รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องล้างพาเลทสำหรับชิ้นส่วนเครื่องยนต์
WASHING MACHINE FOR ENGINE TEST PALLET

นางสาวทิพสุดา ศรีสุข

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องล้างพาเลทสำหรับชิ้นส่วนเครื่องยนต์
WASHING MACHINE FOR ENGINE TEST PALLET

นางสาวทิพสุดา ศรีสุข

หลักสูตรวิศวกรรมระบบควบคุม
ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา เครื่องล้างพาเลทสำหรับชิ้นส่วนเครื่องยนต์
นักศึกษา นางสาวทิพสุดา ศรีสุข
ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า
ผู้นิเทศงาน นายภานุวัฒน์ มีชำนาญ
สถานประกอบการ บริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษานี้จัดทำขึ้นโดยมีเนื้อหาเกี่ยวกับ Washing Machine For Engine Test Pallet ซึ่งเป็นเครื่องจักรที่ใช้ในการล้างพาเลทสำหรับใส่ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ โดยเป็นส่วนหนึ่งของไลน์การผลิตเครื่องยนต์ของบริษัท อีซูซุเอ็นยิ่นแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด มีการลำเลียงพาเลทด้วย Conveyor และใช้ PLC (Programmable Logic Controller) ในการควบคุมการทำงานของ Device ต่างๆ ด้วยการสื่อสารแบบ DeviceNet โดยภายในโครงงานจะมีการระบุขั้นตอนการปฏิบัติงาน ตั้งแต่การรับ Concept การทำงานของเครื่องจักร การออกแบบวงจรไฟฟ้าและตู้ควบคุมต่างๆ ด้วยโปรแกรม AutoCAD รวมไปถึงการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ด้วยโปรแกรม CX-Programmer และ CX-Designer

คำสำคัญ : PLC , DeviceNet , AutoCAD , CX-Programmer , CX-Designer

Cooperation Title	Washing Machine For Engine Test Pallet
Student	Miss Tipsuda Srisuk
Department	Instrumentation and Control Engineering
Faculty	Engineering
Advisor	Asst.Prof.Dr.Wandee Petchmaneelumka
Mentor	Mr.Phanuwat Meechamnan
Company	A.I. Industry Co.,Ltd

ABSTRACT

This cooperation project explains about Washing Machine For Engine Test Pallet, a machine used to wash pallets for engine parts. This machine is part of the production line of Isuzu Engine Manufacturing Co., (Thailand) Ltd. This machine used conveyors to convey pallets to machine and use the PLC (Programmable Logic Control) to control the operation of devices with DeviceNet communication. In this project, describe the process of operation : get concept of machine operation, design of electrical circuits and control box with AutoCAD, control this machine with CX-Programmer and CX-Designer

Keywords : PLC , DeviceNet , AutoCAD , CX-Programmer , CX-Designer

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงงานสหกิจศึกษาเล่มนี้ได้รับความอนุเคราะห์จากบริษัท เอ.ไอ. อินดัสตรี้ จำกัด ที่ให้โอกาสในการเรียนรู้จากการลงมือปฏิบัติงานจริง ทำให้ข้าพเจ้าได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆมากมาย ที่ไม่อาจหาได้จากการเรียนเพียงอย่างเดียว ขอขอบพระคุณ คุณภานุวัฒน์ มีชำนาญ ซึ่งเป็นพี่เลี้ยง ที่คอยให้ความรู้และการดูแลตลอดระยะเวลาสี่เดือนที่ผ่านมา ขอขอบพระคุณพี่ๆทุกคนในแผนกไฟฟ้า และแผนกอื่นๆที่ไม่ได้กล่าวถึง ที่คอยให้คำแนะนำในการทำงาน เป็นผลให้โครงงานเล่มนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่คอยให้คำแนะนำและการช่วยเหลือตลอดระยะเวลาที่ทำสหกิจศึกษา ขอขอบพระคุณอาจารย์ประจำภาควิชาทุกท่าน ที่มอบความรู้ทางทฤษฎี และปฏิบัติที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการทำสหกิจครั้งนี้

ผู้จัดทำ

ทิพสุดา ศรีสุข

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	XI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน	2
1.4 วิธีดำเนินการทำโครงงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การออกแบบระบบไฟฟ้า	4
2.1.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบทางไฟฟ้า	4
2.1.2 ส่วนประกอบของแบบทางไฟฟ้า	5
2.2 พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ทางไฟฟ้า	9
2.2.1 ตู้ควบคุม (Control Box)	9
2.2.1.1 Circuit Breaker	9
2.2.1.2 Magnetic Contactor	10
2.2.1.3 Overload Relay	11
2.2.1.4 Control Relay	11
2.2.1.5 Switching Power Supply	12
2.2.1.6 Surge Arrester	12
2.2.1.7 Noise Filter	13
2.2.1.8 Inverter	13
2.2.1.9 Programmable Logic Controller (PLC)	14
2.2.1.10 DeviceNet Unit	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.2 ตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)	15
2.2.2.1 Touch Screen	15
2.2.2.2 Selector Switch	15
2.2.2.3 Emergency Switch	16
2.2.2.4 Buzzer	16
2.2.2.5 Tower Light	17
2.2.2.6 Temperature Controller	17
2.2.3 เครื่องจักร	18
2.2.3.1 Proximity Sensor	18
2.2.3.2 Safety Key	18
2.2.3.3 Pressure Sensor	19
2.2.3.4 Reed Switch	19
2.3 PLC (Programmable Logic Controller)	20
2.3.1 ความหมายของ Programmable Logic Controller	20
2.3.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC	21
2.3.2.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply Unit)	21
2.3.2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU Unit)	22
2.3.2.3 หน่วยอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit)	23
2.3.2.4 หน่วยความจำ (ROM & RAM)	24
2.3.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC	25
2.3.4 หลักการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC	27
2.4 DeviceNet Communication	29
2.4.1 DeviceNet Network Design	30
2.4.2 Power Supply	31
2.4.3 Ground Network	32
2.4.4 DeviceNet Configuration	32

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.5 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง	33
2.5.1 AutoCAD	33
2.5.2 CX-Programmer	34
2.5.3 CX-Designer	35
2.5.4 CX-Integrator	36
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน	37
3.1 พูดคุยและวางแผนการดำเนินงาน	38
3.2 ออกแบบระบบไฟฟ้าและตู้ควบคุมต่างๆ	38
3.3 จัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆ	42
3.4 จัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Box) และตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)	43
3.5 ทำการติดตั้งตู้ควบคุมต่างๆเข้ากับเครื่องจักร และจัดวางตัวตรวจวัด	45
3.6 ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องจักร	46
3.7 ออกแบบหน้าจอสัมผัส (Touch Screen)	52
3.8 ทำการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Computer, PLC และ Touch Screen	53
3.9 ทดสอบการทำงานของเครื่องจักร	53
3.10 ติดตั้งเครื่องจักรเข้ากับไลน์การผลิตที่บริษัทลูกค้า	54
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	55
4.1 ผลของการออกแบบไฟฟ้า	55
4.2 ผลของการจัดทำตู้ควบคุมและตู้ปฏิบัติการ	59
4.3 ผลของการเขียนโปรแกรมและทดสอบเครื่องจักร	61
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	64
5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน	64
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	64
5.3 ข้อเสนอแนะจากการทำโครงงาน	65
เอกสารอ้างอิง	66

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์ทางไฟฟ้า	4
2.2 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้ากำลัง (Power Circuit)	5
2.3 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าควบคุม (Control Circuit)	5
2.4 ตัวอย่างการเชื่อมต่อของ PLC (PLC Specification)	6
2.5 ตัวอย่างอินพุตของ PLC (Input Module)	6
2.6 ตัวอย่างเอาต์พุตของ PLC (Output Module)	7
2.7 ตัวอย่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม (Board Layout)	7
2.8 ตัวอย่างแบบขนาดของตู้ควบคุม (Control Box)	8
2.9 ตัวอย่างแบบการจัดวางปุ่มสั่งงานและขนาดของตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)	8
2.10 Circuit Beaker Model EW250EAG-3P ของ FUJI	10
2.11 Magnetic Contactor Model SC-03 ของ FUJI	10
2.12 Overload Relay Model TR-0N ของ FUJI	11
2.13 Control Relay Model G2R-SND ของ OMRON	11
2.14 Switching Power Supply Model S8VS-12024 ของ OMRON	12
2.15 Surge Arrester Model CN5232 ของ FUJI	12
2.16 Noise Filter Model RSEL-2003W ของ TDK-LAMBDA	13
2.17 Inverter Model FRNF50E1S-2U ของ FUJI	13
2.18 CPU Model CJ2M-CPU34 ของ OMRON	14
2.19 DeviceNet Unit Model CJ1W-DRM21 ของ OMRON	14
2.20 Touch Screen Model NS8-TV01B-V2 ของ OMRON	15
2.21 Selector Switch แบบบิดค้าง (ขวา) และแบบมีกุญแจ (ซ้าย)	15
2.22 Emergency Switch Model XN4E-TL403Q4MR ของ IDEC	16
2.23 Buzzer Model DR22B5-EB ของ FUJI	16
2.24 Tower Light Model LME-302FB-RYG ของ PATLITE	17
2.25 Temperature Controller Model E5CC-RX2DSM-800 ของ OMRON	17
2.26 Proximity Sensor Model ต่างๆของ OMRON	18
2.27 Safety Key Model D4JL-2NFA-C5 ของ OMRON	18
2.28 Pressure Sensor Model GP-M100 ของ KEYENCE	19

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.29 Reed Switch Model D-Z73 ของ SMC	19
2.30 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC	21
2.31 Power Supply Unit Model CJ1W-PA202 ของ OMRON	21
2.32 CPU Unit Model CJ2M-CPU34 ของ OMRON	22
2.33 ลำดับ Program Scan ของ PLC	23
2.34 Input Module CJ1W-ID211 และ Output Module CJ1W-OD211 ของ OMRON	24
2.35 Ladder Diagram Language	25
2.36 Sequential Flow Chart Language	25
2.37 Function Block Diagram Language	26
2.38 Instruction List Language	26
2.39 Structure Text Language	27
2.40 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Load (LD) และ Load Not (LD NOT)	27
2.41 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง AND และ AND NOT	28
2.42 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง OR และ OR NOT	28
2.43 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง OUT และ OUT NOT	28
2.44 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง SET	28
2.45 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง RESET	29
2.46 รูปแบบการอ้างอิงโมเดล OSI ของโปรโตคอล DEVICENET	29
2.47 โครงสร้างของ DeviceNet Network	30
2.48 สายสื่อสารของ DeviceNet Network	30
2.49 การต่อกราวด์ของ DeviceNet Network	32
2.50 ตัวอย่าง DeviceNet Configuration	32
2.51 โปรแกรม AutoCAD	33
2.52 หน้าต่างขณะใช้งานโปรแกรม AutoCAD	33
2.53 โปรแกรม CX-Programmer	34
2.54 หน้าต่างขณะใช้งานโปรแกรม CX-Programmer	34
2.55 โปรแกรม CX-Designer	35

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.56 หน้าต่างขณะใช้งานโปรแกรม CX-Designer	35
2.57 โปรแกรม CX-Integrator	36
2.58 หน้าต่างขณะใช้งานโปรแกรม CX-Integrator	36
3.1 รายละเอียดแบบคร่าวๆของเครื่องจักร	38
3.2 หน้าปก สารบัญ ตารางมาตรฐานการใช้สายไฟ และคำอธิบายการอ่านแบบไฟฟ้า	38
3.3 Power Circuit Diagram	39
3.4 Control Circuit Diagram	39
3.5 PLC Specification Diagram	39
3.6 Temperature Controller Diagram	40
3.7 DeviceNet Diagram	40
3.8 Input Module Diagram	40
3.9 Output Module Diagram	41
3.10 Board Layout	41
3.11 Control Box	41
3.12 Operation Layout	42
3.13 Operation Box	42
3.14 ภาพตัวอย่างการทำ BOM (Bill of Material for Project)	42
3.15 กระบวนการ Wiring ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Box)	43
3.16 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Box)	43
3.17 กระบวนการ Wiring ตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)	44
3.18 ตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)	44
3.19 Sensor Layout Diagram	45
3.20 เครื่อง Washing Machine For Engine Test Pallet	45
3.21 การกำหนดรุ่นของ CPU ในโปรแกรม CX-Programmer	46
3.22 การกำหนดการ์ดที่ใช้การสื่อสารแบบ I/O ในโปรแกรม CX-Programmer	46
3.23 การกำหนดการ์ดที่ใช้การสื่อสารแบบ DeviceNet ในโปรแกรม CX-Integrator	47
3.24 ส่วนประกอบของโปรแกรม	47
3.25 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน Input Signal	48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.26 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน Output Signal	48
3.27 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน Main	49
3.28 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน HMI	50
3.29 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน Control	51
3.30 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน Component	51
3.31 การกำหนดรุ่นของ Touch Screen ในโปรแกรม CX-Designer	52
3.32 ตัวอย่างการออกแบบ Touch Screen สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร	52
3.33 ตัวอย่างการเชื่อมต่อข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CX-Integrator	53
3.34 การติดตั้งเครื่องจักรเข้ากับไลน์การผลิตที่บริษัทลูกค้า	54
4.1 ตัวอย่าง Power Circuit AC 3ø 220 V	55
4.2 ตัวอย่าง Power Circuit AC 2ø 220 V	55
4.3 ตัวอย่าง Control Circuit DC 24 V	56
4.4 ตัวอย่าง Control Circuit AC 220 V	56
4.5 ตัวอย่าง PLC Specification	57
4.6 ตัวอย่าง DeviceNet Diagram	57
4.7 ตัวอย่าง Temperature Controller Diagram	58
4.8 ตัวอย่าง Input Module	58
4.9 ตัวอย่าง Output Module	59
4.10 ขนาดของตู้ควบคุมและ Board Layout ภายในตู้	59
4.11 ขนาดของตู้ปฏิบัติและ Board Layout ภายในตู้	60
4.12 ตู้ควบคุมที่เสร็จสมบูรณ์	60
4.13 ตู้ปฏิบัติการที่เสร็จสมบูรณ์	61
4.14 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมเครื่องจักร	61
4.15 ทำการดาวน์โหลดโปรแกรมลง PLC	62
4.16 ทดสอบการทำงานของเครื่องจักรผ่านหน้าจอ Touch Screen	62

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน	2
2.1 แสดงความเร็วในการส่งข้อมูลของ DeviceNet Network	31
2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะของสายและการจ่ายกระแส	31

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

แนวคิดการจัดการขยะและทรัพยากรด้วยหลัก 3R อันประกอบไปด้วย 1. Reduce การลดการใช้ และลดการบริโภคทรัพยากรที่ไม่จำเป็น 2. Reuse การใช้ทรัพยากรให้คุ้มค่ามากที่สุด โดยการนำกลับมาใช้ซ้ำ 3. Recycle การนำสิ่งของที่ใช้ประโยชน์จากรูปเดิมไม่ได้ มาจัดการด้วยกระบวนการต่างๆ แล้วนำกลับมาใช้ใหม่ ซึ่งประโยชน์ของการจัดการด้วยหลัก 3R ทำให้สามารถลดปริมาณขยะที่อาจเกิดขึ้น และยังเป็นการประหยัดพลังงานและอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมอีกด้วย ซึ่งในทางอุตสาหกรรมได้มีการนำหลัก 3R มาปรับใช้กันอย่างแพร่หลาย เพราะนอกจากประโยชน์ที่กล่าวมาแล้ว หลัก 3R ยังสามารถลดค่าใช้จ่ายต่างๆได้อีกด้วย

สำหรับอุตสาหกรรมยานยนต์ในปัจจุบัน ได้มีการนำเครื่องจักรอัตโนมัติเข้ามาใช้มากขึ้น ทั้งนี้ก็เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และทดแทนในส่วนที่แรงงานคนไม่สามารถทำได้ ซึ่งทางบริษัท อีซูซุเอ็นยิ่นแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด มีความต้องการเครื่องจักรสำหรับล้างทำความสะอาดพาเลทสำหรับใส่ชิ้นส่วนเครื่องยนต์ เพื่อให้สามารถนำพาเลทกลับมาใช้ใหม่ได้ โดยเครื่องจักรนี้สามารถลดการใช้น้ำ โดยมีการนำน้ำที่ผ่านการล้างแล้ว มาผ่านกระบวนการต่างๆ เพื่อให้สามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

1. เพื่อศึกษาหลักการออกแบบระบบไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม AutoCAD
2. เพื่อศึกษาการเลือกใช้อุปกรณ์ทางไฟฟ้า
3. เพื่อศึกษาการออกแบบและการจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า ตู้ปฏิบัติการ
4. เพื่อศึกษาหลักการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องจักร โดยใช้โปรแกรม CX-Programmer
5. เพื่อศึกษาการสื่อสารระหว่าง PLC และ Device ด้วยการสื่อสารแบบ DeviceNet
6. เพื่อศึกษาหลักการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องจักรผ่านหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) โดยใช้โปรแกรม CX-Designer
7. เพื่อให้เครื่องจักร Washing Machine For Engine Test Pallet สามารถทำงานได้ตามที่โปรแกรมไว้

1.3 ขอบเขตการทำโครงงาน

1. ออกแบบระบบไฟฟ้าและตู้ควบคุมต่างๆ
2. จัดซื้ออุปกรณ์ทางไฟฟ้า และสั่งทำตู้ควบคุมตามแบบที่ออกแบบไว้
3. ทำการเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร
4. ออกแบบหน้าจอสัมผัส (Touch Screen)
5. ทำการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Computer, PLC และ Touch Screen

1.4 วิธีดำเนินการทำโครงงาน

การจัดทำโครงงาน Washing Machine For Engine Test Pallet เริ่มตั้งแต่การรับ Concept จากลูกค้า เพื่อนำมาออกแบบระบบไฟฟ้า ตู้ควบคุม (Control Box) และตู้ปฏิบัติการ (Operation Box) ของเครื่องจักร โดยในการออกแบบระบบไฟฟ้านั้น จะต้องทำการค้นหาข้อมูลของอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานของเครื่องจักร เมื่อออกแบบเรียบร้อยแล้วก็ทำจัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าและสั่งทำตู้ควบคุม จากนั้นจึงเข้าสู่กระบวนการ Wiring และติดตั้ง เพื่อเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆของเครื่องจักร

ในระหว่างการรอการจัดซื้อ ก็ทำการจัดทำโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยมีทั้งหมด 2 ส่วน คือ โปรแกรมสำหรับ PLC และโปรแกรมสำหรับ Touch Screen เมื่ออุปกรณ์ต่างๆครบและทำการ Wiring และติดตั้งเรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่กระบวนการเชื่อมต่อระหว่าง PLC, Touch Screen และ Computer เพื่อทำการ Download โปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ทั้งนี้เพื่อให้สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องจักรผ่าน Touch Screen ได้

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ตารางการดำเนินงาน	เดือน	สิงหาคม				กันยายน				ตุลาคม				พฤศจิกายน			
	สัปดาห์ที่	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
ศึกษาโปรเจคที่ได้รับ				↔													
ออกแบบวงจรไฟฟ้า และตู้ควบคุม					←	—	—	—	→								
จัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้า และสั่งทำตู้ควบคุม								←	—	—	—	→					
เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน										←	—	—	—	→			
เชื่อมต่อข้อมูลทั้งหมด																↔	

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการออกแบบระบบไฟฟ้า
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับหลักการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ
3. สามารถนำความรู้ที่เกี่ยวข้องกับการเขียนโปรแกรมไปต่อยอดในอนาคตได้
4. มีประสบการณ์ในการทำงาน จากการลงมือปฏิบัติจริงในสถานประกอบการ

บทที่ 2
ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้อง

สำหรับบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและความรู้ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบระบบไฟฟ้าและการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร Washing Machine For Engine Test Pallet โดยได้ทำการค้นคว้าและศึกษาข้อมูลจากแหล่งต่างๆ โดยแบ่งรายละเอียดเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

2.1 การออกแบบระบบไฟฟ้า

2.2 พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

2.3 PLC (Programmable Logic Controller)

2.4 DeviceNet Communication

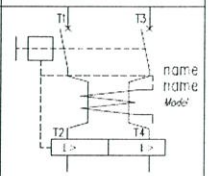
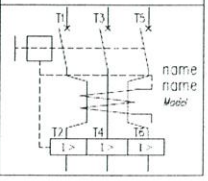
2.5 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.1 การออกแบบระบบไฟฟ้า

รูปแบบและหลักการออกแบบระบบไฟฟ้าของแต่ละสถานประกอบการจะแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับมาตรฐานของสถานประกอบการนั้นๆ ซึ่งหัวใจสำคัญของการออกแบบระบบไฟฟ้า คือ การจ่ายกำลังไฟฟ้า หรือสัญญาณไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ปลายทาง โดยทางบริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด มีรูปแบบของแบบทางไฟฟ้าดังนี้

2.1.1 สัญลักษณ์ที่ใช้ในแบบทางไฟฟ้า

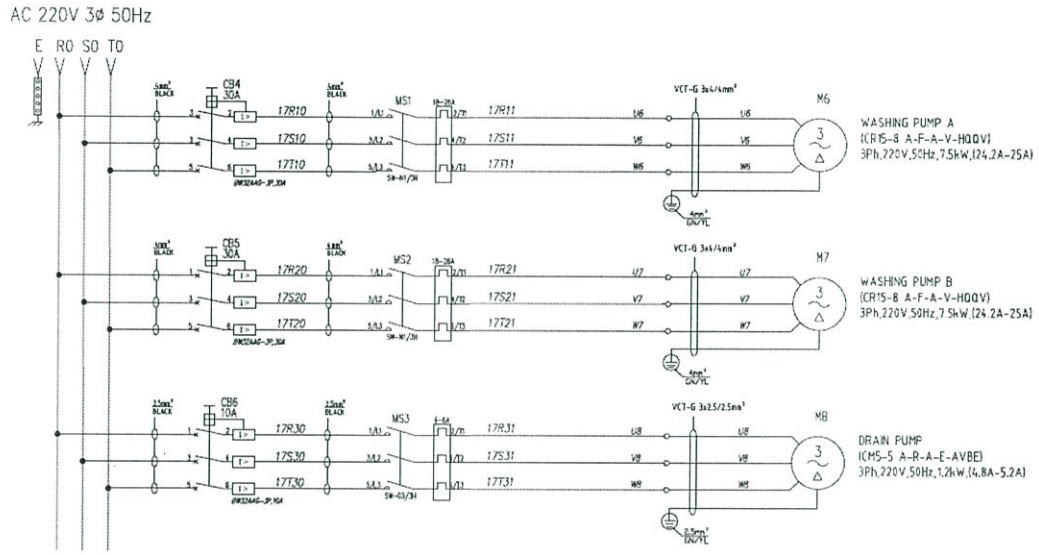
สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าต่างๆถูกกำหนดขึ้น เพื่อให้ผู้เขียนแบบและผู้อ่านแบบ มีความเข้าใจตรงกัน ซึ่งสัญลักษณ์ของแต่ละมาตรฐาน จะมีความแตกต่างกัน จึงควรศึกษาสัญลักษณ์ของแต่ละมาตรฐานก่อน เพื่อความเข้าใจในการอ่านแบบทางไฟฟ้ามากขึ้น

