รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบไฟฟ้า และระบบควบคุมสำหรับเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อหล่อน้ำยาทำความเย็นของผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน
Design of Electrical and Control System for Intercooler tube Inner fins Insertion Machine

นางสาวอภิชญา เลิศสิริชินกร

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2560

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การออกแบบระบบไฟฟ้า และระบบควบคุมสำหรับเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อหล่อน้ำยาทำความเย็นของผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน

Design of Electrical and Control System for Intercooler tube Inner fins Insertion Machine

นางสาวอภิชญา เลิศสิริชินกร

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2560

ชื่อโครงงาน	การออกแบบระบบไฟฟ้า และระบบควบคุมสำหรับเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อหล่อน้ำยาทำความเย็นของผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน
ชื่อ-สกุล นักศึกษา	อภิชญา เลิศสิริชินกร
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ	ดร.สมภพ ผลไม้
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน	นายอลงกรณ์ ปั้นเจริญ
สถานประกอบการ	บริษัท เด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้จัดขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอปัญหาทางด้านคุณภาพของชิ้นงาน และด้านเศรษฐศาสตร์ ของกระบวนการหนึ่งในการผลิตผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน ซึ่งพนักงานใช้การประกอบด้วยมือ ก่อให้เกิดปัญหาต่างๆที่ไม่สามารถควบคุมได้ จึงได้มีการนำระบบอัตโนมัติมาประยุกต์ใช้ในโครงงานนี้ โดยในการออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้าไปในท่อหล่อน้ำยาทำความเย็นของผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน ใช้เครื่องควบคุมอัตโนมัติ (PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักร และใช้การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ภายนอกต่างๆแบบเครือข่าย DeviceNet โดยเครื่องจักรอัตโนมัตินี้ถูกออกแบบเพื่อใช้ในกระบวนการผลิตแทนมนุษย์ ซึ่งสามารถลดแรงงานมนุษย์ได้จำนวนสี่คนต่อวัน คิดเป็นเงินสองล้านบาทต่อปี และยังสามารถบรรลุวัตถุประสงค์อื่นๆ คือ สามารถลดปัญหาจากกระบวนการผลิตที่เกิดจากความผิดพลาดของมนุษย์ เพิ่มประสิทธิภาพของกระบวนการผลิตได้ สามารถลดต้นทุนในการผลิตในระยะยาว และสามารถขยายปริมาณการผลิตได้อย่างรวดเร็วในภายหน้าเพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการของตลาดชิ้นส่วนยานยนต์ภายในประเทศและส่งออกนอกประเทศ

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน , ครีบด้านใน , ท่อหล่อน้ำยาทำความเย็น , เครื่องควบคุมอัตโนมัติ , DeviceNet

Research Title	Design of Electrical and Control System for Intercooler tube Inner fins Insertion Machine
Student Intern Name	Apichaya Lertsirichinnakorn
Department	Electrical Engineering
Advisor Name	Dr. Sompob Polamai
Mentor Name	Alongkorn Panjaroen
Company	DENSO (THAILAND) CO., LTD

Abstract

This project presents study on efficiency and economics problems in one process of producing inter cooler that assembled by manual method, which causes uncontrollable problems. The automation system has been applied in this project starting from the electrical system design to control the inner fins inserted into tube assembly add-on machine, then using programmable logic controller (PLC) as a machine control device. The PLC also provides connectivity between external devices via the DeviceNet network. This automatic machine was designed for use in the production process in place of humans. This can reduce human labor for four people per day equaling two millions Baht per year. The proposed machine can also achieve other objectives such as reducing human error, optimizing the production process, reducing the cost of production in the long term, and the production can be expanded rapidly in order to meet a demand of the domestic and the export of automotive parts.

Keyword : Inter Cooler , Inner fin , Tube , programmable logic controller ,DeviceNet

กิตติกรรมประกาศ

โครงการสหกิจศึกษาสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีนั้น เนื่องจากได้รับการสนับสนุน และความอนุเคราะห์จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง และบริษัทเด็นโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้โอกาสเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา รวมถึงให้ความรู้และทักษะในการทำงานด้านต่างๆ นอกเหนือจากความรู้ในห้องเรียน

ขอขอบพระคุณดร.สมภพ ผลไม้ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานสหกิจศึกษา สำหรับคำแนะนำ และความช่วยเหลือต่างๆ รวมถึงการนิเทศงานที่บริษัทเพื่อแนะนำแนวทางในการดำเนินโครงงาน และการตรวจสอบความถูกต้องของรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณ นายอนุชิต อารีย์ และพี่ๆพนักงานในแผนกออกแบบเครื่องจักร และเครื่องมือบริษัทเด็นโซ่จำกัดที่(ประเทศไทย)คอยให้ความรู้ทั้งในด้านทฤษฎี และปฏิบัติ คอยดูแลเอาใจใส่ และให้ความช่วยเหลือต่างๆตลอดการดำเนินโครงงานอย่างใกล้ชิด จนโครงงานในครั้งนี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่สนุบสนันในด้านการศึกษาตลอดระยะเวลาที่ผ่านมา และเป็นกำลังใจ และแรงผลักดันที่สำคัญในการดำเนินโครงงานจนสำเร็จ

อภิชญา เลิศสิริชินกร

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง และสารบัญกราฟ	XIV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	3
1.3 ขอบเขตโครงงาน	3
1.4 วิธีดำเนินงานโครงงาน	4
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 อุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้ากำลัง (Power System Device)	6
2.1.1 อุปกรณ์ตัดต่อวงจร	6
2.1.2 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor)	7
2.1.3 โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay)	8
2.1.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)	8
2.2 อุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้าควบคุม (Control System Device)	9
2.2.1 ฮาร์ดแวร์ของระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC Hardware)	9
2.2.2 การควบคุมชุดทำงาน (Actuator)	14
2.2.3 Relay	17

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3 อุปกรณ์ที่ใช้รับสัญญาณ และแสดงผล (Operation and Display Device)	17
2.3.1 Operation Device (Input Device)	17
2.3.2 Display Device (Output Device)	19
2.3.3 Operation and Display Device	20
2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบตรวจจับ (Detection System Device)	20
2.4.1 Auto Switch (Reed Switch)	20
2.4.2 Proximity Switch	21
2.4.3 Photoelectric Switch	22
2.4.4 Safety door switch	24
2.4.5 Safety Light curtain	24
2.4.6 Pressure Switch	25
2.5 การเลือกใช้สายไฟในอุตสาหกรรมการผลิต	25
2.6 โปรแกรมต่างๆที่เกี่ยวข้อง	26
2.5.1 CX-Integrator	26
2.5.2 CX-Programmer	28
2.5.3 NB-designer	30
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	31
3.1 ขั้นตอนวางแผนการดำเนินงาน (PLAN)	32
3.1.1 ศึกษาสภาพหน้างานจริงในปัจจุบัน	32
3.1.2 วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการ	35
3.1.3 วางแผนการดำเนินโครงงาน	36

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2 ขั้นตอนการทำโครงงาน (DO)	36
3.2.1 การกำหนดแนวคิดการทำงานของเครื่องจักร	36
3.2.2 อุปกรณ์ที่ต่างๆที่เลือกใช้ในระบบ	41
3.2.3 ศึกษามาตราฐานการออกแบบ	50
3.2.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ (Electrical Hardware Design)	52
3.2.5 การออกแบบซอฟท์แวร์ (Electrical Software Design)	67
3.3 ขั้นตอนการตรวจสอบผลการดำเนินการ	83
3.3.1 ตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องจกรก่อนนำไปติดตั้ง	83
3.4 ขั้นตอนสรุปผลการดำเนินการ	85
3.4.1 Operation ratio check sheet (1Hr.Test run)	85
3.4.2 จัดทำคู่มือประกอบการใช้งานและการซ่อมบำรุง	86
3.4.3 จัดทำข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อยอด	86
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	87
4.1 ปัญหาที่พบ	87
4.2 ผลการดำเนินงาน	89
บทที่ 5 สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ	90
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	90
5.2 ข้อเสนอแนะ	91
ภาคผนวก	92
เอกสารอ้างอิง	93
ประวัติผู้เขียน	100

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ภาพแสดงการผลิตรถยนต์เพื่อการขายในประเทศ และการส่งออกนอกประเทศ	1
2.1 (ก) เซอร์กิตเบรคเกอร์ (Circuit Breaker)	6
(ข) เซอร์กิตโพรเทคเตอร์ (Circuit Protector)	6
2.2 ภาพแสดงหน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วยของแมคเนติคคอนแทรคเตอร์	7
2.3 ภาพแสดงส่วนประกอบของแมคเนติคคอนแทรคเตอร์ในอุปกรณ์จริง	7
2.4 (ก) โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Over Load relay)	8
(ข) ส่วนประกอบภายในโอเวอร์โหลดรีเลย์	8
2.5 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Supply)	8
2.6 แสดงตัวอย่างการต่อชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเครื่องจักร	9
2.7 ตัวอย่างPLC แบบ Block Type	10
2.8 ตัวอย่างPLC แบบ Modular Type	11
2.9 แสดงการทำงานของชุดทำงาน (Actuator)	14
2.10 (ก.) แผงSolenoid valve	14
(ข.) โครงสร้างของ Solenoid valve	14
2.11 (ก.) 2PS Solenoid valve	15
(ข.) สัญลักษณ์ของ 2PS Solenoid valve	15
2.12 (ก.) 2PD Solenoid valve	15
(ข.) สัญลักษณ์ของ 2PD Solenoid valve	15
2.13 (ก.) 3PD ชนิด all part block	16
(ข.) สัญลักษณ์ของ 3PD ชนิด all part block	16
2.14 (ก.) 3PD ชนิด ABR	16
(ข.) สัญลักษณ์ของ 3PD ชนิด ABR	16
2.15 (ก.) 3PD ชนิด PAB	16
(ข.) สัญลักษณ์ของ 3PD ชนิด PAB	16

