การออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์และปรับปรุงโปรแกรมพีแอลซีสำหรับเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ

Design Tray of connector's fixture and Development PLC program for Auto load/unload connector

ปราภรณ์ จงเชี่ยวชาญวิทย์

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์และปรับปรุงโปรแกรมพีแอลซีสำหรับเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ

Design Tray of connector's fixture and Development PLC program for Auto load/unload connector

ปราภรณ์ จงเชี่ยวชาญวิทย์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
สถานที่.....
เลขทะเบียน 147163
วัน.เดือน.ปี 30 ก.ค. 2560

b.12849832
i.....

รายงานสหกิจศึกษานี้เป็นส่วนหนึ่งในหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบการผลิต
วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design Tray of connector's fixture and Development PLC program for Auto load/unload connector

PARAPORN JONGCHEAUCHANVIT

AN INTERNSHIP REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN MANUFACTURING SYSTEM ENGINEERING
COLLEGE OF ADVANCED MANUFACTURING INNOVATION
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์และปรับปรุง โปรแกรมพีแอลซีสำหรับเครื่องย้ายคอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ Design Tray of connector's fixture and Development PLC program for Auto load/unload connector
นักศึกษา	นางสาวปราภรณ์ จงเชี่ยวชาญวิทย์
รหัสนักศึกษา	55120022
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร. ราชศักดิ์ ศักดานุภาพ

วิทยาลัยนวัตกรรมการจัดการข้อมูล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้สหกิจศึกษาเป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต ประจำปีการศึกษา

คณะกรรมการสอบ	ลายมือชื่อ
ดร. ราชศักดิ์ ศักดานุภาพ	
ดร. ฉัตรพล ภคศิริ	
ดร. อนรรฆพล แสนทน	
นางสาวศลิษา เผือกเนียม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อสหกิจศึกษา	การออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์และปรับปรุง โปรแกรมพีแอลซีสำหรับเครื่องย้ายคอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ Design Tray of connector's fixture and Development PLC program for Auto load/unload connector
นักศึกษา	นางสาวปราภรณ์ จงเชี่ยวชาญวิทย์
รหัสนักศึกษา	55120022
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมระบบการผลิต
พ.ศ.	2558
อาจารย์นิเทศ	ดร. ราชศักดิ์ ศักดานุภาพ
ผู้นิเทศงาน	นางสาวศลิษา เผือกเนียม
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

รายงานนี้เป็นการออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบใหม่โดยใช้โปรแกรม Solidworks เพื่อให้สามารถรองรับการใช้งานของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 รุ่น เพื่อลดต้นทุนในการสร้างฐานวางอุปกรณ์ใหม่ และแทนที่ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ 1 รุ่น จะต้องใช้ถาดรองรับเฉพาะของแต่ละฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ และทำการปรับปรุงการเชื่อมต่อส่วนประกอบต่างๆเข้ากับระบบควบคุม และ พัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติโดยใช้พีแอลซี ซึ่งผลที่ได้ คือ ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 รุ่น สามารถวางลงบนถาดรองรับได้ และ เครื่องจักรสามารถย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน โดยมีค่า Yield Rate ประมาณ 96-100%

คำสำคัญ ถาดรอบรับ, ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์, พีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Design fixture of connector's tray and Development PLC program for Auto load/unload connector
Student	Miss Paraporn Jongcheauchanvit
Student ID	55120022
Degree	Bachelor of Engineering
Program	Manufacturing System Engineering
Year	2015
Advisor	Dr. Chatrpol Pakasiri
Mentor	Miss Salisa Phuakneam
ชื่อสถานประกอบการ	Cal-Comp Electronics (Thailand) Public Company Limited

ABSTRACT

This report is designed tray for connector device' fixture new series using Solidworks to support the use of a fixture 3 versions to reduce the cost of building a new base and replaced the original fixture 1 tray models must use device-specific fixture. And improved connectivity components with system control and application control of the air moving device connectors automatically using PLC, which is a connector device' fixture all three versions. placed on the tray, and the machine can move the device connector effectively. It also improves performance by Yield Rate about 96-100%.

KEYWORD Tray, Fixture, PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การที่ข้าพเจ้าได้มาปฏิบัติงานสหกิจศึกษา ณ บริษัทแคล-คอมพ์ อีเล็กโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ตั้งแต่วันที่ 10 สิงหาคม 2558 ถึง วันที่ 27 พฤศจิกายน 2558 ส่งผลให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ สำหรับรายงานวิชาสหกิจศึกษาฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่าย ดังนี้

1. นายวัฒนพงษ์ ปุริโส
2. นางสาวศลิษา เผือกเนียม
3. นางสาวพัสวี เปี่ยมศักดิ์กมล
4. นายพลวัต หุตบัวรัตน์
5. Mr. Akhil Kiliyara Murikkincheri
6. นายคเชนท์ นันตมาศ
7. นายวัชรินทร์ หิ้นจิ้ว
8. นายพิเชษฐ์ แข็งการ
9. นายพิเชษฐ กล้าเกษตรวิทย์
10. นายนิภัทร์ จิรันตนพิศุทธิ์
11. นายเสรี จักรวัฒน์
12. Mr.Tsou Cheng – Chieh
13. นายพชร ศิริวัฒน์
14. นางสาวกิตติยา สุมาลา

ข้าพเจ้าใคร่ขอขอบพระคุณ ผู้มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วม ในการให้ข้อมูลเป็นที่ปรึกษา ในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ ตลอดจนให้การดูแล และให้ความเข้าใจเกี่ยวกับชีวิตของการทำงานจริงข้าพเจ้าขอขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้

นางสาวปราภรณ์ จงเชี่ยวชาญวิทย์
ผู้จัดทำรายงาน
15 พฤศจิกายน 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญภาพ	VII
บทที่ 1	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	2
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	2
1.5 ประวัติของสถานประกอบการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 หลักการเขียนแบบเบื้องต้น	4
2.2 การเขียนแบบ 3 มิติ	11
2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพีแอลซี	26
บทที่ 3 วิธีดำเนินงาน	40
3.1 การออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์	40
3.2 การปรับปรุงแก้ไขวงจร Wiring และ โปรแกรมพีแอลซี (PLC)	48
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	68
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	74
5.1 สรุปผลการทดลอง	74
5.2 ปัญหาและอุปสรรค	74
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	75
เอกสารอ้างอิง	76
ภาคผนวก	77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงการเขียนภาพไอโซเมตริกจากภาพฉายแบบทรงเหลี่ยม..... 17

2.2 แสดงการเขียนภาพไอโซเมตริกจากภาพฉายแบบทรงเหลี่ยมตัดเฉียง..... 17

2.3 แสดงการเขียนวงกลมบนภาพไอโซเมตริก..... 19

2.4 แสดงการเขียนวงรีด้วยวิธีการถ่ายจุดศูนย์กลาง..... 20

2.5 แสดงขั้นตอนการสร้างภาพวงรีที่ด้านบนของภาพออบลิก..... 24

2.6 แสดงขั้นตอนการสร้างภาพวงรีที่ด้านข้างของภาพออบลิก..... 25

3.1 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของอินพุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งาน..... 50

3.2 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของเอาท์พุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งาน..... 51

3.3 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของอินพุต-เอาท์พุตของโรบอทในแต่ละบิตที่ใช้งาน..... 52

3.4 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของอินพุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งานในโครงสร้างใหม่..... 55

3.5 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของเอาท์พุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งานในโครงสร้างใหม่.... 56

3.6 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของอินพุต-เอาท์พุตของโรบอทในแต่ละบิตในโครงสร้างใหม่..... 57

3.7 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของอินพุต-เอาท์พุตของADAM Board ในแต่ละบิตที่ใช้งานในโครงสร้างใหม่..... 57

4.1 แสดงผลการรันการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 รุ่น..... 68

4.2 แสดงถึงการเปรียบเทียบระยะเวลาของการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์1คู่ ระหว่างการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์โดยพนักงาน และการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ด้วยเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ 70

4.3 แสดงถึงค่าความคลาดเคลื่อนของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ชิ้น (ใหญ่) จากการทดลองวัดและใช้งานจริง 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 ลักษณะของภาพ 3 มิติ	11
2.2 ลักษณะของภาพไอโซเมตริก	12
2.3 ลักษณะของภาพไดเมตริก	12
2.4 ลักษณะของภาพไตรเมตริก	13
2.5 ลักษณะของภาพออบลิคแบบเต็มส่วน	13
2.6 ลักษณะของภาพออบลิคแบบครึ่งส่วน	14
2.7 ลักษณะของภาพทัศนียภาพ แบบจุดรวมสายตาจุดเดียว	14
2.8 ลักษณะของภาพทัศนียภาพ แบบจุดรวมสายตาสองจุด	15
2.9 แสดงลักษณะของภาพไอโซเมตริก	15
2.10 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนของภาพ	16
2.11 แสดงขั้นตอนการเขียนไอโซเมตริกตัดเฉียง 2 ด้านตามแนวแกน	18
2.12 แสดงขั้นตอนการเขียนภาพไอโซเมตริกตามมุมที่กำหนด	18
2.13 แสดงการเขียนภาพไอโซเมตริกตัดเฉียงตามมุมของชิ้นงาน	18
2.14 แสดงการเขียนวงรีด้วยฉากสามเหลี่ยม	20
2.15 แสดงการเขียนวงรีด้วยวิธีการถ่ายจุดศูนย์กลางของทรงกระบอก	21
2.16 แสดงการบอกขนาด และ แสดงการเขียนตัวเลขบอกขนาดที่ภาพไอโซเมตริก	21
2.17 แสดงรูปร่างลักษณะของภาพออบลิก	22
2.18 แสดงชนิดของการเขียนภาพออบลิก	22
2.19 แสดงการเปรียบเทียบการจัดวางภาพที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม	23
2.20 แสดงการวางตำแหน่งและทิศทางของแนวแกนในการเขียนภาพออบลิก	23
2.21 แสดงลักษณะของวงรีบนภาพออบลิก	24
2.22 แสดงขั้นตอนการเขียนภาพออบลิกและการบอกขนาด	25
2.23 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีแอลซี	27
2.24 ตัวอย่างพีแอลซี	28
2.25 โครงสร้างของซีพียู	28
2.26 การแสกนที่มีผลตอบสนองต่ออินพุตและเอาท์พุต	29
2.27 การต่ออุปกรณ์อื่นใช้งานร่วมกับพีแอลซี	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
2.28 สวิตช์ลำแสง (Photo Switch)	31
2.29 ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch)	31
2.30 สวิตช์ (Switch)	32
2.31 รีเลย์	32
2.32 แมกเนติก คอนแทคเตอร์	33
2.33 ส่วนประกอบของแมกเนติก คอนแทคเตอร์	33
2.34 ตัวอย่างอุปกรณ์เอาท์พุต	34
2.35 แสดงอุปกรณ์รับสัญญาณด้านอินพุต	34
2.36 โฟชาร์ทแสดงลำดับขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบ	36
2.37 จำลองสภาวะการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม	37
2.38 จำลองสภาวะการทำงานฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม	37
2.39 จำลองสภาวะการทำงานของอินสตักช์ชันลิสท์	38
3.1 โครงสร้างเดิมของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ	40
3.2 ระยะที่สามารถใช้งานได้ของการออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ	41
3.3 ขนาดของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ชิ้น (ใหญ่)	42
3.4 ขนาดของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 40 ชิ้น (กลาง)	43
3.5 ขนาดของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 30 ชิ้น (เล็ก)	43
3.6 ภาพของถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์	44
3.7 ภาพระยะความลึกการกัดถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์	44
3.8 การออกแบบและการใช้งานของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 30 ชิ้น (เล็ก)	45
3.9 การออกแบบและการใช้งานของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 40 ชิ้น (กลาง)	46
3.10 การออกแบบและการใช้งานของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ชิ้น (ใหญ่)	47
3.11 โครงสร้างและฟังก์ชั่นเดิมของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ	48
3.12 วงจรนิวเมติก (Pneumatic) ของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ	49
3.13 การออกแบบโครงสร้างและฟังก์ชั่นใหม่ของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ	53
3.14 หน้าต่าง GUI ของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ	54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
3.15 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรม	58
3.16 จำลองการทำงานของโปรแกรม 1	59
3.17 จำลองการทำงานของโปรแกรม 2	59
3.18 จำลองการทำงานของโปรแกรม 3	60
3.19 จำลองการทำงานของโปรแกรม 4	60
3.20 จำลองการทำงานของโปรแกรม 5	61
3.21 จำลองการทำงานของโปรแกรม 6	61
3.22 จำลองการทำงานของโปรแกรม 7	62
3.23 จำลองการทำงานของโปรแกรม 8	62
3.24 จำลองการทำงานของโปรแกรม 9	63
3.25 จำลองการทำงานของโปรแกรม 10	63
3.26 จำลองการทำงานของโปรแกรม 11	64
3.27 จำลองการทำงานของโปรแกรม 12	64
3.28 แลดเดอร์ไดอะแกรมเกี่ยวกับการทำงานต่อ (Continue) ของโปรแกรม	65
3.29 ภาพขณะเกิดปัญหากดปุ่มTrayOut แล้วไม่ทำงาน	65
3.30 แลดเดอร์ไดอะแกรมเกี่ยวกับการทำงานเมื่อกดปุ่มโหลด TrayOut	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในกระบวนการผลิต อุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่สั่งซื้อมาจากผู้จำหน่าย ก่อนเข้าสู่กระบวนการประกอบจะต้องทำการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จากฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ (Fixture) ของผู้จำหน่าย มาวางบนฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์มาตรฐานของโรงงาน เพื่อที่จะให้สามารถใช้กับเครื่องจักรของโรงงานได้ ทางแผนกR&D (Research and Development) จึงได้พัฒนาเครื่องจักรที่สามารถย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จากฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ (Fixture) ของผู้จำหน่ายมายังฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ (Fixture) ของโรงงาน

เนื่องจากผู้จำหน่ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่ทางบริษัทแคล - คอมพ์ อิเล็กทรอนิกส์ (ประทศไทย) จำกัด (มหาชน) เลือกสั่งซื้อนั้น มีด้วยกัน 3 บริษัทผู้จัดจำหน่าย และฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ (Fixture) ของแต่ละผู้จัดจำหน่ายมีลักษณะและขนาดไม่เหมือนกัน จึงทำให้ถาดรองรับ(Tray)ที่ใช้กับเครื่องจักรมีลักษณะที่ต่างกัน และทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ของแต่ละบริษัทผู้จัดจำหน่าย จะต้องทำการเปลี่ยน Tray ด้วยทุกครั้ง จึงทำให้มีข้อเสียในหลายๆด้าน เช่น เกิดความยุ่งยากในการเปลี่ยน การขันสกรูยึดตำแหน่งไม่เหมือนเดิมทำให้ตำแหน่งที่วางไว้คลาดเคลื่อน เป็นต้น จึงทำให้เกิดแนวคิดพัฒนาถาดรองรับ (Tray) ที่สามารถรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จากทั้ง 3 บริษัทผู้จัดจำหน่ายได้ โดยไม่ต้องเคลื่อนย้ายถาดรองรับทุกครั้งที่เปลี่ยนรุ่นของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์

ทั้งนี้ได้มีการพัฒนาโดยใช้คอมพิวเตอร์พีซีเข้ามาควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยจะสามารถสั่งการทำงานได้จากหน้าจอคอมพิวเตอร์ มีการเก็บค่าการทำงานเอาไว้เพื่อใช้ปรับปรุง และได้มีการแก้ไขปรับปรุงวงจร wiring และโปรแกรมพีแอลซี (PLC) เพื่อให้เข้ากับโปรแกรมแบบใหม่

1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อออกแบบถาดรองรับที่สามารถวางฐานงานอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่มาจากทั้ง 3 ผู้จัดจำหน่ายได้

1.2.2 เพื่อปรับปรุงการเชื่อมต่อส่วนประกอบต่างๆเข้ากับระบบควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2.3 เพื่อพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติโดยใช้พีแอลซี

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

1.3.1 ออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์โดยใช้โปรแกรม Solidworks

1.3.2 ปรับปรุงโปรแกรมพีแอลซี (PLC) โดยใช้แลดเดอร์ไดอะแกรม สำหรับเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติบปรุง

1.3.3 แก้ไขวงจร wiring สำหรับการออกแบบโปรแกรมรุ่นใหม่

1.4 ขั้นตอนของการศึกษา

1.4.1 ทำการศึกษา และวัดขนาดของระยะส่วนประกอบต่างๆของเครื่องจักร เพื่อนำมาใช้ออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบใหม่

1.4.2 ศึกษาการ Wiring และ การเขียนโปรแกรมพีแอลซี (PLC) แบบเดิม

1.4.3 ทำการประชุมกับผู้ร่วมงานถึงส่วนที่ต้องการพัฒนา หรือปรับปรุงแก้ไข

1.4.4 ออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ พร้อมทั้งให้พี่แผนกME (Mechanic Engineer) ช่วยรีวิวการออกแบบหลังจากออกแบบเสร็จ

1.4.5 ส่งแบบให้แผนก CNC ของทางบริษัทขึ้นรูปงาน

1.4.6 แก้ไขวงจร Wiring และ แก้ไขโปรแกรมพีแอลซี (PLC) เพื่อใช้สำหรับโปรแกรมของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ

1.5 ประวัติของสถานประกอบการ

บริษัทแคล - คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ก่อตั้งขึ้นเมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2532 จดทะเบียนในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทยเมื่อปี 2543 โดยใช้ชื่อหลักทรัพย์ในการซื้อขายว่า CCET ในปี 2546 บริษัทได้จดทะเบียนซื้อขาย TDR (Taiwan Depositary Receipts) ในตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไต้หวัน โดยใช้ชื่อหลักทรัพย์ในการซื้อขายว่า 9105 บริษัทฯเป็นผู้ผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปในรูปแบบของ OEM (Original Equipment Manufacturing) และ ODM (Original Design Manufacturing) ทั้งยังเป็นผู้นำด้านการบริการการผลิตสินค้าอิเล็คโทรนิคส์ Electronics Manufacturing Services (EMS) ทำให้บริษัทฯสามารถผลิตสินค้าที่มีความหลากหลายเพื่อตอบสนองต่อความต้องการของลูกค้าทั่วทุกมุมโลก

มากกว่า 22 ปีที่บริษัทฯมีประสบการณ์ทางด้านการผลิตในประเทศไทย ผลิตภัณฑ์ของบริษัทได้รับการยอมรับจากลูกค้าชั้นนำทั่วโลก ทั้งความแม่นยำในแผนการผลิต, 6 ซิกม่า, TQM (Total

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Quality Control) ระบบโรงงานจำลอง ความก้าวล้ำทางด้านเทคโนโลยี, ขั้นตอนการตรวจสอบที่รัดกุมและมีคุณภาพ, วิเคราะห์อัตราความเสียหายชำรุดของผลิตภัณฑ์, ความระมัดระวังในการทำงานของพนักงาน ซึ่งทั้งหมดนี้ก่อให้เกิดสินค้าที่มีคุณภาพและได้มาตรฐาน จึงทำให้บริษัทฯได้รับการยอมรับในด้านการผลิตสินค้าที่มีคุณภาพจากสถาบันในประเทศและต่างประเทศ โดยบริษัทเป็นผู้ผลิตรายแรกๆ ในประเทศไทยที่ได้รับใบรับรองมาตรฐาน ISO 9002, ISO 14001, QS 9000 และ IEC17025

บริษัท แคล-คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ("บริษัทฯ") ก่อตั้งด้วยทุนจดทะเบียนเริ่มแรก 125 ล้านบาท เมื่อวันที่ 4 ธันวาคม 2532 เพื่อผลิตและส่งออกผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปและอุปกรณ์ประเภทอิเล็คโทรนิคส์ (Electronics Manufacturing Services: EMS) ปัจจุบันบริษัทฯ บริษัทฯ มีทุนจดทะเบียน 4,277,556,192 บาท และ มีทุนชำระแล้วทั้งสิ้น 4,085,064,192 บาท

บริษัทฯ ประกอบธุรกิจผลิต (Original Equipment Manufacturing-OEM) ผลิตภัณฑ์อิเล็คโทรนิคส์ให้กับเจ้าของผลิตภัณฑ์ชั้นนำของโลกหลายบริษัท เช่น Western Digital, Seagate, Hitachi, Advance Digital Broadcast, Technicolor, Pace, Hewlett Packard, Nikon และอื่นๆ เป็นต้น ผลิตภัณฑ์อิเล็คโทรนิคส์ที่บริษัทฯ ผลิต สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทหลัก ได้แก่

• อุปกรณ์คอมพิวเตอร์ ได้แก่ เครื่องพิมพ์ชนิดพ่นหมึก เครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์ เครื่องพิมพ์ multi-function เครื่องพิมพ์กระดาษต่อเนื่อง เครื่องพิมพ์ขนาดใหญ่ เมนเบอร์ด External Hard Disk และแผงวงจร PC สำหรับ hard disk เป็นต้น

• อุปกรณ์โทรคมนาคม ได้แก่ รับส่งสัญญาณดาวเทียม เครื่องหูฟังโทรศัพท์มือถือระบบไร้สาย (Bluetooth) เป็นต้น

ณ วันที่ 31 ธันวาคม 2555 บริษัทฯ มีพนักงานทั่วโลกทั้งสิ้น 16,937 คน โดยแบ่งออกเป็นพนักงานในประเทศจีนจำนวน 5,547 คน ในไทยจำนวน 6,994 คน ในไต้หวันจำนวน 1,068 คน ในมาเลเซียจำนวน 678คน ในบราซิลจำนวน1,345 คนในเม็กซิโกจำนวน 890 คน ในสหรัฐอเมริกาจำนวน 258 คน ในสิงคโปร์จำนวน 61 คนและในฟิลิปปินส์จำนวน 96 คน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การศึกษาเอกสารและงานที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์และปรับปรุงโปรแกรมพีแอลซีสำหรับเครื่องย้ายคอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ ซึ่งได้แบ่งเป็นหัวข้อเรื่องดังนี้

2.1 หลักการเขียนแบบเบื้องต้น

2.2 การเขียนแบบ 3 มิติ

2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพีแอลซี

2.1 หลักการเขียนแบบเบื้องต้น

การเขียนแบบเป็นสื่ออย่างหนึ่งที่จะสื่อสารระหว่างผู้ออกแบบกับผู้ผลิต หรือผู้นำความคิดนั้นมาทำเป็นรูปธรรมได้ตามที่ผู้คิดออกแบบได้คิดไว้ แบบจะเป็นสื่อกลาง เช่น แบบบ้าน แบบผลิตภัณฑ์ แบบสิ่งพิมพ์ หรือเรียกว่าต้นแบบ แล้วมีการสำเนาแบบไปยังที่ต่างๆเพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน เช่น แบบบ้านซึ่งสถาปนิกเป็นผู้ออกแบบจะต้องมีการสำเนาพิมพ์เขียวแบบส่งไปให้บุคคลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับ เจ้าของบ้าน ช่างสร้างบ้าน ช่างคุมการก่อสร้างบ้าน เขตปกครองเพื่อขออนุญาต สื่อสิ่งพิมพ์ก็เช่นกัน ผู้ออกแบบจะต้องร่างแบบ ออกแบบในรายละเอียดเอาไว้ตกลงกับเจ้าของบ้านจรพอใจในการออกแบบนั้นๆ จึงส่งต้นแบบให้โรงพิมพ์ เพื่อดำเนินการตามขบวนการพิมพ์ตีพิมพ์ ออกมาตามความประสงค์ของผู้ออกแบบและผู้ว่าจ้าง ผู้ออกแบบผู้ว่าจ้างและโรงพิมพ์ต่างต้องเก็บต้นฉบับเพื่อตรวจสอบผลการพิมพ์ เมื่อถูกต้องทั้งสามฝ่ายจะทำการชำระเงินในค่าดำเนินการต่างๆ การนำเสนองานตกแต่งภายในจำเป็นต้องมีแบบ การเขียนแบบแสดงรายละเอียดของส่วนต่างๆ ที่ต้องการจะตกแต่ง การเขียนแบบเป็นภาษาอย่างหนึ่งที่ใช้กันในการช่าง เป็นภาที่ถ่ายทอดความคิดหรือความต้องการของผู้ออกแบบไปให้ผู้อื่นได้ทราบ และเข้าใจได้อย่างถูกต้องไม่คลาดเคลื่อน ทำหน้าที่เป็นสื่อกลางก่อนที่จะนำแบบที่คิดไปสร้างได้อย่างถูกต้อง แม้แต่ผู้ที่ไม่ได้ศึกษาวิชาการเขียนแบบก็สามารถเข้าใจได้พอสมควร นักศึกษาที่จะเรียนวิชาเขียนแบบได้ดีจำเป็นต้องทำแบบฝึกหัดเพื่อให้เกิดทักษะจะเรียนเพียงทฤษฎีอย่างเดียวคงไม่ได้เหมือนกับการเรียนภาษาจะเขียนเพียงอย่างเดียวไม่ได้จะต้องพูดและฟังด้วย การเรียนเขียนแบบที่ดีจะต้องเรียนทั้งภาคทฤษฎีและภาคปฏิบัติควบคู่กันไป

การเขียนแบบเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งในเรื่องของการช่วยการผลิตที่ต้องการผลิตจำนวนมาก งานเขียนแบบเป็นการแสดงให้เห็นภาพต้นแบบของผลิตภัณฑ์ การเขียนแบบเป็นถ่ายทอดความคิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของผู้ออกแบบผลิตภัณฑ์ลงบนกระดาษอย่างระบบแบบแผน เพื่อให้บุคคลอื่นได้เข้าใจโดยไม่จำกัดระยะเวลาในการศึกษาทำความเข้าใจ

2.1.1 ประเภทของการเขียนแบบ

การเขียนแบบอาจแยกได้ตามลักษณะประเภทของงานแค่ความมุ่งหมายของการเขียนแบบ คือ การถ่ายทอดความคิดของผู้คิดลงบนแผ่นกระดาษประกอบด้วยรูปแบบ เส้น ภาพ สัญลักษณ์ คำอธิบายไว้ในแบบอย่างละเอียดพร้อมที่จะนำไปสร้างงานจริงได้

2.1.1.1 การเขียนแบบทางวิศวกรรม (Engineering Drawing) การเขียนแบบนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมทางเครื่องจักรกล ซึ่งการเขียนแบบชนิดนี้ยังสามารถแยกได้ดังนี้คือ

2.1.1.2.1 การเขียนแบบเครื่องกล (Machines Tool Drawing)

2.1.1.2.2 การเขียนแบบงานไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้า (Electrical Electronic Drawing)

2.1.1.2.3 การเขียนแบบเครื่องยนต์ (Automotive Drawing)

2.1.1.2.4 การเขียนแบบงานแผนที่และช่างสำรวจ (Map & Survey Drawing)

2.1.1.2.5 การเขียนแบบช่างกลและแผ่นโลหะ (Metal & Sheet Metal Drawing)

2.1.1.2 การเขียนแบบทางสถาปัตยกรรม (Architectural Drawing) การเขียนแบบทางงานก่อสร้างซึ่งแยกงานเขียนได้ดังนี้

2.1.1.2.1 การเขียนแบบโครงสร้าง (Structural Drawing)

2.1.1.2.2 การเขียนแบบสัดส่วนของรูปต่างๆ (Shape & Proportion Drawing)

2.1.1.2.3 การเขียนรูปตัด (Section Drawing)

2.1.1.2.4 การเขียนภาพร่าง (Sketching Drawing)

2.1.1.3 การเขียนแบบตกแต่งภายใน (Interior Design Drawing) การเขียนแบบที่ใช้ ในการออกแบบตกแต่งภายใน ซึ่งแยกงานเขียนได้ดังนี้ คือ

2.1.1.3.1 การเขียนแบบเครื่องเรือน (Furniture Drawing)

2.1.1.3.2 การเขียนแบบทัศนียภาพ (Perspective Drawing)

2.1.1.4 การเขียนแบบผลิตภัณฑ์ (Product Drawing) การเขียนแบบที่เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่ทำให้เข้าใจในตัวผลิตภัณฑ์ได้เป็นอย่างดี ซึ่งจำแนกได้ดังนี้คือ

2.1.1.4.1 การเขียนภาพฉาย (Orthographic Drawing)

2.1.1.4.2 การเขียนภาพสามมิติ (Tree Dimension Drawing)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2 ประโยชน์ของการเขียนแบบ

ประโยชน์ของการเขียนแบบมีมากมาย ซึ่งอาจกล่าวได้ดังนี้

2.1.2.1 การเขียนแบบเป็นสื่อกลาง

ในการผลิตผลิตภัณฑ์มนุษย์ไม่สามารถถ่ายทอดความคิดออกไปยังบุคคลอื่นได้หลายๆคนในสถานที่ต่างๆกันในเวลาเดียวกัน จึงจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีการเขียนแบบเป็นสื่อเชื่อมโยงบุคคล สถานที่ เวลาเหตุการณ์ให้อยู่ในสภาวะเดียวกัน ในโลกปัจจุบันการผลิตสินค้าของบริษัทหนึ่ง ระบบการผลิตชิ้นส่วนต่างๆของสิ้นค้าอาจจะผลิตชิ้นส่วนในบริษัท เครือข่ายในแต่ละประเทศที่อยู่ต่างทวีปกันแล้วนำชิ้นส่วนต่างๆ มาประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ขึ้นมา เช่น บริษัท แมคอินทอล ที่ผลิตเครื่องคอมพิวเตอร์ บริษัทอยู่ในประเทศสหรัฐอเมริกา ทวีปอเมกาเหนือแต่ได้ประเทศไต้หวั่นผลิตชิ้นส่วนคีย์บอร์ด และให้บริษัทซัมซุงในประเทศเกาหลีผลิตหน่วยความจำของคอมพิวเตอร์ ซึ่งทั้งสองประเทศอยู่ในประเทศเอเชีย เนื่องจากทางทวีปเอเชียมีค่าแรงงานต่ำเป็นการลดต้นทุนการผลิต แล้วนำชิ้นส่วนต่างๆภายใต้ลิขสิทธิ์ของบริษัทมาประกอบในประเทศสหรัฐอเมริกา และจัดขำหน่ายไปทั่วโลก การเขียนแบบเป็นสื่อกลางทำให้แต่ละที่สามารถผลิตชิ้นงานในส่วนที่ตนผลิตแล้วนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ที่เต็มรูปแบบอีกสถานที่หนึ่ง

2.1.2.2 การเขียนแบบเป็นเอกสารอ้างอิง

ในการผลิตผลิตภัณฑ์ต่างๆ รูปแบบของผลิตภัณฑ์จะต้องตกลงกันระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้ทำการผลิต การเขียนแบบจึงเป็นเอกสารส่วนหนึ่งที่จะช่วยให้การทำสัญญาเป็นไปโดยสมบูรณ์ และการผลิตก็ไม่ผิดไปจากการว่าจ้างในการตกลงระหว่างผู้ว่าจ้างและผู้ถูกว่าจ้างให้ผลิต ผลิตภัณฑ์ชิ้นหนึ่งให้มีแนวคิดของทั้งสองฝ่ายอาจจะเข้าใจตรงกันแต่เรื่องในรายละเอียดรูปแบบนั้นอาจจะคลาดเคลื่อนกันและภาษาไม่อาจจะแจ้งในรายละเอียดได้จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีภาพของผลิตภัณฑ์มาแสดงให้ชัดเจนจะได้ไม่มีข้อขัดแย้งในภายหลัง การเขียนแบบจึงมีบทบาทเข้ามาช่วยในสิ่งเหล่านี้ และเป็นเอกสารประกอบสัญญาในการว่าจ้างให้ทั้งสองฝ่ายปฏิบัติตามเงื่อนไขสัญญา

2.1.2.3 การเขียนแบบเป็นภาษาสากล

มนุษย์มีการสื่อสารของภาษาที่แตกต่างกัน มีความจำเป็นที่จะมาอยู่ร่วมกัน เมื่อมีคนจำนวนมากอยู่ร่วมกันการสื่อสารก็เกิดขึ้นการสื่อสารอาจจะพัฒนามาเป็นลำดับขั้นตอน ตั้งแต่การสื่อสารทางกาย การแสดงทางร่านงกายด้วยท่าทางพัฒนาเป็นภาษาพูด และเป็นภาษาเขียน การเขียนแบบเปรียบเสมือนภาษาเขียนภาษาหนึ่งที่ถูกบันทึกลงวัสดุ วัสดุนั้นอาจเป็นผนังถ้ำ แผ่นหนังสัตว์ กระดา หรือสิ่งใดก็ตามที่สามารถเก็บไว้ได้เป็นเวลานาน ทำให้คนรุ่นหลังได้ทราบถึงความเป็นมาเป็นไปของผลิตภัณฑ์ หรือแนวคิด สิ่งประดิษฐ์ที่ได้เขียนแบบได้แสดงไว้ให้คนรุ่นหลังสามารถศึกษาและพัฒนาให้ได้งานที่ดียิ่งขึ้นเป็นลำดับโดยมีแบบเป็นหลักในการศึกษาการเขียนแบบจึงจัดเป็นภาษาที่ใช้ในการสื่อสารอีกภาษาหนึ่งเป็นภาษาที่สามารถเข้าใจกันได้ในหลายชาติลายภาษาและเป็นภาษาสากล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเขียนแบบ

เครื่องมือและอุปกรณ์ในการเขียนแบบ เป็นสิ่งจำเป็นสำหรับงานเขียนแบบซึ่งจะทำให้งานเขียนแบบมีมาตรฐาน และมีคุณภาพ ประหยัดเวลาในการทำงาน จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมีความรู้ความเข้าใจในเครื่องมือ และอุปกรณ์ในการเขียนแบบซึ่งมีหลายชนิดเลือกแต่ละชนิดมีลักษณะการใช้ที่แตกต่างกัน และมีลักษณะการใช้เฉพาะอย่าง เช่น ไม้ที ใช้สำหรับตีเส้นโดยเฉพาะ ถ้าหากนำไปใช้ร่วมกับมีดตัดกระดาษใบมีดอาจตัดเอาเนื้อไม้ทีออก เมื่อนำไปขีดเส้นตรงก้นจะไม่ได้เส้นตรงตามต้องการ เครื่องมือเขียนแบบที่จำเป็นมีดังนี้

2.1.3.1 ชุดเขียนแบบ (Set of Drawing Instrument) เครื่องมือชุดเขียนแบบมีส่วนประกอบหลายอย่างบรรจุในกล่องประกอบด้วยเครื่องมือ

2.1.3.1.1 วงเวียน (Compasses) มีขาสองขา ขาข้องหนึ่งของวงเวียนสามารถถอดได้เพื่อเปลี่ยนขาเป็นขาดินสอหรือขาหมึก และต่อขาออกไป ได้อีกเมื่อต้องการเขียนวงกลมที่ใหญ่ขึ้น

2.1.3.1.2 วงเวียนดิไวเดอร์ (Divider) รูปร่างคล้ายวงเวียน แต่ปลายขาทั้งสองเป็นเหล็กแหลม การใช้งานต้องวัดระยะความยาวมาจากไม้บรรทัด ใช้สำหรับช่วยในการถ่ายความยาวที่มีขนาดเท่าๆกันจำนวนมากการใช้วงเวียนควรหมุนสลับข้างกัน เพื่อหักล้างความคลาดเคลื่อนสะสมที่เกิดขึ้น

2.1.3.1.3 ขาต่อ (Extension Bar) เป็นส่วนที่ใช้ต่อขาวงเวียนเมื่อต้องการเขียนวงเวียน ที่มีขนาดใหญ่

2.1.3.1.4 วงเวียนขนาดเล็ก (Bow Compasses) ขาข้างหนึ่งเป็นเหล็กแหลมใช้เป็นจุดศูนย์กลางอีกข้างหนึ่งเป็นขาใส่ดินสอหรือปากกา

2.1.3.1.5 ปากกาเขียนหมึก (Pen)

2.1.3.1.6 ปากกาใช้กับวงเวียน (Drawing Pen Attachment)

2.1.3.2 กระดาษรองเขียนแบบ (Drawing Board) หรือโต๊ะเขียนแบบ (Drawing Table)

2.1.3.3 ไม้บรรทัดรูปตัวที (T-Square)

2.1.3.4 ไม้บรรทัดขนาน (Parallel Slide)

2.1.3.5 ไม้ฉากสามเหลี่ยม (Triangle)

2.1.3.6ไม้บรรทัดโค้ง (Irregular Curve)

2.1.3.7 ไม้มาตราส่วน (Scale)

2.1.3.8 ดินสอเขียนแบบ (Drafting Pencil) และปากกาเขียนแบบ (Drawing Pen)

2.1.3.9 ยางลบดินสอ (Eraser)

2.1.3.10 แผ่นกันยางลบ (Eraser Shield)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3.11 แปรงปัดฝุ่น (Dusting Brush)

2.1.3.12 ที่เหลาดินสอ (Pencil pointer) และกระดาษทราย (Sand Paper)

2.1.3.13 กระดาษเขียนแบบ (Drawing Paper)

2.1.3.14 เทปกาวกระดาษ (Drafting Tape)

2.1.3.15 แผ่นฉลุรูปแบบต่างๆ (Templates)

