รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องเจาะเสื้อสูบรถจักรยานยนต์
NN5 UPPER CASTING DRILLING CAP4260 MACHINE

นางสาวณิชกานต์ วัฒนธรรม

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องเจาะเสื้อสูบรถจักรยานยนต์
NN5 UPPER CASTING DRILLING CAP4260 MACHINE

นางสาวณิชกานต์ วัฒนธรรม

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา	เครื่องเจาะเสื้อสูบรถจักรยานยนต์
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	นางสาวณิชกานต์ วัฒนธรรม
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ผศ.ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	นายภานุวัฒน์ มีชำนาญ
สถานประกอบการ	บริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจนี้จัดทำขึ้นโดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับเครื่อง Drilling Machine ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการเจาะรูเสื้อสูบรถจักรยานยนต์ เพื่อใช้เป็นทางผ่านสำหรับน้ำมันหล่อลื่น โดยในโครงงานเล่มนี้มีการระบุขั้นตอนการปฏิบัติงาน ตั้งแต่ขั้นตอนการออกแบบวงจรไฟฟ้า การออกแบบตู้ไฟฟ้า และตู้ปฏิบัติการ โดยใช้โปรแกรม AutoCAD ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม PLC โดยใช้โปรแกรม GX Works2 และการออกแบบหน้าจอสัมผัส (HMI) โดยใช้โปรแกรม GT Designer3 พร้อมกันนั้นภายในโครงงานนี้ มีความรู้ในด้านทฤษฎีเกี่ยวกับอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรไฟฟ้า

คำสำคัญ : Drilling Machine , AutoCAD , PLC , GX Works2 , GT Designer3 , HMI

Cooperative Title	NN5 UPPER CASTING DRILLING CAP4260 MACHINE
Student intern name	Ms. Nichakan Watanatham
Faculty	Engineering
Department	Instrumentation and Control Engineering
Advisor name	Asst.Prof.Dr. Wandee Petchmaneelumka
Mentor name	Mr. Phanuwat Meechamnan
Company	A.I.Industry co.,ltd

ABSTRACT

This project is about Drilling Machine, which is a machine used to drill a motorcycle. To use as passage for lubricant. This project has identified operational procedures. From the circuit design. Control Cabinets Design and Operation Cabinets using AutoCAD , programming PLC using GX Works2 and touch screen design using GT Designer3 program. Within this project have knowledge in the theory of electrical devices used in electrical circuits.

Keywords : Drilling Machine , AutoCAD , PLC , GX Works2 , GT Designer3 , HMI

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำรายงานเล่มนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด การได้ทำสหกิจศึกษาที่บริษัทแห่งนี้ทำให้ข้าพเจ้าได้เรียนรู้ และได้ประสบการณ์ต่างๆ มากมายที่ไม่อาจหาได้จากที่อื่น ข้าพเจ้าอยากจะขอบคุณบริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด เป็นอย่างมากที่รับข้าพเจ้ามาเป็นส่วนหนึ่งของครอบครัว เอ.ไอ.อินดัสตรี้ แห่งนี้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งขอบคุณทุกคนในแผนกไฟฟ้า และทุกคนแผนกอื่นๆ ที่ข้าพเจ้าไม่ได้กล่าวถึง ที่ดูแลข้าพเจ้ามาตลอดระยะเวลาสี่เดือนที่ผ่านมา ขอขอบคุณ คุณภานุวัฒน์ มีชำนาญ เป็นอย่างมากที่คอยเป็นพี่เลี้ยงให้ความรู้แก่ข้าพเจ้ามาตลอด และให้ข้าพเจ้าได้ลงมือทำงานจริง

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาของสหกิจศึกษาที่บริษัทแห่งนี้ ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำทั้งการทำงาน และปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากการทำงานสหกิจศึกษาในภาคการศึกษานี้ ขอขอบคุณอาจารย์ประจำภาควิชา ที่มอบความรู้ทางทฤษฎี และความรู้ทางภาคปฏิบัติซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการทำโครงการสหกิจครั้งนี้ได้

ผู้จัดทำ

ณิชกานต์ วัฒนธรรม

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน	2
1.4 วิธีดำเนินการทำโครงงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 การออกแบบวงจรไฟฟ้า	3
2.1.1 ศึกษาความต้องการของลูกค้า	3
2.1.2 ส่วนประกอบของแบบไฟฟ้า	3
2.1.3 มาตรฐานสัญลักษณ์ของอุปกรณ์	12
2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานกับเครื่องจักร	13
2.2.1 อุปกรณ์ควบคุม (Control device)	13
2.2.1.1 Programmable Logic Controller (PLC)	13
2.2.1.1.1 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit : PSU)	14
2.2.1.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)	15
2.2.1.1.3 อินพุต/เอาท์พุต (Input Output : I/O)	16
2.2.1.2 Control Relay	17
2.2.1.3 Magnetic Contactor	17
2.2.1.4 Thermal Overload	18
2.2.1.5 Inverter	18
2.2.2 อุปกรณ์ระบบป้องกัน (Protective system)	19
2.2.2.1 Circuit Breaker	19
2.2.2.2 Circuit Protector	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.3 อุปกรณ์ระบบตรวจจับ (Detection system)	20
2.2.3.1 Photo Sensor	20
2.2.3.2 Safety Door Switch	20
2.2.3.3 Limit Switch	21
2.2.4 อุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟ และกรองไฟฟ้า (Power source supply & Electric power)	21
2.2.4.1 Switching Power Supply	21
2.2.4.2 Noise Filter	22
2.2.5 อุปกรณ์ปฏิบัติการ และแสดงผล (Operation & Display Unit)	22
2.2.5.1 Touch Screen	22
2.2.5.2 Key Switch	23
2.2.5.3 Selector Switch	23
2.2.5.4 Illuminated Push button Switch	24
2.2.5.5 Push Button Switch	24
2.2.5.6 Buzzer	25
2.2.5.7 Tower Light	25
2.3 PLC และการเขียนโปรแกรม PLC	26
2.3.1 ความหมายของ Programmable Logic Controller	26
2.3.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC	26
2.3.3 ความสามารถของ PLC	27
2.3.3.1 งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control)	27
2.3.3.2 งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control)	27
2.3.3.3 การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control)	27
2.3.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC	28
2.3.4.1 Ladder Diagram Language	28
2.3.4.2 Sequential Flow Chart Language	28
2.3.4.3 Function Block Diagram Language	29
2.3.4.4 Instruction List Language (Statement List Language)	30
2.3.4.5 Structure Text Language	30

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.5 คำสั่งพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC	21
2.4 โปรแกรมที่ใช้ในการทำงาน	32
2.4.1 AutoCAD 2017	32
2.4.2 GX Works2	33
2.4.3 GT Designer3	33
บทที่ 3 ขั้นตอนการทำโครงงาน	34
3.1 ออกแบบไฟฟ้า (Electrical System Design)	35
3.2 จัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆ (Purchase Order)	40
3.2.1 การสั่งซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้า	40
3.2.2 การสั่งทำตู้ไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ และกล่องสตาร์ท	41
3.3 จัดทำตู้ไฟฟ้า (Control Box) ตู้ปฏิบัติการ (Operation Box) และกล่องสตาร์ท (Start Box)	42
3.4 ติดตั้งตู้ไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ และกล่องสตาร์ทเข้ากับเครื่องจักร และจัดวางตัวตรวจวัด	45
3.5 เขียนโปรแกรม PLC ควบคุมการทำงานเครื่องจักร	47
3.5.1 ภาค AUTO	47
3.5.2 ภาค DEVICE	48
3.5.3 ภาค FAULT	48
3.5.4 ภาค LS_ASSY	49
3.5.5 ภาค MAIN	50
3.5.6 ภาค MANUAL	50
3.5.7 ภาค OUTPUT	51
3.6 ออกแบบหน้า Touch Screen	51
3.7 เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง PLC กับ Computer	52
3.8 ทดสอบการทำงาน	52
3.9 รับความเห็นเพิ่มเติมจากลูกค้า และปรับปรุงเครื่องจักร	53
3.10 ติดตั้งเครื่องจักรที่โรงงานลูกค้า	53
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	54
4.1 ผลการออกแบบไฟฟ้า	54
4.2 ผลการเขียนโปรแกรม	56

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ	58
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	58
5.2 ปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ไข	58
5.3 ข้อเสนอแนะ	58
เอกสารอ้างอิง	59

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาควงจรไฟฟ้ากำลัง (Power Circuit)	4
2.2 ภาควงจรไฟฟ้าควบคุม (Control Circuit)	5
2.3 ภาคส่วนประกอบของ PLC (PLC Specification)	6
2.4 อินพุตพอยต์ (Input Module)	7
2.5 เอาท์พุตพอยต์ (Output Module)	8
2.6 ภาคการวางอุปกรณ์ภายในตู้ไฟฟ้า (Board Layout)	9
2.7 ภาคขนาดและทรงของตู้ไฟฟ้า (Control Box)	10
2.8 ภาคการจัดวางปุ่มสั่งงานและขนาดของตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)	11
2.9 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้า	12
2.10 ส่วนประกอบของ PLC	14
2.11 Power Supply Unit รุ่น Q61P ของ MITSUBISHI	14
2.12 CPU รุ่น Q02UCPU ของ MITSUBISHI	15
2.13 I/O Unit รุ่น QX40 และ QY40P ของ MITSUBISHI	16
2.14 Control Relay รุ่น G2R-2SND ของ OMRON	17
2.15 Magnetic Contactor รุ่น S-T10 ของ MITSUBISHI	17
2.16 Thermal Overload รุ่น TH-T18 ของ MITSUBISHI	18
2.17 Inverter รุ่น FR-D740 ของ MITSUBISHI	18
2.18 Circuit Breaker รุ่น NF63-CV,3P,30A และ Handle Breaker รุ่น F-05SV ของ MITSUBISHI	19
2.19 Circuit Protector รุ่น CP30-BA,2P,3A ของ MITSUBISHI	19
2.20 Photo Sensor รุ่น PZ-M51 ของ KEYENCE	20
2.21 Safety Door Switch รุ่น D4NS-9BF ของ OMRON	20
2.22 Limit Switch รุ่น D4C-4202 ของ OMRON	21
2.23 Switching Power Supply รุ่น S8JX-G10024CD ของ OMRON	21
2.24 Noise Filter รุ่น ZGB2203-01U ของ TDK-LAMBDA	22
2.25 Touch Screen รุ่น QT1455-QTBDE ของ MITSUBISHI	22
2.26 Key Switch รุ่น AR22JR-2B11A ของ FUJI ELECTRIC	23
2.27 Selector Switch รุ่น AR22PR-211B ของ FUJI ELECTRIC	23
2.28 Illuminated Push button Switch รุ่น AR22EOL-10E3G ของ FUJI ELECTRIC	24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.29 Push Button Switch รุ่น AR22FOR-10B ของ FUJI ELECTRIC	24
2.30 Buzzer รุ่น DR22B5-EB ของ FUJI ELECTRIC	25
2.31 Tower Light รุ่น LME302FB-RYC ของ PATLITE	25
2.32 Ladder Diagram Language	28
2.33 Sequential Flow Chart Language	29
2.34 Function Block Diagram Language	29
2.35 Instruction List Language	30
2.36 Structure Text Language	30
2.37 คำสั่ง Load (LD) , Load Not (LD NOT)	31
2.38 คำสั่ง AND , AND NOT	31
2.39 คำสั่ง OR , OR NOT	31
2.40 คำสั่ง OUT	32
2.41 คำสั่ง OUT NOT	32
2.42 โปรแกรม AutoCAD 2017	32
2.43 โปรแกรม GX Works2	33
2.44 โปรแกรม GT Designer3	33
3.1 หน้าปก และสารบัญ	35
3.2 มาตรฐานการเลือกใช้สายไฟ และการกำหนดชื่อสายไฟ	35
3.3 Power Circuit Diagram	36
3.4 PLC Specification	36
3.5 Control Circuit	37
3.6 Input Module Diagram	37
3.7 Output Module Diagram	38
3.8 Board Layout และ Control Box	38
3.9 Operation Box	39
3.10 Start Box	39
3.11 BOM (Bill of material for project)	40
3.12 แบบสั่งทำตู้ไฟฟ้า	41
3.13 แบบสั่งทำตู้ปฏิบัติการ	41

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.14 แบบสั่งงานพับกล่องสตาร์ท	42
3.15 แบบ Board Layout	42
3.16 แบบตู้ปฏิบัติการ	43
3.17 แบบกล่องสตาร์ท	43
3.18 ตู้ไฟฟ้าหลังยึดอุปกรณ์	44
3.19 ตู้ปฏิบัติการหลังยึดอุปกรณ์	44
3.20 กล่องสตาร์ทหลังประกอบเสร็จ	45
3.21 แบบ 3 มิติ ของเครื่องจักร	45
3.22 ขณะกำลังจัดวางตัวตรวจวัด	46
3.23 เครื่องจักรที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์	46
3.24 โปรแกรมภาค AUTO	47
3.25 โปรแกรมภาค DEVICE	48
3.26 โปรแกรมภาค FAULT	49
3.27 โปรแกรมภาค LS_ASSY	49
3.28 โปรแกรมภาค MAIN	50
3.29 โปรแกรมภาค MANUAL	50
3.30 โปรแกรมภาค OUTPUT	51
3.31 ตัวอย่างหน้าการตั้งค่า Inverter	51
3.32 การเชื่อมต่อ PLC กับ Computer	52
3.33 การทดสอบการทำงานเครื่องจักร	52
3.34 ความคิดเห็นเพิ่มเติมในการแก้ไขของลูกค้า	53
3.35 เพิ่มอุปกรณ์ที่ลูกค้าต้องการเพิ่มลงในแบบไฟฟ้า	53
4.1 ตู้ไฟฟ้าหลังประกอบเข้ากับเครื่องจักร	54
4.2 ตู้ปฏิบัติการหลังประกอบเข้ากับเครื่องจักร	55
4.3 กล่องสตาร์ทหลังประกอบเข้ากับเครื่องจักร	55
4.4 รูป 3 มิติ แสดงรูเจาะขนาด Dia10 บนเสื้อสูบ	56
4.5 รูป 3 มิติ แสดงรูเจาะขนาด Dia30 บนเสื้อสูบ	56
4.6 รูปแสดงรูเจาะขนาด Dia10 บนเสื้อสูบ	57
4.7 รูปแสดงรูเจาะขนาด Dia30 บนเสื้อสูบ	57

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เครื่องยนต์เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้รถยนต์ หรือรถจักรยานยนต์ มีความแตกต่างไปจากรถที่ใช้แรงฉุดลาก หรือขับเคลื่อนจากแรงภายนอก เครื่องยนต์จะเป็นตัวสร้างพลังงานที่ใช้ขับเคลื่อนรถให้เคลื่อนที่ไปด้วยตัวเอง โดยเครื่องยนต์ประกอบด้วยชิ้นส่วนที่สำคัญมากมาย หนึ่งในนั้นได้แก่ เสื้อสูบ

เสื้อสูบ (Cylinder Block) เป็นชิ้นส่วนที่ใหญ่ และมีน้ำหนักมากที่สุด เปรียบเสมือนตัวถังของเครื่องยนต์โครงสร้างทำจากโลหะ หรือโลหะผสม ปกติจะมีขอบสันบนผนังส่วนนอกของมันเพื่อเพิ่มความแข็งแรง และช่วยระบายความร้อน เป็นที่อยู่ของเพลาข้อเหวี่ยง (Crank shaft) ลูกสูบ (Piston) ก้านสูบ (Connecting rod) เสื้อสูบประกอบด้วยกระบอกสูบหลายๆชุด ซึ่งมีลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและลงอยู่ภายในรอบๆกระบอกสูบถูกหล่อเย็นด้วยน้ำหล่อเย็นและจะมีช่องผ่านของน้ำมันหล่อลื่นอยู่ด้วย

จากที่กล่าวมานั้น เสื้อสูบจึงเป็นชิ้นส่วนสำคัญของเครื่องยนต์ บริษัท ไทรอัมพ์ มอเตอร์ไซเคิลส์ จำกัด ได้ผลิตเสื้อสูบขึ้นเพื่อใช้ในการประกอบเครื่องยนต์ แต่เนื่องจากชิ้นส่วนที่ผลิตมานั้น จำเป็นต้องมีรูสำหรับเป็นทางผ่านของน้ำมันหล่อลื่น ดังนั้นบริษัท ไทรอัมพ์ มอเตอร์ไซเคิลส์ จำกัด จึงให้ทางบริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด จัดทำเครื่องเจาะรูเสื้อสูบรถจักรยานยนต์ ซึ่งเครื่องจักรนี้จะต้องสามารถเจาะรูได้ตรง มีความแม่นยำสูง เพื่อการผลิตเครื่องยนต์ที่ได้มาตรฐาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

1. เพื่อศึกษาหลักการออกแบบไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม AutoCAD
2. เรียนรู้การจัดทำตู้ควบคุม และตู้ปฏิบัติการ จากแบบทางไฟฟ้าที่ได้จากการออกแบบไฟฟ้า
3. เพื่อศึกษาการทำงานของเครื่องเจาะเสื้อสูบ
4. เพื่อให้เครื่อง NN5 Upper Casting Drilling Cap4260 Machine สามารถทำงาน และสามารถผลิตชิ้นงานตามที่ลูกค้าต้องการได้

1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน

1. ออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักร
2. จัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการจัดทำตู้ไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ และกล่องสตาร์ท
3. รับข้อความเห็นเพิ่มเติมจากลูกค้าเพื่อทำการแก้ไขและปรับปรุงตามความต้องการ
4. จัดการแก้ไขแบบไฟฟ้าเพื่อติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติมตามที่ลูกค้าต้องการ

1.4 วิธีดำเนินการทำโครงงาน

โครงงานนี้จัดทำเกี่ยวกับการสร้างเครื่อง NN5 Upper Casting Drilling Cap4260 Machine ซึ่งเป็นเครื่องจักรสำหรับเจาะรูเสื้อสูบรถจักรยานยนต์ โดยการทำโครงงานนี้จะเริ่มตั้งแต่ส่วนการออกแบบไฟฟ้า จนถึงการติดตั้งเครื่องจักรที่หน้างาน

การออกแบบไฟฟ้า จะทำโดยใช้โปรแกรม AutoCAD เมื่อออกแบบไฟฟ้าเสร็จจะส่งแบบให้กับทางลูกค้า เพื่อการอนุมัติในการสั่งซื้อของ หลังจากได้รับอุปกรณ์แล้วจึงเริ่มการประกอบตู้ไฟฟ้า โดยการ Wiring ตามแบบไฟฟ้า เมื่อประกอบตู้ไฟฟ้าเสร็จจะนำไปประกอบเข้ากับเครื่องจักร และทำการอัพโหลดโปรแกรมใส่ PLC หลังจากอัพโหลดโปรแกรมเสร็จก็ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องจักรก่อนถ้าไม่มีปัญหาจึงจะให้ทางลูกค้าเข้ามาทดสอบการทำงาน ซึ่งหลังจากลูกค้าเข้ามาทดสอบการทำงานเครื่องจักร จะได้รับข้อความคิดเห็นในการแก้ไขเพิ่มเติม เมื่อแก้ไขตามข้อความคิดเห็นลูกค้าเรียบร้อยแล้ว จะทำการส่งเครื่อง โดยทีมช่างจะนำเครื่องจักรไปติดตั้งที่หน้างาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถออกแบบระบบไฟฟ้าที่ทำให้เครื่องจักรสามารถใช้งานได้
2. บริษัท ไทรอัมพ์ มอเตอร์ไซเคิลส์ จำกัด สามารถนำเสื้อสูบที่เจาะรูแล้วไปใช้ในการประกอบเครื่องยนต์ได้จริง
3. สามารถนำความรู้ที่ได้จากการออกแบบระบบไฟฟ้าไปใช้งานในอนาคตได้

บทที่2
แนวคิด และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบระบบไฟฟ้า จำเป็นต้องอาศัยความรู้ด้านทฤษฎีในเรื่องต่างๆในการนำมาใช้ โดยการออกแบบจำเป็นต้องอ้างอิงมาตรฐานต่างๆ ทั้งมาตรฐานภายในและมาตรฐานสากล รวมถึงต้องมีความครบถ้วน และปลอดภัย โดยความรู้พื้นฐานที่ใช้ มีดังต่อไปนี้

