรีเซ็ตการทำงาน เมื่อเลือกการทำงานในโหมดใดโหมดหนึ่งแล้วจะไม่สามารถเปลี่ยนโหมดได้ ต้องทำการรีเซ็ตระบบจากโหมดรีเซ็ตก่อนจึงจะสามารถเปลี่ยนไปทำงานในอีกโหมดได้เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากผู้ใช้

โหมดอัตโนมัติคือ โหมดการทำงานที่ระบบสามารถทำงานได้โดยไม่มีผู้ใช้งานเข้าไปเกี่ยวข้องในการทำ งานของระบบ ผู้ใช้งานสามารถนำกล่องเปล่าเข้าไปใส่ในระบบและเริ่มการทำงาน จากนั้นป้อนจำนวนคู่มือที่ต้องการผลิตและจำนวนคู่มือที่บรรจุต่อกล่อง จากนั้นจึงนำกล่องที่มีคู่มืออยู่ไปจัดเก็บที่ชั้นเก็บของหลังเสร็จการทำงาน

โหมดควบคุมโดยผู้ใช้คือ โหมดการทำงานที่ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานต่างๆ ของระบบได้เอง โดยโหมดการทำงานมีไว้สำหรับการบำรุงรักษาเครื่องจักรและตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ของระบบว่าสามารถทำงานได้ตามปกติหรือไม่

โหมดรีเซ็ตการทำงานคือ โหมดที่เซ็ตตำแหน่งอุปกรณ์การทำงานต่างๆ ให้อยู่ในค่าเริ่มต้นและรีเซ็ตค่าของจำนวนคู่มือที่ต้องการผลิต และจำนวนคู่มือที่บรรจุต่อกล่องให้พร้อมสำหรับเริ่มการทำงานในครั้งต่อไป

ทั้งนี้โหมดการทำงานต่างๆ มีการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบผ่านโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลและสื่อสารกับผู้ใช้ผ่านจอทัชสกรีน โดยการเลือกโหมดการทำงานให้สามารถเลือกได้ผ่านตู้ควบคุมไฟฟ้าในกรณีที่จอทัชสกรีนไม่สามารถใช้งานได้ด้วย ดังรูปที่ 3.25

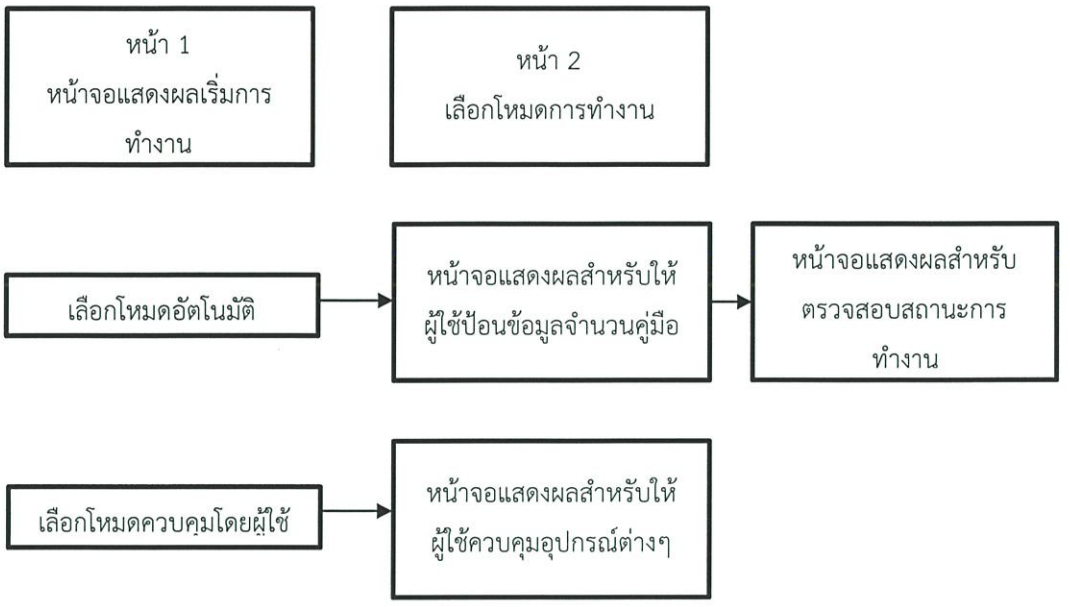
รูปที่ 3.25 แผนผังการออกแบบการทำงานของโปรแกรมเมบิลโลจิกคอนโทรล

3.3.4 การออกแบบการทำงานของจอทัชสกรีน

จอทัชสกรีนเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สื่อสารระหว่างระบบกับผู้ใช้ มีการออกแบบให้สามารถสั่งการระบบให้ทำ งานในโหมดต่างๆ ได้ โดยเมื่อต้องการเริ่มการทำงานผู้ใช้สามารถเลือกการทำงานได้ 3 โหมดคือ โหมดอัตโนมัติ โหมดควบคุมโดยผู้ใช้ และโหมดรีเซ็ตการทำงาน จากนั้นจึงสั่งเริ่มการทำงานของระบบโดยกดปุ่มบนจอทัชสกรีน

ในการเลือกโหมดอัตโนมัติเมื่อผู้ใช้เลือกการทำงานในโหมดนี้แล้ว จอทัชสกรีนจะให้ผู้ใช้ทำการใส่จำ นวนคู่มือที่ต้องการผลิตและจำนวนคู่มือที่บรรจุต่อกล่อง จากนั้นจอจะแสดงผลจำนวนกล่องที่ต้องใส่เข้าไปในระบบให้กับผู้ใช้ และเมื่อเริ่มการทำงานของระบบแล้ว ผู้ใช้สามารถเช็คสถานการณ์ทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ผ่านทางไฟแสดงผลบนจอทัสกรีนได้ในส่วนแสดงผลของการทำงานในโหมดอัตโนมัติ

ในการเลือกโหมดควบคุมโดยผู้ใช้ เมื่อผู้ใช้เลือกการทำงานในโหมดนี้แล้วจอทัสกรีนจะแสดงอุปกรณ์เอาต์พุตต่างๆ ของระบบทั้งหมดและมีปุ่มกดสำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ ให้กับผู้ใช้ด้วย ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 แผนผังการออกแบบการทำงานของจอทัชสกรีน

3.3.5 การออกแบบวงจรไฟฟ้า

การออกแบบวงจรไฟฟ้าเป็นการออกแบบการใช้ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบ โดยออกแบบให้ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์เป็นวงจรหลัก (Power Circuit) และใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์เป็นวงจรสำหรับควบคุมอุปกรณ์ภายนอก (Control Circuit) ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ใช้สำหรับเลี้ยงแหล่งจ่ายไฟของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล และเลี้ยงตัวแปลงไฟฟ้าสำหรับอุปกรณ์ภายนอก โดยต่อไฟฟ้า 220 โวลต์เข้ากับเบรกเกอร์ 3 ตัว สำหรับตัดไฟทั้งหมดกรณีที่มีการใช้กระแสไฟฟ้าเกินที่กำหนด โดยเบรกเกอร์ทั้ง 3 ตัวจะแยกตัดกระแสไฟใน 3 ส่วนคือ

1. ไฟฟ้า 220 โวลต์สำหรับตัดการทำงานทั้งหมดของระบบ
2. ไฟฟ้า 220 โวลต์สำหรับอุปกรณ์คอนโทรลเลอร์
3. ไฟฟ้า 220 โวลต์สำหรับตัวแปลงไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายนอก

เมื่อต่อผ่านเบรกเกอร์ทั้ง 3 ตัวแล้ว จากนั้นต่อไฟฟ้า 220 โวลต์เข้ากับตัวกรองกระแสไฟฟ้าเพื่อลดทอนคลื่นสัญญาณรบกวนก่อนการนำไปใช้กับอุปกรณ์ต่างๆ ต่อไป ในระบบไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์จะมาจากตัวแปลงไฟฟ้า 2 ตัว คือ

1. ตัวแปลงไฟฟ้าสำหรับเลี้ยงอุปกรณ์คอนโทรลเลอร์คือ หน่วยประมวลผล หน่วยอินพุต หน่วยเอาต์พุต เทอร์มินอลบอร์ดและรีเลย์บอร์ด

2. ตัวแปลงไฟฟ้าสำหรับเลี้ยงอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตต่างๆ คือ รีเลย์วาล์วควบคุมทิศทางลม มอเตอร์ สวิตช์แม่เหล็ก เซนเซอร์ สวิตช์ปุ่มกด สวิตช์ทางเลือก หลอดไฟและเสียงสัญญาณ

ทั้งนี้การออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อเลือกอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ที่ใช้จะคำนวณจากกระแสไฟฟ้าที่ไหลในระบบทั้งหมด โดยคำนวณจากกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่อุปกรณ์ภายนอกต่างๆ ต้องใช้มารวมกัน

3.3.6 การออกแบบระบบนิวแมติกส์

ระบบนิวแมติกส์จะเป็นระบบที่ใช้ควบคุมการทำงานของกระบอกสูบ ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการประกอบโครงสร้างทางกลเพื่อให้ระบบสามารถทำงานตามขั้นตอนได้ โดยมีการกำหนดแรงลมที่ใช้กับอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์คือ 0.6 บาร์ ซึ่งเป็นแรงดันลมที่โรงงานใช้กับอุปกรณ์ขนาดไม่ใหญ่มาก

การควบคุมกระบอกสูบจะใช้วาล์วควบคุมทิศทางลมชนิด 5/2 กับกระบอกสูบไร้แกนจำนวน 3 ตัวและวาล์วควบคุมทิศทางลมชนิด 5/3 กับกระบอกสูบแบบสองทางจำนวน 10 ตัว โดยการออกแบบการทำงานของวงจรนิวแมติกส์จะใช้ลมที่มาจากเครื่องอัดลมต่อเข้ากับตัวปรับความดันอากาศก่อนนำลมมาใช้งานในระบบ ทำให้สามารถกำหนดแรงดันของลมเพื่อการนำไปใช้งานได้ จากนั้นจึงนำลมที่มีแรงดันที่ 0.6 บาร์มาใช้งานกับวาล์วควบคุมทิศทางลมชนิดต่างๆ เพื่อนำไปควบคุมให้กระบอกสูบทำงานต่อไป

การเลือกใช้กระบอกสูบจะคำนึงถึงงานที่นำไปใช้น้ำหนักที่กระบอกสูบต้องรับและแรงดันลม จึงมีการเลือกใช้กระบอกสูบสำหรับงานต่างๆ ดังนี้

คำนวณขนาดของกระบอกสูบ

$$P = \frac{F}{A}$$

โดยที่ P คือ ความดัน $(N/m^2$ หรือ $Pa)$

F คือ แรง (N)

A คือ พื้นที่ (m^2)

กำหนดให้ความดันลมเท่ากับ 6 bar จะได้

$$1 \text{ bar} = 100{,}000 \text{ Pa}$$

$$6 \text{ bar} = 600{,}000 \text{ Pa}$$

กำหนดให้น้ำหนักที่กระบอกสูบต้องรับเท่ากับ 40 Kg

$$1 \text{ Kg} = 10 \text{ N}$$

$$40\ \text{Kg} = 40\ \text{N}$$

แทนค่าในสมการจะได้

$$A = \frac{F}{P}$$

$$A = \frac{400\ \text{N}}{600000\ \text{N/m}^2}$$
$$A = 0.000667$$

ขนาดของกระบอกสูบสามารถหาได้จาก

$$A = (\frac{\pi}{4}) \cdot d^2$$

โดยที่ d คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของกระบอกสูบ (m)

แทนค่าในสมการจะได้

$$0.000667\ \text{m}^2 = (\frac{\pi}{4}) \cdot d^2$$

ดังนั้น

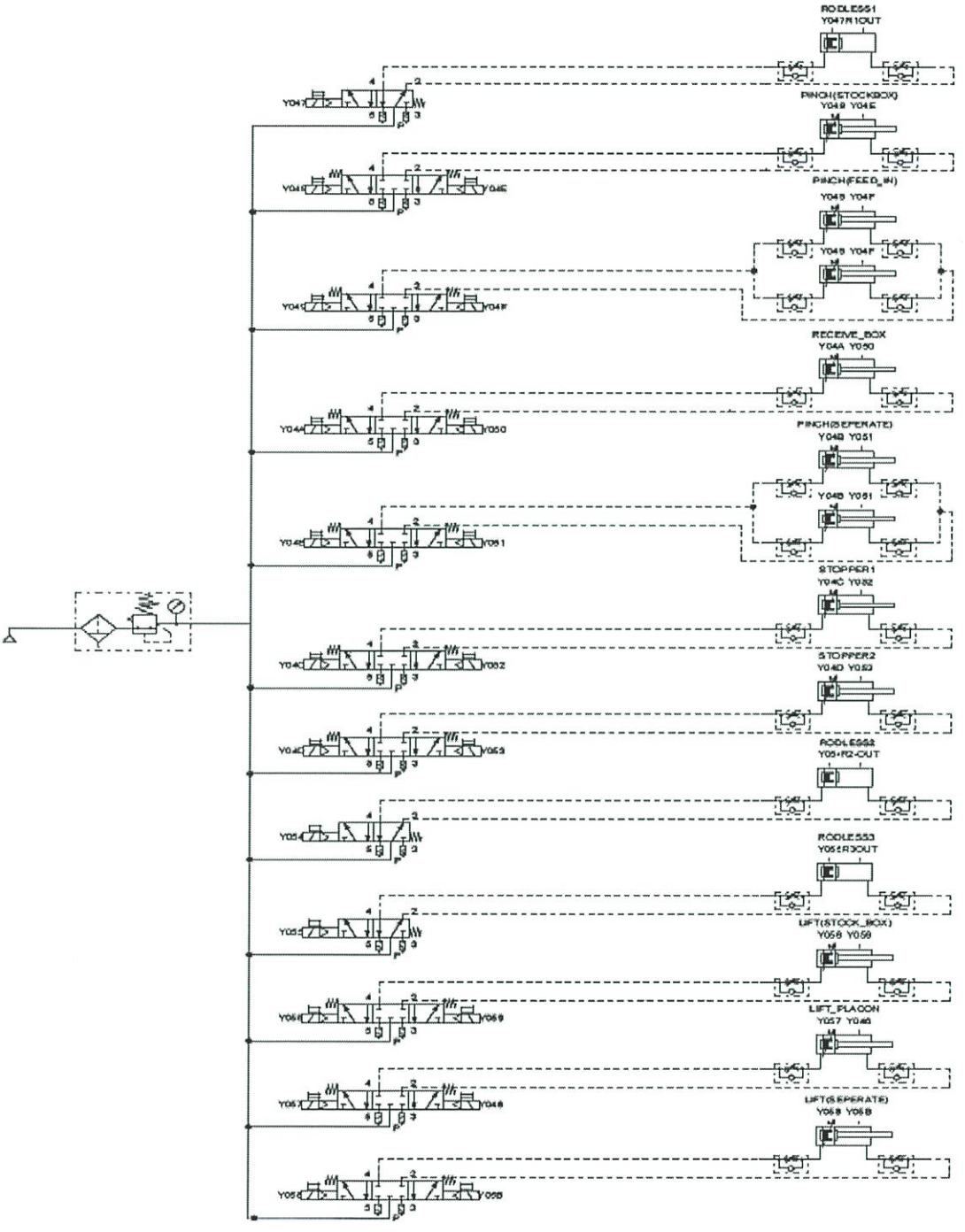
$$d = 29.14\ \text{mm.}$$

ขนาดของกระบอกสูบที่ต้องใช้จะต้องมีความกว้างมากกว่า 29.14 จึงจะสามารถใช้งานได้

จากการคำนวณเพื่อเลือกขนาดของกระสูบที่ตำแหน่งต่างๆ ทำให้ได้ความกว้างของกระบอกสูบที่สามารถนำไปเลือกกับตารางขนาดมาตรฐานของกระบอกสูบได้ และเลือกระยะชักของกระบอกสูบตามความเหมาะสมของการใช้งาน จะได้กระบอกสูบทั้งหมด ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.3 รายการกระบอกสูบที่เลือกมาใช้

ชนิดกระบอกสูบ	ความกว้าง	ระยะชัก	หน้าที่	จำนวน
กระบอกสูบแบบมาตรฐาน	12 mm.	100 mm.	หนีบกล่องที่ส่วนใส่กล่องเข้าระบบเพื่อแยกกล่องเป็นชุดๆ สำหรับการทำงานในขั้นตอนต่อไป	1
กระบอกสูบแบบมาตรฐาน	40 mm.	320 mm.	ดันกล่องที่บรรจุคู่มือเพื่อทำการซ้อนกล่อง	1
กระบอกสูบแบบมีไกด์	20 mm.	50 mm.	หนีบกล่องที่ซ้อนกันเพื่อทำการแยกกล่องสำหรับการนำไปรับคู่มือจากเครื่องแพ็ค	2
กระบอกสูบแบบมีไกด์	20 mm.	50 mm.	หนีบกล่องที่บรรจุคู่มือเพื่อรอปล่อยกล่องที่หนีบไว้ไปทำการซ้อนกล่อง	2
กระบอกสูบแบบมีไกด์	40 mm.	100 mm.	ยกกล่องที่ถูกหนีบขึ้นเพื่อแยกกล่องเปล่าที่ซ้อนกันออกจากกัน	1
กระบอกสูบแบบมีไกด์	12 mm.	100 mm.	ทำหน้าที่เป็นสต้อปเปอร์เพื่อให้กล่องอยู่ที่ตำแหน่งที่ต้องการ	2
กระบอกสูบแบบมีไกด์	32 mm.	250 mm.	รองรับกล่องเปล่าที่ถูกแยกออกจากการซ้อนมาวางลงเพื่อป้องกันการเกิดเสียงรบกวน	1
กระบอกสูบแบบมาตรฐาน	32 mm.	100 mm	ยกพื้นที่เป็นโรลเลอร์เพื่อให้กล่องไหลไปตำแหน่งที่ต้องการ	1
กระบอกสูบแบบไร้ก้าน	32 mm.	400 mm.	ดันกล่องที่บรรจุคู่มือไปยังส่วนการทำงานถัดไป	2
กระบอกสูบแบบไร้ก้าน	32 mm.	400 mm.	ดันกล่องเปล่าไปยังส่วนรอรับคู่มือ	1