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.16 (ก.) ตัวอย่างรีเลย์รุ่น MY4ZN	17
(ข.) แสดงการเชื่อมต่อขาของอุปกรณ์รีเลย์	17
2.17 ปุ่มกดแบบค้างสถานะ (Maintained Push button)	18
2.18 ปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉิน (Emergency Push button switch)	18
2.19 Selector switch	19
2.20 (ก.) ไฟแสดงผล (Lamp)	19
(ข.) ไฟสัญญาณเตือนแบบชั้น (Patlite)	19
2.21 บัซเซอร์ (Buzzer)	19
2.22 (ก.) หน้าจอทรัชกรีนรุ่น NB3Q-TW01B	20
(ข.) HUB [30]	20
2.23 (ก.) แสดงการทำงานAuto Switch	20
(ข.) Auto Switch ที่ติดตั้งกับกระบอกสูบ	20
2.24 Proximity Switch	21
2.25 แสดงการทำงานของ Inductive Proximity	21
2.26 แสดงการทำงานของ Capacitive Proximity	22
2.27 เปรียบเทียบ Proximity Switch ชนิดเหนี่ยวนำ และชนิดเก็บประจุ	22
2.28 Photoelectric Switch	22
2.29 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทตัวรับ – ตัวส่งแยกกัน	23
2.30 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดสะท้อนกับแผ่นสะท้อน	23
2.31 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทสะท้อนกับวัตถุ	24
2.32 Safety door switch	24
2.33 ม่านแสงนิภัย (Safety Light curtain)	25
2.34 Pressure Switch	25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.35 (ก) การสร้างการเชื่อมต่อระบบใหม่ (ข) เลือกเครือข่ายการในการสื่อสาร	26
(ค) ตั้งชื่อระบบและกำหนดAddress	26
2.36 แสดงวิธีการนำเข้าอุปกรณ์ DeviceNet Module และกำหนดโหนดของอุปกรณ์	27
2.37 แสดงการติดตั้ง EDS file ของอุปกรณ์อื่นๆ	27
2.38 แสดงตัวอย่างการเลือก Solenoid Module รุ่น SY5000	27
2.39 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ โดยมาสเตอร์คือยูนิต 0	28
2.40 การเลือกชนิดของเครื่องควบคุมอัตโนมัติ (PLC) และการเชื่อมต่อข้อมูล	28
2.41 (ก) การเลือกชนิดของเครื่องควบคุมอัตโนมัติ(PLC) และเครือค่ายการเชื่อมต่อ	29
(ข) การตั้งค่าอุปกรณ์ที่เชื่อมติดกับเครื่องควบคุมอัตโนมัติ (PLC)	29
2.42 การเลือกอุปกรณ์สื่อสารเข้ากับเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ((PLC)	29
2.43 แลดเดอร์อะแกรมเบื้องต้น	29
2.44 แสดงการตั้งค่าIP Address	30
2.45 แสดงการตั้งแค่ปุ่มกด	30
3.1 ส่วนประกอบของเครื่องระบายความร้อน (Inter Cooler)	32
3.2 แสดงแผนภาพแสดงกระบวนการผลิตส่วนหนึ่งของเครื่องระบายความร้อน	33
3.3 แสดงแผนผังไลน์ การประกอบชิ้นงานของพนักงาน	33
3.4 (ก) แสดงอุปกรณ์ในสภาพหน้างานปัจจุบัน	34
(ข) ภาพท่อที่ประกอบแล้ว	34
3.5 (ก) ครีบด้านในภายในเกิดการบิ่น	35
(ข) ช่องว่างระหว่างครีบด้านใน	35
3.6 ครีบด้านในชนกับขอบท่อ	35
3.7 ครีบด้านในหลุดออกจากท่อ	35
3.8 แนวคิดของกระบวนการทำงานของเครื่องจักร	37
3.9 แสดงแบบจำลอง 3 มิติเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อ	37

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 (ก) แบบจำลองเครื่องลำเลียงชิ้นส่วน (Blow feeder)	38
(ข) ภาพแสดง Photo Sensor ตรวจจับเมื่อครีบด้านในเต็มสายพานลำเลียง	38
3.11 แสดงการทำงานของส่วนลำเลียงท่อ โดยใช้ลูกสูบ 2 สโตรค	38
3.12 ภาพแสดง Photo Sensor ตรวจจับระดับของท่อในส่วนบรรจุท่อ (Magazine)	39
3.13 แสดงแบบจำลองการใส่ครีบ (Inner fin) เข้าไปในท่อ (Tube)	40
3.14 ภาพ Line Layout ของกระบวนการประกอบการประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อ	40
3.15 คุณสมบัติของ CPU Unit รุ่น CP1H-X40DT1-D	41
3.16 DeviceNet Module รุ่น CJ1W-DRM21	42
3.17 แสดงการเชื่อมต่อของหน้าจอทัชกรีน	42
3.18 Buzzer รุ่น UZ6-12	43
3.19 Patlite รุ่น LR6-WC	43
3.20 Robo Cylinder รุ่น RCP6-SA4C-WA-35P-16-400-P3-X07	43
3.21 โมดูลสื่อสารสำหรับแผงควบคุมโซลินอยด์ไฟฟ้า : ยี่ห้อ SMC รุ่น EX260-SDN3	44
3.22 โซลินอยด์ไฟฟ้า : ยี่ห้อ SMC รุ่น SY5000	44
3.23 (ก) EX260 (ข) EX260ต่อกับแผงแมนิโฟล	45
(ค) แสดงการเชื่อมต่อเข้าระบบ Devicenet	45
3.24 แสดงการเลือก DRT2-ID16-1	46
3.25 แสดงการเลือก XWT-ID16-1	46
3.26 Remote Input with Expansion รุ่น DRT2-ID16-1 และ XWT-ID16-1	47
3.27 (ก) แสดงอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) มุมมองด้านบน (Top view)	48
(ข) แสดงอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) มุมมองด้านข้าง (Side view)	49
3.28 (ก) ปุ่ม Master on	49
(ข) ปุ่ม Auto Run	49
3.29 หน้าจอ Touch Screen รุ่น NB3QTW01B	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.30 Speed control รุ่น US2-315EC	50
3.31 Vibratory feeder controller รุ่น SDVC34-XL	50
3.32 Position Controller รุ่น PCON-CB-35P-WAI-DV-0-0-DN	50
3.33 แสดงมาตรฐานการกลับสัญลักษณ์แนวดิ่ง เป็นแนวนอน	51
3.34 แสดงโครงสร้างของการออกแบบฮาร์ดแวร์	52
3.35 แสดงระบบไฟฟ้าโดยรวมทั้งหมดของเครื่องจักร	52
3.36 แสดงวงจรไฟฟ้ากำลัง	53
3.37 แสดงวงจรควบคุม	54
3.38 แสดงการเช็คสถานะ และวงจรเตรียมพร้อมการเริ่มเดินเครื่อง (Master On)	55
3.39 แสดงการเชื่อมต่อวงจร Master On ให้ส่งสัญญาณเข้า PLC	56
3.40 แสดงการนำMaster On สั่งการอุปกรณ์ต่างๆ เช่น วงจรจ่ายลม	57
3.41 Hardwiring ของอุปกรณ์อินพุตภายใน PLC และรายการเชื่อมต่อของอุปกรณ์	57
3.42 Hardwiring ของอุปกรณ์เอาท์พุตภายใน PLC	58
3.43 แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในระบบสื่อสาร Devicenet	61
3.44 แสดงวงจรการเชื่อมต่ออุปกรณ์ PLC และ Touch Screen ผ่านHUB	62
3.45 แสดงวงจรการเชื่อมต่อ Robo Actuator	63
3.46 แสดงวงจรการเชื่อมต่ออินพุต/เอาท์พุตภายใน	63
3.47 แสดงวงจรการเชื่อมต่ออินพุต/เอาท์พุตทางไกล	64
3.48 การจัดวางอุปกรณ์ในตู้ควบคุม	64
3.49 การออกแบบตู้ควบคุม	65
3.50 กล่องสำหรับสั่งการและแสดงผล	65
3.49 แผ่นป้ายกำกับอุปกรณ์ต่างๆ	66
3.51 แผ่นป้ายกำกับอุปกรณ์ในกล่องสำหรับสั่งการและแสดงผล	66
3.52 แสดงโครงสร้างของซอฟท์แวร์	67

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.53 แผนภาพวงจรลมของเครื่องจักร (Pneumatic diagram)	67
3.54 แสดงแผนภาพเวลา (Time chart)	68
3.55 แสดงแผนภาพการทำงานเบื้องต้นของเครื่องจักร	68
3.56 การเขียนโปรแกรมในการนำเข้าอินพุต Hardwiring	69
3.57 การกำหนดแอดเดรสของอินพุตภายนอก	69
3.58 การเขียนโปรแกรมในการนำเข้าอินพุตชนิด Photo Sensor , Proximity Sensor	70
3.59 การเขียนโปรแกรมในการนำเข้าอินพุตชนิด Auto switch	70
3.60 การเขียนโปรแกรมในการส่งข้อมูลออกไปยังเอาท์พุต กรณี Hard wiring	71
3.61 การกำหนดแอดเดรสของเอาท์พุตภายนอก	71
3.62 การเขียนโปรแกรมในกรณีโซลินอยด์ไฟฟ้าแบบ 3PD	72
3.63 แสดงหน้าจอแสดงการเกิดความผิดปกติ	72
3.64 แสดงการเช็คสภาพภายในของอุปกรณ์PLC ก่อนเริ่มทำงาน	73
3.65 แสดงอุปการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในระบบ Devicenet	73
3.66 แสดงการตั้งค่า Unit No. ของ Master	73
3.67 แสดงตารางการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Slave	74
3.68 แสดงการเช็คการเชื่อมต่อโหนดในระบบ Devicenet	75
3.69 ตัวอย่าง Flow Chart การทำงานลูป Automatic	76
3.70 แสดงการเขียนโปรแกรมลูป Automatic	76
3.71 แสดงการยกตัวอย่าง Flow chart ในการเริ่มลูปการทำงาน	77
3.72 แสดงการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ในการเริ่มลูปการทำงาน	78
3.73 แสดง Flow Chart แสดงการทำงานของกระบวนการเคลื่อนท่อใหม่ (Insert new tube)	78
3.74 แสดงการเขียนโปรแกรมลำดับการทำงานส่วนหนึ่งของกระบวนการลำเลียงท่อใหม่	79
3.75 แสดงการเขียนโปรแกรมการทำงานของ ROBO Actuator	80