2.1.4 การใช้และบำรุงรักษาเครื่องมือเขียนแบบ

การใช้และบำรุงรักษาเครื่องมือเขียนแบบเป็นสิ่งที่นักเขียนแบบจะต้องให้ความสำคัญเป็นอย่างมากเครื่องมือที่ดีย่อมทำให้การเขียนแบบมีความสะดวกรวดเร็ว และเขียนรายงานได้อย่างมีคุณภาพ เครื่องมือแต่ละแบบถูกออกแบบให้ใช้เฉพาะงานเท่านั้นไม่ควรนำไปใช้สับหน้าที่กันเพราะ จะทำให้เกิดความเสียหายหรือเสื่อมสมรรถภาพสำหรับงานนั้นๆ เช่นใช้ปลายแหลมของวงเวียนไปเจาะรู สิ่งต่างๆอาจเกิดความเสียหายกับปลายแหลมของวงเวียน ส่วนปลายเข็มวงเวียนคดงอ ทำให้เวลาเขียนวงกลมปลายเข็มจำไม่เกาะกระดา วงกลมที่เขียนจะบิดเบี้ยว การใช้เครื่องมือจึงต้องมีความระมัดระวังเข้าใจการใช้ และใช้ให้ถูกวิธี นอกจากการใช้เครื่องมือโดยถูกต้องตามวิธีการใช้แล้ว ผู้ใช้ต้องรู้จักบำรุงรักษาเครื่องมืออย่างถูกต้องและรักษาเครื่องมือให้สะอาดอยู่เสมอ เพราะเครื่องมือที่สกปรกจะทำให้งานเขียนแบบสกปรกไปด้วย ควรทำความสะอาดเครื่องมอด้วยการล้างน้ำบางครั้งอาจใช้น้ำยาช่วยทำความสะอาด ในการใช้น้ำยาต้องพิจารณาด้วยว่าวัสดุอะไรใช้น้ำยาชนิดใด การทำความสะอาดจะใช้เพียงน้ำสบู่ก็เพียงพอถ้าเครื่องมือไม่สกปรกมาก หลังจากทำความสะอาดควรเช็ดมือด้วยผ้าแห้ง หรือใช้เครื่องเป่าลมหรือเครื่องเป่าผม เป่าลมร้อนเบาๆ ให้เครื่องมือแห้งสนิท และเก็บเครื่องมือลงกล่องให้เรียบร้อย โต๊ะเขียนแบบก็เช่นกันควรหมั่นทำความสะอาด ใช้แปรงปัดฝุ่นก่อนและหลังการเขียนแบบทุกครั้ง ในขณะเขียนแบบเมื่อใช้ยางลมจะมีขี้ยางลบเกิดขึ้น ให้ใช้แปลงปัดขี้ยางลบออกจากโต๊ะทุกครั้งที่ใช้ยางลบ มิฉะนั้นขี้ยางลบจะอยู่บนโต๊ะเมื่อเลื่อนไม้ทีหรือไม้ฉากจะทำให้ขี้ยางลบติดบนแบบทำให้แบบสกปรกหลังจากการเขียนแบบไม่ควบปล่อยงานเขียนแบบค้างไว้บนโต๊ะเขียนแบบโดยไม่มีสิ่งใดปิด ควรหาผ้าหรือกระดาคลุมปิดงานไว้เพื่อป้องกันฝุ่นละอองลงจับผิวกระดาษเขียนแบบหรือแมลงสาปมากัดแทะกินแบบในเวลากลางคืน

2.1.4.1 การติดกระดาษเขียนแบบต้องติดให้ได้ฉาก และขนานกับขอบโต๊ะซึ่งมีวิธีดังนี้คือ

2.1.4.1.1 นำไม้ทีวางบนโต๊ะโดยหัวไม้ทีติดกับขอบโต๊ะเว้นระยะจากขอบโต๊ะด้านล่างประมาณ 2-3 เท่า ความกว้างของไม้ที

2.1.4.1.2 นำกระดาษเขียนแบบสอดใต้หัวไม้ที ดันไม้ทีให้หัวไม้ติดขอบโต๊ะเลื่อนไม้ทีขึ้นเสมอขอบด้านบนของกระดาษ และขอบกระดาษอยู่ในแนวเส้นตรงของขอบไม้ที

2.1.4.1.3 เมื่อขอบกระดาษและไม้ทีอยู่ในแนวเดียวกันแล้ว ติดกระดาเทปกาวลงบนกระดาษทั้งสี่มุมเพื่อยุดกระดาษไม่ให้กระดาษเคลื่อนที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 เส้นงานเขียนแบบ

ในงานเขียนแบบ เส้นแบบจะมีความหมายและเป็นสื่อแสดงลักษณะเฉพาะ จำเป็นที่ผู้เขียนแบบ และผู้อ่านแบบจะต้องเข้าใจในความหมายหารใช้เส้นในตำแหน่งต่างๆ ได้ถูกกำหนดเป็นแบบแผนดังนี้

2.1.5.1 เส้นเต็มรอบรูป (Visible Line) เส้นที่ลากติดต่อกันไปตลอดใช้แสดงส่วนของงานที่มองเห็น

2.1.5.2 เส้นส่วนที่มองไม่เห็น หรือเส้นประ (Hidden Line or Dash Line) เส้นที่เขียนสั้นๆ ต้อเนื่องกัน ใช้แสดงส่วนของงานที่มองไม่เห็น แต่ละเส้นยาวประมาณ 1/8 นิ้ว และเว้นห่างกันประมาณ 1/32 นิ้ว

2.1.5.3 เส้นแสดงภาพตัด (Section Line) เส้นแสดงภาพตัด ใช้แสดงส่วนที่ถูกตัดเพื่อที่จะได้บอกตำแหน่งของส่วนที่ถูกตัดอยู่ ณ ตำแหน่งใด

2.1.5.4 เส้นแนวกึ่งกลาง หรือเสนแกน (Center Line) เส้นยาว และสั้นสลับกันไป เส้นยาวประมาณ 1 นิ้ว เขียนสลับกับเส้นสั้นประมาณ 1/8 นิ้วใช้แสดงแนวกึ่งกลางของงานที่มีรูปแบบ

2.1.5.5 เส้นต่อกำกับ (Extension Line) เส้นที่ต่อจากแนวด้านของงานโดยเว้นระยะจากขอบงานประมาณ 1/8 นิ้ว ใช้แสดงระยะของด้าน

2.1.5.6 เส้นมิติบอกขนาด (Dimension Line) เส้นที่มีหัวลูกศรทั้งสองด้าน มีตัวเลขแสดงขนาดอยู่ตรงกลางเส้น เพื่อแสดงมิติของงานให้ทราบว่ามีขนาดเท่าใด หัวลูกศรต้องสัมผัสกับเส้นพอดี ขนาดของลูกศรยาวประมาณ 1/8 นิ้ว ความกว้างของหัวลูกศรประมาณ 1/3 ของความยาวลูกศร

2.1.5.7 เส้นแสดงแนวตัด (Cutting Line) เส้นยาวสลับเส้นสั้นสองเส้นใช้ตำแหน่งของส่วนที่ถูกตัดอยู่บริเวณใด

2.1.5.8 เส้นร่นระยะ (Break Line) เส้นตรงยาวมีระยะเส้นหยัก ใช้แสดงในส่วนที่หายไปเพื่อให้ทราบว่าเนื้องานมีขนาดมากกว่าที่เห็นเป็นการลดความยาวของรูปแบบ ลงไปเนื่องจากกระดาษเขียนแบบมีจำกัด ไม่สามารถเขียนรูปเต็มได้

2.1.6 การเขียนภาพทัศนียภาพภายใน (Intro Perspective Drawing)

การเขียนภาพทัศนียภาพภายใน คือการเขียนภาพภายในอาคาร แสดงถึงภายในอาคารว่ามีรูปลักษณ์อย่างไร การเขียนที่นิยมกัน คือการเขียนแบบ One point perspective และ two point perspective โดยจะต้องมีภาพด้านบน หรือภาพแปลน (Plan) และภาพด้านข้าง (Elevation) เป็นพื้นฐาน

2.1.6.1 การเขียนภาพทัศนียภาพสามารถเขียนได้ 3 ระดับมุมมองคือ

2.1.6.1.1 มองแบบนก (Bird's yes View) คือผู้มองอยู่เหนือวัตถุเปรียบเสมือนนกบินอยู่บนท้องฟ้ามองลงมายังเบื้องล่าง ทำให้เห็นบริเวณด้านบนของวัตถุการเขียนทัศนียภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นิยมแบบนกมอง เพราะจะเห็นภาพทั้งหมดของวัตถุ

2.1.6.1.2 มองแบบมนุษย์ (Human's Eyes View) คือผู้มองอยู่ในระดับเดียวกับวัตถุ การมองวัตถุจะอยู่ในระดับของสายตา เห็นด้านตั้งของวัตถุ

2.1.6.1.3 มองแบบตัวหนอน (Worm's Eyes View) คือผู้มองอยู่ใต้วัตถุ เปรียบเสมือนเป็นตัวหนอนคลานอยู่บนดินมองขึ้นไปด้านบนจะเห็นส่วนใต้วัตถุเป็นสำคัญ ส่วนมากนิยมเขียนในงานช่างยนต์ เพื่อแสดงมุมมองด้านล่างของเครื่องยนต์

2.1.6.2 การเขียนภาพทัศนียภาพที่นิยมกันมีอยู่ 3 แบบคือ

2.1.6.2.1 แบบจุดอันตรธาน (Vanishing point) จุดเดียว คือภาพด้านหน้าจะอยู่ในแนวตรงเหมือนภาพฉายด้านข้างจะลึกหายไปพบกันที่จุดหนึ่งเรียกว่า จุดอันตรธาน

2.1.6.2.2 แบบจุดอันตรธาน (Vanishing point) สองจุด คือการเขียนภาพด้านหน้าจะยกมุมแบบภาพ Isometric และด้านข้างจะลึกหายไปพบกันที่จุดในแนวระนาบ ซึ่งจะเป็นระดับมุมมองใดแล้วแต่ความประสงค์ของผู้เขียนแบบ จะเป็นแบบนกมอง แบบมนุษย์มอง หรือหนอนมอง ก็แล้วแต่ชนิดงานที่จะนำเสนอ 2.1.6.2.3 แบบจุดอันตรธาน (Vanishing point) สามจุด คือการเขียนภาพที่มีจุดอันตรธานที่สามอยู่เหนือภาพ หรือใต้ภาพ ขึ้นกับมุมมองว่ามองมาจากที่ใด ถ้าผู้มองยืนหน้าตึกอาคารสูงมองขึ้นไปบนยอดตึก ก็จะเห็นยอดตึกเล็กลงไปพบกันที่จุดหนึ่ง การวางจุดอันตรธานจุดที่ 3 ต้องวางอยู่เหนือวัตถุ ในทางกลับกันถ้าอยู่บนยอดตึกอาคารสูงมองลงยังพื้น จุดอันตรธานที่ 3 ก็อยู่ใต้วัตถุ

2.1.7 การเขียนทัศนียภาพภายในแบบจุดอันตรธานจุดเดียว

การเขียนทัศนียภาพภายในแบบจุดอันตรภาพ (Vanishing point)

2.1.7.1 วางแปลนอยู่ใต้เส้นภาพ (Picture Plan) วางรูปแปลนพร้อมเครื่องเรือนใต้เส้นแปลน และเขียนภาพด้านตั้งบนเส้นพื้น (Ground Line)

2.1.7.2 กำหนดเส้นระดับแนวนอน (Horizontal Line) อยู่สูงจากเส้นพื้นประมาณ 1.50 เมตร และกำหนดจุดมอง (Station point) อยู่เหนือเส้นระดับแนวนอน โดยให้จุดมองอยู่เหนือตรงกับจุดอันตรธาน

2.1.7.3 จากจุดมองลากเส้นผ่านจุดต่างๆ ของรูปแปลนยังเส้นภาพ

2.1.7.4 จากจุดอันตรธานลากเส้นผ่านความสูงของเครื่องเรือนและผนัง

2.1.7.5 จากจุดบนเส้นภาพลากเส้นดิ่งลงมาบนกับเส้นที่ลากมาจากข้อ 4 โดยให้แต่ละเส้นพบกับเส้นสัมพันธ์ตำแหน่งของแต่ละจุด

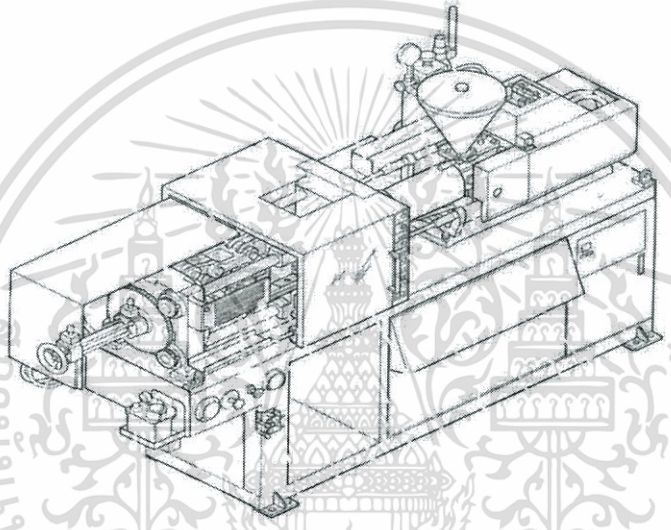
2.1.7.6 จะได้ภาพทัศนียภาพในแบบจุดอันตรธานจุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การเขียนแบบ3มิติ

ในทางช่างภาษาที่ใช้ในการสื่อความหมายหรือสั่งงาน คือ แบบงาน ซึ่งจะแยกออกไปในหลายด้าน เช่น สถาปัตย์, สำรวจ, ไฟฟ้า และอื่น ๆ อีกมาก ซึ่งสาขาทั้งหมดล้วนใช้แบบงานเป็นตัวสั่งงานและสื่อความหมาย ในทางเครื่องกลก็เช่นกัน แบบที่ใช้คือ แบบเครื่องกล และในการเขียนแบบทางเครื่องกลสามารถเขียนได้หลายวิธี เช่น ภาพ 3 มิติ แบบภาพฉาย

ภาพ 3 มิติ แสดงลักษณะรูปร่าง และรูปทรงได้เหมือนของจริงมาก คือ สามารถแสดงรายละเอียดได้ถึง 3 ด้าน เหมือนกับได้เห็นชิ้นงานจริง



รูปที่ 2.1 ลักษณะของภาพ 3 มิติ

ภาพ 3 มิติ สามารถแสดงให้เห็นรายละเอียดทั้งรูปร่างและรูปทรง ลักษณะการประกอบกันอยู่ของชิ้นส่วนต่าง ๆ (ภาพประกอบ) แต่ละชิ้น ทั้งหมดในภาพเดียวกันทั้งหมด สามารถทำความเข้าใจลักษณะการทำงานของเครื่องจักรนั้น ๆ ได้ดียิ่งขึ้น

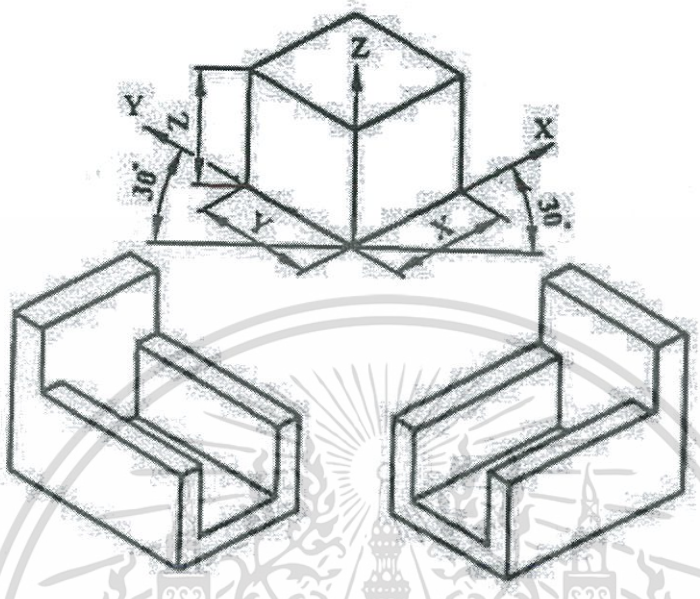
2.2.1 ชนิดและประเภทของภาพ 3 มิติ

ภาพ 3 มิติ สามารถเขียนได้หลายแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะงานและความเหมาะสมแต่ละแบบ ซึ่งภาพ 3 มิติ สามารถแบ่งออกเป็น 3 ประเภทใหญ่ ดังนี้

2.2.1.1 ภาพแอกโซโนเมตริก (Axsonometric) เป็นภาพสามมิติที่สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดด้วยกันคือ

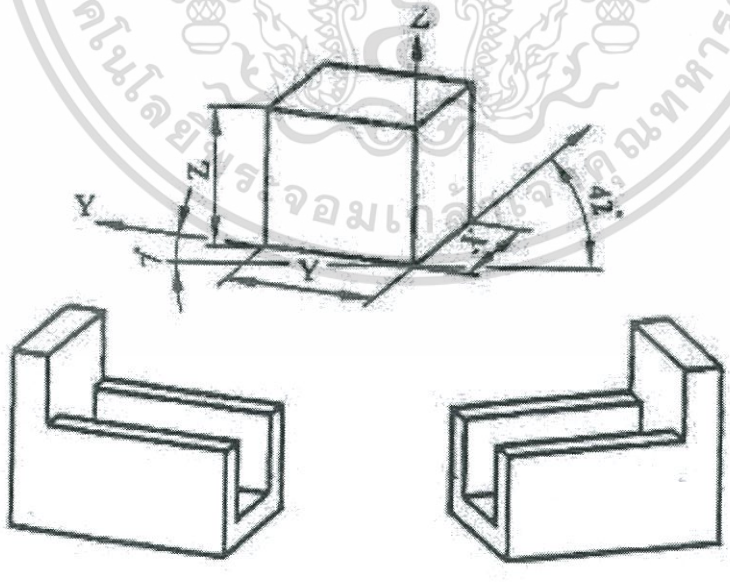
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.1.1 ภาพไอโซเมตริก (Isometric)



รูปที่ 2.2 ลักษณะของภาพไอโซเมตริก

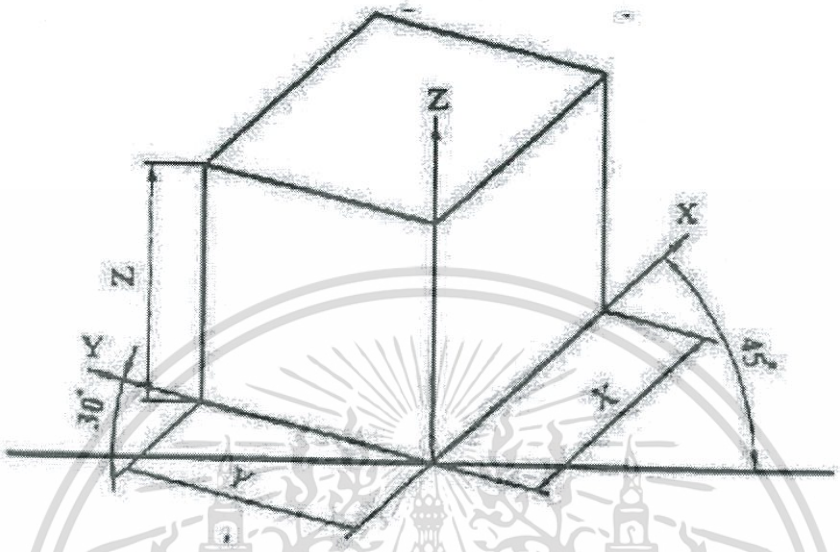
2.2.1.1.2 ภาพไดเมตริก (Dimetric)



รูปที่ 2.3 ลักษณะของภาพไดเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

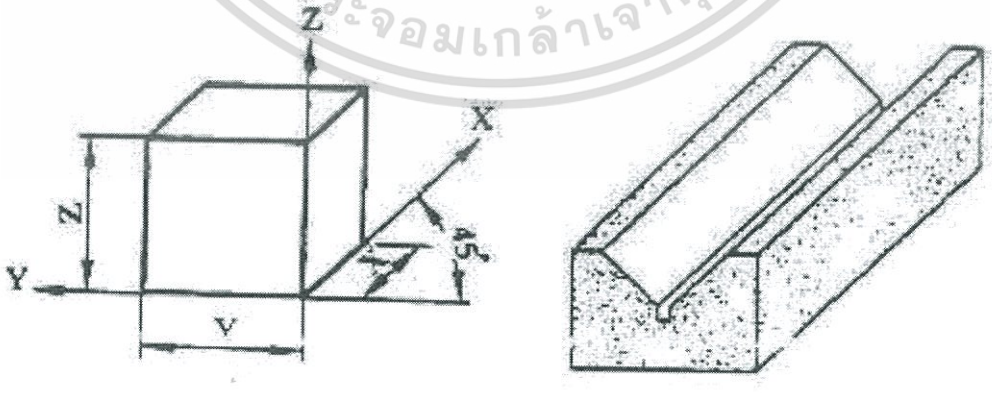
2.2.1.1.3 ภาพไตรเมตริก (Trimetric)



รูปที่ 2.4 ลักษณะของภาพไตรเมตริก

2.2.1.2 ภาพออบลิค (Oblique) เป็นภาพที่มุมเอียงด้านเดียว แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

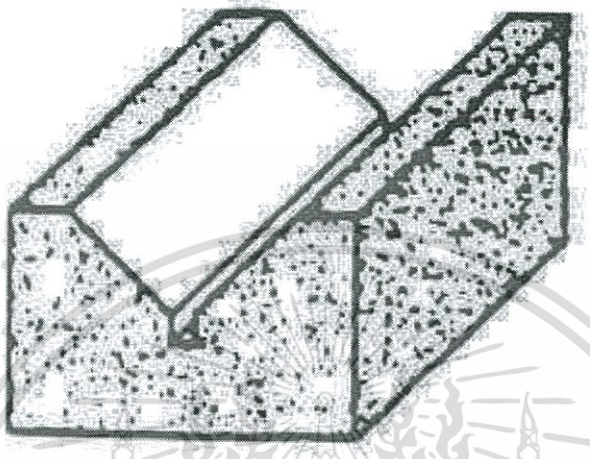
2.2.1.2.1 แบบเต็มส่วน (Cavalier) มุมเอียง 45 องศา สัดส่วนทั้ง 3 ด้าน เป็น 1:1:1



รูปที่ 2.5 ลักษณะของภาพออบลิคแบบเต็มส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2.2 แบบครึ่งส่วน (Cabinet) มุมเอียง 45 องศา สัดส่วนทั้ง 3 ด้าน เป็น 1:1:0:5

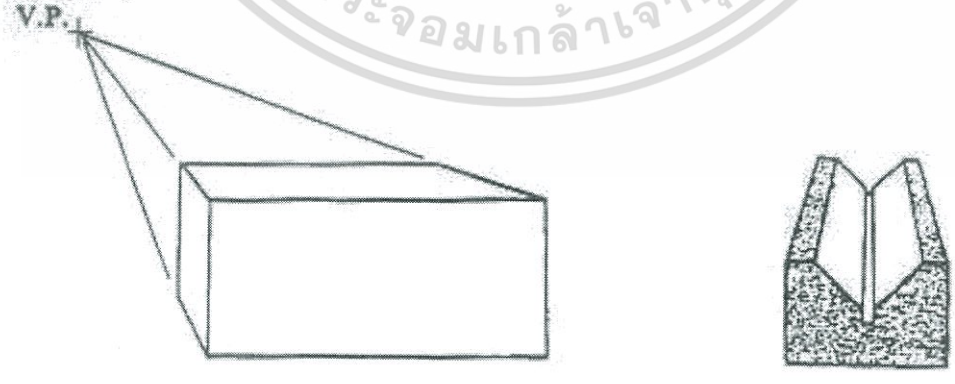


รูปที่ 2.6 ลักษณะของภาพออบลิคแบบครึ่งส่วน

2.2.1.3 ภาพทัศนียภาพ (Perspective)

เป็นภาพที่เป็นจริงตามที่มองเห็น คือ ชิ้นงานหรือวัตถุยิ่งอยู่ไกล ภาพที่มองเห็นจะเล็กลงไปเรื่อย ๆ ดังนั้นภาพทัศนียภาพจะมีความลึกเล็กน้อย แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

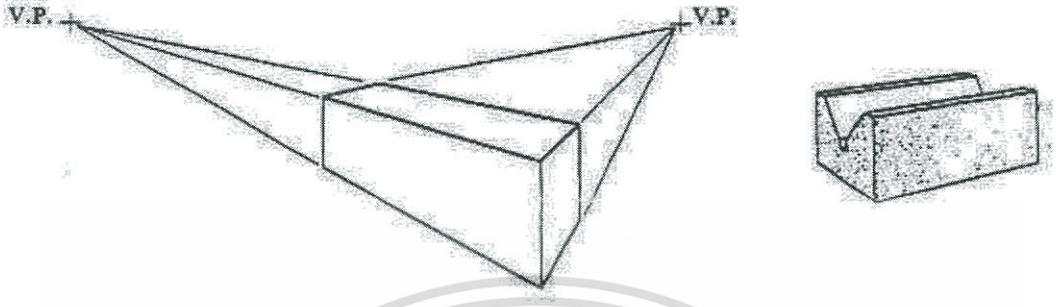
2.2.1.3.1 แบบจุดรวมสายตาจุดเดียว (Parallel)



รูปที่ 2.7 ลักษณะของภาพทัศนียภาพ แบบจุดรวมสายตาจุดเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.3.2 แบบจุดรวมสายตา 2 จุด (Angular)



รูปที่ 2.8 ลักษณะของภาพทัศนียภาพ แบบจุดรวมสายตาสองจุด

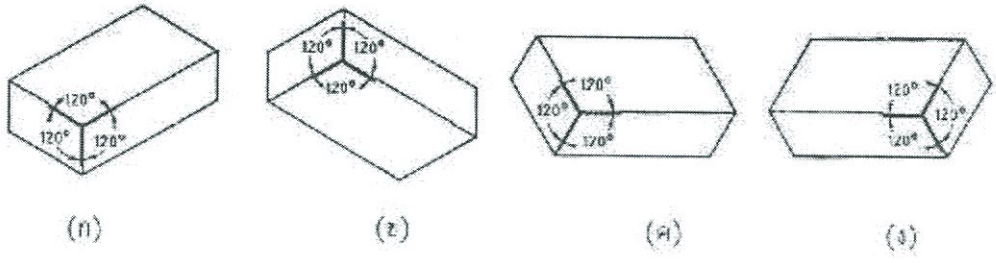
2.2.2 การเขียนภาพไอโซเมตริก (Isometric)

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงการเขียนแบบ 3 มิติแบบไอโซเมตริกซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.2.2.1 ความหมายของภาพไอโซเมตริก

คำว่า “ไอโซ (ISO)” เป็นภาษากรีกซึ่งแปลว่า “เท่ากันหรือเหมือนกัน” และคำว่า “เมตริก” (Metric) หมายถึง หน่วยการวัด เมื่อนำคำทั้งสองมารวมกันเป็น ไอโซเมตริก (Isometric) จึงหมายถึง ภาพ 3 มิติ ที่มีด้านท่ากันทุกด้าน ดังนั้นภาพไอโซเมตริกจึงเป็นภาพ 3 มิติที่เขียนง่าย ที่มีมุมเอียงและสัดส่วนแน่นอน ภาพไอโซเมตริกนี้จะแสดงให้เห็นถึงด้านหน้า ด้านข้าง และด้านบน โดยที่ขอบงานจะตั้งตรงขึ้นในแนวดิ่ง และชิ้นงานจะถูกสมมติให้วางเอียงไปด้านหน้าประมาณ 35 องศา 16 ลิปดา ซึ่งจะได้ภาพด้านข้างเอียงทำมุม 30 องศา กับแนวระดับเท่ากันทั้งสองด้าน

การเขียนไอโซเมตริกจะต้องใช้เครื่องมือช่วยและต้องเขียนให้อยู่ในแนวแกนหลักเสมอ ซึ่งแนวแกนหลักนี้สามารถที่จะแสดงการเขียนให้กลับขึ้น-ลง

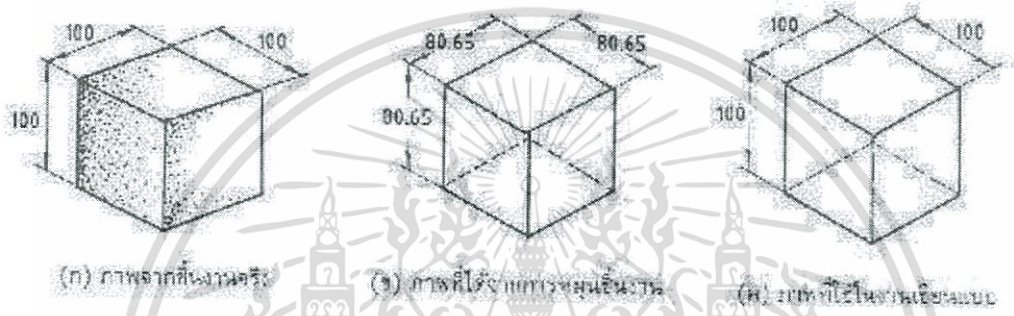


รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของภาพไอโซเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 สัดส่วนของภาพไอโซเมตริก

ภาพไอโซเมตริกที่ได้จากการหมุนชิ้นงาน ขนาดความยาวของแต่ละด้านที่เอียงขึ้นนั้น จะสั้นลงประมาณ 19.45 % ของความยาวจริง เช่น ถ้าชิ้นงานยาว 100 มม. ภาพที่ได้จะยาวเพียง 80.65 มม. เท่านั้น ถ้าชิ้นงานจริงมีขนาดเท่ากันทุดด้านจะได้ภาพที่มีความยาว 80.65 มม. เท่ากันทุกด้านเช่นกัน และจากการหมุนภาพนั้น จะได้ภาพที่มีความยาวเท่ากันทุกด้าน ซึ่งจะตรงกับความหมายของคำว่า ไอโซ พอดี ดังนั้นจึงเรียกภาพ 3 มิติชนิดนี้ว่า “ภาพไอโซเมตริก”



รูปที่ 2.10 แสดงการเปรียบเทียบสัดส่วนของภาพ

จากขนาดจริงของภาพไอโซเมตริกที่ขนาดลดลง 19.45% หากนำสัดส่วนจริงนี้ไปเขียนจะทำให้เกิดความยุ่งยากในการบวกและลบตัวเลข ดังนั้นเพื่อความสะดวกและรวดเร็วในงานเขียนแบบจึงกำหนดให้ว่าสัดส่วนของด้านบนภาพไอโซเมตริกให้เขียนเป็น 1 เท่าของความจริง เช่น ถ้าความยาวจริงของชิ้นงาน 100 มม. ก็ให้เขียน 100 มม. เท่ากันดังตัวอย่างในภาพที่ 2.10 (ค)

2.2.2.3 การเขียนภาพไอโซเมตริกจากภาพฉาย

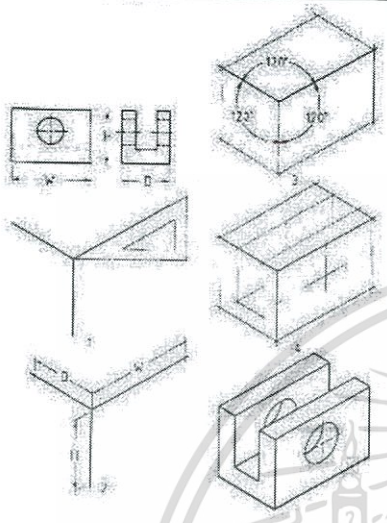
ในหัวข้อนี้จะยกตัวอย่างการเขียนภาพไอโซเมตริกจากภาพฉายดังนี้

2.2.2.3.1 แบบทรงเหลี่ยม ลักษณะชิ้นงานแบบทรงเหลี่ยมนี้ เส้นรูปของภาพจะอยู่ในแนวแกนหลักของภาพไอโซเมตริกทั้งหมด โดยมีขั้นตอนในการเขียนดังตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

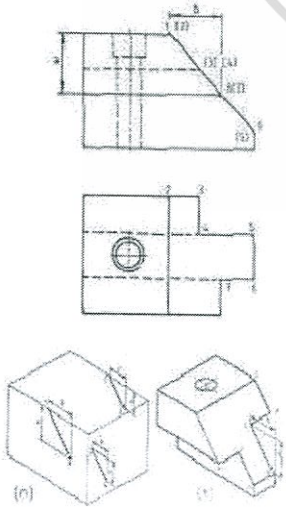
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตารางที่ 2.1 แสดงการเขียนภาพไอโซเมตริกจากภาพฉายแบบทรงเหลี่ยม

ภาพประกอบ	คำอธิบาย
	ขั้นตอนการเขียน 1. เขียนเส้นร่างกล่องสี่เหลี่ยมให้มีขนาดเท่ากับความกว้าง ความยาว และความสูงของชิ้นงานมากที่สุด 2. เขียนขนาดต่างๆของภาพด้านข้าง ด้านหน้า และภาพด้านบนเฉพาะผิวหน้าตัดของกล่องสี่เหลี่ยมจากนั้นจึงเขียนเส้นตามลักษณะของชิ้นงาน 3. เมื่อได้ภาพผิวหน้าทั้ง 3 ด้าน แล้วเขียนร่างเส้นของส่วนอื่นๆที่เป็นเหลี่ยมในส่วนที่เว้าของชิ้นงาน โดยลากไปตามแนวแกนทุกเส้น และเขียนเส้นขอบของภาพของส่วนที่เหลือให้ครบถ้วน

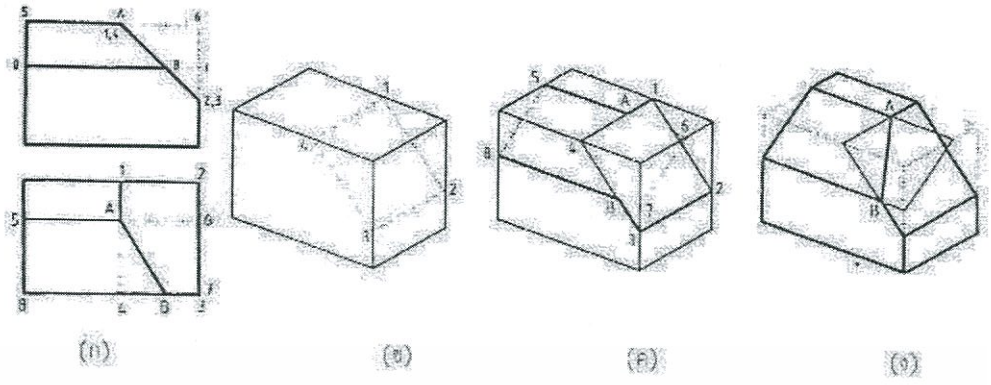
2.2.2.3.2 แบบทรงเหลี่ยมตัดเฉียง ลักษณะภาพของชิ้นงานแบบนี้ เส้นขอบของภาพของส่วนที่เฉียงจะไม่อยู่ในแนวแกนของภาพ แต่จะเอียงอยู่ตามสัดส่วนของการตัดนั้น ขั้นตอนในการเขียนแสดงไว้ในตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 แสดงการเขียนภาพไอโซเมตริกจากภาพฉายแบบทรงเหลี่ยมตัดเฉียง

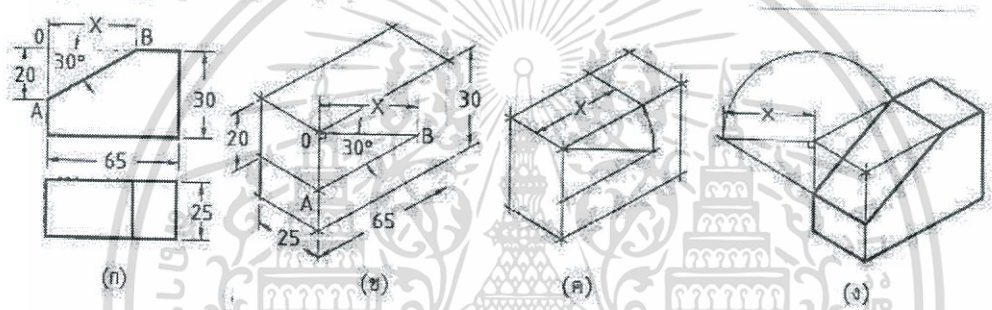
ภาพประกอบ	คำอธิบาย
	ขั้นตอนการเขียน 1. เขียนเส้นร่างกล่องสี่เหลี่ยมให้มีขนาดเท่ากับขนาดความกว้าง ความยาว และความลึกสูงสุดของชิ้นงาน จากนั้นกำหนดจุดเริ่ม และจุดท้ายของเส้นเอียงทั้งหมดแล้วลากเส้นต่อระหว่างจุดทั้งสองนั้น เช่น จุดที่ 1 กับจุดที่ 8 จุดที่ 2 กับจุดที่ 3 จุดที่ 4 กับจุดที่ 5 และจุดที่ 6 กับ จุดที่ 7 เป็นต้น 2. ลากเส้นต่อระหว่างเส้นเอียงตามลักษณะของชิ้นงาน คือระหว่างจุดที่ 1 กับจุดที่ 8 จุดที่ 2 กับจุดที่ 3 จุดที่ 4 กับจุดที่ 5 และจุดที่ 6 กับ จุดที่ 7 ซึ่งจะได้ภาพของผิวหน้าตัดเอียงดังภาพ จากนั้นลากเส้นของส่วนอื่นๆ และเขียนด้านที่เหลือให้ครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

147163

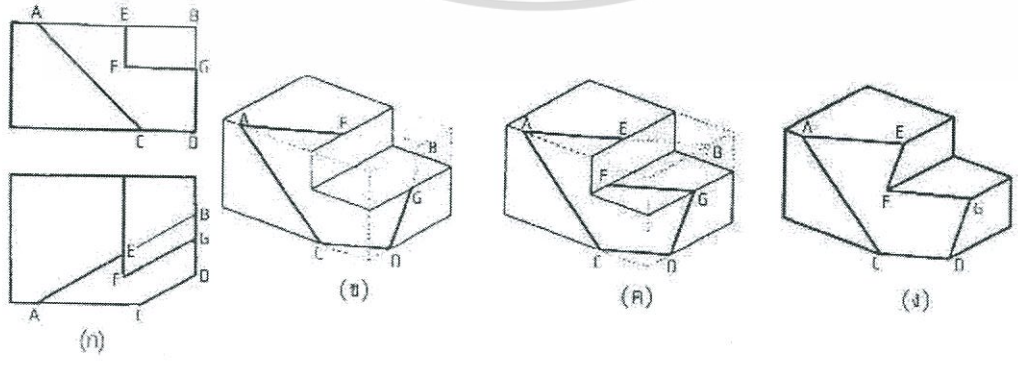


รูปที่ 2.11 แสดงขั้นตอนการเขียนไอโซเมตริกตัดเฉียง 2 ด้านตามแนวแกน



รูปที่ 2.12 แสดงขั้นตอนการเขียนภาพไอโซเมตริกตามมุมที่กำหนด

การเขียนภาพไอโซเมตริกตัดเฉียงตามมุมที่กำหนดนั้น เราไม่สามารถวัดมุมที่ต้องการลงบนภาพไอโซเมตริกได้ ทั้งนี้เพราะภาพเอียงมุมต่าง ๆ จะผิดไปจากขนาดจริงเสมอ ดังนั้นการเขียนจึงจำเป็นอาศัยสัดส่วนของด้านที่อยู่ระหว่างมุมเอียงมากำหนดเป็นองค์ประกอบในการสร้างมุมที่ต้องการ ดังตัวอย่างในรูปที่ 2.13