2.1 การออกแบบไฟฟ้า

2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานกับเครื่องจักร

2.3 PLC และการเขียนโปรแกรม PLC

2.4 โปรแกรมที่ใช้ในการทำงาน

2.1 การออกแบบไฟฟ้า

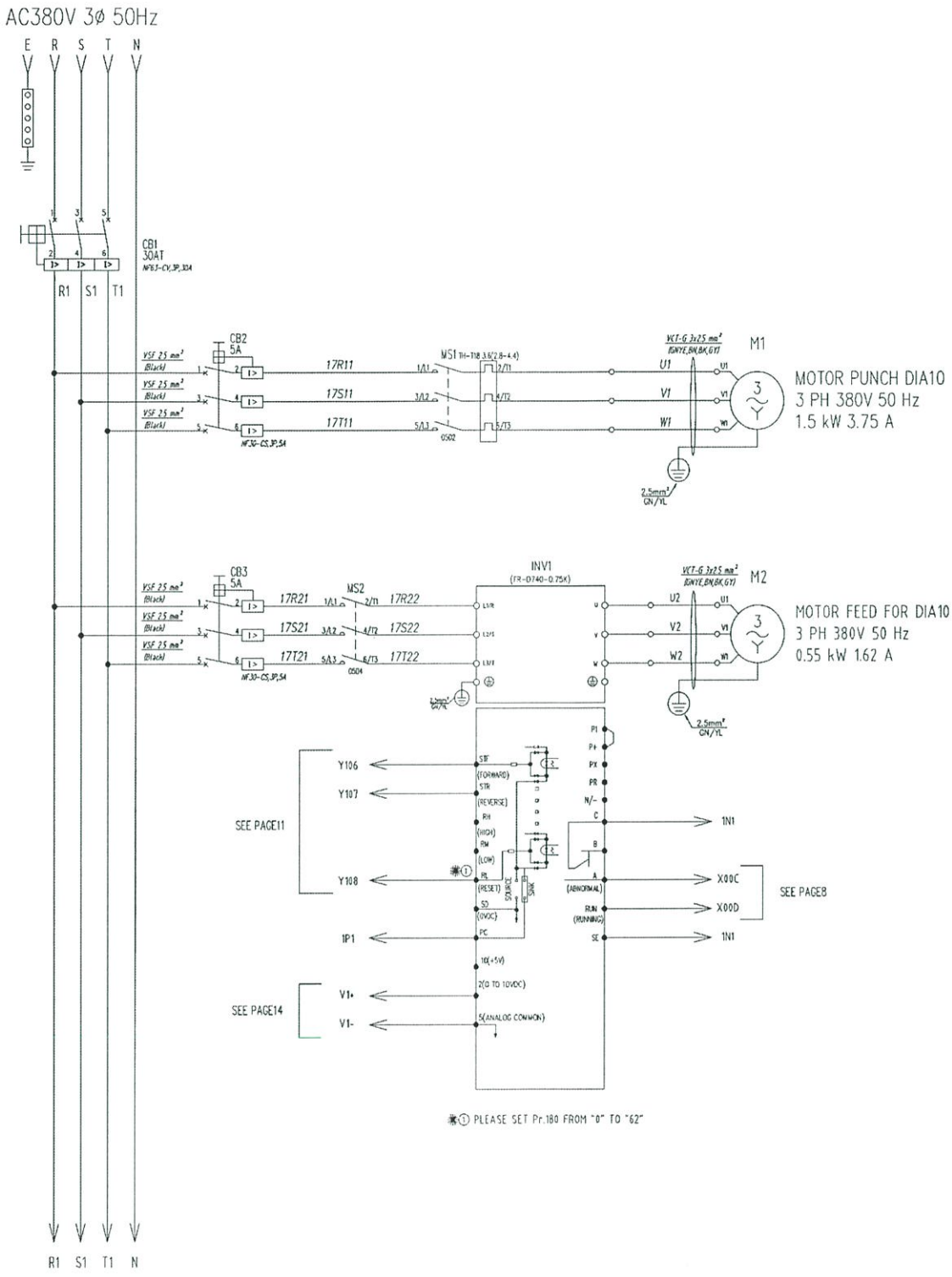
2.1.1 ศึกษาความต้องการของลูกค้า

ในการออกแบบไฟฟ้า จำเป็นต้องทำความเข้าใจความต้องการของลูกค้า ศึกษาเกี่ยวกับระบบควบคุมการทำงานของเครื่องจักร จากนั้นจึงออกแบบไฟฟ้า และ การวางอุปกรณ์ภายในตู้ไฟฟ้า

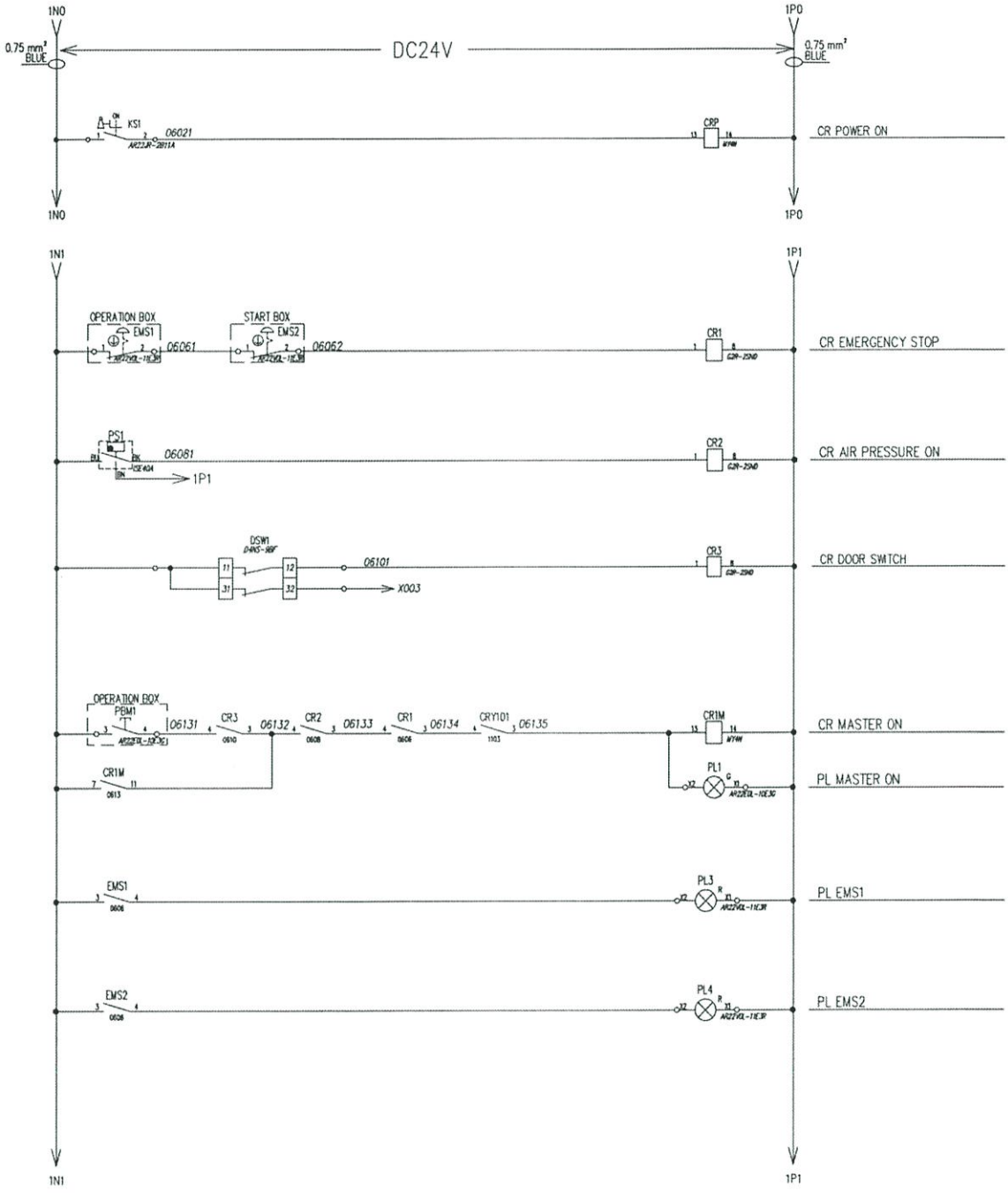
2.1.2 ส่วนประกอบของแบบไฟฟ้า

การออกแบบไฟฟ้า จะแบ่งออกเป็นหัวข้อหลักๆ ตามมาตรฐานของโรงงาน ซึ่งจะทำให้ง่ายต่อการอ่านแบบไฟฟ้าทั้ง คนเขียนแบบ ผู้ประกอบตู้ไฟฟ้า ผู้เขียนโปรแกรม และลูกค้า ได้แก่

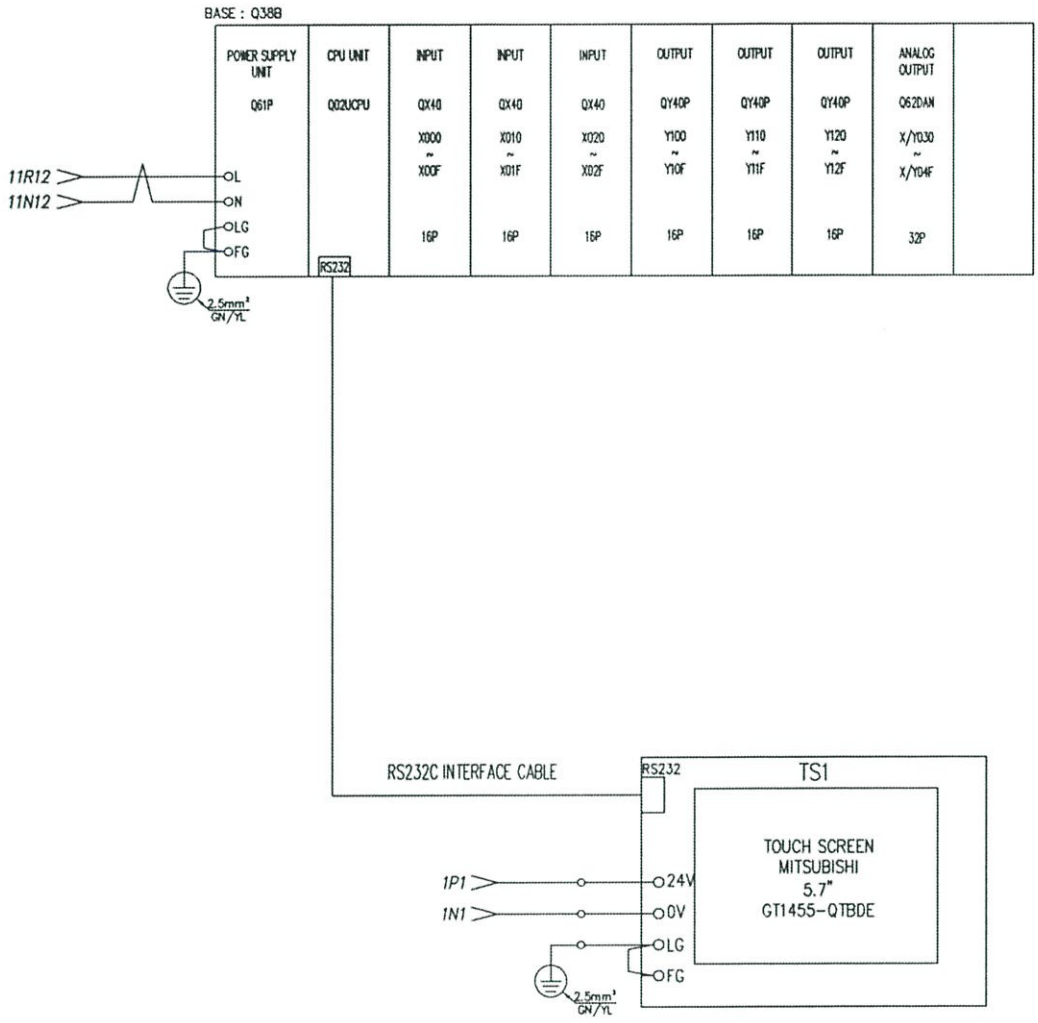
- ภาควงจรไฟฟ้ากำลัง (Power Circuit)
- ภาควงจรไฟฟ้าควบคุม (Control Circuit)
- ภาคส่วนประกอบของ PLC (PLC Specification)
- ภาคอินพุตและเอาท์พุตพอยต์ในการใช้งาน (I/O Module)
- ภาคการวางอุปกรณ์ภายในตู้ไฟฟ้า (Board Layout)
- ภาคขนาดและทรงของตู้ไฟฟ้า (Control Box)
- ภาคการจัดวางปุ่มสั่งงานและขนาดของตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)



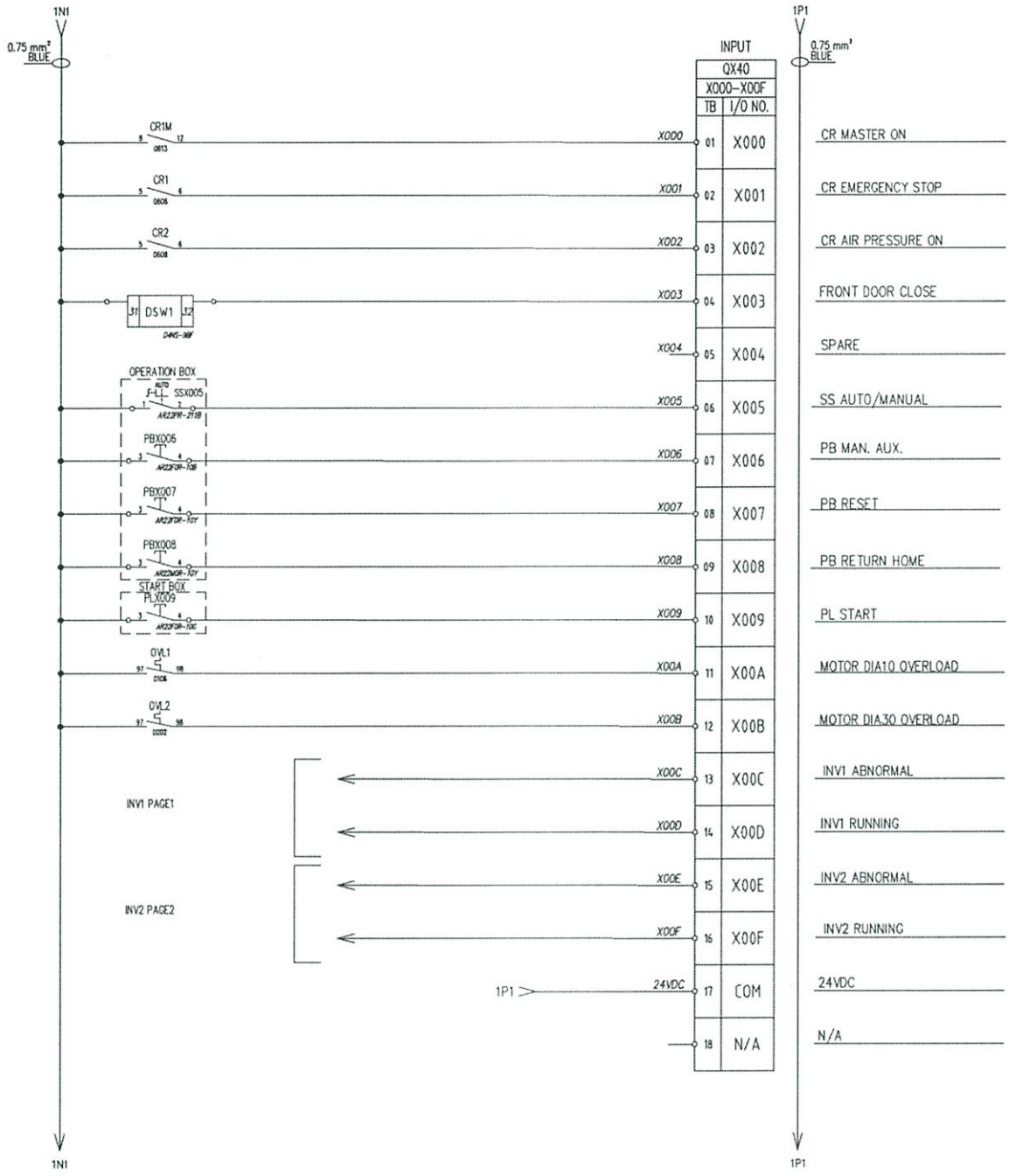
รูปที่ 2.1 ภาควงจรไฟฟ้ากำลัง (Power Circuit)



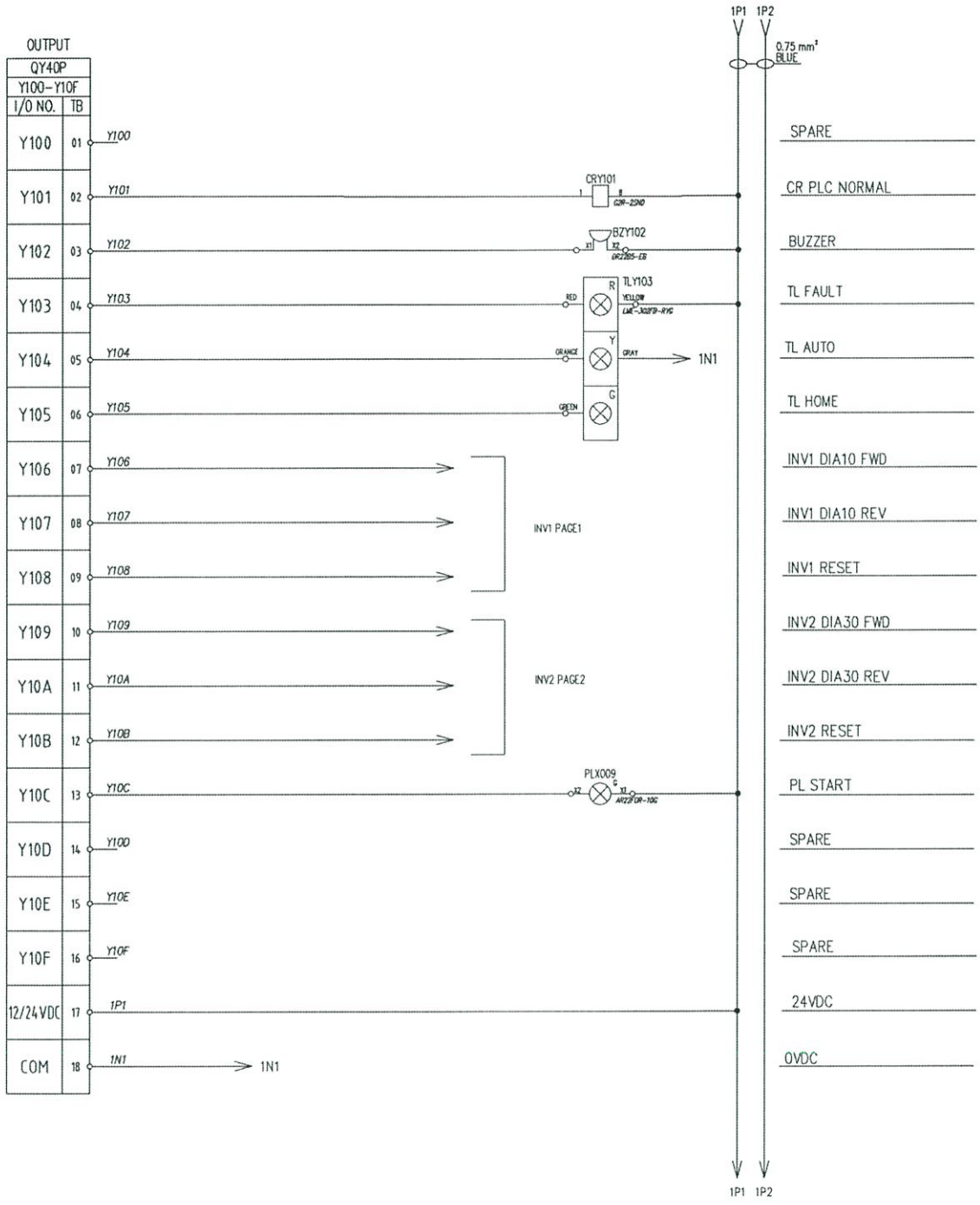
รูปที่ 2.2 ภาควงจรไฟฟ้าควบคุม (Control Circuit)