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.76 หน้าหลักการทำงาน	81
3.77 หน้าจอเงื่อนไข Master On	81
3.78 หน้าจอโหมดทำงานด้วยมือ (Individual)	81
3.79 การตั้งค่าแอดเดรสในโปรแกรมNB-Designer	82
3.80 การเขียนเชื่อมโยงแอดเดรสจาก NB-Designer ไปยัง CX-Programmer	82
4.1 แสดง Photo Sensor เพื่อตรวจสอบการลำเลียงครีบด้านใน	87
4.2 ไฟบอกสถานะเครื่องจักร (Tower Lamp)	88
5.1 แสดงยุคของอุตสาหกรรม	91

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติระบบการสื่อสาร	13
2.2 แสดงตัวอย่างและวิธีการใช้งานของสายไฟที่ใช้ในโครงงาน	26
3.1 แสดงเวลาที่ใช้ในการทำงานของพนักงานในการประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อ	34
3.2 แสดงแผนการดำเนินงานโครงการอกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมเครื่องจักร	36
3.3 แสดงคุณสมบัติของ Solenoid communicate module	44
3.4 แสดงแอดแดรส และหน้าที่ โซลินอยด์วาล์วที่ใช้ในเครื่องจักร	45
3.5 แสดงแอดแดรส และหน้าที่ของเซนเซอร์ตรวจจับที่ใช้ในเครื่องจักร	47
3.6 แสดงตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบไฟฟ้า	51
3.7 แสดงกระแสใช้งานของอุปกรณ์ในกิ่ง A	59
3.8 แสดงคุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระสตรง	60
3.9 แสดงกระแสใช้งานของอุปกรณ์ในกิ่ง B	61
3.10 แสดงกระแสใช้งานของอุปกรณ์ในกิ่ง C	62
3.11 ตารางแสดงหัวข้อการตรวจสอบมาตรฐานเครื่องจักรก่อนนำไปติดตั้ง	83
3.12 Operation ratio check sheet (1Hr. Test run)	85

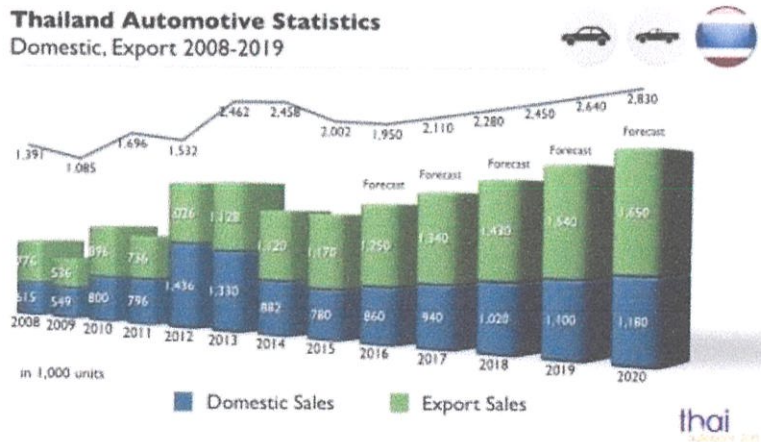
สารบัญกราฟ

กราฟที่	หน้า
3.1 แสดงเวลาใช้ในการทำงานของพนักงานในการประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อ	34
3.2 แสดง Operation ratio check sheet ในการทดสอบ15ครั้ง	85

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในสภาวะเศรษฐกิจปัจจุบันอุตสาหกรรมรถยนต์ของประเทศไทยมีการเติบโตต่อเนื่องตามทิศทางของเศรษฐกิจ จากข้อมูลที่กรมส่งเสริมอุตสาหกรรมได้นำเสนอข้อมูลไว้ว่า ปริมาณการผลิตรถยนต์ของไทยที่ขยายตัวเฉลี่ย 12 % ต่อปี เป็นผลจากรถยนต์ที่ซื้อในช่วงโครงการรถยนต์คันแรกมีอายุ 5 ปี จะพ้นกำหนดห้ามซื้อขายตั้งแต่ปี 2560 เป็นต้นไป ซึ่งอาจมีผลให้ผู้บริโภคบางส่วนตัดสินใจเปลี่ยนรถใหม่ นอกจากนี้ตลาดส่งออกยังได้ AEC สนับสนุนเนื่องจากประเทศไทยมีความได้เปรียบด้านตำแหน่งที่ตั้งเป็นศูนย์กลางของภูมิภาคอาเซียน มีตลาดในประเทศขนาดใหญ่ผนวกกับรัฐบาลมีนโยบายส่งเสริมการลงทุน จึงดึงดูดให้ค่ายรถยนต์ชั้นนำของโลกขยายกำลังการผลิตในไทยอย่างต่อเนื่องโดยค่ายรถยนต์ญี่ปุ่น ซึ่งมีปริมาณการผลิตและยอดขายรถยนต์คิดเป็นสัดส่วนกว่า 75% ของตลาด ได้วางตำแหน่งให้ไทยเป็นฐานการผลิตเพื่อการส่งออกรถกระบะและรถอีโคคาร์ ซึ่งการผลิตรถกระบะนั้นถือได้ว่าเป็นฐานการผลิตขนาดใหญ่ เป็นอันดับที่ 1 ของอาเซียน นอกจากนี้ ค่ายรถยนต์จีนและยุโรปยังให้ความสำคัญกับการผลิตในไทยมากขึ้น [1]



รูปที่ 1.1 ภาพแสดงการผลิตรถยนต์เพื่อการขายในประเทศ และการส่งออกนอกประเทศ [2]

จากแผนภาพรูปที่ 1.1 แสดงให้เห็นถึงยอดการผลิตรถยนต์เพื่อการขายในประเทศ และการส่งออกนอกประเทศ ในปี ค.ศ.2015 เป็นต้นไปมีแนวโน้มยอดการผลิตรถยนต์เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ โดยมีปัจจัยต่าง ๆ หลายประการ เช่น นโยบายของรัฐบาล กำลังซื้อของประชาชน การเติบโตของเศรษฐกิจโลก เป็นต้น ดังนั้น อุตสาหกรรมชิ้นส่วนยานยนต์จึงมียอดขายสินค้ามากขึ้นเช่นเดียวกัน ทำให้ต้องมีการเพิ่มกำลังการผลิตสินค้าให้เพียงพอต่อความต่อความต้องการของตลาด

การเพิ่มกำลังการผลิตสินค้าให้สามารถรองรับความต้องการของตลาดมีอุปสรรค คือ ต้นทุนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ในส่วนของค่าจ้างแรงงานที่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งเป็นเครื่องชี้วัดว่าแนวโน้มค่าจ้างแรงงานนั้นมีแนวโน้มพุ่งสูงขึ้นเรื่อยๆอย่างต่อเนื่อง สะท้อนให้เห็นถึงปัญหาที่ตามมา คือ ผลกำไรของอุตสาหกรรมนั้นลดลงในอนาคต รวมถึงปัญหาในการขยายฐานการผลิต ซึ่งนำไปสู่การขาดทุนของอุตสาหกรรมเป็นที่สุด หากไม่มีการปรับเปลี่ยนหรือพัฒนากระบวนการผลิตให้สามารถรองรับสภาพปัญหาในปัจจุบันและอนาคตอันใกล้นี้

เนื่องจากปริมาณความต้องการในตลาดเพิ่มสูงขึ้นจึงต้องเพิ่มปริมาณในการผลิตรวมถึงคุณภาพของงานที่จะต้องได้มาตรฐาน และมีคุณภาพตรงตามความต้องการของลูกค้า อีกหนึ่งปัญหาคือการเพิ่มขึ้นของค่าจ้างของพนักงาน ทำให้ต้นทุนในการผลิตเพิ่มขึ้นๆทุกปี ด้วยเหตุนี้เราจำเป็นต้องตระหนักว่า การเพิ่มจำนวนพนักงานนั้นทำให้กระบวนการผลิตพัฒนาไปได้จริงหรือไม่ และผลกำไรนั้นคุ้มค่าแล้วหรือไม่ จากปัญหาเหล่านี้ทำให้เกิดแนวทางในการนำระบบอัตโนมัติมาเป็นส่วนช่วยในกระบวนการผลิต ซึ่งสามารถเพิ่มความสามารถในการผลิต และลดประมาณแรงงานได้เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้ในสภาวะเศรษฐกิจในปัจจุบันเพิ่มประสิทธิภาพ และระบบอัตโนมัตินี้ยังทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้น รวมทั้งทำให้เกิดความน่าเชื่อถือและนำมาซึ่งผลกำไรตอบแทนที่มากขึ้นอีกด้วย

โครงงานฉบับนี้เป็นการพัฒนากระบวนการผลิตชิ้นส่วนยานยนต์ชนิดหนึ่งโดยนำระบบอัตโนมัติมาใช้ในควบคุมการทำงานของเครื่องจักรประกอบชิ้นงาน ซึ่งสามารถลดปัญหาดังกล่าวได้ คือ สามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตชิ้นงานได้ และสามารถลดจำนวนคนที่ใช้ในกระบวนการผลิต รวมทั้งทำให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 สามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตชิ้นงานได้

1.2.2 สามารถลดต้นทุนในการผลิตในส่วนของค่าแรงพนักงานและต้นทุนแฝงอื่นๆ

1.2.3 สามารถลดจำนวนงานเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของพนักงาน

1.2.4 สามารถลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติพนักงาน

1.2.5 สามารถเพิ่มภาพลักษณ์ที่ดีให้กับกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมได้

1.3 ขอบเขตโครงงาน

1.3.1 ในการออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องจักรดังกล่าวต้องอยู่ภายใต้มาตรฐานการออกแบบของทางบริษัทในด้านของความปลอดภัยและอื่นๆ (DENSO Standard)