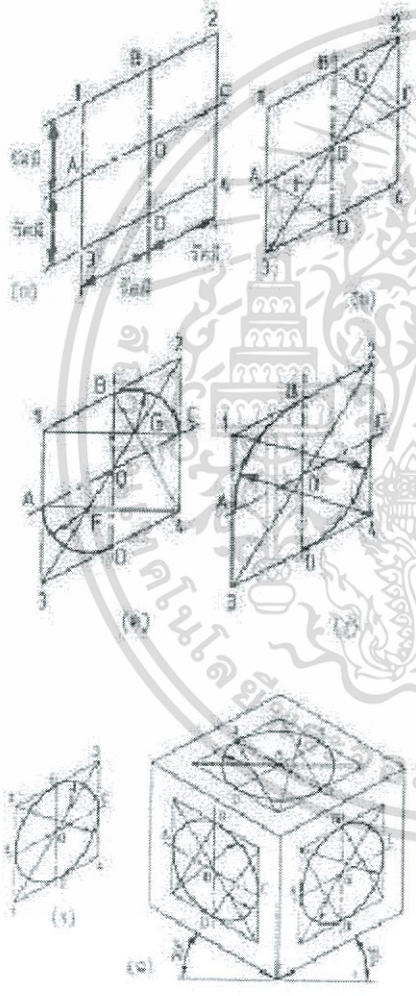


รูปที่ 2.13 แสดงการเขียนภาพไอโซเมตริกตัดเฉียงตามมุมของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

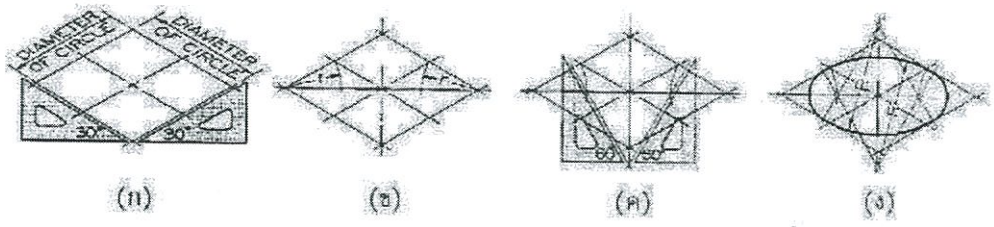
2.2.2.3.3 วงกลมภาพไอโซเมตริก ส่วนของชิ้นงานที่เป็นวงกลม เช่น รูหรือเพลา เมื่อเขียนเป็นภาพไอโซเมตริกส่วนเป็นวงกลมนั้นจะมองเห็นเป็นวงรี (Ellipse) ซึ่งการเขียนวงกลมสามารถทำได้ง่าย ส่วนการเขียนวงรีบนภาพไอโซเมตริกนั้นมีขั้นตอนยุ่งยากกว่า และมีวิธีการเขียนดังที่แสดงไว้ในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงการเขียนวงกลมบนภาพไอโซเมตริก

ภาพประกอบ	คำอธิบาย
	ขั้นตอนการเขียน 1. กำหนดจุดศูนย์กลางที่ 0 2. ลากเส้นผ่านศูนย์กลาง AC BD ผ่านจุดศูนย์กลางตามแนวแกนของภาพไอโซเมตริก 3. สร้างกล่องสี่เหลี่ยมโดยให้ด้านกว้างกับด้านยาวมีขนาดเท่ากันตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของวงกลม ซึ่งถ้าวัดจากจุดศูนย์กลางออกไปตามแนวแกนแล้วจะเท่ากับความยาวของรัศมีของวงกลมจนถึงจุด A, B, C และ D ตามลำดับ 4. ที่จุด A และ C ลากเส้นขนานกับเส้นผ่านศูนย์กลาง ED และจากจุด B และ D ให้ลากเส้นขนานกับผ่านศูนย์กลาง AC ซึ่งจะได้กรอบสี่เหลี่ยม 1-2-3-4 ดังภาพ(ข) 5.จากจุด A เขียนเส้นไปยังมุมป้าที่อยู่ตรงข้ามคือจุด Dและจากจุด B และ C โยงเส้นไปยังมุมป้านที่อยู่ฝั่งตรงข้ามซึ่งจะได้จุดตัดกันกับเส้นทแยงมุม 2 จุด คือจุด F และ G 6. ใช้จุด F และ G เป็นจุดศูนย์กลางสำหรับเขียนรัศมีโค้งเล็ก AD และ BC ตามลำดับ 7.ใช้จุด 1 และ 4 เป็นจุดศูนย์กลางสำหรับเขียนรัศมีโค้งเล็ก CD และ AB ให้ต่อกันอย่างสนิทกัน ส่วนโค้งเล็กทั้งสองซึ่งจะได้ภาพวงรีตามที่ต้องการ

หมายเหตุ : การเขียนวงรีด้วยวิธีที่กล่าวมานี้ สัดส่วนของวงรีที่ได้จะไม่ถูกต้องตามสัดส่วนของวงรีจริงแต่ก็อนุโลมให้ใช้ได้ เพราะสัดส่วนผิดไปไม่มาก

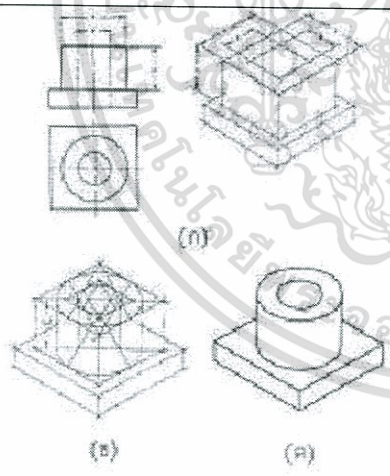
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



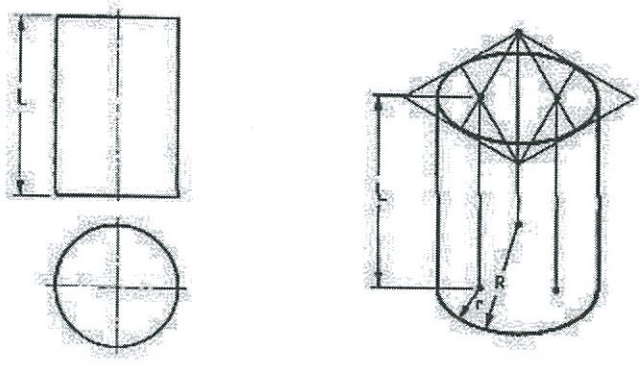
รูปที่ 2.14 แสดงการเขียนวงรีด้วยฉากสามเหลี่ยม

2.2.2.3.4 การเขียนวงรีด้วยวิธีการถ่ายจุดศูนย์กลาง การเขียนวงรีแต่ละวงนั้น โดยปกติจะต้องสร้างกรอบสี่เหลี่ยมขึ้นมาใหม่ทุกวง แต่ถ้าวงรีหลาย ๆ วงซ้อนกันและร่วมศูนย์กันอยู่ เราสามารถใช้วิธีการถ่ายจุดศูนย์กลางจากวงแรกไปเขียนวงที่ 2 หรือ 3 ได้ในกรณีที่วงรีนั้นมีขนาดเดียวกัน เช่นการเขียนทรงกระบอกตรง เป็นต้น ซึ่งจะทำให้การเขียนสะดวก รวดเร็วขึ้น

ตารางที่ 2.4 แสดงการเขียนวงรีด้วยวิธีการถ่ายจุดศูนย์กลาง

ภาพประกอบ	คำอธิบาย
	ขั้นตอนการเขียน 1. กำหนดจุดศูนย์กลาง A B และความสูง C โดยใช้ระยะห่างตามที่กำหนดในแบบงาน 2. สร้างกรอบสี่เหลี่ยมตามขนาดของวงกลมและร่างเส้นตามแนวดิ่ง 3. สร้างวงรีจากด้านบนสุดของภาพลงมา และถ้าวงรีใดมีขนาดเท่ากันก็อาศัยวิธีการถ่ายจุดศูรย์กลางดังภาพ(ค) 4. เขียนเส้นหนักทับเส้นให้ครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงการเขียนวงรีด้วยวิธีการถ่ายจุดศูนย์กลางของทรงกระบอก

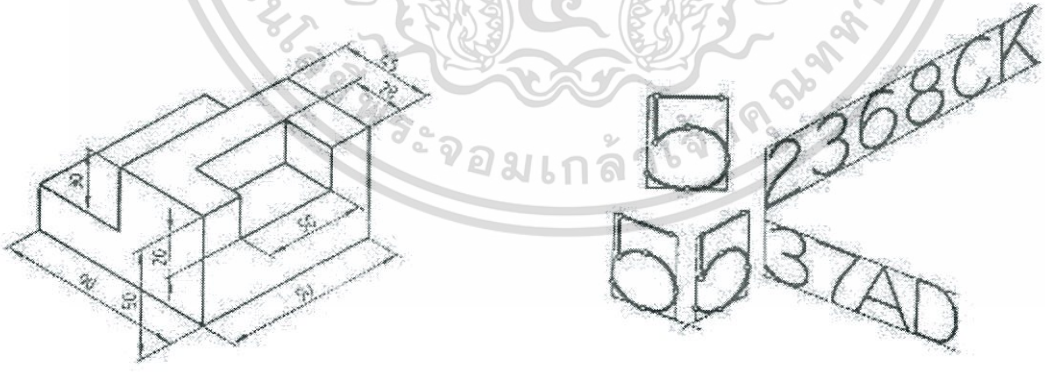
2.2.2.4 การบอกขนาดที่ภาพไอโซเมตริก

การบอกขนาดที่ภาพไอโซเมตริกมีหลักการดังนี้

2.2.2.4.1 ตัวเลขบอกขนาด จะต้องเขียนให้ตั้งฉากกับแนวดิ่งหรือแนวนอน และให้เอียงขนานไปกับแนวแกนของภาพไอโซเมตริกดังภาพที่ 6.16 และภาพที่ 6.18

2.2.2.4.2 เส้นบอกขนาดและเส้นช่วยบอกขนาด ให้เขียนเช่นเดียวกับภาพฉาย แต่ที่ภาพไอโซเมตริกจะลากเอียงไปตามแนวแกนเท่านั้น

2.2.2.4.3 หัวลูกศร การบอกขนาดต่าง ๆ ในภาพไอโซเมตริกนั้น ของหัวลูกศรให้เขียนเท่ากับการเขียนบนภาพฉายและมีลักษณะเอียงไปตามแนวแกนด้วย



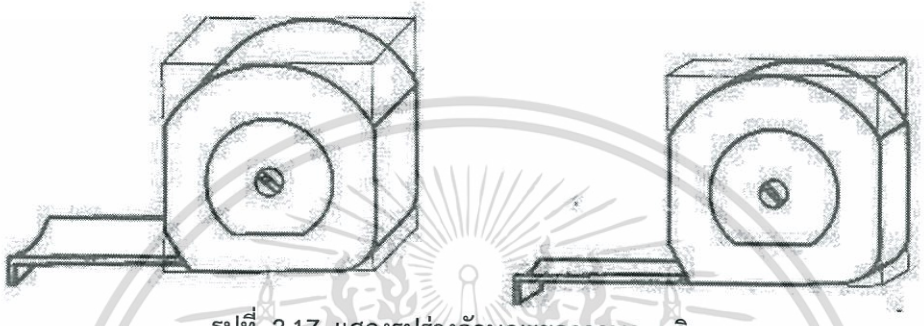
รูปที่ 2.16 แสดงการบอกขนาด และ แสดงการเขียนตัวเลขบอกขนาดที่ภาพไอโซเมตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การเขียนภาพออบลิก

2.2.3.1 ความหมายของภาพออบลิก

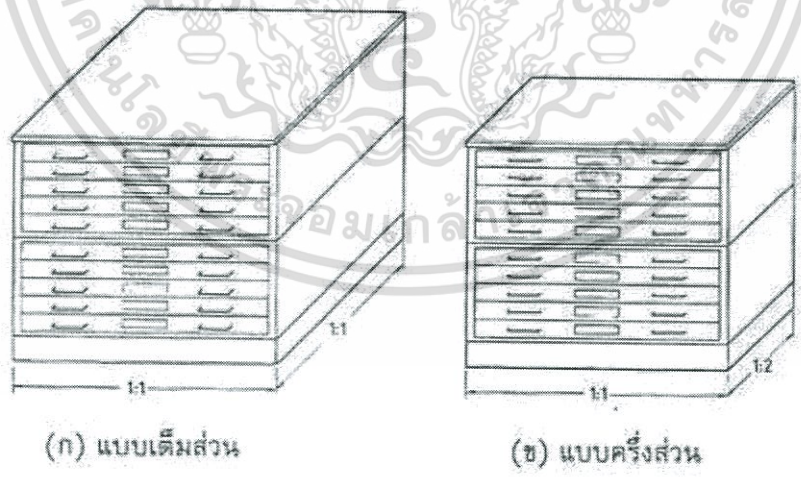
คำว่า “ออบลิก” (Oblique) แปลว่า เอียง เฉียงหรือทแยง ดังนั้นการเขียนภาพออบลิกจึงหมายถึง การเขียนภาพ 3 มิติ ที่เอียงเพียงด้านเดียว โดยจะเอียงเฉพาะด้านข้างเท่านั้น ส่วนด้านหน้า จะมองเห็นเป็นภาพฉายเต็มหน้า โดยมีสัดส่วนเป็น 1:1 กับชิ้นงานจริง เช่น วงกลม f 60 มม. เมื่อเขียนเป็นภาพด้านหน้าก็จะเห็นเป็นวงกลม f 60 มม. เป็นต้น



รูปที่ 2.17 แสดงรูปร่างลักษณะของภาพออบลิก

2.2.3.2 สัดส่วนภาพออบลิก

โดยทั่วไปภาพออบลิกจะมีมุมเอียงเท่าใดก็ได้แต่ต้องน้อยกว่า 90 องศา ซึ่งที่นิยมเขียนในงานเขียนแบบคือมุมเอียง 45 องศา ซึ่งลักษณะของภาพออบลิกที่นิยมเขียนมี 2 ลักษณะคือ แบบเต็มส่วน (Cavalier Oblique) และแบบครึ่งส่วน (Cabinet Oblique)



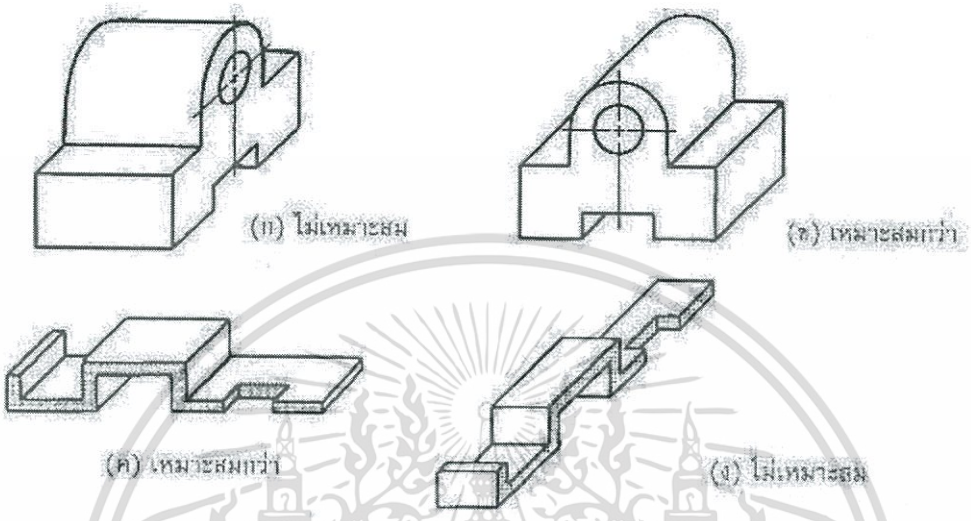
รูปที่ 2.18 แสดงชนิดของการเขียนภาพออบลิก

จากภาพที่ 2.20 ภาพออบลิกแบบเต็มส่วน จะมีสัดส่วนของด้านกว้าง : ยาว : หนา เป็น 1:1:1 ส่วนภาพออบลิกแบบครึ่งส่วน จะมีสัดส่วนทั้ง 3 ของด้านกว้าง : ยาว : หนา เป็น 1:1:0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.3 การจัดวางภาพออบลิก

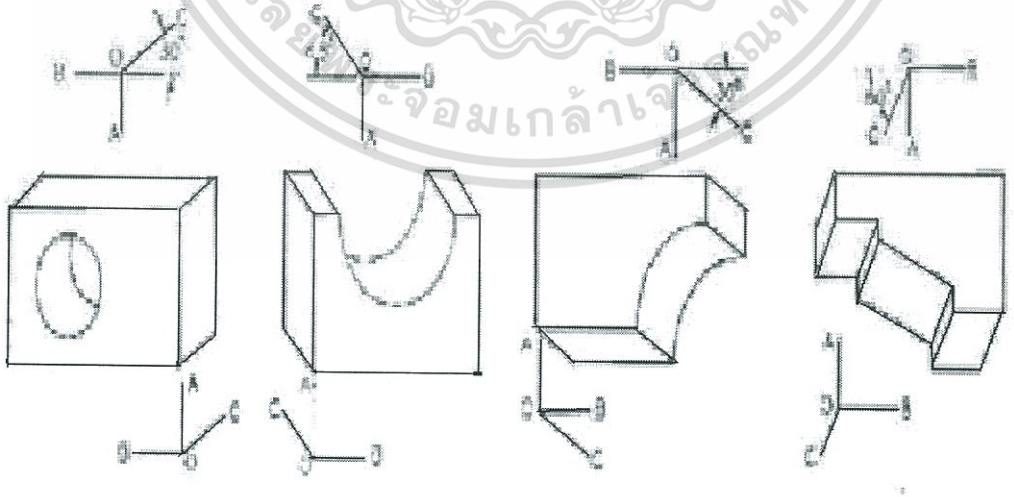
การเขียนภาพออบลิกจะต้องจัดวางภาพให้เหมาะสม ง่ายต่อการเขียนและมองภาพ โดยยึดหลักการที่ว่าให้เลือกด้านที่ชัดเจนและแสดงรายละเอียดมากที่สุดเป็นภาพด้านหน้าดังภาพที่ 6.21



รูปที่ 2.19 แสดงการเปรียบเทียบการจัดวางภาพที่เหมาะสมและไม่เหมาะสม

2.2.3.4 การวางตำแหน่งและทิศทางการเขียนภาพออบลิก

การวางตำแหน่งและทิศทางของแนวแกนในการเขียนภาพออบลิก สามารถทำได้ 4 ลักษณะคือ เอียงขวา เอียงซ้าย เอียงขวากลับข้าง และเอียงซ้ายกลับข้าง ดังตัวอย่างในภาพที่ 6.22



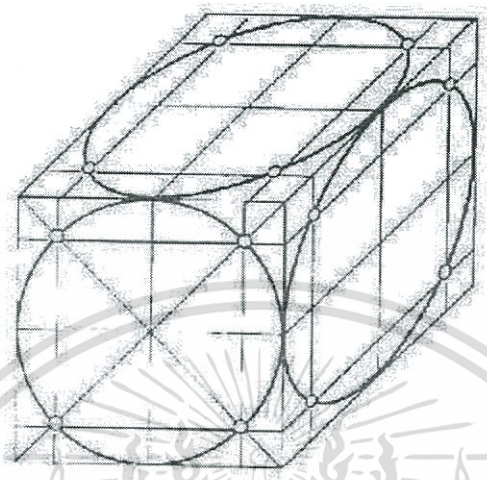
(ก)เอียงขวา (ข)เอียงซ้าย (ค)เอียงขวากลับข้าง (ง)เอียงซ้ายกลับข้าง

รูปที่ 2.20 แสดงการวางตำแหน่งและทิศทางของแนวแกนในการเขียนภาพออบลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

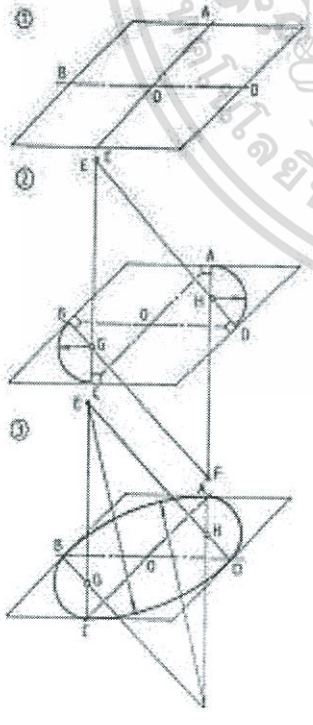
2.2.3.5 ขั้นตอนการสร้างวงรีบนภาพออบลิก

ในหัวข้อนี้จะยกตัวอย่างการเขียนภาพวงรีที่ด้านบนและด้านข้างขวาของภาพออบลิก



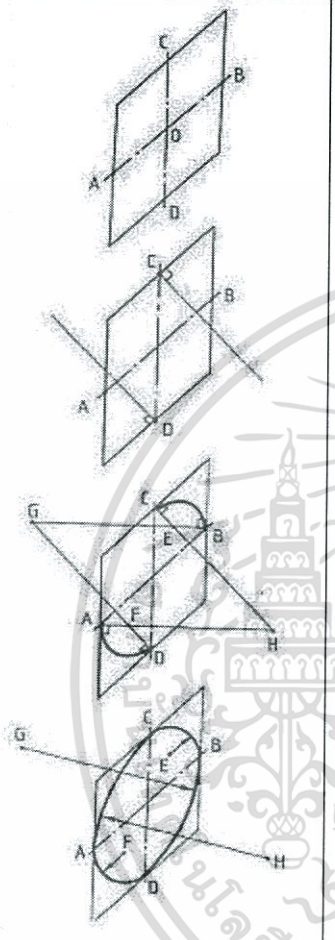
รูปที่ 2.21 แสดงลักษณะของวงรีบนภาพออบลิก

ตารางที่ 2.5 แสดงขั้นตอนการสร้างภาพวงรีที่ด้านบนของภาพออบลิก

ภาพประกอบ	คำอธิบาย
	ขั้นตอนการสร้าง 1.กำหนดจุดศูนย์กลาง O เขียนเส้นผ่านศูนย์กลางของวงรีตามแนวแกนของภาพคือแนวนอน(BD) และแนวเอียง(AC) 2.จากจุดศูนย์กลาง O กำหนดขนาด OA, OB, OC และOD ลงบนเส้นผ่านศูนย์กลาง โดยมีความยาวเท่ากับรัศมีของวงกลม 3.ที่จุด A, B, C และD ลากเส้นขนานกับแนวแกนจะได้กรอบสี่เหลี่ยม 4.ที่จุด A, B, C และD ลากเส้นตั้งฉากกับด้านทั้งสี่ของกรอบสี่เหลี่ยมซึ่งจะได้จุด E, F, G และ H 5. ใช้จุด G และH เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี BC และ AD เขียนส่วนโค้ง BC และ AD 6. ใช้จุด E และF เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี CD และBAเขียนส่วนโค้ง CD และBA ให้สัมผัสกับส่วนโค้ง BC และAD ซึ่งจะได้ภาพวงรีบนภาพออบลิกตามต้องการ

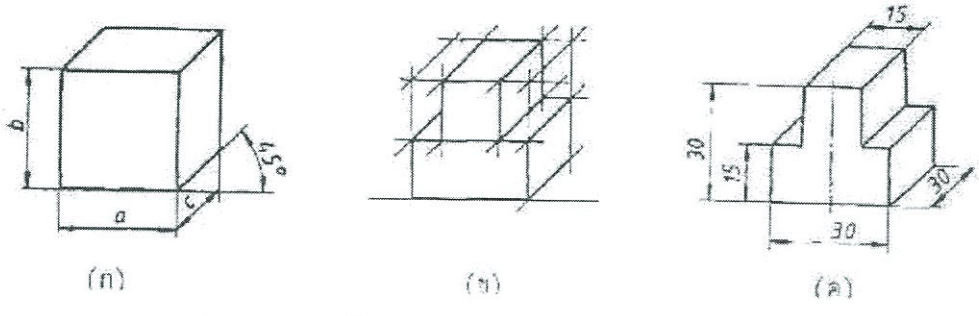
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 แสดงขั้นตอนการสร้างภาพวงรีที่ด้านข้างของภาพออบลิก

ภาพประกอบ	คำอธิบาย
	ขั้นตอนการเขียน 1. กำหนดจุดศูนย์กลาง O เขียนแส้นผ่านศูนย์กลางของวงรีตามแนวแกนของภาพคือแนวนอน และแนวเฉียง 2. สร้างภาพสี่เหลี่ยมขนมเปียกปูน ให้มีขนาดเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางของวงรี ซึ่งจะได้จุดตัด A, B, C และ D 3. ลากเส้นตรงให้ตั้งฉากกับเส้นศูนย์กลาง AB 4. ลากเส้นตรงให้ตั้งฉากกับเส้นศูนย์กลาง CD ซึ่งจำให้เกิดจุดตัด E, F และ G,H 5.ใช้จุด E เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี BC เขียนเส้นโค้ง BC 6.ใช้จุด F เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี AD เขียนเส้นโค้ง AD 7.ใช้จุด G เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี BD เขียนเส้นโค้ง BD 8.ใช้จุด H เป็นจุดศูนย์กลางรัศมี AC เขียนเส้นโค้ง AC

2.2.3.6 การบอกขนาดบนภาพออบลิก

การบอกขนาดบนภาพออบลิกนั้น มีหลักการเช่นเดียวกันกับการบอกขนาดบนภาพไอโซเมตริกและภาพฉายรวมกันดังตัวอย่างในรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.22 แสดงขั้นตอนการเขียนภาพออบลิกและการบอกขนาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพีแอลซี

คำนิยามโปรแกรมเมบิลคอนโทรลเลอร์หรือพีแอลซี เป็นระบบปฏิบัติการทางด้านดิจิตอล ออกแบบให้ใช้งานในอุตสาหกรรม ซึ่งในหน่วยความจำที่สามารถทำได้ในโปรแกรมคือการเก็บคำสั่งที่ผู้ใช้กำหนดขึ้น (User Program) พีแอลซีเป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตส (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Function) การออกแบบการทำงานของพีแอลซี จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้วพีแอลซี จะประด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid – State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและการตัดสินใจแบบลอจิกพีแอลซี ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม การใช้พีแอลซีสำหรับการควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบ กว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard – Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนขบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้พีแอลซี แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับขั้นตอนการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้วพีแอลซียังใช้ระบบโซลิด – สเตส ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิมการกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรพีแอลซีของแต่ละบริษัทจะ มีชื่อเรียกแตกต่างกันในแต่ละประเทศก็คือ

PC หรือ Programmable Controller เรียกกันในประเทศอังกฤษ

PLC หรือ Programmable Logic Controller เรียกกันในประเทศสหรัฐอเมริกา

PBS หรือ Programmable Binary System เรียกกันในกลุ่มประเทศสแกนดิเนเวีย

2.3.1 ความหมายของโปรแกรมเมบิลคอนโทรลเลอร์

เมื่อปี พ.ศ. 2511 บริษัท Genreal Motor ประเทศสหรัฐอเมริกา ได้คิดค้นอุปกรณ์ควบคุมแบบใหม่ เพื่อทดแทนวงจรไฟฟ้าแบบเดิมๆที่ใช้อยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมของบริษัท และในปี พ.ศ. 2512 พีแอลซีมีจำหน่ายในประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นแห่งแรก

โปรแกรมเมเบิลโลจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable Logic Controller) หรือ PLC เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรทำงานเรียงตามลำดับแบบอัตโนมัติ โดยภายในมี ไม่โครโพรเซสเซอร์ (Microprocessor) เป็นสมองสั่งการหรือซอฟแวร์ พีแอลซีจะมีอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ภายในตัวเองเช่นรีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับ อุปกรณ์เหล่านี้อยู่ในรูปของโปรแกรม ไม่มีตัวตนในรูปวัตถุ แต่จะปรากฏในรูปฟังก์ชั่น

PLC หรือ Programmable logic controller จะเป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการต่างซึ่งการทำงานเป็นแบบลอจิก

PC หรือ Programmable Controller จะรวมถึงการควบคุมที่มีสัญญาณเป็นแบบอนาล็อก

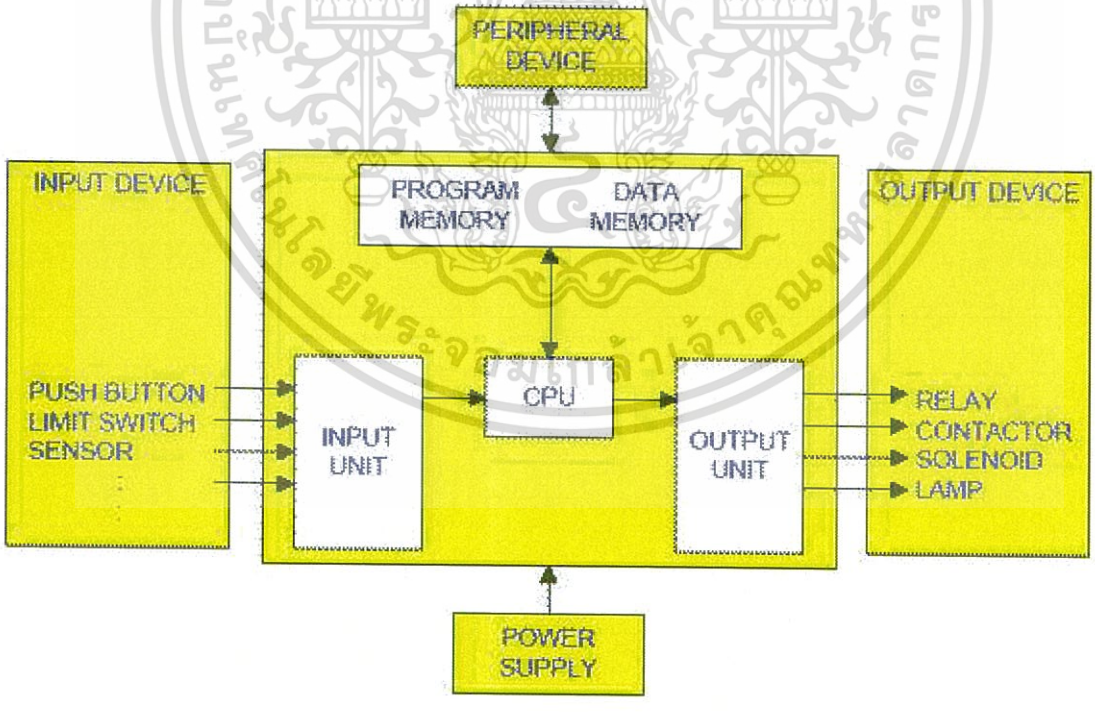
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมตำแหน่ง การควบคุมแบบ PID รวมทั้งการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอก

PLC มีขนาดเล็กกว่า PC หรือ PLC เป็นส่วนหนึ่งของ PC นั้นเอง เรียกสั้นๆว่า PLC หรือ PC เป็นเครื่องควบคุมที่สร้างและพัฒนามาจากความต้องการเครื่องควบคุมที่มีราคาถูก สามารถใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย โดยหลักการพื้นฐานแล้วตัวควบคุมนี้จะทำงานในลักษณะเลขฐานสอง (ON/OFF) ปัจจุบันพีแอลซีสามารถรับส่งสัญญาณอินพุตแบบต่อเนื่อง (อนาล็อก) ได้ ดังนั้นการเรียกว่า PC จึงเหมาะสมกว่า โดยตัดคำว่า Logic ออกไปแต่เพื่อไม่ให้เกิดการสับสนกับ PC (Personal Computer) ดังนั้นภายเอกสารเล่มนี้จะใช้คำว่า พีแอลซี แทนโปรแกรมเมเบิลคอมโทรลเลอร์

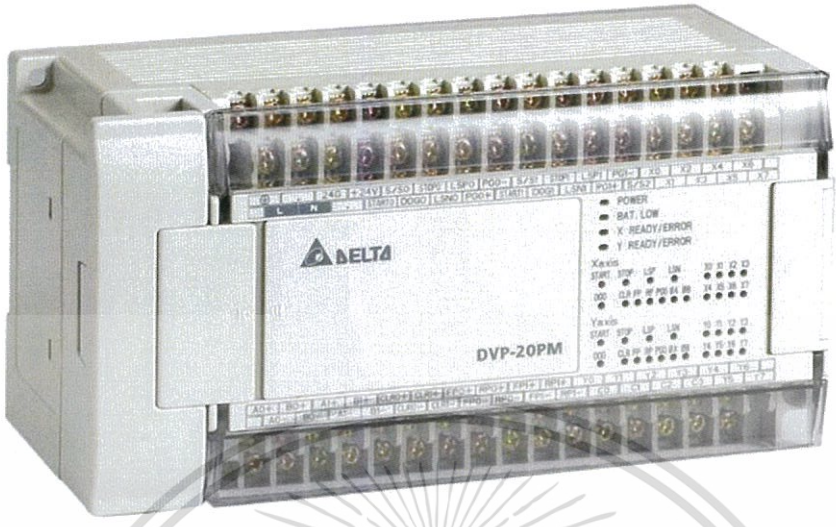
2.3.2 โครงสร้างของพีแอลซี

พีแอลซี เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม ประกอบด้วยหน่วยอินพุต หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยอินพุต/เอาท์พุต หน่วยความจำ หน่วยติดต่อกับระบบภายนอก แหล่งจ่ายไฟ พีแอลซีที่มีขนาดเล็กจะมีส่วนประกอบอยู่รวมในเครื่องเดียวกัน แต่ถ้าเป็นพีแอลซีขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อย ดังรูป

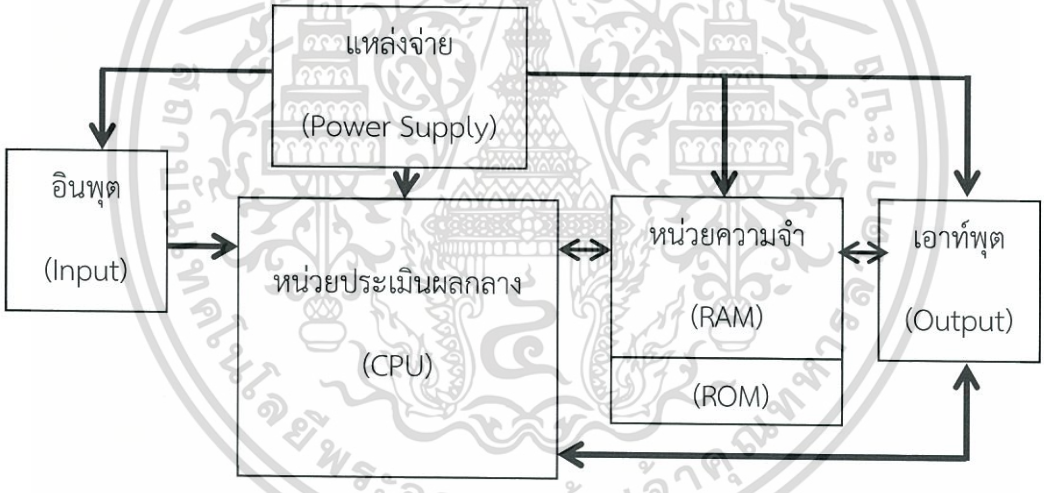


รูปที่ 2.23 โครงสร้างและส่วนประกอบของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ตัวอย่างพีแอลซี

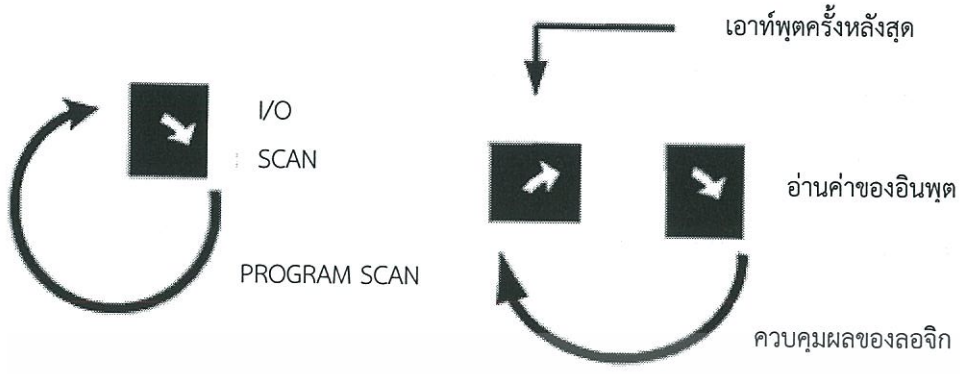


รูปที่ 2.25 โครงสร้างของซีพียู

2.3.2.1 หน่วยประมวลผล

หน่วยประมวลผลทำหน้าที่ในการทำงานทั้งหมดของระบบโดยรับข้อมูลอินพุตเข้ามาทำงานในการประมวลผลโปรแกรมคำสั่ง สั่งใช้งานแล้วส่งออกไปเอาท์พุต หลังจากนั้นก็จะวนกลับไปรับข้อมูลอินพุตเข้ามาแล้วจะทำซ้ำในลักษณะนี้เรื่อยไป โดยการทำงานของซีพียูในแต่ละรอบการทำงานจะเรียก ไซเคิลทามหรือสามารถเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าการแสกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 การแสกนที่มีผลตอบสนองต่ออินพุตและเอาท์พุต

2.3.2.2 หน่วยความจำ

เป็นองค์ประกอบสำคัญของระบบเพราะเป็นตัวที่ใช้เก็บโปรแกรมและข้อมูลขนาดของหน่วยความจำเป็นสิ่งที่กำหนดความสามารถของระบบและหน่วยความจำที่นิยมนำมาใช้กับซีพียูในปัจจุบันคือ หน่วยความจำแบบ รอม, แรม, อีพรอม และอีอีพรอม

