



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องกดเพลลา

Shaft Press Machine

นางสาวอภิษฎา นิลชาติ

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา	เครื่องกดเพลลา
ชื่อ - สกุลนักศึกษา	นางสาวอภิษฎา นิลชาติ
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ -สกุล อาจารย์นิเทศ	ศ.ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์
ชื่อ - สกุล ผู้นิเทศงาน	คุณภาณุวัฒน์ มีชำนาญ
ชื่อสถานประกอบการ	บริษัท เอ.ไอ. เทคโนโลยี จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการนี้นำเสนอทฤษฎีการออกแบบและการทำงานของเครื่องกดเพลลา (Shaft press machine) ที่ใช้สำหรับกระบวนการกดเพลลาเข้ากับโรเตอร์ในสายการผลิตมอเตอร์ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศของบริษัท พานาโซนิค มอเตอร์ (ประเทศไทย) โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1. สร้างเครื่องจักรที่สามารถกดเพลลาได้ตามระยะที่ลูกค้ากำหนด 2. มีระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานหนึ่งชิ้น (Cycle time) ตามที่กำหนด โดยมีค่าเท่ากับ 30 วินาที 3. เครื่องจักรสามารถกดเพลลาได้ดีตามมาตรฐานของลูกค้า โดยเริ่มจากการศึกษาความต้องการของลูกค้า จากนั้นศึกษาการทำงานของเครื่องจักรหลังจากนั้นแบบวงจรไฟฟ้า โดยมีตู้ควบคุมไฟฟ้าซึ่งภายในมีพีแอลซีเพื่อควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ลมอื่น ๆ จากนั้นออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้าและตู้ Operation เมื่อออกแบบเสร็จจึงส่งให้ผู้รับเหมาสร้างโครงตู้ จากนั้นประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้าและตู้ Operation และติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และทำการเดินสายไฟฟ้าภายในตู้ จากนั้นประกอบเข้ากับเครื่องจักรและทำการเดินสายไฟฟ้าบนเครื่องจักร จากนั้นเขียนโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องจักรบางส่วน แล้วจึงทำการทดสอบการทำงานและผลที่ได้จากการทดสอบคือ 1. เครื่องจักรติดตั้งได้ตามแบบ (Layout) ที่วางเอาไว้ 2. ม่านแสงนิรภัยไม่สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการเนื่องจากการเดินสายไฟของอุปกรณ์กับโหมดที่เลือกของ DIP switch ไม่ตรงกัน จึงแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนให้วิธีการซิงค์ตรงกัน

คำสำคัญ : เครื่องกดเพลลา (Shaft press machine), เพลลา, โรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Shaft press machine
Student intern name: Miss Apisada Nillacharti
Department: Instrumentation and Control Engineering
Faculty: Engineering
Advisor name: Prof.Dr. Worapong Tangsirat
Mentor name: Mr.Phanuwat Meechumnan
Company: A.I. Technology Co., Ltd.

ABSTRACT

This project presents the theory of design and operation of shaft press machine in order to use in shaft pressing process into the rotor in refrigerator motor and air conditioner production line of Panasonic Motor (Thailand) Company. The objectives of the project were to (1) build the machine that can press the shaft as the distance specified by the customer; (2) has a cycle time as specified which is equal to 30 seconds; and (3) build the machine which is able to press the shaft according to customer standard. To begin with studying the customer requirements. From there, study the machine operation and then design the electrical circuit. After that, design control box, which has Programmable Logic Controller (PLC) which is used to active all electrical and pneumatic equipment, and operation box layouts. After the layouts are finished, then send the layouts to supplier to fabricate boxes frame. Next, assemble the boxes and install electrical equipment, and do the panel wiring in both boxes. From there, assemble the boxes into the machine and wire on the machine. Then write some parts of program to control the work order of the machine. Finally, test the machine and it was found that (1) can install the machine according to the machine layout; and (2) the safety light curtain does not work as expected because of the wiring of the device does not match the selected mode of DIP switch. Thus, the solution is to change both synchronized methods to match each other.

Keywords : Shaft press machine, Shaft, Rotor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ถูกลงด้วยดี เนื่องด้วยความอนุเคราะห์จากบริษัท เอ.ไอ. เทคโนโลยี จำกัด ที่ให้โอกาสในโครงการสหกิจศึกษา อีกทั้งคุณภานุวัฒน์ มีชานาญ ผู้นิเทศงาน และขอขอบพระคุณพนักงานทุกท่านในแผนกวิศวกรรมไฟฟ้า (Electrical design) ที่คอยให้ความช่วยเหลือในการทำงานเป็นผลให้โครงการเล่มนี้สำเร็จถูกลงด้วยดีตลอดระยะเวลา 16 สัปดาห์

ขอขอบคุณ ศ.ดร.วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์ อาจารย์นิเทศ ที่ได้ให้คำแนะนำและช่วยเหลือผู้จัดทำมาตลอด ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมทุกท่านที่ได้สอนและให้ความรู้อันเป็นประโยชน์ในการฝึกสหกิจในครั้งนี้

ผู้จัดทำรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ขอขอบพระคุณทุกท่านอย่างสูงที่ให้การสนับสนุนเอื้อเฟื้อและให้ความอนุเคราะห์ช่วยเหลือ และประโยชน์อันพึงมีจากรายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอขอบแต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

ผู้จัดทำ
อภิษฎา นิลชาติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญรูปภาพ.....	VII
สารบัญตาราง.....	IX
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 วิธีการดำเนินงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แนวคิดและกระบวนการทำงานของเครื่องกต.....	4
2.1.1 แนวคิดของกระบวนการทำงาน.....	4
2.2 การออกแบบวงจรควบคุม	4
2.2.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า	4
2.3 พีแอลซี (PLC).....	5
2.4 โครงสร้างพีแอลซี (PLC structure).....	5
2.4.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU).....	5
2.4.2 หน่วยความจำ (Memory).....	5
2.4.3 หน่วยรับข้อมูลหรืออินพุต (Input).....	6
2.4.4 หน่วยส่งข้อมูลหรือเอาต์พุต (Output).....	6
2.4.5 แหล่งจ่ายไฟ (Power supply).....	6
2.5 พีแอลซี Panasonic FP7	6
2.6 การติดต่อสื่อสาร (Communications connections).....	7
2.6.1 การติดต่อสื่อสารผ่านระบบ EtherCAT.....	7
2.6.2 การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232	7

สารบัญต่อ (ต่อ)

	หน้า
2.7 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor).....	7
2.7.1 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์.....	8
2.8 เซอร์โวไดรเวอร์ (Servo driver).....	8
2.9 ซอฟต์แวร์ (Software).....	8
2.9.1 AutoCAD.....	8
2.9.2 Control FPWIN Pro 7.....	9
2.9.3 Control Motion Integrator.....	9
2.9.4 GTWIN_V3.....	9
2.9.5 LK-Navigator.....	9
บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงการ	10
3.1 แนวคิดของโครงการ.....	10
3.2 การศึกษาความต้องการของลูกค้า.....	10
3.3 การศึกษาการทำงานของเครื่องกดเพลลา.....	12
3.3.1 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องกดเพลลา.....	12
3.3.2 ระบบความปลอดภัยของเครื่องกดเพลลา.....	13
3.4 การเขียนแบบไฟฟ้าและการออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า.....	14
3.4.1 การเดินสายไฟของไดรเวอร์ของเซอร์โวมอเตอร์.....	14
3.4.2 การเดินสายไฟของตัวควบคุมระบบกลไฟฟ้า.....	15
(Robo cylinder position controller)	
3.4.3 การเดินสายไฟของม่านแสงนิรภัย (Light curtain).....	16
3.4.4 การเดินสายไฟของ Strain gauge meter.....	17
3.4.5 การเดินสายไฟของตัวควบคุมเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์.....	18
(Laser displacement sensor controller)	
3.4.6 การเดินสายไฟของระบบกลแบบอ่านหรือควบคุมระยะทางที่ก้านสูบเคลื่อนที่.....	19
(Stroke reading cylinder)	
3.4.7 การออกแบบตู้ควบคุม (Control box).....	20

สารบัญต่อ (ต่อ)

	หน้า
3.4.8 การออกแบบตู้ Operation	21
3.4.9 แบบสายไฟ (Cable layout).....	22
3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	23
3.6 การศึกษาโปรแกรม PLC.....	24
3.6.1 การตั้งค่าของโปรแกรม Control FPWIN Pro 7	24
3.6.2 การตั้งค่าของโปรแกรม Control Motion Integrator	25
3.6.3 การตั้งค่าของโปรแกรม LK-Navigator	25
บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงการ.....	27
4.1 ผลการประกอบติดตั้งเครื่องจักร.....	27
4.2 ผลการทดสอบการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า	28
4.3 ผลการทดสอบโปรแกรม.....	29
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	34
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	34
5.2 ปัญหาที่พบและวิธีแก้ปัญหา.....	34
5.2.1 ปัญหาที่พบ.....	34
5.2.2 วิธีการแก้ปัญหา.....	34
5.2.3 ข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	36

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน ANSI และ IEC.....	4
2.2 พีแอลซี Panasonic FP7.....	6
2.3 เซอร์โวมอเตอร์ ยี่ห้อ Panasonic.....	8
2.4 โครงสร้างและการทำงานของ AC servo motor	8
2.5 เซอร์โวไดรเวอร์ รุ่น MFDLTB3BF.....	9
2.6 โปรแกรม AutoCAD.....	9
2.7 โปรแกรม Control FPCWIN Pro 7	10
2.8 โปรแกรม Control Motion Integrator.....	10
2.9 โปรแกรม GTWIN_V3.....	10
2.10 โปรแกรม LK-Navigator.....	10
3.1 แผนภาพการทำงานของเครื่องกดเพลลา.....	11
3.2 ตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เมื่อมองจากหน้าเครื่องกดเพลลา.....	12
3.3 ตำแหน่งชิ้นงาน ณ ตำแหน่งเริ่มต้น (Home area).....	13
3.4 ตำแหน่งชิ้นงาน ณ ตำแหน่งสำหรับกดเพลลา (Pressing area).....	13
3.5 วงจรการเดินสายไฟของไดรเวอร์รุ่น MFDLTB3BF	15
3.6 วงจรการเดินสายไฟของตัวควบคุมกระบอกลมไฟฟ้า	16
3.7 วงจรการเดินสายไฟของม่านแสงนิรภัย.....	17
3.8 วงจรการเดินสายไฟของ Strain gauge meter.....	18
3.9 วงจรการเดินสายไฟของตัวควบคุมเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์.....	19
3.10 วงจรการเดินสายไฟของกระบอกลมแบบอ่านหรือควบคุมระยะทางที่ก้านสูบเคลื่อนที่	20
3.11 แบบตู้ควบคุม	21
3.12 แบบตู้ Operation	21
3.13 การอธิบายการมาร์คสายไฟ.....	22
3.14 การอธิบายสีของสายไฟ.....	22
3.15 การเดินสายไฟบนบอร์ดภายในตู้ควบคุม (Panel wiring).....	24
3.16 การเดินสายไฟบนเครื่องจักร (Machine wiring).....	24
3.17 การ Configuration I/O map ในโปรแกรม Control FPCWIN Pro 7.....	25
3.18 การกำหนดสถานีของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงอนุกรมของโปรโตคอล EtherCAT	25

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.19 ตัวอย่างการตั้งค่าการสื่อสารผ่าน RS-232 ในโปรแกรม LK-Navigator.....	26
4.1 เครื่องกดเพลลา (Shaft press machine).....	27
4.2 แบบของเครื่องกดเพลลา (Shaft press machine layout).....	28
4.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ Operation	29
4.4 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลลาส่วนการทำงานโหมด Auto.....	30
4.5 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลลาส่วนการหน่วงเวลาอินพุต.....	30
4.6 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลลาส่วนของ เซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์	31
4.7 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลลาส่วนเอาต์พุต	31
4.8 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลลาส่วนการทำงานหลัก	32
4.9 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลลาส่วน Fault ต่าง ๆ.....	32
4.10 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลลาการทำงานโหมด Manual.....	33

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1.1 ตารางแผนการดำเนินงานสหกิจศึกษา 2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี จำกัด เป็นบริษัทผู้ออกแบบและผลิตเครื่องจักรอัตโนมัติสำหรับอุตสาหกรรม ซึ่งได้ผลิตเครื่องจักรอัตโนมัติให้กับบริษัทมากมาย หนึ่งในนั้นคือเครื่องกดเพลลาซึ่งเป็นหนึ่งในเครื่องจักรในสายการผลิตมอเตอร์ตู้เย็นและเครื่องปรับอากาศของบริษัท พานาโซนิค มอเตอร์ (ประเทศไทย) เครื่องกดเพลลานี้จะนำมาใช้ในการกดเพลลาเข้ากับโรเตอร์ (Rotor) ทำให้สามารถกดชิ้นงานได้อย่างแม่นยำ รวดเร็ว ลดระยะเวลาการทำงานต่อรอบเมื่อเทียบกับมนุษย์ และสามารถมั่นใจได้ว่าผลิตภัณฑ์จะมีมาตรฐานเดียวกันทุกชิ้น ซึ่งข้อผิดพลาดนั้นเกิดขึ้นได้น้อยมาก

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. ศึกษาการทำงานของเครื่องกดเพลลา (Shaft pressing process)
2. ศึกษาการเขียนและออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อใช้ควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์
3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมพีแอลซีเพื่อควบคุมระบบอัตโนมัติ

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. สร้างเครื่องจักรที่สามารถกดเพลลาได้ตามระยะที่ลูกค้ากำหนด
2. มีระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานหนึ่งชิ้น (Cycle time) ตามที่กำหนด
3. เครื่องจักรสามารถกดเพลลาได้ดีภายใต้ความปลอดภัยและมาตรฐานของลูกค้า

1.4 วิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาความต้องการของลูกค้าที่ได้รับจากทางโรงงาน
2. ออกแบบวงจรไฟฟ้าและเลือกอุปกรณ์ไฟฟ้า
3. ออกแบบแบบ (Layout) ของตู้ไฟ
4. ขอใบเสนอราคาและสั่งซื้ออุปกรณ์ที่ได้ทำการเลือกไว้
5. ติดตั้งฮาร์ดแวร์และเดินสายไฟ
6. ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรไฟฟ้า
7. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน
8. ออกแบบหน้าจอสัมผัส (Touch screen)
9. ทดสอบการทำงานของโปรแกรม
10. จัดทำรูปเล่มรายงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 1.1 ตารางแผนการดำเนินงานสหกิจศึกษา

แผนการดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน												
	สิงหาคม			กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน			
1. ศึกษาความต้องการของลูกค้า	■	■	■										
2. ออกแบบวงจรไฟฟ้าและเลือกอุปกรณ์				■	■	■							
3. ออกแบบ Layout					■								
4. ขอบใบเสนอราคาและสั่งซื้ออุปกรณ์						■							
5. ติดตั้งฮาร์ดแวร์และเดินสายไฟ						■	■	■	■	■			
6. ตรวจสอบความถูกต้องของวงจรไฟฟ้า									■				
7. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน										■	■		
8. ออกแบบหน้าจอสัมผัส												■	
9. ทดสอบการทำงานของโปรแกรม													■
10. จัดทำรูปเล่มรายงาน													■