NO.	Symbol name	Letter symbol	Symbol of IEC
1	Earth-leakage circuit breaker 2P	ELCB	
2	Earth-leakage circuit breaker 3P	ELCB	

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างสัญลักษณ์อุปกรณ์ทางไฟฟ้า

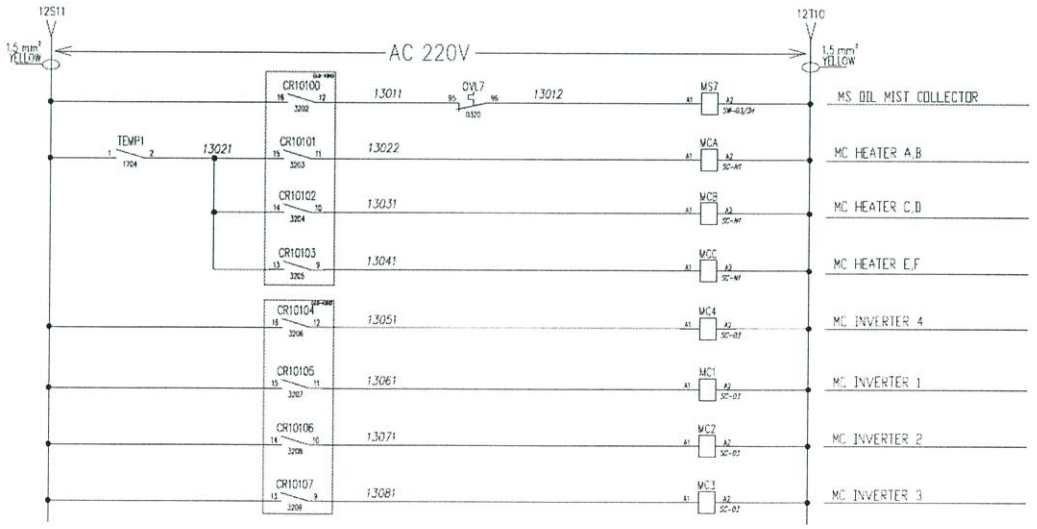
2.1.2 ส่วนประกอบของแบบทางไฟฟ้า

1. วงจรไฟฟ้ากำลัง (Power Circuit) เป็นวงจรแสดงการจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ต่างๆ



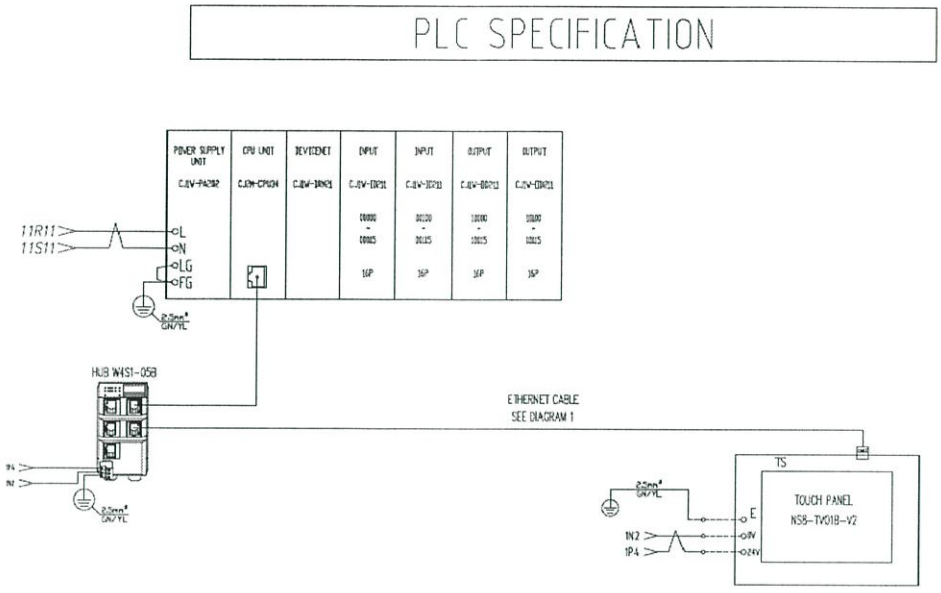
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้ากำลัง (Power Circuit)

2. วงจรไฟฟ้าควบคุม (Control Circuit) เป็นวงจรแสดงการควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้า



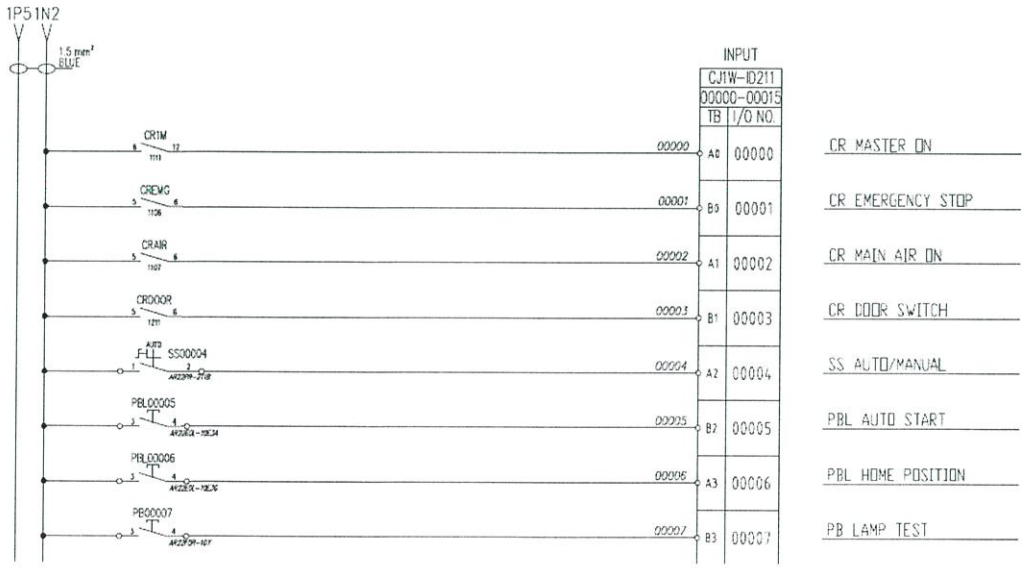
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้าควบคุม (Control Circuit)

3. การเชื่อมต่อของ PLC (PLC Specification) เป็นแบบแสดงการเชื่อมต่อของ PLC กับ Module ต่างๆ

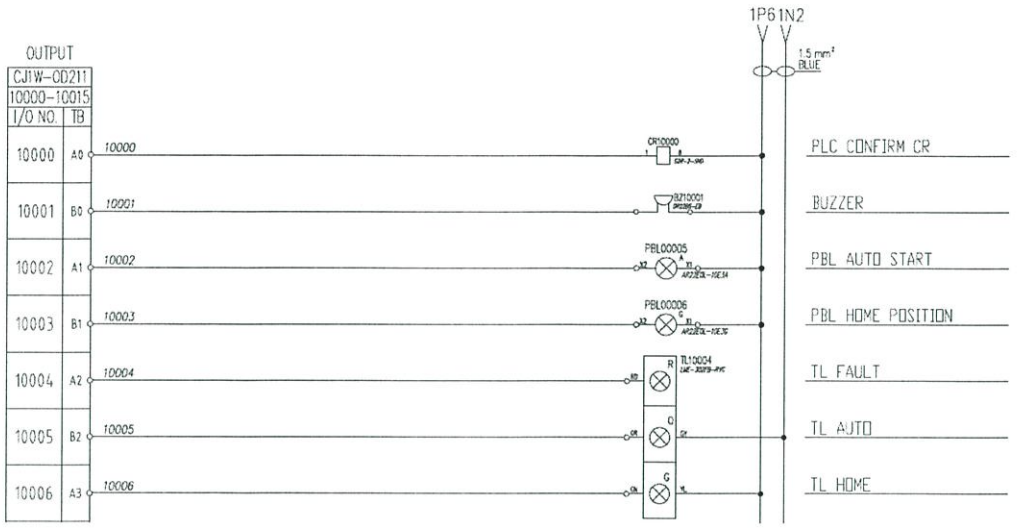


รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการเชื่อมต่อของ PLC (PLC Specification)

4. อินพุตและเอาต์พุตของ PLC (I/O Module) เป็นแบบแสดงสัญญาณเข้าของ PLC ว่ารับจากอุปกรณ์ใด และสัญญาณออกของ PLC ว่าส่งออกไปยังอุปกรณ์ใด

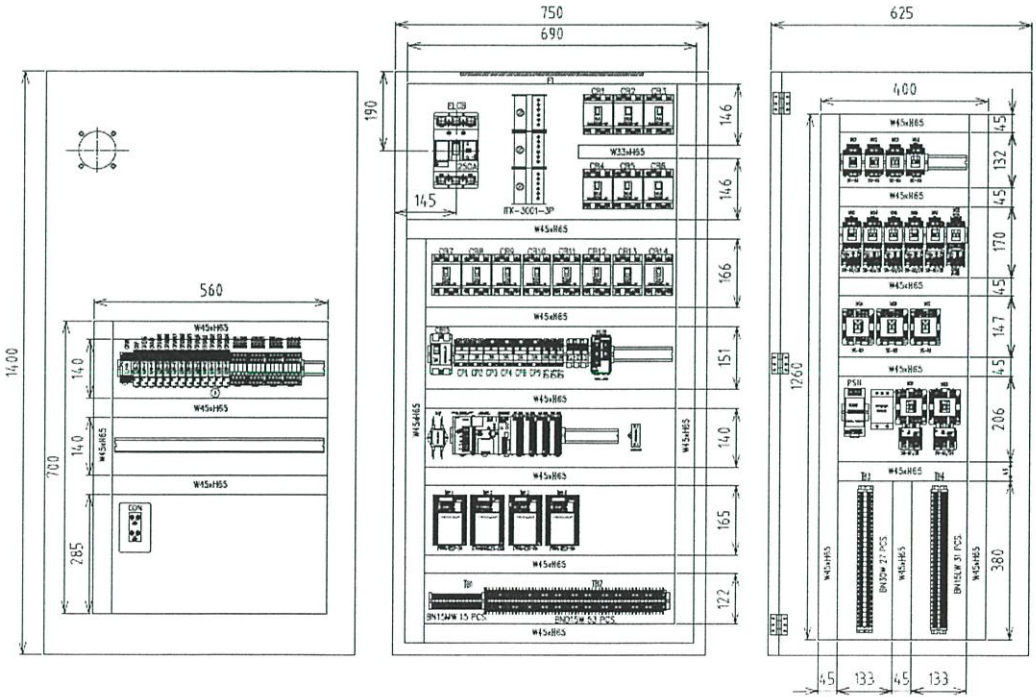


รูปที่ 2.5 ตัวอย่างอินพุตของ PLC (Input Module)



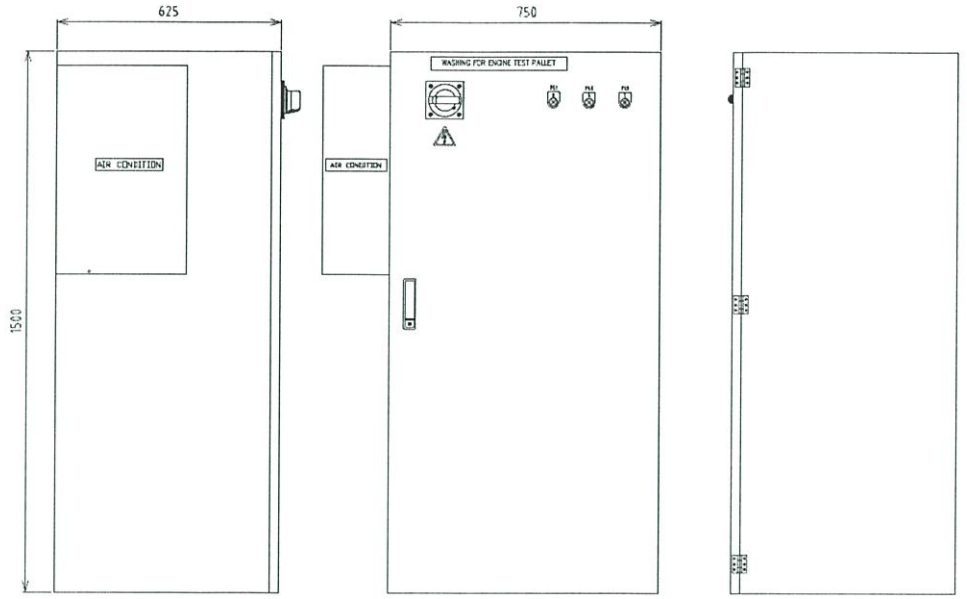
รูปที่ 2.6 ตัวอย่างเอาต์พุตของ PLC (Output Module)

5. แบบการจัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม (Board Layout) จัดทำขึ้นเพื่อกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ภายในตู้ควบคุม



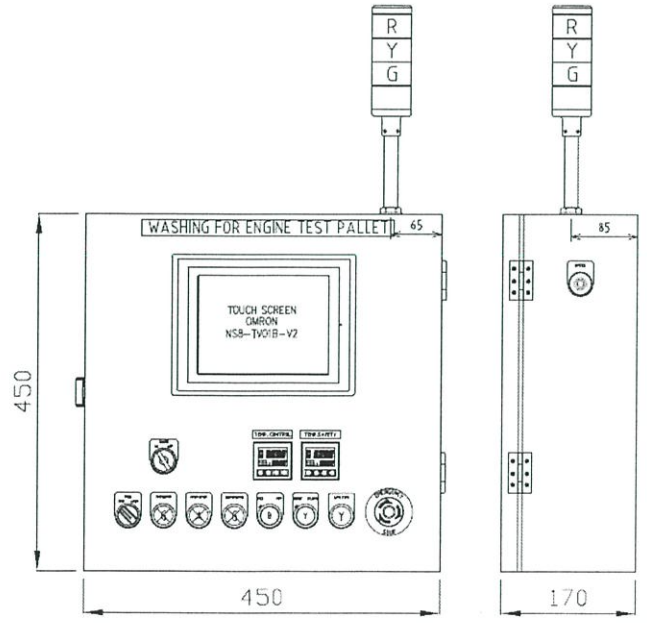
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างแบบการจัดวางอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในตู้ควบคุม (Board Layout)

6. แบบขนาดของตู้ควบคุม (Control Box) จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการสั่งทำตู้ควบคุม



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างแบบขนาดของตู้ควบคุม (Control Box)

7. แบบการจัดวางปุ่มสั่งงานและขนาดของตู้ปฏิบัติการ (Operation Box) จัดทำเพื่อกำหนดตัวแหน่งของอุปกรณ์ และใช้ในการสั่งทำตู้ปฏิบัติการ



รูปที่ 2.9 ตัวอย่างแบบการจัดวางปุ่มสั่งงานและขนาดของตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)

2.2 พื้นฐานความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ทางไฟฟ้า

อุปกรณ์ทางไฟฟ้าแต่ละชนิดมีความเหมาะสมกับการใช้งานที่แตกต่างกัน จึงควรศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ก่อน เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้อย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพ โดยภายในเครื่อง Washing Machine For Engine Test Pallet มีอุปกรณ์ทางไฟฟ้าติดตั้งอยู่ 3 ส่วน คือ

2.2.1 ตู้ควบคุม (Control Box)

2.2.2 ตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)

2.2.3 เครื่องจักร

2.2.1 ตู้ควบคุม (Control Box)

ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องการอันตรายจากกระแสลัดวงจร และใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ดังนี้

2.2.1.1 Circuit Breaker

ทำหน้าที่ตัดวงจรไฟฟ้าแบบอัตโนมัติเมื่อมีกระแสไหลเกินกว่าค่าที่กำหนด เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับสายไฟ และโหลดต่างๆ โดยมีหลักการทำงาน ดังนี้

1. Thermal Trip โครงสร้างภายในจะประกอบด้วย แผ่นโลหะไบเมทัล (Bimetal) 2 แผ่น ซึ่งทำจากโลหะที่ต่างชนิดกันมีสัมประสิทธิ์ความร้อนไม่เท่ากัน เมื่อมีกระแสไหลผ่านโลหะไบเมทัล จะทำให้โลหะไบเมทัลเกิดการโก่งตัวแล้วไปปลดอุปกรณ์ทางกลทำให้เบรกเกอร์ตัดวงจรเรียกว่าเกิดการทริป (Trip)

2. Magnetic Trip อาศัยหลักการทำงานของอำนาจสนามแม่เหล็ก เมื่อวงจรเกิดกระแสลัดวงจรหรือมีกระแสเกิน จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กความเข้มสูง แล้วทำการปลดอุปกรณ์ทางกลไก ทำให้เบรกเกอร์เกิดการตัดวงจรหรือเปิดวงจรขึ้น ซึ่งการทำงานแบบนี้จะตัดวงจรได้เร็วกว่าแบบ Thermal Trip

3. Thermal-Magnetic Trip เมื่อมีกระแสในวงจรเกินค่าพิกัดหน้าสัมผัสของเซอร์กิตเบรกเกอร์จะเปิดวงจร โดยอาศัยทั้งความร้อนและการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กช่วยในการปลดกลไกหน้าสัมผัสให้เปิดวงจร

4. Solid State Trip หรือ Electronic Trip หลักการทำงานประเภทนี้ได้นำวงจรอิเล็กทรอนิกส์มาใช้ร่วมกับเซอร์กิตเบรกเกอร์ สามารถปรับค่ากระแสทริปให้ทำงานในย่านต่างๆ ได้ โครงสร้างภายในจะมีหม้อแปลงกระแส ทำหน้าที่แปลงกระแสให้ต่ำลงและมีไมโครโปรเซสเซอร์ทำหน้าที่วิเคราะห์กระแส หากกระแสมีค่าเกินกว่าที่กำหนดไว้จะสั่งการให้มีการปลดวงจรออก

รูปที่ 2.10 Circuit Beaker Model EW250EAG-3P ของ FUJI

2.2.1.2 Magnetic Contactor

เป็นอุปกรณ์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า ทำหน้าที่เปิด-ปิดหน้าสัมผัส (Contact) โดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส สามารถนำมาประยุกต์ใช้กับวงจรควบคุมต่างๆ เช่น วงจรควบคุมมอเตอร์ มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงานได้แก่ แกนเหล็ก (Core) ,ขดลวด (Coil) ,หน้าสัมผัส (Contact)

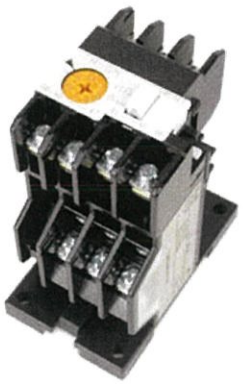
ในสภาวะปกติหรือในสภาวะที่ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจร แกนเหล็กทั้ง 2 ชุด คือ แกนเหล็กอยู่กับที่และแกนเหล็กเคลื่อนที่ จะถูกดันให้ห่างออกจากกันด้วยสปริง หน้าสัมผัสหลัก (Main Contact) จะเปิดวงจร เมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวด จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นและเอาชนะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กเคลื่อนที่ซึ่งมีชุดหน้าสัมผัสเคลื่อนที่ (Moving Contact) ยึดติดอยู่เลื่อนลงมา หน้าสัมผัสหลักจะปิดวงจร กระแสไฟฟ้าจึงจ่ายไปยังโหลดได้

สำหรับหน้าสัมผัสช่วยหรือคอนแทคช่วย ทำงานโดยอาศัยอำนาจในการเปิด-ปิดของหน้าสัมผัสหลัก เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าคอยล์ คอนแทคช่วยปกติเปิด (NO) จะเปลี่ยนหน้าสัมผัสเป็นปิด และคอนแทคช่วยปกติปิด(NC) จะเปลี่ยนหน้าสัมผัสเป็นเปิด เมื่อหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้คอยล์คอนแทคช่วยทั้งสองชุดนี้จะกลับไปสู่สภาวะเดิมอีกครั้ง

รูปที่ 2.11 Magnetic Contactor Model SC-03 ของ FUJI

2.2.1.3 Overload Relay

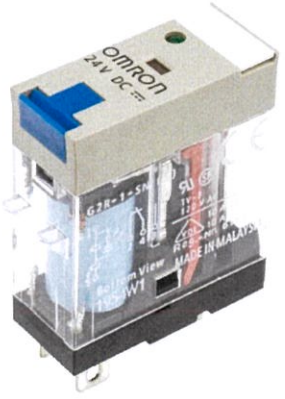
เป็นอุปกรณ์ป้องกันมอเตอร์ทำงานเกินกำลัง หรือป้องกันมอเตอร์ไม่ให้เกิดการเสียหาย เมื่อมีกระแสไหลเกินพิกัดในมอเตอร์ โดยโครงสร้างภายในของโอเวอร์โหลดประกอบไปด้วย ขดลวดความร้อน (Heater) พันรอบอยู่กับแผ่นไบเมทัล (Bimetal) เมื่อมอเตอร์ทำงานหนักเกินกำลัง จะทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวนำสูงเกินพิกัดของโอเวอร์โหลดที่ตั้งไว้ เกิดความร้อนที่ไบเมทัล ทำให้ไบเมทัลงอตัวไปดันก้านดันหน้าสัมผัส ทำให้หน้าผัสที่ปิดจะเปลี่ยนเป็นเปิด และหน้าสัมผัสเปิดจะเปลี่ยนเป็นปิด และเมื่อกดปุ่มรีเซ็ทหน้าสัมผัสจะกลับคืนสภาพเดิม ในกรณีที่โอเวอร์โหลดเป็นแบบไม่มีปุ่มรีเซ็ทจะต้องรอให้ไบเมทัลเย็นตัวลง หน้าสัมผัสถึงจะกลับคืนสู่สภาพเดิม



รูปที่ 2.12 Overload Relay Model TR-0N ของ FUJI

2.2.1.4 Control Relay

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดต่อวงจรคล้ายกับสวิตซ์ โดยใช้หลักการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก เพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะ



รูปที่ 2.13 Control Relay Model G2R-SND ของ OMRON

2.2.1.5 Switching Power Supply

เป็นอุปกรณ์ที่จ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ โดยจะทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (DC) โดยประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ 1. วงจรฟิลเตอร์และเรกติไฟเออร์ ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟสลับเป็นไฟตรง 2. คอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟตรงเป็นไฟสลับความถี่สูง และแปลงกลับเป็นไฟตรงโวลต์ต่ำ 3. วงจรควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของคอนเวอร์เตอร์ เพื่อให้ได้แรงดันเอาต์พุตตามต้องการ

รูปที่ 2.14 Switching Power Supply Model S8VS-12024 ของ OMRON

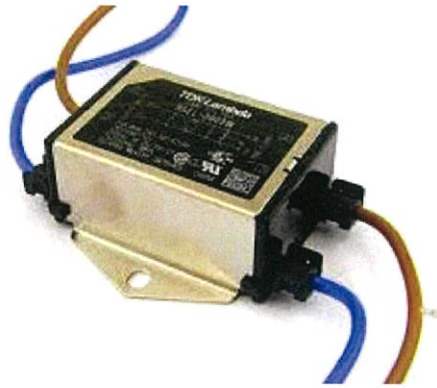
2.2.1.6 Surge Arrester

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่ป้องกันแรงดันเกิน (Overvoltage) ซึ่งอาจเกิดจากฟ้าผ่า หรือการปิด-เปิดวงจรของอุปกรณ์ โดยทั่วไปในขณะแรงดันปกติ Surge Arrester จะมีค่าอิมพีแดนซ์สูงมาก แต่เมื่อเกิดแรงดันเกิน ค่าอิมพีแดนซ์จะมีค่าต่ำลง ช่วยให้กระแสไหลลงดินได้อย่างสะดวก

รูปที่ 2.15 Surge Arrester Model CN5232 ของ FUJI

2.2.1.7 Noise Filter

เป็นอุปกรณ์กรองกระแสไฟฟ้า เพื่อลดสัญญาณรบกวนจากคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า และสัญญาณรบกวนจากคลื่นความถี่วิทยุต่างๆ



รูปที่ 2.16 Noise Filter Model RSEL-2003W ของ TDK-LAMBDA

2.2.1.8 Inverter

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับแปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) นอกจากนั้นยังมีชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์และวงอินเวอร์เตอร์ ใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้หลักการควบคุมความถี่ของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ เพื่อต้องการให้แรงบิด (Torque) คงที่ทุกๆความเร็วที่เปลี่ยนแปลงไป

รูปที่ 2.17 Inverter Model FRNF50E1S-2U ของ FUJI

2.2.1.9 Programmable Logic Controller (PLC)

เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม ที่สามารถจะโปรแกรมได้ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูก และสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์

รูปที่ 2.18 CPU Model CJ2M-CPU34 ของ OMRON

2.2.1.10 DeviceNet Unit

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง PLC และอุปกรณ์ โดยใช้การสื่อสารแบบ DeviceNet ทั้งนี้ก็เพื่อลดเวลาและลดค่าใช้จ่ายในการเดินสาย

รูปที่ 2.19 DeviceNet Unit Model CJ1W-DRM21 ของ OMRON

2.2.2 ตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)

ประกอบไปด้วยอุปกรณ์ที่ใช้ในการรับคำสั่งจากผู้ควบคุม และอุปกรณ์แสดงผลการทำงานของเครื่องจักร ดังนี้

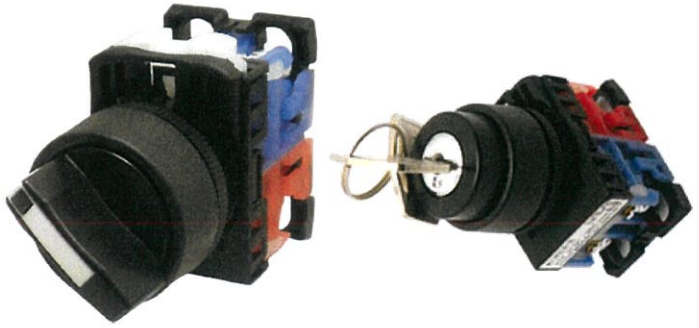
2.2.2.1 Touch Screen

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสื่อกลางในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมการทำงานและแสดงผล หรือเรียกอีกอย่างว่า HMI (Human Machine Interface)

รูปที่ 2.20 Touch Screen Model NS8-TV01B-V2 ของ OMRON

2.2.2.2 Selector Switch

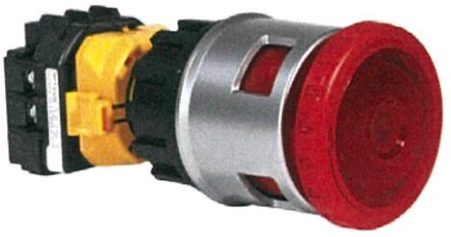
เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมวงจรไฟฟ้า เพื่อให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าวงจร หรือตัดกระแสไฟไม่ให้ไหลผ่านวงจรได้ตามที่ต้องการ เป็นสวิตช์ที่ใช้กับงานที่ต้องควบคุมการทำงานด้วยมือโดยการบิดเพื่อให้คอนแทค ที่อยู่ภายในเปลี่ยนสภาวะ



รูปที่ 2.21 Selector Switch แบบบิดค้าง (ขวา) และแบบมีกุญแจ (ซ้าย)

2.2.2.3 Emergency Switch

สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน เป็นสวิตช์ที่มีขนาดหัวใหญ่กว่าสวิตช์แบบธรรมดา นิยมใช้เป็นปุ่มหยุดเครื่องจักร เพื่อรองรับกับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น ทันทีที่กดปุ่ม Emergency Switch เครื่องจักรจะหยุดการทำงานในทันที เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุต่างๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้



รูปที่ 2.22 Emergency Switch Model XN4E-TL403Q4MR ของ IDEC

2.2.2.4 Buzzer

มีหน้าที่แสดงผลเป็นสัญญาณเสียงเพื่อแจ้งเตือนหรือแสดงถึงความผิดพลาดในการทำงานของเครื่องจักร เพื่อให้ผู้ปฏิบัติการรับรู้และสามารถยับยั้งเหตุการณ์อันตรายได้ทันท่วงที

รูปที่ 2.23 Buzzer Model DR22B5-EB ของ FUJI

2.2.2.5 Tower Light

เป็นอุปกรณ์แสดงสภาวะการทำงานของเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะมีไฟบอกสัญญาณอยู่ทั้งหมด 5 สี คือ สีแดง สีเหลือง สีเขียว สีน้ำเงิน และสีขาว และมี Buzzer เป็นสัญญาณเสียง

รูปที่ 2.24 Tower Light Model LME-302FB-RYG ของ PATLITE

2.2.2.6 Temperature Controller

เป็นเครื่องควบคุมที่ทำหน้าที่ในการประมวลผลสัญญาณอินพุตจากเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ และสั่งงานเอาต์พุต เพื่อไปควบคุมอุปกรณ์ที่ใช้ในการเพิ่มหรือลดอุณหภูมิอีกที โดยกระบวนการควบคุมนั้นมีด้วยกันหลากหลายรูปแบบ เช่น ON-OFF Control, PID Control, Fuzzy Logic Control โดยหลักการทำงานคือ Temperature Sensor จะทำหน้าที่วัดอุณหภูมิส่งมาที่ Temperature Controller หากอุณหภูมิไม่ได้ตามที่ตั้งไว้ Temperature Controller จะจ่ายแรงดันไปให้ฮีทเตอร์ เพื่อเพิ่มอุณหภูมิให้ได้ตามที่ผู้ใช้งานต้องการ

รูปที่ 2.25 Temperature Controller Model E5CC-RX2DSM-800 ของ OMRON

2.2.3 เครื่องจักร

2.2.3.1 Proximity Sensor

เป็นอุปกรณ์สำหรับตรวจจับวัตถุโดยปราศจากการสัมผัส ซึ่งการตรวจจับวัตถุนั้นจะทำให้เราทราบถึงตำแหน่งของวัตถุ หรือสามารถระบุได้ว่าขณะนั้นมีวัตถุใดผ่านเข้ามาในตำแหน่งที่กำหนดไว้หรือไม่ มีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ Inductive Proximity Sensor ใช้สำหรับตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะ ด้วยหลักสนามแม่เหล็กไฟฟ้า และ Capacitive Proximity Sensor ใช้สำหรับตรวจจับวัตถุที่เป็นโลหะและอโลหะด้วยหลักการประจุไฟฟ้า

รูปที่ 2.26 Proximity Sensor Model ต่างๆของ OMRON

2.2.3.2 Safety Key

ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ ตัวเซนเซอร์และสลัก (Key) โดยเมื่อสลักถูกเสียบเข้าไปในตัวเซนเซอร์ เพื่อบอกสถานะว่าเครื่องจักรกำลังทำงานอยู่ โดยทั่วไปจะมีหน้าคอนแทค NC และเมื่อสลักถูกดึงออกหน้าจะทำให้หน้าคอนแทคเปลี่ยนสถานะ เพื่อไปตัดวงจรสั่งให้เครื่องจักรหยุดทำงาน

รูปที่ 2.27 Safety Key Model D4JL-2NFA-C5 ของ OMRON

2.2.3.3 Pressure Sensor

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้วัดความดันของของเหลวและก๊าซ โดยระดับความดันจะเปลี่ยนตามความโค้งงอของแผ่นไดอะแฟมที่ประกอบอยู่ภายในของเซนเซอร์ ซึ่งระดับความโค้งงอสามารถวัดได้ด้วยการเปลี่ยนแปลงความต้านทาน หรือการเปลี่ยนแปลงของการเก็บประจุ

รูปที่ 2.28 Pressure Sensor Model GP-M100 ของ KEYENCE

2.2.3.4 Reed Switch

เป็นสวิตช์ที่ควบคุมการทำงานโดยใช้แม่เหล็ก ในการใช้งานจะยึดรีดสวิตช์ไว้ที่ตัวกระบอกสูบ โดยตัวกระบอกสูบต้องทำจากอลูมิเนียม และลูกสูบต้องมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กถาวร หลักการทำงานเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่เข้าสุด อำนาจแม่เหล็กที่ตัวลูกสูบจะไปดึงดูดให้หน้าคอนแทคของรีดสวิตช์ต่อกัน ซึ่งปกติหน้าคอนแทคจะเป็นหน้าคอนแทคปกติเปิด เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่มาตรงกับตำแหน่งของรีดสวิตช์ก็จะปิดวงจร และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ออกไปตรงกับตำแหน่งของรีดสวิตช์ตัวนอก อำนาจแม่เหล็กของลูกสูบก็จะดึงดูดให้รีดสวิตช์ปิดวงจรเช่นกัน

รูปที่ 2.29 Reed Switch Model D-Z73 ของ SMC

2.3 PLC (Programmable Logic Controller)

2.3.1 ความหมายของ Programmable Logic Controller

ตัวควบคุมแบบสามารถป้อนโปรแกรมได้ (Programmable logic Controller : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ มีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ โดยตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย สามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นๆ เช่น เครื่องอ่านบาร์โค๊ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Standalone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมาก ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรม จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

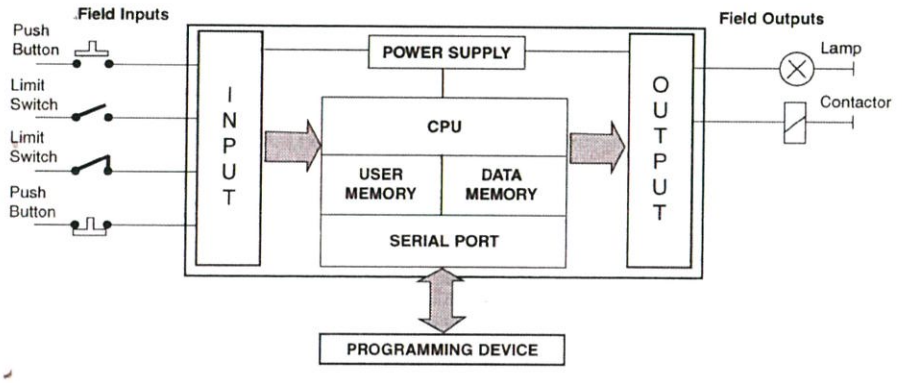
PLC เป็นอุปกรณ์ชนิด Solid-State ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard-Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบ Solid-State ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

2.3.2 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม แบ่งส่วนประกอบออกได้ 4 ส่วนหลักๆ ด้วยกัน คือ

1. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply Unit : PSU)
2. หน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)
3. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input & Output Unit : I/O Unit)
4. หน่วยความจำ (Read Only Memory : ROM & Random Access Memory : RAM)



รูปที่ 2.30 โครงสร้างและส่วนประกอบของ PLC

2.3.2.1 แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Power Supply Unit)

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU หน่วยความจำ และหน่วยอินพุต/เอาท์พุต

รูปที่ 2.31 Power Supply Unit Model CJ1W-PA202 ของ OMRON

2.3.2.2 หน่วยประมวลผลกลาง (CPU Unit)

เป็นส่วนมันสมองของระบบ โดยภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ และมี Microprocessor-based ที่ใช้สำหรับแทนรีเลย์ (Relay), เคาน์เตอร์ (Counter), ไทม์เมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้สามารถออกแบบวงจร Relay Ladder Logic เข้าไปได้

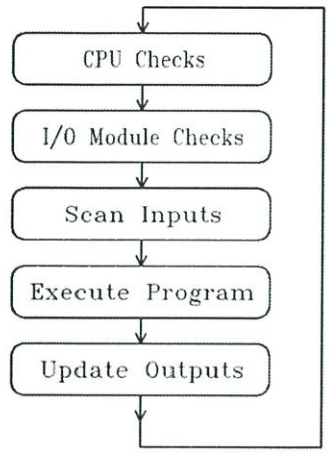
CPU จะยอมรับ Input Data จากอุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุมแหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ ซึ่งจ่ายให้กับ Processor และ I/O Modules และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

รูปที่ 2.32 CPU Unit Model CJ2M-CPU34 ของ OMRON

การประมวลผลของ CPU ทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาท์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาท์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งจะใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า Scan Time เวลาในการสแกนแต่ละรอบจะใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม จำนวนอินพุต/เอาท์พุต หรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุด แล้วส่งไปที่หน่วยเอาท์พุต ซึ่งการสแกนของ PLC ประกอบด้วย

1. I/O Scan คือ การบันทึกสภาวะข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นอินพุต และให้อุปกรณ์เอาท์พุตทำงาน

2. Program Scan คือ การให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง



รูปที่ 2.33 ลำดับ Program Scan ของ PLC

2.3.2.3 หน่วยอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit)

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ แล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุตเพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้นสัญญาณเหล่านี้จะต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

ในส่วนของเอาต์พุต จะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟ โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์ (Relay) หรือคอนแทคเตอร์ (Contactor)

รูปที่ 2.34 Input Module CJ1W-ID211 และ Output Module CJ1W-OD211 ของ OMRON

2.3.2.4 หน่วยความจำ (ROM & RAM)

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM โดยหน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของ โดยอธิบายหน่วยความจำได้ดังนี้

1. RAM (Random Access Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. ROM (Read Only Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะเก็บความจำไว้ ถึงแม้ว่าแบตเตอรี่ดับแล้วหรือปิดเครื่อง แล้วทำการเปิดขึ้นมาใหม่ ข้อมูลก็ยังคงเก็บอยู่ใน ROM เหมือนเดิมแต่ไม่สามารถลบข้อมูลออกไปได้

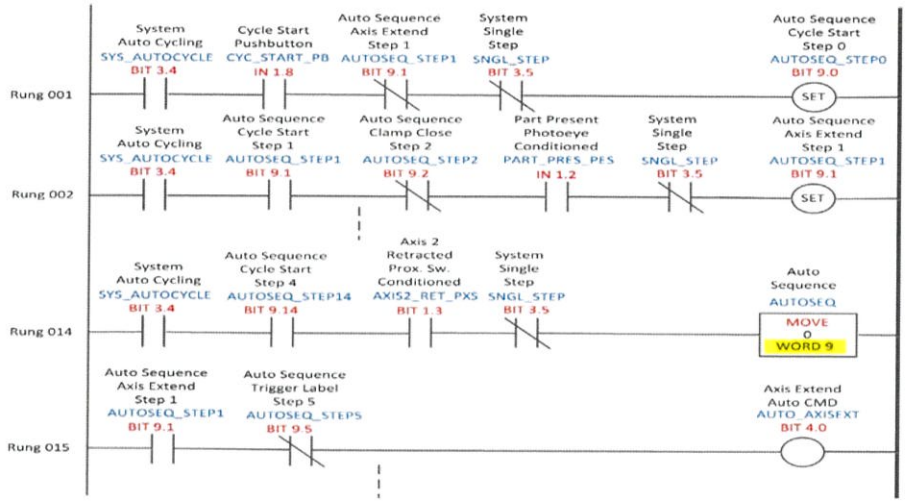
3. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำประเภทนี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม ส่วนการลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือใช้การตากแดด มีข้อดีคือ โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

4. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) สำหรับหน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM และไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ เป็นการรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

2.3.3 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC

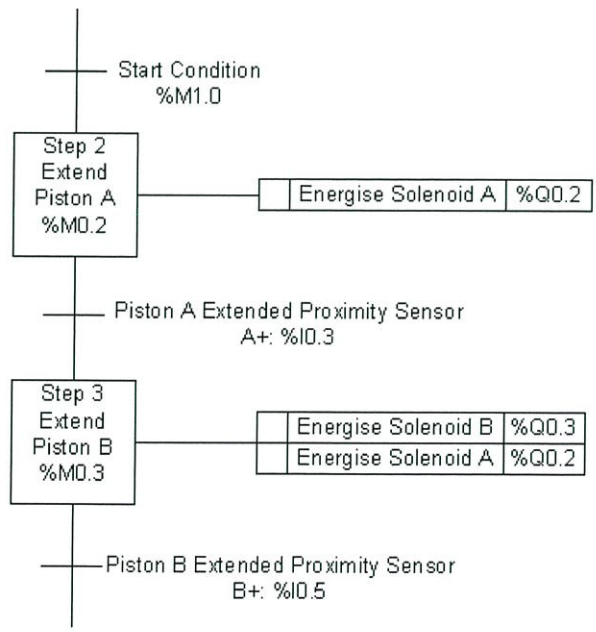
PLC แต่ละยี่ห้อจะใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามความต้องการแตกต่างกัน ซึ่งตามมาตรฐาน IEC1131-3 ได้แบ่งมาตรฐานภาษาต่างๆ ออกเป็น 5 แบบ คือ

1. Ladder Diagram Language



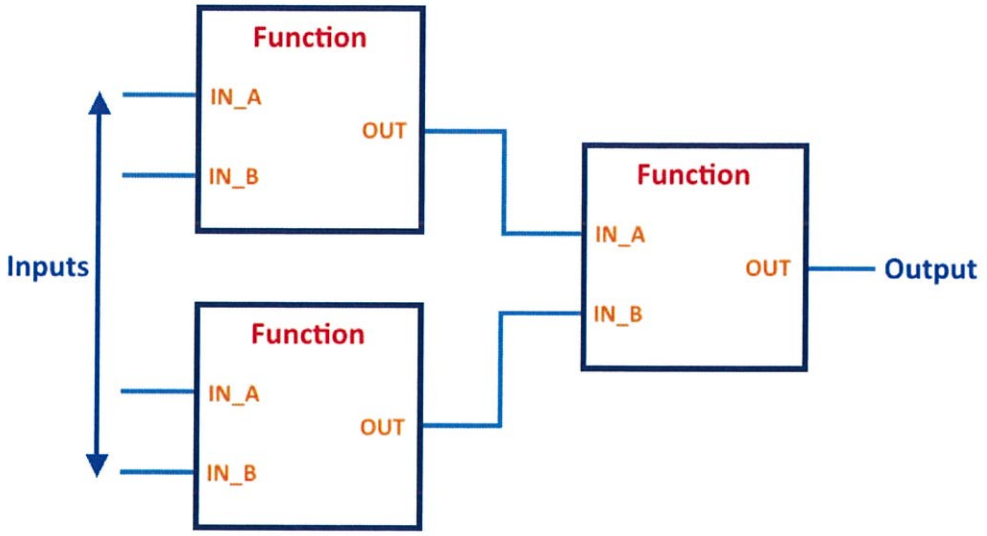
รูปที่ 2.35 Ladder Diagram Language

2. Sequential Flow Chart Language



รูปที่ 2.36 Sequential Flow Chart Language

3. Function Block Diagram Language



รูปที่ 2.37 Function Block Diagram Language

4. Instruction List Language (Statement List Language)

```
Network 36 : STOP SEQENCE IF SEQUENCE CHANGES FROM MIXED STACK TO STILLS ONLY
STOP SEQENCE IF SEQUENCE CHANGES FROM MIXED STACK TO STEELS ONLY

      A     "ALWAYS ON"
      =     L       0.0
      A     L       0.0
      A     "TS2_MIXED_STACK"
      FP    "1SHOT_5"
      S     "TS2_SEQOFF_TP"
      A     L       0.0
      A     "TS2_MIXED_STACK"
      FN    "1SHOT_6"
      S     "TS2_SEQOFF_TP"

Network 37 : RESET CONTROL BITS FROM TP (DONE ON THE PLC FOR SAFETY REASONS)
THIS DELAY IS REQUIRED FOR GRAPH7 TO HALT,STOP,AND START THE SEQUENECES

      A(
      O     "TS2_SEQHalt_TP"
      O     "TS2_SEQOFF_TP"
      O     "TS2_SEQstart_TP"
      )
      L     S5T#200MS
      SD    T       1
      NOP   0
      NOP   0
      NOP   0
      A     T       1
      R     "TS2_SEQHalt_TP"
      R     "TS2_SEQOFF_TP"
      R     "TS2_SEQstart_TP"
```