2.3.2.2.1 หน่วยความจำถาวร เป็นหน่วยความจำถาวรที่ใช้กับโปรแกรม หน่วยความจำแบบนี้ใช้อ่านอย่างเดียวไม่สามารถเขียนโปรแกรมเข้าไปได้

2.3.2.2.2 หน่วยความจำชั่วคราว เป็นหน่วยความจำสำหรับโปรแกรมสั่งงานหรือควบคุมโดยผู้ใช้ป้อนให้กับพีแอลซี และสามารถลบข้อมูลได้เพื่อนำโปรแกรมใหม่เข้าไปเก็บไว้ได้

2.3.2.2.3 หน่วยความจำเป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ประเภทไอซี ใช้สำหรับเก็บโปรแกรมที่มีการพัฒนาจรใช้การได้ดี แล้วต้องการเก็บไว้เป็นโปรแกรมถาวร และในการอัดโปรแกรมจะทำได้โดยการถ่ายข้อมูลจากหน่วยความจำแรม ลงสู่หน่วยความจำ อีพรอม โดยอาศัยเครื่องอัดโปรแกรมชนิดพิเศษ ซึ่งจะทำให้ได้โปรแกรมที่เป็นหน่วยความจำถาวรและพรอมที่จะทำการติดตั้งลงใน หน่วยประมวลผลกลาง เพื่อให้พีแอลซีทำงานตามโปรแกรมที่บรรจุอยู่ในหน่วยความจำประเภทนี้ โปรแกรมนี้จะไม่มีการสูญหาย แต่ถ้ามีความจำเป็นที่จะลบโปรแกรมภายในก็สามารถทำได้ โดยการใช้เครื่องล้างโปรแกรม โดยใช้แสงอัลตร้าไวโอเลต

2.3.2.2.4 หน่วยความจำอีอีพรอม เป็นหน่วยความจำที่สามารถได้รับการพัฒนามาจากข้อเสียของหน่วยความจำแรมและอีพรอม สามารถถ่ายโอนโปรแกรมจากหน่วยความจำแรม ลงสู่หน่วยความจำอีอีพรอมหรือจากหน่วยความจำอีอีพรอมลงสู่หน่วยความจำแรมได้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 หน่วยอินพุต-เอาท์พุต

2.3.2.3.1 หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ด้านอินพุตภายนอก เช่น สวิตช์และตัวตรวจจับต่างๆ แล้วแปลงชนิดสัญญาณอินพุตภายนอก ไม่ว่าจะเป็น กระแสตรงและกระแสสลับให้ สัญญาณที่เหมาะสม เพื่อส่งเข้าไปให้แก่หน่วยประมวลผลกลาง

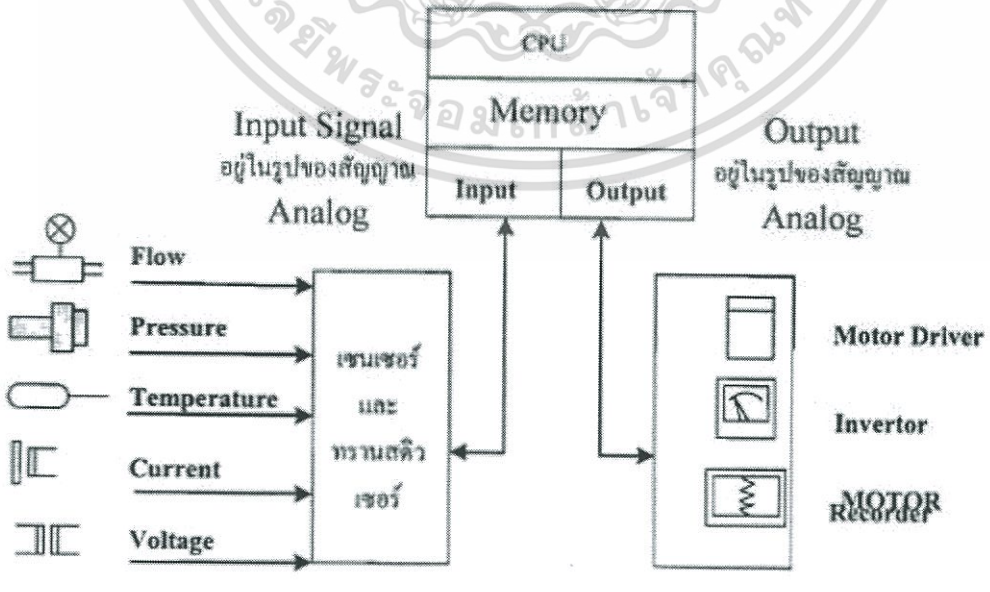
2.3.2.3.2 หน่วยเอาท์พุต ซึ่งทำหน้าที่ในการรับค่าสภาวะ ที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลเพื่อนำค่าสภาวะต่างๆ ไปควบคุมอุปกรณ์ทางด้านอินพุตภายนอก เช่นรีเลย์ โซลินอยด์ มอเตอร์ หน่วยเอาท์พุตของพีแอลซี จะมีอยู่ด้วยกันหลายแบบผู้ใช้ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องกับลักษณะของงาน เช่น เอาท์พุตแบบรีเลย์และเอาท์พุตแบบอิเล็กทรอนิกส์ เช่น ไทรแอก ทรานซิสเตอร์ เป็นต้น

.3.2.4 แหล่งจ่ายไฟ

แหล่งจ่ายทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณจากแหล่งจ่ายไฟภายนอก เช่น 100 ถึง 240V ไฟฟ้ากระแสสลับ หรือ 24V ไฟฟ้ากระแสตรง ให้เป็นแรงดัน 5V สำหรับจ่ายไฟให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในหน่วยประมวลผลอินพุต/เอาท์พุตหรืออุปกรณ์อื่นๆ ที่ประกอบใช้ในพีแอลซี การทำงานของวงจรภายในแหล่งจ่ายไฟ จะเป็นแบบวงจรสวิตช์ชิ่ง ทำให้สามารถจ่ายกระแสให้ภาระคงที่ นอกจากนี้ยังผลิตแรงดัน 24V ไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อจ่ายกำลังไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์อินพุต/เอาท์พุตภายนอกของพีแอลซี เช่น สวิตช์และเซนเซอร์ต่างๆ เป็นต้น

2.3.2.5 อุปกรณ์ต่อร่วม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อร่วมกับพีแอลซีมีอยู่หลายอย่าง เพื่อความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรมและเขียนโปรแกรมประเภทและหน้าที่ของอุปกรณ์ต่อร่วม



รูปที่ 2.27 การต่ออุปกรณ์อื่นใช้งานร่วมกับพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 อุปกรณ์อินพุต/อุปกรณ์เอาท์พุตภายนอก

2.3.3.1 อุปกรณ์อินพุต (Input Devices)

พีแอลซีได้มีการพัฒนาให้มีความสามารถและประสิทธิภาพสูงขึ้น สามารถรับสัญญาณได้ทั้งสัญญาณในรูปแบบ ON/OFF และสัญญาณอนาล็อกที่เป็นสัญญาณมาตรฐานต่างๆ เช่น 4-20mA และ 1-5V, 0-10V ซึ่งอุปกรณ์อินพุตที่ให้สัญญาณได้แก่ สวิตช์, สวิตช์ลำแสง, ลิมิตสวิทช์, พร็อกซิมิตี้สวิตช์, เซนเซอร์การไหล (Flow Sensor), เซนเซอร์ระดับ (Level Sensor), เซนเซอร์ความดัน (Pressure Sensor), เซนเซอร์อุณหภูมิ (Temperature Sensor)

รูปที่ 2.28 สวิตช์ลำแสง (Photo Switch)

รูปที่ 2.29 ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

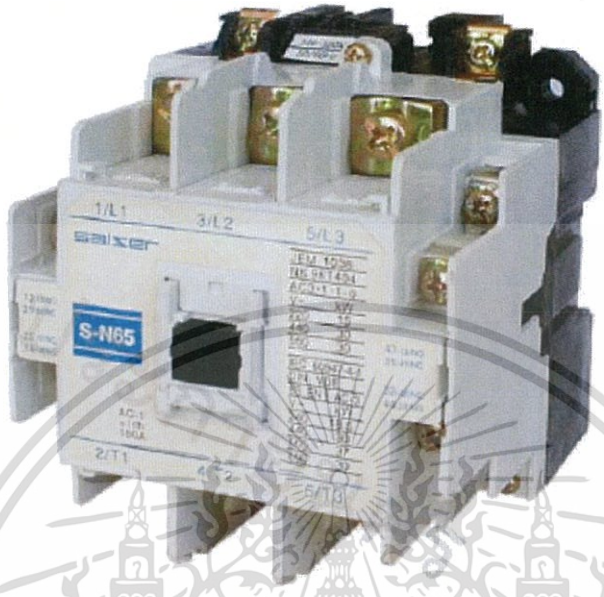
รูปที่ 2.30 สวิตช์ (Switch)

2.3.3.2 อุปกรณ์เอาท์พุต (Output Device)

อุปกรณ์เอาท์พุตเป็นอุปกรณ์ที่จะต้องทำการขยายสัญญาณก่อนที่จะต่อใช้งานกับอุปกรณ์ในการทำงานหรือโหลดที่ใช้กำลังฟ้าสูงๆ เช่น มอเตอร์ ฮีตเตอร์ กระบอกสูบในระบบนิวเมติกส์ เนื่องจากว่าในส่วนเอาท์พุตของพีแอลซี ไม่ว่าจะเป็นแบบรีเลย์หรือทรานซิสเตอร์นั้นทีความสามารถที่จะจ่ายหรือทนกระแสไฟฟ้าได้น้อยดังนั้นจึงต้องมีการนำอุปกรณ์เอาท์พุตมาต่อร่วมด้วย ได้แก่ รีเลย์ คอนแทคเตอร์ โซลินอยด์วาล์ว หลอดไฟ และคอนโทรลวาล์ว

รูปที่ 2.31 รีเลย์

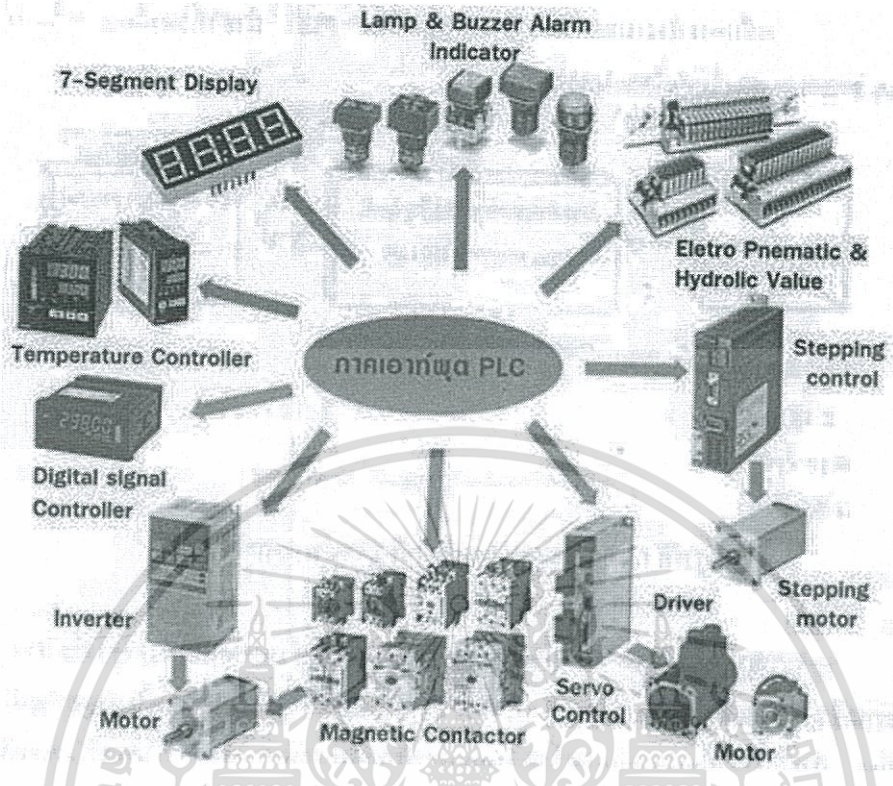
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



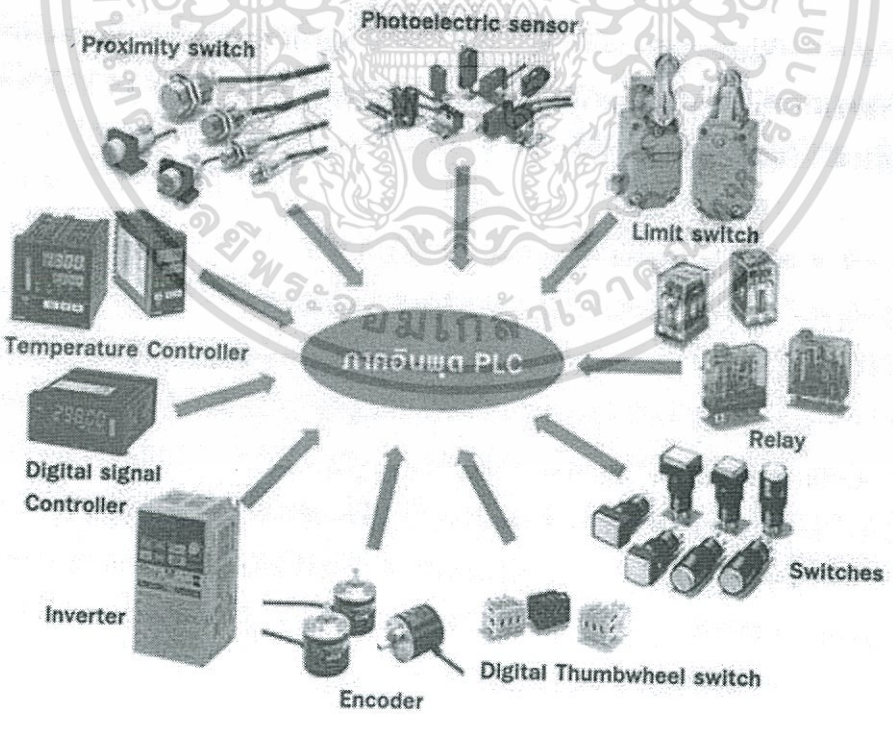
รูปที่ 2.32 แมกเนติก คอนแทคเตอร์

รูปที่ 2.33 ส่วนประกอบของแมกเนติก คอนแทคเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34 ตัวอย่างอุปกรณ์เอาท์พุต



รูปที่ 2.35 แสดงอุปกรณ์รับสัญญาณด้านอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ขั้นตอนการใช้พีแอลซี

2.3.4.1 กำหนดเป้าหมายในการควบคุมให้ชัดเจน

การควบคุมในงานอุตสาหกรรมต้องกำหนดเป้าหมายให้ชัดเจน และมีขอบเขตในการใช้งานพีแอลซีสำหรับการควบคุมเครื่องจักร ระบบการควบคุมต่างๆ ตลอดถึงกระบวนการในงานอุตสาหกรรม ต้องคำนึงถึงความต้องการของผู้ใช้ ลักษณะของสัญญาณอินพุต/เอาท์พุตที่ใช้ คำนึงถึงการต่อเติมระบบใหม่และการปรับปรุงระบบเก่า

2.3.4.2 การออกแบบระบบควบคุม

ศึกษาขั้นตอนการทำงานของระบบและกำหนดขอบเขตการทำงานของพีแอลซีในระบบ ควรพิจารณาการทำงานของระบบเป็น Cycle และทำการบันทึกลำดับขั้นตอนการทำงานของระบบโดยใช้ Timing Diagram หรือ Flow Chart

2.3.4.3 การเลือกใช้พีแอลซี

เลือกใช้พีแอลซีให้เหมาะสมกับงานและระบบควบคุม สิ่งสำคัญอีกประการหนึ่งคือประสิทธิภาพหรือขีดความสามารถของพีแอลซีได้แก่

2.3.4.3.1 ความสามารถในการขยายจำนวนอินพุต/เอาท์พุต เพื่อนำไปใช้งานตลอดจนถึงการขยายการทำงานในอนาคตข้างหน้า

2.3.4.3.2 ความเหมาะสมของจำนวน ขนาดและชนิดของหน่วยความจำตามโปรแกรมที่ใช้

2.3.4.3.3 ภาษาและคำสั่งพิเศษที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมต้องเลือกที่ใช้เขียนได้ง่าย ประหยัดหน่วยความจำ ไม่ซับซ้อน และมีประสิทธิภาพในการเขียนโปรแกรมได้ดี

2.3.4.3.4 ความสามารถในการต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์

2.3.4.3.5 มีฟังก์ชั่นพิเศษให้เลือกในกรณีที่ระบบใหญ่

2.3.4.3.6 มีความเชื่อถือของผลิตภัณฑ์และมีคุณภาพมาตรฐาน

2.3.4.3.7 อุปกรณ์ที่ใช้สามารถเชื่อมโยงและทำงานร่วมกันได้ และสามารถรองรับการขยายระบบในอนาคต

2.3.4.3.8 การบริการหลังการขาย ให้คำปรึกษา ฝึกอบรมให้ข้อมูลทางเทคนิค

2.3.4.4 การจัดหรือกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์

การจัดหรือกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์เป็นการกำหนดตำแหน่งอินพุต/เอาท์พุต อุปกรณ์ภายในต่างๆของพีแอลซี ผู้เขียนโปรแกรมจะต้องทำตารางบันทึกตำแหน่งอินพุต/เอาท์พุต อุปกรณ์ภายใน บอกความหมาย และหน้าที่ในการทำงาน การกำหนดตำแหน่งของอินพุต/เอาท์พุตขึ้นอยู่กับพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.5 การจัดการออกแบบเขียนโปรแกรม

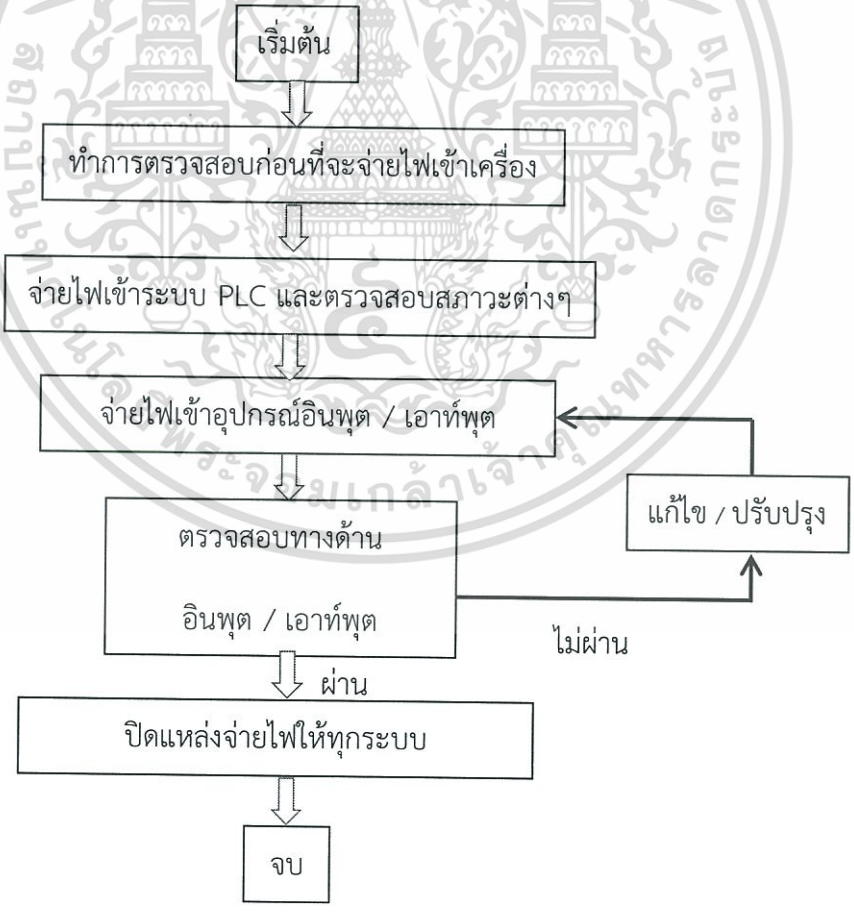
ศึกษาระบบควบคุม ศึกษาคำสั่งโปรแกรมลำดับขั้นตอนการทำงานเป็นขั้นตอนอย่างเป็นระบบ วางแผนระบบการทำงาน ทำการเขียนโปรแกรมตามขั้นตอนที่กำหนด

2.3.4.6 ป้อนโปรแกรมเข้าเครื่องพีแอลซี

ป้อนโปรแกรมตามขั้นตอนที่กำหนด แล้วป้อนลงในหน่วยความจำ RAM ตรวจสอบโปรแกรมที่ทำการป้อนอีกครั้งเพื่อความถูกต้อง

2.3.4.7 ทำการทดสอบและแก้ไข

ตรวจสอบการทำงานของโปรแกรมว่าถูกต้องหรือไม่ เป็นไปตามเงื่อนไขที่ได้กำหนดไว้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยไม่ต่อกับงานจริงหากมีข้อผิดพลาดให้ทำการแก้ไขให้สมบูรณ์หลังจากที่ได้ติดตั้ง และต่อสายเข้าระบบพีแอลซีเรียบร้อย ควรจะตรวจสอบความถูกต้องของการทำงานของระบบโดยวิธีการดังแสดงต่อไปนี้



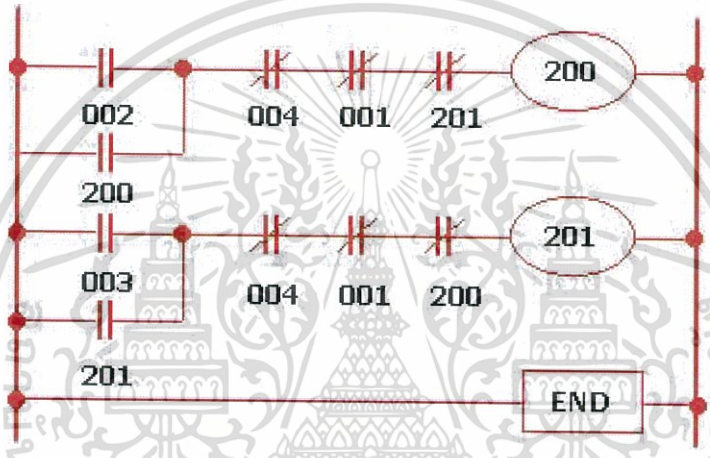
รูปที่ 2.36 โฟชาร์ทแสดงลำดับขั้นตอนการทดสอบการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5 ภาษาที่ใช้เขียนพีแอลซี

2.3.5.1 แลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram : LD)

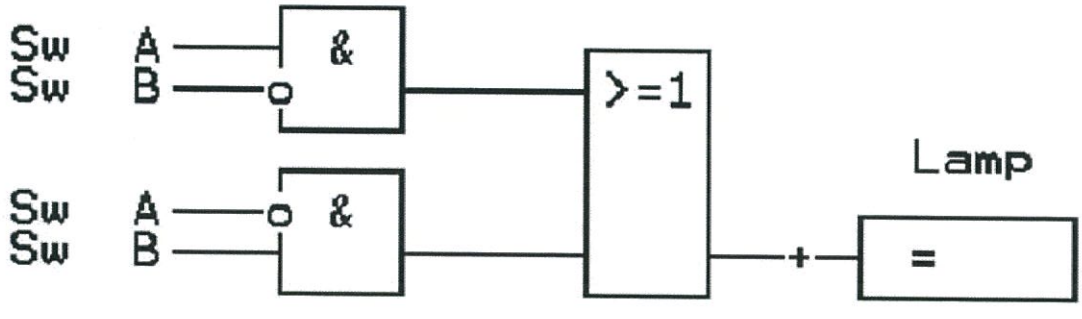
เป็นภาษาที่ถูกเขียนอยู่ในรูปกราฟิก ซึ่งมีรากฐานมาจากวงจรรีเลย์และวงจรไฟฟ้า โดยที่แลดเดอร์ไดอะแกรมนั้นจะประกอบไปด้วยราง (Rail) ทั้งทางด้านซ้ายและขวาของไดอะแกรม เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่อสัญญาณของอุปกรณ์อินพุต ซึ่งอยู่ในรูปของสวิตช์ หน้าสัมผัสผ่านไปยังสัญญาณเอาท์พุตซึ่งอยู่ในรูปของขดลวด คอยล์ หรือฟังก์ชั่นปฏิบัติการต่างๆ โดยเขียนโปรแกรมจะเริ่มจากด้านซ้ายไปด้านขวา



รูปที่ 2.37 จำลองสภาวะการทำงานของแลดเดอร์ไดอะแกรม

2.3.5.2 ฟังก์ชั่นบล็อกไดอะแกรม (Function Block Diagram : FBD)

เป็นภาษาที่แสดงถึงฟังก์ชั่นของบล็อกในรูปของกราฟฟิกส์และทำการเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายโดยที่ฟังก์ชั่นบล็อกไดอะแกรมมีรากฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม จึงเหมาะสำหรับผู้ที่มีพื้นฐานความรู้ด้านอิเล็กทรอนิกส์



รูปที่ 2.38 จำลองสภาวะการทำงานฟังก์ชั่นบล็อกไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.5.3 อินสตักช์ชันลิสท์ (Instruction List : IL)

เป็นภาษาที่ถูกเขียนให้อยู่ในรูปของข้อความ ซึ่งจะมีรูปแบบคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี หรือคล้ายกับภาษาเครื่อง สำหรับรูปแบบภาษาอินสตักช์ชันลิสท์นี้จะประกอบไปด้วยตัวปฏิบัติการและตัวที่ถูกดำเนินการ ดังนั้นจึงเหมาะสำรับผู้ที่มีความเชี่ยวชาญทางด้านภาษาเครื่องโดยตรง

Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	OR	00001
00002	LD	00002
00003	OR NOT	00003
00004	AND LD	

รูปที่ 2.39 จำลองสภาวะการทำงานของอินสตักช์ชันลิสท์

2.3.6 การบำรุงรักษา

2.3.6.1 รักษาอุปกรณ์ต่างๆให้สะอาดปราศจากฝุ่นละออง เพื่อช่วยในการระบายความร้อยและป้องกับการลัดวงจร

2.3.6.2 หมั่นตรวจสอบจุดเชื่อมต่อต่างๆ อยู่เสมอโดยเฉพาะจุดต่อที่ได้รับการสั่นสะเทือนจากเครื่องจักร

2.3.6.3 หลีกเลี่ยงการวางอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆทิ้งไว้บนอุปกรณ์ควบคุม

2.3.7 ข้อดีของการสร้างระบบควบคุมด้วยพีแอลซี

2.3.7.1 ทำให้ขนาดของระบบควบคุมเล็กลง ภายในพีแอลซีจะใช้อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์และซอฟต์แวร์แทน รีเลย์ ตัวตั้งเวลา ตัวนับจำนวนและองค์ประกอบของวงจรซีเคว็นซ์อื่นๆอีกมาก ซึ่งจำนวนของอุปกรณ์ต่างๆเหล่านี้จะอยู่ในรูปของซอฟแวร์โดยไม่ขึ้นตรงกับขนาดของพีแอลซี

2.3.7.2 ใช้โปรแกรมแทนการเดินสายไฟ ระบบควบคุมที่เป็นวงจรรีเลย์นั้นจะต้องมีการเดินสายระหว่างรีเลย์และอุปกรณ์ต่างๆเพื่อประกอบกันเป็นวงจรการควบคุม แต่ระบบควบคุมที่เป็นพีแอลซีจะใช้โปรแกรมซึ่งแสดงเป็นรูปวงจรเขียนลงในหน่วยความจำจึงไม่มีการเดินสายระหว่างอุปกรณ์ให้เกิดความยุ่งยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7.3 เปลี่ยนวงจรและขยายระบบได้ง่าย โปรแกรมในพีแอลซีสามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขได้ง่าย และถ้าต้องการการขยายระบบก็สามารถทำได้โดยง่ายเช่นกัน

2.3.7.4 ลดเวลาในการออกแบบและสร้าง พีแอลซีจะเป็นเครื่องควบคุมที่เป็นมาตรฐานสามารถประกอบใส่ตู้ควบคุมได้รวดเร็ว การออกบบวงจรและการเขียนโปรแกรมทำได้รวดเร็ว นอกจากนั้นยังสามารถทดสอบวงจรโดยทดลองในพีแอลซี ทำให้การทำสอบวงจรเป็นไปได้อย่างรวดเร็ว

2.3.7.5 พีแอลซีมีเสถียรภาพการทำงานดีกว่ารีเลย์ ชิ้นส่วนภายในของพีแอลซี จะเป็นจำพวก Solid State โดยวงจรควบคุมจะไม่มีการเดินสายอย่างเช่น รีเลย์จึงไม่มีปัญหาเรื่องสายไฟขาด หน้าสัมผัสหลวม หน้าสัมผัสไม่ดี นอกจากนั้นในพีแอลซียังมีโปรแกรมที่สามารถทอสดอบตัวเองได้อีกด้วย

2.3.7.6 มีหน่วยอินพุต เอาท์พุตหลายแบบ ในปัจจุบันมีหน่วยอินพุต เอาท์พุตหลายแบบสามารถเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของงานเช่น อินพุตแบบหน้าสัมผัส อินพุตแบบแรงดันไฟ เอาท์พุตแบบรีเลย์ เอาท์พุตแบบทรานซิสเตอร์ และอินพุต เอาท์พุตแบบอนาล็อก เป็นต้น

2.3.7.7 สามารถติดต่อกับอุปกรณ์สนับสนุนภายนอก ในปัจจุบันพีแอลซีได้ถูกพัฒนาและออกแบบให้มีความสามารถในการติดต่อสื่อสารกับอุปกรณ์ภายนอกอย่างอื่นได้อย่างสะดวกเช่น เครื่องพิมพ์ เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

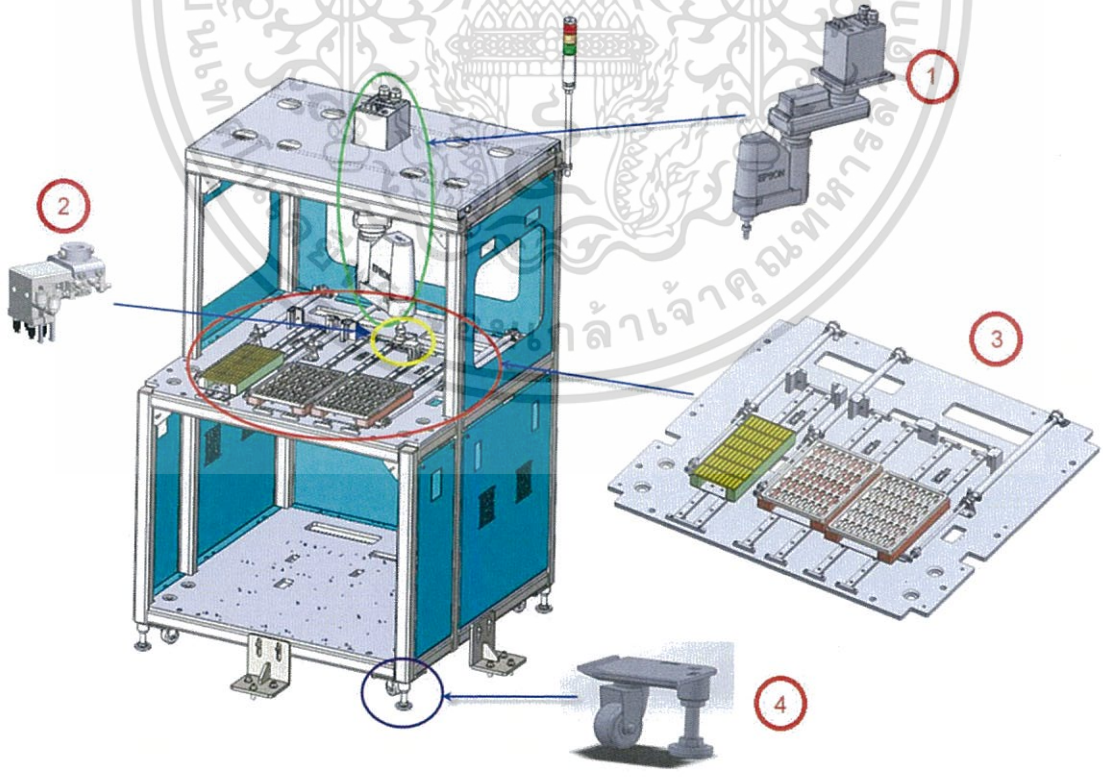
เนื่องจากงานที่สหกิจศึกษาได้รับมอบหมายงานทั้งหมด 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นการออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ และ ส่วนปรับปรุงโปรแกรมพีแอลซี สำหรับเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติรุ่นใหม่ จึงจะขอแบ่งหัวข้อหลักๆออกเป็น 2 ส่วน ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

3.1 การออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์

3.2 การ wiring และการปรับปรุงโปรแกรมพีแอลซี

3.1 การออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์

3.1.1 ศึกษาโครงสร้างเครื่องจักรของเดิม



รูปที่ 3.1 โครงสร้างเดิมของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างหลักของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติจะแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ได้แก่

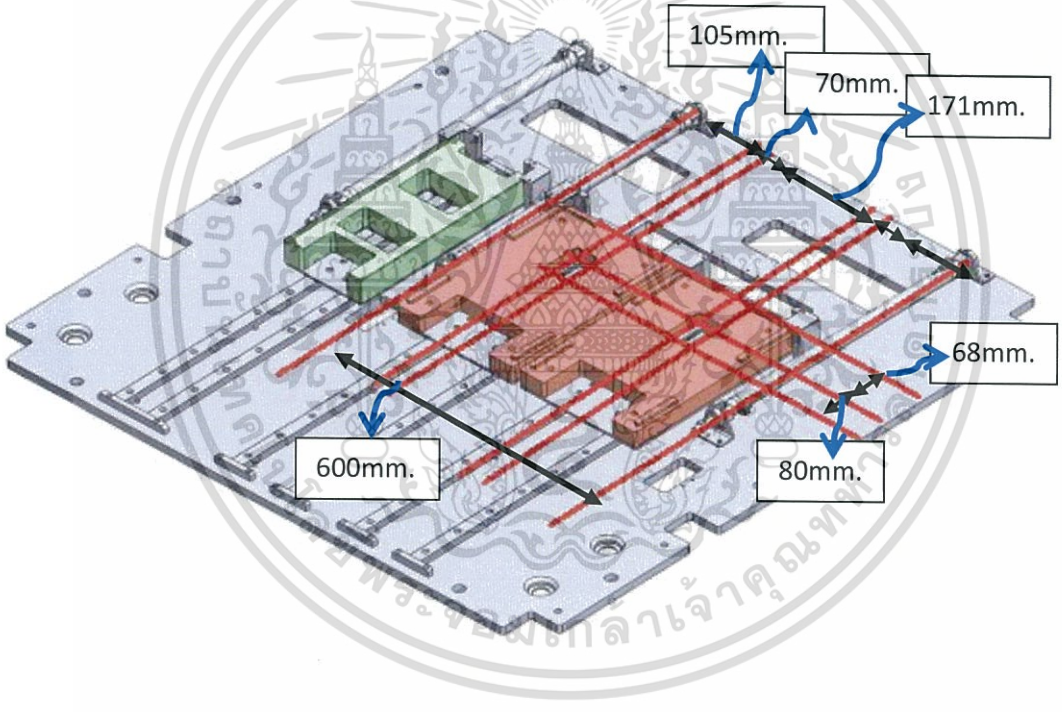
3.1.1 โรบอทที่ใช้ ยี่ห้อ Epson รุ่น RC150

3.1.2 ส่วนหัว Gripper ที่ใช้หยิบอุปกรณ์คอนเนคเตอร์

3.1.3 บริเวณส่วนโหลด (Load) ชิ้นงาน

3.1.4 บริเวณฐานเครื่องจักร

โดยบริเวณที่เป็นส่วนของถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ อยู่ในบริเวณที่ 3 ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้โหลดงานเข้าเครื่องจักร โดยพื้นที่ที่สามารถใช้ในการออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ได้ มีระยะดังภาพที่ 3.2



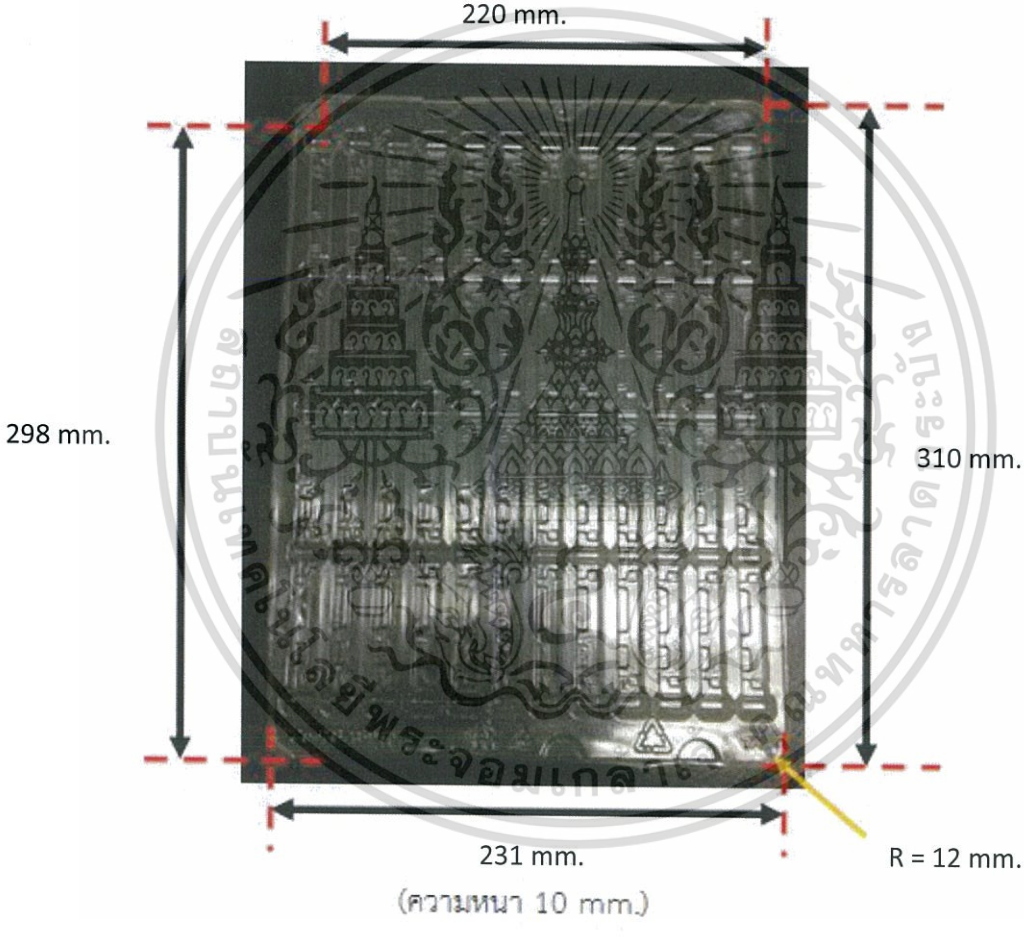
รูปที่ 3.2 ระยะที่สามารถใช้งานได้ของการออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 ศึกษาขนาดและลักษณะของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์

อุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่ทางบริษัทแคล - คอมพ์ อิเล็คโทรนิคส์ (ประทศไทย) จำกัด (มหาชน) เลือกใช้มีอยู่ด้วยกัน 3 บริษัทผู้จัดจำหน่าย โดยฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 บริษัทผู้จัดจำหน่าย โดยมีลักษณะดังนี้

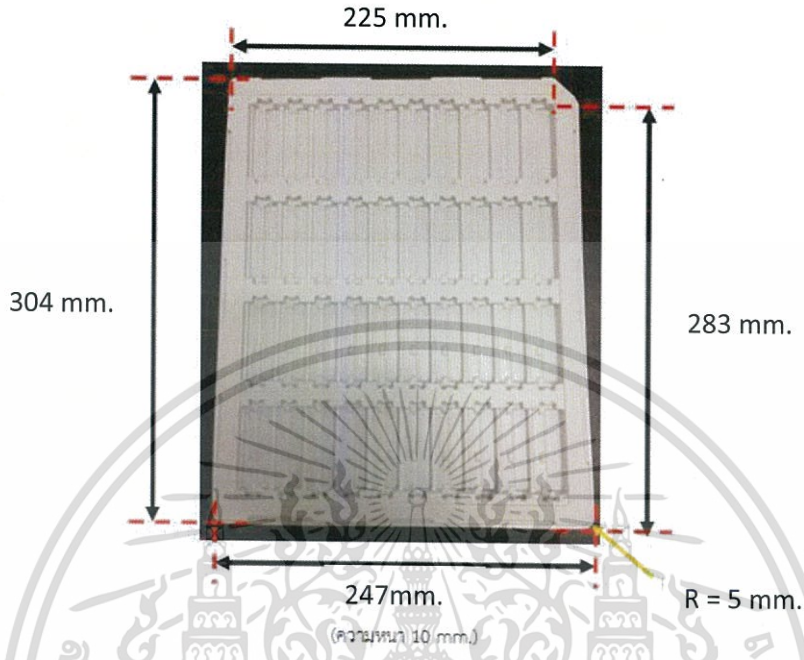
3.1.2.1 ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ขั้น (ใหญ่)



รูปที่ 3.3 ขนาดของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ขั้น (ใหญ่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 40 ชิ้น (กลาง)



รูปที่ 3.4 ขนาดของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 40 ชิ้น (กลาง)

3.1.2.2 ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 30 ชิ้น (เล็ก)

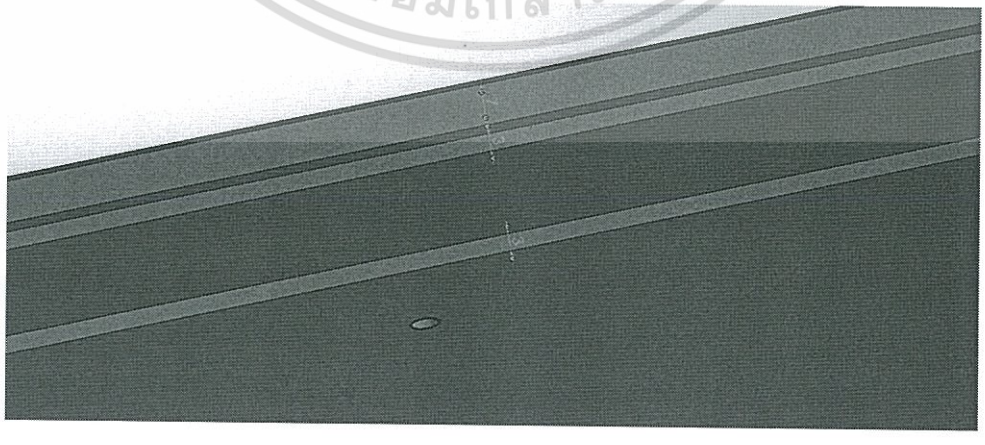
รูปที่ 3.5 ขนาดของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 30 ชิ้น (เล็ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์

เนื่องจากฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 มีขนาดไม่เท่ากัน จึงได้มีการออกแบบถาดรองรับให้มีลักษณะเป็นการกัดชิ้นงานลงไปให้มีระยะความสูงที่แตกต่างกัน เพื่อแบ่งเป็นชั้นของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แต่ละขนาด โดยที่ฐานรองรับอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 30 ชิ้น(รุ่นเล็ก) จะอยู่ล่างสุด (กัดชิ้นงานลงไปมากที่สุด) ตามด้วย ฐานรองรับอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 40 ชิ้น (รุ่นกลาง) และ ฐานรองรับอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ชิ้น (รุ่นใหญ่) ตามลำดับ

รูปที่ 3.6 ภาพของถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์



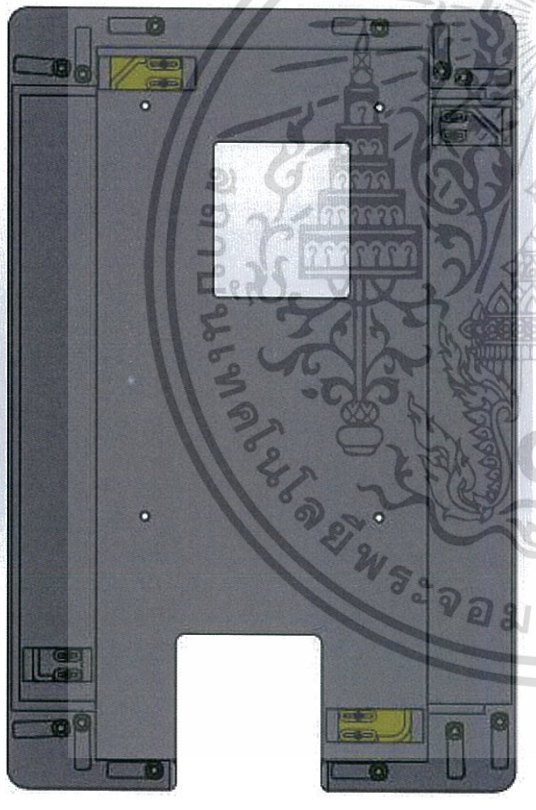
รูปที่ 3.7 ภาพระยะความลึกการกัดถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ โดยมีความลึก 7mm, 10mm, และ 13mm. ตามฐานรองรับอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาดใหญ่, กลาง และ เล็ก ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

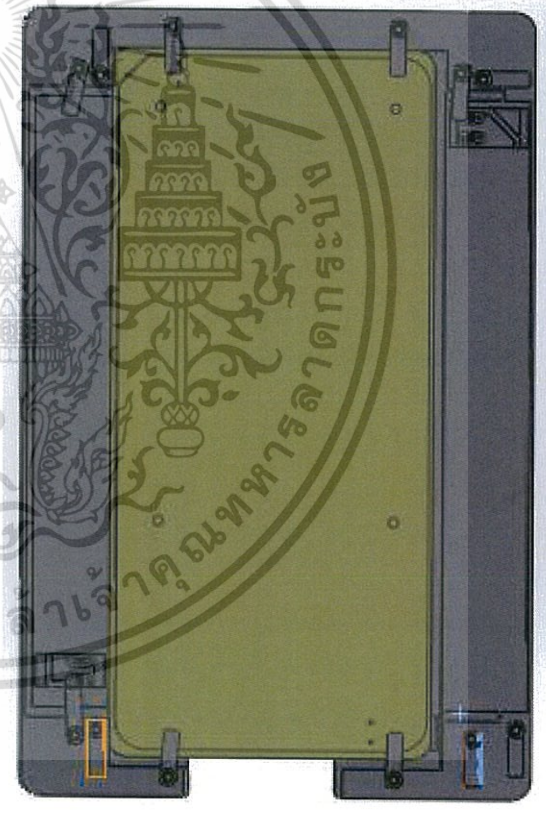
โดยถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่ใช้ในแต่ละรุ่น จะมีลักษะการออกแบบลักษณะการยึด การใช้งานของการวางฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ ที่แตกต่างกัน โดยจะแบ่งออกเป็น 3 แบบ ตามฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 ชนิด

3.1.3.1 การออกแบบถาดรองรับสำหรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 30 ชิ้น (เล็ก)

ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 30 ชิ้น (เล็ก) จะวางอยู่ชั้นล่างสุดของถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ โดยที่มุมสองด้านของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จะยึดอยู่กับตัวล็อคมุมที่สามารถปรับตำแหน่งได้ตามระยะของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์



รูปที่ 3.8 (ก)



รูปที่ 3.8 (ข)

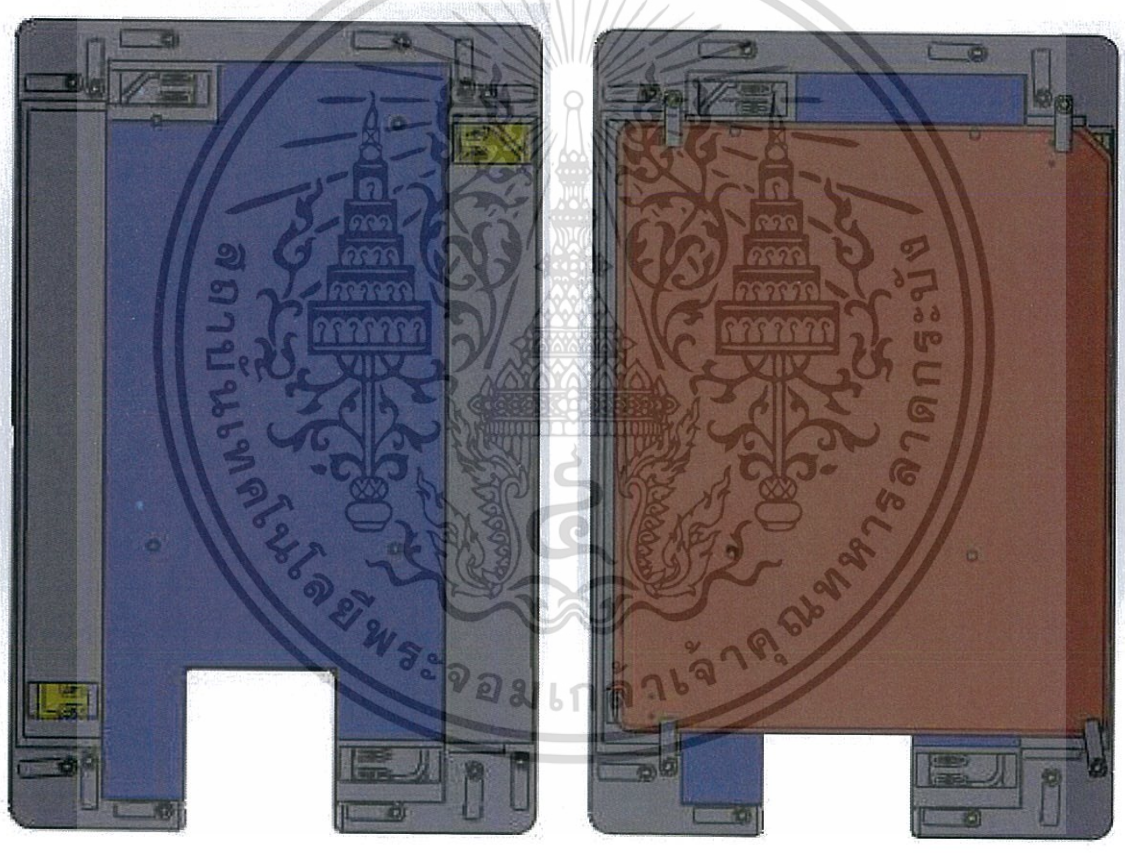
รูปที่ 3.8 (ก) **ตัวล็อคมุมที่สามารถปรับระยะได้ของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 30 ชิ้น**

รูปที่ 3.8 (ข) **ภาพเมื่อใช้งานร่วมกับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 30 ชิ้น (เล็ก) ตำแหน่งรอยบาก กับส่วนโค้งจะตรงกันกับขนาดของถาดรองรับพอดี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.2 การออกแบบถาดรองรับสำหรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 40 ชิ้น (กลาง)

ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 40 ชิ้น (กลาง) จะวางอยู่ชั้นกลางของถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ โดยจะมีแผ่นรองรับ (Sub1) อยู่ที่ชั้นล่างเพื่อให้ฐานข้างล่างมีระนาบเดียวกัน และที่มุมสองด้านของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จะยึดอยู่กับตัวล็อคมุมที่สามารถปรับตำแหน่งได้ตามระยะของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์



รูปที่ 3.9 (ก) **พื้นที่สีฟ้า คือ แผ่นรองรับ (Sub1) เพื่อทำให้พื้นด้านล่างเป็นระนาบเดียวกัน**

พื้นที่สีเหลือง คือ ตัวล็อคมุมที่สามารถปรับระยะได้ของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 40 ชิ้น (กลาง)

รูปที่ 3.9 (ข) **ภาพเมื่อใช้งานร่วมกับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 40 ชิ้น (กลาง) ตำแหน่งรอยบาก กับส่วนโค้งจะตรงกันกับขนาดของถาดรองรับพอดี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3.3 การออกแบบถาดรองรับสำหรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ชิ้น (ใหญ่)

ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ชิ้น (ใหญ่) จะวางอยู่ชั้นบนสุดของถาดรองรับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ โดยจะมีแผ่นรองรับ 2 ชั้น (Sub1 และ Sub2)อยู่ที่ชั้นล่างเพื่อให้ฐานข้างล่างมีระนาบเดียวกัน และฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จะครอบอยู่กับตัวแผ่นรองรับชั้นที่ 2 (Sub2)

รูปที่ 3.10 (ก) รูปที่ 3.10 (ข)

รูปที่ 3.10 (ก) **พื้นที่สีฟ้า คือ แผ่นรองรับ (Sub1) เพื่อทำให้พื้นด้านล่างสุดเป็นระนาบเดียวกัน**

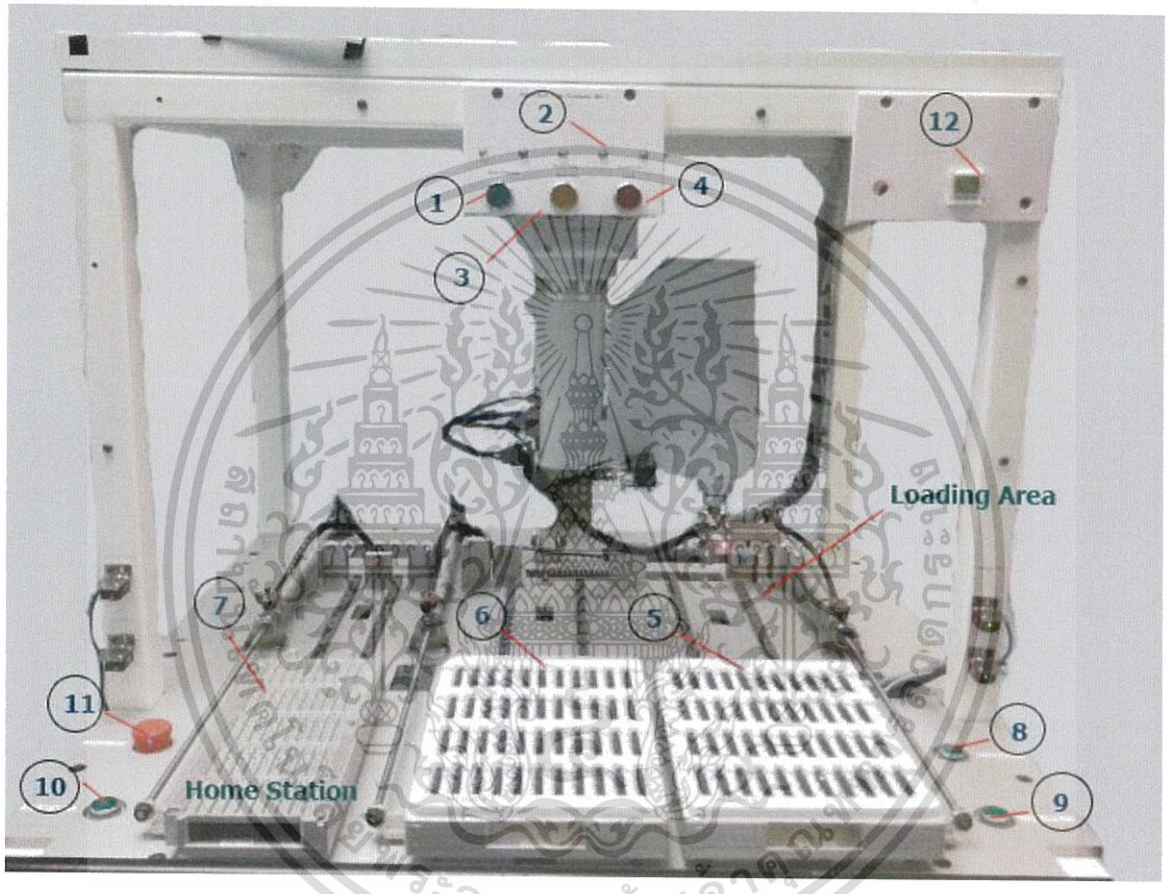
พื้นที่สีดำ คือ แผ่นรองรับ (Sub2) เพื่อทำให้ระนาบชั้นที่ 2 ของการกัดเป็นระนาบเดียวกัน และตัวฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จะวางครอบลงบนบริเวณพื้นที่สีดำของแผ่นรองรับ (Sub2) พอดี

รูปที่ 3.10 (ข) **ภาพเมื่อใช้งานร่วมกับฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ชิ้น (ใหญ่) พื้นที่บริเวณสีดำของแผ่นรองรับ (Sub2) ตำแหน่งรอยบาก กับส่วนโค้งจะตรงกันกับขนาดของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์พอดี**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การปรับปรุงแก้ไขวงจร Wiring และ โปรแกรมพีแอลซี (PLC) สำหรับเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ

3.2.1 ศึกษาโครงสร้างเครื่องจักรของเดิม

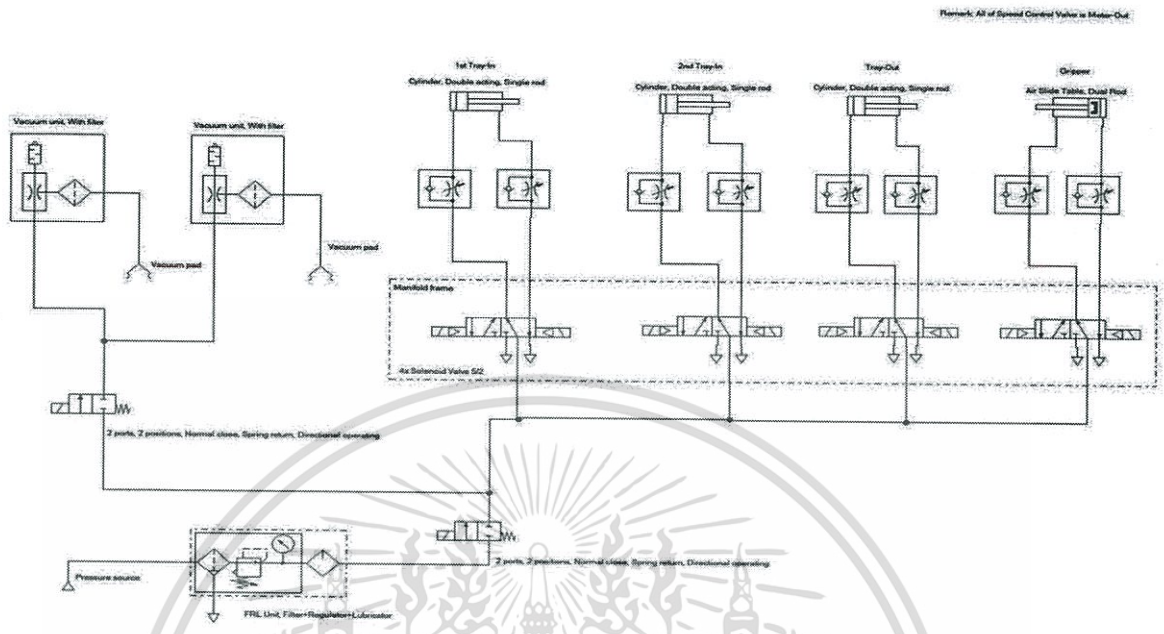


รูปที่ 3.11 โครงสร้างและฟังก์ชั่นเดิมของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ

โดยที่

1. Start button
2. LED for type tray
3. Stop alarm button / Stop button
4. Reset Error button / Home button
5. Tray in 1 position
6. Tray in 2 position
7. Tray out position
8. Tray in 1 button
9. Tray in 2 button
10. Tray out button
11. Emergency button
12. Pressure gauge

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 วงจรนิวเมติก (Pneumatic) ของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ

เครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติแบบเดิม จะเป็นการสั่งงานผ่านระบบ manual เท่านั้น กล่าวคือ รับคำสั่งควบคุมการทำงานจากสวิทช์ โดยการเชื่อมต่อของพีแอลซี จะเชื่อมต่อการทำงานร่วมกับโรบอทและทำงานร่วมกับเครื่องมือเท่านั้น โดยเงื่อนไขและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานจะประกอบไปด้วยลูกสูบทั้ง 4 ได้แก่ ลูกสูบของถาดรองรับเข้า (Tray In) 2 อัน, ลูกสูบของถาดรองรับออก (Tray Out) 1 อัน, ลูกสูบของหัว Gripper ที่ใช้หยิบอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ 1 ตัว โดยผ่านโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valves) แบบ 5/2 ทั้ง 4 ลูกสูบ

หลังจากนั้นทำการเช็คอินพุต-เอาท์พุต ของพีแอลซี และ โรบอท ในโครงงานสหกิจศึกษานี้ใช้พีแอลซียี่ห้อ Keyence รุ่น KV-40DR โดยจะมี อินพุต 24 ตัว และเอาท์พุต 16 ตัว แต่เนื่องจากจำนวนอินพุตและเอาท์พุตที่ใช้ในเครื่องจักรมีมากกว่าจำนวนอินพุตและเอาท์พุตในพีแอลซีรุ่น KV-40DR จึงมีการใช้พีแอลซีอินพุตเสริม คือ พีแอลซียี่ห้อ Keyence รุ่น KV-E16X จำนวน 1 ตัว และ ใช้พีแอลซีเอาท์พุตเสริม คือ พีแอลซียี่ห้อ Keyence รุ่น KV-E16R จำนวน 2 ตัว

โดยจำนวน และชื่อสัญญาณของอินพุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 3-1, จำนวน และชื่อสัญญาณของเอาท์พุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 3-2, จำนวน และชื่อสัญญาณของอินพุต-เอาท์พุตในแต่ละบิตของโรบอทที่ใช้งาน ดังแสดงในตารางที่ 3-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของอินพุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งาน

Input Units			
KV-40DR (Base Unit)		KV-E16X (Input Extension Unit)	
R000	Cylinder 1 (Inner)	R200	Robot O/P No.0 (Ready)
R001	Cylinder 1 (Outer)	R201	Clear Error from PLC
R002	Robot O/P No.4 (E stop On)	R202	Robot O/P No.3 (Error)
R003	Main Pressure Sensor	R203	Robot O/P No.2 (Pause)
R004	Spare	R204	Clamp Cylinder 4 (Up)
R005	Clam Cylinder 1 (Up)	R205	Robot O/P No.8 (Safety_Tray1)
R006	Cylinder 2 (Inner)	R206	Robot O/P No.9 (Finish_Tray1)
R007	Cylinder 2 (Outer)	R207	Robot O/P No.10 (Safety_Tray2)
R008	Clam Cylinder 1 (Down)	R208	Robot O/P No.11 (Finish_Tray2)
R009	Clam Cylinder 2 (Up)	R209	Robot O/P No.12 (Safety_Tray3)
R010	Clam Cylinder 2 (Down)	R210	Robot O/P No.13 (Finish_Tray3)
R011	Clam Cylinder 3 (Up)	R211	Robot O/P No.1 (Running)
R012	Cylinder 3 (Inner)	R212	Thru-Beam Sensor 1
R013	Cylinder 3 (Outer)	R213	Thru-Beam Sensor 2
R014	Tray in 1 Button	R214	Thru-Beam Sensor 3
R015	Tray in 2 Button	R215	Clamp Cylinder 4 (Down)
R100	Tray Out Button		
R101	Start / Continue Button		
R102	RB Stop / Buzzer Stop Button		
R103	Home / Error Button		
R104	Tray in 1 Photo Sensor		
R105	Tray in 2 Photo Sensor		
R106	Tray Out 3 Photo Sensor		
R107	Clam Cylinder 3 (Down)		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของเอาท์พุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งาน

Output Unit			
KV-40DR (Base Unit)			
R500		Cylinder 1-IN	
R501		Cylinder 1-Out	
R502		Spare	
R503		Spare	
R504		Cylinder 2-In	
R505		Cylinder 2-Out	
R506		Slide Table 2-Up	
R507		Main 2/2 Solenoid Valve	
R508		Cylinder 2-In	
R509		Cylinder 3-Out	
R510		Move Tray 1 Request	
R511		Tray 1 OK	
R512		Move Tray 2 Request	
R513		Tray 2 OK	
R514		Move Tray 3 Request	
R515		Tray 3 OK	
KV-E16R (1st Output Extension Unit)		KV-E16R (2nd Output Extension Unit)	
R600	Tower Light (Red)	R700	Error Bit 0
R601	Tower Light (Green)	R701	Error Bit 1
R602	Tower Light (Yellow)	R702	Error Bit 2
R603	Tower Light (Buzzer)	R703	Error Bit 3
R604	Tray 1 Button LP (Green)	R704	Error Bit 4
R605	Tray 2 Button LP (Green)	R705	Initial Bit
R606	Tray 3 Button LP (Green)	R706	Clamp Cylinder 1 (Up)
R607	Start / Continue Button LP (Green)	R707	Clamp Cylinder 1 (Down)
R608	RB Stop / Buzzer Stop Button LP (Orange)	R708	Clamp Cylinder 2 (Up)
R609	Home / Error Button LP (Red)	R709	Clamp Cylinder 2 (Down)
R610	Spare	R710	Clamp Cylinder 3 (Up)
R611	Robot I/P No.0 (Start)	R711	Clamp Cylinder 3 (Down)
R612	Robot I/P No.2 (Call Home)	R712	Clamp Cylinder 4 (Up)
R613	Robot I/P No.4 (Stop)	R713	Clamp Cylinder 4 (Down)
R614	Robot I/P No.6 (Continue)	R714	Spare
R615	Robot I/P No.4 (Reset)	R715	Spare

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

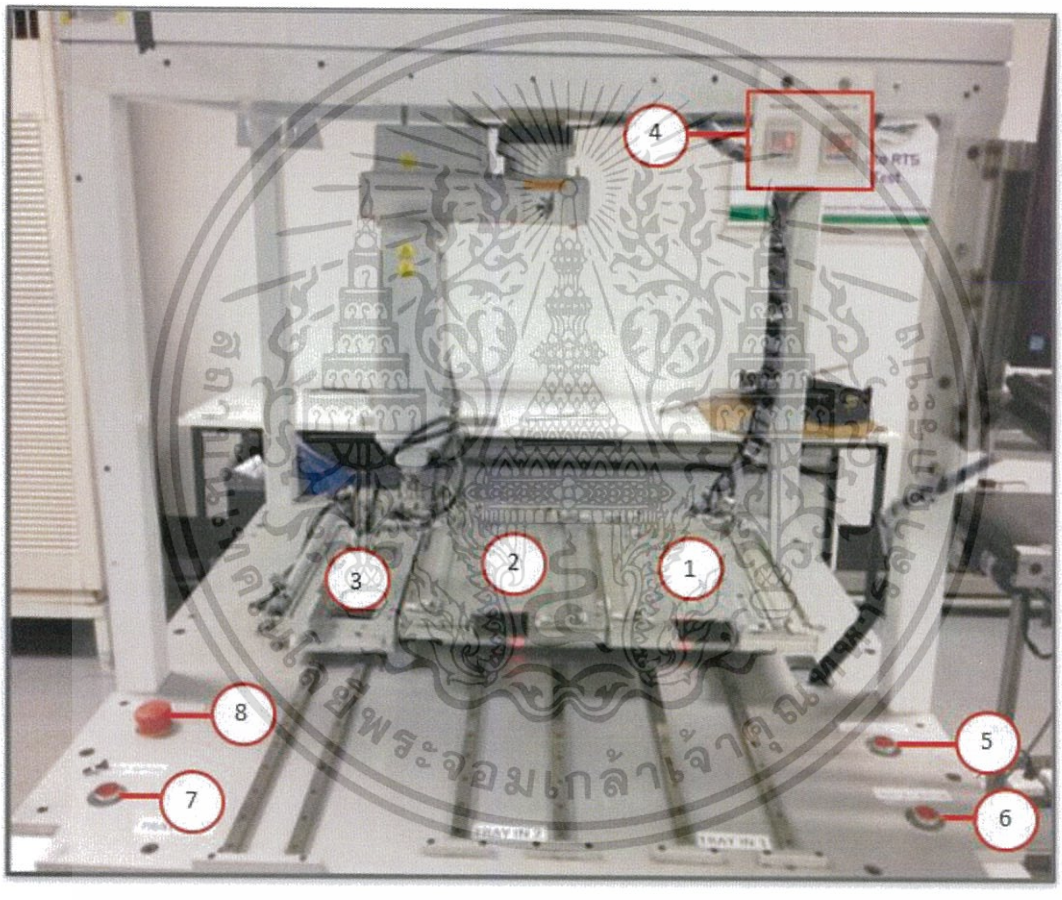
ตารางที่ 3.3 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของอินพุต-เอาท์พุตของโรบอทในแต่ละบิตที่ใช้งาน

Robot Epson RC180			
Input Unit		Output Unit	
Robot I/P No.0	Robot Start	Robot O/P No.0	Ready
Robot I/P No.1	Spare	Robot O/P No.1	Running
Robot I/P No.2	Call Home	Robot O/P No.2	Paused
Robot I/P No.3	R_H Slight Table (Right)	Robot O/P No.3	Robot Error (Error)
Robot I/P No.4	Stop	Robot O/P No.4	Emergency stop On
Robot I/P No.5	R_H Slight Table (Left)	Robot O/P No.5	Solenoid R_H Slide Table 1
Robot I/P No.6	Continue	Robot O/P No.6	Spare
Robot I/P No.7	Reset	Robot O/P No.7	Solenoid R_H Slide Table 1_2
Robot I/P No.8	Move Tray 1 Request	Robot O/P No.8	(Safety_Tray1)
Robot I/P No.9	Tray 1 OK	Robot O/P No.9	(Finish_Tray1)
Robot I/P No.10	Move Tray 2 Request	Robot O/P No.10	(Safety_Tray2)
Robot I/P No.11	Tray 2 OK	Robot O/P No.11	(Finish_Tray2)
Robot I/P No.12	Move Tray 3 Request	Robot O/P No.12	(Safety_Tray3)
Robot I/P No.13	Tray 3 OK	Robot O/P No.13	(Finish_Tray3)
Robot I/P No.14	Spare	Robot O/P No.14	Ejector On/Off
Robot I/P No.15	Tray Out 3 Fiber Optic Sensor	Robot O/P No.15	Spare
Robot I/P No.16	Tray In 1 Fiber Optic Sensor		
Robot I/P No.17	Tray In 2 Fiber Optic Sensor		
Robot I/P No.18	Guide Pin Check 1		
Robot I/P No.19	Guide Pin Check 2		
Robot I/P No.20	Guide Pin Check 3		
Robot I/P No.21	Robot Gripper Pressure Switch 1		
Robot I/P No.22	Robot Gripper Pressure Switch 2		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 การออกแบบโครงสร้างใหม่

ในการออกแบบโครงสร้างใหม่ ได้มีการปรับเปลี่ยนโครงสร้างโดยมีการนำปุ่ม START, STOP, HOME/Error จากตัวเครื่องจักรออก มีการนำโปรแกรม C# มาใช้ร่วมกับเครื่องจักร โดยสามารถสั่งงานได้ผ่านจากคอมพิวเตอร์ มีการเพิ่ม Pressure gauge sensor และแยกท่อลมดูดที่หัวลูกสูบ Gripper แต่ละหัว เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการดูดและการเช็คการหยิบอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ของหัว Gripper และมีการแก้ไขบัค (Bug) บางประการของโปรแกรม

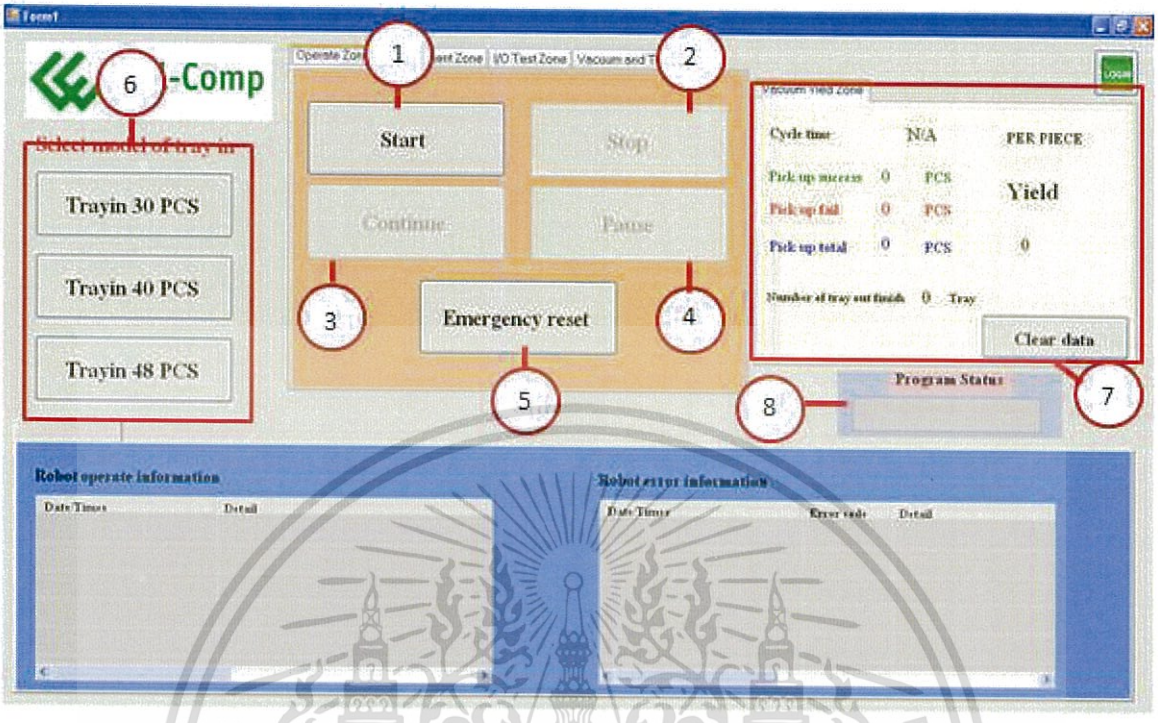


รูปที่ 3.13 การออกแบบโครงสร้างและฟังก์ชั่นใหม่ของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ

โดยที่

1. Tray in 1
2. Tray in 2
3. Tray out
4. Pressure sensor gauge
5. Tray in 1 button
6. Tray in 2 button
7. Tray out button
8. Emergency button

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 หน้าต่าง GUI ของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ

โดยที่

1. Start Button
2. Stop Button
3. Continue Button
4. Pause Button
5. Emergency reset Button
6. Model of fixture Button
7. YIELD ZONE
8. Status process

โดยวงจร Wiring ได้มีการเพิ่ม ADUM Board รุ่น ADUM-3962 จำนวน 1ชุด มีไว้สำหรับเป็นตัวกลางการเชื่อมต่อระหว่าง C# กับ พีแอลซี (PLC) และได้มีการแก้ไขวงจร Wiring เดิมให้เหมาะกับโครงสร้างใหม่

ชื่อสัญญาณของอินพุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งานในโครงสร้างใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 3-4, จำนวน และชื่อสัญญาณของเอาท์พุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งานในโครงสร้างใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 3-5, จำนวน และชื่อสัญญาณของอินพุต-เอาท์พุตในแต่ละบิตของโรบอทที่ใช้งานในโครงสร้างใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 3-6 และ จำนวน และชื่อสัญญาณของอินพุต-เอาท์พุตในแต่ละบิตของ ADUM Board ที่ใช้งานในโครงสร้างใหม่ ดังแสดงในตารางที่ 3-7 (โดยสีแดงคือส่วนที่ตัดออก และสีเขียวคือส่วนที่เพิ่มเติมเข้ามา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.4 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของอินพุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งานในโครงสร้างใหม่

Input Units			
KV-40DR (Base Unit)		KV-E16X (Input Extension Unit)	
R000	Cylinder 1 (Inner)	R200	Robot O/P No.0 (Ready)
R001	Cylinder 1 (Outer)	R201	Spare
R002x	Robot O/P No.4 (E stop On)	R202	Robot O/P No.3 (Error)
R003	Spare	R203	Robot O/P No.2 (Pause)
R004	Spare	R204	Spare
R005	Spare	R205	Robot O/P No.8 (Safety_Tray1)
R006	Cylinder 2 (Inner)	R206	Robot O/P No.9 (Finish_Tray1)
R007	Cylinder 2 (Outer)	R207	Robot O/P No.10 (Safety_Tray2)
R008	Spare	R208	Robot O/P No.11 (Finish_Tray2)
R009	Spare	R209	Robot O/P No.12 (Finish_Tray3)
R010	Spare	R210	Robot O/P No.13 (Finish_Tray3)
R011	Spare	R211	Robot O/P No.1 (Running)
R012	Cylinder 3 (Inner)	R212	Spare
R013	Cylinder 3 (Outer)	R213	Spare
R014	Tray in 1 Button	R214	Spare
R015	Tray in 2 Button	R215	Spare
R100	Tray Out Button		
R101	START ADAM		
R102	STOP ADAM		
R103	HOME ADAM		
R104	Tray in 1 Photo Sensor		
R105	Tray in 2 Photo Sensor		
R106	Tray Out 3 Photo Sensor		
R107	Spare		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.5 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของเอาท์พุตในแต่ละบิตของพีแอลซีที่ใช้งานในโครงสร้างใหม่