1.3.2 ใช้อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ (PLC) ในการควบคุมลำดับขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักรโดยออกแบบในโปรแกรม CX-Programmer

1.3.3 เครื่องจักรสามารถทำงานในกระบวนการผลิตได้ตามที่กำหนด

- เครื่องจักรต้องสามารถลดจำนวนคนได้ 2 คน ต่อ 1 รอบปฏิบัติงาน (1 วันมี 2 รอบปฏิบัติงาน)
- เวลาที่เครื่องจักรใช้ในการปฏิบัติงานต่อหนึ่งรอบต้องไม่เกิน 4 วินาที ต่อท่อหล่อน้ำยา
- Operation Ratio มากกว่า 65%
- อัตรางานเสียน้อยกว่า 0.02%

1.4 วิธีดำเนินงานโครงงาน

1.4.1 ขั้นตอนการเตรียมงาน

1.4.1.1 ศึกษาสภาพการดำเนินงานในปัจจุบัน

1.4.1.2 วิเคราะห์ปัญหาต่างๆจากกระบวนการผลิต

1.4.1.3 การวางแผนการดำเนินโครงงาน

1.4.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1.4.2.1 การกำหนดแนวคิดการทำงานของเครื่องจักร

1.4.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

1.4.2.3 ศึกษามาตรฐานการออกแบบ

1.4.2.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ (Electrical Hardware Design)

1.4.2.5 การออกแบบซอฟท์แวร์ (Electrical Software Design)

1.4.3 ขั้นตอนการตรวจสอบผลการดำเนินการ

1.4.3.1 ตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องจักรก่อนนำไปติดตั้ง (Inspection check)

1.4.4 ขั้นตอนสรุปผลการดำเนินการ

1.4.4.1 Operation ratio check sheet (1Hr.Test run)

1.4.4.2 จัดทำคู่มือประกอบการใช้งานและการซ่อมบำรุง

1.4.4.3 จัดทำข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อยอด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ต่อผู้ทำโครงงาน

1.5.1.1 ประโยชน์ที่ได้จากการทำโครงงานนี้

- ได้เรียนรู้ทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น การรับแรงกดดัน การแลกเปลี่ยนความเห็น และปัญหาที่พบในงานทุกวันตอนเช้า (Morning Talk) เรียนรู้การปฏิบัติงานจริง ซึ่งไม่สามารถได้จากการเรียนในห้องเรียน และยังเป็นการเตรียมความพร้อมก่อนการทำงานจริงหลังจบการศึกษา
- สามารถสร้างเครื่องจักรโดยใช้ระบบอัตโนมัติได้ (Automation) ทั้งในส่วนของการออกแบบ ฮาร์ดแวร์ ซอฟท์แวร์ และมีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น เซนเซอร์ เป็นต้น
- สามารถใช้โปรแกรมต่างๆได้ เช่น CX-PROGRAMMER , GX-WORK , CX-DESIGNER , GT-DESIGNER , MS VISIO เป็นต้น
- เข้าใจการทำงานด้าน Mechanic ของเครื่องจักร และระบบอื่นๆ เช่น ระบบPneumatic

1.5.1.2 ประโยชน์ต่อสถานประกอบการ

- เครื่องจักรสามารถลดต้นทุนการผลิตจากการใช้ระบบอัตโนมัติ (Automation) แทนการใช้คน
- สามารถเพิ่มความสามารถในการผลิตชิ้นงานได้
- สามารถลดจำนวนงานเสียที่เกิดจากความผิดพลาดของพนักงาน
- สามารถลดโอกาสการเกิดอุบัติเหตุในการปฏิบัติพนักงาน
- สามารถเพิ่มภาพลักษณ์ที่ดีให้กับกระบวนการผลิตของอุตสาหกรรมได้

1.5.1.3 ประโยชน์ต่อสถานศึกษา

จากการร่วมมือระหว่างสถานศึกษาและสถานประกอบการนั้น ทำให้สถานศึกษาสามารถนำผลตอบรับและคำแนะนำ จากสถานประกอบการ นำมาเป็นแนวทางในการการพัฒนาศักยภาพนักศึกษาให้เท่าทันต่อการทำงาน และเทคโนโลยีที่ก้าวหน้าไป รวมถึงปรับเปลี่ยนหลักสูตร ทำให้นักศึกษาได้ความรู้และมีศักยภาพมากขึ้น เพื่อให้นักศึกษามีโอกาสได้งานหลังจบการศึกษามากยิ่งขึ้น และมีศักยภาพเพียงพอสำหรับสถานประกอบการต่างๆ

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงความรู้และทฤษฎีต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน รวมถึงความรู้เกี่ยวกับผลิตภัณฑ์ที่เกี่ยวข้องกับโครงงาน ซึ่งมีการแบ่งหัวข้อดังนี้

2.1 อุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้ากำลัง (Power System Device)

2.2 อุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้าควบคุม (Control System Device)

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้รับสัญญาณ และแสดงผล (Operation and Display Device)

2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบตรวจจับ (Detection System Device)

2.5 การเลือกใช้สายไฟในอุตสาหกรรมการผลิต

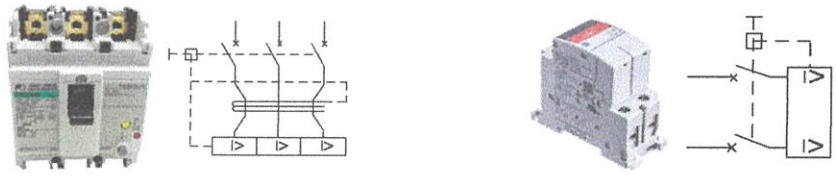
2.6 โปรแกรมต่างๆที่เกี่ยวข้อง

2.1 อุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้ากำลัง (Power System Device)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันความเสียหายของระบบเมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น หรือเกิดการลัดวงจรจนทำให้มีปริมาณกระแสไหลเข้าวงจรมากจนอาจเกิดความเสียหาย หรือเป็นอันตรายได้

2.1.1 อุปกรณ์ตัดต่อวงจร

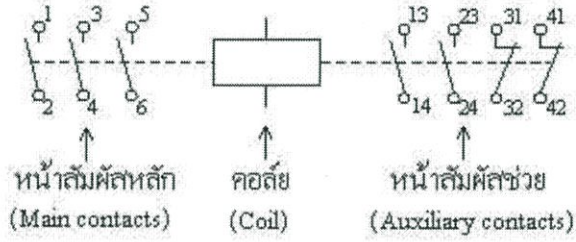
เซอร์กิตเบรคเกอร์ (Circuit Breaker) และ เซอร์กิตโพรเทคเตอร์ (Circuit Protector) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันความเสียหายของระบบ โดยมีหลักการใช้ตัดต่อวงจรไฟฟ้า ซึ่งสามารถเปิดและปิดวงจรไฟฟ้าแบบไม่อัตโนมัติ แต่สามารถเปิดวงจรได้อัตโนมัติเมื่อมีกระแสไฟฟ้าเกินค่าที่กำหนดของอุปกรณ์ เพื่อป้องกันความเสียหายของอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อในระบบไฟฟ้า โดยเซอร์กิตเบรกเกอร์จะถูกนำไปใช้ในวงจรกำลัง และเซอร์กิตโพรเทคเตอร์จะถูกนำไปใช้ในวงจรควบคุม



รูปที่ 2.1 (ก) เซอร์กิตเบรคเกอร์ (Circuit Breaker) [3] (ข) เซอร์กิตโพรเทคเตอร์ (Circuit Protector) [4]

2.1.2 แมกเนติกคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor)

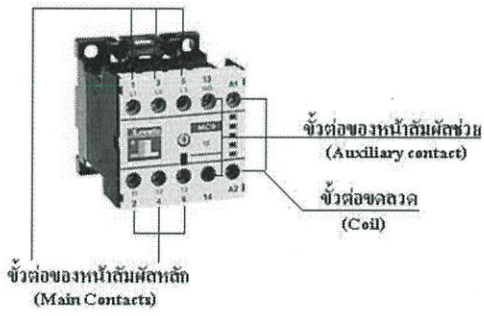
แมกเนติกคอนแทคเตอร์ คือ สวิทช์แม่เหล็กไฟฟ้า ทำงานโดยอาศัย อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัด-ต่อวงจรกำลัง เช่น ใช้ในการควบคุมมอเตอร์ เป็นต้น โดยมีลักษณะคล้ายคลึงกับรีเลย์ แต่มีหน้าสัมผัสภายแบ่งเป็นสองส่วนด้วยกัน ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ภาพแสดงหน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วยของแมคเนติคคอนแทรคเตอร์ [5]

1.หน้าสัมผัสหลัก (Main Contacts) ใช้ในการตัดต่อวงจรกำลัง ทำให้หน้าสัมผัสมีขนาดที่ใหญ่ สามารถทนกระแสและแรงดันได้มากกว่ารีเลย์ปกติ ส่วนมากจะมี 3 คอนแทคเพื่อใช้ในวงจร 3 เฟส

2.หน้าสัมผัสช่วย (Auxiliary Contacts) ใช้ในการช่วยการทำงานต่างๆ เช่น ใช้เป็นหน้าสัมผัสสั่งการทำงานของมอเตอร์ เป็นต้น โดยหน้าสัมผัสช่วยนี้จะมีขนาดเล็กกว่า มีความสามารถทนกระแส และแรงดันได้น้อยกว่า

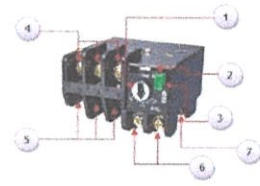


รูปที่ 2.3 ภาพแสดงส่วนประกอบของแมคเนติคคอนแทรคเตอร์ในอุปกรณ์จริง [6]

2.1.3 โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay)

โอเวอร์โหลด (Over Load relay) เป็นอุปกรณ์ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้า เกินกำลังหรือป้องกันมอเตอร์ ไม่ให้เกิดความเสียหาย เมื่อมีกระแสไหลเกินพิกัด ซึ่งมีส่วนประกอบดังรูปที่ 2.4 (ข)

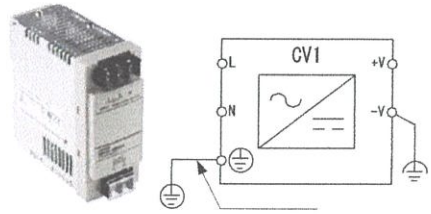
1. ปุ่มปรับกระแส (RC.A)
2. ปุ่มทริพ (TRIP)
3. ปุ่มรีเซ็ท (RESET)
4. จุดต่อไฟเข้าเมนไบมีทอล
5. จุดต่อไฟออกจากเมนไบมีทอล
6. หน้าสัมผัสช่วยปกติปิด (N.O.)
7. หน้าสัมผัสช่วยปกติเปิด (N.C.)