รูปที่ 2.38 Instruction List Language

5. Structure Text Language

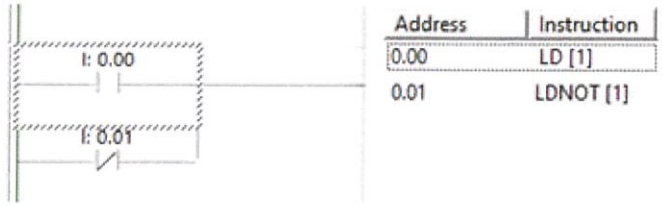
```
Setpoint_IN_STAGE_1_FAILED:
    (* During 'STAGE_1_FAILED': '<S1>:119' *)
    IF (stage3_sensor <= 0) OR (stage2_sensor <= 0) THEN
        (* Transition: '(<S1>:150' *)
        (* Transition: '(<S1>:152' *)
        IF stage2_sensor > 0 THEN
            (* Transition: '<S1>:155' *)
            is_c2_Setpoint := Setpoint_IN_STAGES_1_3_FAILED;
            (* Entry 'STAGES_1_3_FAILED': '<S1>:120' *)
            rtb_stage1_setpoint := L0;
            rtb_stage2_setpoint := L0 - overall_target;
            distributed_target := rtb_stage2_setpoint;
        ELSE
            (* Transition: '<S1>:154' *)
            IF stage3_sensor > 0 THEN
                (* Transition: '<S1>:159' *)
                is_c2_Setpoint := Setpoint_IN_STAGES_1_2_FAILED;
                (* Entry 'STAGES_1_2_FAILED': '<S1>:121' *)
                rtb_stage1_setpoint := L0;
                rtb_stage2_setpoint := L0;
                distributed_target := L0 - overall_target;
            ELSE
                guard_0 := TRUE;
            END_IF;
        END  IF;
```

รูปที่ 2.39 Structure Text Language

2.3.4 หลักการเขียนโปรแกรมควบคุม PLC

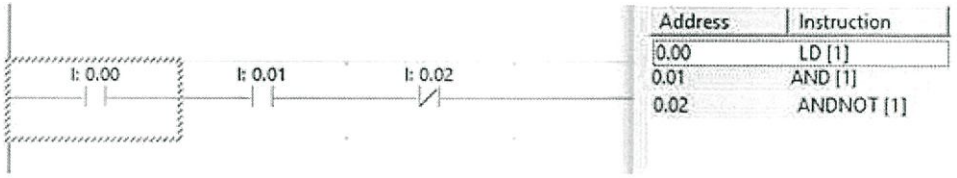
โดยในที่นี้จะกล่าวถึงการเขียนโปรแกรมด้วยแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) ซึ่งมีการใช้งานที่แพร่หลาย และจัดเป็นสัญลักษณ์ที่สามารถดูตามโครงสร้างแล้วเข้าใจการทำงาน แต่เวลาที่ PLC ทำงานจะอาศัยชุดคำสั่ง (Instruction) ทำงานโดยวิธีการเขียนลงในหน่วยความจำ ข้อมูลในหน่วยความจำนั้น จะจัดเก็บเป็นรหัส (Code) ไม่สามารถจัดเก็บในลักษณะของ Ladder Diagram ได้โดยตรง โดยในที่นี่จะยกตัวอย่างคำสั่งที่เป็นพื้นฐานในการเขียนโปรแกรม

การใช้คำสั่ง Load (LD) และ Load Not (LD NOT)



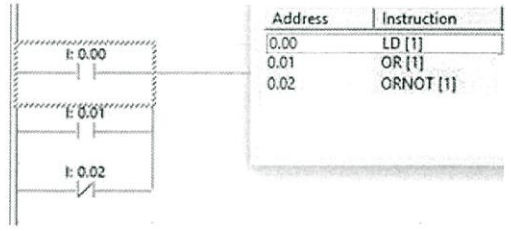
รูปที่ 2.40 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง Load (LD) และ Load Not (LD NOT)

การใช้คำสั่ง AND และ AND NOT



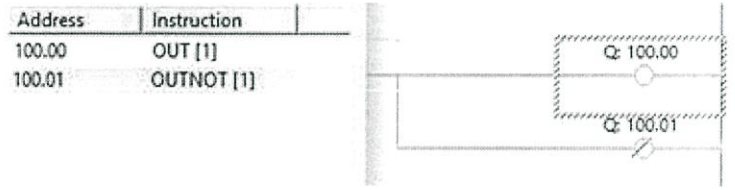
รูปที่ 2.41 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง AND และ AND NOT

การใช้คำสั่ง OR และ OR NOT



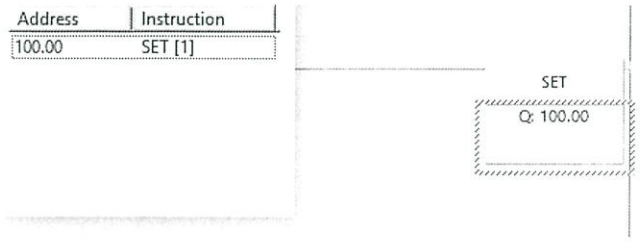
รูปที่ 2.42 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง OR และ OR NOT

การใช้คำสั่ง OUT และ OUT NOT



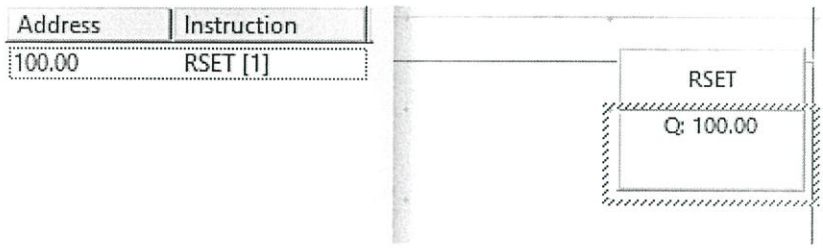
รูปที่ 2.43 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง OUT และ OUT NOT

การใช้คำสั่ง SET



รูปที่ 2.44 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง SET

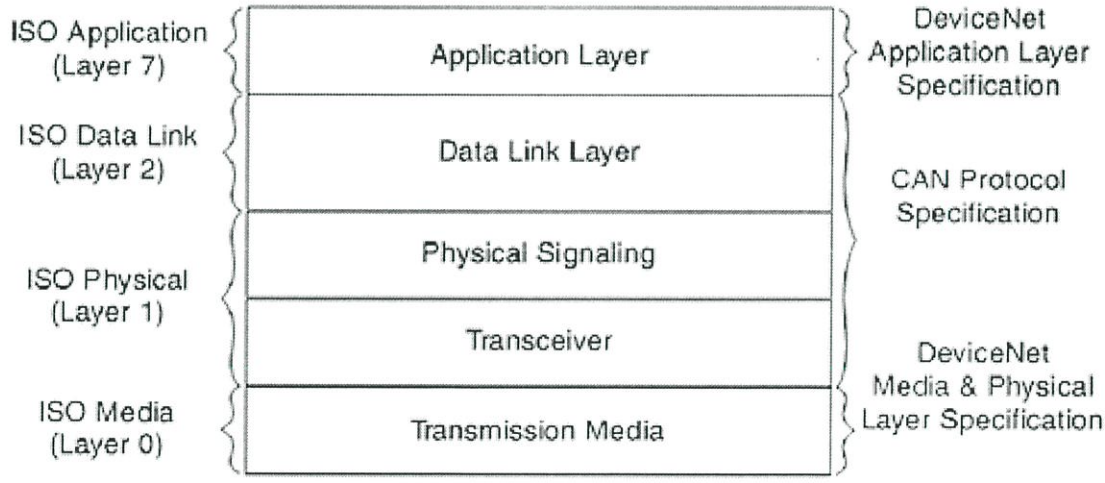
การใช้คำสั่ง RESET



รูปที่ 2.45 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง RESET

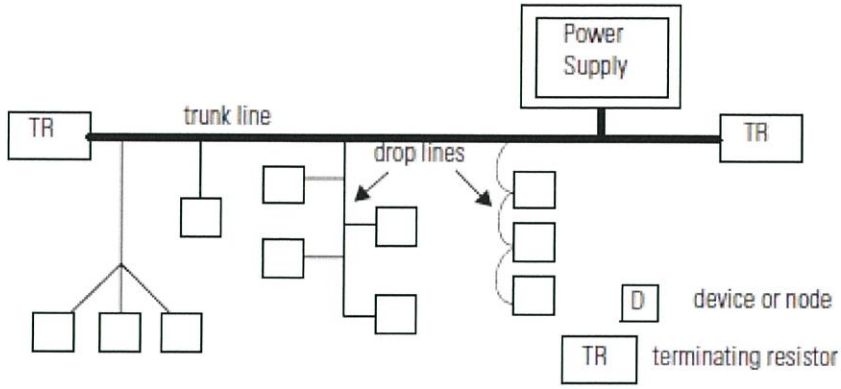
2.4 DeviceNet Communication

DeviceNet ถูกพัฒนาขึ้นมาจาก CAN Bus (Controller Area Network) ที่ใช้กันอยู่ในวงการ Automotive สำหรับใช้ควบคุมอุปกรณ์ต่างๆผ่าน Network แทนการ Wiring สายเชื่อมต่อกับอุปกรณ์แบบเดิม ข้อดี คือ ช่วยลดเวลาและค่าใช้จ่ายของการเดินสาย การคอนฟิกค่าและการเข้าถึงข้อมูลในตัวอุปกรณ์ทำได้ง่าย



รูปที่ 2.46 รูปแบบการอ้างอิงโมเดล OSI ของโปรโตคอล DEVICENET

2.4.1 DeviceNet Network Design

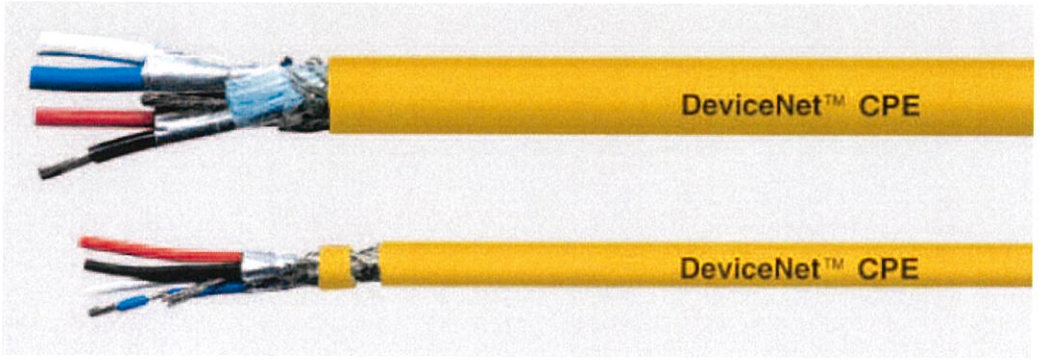


รูปที่ 2.47 โครงสร้างของ DeviceNet Network

โครงสร้างของ DeviceNet Network เป็นรูปการเชื่อมต่อแบบบัส (Bus Topology) คือ มีสายเคเบิลหลักเป็นแกนกลาง เรียกว่า ทรัคก์ไลน์ (Trunk line) และใช้สายเคเบิลย่อยเชื่อมต่อไปยังตัวอุปกรณ์ เรียกว่า ดร็อบไลน์ (Drop line) โดยมีแท็บ (Tap) เป็นตัวเชื่อมระหว่าง Trunk line กับ Drop line ปลายทั้งสองด้านของ Trunk line ต้องต่อตัวเทอร์มิเนเตอร์ (Terminator) มีค่าความต้านทาน 120 โอมห์ 1% 1/4W ระหว่างสายสัญญาณ เพื่อดูดซับสัญญาณที่เกิดจากการส่งข้อมูลและป้องกันการสะท้อนของสัญญาณข้อมูลภายในสายสัญญาณ

สาย Trunk line มีหลายแบบเช่น สายแบน, สายกลมขนาดใหญ่ และสายกลมขนาดเล็ก ภายในประกอบด้วยสายทั้งหมด 5 เส้นคือ สายสัญญาณ 1 คู่ (CAN_H สีขาวและ CAN_L น้ำเงิน), สายไฟ 24 โวลต์ 1 คู่ (V+ สีแดง และV- สีดำ) และสายชีลด์ 1 เส้น

ส่วนสาย Drop line ภายในเหมือนสาย Trunk line แต่จะมีขนาดเล็กกว่าโดยทั่วไปมักใช้สายกลมขนาดเล็กมาทำเป็น Drop line



รูปที่ 2.48 สายสื่อสารของ DeviceNet Network

ความเร็วในการส่งข้อมูล (Data Rate) จะขึ้นอยู่กับความยาวของสาย Trunk line และความยาวรวมของสาย Drop line โดยความยาวของ Trunk line คือระยะยาวที่สุดระหว่างอุปกรณ์หรือเทอร์มิเนเตอร์

ตารางที่ 2.1 แสดงความเร็วในการส่งข้อมูลของ DeviceNet network

Data rate	Maximum distance (flat cable)	Maximum distance (thick cable)	Maximum distance (thin cable)
125k bit/s	420m (1378 ft)	500m (1640 ft)	100m (328 ft)
250k bit/s	200m (656 ft)	250m (820 ft)	100m (328 ft)
500k bit/s	75m (246 ft)	100m (328 ft)	100m (328 ft)

2.4.2 Power supply

ในสาย DeviceNet ต้องมีไฟ 24 Vdc จากแหล่งจ่ายภายนอกต่อเข้ามา เพื่อเลี้ยงอุปกรณ์ต่างๆด้วย จึงจำเป็นต้องเลือกพิกัดจ่ายกระแสต่อเนื่อง (Continuous current rating) และเลือกตำแหน่งการติดตั้งของ Power supply ให้เหมาะสม ทั้งนี้พิกัดจ่ายกระแสต่อเนื่องของ Power Supply หาได้จากผลรวมการดึงกระแสของอุปกรณ์แต่ละตัว โดยระยะระหว่าง Power Supply ไปยัง Tap ส่งผลกับกระแสที่จ่ายไปยังอุปกรณ์ ยิ่งถ้า Tap อยู่ห่างจาก Power Supply มากเท่าใด ค่าความต้านทานในสายก็จะยิ่งเพิ่มสูงขึ้น ทำให้กระแสที่จ่ายไปถึงอุปกรณ์น้อยลงไปด้วย

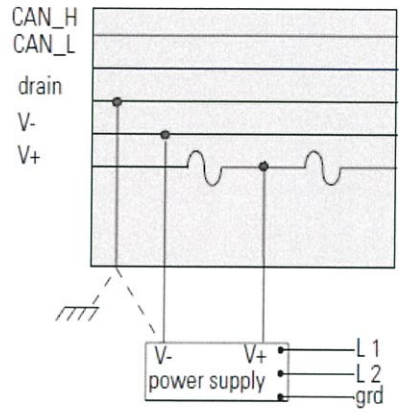
ตารางที่ 2.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะของสายและการจ่ายกระแส

Network Length m (ft)	Maximum Current (A)
0 (0)	8.00*
20 (66)	8.00*
40 (131)	6.53*
60 (197)	4.63*
80 (262)	3.59
100 (328)	2.93
120 (394)	2.47
140 (459)	2.14
160 (525)	1.89
180 (591)	1.69
200 (656)	1.53
220 (722)	1.39

Network Length m (ft)	Maximum Current (A)
240 (787)	1.28
260 (853)	1.19
280 (919)	1.10
300 (984)	1.03
340 (1115)	0.91
360 (1181)	0.86
380 (1247)	0.82
420 (1378)	0.74
440 (1444)	0.71
460 (1509)	0.68
480 (1575)	0.65
500 (1640)	0.63

2.4.3 Ground Network

ภายในหนึ่ง Network ต้องต่อกราวด์ 1 จุด โดยให้ต่อสาย V-, Shield และ Drain เข้าด้วยกันลงกราวด์



รูปที่ 2.49 การต่อกราวด์ของ DeviceNet Network

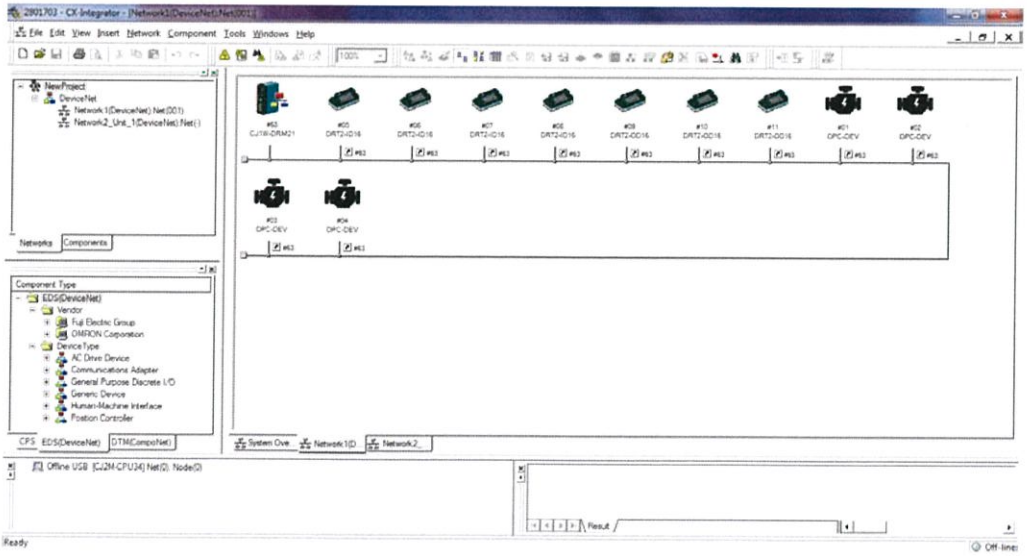
2.4.4 DeviceNet Configuration

สำหรับในส่วนของ Config DeviceNet นั้นแบ่งได้ 3 ส่วนหลักๆ คือ

1. คอนฟิกให้กับตัวอุปกรณ์ ได้แก่ หมายเลขโหนด (Node Address) และความเร็วในการสื่อสาร (Baud rate) จำนวนอุปกรณ์ใน Network สามารถมีได้สูงสุด 64 ตัว

2. Register อุปกรณ์ใน Network โดยใช้โปรแกรม

3. Map พารามิเตอร์ของอุปกรณ์เข้ากับหน่วยความจำ



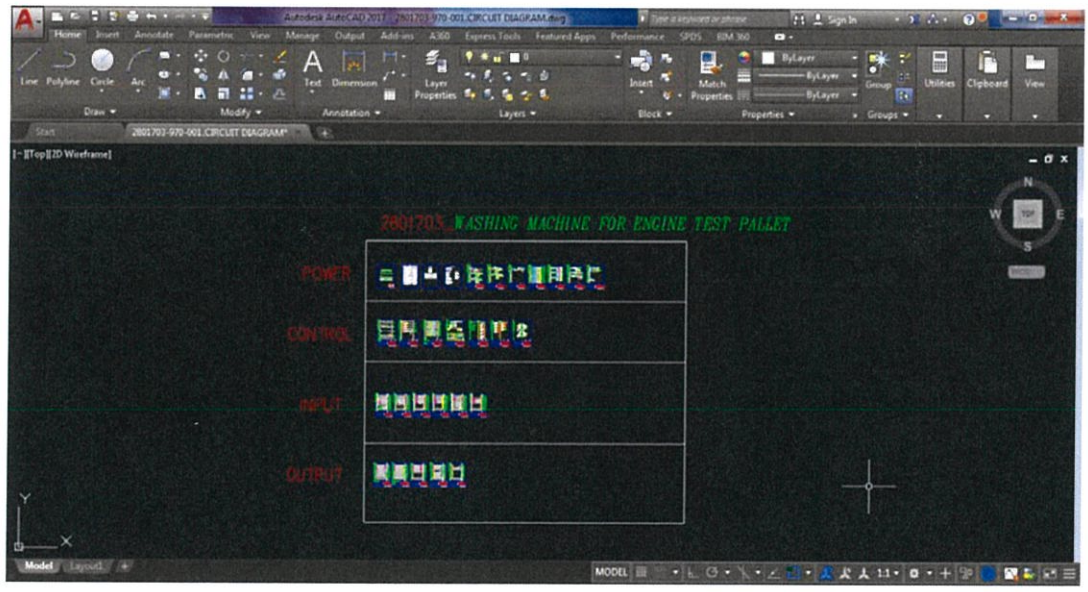
รูปที่ 2.50 ตัวอย่าง DeviceNet Configuration

2.5 ซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

2.5.1 AutoCAD

รูปที่ 2.51 โปรแกรม AutoCAD

เป็นโปรแกรมที่ถูกใช้ในการเขียนแบบทางไฟฟ้า ภายในตัวโปรแกรมจะมีเครื่องมือมากมาย เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบระบบไฟฟ้าให้ผู้อ่านแบบสามารถเข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้น เพราะจะเห็นได้เลยว่าอุปกรณ์แต่ละตัวมีการเชื่อมต่อกันอย่างไร ใช้แรงดันไฟฟ้าเท่าไหร่ อีกทั้งในการเขียนแบบยังมีการแบ่งแยกชนิดของการ์ดไว้อย่างเด่นชัดทำให้สามารถเปลี่ยนรายละเอียดของตัวแบบได้โดยง่าย

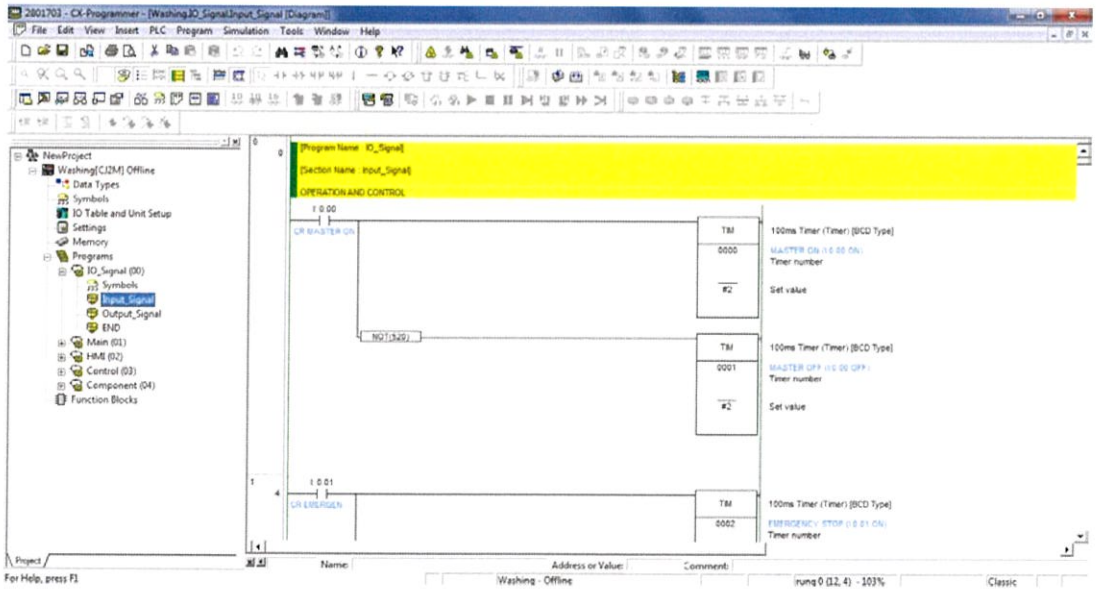


รูปที่ 2.52 หน้าต่างขณะใช้งานโปรแกรม AutoCAD

2.5.2 CX-Programmer

รูปที่ 2.53 โปรแกรม CX-Programmer

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่าง Computer เข้ากับ PLC Omron เพื่อใช้ในการอัพโหลด และดาวน์โหลดโปรแกรม เพื่อควบคุมเครื่องจักรหรือพูดอีกอย่างหนึ่งคือ ทำให้ PLC สื่อสารกับคอมพิวเตอร์ได้ โดยสามารถกำหนดการทำงานของ PLC จากการเขียน Ladder Diagram ซึ่งจะใช้รีเลย์ช่วยภายในโปรแกรม และอุปกรณ์ที่ต่อกับ Input และ Output Module ของ PLC ในการควบคุมการทำงาน โดยสามารถดูสถานะการทำงานภายในโปรแกรมได้โดยใช้ Monitor Mode