Output Unit	
KV-40DR (Base Unit)	
R500	Cylinder 1-IN
R501	Cylinder 1-Out
R502	Spare
R503	Spare
R504	Cylinder 2-In
R505	Cylinder 2-Out
R506	Spare
R507	Main 2/2 Solenoid Valve
R508	Cylinder 2-In
R509	Cylinder 3-Out
R510	Move Tray 1 Request
R511	Tray 1 OK
R512	Move Tray 2 Request
R513	Tray 2 OK
R514	Move Tray 3 Request
R515	Tray 3 OK

KV-E16R (1st Output Extension Unit)		KV-E16R (2nd Output Extension Unit)	
R600	Tower Light (Red)	R700	Error Bit 0
R601	Tower Light (Green)	R701	Error Bit 1
R602	Tower Light (Yellow)	R702	Error Bit 2
R603	Tower Light (Buzzer)	R703	Error Bit 3
R604	Tray 1 Button LP (Green)	R704	Error Bit 4
R605	Tray 2 Button LP (Green)	R705	Spare
R606	Tray 3 Button LP (Green)	R706	Clamp Cylinder 1 (Up)
R607	Spare	R707	Clamp Cylinder 1 (Down)
R608	Spare	R708	Clamp Cylinder 2 (Up)
R609	Spare	R709	Clamp Cylinder 2 (Down)
R610	Spare	R710	Clamp Cylinder 3 (Up)
R611	Robot I/P No.0 (Start)	R711	Clamp Cylinder 3 (Down)
R612	Robot I/P No.2 (Call Home)	R712	Clamp Cylinder 4 (Up)
R613	Robot I/P No.4 (Stop)	R713	Clamp Cylinder 4 (Down)
R614	Robot I/P No.6 (Continue)	R714	Spare
R615	Robot I/P No.4 (Reset)	R715	Spare

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.6 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของอินพุต-เอาท์พุตของโรบอทในแต่ละบิตในโครงสร้างใหม่

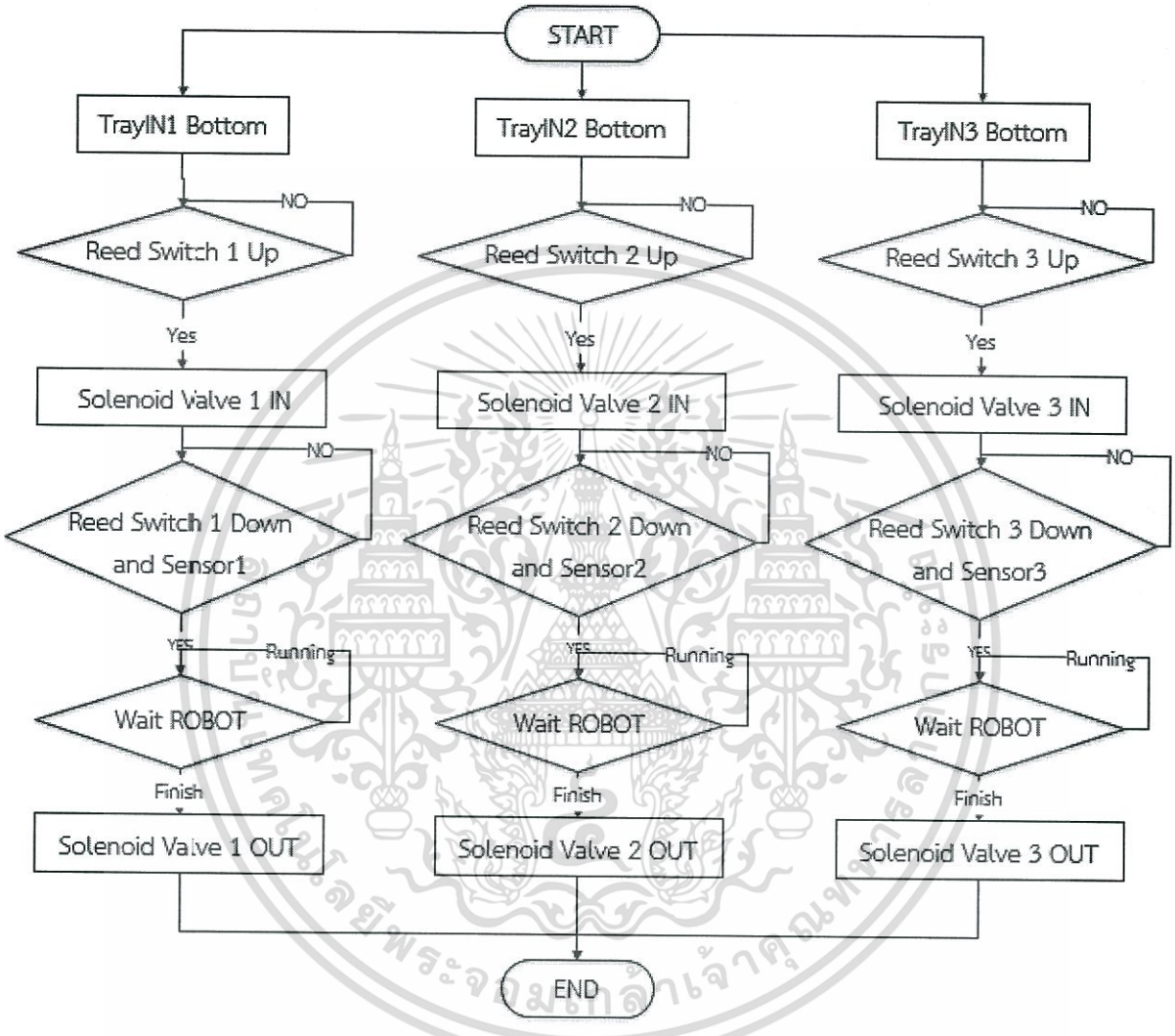
Robot Epson RC180			
Input Unit		Output Unit	
Robot I/P No.0	Robot Start	Robot O/P No.0	Ready
Robot I/P No.1	Spare	Robot O/P No.1	Running
Robot I/P No.2	Call Home	Robot O/P No.2	Paused
Robot I/P No.3	Reed_In	Robot O/P No.3	Robot Error (Error)
Robot I/P No.4	Stop	Robot O/P No.4	Emergency stop On
Robot I/P No.5	Reed_Out	Robot O/P No.5	Slide_In
Robot I/P No.6	Continue	Robot O/P No.6	Spare
Robot I/P No.7	Reset	Robot O/P No.7	Slide_Out
Robot I/P No.8	Move Tray 1 Request	Robot O/P No.8	(Safety_Tray1)
Robot I/P No.9	Tray 1 OK	Robot O/P No.9	(Finish_Tray1)
Robot I/P No.10	Move Tray 2 Request	Robot O/P No.10	(Safety_Tray2)
Robot I/P No.11	Tray 2 OK	Robot O/P No.11	(Finish_Tray2)
Robot I/P No.12	Move Tray 3 Request	Robot O/P No.12	(Safety_Tray3)
Robot I/P No.13	Tray 3 OK	Robot O/P No.13	(Finish_Tray3)
Robot I/P No.14	Spare	Robot O/P No.14	Vacuum
Robot I/P No.15	Tray Out 3 Fiber Optic Sensor	Robot O/P No.15	Spare
Robot I/P No.16	Faxconn_TrayIn2		
Robot I/P No.17	Faxconn_TrayIn1		
Robot I/P No.18	Pin Check		
Robot I/P No.19	SW_Tray_40		
Robot I/P No.20	SW_Tray_30		
Robot I/P No.21	Spare		
Robot I/P No.22	SW_Tray_48		

ตารางที่ 3.7 แสดงจำนวนและชื่อสัญญาณของอินพุต-เอาท์พุตของ ADAM Board ในแต่ละบิตที่ใช้งานในโครงสร้างใหม่

ADAM Board		
	IO List	
Output Relay CH.0	R0_OUT	START ADAM
	R1_OUT	STOP ADAM
	R2_OUT	HOME ADAM
	R3_OUT	Motor (Spare)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

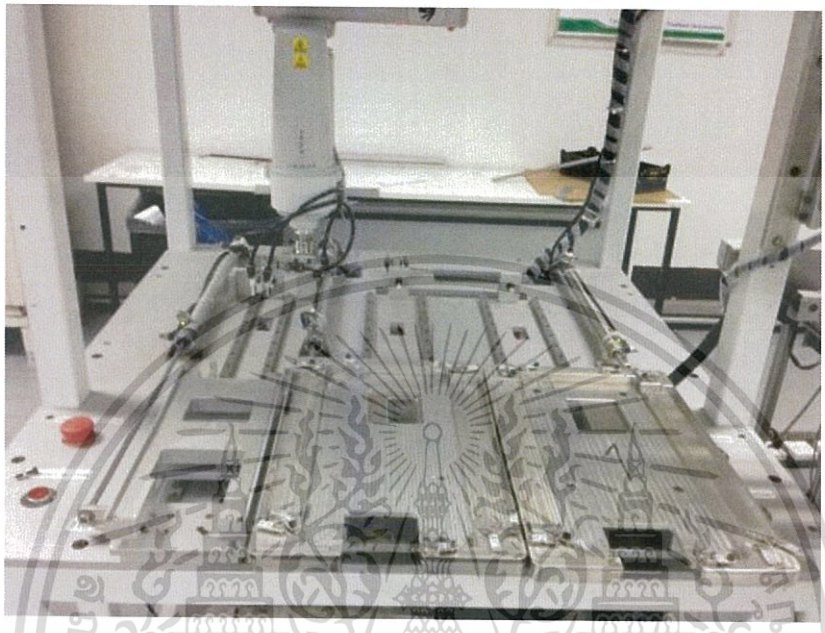
3.2.3 ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.15 โฟลวชาร์ตแสดงการทำงานของโปรแกรม

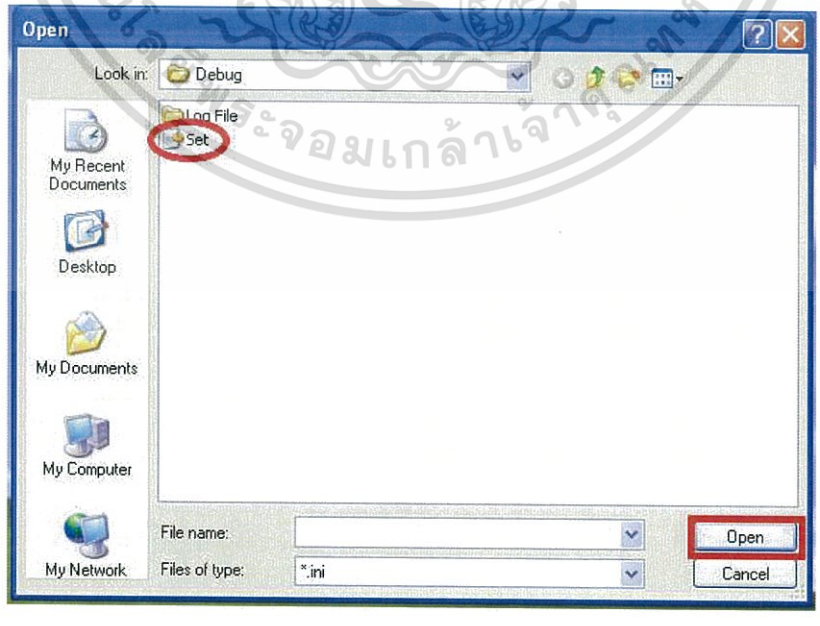
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.1. เมื่อเริ่มต้นการทำงาน ให้ดึง Tray ทั้ง3อัน ออกมาจนสุดลูกสูบ เนื่องจากในการเริ่มต้นทำงานครั้งแรกลมจากลูกสูบที่ดันออกมาจะแรงอัดมาก



รูปที่ 3.16 จำลองการทำงานของโปรแกรม 1

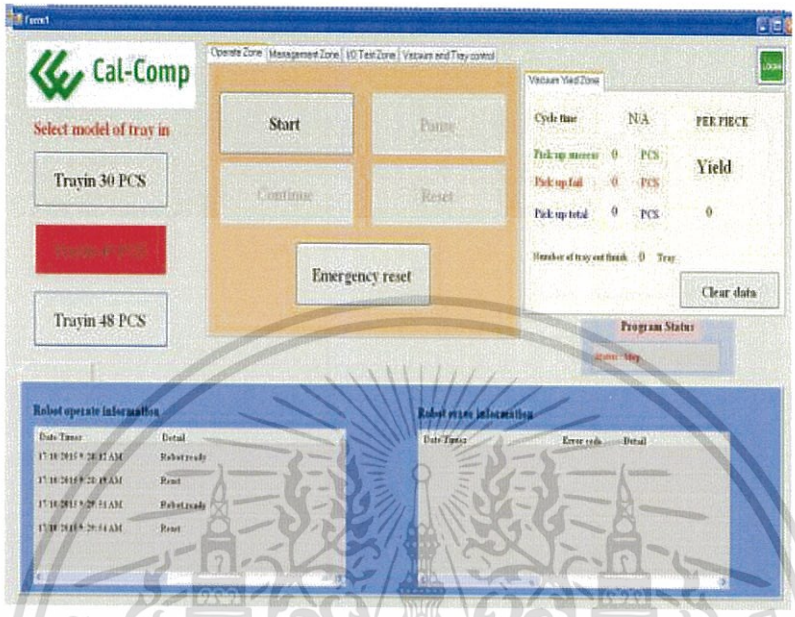
3.2.3.2. เปิดโปรแกรม “Auto load-unload connector” ที่หน้า Desktop จะมีpop-up ขึ้นมา คลิก SET ตามด้วย Open



รูปที่ 3.17 จำลองการทำงานของโปรแกรม 2

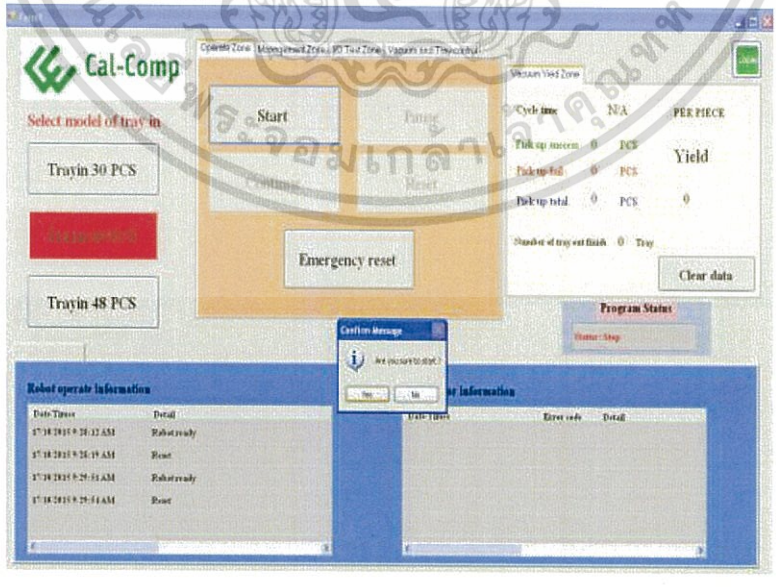
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.3. เลือกFixture ที่ต้องการ



รูปที่ 3.18 จำลองการทำงานของโปรแกรม 3

3.2.3.4. กดปุ่ม Start > Yes



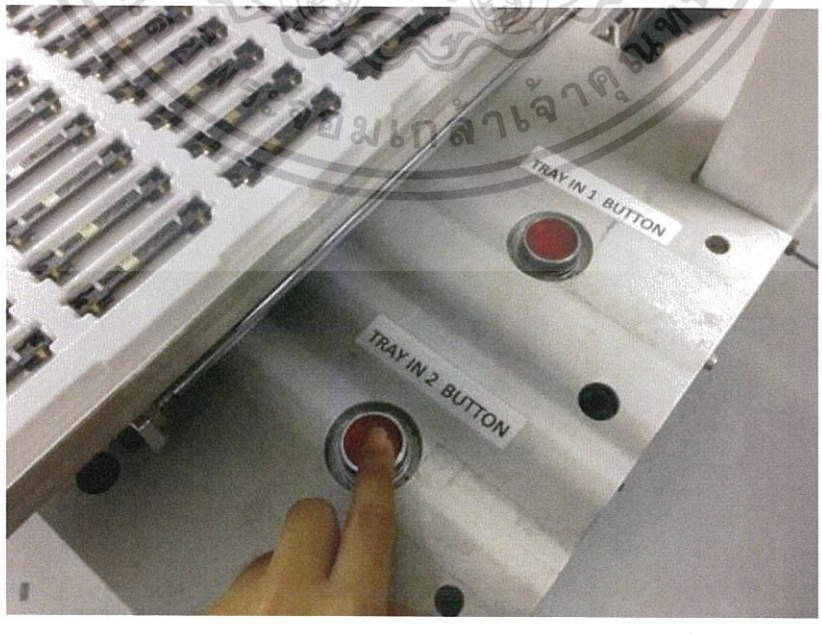
รูปที่ 3.19 จำลองการทำงานของโปรแกรม 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.5. (สถานะเริ่มต้น) ใส่ Fixture ที่ต้องการ run ลงใน TrayIn และ ใส่ Fixture ที่ต้องการรองรับที่ TrayOut

รูปที่ 3.20 จำลองการทำงานของโปรแกรม 5

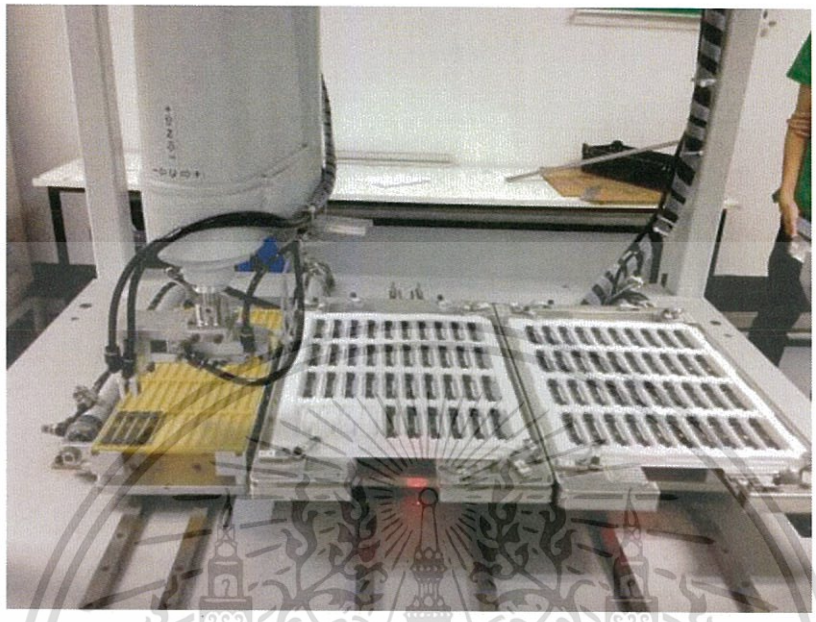
3.2.3.6. กดปุ่ม TrayOut, TrayIn 1, TrayIn 2 เพื่อโหลดTray เข้าเครื่องจักร



รูปที่ 3.21 จำลองการทำงานของโปรแกรม 6

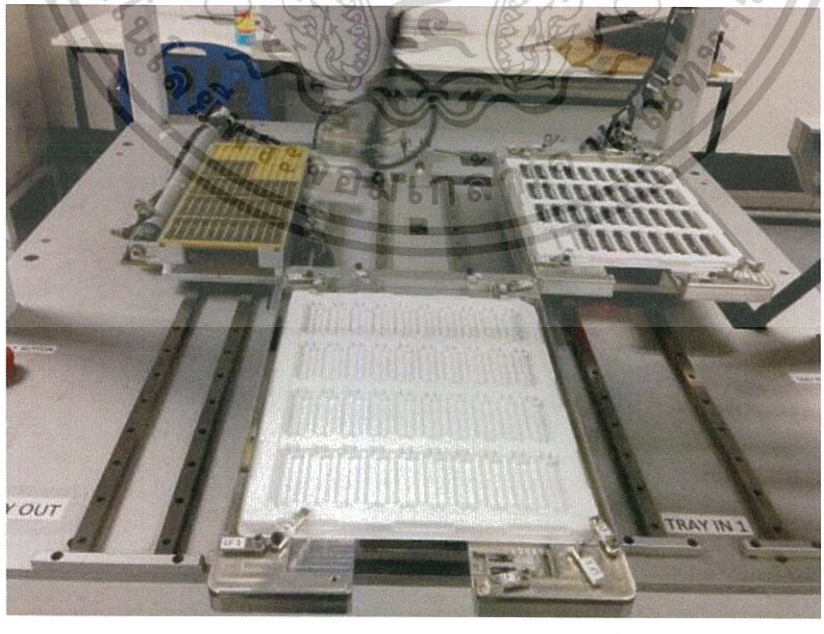
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.7. Robot เริ่มทำงาน เคลื่อนย้าย Connector จาก Fixture ไป TrayOut



รูปที่ 3.22 จำลองการทำงานของโปรแกรม 7

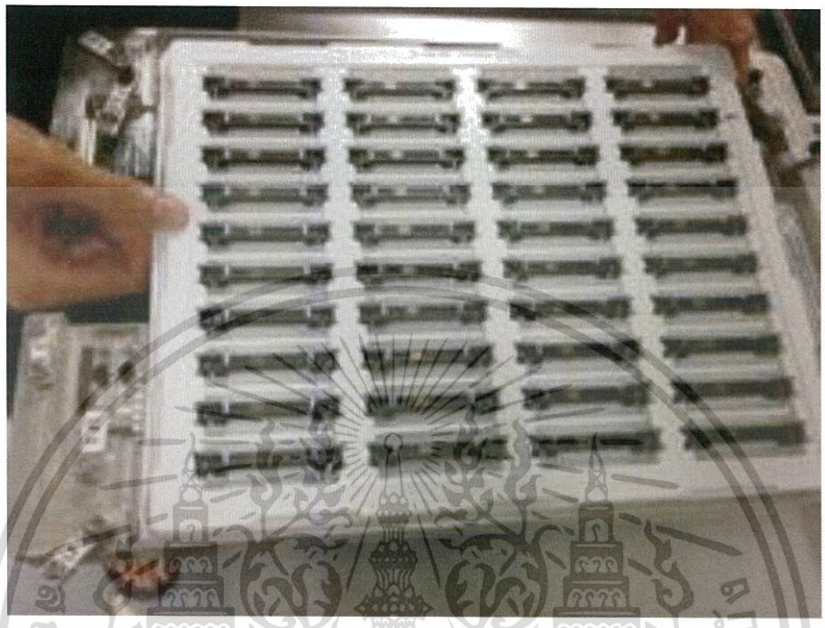
3.2.3.8. TrayIn ที่ทำการย้าย Connector เสร็จแล้วจะถูกดันออกมา



รูปที่ 3.23 จำลองการทำงานของโปรแกรม 8

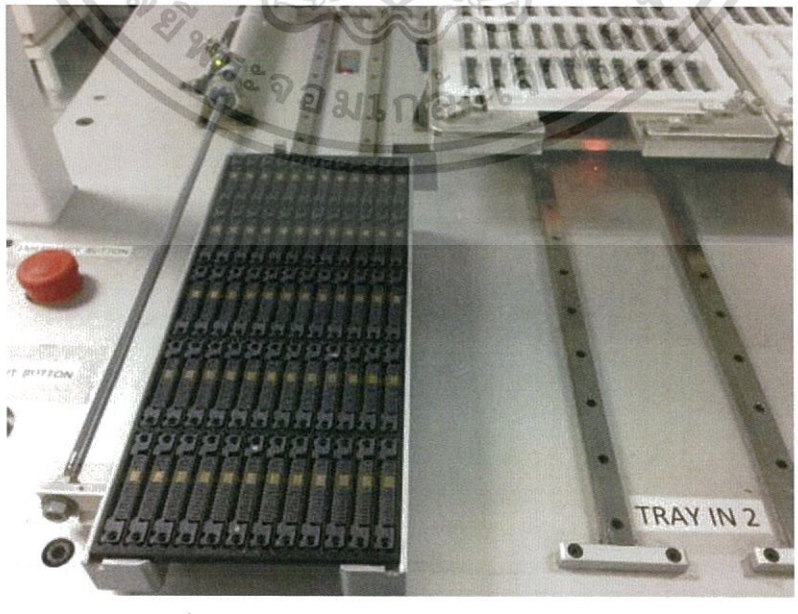
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.9. เปลี่ยน Fixture อันใหม่ที่ต้องการย้าย Connector ลงในTrayIn หลังจากนั้นกด TrayIn button เพื่อโหลดเข้าเครื่องจักร



รูปที่ 3.24 จำลองการทำงานของโปรแกรม 9

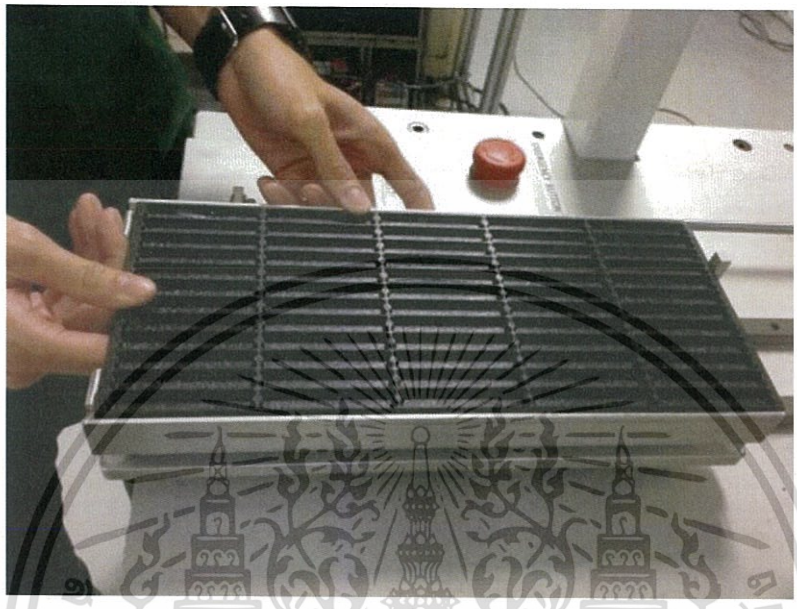
3.2.3.10. TrayOut ที่ถูกย้าย Connector มาเสร็จแล้วจะถูกดันออกมา



รูปที่ 3.25 จำลองการทำงานของโปรแกรม 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3.11. เปลี่ยนFixtureอันใหม่ที่ TrayOut หลังจากนั้นกด TratOut Button เพื่อโหลดเข้าเครื่องจักร



รูปที่ 3.26 จำลองการทำงานของโปรแกรม 11

3.2.3.12. Robot เริ่มทำการเคลื่อนย้าย Connector ต่อ

รูปที่ 3.27 จำลองการทำงานของโปรแกรม 12

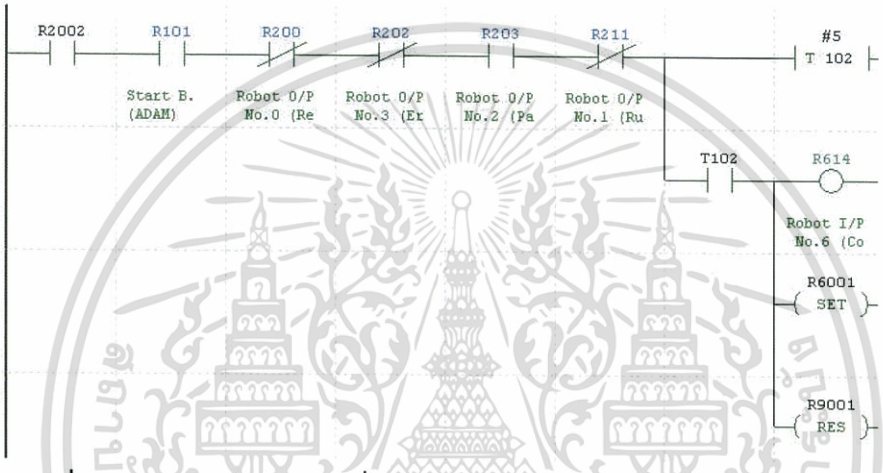
3.2.3.13. ทำซ้ำ ข้อที่ 3.2.3.8 – 3.2.3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การแก้ไขโปรแกรม

3.2.4.1 แก้ไขปัญหาเรื่อง Timer ซ้อนกัน

ในช่วงของการหยุดชั่วคราว (Pause) ของโปรแกรม แล้วเมื่อต้องการรันงานต่อ (Continue) จากในแลดเดอร์ไดอะแกรมของพีแอลซี ตัวหยุดเวลา(Timer)102 มีการซ้ำซ้อนกับตัวหยุดเวลา (Timer) ที่ส่งมาจากโรบอทผ่านโปรแกรม C# ทำให้เมื่อกดปุ่มรันงานต่อ(Continue)แล้วระบบพีแอลซีไม่ทำงาน



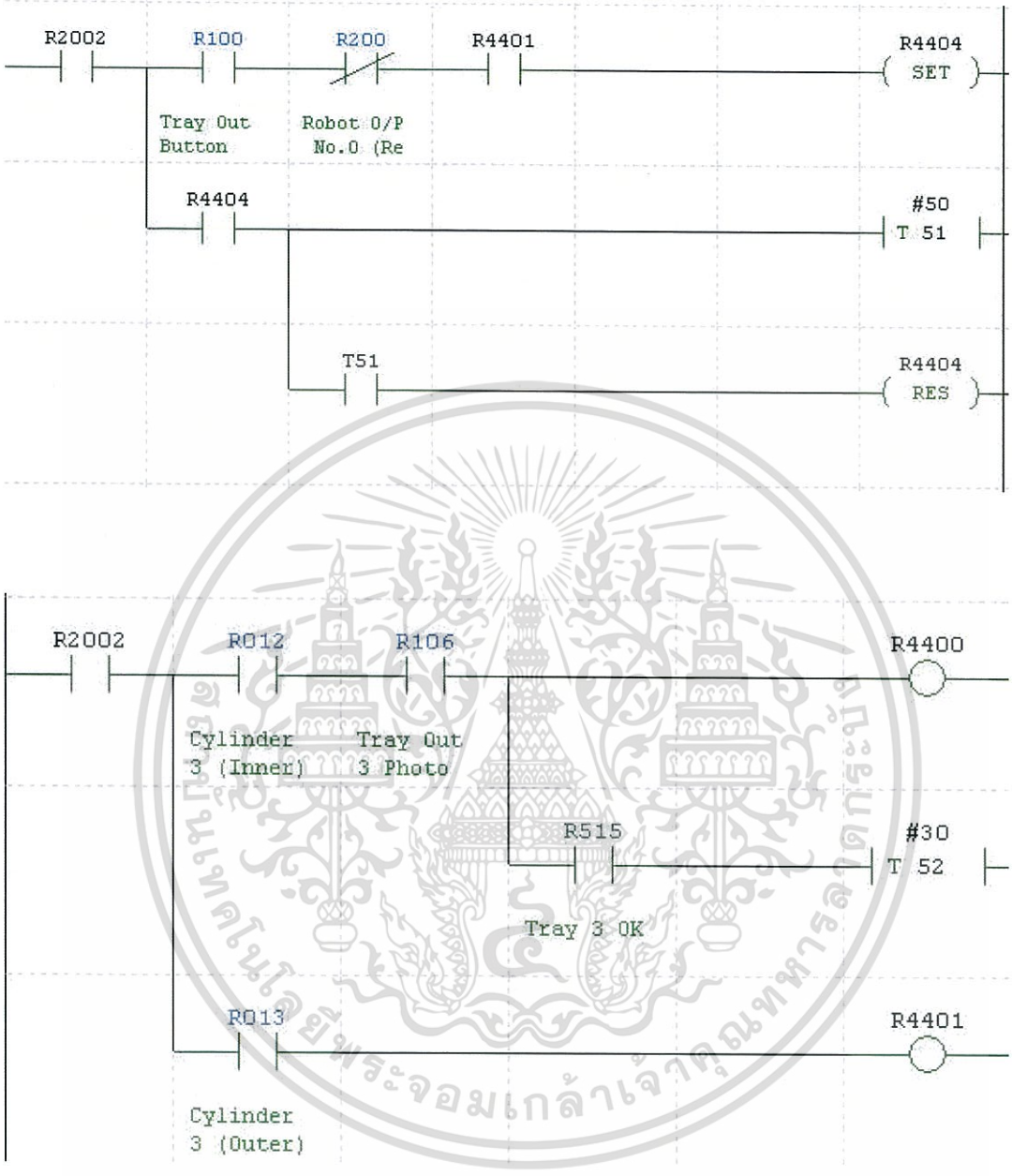
รูปที่ 3.28 แลดเดอร์ไดอะแกรมเกี่ยวกับการทำงานต่อ (Continue) ของโปรแกรม

จึงได้แก้ไขให้ตัวหยุดเวลา (Timer)102 มีช่วงเวลาเป็น 0.5 วินาที เมื่อกดปุ่มรันงานต่อ (Continue) โปรแกรมพีแอลซีจะเริ่มทำงานก่อนที่สัญญาณโรบอทจะส่งกลับมาให้ C#

3.2.4.2 แก้ไขปัญหาเรื่องกดปุ่มแล้ว TrayOut ไม่โหลดเข้า

รูปที่ 3.29 ภาพขณะเกิดปัญหากดปุ่ม TrayOut แล้วไม่ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.30 แลดเดอร์ไดอะแกรมเกี่ยวกับการทำงานเมื่อกดปุ่มโหลด TrayOut

ในช่วงของการทำงานขณะหนึ่งเมื่อถาดรองรับด้าน TrayOut ทำงานเสร็จแล้วดันออกมาเมื่อทำการใส่ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ (Fixture) อันใหม่ลงไปแล้วกดปุ่มเพื่อโหลดถาดรองรับเข้า (TrayOut Button) แล้วถาดรองรับไม่ยอมโหลดเข้าไป ดังภาพที่ 3.17 สาเหตุมาจากเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจสอบถาดรองรับของ TrayOut ว่ามีฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์วางอยู่ ไปตรวจจับโดนแขนของโรบอท ทำให้เมื่อกดปุ่ม TrayOut แล้วถาดรองรับไม่ยอมโหลดเข้าทำงาน จึงได้แก้ไขวงจรพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ช่วงเงื่อนไขของการรับคำสั่งหลังจากกดปุ่ม TrayOut (TrayOut Button) ซึ่งจะรับเงื่อนไขแค่3อย่าง คือ

3.2.4.2.1 R100 ต้องทำงาน ซึ่งจะทำงานต่อเมื่อกดปุ่ม TrayOut (TrayOut Button)

3.2.4.2.2 R200 สถานะโรบอทต้องไม่ส่งสัญญาณเอาท์พุตออกมาว่าพร้อมทำงาน

3.2.4.2.3 R4401 ต้องทำงาน ซึ่งจะทำงานต่อเมื่อ Reed Switch (R013) ตรวจจับได้ว่ากระบอกลูกสูบของถาดรองรับ (TrayOut) ยื่นออกมาจนสุดลูกสูบ

3.2.4.3 ลบคำสั่งเงื่อนไขของพีแอลซีที่ไม่ได้ใช้งาน ได้แก่ การส่งกลับสัญญาณเมื่อกดปุ่ม START, STOP, HOME/Error อันเดิม, คำสั่งของอินพุต-เอาท์พุตที่เป็นสแปร์ (Spare) ที่ไม่ได้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ในการทำโครงงานสหกิจศึกษาครั้งนี้ ได้ทำเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ โดยได้ทดสอบขั้นตอนการดำเนินงาน และค่า Yield Rate ของการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 รุ่น ซึ่งได้ผลการวิเคราะห์ข้อมูลดังต่อไปนี้

ทำการทดสอบโดยการให้ทำการรันโปรแกรมให้ย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 รุ่น อย่างต่ำรุ่นละ 600 ชิ้น เป็นเวลา1อาทิตย์ เพื่อทดสอบการทำงานของระบบต่างๆต่อไปนี้

4.1 เพื่อเป็นการทดสอบระบบการทำงานของพีแอลซี รวมถึงการกดปุ่มเมื่อต้องการหยุดแล้วรันต่อ (Continue mode) หรือ หยุดแล้วเริ่มรันใหม่ (Stop mode) เพื่อเช็คการส่งค่าต่างๆจาก C# ไปพีแอลซี รวมถึงเช็คการทดสอบการเกิดกรณีฉุกเฉิน (Emergency mode) ซึ่งระบบต่างๆ สามารถทำงานได้อย่างปกติ

4.2 เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของถาดรองรับฐานอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ ว่าในทุกๆครั้งที่มีการเปลี่ยนฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ใหม่ ถาดรองรับ (Tray) สามารถล็อคให้ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์วางอยู่ในตำแหน่งเดียวกันได้ตลอดหรือไม่

โดยผลการทดลองของประสิทธิภาพของการรันการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 รุ่น ดังแสดงในตารางที่ 4-1 แสดงถึงประสิทธิภาพของการรันการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 รุ่น ประสิทธิภาพในการหยิบ และ การวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ ซึ่งค่า Yield ที่ได้อยู่ในช่วง 96-100% ซึ่งเป็นช่วงที่สามารถยอมรับได้

ตารางที่ 4.1 แสดงผลการรันการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ทั้ง 3 รุ่น