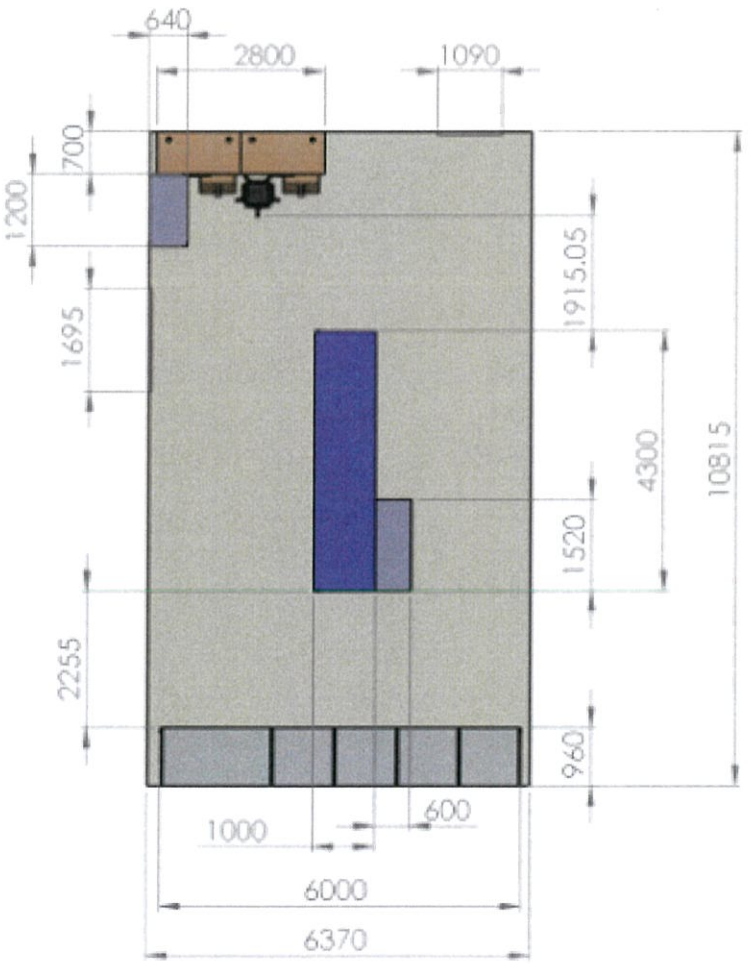


รูปที่ 3.27 การออกแบบระบบนิวแมติกส์

3.4 วิเคราะห์แนวทางและความเป็นไปได้ของการนำงานวิจัยไปใช้

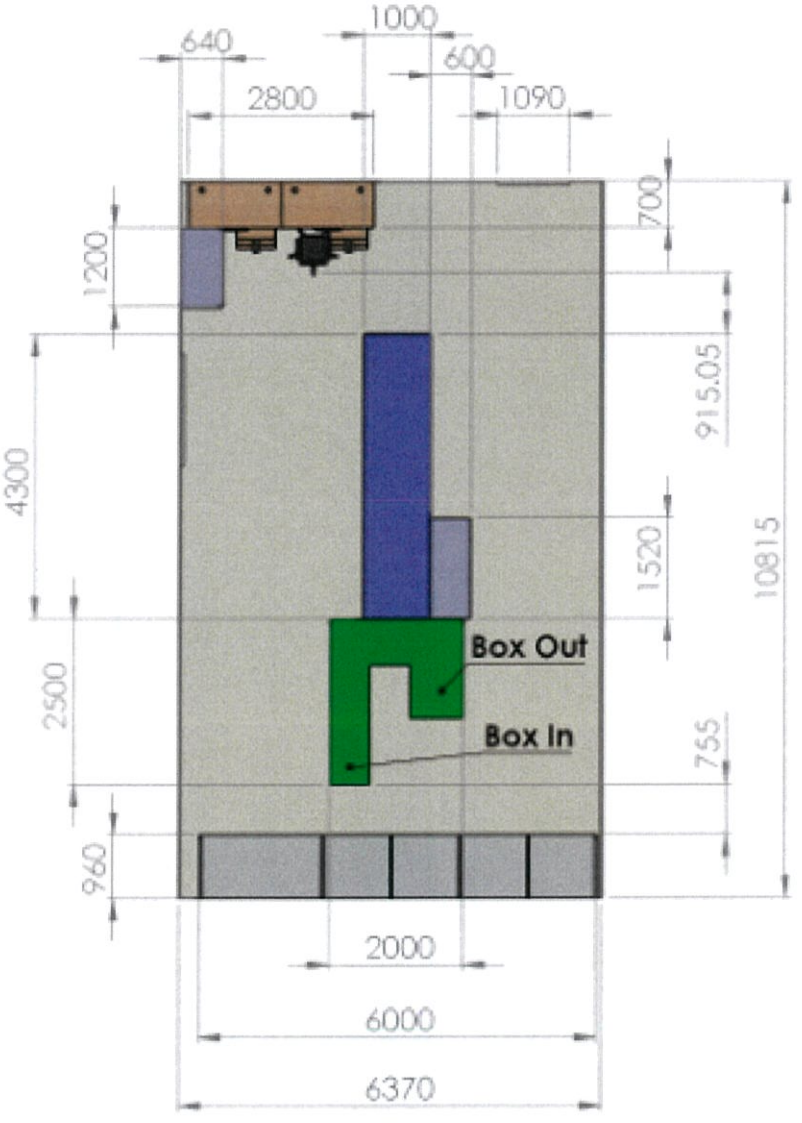
การวิเคราะห์แนวทางและความเป็นไปได้ของการนำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วเข้าไปใช้ในโรงงาน จำเป็นจะต้องวิเคราะห์ในเรื่องพื้นที่การทำงานจริงภายในโรงงานและอัตราผลตอบแทนของการลงทุน (Return of Investment : ROI) เพื่อให้เกิดความเป็นไปได้ที่มากที่สุดในการไปติดตั้งจริงในโรงงาน

การวิเคราะห์ในเรื่องพื้นที่การทำงานจริงภายในโรงงาน พื้นที่ภายในห้องแพ็คจะมีพื้นที่ทั้งหมด กว้าง6.5 เมตร และยาว 11 เมตร โดยมีเครื่องแพ็คอัตโนมัติที่ติดตั้งไว้อยู่บริเวณกลางห้อง ซึ่งขนาดของเครื่องแพ็คอัตโนมัติจะเท่ากับกว้าง 1 เมตร และยาว 4.3 เมตร นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่นๆ ที่อยู่ภายในห้องทำให้เหลือพื้นที่ในการออกแบบระบบอัตโนมัติเพียง กว้าง 2.25 เมตร และยาว 6 เมตร ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 พื้นที่ภายในห้อง Label and Manual

หลังจากออกแบบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คแล้วจะทำให้พื้นที่ในห้องแพ็คคู่มือเป็นไปดังรูปที่ 3.29



รูปที่ 3.29 พื้นที่ภายในห้อง Label and Manual หลังจากมีการติดตั้งระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค (พื้นที่สีเขียว)

เมื่อนำระบบไปติดตั้งจะทำการติดตั้งต่อจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ เพราะคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจะลำ เลียงออกมาทางสายพานในด้านนี้ เมื่อนำระบบไปทำการติดตั้งแล้วจะต้องไม่ทำให้ระบบการขนส่งของโรงงานผิดเพี้ยนไป เพราะต้องมีการขนคู่มือที่ต้องนำมาแพ็คเข้ามาจากด้านหน้า และขนคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วออกไปใช้งานตลอดเวลา จากการที่ได้วิเคราะห์พื้นที่การทำงานจริงภายใน

โรงงาน พบว่าพื้นที่ที่เหลือภายในห้องแพ็คคู่มือมีเพียงพอในการติดตั้งระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วได้

การวิเคราะห์ในเรื่องอัตราผลตอบแทนของการลงทุน จะมีส่วนสำคัญมากต่อการจัดทำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คเพื่อให้เห็นถึงความคุ้มค่าเมื่อนำระบบอัตโนมัตินี้มาใช้ทดแทนแรงงานคน โดยทางโรงงานมีกำหนดอัตราผลตอบแทนของการลงทุนไม่ให้เกินระยะเวลา 3 ปี ซึ่งอัตราผลตอบแทนของการลงทุนสามารถคำนวณได้ตามสมการต่อไปนี้

$$\text{อัตราผลตอบแทนของการลงทุน} = \frac{\text{ค่าใช้จ่ายในการลงทุน}}{\text{ค่าแรงที่จ่ายให้พนักงานรายปี} \times \text{จำนวนพนักงานที่ทดแทนได้}}$$

จะได้

$$\text{อัตราผลตอบแทนของการลงทุน} = \frac{300000}{222{,}798 \times 1} = 1.34$$

จากการคำนวณอัตราค่าตอบแทนจากการลงทุนตามสมการข้างต้น พบว่าอัตราผลตอบแทนของการลงทุนเท่ากับ 1.34 ปี ซึ่งน้อยกว่าที่ทางโรงงานกำหนดไว้ จึงสามารถนำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือและลำเลียงกล่องไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คที่ได้ออกแบบไว้มาสร้างจริงได้ ทั้งนี้ค่าใช้จ่ายในการลงทุนที่นำมาคำนวณนั้นไม่ได้รวมไปถึงค่าใช้จ่ายส่วนอื่น เช่น ค่าไฟฟ้า ค่าลม เป็นต้น และค่าแรงของพนักงานก็เป็นค่าแรงที่พิจารณาโดยรวมจากเงินเดือนพนักงานที่ทำงานในแต่ละสายการผลิต

3.5 การดำเนินการทำงานวิจัย

3.5.1 การดำเนินการทำโครงสร้างทางกล

การประกอบโครงสร้างทางกลจะทำการประกอบเป็นส่วนๆ ไปตามลำดับคือ ส่วนนำกล่องจ่ายเข้าระบบ ส่วนแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน ส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกัน ส่วนนำกล่องออกจากระบบและส่วนการนับคู่มือ เพื่อให้แต่ละส่วนมีความสัมพันธ์กันและสามารถปรับเข้าหากันได้ โดยจะเริ่มจากการประกอบ สเตนเลสไปป์ เข้าด้วยกันให้เป็นโครงสร้างตามที่ได้ออกแบบ จากนั้นจึงทำการติดตั้งกระบอกสูบที่ตำแหน่งต่างๆ และปรับค่าความเร็วลมเพื่อให้กลไกต่างๆ สามารถใช้งานได้

3.5.2 การดำเนินการทำตู้ควบคุมไฟฟ้าและต่ออุปกรณ์อินพุต อุปกรณ์เอาต์พุต

การดำเนินการทำตู้ควบคุมไฟฟ้าและอุปกรณ์อินพุต อุปกรณ์เอาต์พุต จะประกอบตามที่มีการออกแบบไว้ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังนี้

1. จัดวางอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้งในตู้ควบคุมไฟฟ้า

2. ติดตั้งอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า โดยมีอุปกรณ์ที่ต้องติดตั้งดังต่อไปนี้

(1) เบรกเกอร์สำหรับตัดไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์

(2) เบรกเกอร์สำหรับตัดไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์

(3) เบรกเกอร์สำหรับตัดไฟฟ้าของคอนโทรลเลอร์

(4) ตัวแปลงไฟฟ้าจาก 220 โวลต์เป็น 24 โวลต์

(5) ตัวกรองกระแสไฟฟ้า

(6) โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

(7) รีเลย์

(8) เทอร์มินอลบอร์ดสำหรับอุปกรณ์อินพุต

(9) รีเลย์บอร์ดสำหรับอุปกรณ์เอาต์พุต

(10) เทอร์มินอลบอร์ดสำหรับไฟบวกและไฟลบ

(11) เทอร์มินอลสำหรับเชื่อมต่อสายไฟ

3. เดินสายไฟภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า

4. เดินสายไฟออกจากตู้ควบคุมไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ภายนอก โดยใช้สายไฟมัลติคอร์ต่อไปยังส่วนที่เป็นอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตคือ โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ สวิตช์แม่เหล็ก วาล์วควบคุมทิศทางลมและมอเตอร์

3.5.3 การดำเนินการเขียนโปรแกรมควบคุมโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมระบบจะใช้โปรแกรม GX-Works2 โดยจะดำเนินการจัดทำตามที่ได้ออกแบบการทำงานไว้ 3 โหมดการทำงาน โดยแบ่งโปรแกรมเป็นส่วนๆ ดังนี้

1. ส่วนควบคุมคำสั่งเริ่มการทำงานของระบบให้ทำงานในโหมดต่างๆ รวมถึงไฟแสดงสถานะการทำงานในโหมดนั้นๆ

2. การทำงานของระบบในโหมดอัตโนมัติ

3. การทำงานของระบบในโหมดควบคุมโดยผู้ใช้

4. การทำงานของระบบในโหมดรีเซ็ต

5. การเชื่อมต่อการทำงานของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลกับจอทัชสกรีน

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลสำหรับรุ่น MELSEC-Q Series นั้นทำงานด้วยระบบเลขฐานสิบหก เพราะฉะนั้นในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ จึงต้องกำหนด Address ของอุปกรณ์ต่างๆ ให้อยู่ในระบบเลขฐานสิบหก โดยมีการกำหนดอุปกรณ์อินพุตทั้งหมด 53 อินพุต อุปกรณ์เอาต์พุต 32 เอาต์พุต มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.4 และตารางที่ 3.5

ตารางที่ 3.4 อุปกรณ์อินพุต

ลำดับ	รายละเอียดอุปกรณ์	Address
1.	ปุ่มฉุกเฉิน (Emergency Switch)	X000
2.	สวิตช์ปุ่มกด โหมดรีเซ็ต (Push Button Switch : RED)	X001
3.	สวิตช์ปุ่มกด โหมดเริ่มการทำงาน (Push Button Switch : GREEN)	X002
4.	สวิตช์ทางเลือก โหมดอัตโนมัติ (Selector Switch : LEFT)	X003
5.	สวิตช์ทางเลือก โหมดควบคุมโดยผู้ใช้ (Selector Switch : RIGHT)	X004
6.	-	X005
7.	-	X006
8.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งเข้าสุด กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนจ่ายกล่อง)	X007
9.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งยืดสุด กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนจ่ายกล่อง)	X008
10.	-	X009
11.	-	X00A
12.	-	X00B
13.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งเข้าสุด กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนแยกกล่อง : ขวา)	X00C
14.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งยืดสุด กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนแยกกล่อง : ขวา)	X00D
15.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งเข้าสุด กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนแยกกล่อง : ซ้าย)	X00E
16.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งยืดสุด กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนแยกกล่อง : ซ้าย)	X00F
17.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งเข้าสุด กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนแยกกล่อง)	X010
18.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งยืดสุด กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนแยกกล่อง)	X011
19.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งเข้าสุด กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนแยกกล่อง)	X012
20.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งยืดสุด กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนแยกกล่อง)	X013
21.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งเข้าสุด กระบอกสูบยกโรลเลอร์ (ส่วนแยกกล่อง)	X014
22.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งยืดสุด กระบอกสูบยกโรลเลอร์ (ส่วนแยกกล่อง)	X015
23.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งเข้าสุด กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนรับคู่มือ)	X016
24.	สวิตช์แม่เหล็กตำแหน่งยืดสุด กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนรับคู่มือ)	X017

ตารางที่ 3.4 อุปกรณ์อินพุต (ต่อ)

25.	โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (ส่วนแยกกล่อง)	X018
26.	โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (ส่วนรับคู่มือ)	X019
27.	โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (ส่วนนับคู่มือหลังการแพ็ค)	X01A
28.	โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (ส่วนซ้อนกล่อง)	X01B
29.	สวิตซ์แม่เหล็กตำแหน่งยืดสุด กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนนำกล่องออก)	X01C
30.	สวิตซ์แม่เหล็กตำแหน่งเข้าสุด กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนนำกล่องออก)	X01D
31.	สวิตซ์แม่เหล็กตำแหน่งเข้าสุด กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง)	X01E
32.	สวิตซ์แม่เหล็กตำแหน่งยืดสุด กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง)	X01F
33.	สวิตซ์แม่เหล็กตำแหน่งเข้าสุด กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง)	X020
34.	-	X021
35.	สวิตซ์แม่เหล็กตำแหน่งยืดสุด กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง)	X022
36.	โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (เช็คกล่องบนลิฟต์)	X023
37.	โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (เช็คลิฟต์ว่าอยู่ด้านบน)	X024
38.	โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (เช็คลิฟต์ว่าอยู่ด้านล่าง)	X025
39.	-	X026
40.	M. กระบอกสูบยกโรลเลอร์ (ส่วนแยกกล่อง) ยืดสุด	X027
41.	M. กระบอกสูบยกโรลเลอร์ (ส่วนแยกกล่อง) เข้าสุด	X028
42.	M. กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนแยกกล่อง)	X029
43.	M. มอเตอร์ (ลิฟต์อยู่ด้านบน)	X02A
44.	M. มอเตอร์ (ลิฟต์อยู่ด้านล่าง)	X02B
45.	-	X02C
46.	M. กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนจ่ายกล่อง) ยืดสุด	X02D
47.	M. กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนจ่ายกล่อง) เข้าสุด	X02E
48.	M. กระบอกสูบรับกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) ยืดสุด	X02F
49.	M. กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง) เข้าสุด	X030
50.	M. กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง) ยืดสุด	X031

ตารางที่ 3.4 อุปกรณ์อินพุต (ต่อ)

51.	M. กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) เข้าสุด	X032
52.	M. กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) ยืดสุด	X033
53.	M. กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนจ่ายกล่อง) เข้าสุด	X034
54.	M. กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนจ่ายกล่อง) ยืดสุด	X035
55.	M. กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนรับคู่มือ) เข้าสุด	X036
56.	M. กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนรับคู่มือ) ยืดสุด	X037
57.	M. กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง)	X038
58.	M. กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนนากล่องออก)	X039
59.	M. กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง) เข้าสุด	X03A
60.	M. กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง) ยืดสุด	X03B
61.	M. กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) เข้าสุด	X03C
62.	M. กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) ยืดสุด	X03D
63.	M. กระบอกสูบรับกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) เข้าสุด	X03E

หมายเหตุ M. หมายถึง ระบบควบคุมโดยผู้ใช้ผ่านจอทัชสกรีน

\- หมายถึง ไม่มีการใช้งาน

ตารางที่ 3.5 อุปกรณ์เอาต์พุต

ลำดับ	รายละเอียดอุปกรณ์	Address
1.	หลอดไฟสีแดง (Pilot Lamp : RED)	Y040
2.	หลอดไฟสีเขียว (Pilot Lamp : GREEN)	Y041
3.	ทาวเวอร์ไลท์สีแดง	Y042
4.	ทาวเวอร์ไลท์สีเขียว	Y043
5.	ทาวเวอร์ไลท์สีเหลือง	Y044
6.	ทาวเวอร์ไลท์เสียงสัญญาณ	Y045
7.	กระบอกสูบยกโรลเลอร์ (ส่วนแยกกล่อง) - ออก	Y046