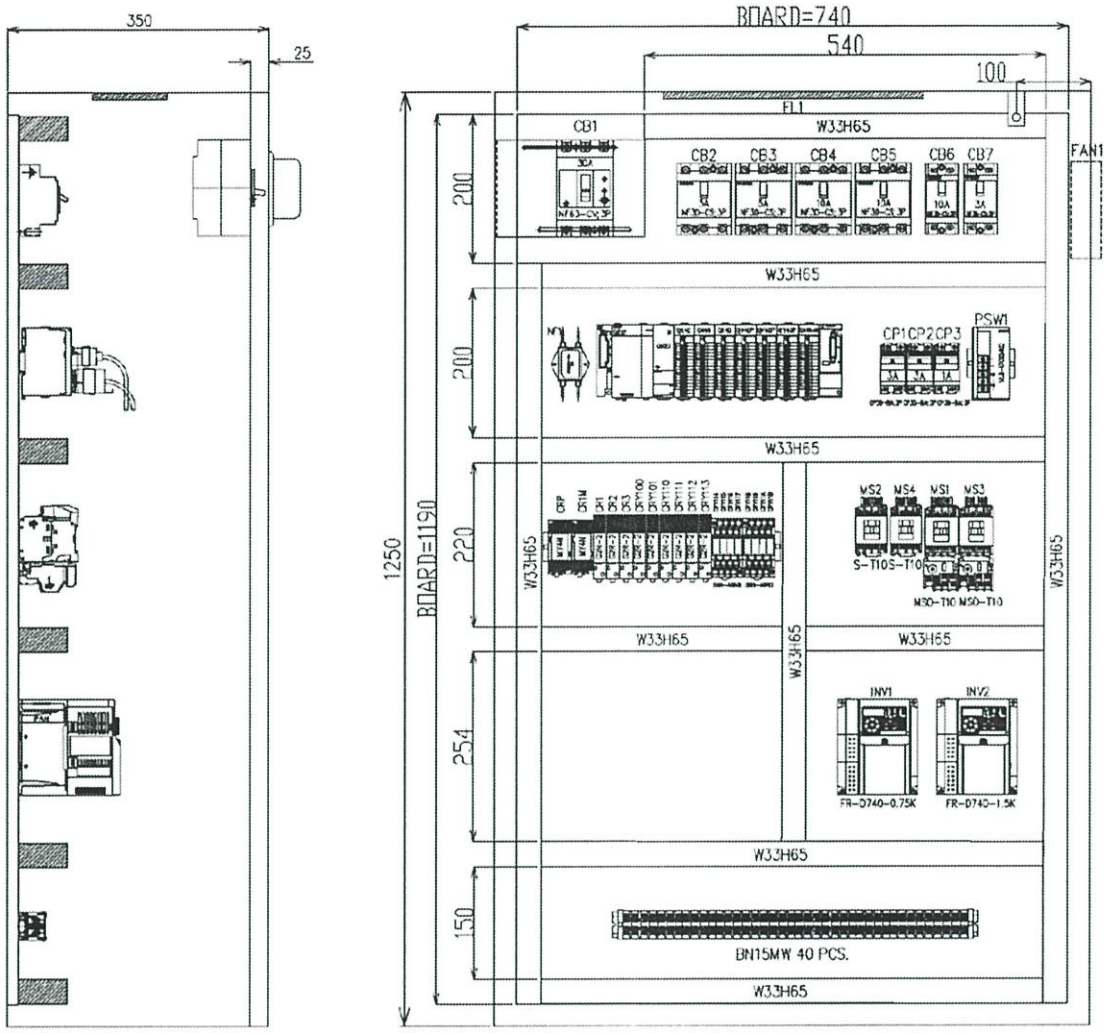
รูปที่ 2.3 ภาคส่วนประกอบของ PLC (PLC Specification)



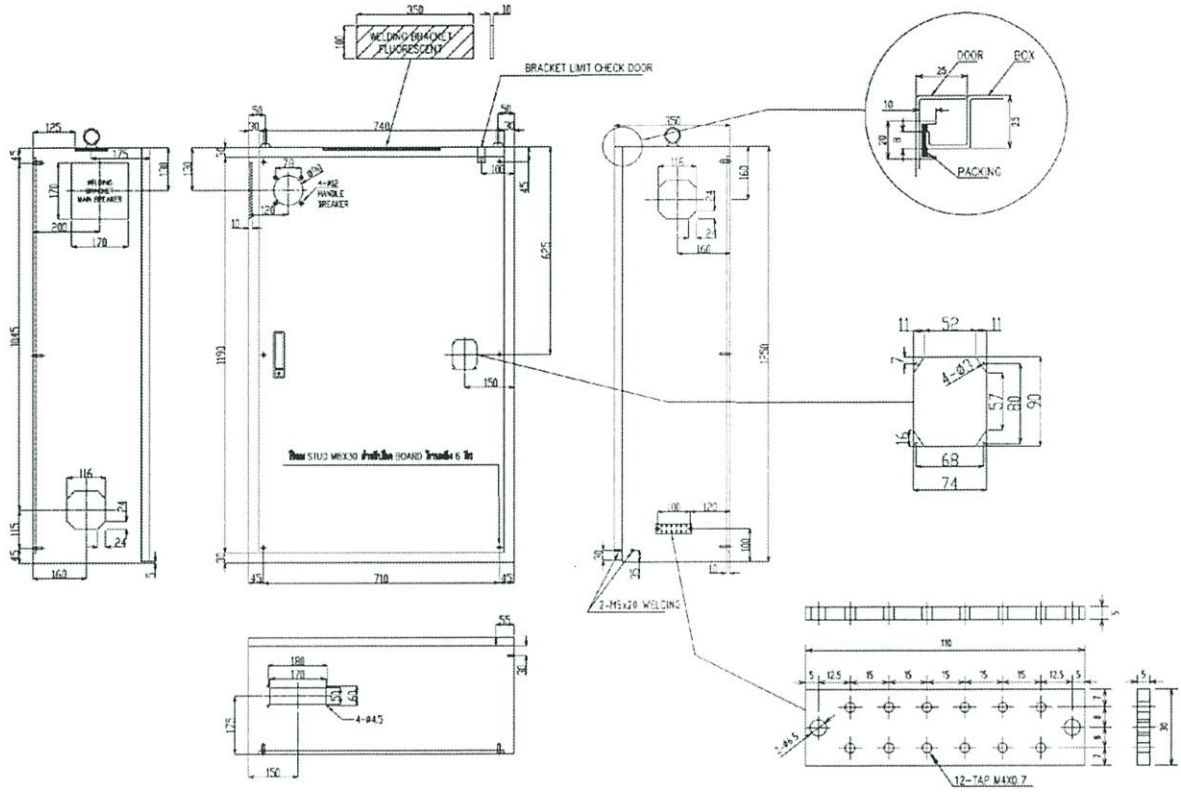
รูปที่ 2.4 อินพุตพอยต์ (Input Module)



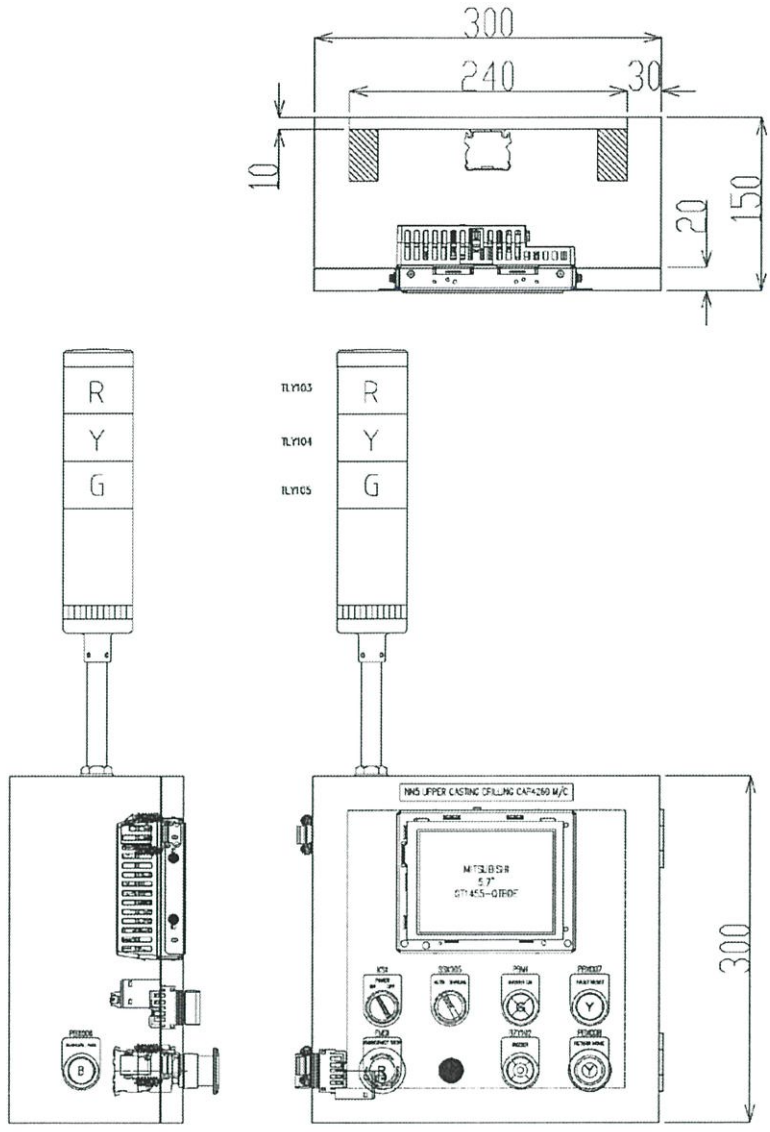
รูปที่ 2.5 เอาท์พุตพอยต์ (Output Module)



รูปที่ 2.6 ภาคการวางอุปกรณ์ภายในตู้ไฟฟ้า (Board Layout)



รูปที่ 2.7 ภาคขนาดและทรงของตู้ไฟฟ้า (Control Box)



รูปที่ 2.8 ภาคการจัดวางปุ่มสั่งงานและขนาดของตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)

2.1.3 มาตรฐานสัญลักษณ์ของอุปกรณ์

ในการออกแบบไฟฟ้า อุปกรณ์ต่างๆจะถูกแทนด้วยสัญลักษณ์ที่กำหนดเป็นมาตรฐานเดียวกัน สัญลักษณ์จะถูกนำไปใช้ เพื่ออธิบายถึงความหมายต่างๆของอุปกรณ์ โดยผู้เขียนแบบต้องมีความรู้สามารถที่จะแปลความหมายของสัญลักษณ์ต่างๆได้เป็นอย่างดี สัญลักษณ์ในงานเขียนแบบเปรียบเสมือนภาษาที่ 3 ที่ผู้เขียนแบบ ผู้อ่านแบบ ต้องมีความเข้าใจตรงกัน ซึ่งจะทำให้เกิดความถูกต้องในการสื่อสาร ทำให้ระบบต่างๆที่จะดำเนินการถูกต้อง

NO.	Symbol name		Letter symbol	Symbol of IEC
1	Electromagnetic coil		CR	name
2	Contact point	Contact point A		name / name2
		Contact point B		name
3	Timer coil	ON Delay	TR	name
		OFF Delay		name
4	Timer contact point	Contact point A		name
		Contact point B		name
5	Thermal relay		OL	name
6	Thermal overload	Contact point A	OL	name
		Contact point B		name
7	Solid state relay 1P		SSR	name
	Solid state relay 3P			name
8	Electromagnetic switch		MC	name
9	Main contact of electromagnetic contactor		MS	name

NO.	Symbol name		Letter symbol	Symbol of IEC
1	Safety plug		SP	name
2	Safety plug receptacal		SP	name
3	Pressure switch	Contact point A	PS	name
		Contact point B		name
4	Limit switch	Contact point A	LS	name
		Contact point B		name
		Over change Contact		name
5	Proximity switch (2 wire type)	Contact point A	PX	name
		Contact point B		name
6	Proximity switch (3 wire type)	Contact point A	PX	name
		Contact point B		name
7	Photoelectri sensor switch	Transmission type	PH	name
		Reflection type		name
8	Auto switch (2 wire type)	Contact point A	AS	name
		Contact point B		name
9	Safety plug		LS	name
10	Thermocouble		TC	
11	Flow switch	Contact point A	FLS	name
		Contact point B		name

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ในการเขียนแบบไฟฟ้า

2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้งานกับเครื่องจักร

ภายในตู้ไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อใช้ในการควบคุมแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ที่จะต่อเข้ากับอุปกรณ์ เซ็นเซอร์ต่างๆในเครื่องจักร การเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่เหมาะสมในการออกแบบวงจรไฟฟ้าเป็นสิ่งที่สำคัญ โดยการออกแบบไฟฟ้าต้องศึกษาการใช้งานของอุปกรณ์แต่ละชนิด ซึ่งในโครงงานนี้จะยกตัวอย่างอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ โดยสามารถแบ่งตามการใช้งาน คือ

2.2.1 อุปกรณ์ควบคุม (Control device)

2.2.2 อุปกรณ์ระบบป้องกัน (Protective system)

2.2.3 อุปกรณ์ระบบตรวจจับ (Detection system)

2.2.4 อุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟ และกรองไฟฟ้า (Power source supply & Electric power)

2.2.5 อุปกรณ์ปฏิบัติการ และแสดงผล (Operation & Display Unit)

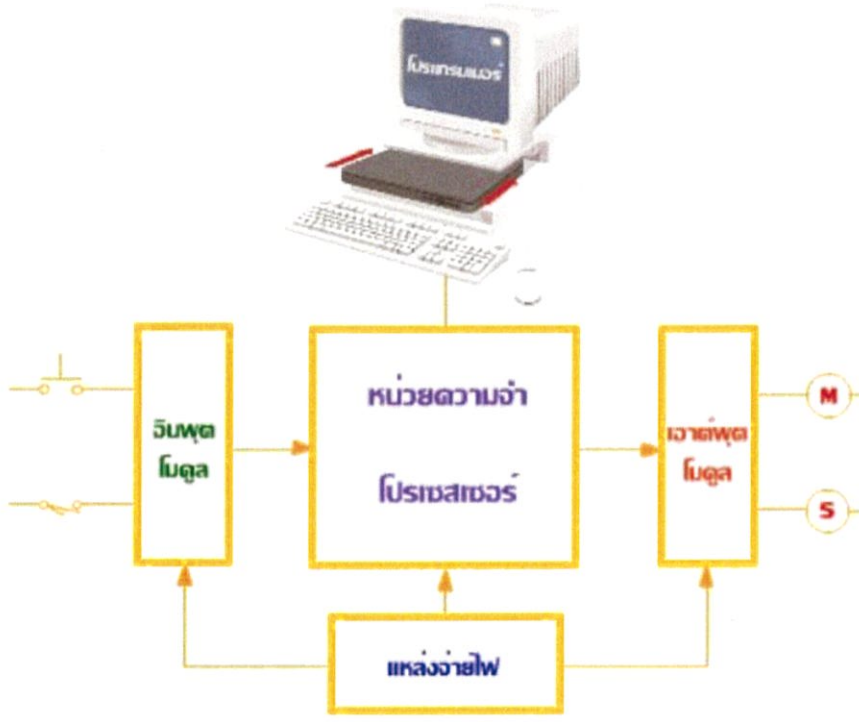
2.2.1 อุปกรณ์ควบคุม (Control device)

2.2.1.1 Programmable Logic Controller (PLC)

เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร หรือกระบวนการทำงานต่างๆอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม มีการทำงานคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ แต่สามารถโปรแกรมใช้งานได้ง่าย และถูกออกแบบให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์

PLC แบ่งออกได้ 3 ส่วนด้วยกัน คือ

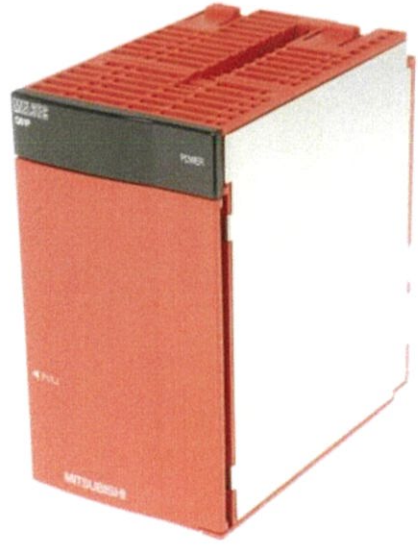
1. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit : PSU)
2. หน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)
3. อินพุต/เอาท์พุต (Input Output : I/O)



รูปที่ 2.10 ส่วนประกอบของ PLC

2.2.1.1.1 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit : PSU)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุต / เอาท์พุต

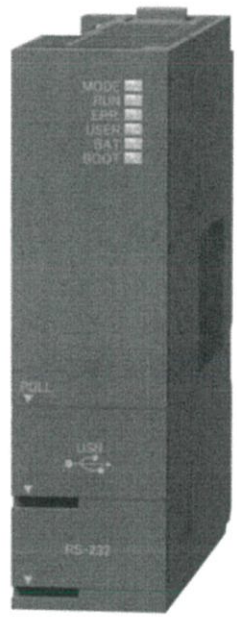


รูปที่ 2.11 Power Supply Unit รุ่น Q61P ของ MITSUBISHI

2.2.1.1.2 หน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้

CPU จะยอมรับ ข้อมูลอินพุต (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอ โมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย



รูปที่ 2.12 CPU รุ่น Q02UCPU ของ MITSUBISHI

2.2.1.1.3 อินพุต/เอาท์พุต (Input Output : I/O)

ส่วนของอินพุตและเอาท์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาท์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้อง ไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1. ทำให้สัญญาณเข้า ได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC

2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร

3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering)

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุท ได้แก่ พรอกซิมิตี้สวิตช์ (Proximity Switch) ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ไทเมอร์ (Timer) โฟโตอิเล็กทริกสวิตช์ (Photoelectric Switch) เอนโค้ดเดอร์(Encoder) เคาน์เตอร์ (Counter) เป็นต้น

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณเอาท์พุต ได้แก่ รีเลย์ (Relay) มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric Motor) โซลินอยด์ (Solenoid) ขดลวดความร้อน (Heat Coil) หลอดไฟ (Lamp) เป็นต้น

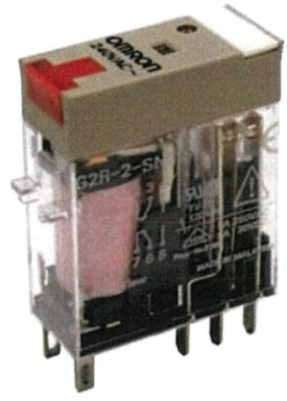
รูปที่ 2.13 I/O Unit รุ่น QX40 และ QY40P ของ MITSUBISHI

2.2.1.2 Control Relay

เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก โดยใช้แรงเคลื่อนไฟฟ้าแรงดันต่ำไปเปิดหรือปิดวงจรไฟฟ้ากำลังสูงกว่า ใช้อย่างกว้างขวางในวงจรควบคุมอัตโนมัติ เพื่อใช้ในการเปิดปิดวงจรต่างๆ คล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่างๆ โดย คอนโทรลรีเลย์ ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ

1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้า จากนั้นสนามแม่เหล็กที่สร้างขึ้นจะไปเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสเกิดการเปลี่ยนแปลง

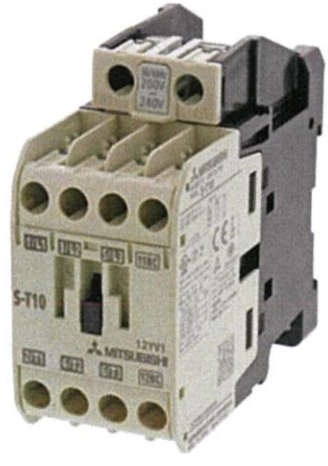
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์



รูปที่ 2.14 Control Relay รุ่น G2R-2SND ของ OMRON

2.2.1.3 Magnetic Contactor

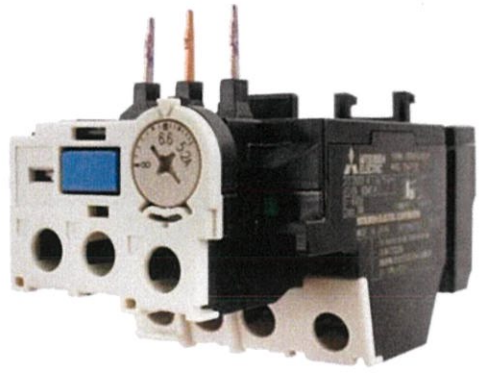
มีอีกชื่อว่า Auxilary Relay มีหน้าที่เปิดปิดวงจรไฟฟ้าโดยการใช้อำนาจแม่เหล็กเหนี่ยวนำคอยล์ก่อให้เกิดหน้าสัมผัสแตะกัน ทำให้เกิดไฟฟ้าไหลผ่านไปได้