Tray Model	Small (30ชิ้น)	Medium (40ชิ้น)	Big (48ชิ้น)
Total loading	600	600	600
Reject	18	8	23
Y/R	97.00%	98.67%	96.17%
%Can't pick up	0.00%	0.00%	0.00%
%Can't place	3.00%	1.33%	3.83%
Can't pick up	0	0	0
Can't place	18	8	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจากผลการทดลองที่ได้ ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาดกลาง (40ชิ้น) เป็นฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่มีการรันได้ค่าYield Rate สูงที่สุด อยู่ที่98.67% โดยในการรันการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จำนวน 600 ชิ้น ผลที่ได้ไม่มีอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่ไม่สามารถหยิบขึ้น และมีอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่วางไม่ลงบนถาดรองรับขาออก (TrayOut) จำนวน 8 ชิ้น, ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาดเล็ก (30ชิ้น) เป็นฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่มีการรันได้ค่าYield Rate สูงรองลงมา โดยมีค่า Yield Rate อยู่ที่97.00% โดยในการรันการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จำนวน 600 ชิ้น ผลที่ได้ไม่มีอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่ไม่สามารถหยิบขึ้น และมีอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่วางไม่ลงบนถาดรองรับขาออก (TrayOut) จำนวน 18 ชิ้น, ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาดใหญ่ (48ชิ้น) เป็นฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่มีการรันได้ค่าYield Rate ต่ำที่สุด โดยมีค่า Yield Rate อยู่ที่96.13% โดยในการรันการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จำนวน 600 ชิ้น ผลที่ได้ไม่มีอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่ไม่สามารถหยิบขึ้น และมีอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่วางไม่ลงบนถาดรองรับขาออก (TrayOut) จำนวน 23 ชิ้น

4.3 เพื่อทดสอบผลการทำงานหลังจากแก้ข้อปัญหาของโปรแกรม

- ปัญหาเรื่อง Timer ซ้อนกัน : หลังจากการแก้ไขโปรแกรม เมื่อทำการหยุดรันชั่วคราว (Pause) โปรแกรมสามารถรันงานต่อ (Continue) ได้ทุกครั้ง โดยไม่พบปัญหาเรื่อง Timer ซ้อนกันอีก

- ปัญหาเรื่องกดปุ่มแล้ว TrayOut ไม่โหลดเข้า : หลังจากการแก้ไขโปรแกรมโดยการตัดเงื่อนไขของการทำงานของเซ็นเซอร์ (Sensor) ที่ไม่เกี่ยวข้องในบางเงื่อนไขออกไปแล้ว ทุกครั้งของการทำงานไม่พบปัญหา TrayOut ไม่โหลดเข้าทำงาน

4.4 เพื่อเป็นการทดสอบระยะเวลาการทำงานต่อรอบ (Cycle Time) ซึ่งจากตารางที่ 4.2 แสดงถึง การเปรียบเทียบระยะเวลาของการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์1คู่ ต่อ1รอบ (โดยนำมาแสดงจำนวน 30คู่) ระหว่างการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์โดยพนักงาน และการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ด้วยเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัติโนมัติ จากผลการทดลองดังกล่าว พบว่าการใช้เครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัติโนมัติสามารถช่วยลด Cycle Time จากการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์โดยพนักงานซึ่งจะใช้เวลาอยู่ที่ 2.5 – 4 วินาทีต่อการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ 1 คู่ เมื่อใช้เครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัติโนมัติ จะใช้เวลาอยู่ที่1.5 – 2 วินาทีต่อการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ 1 คู่ ซึ่งสามารถช่วยลดเวลา Cycle Time ได้ถึง 20-62.5%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 แสดงถึงการเปรียบเทียบระยะเวลาของการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์1คู่ ระหว่างการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์โดยพนักงาน และการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ด้วยเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัติโนมัติ (จำนวน 30คู่)

ครั้งที่	ใช้พนักงาน	ใช้เครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัติโนมัติ	ครั้งที่	ใช้พนักงาน	ใช้เครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัติโนมัติ
1	3.5 sec	1.5 sec	16	2.8 sec	1.8 sec
2	2.7 sec	1.5 sec	17	3.6 sec	1.8 sec
3	2.5 sec	1.5 sec	18	3.7 sec	1.8 sec
4	3.1 sec	1.5 sec	19	3.7 sec	1.9 sec
5	3.3 sec	1.5 sec	20	3.7 sec	1.9 sec
6	3.4 sec	1.6 sec	21	3.2 sec	1.9 sec
7	3.5 sec	1.6 sec	22	4.0 sec	1.9 sec
8	3.7 sec	1.6 sec	23	3.1 sec	2.0 sec
9	2.9 sec	1.6 sec	24	3.5 sec	2.0 sec
10	3.2 sec	1.7 sec	25	3.5 sec	2.0 sec
11	3.9 sec	1.7 sec	26	2.9 sec	1.8 sec
12	4.0 sec	1.7 sec	27	2.6 sec	1.8 sec
13	3.0 sec	1.7 sec	28	2.5 sec	1.7 sec
14	3.6 sec	1.7 sec	29	2.8 sec	1.7 sec
15	2.8 sec	1.7 sec	30	3.0 sec	1.7 sec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 เพื่อเป็นการทดสอบการใช้งานจริงของถาดรองรับที่ออกแบบ จากการทดสอบ พบว่า ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ชิ้น (ใหญ่) มีค่าความคลาดเคลื่อน (ความกว้างและความยาว มีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ ± 1% และความสูงมีค่าความคลาดเคลื่อนประมาณ ± 5%) โดย ความกว้างและความยาว เป็นตัวแปรที่ส่งผลกับการทำงานของเครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ แบบอัตโนมัติมากที่สุด ผลกระทบของความคลาดเคลื่อนนี้ส่งผลให้ทุกการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ จากฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ชิ้น (ใหญ่) 1 ถาดรองรับ จะมีจำนวนของอุปกรณ์คอน เนคเตอร์ที่ไม่สามารถวางลงบนถาดรองรับขาออกได้เป็นจำนวน 1-2 ชิ้นในทุกการทำงาน

ตารางที่ 4.3 แสดงถึงค่าความคลาดเคลื่อนของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ขนาด 48 ชิ้น (ใหญ่) จากการทดลองวัดและใช้งานจริง จำนวน 30 ถาด (ขนาดมาตรฐานหลัง ความกว้าง 231 mm., ความยาว 310 mm., ความสูง 10 mm.)

ถาดที่	ความกว้างที่วัดได้ (X) mm.	ความกว้างที่คลาดเคลื่อน (X′) mm.	ความยาวที่วัดได้ (Y) mm.	ความยาวที่คลาดเคลื่อน (Y′) mm.	ความสูงที่วัดได้(Z) mm.	ความสูงที่คลาดเคลื่อน (Z′) mm.
1	230	-1.0	309	-1.0	10	0
2	231	0	309.5	-0.5	9.5	-0.5
3	230.5	-0.5	310	0	9.75	-0.25
4	230	-1.0	309	-1.0	10	0
5	230	-1.0	310	0	9.5	-0.5
6	230.5	-0.5	310	0	10	0
7	230	-1.0	309	-1.0	10.5	+0.5
8	230	-1.0	310.5	+0.5	10	0
9	230.5	-0.5	310	0	10.5	+0.5
10	229	-2.0	310.5	+0.5	10.5	+0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถาดที่	ความกว้างที่วัดได้ (X) mm.	ความกว้างที่คลาดเคลื่อน (X′) mm.	ความยาวที่วัดได้ (Y) mm.	ความยาวที่คลาดเคลื่อน (Y′) mm.	ความสูงที่วัดได้(Z) mm.	ความสูงที่คลาดเคลื่อน (Z′) mm.
11	231	0	310	0	10.5	+0.5
12	231.5	+0.5	309.5	-0.5	10.5	+0.5
13	230	-1.0	310	0	10.5	+0.5
14	230.5	-0.5	309.5	-0.5	10	0
15	230.5	-0.5	310	0	10.5	+0.5
16	230	-1.0	309	-1.0	9.75	-0.25
17	230	-1.0	310	0	10.5	+0.5
18	232	+1.0	309.5	-0.5	9.5	-0.5
19	230.5	-0.5	310	0	10	0
20	231	0	309.5	-0.5	9.5	-0.5
21	230	-1.0	309	-1.0	10	0
22	230.5	-0.5	309.5	-0.5	10	0
23	230	-1.0	309	-1.0	9.75	-0.25
24	231	0	309.5	-0.5	9.5	-0.5
25	230.5	-0.5	310	0	10	0
26	230	-1.0	310	0	10.5	+0.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถาดที่	ความกว้างที่วัดได้ (X) mm.	ความกว้างที่คลาดเคลื่อน (X′) mm.	ความยาวที่วัดได้ (Y) mm.	ความยาวที่คลาดเคลื่อน (Y′) mm.	ความสูงที่วัดได้(Z) mm.	ความสูงที่คลาดเคลื่อน (Z′) mm.
27	232	+1.0	309	-1.0	10	0
28	232	+1.0	309	-1.0	10	0
29	230.5	-0.5	309.5	-0.5	10	0
30	230	-1.0	309	-1.0	9.5	-0.5
Tolerance (+)		+1.0	-		+0.5	
Tolerance (-)		-1.0	-1.0		-0.5	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

เครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติที่ถูกออกแบบและปรับปรุงขึ้นมาใหม่สามารถใช้งานได้ตามวัตถุประสงค์ คือ สามารถย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จากฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จากบริษัทจัดผู้จำหน่ายมาวางบนฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์จากโรงงานได้ โดยพนักงานสามารถทำงานได้สะดวกขึ้น ช่วยลดระยะเวลาในการทำงาน และช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

การใช้พีแอลซีเป็นตัวควบคุมการทำงานของการทำงานของลูกสูบ เป็นการประหยัดค่าใช้จ่ายมากกว่า รีเลย์ ทามเมอร์ และยังลดเวลาในการออกแบบวงจรทางไฟฟ้าอีกด้วย การแก้ไขจะสามารถแก้ไขได้ง่ายและ รวดเร็ว โดยไม่จำเป็นต้องเปลี่ยนวงจรทางไฟฟ้า เปลี่ยนแค่ส่วนของโปรแกรมแลดเดอร์ไดอะแกรมเท่านั้น

เครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์แบบอัตโนมัติ สามารถลดจำนวนเวลาการทำงานต่อ 1 รอบ อยู่ที่ประมาณ 1.5-2 วินาทีต่อการย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ 1 คู่ และช่วยลดมูลค่าการใช้จ่ายประมาณ 300,000 บาทต่อปีอีกด้วย การนำเอาระบบอัตโนมัติมาใช้ยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและยังสร้างผลกำไรให้โรงงานอีกเช่นกัน ยิ่งอุปกรณ์ที่ต้องการความสะอาดมาก ก็ยิ่งจำเป็นต้องใช้การผลิตแบบอัตโนมัติมากขึ้นเท่านั้น และยังสร้างความมั่นใจให้กับลูกค้า

5.2 ปัญหาและอุปสรรค

5.2.1 เครื่องมือที่ใช้มีคุณสมบัติที่จำกัด พีแอลซีที่ใช้เป็นรุ่นเก่ามีคุณสมบัติไม่เพียงพอที่จะรองรับ การทำงานในฟังก์ชั่นต่างๆได้เพียงพอ เช่น ไม่สามารถเชื่อต่อกับภาษาC#ได้โดยตรง ทำให้ต้องมีการเพิ่ม ADAM Board เข้ามาเป็นตัวกลางในการสื่อสาร ทำให้ระบบวงจร wiring ซับซ้อนมากขึ้น

5.2.2 เนื่องจากเครื่องจักร CNC ของทางโรงงานมีความคลาดเคลื่อน ±1 cm. จึงทำให้งานที่กัดออกมามีความคลาดเคลื่อนผิดแบบไปจากของจริง

5.2.3 เนื่องจากการสั่งของแต่ละชิ้นมาจากหลายบริษัทผู้จัดจำหน่าย และ ต้องสั่งของกับคนนอกแผนก จึงทำให้การทำงานเป็นไปอย่างล่าช้า เนื่องจากมีการตามของที่ไม่สะดวกและของแต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บริษัทผู้จัดจำหน่ายได้ของไม่พร้อมกัน

5.2.4 เนื่องจากไม่มีพี่ผู้ชำนาญคอยแนะนำถึงหลักการ Teching โรบอท จึงทำให้ใช้เวลาในการ Teching โรบอท เป็นเวลานาน จึงทำให้งานเสร็จล่าช้า และได้ทดสอบรันงานจริงน้อย

5.2.5 เมื่อนำเครื่องจักรเข้าไลน์การผลิตและได้ลองทดสอบใช้งานจริง ปรากฏว่าขนาดของฐานวางคอนเนคเตอร์มีขนาดไม่เท่ากันถาดรองรับที่ออกแบบไว้ ในด้านของถาดรองรับขาออก (TrayOut) ฐานวางคอนเนคเตอร์จากโรงงานมีขนาดที่ต่างกันประมาณ ± 3mm. ทำให้ฐานวางคอนเนคเตอร์บางอันไม่สามารถวางลงบนถาดรองรับได้ และฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ที่มาจากบริษัทจัดจำหน่ายทั้ง 3 รุ่นนั้นมีความคลาดเคลื่อนประมาณ ±1mm จากการที่ขนาดของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์มีความคลาดเคลื่อนจึงทำให้ฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์บางอันไม่สามารถวางลงบนถาดรองรับได้ แต่นับเป็นส่วนน้อยซึ่งสามารถยอมรับได้

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

ควรมีการติดตั้งกล้องเพื่อช่วยให้การวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์มีความแม่นยำมากขึ้น และสามารถให้เครื่องย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์มีความสามารถที่จะย้ายอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ต่างชนิด ได้ภายในเครื่องเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] สันต์ ลีละธนาฤกษ์. การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดฝึกเขียนโปรแกรมควบคุมกระบวนการผลิตเจาะชิ้นงานอัตโนมัติด้วยพีแอลซี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2549.

[2] นรภัทร น้อยหลุบเลา. การศึกษาพัฒนาทักษาการเขียนแบบด้วยคอมพิวเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Solidwork. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิชาการจัดการงานวิศวกรรมและเทคโนโลยี คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏมหาสารคาม, 2553.

[3] อภิเชษฐ์ อุตสาหไศย. ชุดฝึกมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับควบคุมด้วยพีแอลซี. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต วิศวกรรไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโลโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2550.

[4] คเชนท์ นันตมาศ, นภณรงค์ อยู่คงดี และพิพัฒน์ โยธาราษฎร์. เครื่องเข้าสายคอนเนคเตอร์อัตโนมัติ. วิทยานิพนธ์ปริญญามหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยศรีปทุม, 2556.

[5] KV-40DR. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก: http://www.keyence.co.th/products/control/plc-package/visual_kv/models/kv-40dr (สืบค้นวันที่ 13 สิงหาคม 2558).

[6] ทฤษฎีเกี่ยวกับนิเมตริกส์. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก: http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_1.htm (สืบค้นวันที่ 20 กันยายน 2558).

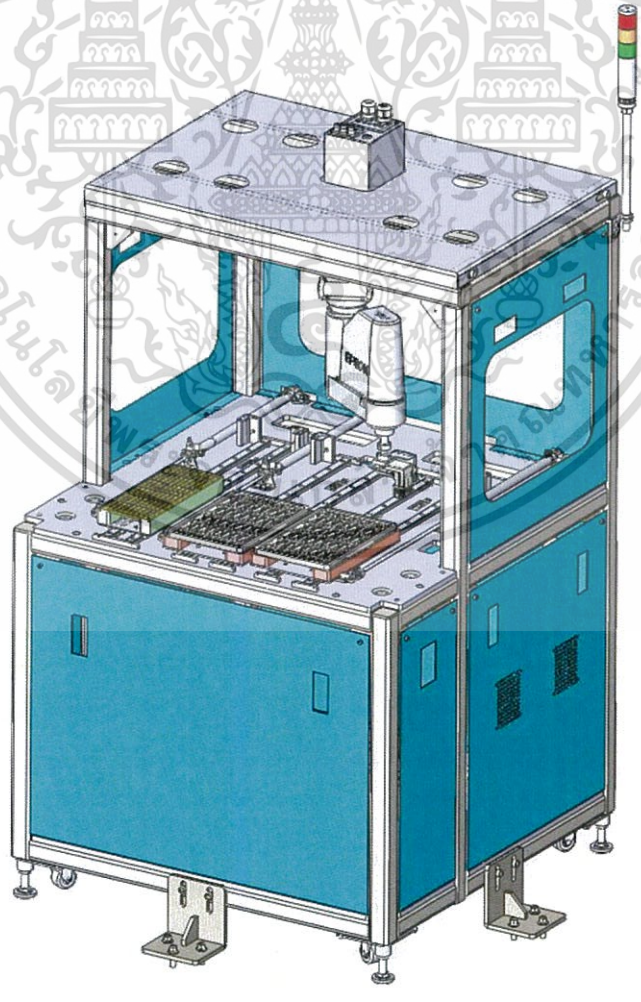
[6] ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับการใช้ Solidworks 2012. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก: https://sites.google.com/site/solidwork2012basic/home (สืบค้นวันที่ 4 ตุลาคม 2558).

[7] ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับเรื่องPLC. 2557. เข้าถึงได้จาก: http://www.tgcontrol.com (สืบค้นวันที่ 25 ตุลาคม 2558).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

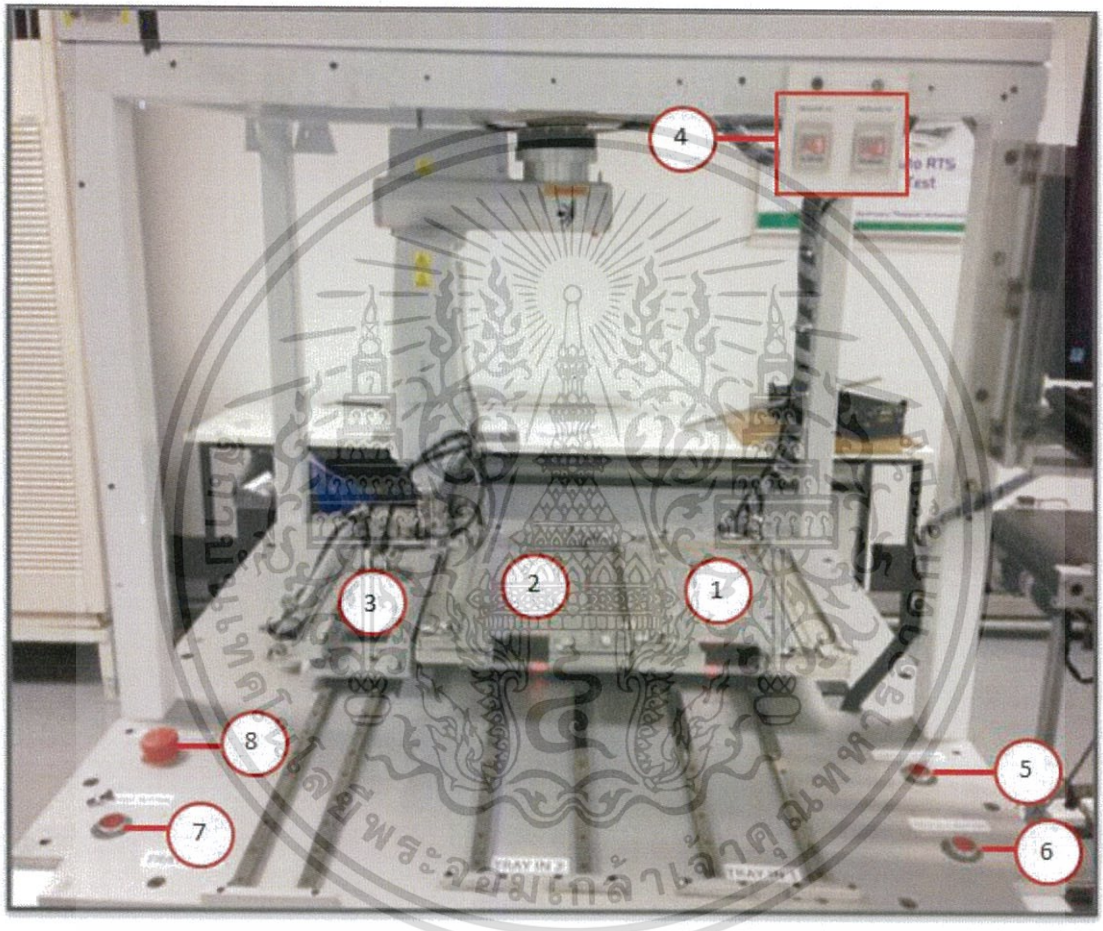
Manual for Auto load/unload connector



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. องค์ประกอบในการทำงานของเครื่องจักร / Work principle

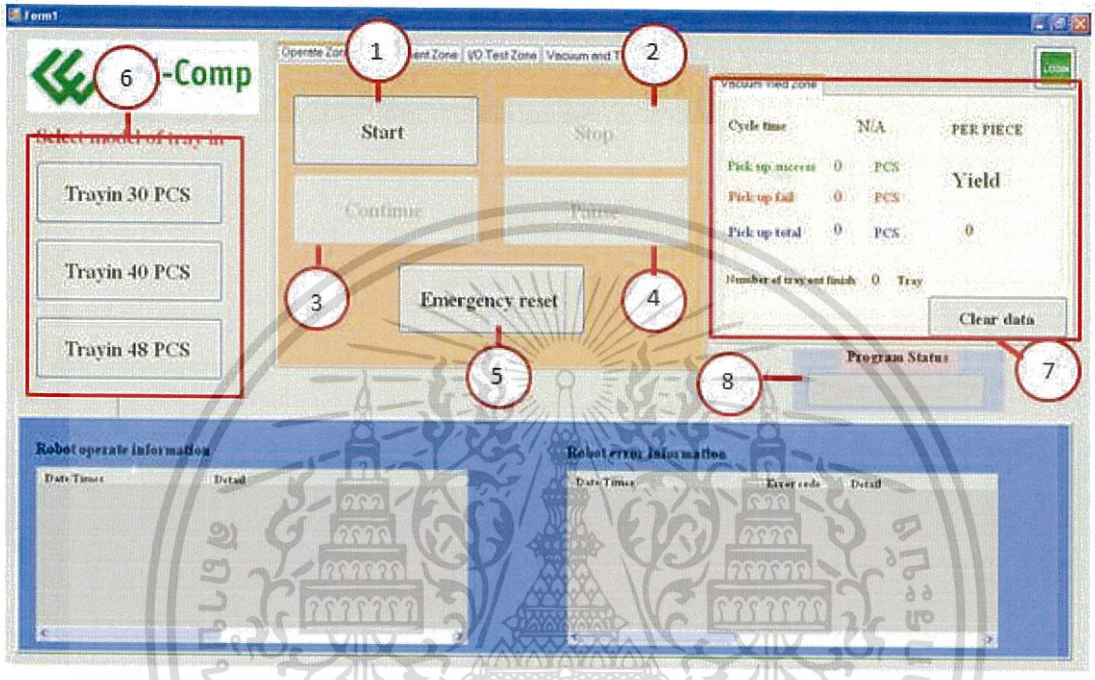
1.1 Machine



1. Tray In 1
2. Tray In 2
3. Tray Out
4. Pressure sensor gauge
5. Tray In 1 Button
6. Tray In 2 Button
7. Tray Out Button
8. Emergency Button

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 หน้าต่าง GUI (GUI Page)

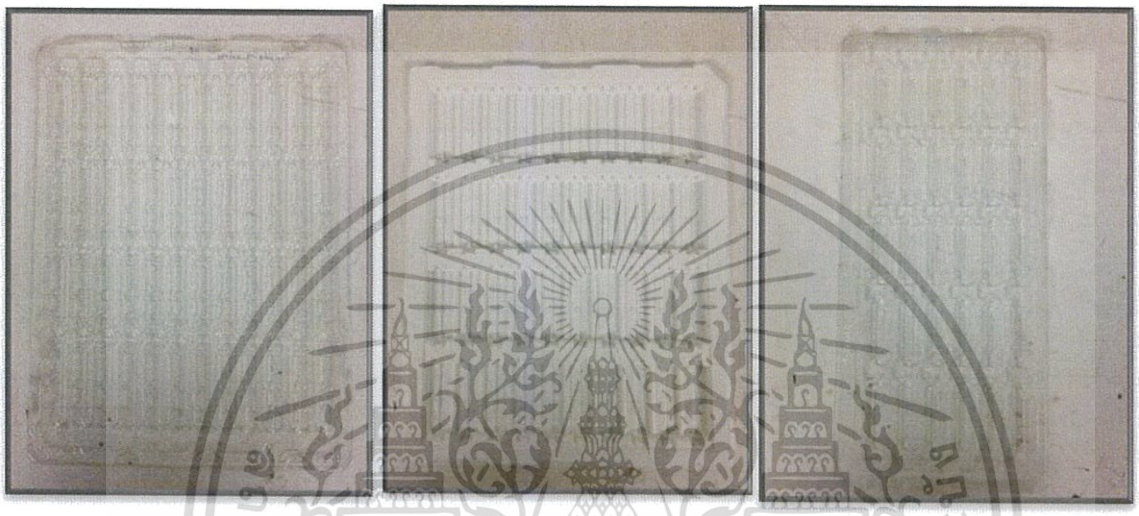


1. Start Button
2. Stop Button
3. Continue Button
4. Pause Button
5. Emergency reset Button
6. Model of fixture Button
7. YIELD ZONE
8. Status process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

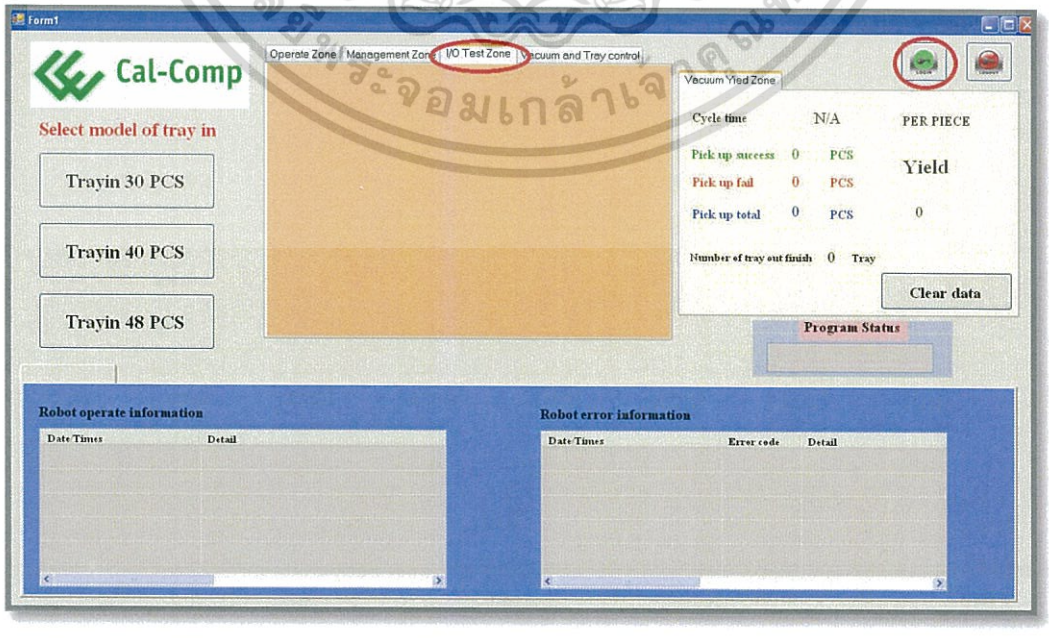
2. การปรับระยะ Gripper

ในทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนรุ่นของ Fixture ในการ run จะต้องทำการปรับระยะลูกสูบของ Gripper โดยจะปรับระยะตามรูปแบบของ Fixture



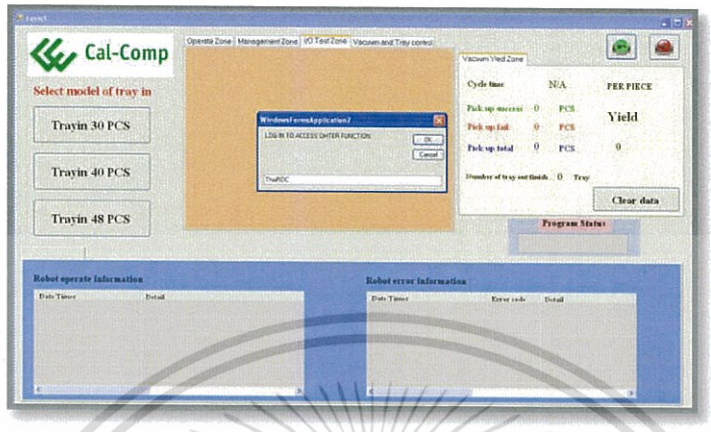
Fixture 1 (ใหญ่) | Fixture 2 (กลาง) | Fixture 3 (เล็ก)

STEP 1 : คลิกที่หน้า IO Test Zone หลังจากนั้น คลิกที่ปุ่ม Log In

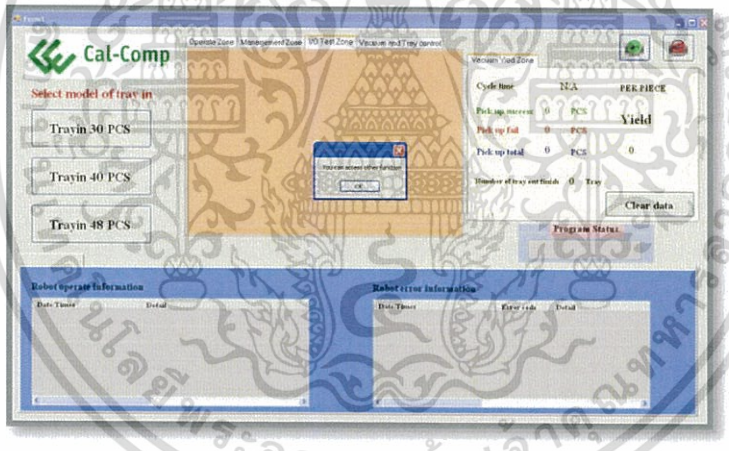


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

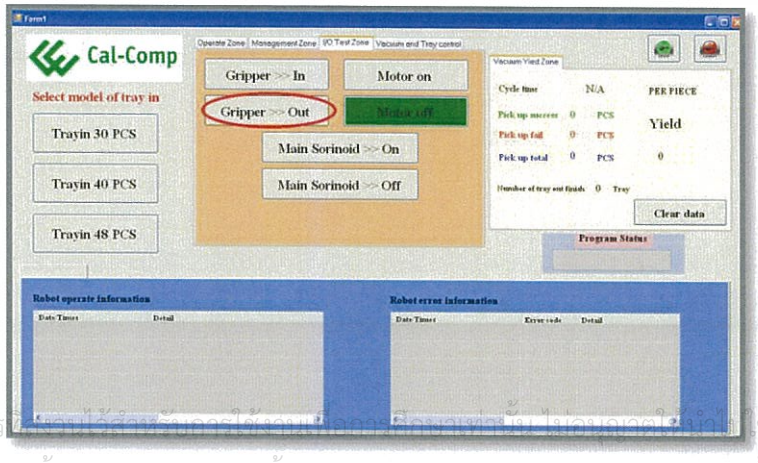
STEP 2 : ใส่รหัสผ่าน “ThaiRDC” คลิก OK



STEP 3 : จะขึ้น Pop-up ว่า “You can access other function” คลิก OK

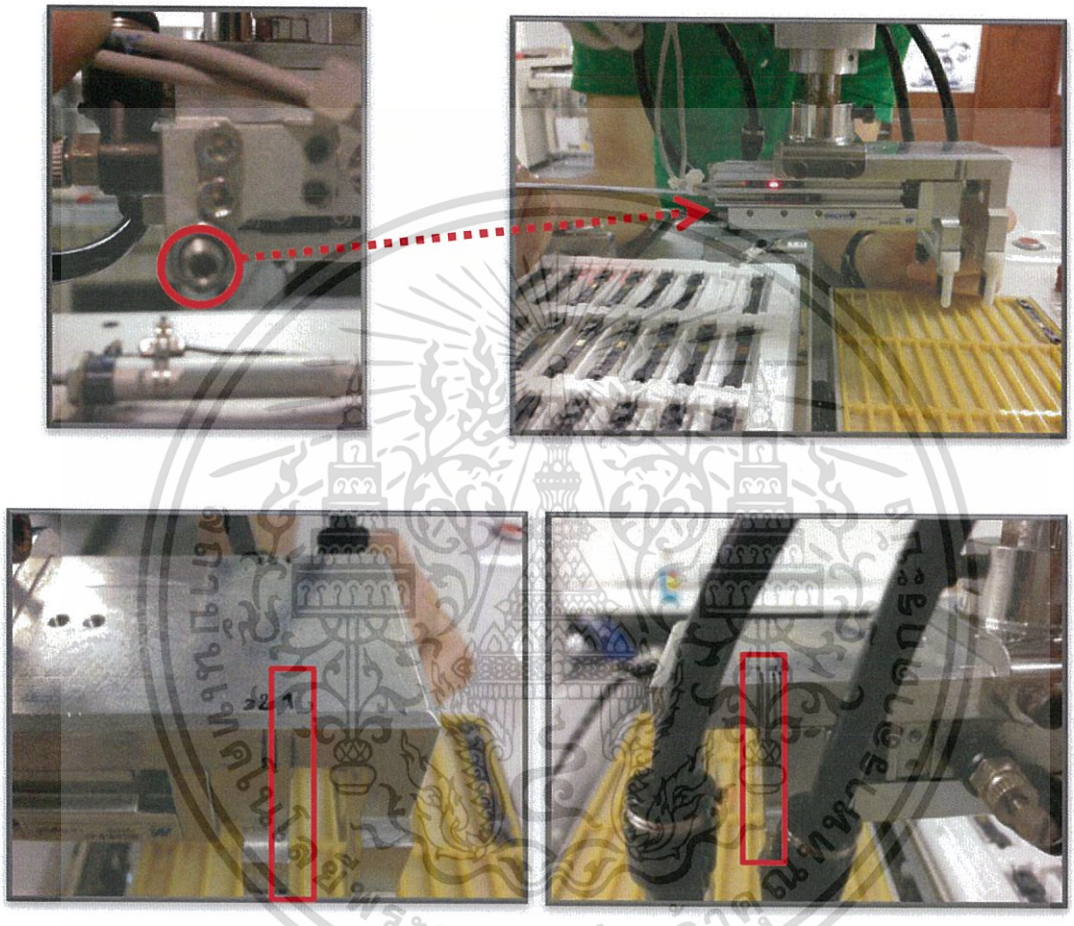


STEP 4 : ที่หน้า IO Test Zone คลิกปุ่ม Gripper Out เพื่อให้ Gripper ยืดออก เป็นระยะที่ใช้หยิบ Connector ของแต่ละmodel

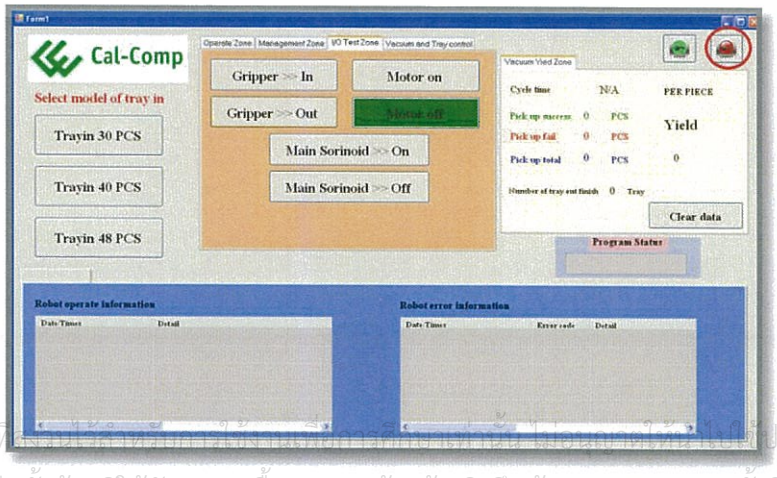


เอกสารนี้เป็นเอกสาร[illegible]ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STEP 5 : นำประแจแอลมาขันที่สกรูตัวล่างสุด ดูระยะของขอบGripperทั้งสองด้านจะต้องตรงกับระยะที่ทำเครื่องหมายไว้ (โดยที่ เลข1 หมายถึง ระยะของFixture 1 (ใหญ่), เลข2 หมายถึง ระยะของ Fixture 2 (กลาง) และ เลข3 หมายถึง ระยะของFixture 3 (เล็ก))

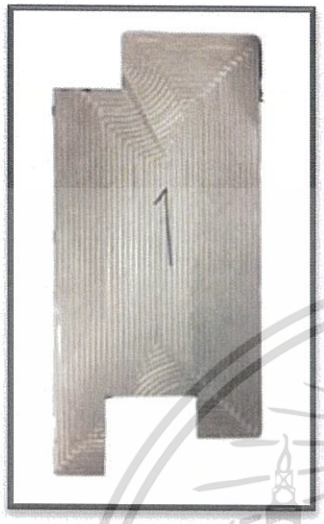


STEP 6 : หลังจากปรับระยะเสร็จ ให้กดปุ่ม Log Out เพื่อกลับหน้าต่างปกติ

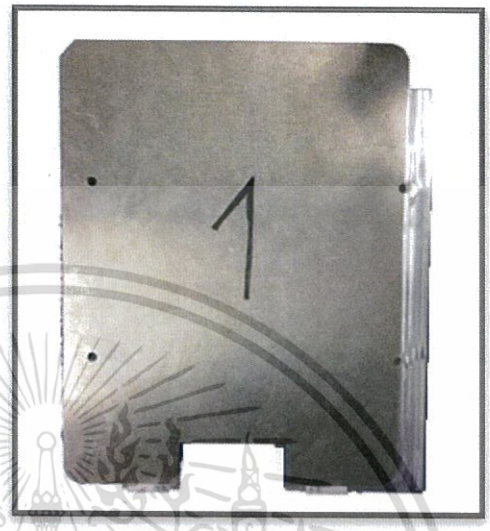


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การวาง Fixture แต่ละ Model

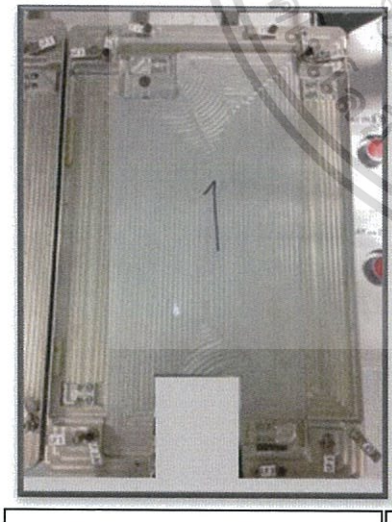


SubTray 1

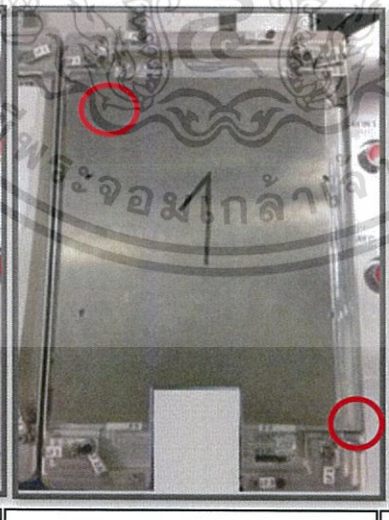


SubTray 2

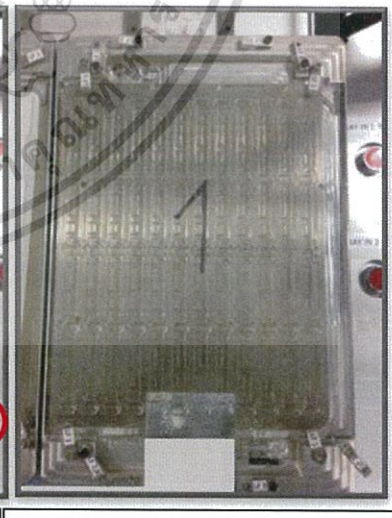
2.1 Fixture1 (48 Connector)