ตารางที่ 3.5 อุปกรณ์เอาต์พุต (ต่อ)

8.	กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) - ออก	Y047
9.	กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง) – เข้า	Y048
10.	กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนจ่ายกล่อง) – เข้า	Y049
11.	กระบอกสูบรับกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) – เข้า	Y04A
12.	กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) – เข้า	Y04B
13.	กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนจ่ายกล่อง) – เข้า	Y04C
14.	กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนรับคู่มือ) – เข้า	Y04D
15.	กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง) – ออก	Y04E
16.	กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนจ่ายกล่อง) – ออก	Y04F
17.	กระบอกสูบรับกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) – ออก	Y050
18.	กระบอกสูบหนีบกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) – ออก	Y051
19.	กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนจ่ายกล่อง) – ออก	Y052
20.	กระบอกสูบสต้อปเปอร์ (ส่วนรับคู่มือ) – ออก	Y053
21.	กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง) – ออก	Y054
22.	กระบอกสูบดันกล่อง (ส่วนนากล่องออก) – ออก	Y055
23.	กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง) – เข้า	Y056
24.	กระบอกสูบยกโรลเลอร์ (ส่วนแยกกล่อง) – เข้า	Y057
25.	กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) – เข้า	Y058
26.	กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนซ้อนกล่อง) – ออก	Y059
27.	สายพานลำเลียงคู่มือทำงาน	Y05A
28.	กระบอกสูบยกกล่อง (ส่วนแยกกล่อง) – ออก	Y05B
29.	-	Y05C
30.	มอเตอร์ (ลิฟต์อยู่ด้านล่าง)	Y05D
31.	มอเตอร์ (ลิฟต์อยู่ด้านบน)	Y05E
32.	-	Y05F

หมายเหตุ - หมายถึง ไม่มีการใช้งาน

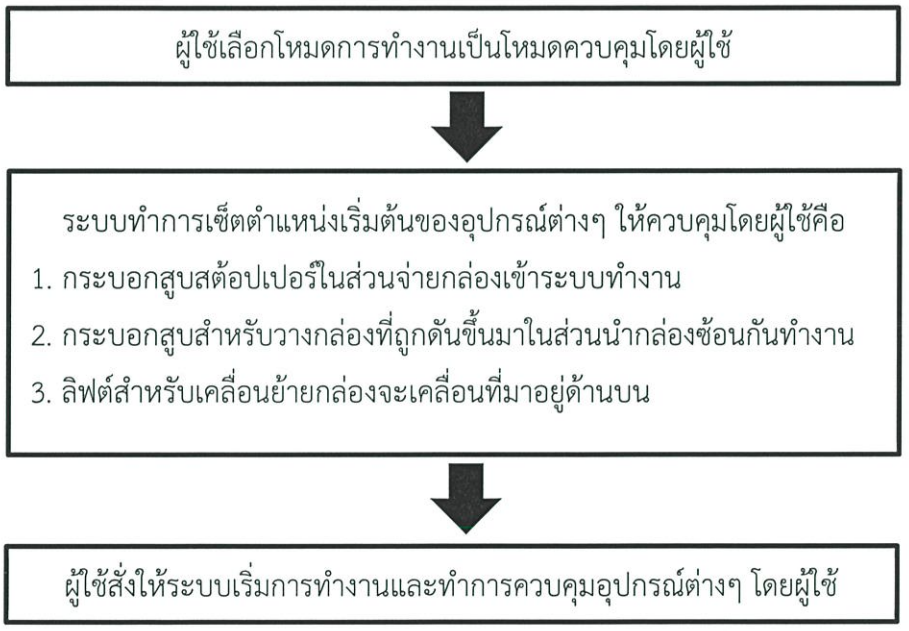
หลังจากการกำหนด Address ของอุปกรณ์ต่างๆ แล้ว จากนั้นจึงเริ่มการเขียนโปรแกรมโดยกำหนดเงื่อนไขต่างๆ เพื่อให้ระบบทำงานได้ตามขั้นตอน และทำการทดสอบโปรแกรมกับโครงสร้างทางกลและจอทัชสกรีนเพื่อให้สามารถทำงานร่วมกันได้

3.6 ภาพรวมการทำงานของงานวิจัย

ภาพรวมการทำงานของระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค มีดังต่อไปนี้

3.6.1 ภาพรวมการทำงานในโหมดควบคุมโดยผู้ใช้

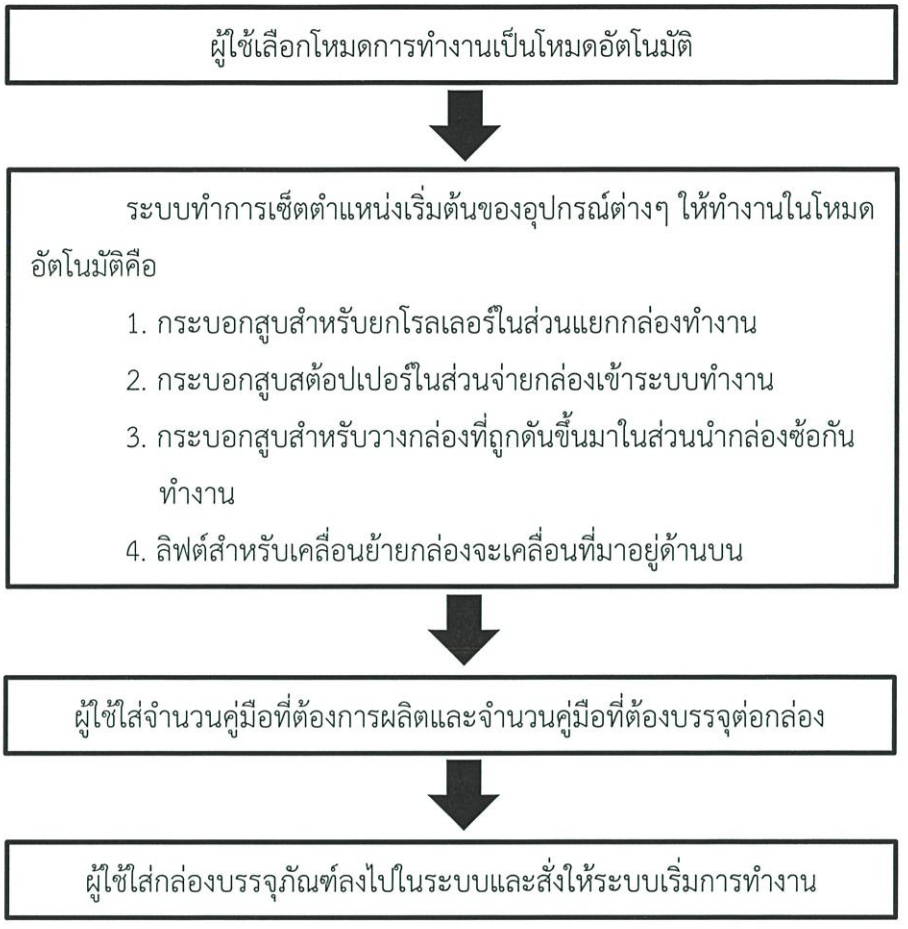
โหมดควบคุมโดยผู้ใช้จะมีไว้เพื่อสำหรับการบำรุงรักษาระบบ และตรวจสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ โดยสามารถเลือกการทำงานในโหมดนี้ได้จากการสั่งการผ่านทางตู้ควบคุมไฟฟ้าและจอทัชสกรีน และต้องเข้าสู่โหมดรีเซ็ทเมื่อต้องการยกเลิกการทำงาน ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดควบคุมโดยผู้ใช้

3.6.2 ภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ

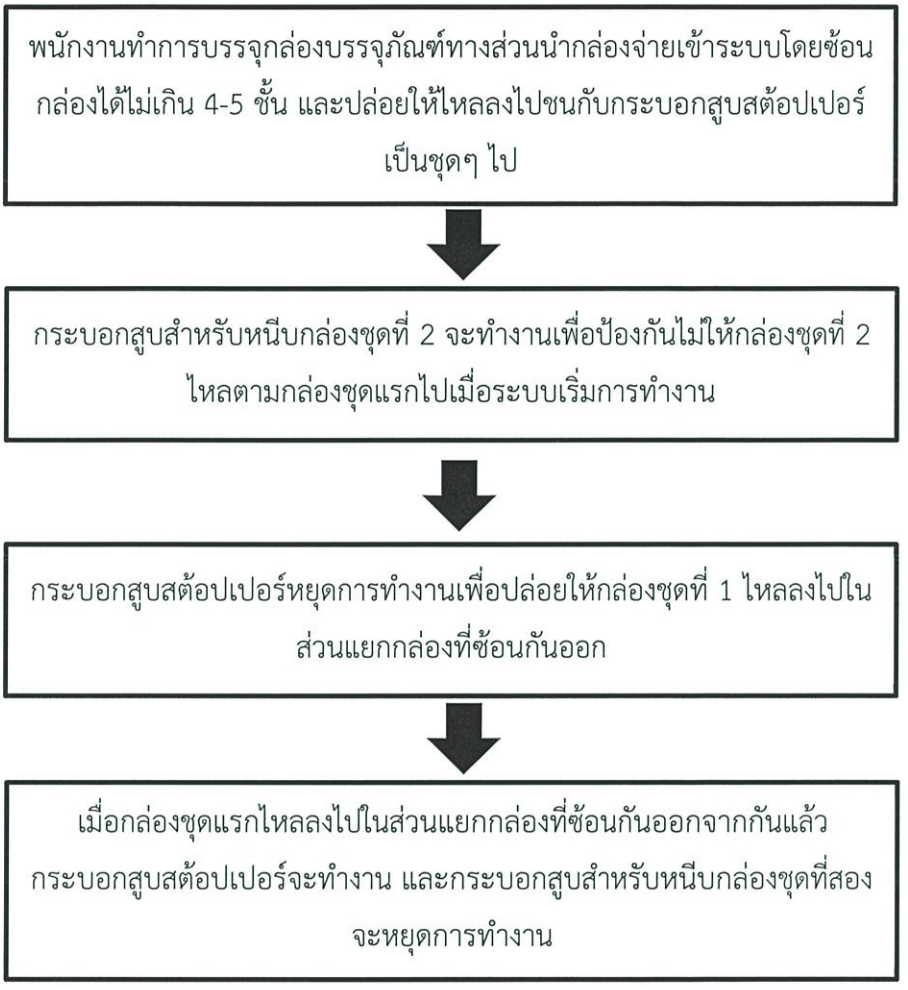
ระบบอัตโนมัติจะทำงานเพื่อการตรวจนับคู่มือและลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปรับคู่มือจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ โดยสามารถเลือกการทำงานโหมดนี้ได้จากการสั่งการผ่านตู้ควบคุมไฟฟ้าและจอทัชสกรีน ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ

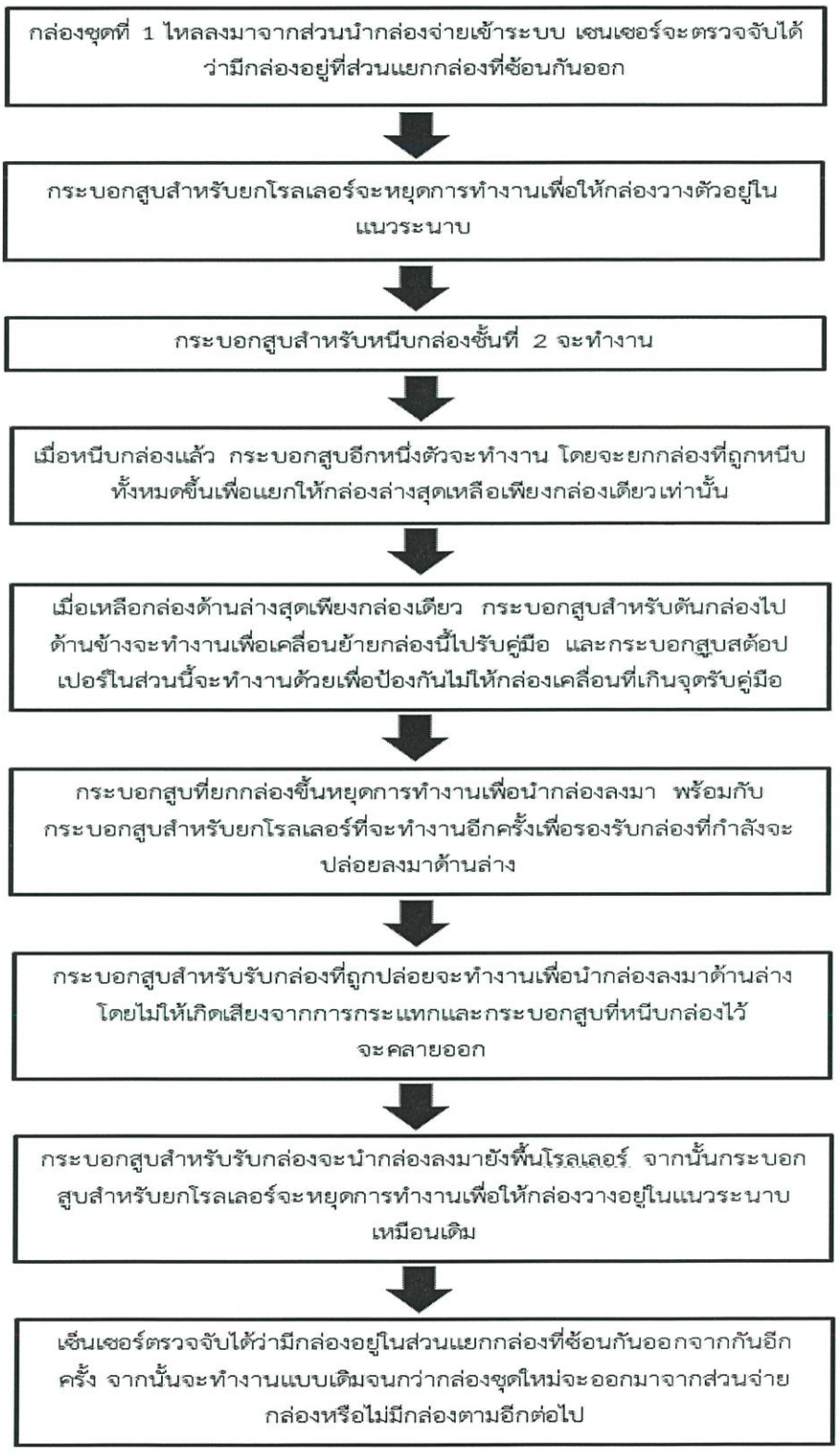
ภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติหลังจากมีการเลือกโหมดการควบคุมแล้ว สามารถแบ่งส่วนการทำงานได้ดังนี้

1. ภาพรวมการทำงานส่วนนำกล่องจ่ายเข้าระบบ ดังรูปที่ 3.32



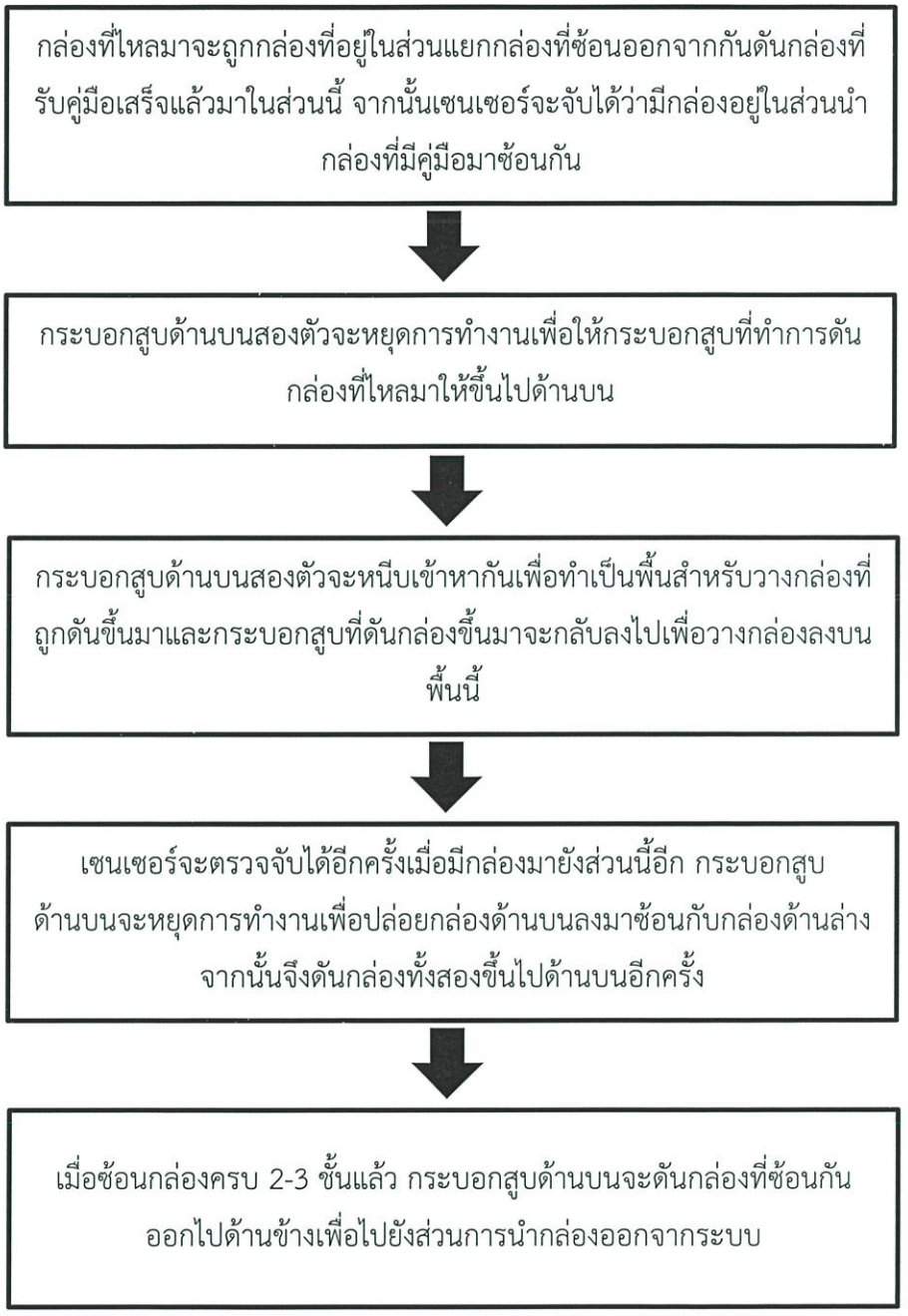
รูปที่ 3.32 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (ส่วนนำกล่องจ่ายเข้าระบบ)