รูปที่ 2.15 Magnetic Contactor รุ่น S-T10 ของ MITSUBISHI

2.2.1.4 Thermal Overload

เป็นอุปกรณ์ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้า ไม่ให้เกิดการเสียหายเมื่อมีกระแสไหลเกินพิกัด โดยการทำงานคือขดลวดความร้อนซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟไปมอเตอร์ เมื่อกระแสไหลเข้าสูงในระดับค่าหนึ่ง ส่งผลให้ขดลวดความร้อนทำให้แผ่นไบเมทัลร้อน และโก่งตัว ดันให้หน้าสัมผัสปกติปิดของโอเวอร์โหลดที่ต่ออนุกรมอยู่กับแผงควบคุมเปิดวงจร ตัดกระแสไฟฟ้าจากคอยล์แม่เหล็กของคอนแทกเตอร์ ทำให้หน้าสัมผัสหลักของคอนแทกเตอร์ ปลดมอเตอร์ออกจากแหล่งจ่าย



รูปที่ 2.16 Thermal Overload รุ่น TH-T18 ของ MITSUBISHI

2.2.1.5 Inverter

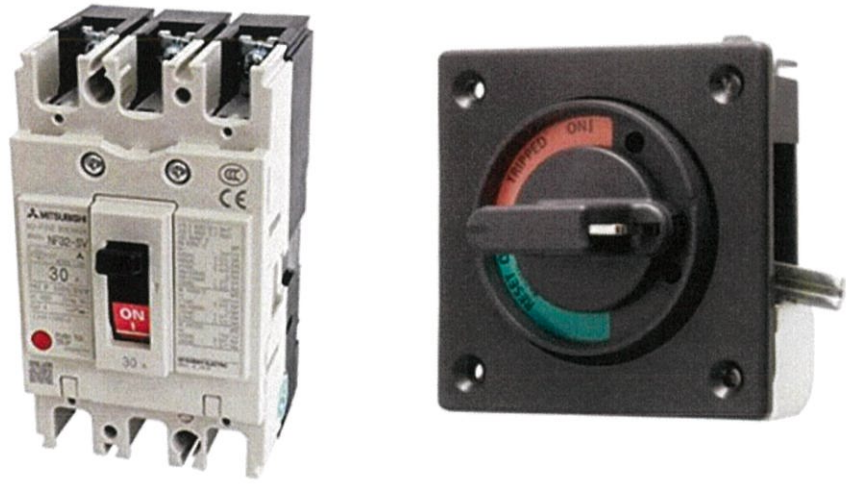
ใช้สำหรับควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ โดยจะแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดัน และความถี่ได้

รูปที่ 2.17 Inverter รุ่น FR-D740 ของ MITSUBISHI

2.2.2 อุปกรณ์ระบบป้องกัน (Protective system)

2.2.2.1 Circuit Breaker

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปิดและปิดวงจรไฟฟ้าแบบไม่อัตโนมัติ แต่สามารถเปิดวงจรได้อย่างอัตโนมัติ ถ้ามีกระแสไหลผ่านเกินกว่าค่าที่กำหนด โดยไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น



รูปที่ 2.18 Circuit Breaker รุ่น NF63-CV,3P,30A และ Handle Breaker รุ่น F-05SV ของ MITSUBISHI

2.2.2.2 Circuit Protector

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับเปิดและปิดวงจรไฟฟ้าเหมือนกันกับ Circuit Breaker ต่างกันตรงที่ Circuit Protector นั้นมีความละเอียดและรวดเร็วในการตัดไฟฟ้าในวงจรมากกว่า

รูปที่ 2.19 Circuit Protector รุ่น CP30-BA,2P,3A ของ MITSUBISHI

2.2.3 อุปกรณ์ระบบตรวจจับ (Detection system)

2.2.3.1 Photo Sensor

เซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุ สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด มีระยะตรวจจับวัตถุไกล เวลาตอบสนองรวดเร็ว ใช้กับงานที่ต้องการความเร็วในการตรวจจับสูง และตรวจจับวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัส ตอบสนองการทำงานตามการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่ได้รับ

รูปที่ 2.20 Photo Sensor รุ่น PZ-M51 ของ KEYENCE

2.2.3.2 Safety Door Switch

อุปกรณ์ความปลอดภัยที่ใช้ติดที่ประตู หรือหน้าต่างของเครื่องจักร โดยจะตัดการทำงานของเครื่องจักร เมื่อประตูหรือหน้าต่างถูกเปิดออก ใช้ในการออกแบบระบบความปลอดภัยเครื่องจักร

รูปที่ 2.21 Safety Door Switch รุ่น D4NS-9BF ของ OMRON

2.2.3.3 Limit Switch

เป็นสวิทช์ประเภทหนึ่งที่มีหลักการทำงานคล้าย Push Button ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของวัตถุ หรืออุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนที่ โดยจะมีขา NO, NC ให้เลือกใช้ มักใช้งานในระบบควบคุมอัตโนมัติ การทำงานจะอาศัยแรงกดจากภายนอกมากระทำ

รูปที่ 2.22 Limit Switch รุ่น D4C-4202 ของ OMRON

2.2.4 อุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟ และกรองไฟฟ้า (Power source supply & Electric power)

2.2.4.1 Switching Power Supply

เป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟ จากไฟสลับโวลต์สูง ให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเลคทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น (Linear Power Supply) ถึงแม้เพาเวอร์ซัพพลายทั้งสองแบบจะต้องมีการใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันสูงให้เป็นแรงดันต่ำเช่นเดียวกัน แต่สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายจะต้องการใช้หม้อแปลงที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักน้อยเมื่อเทียบกับแหล่งจ่ายไฟเชิงเส้น อีกทั้งสวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลายยังมีประสิทธิภาพสูงกว่าอีกด้วย

รูปที่ 2.23 Switching Power Supply รุ่น S8JX-G10024CD ของ OMRON

2.2.4.2 Noise Filter

ตัวกรองกระแสไฟฟ้า AC ป้องกันสัญญาณรบกวนระบบไฟฟ้า ลดปัญหาสัญญาณรบกวนจากแม่เหล็กไฟฟ้า และคลื่นรบกวน EMI และ RFI

รูปที่ 2.24 Noise Filter รุ่น ZGB2203-01U ของ TDK-LAMBDA

2.2.5 อุปกรณ์ปฏิบัติการ และแสดงผล (Operation & Display Unit)

2.2.5.1 Touch Screen

จอแสดงผล เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร ในการควบคุมเครื่องจักร เรียกอีกชื่อว่า HMI (Human Machine Interface)

รูปที่ 2.25 Touch Screen รุ่น QT1455-QTBDE ของ MITSUBISHI

2.2.5.2 Key Switch

การควบคุมตัดต่อสวิตช์ เมื่อหมุนกุญแจจะเปลี่ยนหน้าสัมผัส จากเปิด NO เป็นปิด NC และเมื่อหมุนกุญแจกลับตำแหน่งเดิม หน้าสัมผัสจะกลับไปเป็นเปิด NO

รูปที่ 2.26 Key Switch รุ่น AR22JR-2B11A ของ FUJI ELECTRIC

2.2.5.3 Selector Switch

การทำงานเหมือนกับ Key switch ต่างตรงที่ Selector Switch สามารถหมุนที่จับที่อยู่ส่วนกลางสวิตช์ได้ โดยไม่ต้องใช้กุญแจในการหมุน

รูปที่ 2.27 Selector Switch รุ่น AR22PR-211B ของ FUJI ELECTRIC

2.2.5.4 Illuminated Push button Switch

สวิตช์แบบกด เป็นสวิตช์ที่เวลาใช้งานต้องกดปุ่มสวิตช์ลงไป การควบคุมตัดต่อสวิตช์ ต้องกดปุ่มที่อยู่ส่วนกลางสวิตช์ กดปุ่มสวิตช์หนึ่งครั้งสวิตช์ต่อ NC และเมื่อกดปุ่มสวิตช์อีกหนึ่งครั้งสวิตช์ตัด NO และสวิตช์ชนิดนี้จะมีหลอดไฟแสดงสถานะ

รูปที่ 2.28 Illuminated Push button Switch รุ่น AR22EOL-10E3G ของ FUJI ELECTRIC

2.2.5.5 Push Button Switch

การทำงานเหมือนกับ Illuminated Push button Switch ต่างตรงที่ Push button Switch จะไม่มีไฟแสดงสถานะ

รูปที่ 2.29 Push Button Switch รุ่น AR22FOR-10B ของ FUJI ELECTRI

2.2.5.6 Buzzer

อุปกรณ์ไฟฟ้าซึ่งทำหน้าที่ส่งเสียงสัญญาณเตือน เพื่อแจ้งถึงความผิดพลาดของการทำงานของเครื่องจักร

รูปที่ 2.30 Buzzer รุ่น DR22B5-EB ของ FUJI ELECTRIC

2.2.5.7 Tower Light

อุปกรณ์แสดงสถานะการทำงานของเครื่องจักร โดยจะมีสี 3 สี เพื่อแสดงสถานะที่แตกต่างกัน สามารถโปรแกรมให้ไฟแสดงผลติดแบบต่อเนื่อง และกระพริบ

รูปที่ 2.31 Tower Light รุ่น LME302FB-RYC ของ PATLITE

2.3 PLC และการเขียนโปรแกรม PLC

2.3.1 ความหมายของ Programmable Logic Controller

ตัวควบคุมแบบสามารถป้อนโปรแกรมได้ (Programmable logic Controller : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาท์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือ สวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาท์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย สามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Standalone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.3.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกได้

PLC แบ่งส่วนประกอบออกได้ 4 ส่วนหลักๆด้วยกัน คือ

1. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit : PSU)
2. หน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)
3. เป็นอินพุต/เอาท์พุต (Input & Output Unit : I/O Unit)
4. เครื่องป้อนโปรแกรมและหน่วยความจำ (Programming Device , Read Only Memory : ROM & Random Access Memory : RAM)

2.3.3 ความสามารถของ PLC

PLC สามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะคือ

2.3.3.1 งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) ตัวอย่างเช่น

1. การทำงานของระบบรีเลย์
2. การทำงานของไทเมอร์ เคาน์เตอร์
3. การทำงานของ P.C.B. Card
4. การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรืองานที่เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ

2.3.3.2 งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control) ตัวอย่างเช่น

1. การทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร
2. การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog Control)
3. การควบคุม P.I.D. (Proportional-Intergral-Derivation)
4. การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo-motor Control)
5. การควบคุม Stepping Motor
6. Information Handling

2.3.3.3 การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control) ตัวอย่างเช่น

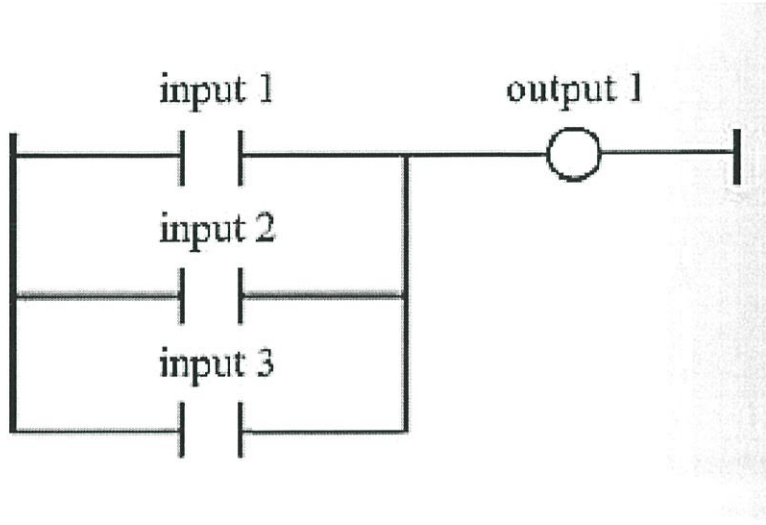
1. งานสัญญาณเตือน (Alarm) และ Process Monitoring
2. Fault Diagnostic and Monitoring
3. งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ (RS-232C / RS422)
4. Printer/ASCII Interfacing
5. งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม
6. LAN (Local Area Network)
7. WLAN (Wide Local Area Network)
8. FA. , FMS. และ CIM.

2.3.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC

การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามความต้องการนั้นตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ

2.3.4.1. Ladder Diagram Language

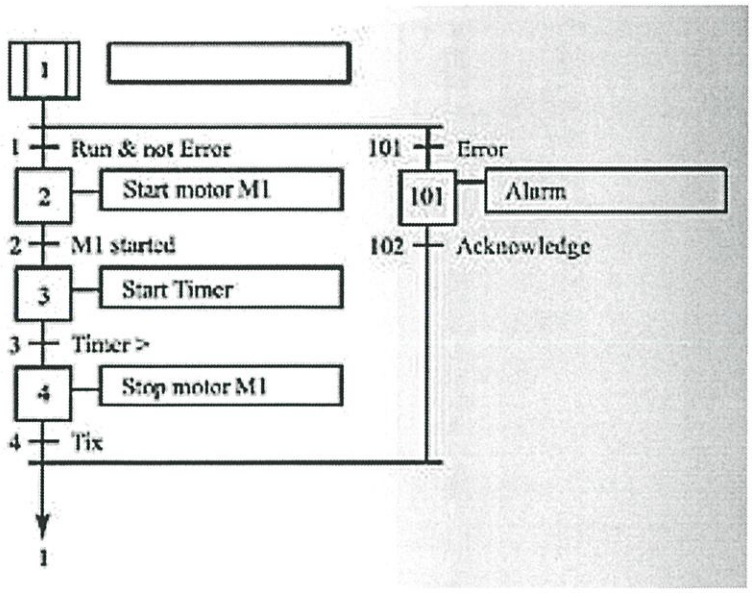
LD (Ladder diagram) จะเป็นที่เขียนอยู่ในรูปกราฟฟิค ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์และวงจรไฟฟ้า ซึ่งแลดเดอร์ไดอะแกรมจะประกอบด้วย ราง (Rail) ทั้งซ้ายขวาของไดอะแกรมเพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแสและมีขดลวดหรือคอยล์เป็นเอาท์พุต



รูปที่ 2.32 Ladder Diagram Language

2.3.4.2 Sequential Flow Chart Language

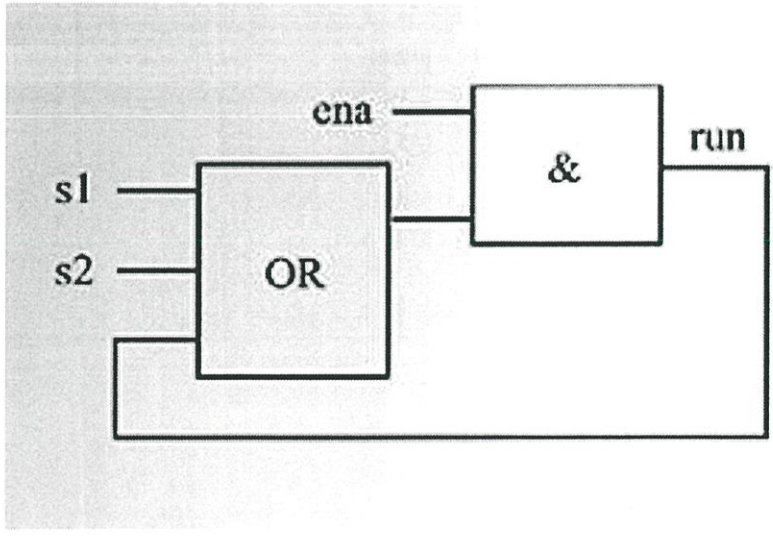
SFC (Sequential Function) เป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบลำดับหรือซีเควนซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (การปฏิบัติการย่อย) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้ปฏิบัติงานตามคำสั่งย่อย) นอกจากนี้ยังสามารถยังกำหนดลักษณะการทำงานเป็นแบบ Liner, Alternative และ Parallel Step Sequence เป็นต้น



รูปที่ 2.33 Sequential Flow Chart Language

2.3.4.3 Function Block Diagram Language

FBD (Function lock diagram) เป็นภาษาที่ฟังก์ชั่นการทำงานอยู่ในรูปแบบของกราฟฟิคเช่นเดียวกันและเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของฟังก์ชั่นบล็อกไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม



รูปที่ 2.34 Function Block Diagram Language

2.3.4.4 Instruction List Language (Statement List Language)

IL (Instruction list) เป็นภาษาที่เขียนในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษา Assembly และภาษาเครื่อง (Machine code) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand) จะเห็นว่าในภาษาปัจจุบัน LD, FBD และ IL เป็นภาษาที่บริษัทผู้ผลิต PLC/PC ในปัจจุบัน กำหนดให้ใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งในแต่ละบริษัทจะมีการพัฒนารูปแบบของฟังก์ชั่น และฟังก์ชั่นบล็อกมีความแตกต่างกัน

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

รูปที่ 2.35 Instruction List Language

2.3.4.5 Structure Text Language

ST (Structure text) เป็นภาษาในระดับสูง โดยพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งประกอบด้วยนิพจน์ และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับเงื่อนไขการเลือกการทำงาน เช่น IF.....THEN.....ELSE และ คำสั่งเกี่ยวข้องกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR, WHILE เป็นต้น

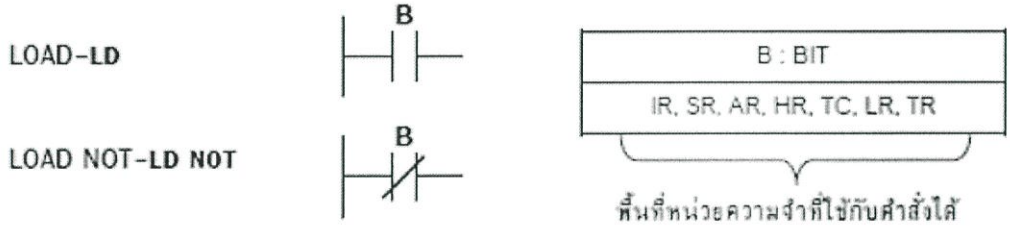
```
D := B*B -4*A*C;
IF D <0.0 THEN Nroots :=0 ;
ELSIF D= 0.0 THEN
        Nroot:=1 ;
        X1 := -B/(2.0*A) ;
ELESE Nroots :=2;
        X1 := (-B+sqrt(D))/(2.0*A) ;
        X2 := (-B-sqrt(D))/(2.0*A) ;
END_IF
```

รูปที่ 2.36 Structure Text Language

2.3.5 คำสั่งพื้นฐานในการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC

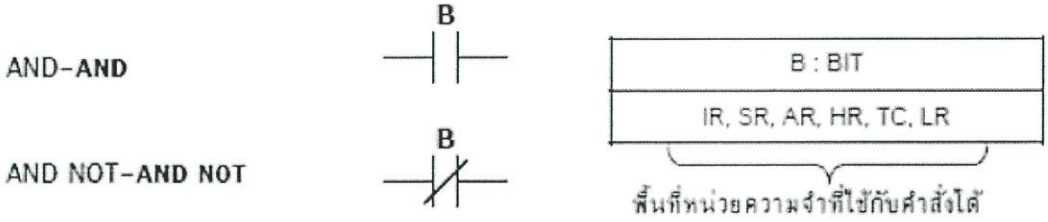
ในที่นี้จะกล่าวถึงภาษาแลดเดอร์ (Ladder Diagram) เนื่องจากเป็นภาษาที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลาย จัดเป็นสัญลักษณ์ที่สามารถดูตามโครงสร้างแล้วเข้าใจการทำงาน แต่เวลาที่ PLC ทำงานจะอาศัยชุดคำสั่ง (Instruction) ทำงานโดยวิธีการเขียนลงในหน่วยความจำ ข้อมูลในหน่วยความจำนั้น จะจัดเก็บเป็นรหัส (Code) ไม่สามารถจัดเก็บในลักษณะของ Ladder Diagram ได้โดยตรง

การใช้คำสั่ง Load (LD) , Load Not (LD NOT)



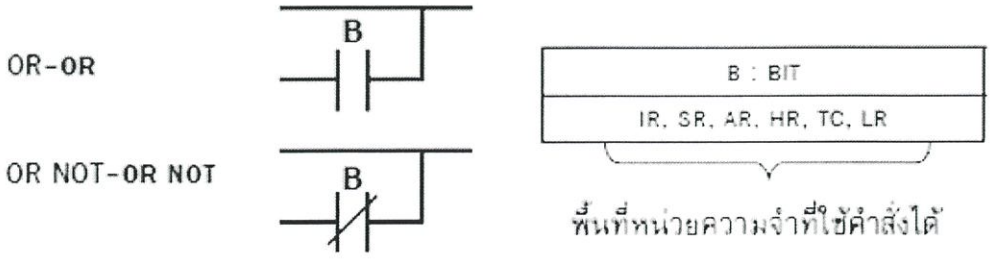
รูปที่ 2.37 คำสั่ง Load (LD) , Load Not (LD NOT)