รูปที่ 2.4 (ก) โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Over Load relay) [7] (ข) ส่วนประกอบภายในโอเวอร์โหลดรีเลย์ [8]

2.1.4 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Power Supply)

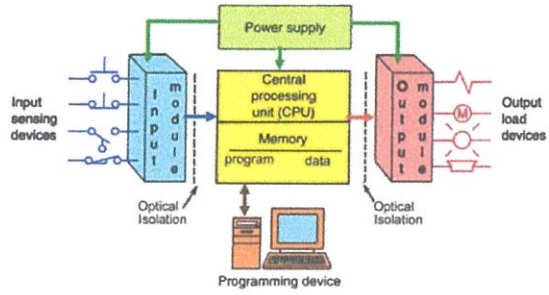
แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งประกอบด้วยวงจรเรียงกระแส ที่ทำหน้าที่แปลงแรงดันไฟฟ้าสลับให้เป็นแรงดันไฟฟ้าตรง แล้วผ่านตัวกรองสัญญาณทำให้ได้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงที่เรียบ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายให้กับอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ไฟฟ้ากระแสตรงในระบบ



รูปที่ 2.5 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Supply) [9]

2.2 อุปกรณ์ต่างๆในระบบไฟฟ้าควบคุม (Control System Device)

2.2.1 ฮาร์ดแวร์ของระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC Hardware)



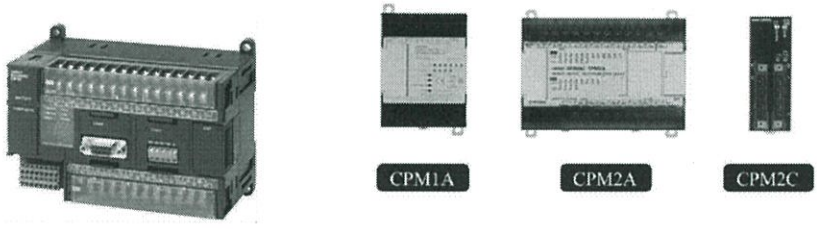
รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการต่อชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเครื่องจักร [10]

จากรูปที่ 2.6 แสดงให้เห็นภาพรวมของการเชื่อมต่อ อุปกรณ์ควบคุมต่างๆ โดยมี อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ (PLC) ทำหน้าที่เป็นหน่วยประมวลผล ซึ่งเปรียบเหมือนสมองของมนุษย์นั้นเอง โดยมีการรับและส่งค่าต่างๆ ผ่าน Input และ Output ของอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ (PLC) หากเปรียบกับร่างกายมนุษย์แล้ว Input นั้นก็คือสัมผัสทั้ง5 นั้นเอง คือ ตา หู จมูก ลิ้น และ ร่างกาย ซึ่งสัญญาณที่ส่งเข้ามาคือ ภาพ เสียง กลิ่น รส สัมผัส ตามลำดับ และ Output ก็คือการแสดงออกต่างๆเช่น การกระตุกมือเมื่อน้ำร้อนหกใส่ การกินเมื่อหิว เป็นต้น มีการเชื่อมโยงผ่านระบบ Device net ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่เชื่อมโยงอุปกรณ์ภายนอกให้สามารถสื่อสารกันได้ ซึ่งระบบที่ใช้ในการเชื่อมโยงอุปกรณ์มีหลายชนิด เช่น ระบบ CC-link เป็นต้น แต่ในโครงงานนี้เลือกใช้เป็นระบบ Devicenet จึงนำมากล่าวเฉพาะโมดูล Devicenet

PLC (Programmable Logic Controller) คือ อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ เปรียบเหมือนสมองของระบบอัตโนมัติโดยมีส่วนรับสัญญาณ (อินพุต) ต่อเข้าภายใน และแสดงผล (เอาท์พุต) ต่อเชื่อมกับอุปกรณ์ภายนอกผ่านระบบสื่อสาร ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้เป็นไปตามที่ต้องการได้ สามารถแก้ไขได้ง่าย และสามารถตรวจสอบการทำงานผ่านโปรแกรมได้ ทำให้สามารถแก้ไขได้เลยโดยไม่ต้องนำไปใช้งานจริงก่อนแล้วค่อยทำการแก้ปัญหาเมื่อไม่เป็นตามเงื่อนไข จึงง่ายกว่าการใช้วงจรรีเลย์ ทั้งด้านการทำงาน และ ยังสามารถลดจำนวนอุปกรณ์ได้จำนวนมากเมื่อระบบที่ใช้มีการควบคุมที่ซับซ้อน สามารถจำแนก PLC ตามโครงสร้างภายนอกได้เป็น 2 ชนิด คือ

- **PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)**

PLC ประเภทนี้ จะรวมส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC อยู่ในบล็อกเดียวกัน ทั้งส่วนประมวลผล หน่วยความจำ อินพุต/เอาต์พุต และแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 2.7 ตัวอย่างPLC แบบ Block Type [11]

ข้อดีและข้อเสียของ PLC แบบ Block Type

ข้อดีของ PLC แบบ Block Type

1. มีขนาดเล็กสามารถติดตั้งได้ง่ายจึงเหมาะกับงานควบคุมขนาดเล็กๆ
2. สามารถใช้งานแทนวงจรรีเลย์ได้
3. มีฟังก์ชันพิเศษ เช่น ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และฟังก์ชันอื่นๆ

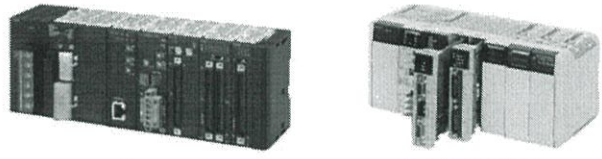
ข้อเสียของ PLC แบบ Block Type

1. การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุตสามารถเพิ่มได้น้อยกว่า PLC ชนิดโมดูล
2. เมื่ออินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่งต้องนำ PLC ออกไปทั้งชุดทำให้ระบบต้องหยุดทำงานชั่วระยะเวลาหนึ่ง
3. มีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานน้อยกว่า PLCชนิดโมดูล

- **PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs)**

PLC ชนิดนี้มีส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Modules) เช่น ภาคอินพุต/เอาต์พุต จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต/เอาต์พุต (Input/Output Units) ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ว่าจะใช้โมดูลขนาดกี่อินพุต/เอาต์พุต ในส่วนของตัวประมวลผลและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) เราสามารถเปลี่ยนขนาดของ CPU Unit ให้เหมาะสมตามความต้องการใช้งาน เช่น ขนาดความจุของโปรแกรม การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต เป็นต้น

เมื่อต้องการใช้งาน จะถูกนำส่วนประกอบต่างๆของ PLC ชนิดโมดูลมาต่อร่วมกัน บางรุ่นใช้เป็นคอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อกันระหว่างยูนิต แต่บางรุ่นใช้ Backplane ในการรวมยูนิตต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกัน



รูปที่ 2.8 ตัวอย่างPLC แบบ Modular Type [12]

ข้อดีและข้อเสียของ PLC ชนิดโมดูล

ข้อดีของ PLC ชนิดโมดูล

1. เพิ่มขยายระบบได้ง่ายเพียงแค่ติดตั้งโมดูลต่างๆที่ต้องการใช้งานลงไปบน Back plane
2. สามารถขยายจำนวนอินพุต/เอาต์พุตได้มากกว่าแบบ Block Type
3. อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่ง สามารถถอดเฉพาะโมดูลนั้นไปซ่อม ทำให้ระบบสามารถทำการต่อได้
4. มียูนิต และรูปแบบการติดต่อสื่อสารให้เลือกใช้งานมากกว่าแบบ Block Type

ข้อเสียของ PLC ชนิดโมดูล

1. ราคาแพงเมื่อเทียบกับ PLC แบบ Block Type

2.2.1.1 ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณ และควบคุม เปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิก และมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อสามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU โดยรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุทต่างๆ จากนั้นทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาท์พุท

2.2.1.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล ภายใน 1 บิตจะมีค่าทางลอจิก 0 หรือ 1 ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิด คือ ROM และRAM

ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม

RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC มีแบตเตอรี่เล็กๆ ไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูล ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

2.2.1.3 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงาน และรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำ และหน่วยอินพุท/ เอาท์พุท

2.2.1.4 หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit)

หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป

หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น

2.2.1.5 โมดูลสื่อสาร (Communication Network)

ในปัจจุบันการควบคุมทางด้านAutomationผ่านระบบการสื่อสารแบบต่างๆ ได้รับความนิยมมากขึ้นเพื่อประหยัดต้นทุนของการลากสายทองแดงปริมาณมาก เหลือเพียงสายสื่อสาร เพียงเส้นเดียว ทำให้ลดเวลาในการติดตั้งระบบ รวมไปถึงลดเวลาในการแก้ปัญหาเมื่อเครื่องจักรหยุดระหว่างกระบวนการผลิต และสามารถMonitor Parameterในระยะไกล ระบบการสื่อสารที่นิยมใช้มี 3 แบบ คือ

1. **Modbus485 (Modbus RTU)**

   การสื่อสารแบบอนุกรม (RS-485) สามารถสื่อสารผ่านสายเคเบิลแบบอนุกรมทั่วไปได้ในระยะประมาณ 1,200 เมตร ด้วยความเร็วสูงสุด 38,400 บิตต่อวินาที (38.4 kbps) สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้สูงสุด 247 จุด มีลักษณะการควบคุมการสื่อสารเป็นแบบMaster–Slave