2. ภาพรวมการทำงานส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออก ดังรูปที่ 3.33



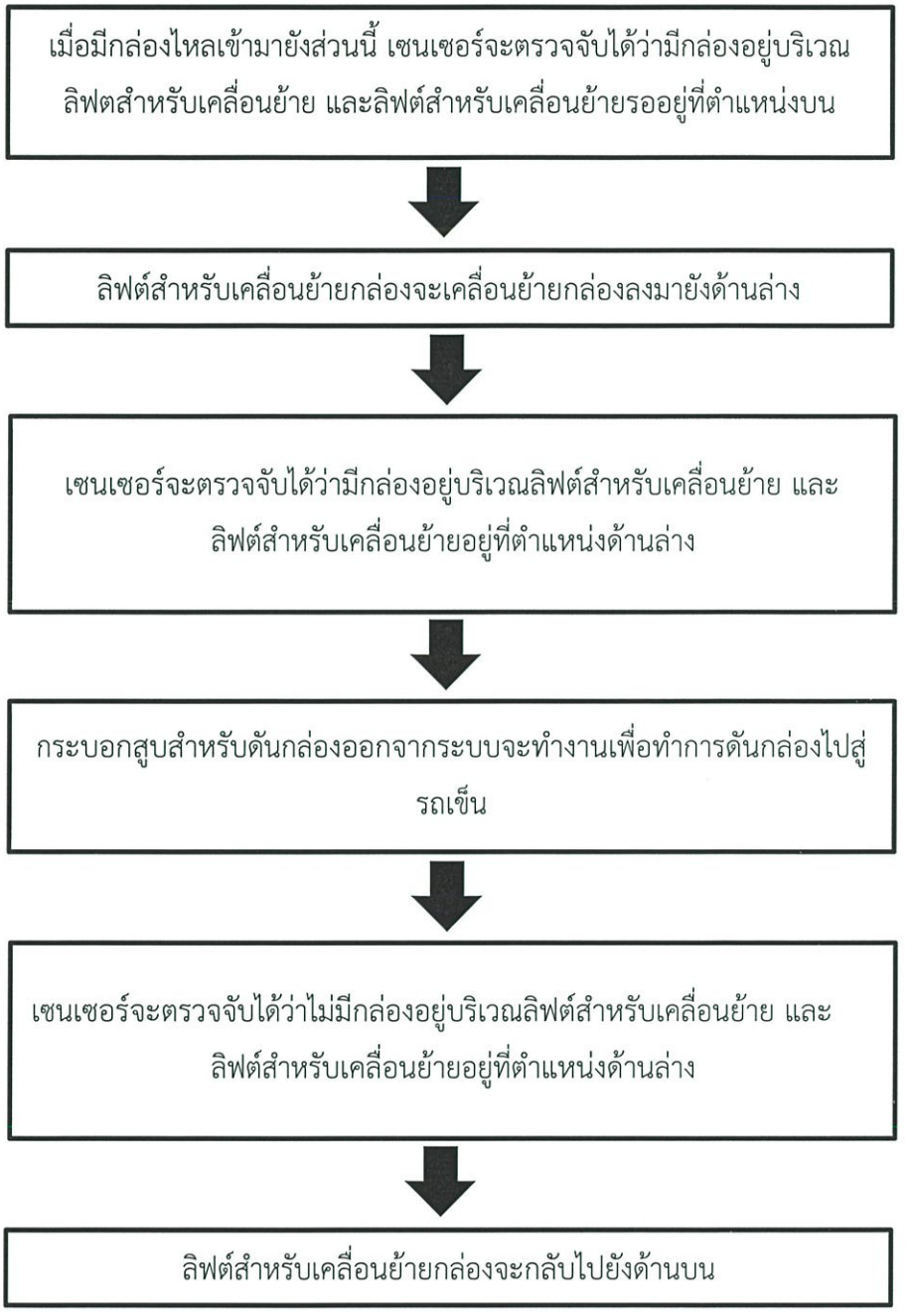
รูปที่ 3.33 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (ส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออก)

3. ภาพรวมการทำงานส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกัน ดังรูปที่ 3.34



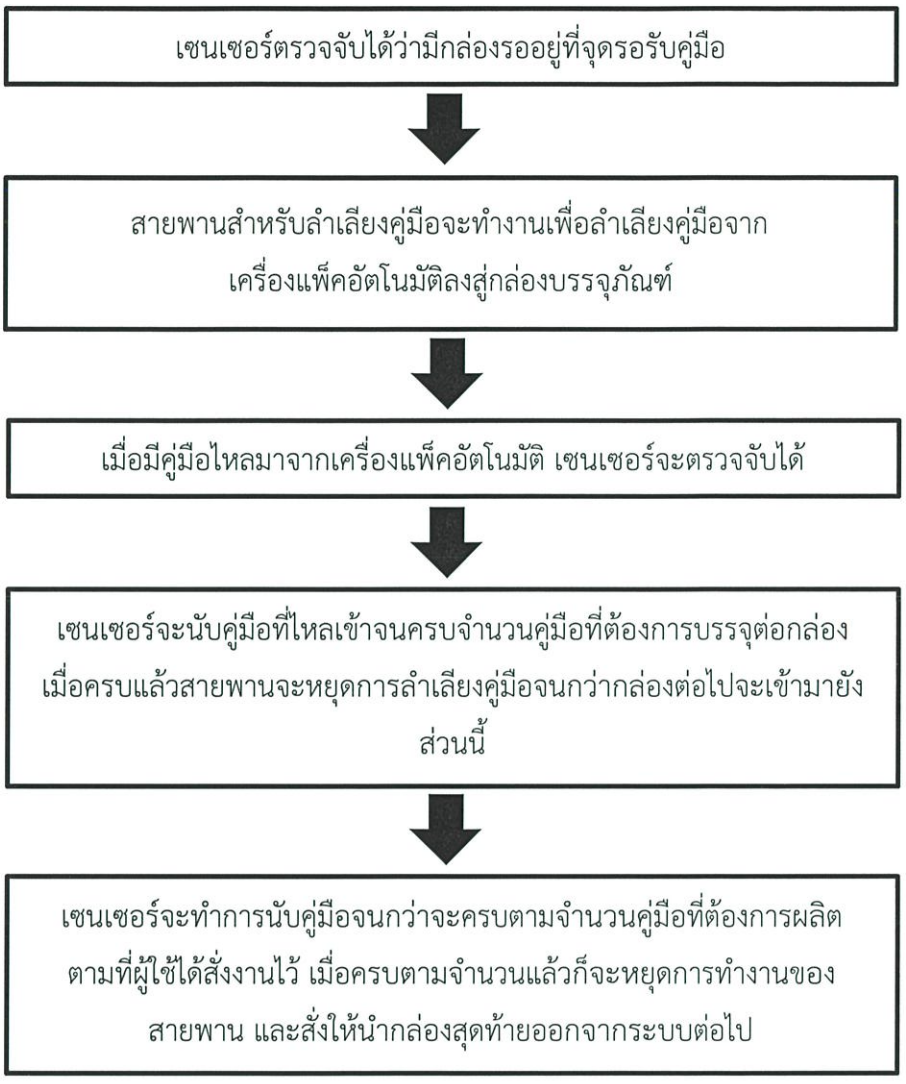
รูปที่ 3.34 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (ส่วนนำกล่องที่มีคู่มือมาซ้อนกัน)

4. ภาพรวมการทำงานส่วนนำกล่องออกจากระบบ ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.35 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (ส่วนนำกล่องออกจากระบบ)

5. ส่วนการนับคู่มือ ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.36 แผนผังภาพรวมการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (ส่วนการนับคู่มือ)

ทั้งนี้การควบคุมการทำงานของระบบสามารถควบคุมได้ผ่านทางจอทัชสกรีน และบริเวณหน้าตู้ควบคุมในกรณีที่จอทัชสกรีนไม่สามารถใช้งานได้ เมื่อสั่งระบบให้มีการทำงานจะมีไฟแสดงสถานการณ์ทำงานบนทาวเวอร์ไลท์ และไฟแสดงสถานะบนตู้ควบคุมไฟฟ้า ซึ่งจะแสดงสถานะของระบบในขณะนั้นๆ ดังนี้

1. ไฟสีเขียวที่ตู้ควบคุมไฟฟ้า แสดงสถานการณ์เริ่มการทำงานของระบบ
2. ไฟสีแดงที่ตู้ควบคุมไฟฟ้า แสดงสถานการณ์ทำงานในโหมดรีเซ็ต
3. ไฟสีเขียวที่ทาวเวอร์ไลท์ แสดงสถานการณ์ทำงานในโหมดอัตโนมัติ
4. ไฟสีเหลืองที่ทาวเวอร์ไลท์ แสดงสถานการณ์ทำงานในโหมดควบคุมโดยผู้ใช้

5. ไฟสีแดงและเสียงสัญญาณที่ทาวเวอร์ไลท์ แสดงถึงสถานะฉุกเฉินจากการกดปุ่มหยุดการทำงานชั่วคราว

การเลือกโหมดการทำงานในส่วนต่างๆ จะไม่สามารถเลือกทำติดต่อกันได้ ต้องทำการรีเซ็ตก่อนทุกครั้งที่จะเริ่มการทำงานในโหมดใหม่ เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากตัวผู้ใช้

3.7 การทดลองการทำงานวิจัย

การทดลองระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้ว จะแบ่งการทดลองเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

3.7.1 ผลการทดลองการตรวจจับคู่มือของโฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์

1. ผลการทดลองการใช้เซนเซอร์ชนิดตัวรับ และตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันในการตรวจจับคู่มือจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ

2. ผลการทดลองการใช้เซนเซอร์ชนิดตัวรับ และตัวส่งอยู่แยกกันในการตรวจจับคู่มือ

3.7.2 ผลการทดลองของการประกอบโครงสร้างทางกล

1. ผลการทดลองการใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงคู่มือให้มีความเร็วสัมพันธ์กับความเร็วของเครื่องแพ็คอัตโนมัติ และสามารถลำเลียงคู่มือลงกล่องได้

2. ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการใส่กล่องเข้าสู่ระบบ

3. ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน

4. ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการนับและจัดเก็บคู่มือ

5. ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนของการซ้อนกล่อง

3.7.3 ผลการทดลองในส่วนของระบบไฟฟ้า

1. ผลการทดลองของการออกแบบวงจรไฟฟ้า

2. ผลการทดลองการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้าและการเดินสายไฟของอุปกรณ์ภายนอก

3.7.4 ผลการทดลองในส่วนของโปรแกรม

1. ผลการทดลองของการทดสอบโปรแกรมด้วยการจำลองระบบ

2. ผลการทดลองของการทดสอบโปรแกรมกับโครงสร้างทางกล

3. ผลการทดลองการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลและจอทัชสกรีน

3.7.5 ผลการทดลองการใช้งานระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค

3.8 บันทึกผลการทดลองการทำงานวิจัย

จากการทำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค ได้มีการสั่งให้ระบบทำงานติดต่อกันเป็นเวลาหนึ่ง และได้ทำการบันทึกผลการทำงานของระบบในส่วนต่างๆ

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงงาน

จากการจัดทำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค ได้มีการทดลองการทำงานในส่วนต่างๆ เพื่อให้ระบบสามารถทำงานร่วมกันได้ และสามารถทำงานได้อย่างมีเสถียรภาพที่สุดสำ หรับการนำไปใช้งานจริง มีผลการทดลองและการวิเคราะห์ผลดังต่อไปนี้

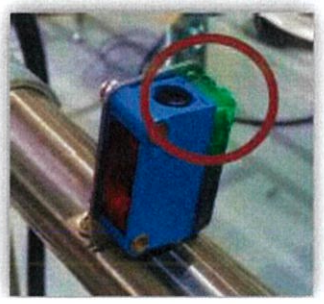
4.1 ผลการทดลองการตรวจจับคู่มือของโฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์

ในการตรวจจับคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ มีการทดลองการใช้โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ในการตรวจจับ 2 แบบคือ ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่แยกกัน ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกัน แบบที่ตัวรับและตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันจะติดตั้งง่ายกว่าและใช้สายไฟน้อยกว่าอีกแบบ จึงต้องทำการทดลองเพื่อการเลือกใช้ โดยคู่มือที่นำมาทดลองจะเป็นคู่มือที่มีการแพ็คด้วยถุงพลาสติกที่มีลวดลายจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ มีผลการทดลองดังนี้

4.1.1 ผลการทดลองการใช้ โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่ภายในตัวเดียวกันในการตรวจจับคู่มือ

โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันจะสามารถตรวจจับวัตถุได้โดยอาศัยการสะท้อนของแสงที่เกิดจากตัวส่งสัญญาณ และเมื่อแสงกระทบกับวัตถุก็จะเกิดการสะท้อนกลับไปยังตัวรับสัญญาณที่อยู่ภายในตัวเดียวกัน

จากการทดลองด้วยการปล่อยให้คู่มือที่มีการแพ็คถุงพลาสติกใสไหลมาตามสายพานการผลิตและใช้โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (GTE6) ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันในการตรวจจับผลการทดลองพบว่า เมื่อคู่มือเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ หากตรวจจับในส่วนที่เป็นตัวคู่มือเซนเซอร์ก็จะสามารถตรวจจับได้ตามปกติว่ามีวัตถุอยู่ ณ ตำแหน่งนั้นๆ และถ้าตรวจจับในส่วนของตัวที่เป็นถุงพลาสติกใสเซนเซอร์ก็จะไม่สามารถตรวจจับได้ แต่ว่าบริเวณถุงพลาสติกที่หุ้มคู่มืออยู่นั้นมีลวดลายสีขาวอยู่ โดยแต่ละถุงลวดลายจะไม่ได้อยู่ที่เดิม หากเซนเซอร์ตรวจจับบริเวณลายบนถุงพลาสติก จะมีลายบางส่วนที่เซนเซอร์สามารถจับได้ เนื่องจากความมันวาวของวัตถุและผิวของถุงพลาสติกที่ไม่ได้เรียบเสมอกันทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการตรวจจับคู่มือและถุงพลาสติกใส ดังรูปที่ 4.1 และผรูปที่ 4.2



สถานะเมื่อไม่มีสิ่งกีดขวางของเซนเซอร์จะแสดงไฟสีเขียว

สถานะเมื่อมีสิ่งกีดขวางของเซนเซอร์จะแสดงไฟสีเขียวและเหลือง

รูปที่ 4.1 สถานะของเซนเซอร์ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันในการตรวจจับสิ่งของ

สถานะของเซนเซอร์เมื่อตรวจจับคู่มือลวดลายที่มีการแพ็คใส่ถุงพลาสติกแสดงไฟสีเขียวและเหลือง

สถานะของเซนเซอร์เมื่อตรวจจับบนถุงพลาสติกแสดงไฟสีเขียวและเหลือง

รูปที่ 4.2 ผลการทดลองการใช้เซนเซอร์ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันในการตรวจจับคู่มือ

4.1.2 ผลการทดลองการใช้โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่แยกกันในการตรวจจับคู่มือ

โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่แยกกันจะสามารถตรวจจับวัตถุได้ก็ต่อเมื่อมีวัตถุมาตัดผ่านลำแสงระหว่างตัวรับและตัวส่งสัญญาณ

จากการทดลองด้วยการปล่อยให้คู่มือที่มีการแพ็คถุงพลาสติกใสไหลมาตามสายพานการผลิต และใช้โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ (E3ZG-T61A) ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันในการตรวจจับ

ผลการทดลองพบว่า เมื่อคู่มือเคลื่อนที่ผ่านเซนเซอร์ วัตถุจะเป็นตัวตัดลำแสงที่เป็นเส้นตรงจากตัวรับและตัวส่งสัญญาณ จะทำให้เซนเซอร์สามารถรับรู้ได้ว่ามีวัตถุอยู่ที่ตำแหน่งนั้นๆ และถ้าตรวจจับในส่วนของตัวที่เป็นถุงพลาสติกใส เซนเซอร์ก็จะไม่สามารถตรวจจับได้ ถึงแม้ว่าจะมีลวดลายบนถุงระหว่างการตรวจจับก็ตาม เนื่องจากว่าลำแสงของเซนเซอร์มีการทะลุผ่านถึงกันระหว่างตัวรับและตัวส่ง ลวดลายบนถุงพลาสติกมีความหนาไม่พอที่จะตัดผ่านลำแสงของเซนเซอร์ได้ ทำให้ไม่สามารถตรวจจับลวดลายบนถุงพลาสติกได้ ไม่ว่าผิวของถุงพลาสติกจะเป็นลักษณะใด ทำให้สามารถแยกระหว่างถุงเปล่าและถุงพลาสติกได้ ดังรูปที่ 4.3 และรูปที่ 4.4

สถานะเมื่อไม่มีสิ่งกีดขวางของเซนเซอร์
จะแสดงไฟสีเขียว

สถานะเมื่อมีสิ่งกีดขวางของเซนเซอร์
จะแสดงไฟสีส้มและเหลือง

รูปที่ 4.3 สถานะของเซนเซอร์ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่แยกกันในการตรวจจับสิ่งของ

สถานะของเซนเซอร์เมื่อตรวจจับคู่มือ
มีการแพ็คใส่ถุงพลาสติก แสดงไฟสีส้มและเหลือง

สถานะของเซนเซอร์เมื่ตรวจจับที่
ลวดลายบถุงพลาสติก แสดงไฟสีเขียว

รูปที่ 4.4 สถานะของเซนเซอร์ชนิดตัวรับและตัวส่งอยู่แยกกันในการตรวจจับคู่มือ

4.2 ผลการทดลองของการประกอบโครงสร้างทางกล

การทดลองของการประกอบโครงสร้างทางกลของระบบ จะทดสอบหลังจากการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบเสร็จเรียบร้อย เพื่อทดสอบว่าสามารถทำงานโดยอัตโนมัติได้หรือไม่ การทดสอบจะใส่กล่องบรรจุภัณฑ์ที่ซ้อนกัน 3 ชั้น เข้าไปในระบบทางส่วนนำกล่องจ่ายเข้าระบบและจากนั้นจึงเริ่มการทำงาน