การใช้คำสั่ง AND , AND NOT



รูปที่ 2.38 คำสั่ง AND , AND NOT

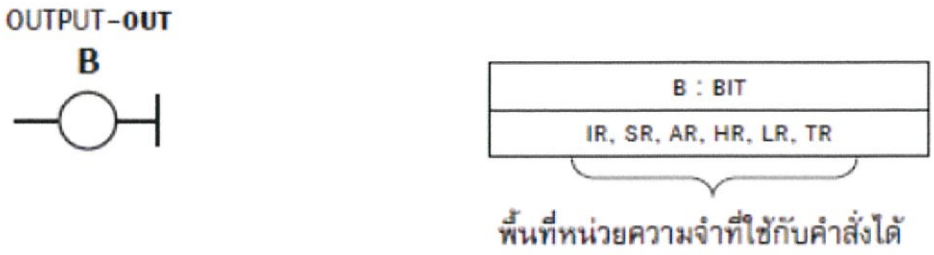
การใช้คำสั่ง OR , OR NOT



รูปที่ 2.39 คำสั่ง OR , OR NOT

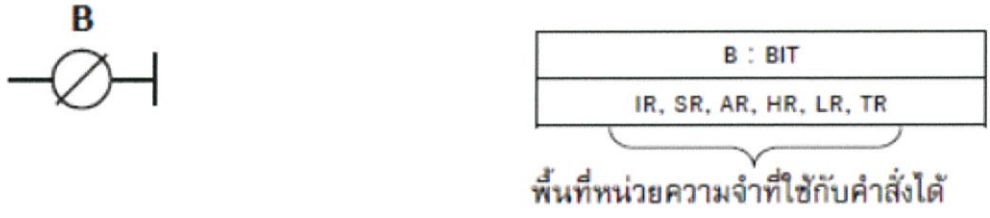
การใช้คำสั่ง OUT , OUT NOT

เป็นคำสั่งที่สั่งขับให้ OUTPUT ภายนอกทำงานหรือไม่ทำงานตามคำสั่ง



รูปที่ 2.40 คำสั่ง OUT

OUTPUT NOT-OUT NOT การทำงานของคำสั่งนี้จะตรงข้ามกับ OUT



รูปที่ 2.41 คำสั่ง OUT NOT

2.4 โปรแกรมที่ใช้ในการทำงาน

2.4.1 AutoCAD 2017

เป็นโปรแกรมที่ถูกใช้ในการเขียนแบบทางไฟฟ้า ภายในตัวโปรแกรมจะมีเครื่องมือมากมาย เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบระบบไฟฟ้า ให้ผู้อ่านแบบสามารถเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น เพราะจะเห็นได้เลยว่าอุปกรณ์แต่ละตัวมีการเชื่อมต่อกันอย่างไร ใช้แรงดันไฟฟ้าเท่าไหร่ อีกทั้งในการเขียนแบบยังมีการแบ่งแยกชนิดของการ์ดไว้อย่างเด่นชัดทำให้สามารถเปลี่ยนรายละเอียดของตัวแบบได้โดยง่าย

รูปที่ 2.42 โปรแกรม AutoCAD 2017

2.4.2 GX Works2

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่าง Computer เข้ากับ MITSUBISHI PLC เพื่อใช้ในการอัพโหลด และดาวน์โหลดข้อมูล เพื่อควบคุมเครื่องจักรหรือพูดอีกอย่างหนึ่งคือ ทำให้ PLC สื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ โดยสามารถกำหนดการทำงานของ PLC จากการเขียนโปรแกรมขั้นบันได (Ladder Diagram) หรือ SFC (Sequence Flow Chart) ซึ่งจะใช้รีเลย์ช่วยภายในโปรแกรม และอุปกรณ์ที่ต่อกับ Input และ Output Module ของ PLC ในการควบคุมการทำงาน โดยสามารถดูสถานะการทำงานภายในโปรแกรมได้โดยใช้ Monitor Mode

รูปที่ 2.43 โปรแกรม GX Works2

2.4.3 GT Designer3

โปรแกรมที่ทำขึ้นมาเพื่อแสดงค่าหรือสถานะต่างๆ โดยภายในโปรแกรมนี้สามารถออกแบบรูปร่างลักษณะของหน้าจอ Touch Screen ที่ต้องการจะใช้ดูค่าต่างๆได้ ซึ่งสามารถกำหนดได้อย่างอิสระ เช่น ต้องการกำหนดให้ค่าแสดงออกมาในสีอะไร ออกมาเป็นตัวเลข ทศนิยมกี่ตำแหน่ง รวมถึงฟังก์ชันในการทำงานของเครื่องจักร ที่สามารถใช้ปุ่มที่สร้างขึ้นใน Touch Screen กำหนดการทำงานได้อีกด้วย

โปรแกรมนี้จะสามารถเชื่อมต่อกับค่าจาก GX Work 2 ได้โดยการนำ Tag ของตัวอุปกรณ์ที่ถูกกำหนดภายในโปรแกรม GX Work 2 และนำ Tag ตัวนั้นๆมากำหนดลงบนโมเดลที่สร้างขึ้นภายในโปรแกรม GT Designer 3 เพื่อให้ค่าปรากฏขึ้น หรือควบคุมการทำงานได้

รูปที่ 2.44 โปรแกรม GT Designer3

บทที่3
ขั้นตอนการทำโครงงาน

บริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่รับออกแบบ และผลิตเครื่องจักรให้กับอุตสาหกรรมต่างๆ ได้รับงานให้ผลิตเครื่องจักรจาก บริษัท ไทรอัมพ์ มอเตอร์ไซเคิลส์ จำกัด โดยต้องการเครื่องจักรสำหรับเจาะรูเสื้อสูบรถจักรยานยนต์ เนื่องมาจากความต้องการปรับเปลี่ยนลักษณะการเจาะรูที่ต่างไปจากเดิม ซึ่งตลอดกระบวนการทำเครื่องจักรนั้น อยู่ในความรับผิดชอบของทางบริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด ทั้งหมด โดยมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

3.1 ออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design)

3.2 จัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆ (Purchase Order)

3.3 จัดทำตู้ไฟฟ้า (Control Box) ตู้ปฏิบัติการ (Operation Box) และกล่องสตาร์ท (Start Box)

3.4 ติดตั้งตู้ไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ และกล่องสตาร์ทเข้ากับเครื่องจักร (Machine Wiring) และจัดวางตัวตรวจวัด (Sensor Layout)

3.5 เขียนโปรแกรม PLC ควบคุมการทำงานเครื่องจักร (Programming)

3.6 ออกแบบหน้า Touch Screen

3.7 เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง PLC กับ Computer

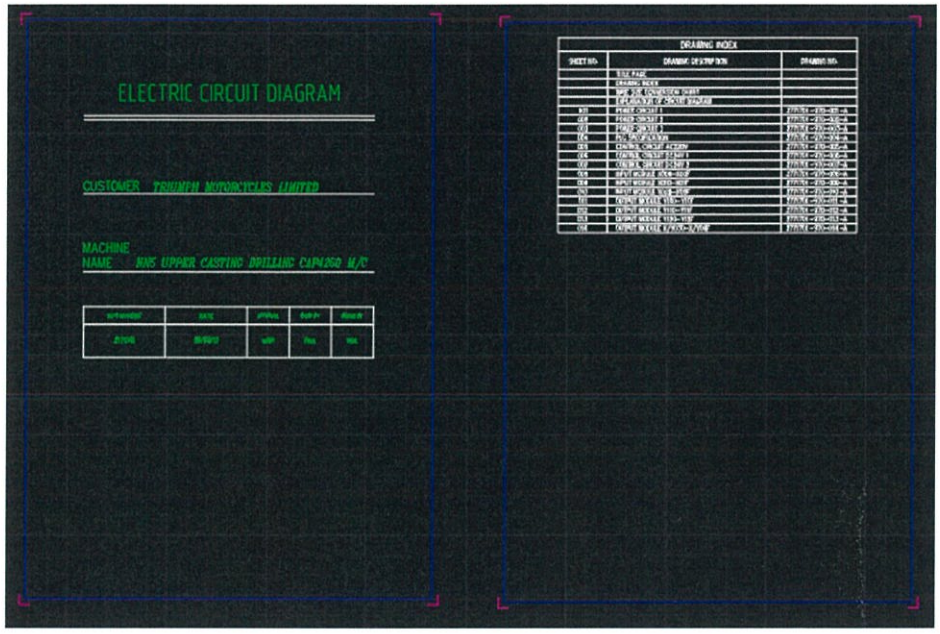
3.8 ทดสอบการทำงาน (Test Run)

3.9 รับความเห็นเพิ่มเติมจากลูกค้า และปรับปรุงเครื่องจักร

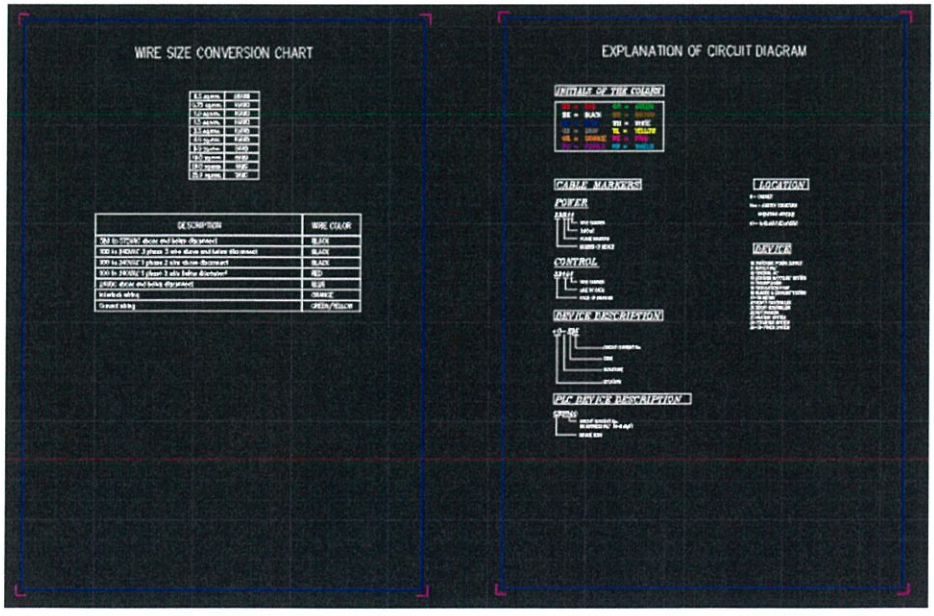
3.10 ติดตั้งเครื่องจักรที่โรงงานลูกค้า

3.1 ออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design)

หลังจากทำความเข้าใจหลักการทำงานของเครื่องจักร การออกแบบไฟฟ้ายังต้องคำนึงถึงกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการออกแบบไฟฟ้าจะแบ่งออกเป็นภาคต่างๆ เพื่อง่ายต่อการ Wiring ตู้ไฟฟ้า และยังสร้างความเข้าใจในแบบไฟฟ้าที่ตรงกันระหว่างผู้เขียนแบบ และผู้อ่านแบบ

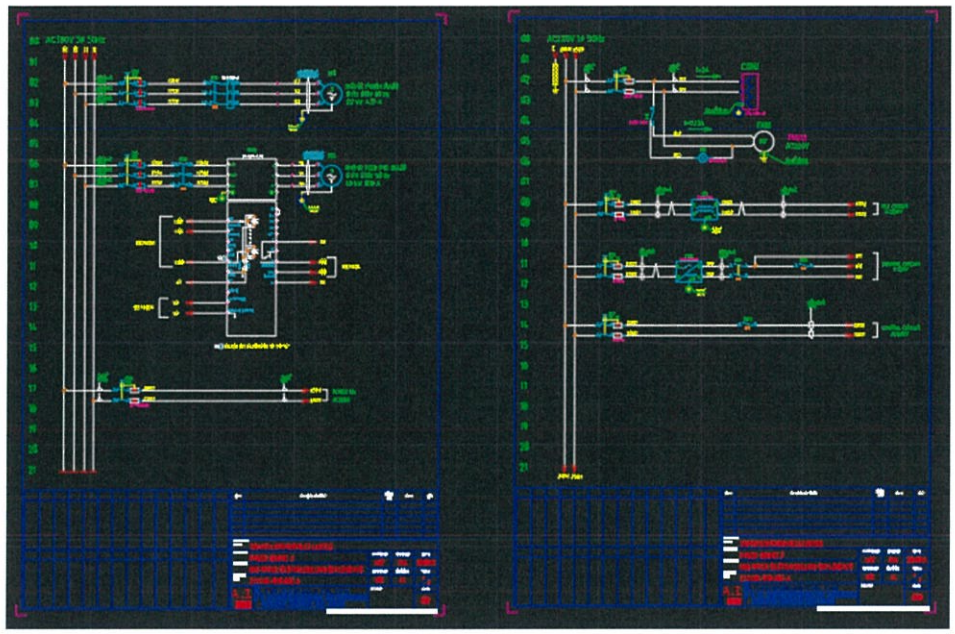


รูปที่ 3.1 หน้าปก และสารบัญ

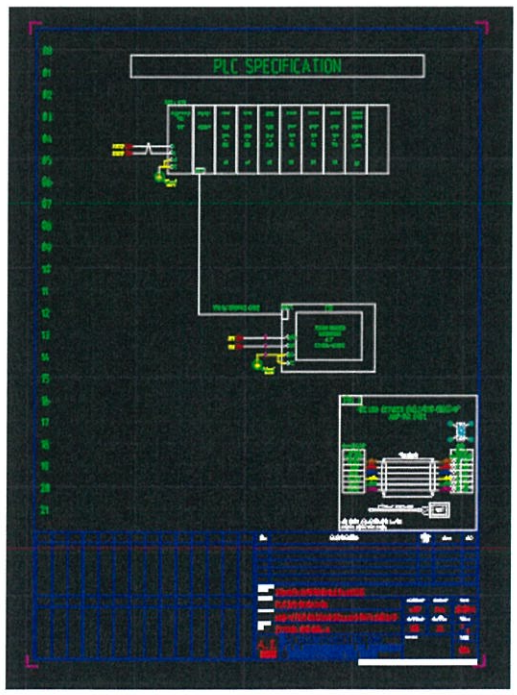


รูปที่ 3.2 มาตรฐานการเลือกใช้สายไฟ และการกำหนดชื่อสายไฟ

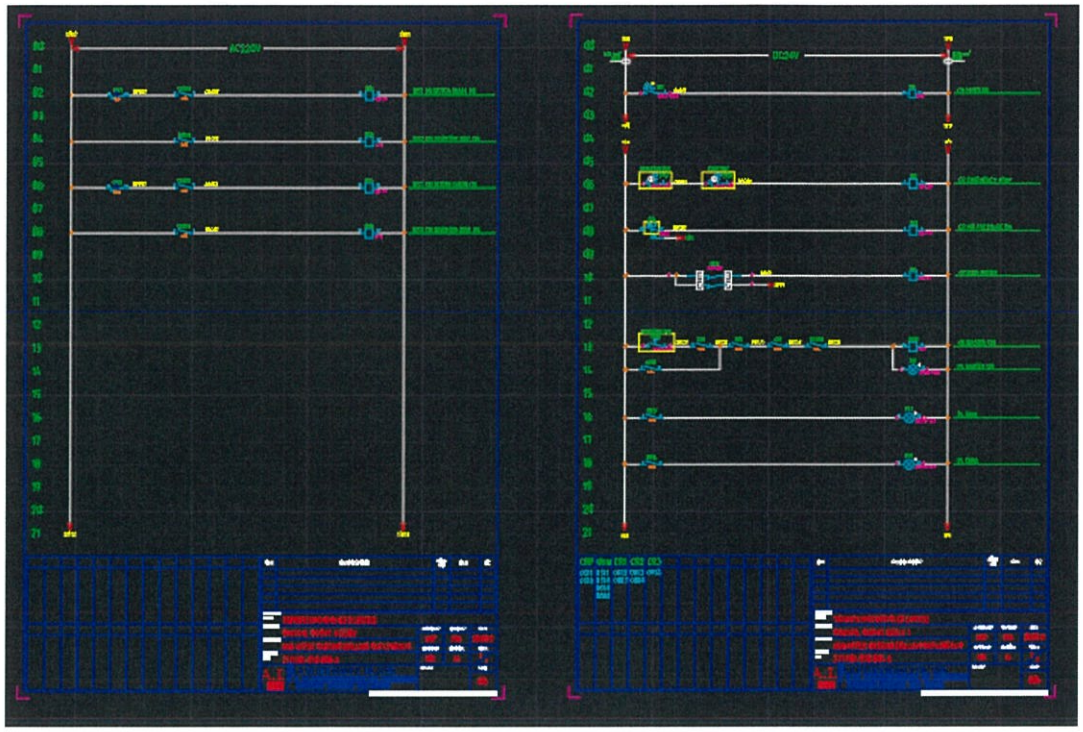
ในส่วนของ Power Circuit จะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 380 โวลต์ ที่รับมาจากโรงงานโดยจะต่อเข้ากับมอเตอร์ และ Inverter ส่วนของ Power Circuit ที่จะใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส 220 โวลต์ จะต่อวงจรจากสาย R, N มาใช้ในวงจร