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

การเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษาร่วมกับบริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี จำกัด เป็นการเปิดโอกาสทางการเรียนรู้ให้สามารถศึกษา และได้รับประสบการณ์ใหม่ๆ นอกจากการเรียนรู้ได้ พบสังคมการทำงานจริงทำให้มีโอกาสลองผิดลองถูก และได้พัฒนาศักยภาพของตนเองในหลากหลายด้าน อีกทั้งการนำความรู้ในการเรียนมาประยุกต์ใช้กับการทำงาน การฝึกรับมือกับความกดดันในการทำงาน และยังสามารถแก้ปัญหาเมื่อเจออุปสรรคต่าง ๆ ทำให้เกิดความรับผิดชอบต่อหน้าที่มากขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดและกระบวนการทำงานของเครื่องกวด

2.1.1 แนวคิดของกระบวนการทำงาน


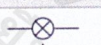



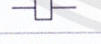

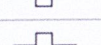

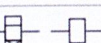
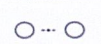
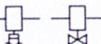
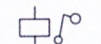
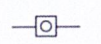
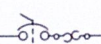
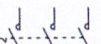
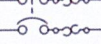
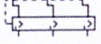
ในปัจจุบันระบบอัตโนมัติได้เข้ามามีบทบาทในการใช้ชีวิตของมนุษย์ และเทคโนโลยีได้ถูกพัฒนาขึ้นอย่างต่อเนื่อง เครื่องจักรอัตโนมัติสามารถควบคุมและช่วยลดความเสียหายจากการทำงาน โดยแรงงานมนุษย์ มีการทำงานที่สะดวกและสามารถผลิตสินค้าที่ได้มาตรฐาน เนื่องจากมนุษย์ยังมีข้อจำกัดบางอย่างที่ไม่สามารถทำได้ เช่น การกวดงานโดยใช้แรงที่มากกว่าแรงของมนุษย์ ความความถูกต้องแม่นยำในการกวดชิ้นงาน เป็นต้น

2.2 การออกแบบวงจรควบคุม

การเขียนแบบวงจรควบคุมต้องทราบรายละเอียดและมาตรฐานสัญลักษณ์ในการเขียนแบบ เพื่อที่จะสามารถเขียนแบบที่บ่งบอกรายละเอียดทั้งหมดได้ และเข้าใจตรงกันทั้งผู้เขียนและผู้อ่าน

2.2.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าเป็นภาพแสดงแทนรายละเอียดของอุปกรณ์ไฟฟ้าและวงจรไฟฟ้า เพื่อใช้เป็นมาตรฐานสากลและความสะดวกในการสื่อสารความหมาย แบ่งตามมาตรฐานสากล เช่น ANSI (American National Standard Institute) , IEC (International Electrotechnical Commission) เป็นต้น

ANSI Symbol	ANSI Code	IEC 617 Symbol	IEC Code	Description
	LT		HL	Indicating light
	PL		XS	Plug and socket
	CR		KA	Control relay coil
	CON		KM	Contactor coil
	M		KM	Motor starter coil
	TR		KA	Timer coil
	SOL		YV	Solenoid coil
	CTR		EC	Electromechanical counter
	CB		QF	Circuit breaker

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน ANSI และ IEC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 พีแอลซี (PLC)

ตัวควบคุมเชิงตรรกะ (Programmable logic control) คืออุปกรณ์ควบคุมชนิดหนึ่งที่สามารถโปรแกรมได้โดยอ้างอิงจากการทำงานทางไฟฟ้าของรีเลย์ (Relay) หรือ แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic contactor) ที่มีการทำงานรูปแบบตรรกศาสตร์ (Logic function) เพื่อลดการทำงานของรีเลย์ หรือแมกเนติกคอนแทคเตอร์โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาดเล็กในพีแอลซีเป็นตัวควบคุมประมวลผลเงื่อนไขต่าง ๆ จากอินพุตและเอาต์พุต การใช้งานพีแอลซีควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ที่จะต้องเดินสายไฟใหม่เมื่อมีการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ ทำให้เสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายมากขึ้น แต่พีแอลซีสามารถทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมควบคุมภายในพีแอลซี มีการกินไฟที่น้อยกว่าและน่าเชื่อถือกว่าระบบรีเลย์

2.4 โครงสร้างพีแอลซี (PLC structure)

2.4.1 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU)

หน่วยประมวลผลกลางทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ประกอบด้วยวงจรถลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Microprocessor based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์ ไทม์เมอร์ และซีควเอนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้รีเลย์แลดเดอร์ไดอะแกรม (Relay ladder diagram) ได้ หน่วยประมวลผลกลางจะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่าง ๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

2.4.2 หน่วยความจำ (Memory)

หน่วยความจำทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งพีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่าย จึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยครั้ง ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM สามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม และ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่า เนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 หน่วยรับข้อมูลหรืออินพุต (Input)

หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป

2.4.4 หน่วยส่งข้อมูลหรือเอาต์พุต (Output)

หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น

2.4.5 แหล่งจ่ายไฟ (Power supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยอินพุต และหน่วยเอาต์พุต

2.5 พีแอลซี Panasonic FP7

พีแอลซี Panasonic FP7 มีความจุหน่วยความจำขนาดใหญ่และโปรเซสเซอร์ความเร็วสูง การ์ด CPU มีช่องอินเทอร์เฟซ Ethernet จึงสามารถเชื่อมต่อได้ทั้ง FTP Server, MEWTOCOL (Client/Server), Ethernet / IP และ Modbus TCP มีช่องอินเทอร์เฟซสำหรับ Mini-USB และพอร์ต RS-232 พีแอลซี Panasonic FP7 ยังมี Web Creator ช่วยให้ผู้สามารถเข้าถึงตัวแปรของระบบได้ โดยหน้าผู้ใช้กำหนดเองที่สร้างขึ้นด้วยเครื่องมือกราฟิก ทำให้สามารถดูได้จากอินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์ได้แม้จากอุปกรณ์พกพา เช่น สมาร์ทโฟน เป็นต้น



รูปที่ 2.2 พีแอลซี Panasonic FP7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 การติดต่อสื่อสาร (Communications connections)

2.6.1 การติดต่อสื่อสารผ่านระบบ EtherCAT

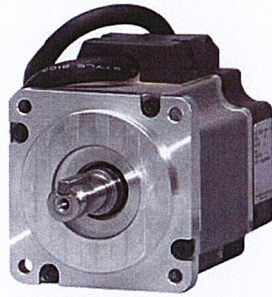
EtherCAT คือ โพรโตคอลระบบเครือข่าย Ethernet ที่มีความยืดหยุ่นสูงและเป็นระบบเปิด ที่ถูกพัฒนาขึ้นให้มีความเร็วสูงมากเพื่องานระบบควบคุมอัตโนมัติที่ต้องการความเร็วสูงและต้องการใช้อินพุตและเอาต์พุตจำนวนมาก เช่น การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์, การอ่านค่าอนาล็อกความเร็วสูง เป็นต้น ความสามารถในการส่งรับข้อมูลจำนวนมากด้วยความเร็วสูงของ EtherCAT จึงทำให้ตัวควบคุมสามารถมองเห็น อ่านหรือเขียนค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของอุปกรณ์ในระบบได้ เช่น สามารถอ่านหรือเขียนค่าพารามิเตอร์ทุกตัวของไดรเวอร์ (Driver) ได้ ทำให้สามารถตั้งค่าผ่านตัวควบคุม โดยไม่จำเป็นต้องไปตั้งค่าที่ไดรเวอร์ ทำให้การทำงานสะดวกมากขึ้น และไม่ต้องมีการกำหนดกำหนด IP Address แต่กำหนดลำดับของอุปกรณ์ในวงอนุกรมตามการออกแบบการเดินสายไฟ ในด้านสถาปัตยกรรมจะใช้แบบเดียวกับ Ethernet ทำให้ต้นทุนระบบต่ำ เช่น สายเคเบิล และฮับ (Hub) เป็นต้น ทำให้ใช้สายสัญญาณน้อยในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์เพื่อลดความยุ่งยากในการเชื่อมต่อสายสัญญาณ

2.6.2 การติดต่อสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม RS-232

RS232C คือ มาตรฐานการติดต่อสื่อสารแบบอนุกรมที่กำหนดโดย EIA (Electrical Industries Association) เป็นการรับส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต ต่อเนื่องกันไป โดยการรับหรือส่งข้อมูลจะได้เฉพาะหนึ่งต่อหนึ่งเท่านั้น หัวสำหรับเชื่อมต่อสายสัญญาณคือ DB-9 สายสัญญาณที่ใช้สื่อสารข้อมูลสามารถต่อสายได้ยาว 15 เมตรโดยประมาณ ขึ้นอยู่กับชนิด ของ สายสัญญาณ ระยะทาง และปริมาณสัญญาณรบกวน

2.7 เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor)

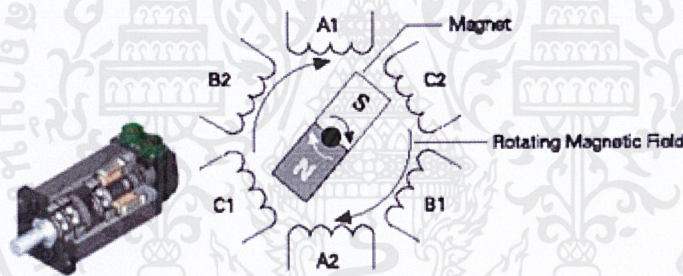
เซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) ทำหน้าที่ขับเคลื่อนอุปกรณ์ของเครื่องจักรกลหรือระบบของการทำงานนั้น ๆ ให้เป็นไปตามรูปแบบที่ได้รับคำสั่งจากเซอร์โวลีไดรเวอร์ (Servo driver) พร้อมกับส่งสัญญาณป้อนกลับให้กับเซอร์โวลีไดรเวอร์ว่าให้เซอร์โวมอเตอร์เคลื่อนที่ด้วย ความเร็วเท่าไรและระยะทางในการเคลื่อนที่เป็นระยะทางเท่าไรแล้ว ด้วยสัญญาณของอุปกรณ์เข้ารหัส (Encoder) ที่อยู่ภายในเซอร์โวมอเตอร์ ทำให้การเคลื่อนที่ของเซอร์โวมอเตอร์นั้นมีความแม่นยำสูง ในการควบคุมตำแหน่งหรือความเร็วคอนโทรลเลอร์ (Controller) จะส่งสัญญาณควบคุม (Signal command) ที่แทน ด้วยจำนวนระยะทางและความเร็ว ออกมาหักลบกับสัญญาณที่มาจากอุปกรณ์เข้ารหัส ผลต่างที่ได้จะถูกส่งไปยังไดรเวอร์เพื่อแปลงสัญญาณและขยายสัญญาณส่งไปขับเคลื่อนมอเตอร์



รูปที่ 2.3 เซอร์โวมอเตอร์ ยี่ห้อ Panasonic

2.7.1 หลักการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์

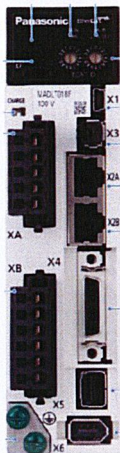
การทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ เมื่อมีการควบคุมให้คอนโทรลเลอร์จ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ (Stator) แกนเหล็กของสเตเตอร์จะกลายเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า และหมุนเคลื่อนที่ด้วยความเร็วที่แปรผันตามความถี่ ซึ่งเรียกว่า ความเร็วซิงโครนัส (Synchronous speed) หรือความเร็วสนามแม่เหล็กหมุน และจะดูดให้โรเตอร์ซึ่งเป็นแม่เหล็กถาวรหมุนเคลื่อนที่ตาม



รูปที่ 2.4 โครงสร้างและการทำงานของ AC Servo Motor

2.8 เซอร์โวไดรเวอร์ (Servo driver)

เซอร์โวไดรเวอร์ (Servo driver) ทำหน้าที่รับสัญญาณมาจากคอนโทรลเลอร์ และสั่งการให้กับเซอร์โวมอเตอร์ เพื่อเคลื่อนที่ตามที่คอนโทรลเลอร์สั่งการมา แต่คอนโทรลเลอร์จะไม่สั่งการควบคุมไปที่เซอร์โวมอเตอร์โดยตรง เนื่องจากเซอร์โวไดรเวอร์เป็นตัวที่ปรับตั้งค่าของเซอร์โวมอเตอร์ ให้ทำงานตามรูปแบบของการควบคุม โดยเซอร์โวไดรเวอร์จะเป็นตัวกำหนดค่าตัวแปรหรือพารามิเตอร์ต่าง ๆ ให้กับเซอร์โวมอเตอร์ ให้ทำงานได้อย่างถูกต้องและแม่นยำ



รูปที่ 2.5 เซอร์โวไดรเวอร์ รุ่น MFDLTB3BF

การทำงานของเซอร์โวไดรเวอร์ประกอบด้วยลูปควบคุม (Control loop) ทั้งหมด 3 loop คือ

1. ลูปควบคุมกระแส (Current control loop) เป็นส่วนของการควบคุมกระแสไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์ซึ่งจะแปรผันทาง แรงบิด โดยรับสัญญาณแอนะล็อก (Analog) มาจากเอาต์พุตของ ลูปควบคุมความเร็วมาเปรียบเทียบกับลูปตรวจสอบกระแส (Current detection feedback)

2. ลูปควบคุมความเร็ว (Speed control loop) เป็นส่วนของการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยรับสัญญาณแอนะล็อกมาจากเอาต์พุตของลูปควบคุมตำแหน่งมาเปรียบเทียบกับความเร็วป้อนกลับ (Speed feedback) จากอุปกรณ์เข้ารหัส

3. ลูปควบคุมตำแหน่ง (Position control loop) เป็นส่วนของการควบคุมตำแหน่งโดยรับสัญญาณมาจากสัญญาณควบคุม อาจจะเป็นสัญญาณแอนะล็อก หรือสัญญาณพัลส์ (Pulse) มาเปรียบเทียบกับตำแหน่งป้อนกลับ (Position feed back) จากอุปกรณ์เข้ารหัส

2.9 ซอฟต์แวร์ (Software)

2.9.1 AutoCAD

AutoCAD เป็นซอฟต์แวร์ช่วยออกแบบด้วยคอมพิวเตอร์ (Computer Aided Drafting/Design, CAD) ที่สามารถรองรับการทำงานทั้งใน 2 มิติ และ 3 มิติ



รูปที่ 2.6 โปรแกรม AutoCAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 Control FPWIN Pro 7

Control FPWIN Pro 7 เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมให้กับพีแอลซี ยี่ห้อ Panasonic



รูปที่ 2.7 โปรแกรม Control FPWIN Pro 7

2.9.3 Control Motion Integrator

Control Motion Integrator เป็นซอฟต์แวร์สำหรับการ์ด Motion Control Unit ยี่ห้อ Panasonic โดยสามารถตั้งค่าพารามิเตอร์และตารางสำหรับแต่ละแกนการเคลื่อนที่ได้



รูปที่ 2.8 โปรแกรม Control Motion Integrator

2.9.4 GTWIN_V3

GTWIN_V3 เป็นซอฟต์แวร์ใช้สำหรับเขียนหน้าจอสัมผัส (Touch screen) ของยี่ห้อ Panasonic



รูปที่ 2.9 โปรแกรม GTWIN_V3

2.9.5 LK-Navigator

LK-Navigator เป็นซอฟต์แวร์รองรับสำหรับเซนเซอร์ประเภท LK-Series ยี่ห้อ Keyence ในการสื่อสารผ่าน USB หรือ RS-232



รูปที่ 2.10 โปรแกรม LK-Navigator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