จากการทดลองพบว่าโครงสร้างทางกลบางส่วนนั้นมีปัญหาในเรื่องการรับคู่มือจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติและปัญหาเรื่องของตำแหน่งที่กล่องต้องไปหยุด ในส่วนการทำงานต่างๆ นั้นไม่ได้อยู่ในจุดที่สามารถทำงานได้ ทำให้ต้องปรับความเร็วลมของกระบอกสูบในส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออก และในส่วนที่นำกล่องมาซ้อนกันเพื่อให้สามารถเพิ่มความแรงในการดันกล่องไปยังอีกจุดหนึ่งได้ จากการแก้ไขปัญหาด้วยวิธีการปรับความเร็วลมสามารถแก้ไขได้ในระดับหนึ่ง เพราะยังมีปัญหาเรื่องกลไกบางส่วน แรงเสียดทานของกล่องกับพื้นโครงสร้าง ทำให้ต้องมีการปรับแก้ขนาดของโครงสร้างทางกล มีรายละเอียดดังต่อไปนี้

4.2.1 ผลการทดลองการใช้มอเตอร์กระแสตรงในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงคู่มือให้มีความเร็วสัมพันธ์กับความเร็วของเครื่องแพ็คอัตโนมัติและสามารถลำเลียงคู่มือลงกล่องบรรจุภัณฑ์ได้

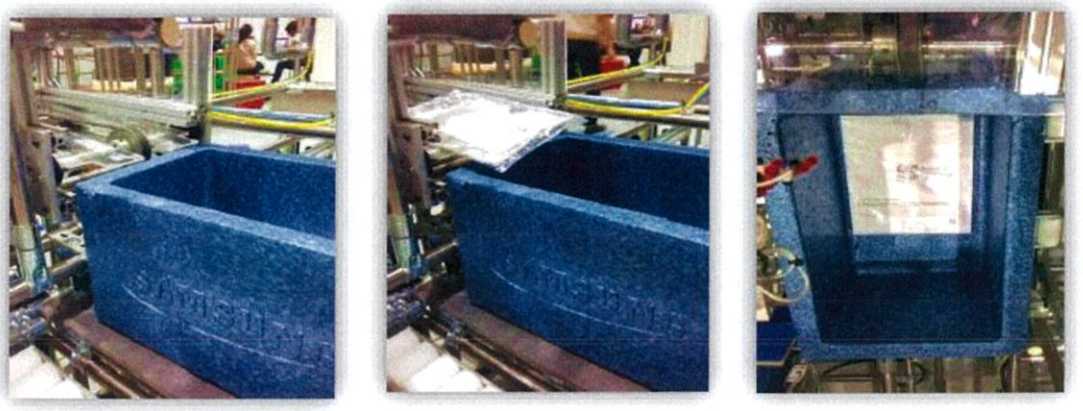
การขับเคลื่อนสายพานลำเลียงคู่มือที่ต่อออกมาจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ จะใช้มอเตอร์กระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อนสายพาน โดยจะต้องมีความเร็วของสายพานที่สัมพันธ์กับความเร็วของเครื่องแพ็คอัตโนมัติ

จากการทดลองครั้งที่ 1 อุปกรณ์ที่ใช้คือ มอเตอร์กระแสตรง 24 โวลต์ กำลัง 15 วัตต์ และมีความเร็วรอบ 46 รอบ/นาที ขับเคลื่อนสายพานไทม์มิ่งที่มีความยาว 40 เซนติเมตร และพูลเลย์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร

ผลการทดลองพบว่าเมื่อประกอบชุดขับเคลื่อนสายพานเข้าด้วยกัน และสั่งการทำงานมอเตอร์จะสามารถขับเคลื่อนสายพานได้ และสามารถลำเลียงคู่มือชนิดบางได้ แต่ไม่สามารถลำเลียงคู่มือชนิดหนาให้ลงกล่องบรรจุภัณฑ์ได้ทุกเล่ม เนื่องจากน้ำหนักของคู่มือทำให้มีการไหลปักลงกล่องในแนวตั้ง ซึ่งจะทำ ให้ไม่สามารถจัดเก็บคู่มือชนิดหนาลงกล่องบรรจุภัณฑ์ได้ และเมื่อได้ทดลองปล่อยคู่มือลงบนสายพานเพื่อให้สายพานลำเลียงคู่มือลงสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ แล้วนำไปเทียบกับการปล่อยคู่มือด้วยความเร็วของเครื่องแพ็คอัตโนมัติลงสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ พบว่าสายพานมีความเร็วที่ช้ากว่าความเร็วของเครื่องแพ็คอยู่ 0.3 วินาที ซึ่งจะทำให้การลำเลียงคู่มือลงกล่องเกิดความผิดพลาด ในกรณีที่มีการสะสมของคู่มือที่บริเวณปลายของสายพานเป็นจำนวนหนึ่ง

จากการทดลองครั้งที่ 2 อุปกรณ์ที่ใช้คือ มอเตอร์กระแสตรง 24 โวลต์ กำลัง 15 วัตต์ แต่มีการเปลี่ยนความเร็วรอบมอเตอร์จาก 46 รอบ/นาทีเป็น 110 รอบ/นาที จากนั้นนำมาขับเคลื่อนสายพานไทม์มิ่งที่มีความยาว 40 เซนติเมตร และพูลเลย์ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 8 เซนติเมตร

ผลการทดลองพบว่าเมื่อประกอบชุดขับเคลื่อนสายพานเข้าด้วยกัน และสั่งการทำงานมอเตอร์ มอเตอร์สามารถขับเคลื่อนสายพานได้และสามารถลำเลียงคู่มือได้ และเมื่อทดลองปล่อยคู่มือลงบนสายพานและให้สายพานลำเลียงคู่มือลงสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ พบว่าสายพานมีความเร็วที่เร็วกว่าสายพานของเครื่องแพ็คอัตโนมัติ 0.5 วินาที ซึ่งเมื่อนำไปทดลองกับสายพานของเครื่องแพ็คอัตโนมัติแล้วความเร็วนี้สามารถใช้งานสัมพันธ์กับเครื่องแพ็คอัตโนมัติได้ ซึ่งทำให้การสามารถลำเลียงคู่มือทุกขนาดลงกล่องบรรจุภัณฑ์ได้ ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ผลการทดลองการใช้มอเตอร์กระแสตรงในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงคู่มือให้มีความเร็วสัมพันธ์กับความเร็วของเครื่องแพ็คอัตโนมัติ และสามารถลำเลียงคู่มือลงกล่องบรรจุภัณฑ์ได้

4.2.2 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการใส่กล่องเข้าสู่ระบบ

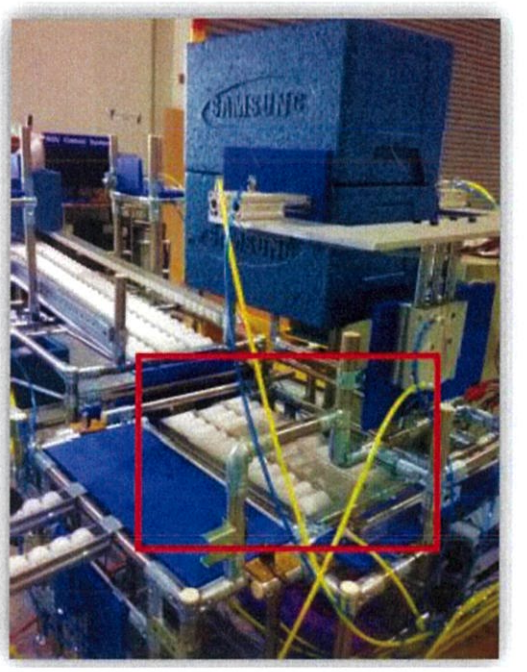
หลังจากใส่กล่องที่ซ้อนกันเข้ามาในส่วนนี้ กระบอกสูบสำหรับหนีบกล่องชุดที่ 2 จะทำงานเพื่อปล่อยให้กล่องชุดแรกไหลลงไปยังส่วนแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน หลังจากกระบอกสูบสต้อปเปอร์หยุดการทำงาน จากนั้นกระบอกสูบสต้อปเปอร์จะทำงานอีกครั้ง และกระบอกสูบที่หนีบกล่องจะหยุดการทำงานเพื่อให้กล่องชุดแรกไหลลงมาชนกับสต้อปเปอร์ต่อไป

ผลการทดลองพบว่าโครงสร้างทางกลของส่วนการใส่กล่องเข้าสู่ระบบสามารถทำงานได้ แต่ต้องมีการปรับความเร็วลมของกระบอกสูบสำหรับการใช้กระบอกสูบหนีบกล่อง เพื่อไม่ให้เกิดการดันกล่องที่แรงจนเกินไป เพราะจะทำให้เกิดเสียงดังและอาจสร้างความเสียหายให้กับกล่องบรรจุภัณฑ์ได้

4.2.3 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน

การทดลองครั้งที่ 1 โครงสร้างทางกลของส่วนการแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน จะใช้กระบอกสูบเป็นเครื่องมือในการแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน โดยมีกระบอกสูบขนาดเล็ก 2 ตัวทำหน้าที่หนีบกล่องด้านบนไว้ จากนั้นกระบอกสูบอีกตัวหนึ่งจะทำการยกกล่องที่ถูกหนีบขึ้น และกล่องด้านล่างจะถูกกระบอกสูบอีกหนึ่งตัวดันออกไปจากตำแหน่งนี้เพื่อไปรอรับคู่มือ จากนั้นกล่องที่หนีบไว้จะทำการปล่อยลงมาแทนที่กล่องเดิม

ผลการทดลองพบว่าเกิดปัญหาในเรื่องเสียงรบกวนในขณะที่กล่องบรรจุภัณฑ์ถูกปล่อยตกกระทบกับพื้นโรลเลอร์ จึงมีการแก้ไขปัญหาและทำการทดลองในครั้งที่ 2 ดังรูปที่ 4.6



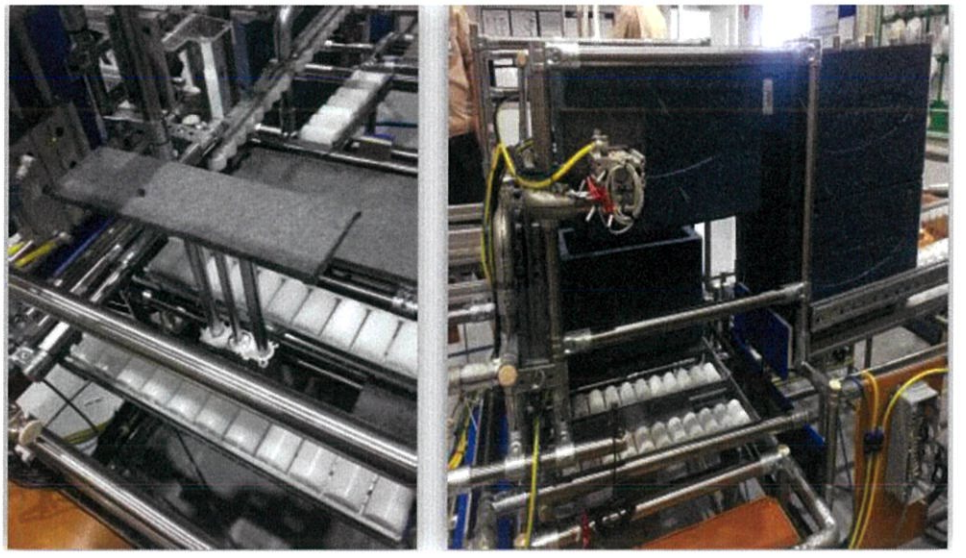
รูปที่ 4.6 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน

การทดลองครั้งที่ 2 โครงสร้างทางกลของส่วนการแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน จะใช้กระบอกสูบเป็นเครื่องมือในการแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกันเหมือนเดิม แต่ปัญหาเรื่องเสียงรบกวนนั้นถูกแก้ไขด้วยการนำโรลเลอร์ออกสองแถว เหลือไว้เพียงโรลเลอร์แถวกลาง แล้วแทนที่ด้วยแผ่นซูเปอร์ลีนและมีการพันผ้าสักหลาดไว้ที่บริเวณลูกกลิ้ง

ผลการทดลองพบว่าโครงสร้างสามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้ ผลการทดลองพบว่าแรงเสียดทานที่เกิดขึ้นจากการไหลกล่องมาจากส่วนใส่กล่องเข้าระบบมีมากขึ้น กล่องยังคงสามารถไหลได้แต่จะไหลด้วยความเร็วที่ช้าลงและเรื่องปัญหาเสียงรบกวนนั้นพบว่า มีเสียงรบกวนที่เบาลงแต่ยังคงมีเสียงอยู่บ้าง จึงหาทางแก้ไขปัญหาด้วยการติดอุปกรณ์เพิ่มเติมในการทดลองครั้งที่ 3

การทดลองครั้งที่ 3 การแก้ไขปัญหาเรื่องเสียงรบกวนจะทำโดยการติดกระบอกสูบเพิ่มอีกหนึ่งตัวที่ตำแหน่งตรงกลางพื้นของส่วนแยกกล่องที่ซ้อนกันออก โดยเลือกกระบอกสูบที่มีระยะยืดสัมพันธ์กับการติดตั้งและความสูงของกล่อง โดยกระบอกสูบตัวนี้จะทำหน้าที่ในการยืดออกไปเพื่อรับกล่องที่ถูกหนีบและยกไว้ ก่อนที่จะถูกปล่อยลงมายังพื้นโรลเลอร์ กระบอกสูบตัวนี้จะทำหน้าที่ในการพากล่องที่ถูกปล่อยออกวางลงกับพื้นโรลเลอร์โดยไม่มีการปล่อยกล่องบรรจุภัณฑ์ให้ตกลงไปกระทบกับพื้นโรลเลอร์

ผลการทดลองพบว่า สามารถกำจัดปัญหาเรื่องเสียงรบกวนออกไปได้ ปัญหาเรื่องแรงเสียดทานก็จะหมดไป เนื่องจากสามารถใช้พื้นโรลเลอร์ตามแบบเดิมได้ แต่ข้อเสียที่เกิดขึ้นคือ ต้องมีขั้นตอนการทำงานเพิ่มมาอีกหนึ่งขั้นตอนนั่นเอง ดังรูปที่ 4.7

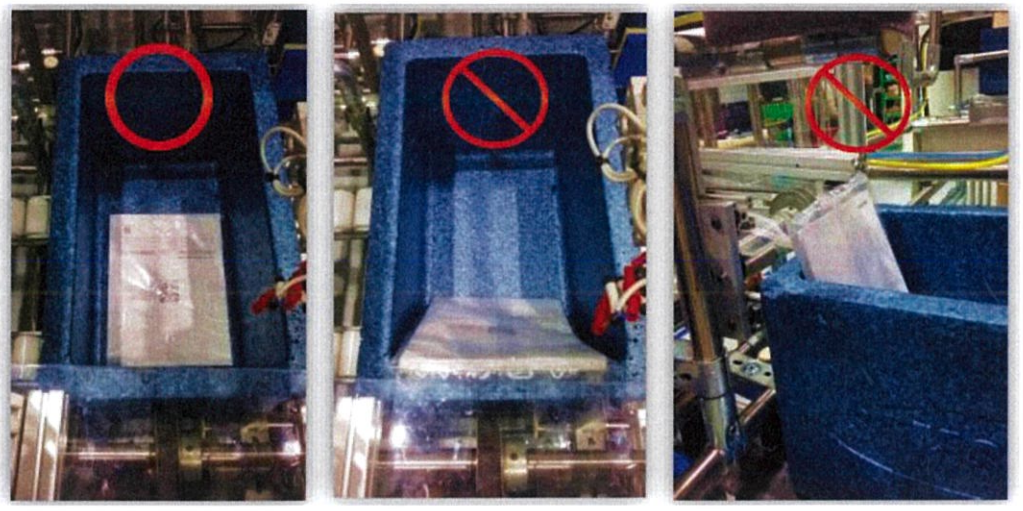


รูปที่ 4.7 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน

4.2.4 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการนับและจัดเก็บคู่มือ

การทดลองครั้งที่ 1 โครงสร้างทางกลของส่วนการนับและจัดเก็บคู่มือ จะเป็นพื้นเอียงที่มีพื้นเป็นโรลเลอร์ โดยจะปล่อยให้คู่มือที่ออกจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติไหลลงตามพื้นเอียงลงสู่กล่อง ผลการทดลองพบว่า สามารถลำเลียงคู่มือลงสู่กล่องได้เฉพาะคู่มือชนิดหนา ไม่สามารถลำเลียงคู่มือชนิดบางได้ เนื่องจากความชันที่สามารถปรับให้คู่มือไหลได้ถูกจำกัดด้วยความสูงของเครื่องแพ็คอัตโนมัติ และด้วยน้ำหนักที่เบาของคู่มือชนิดบางทำให้หน้าสัมผัสของคู่มือและพื้นโรลเลอร์มีน้อยมาก คู่มือชนิดบางจึงไม่สามารถไหลมาลงกล่องได้ คู่มือจะค้างอยู่บริเวณพื้นเอียง และเมื่อมีการไหลมาซ้อนกันเป็นจำนวนมากอาจจะทำให้เกิดปัญหาในการทำงานขั้นต่อๆ ไปได้

การทดลองครั้งที่ 2 จากการทดลองครั้งที่ 1 ปัญหาที่เกิดขึ้นกับคู่มือชนิดบางทำให้มีการเปลี่ยนโครงสร้างของส่วนการนับและจัดเก็บคู่มือ เป็นการใช้สายพานเพื่อลำเลียงคู่มือลงกล่องแทน ผลการทดลองพบว่า สามารถลำเลียงคู่มือชนิดบางลงสู่กล่องได้ แต่คู่มือชนิดหนาไม่สามารถลำเลียงให้ลงกล่องในสภาพดีได้ทุกเล่ม เพราะน้ำหนักของคู่มือชนิดหนาทำให้มีการไหลแบบปักลงกล่องแทนที่จะไหลลงในแนวนอน จึงอาจจะต้องแก้ไขโครงสร้างในส่วนของมอเตอร์ต่อไป ดังรูปที่ 4.8