2. **CANopen (CAN, Controller Area Network)**

   สามารถสื่อสารผ่านสายเคเบิ้ลแบบพิเศษที่ป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดีในระยะสูงสุด 5,000 เมตรด้วยความเร็วสูงสุดที่ 1,000,000 บิตต่อวินาที (1 Mbps สามารถเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้สูงสุด 127 จุด มีลักษณะการควบคุมการสื่อสารเป็นแบบ Master–Slave

3. **Modbus TCP-IP**

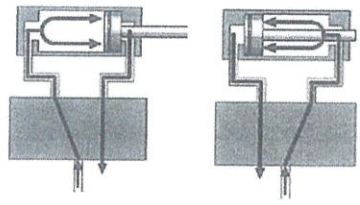
   การสื่อสารแบบ Modbus บนเครือข่าย Ethernet (LAN Network) ระยะในการใช้งานสำหรับการลากสายทองแดง 100 เมตร โดยสามารถขยายระยะได้อีก 100 เมตรต่อ 1 Repeater และเชื่อมต่ออุปกรณ์ได้ไม่จำกัดจำนวนเนื่องจากใช้ IP Address ในการระบุอุปกรณ์บนระบบสื่อสาร มีการควบคุมแบบ Server – Client โดยทั่วไปมีความเร็ว 100,000,000 บิตต่อวินาที

Network	Modbus485	CANopen	Modbus TCP-IP
Max Node	247	127	Unlimit
Max Distance (m)	1,200	5,000	100
Max Speed (Bps)	38,400	1,000,000	100,000,000

ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติระบบการสื่อสาร [13]

2.2.2 การควบคุมชุดทำงาน (Actuator)

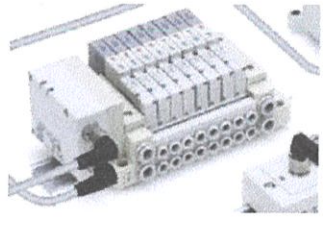
ในการจะทำให้ชุดอุปกรณ์ทำงาน เช่น ลูกสูบ (Cylinder) เคลื่อนที่นั้นจะต้องมีการจ่ายลม และตัดลมอัด ถ้าต้องการให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไปทางด้านขวา จะต้องจ่ายลมจากทางด้านซ้าย และมีการระบายลมออกทางด้านขวา ในรูปที่ 2.9 ซ้าย และหากต้องการให้ลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะต้องจ่ายลมเข้าทางด้านขวา และระบายลมออกด้านซ้าย ดังรูปที่ 2.9 ขวา โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการเปลี่ยนทิศทางการไหลของการจ่ายลมอัดนี้ เรียกว่า วาล์วเปลี่ยนทิศทาง

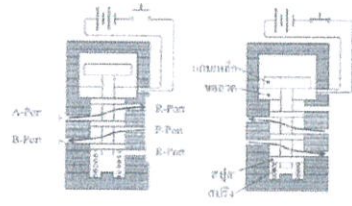


รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของชุดทำงาน (Actuator) [14]

2.2.2.1 วาล์วเปลี่ยนทิศทางชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า (Solenoid valve)

วาล์วเปลี่ยนทิศทางชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า ทำงานโดยเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าผ่านขดลวดโซลีลอยด์ จะทำให้ขดลวดเหนี่ยวนำเกิดเป็นแม่เหล็ก เกิดแรงดึงดูดให้ปุรเคลื่อนที่มาติดทำให้เกิดการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของลมได้ ดังรูปที่ 2.10 (ข) ขวา ซึ่งสามารถควบคุมผ่านเครื่องควบคุมอัตโนมัติ (PLC) โดยในโครงงานนี้มีการใช้โซลิลอยด์วาล์วโดยเชื่อมต่อผ่านระบบสื่อสาร Device net



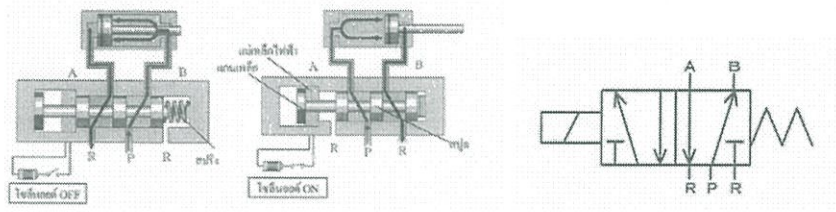


รูปที่ 2.10 (ก.) แผงSolenoid valve [15] (ข.) โครงสร้างของ Solenoid valve [16]

Solenoid valve แบ่งออกเป็น 5 ประเภท ซึ่งมีโครงสร้าง และลักษณะการทำงานที่แตกต่างกัน ซึ่งเหมาะสมกับลักษณะงานที่แตกต่างกัน ฉะนั้นเราจึงจำเป็นที่จะต้องรู้ถึงความแตกต่างของแต่ละประเภท เพื่อเลือกใช้ให้ถูกต้องตามลักษณะงาน

แบบที่1 - วาล์ว 2ตำแหน่ง 1 โซลีลอยด์ (2PS)

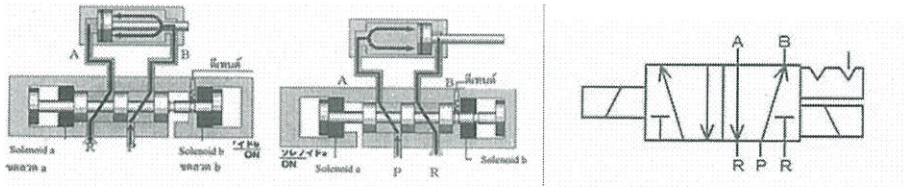
วาล์วชนิดนี้ด้านหนึ่งเป็นขดลวด อีกด้านหนึ่งจะมีสปริงติดอยู่ เมื่ออยู่ในสถานะปิด สู้จะถูกดันด้วยแรงสปริง ทำให้ลมอัดไหลจากพอร์ต P ไปพอร์ต B เมื่ออยู่ในสถานะเปิด สู้จะเคลื่อนที่ไปด้านขวาตามแรงแม่เหล็กทำให้ลมอัดไหลจากพอร์ต P ไปพอร์ต B ทำให้ลมอัดไหลจากพอร์ต P ไปพอร์ต A ดังรูปที่ 2.11 (ก.) ในกรณีการกดปุ่มฉุกเฉินโซลิลอยด์จะกลับอยู่ในสภาพปิด โดยการดันกลับตำแหน่งต้นโดยสปริง ซึ่งใช้ในงานที่ต้องการให้อุปกรณ์ทำงานเคลื่อนที่ไปด้านใดด้านหนึ่งในขณะเกิดการกดปุ่มฉุกเฉิน



รูปที่ 2.11 (ก.) 2PS Solenoid valve (ข.) สัญลักษณ์ของ 2PS Solenoid valve [17]

แบบที่ 2 -วาล์ว 2ตำแหน่ง 2 โซลีลอยด์ (2PD)

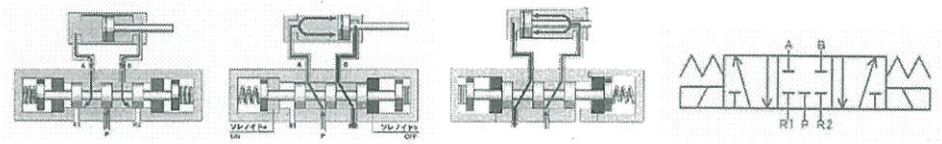
วาล์วชนิดนี้จะมีขดลวดทั้งสองด้านของปุร เมื่อจ่ายไฟให้ขดลวด b ทำให้ลมอัดไหลจากพอร์ต P ไปพอร์ตB และเมื่อจ่ายไฟให้ขดลวด a ทำให้ลมอัดไหลจากพอร์ต P ไปพอร์ต A ดังรูปที่ 2.12 (ก.) ในกรณีการกดปุ่มฉุกเฉินโซลิลอยด์ทำให้ไฟถูกตัด แค่ปุรจะค้างที่ตำแหน่งเดิม ซึ่งใช้ในงานที่ต้องการให้อุปกรณ์อยู่ในตำแหน่งเดิมในขณะเกิดการกดปุ่มฉุกเฉิน



รูปที่ 2.12 (ก.) 2PD Solenoid valve (ข.) สัญลักษณ์ของ 2PD Solenoid valve [18]

แบบที่3 -วาล์ว 3ตำแหน่ง 2 โซลีนอยด์ (3PD) ชนิด all part block

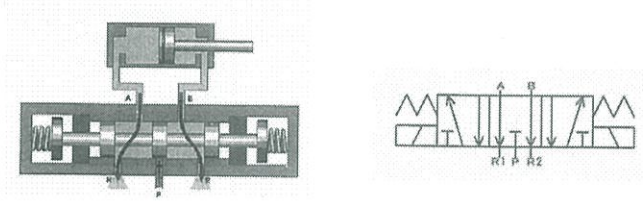
สำหรับวาล์วชนิด 3PD สามารถหยุดการเคลื่อนที่กลางลูกสูบได้ โดยชนิด all part blocked เมื่อโซลินอยด์อยู่ในสภาพปิดไม่ว่าสปูลจะอยู่ฝั่งใด จะถูกดันกลับตำแหน่งกลางด้วยแรงสปริง และทุกพอร์ตไม่เชื่อมต่อกัน ทำให้ลมอัดค้างอยู่ ซึ่งนิยมใช้ในงานที่เคลื่อนที่ในแนวดิ่ง



รูปที่ 2.13 (ก.) 3PD ชนิด all part block (ข.) สัญลักษณ์ของ 3PD ชนิด all part block [19]

แบบที่4 -วาล์ว 3ตำแหน่ง 2 โซลีนอยด์ (3PD) ชนิดระบายลมตรงกลาง (ABR)