3.1 แนวคิดของโครงการ

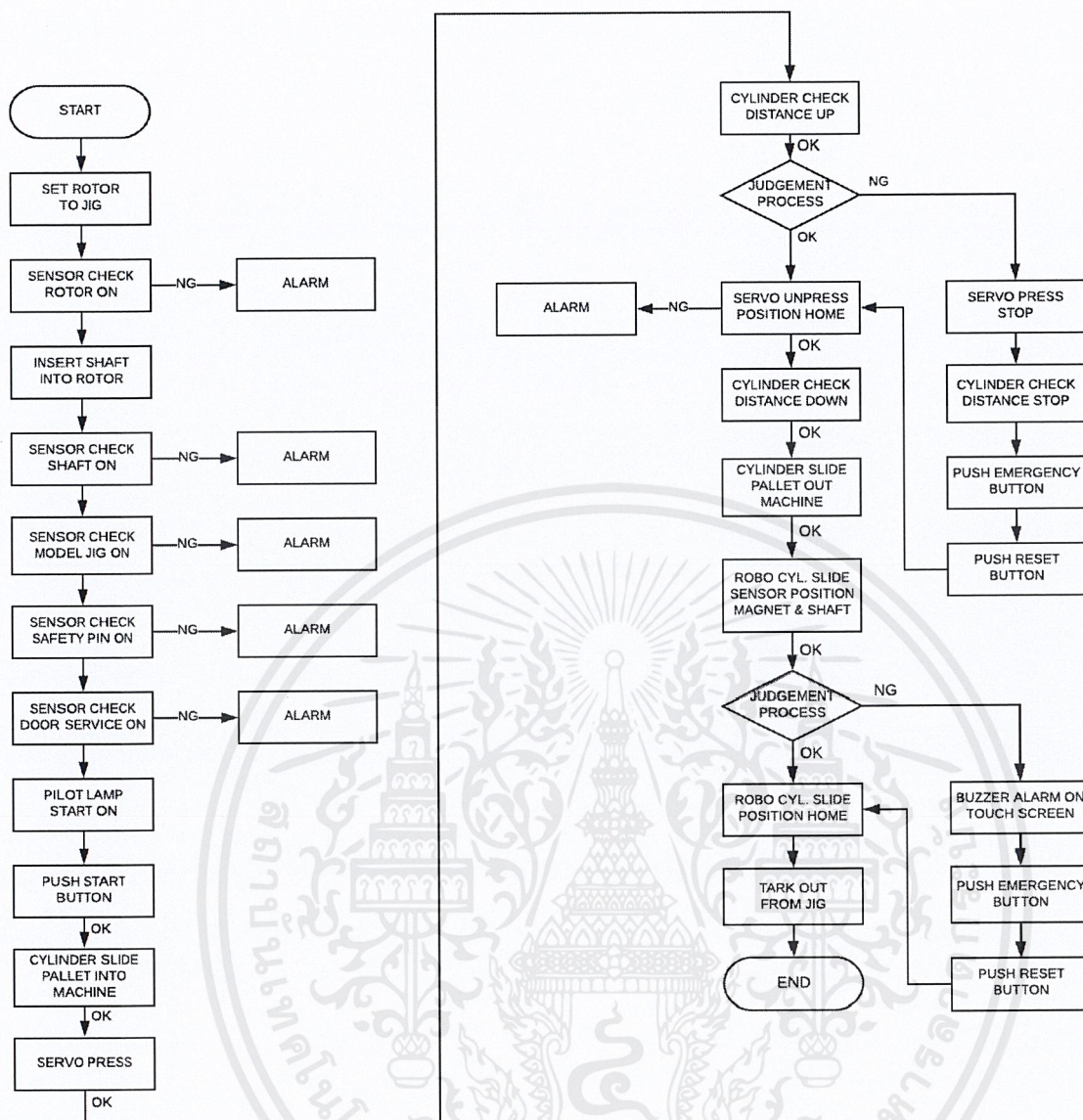
การดำเนินโครงการเครื่องกดเพลลา (Shaft press machine) ได้เริ่มดำเนินการทำโครงการตั้งแต่ศึกษาหลักการการทำงานของเครื่องจักร การออกแบบวงจรไฟฟ้า การออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า การเดินสายไฟ ในตู้ควบคุมไฟฟ้า การเดินสายไฟฟ้าของเครื่องจักร การสั่งซื้ออุปกรณ์ที่ใช้ในโปรเจกต์ รวมถึงการเขียนโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องจักรบางส่วน

3.2 การศึกษาความต้องการของลูกค้า

ลูกค้าต้องการเครื่องกดเพลลาประเภท NPN Type ที่ต้องจ่ายไฟ 3 เฟส ความถี่ 50 เฮิร์ตซ์ และแรงดัน 380 – 415 โวลต์ ซึ่งเมื่อจับคู่โรเตอร์และเพลลาที่ต้องกดจะมีรวมทั้งหมด 9 โมเดล เส้นผ่านศูนย์กลางของเพลลามีขนาด 15 มิลลิเมตร มีความยาวแตกต่างกัน ส่วนโรเตอร์นั้นมีความหนาแตกต่างกัน โดยใช้คนในการโหลดชิ้นงาน จะใช้เซอร์โวมอเตอร์ในการกดชิ้นงานด้วยแรง 10 ตัน และลูกค้าต้องการทราบแรงกดและระยะที่เซอร์โวเพลสจะกดลงมาบนชิ้นงาน โดยสามารถควบคุมการทำงานและสามารถดูข้อมูลต่าง ๆ ผ่านหน้าจอสัมผัสได้ ซึ่งระยะเวลาตั้งแต่เริ่มโหลดชิ้นงาน จนเมื่อกดชิ้นงานเสร็จต้องไม่เกิน 30 วินาที โดยในส่วนของหน้าจอสัมผัส เซอร์โวมอเตอร์ พีแอลซีต้องใช้เป็นของยี่ห้อ Panasonic เท่านั้น

3.3 การศึกษาการทำงานของเครื่องกดเพลลา

จากการศึกษาการทำงานของเครื่องกดเพลลา ทำให้ทราบถึงลำดับการทำงานของเครื่องจักรเพื่อนำไปออกแบบ และสามารถเขียนแผนภาพการทำงานของเครื่องกดเพลลาได้ดังแผนภาพที่ 3.1



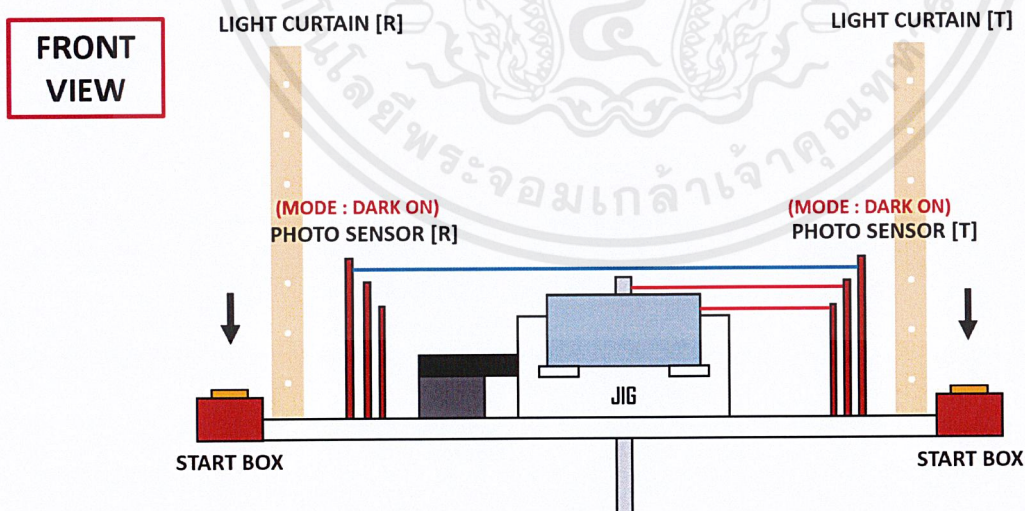
รูปที่ 3.1 แผนภาพการทำงานของเครื่องกดเพลลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 อธิบายหลักการทำงานของเครื่องกดเพลลา

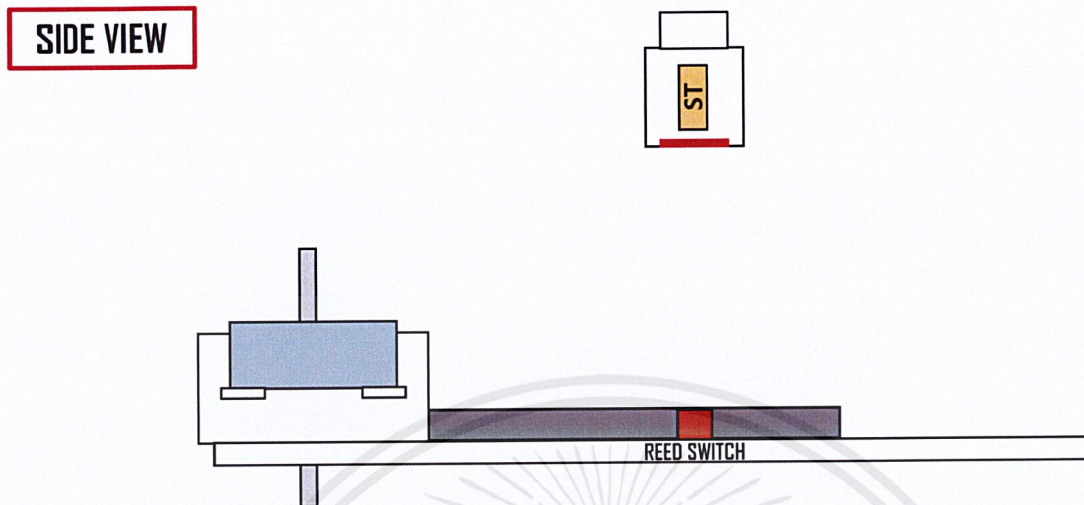
ผู้ใช้งานทำการโหลดโรเตอร์ลงไปในตำแหน่งสำหรับวางชิ้นงาน จากนั้นใส่เพลลาในโรเตอร์ แล้วกดปุ่มสตาร์ทแบบสองมือ (Two-hand start) เพื่อเริ่มการทำงาน ชั้นแรกกระบอกลมจะดันแท่นสำหรับวางชิ้นงานไปยังตำแหน่งที่จะทำการกดเพลลา เมื่อถึงตำแหน่งดังกล่าวเซอร์โวเฟลสจะทำการกดชิ้นงาน โดยจะมีกระบอกลมแบบอ่านหรือควบคุมระยะทางที่ก้านสูบเคลื่อนที่สำหรับยืนยันระยะการกดของเซอร์โวเฟลสและมี Strain Gauge Meter สำหรับวัดแรงกดของเซอร์โวเฟลส จากนั้นเซอร์โวเฟลสจะเคลื่อนที่ขึ้นไปยังตำแหน่งเริ่มต้นถัดมากระบอกลมจะดันแท่นสำหรับรองรับแท่นสำหรับวางชิ้นงานไปยังตำแหน่งที่จะทำการวัดระยะระหว่างโรเตอร์และเพลลา ต่อมากระบอกลมไฟฟ้าจะดันเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์ไปยังตำแหน่งที่จะทำการวัดโดยค่าที่วัดได้จะเป็นผลต่างระหว่างพื้นผิวของโรเตอร์และพื้นผิวของปลายเพลลาเพื่อทำการยืนยันว่าอยู่ในระยะที่ลูกค้ำกำหนดไว้ ขั้นตอนสุดท้ายกระบอกลมไฟฟ้าจะดันเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์ไปยังตำแหน่งเริ่มต้น จากนั้นผู้ใช้งานจะนำชิ้นงานออกจากแท่นสำหรับวางชิ้นงานถือเป็นการสิ้นสุดการทำงาน

ในส่วนของโฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (Photoelectric sensor) นั้นจะเลือกเป็นโหมด Dark on หรือ Dark operate ซึ่งเมื่อถึงเวลาการใช้งานจะวางให้อยู่ตรงข้ามกัน ซึ่งเป็นโฟโตเซ็นเซอร์ที่สามารถตรวจจับวัตถุที่มีขนาดใหญ่ และช่วงระยะในการตรวจจับมากที่สุด ซึ่งในสภาวะการทำงานปกติตัวรับ (Receiver) จะสามารถรับสัญญาณแสงจากตัวส่ง (Emitter) ได้ตลอดเวลา โดยเซ็นเซอร์แบบนี้จะทำหน้าตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านหน้าเซ็นเซอร์ ซึ่งวัตถุหรือชิ้นงานที่ผ่านหน้าเซ็นเซอร์จะขวางลำแสงที่ส่งจากตัวส่ง (Emitter) ไปยังตัวรับ (Receiver) เมื่อลำแสงไม่สามารถถึงตัวรับ จะทำให้วงจรภายในรับรู้ได้ว่า มีวัตถุหรือชิ้นงานขวางอยู่ ทำให้สถานะของเอาต์พุตของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป

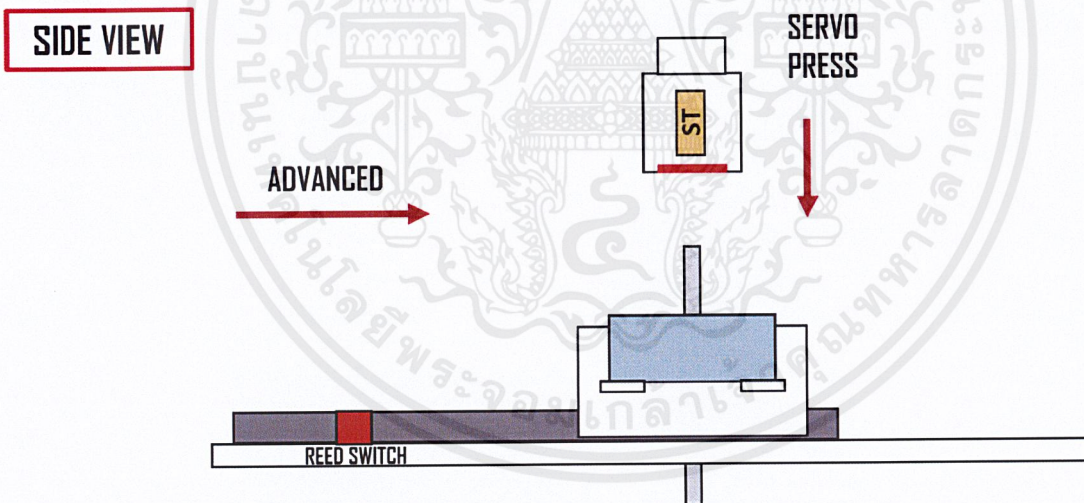


รูปที่ 3.2 ตำแหน่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ เมื่อมองจากหน้าเครื่องกดเพลลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แทนวางชิ้นงาน ณ ตำแหน่งเริ่มต้น (Home area)



รูปที่ 3.4 แทนวางชิ้นงาน ณ ตำแหน่งสำหรับกดเพลา (Pressing area)