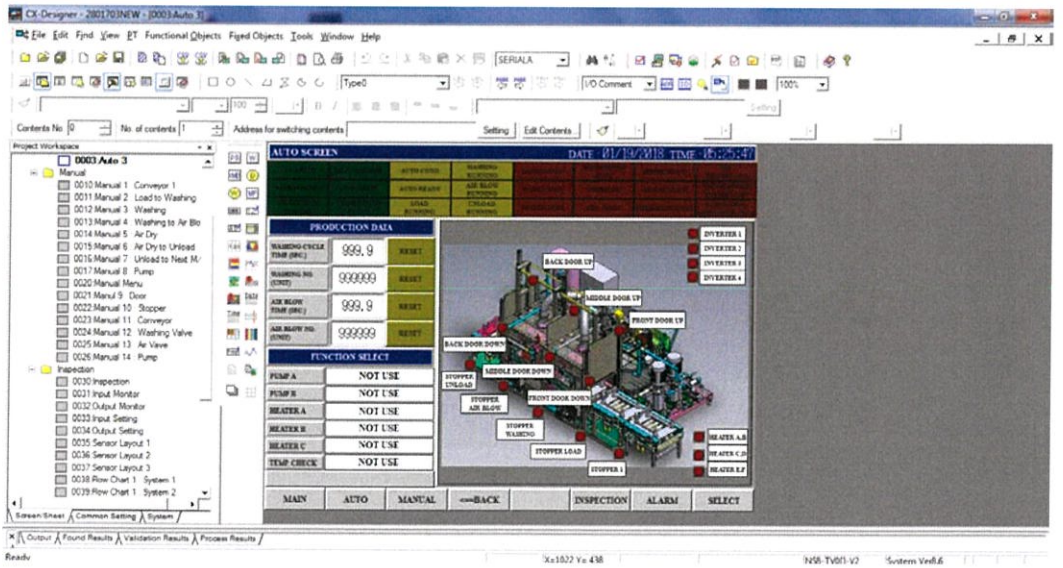
รูปที่ 2.54 หน้าต่างขณะใช้งานโปรแกรม CX-Programmer

2.5.3 CX-Designer

รูปที่ 2.55 โปรแกรม CX-Designer

โปรแกรมที่ทำขึ้นมาเพื่อแสดงค่าหรือสถานะต่างๆ โดยภายในโปรแกรมนี้สามารถออกแบบรูปร่าง ลักษณะของหน้าจอ Touch Screen ที่ต้องการจะใช้ดูค่าต่างๆได้ ซึ่งสามารถกำหนดได้อย่างอิสระ เช่น ต้องการกำหนดให้ค่าแสดงออกมาในสีอะไร ออกมาเป็นตัวเลขทศนิยมกี่ตำแหน่ง รวมถึงฟังก์ชันในการทำงานของเครื่องจักร ที่สามารถใช้ปุ่มที่สร้างใน Touch Screen กำหนดการทำงานได้อีกด้วย

โปรแกรมนี้จะสามารถเชื่อมต่อกับค่าจาก CX-Programmer ได้โดยการนำ Address ของตัวอุปกรณ์ที่ถูกกำหนดภายในโปรแกรม CX-Programmer มากำหนดลงบนโมเดลที่สร้างขึ้นภายในโปรแกรมค่าปรากฏขึ้น หรือควบคุมการทำงานได้

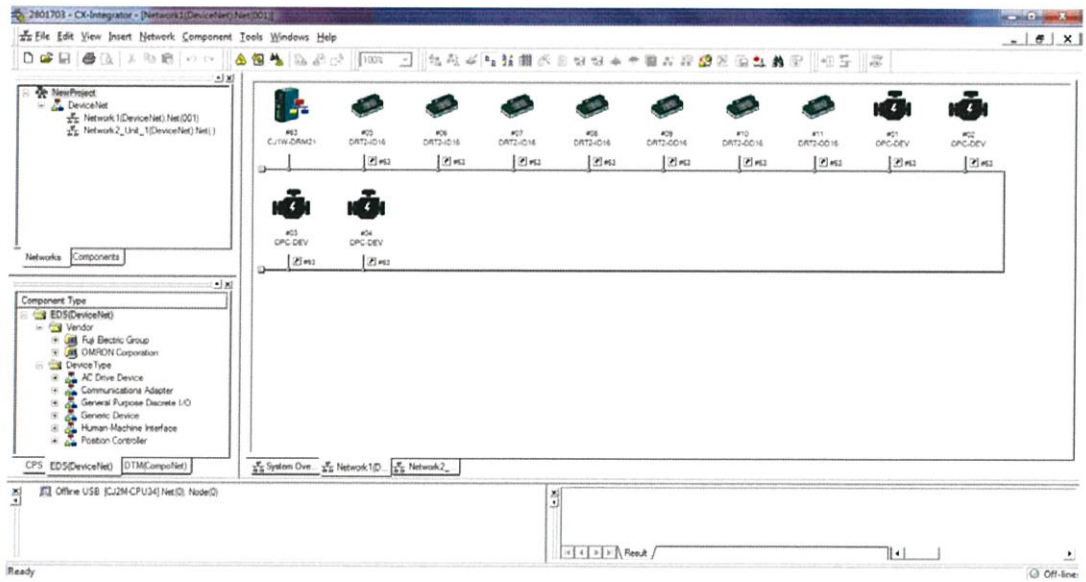


รูปที่ 2.56 หน้าต่างขณะใช้งานโปรแกรม CX-Designer

2.5.4 CX-Integrator

รูปที่ 2.57 โปรแกรม CX-Integrator

โปรแกรมนี้ใช้สำหรับเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างการ์ด DeviceNet ที่เป็น Master และ Slave โดยจะทำการกำหนด Node ของแต่ละการ์ด เพื่อให้สามารถทำการรับและส่งข้อมูลจากอุปกรณ์ที่ใช้การสื่อสารแบบ DeviceNet ได้ ทั้งนี้ก็เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรนั่นเอง



รูปที่ 2.58 หน้าต่างขณะใช้งานโปรแกรม CX-Integrator

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

บริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด เป็นบริษัทรับออกแบบและผลิตเครื่องจักรให้กับบริษัทในอุตสาหกรรมต่างๆ สำหรับเครื่อง Washing Machine For Engine Test Pallet ได้รับการว่าจ้างจากบริษัท อีซูซุเอ็นยิ่นแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด เนื่องจากที่บริษัทของลูกค้ามีความต้องการเพิ่มไลน์การผลิตชิ้นส่วนเครื่องยนต์ และมีต้องการเครื่องจักรสำหรับล้างพาเลทสำหรับใส่ชิ้นส่วนเครื่องยนต์อยู่ภายในไลน์การผลิต ซึ่งตลอดกระบวนการจัดทำเครื่องจักรเครื่องนี้นั้นเป็นความรับผิดชอบของ บริษัท เอ.ไอ.อินดัสตรี้ จำกัด ทั้งหมด โดยนับตั้งแต่ข้าพเจ้าได้มาทำสหกิจศึกษาที่บริษัทแห่งนี้ ข้าพเจ้าได้เห็นขั้นตอนการทำงาน ดังต่อไปนี้

3.1 พูดคุยและวางแผนการดำเนินงาน

3.2 ออกแบบระบบไฟฟ้าและตู้ควบคุมต่างๆ

3.3 จัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆ

3.4 จัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Box) และตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)

3.5 ทำการติดตั้งตู้ควบคุมต่างๆเข้ากับเครื่องจักร และจัดวางตัวตรวจวัด

3.6 ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องจักร

3.7 ออกแบบหน้าจอสัมผัส (Touch Screen)

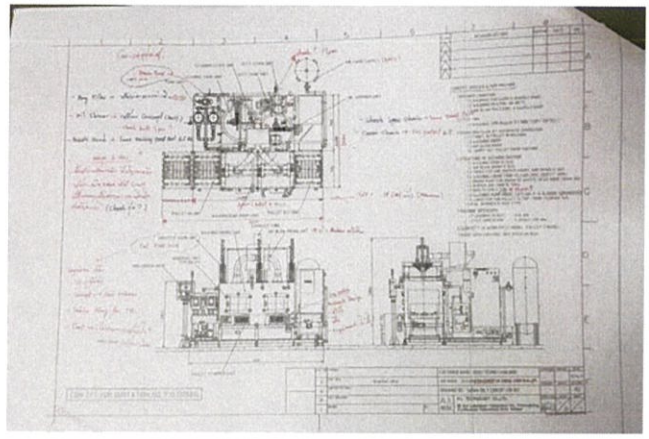
3.8 ทำการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Computer, PLC และ Touch Screen

3.9 ทดสอบการทำงานของเครื่องจักร

3.10 ติดตั้งเครื่องจักรเข้ากับไลน์การผลิตที่บริษัทลูกค้า

3.1 พูดคุยและวางแผนการดำเนินงาน

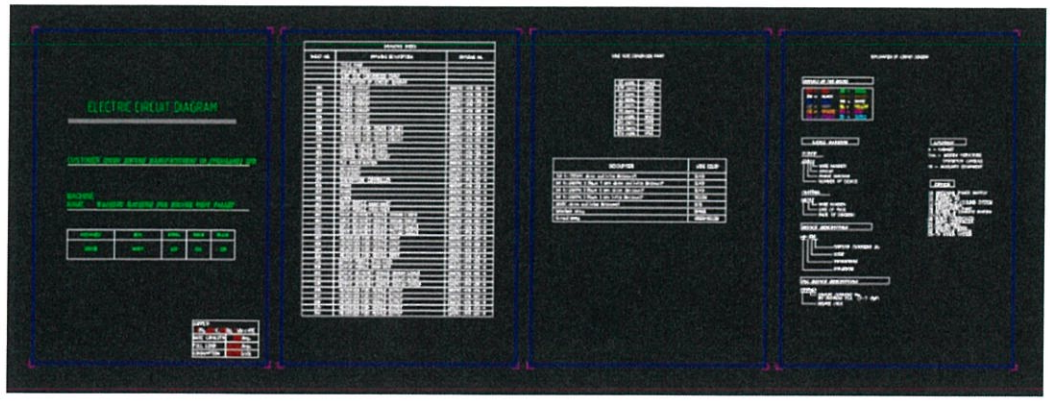
ก่อนที่จะทำการเริ่มงานได้นั้น ต้องมีการพูดคุยกับลูกค้าเสียก่อน เพื่อให้ทราบถึงความต้องการและขอบเขตของงาน จากนั้นจึงมาประชุมวางแผนงานภายในบริษัท เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานและส่งมอบให้ลูกค้าได้ตามกำหนด



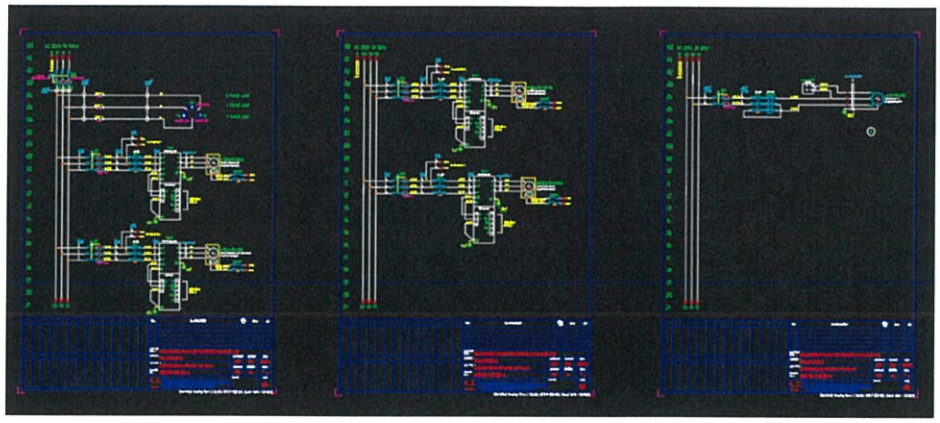
รูปที่ 3.1 รายละเอียดแบบคร่าวๆของเครื่องจักร

3.2 ออกแบบระบบไฟฟ้าและตู้ควบคุมต่างๆ

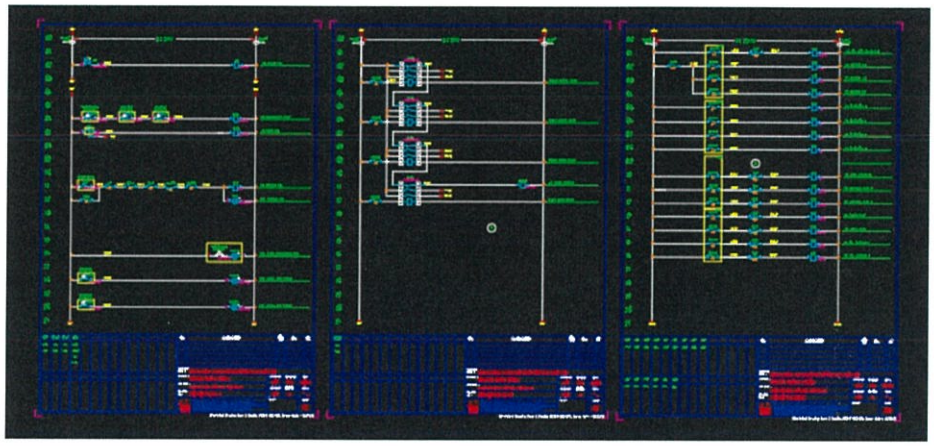
เมื่อประชุมวางแผนงานกันเรียบร้อยแล้ว ก็รับ Concept การทำงานของเครื่องจักรมาศึกษา เพื่อใช้ในการเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสมกับการใช้งาน และเพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการ โดยใช้โปรแกรม AutoCAD ในการการออกแบบระบบไฟฟ้าและตู้ควบคุมต่างๆ ประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังนี้



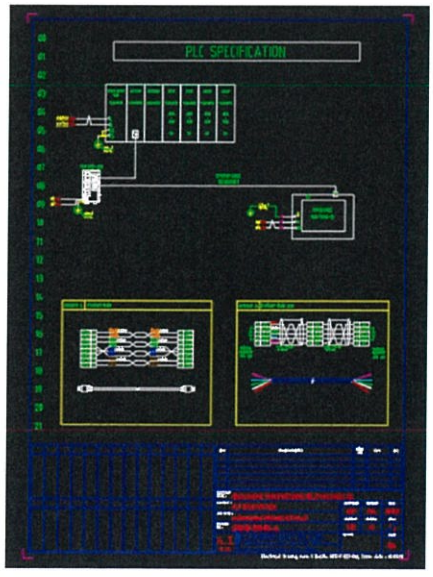
รูปที่ 3.2 หน้าปก สารบัญ ตารางมาตรฐานการใช้สายไฟ และคำอธิบายการอ่านแบบไฟฟ้า



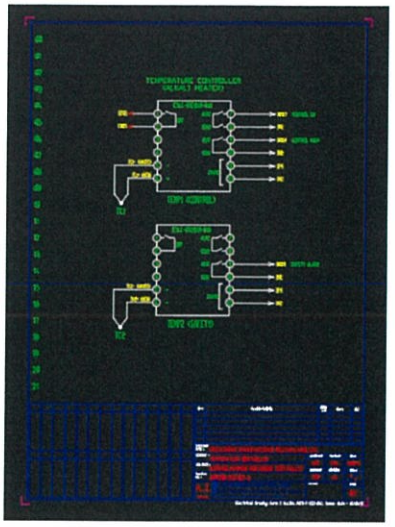
รูปที่ 3.3 Power Circuit Diagram



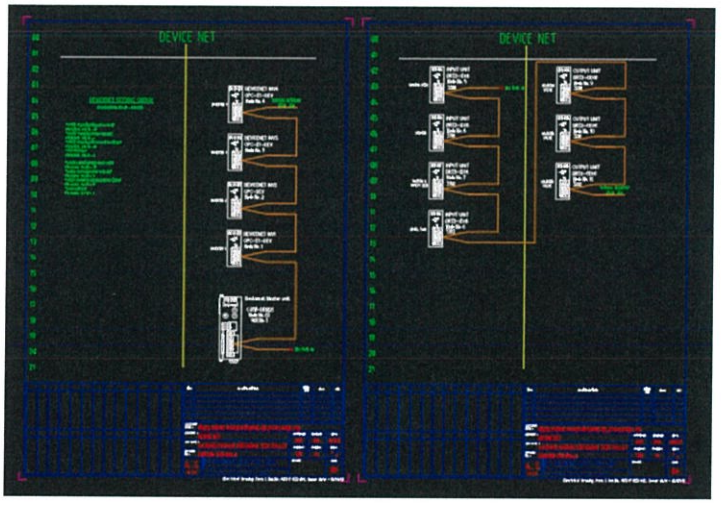
รูปที่ 3.4 Control Circuit Diagram



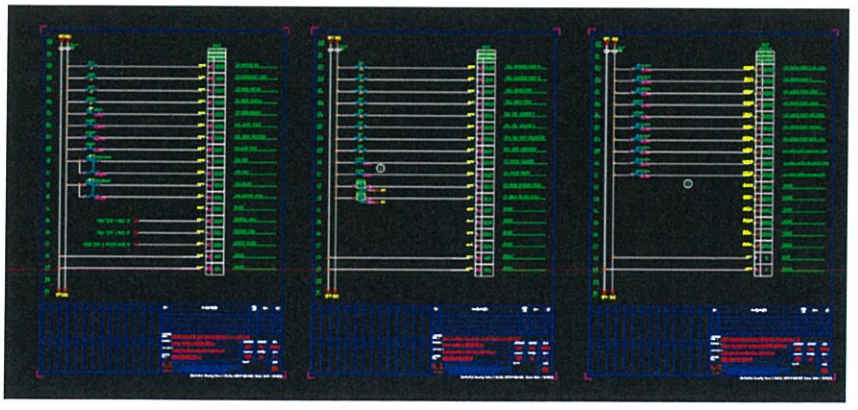
รูปที่ 3.5 PLC Specification Diagram



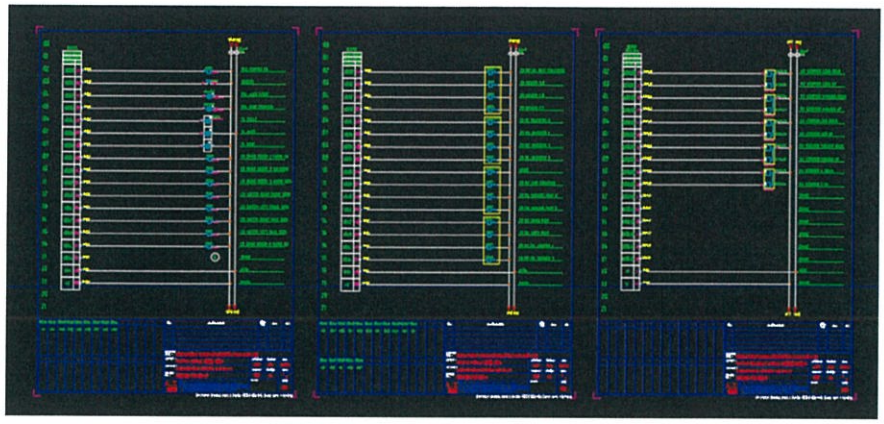
รูปที่ 3.6 Temperature Controller Diagram