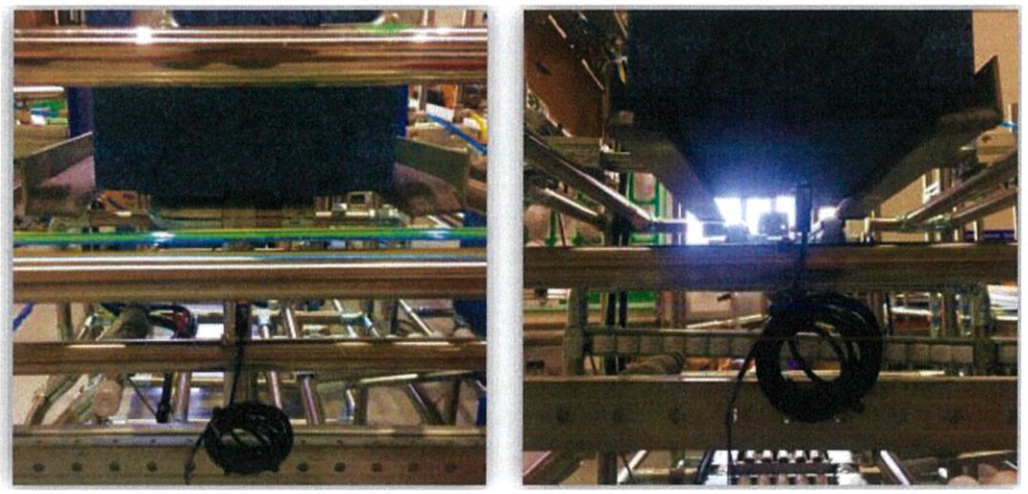


รูปที่ 4.8 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนการนับและจัดเก็บคู่มือ

4.2.5 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนของการซ้อนกล่อง

การทดลองครั้งที่ 1 โครงสร้างของการซ้อนกล่องจะเป็นการใช้กระบอกสูบดันกล่องที่มาอยู่ส่วนนี้ขึ้นไปวางบนบานพับที่เปิดได้ด้านเดียว และกล่องจะถูกวางอยู่บนบานพับนั้น จะเป็นการซ้อนกล่องขึ้นไปเรื่อยๆ โดยใช้กล่องดันกันขึ้นไป ผลการทดสอบพบว่าไม่สามารถทำงานได้ทั้งหมดทุกกล่อง เพราะว่ากล่องที่บรรจุคู่มือที่มีน้ำหนักไม่สมดุลไปทั่วทั้งกล่อง เมื่อถูกกระบอกสูบดันขึ้น ผิวสัมผัสบริเวณปากกล่องและบานพับนั้นมีการถ่ายน้ำหนักในแต่ละจุดไม่เท่ากัน ทำให้กล่องเสียสมดุลระหว่างการนำกล่องขึ้นด้านบน ซึ่งกล่องจะติดค้างอยู่ในโครงสร้างและแรงกระบอกสูบจะดันให้บานพับพังได้

การทดลองครั้งที่ 2 จากการทดลองครั้งที่ 1 โครงสร้างที่มีปัญหาดังกล่าวได้ถูกแก้ไขจากการใช้บานพับเป็นพื้นให้กล่องวางมาเป็นการใช้กระบอกสูบเป็นพื้นให้กล่องวางแทน โดยเมื่อกล่องเข้ามาอยู่ที่ส่วนนี้ กระบอกสูบที่ดันกล่องขึ้นด้านบนจะทำงาน จากนั้นกระบอกสูบที่ทำหน้าที่หนีบจะทำการหนีบเข้าหากันเพื่อสร้างเป็นพื้นสำหรับวางกล่อง แล้วเมื่อกระบอกสูบที่ดันกล่องขึ้นกลับลงไปที่เดิม กล่องจะถูกวางลงบนพื้นที่ถูกเตรียมไว้เมื่อมีกล่องใหม่เข้ามาอีก จะทำการปล่อยกล่องที่วางไว้ด้านบนลงมาเพื่อให้ซ้อนกับกล่องด้านล่าง และทำการดันกล่องขึ้นไปอีกครั้งเป็นการซ้อนกล่องด้วยการปล่อยลงมา ซึ่งต่างจากแบบเดิมที่เป็นการซ้อนกล่องโดยการดันขึ้นไปผลการทดสอบพบว่า โครงสร้างสามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้ ปัญหาที่เกิดขึ้นมีอยู่เล็กน้อยคือ กล่องอาจจะไม่ซ้อนกันแบบสนิทในบางครั้ง แต่ปัญหานี้ไม่ได้มีมากนัก จึงไม่กระทบต่อการทำงานในขั้นถัดไป

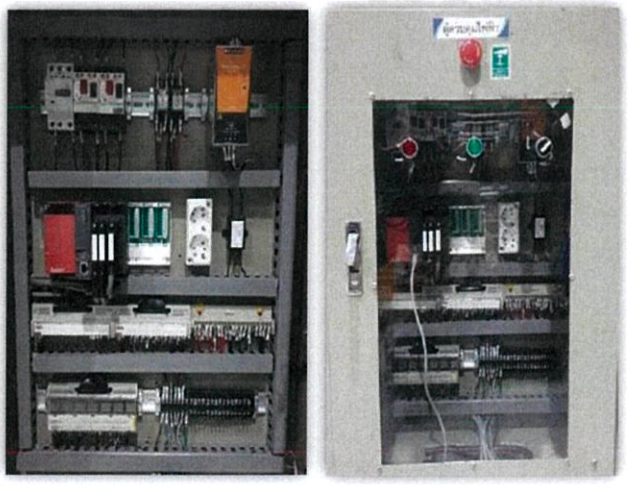


รูปที่ 4.9 ผลการทดลองโครงสร้างทางกลของส่วนของการซ้อนกล่อง

4.3 ผลการทดลองในส่วนของระบบไฟฟ้า

4.3.1 ผลการทดลองของการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้าและการเดินสายไฟของอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต

ตู้ควบคุมไฟฟ้านั้นได้ออกแบบสำหรับการจัดวางอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ ที่ใช้ในการควบคุมระบบทั้งหมด โดยการออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้านั้นได้ออกแบบตามมาตรฐานของโรงงาน เพื่อให้สะดวกต่อการซ่อมบำรุงในอนาคตเมื่อเกิดความเสียหาย โดยวงจรไฟฟ้าหลักนั้นจะอยู่บริเวณด้านบนสุด ต่อมาจะเป็นหน่วยประมวลผลและอุปกรณ์เชื่อมต่อสายไฟต่างๆ เช่น รีเลย์บอร์ด เทอร์มินอล เป็นต้น ผลการออกแบบและการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้ามีดังนี้ รูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 ผลการทดลองการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า

การเดินสายไฟเข้ากับอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุต จะมีรายละเอียดของอุปกรณ์ต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. จอทัชสกรีน จะใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ในการทำงาน โดยจะเชื่อมต่อกับ PLC ผ่านระบบ Ethernet ซึ่งจากที่ได้ออกแบบไว้นั้น หากมีการเซ็ตค่าซีเรียลนัมเบอร์ภายในวงอินเตอร์เน็ตเดียวกันก็จะสามารถใช้งานได้

2. โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล จะมีโมดูลที่เป็นตัวแปลงไฟฟ้าให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ สำหรับเลี้ยงโมดูลอื่นๆ และจากโมดูลของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลก็จะต่อไปที่เทอร์มินอลบอร์ด และรีเลย์บอร์ดสำหรับการต่ออุปกรณ์ภายนอกต่อไป

3. อุปกรณ์อินพุตคือ โฟโต้อิเลคทริกเซนเซอร์ สวิตช์แม่เหล็กและสวิตช์ จะใช้โมดูลอินพุตของคอนโทรลเลอร์คือ QX42 ในการทดลอง โดยเชื่อมต่อกับเทอร์มินอลบอร์ด เพื่อเป็นจุดรับสัญญาณต่างๆ จากอุปกรณ์เหล่านี้เข้ามาเพื่อนำไปประมวลผลต่อไป โมดูล QX42 จะเป็นแบบ Positive Common Type อุปกรณ์อินพุตที่ต่อเข้ากับโมดูลนี้ จึงต้องนำสายไฟบวกหรือสายสัญญาณต่อเข้ากับเทอร์มินอลเพื่อทำการรับสัญญาณ

4. อุปกรณ์เอาต์พุตคือ วาล์วควบคุมทิศทางลม มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หลอดไฟและเสียงสัญญาณ จะใช้โมดูลเอาต์พุตของคอนโทรลเลอร์รุ่น QY42P ในการทดลอง โดยเชื่อมต่อกับรีเลย์บอร์ด เพื่อเป็นจุดรับคำ สั่งจากหน่วยประมวลผล เมื่อต้องการใช้งานอุปกรณ์เหล่านี้โมดูล QY42P จะเป็น Transistor Output Module (Sink Type) อุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับโมดูลนี้ จึงต้องนำสายไฟลบเป็นสายสัญญาณต่อเข้ากับรีเลย์บอร์ดเพื่อรอรับคำสั่งในการทำงานต่อไป

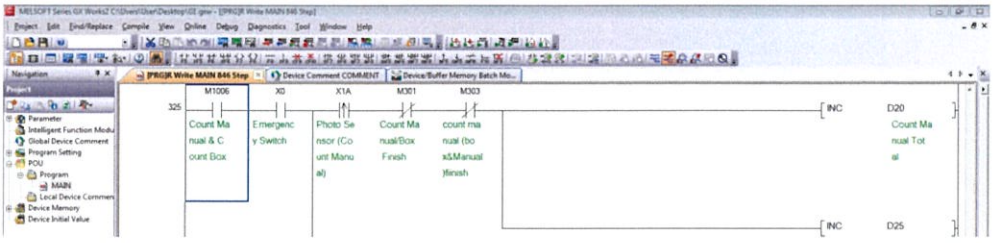
จากการทดลองการเดินสายไฟเพื่อใช้งานอุปกรณ์ภายนอกต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นวาล์วควบคุมทิศทางลม มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือเซนเซอร์ต่างๆ ต้องมีไฟเลี้ยงอุปกรณ์เพื่อให้อุปกรณ์สามารถทำงานได้ และเพื่อที่จะให้อุปกรณ์ทั้งหมดสามารถใช้งานกับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลได้ ต้องคำนึงถึงว่าโมดูลของอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตแต่ละตัวนั้นมีคอมมอนเป็นชนิดใด โดยอุปกรณ์อินพุตจะมีคอมมอนเป็นไฟบวก ดังนั้นสายไฟของอุปกรณ์อินพุตที่ต่อเข้า Input Module จะต้องเป็นสายไฟบวกทั้งหมด ส่วนสายไฟอีกฝั่งก็ต้องต่อเข้าไฟลบเพื่อให้ไฟฟ้าไหลครบวงจรเมื่อมีการทำงานเกิดขึ้น ส่วนการทดลองต่อสายไฟอุปกรณ์เอาต์พุตที่มีคอมมอนเป็นไฟลบสายไฟของอุปกรณ์เอาต์พุตที่ต่อเข้ากับ Output Module จะต้องเป็นสายไฟลบ ส่วนสายไฟอีกฝั่งก็ต้องต่อเข้าไฟบวกเพื่อให้ไฟฟ้าไหลครบวงจรเมื่อมีคำสั่งให้อุปกรณ์นั้นๆ ทำงาน

4.4 ผลการทดลองในส่วนของโปรแกรม

4.4.1 ผลการทดลองของการทดสอบโปรแกรมด้วยการจำลองระบบ

การเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมระบบนั้นจะใช้โปรแกรม GX Work2 ในการทำทั้งหมด โดยการจำลองโปรแกรมที่เขียนจะทำหลังจากระบบไฟฟ้าเรียบร้อย หลังจากนั้นก็ทำการเชื่อมต่อหน่วย

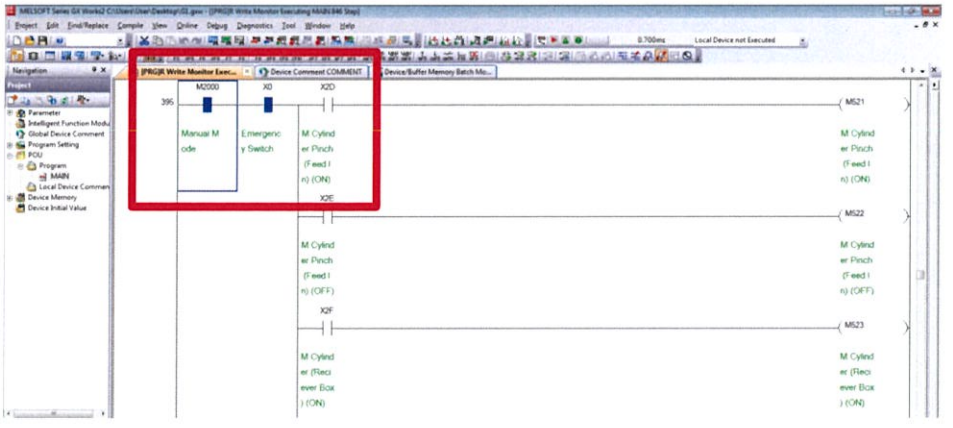
ประมวลผลของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเข้ากับคอมพิวเตอร์ โดยใช้การสื่อสารระหว่างกันผ่านระบบ Ethernet และเข้าโหมดการทำงานแบบจำลองในโปรแกรม ดังรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 ผลการทดลองของการทดสอบโปรแกรมด้วยการจำลองระบบ

การทดสอบแบบจำลองระบบจะใช้การสั่งการทำงานของอินพุตและเอาต์พุตแต่ละตัวผ่านทางคอมพิวเตอร์ โดยเรียงการทดสอบเป็นลำดับการทำงานไปตามโครงสร้างของระบบที่ได้แบ่งการทำงานไว้เป็น 4 ส่วนคือ ส่วนการจ่ายกล่องเข้าระบบ ส่วนการแยกกล่องที่ซ้อนกันออก ส่วนการทำงานซ้อนกล่อง และส่วนการทำงานนับจำนวนคู่มือ ซึ่งสามารถดูผลการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวได้ผ่านโปรแกรม โดยจะมีสัญลักษณ์บอกว่าอุปกรณ์นั้นๆ มีการทำงาน

ผลของการทดสอบโปรแกรมด้วยการจำลองระบบพบว่าโปรแกรมสามารถทำงานได้ตามลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบ แต่อาจจะต้องแก้ไขและปรับปรุงบางเงื่อนไขเมื่อต้องทดสอบกับโครงสร้างทางกลจริง ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 ผลการทดลองของการทดสอบโปรแกรมด้วยการจำลองระบบ

4.4.2 ผลการทดลองของการทดสอบโปรแกรมกับโครงสร้างทางกล

หลังจากประกอบโครงสร้างทั้งหมดและระบบไฟฟ้าเข้าด้วยกันแล้ว จึงทำการทดสอบโปรแกรมกับโครงสร้างทางกลโดยยังไม่มีการเชื่อมต่อกับจอทัชสกรีน จะเริ่มจากการทดสอบโดยไม่มีการจ่ายกล่องเข้าระบบจริงก่อน เพื่อป้องกันความเสียหายหากโปรแกรมมีความผิดพลาด

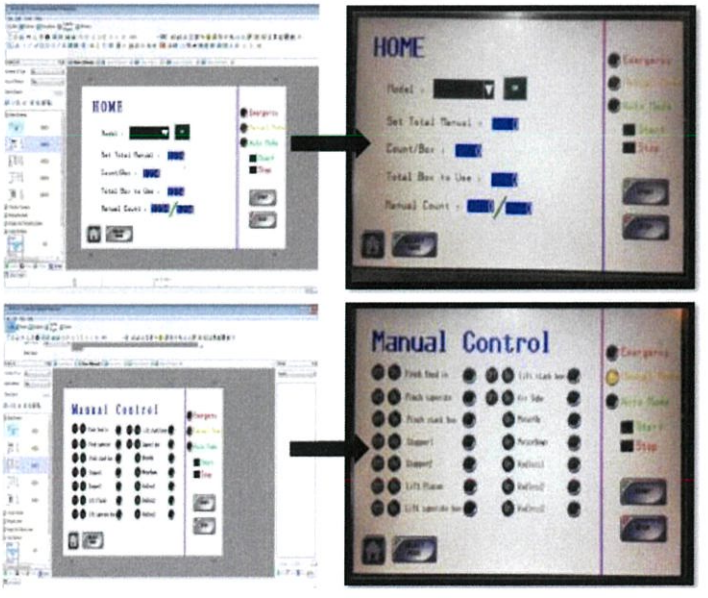
ผลการทดลองพบว่าโปรแกรมที่ทดสอบ โดยการจำลองนั้นไม่สามารถใช้งานได้ทั้งหมด เนื่องจากอุปกรณ์ต่างๆ ต้องใช้เวลาในการทำงาน จึงต้องมีการหน่วงเวลาการทำงานบางส่วน เพื่อที่จะให้ระบบสามารถทำงานเป็นขั้นตอนได้ และมีขั้นตอนการทำงานบางขั้นตอนที่มีการทำงานซ้ำกันเนื่องจากว่าอุปกรณ์ต่างๆ มีการเคลื่อนที่ ทำให้ต้องแก้ไขโปรแกรมในเรื่องของตัวเช็คสถานะของอุปกรณ์แต่ละตัวเพิ่มเติม

หลังจากนั้นจึงเริ่มบรรจุกล่องโฟมเข้าไปในระบบจริง และทดสอบโปรแกรมกับโครงสร้างทางกลอีกครั้งและทำการทดลองโดยมีการบรรจุกล่องที่ซ้อนกัน 3 กล่องเข้าไปเป็นจำนวน 2 แถวเมื่อเริ่มการทำงานระบบก็จะมีการลำเลียงกล่องไปในส่วนต่างๆ ของโครงสร้าง พบว่าเมื่อมีการใส่กล่องโฟมเข้าไปในระบบจริง โปรแกรมสามารถทำงานได้ตามขั้นตอนที่ได้ออกแบบไว้

4.5 ผลการทดลองในส่วนจอทัชสกรีน

4.5.1 ผลการทดลองการออกแบบโปรแกรมของจอทัชสกรีน

การเขียนโปรแกรมจอทัชสกรีนจะใช้ซอฟแวร์ GP-PRO EX ในการทำงานซึ่งได้มีการสร้างหน้าจอแสดงผลตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยมีผลการทดลอง ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 ผลการทดลองของการทดสอบโปรแกรมของจอทัชสกรีน

4.5.2 ผลการทดลองการเชื่อมต่อและรับส่งข้อมูลระหว่างโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลและจอทัชสกรีน

การรับส่งข้อมูลระหว่างจอทัชสกรีนและ PLC จะเป็นการรับข้อมูลจากผู้ใช้คือ จำนวนคู่มือที่ต้องผลิตทั้งหมด จำนวนคู่มือที่ต้องการใส่ต่อกล่องและการควบคุมการทำงานของระบบใน 3 โหมด การทำงานคือ โหมดอัตโนมัติ โหมดควบคุมโดยผู้ใช้และโหมดรีเซ็ต จากนั้นระบบส่งค่าไปให้ผู้ใช้ผ่านจอทัชสกรีน โดยจะแสดงผลของจำนวนกล่องที่ต้องใส่เข้าไปในระบบและแสดงสถานะการนับคู่มือที่ผลิตได้ตามปัจจุบัน

โปรแกรมที่ใช้จะต้องมีทั้งโปรแกรม GP-PRO EX ที่ใช้ในการเขียนจอทัชสกรีน และโปรแกรม GX Works2 ของ PLC โดยจากการทดสอบการเชื่อมต่อพบว่า เมื่อมีการเชื่อมต่อระหว่าง PLC และจอทัชสกรีนแล้วนั้น PLC จะมองจอทัชสกรีนเป็นอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตตัวหนึ่ง ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานใน GX Works ได้เลย แล้วจากนั้นจึงไปกำหนดค่าในโปรแกรมของจอทัชสกรีนว่าต้องการให้อุปกรณ์ใดเป็นอินพุตและเอาต์พุตจากการใส่ Address ที่ตำแหน่งควบคุม

ทั้งนี้ปัญหาที่เกิดขึ้นจากการลองในส่วนของโปรแกรมจะเป็นรูปแบบการเขียนโปรแกรมที่ต้องปรับให้ฝ่ายซ่อมบำรุงสามารถปรับปรุงและแก้ไขได้

4.6 ผลการทดลองการใช้งานระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค

การทดลองระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดบาง โดยทดสอบกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติภายในโรงงาน จะแบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วนคือ ส่วนลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปรับคู่มือ ส่วนซ้อนกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีคู่มือบรรจุอยู่และส่วนรับคู่มือจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ

จากการทดลองการใช้งานส่วนลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์เพื่อไปรับคู่มือจำนวน 100 ครั้ง พบว่าการลำเลียงกล่องสามารถทำได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด สามารถแยกกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ซ้อนกันอยู่จำนวนไม่เกิน 4 ชั้นเพื่อไปรับคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วได้

จากการทดลองการใช้งานส่วนซ้อนกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีคู่มือบรรจุอยู่จำนวน 100 ครั้ง พบว่าการซ้อนกล่องสามารถทำได้โดยไม่มีข้อผิดพลาด จะมีกรณีที่กล่องซ้อนกันไม่พอดีอยู่บ้างแต่ไม่มีผลต่อการนำกล่องไปใช้ต่อในขั้นตอนต่อไป

จากการทดลองการใช้งานส่วนรับคู่มือจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ พบว่าในส่วนนี้ยังคงไม่มีความเสถียร เนื่องจากคู่มือที่มีหลายชนิด ทำให้โครงสร้างทางกลของส่วนรับคู่มือยังไม่สามารถรองรับกับคู่มือทุกชนิดได้ ผลการทดลองของส่วนรับคู่มือของระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติ มีผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. การทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดบางขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม. โดยทดสอบกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติภายในโรงงาน กำหนดให้กล่องบรรจุภัณฑ์สามารถบรรจุคู่มือได้สูงสุด 30 เล่ม ผลการทดลองเป็นไปตามตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดบางขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม.

ชนิดคู่มือ	ครั้งที่	การจ่ายกล่อง	การแยกกล่อง	การรับคู่มือ	การซ้อนกล่อง	การนำออก	หมายเหตุ
คู่มือชนิดบางขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม.	1.	✔	✔	✔	✔	✔	
	2.	✔	✔	O	✔	✔	คู่มือเล่มแรกไหลปักลงกล่องในแนวตั้งทำให้ไม่สามารถซ้อนคู่มือเป็นชั้นได้
	3.	✔	✔	O	✔	✔	คู่มือชนกับขอบกล่องเนื่องจากความเอียงของสายพานลำเลียงคู่มือ
	4.	✔	✔	✔	✔	✔	
	5.	✔	✔	✔	✔	✔	
	6.	✔	✔	O	✔	✔	คู่มือเล่มสุดท้ายไหลปักลงกล่องในแนวตั้ง
	7.	✔	✔	O	✔	✔	คู่มือเล่มสุดท้ายไหลปักลงกล่องในแนวตั้ง
	8.	✔	✔	✔	✔	✔	
	9.	✔	✔	✔	✔	✔	
	10.	✔	✔	✔	✔	✔	

หมายเหตุ

✔ หมายถึง สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้โดยไม่มีความผิดพลาด

O หมายถึง สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้โดยยังมีความผิดพลาดอยู่บ้าง ต้องใช้คนช่วยเพื่อให้สามารถทำงานในกระบวนการต่อไปได้

✕ หมายถึง ไม่สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้

2. การทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดหนาขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม. โดยทดสอบกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติภายในโรงงาน กำหนดให้กล่องบรรจุภัณฑ์สามารถบรรจุคู่มือได้ 30 เล่ม ผลการทดลองเป็นไปตามตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดหนาขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม.

ชนิดคู่มือ	ครั้งที่	การจ่ายกล่อง	การแยกกล่อง	การรับคู่มือ	การซ้อนกล่อง	การนำออก	หมายเหตุ
คู่มือชนิดหนาขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม.	1.	✔	✔	✔	✔	✔	
	2.	✔	✔	✔	✔	✔	
	3.	✔	✔	✔	✔	✔	
	4.	✔	✔	O	✔	✔	คู่มือเล่มบนสุดไหลไม่ลงกล่อง ส่วนปลายของคู่มือติดอยู่บนสายพาน
	5.	✔	✔	✔	✔	✔	
	6.	✔	✔	✔	✔	✔	
	7.	✔	✔	✔	✔	✔	
	8.	✔	✔	✔	✔	✔	
	9.	✔	✔	✔	✔	✔	
	10.	✔	✔	✔	✔	✔	

หมายเหตุ

✔ หมายถึง สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้โดยไม่มีความผิดพลาด

O หมายถึง สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้โดยยังมีความผิดพลาดอยู่บ้าง ต้องใช้คนช่วยเพื่อให้สามารถทำงานในกระบวนการต่อไปได้

✕ หมายถึง ไม่สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้

3. การทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดบางขนาดใหญ่ขนาด 210 x 310 มม. โดยทดสอบกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติภายในโรงงาน กำหนดให้กล่องบรรจุภัณฑ์สามารถบรรจุคู่มือได้ 15 เล่ม ผลการทดลองเป็นไปตามตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดบางขนาดใหญ่ขนาด 210 x 310 มม.

ชนิดคู่มือ	ครั้งที่	การจ่ายกล่อง	การแยกกล่อง	การรับคู่มือ	การซ้อนกล่อง	การนำออก	หมายเหตุ
คู่มือชนิดบางขนาดใหญ่ขนาด 210 x 310 มม.	1.	✔	✔	✔	✔	✔	
	2.	✔	✔	✔	O	✔	กล่องซ้อนกันไม่พอดี เนื่องจากกล่องที่ถูกดันมาไหลมาไม่ตรงกับตำแหน่งที่จะซ้อนกัน
	3.	✔	✔	✔	✔	✔	
	4.	✔	✔	✔	✔	✔	
	5.	✔	✔	O	✔	✔	คู่มือภายในกล่องวางซ้อนทับกันไม่เป็นระเบียบ มีบางส่วนโผล่พ้นขอบกล่องออกมา
	6.	✔	✔	✔	✔	✔	
	7.	✔	✔	✔	✔	✔	
	8.	✔	✔	✔	✔	✔	
	9.	✔	✔	✔	✔	✔	
	10.	✔	✔	✔	✔	✔	

หมายเหตุ

✔ หมายถึง สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้โดยไม่มีความผิดพลาด

O หมายถึง สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้โดยยังมีความผิดพลาดอยู่บ้าง ต้องใช้คนช่วยเพื่อให้สามารถทำงานในกระบวนการต่อไปได้

✕ หมายถึง ไม่สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้

4. การทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดหนาขนาดใหญ่ขนาด 210 x 310 มม. โดยทดสอบกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติภายในโรงงาน กำหนดให้กล่องบรรจุภัณฑ์สามารถบรรจุคู่มือได้ 15 เล่ม ผลการทดลองเป็นไปตามตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดหนาขนาดใหญ่ขนาด 210 x 310 มม.

ชนิดคู่มือ	ครั้งที่	การจ่ายกล่อง	การแยกกล่อง	การรับคู่มือ	การซ้อนกล่อง	การนำออก	หมายเหตุ
คู่มือชนิดหนาขนาดใหญ่ขนาด 210 x 310 มม.	1.	✔	✔	✔	✔	✔	
	2.	✔	✔	✔	✔	✔	
	3.	✔	✔	✔	✔	✔	
	4.	✔	✔	✔	✔	✔	
	5.	✔	✔	✔	✔	✔	
	6.	✔	✔	✔	✔	✔	
	7.	✔	✔	✔	✔	✔	
	8.	✔	✔	✔	✔	✔	
	9.	✔	✔	✔	✔	✔	
	10.	✔	✔	✔	✔	✔	

หมายเหตุ

✔ หมายถึง สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้โดยไม่มีความผิดพลาด

O หมายถึง สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้โดยยังมีความผิดพลาดอยู่บ้าง ต้องใช้คนช่วยเพื่อให้สามารถทำงานในกระบวนการต่อไปได้

✕ หมายถึง ไม่สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้

5. การทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดบางขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม. โดยทดสอบกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติภายในโรงงาน กำหนดให้กล่องบรรจุภัณฑ์สามารถบรรจุคู่มือได้ 30 เล่ม ผลการทดลองเป็นไปตามตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คกับคู่มือชนิดบางขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม.

ชนิดคู่มือ	ครั้งที่	การจ่ายกล่อง	การแยกกล่อง	การรับคู่มือ	การซ้อนกล่อง	การนำออก	หมายเหตุ
คู่มือชนิดบางขนาดเล็กขนาด 148 x 210 มม.	1.	✔	✔	✔	✔	✔	
	2.	✔	✔	✔	✔	✔	
	3.	✔	✔	✔	✔	✔	
	4.	✔	✔	✔	✔	✔	
	5.	✔	✔	O	✔	✔	คู่มือเล่มบนสุดไม่ไหลลงกล่อง มีส่วนปลายคู่มือติดอยู่บนสายพาน
	6.	✔	✔	O	✔	✔	คู่มือเล่มบนสุดไม่ไหลลงกล่อง มีส่วนปลายคู่มือติดอยู่บนสายพาน
	7.	✔	✔	✔	✔	✔	
	8.	✔	✔	O	✔	✔	คู่มือเล่มบนสุดไม่ไหลลงกล่อง มีส่วนปลายคู่มือติดอยู่บนสายพาน
	9.	✔	✔	✔	✔	✔	
	10.	✔	✔	✔	✔	✔	

<u>หมายเหตุ</u>

✔ หมายถึง สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้โดยไม่มีความผิดพลาด

O หมายถึง สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้โดยยังมีความผิดพลาดอยู่บ้าง ต้องใช้คนช่วยเพื่อให้สามารถทำงานในกระบวนการต่อไปได้

✕ หมายถึง ไม่สามารถทำงานในระบบอัตโนมัติได้

จากผลการทดลองระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็ค โดยทดสอบกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติภายในโรงงาน พบว่ายังมีคู่มือที่ไม่สามารถบรรจุลงกล่องได้ เนื่องจากปัญหาของโครงสร้างในส่วนลำเลียงคู่มือลงสู่กล่อง หากปรับแก้โครงสร้างในส่วนนี้ให้สามารถทำงานเข้ากับเครื่องแพ็คอัตโนมัติ และระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็คได้ จะทำให้ระบบสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

ระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับและบรรจุคู่มือหลังการแพ็คสามารถกำหนดจำนวนคู่มือที่ต้องการบรรจุลงกล่องได้ แต่ระบบจะต้องมีข้อจำกัดในด้านจำนวนคู่มือที่สามารถบรรจุได้ด้วย จากผลการทดลองพบว่า ระบบสามารถบรรจุคู่มือชนิดบางขนาดเล็กกับชนิดหนาขนาดเล็กได้ไม่เกินจำนวน 30 เล่มต่อกล่อง และสามารถบรรจุคู่มือชนิดบางขนาดใหญ่กับชนิดหนาขนาดใหญ่ไม่เกินจำนวน 15 เล่มต่อกล่อง หากจำนวนที่บรรจุต่อกล่องมีจำนวนมากไปกว่านี้ ระบบจะไม่สามารถทำงานในส่วนต่อไปได้คือ ส่วนซ้อนกล่อง เนื่องจากคู่มือจะเต็มกล่องและน้ำหนักของกล่องจะมากเกินที่กระบอกสูบและมอเตอร์จะสามารถรับได้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินโครงงานและข้อเสนอแนะ

การจัดทำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้ว มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการทำระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม ให้ทำหน้าที่แทนแรงงานคนด้วยการใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลร่วมกับอุปกรณ์สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักร ให้สามารถทำงานในการนับคู่มือและลำเลียงคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติลงสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ได้ ตามวัตถุประสงค์ดังกล่าวผู้จัดทำได้ศึกษาข้อมูล และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการจัดทำระบบอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม และศึกษาข้อมูลและวิธีการใช้งานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาทดลองทำระบบ โดยได้ทำการทดลองการทำงานของระบบบให้สามารถทำงานได้ตามขอบเขตของการศึกษา และทดลองการทำงานของระบบว่าสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพหรือไม่ เพื่อการนำไปปรับปรุงและพัฒนาระบบต่อไป มีการสรุปผลการทดลอง การอภิปรายผล และข้อเสนอแนะดังต่อไปนี้

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการทำงานของระบบเป็นส่วนๆ หลังจากมีการทำโครงสร้างทางกลวงจรไฟฟ้าวงจรนิวแมติกส์และโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล พบว่าแต่ละส่วนการทำงานคือ ส่วนนับและลำเลียงคู่มือ ส่วนนำกล่องเข้าสู่ระบบ ส่วนแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน ส่วนซ้อนกล่อง และส่วนนำกล่องออกจากระบบ มีการสรุปผลการทดลองแต่ละส่วนได้ดังต่อไปนี้

1. ส่วนนำกล่องเข้าสู่ระบบ สามารถทำงานได้โดยผู้ใช้จะสามารถบรรจุกล่องเข้าในส่วนนี้ได้ตามจำนวนที่ต้องการผลิต โดยสามารถซ้อนกล่องบรรจุภัณฑ์ได้ 3 ชุด แต่ละชุดจะซ้อนกันได้ไม่เกิน 4 ชั้น เพราะส่วนสูงของกล่องจะมากเกินไปสำหรับการทำงานในส่วนถัดไป และส่วนนี้จะสามารถจ่ายกล่องเข้าสู่ระบบทีละชุดเพื่อการทำงานในขั้นตอนต่อๆ ไปได้

2. ส่วนแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกัน สามารถนำกล่องที่ซ้อนกันประมาณ 3-4 ชั้นจากส่วนนำกล่องจ่ายเข้าระบบมาแยกออกจากันทีละกล่องได้ และสามารถนำกล่องบรรจุภัณฑ์ไปรับคู่มือจากส่วนนับและลำเลียงคู่มือได้ โดยจะมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อยในเรื่องตำแหน่งของกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ไปหยุดในตำแหน่งการรับคู่มือ ซึ่งจะไม่หยุดที่ตำแหน่งเดิมในทุกครั้ง เนื่องจากน้ำหนักของกล่องก่อนหน้าที่บรรจุคู่มือนั้นแตกต่างกันเพราะขนาดของคู่มือที่ถูกแพ็คมา แต่มีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย ทำให้ไม่กระทบกับการทำงานในส่วนอื่นๆ จึงสามารถใช้งานได้ตามปกติ

3. ส่วนซ้อนกล่อง สามารถนำกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีคู่มือบรรจุอยู่มาซ้อนกันได้ แต่จะมีคลาดเคลื่อนในเรื่องการซ้อนกันของกล่องคือในบางครั้งอาจจะซ้อนกันไม่พอดี เพราะการวางตัวของคู่มือที่บรรจุภายในกล่องบรรจุภัณฑ์ทำให้น้ำหนักไม่ตกลงที่จุดศูนย์กลางของกล่อง แต่ว่ามีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อย เมื่อเข้าสู่กระบวนการทำงานในขั้นตอนต่อไป จะมีแรงสั่นสะเทือนมาทำให้กล่องสามารถซ้อนกันพอดี โดยการซ้อนกล่องในส่วนนี้จะสามารถซ้อนได้จำนวนไม่เกิน 2-3 ชั้น เนื่องจากน้ำหนักของคู่มือชนิดหนา หากมีน้ำหนักมากเกิน 10 กิโลกรัม จะทำให้ส่วนต่อไปไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายต่อระบบ

4. ส่วนนำกล่องออกจากระบบ สามารถนำกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีคู่มือบรรจุอยู่ออกจากระบบไปขึ้นรถเข็นของโรงงานได้ แต่มีข้อจำกัดในเรื่องน้ำหนักของกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีคู่มือบรรจุอยู่คือ ไม่สามารถรับน้ำ หนักได้เกิน 10 กิโลกรัม เนื่องจากกำลังของมอเตอร์ เพราะฉะนั้นจะสามารถนำกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีคู่มือบรรจุอยู่ออกจากระบบ 1 ชุดซึ่งมีจำนวน 2-3 กล่องภายในเวลาประมาณ 3 นาที

5. ส่วนนับและลำเลียงคู่มือจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ สามารถทำงานให้สัมพันธ์กับความเร็วของเครื่องแพ็คอัตโนมัติได้ โดยเซนเซอร์สามารถตรวจจับคู่มือผ่านถุงพลาสติกใสเพื่อทำการนับจำนวนได้ แต่สามารถลำเลียงคู่มือลงสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ได้เพียงบางชนิดเท่านั้น เพราะโครงสร้างของส่วนนี้ยังไม่สามารถรองรับกับคู่มือได้ทุกชนิด คู่มือชนิดบางมากๆ จะไม่สามารถไหลลงสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ได้ เนื่องจากน้ำหนักของคู่มือนั้นมีไม่มากพอที่จะทำให้สายพานลำเลียงลงสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ได้ จึงจำเป็นต้องแก้ไขโครงสร้างทางกลในส่วนนี้ก่อน ระบบจึงจะสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