3.3.2 ระบบความปลอดภัยของเครื่องกดเพลา

การที่เครื่องกดเพลาจะทำงานได้นั้นจะต้องมีการกดปุ่มสตาร์ทแบบสองมือบนกล่อง Start box LH และ Start box RH เพื่อป้องกันไม่ให้มือของผู้ใช้งานเข้าไปในบริเวณที่เครื่องจักรจะทำงาน มีการใช้เซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัย (Safety light curtain) เพื่อใช้ป้องกันการทำงานของเครื่องจักรที่อาจทำให้เกิดอันตราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยภายในตัวมันแสงจะมีโฟโต้เซ็นเซอร์ขนาดเล็กหลายๆตัวเรียงกันเพื่อให้ได้ความละเอียดในการตรวจจับ หากร่างกายหรือวัตถุไปบังมันแสงแล้วจะส่งสัญญาณไปตัดรีเลย์ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน และมี การใช้ประตูนิรภัย (Safety door) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีการติดตั้งกับประตู โดยเมื่อมีการเปิดประตูเครื่องจักร ก็จะหยุดทำงานทันที และมีการใช้ Safety Pin ซึ่งหากไม่ได้เสียบไว้ที่ตำแหน่งที่พรีอ็อกซิมีตี้เซ็นเซอร์ ตรวจจับได้เครื่องจักรจะไม่สามารถทำงานได้เช่นกัน นอกจากนี้ยังมีการนำหน้าสัมผัสของรีเลย์มาสเตอร์ ออมนมาต่อไว้หน้าวงจรที่มีไฟที่ใช้ในการควบคุมอุปกรณ์ประเภทที่เคลื่อนที่ได้ เช่น แมคเนติกคอนแทคเตอร์ ที่ใช้ตัดต่อวงจรของเซอร์โวมอเตอร์ เป็นต้น การเลือกใช้รีเลย์ส่วนใหญ่จะเลือกเป็นรุ่นที่มีไดโอดเพื่อควบคุม ทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้า ซึ่งจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลได้ทิศทางเดียว และป้องกันกระแสไฟฟ้าไหล ในทิศทางตรงกันข้าม

3.4 การเขียนแบบไฟฟ้าและการออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า

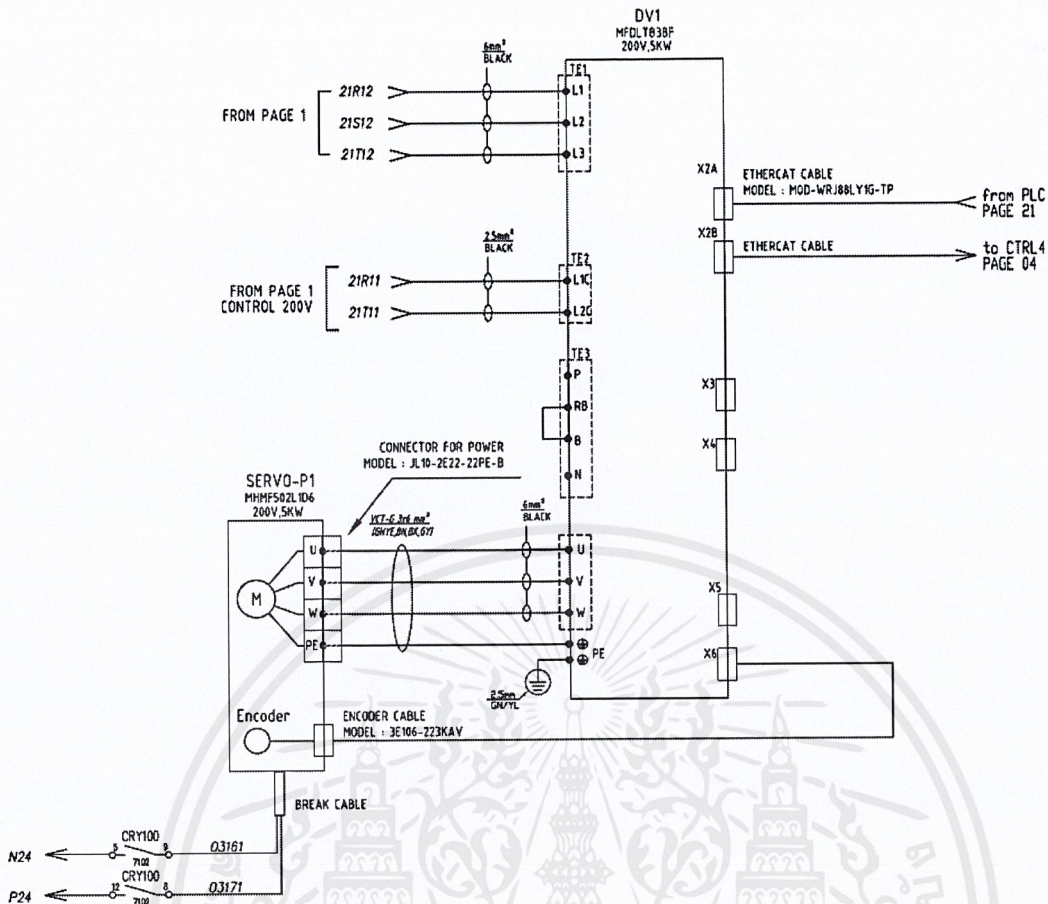
3.4.1 การเดินสายไฟของไดรเวอร์ของเซอร์โวมอเตอร์

ไดรเวอร์ใช้เพื่อควบคุมการทำงานของเซอร์โวมอเตอร์ โดยจะจ่ายไฟให้ 2 วงจร คือ วงจรกำลัง โดยต่อ เข้าที่ขา L1 , L2 และ L3 และวงจรควบคุมโดยต่อเข้าที่ขา L1C และ L2C ซึ่งก่อนหน้าจะมีการต่อเบรกเกอร์เพื่อป้องกันความเสียหายของเครื่องจักร หรือป้องกันไฟรั่ว ไฟดูดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรหรือ กระแสไฟฟ้าเกินพิกัด จากนั้นต่อตัวกรองสัญญาณรบกวน (Noise filter) เพื่อกรองสัญญาณรบกวนจาก ไฟกระแสสลับ แล้วต่อกับหน้าสัมผัสของแมคเนติกคอนแทคเตอร์เพื่อใช้ในการเปิด-ปิดวงจรควบคุม เซอร์โวมอเตอร์ และมีขา U ,V และ W สำหรับเชื่อมต่อกับเซอร์โวมอเตอร์ และนอกจากนั้นไดรเวอร์รุ่น MFDLTB3BF นี้มีตัวต้านทานแบบ Regenerative ในตัว จึงต้องมีการต่อขา B กับ ขา RB เข้าด้วยกัน

ในส่วนของการต่อพอร์ตต่าง ๆ ของไดรเวอร์จะมีการต่อพอร์ต X2A เป็นพอร์ตสำหรับอินพุต EtherCAT เพื่อให้สื่อสารผ่านโปรโตคอล EtherCAT ได้ จึงเป็นการลดจำนวนสายไฟที่ใช้ต่อเชื่อมต่อกับไดรเวอร์ ซึ่งกำหนดให้ไดรเวอร์เป็นสถานีที่ 1 ในวงอนุกรมของ EtherCAT โดยต่อเข้ากับหัว RJ45 ใช้สาย CAT5e ซึ่งเป็นสายคู่บิดเกลียวแบบป้องกันสัญญาณรบกวน (Shield twisted pair) ทำให้เดินสายไฟได้ สูงสุด 100 เมตร ส่วนพอร์ต X2B เป็นพอร์ตสำหรับเอาต์พุต EtherCAT โดยต่อเช่นเดียวกับพอร์ต X2A ตามมาตรฐาน TIA/EIA 568A และ TIA/EIA 568B

พอร์ต X6 ใช้สำหรับการต่อเข้ากับอุปกรณ์เข้ารหัสของเซอร์โวมอเตอร์ โดยจะมีขา BTP-O กับขา BTN-O ต่อเข้ากับแบตเตอรี่สำหรับตัวเข้ารหัส Absolute encoder ภายใน Driver เพื่อให้เซอร์โวมอเตอร์ รุ่น MHMF502L1D6 สามารถใช้ Absolute Encoder ได้ ซึ่งเป็น Encoder ที่หากตัดไฟไปแล้วยังคงให้ค่า ตำแหน่งเดิมได้หลังจากแหล่งจ่ายไฟกลับมาเป็นปกติ และเนื่องจากเซอร์โวมอเตอร์รุ่น MHMF502L1D6 เป็นแบบที่มีขาเบรกในตัว จึงใช้หน้าสัมผัสของรีเลย์ CRY100 ที่สั่งมาจากเอาต์พุตของพีแอลซี มาปลด เบรกของเซอร์โวมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 วงจรการเดินสายไฟของไดรเวอร์รุ่น MFDLTB3BF

3.4.2 การเดินสายไฟของตัวควบคุมกระบอกลมไฟฟ้า (Robo cylinder position controller)

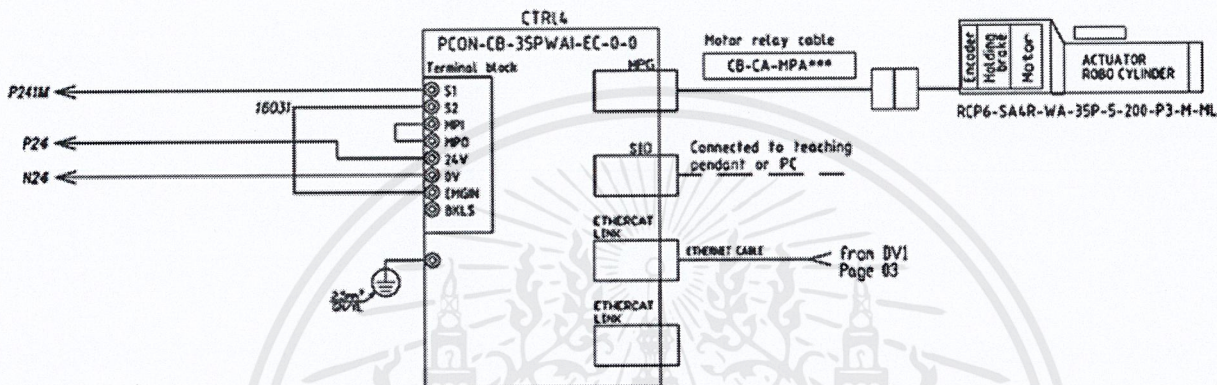
ตัวควบคุมกระบอกลมไฟฟ้า (Robo cylinder position controller) จะสื่อสารกับพีแอลซีโดยผ่านโปรโตคอล EtherCAT ผ่านสาย CAT5 โดยกำหนดให้กำหนดให้ตัวควบคุมกระบอกลมไฟฟ้าเป็นสถานีที่ 2 ซึ่งเป็นสถานีสุดท้ายในวงอนุกรมของ EtherCAT และเนื่องจากต้องการใช้ Absolute encoder แบบไม่ต้องใช้แบตเตอรี่ (Battery-less absolute encoder) แต่ต้องเขียนโปรแกรมในส่วนที่ควบคุมให้กระบอกลมไฟฟ้ากลับตำแหน่งเริ่มต้นได้ เพื่อให้ตอนเปิดใช้งานเครื่องจักรให้กลับมาเดินเครื่องหลังหยุดฉุกเฉิน หรือหลังจากที่หยุดไปเนื่องจากเกิดปัญหา จึงไม่จำเป็นต้องกลับตำแหน่งเริ่มต้นก่อน โดยตัวควบคุมกระบอกลมไฟฟ้าจะใช้คู่กับกระบอกลมไฟฟ้ารุ่น RCP6 เพื่อให้สอดคล้องกันตามคู่มือการใช้งาน

ตามคู่มือการใช้งานแล้วหากต่อตัวกระตุ้น (Actuator) ที่มีเบรกในตัวเข้ากับตัวควบคุมกระบอกลมไฟฟ้า ต้องมีการจ่ายไฟกระแสตรง 24 โวลต์ เข้าที่ขา 24V กับไฟกระแสตรง 0 โวลต์ เข้าที่ขา 0V โดยไม่ต่อไฟเข้ากับขา BKLS เนื่องจากปกติแล้วเมื่อไม่จ่ายไฟให้ขา BKLS เบรกจะถูกปลดไว้ แต่หากต้องการย้ายตำแหน่งของกระบอกลมโดยไม่สั่งจากโปรแกรม จึงจะจ่ายไฟให้ขา BKLS และจะทำการต่อสายไฟจากขา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการทำงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MPI เข้าที่ขา MPO เนื่องจากที่ขา MPI นั้นต่อเข้ากับวงจร Motor power supply ที่เอาไว้จ่ายไฟให้กับกระบอกลม และขา MPO นั้นภายในจะต่อเข้ากับขา 24V จึงต้องทำการเดินสายจากขา MPI เข้าขา MPO เพื่อให้กระแสไหลครบวงจร

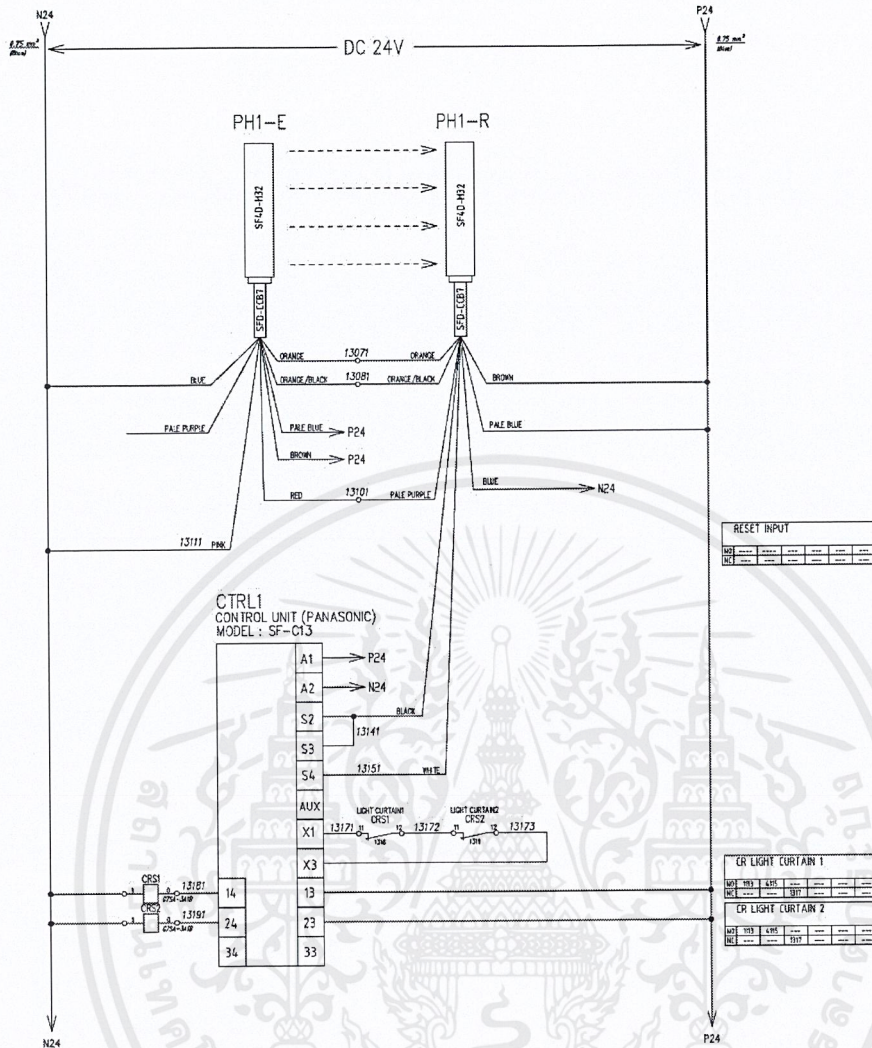
นอกจากนั้นที่ขา S1 กับขา S2 จะมีวงจรภายในที่ต่อเข้ากับปุ่มหยุดฉุกเฉินของ Teaching pendant ทำให้ต้องมีการต่อไฟกระแสตรง 24 โวลต์ ที่ขา S1 แล้วต่อขา S2 เข้ากับขา EMG- เนื่องจากขา EMG- ปกติจะต่อเข้ากับไฟกระแสตรง 24 โวลต์ ดังนั้นจึงต้องต่อไฟกระแสตรง 24 โวลต์เข้าที่ขา S1 ผ่านขา S2 แล้วเข้าขา EMG- เพื่อดึงกระแส 24 โวลต์ เข้าที่ขา EMG- ให้ไหลครบวงจรตามคู่มือการใช้งาน