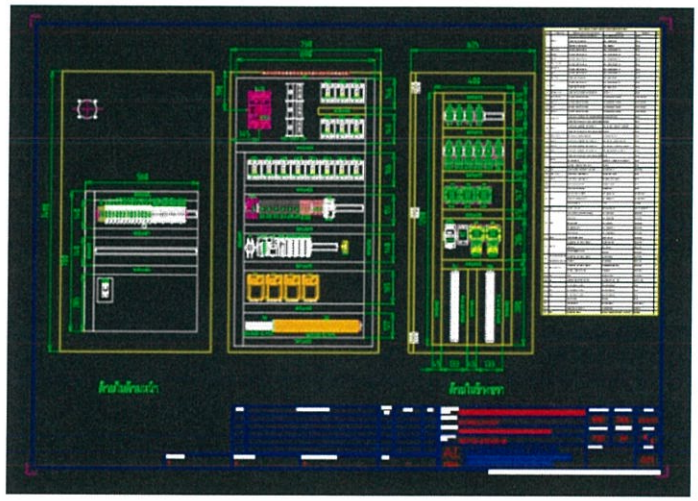
รูปที่ 3.7 DeviceNet Diagram



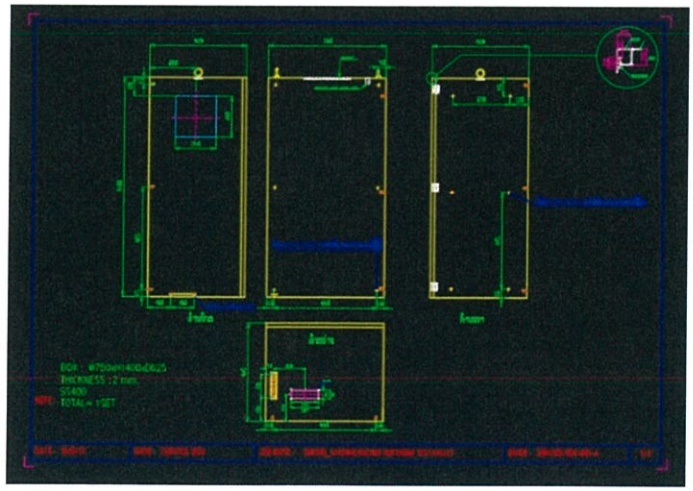
รูปที่ 3.8 Input Module Diagram



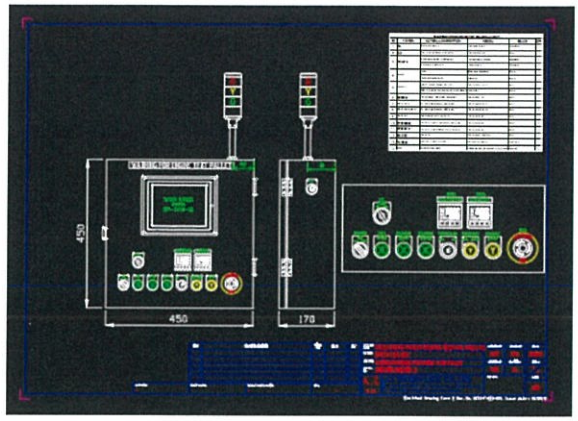
รูปที่ 3.9 Output Module Diagram



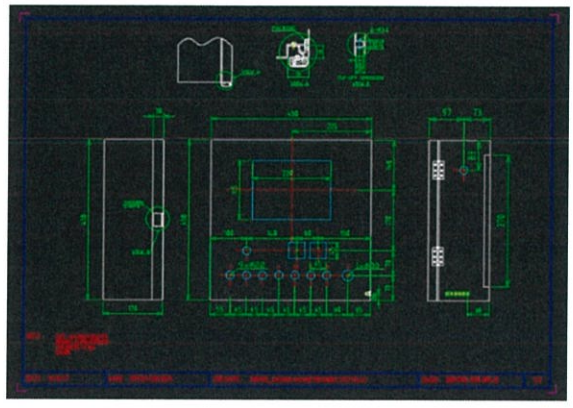
รูปที่ 3.10 Board Layout



รูปที่ 3.11 Control Box



รูปที่ 3.12 Operation Layout



รูปที่ 3.13 Operation Box

3.3 จัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆ

เมื่อออกแบบระบบไฟฟ้าและตู้ควบคุม และทำการตรวจเช็คเรียบร้อยแล้ว ก็เข้าสู่กระบวนการจัดซื้ออุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ และสั่งทำตู้ควบคุมตามที่ได้ออกแบบไว้

A.I.TECHNOLOGY / A.I.INDUSTRY									
เรื่อง	Electrical Standard Part List								
BILL OF MATERIAL FOR PROJECT Name :		PROJECT No :	CUSTOMER :	REQUESTER :					
WASHING MACHINE FOR ENGINE TEST PALLET		2501703	ISUZU	TIPSUDA					
IT	Symbol	Material Description	Model	Brand	CODE (ERP)	Q	วันที่ต้องการ	Ce	U	ORDER
	ELCB	ELECTRIC CIRCUIT BREAKER	EW250EAG-3P,250B	FUJI	PE-FUJ-EW250E-07	1	10/09/17	PRA	PC	
		TERMINAL COVER	BW9BTGA-S3	FUJI	PE-FUJ-BW9BTG-01	1	10/09/17	PRA	PC	
		HANDLE BREAKER	BW9N0GA	FUJI	PE-FUJ-BW9N0G-01	1	10/09/17	PRA	PC	
	CB1,3,14	CIRCUIT BREAKER	BW32AAG-3P005	FUJI	PE-FUJ-BW323P-02	3	10/09/17	PRA	PC	
	CB4,5	CIRCUIT BREAKER	BW32AAG-3P030	FUJI	PE-FUJ-BW32AA-07	2	10/09/17	PRA	PC	
	CB8,9	CIRCUIT BREAKER	BW32AAG-3P003	FUJI	PE-FUJ-BW323P-01	1	10/09/17	PRA	PC	
	CB8,9	CIRCUIT BREAKER	BW32AAG-3P003	FUJI	PE-FUJ-BW323P-01	1	10/09/17	PRA	PC	
	CB11,12,13	CIRCUIT BREAKER	BW50EAG-3P,50A	FUJI	PE-FUJ-BW50EA-02	3	10/09/17	PRA	PC	
	CB2,6,10	CIRCUIT BREAKER	BW32AAG-3P010	FUJI	PE-FUJ-BW32AA-10	3	10/09/17	PRA	PC	
	CB1-14	TERMINAL COVER	BW9BTAA-S3	FUJI	PE-FUJ-BW9BTA-04	14	10/09/17	PRA	PC	
	CB15	CIRCUIT BREAKER	BW32AAG-2P003	FUJI	PE-FUJ-BW32AA-17	1	10/09/17	PRA	PC	
		TERMINAL COVER	BW9BTAA-S2	FUJI	PE-FUJ-BW9BTA-03	1	10/09/17	PRA	PC	
	FUSE 1,2,3	TERMINAL BLOCK WITH FUSE	BAF111S	IDEC	PE-IDE-BAF111-01	3	10/09/17	PRA	PC	
	CP 1,4,8,9	CIRCUIT PROTECTOR	CP30-BA-2P-1M-SA	MITSUBISHI	PE-MIT-CP30BA-20	4	10/09/17	PRA	PC	

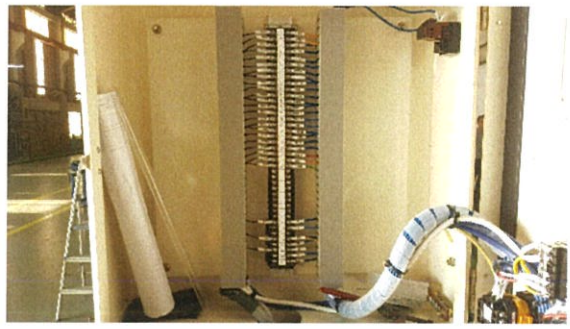
รูปที่ 3.14 ภาพตัวอย่างการทำ BOM (Bill of Material for Project)

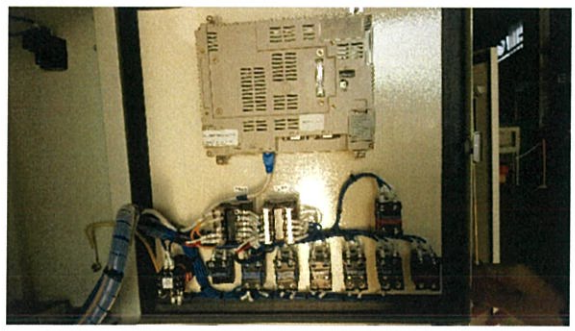
3.4 จัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Box) และตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)

เมื่ออุปกรณ์ที่ทำการจัดซื้อมาครบแล้ว ก็เข้าสู่กระบวนการจัดทำการตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Box) และตู้ปฏิบัติการ (Opeartion Box) โดยทำการ Wiring และจัดวางอุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งกระบวนการนี้ จะส่งให้แผนก Wiring เป็นผู้ดำเนินงาน

รูปที่ 3.15 กระบวนการ Wiring ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Box)

รูปที่ 3.16 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Control Box)



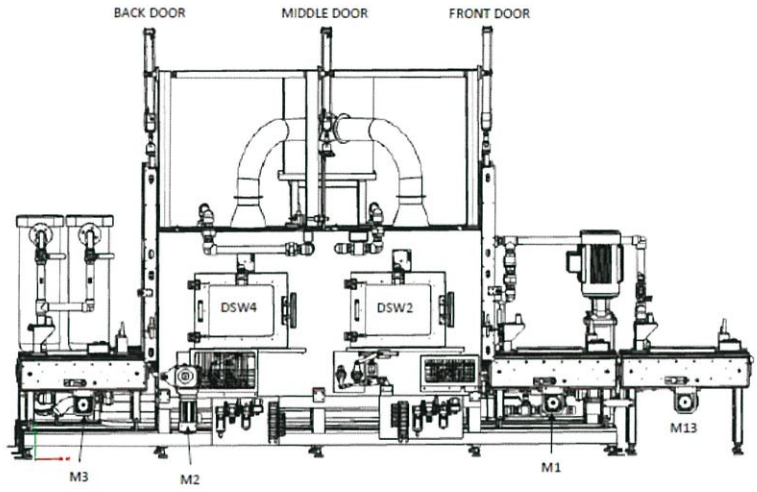


รูปที่ 3.17 กระบวนการ Wiring ตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)

รูปที่ 3.18 ตู้ปฏิบัติการ (Operation Box)

3.5 ทำการติดตั้งตู้ควบคุมต่างๆเข้ากับเครื่องจักร และจัดวางตัวตรวจวัด

เมื่อจัดทำตู้ควบคุมไฟฟ้า และตู้ปฏิบัติการเรียบร้อยแล้ว ก็ทำการติดตั้งเข้ากับเครื่องจักร และทำการจัดวางตัวตรวจวัดตามที่ออกแบบไว้ สำหรับกระบวนการนี้แผนก Wiring จะเป็นผู้ดำเนินงาน



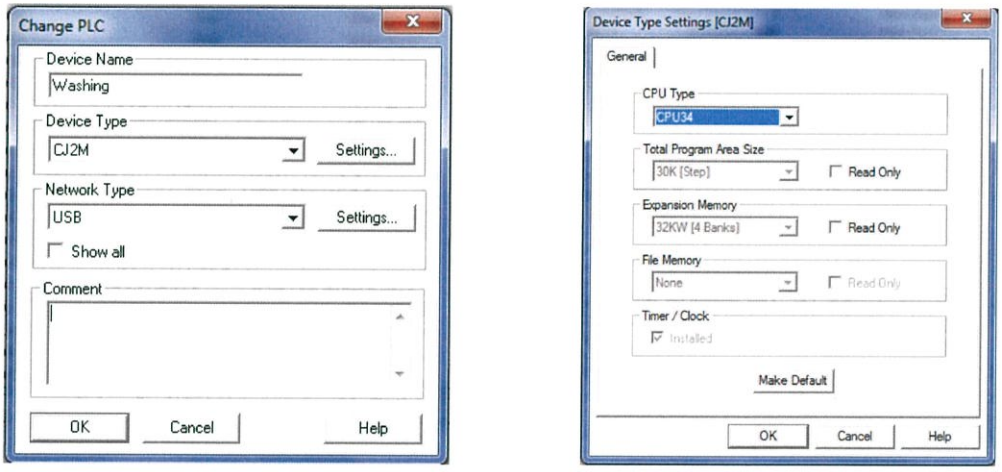
รูปที่ 3.19 Sensor Layout Diagram

รูปที่ 3.20 เครื่อง Washing Machine For Engine Test Pallet

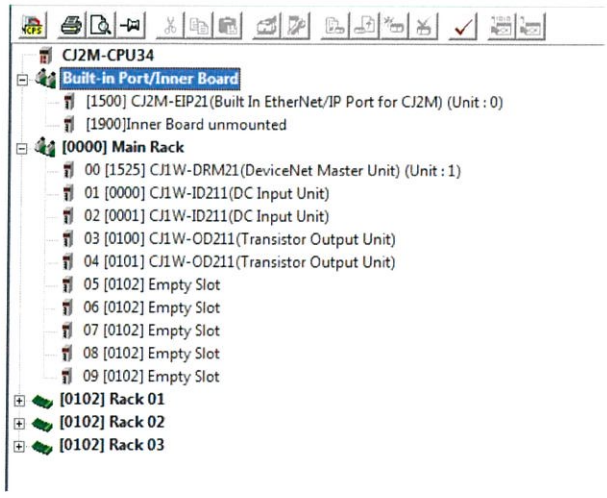
3.6 ทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องจักร

สำหรับกระบวนการเขียนโปรแกรม จะทำในช่วงระหว่างรอการจัดซื้อ และกระบวนการ Wiring ต่างๆ โดยการเขียนโปรแกรม PLC ควบคุมการทำงานของเครื่อง Washing Machine For Engine Test Pallet จะใช้ CPU Model CJ2M-CPU34 ของ Omron ในการประมวลผล และใช้โปรแกรม CX-Programmer ในการเขียนคำสั่ง Ladder Diagram

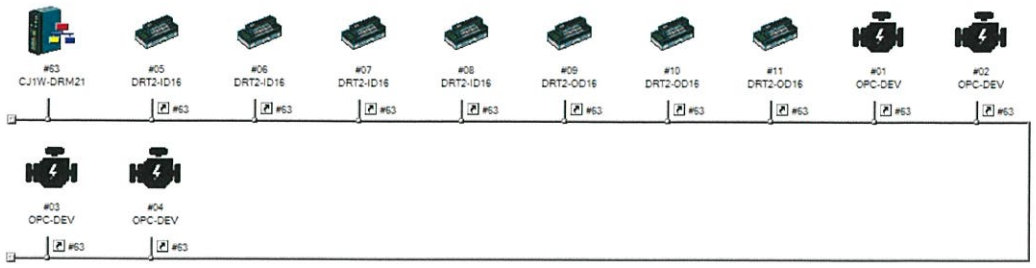
ก่อนเริ่มการเขียนโปรแกรมใน CX-Programmer จะต้องมีการกำหนดรุ่นของ CPU รวมถึงการ์ดต่างๆ ให้ตรงอุปกรณ์ภายในตู้ควบคุม ทั้งนี้ก็เพื่อให้สามารถทำการเชื่อมต่อกับ PLC ได้อย่างถูกต้องและสมบูรณ์ โดยจะทำการกำหนดการ์ดต่างๆ 2 ส่วน คือ การ์ดที่ใช้การสื่อสารแบบ I/O โดยใช้โปรแกรม CX-Programmer และการ์ดที่ใช้การสื่อสารแบบ DeviceNet โดยใช้โปรแกรม CX-Integrator



รูปที่ 3.21 การกำหนดรุ่นของ CPU ในโปรแกรม CX-Programmer

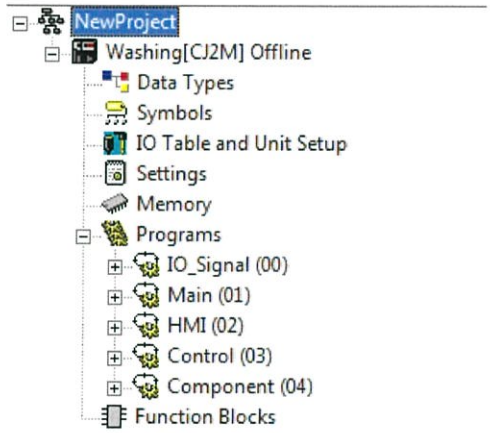


รูปที่ 3.22 การกำหนดการ์ดที่ใช้การสื่อสารแบบ I/O ในโปรแกรม CX-Programmer



รูปที่ 3.23 การกำหนดการ์ดที่ใช้การสื่อสารแบบ DeviceNet ในโปรแกรม CX-Integrator

ต่อมาจะเป็นส่วนหลักในการควบคุมเครื่องจักร คือ การเขียนโปรแกรมควบคุม โดยจะทำการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐานของบริษัท อีซูซุเอ็นยิ่นแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งจะประกอบด้วยส่วนหลักๆ ดังนี้

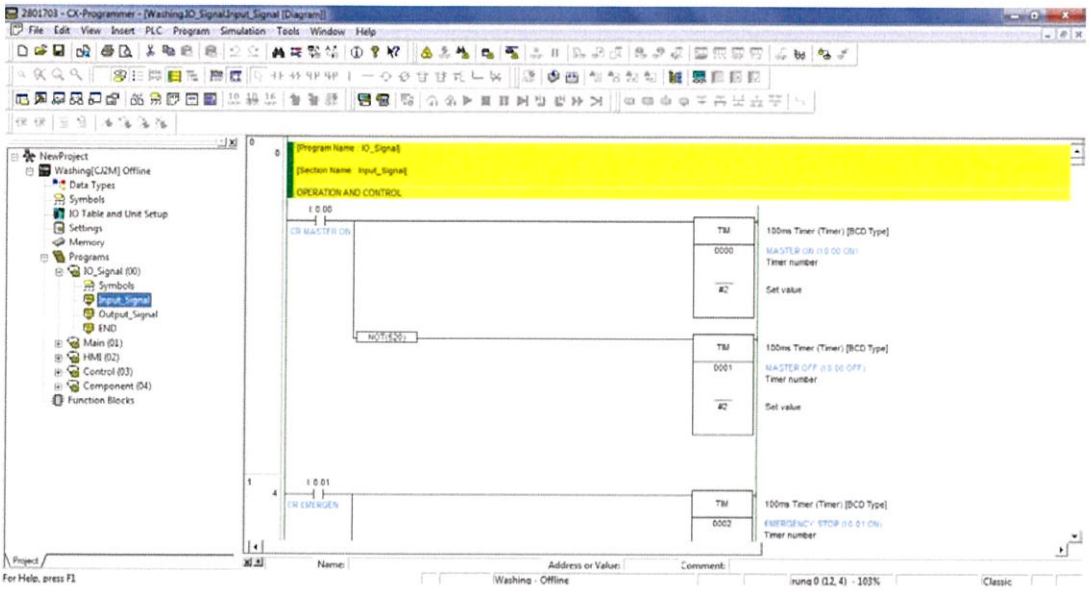


รูปที่ 3.24 ส่วนประกอบของโปรแกรม

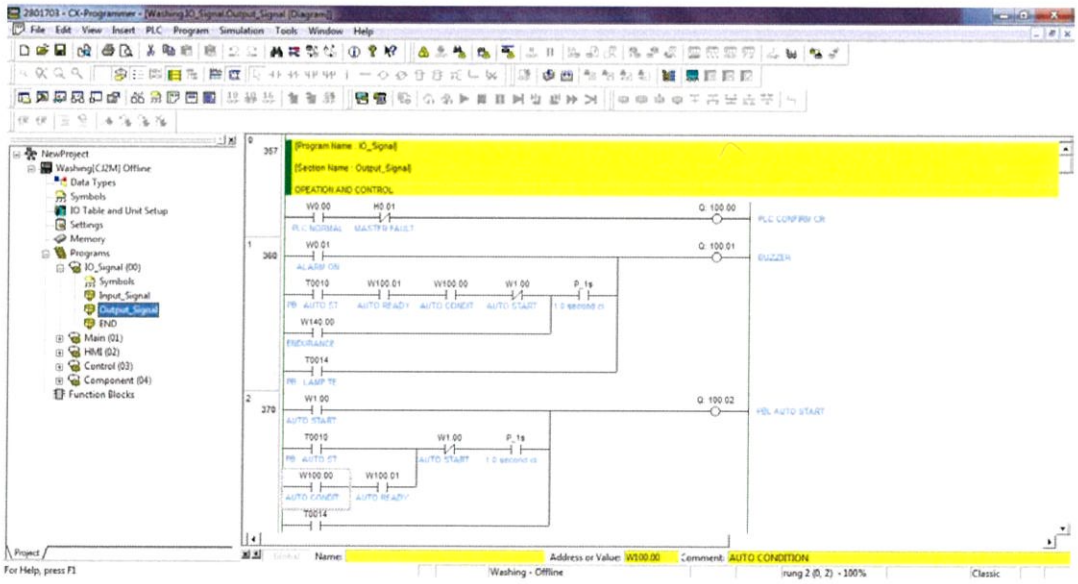
ส่วน IO Signal เป็นส่วนของ Input และ Output ของ PLC ประกอบด้วยส่วนย่อยอีก 2 ส่วน คือ

1. Input Signal เป็นส่วนที่รับค่าจาก Input Module เพื่อนำมาขับ Timer และนำ Contact ของ Timer ไปใช้ในการเขียนโปรแกรมในส่วนอื่นๆ

2. Output Signal เป็นส่วนที่นำ Contact เงื่อนไขการทำงานต่างๆ มาสั่งให้ Output Module ทำงาน เช่น สั่งการเปิด-ปิดของโซลินอยด์วาล์ว



รูปที่ 3.25 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน Input Signal



รูปที่ 3.26 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน Output Signal

ส่วน Main เป็นส่วนที่แสดงถึงสถานะการทำงานของเครื่องจักร เช่น PLC อยู่ในสถานะปกติ เครื่องจักรอยู่ในสถานะเริ่มต้น เป็นต้น รวมไปถึงแสดงสถานะความผิดพลาดที่เกิดขึ้นภายในเครื่องจักร โดยจะแบ่งความผิดพลาดออกเป็น 5 ส่วน ได้แก่

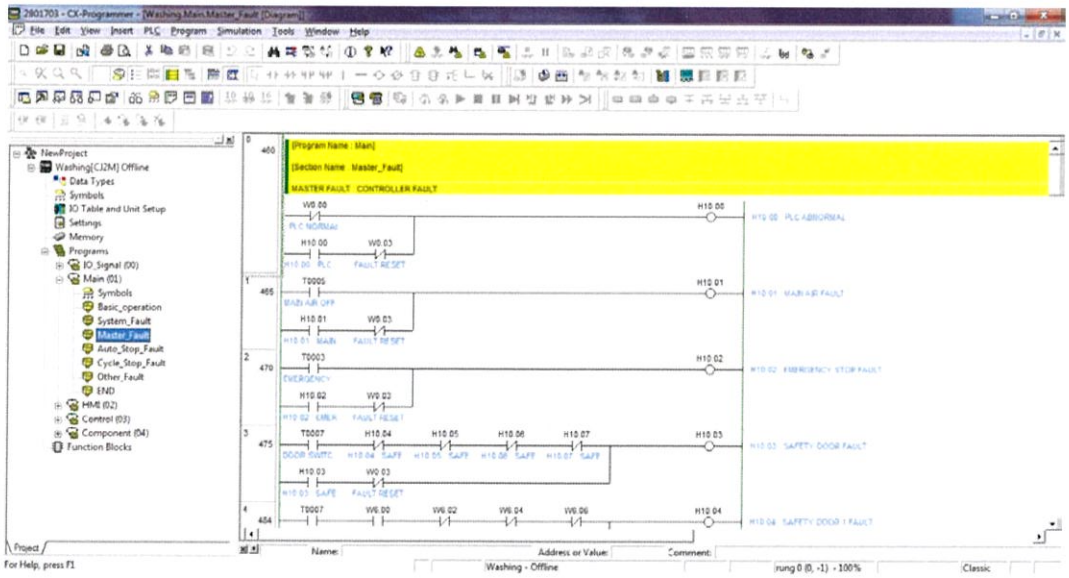
1. System Fault เป็นส่วนแสดงความผิดพลาดของระบบ

2. Master Fault เป็นส่วนแสดงความผิดพลาดใหญ่ ที่อาจก่อให้เกิดอันตราย เช่น Safety Door เกิดความผิดปกติ ไม่สามารถปิดได้ หรือการกดปุ่ม Emergency โดยเมื่อเกิดความผิดพลาดประเภทนี้ขึ้น จะสั่งให้เครื่องจักรหยุดทำงานทันที ทั้งใน Manual Mode และ Auto Mode