STEP 1 : วาง SubTray1 ลงใน TrayIn / (Put SubTray1 on TrayIn)



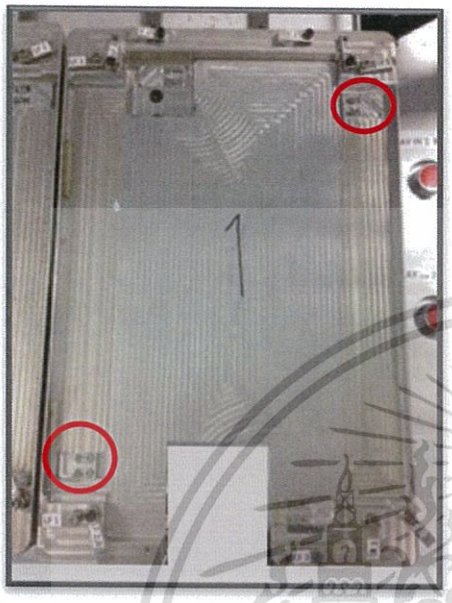
STEP 2 : วาง SubTray2 ลงบน SubTray1 / (Put SubTray2 on SubTray1)



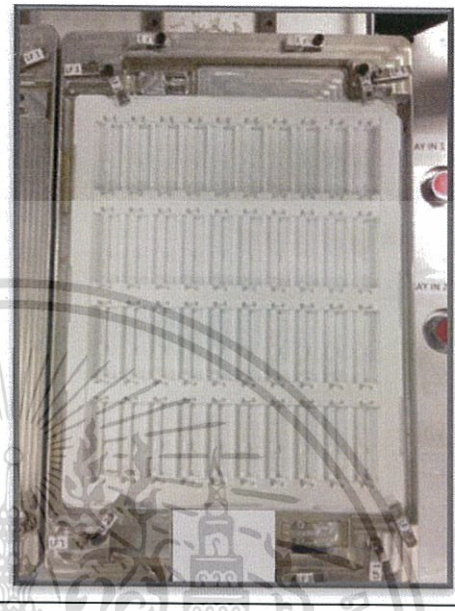
STEP 3 : วาง Fixture1 (48 Connector) ลงบน SubTray2 ตำแหน่งรอยบาก กับส่วนโค้งจะตรงกันกับขนาดของ Fixture1 พอดี จากนั้น ล็อคFixture1 ด้วย LF1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Fixture2 (40 Connector)

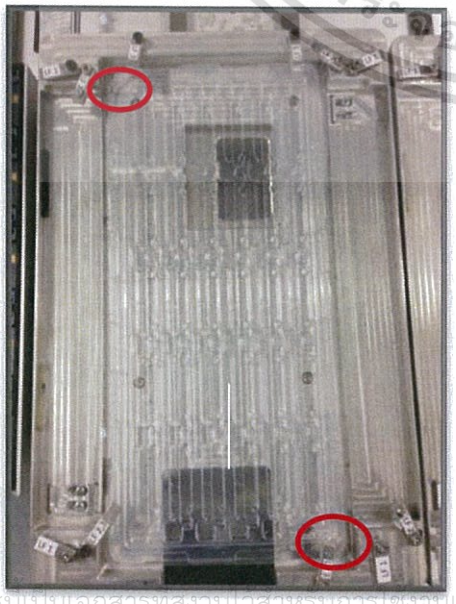


STEP 1 : วาง SubTray1 ลงใน TrayIn / (Put SubTray1 on TrayIn)



STEP 2 : วาง Fixture2 (40 Connector) ลงบน SubTray1 ตำแหน่งรอยบากกับส่วนโค้งบนTrayIn จะตรงกันกับขนาดของ Fixture2 พอดี จากนั้น ล็อค Fixture2 ด้วย LF2

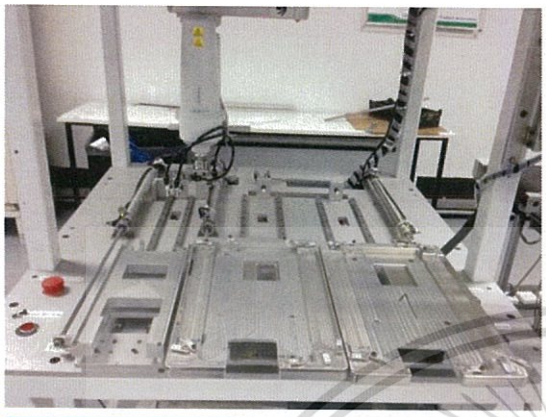
2.3 Fixture3 (30 Connector)



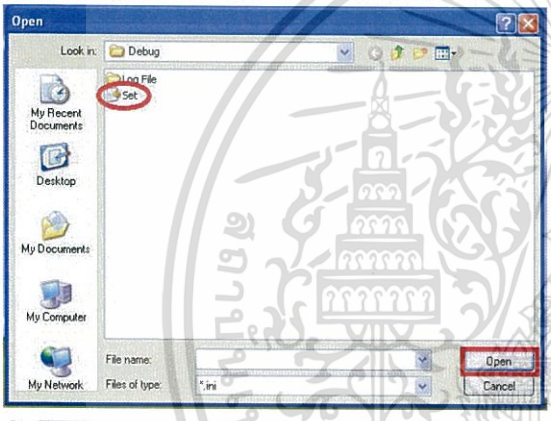
วาง Fixture3 (30 Connector) ลงบน TrayIn ตำแหน่งรอยบากกับส่วนโค้งบนTrayIn จะตรงกันกับขนาดของ Fixture3 พอดี จากนั้น ล็อคFixture3 ด้วย LF3 / (Put Fixture3 (30 Connector) on TrayIn. Position of TrayIn and Fixture3 have to exact match, and then Lock Fixture3 by LF3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ขั้นตอนในการทำงาน / Process step

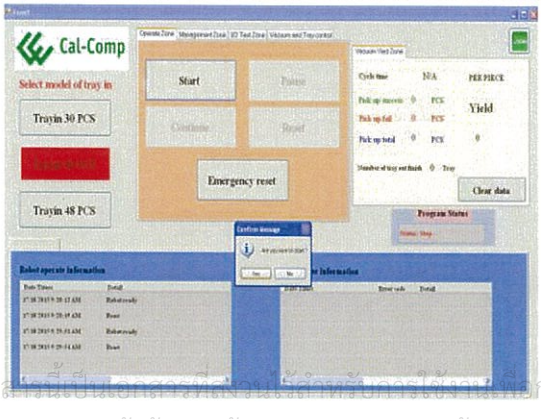


1. ครั้งแรกสำหรับการ run ให้ดึง Tray ทั้ง3อัน ออกมาจนสุดลูกสูบ เนื่องจากในการเริ่มครั้งแรก ลมจากลูกสูบที่ดันออกมาจะแรงมาก



2. เปิดโปรแกรม “Auto load-unload connector” ที่หน้า Desktop จะมีpop-up ขึ้นมา คลิก SET ตามด้วย Open

3. เลือกFixture ที่ต้องการ

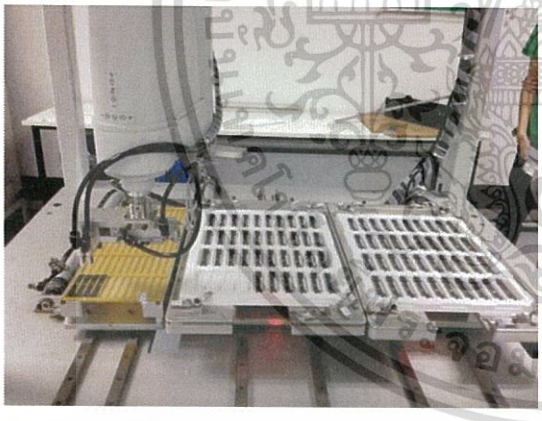


4. กดปุ่ม Start > Yes

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. (สถานะเริ่มต้น) ใส่Fixture ที่ต้องการrun ลงใน TrayIn และ ใส่Fixtureที่ต้องการรองรับที่ TrayOut

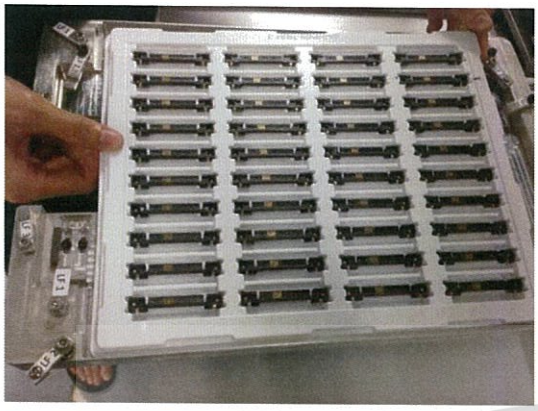
6. กดปุ่ม TrayOut, TrayIn 1, TrayIn 2 เพื่อโหลดTray เข้าเครื่องจักร



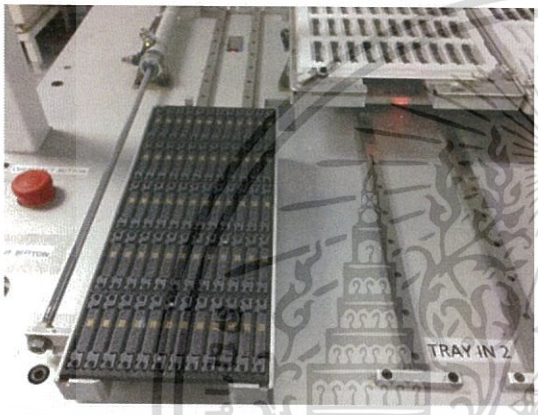
7. Robot เริ่มทำงาน เคลื่อนย้าย Connector จาก Fixture ไป TrayOut

8. TrayIn ที่ทำการย้าย Connector เสร็จแล้วจะถูกดันออกมา

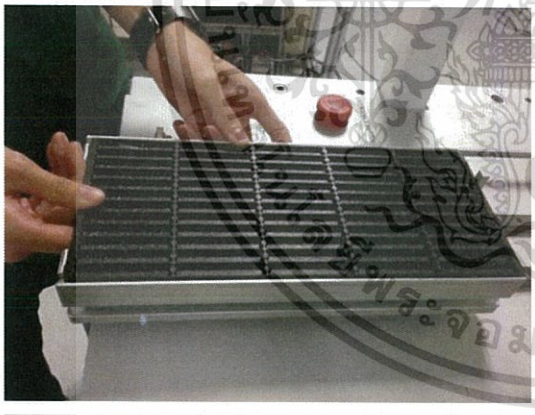
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



9. เปลี่ยน Fixture อันใหม่ที่ต้องการย้าย Connector ลงในTrayIn หลังจากนั้นกด TrayIn button เพื่อโหลดเข้าเครื่องจักร



10. TrayOut ที่ถูกย้าย Connector มาเสร็จแล้วจะถูกดันออกมา



11. เปลี่ยนFixtureอันใหม่ที่ TrayOut หลังจากนั้นกด TratOut Button เพื่อโหลดเข้าเครื่องจักร

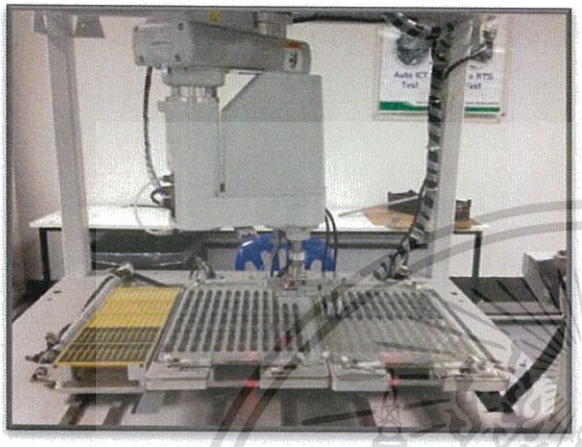
12. Robot เริ่มทำการเคลื่อนย้าย Connector ต่อ

13. ทำซ้ำ ข้อที่ 8-12

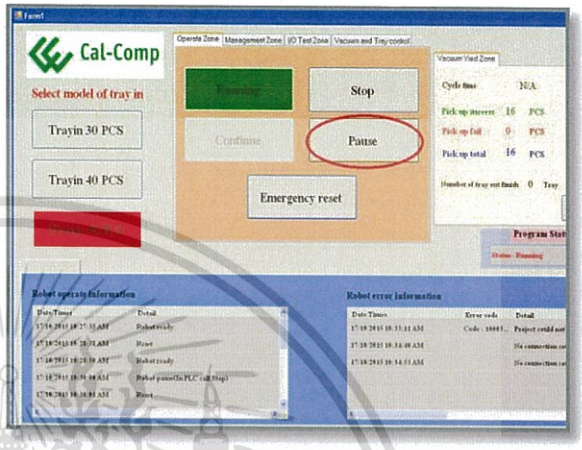
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Special Case

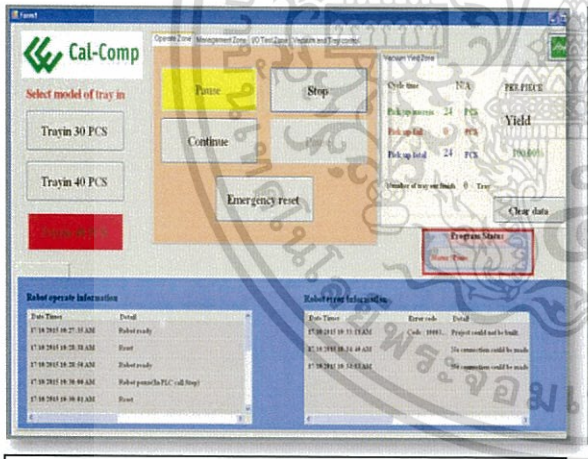
5.1 กรณีต้องการหยุดโปรแกรม แต่ให้รันต่อจากของเดิม



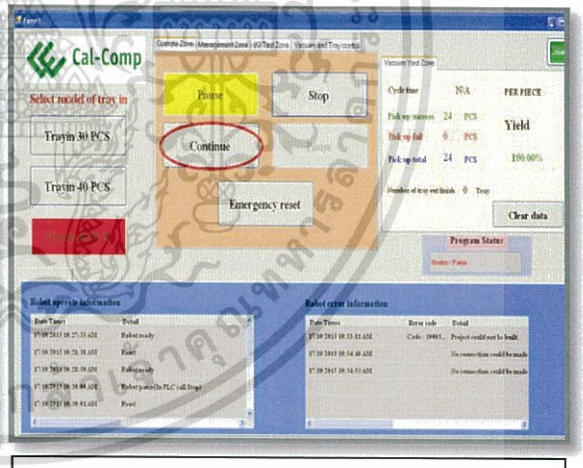
1. เมื่อขณะ Robot ทำงานอยู่ แล้วต้องการหยุดการทำงานชั่วคราว



2. บนหน้า GUI ให้กดปุ่ม PAUSE



3. หน้าต่าง GUI จะขึ้นรูปตามภาพ และตรง Program Status จะขึ้นสถานะเป็น Pause



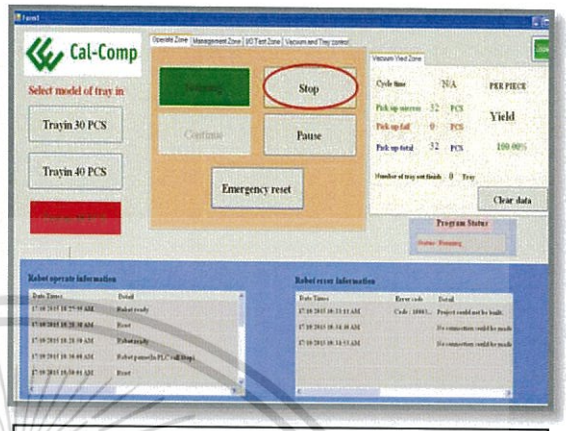
4. เมื่อต้องการ Run โปรแกรมต่อ ให้กดปุ่ม Continue

5. Robot จะเริ่มทำงาน โดยจะเริ่มรันต่อจากจุดเดิมที่รันหยุดไว้ก่อนหน้า

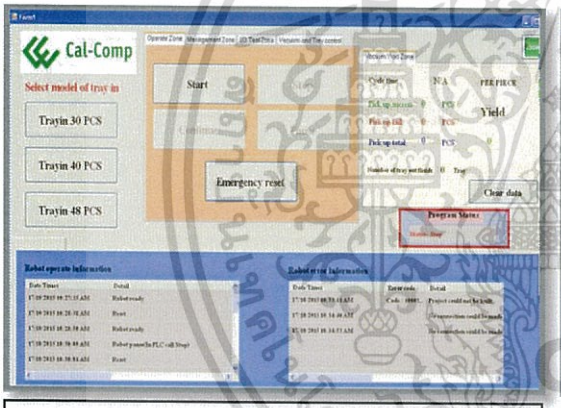
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 กรณีต้องการหยุดโปรแกรม และให้เริ่มรันโปรแกรมใหม่ตั้งแต่แรก

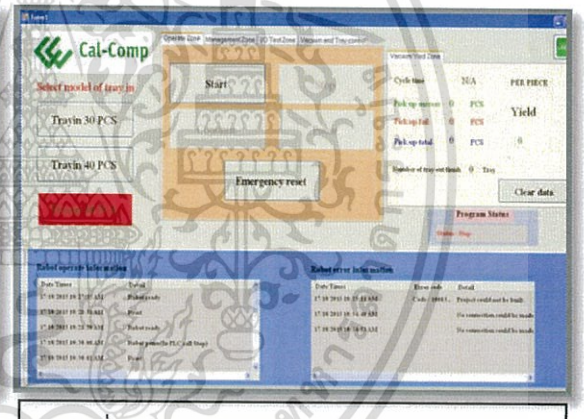
1. เมื่อขณะ Robot ทำงานอยู่ แล้วต้องการหยุดการทำงานทั้งหมด



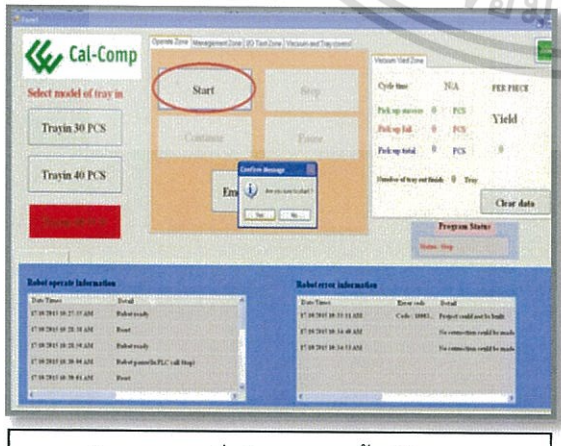
2. บนหน้า GUI ให้กดปุ่ม STOP



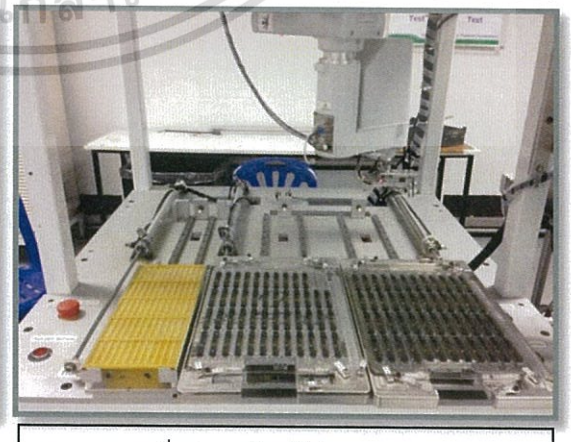
3. หน้าต่าง GUI จะขึ้นรูปตามภาพ และตรง Program Status จะขึ้นสถานะเป็น Stop



4. เมื่อต้องการ Run โปรแกรม ให้เลือกแบบ Fixture ของ TrayIn ใหม่อีกครั้ง



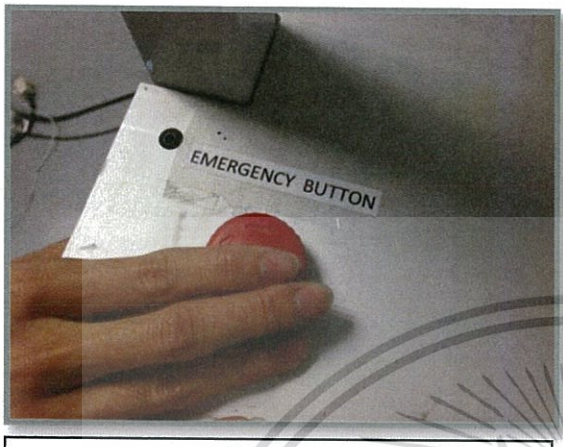
5. กดปุ่ม START เมื่อมี Pop-up ขึ้น ให้กด Yes



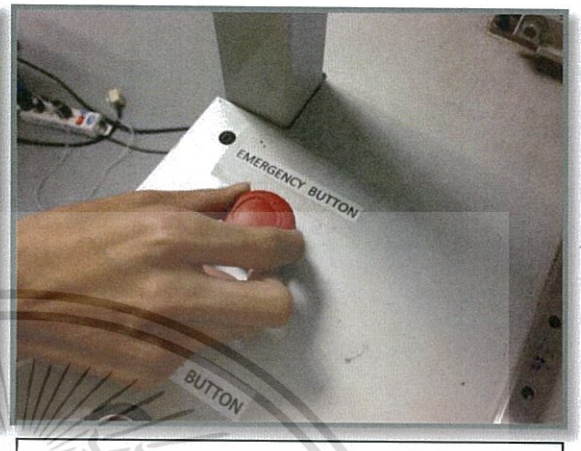
6. ระบบจะเริ่มทำงานใหม่ ใส่TrayInและ TrayOut ใหม่ กดbuttonเพื่อโหลดให้ Robotเริ่มทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

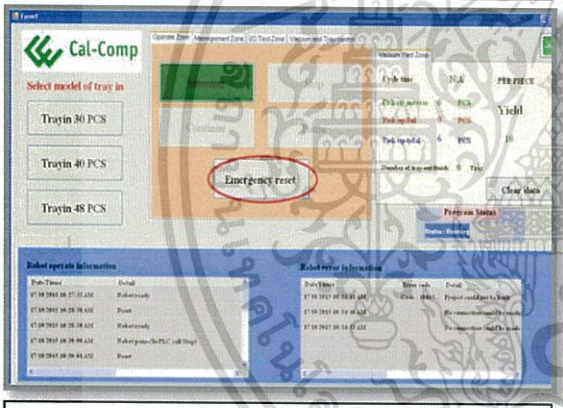
5.3 กรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน



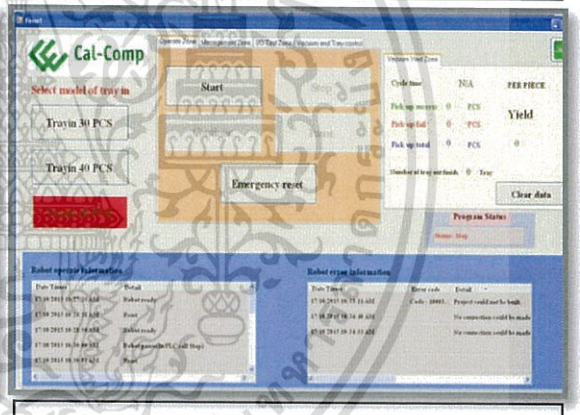
1. เมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน ให้กดปุ่ม Emergency



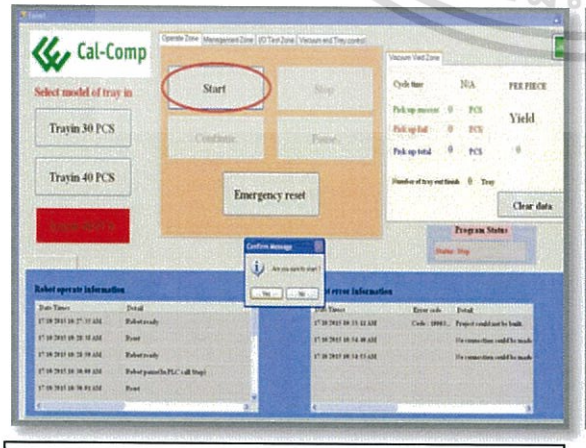
2. ถ้าต้องจะรันโปรแกรม ให้หมุนปุ่ม Emergency เพื่อคลายสถานะ



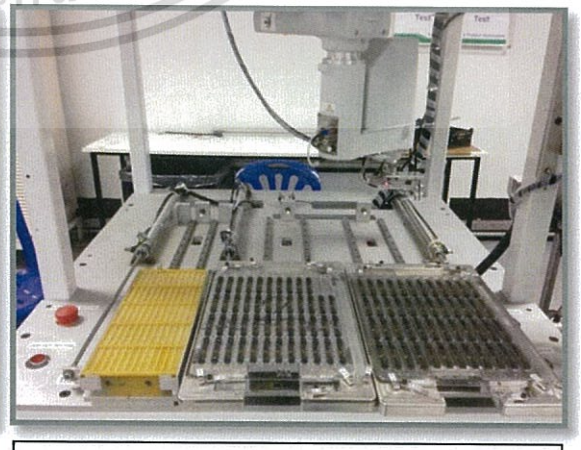
3. หน้าต่าง GUI กด Emergency Reset เพื่อรีเซ็ทสถานะEmergency ที่ค้างอยู่ในโปรแกรม



4. โปรแกรมจะเริ่มรันใหม่ ให้เลือกแบบ Fixture ของ TrayIn ใหม่อีกครั้ง



5. กดปุ่ม START เมื่อมี Pop-up ขึ้น ให้กด Yes



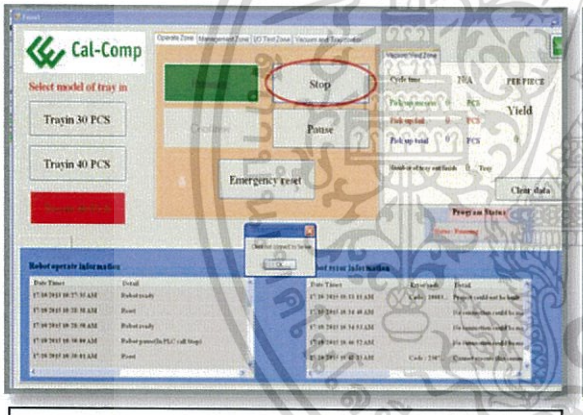
5. ระบบจะเริ่มทำงานใหม่ ใส่TrayInและ TrayOut ใหม่ กดbuttonเพื่อโหลดให้ Robotเริ่มทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

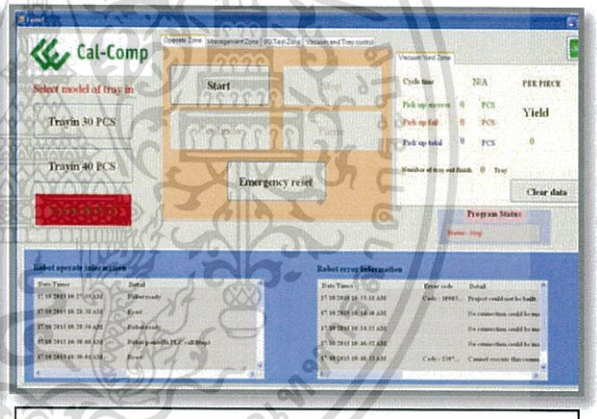
5.4 Error: No connection could be made because the target machine actively refused it 192.168.0.1 :2010

1. ขณะเริ่มกดปุ่ม START แล้วRobotเกิดค้างดังรูป

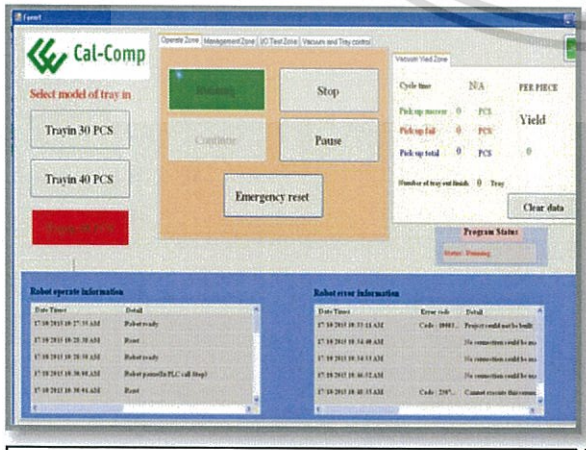
2. หน้าจอ GUI ขึ้นแสดง Error ดังภาพ >> คลิก OK



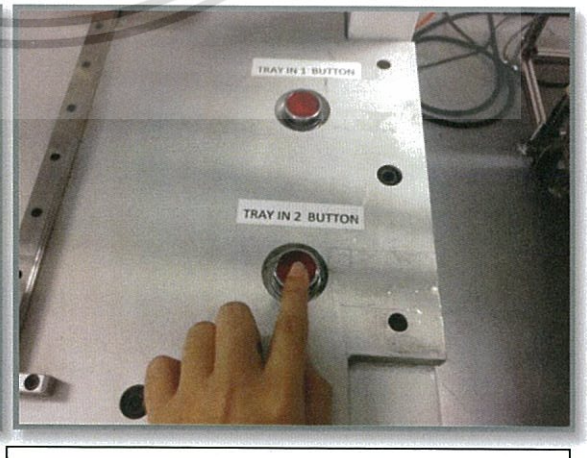
3. ที่หน้าต่าง GUI กด STOP จะขึ้น Pop-up ว่า “Client not connect to Server” >> คลิก OK



4. โปรแกรมจะเริ่มรันใหม่ ให้เลือกแบบ Fixture ของ TrayIn ใหม่อีกครั้ง



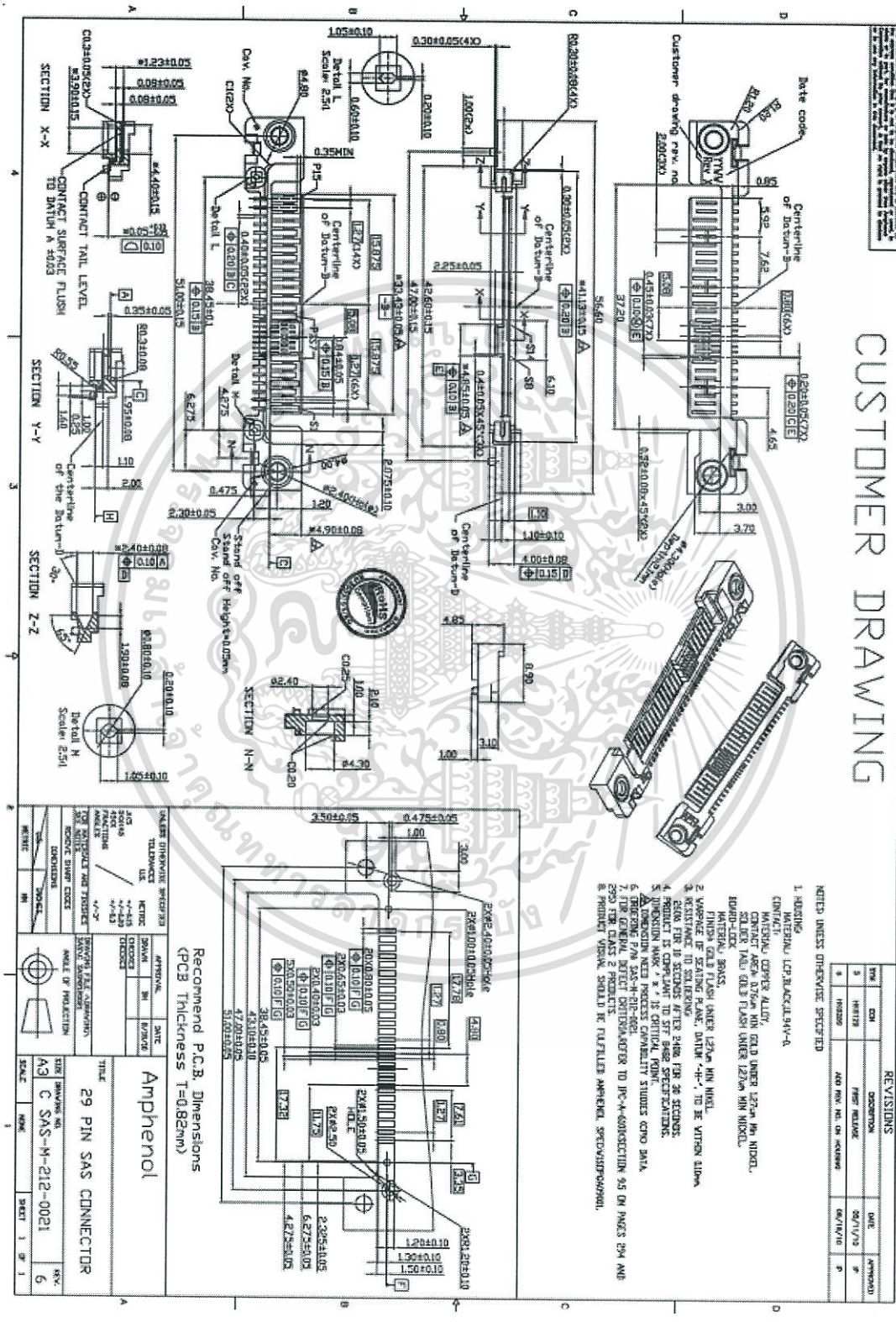
5. กดปุ่ม START เมื่อมี Pop-up ขึ้น ให้กด Yes



6. กดButtonเพื่อโหลด TrayInและ TrayOut โปรแกรมจะเริ่มทำงานตามปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ ก-1 ขนาดของอุปกรณ์คอนเนคเตอร์



ตารางที่ ก-1 แสดงถึงขนาดมาตรฐานของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ฝั่งขาออก

Outlet Data	X_Width (mm)	Y_Length (mm)	Z_Height (mm)
Fixture Tray Out	132.00	317.00	5.00

ตารางที่ ก-2 แสดงถึงขนาดของฐานวางอุปกรณ์คอนเนคเตอร์ฝั่งขาออกในไลน์การผลิต จำนวน 20 ชิ้น

Tray Out	X_Width (mm)	X'_Diff. Fix (mm)	Y_Length (mm)	Y'_Diff. Fix (mm)	Z_Height (mm)	Z'_Diff. Fix (mm)
1	132.00	0.00	315.00	2.00	7.50	-2.50
2	131.00	1.00	314.00	3.00	6.50	-1.50
3	132.00	0.00	314.50	2.50	6.50	-1.50
4	131.50	0.50	315.00	2.00	6.00	-1.00
5	131.50	0.50	315.00	2.00	6.50	-1.50
6	131.50	0.50	315.50	1.50	6.50	-1.50
7	131.50	0.50	315.50	1.50	6.50	-1.50
8	131.50	0.50	315.50	1.50	6.00	-1.00
9	131.50	0.50	315.00	2.00	6.00	-1.00
10	131.50	0.50	315.00	2.00	6.00	-1.00
11	131.00	1.00	314.50	2.50	6.00	-1.00
12	131.50	0.50	315.00	2.00	6.00	-1.00
13	131.00	1.00	315.00	2.00	6.00	-1.00
14	131.50	0.50	315.00	2.00	6.00	-1.00
15	131.50	0.50	315.00	2.00	6.00	-1.00
16	131.00	1.00	315.00	2.00	6.00	-1.00
17	132.00	0.00	314.50	2.50	6.50	-1.50
18	131.50	0.50	315.00	2.00	6.00	-1.00
19	131.50	0.50	315.00	2.00	6.00	-1.00
20	132.00	0.00	314.50	2.50	6.50	-1.50
Average (mm)	131.50	0.50	314.93	2.08	6.25	-1.25
Minimum (mm)	131.00	0.00	314.00	1.50	6.00	-2.50
Maximum (mm)	132.00	1.00	315.50	3.00	7.50	-1.00
Tolerance + (mm)	0.50	-	0.93	-	0.25	-
Tolerance - (mm)	-0.50	-	-0.57	-	-1.25	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นางสาวปราภรณ์ จงเชี่ยวชาญวิทย์

วัน เดือน ปีเกิด 13 กรกฎาคม พ.ศ.2537

ที่อยู่ 55/249 หมู่บ้าน KC.7 ถ.รามคำแหง เขตสะพานสูง แขวงสะพานสูง กรุงเทพมหานคร 10240

E-mail : ning.pjs@gmail.com Tel : 092-7300576

ประวัติการศึกษา 2555-ปัจจุบัน วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมระบบการผลิต วิทยาลัยนวัตกรรมการผลิตขั้นสูง สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ประวัติการทำงานและผลงานวิจัย

2558 Hardware/Electrical Engineer แผนก Research & Development บริษัทแคล-คอมพ์ อิเล็กโทรนิกส์ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้