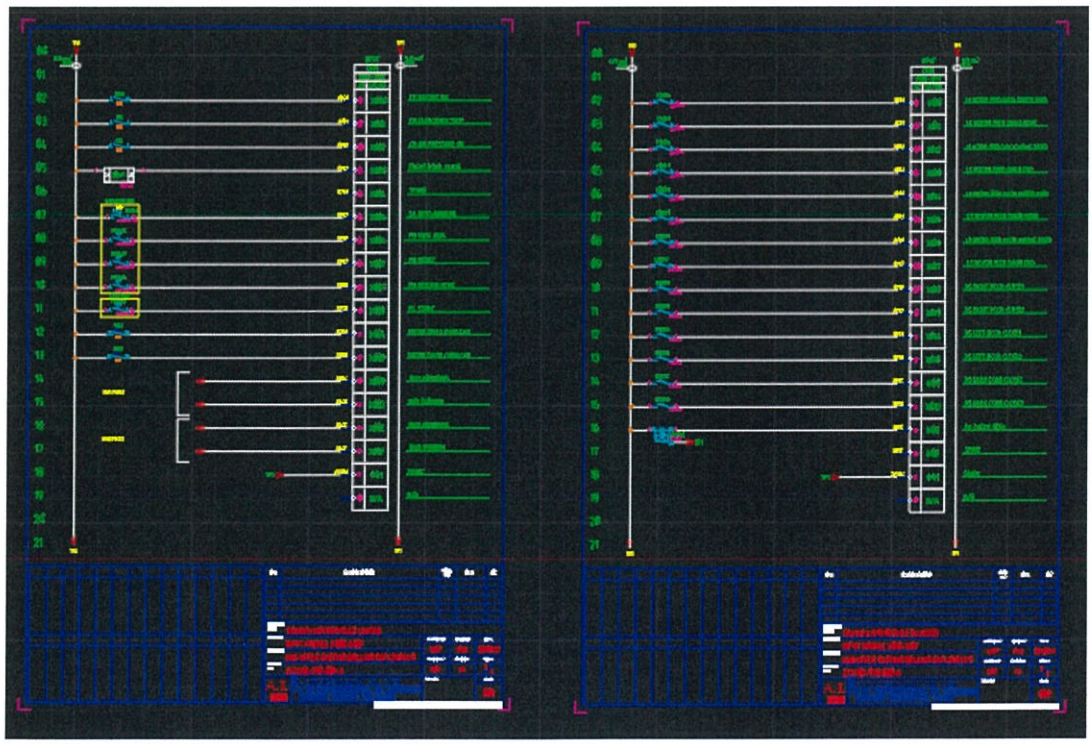
รูปที่ 3.3 Power Circuit Diagram



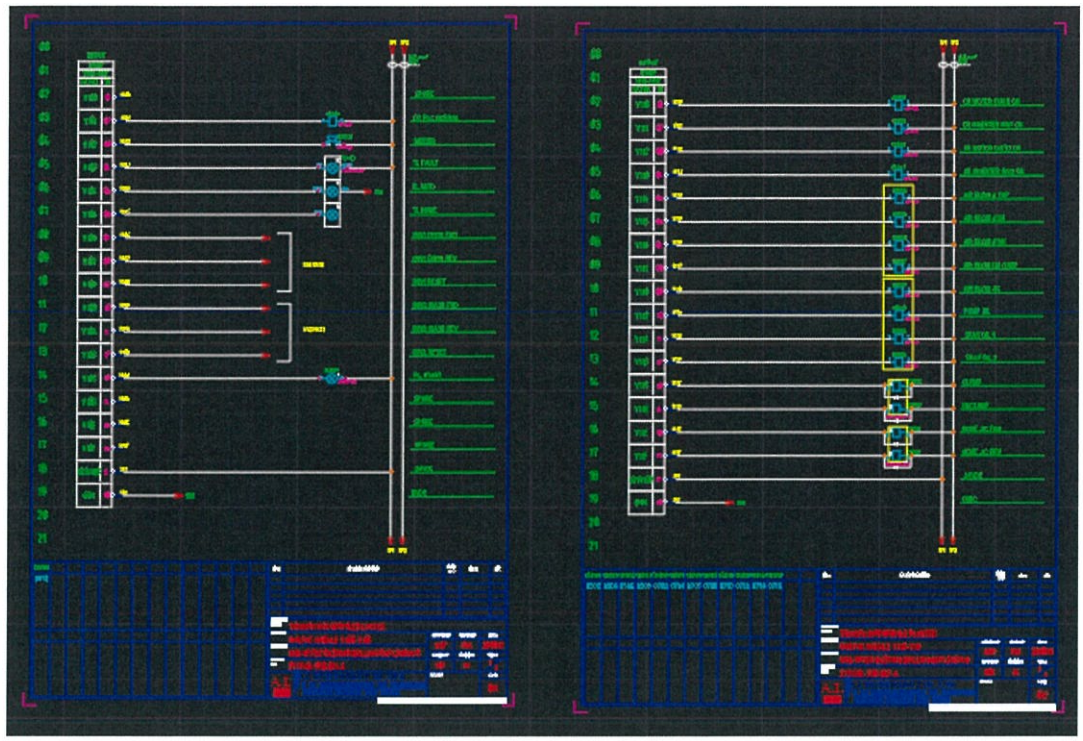
รูปที่ 3.4 PLC Specification



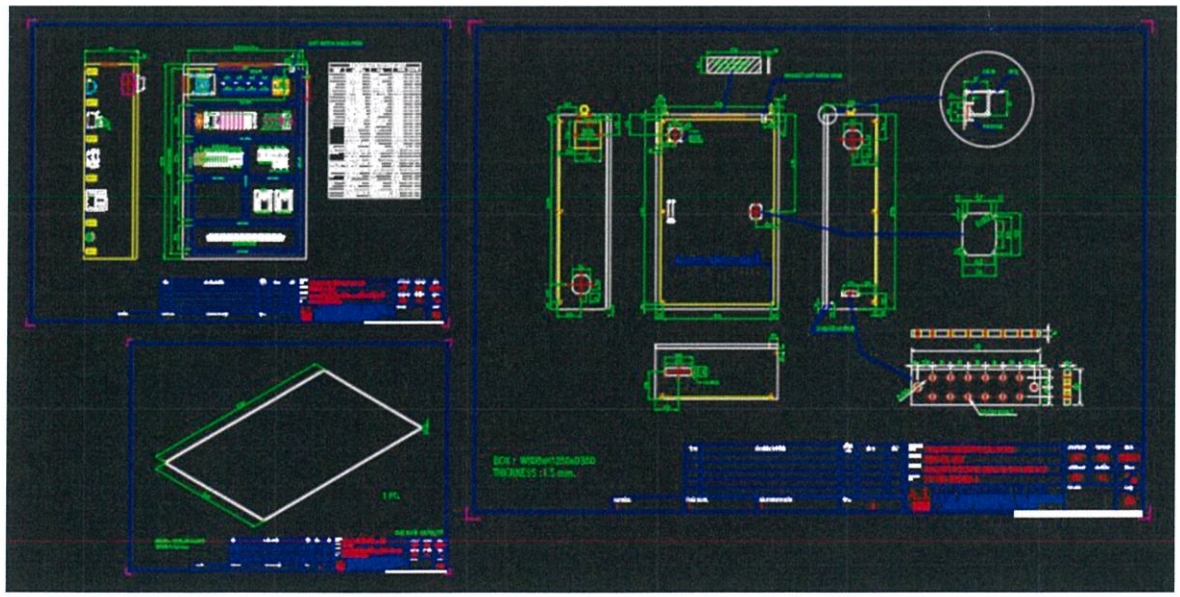
รูปที่ 3.5 Control Circuit



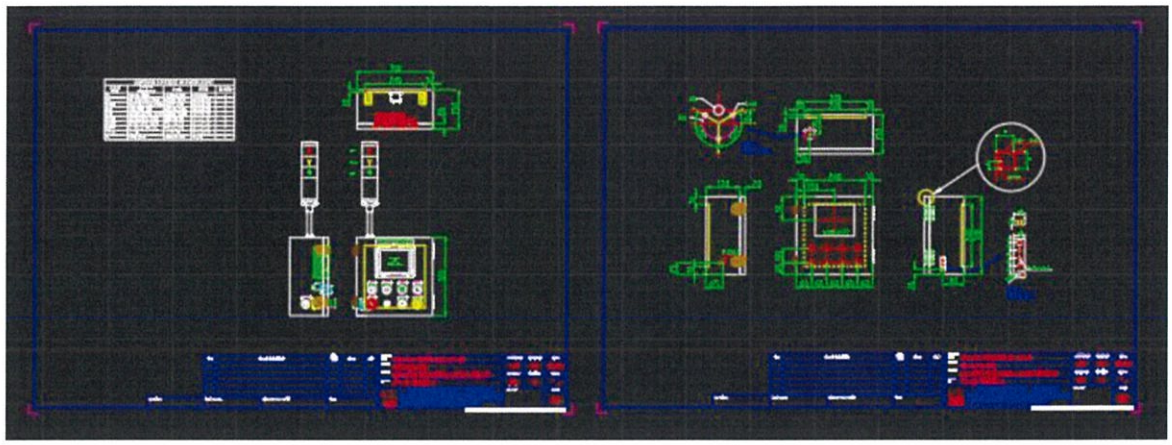
รูปที่ 3.6 Input Module Diagram



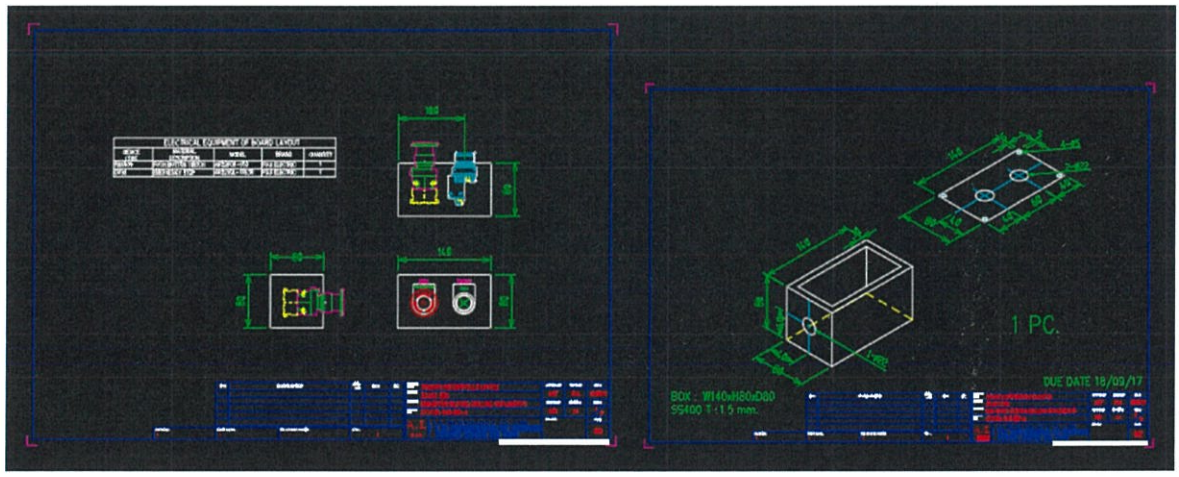
รูปที่ 3.7 Output Module Diagram



รูปที่ 3.8 Board Layout และ Control Box



รูปที่ 3.9 Operation Box



รูปที่ 3.10 Start Box

เมื่อออกแบบไฟฟ้าเสร็จจะส่งแบบให้กับลูกค้า เพื่ออนุมัติในการซื้อของ หากลูกค้าต้องการเปลี่ยนแปลง หรือเพิ่มเติมอุปกรณ์ ก็จะนำแบบกลับมาแก้ไขพร้อมส่งให้ลูกค้าอนุมัติอีกครั้ง

3.2 จัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆ (Purchase Order)

ทำการจัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยขั้นตอนนี้ต้องนำใบสั่งซื้อให้พี่เลี้ยงเซ็นต์อนุมัติก่อน เพื่อป้องกันการสั่งอุปกรณ์ผิดพลาด ซึ่งในการสั่งซื้ออุปกรณ์จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

1. การสั่งซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้า
2. การสั่งทำตู้ไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ และกล่องสตาร์ท

3.2.1 การสั่งซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้า

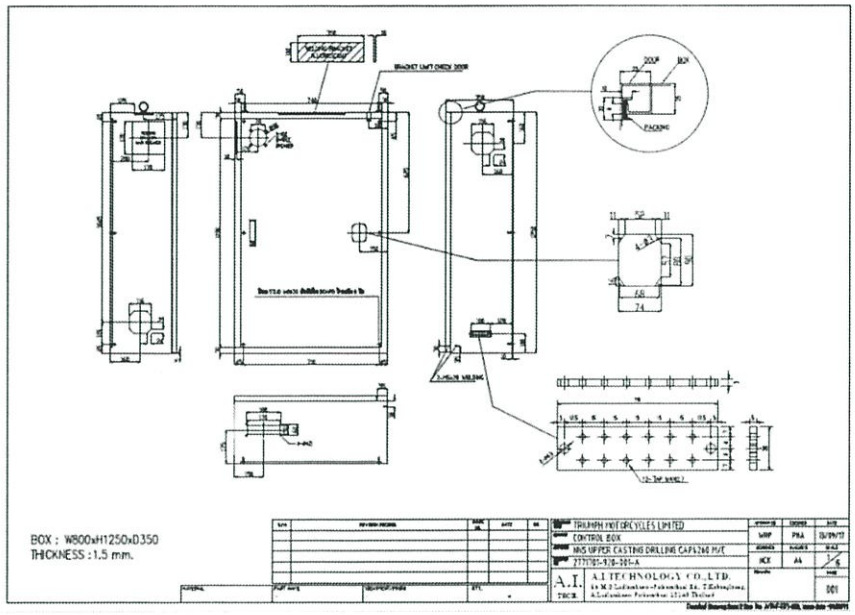
การสั่งซื้ออุปกรณ์จะต้องนำรุ่นของอุปกรณ์ที่เลือกใช้ในการออกแบบไฟฟ้า มาพิมพ์ใส่ในแบบฟอร์ม BOM (Bill of material for project) ในเซิร์ฟเวอร์ของโรงงาน จากนั้นพี่ฝ่ายเอกสารจะปริ้นใบสั่งซื้อมาให้

A.I.TECHNOLOGY / A.I.INDUSTRY			COST : 132,158.27								
Electrical Standard Part List											
ILL OF MATERIAL FOR PROJECT Name :	PROJECT No :	CUSTOMER :	REQUESTER :								
DRILLING	2771701	TRIUMP	Phanuwat								
Material Description	**Model**	**Brand**	**CODE (ERP)**	**Q'ty**		**Code**	**Unit**	**ORDER**	**PR NO**	**PRICE**	**TOTAL**
BREAKER HANDLE	F-05SV	MITSUBISHI	PE-MIT-F05SVX-01	1	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	1,200.00	1,200.00
CIRCUIT BREAKER	NF63-CV,3P,30A	MITSUBISHI	PE-MIT-NF63CV-24	1	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	1,225.00	1,225.00
TERMINAL COVER	TCL-05SV3	MITSUBISHI	PE-MIT-TCS05S-04	1	STOCK	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	82.00	82.00
CIRCUIT BREAKER	NF30-CS,3P,10A	MITSUBISHI	PE-MIT-NF30CS-07	2	6A	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	540.00	1,080.00
CIRCUIT BREAKER	NF30-CS,3P,5A	MITSUBISHI	PE-MIT-NF30CS-08	2	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	540.00	1,080.00
CIRCUIT BREAKER	NF30-CS,2P,10A	MITSUBISHI	PE-MIT-NF1CS2-05	1	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	370.00	370.00
CIRCUIT BREAKER	NF30-CS,2P,3A	MITSUBISHI	PE-MIT-NF1CS2-01	1	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	370.00	370.00
TERMINAL COVER 3P	TCL-03CS3W	MITSUBISHI	PE-MIT-TCL03C-02	4	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	94.00	376.00
TERMINAL COVER 2P	TCL-03CS2W	MITSUBISHI	PE-MIT-TCL03C-01	2	6A	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	90.00	180.00
CIRCUIT PROTECTOR	CP30-BA-1P-1M-3A	MITSUBISHI	PE-MIT-CP30BA-10	2	6A	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	450.00	900.00
CIRCUIT PROTECTOR	CP30-BA-1P-1M-1A	MITSUBISHI	PE-MIT-CP30BA-19	1	6A	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	299.00	299.00
MAGNETIC CONTACTOR	S-T10,AC220V	MITSUBISHI	PE-MIT-ST10AC-01	2	6A	PRA	PC			290.00	580.00
MOTOR STARTER	MSO-T10,3.6A,AC220V	MITSUBISHI	PE-MIT-MSOT10-02	1	6A	PRA	PC				
MOTOR STARTER	MSO-T10,5A,AC220V	MITSUBISHI	PE-MIT-MSOT10-03	1	6A	PRA	PC				
OVERLOAD RELAY	TH-T18,3.6A(2.8 to4.4)A	MITSUBISHI	PE-MIT-THT183-01	1	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	530.00	530.00
OVERLOAD RELAY	TH-T18,5A	MITSUBISHI	PE-MIT-THT185-01	1	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	568.00	568.00
CPU MODULE	Q02UCPU	MITSUBISHI	PE-MIT-Q00UCP-01	1	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	8,344.41	8,344.41
POWER SUPPLY	Q61P	MITSUBISHI	PE-MIT-Q61PXX-01	1	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	3,337.76	3,337.76
PLC BASE UNIT	Q38B	MITSUBISHI	PE-MIT-Q38BXX-01	1	09.18.17	PRA	PC	9/6/2017	PED1709014	5,180.00	5,180.00

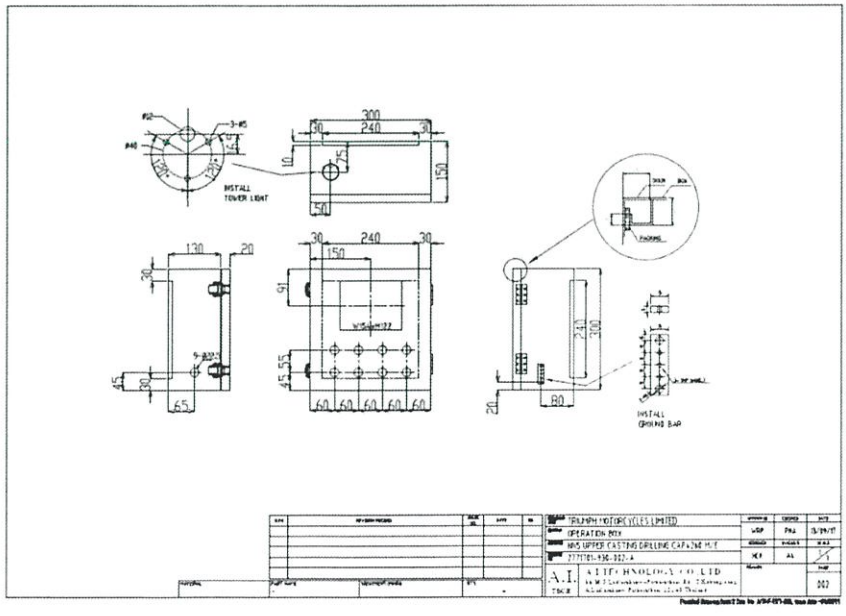
รูปที่ 3.11 BOM (Bill of material for project)

3.2.2 การสั่งทำตู้ไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ และกล่องสตาร์ท

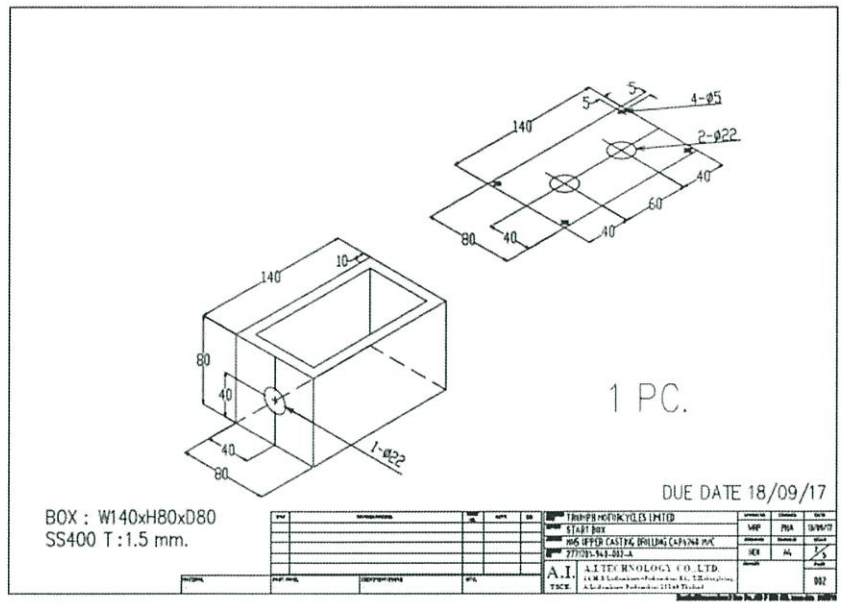
การสั่งทำตู้ไฟฟ้ากับทาง Supplier จะต้องทำแบบ 2 มิติ ที่แสดงให้เห็นถึง Panel Cut แต่ละด้านของตู้ รวมทั้งบอกรายละเอียดต่างๆของตู้ ไม่ว่าจะเป็น ความกว้าง ความสูง ระยะเชื่อม Stud วัสดุที่ใช้ทำตู้ และความหนาของวัสดุ



รูปที่ 3.12 แบบสั่งทำตู้ไฟฟ้า



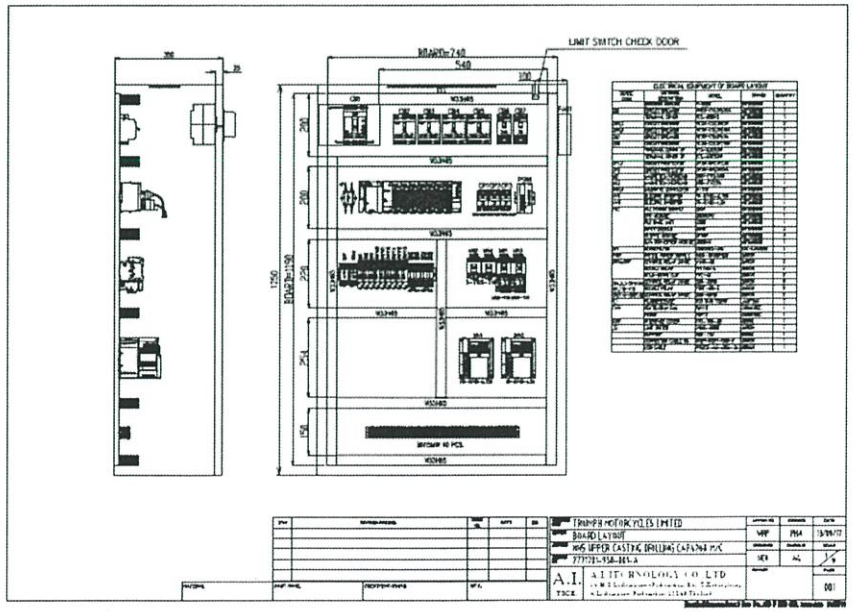
รูปที่ 3.13 แบบสั่งทำตู้ปฏิบัติการ



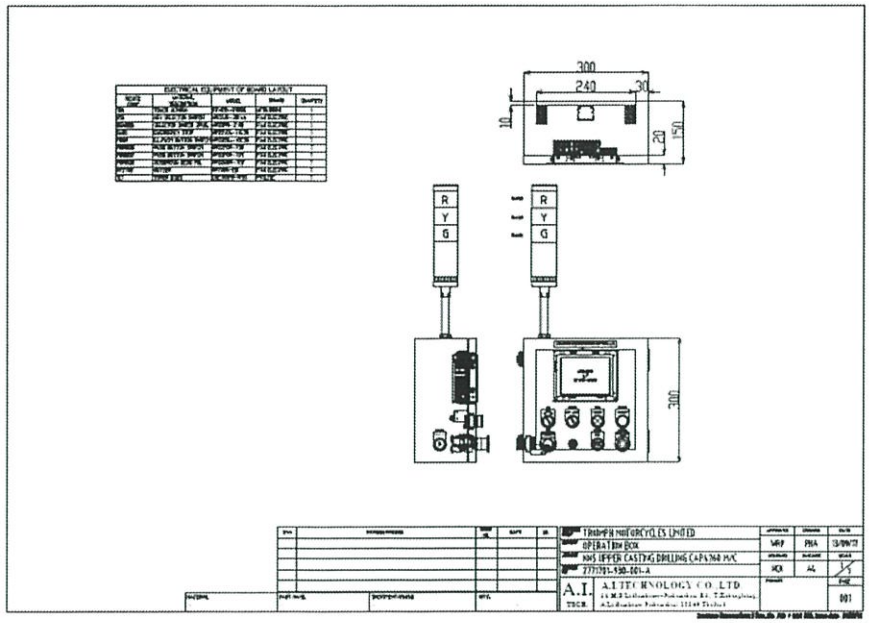
รูปที่ 3.14 แบบสั่งงานพับกล่องสตาร์ท

3.3 จัดทำตู้ไฟฟ้า (Control Box) ตู้ปฏิบัติการ (Operation Box) และ กล่องสตาร์ท (Start Box)