3. Auto Stop Fault เป็นความผิดพลาดที่เกี่ยวข้องกับการเกิด Motion Fault ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายต่อเครื่องจักร หรือต่อพาเลท เช่นการเกิด Motion Fault ของ Stopper หรือ Inverter โดยจะสั่งให้เครื่องจักรหยุดทำงานทันทีใน Auto Mode

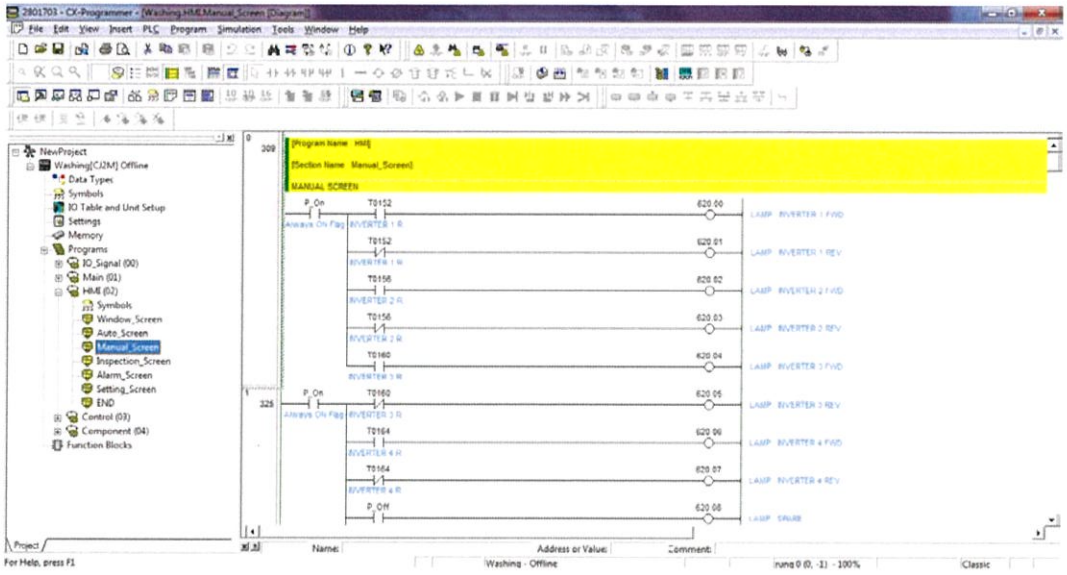
4. Cycle Stop Fault เป็นความผิดพลาดที่ไม่ก่อให้เกิดอันตราย เช่น Proximity Sensor หรือ Limit Switch ไม่สามารถตรวจพาเลทได้ โดยจะสั่งให้เครื่องจักรหยุดทำงาน เมื่อทำงานครบรอบ

5. Other Fault เป็นการแจ้งเตือนต่างๆ เช่น PLC หรือ Touch Screen Battery Low



รูปที่ 3.27 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน Main

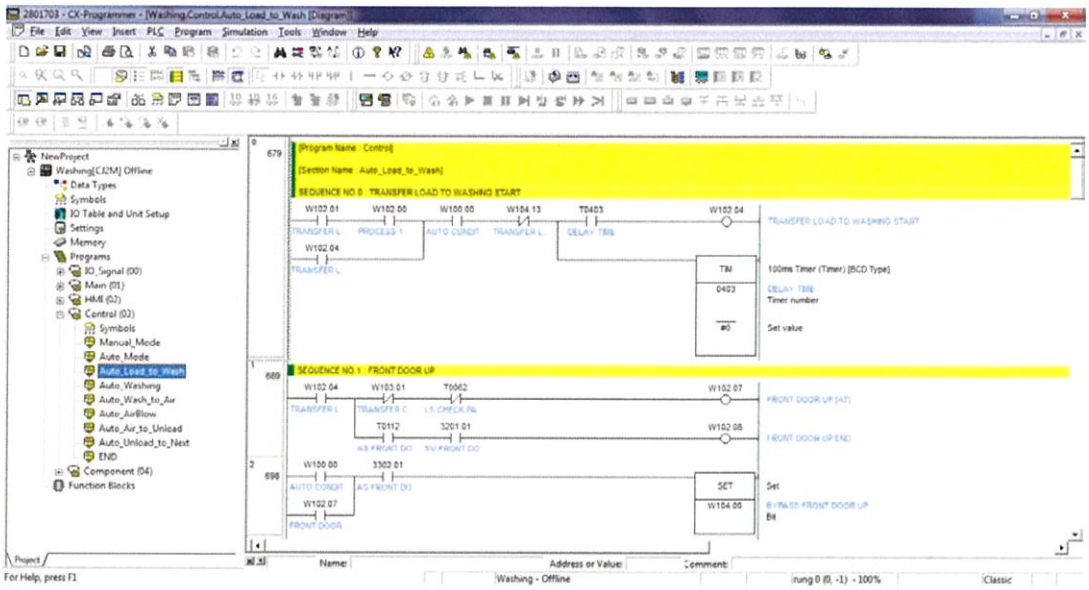
ส่วน HMI เป็นส่วนแสดงผลที่ทำการเชื่อมต่อกับหน้าจอ Touch Screen เพื่อใช้แสดงการทำงานของเครื่องจักร แสดงการแจ้งเตือนความผิดพลาดต่างๆ การตั้งค่าและสั่งการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 3.28 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน HMI

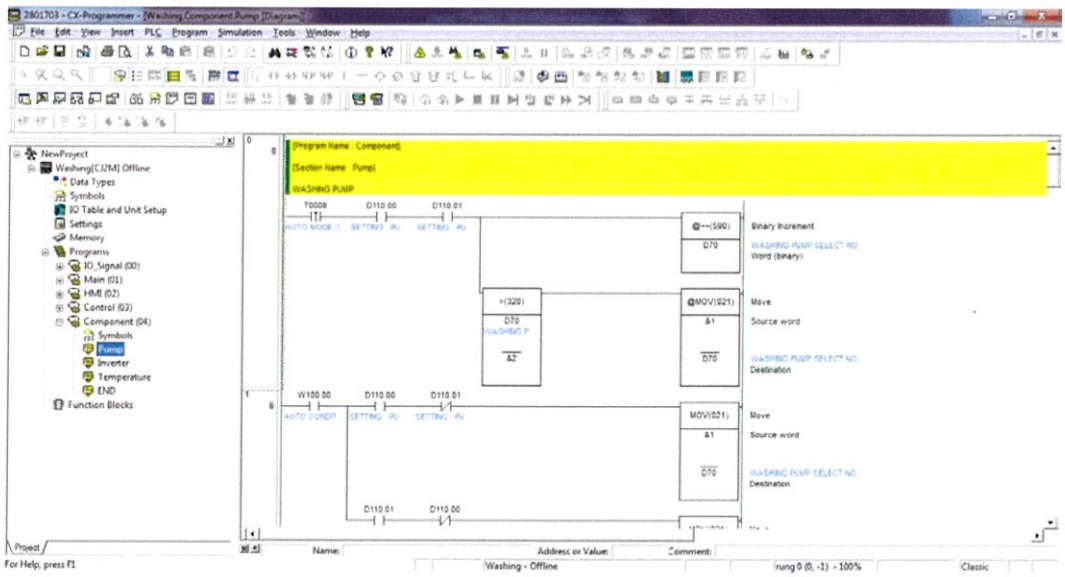
ส่วน Control เป็นส่วนที่กำหนดเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักร โดยจะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ Manual Mode และ Auto Mode โดยในส่วนของ Auto Mode จะแบ่งคำสั่งออกเป็น 8 ส่วน ได้แก่

1. Pallet to Conveyor 1
2. Conveyor 1 to Loaad
3. Load to Wash
4. Wash Filling
5. Wash to Air
6. Air Filling
7. Air to Unload
8. Unload to Next



รูปที่ 3.29 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน Control

ส่วน Component เป็นส่วนที่กำหนดเงื่อนไขการทำงานของอุปกรณ์พิเศษต่างๆของเครื่องจักร ได้แก่ Pump, Inverter และ Temperature

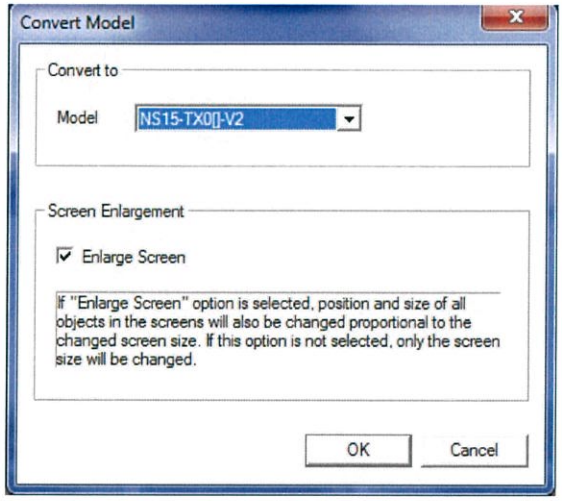


รูปที่ 3.30 ตัวอย่างโปรแกรมส่วน Component

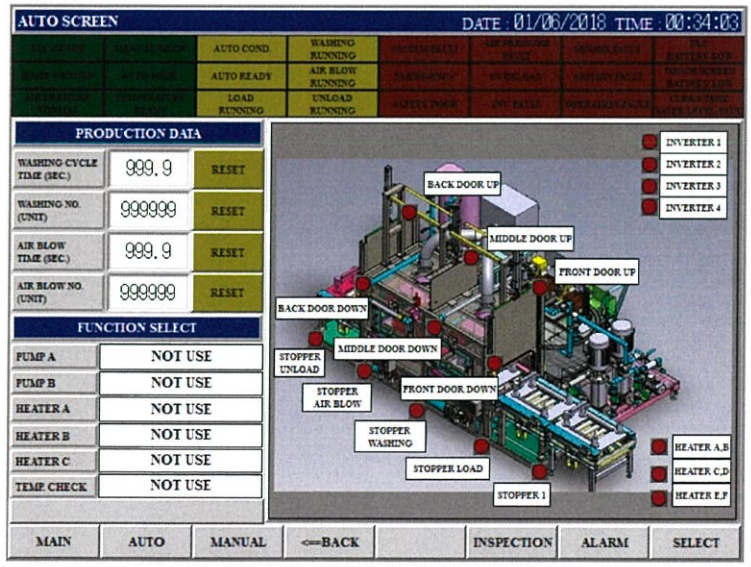
3.7 ออกแบบหน้าจอสัมผัส (Touch Screen)

การออกแบบ Touch Screen จะทำควบคู่กับการเขียนโปรแกรม โดยใช้โปรแกรม CX-Designer ในการออกแบบ และใช้ Touch Screen Model NS8-TV01B-V2 ของ Omron ในการแสดงผล ซึ่งการใช้งาน Touch Screen นั้นเพื่อแสดงผลการทำงาน ควบคุมและสั่งการทำงาน ตั้งค่าการทำงานของเครื่องจักร รวมไปถึงแสดงความผิดปกติของเครื่องจักร

ก่อนเริ่มการออกแบบในโปรแกรม CX-Designer จะต้องกำหนดรุ่นของ Touch Screen ให้ตรงกันก่อน ทั้งนี้ก็เพื่อให้ Touch Screen สามารถแสดงผลและมีขนาดตรงตามที่ออกแบบ



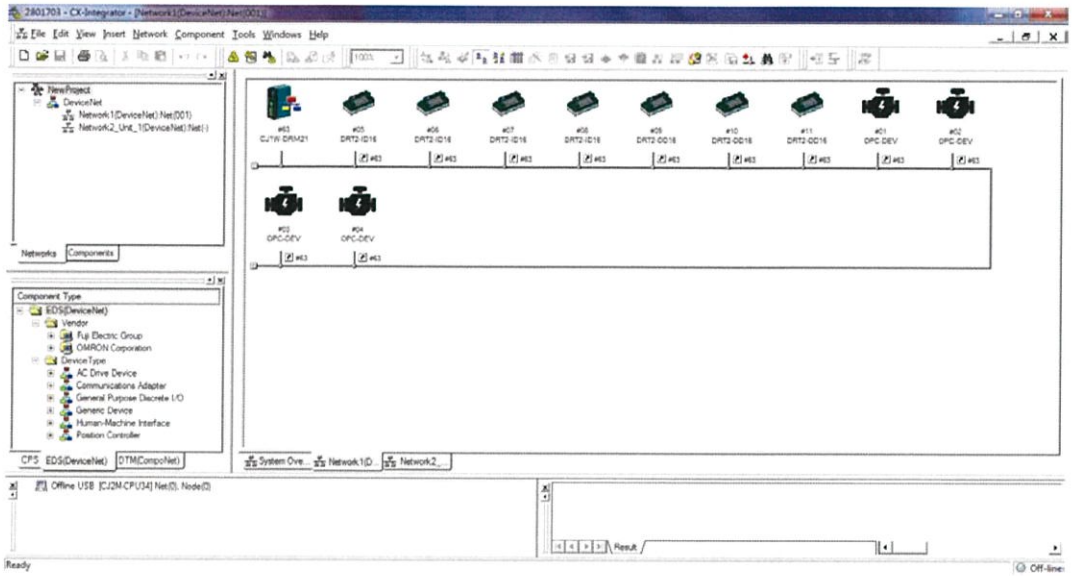
รูปที่ 3.31 การกำหนดรุ่นของ Touch Screen ในโปรแกรม CX-Designer



รูปที่ 3.32 ตัวอย่างการออกแบบ Touch Screen สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

3.8 ทำการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Computer, PLC และ Touch Screen

เมื่อทำการเขียนโปรแกรม PLC และ Touch Screen เป็นที่เรียบร้อยก็ถึงขั้นตอนทำการทดสอบการเชื่อมต่อเพื่ออัพโหลดหรือดาวน์โหลดโปรแกรม โดยในที่นี้จะทำการยกตัวอย่างการทดสอบการเชื่อมต่อกับ PLC



รูปที่ 3.33 ตัวอย่างการเชื่อมต่อข้อมูลโดยใช้โปรแกรม CX-Integrator

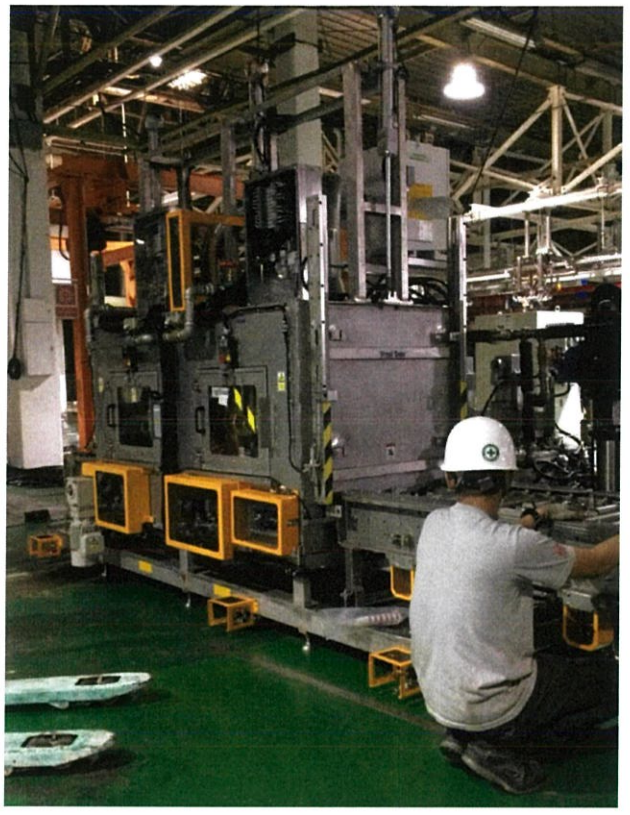
เมื่อสามารถเชื่อมต่อเข้ากับ PLC ได้ ก็ถึงขั้นตอนการเช็คอุปกรณ์ตรวจวัดต่างๆ ว่าปกติเสียหาย หรือเข้าพอยล์ผิดหรือไม่ โดยทำการเช็คผ่านโปรแกรม CX-Programmer ซึ่งจะสามารถทำการเช็คการ Wiring เข้าพอยล์ I/O Module ได้ ว่าอุปกรณ์ที่ต่อเข้ากับพอยล์นั้นๆมีความถูกต้องตามที่ได้ Wiring ตามแบบไฟฟ้ามา

3.9 ทดสอบการทำงานของเครื่องจักร

เมื่อทำการเชื่อมต่ออุปกรณ์ทั้งหมดเข้าหากันได้แล้ว ก็ถึงการทดสอบขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรตาม Concept ที่ลูกค้าต้องการ โดยทดสอบว่าโปรแกรมที่เขียนมานั้นสามารถทำงานตามที่กำหนดหรือไม่ และเมื่อเครื่องจักรได้ทำการติดตั้งโปรแกรมและทดสอบการทำงานเรียบร้อยก็ถึงขั้นตอนลูกค้าเข้ามาทดสอบขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรว่าพอใจสำหรับนำไปใช้งานเลยหรือไม่ โดยทางบริษัท อีซูซุเอ็นยิ่นแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ได้เข้ามาตรวจเช็คและทำการทดสอบการทำงานของเครื่องจักร และมีความเห็นให้ปรับแก้อุปกรณ์ตรวจวัดบางจุด ซึ่งก็ดำเนินการแก้ไขให้เป็นที่เรียบร้อย

3.10 ติดตั้งเครื่องจักรเข้ากับไลน์การผลิตที่บริษัทลูกค้า

เมื่อเครื่องจักรได้ทำการทดสอบเรียบร้อยแล้ว และพร้อมสำหรับการติดตั้ง ก็จะทำการส่งเครื่อง Washing Machine For Engine Test Pallet ไปติดตั้งที่หน้างานเข้ากับไลน์การผลิตของบริษัทลูกค้า โดย Technician แล้วทำการตรวจสอบโดย Programmer



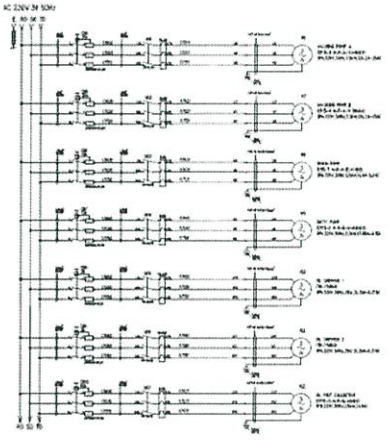
รูปที่ 3.34 การติดตั้งเครื่องจักรเข้ากับไลน์การผลิตที่บริษัทลูกค้า

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

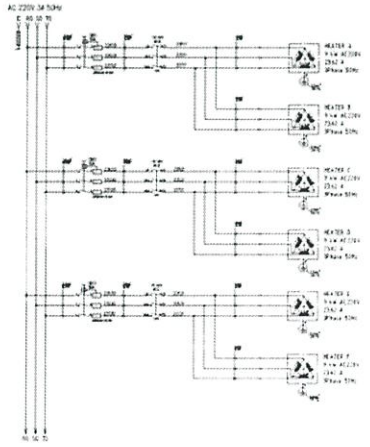
4.1 ผลของการออกแบบไฟฟ้า

การออกแบบไฟฟ้านี้ได้มีการแบ่งออกเป็น 6 ส่วน คือ Power Circuit, Control Circuit, PLC Specification, DeviceNet Diagram, Temperature Controller, I/O Module

Power Circuit จะมีการใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส 220 โวลต์ สำหรับต่อเข้า Motor และ Heater และใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 2 เฟส 220 โวลต์ สำหรับต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Air Condition หรือ Switching Power Supply เพื่อทำการแปลงไฟให้กับ PLC

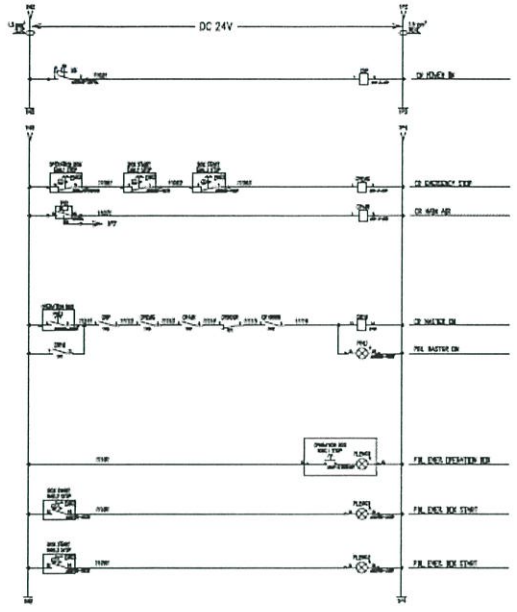


รูปที่ 4.1 ตัวอย่าง Power Circuit AC 3ø 220 V

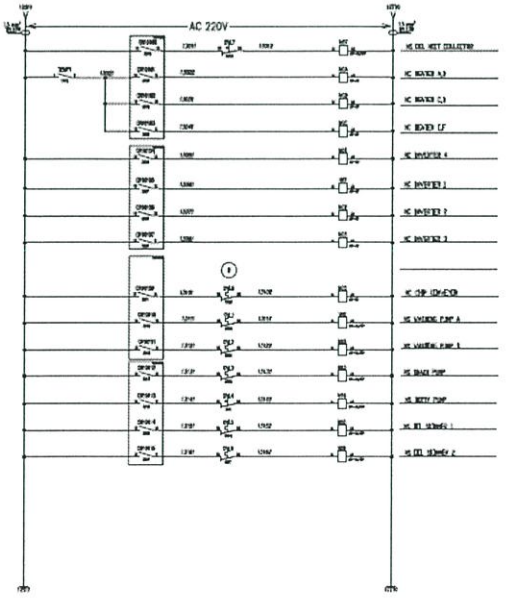


รูปที่ 4.2 ตัวอย่าง Power Circuit AC 2ø 220 V

Control Circuit จะมีการใช้ไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ต่อเข้ากับอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในวงจร Master On และใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ต่อเข้ากับ Relay สำหรับสั่งงาน Motor และ Heater