รูปที่ 3.6 วงจรการเดินสายไฟของตัวควบคุมกระบอกลมไฟฟ้า

3.4.3 การเดินสายไฟของม่านแสงนิรภัย (Light curtain)

จากรูปที่ 3.7 จะไม่ต่อวงจรสำหรับรีเซ็ตเซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัยแบบแมนวอลจากหน้าสัมผัสของรีเลย์มาสเตอร์ออน แต่ต่อเป็นวงจรรีเซ็ตเซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัยแบบอัตโนมัติ เนื่องจากตามแบบไฟฟ้าหากมาสเตอร์ออนดับจะส่งผลให้เครื่องจักรหยุดการทำงานทำให้หน้าสัมผัสสองรีเลย์ของเซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัยเป็นแบบปกติเปิด (Normally open) จึงทำให้รีเลย์ของมาสเตอร์ออนไม่สามารถทำงานได้ และเนื่องจากต้องการให้ทางตัวรับและตัวส่งของเซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัยซิงค์กันจากการต่อสายไฟ จึงต้องต่อขา Auxiliary output ของตัวรับและตัวส่งเข้าด้วยกัน และปล่อยขา Interlock ลอยไว้ นอกจากนี้ในการติดตั้งเซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัย จะต้องปรับโหมดของ DIP switch ให้ตรงตามการซิงค์ของของตัวรับและตัวส่งด้วย และตามมาตรฐานของลูกค้ำแล้ว หากมีการใช้เซอร์โวมอเตอร์สำหรับกดชิ้นงานมากกว่า 5 กิโลวัตต์ ต้องมีการต่อหน่วยความปลอดภัย (Safety unit) กับเซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัยด้วย

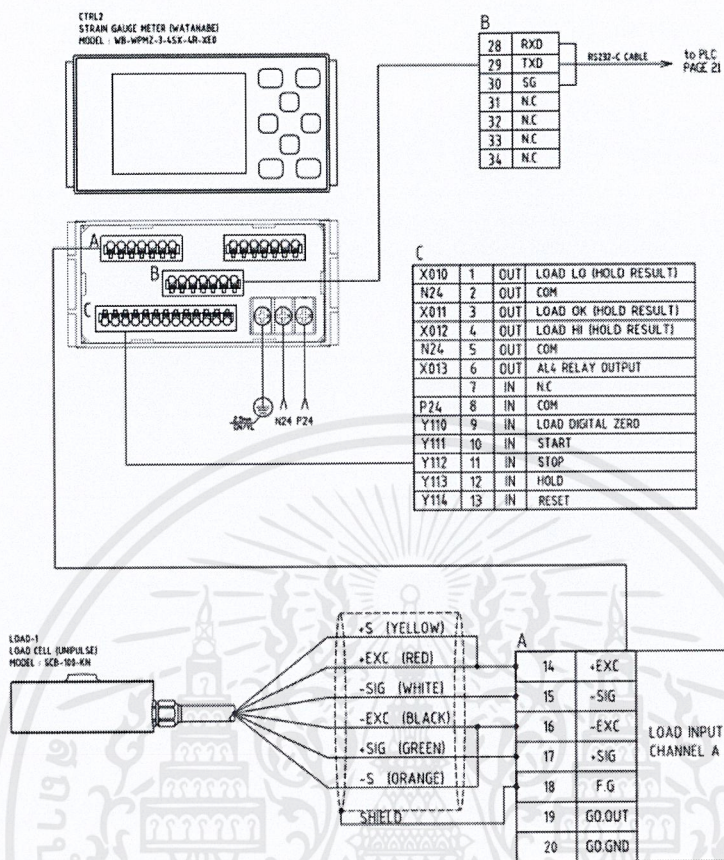


รูปที่ 3.7 วงจรการเดินสายไฟของม่านแสงนิรภัย

3.4.4 การเดินสายไฟของ Strain gauge meter

Strain gauge meter ในส่วนของการต่อพอร์ตต่าง ๆ ของ Strain gauge meter จะมีการต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 ส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส โดยใช้ทิศทางการสื่อสารแบบสองทาง (Full duplex transmission) เพื่อใช้ในการสื่อสารกับพีแอลซี โดยจะต้องกำหนดความเร็วในการส่งข้อมูลกับกำหนด Parity สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลของ Strain gauge meter กับพีแอลซีให้ตรงกัน ซึ่งได้กำหนดค่าความเร็วในการส่งข้อมูลเท่ากับ 19200 bps และกำหนด Parity เป็นแบบ Even นอกจากนี้จะต่อพอร์ต Comparator output/External control เข้าที่อินพุตกับเอาต์พุตของพีแอลซี และได้ต่อพอร์ต Strain gauge input เข้ากับ Load cell ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าแรง หรือน้ำหนักที่กระทำกับ Load cell โดยจะเปลี่ยนแรงหรือน้ำหนักให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเข้าที่พอร์ต Strain gauge input

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

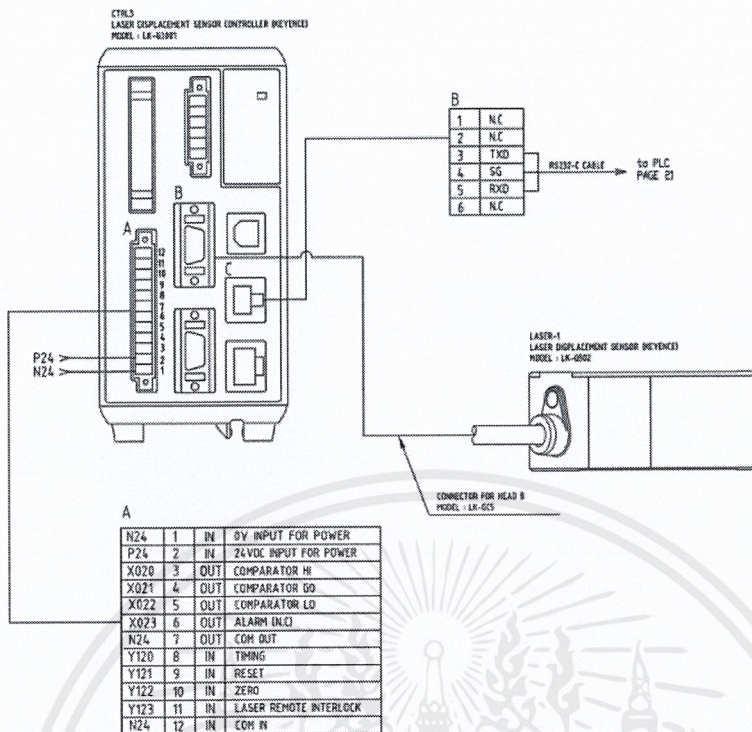


รูปที่ 3.8 วงจรการเดินสายไฟของ Strain gauge meter

3.4.5 การเดินสายไฟของตัวควบคุมเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์ (Laser displacement sensor controller)

การเดินสายไฟของตัวควบคุมเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์ในส่วนของการต่อพอร์ตต่าง ๆ นั้น จะมีการต่อพอร์ตอนุกรม RS-232 เพื่อใช้ในการสื่อสารกับพีแอลซี โดยจะต้องกำหนดความเร็วในการส่งข้อมูลกับกำหนด Parity สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลของตัวควบคุมเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์กับพีแอลซีให้ตรงกัน ซึ่งตามคู่มือการใช้งานของตัวควบคุมเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์รุ่น LK-G3001 มีค่าความเร็วในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9600 bps และกำหนด Parity เป็นแบบ None (NON) และต่อพอร์ต 12-Pin I/O Terminal block เข้าที่อินพุตกับเอาต์พุตของพีแอลซี และเนื่องจากต้องการต่ออุปกรณ์แบบ NPN Type จึงต้องต่อขา COM IN กับขา COM OUT จะต่อเข้ากับไฟกระแสตรง 0 โวลต์ ตามคู่มือการใช้งาน

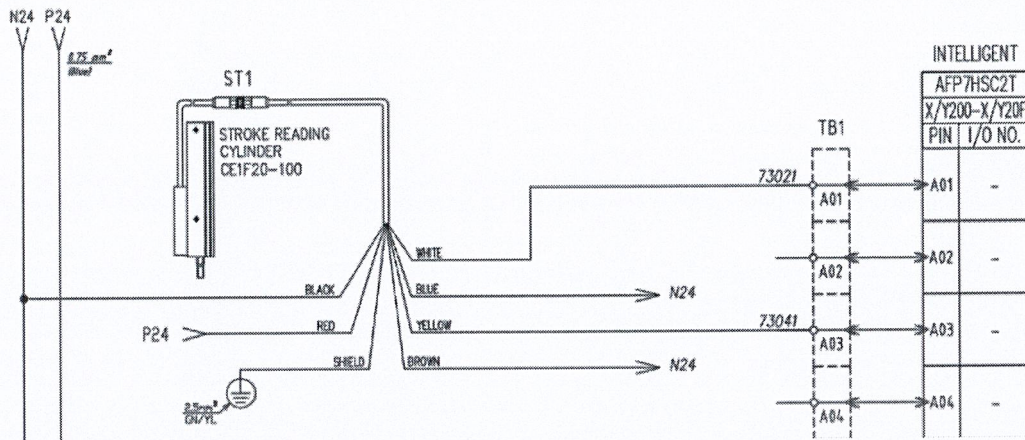
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรการเดินสายไฟของตัวควบคุมเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์

3.4.6 การเดินสายไฟของกระบอกลมแบบอ่านหรือควบคุมระยะทางที่ก้านสูบเคลื่อนที่ (Stroke reading cylinder)

กระบอกลมแบบอ่านหรือควบคุมระยะทางที่ก้านสูบเคลื่อนที่ (Stroke reading cylinder) จะใช้ Incremental encoder ซึ่งเป็นอุปกรณ์ใช้บอกตำแหน่งเชิงมุมในการบอกระยะทางที่ก้านสูบเคลื่อนที่ไป ทำให้สัญญาณเอาต์พุตออกมาในรูปของสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม ซึ่งสามารถทราบตำแหน่งเชิงมุมได้จากการนับจำนวนพัลส์โดยใช้การ์ดตัวนับความเร็วสูง (High speed counter) ของพีแอลซี ซึ่งสามารถตรวจจับสัญญาณที่มีความถี่สูงโมดูลอินพุตปกติไม่สามารถทำได้ วัตถุประสงค์ของสัญญาณที่มาจาก Incremental encoder ทำให้สามารถอ่านค่าพารามิเตอร์และค่าพัลส์จาก Incremental encoder ได้ ตัวนับความเร็วสูง ออกแบบมาเพื่อรับสัญญาณอินพุตพัลส์ชนิดความเร็วสูงสำหรับการนับ เหมาะสำหรับการประยุกต์ใช้กับงานที่ต้องการการนับหรือกำหนดเวลาที่แม่นยำ โดยมีไมโครโปรเซสเซอร์ในตัวเองและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสสำหรับพีแอลซีหรือคอนโทรลเลอร์ ซึ่งหมายความว่าเอาต์พุตจะตอบสนองต่อสัญญาณเข้าแบบเรียลไทม์ ดังนั้นจึงไม่มีความล่าช้าในการรอให้พีแอลซีคอนโทรลเลอร์สแกน I/O



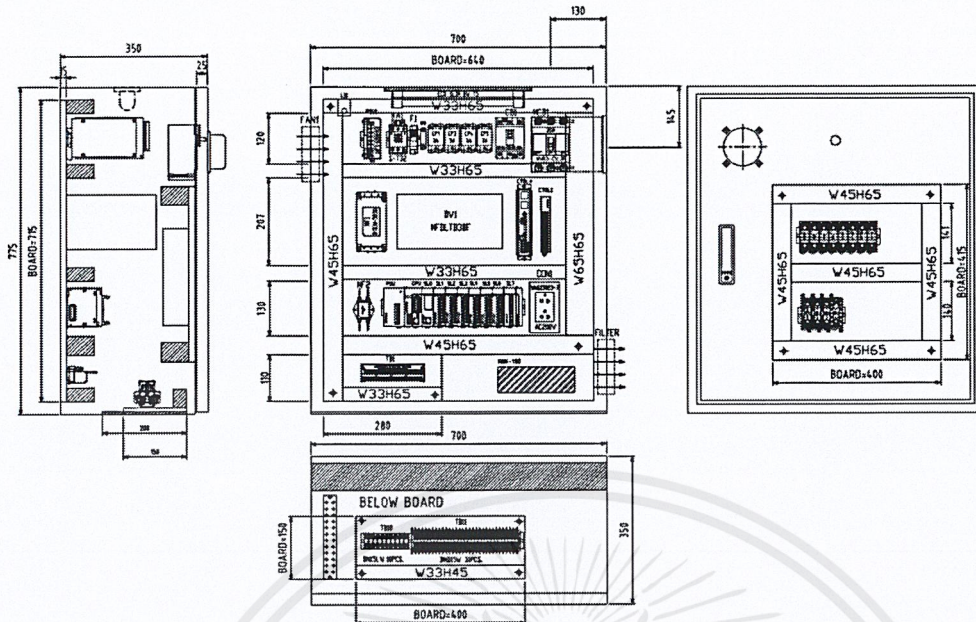
รูปที่ 3.10 วงจรการเดินสายไฟของกระบอกลมแบบอ่านหรือควบคุมระยะทางที่ก้านสูบเคลื่อนที่

3.4.7 การออกแบบตู้ควบคุม (Control Box)

การวางแบบ (Layout) ของบอร์ดภายในตู้ควบคุมเป็นการจัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ เพื่อเตรียมการนำอุปกรณ์มาติดตั้งและเดินสายไฟเข้าอุปกรณ์ โดยต้องคำนึงถึงความเหมาะสมกับพื้นที่ และการวางตำแหน่งของอุปกรณ์ให้สอดคล้องกับการเดินสายไฟควบคุมและการเดินสายไฟกำลังภายในตู้ โดยจะแยกฝั่งกันระหว่างสายไฟสองประเภทนี้เพื่อป้องกันการสัญญาณรบกวนจากไฟกำลังเข้ามาที่ไฟควบคุม เนื่องจากหากมีสัญญาณรบกวนเข้ามาในในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ไฟควบคุมจะส่งผลกระทบต่อการทำงานของเครื่องจักรได้