จากการทดลองการทำงานรวมทั้งหมดของระบบ และการทำงานร่วมกับระบบสื่อสารระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักรเป็นการนำส่วนต่างๆ ของระบบมารวมกัน แล้วเริ่มทดลองให้เหมือนจริง โดยมีการใส่อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองเข้าไปคือ กล่องบรรจุภัณฑ์ คู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วและรถเข็น มีการสรุปผลการทดลองดังต่อไปนี้

1. การนำทุกส่วนมาทำงานร่วมกันเพื่อจัดทำเป็นระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็ค หลังจากมีการปรับค่าความเร็วของลมและปรับระดับความสูงให้สัมพันธ์กันแล้วแต่ละส่วนสามารถทำงานร่วมกันได้ ระบบสามารถลำเลียงกล่องจากการบรรจุกล่องเข้าระบบแล้วสามารถนำกล่องบรรจุภัณฑ์ไปรับคู่มือจากเครื่องแพ็คอัตโนมัติ จากนั้นนำกล่องที่มีคู่มือพร้อมใช้งานไปจัดเก็บเพื่อนำไปใช้ในงานอื่นๆ ได้ และระบบสามารถทำงานสัมพันธ์กับเครื่องแพ็คอัตโนมัติได้

2. การทำงานร่วมกับระบบสื่อสารระหว่างผู้ใช้และเครื่องจักร ผู้ใช้สามารถควบคุมการทำงานของระบบผ่านจอทัชสกรีนได้ และสามารถป้อนข้อมูลเพื่อสั่งงานให้ระบบทำงานแบบที่ผู้ใช้ต้องการได้

3. เมื่อนำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับ และบรรจุคู่มือหลังการแพ็คไปทำงานร่วมกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติ พบว่าสามารถทำงานร่วมกันได้เกือบทั้งหมด ระบบสามารถลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปรับคู่มือ และทำการซ้อนกล่องบรรจุภัณฑ์ที่มีคู่มือได้ แต่ส่วนที่ยังพบปัญหาคือ ส่วนรองรับคู่มือจาก

เครื่องแพ็คอัตโนมัติ เพราะว่าโครงสร้างทางกลของส่วนนี้ยังไม่สามารถรองรับคู่มือได้ทุกชนิด คู่มือที่มีขนาดบางมากๆ น้ำหนักจะน้อยมากจนสายพานไม่สามารถลำเลียงคู่มือลงสู่กล่องบรรจุภัณฑ์ที่มารอรับได้

5.2 การอภิปรายผล

การจัดทำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้ว เพื่อการนำไปใช้แทนแรงงานคนในโรงงานอุตสาหกรรม มีการอภิปรายผลตามวัตถุประสงค์ของการทดลองดังนี้

การทดลองเพื่อศึกษาการทำงานของระบบอัตโนมัติ ที่ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลร่วมกับระบบเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักร โดยอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักรคือ จอทัชสกรีนเพื่อให้ผู้ใช้สามารถสั่งการใช้งานระบบได้ง่าย และสามารถตรวจสอบสถานการณ์ทำงานในโหมดการทำงานต่างๆ ได้ จากการศึกษาทฤษฎีเรื่องการใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลร่วมกับอุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักร ทำให้สามารถนำจอทัชสกรีนมาใช้กับระบบนี้ได้ โดยมีการใช้วงอินเทอร์เน็ตเดียวกัน และมีการเขียนโปรแกรมสั่งการรับส่งข้อมูลระหว่างกันในโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล

การทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ที่จะนำระบบอัตโนมัติไปใช้ทำหน้าที่แทนแรงงานคน เพราะวัตถุประสงค์หลักของการสร้างระบบอัตโนมัติภายในโรงงาน นอกจากต้องการความแม่นยำแล้วก็คือความต้องการลดจำนวนคนภายในโรงงาน ซึ่งการนำระบบอัตโนมัติไปใช้ในการทำงานแทนแรงงานคนนั้นต้องคำนึงการผ่อนแรงของคน เวลาในการทำงานและอัตราผลตอบแทนของการลงทุนเป็นหลัก ระบบอัตโนมัตินี้จึงต้องสามารถช่วยให้คนไม่ต้องรับภาระที่หนักมากในการทำงานขั้นตอนนั้นๆ และไม่เสียเวลาในการทำงานมากเกินกว่าที่ควรจะเป็น หรือใช้เวลาเร็วกว่าในการใช้แรงงานคน และเมื่อคำนวณอัตราผลตอบแทนของการลงทุนแล้วจะต้องมีระยะเวลาในการคืนทุนที่ยอมรับได้ ซึ่งจะแตกต่างกันไปตามสภาพของเครื่องจักรและประโยชน์ในการใช้งาน การทำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้ว จะช่วยผ่อนแรงของพนักงานด้วยการที่พนักงานจะไม่ต้องยกกล่องบรรจุภัณฑ์ ที่มีน้ำหนักด้วยตัวเองทั้งวันและพนักงานจะไม่ต้องนับคู่มือที่ผลิตเป็นจำนวนมากด้วยตนเอง ซึ่งอาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนได้ การจัดทำระบบนี้มีงบประมาณจำกัดในการสร้าง ซึ่งเมื่อคำนวณอัตราผลตอบแทนของการลงทุนแล้ว มีระยะคืนทุนเพียง 1.3 ปี และสามารถลดจำนวนพนักงานได้ 1 คน ซึ่งเป็นระยะเวลาที่ทางโรงงานยอมรับ จึงได้มีการสร้างระบบนี้ขึ้นมาเพื่อใช้แทนแรงงานคน

การทดลองเพื่อศึกษาและสร้างระบบอัตโนมัติที่สามารถนับจำนวนคู่มือ ที่จะบรรจุลงกล่องและนำ กล่องออกไปสู่การทำงานส่วนอื่นๆ สามารถทำงานได้โดยมีส่วนประกอบต่างๆ คือ โครงสร้างทางกล ระบบไฟฟ้า ระบบนิวแมติกส์ โปรแกรมควบคุมระบบและโปรแกรมสำหรับอุปกรณ์สื่อสาร

ระหว่างผู้ใช้และเครื่องจักร โดยการจัดทำส่วนประกอบของระบบนั้นต้องอาศัยทฤษฎีของระบบต่างๆ และอุปกรณ์ที่ใช้ประกอบการทำงาน เพื่อให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประธิภาพดังต่อไปนี้

1. การประกอบโครงสร้างทางกล จำเป็นต้องคำนึงถึงพื้นที่การทำงานของสถานที่จริงว่าสามารถติดตั้งระบบนี้เพื่อนำให้สามารถไปใช้ได้ และการขนส่งอุปกรณ์สำหรับทำงานภายในโรงงานจะต้องไม่ติดขัดเมื่อนำ ระบบไปติดตั้งด้วย และยังต้องคำนึงถึงความสามารถในการใช้งานของวัสดุที่จะนำมาประกอบโครงสร้างว่ามีความคงทนมากพอที่จะทำให้ระบบมีความเสถียร จากการที่ได้เลือกสเตนเลสไปป์มาเป็นส่วนประกอบหลักในการทำโครงสร้างเพราะมีความแข็งแรง คงทนต่อสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนไปและมีราคาที่ไม่สูงมาก การทำโครงสร้างจากสเตนเลสไปป์ให้สามารถทำงานในระบบนี้ได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้นสามารถทำได้จริง แต่ว่าโครงสร้างจะมีการปรับเปลี่ยนและคลาดเคลื่อนได้ง่ายจากแรงกระทำของอุปกรณ์อื่นๆ เพราะว่าแต่ละข้อต่อของโครงสร้างนั้นเป็นทรงกลม ซึ่งง่ายต่อการหมุนหรือเลื่อน ทำให้ต้องมีการบำรุงรักษาอยู่เป็นประจำ เพื่อป้องกันไม่ให้ระบบเกิดความเสียหายจากความผิดพลาดของโครงสร้างและอุปกรณ์ ในด้านของอุปกรณ์ที่ใช้ทำกลไกต่างๆ ของเครื่องจักรก็ต้องประกอบกับโครงสร้างหลักให้สามารถทำงานร่วมกันได้ และต้องสามารถรองรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองกับระบบนี้ได้ด้วย การเลือกมอเตอร์และกระบอกสูบจึงต้องอ้างอิงกับทฤษฎีการคำนวณเพื่อเลือกขนาดและชนิดของกระบอกสูบและมอเตอร์ โดยจะคำนวณจากการน้ำหนักของอุปกรณ์ที่ต้องรองรับและระยะทางในการลำเลียงอุปกรณ์นั้นๆ ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ เพราะฉะนั้นระบบที่นำมาใช้นี้จะมีข้อจำกัดในเรื่องของน้ำหนักของกล่องบรรจุภัณฑ์ที่จะใช้ด้วย จึงมีการกำหนดปริมาณของกล่องบรรจุภัณฑ์และคู่มือกับผู้ใช้

2. ระบบไฟฟ้าของเครื่องจักรนี้ต้องสามารถใช้ไฟฟ้าที่มีภายในโรงงานซึ่งมีอยู่หลายแบบ ได้ทำการเลือกใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์มาใช้งานเป็นวงจรหลัก เนื่องจากอุปกรณ์ที่ต้องใช้นั้นสามารถใช้ไฟฟ้ารูปแบบนี้ในการขับเคลื่อนได้ จึงง่ายต่อการจัดทำระบบไฟฟ้ามากกว่าการใช้ไฟฟ้าหลายเฟส การทำวงจรไฟฟ้าของระบบนี้ได้ติดตั้งภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า ซึ่งจะมีแบบแผนการติดตั้งตามแบบฉบับของโรงงาน การเลือกอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาใช้ในวงจรต้องคำนึงถึงปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ต้องใช้ทั้งหมดในระบบ เพื่อที่จะได้เลือกอุปกรณ์ป้องกันกรณีอันตรายกระแสไฟฟ้ารั่ว หรือมีกระแสไฟฟ้าเกินการใช้งานที่กำหนดเพื่อป้องกันอุปกรณ์ไม่ให้พังด้วย ในการต่อวงจรไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในระบบต้องคำนึงถึงชนิดของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลด้วย เนื่องจากต้องต่ออุปกรณเหล่านี้เข้ากับโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเพื่อการนำไปใช้ควบคุมระบบ ซึ่งจะมีการจ่ายไฟฟ้าให้อุปกรณ์ทำงานแตกต่างกันตามชนิดของโมดูลนั้น และสุดท้ายต้องคำนึงถึงความเรียบร้อยและความสวยงามในการทำระบบไฟฟ้าด้วยเพื่อให้ง่ายต่อการบำรุงรักษาเครื่องจักร

3. ระบบนิวแมติกส์จะเป็นระบบส่วนใหญ่ในเครื่องจักรนี้ เพราะมีการใช้กระบอกสูบในการทำกลไกการลำเลียงกล่องอยู่หลายจุด นอกจากการคำนวณเพื่อการเลือกใช้กระบอกสูบแล้วยังต้องคำนึงถึงลมที่จะต้องใช้ในระบบ รวมถึงอุปกรณ์ควบคุมกระบอกสูบเหล่านี้ด้วย ลมที่นำมาใช้ในระบบ

นิวแมติกส์จะมีแหล่งที่มาจากอุปกรณ์ปั๊มลมของโรงงาน ซึ่งภายในโรงงานมีการกำหนดใช้แรงดันลมอยู่ที่ 0.6 บาร์ จึงต้องมีการเลือกใช้อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ โดยเลือกจากข้อมูลของอุปกรณ์ชนิดนั้นๆ ให้สามารถทำงานเข้ากับแรงดันลมของทางโรงงาน

4. โปรแกรมสำหรับควบคุมระบบอัตโนมัติที่สามารถนับจำนวนคู่มือที่จะบรรจุลงกล่อง และนำกล่องออกไปสู่การทำงานส่วนอื่นๆ จะใช้โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลในการควบคุม เป็นคอนโทรลเลอร์ส่วนใหญ่ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม เพราะคุณสมบัติที่ตัวคอนโทรลเลอร์มีภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคือภาษาแลดเดอร์ ถึงแม้ว่าระบบจะมีการทำงานแบบเป็นขั้นตอนที่เหมาะสมกับการใช้ภาษา SFC มากกว่า แต่เพราะเงื่อนไขของทางโรงงานที่กำหนดให้มีการใช้แต่ภาษาแลดเดอร์เท่านั้น เนื่องจากยังไม่มีบุคลากรที่พัฒนาระบบในภาษา SFC ได้ จึงได้มีการแบ่งส่วนการทำงานเป็น 5 ส่วนตามโครงสร้างทางกล แล้วใช้ภาษาแลดเดอร์ในการเขียนโปรแกรมให้แต่ละส่วนทำงานในส่วนนั้นๆ เมื่อนำทั้ง 5 ส่วนมารวมกันก็จะสามารถทำงานได้อย่างปกติ โดยแต่ละส่วนจะทำงานไปพร้อมๆ กันนั่นเอง

การสร้างระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วจะสำเร็จได้ด้วยการมีส่วนประกอบต่างๆ เล่านี้เข้าด้วยกัน และเพื่อสามารถให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ จึงต้องมีการตั้งค่าการทำงานให้ระบบสามารถทำงานร่วมกับเครื่องแพ็คอัตโนมัติได้ โดยไม่ทำให้เวลาในการทำงานคลาดเคลื่อนไปจากเดิมมากนัก และโครงสร้างของระบบก็ต้องไม่ทำให้ระบบการขนส่งภายในโรงงานเปลี่ยนไปจากเดิมมากด้วย

5.3 ข้อเสนอแนะ

การจัดทำระบบอัตโนมัติสำหรับตรวจนับคู่มือ และลำเลียงกล่องบรรจุภัณฑ์ไปบรรจุคู่มือที่ผ่านการแพ็คแล้วมีข้อเสนอแนะจากการทำการจัดทำดังนี้

1. ควรมีการปรับเปลี่ยนวัสดุที่นำมาสร้างเป็นโครงสร้างหลักจากสเตนเลสไปป์ เป็นอลูมิเนียมโปรไฟล์ เนื่องจากสเตนเลสป์เมื่อนำมาประกอบเป็นโครงสร้างแล้วนำมาใช้งานแล้ว มีความผิดพลาดเกิดขึ้น จำเป็นที่จะต้องปรับตำแหน่งอยู่บ่อยครั้งหากไม่มีการยึดให้แน่นกับพื้น ในเรื่องของความสวยงามและการเดินสายไฟ อลูมิเนียมโปรไฟล์จะดูมีความสวยงามมากกว่าสเตนเลสไปป์

2. จากข้อจำกัดการใช้งานในเรื่องจำนวน และน้ำหนักของกล่องบรรจุภัณฑ์ที่จะสามารถนำมาใช้งานในระบบทั้งตอนที่มีคู่มือบรรจุอยู่และตอนที่ไม่มีคู่มือบรรจุ หากมีการปรับโครงสร้างและเลือกมอเตอร์ที่มีกำลังมากขึ้นก็จะสามารถรับน้ำหนักที่มากขึ้นได้ และต้องมีการปรับโครงสร้างที่จุดแยกกล่องที่ซ้อนออกจากกันเพื่อการรับกล่องบรรจุภัณฑ์ที่ซ้อนกันมาให้ได้มากกว่า 4 ชั้น

3. ตัวกล่องบรรจุภัณฑ์จะเป็นกล่องโฟมอัดแข็งที่มีน้ำหนักเบาเมื่อไม่มีของบรรจุอยู่ภายในตอนที่กล่องมีการกระทบกันหรือตอนที่กล่องมีการตกกระทบกับพื้นวัตถุ จะทำให้เกิดเสียงรบกวนขึ้น ถ้าต้องการที่จะลดเสียงรบกวนนี้จึงควรที่จะเปลี่ยนกล่องที่ใช้ในเก็บคู่มือ

เอกสารอ้างอิง

[1] **ยุทธศาสตร์การพัฒนาอุตสาหกรรมไทย 4.0 ระยะ 20 ปี (พ.ศ. 2560 - 2579).** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available :http://www.oie.go.th/sites/default/files/attachments/industry_plan/thailandindustrialdevelopmentstrategy4.0.pdf

[2] **HMI Guide.** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available : http://www.anaheimautomation.com/manuals/forms/hmiguide.php#sthash.Wca3MOoH.4G3hE1Yk.dpbs

[3] **เทคโนโลยีของ Touch Screen.** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available : http://www.hitop.co.th/touch-screentechnology.html

[4] **HMI Screen Editor & Logic Programming Software GP-ProEX.** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available : https://www.proface.com/en/product/soft/gpproex/top zz

[5] **พื้นฐานของ Photoelectric Sensors.** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available : http://www.compomax.co.th/product/basics-of-photoelectric-sensing/

[6] **หน่วยการเรียนที่ 1 ทฤษฎีนิวแมติกส์.** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available : http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit.htm

[7] **Programmable Controllers MELSEC/Product list.** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available : https://gb3a.mitsubishielectric.com/fa/en/products/cnt/plcq/items/

[8] **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Motor).** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available : http://www.crengineer.com/images/pulldown_1304840984/DC%20electric%20motors.pdf

[9] **โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC.** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available : http://www.starcircuit.com/article/PLC.html

[10] **PFXGP4402WADW.** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available : https://www.proface.com/en/product/hmi/gp4000e/spec/PFXGP4402WADW

[11] **คู่มือการเชื่อมต่ออุปกรณ์/PLC สาหรับ GP-Pro EX.** (Online). 1 กุมภาพันธ์ 2561. Available : https://www.proface.com/otasuke/files/manual/gpproex/refer_thai/device/index.htm

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล	นายอนันต์สิทธิ์ วังส์ด่าน
วัน เดือน ปีเกิด	8 พฤษภาคม พุทธศักราช 2539
ที่อยู่ปัจจุบัน	57 ถนนแยกสวนสยาม
	แขวงคันนายาว เขตคันนายาว กรุงเทพมหานคร 10230
เบอร์โทรศัพท์	080-2704979
E-mail	ake1ake2@gmail.com

ประวัติการศึกษา

พุทธศักราช 2546-2551	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา จาก โรงเรียนนีรชาศึกษา กรุงเทพมหานคร
พุทธศักราช 2552-2554	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น จาก โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร
พุทธศักราช 2555-2557	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สายการเรียนคณิตศาสตร์-วิทยาศาสตร์ จาก โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ สตรีวิทยา ๒ กรุงเทพมหานคร
พุทธศักราช 2558-2561	ศึกษาระดับอุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ประวัติการทำงาน

พุทธศักราช 2560	ฝึกงานและสหกิจศึกษา บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด ฝ่าย Factory Innovation Technology หรือ FIT