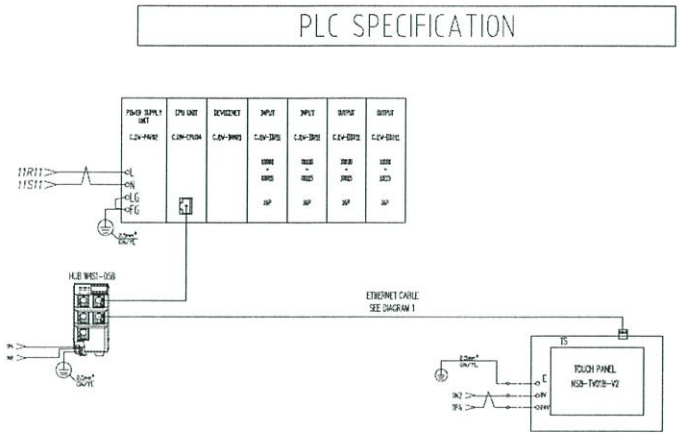


รูปที่ 4.3 ตัวอย่าง Control Circuit DC 24 V



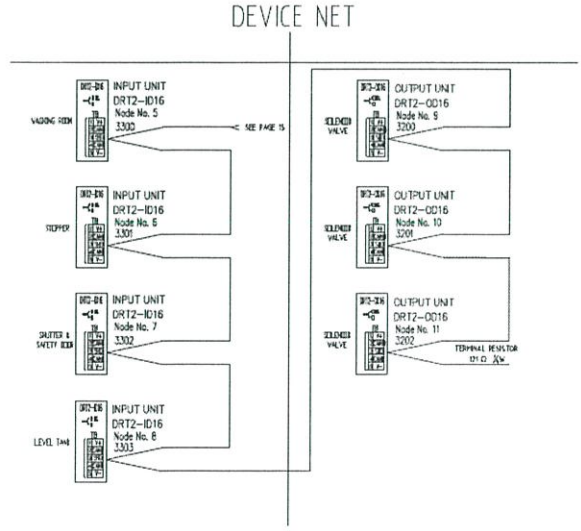
รูปที่ 4.4 ตัวอย่าง Control Circuit AC 220 V

PLC Specification จะเป็นส่วนที่บอกถึงลักษณะการเชื่อมต่อ PLC กับอุปกรณ์ต่างๆ จำนวนการ์ดของ I/O Module และ Address ของพอลย์ PLC โดยใช้ CPU รุ่น CJ2M-CPU34 ในการประมวลผล



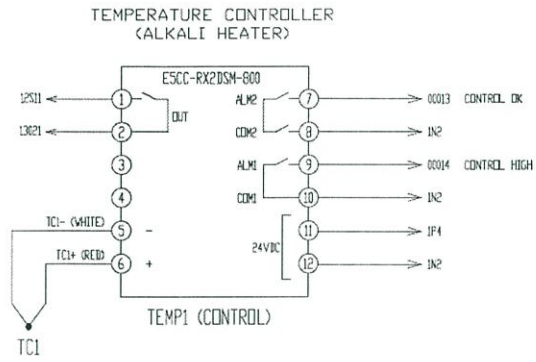
รูปที่ 4.5 ตัวอย่าง PLC Specification

DeviceNet Diagram เป็นส่วนที่บอกถึงลักษณะการเชื่อมต่อของการ์ด DeviceNet โดยมีการกำหนด Node ของการ์ดและ Address ของพอยล์ PLC



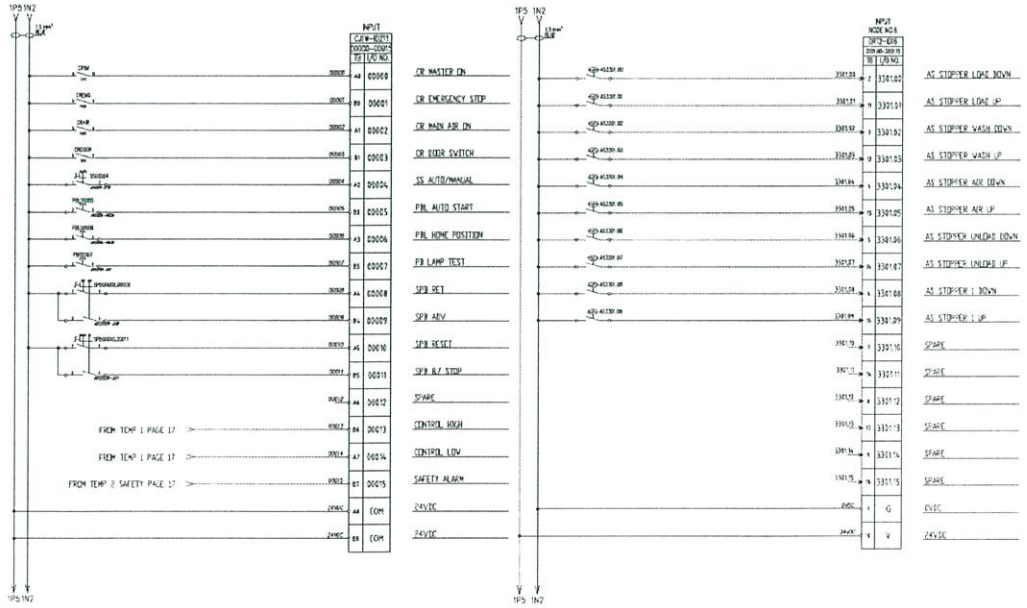
รูปที่ 4.6 ตัวอย่าง DeviceNet Diagram

Temperature Controller Diagram เป็นส่วนแสดงการเชื่อมต่อของ Temperature Controller กับ การ์ด Input Module ของ PLC โดยจะแสดง Address สำหรับใช้ในการเชื่อมต่อ

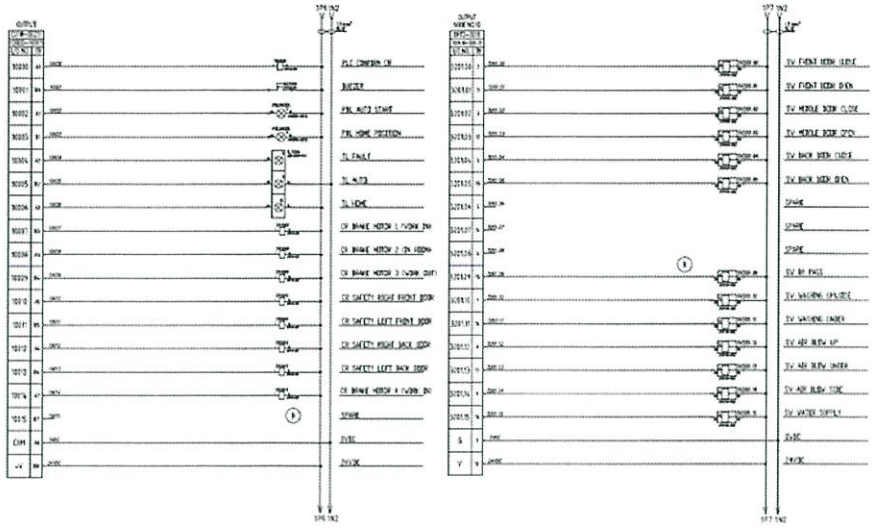


รูปที่ 4.7 ตัวอย่าง Temperature Controller Diagram

I/O Module เป็นส่วนแสดง Input และ Output ของเครื่องจักร โดยใช้ Input Module รุ่น CJ1W-ID211 และ DRT2-ID16 ซึ่งจะแสดงถึงอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต่อเข้ากับ PLC แล้วมีหน้าที่สั่งการทำงานเข้าไปประมวลผลในตัว PLC เช่น Push Button, Sensor, Contact และอื่นๆ สำหรับ Output Module จะใช้รุ่น CJ1W-OD211 และ DRT2-OD16 ซึ่งจะแสดงสัญญาณขาออกเพื่อขับการทำงานของอุปกรณ์ หรือนำไปใช้งาน เช่น Coil, Lamp, Valve, Controller และอื่นๆ



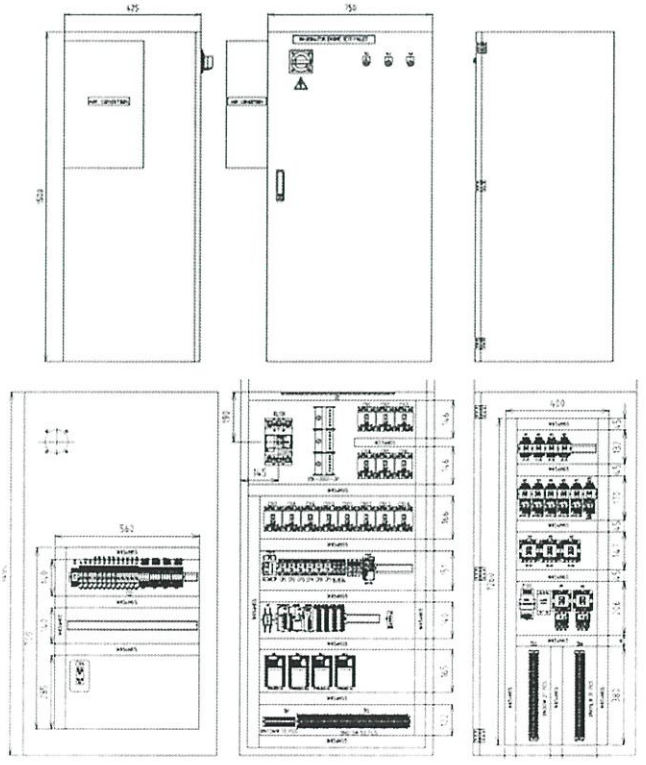
รูปที่ 4.8 ตัวอย่าง Input Module



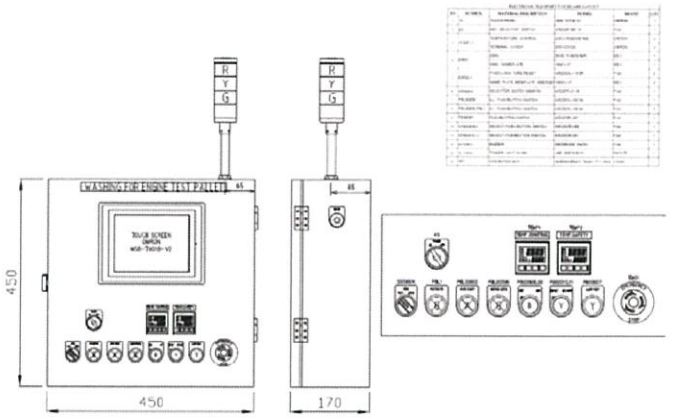
รูปที่ 4.9 ตัวอย่าง Output Module

4.2 ผลของการจัดทำตู้ควบคุมและตู้ปฏิบัติการ

สำหรับการออกแบบตู้ควบคุม (Control Box) และตู้ปฏิบัติการ (Operation Box) จะแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนที่เป็นขนาดและรูปทรงของตู้ และส่วนที่เป็นการจัดวางอุปกรณ์ภายในตู้



รูปที่ 4.10 ขนาดของตู้ควบคุมและ Board Layout ภายในตู้



รูปที่ 4.11 ขนาดของตู้ปฏิบัติและ Board Layout ภายในตู้

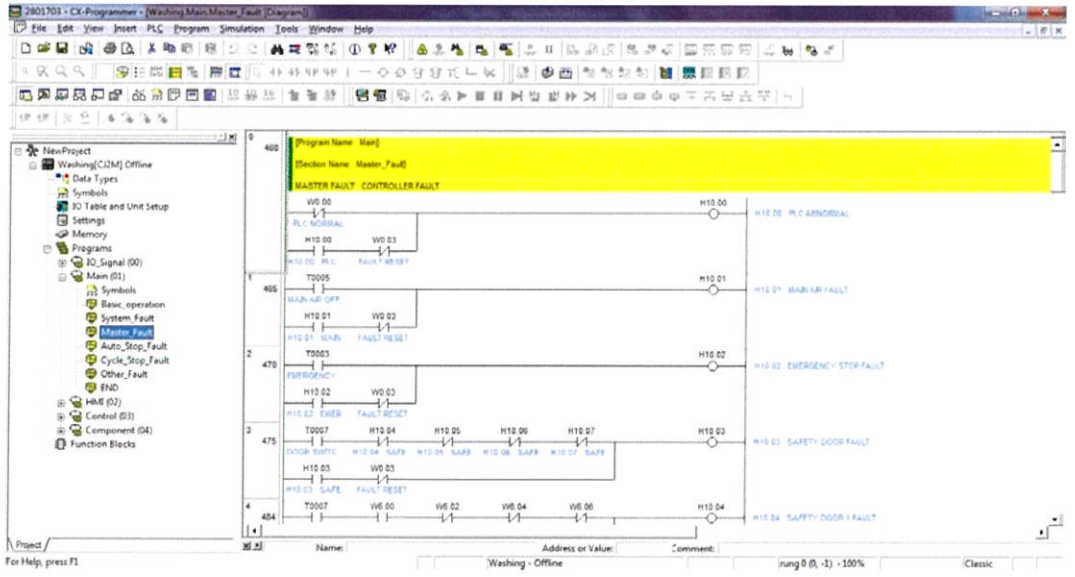
ในการส่วนของการ Wiring นั้นจะต้องดำเนินการตามมาตรฐานของบริษัท เพื่อความง่ายต่อการเข้าใจตรงกันและสะดวกต่อการแก้ไขเมื่อเกิดการชำรุดหรือเสียหาย โดยจะต้องมีการกำหนดสีและขนาดของสายไฟ รวมถึงการใส่ Mark Tube เพื่อบอกเลขของสายและบอกอุปกรณ์ชนิดต่างๆ

รูปที่ 4.12 ตู้ควบคุมที่เสร็จสมบูรณ์

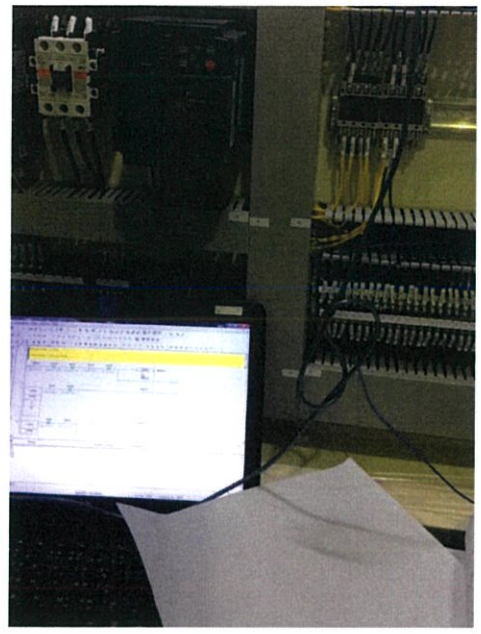
รูปที่ 4.13 ตู้ปฏิบัติการที่เสร็จสมบูรณ์

4.3 ผลของการเขียนโปรแกรมและทดสอบเครื่องจักร

ทำการเขียนโปรแกรมและออกแบบหน้าจอ Touch Screen เพื่อให้สามารถควบคุมและสั่งงานเครื่องจักรผ่านหน้าจอ Touch Screen ได้ และทำการดาวน์โหลดโปรแกรมลง PLC เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์



รูปที่ 4.14 ตัวอย่างการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมเครื่องจักร



รูปที่ 4.15 ทำการดาวน์โหลดโปรแกรมลง PLC

หลังจากทำการดาวน์โหลดโปรแกรม เพื่อใช้สำหรับสั่งการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆแล้ว ก็เข้าสู่กระบวนการทดสอบการทำงาน (Test Run) เพื่อทดสอบการทำงานของเครื่องจักรให้เป็นไปตามลำดับขั้นตอนที่ลูกค้าต้องการ และเพื่อแก้ไขข้อบกพร่องของอุปกรณ์ต่างๆภายในเครื่อง ก่อนจะส่งมอบเครื่องจักรให้กับลูกค้า

รูปที่ 4.16 ทดสอบการทำงานของเครื่องจักรผ่านหน้าจอ Touch Screen

จากผลการดำเนินงานทั้งหมดที่ได้กล่าวมา บ่งบอกถึงขั้นตอนการผลิตเครื่อง Washing Machine For Engine Test Pallet ซึ่งมีขั้นตอนการผลิตที่ซับซ้อน อันเนื่องจากเครื่องจักรที่ถูกผลิตขึ้น จะต้องถูกนำไปใช้งานในไลน์การผลิตของบริษัทลูกค้า จึงต้องผ่านกระบวนการออกแบบโปรแกรม และเช็คแต่ละขั้นตอน เพื่อให้มีประสิทธิภาพตามที่ลูกค้าต้องการ ซึ่งเมื่อนำเครื่อง Washing Machine For Engine Test Pallet ไปติดตั้งที่บริษัทลูกค้า ก็สามารถใช้งานได้จริงและมีประสิทธิภาพตามความต้องการของลูกค้า

บทที่ 5
บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปผลการดำเนินโครงงาน

โครงงาน Washing Machine For Engine Test Pallet จัดทำขึ้นเพื่อตอบความต้องการของลูกค้า คือ บริษัท อีซูซุเอ็นยิ่นแมนูแฟคเจอริ่ง (ประเทศไทย) จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่จัดทำชิ้นส่วนเครื่องยนต์และประกอบยานยนต์ต่างๆ สำหรับโครงงานนี้ที่ถูกจัดทำขึ้นโดยผ่านกระบวนการหลายอย่างมากมาย เพื่อจะออกมาเป็นเครื่องจักรที่สามารถนำไปใช้งานได้จริงตามที่ลูกค้าต้องการ โดยเริ่มตั้งแต่การออกระบบไฟฟ้าและตู้ควบคุม จนกระทั่งการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งทางบริษัทลูกค้าเองเล็งเห็นว่าการทำงานโดยใช้เครื่องจักรแทนแรงงานนั้นย่อมมีประสิทธิภาพและมีความรวดเร็วมากกว่า รวมถึงสามารถประหยัดทรัพยากรได้มากกว่า จึงได้สั่งทำเครื่องจักรนี้ขึ้นเพื่อแทนแรงงานที่จะใช้ในการล้างพาเลท ให้แรงงานกลายเป็นผู้ควบคุมและสั่งงานเครื่องจักรแทน

จากการทดลองทั้งหมดที่ได้ทำการทดลองมาตั้งแต่การออกแบบไฟฟ้า การจัดทำตู้ควบคุมและตู้ปฏิบัติการ การเขียนโปรแกรมไฟฟ้าควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ จนกระทั่งการทดสอบการทำงานเครื่องจักร กระบวนการทั้งหมดทำให้เราเห็นว่างานที่เราทำมาทั้งหมดนั้นเป็นการทำงานอย่างมีขั้นตอนอย่างมีระบบ ซึ่งเมื่อเครื่องจักรได้ถูกส่งไปยังบริษัทลูกค้าก็จะสามารถใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพตามที่ลูกค้าหวังไว้

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

1. ความรู้และความชำนาญไม่เพียงพอต่อการทำงานจริง วิธีแก้ปัญหาคือหมั่นเปิดคู่มือต่างๆ ไม่ว่าจะเป็นการใช้งานอุปกรณ์ วิธีการตั้งค่าโปรแกรมไฟฟ้า และอื่นๆอีกมากมาย รวมถึงหมั่นปรึกษาพี่ในแผนก เพื่อให้พี่ชี้แนวทางในการทำงาน

2. เกิดปัญหาอันเนื่องจากการประกอบเครื่องจักรไม่ตรงกับที่ออกแบบไว้ วิธีแก้ปัญหาคือทำการปรับความเข้าใจ และปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ เพื่อให้สามารถเชื่อมต่อและทำการทดสอบเครื่องจักรให้แล้วเสร็จ

3. เกิดความล่าช้าจากตารางการทำงาน อันเนื่องจากอุปกรณ์ในการติดตั้งลงตู้ควบคุมหรือตู้ปฏิบัติการ วิธีแก้ปัญหาคือ จัดการตารางทำงานให้ดีและคำนวณระยะเวลาการติดตั้งต่างๆ ให้กระชับอย่างมีระบบ จนสามารถทำการส่งเครื่องจักรทันกำหนดเวลาได้

4. เกิดปัญหาจากการพบปะลูกค้า เมื่อลูกค้าต้องการเพิ่มอุปกรณ์หรือเพิ่มขั้นตอนการทำงาน ทำให้ต้องมีการปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ และตัวโปรแกรม วิธีแก้ปัญหาคือเร่งทำการแก้ไขเพื่อให้ทันเวลาที่กำหนดในตารางการทำเครื่องจักร

5.3 ข้อเสนอแนะจากการทำโครงงาน

1. ควรมีการพบปะลูกค้าเพื่อพูดคุยเกี่ยวกับความต้องการที่แน่นอน เพื่อความถูกต้องและความรวดเร็วในการทำงาน

2. ควรมีการสื่อสารทั้งกับแผนกอื่นๆ และภายในแผนก เพื่อให้มีความเข้าใจไปในทิศทางเดียวกัน โดยอาจจะมีการประชุมเกี่ยวกับการทำงานทุกๆสัปดาห์ เพื่ออัพเดตการทำงานของแต่ละแผนก

เอกสารอ้างอิง

[1] **ชนิดของ PLC** เข้าถึงได้จาก:
http://www.tatc.ac.th/files/0902050883921_1106010774824.pdf
(วันที่ค้นข้อมูล: 15 ธ.ค. 2560)

[2] **DeviceNet Network** เข้าถึงได้จาก:
https://thaicontrol.wordpress.com/2014/01/19/devicenet-network/
(วันที่ค้นข้อมูล: 16 ธ.ค. 2560)

[3] **การสื่อสารข้อมูลในงานอุตสาหกรรม** เข้าถึงได้จาก:
http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/articles_preview.php?cid=7
(วันที่ค้นข้อมูล: 16 ธ.ค. 2560)

[4] **เซอร์กิตเบรกเกอร์** เข้าถึงได้จาก:
http://pordoo.com/home/(circuit-breaker)/ (วันที่ค้นข้อมูล: 17 ธ.ค. 2560)

[5] **รีเลย์และคอนแทคเตอร์** เข้าถึงได้จาก:
http://enlic.atwebpages.com/doc/Trainning%20doc/Relay%20and%20contactor.pdf (วันที่ค้นข้อมูล: 17 ธ.ค. 2560)

[6] **โอเวอร์โหลดรีเลย์** เข้าถึงได้จาก:
http://nongmaicity.blogspot.com/2013/08/over-load-relay-over-load-relay-rc.html (วันที่ค้นข้อมูล: 18 ธ.ค. 2560)

[7] **สวิตชิ่งเพาเวอร์ซัพพลาย** เข้าถึงได้จาก:
http://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/power/switching_regulator/
(วันที่ค้นข้อมูล: 18 ธ.ค. 2560)

[8] **Inverter** เข้าถึงได้จาก:
http://www.inverter.co.th/Home/index.php?option=com_content&view=article&id=110:inverter&catid=46:news-info&Itemid=83 (วันที่ค้นข้อมูล: 19 ธ.ค. 2560)