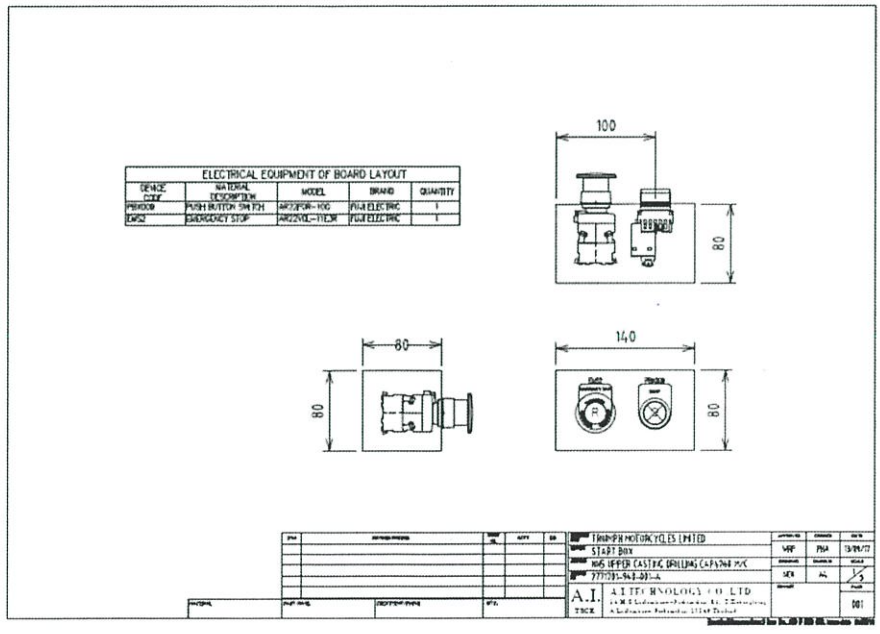
การยึดอุปกรณ์ในตู้ไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ และกล่องสตาร์ท ช่างจะจัดวางตำแหน่งอุปกรณ์ตามแบบ Board Layout ที่ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 3.15 แบบ Board Layout



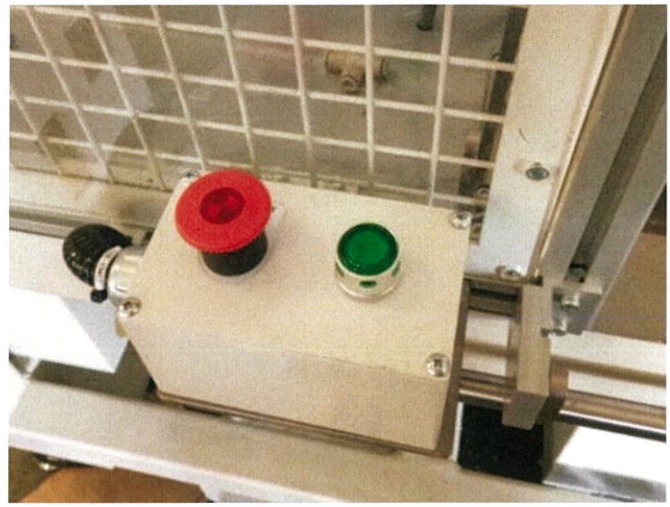
รูปที่ 3.16 แบบตู้ปฏิบัติการ



รูปที่ 3.17 แบบกล่องสตาร์ท

รูปที่ 3.18 ตู้ไฟฟ้าหลังยึดอุปกรณ์

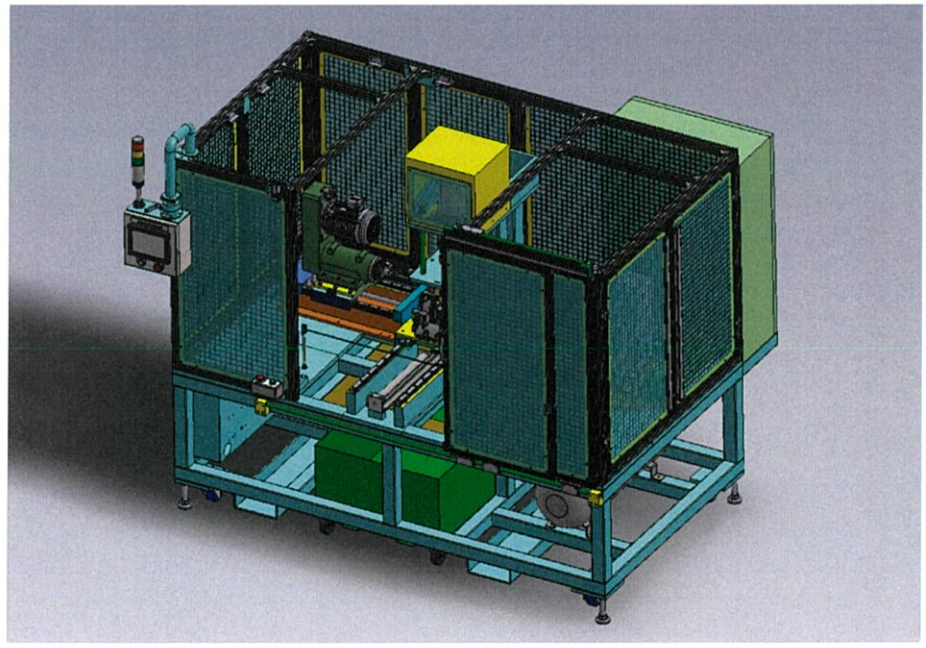
รูปที่ 3.19 ตู้ปฏิบัติการหลังยึดอุปกรณ์



รูปที่ 3.20 กล่องสตาร์ทหลังประกอบเสร็จ

3.4 ติดตั้งตู้ไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ และกล่องสตาร์ทเข้ากับเครื่องจักร และจัดวางตัวตรวจวัด

การติดตั้งตู้ และอุปกรณ์ตรวจวัดเข้ากับเครื่องจักร ช่างจะจัดวางอุปกรณ์ทั้งหมดตามแบบ 3 มิติ ของเครื่องจักร และตามแบบ Sensor Layout ที่ฝ่ายแมคคานิกส์ได้ออกแบบไว้



รูปที่ 3.21 แบบ 3 มิติ ของเครื่องจักร

รูปที่ 3.22 ขณะกำลังจัดวางตัวตรวจวัด

รูปที่ 3.23 เครื่องจักรที่ประกอบเสร็จสมบูรณ์

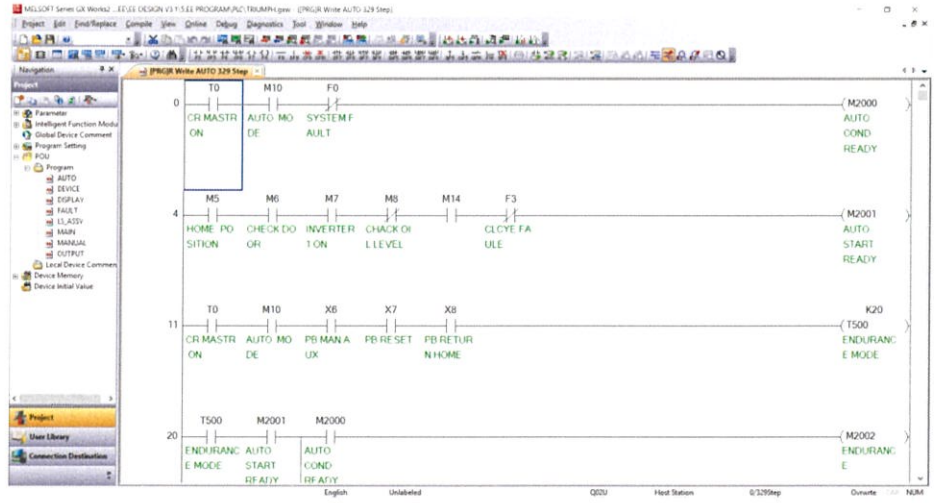
3.5 เขียนโปรแกรม PLC ควบคุมการทำงานเครื่องจักร

PLC ที่ใช้ในเครื่องจักรเป็น CPU รุ่น Q02U ของ MITSUBISHI โดยการเขียนโปรแกรมจะใช้โปรแกรม GX Work2 และใช้ภาษาขั้นบันได (Ladder Diagram) ในการเขียน โดยในการเขียนโปรแกรมจะแบ่งเป็นส่วนใหญ่ๆ ได้แก่

1. AUTO
2. DEVICE
3. FAULT
4. LS_ASSY
5. MAIN
6. MANUAL
7. OUTPUT

3.5.1 ภาค AUTO

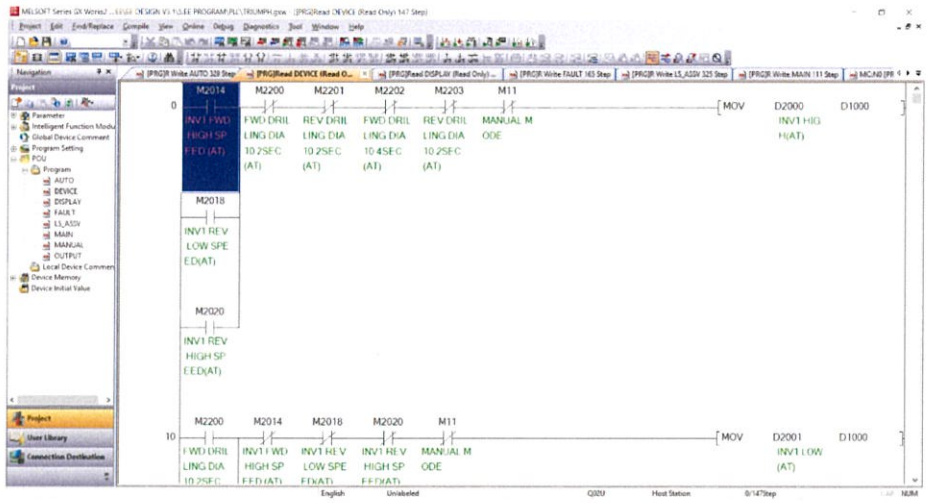
เรียกอีกอย่างว่าภาคการทำงานอัตโนมัติ ซึ่งเป็นหัวใจหลักในการผลิตชิ้นงานของเครื่องจักรด้วยความรวดเร็ว โดยจะนำขั้นตอนการทำงานที่ลูกค้าต้องการ มาเขียนโปรแกรมลงบนส่วนของภาคนี้ และเมื่อต้องการแก้ไขขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร จะต้องเข้ามาแก้ไขที่ภาคนี้



รูปที่ 3.24 โปรแกรมภาค AUTO

3.5.2 ภาค DEVICE

เป็นภาคการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ เนื่องจากอุปกรณ์บางตัวจำเป็นต้องมีเงื่อนไขเฉพาะในการทำงานเพิ่มเติม โดยกรณีนี้เป็นการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของ Inverter ซึ่งมีผลต่อทิศทางและความเร็วการหมุนของมอเตอร์



รูปที่ 3.25 โปรแกรมภาค DEVICE

3.5.3 ภาค FAULT

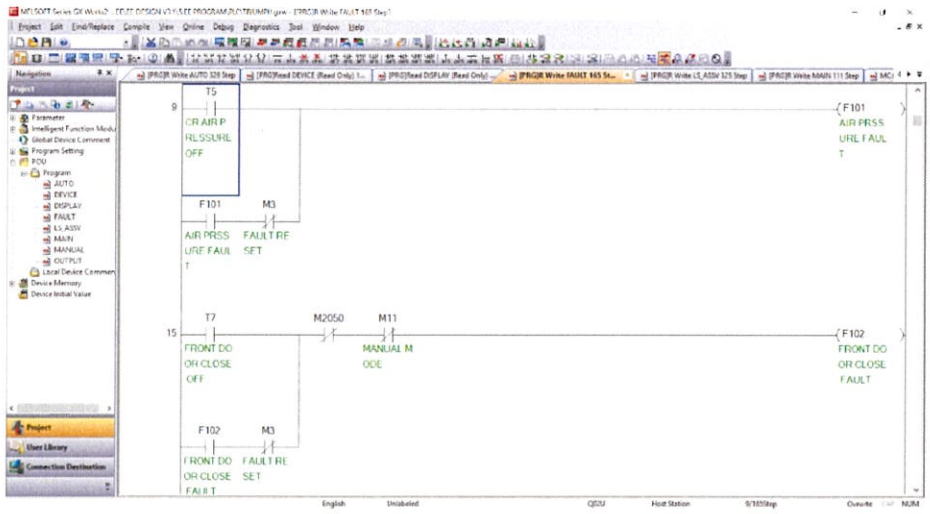
เป็นภาคที่แสดงถึงความผิดปกติทุกอย่างที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักร โดยความรุนแรงจะแบ่งเป็น 4 ส่วนหลักๆ คือ

1. Master Fault เป็นความผิดพลาดใหญ่ เมื่อเกิดกรณีนี้จะตัดวงจร Master On ของเครื่องจักรทันที เช่น PLC เกิดความผิดปกติขึ้น มีการกดปุ่ม Emergency

2. Auto Fault เมื่อเกิดขึ้นจะหยุดการทำงานอัตโนมัติทันที เช่น เซ็นเซอร์เกิดความผิดปกติ

3. Cycle Stop Fault เมื่อเกิดกรณีนี้เครื่องจักรจะหยุดการทำงานเมื่อทำงานครบรอบ เช่น ปุ่มที่ใช้งานเริ่มกดนานเกินไป อาจจะเกิดจากหน้าสัมผัสในปุ่มพัง

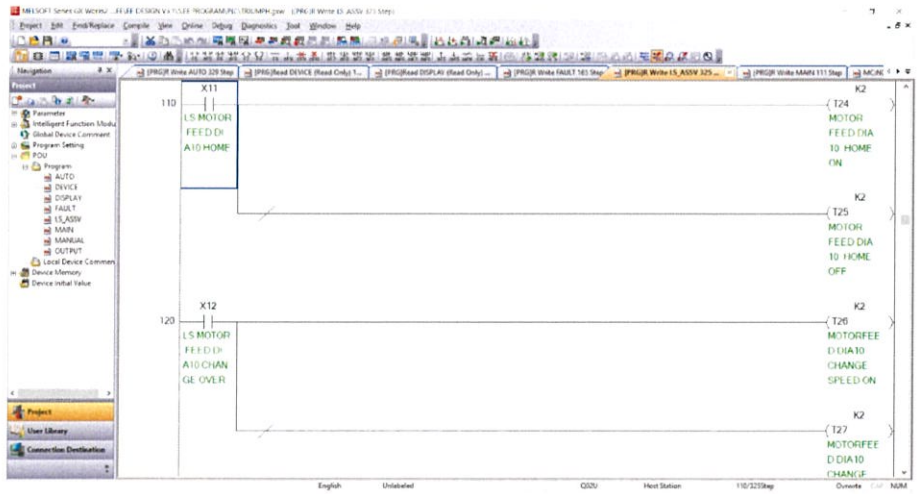
4. Other Fault เป็นความผิดพลาดอื่นๆ ซึ่งไม่ได้ร้ายแรง อาจเป็นการแจ้งเตือนต่างๆของระบบ



รูปที่ 3.26 โปรแกรมภาค FAULT

3.5.4 ภาค LS_ASSY

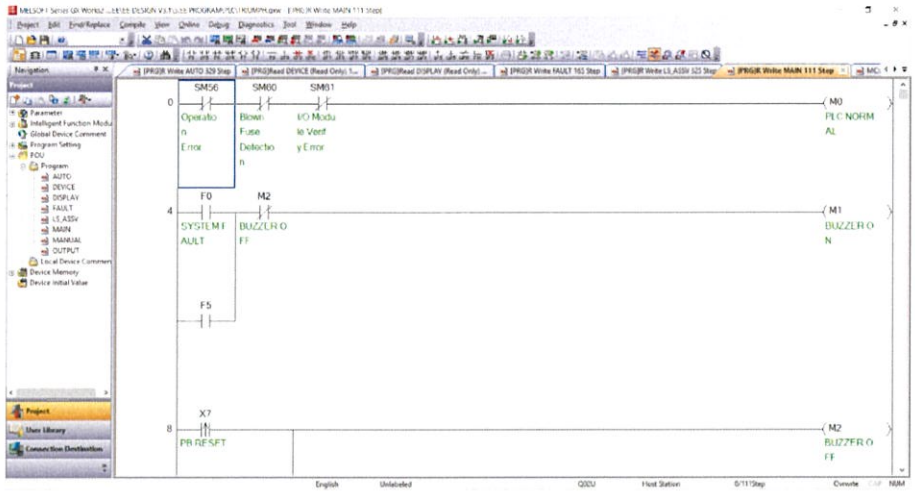
เรียกอีกอย่างว่าภาคสัญญาณขาเข้า จะเป็นส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในเก็บค่าพอยต์ของ Input Module เพื่อนำไปใช้ในภาคอื่นๆต่อไป



รูปที่ 3.27 โปรแกรมภาค LS_ASSY

3.5.5 ภาค MAIN

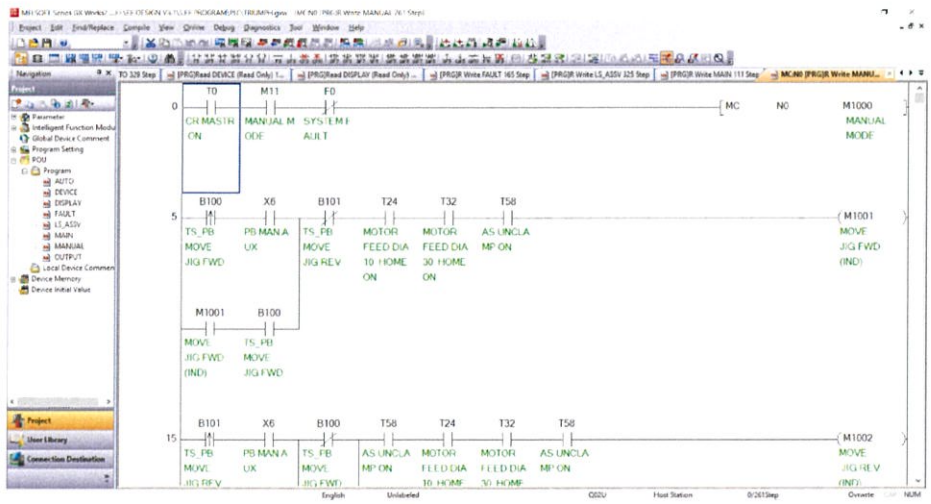
ภาคนี้เป็นตัวหลักที่บ่งบอกถึงสถานะที่สำคัญ อาทิเช่น ความปกติของ PLC การรีเซตความผิดพลาด เครื่องจักรอยู่ในสถานะเริ่มต้น หรือสถานะความผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นกับเครื่อง เป็นต้น