การวางอุปกรณ์นั้นจะแบ่งเป็นสองส่วนหลักคือ อุปกรณ์ที่ใช้ไฟกำลังและอุปกรณ์ที่ใช้ไฟควบคุม โดยจะวางอุปกรณ์ที่ใช้ไฟควบคุมไว้ด้านบน และวางอุปกรณ์ที่ใช้ไฟควบคุมไว้ด้านล่างหรือบริเวณผาดู เพื่อให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุง อุปกรณ์จะมีระยะห่างจากรางไฟ (Wire duct) โดยรอบไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าสายอุปกรณ์และสามารถมองเห็นมาร์คของสายไฟได้ชัดเจน อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิสูงควรจัดวางไว้ใกล้กับพัดลมระบายความร้อน อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเดียวกันควรจัดวางไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้ง่ายต่อการแยกสายไฟของวงจรกำลังและวงจรควบคุม และใช้เทอร์มินอลสำหรับปักสายไฟ กระแสสลับจะเป็นแบบชั้นเดียว ส่วนขนาดของบอร์ดนั้นห่างจากตู้ไฟด้านละ 30 มิลลิเมตร ประตูดูตู้และขอบตู้ด้านล่างให้มีระยะห่างกัน ไม่น้อยกว่า 5 มิลลิเมตร ภายในตู้มีช่องทางสำหรับสายไฟเข้าและออก และมีพื้นที่เหลือสำหรับม้วนเก็บสายไฟ Ground bar ทองแดงมีขนาดเพียงพอสำหรับต่อสายการรั่ว (Ground) ของอุปกรณ์ทั้งหมดภายในตู้ และ สกรูที่ใช้สำหรับ Ground Bar เป็นชนิดหัวสกรูหกเหลี่ยมและแฉก นอกจากนั้นประตูดูตู้ควบคุมจะเปิดทางซ้ายตามมาตรฐานของลูกค้า ทำให้ตำแหน่งการวางลิ้มิตสวิทช์ (Limit switch) จึงต้องอยู่ทางขวามือเมื่อมองเข้ามาภายในตู้

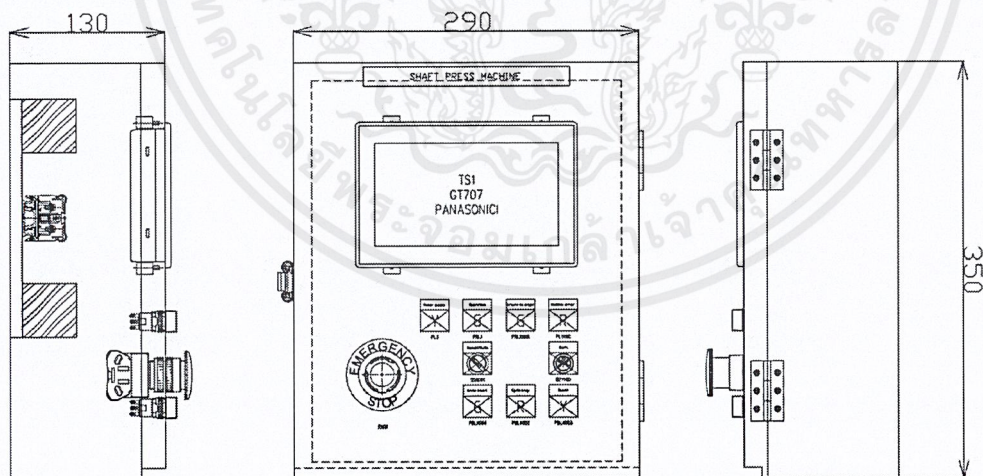
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แบบตู้ควบคุม

3.4.8 การออกแบบตู้ Operation

การออกแบบ Layout ตู้ Operation จะออกแบบตามแบบของลูกค้า โดยมีหน้าจอดีที่มีขนาด 7 นิ้ว โดยบอร์ดหลังตู้จะเจาะรูเป็นวงกลม 4 รู ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 30 มิลลิเมตร

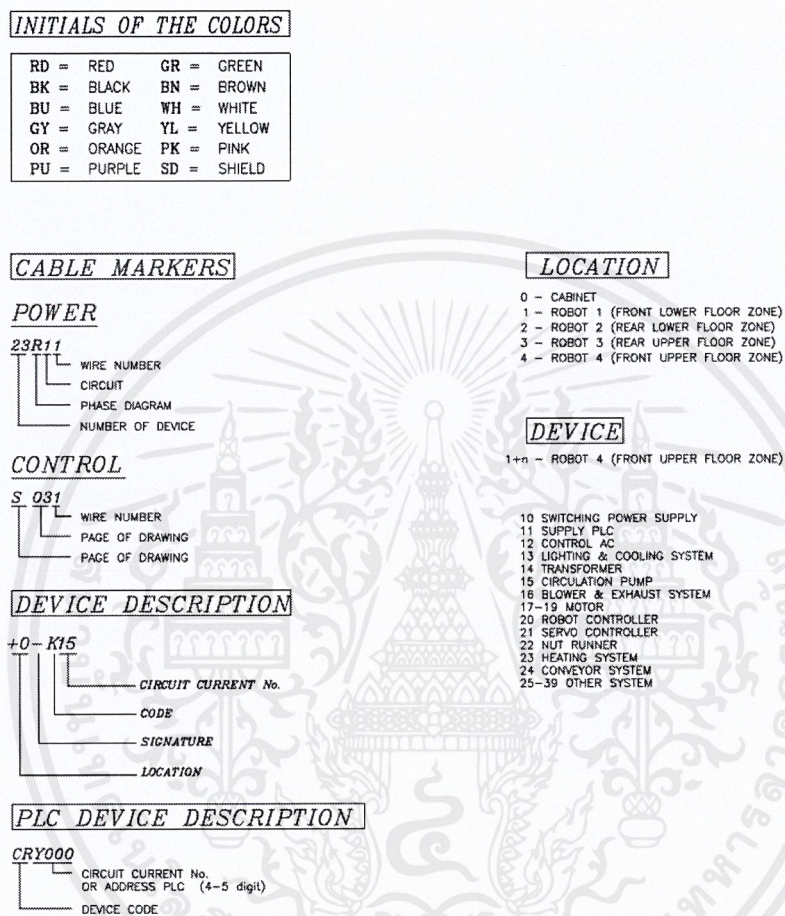


รูปที่ 3.12 แบบตู้ Operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.9 แบบสายไฟ (Cable layout)

การออกแบบวงจรไฟฟ้าจะมีการกำหนดชื่อและสีของสายไฟเพื่อให้ง่ายต่อการอ่านแบบทางไฟฟ้าตามรูปที่ 3.13 และ 3.14



รูปที่ 3.13 คำอธิบายวิธีการตั้งชื่อของสายไฟ

DESCRIPTION	WIRE COLOR
380 to 575VAC above and below disconnect	BLACK
100 to 240VAC 3 Phase 3 wire above and below disconnect	BLACK
100 to 240VAC 1 Phase 2 wire above disconnect	BLACK
100 to 240VAC 1 Phase 2 wire below disconnect	RED
24VDC above and below disconnect	BLUE
Interlock wiring	ORANGE
Ground wiring	GREEN/YELLOW

รูปที่ 3.14 คำอธิบายสีของสายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

ทำการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ และทำการเดินสายไฟภายในตู้ควบคุมตามแบบ จากนั้นทำการเดินสายไฟและสายลมบนเครื่องจักร เริ่มจากทำการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น รีดสวิทช์ (Reed switch), พร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ (Proximity sensor), ม่านแสงนิรภัย (Safety light curtain), ประตูนิรภัย (Safety door) เป็นต้น การติดตั้งอุปกรณ์สำหรับขยายสัญญาณของโฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (Photoelectric sensor amplifier) นั้นไม่มีพื้นที่ด้านข้างเครื่องจักร จึงทำการติดตั้งไว้บนส่วนรองรับอุปกรณ์ (Support) ที่ทำการเจาะยึดไว้บริเวณด้านหลังพื้นที่สำหรับกดเพลลา (Work area)

การเดินสายไฟของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ ที่ถูกติดตั้งไว้บนเครื่องจักรนั้นจะลากผ่านสายมัลติคอร์ (Multicore) เพื่อลดจำนวนของสายไฟที่ลากจากอุปกรณ์ไฟฟ้าบนเครื่องจักรไปยังตู้ควบคุม โดยบริเวณมุมด้านซ้ายของเครื่องกดเพลลากรณีหันหน้าเข้าหาเครื่องกดเพลลาจะมีรูสี่เหลี่ยมอยู่ ซึ่งมีไว้สำหรับเดินสายไฟจากอุปกรณ์ต่าง ๆ บนเครื่องจักรผ่านไปยังตู้ควบคุม

การเดินสายไฟของอุปกรณ์ที่ต้องมีการเคลื่อนที่ขณะเดินเครื่องจักรประกอบด้วยกระบอกลมแบบอ่านหรือควบคุมระยะทางที่ก้านสูบเคลื่อนที่และ Load cell เนื่องจากทั้งสองอุปกรณ์จะติดตั้งไว้กับเซอร์โวเพลส ซึ่งเป็นส่วนที่ใช้ในการกดชิ้นงานที่มีการเคลื่อนที่ในแนวตั้ง นอกจากนี้ยังมีกระบอกลมไฟฟ้าที่มีการเคลื่อนที่สองทิศทางขนานกับเครื่องจักร และพร็อกซิมีตี้เซนเซอร์ (Proximity sensor) ที่ติดตั้งไว้บนแท่นสำหรับวางชิ้นงานที่ต่อกับกระบอกลมที่ใช้สำหรับเคลื่อนที่พาแท่นสำหรับวางชิ้นงานไปยังตำแหน่งที่จะทำการกดเพลลา จะใช้สาย Movement ยี่ห้อ Kuramo ซึ่งมีคุณสมบัติอ่อนนุ่มและยืดหยุ่น ทนทานต่อความร้อน น้ำมัน การเคลื่อนที่ การบิดงอ และแรงดึงทางกลสูงได้ดี เหมาะกับงานที่มีการเคลื่อนที่ของสายไฟหลายทิศทาง ซึ่งจะใช้คู่กับรางกระดูกงู สามารถลดปัญหาเรื่องการสูญเสียอันเกิดจากการใช้สายไฟที่ไม่ได้คุณภาพ จนส่งผลให้ระบบการผลิตขัดข้องได้ แต่เซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์ (Laser displacement sensor) จะไม่เดินสายไฟผ่านสาย Movement เนื่องจากสายที่มากับตัวอุปกรณ์สามารถใช้แทนสาย Movement ได้

ในส่วนของการเดินสายไฟของโฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ (Photoelectric sensor) ของรุ่นที่เลือกใช้ในงานจะใช้สายที่ภายในมีใยแก้วนำแสง (Fiber optic) ซึ่งมีความเปราะบาง หากได้รับแรงกระแทกอาจทำให้เกิดการหักโงได้ จึงต้องนำมาร์คห่อสายไฟหุ้มไว้อีกชั้นเพื่อป้องกันแรงกระแทกจากภายนอก

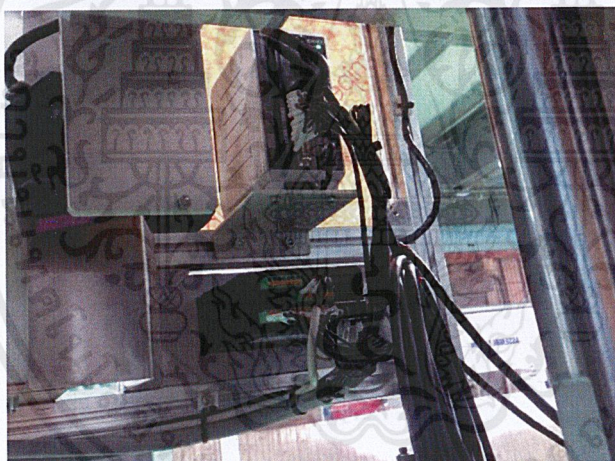
การเดินสายลมนั้นจะเดินมาจากโซลินอยด์วาล์ว (Solenoid valve) เพียงชุดเดียวเนื่องจากอุปกรณ์ลมที่ต้องใช้ลมที่จ่ายมาจากโซลินอยด์วาล์วคือ กระบอกลมใช้สำหรับเคลื่อนที่พาแท่นสำหรับวางชิ้นงานไปยังตำแหน่งที่จะทำการกดเพลลาอย่างเดียว ส่วนกระบอกลมที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์ (Laser displacement sensor) นั้นทำงานด้วยไฟฟ้าจึงไม่ต้องจ่ายลมจากโซลินอยด์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สุดท้ายทำการจ่ายไฟฟ้าให้กับเครื่องจักรเพื่อทดสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ว่าใช้งานได้ตามปกติหรือไม่ และมีความเสียหายหรือไม่ ซึ่งบางอุปกรณ์อาจไม่ยังไม่ได้ถูกติดตั้งหรือเดินสายไฟผิดพลาด จะได้ทำการปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขก่อน



รูปที่ 3.15 การเดินสายไฟบนบอร์ดภายในตู้ควบคุม (Panel wiring)



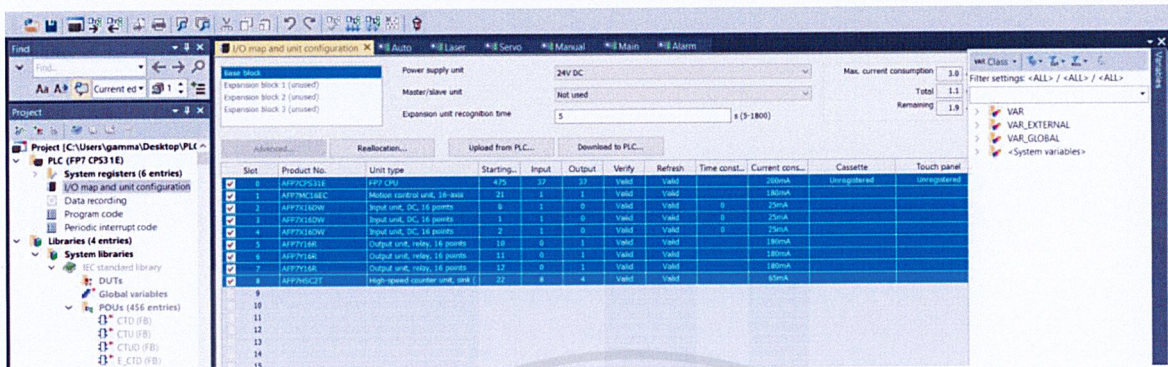
รูปที่ 3.16 การเดินสายไฟบนเครื่องจักร (Machine wiring)

3.6 การศึกษาโปรแกรม PLC

3.6.1 การตั้งค่าของโปรแกรม Control FFWIN Pro 7

การ Configuration I/O map ทำเพื่อให้พีแอลซีรับรู้ว่ามีการ์ดของโมดูลใดถูกใช้ และเป็นการกำหนด Address ของแต่ละโมดูล โดยหากเป็นการ์ดอินพุตจะเริ่มเวอร์ดที่ 0 การ์ดเอาต์พุตจะเริ่มเวอร์ดที่ 10 และการ์ดพิเศษจะเริ่มเวอร์ดที่ 20