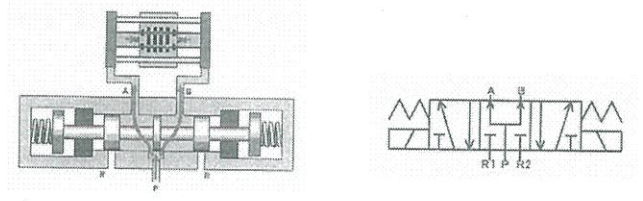
วาล์วชนิด 3PD ชนิด ABR เมื่อโซลินอยด์อยู่ในสภาพปิด ลมจะถูกระบายออกเนื่องจากพอร์ต A และพอร์ต B เชื่อมต่อกับพอร์ต R ทำให้ชุดอุปกรณ์ทำงานไม่สามารถขับเคลื่อนได้ ซึ่งนำมาใช้งานที่ติดตั้งในแนวนอนที่ต้องการความปลอดภัย



รูปที่ 2.14 (ก.) 3PD ชนิด ABR (ข.) สัญลักษณ์ของ 3PD ชนิด ABR [20]

แบบที่5 -วาล์ว 3ตำแหน่ง 2 โซลีนอยด์ (3PD) ชนิดป้องกันแรงดันตรงกลาง (PAB)

วาล์วชนิด 3PD ชนิด PAB เมื่อโซลินอยด์อยู่ในสภาพปิด จะยังมีความดันกระทำต่อชุดอุปกรณ์ทำงาน ซึ่งใช้กับกระบอกสูบชนิดไร้ก้านสูบ เนื่องจากสองฝั่งรับแรงดันเท่ากันทำให้กระบอกสูบค้างอยู่ในสภาพนั้น และยังสามารถใช้แรงภายนอกจับกระบอกสูบให้เคลื่อนที่ไปตามต้องการได้อีกด้วย



รูปที่ 2.15 (ก.) 3PD ชนิด PAB (ข.) สัญลักษณ์ของ 3PD ชนิด PAB [21]

2.2.3 Relay

รีเลย์ คือ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์ตัด ต่อวงจร โดยใช้อำนาจแม่เหล็ก เป็นตัวทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสถานะของหน้าสัมผัสคอนแทค ทำงานโดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวด จะทำให้เกิดการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็ก ดึงดูดหน้าสัมผัสให้เคลื่อนเข้ามาติด ทำให้มีการเปลี่ยนแปลงเส้นทางเดินของกระแสไฟฟ้า เพื่อใช้ควบคุมการเปิด และปิดของอุปกรณ์ต่างๆที่นำมาเชื่อมต่อผ่านหน้าสัมผัส

รูปที่ 2.16 (ก.) ตัวอย่างรีเลย์รุ่น MY4ZN (ข.) แสดงการเชื่อมต่อขาของอุปกรณ์รีเลย์ [22]

ผู้จัดทำได้ทำการยกตัวอย่างรีเลย์ชนิด MY4ZN ในรูปที่ 2.16 (ข.) ซึ่งมีทั้งหมด 4 หน้าคอนแทคปกติเปิดและ 4 หน้าคอนแทคปกติปิด โดยมีขา 9, 10 , 11 ,12 เป็นขาคอมมอน เมื่อต้องการนำหน้าสัมผัสปกติเปิด (NO) ไปใช้จะสามารถใช้ได้ดังนี้ คือ ขา 9 กับ ขา 1 , ขา 10 กับ ขา 2 , ขา 11 กับ ขา 3 , ขา 12 กับ ขา 4 และ หน้าสัมผัสปกติปิด (NC) คือ ขา 9 กับ ขา 5 , ขา 10 กับ ขา 6 , ขา 11 กับ ขา 7 , ขา 12 กับ ขา 8 และมีขาที่ใช้ในการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าที่ขดลวดเพื่อทำให้เกิดแรงเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสเกิดการเปลี่ยนแปลง (Coil) คือ ขา 13 กับ ขา14

2.3 อุปกรณ์ที่ใช้รับสัญญาณ และแสดงผล (Operation and Display Device)

การเชื่อมต่อตัวรับสัญญาณ/ตัวแสดงผล เข้ากับอุปกรณ์หน่วยอินพุต/เอาท์พุต แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับอุปกรณ์ และสามารถป้อนโปรแกรมผ่านให้กับระบบอัตโนมัติโดยป้อนโปรแกรมให้กับเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ตัวอย่างเช่น การกดสวิตช์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์รับสัญญาณ ทำให้หลอดไฟติด ซึ่งเป็นตัวแสดงผล

2.3.1 Operation Device (Input Device)

Operation Device (Input Device) คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการรับสัญญาณ เพื่อส่งสัญญาณให้หน่วยประมวลผล โดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ

2.3.1.1 Push button switch

สวิตช์ปุ่มกดเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรทางไฟฟ้า เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานหรือการรับสัญญาณเพื่อไปใช้ควบคุมหรือสั่งการอุปกรณ์ต่างๆ แบ่งเป็น 2 ประเภทตามการใช้งาน คือ

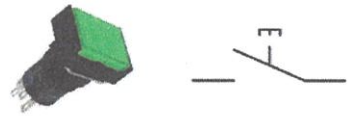
- **แบบชั่วขณะ** (Momentary Push button)

เมื่อมีการกดปุ่มหน้าสัมผัสจะเปลี่ยนสถานะ จากปกติเปิดเปลี่ยนเป็นปกติปิด และจากปกติปิดเปลี่ยนเป็นปกติเปิด แต่เมื่อปล่อยมือออกจากปุ่มกดหน้าสัมผัสจะกลับสู่สภาวะเดิม

- **แบบค้างสถานะ** (Maintained Push button)

เมื่อมีการกดปุ่ม หน้าสัมผัสจะเปลี่ยนสถานะ จากปกติเปิดเปลี่ยนเป็นปกติปิด และจากปกติปิดเปลี่ยนเป็นปกติเปิด แต่เมื่อปล่อยมือออกจากปุ่มกด หน้าสัมผัสทั้งคู่จะถูกล็อกไว้โดยกลไกลทางกล ซึ่งสามารถกลับสู่สภาวะเดิมได้โดยโดยกดปุ่มอีกครั้ง

ปุ่มกดชนิดกดติดปล่อยดับเหมาะสำหรับการใช้ในการส่งสัญญาณนำเข้าข้อมูลในระยะเวลาสั้นๆ หรือต้องเพียงพัลส์เดียว เช่น ปุ่มเปิดวงจร Power ปุ่มเปิดวงจรลม Master on และปุ่มเริ่มทำงานอัตโนมัติ Auto start ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ปุ่มกดแบบค้างสถานะ (Maintained Push button) [23]

ปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉิน (Emergency Push button switch)

จัดเป็นปุ่มกดแบบค้างสถานะชนิดหนึ่ง ใช้ในการนำเข้าสัญญาณฉุกเฉิน เมื่อมีความผิดปกติเกิดขึ้น เพื่อให้หน่วยประมวลผลสั่งตัดการทำงานของวงจรทุกส่วนเพื่อป้องกันอันตรายที่เกิดขึ้นกับเครื่องจักร รวมถึงอุบัติเหตุกับพนักงานที่เกี่ยวข้อง หลังจากตรวจสอบความเรียบร้อยของเครื่องจักรแล้วต้องทำการกดซ้ำอีกครั้งเพื่อกลับสู่สถานะเดิม เพื่อป้องกันการเริ่มทำงานโดยไม่พึงประสงค์ ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 2.18

รูปที่ 2.18 ปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉิน (Emergency Push button switch) [24]

2.3.1.2 Selector switch

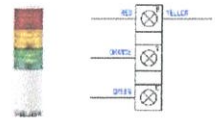
สวิตช์หลายทาง คือ สวิตช์ที่ใช้หมุนเพื่อเลือกโหมดการทำงาน โดยในโครงงานนี้มีการนำ Selector switch แบบ 2 ทาง มาใช้ในการเลือกโหมดการทำงานระหว่าง โหมดอัตโนมัติ (Auto Mode) และแบบควบคุมด้วยมือผ่านหน้าจอทัชกรีน (Individual Mode)

รูปที่ 2.19 Selector switch [25]

2.3.2 Display9Device (Ouput Device)

2.3.2.1 ไฟแสดงผล (Lamp)

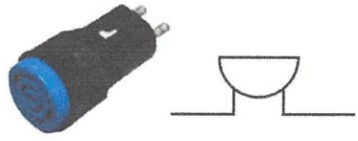
สัญญาณไฟแสดงผลการทำงาน เพื่อส่งสัญญาณเตือนต่างๆ หรือบอกสถานการณ์ทำงานให้พนักงานทราบ และดำเนินงานได้ถูกต้อง



รูปที่ 2.20 (ก.) ไฟแสดงผล (Lamp) [26] (ข.) ไฟสัญญาณเตือนแบบชั้น (Patlite) [27]

2.3.2.2 บัซเซอร์ (Buzzer)

คือ ลำโพงขนาดเล็กที่ทำหน้าที่ส่งเสียงเตือน ซึ่งในที่นี้ติดคู่กับหน้าจอทัชกรีน เพื่อส่งเสียงเตือนเวลาเครื่องมีความผิดปกติต่างๆ และจะหยุดทำงานเมื่อมีการรีเซ็ท



รูปที่ 2.21 บัซเซอร์ (Buzzer) [28]

2.3.3 Operation and Display Device

2.3.1.3 Touch Screen

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถเป็นได้ทั้ง Operation device และ Display device โดยสร้างฟังก์ชันการทำงานต่างๆผ่านทาง โปรแกรม NB-Designer ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อที่ 2.5.3 โดยเชื่อมต่อกับเครื่องควบคุมอัตโนมัติ โดยใช้ IP Port ผ่าน HUB

รูปที่ 2.22 (ก.) หน้าจอทัชกรีนรุ่น NB3Q-TW01B [29] (ข.) HUB [30]

2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในระบบตรวจจับ (Detection System Device)