รูปที่ 3.28 โปรแกรมภาค MAIN

3.5.6 ภาค MANUAL

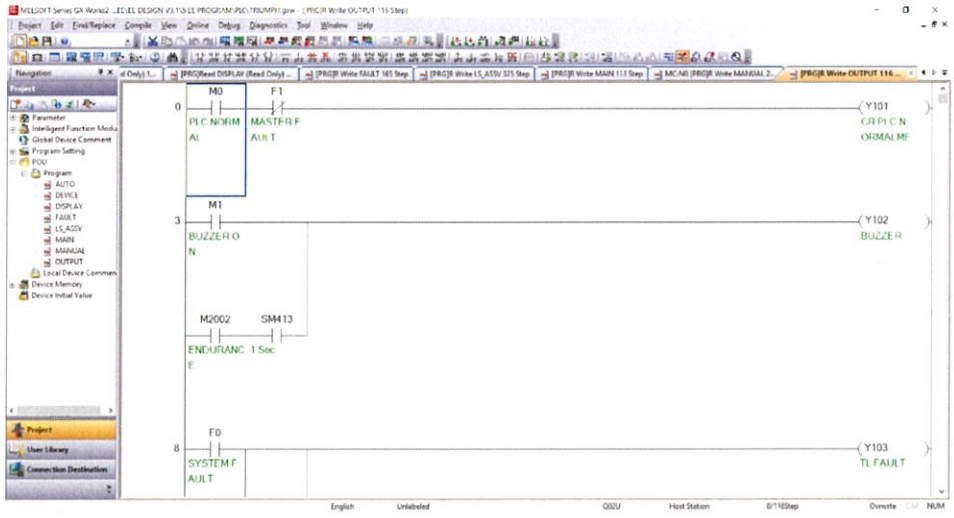
เรียกอีกอย่างว่าภาคการควบคุมด้วยมือ ซึ่งจะเป็นการทำงานแบบทำงานส่วนใดส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ โดยผ่านการสั่งการบนกล่องปฏิบัติการของเครื่องจักร ส่วนใหญ่จะใช้ในการทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆภายในเครื่องจักร



รูปที่ 3.29 โปรแกรมภาค MANUAL

3.5.7 ภาค OUTPUT

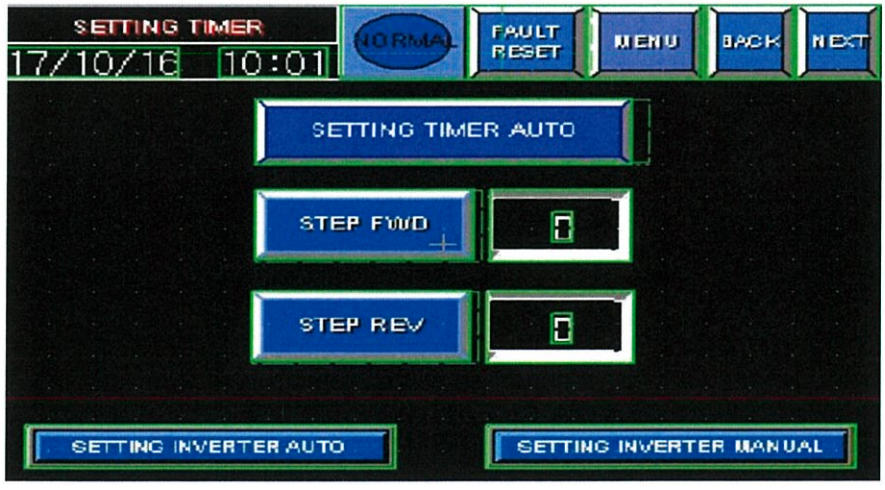
เรียกอีกอย่างว่าภาคสัญญาณขาออก จะเป็นส่วนของโปรแกรมที่จะส่งค่าไปที่พอยต์ของ Output Module ที่ต้องการใช้งาน เพื่อสั่งให้อุปกรณ์ทำงาน



รูปที่ 3.30 โปรแกรมภาค OUTPUT

3.6 ออกแบบหน้า Touch Screen

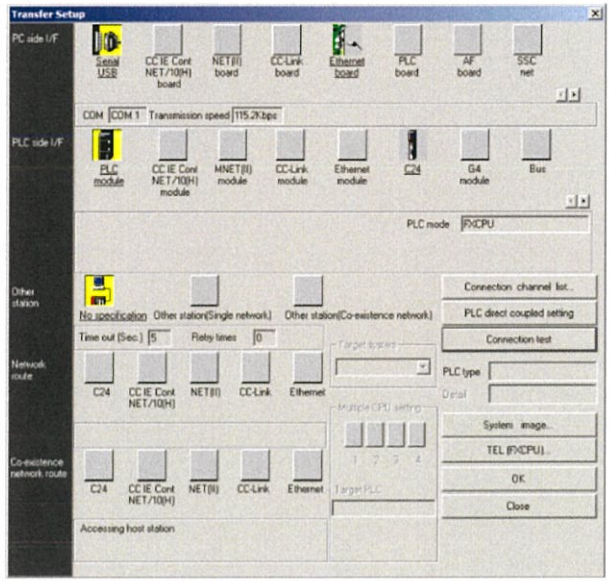
Touch Screen ที่ใช้ในเครื่องจักรเป็นรุ่น GT1455-QTBDE ของ MITSUBISHI โดยการเขียนโปรแกรมหน้าจอสัมผัสจะใช้โปรแกรม GT Designer3 ซึ่งการใช้งานหน้าจอสัมผัสจะมีความคล้ายคลึงกับการใช้ปุ่มต่างๆ ทั้งยังสามารถอ่านค่าต่างๆที่เก็บไว้ได้



รูปที่ 3.31 ตัวอย่างหน้าการตั้งค่า Inverter

3.7 เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง PLC กับ Computer

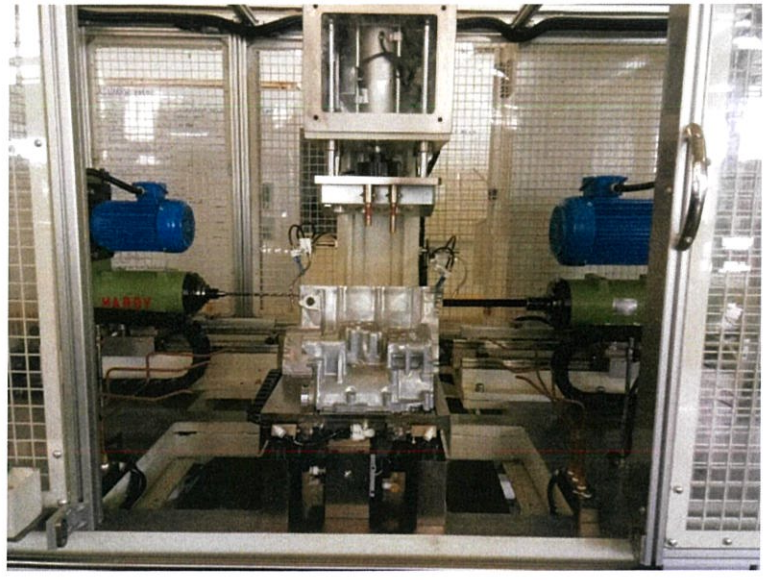
หลังจากเขียนโปรแกรม PLC และ Touch Screen เรียบร้อย จะทำการเชื่อมต่อเพื่ออัพโหลดโปรแกรม



รูปที่ 3.32 การเชื่อมต่อ PLC กับ Computer

3.8 ทดสอบการทำงาน

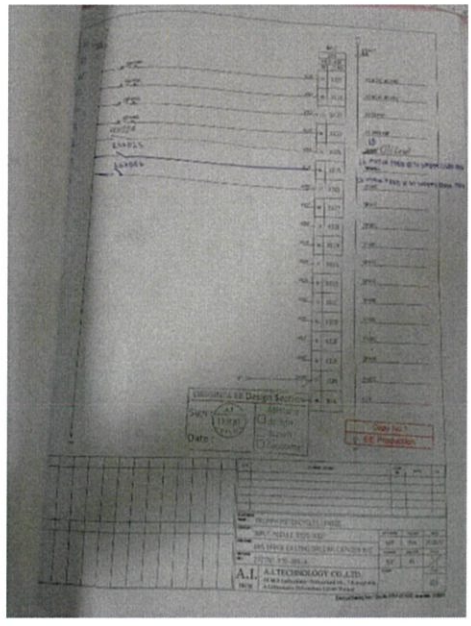
การทดสอบการทำงานของเครื่องจักร เพื่อดูว่าโปรแกรมที่เขียนมาสามารถทำงานได้ตามที่ลูกค้าต้องการหรือไม่



รูปที่ 3.33 การทดสอบการทำงานเครื่องจักร

3.9 รับความเห็นเพิ่มเติมจากลูกค้า และปรับปรุงเครื่องจักร

หลังจากลูกค้าได้เข้ามาทดสอบการทำงานของเครื่องจักร จะพบข้อผิดพลาดมากมายเกี่ยวกับเครื่อง ไม่ว่าจะเป็นในส่วนของโปรแกรม หรือองค์ประกอบทางแมคคานิกส์ ทำให้ได้ข้อความคิดเห็นเพิ่มเติมในการแก้ไขเครื่องจักรจากลูกค้า



รูปที่ 3.34 ความคิดเห็นเพิ่มเติมในการแก้ไขของลูกค้า

หลังจากรับข้อความคิดเห็นเพิ่มเติมในการแก้ไขแล้ว จึงทำการแก้ไขและติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม

รูปที่ 3.35 เพิ่มอุปกรณ์ที่ลูกค้าต้องการเพิ่มลงในแบบไฟฟ้า

3.10 ติดตั้งเครื่องจักรที่โรงงานลูกค้า

เมื่อเครื่องจักรได้แก้ไขเรียบร้อยแล้วพร้อมสำหรับการติดตั้ง ก็จะทำการส่งเครื่องจักร โดยแผนกช่างจะเป็นผู้ไปติดตั้งที่หน้างานเข้ากับสายการผลิต ในกรณีนี้ทางลูกค้าไม่มีการแจ้งปัญหามา จึงถือเป็นการเสร็จสิ้นการส่งเครื่อง

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการออกแบบไฟฟ้า

การออกแบบไฟฟ้า หลังจากออกแบบเสร็จได้ส่งแบบให้แผนกช่าง เพื่อทำการยึดอุปกรณ์เข้ากับตู้ไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ และกล่องสตาร์ทตามแบบ โดยในการ Wiring จะต้องดำเนินการตามมาตรฐานของโรงงาน เพื่อความปลอดภัย ง่ายต่อความเข้าใจที่ตรงกัน จากนั้นนำตู้ไปติดตั้งเข้ากับเครื่องจักร

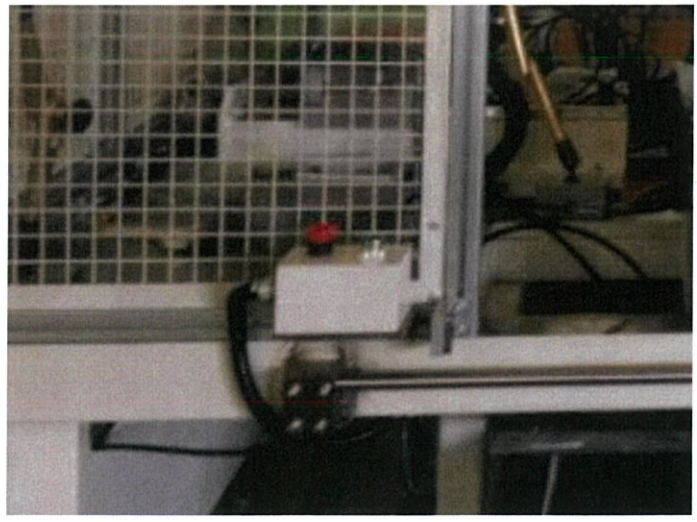
ตู้ไฟฟ้าที่ติดตั้งเข้ากับเครื่องจักรจะเป็นตัวที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้า และเซ็นเซอร์ที่อยู่ที่เครื่องจักร

รูปที่ 4.1 ตู้ไฟฟ้าหลังติดตั้งเข้ากับเครื่องจักร

ตู้ปฏิบัติการ ทำหน้าที่เป็นส่วนติดต่อกับผู้ใช้งาน ในการตั้งค่า การกำหนดค่า Parameter ต่างๆ การควบคุมการทำงาน Manual Mode และเป็นจอแสดงผล

รูปที่ 4.2 ตู้ปฏิบัติการหลังประกอบเข้ากับเครื่องจักร

กล่องสตาร์ท ทำหน้าที่ในการให้ผู้ใช้งานควบคุมการเริ่มทำงานของเครื่องจักรใน Auto Mode และการกดปุ่ม Emergency เมื่อเกิดความผิดพลาดของเครื่องจักรขึ้น

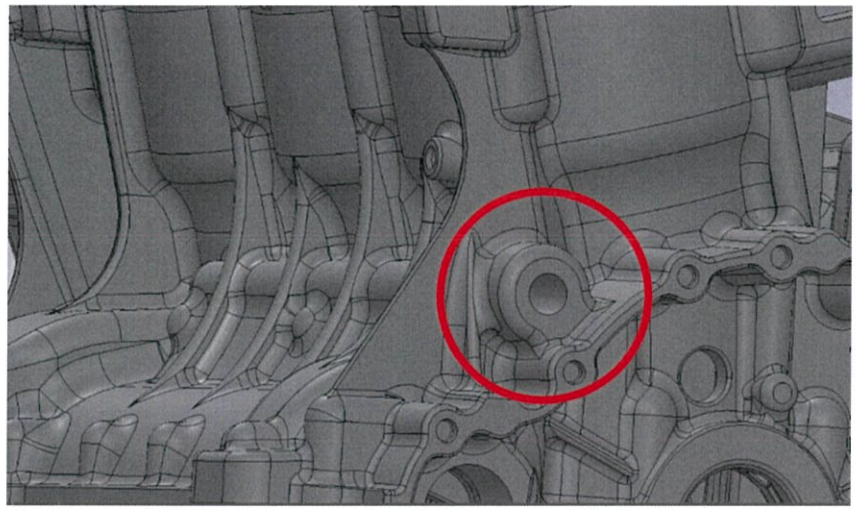


รูปที่ 4.3 กล่องสตาร์ทหลังประกอบเข้ากับเครื่องจักร

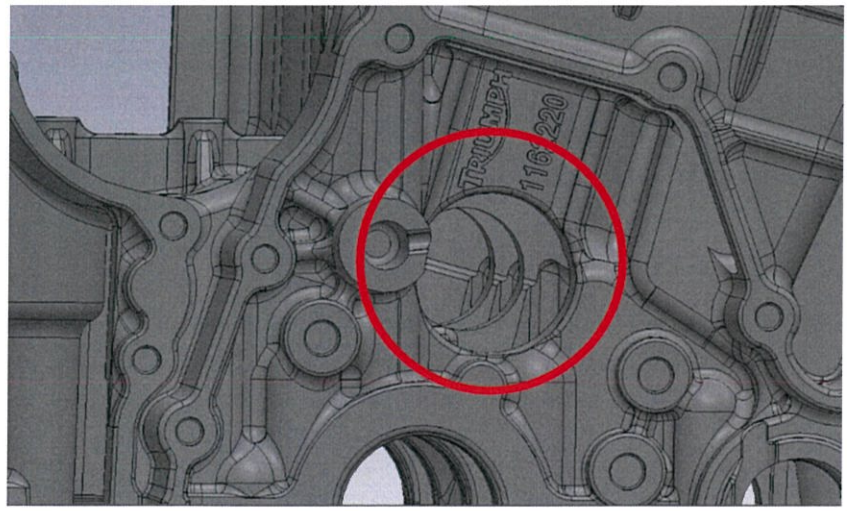
4.2 ผลการเขียนโปรแกรม

หลังจากเขียนโปรแกรมเสร็จ ได้มีการอัพโหลดโปรแกรมลง PLC และทำการทดสอบการทำงานของเครื่องจักรว่าสามารถทำงานได้ตามที่ลูกค้าต้องการหรือไม่ โดยการทำงานของเครื่องจักร จะเริ่มจากการเจาะรูขนาด Dia10 ก่อน แล้วตามด้วยการเจาะรูขนาด Dai30 ที่อีกด้านของเสื้อสูบ ซึ่งผลการทดสอบก่อนการส่งเครื่องให้ลูกค้า พบว่าเครื่องจักรสามารถเจาะรูได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยรูปที่ 4.4 และ 4.5 คือรูปจำลอง 3 มิติ ของรูเจาะบนเสื้อสูบ ส่วนรูป 4.6 และ 4.7 คือรูปแสดงผลที่ได้จากการทดสอบการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 4.4 รูป 3 มิติ แสดงรูเจาะขนาด Dia10 บนเสื้อสูบ



รูปที่ 4.5 รูป 3 มิติ แสดงรูเจาะขนาด Dia30 บนเสื้อสูบ

รูปที่ 4.6 รูปแสดงรูเจาะขนาด Dia10 บนเสื้อสูบ

รูปที่ 4.7 รูปแสดงรูเจาะขนาด Dia30 บนเสื้อสูบ

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงานและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงงานนี้เกิดขึ้นได้เนื่องจากบริษัท ไทรอัมพ์ มอเตอร์ไซเคิลส์ จำกัด ซึ่งเป็นผู้ผลิตและจัดจำหน่ายรถจักรยานยนต์ ต้องการเปลี่ยนรูปแบบการเจาะรูเสื้อสูบ เหตุจากการเปลี่ยนแปลงโมเดลของเสื้อสูบ จึงได้ติดต่อทางบริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด ให้สร้างเครื่องจักรสำหรับเจาะเสื้อสูบดังกล่าวขึ้น

โดยโครงงานนี้ถูกจัดทำขึ้นต้องผ่านขั้นตอนการหลายๆอย่าง ตั้งแต่การออกแบบไฟฟ้าของเครื่องจักร การ Wiring อุปกรณ์ไฟฟ้าในตู้ไฟฟ้า และตู้ปฏิบัติการ จนถึงการเขียนโปรแกรม และทดสอบโปรแกรมจนเครื่องจักรสามารถผลิตชิ้นงานได้ ซึ่งเมื่อนำเครื่องจักรไปติดตั้งที่บริษัทผู้ว่าจ้าง พบว่าเครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

5.2ปัญหาที่พบ และแนวทางแก้ไข

1. ความรู้ และประสบการณ์ยังไม่เพียงพอต่อการทำงาน
   แนวทางแก้ไข ศึกษาความรู้เพิ่มเติมด้วยตนเอง และปรึกษาขอคำแนะนำจากพี่ที่แผนก
2. การสั่งซื้ออุปกรณ์บางครั้งฝ่ายจัดซื้อมีความล่าช้าในการดำเนินงาน
   แนวทางแก้ไข คอยติดตามการดำเนินงานอย่างสม่ำเสมอ
3. ลูกค้ามีการเปลี่ยนแปลงอุปกรณ์ เปลี่ยนแปลงการทำงานของระบบบ่อยครั้ง
   แนวทางแก้ไข เร่งทำการแก้ไขให้ทันส่งงานให้ลูกค้า อาจเพิ่มการทำงานล่วงเวลา

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ควรมีการพูดคุยงานกับลูกค้าอย่างสม่ำเสมอ เพื่อให้ข้อมูลมีการอัพเดตอยู่ตลอด
2. ควรมีการสื่อสารระหว่างแผนกให้มากขึ้น เพื่อให้ได้ข้อมูลในการทำเครื่องจักรที่ตรงกัน

เอกสารอ้างอิง

[1] **PLC คือ อะไร** เข้าถึงได้จาก:
http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC-คือ-อะไร.html (วันที่ค้นข้อมูล: 23 ธ.ค. 2560)

[2] **ส่วนประกอบของ PLC** เข้าถึงได้จาก:
http://www.advance-electronic.com/blog/detail/112/th/ส่วนประกอบของ-PLC.html (วันที่ค้นข้อมูล: 23 ธ.ค. 2560)

[3] **Control Relay** เข้าถึงได้จาก:
https://www.slideshare.net/GolfgolfHappines/control-relay-11156758 (วันที่ค้นข้อมูล: 26 ธ.ค. 2560)

[4] **อินเวอร์เตอร์ คืออะไร** เข้าถึงได้จาก:
http://ap-machinery.com/inverter.html (วันที่ค้นข้อมูล: 28 ธ.ค. 2560)

[5] **Limit Switch** เข้าถึงได้จาก:
https://www.slideshare.net/faniefond/sensor-10956673 (วันที่ค้นข้อมูล: 26 ธ.ค. 2560)

[6] **ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC** เข้าถึงได้จาก:
http://นิวเมติก.com/plc-programing/ (วันที่ค้นข้อมูล: 18 ม.ค. 2561)

[7] **หลักการเขียน Ladder Diagram และคำสั่งพื้นฐาน** เข้าถึงได้จาก:
mgt.skru.ac.th/item/download/1369907779.pdf (วันที่ค้นข้อมูล: 19 ม.ค. 2561)