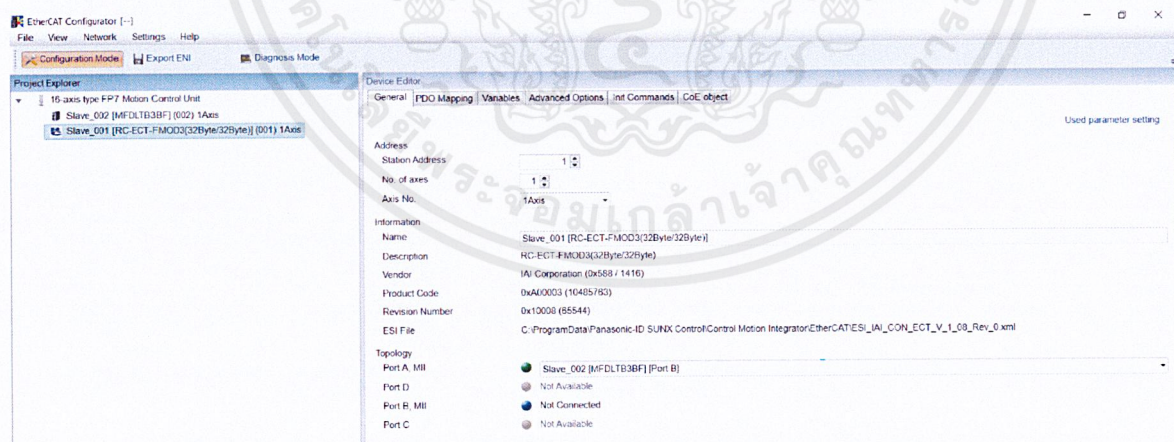
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 การ Configuration I/O map ในโปรแกรม Control FPWIN Pro 7

3.6.2 การตั้งค่าของโปรแกรม Control Motion Integrator

การกำหนดสถานะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงอนุกรมของโปรโตคอล EtherCAT ในโปรแกรม Control Motion Integrator จะต้องกำหนดจำนวนแกนในการเคลื่อนที่ของแต่ละอุปกรณ์ด้วย โดยไดรเวอร์ของเซอร์โวมอเตอร์ กำหนดเป็นสถานะที่ 1 มีการเคลื่อนแบบ 1 แกนและ ตัวควบคุมกระบอกลม ไฟฟ้ากำหนดเป็นสถานะที่ 2 มีการเคลื่อนแบบ 1 แกน

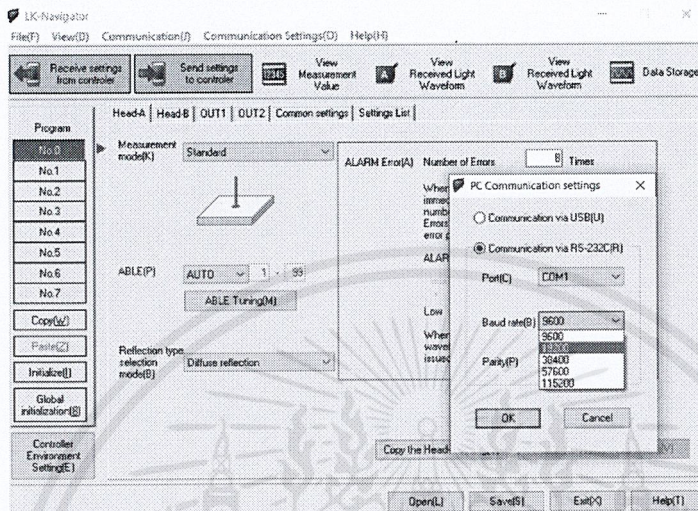


รูปที่ 3.18 การกำหนดสถานะของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงอนุกรมของโปรโตคอล EtherCAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.3 การตั้งค่าของโปรแกรม LK-Navigator

การตั้งค่าการสื่อสารผ่าน RS-232 ในโปรแกรม LK-Navigator จะต้องตั้งค่าความเร็วในการส่งข้อมูลกับกำหนด Parity สำหรับตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลให้ตรงกับค่าที่กำหนดไว้ในโปรแกรมที่ใช้เขียนพีแอลซี ซึ่งได้กำหนดค่าความเร็วในการส่งข้อมูลเท่ากับ 19200 bps และกำหนด Parity เป็นแบบ Even



รูปที่ 3.19 ตัวอย่างการตั้งค่าการสื่อสารผ่าน RS-232 ในโปรแกรม LK-Navigator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินโครงการ

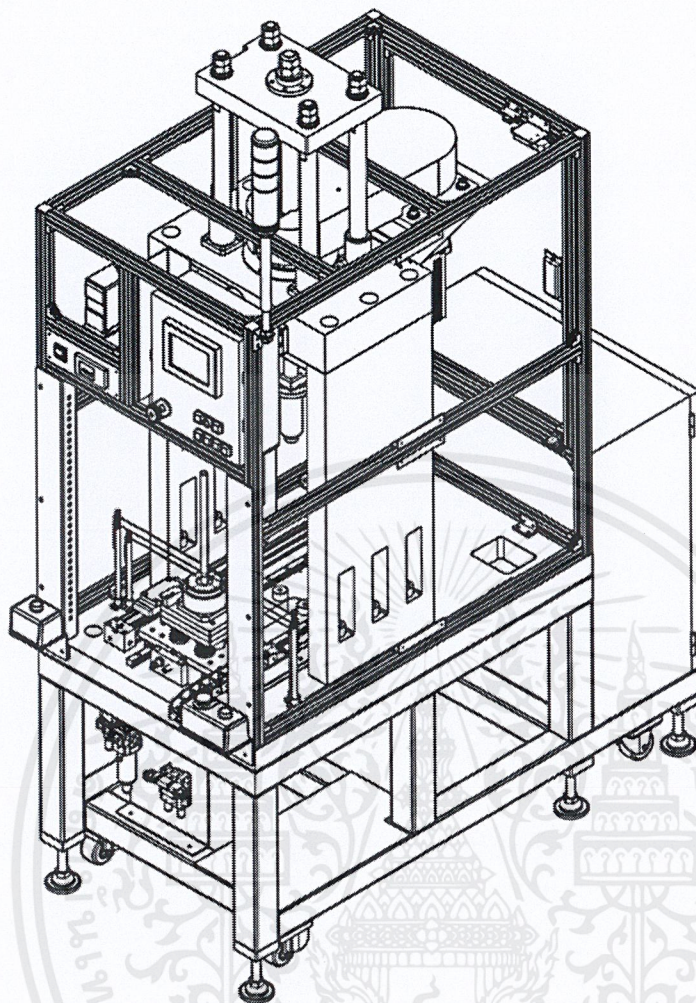
4.1 ผลการประกอบและติดตั้งเครื่องจักร

เครื่องจักรติดตั้งได้ตามแบบ (Layout) ที่วางเอาไว้ ดังรูปที่ 4.1 และ 4.2



รูปที่ 4.1 เครื่องกดเพลลา (Shaft press machine)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



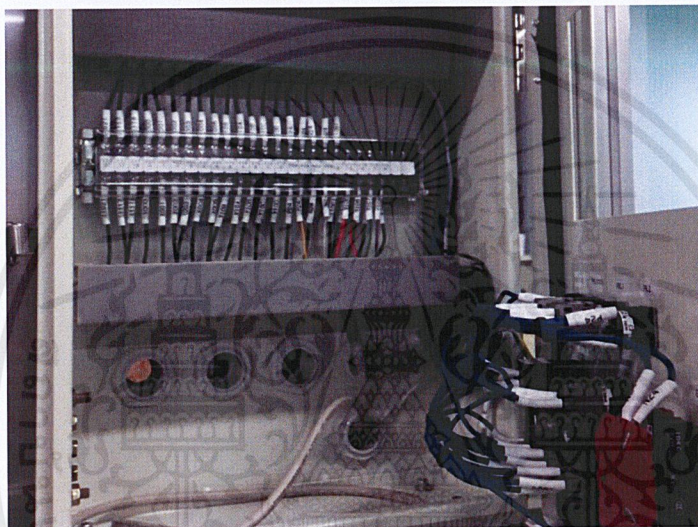
รูปที่ 4.2 แบบของเครื่องกดเพลา (Shaft press machine layout)

4.2 ผลการทดสอบการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

จากการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าโดยทำการจ่ายไฟ 380 โวลต์ ให้กับวงจรภายในตู้ควบคุม ชั้นแรกจะทำการตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม ตู้ Operation และบนตัวเครื่องจักร ซึ่งเริ่มจากอุปกรณ์ที่ต้องจ่ายไฟกระแสสลับเป็นไฟเลี้ยง เช่น หม้อแปลงไฟฟ้าสามเฟส (Three phase transformer), เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit breaker), เซอร์กิตโพรเทคเตอร์ (Circuit protector) เป็นต้น จากนั้นทำการตรวจสอบอุปกรณ์ที่ต้องจ่ายไฟกระแสตรง เช่น พีแอลซี รีเลย์ เป็นต้น โดยใช้มัลติมิเตอร์ในการตรวจการลัดวงจรของกระแสของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อาจเกิดจากการเดินสายไฟฟ้าสลับกันระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้าหรือการเดินสายไฟเข้าอุปกรณ์ไม่ครบถ้วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

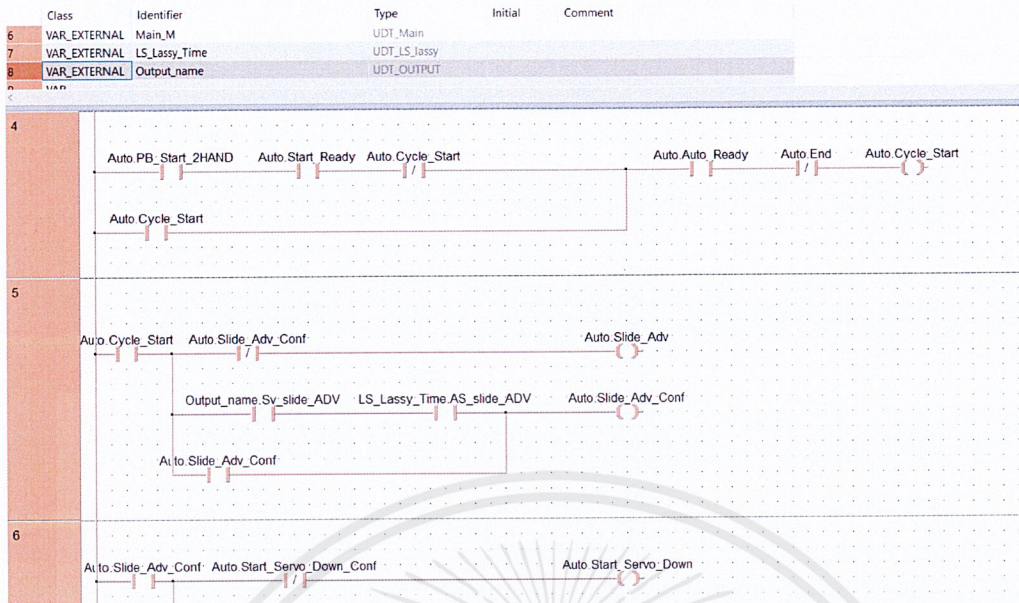
ถัดมาจะทำการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าสำหรับวงจรนิรภัย เช่น เซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัย, ประตูนิรภัย เป็นต้น โดยสามารถตรวจสอบการทำงานของการทำงานจากการทำงานของหลอดไฟบนรีเลย์ที่ใช้หน้าสัมผัสในการตัดต่อวงจรอุปกรณ์ดังกล่าว ผู้จัดทำพบว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าต่าง ๆ มีการทำงานได้อย่างถูกต้อง แต่ม่านแสงนิรภัยไม่สามารถทำงานได้ตามที่ต้องการเนื่องจากการเดินสายไฟของอุปกรณ์กับโหมดที่เลือกของ DIP switch ไม่ตรงกัน จึงแก้ปัญหาโดยเปลี่ยนให้วิธีการซิงค์ตรงกัน ทำให้เซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัยสามารถทำงานได้ตามที่ผู้จัดทำต้องการ นั่นคือเมื่อมีสิ่งกีดขวางไปยังม่านแสงของเซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัย หลอดไฟบนรีเลย์ที่ใช้หน้าสัมผัสในการตัดต่อวงจรเซ็นเซอร์ม่านแสงนิรภัยจะดับลง



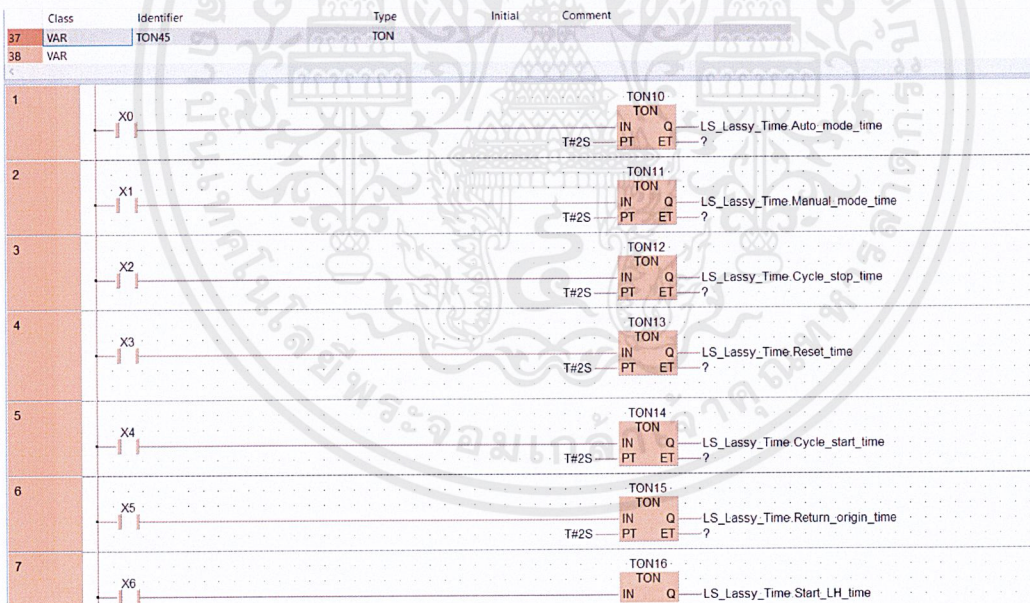
รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ Operation

4.3 ผลการทดสอบโปรแกรม

จากการทดสอบโปรแกรม Control FWIN Pro7 บางส่วน เพื่อตรวจสอบการทำงานของการทำงานและลำดับการทำงานว่าเป็นไปตามลำดับการทำงานที่กำหนดไว้หรือไม่ พบว่าโปรแกรมสามารถส่งงาน Address ต่าง ๆ ให้มีการทำงานตามลำดับได้อย่างถูกต้องตามที่จัดทำวางลำดับการทำงานเอาไว้ โดยมีตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลิงดังรูปที่ 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 4.9 และ 4.10

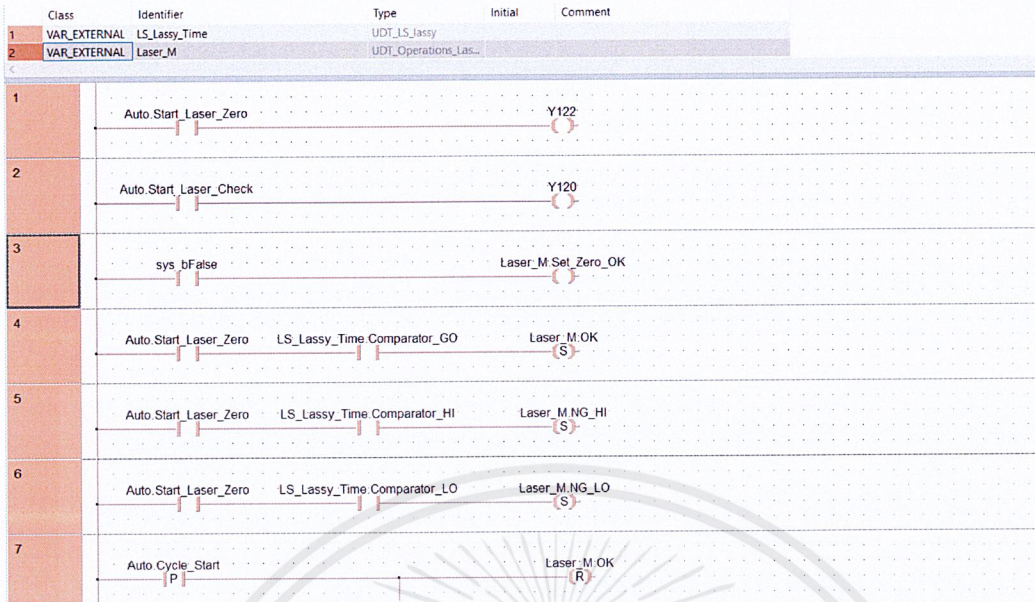


รูปที่ 4.4 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลาส่วนการทำงานโหมด Auto

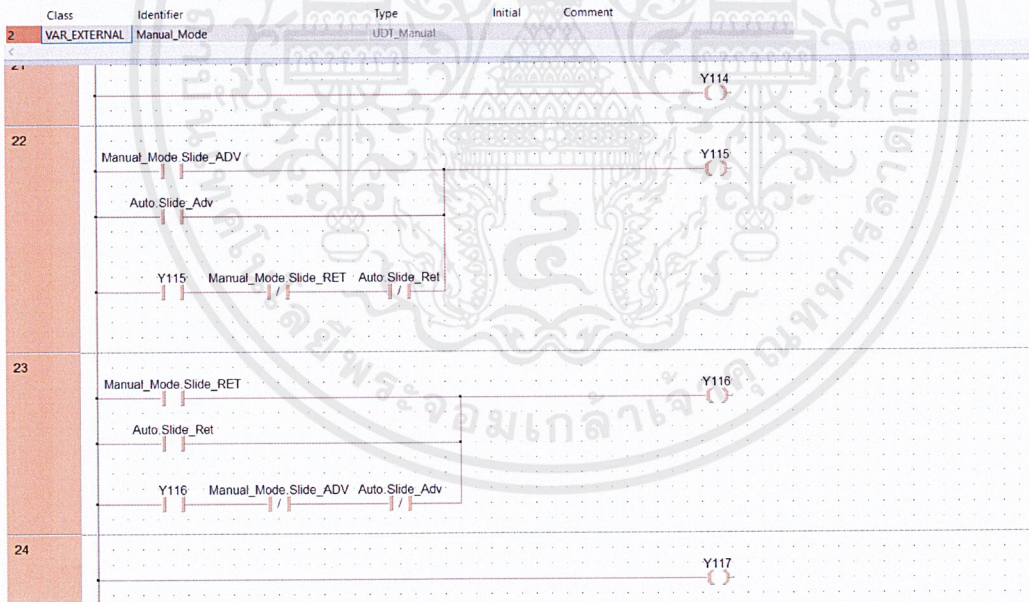


รูปที่ 4.5 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลาส่วนการหน่วงเวลาอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

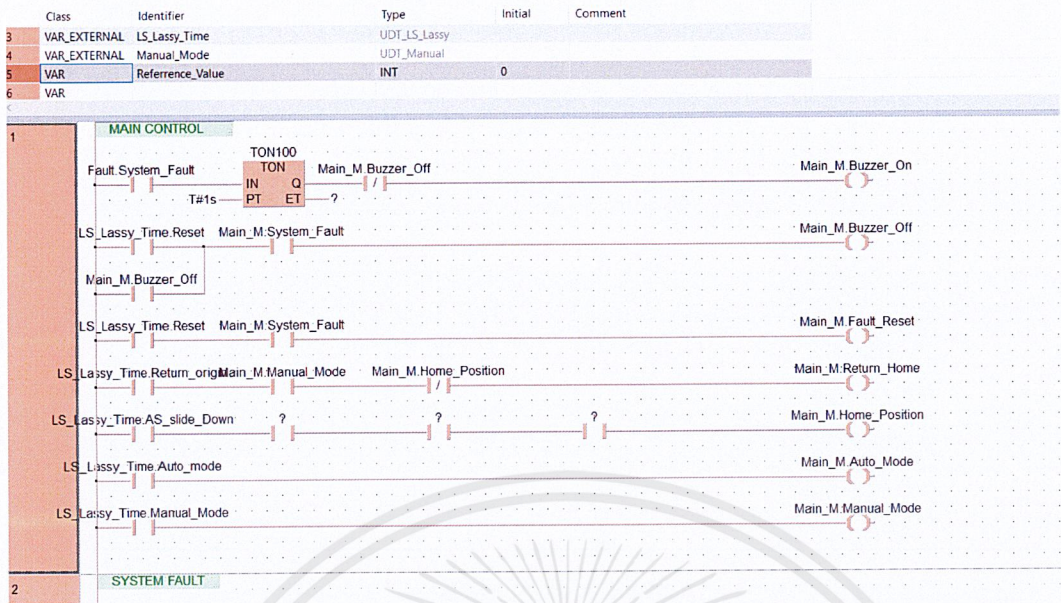


รูปที่ 4.6 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลลาส่วนของเซนเซอร์วัดระยะชนิดเลเซอร์

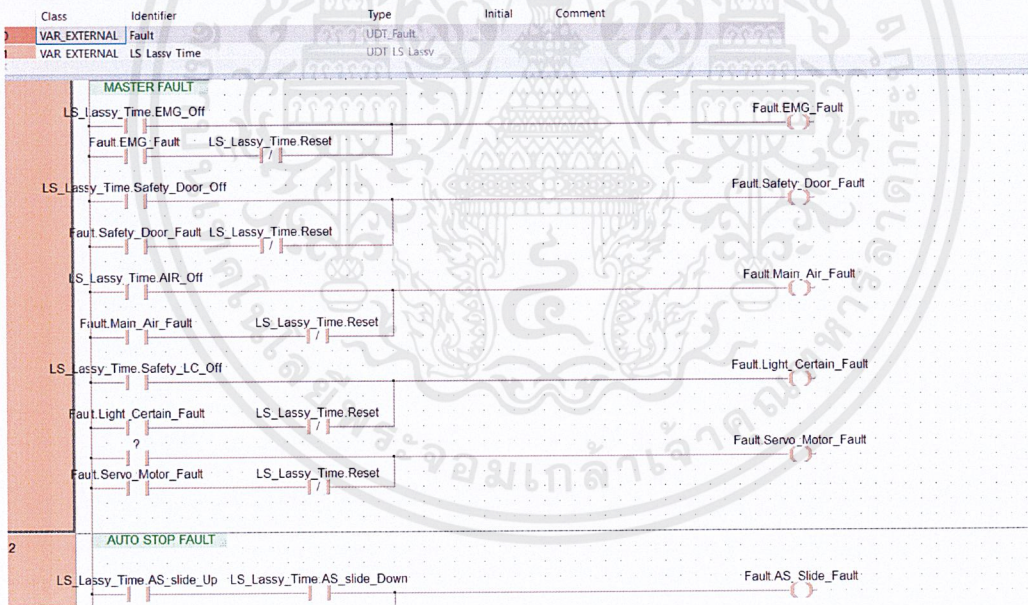


รูปที่ 4.7 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลลาส่วนเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

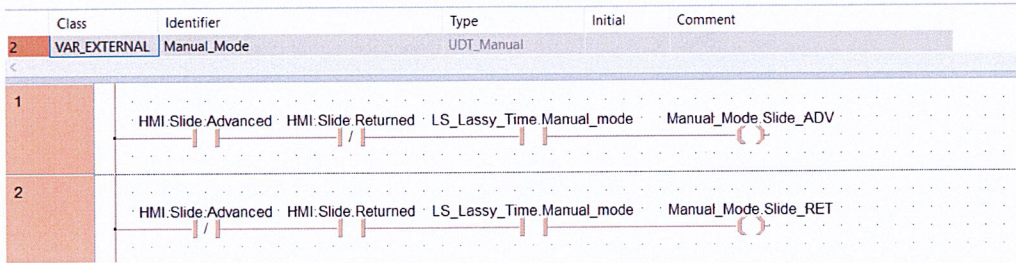


รูปที่ 4.8 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลาส่วนการทำงานหลัก



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลาส่วน Fault ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ตัวอย่างโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องกดเพลกาการทำงานโหมด Manual



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานโครงการเครื่องกดเพลานั้น ในส่วนของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของเครื่องกดเพล ผู้ใช้งานสามารถควบคุมการทำงานของพีแอลซีและหน้าจอสัมผัส โดยการสื่อสารผ่านทาง RS-232 ซึ่งการทำโครงการนี้จะมุ่งเน้นไปที่การพัฒนาคุณภาพของชิ้นงาน โดยการนำเทคโนโลยีเข้ามาประยุกต์ใช้ จึงสามารถช่วยลดความผิดพลาดจากการกดชิ้นงานโดยใช้แรงของมนุษย์ เพิ่มประสิทธิภาพของชิ้นงาน ลดระยะเวลาที่ใช้ในการผลิตชิ้นงานหนึ่งชิ้น (Cycle time) ลดความผิดพลาดจากการแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นของผู้ปฏิบัติหน้างานอย่างผิดวิธีและช่วยลดภาระการทำงานของผู้ปฏิบัติหน้างาน

5.2 ปัญหาที่พบและวิธีแก้ปัญหา

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1. ขาดความรู้และความชำนาญในการใช้ฮาร์ดแวร์ เช่น อุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม เป็นต้น
2. ขาดความรู้และความชำนาญในการใช้ซอฟต์แวร์ เช่น Control FFWIN, Pro 7 LK-Navigator เป็นต้น
3. การสื่อสารระหว่างพีแอลซีกับหุ่นยนต์ไม่ตรงกัน
4. อุปกรณ์ที่สั่งซื้อมีความล่าช้า
5. การบริหารเวลาที่ผิดพลาด

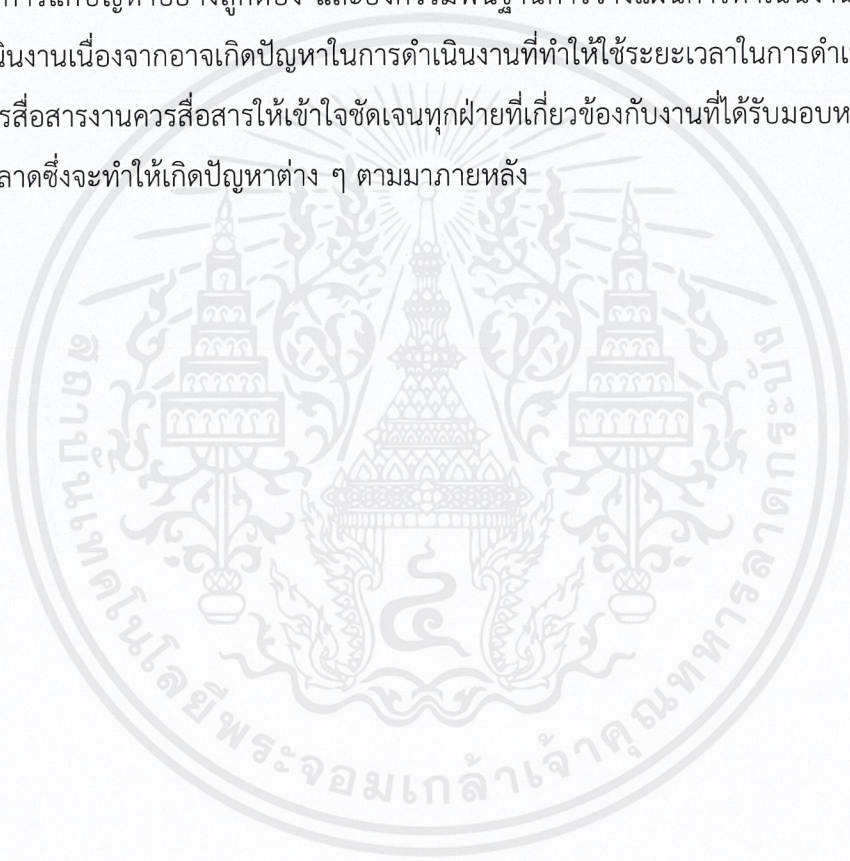
5.2.2 วิธีแก้ปัญห

1. ศึกษาการใช้งานในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ให้เข้าใจก่อน
2. ประกอบชิ้นส่วนอุปกรณ์อย่างอื่นไปก่อนโดยเพื่อพื้นที่สำหรับติดตั้งอุปกรณ์ที่ยังไม่มาเพื่อไม่ให้เกิดการทำงานล่าช้า และเดินสายไฟทิ้งไว้เพื่อสะดวกต่อการต่อเข้าอุปกรณ์ที่ยังไม่มา
3. ทดสอบการทำงานของโปรแกรม และตรวจหาความผิดพลาด
4. ปรับแผนใหม่ และมีการประชุมรายงานผลทุกสัปดาห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

การทำเครื่องกตเพลลาจำเป็นที่จะต้องมีพื้นฐานของการออกแบบและเข้าใจกลไกหลักการทำงานของเครื่องกตเพลลา นอกจากนี้ควรจะมีพื้นฐานของการวัด (Measurement), เซนเซอร์ (Sensor) ต่าง ๆ และระบบการควบคุม เพื่อควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในเครื่องกตเพลลา เนื่องจากเครื่องจักรในอุตสาหกรรมแต่ละประเภทจะมีการทำงานที่แตกต่างกันไปตามผลิตภัณฑ์ที่ผลิต นอกจากนี้การออกแบบเครื่องจักรต้องคำนึงถึงความปลอดภัย (Safety) และของผู้ใช้งานเป็นลำดับแรก ดังนั้นการสังเกตและการวิเคราะห์ปัญหา จึงเป็นสิ่งที่ต้องมี เพราะเมื่อเครื่องจักรมีปัญหาไม่สามารถทำงานได้จำเป็นต้องอาศัยการสังเกต เพื่อหาสิ่งผิดปกติและนำมาวิเคราะห์หาสาเหตุเพื่อนำไปสู่การแก้ปัญหาอย่างถูกต้อง และยังคงควรมีพื้นฐานการวางแผนการดำเนินงาน เช่น การเฝ้าระยะเวลาในการดำเนินงานเนื่องจากอาจเกิดปัญหาในการดำเนินงานที่ทำให้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานมากขึ้น เป็นต้น นอกจากนี้การสื่อสารงานควรสื่อสารให้เข้าใจชัดเจนทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องกับงานที่ได้รับมอบหมาย เพื่อไม่ให้เกิดการทำงานที่ผิดพลาดซึ่งจะทำให้เกิดปัญหาต่าง ๆ ตามมาภายหลัง



เอกสารอ้างอิง

- [1] วิทยาลัยเทคโนโลยีฐานเทคโนโลยี. Servo system คืออะไร. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก tit :
<http://www.tit.ac.th/NEW-SPDF/Servo%20system%20คืออะไร.pdf>
- [2] ห้างหุ้นส่วนจำกัด สตาร์เซอร์กิต. โครงสร้างทั่วไปของ PLC. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก star circuit :
<http://www.star-circuit.com/article/PLC.html>
- [3] หลักการทำงานของ servo system. 2015. เข้าถึงได้จาก blogspot : http://motion-servo-motor.blogspot.com/2015/03/servo-system_33.html
- [4] อาจารย์นิรุต วันยะโต. PLC คืออะไร. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก advance-electronic :
<http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html>