Detection System Device คือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับสัญญาณต่างๆ แล้วส่งค่ามายังหน่วยประมวลผล ในโครงงานนี้มีการต่อเชื่อให้ส่งสัญญาณเข้าสู่อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ (PLC) โดยอาจมีการรับสัญญาณมาได้หลากหลายรูปแบบ เช่น การตรวจจับว่าชิ้นงานโลหะโดยใช้เซนเซอร์ตรวจจับวัสดุที่เป็นโลหะ การตรวจสอบว่ามีลมเข้ามาในระบบแล้วหรือยัง เป็นต้น

2.4.1 Auto Switch (Reed Switch)

Auto Switch หรือ Reed Switch คือ สวิตช์ที่ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งการทำงานของลูกสูบ โดยอาศัยหลักการของแรงแม่เหล็ก โดยที่บริเวณปลายของลูกสูบมีคุณสมบัติเป็นแม่เหล็กถาวร จากรูปที่ 2.23 (ก.) เมื่อมีแม่เหล็กเข้ามาบริเวณ Auto Switch จะทำให้เกิดแรงดึงดูดทำให้หน้าสัมผัสติดทำให้ Auto Switch ทำงาน แล้วส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์หน่วยประมวลผลของอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

รูปที่ 2.23 (ก.) แสดงการทำงานAuto Switch (ข.) Auto Switch ที่ติดตั้งกับกระบอกสูบ [31]

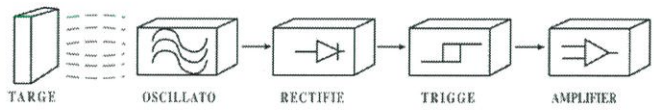
2.4.2 Proximity Switch

รูปที่ 2.24 Proximity Switch [32]

Proximity Switch คือ เซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการตรวจจับสิ่งของต่างๆ โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับชิ้นงาน อาศัยหลักการสนามแม่เหล็ก ซึ่งมีหลายประเภทขึ้นอยู่กับวัสดุของอุปกรณ์ที่ต้องการตรวจจับ ระยะในการตรวจจับ และปัจจัยอื่นๆ โดยสามารถแบ่งประเภทตามวัสดุของอุปกรณ์ที่ต้องการตรวจจับได้ 2 ประเภท คือ

-Proximity Switch ชนิดเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity)

คือ เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบวัสดุประเภทโลหะ อาศัยหลักการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจากวงจรออสซิลเลเตอร์ ส่งให้ขดลวดซึ่งพันอยู่บนแกนเฟอร์ไรท์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าบริเวณที่ใช้ตรวจจับ เมื่อมีวัตถุที่เป็นโลหะเคลื่อนที่เข้ามาบริเวณส่วนตรวจจับ สนามแม่เหล็กไฟฟ้าจะเหนี่ยวนำในวัตถุที่ต้องการตรวจจับ ทำให้เกิดมีกระแสไหลวน (eddy current) ขึ้นภายในวัตถุ เมื่อวัตถุดูดซับสนามแม่เหล็กไฟฟ้าจนหมด จะทำให้วงจรออสซิลเลเตอร์จะหยุดทำงาน จากนั้นวงจรทริกเกอร์จะทำงานและให้สัญญาณทางด้านเอาต์พุตออกมา ดังรูปที่ 2.25

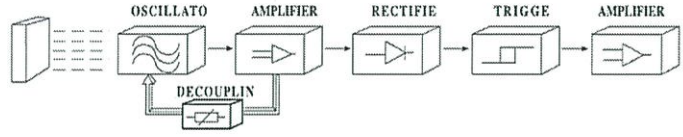


รูปที่ 2.25 แสดงการทำงานของ Inductive Proximity [33]

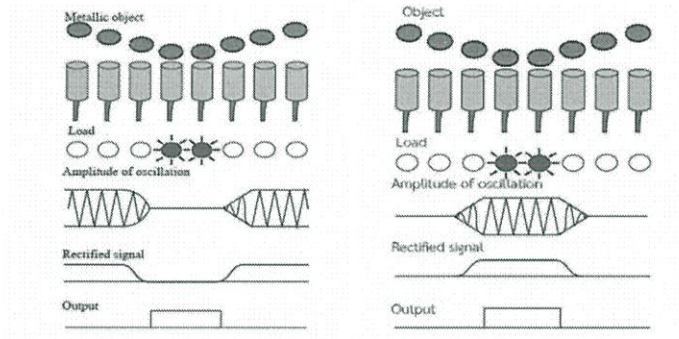
-Proximity Switch ชนิดเก็บประจุ (Capacitive Proximity)

คือ เซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจสอบวัสดุประเภทอโลหะ อาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความจุ เมื่อวัตถุที่เป็นอโลหะเคลื่อนที่เข้ามาใกล้สนามไฟฟ้าที่กำเนิด โดยการเปลี่ยนแปลงขึ้นอยู่กับระยะระหว่างหน้าพรอกซิมิตี้และวัตถุที่ตรวจสอบ ขนาดและรูปร่างของวัตถุ และชนิดของวัตถุเป้าหมาย ซึ่งมีค่าคงที่ไดอิ

เล็กตริกต่างกัน เมื่อค่าความจุเปลี่ยนแปลงจนถึงค่า ๆ หนึ่ง ซึ่งเท่ากับค่าที่ปรับไว้จะส่งผลให้เกิดการออสซิลเลทสัญญาณขึ้นและส่งให้เอาต์พุตทำงาน ดังรูปที่ 2.26

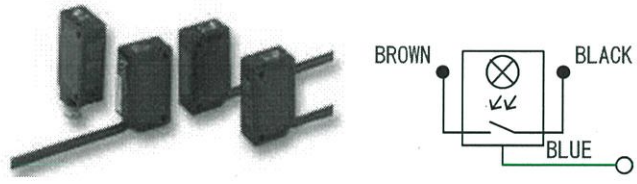


รูปที่ 2.26 แสดงการทำงานของ Capacitive Proximity [34]



รูปที่ 2.27 เปรียบเทียบ Proximity Switch ชนิดเหนี่ยวนำ และชนิดเก็บประจุ [35]

2.4.3 Photoelectric Switch

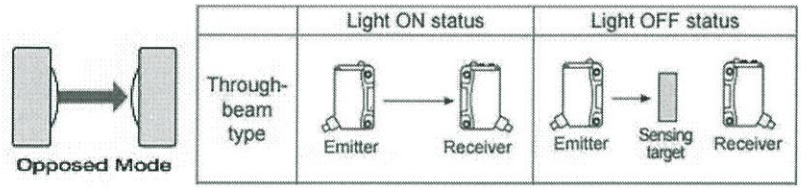


รูปที่ 2.28 Photoelectric Switch [36]

Photoelectric Switch คือ เซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้ในการตรวจจับสิ่งของต่างๆ โดยไม่ต้องมีการสัมผัสกับชิ้นงานเช่นเดียวกับ Proximity Switch โดยอาศัยหลักการสะท้อนของแสง มีส่วนประกอบหลัก 2ส่วนด้วยกัน คือ ตัวส่งสัญญาณแสง และตัวรับสัญญาณแสง สามารถแบ่งได้เป็น 3 ประเภท ตามลักษณะของอุปกรณ์การทำงาน

1) ประเภทตัวรับ – ตัวส่งแยกกัน (Through-Beam,Opposed Mode)

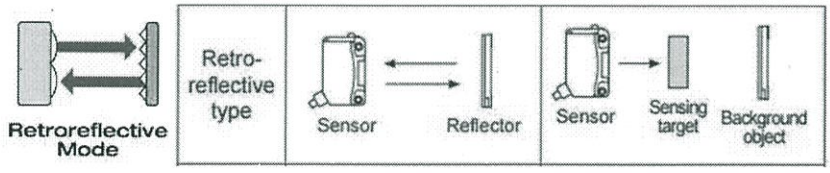
โดยเซ็นเซอร์ชนิดนี้จะทำหน้าที่ตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ตัดผ่านหน้าเซ็นเซอร์ ซึ่งวัตถุหรือชิ้นงานที่ผ่านหน้าเซ็นเซอร์จะขวางลำแสงที่ส่งจากตัวส่ง Emitter ไปยังตัวรับ Receiver เมื่อลำแสงไม่สามารถถึงตัวรับ จะทำให้วงจรภายในรับรู้ได้ว่า มีวัตถุหรือชิ้นงานขวางอยู่ ทำให้สถานะของเอาท์พุตของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเราเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า Dark On หรือ Dark Operate ดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทตัวรับ – ตัวส่งแยกกัน [37]

2) ชนิดสะท้อนกับแผ่นสะท้อน (Retro-Reflection detector)

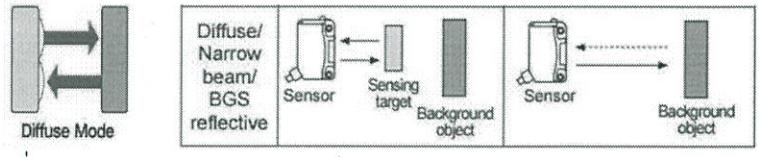
เซ็นเซอร์ชนิดนี้จะมีตัวส่ง Emitter และ ตัวรับ Receiver ติดตั้งภายในตัว สภาวะการทำงานปกติตัวรับ Receiver จะสามารถรับสัญญาณแสงจากตัวส่ง Emitter ได้ตลอดเวลา เนื่องจากลำแสงจะสะท้อนกับแผ่นสะท้อน Reflector อยู่ตลอดเวลา เมื่อวัตถุผ่านเข้ามาที่หน้าเซ็นเซอร์ จะขวางลำแสง จึงทำให้ตัวรับ Receiver ไม่สามารถรับลำแสงที่จะสะท้อนกลับมาได้ ทำให้สถานะของเอาท์พุตของตัวรับเปลี่ยนแปลงไป โดยเราเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า Dark On หรือ Dark Operate ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดสะท้อนกับแผ่นสะท้อน [38]

3) ชนิดแสงประเภทสะท้อนกับวัตถุ (Diffuse-Reflection detector)

เซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทนี้ติดตั้งทั้งตัวส่งและตัวรับภายในตัวเดียวกัน ทำให้ใช้งานง่าย ในสภาวะการทำงานปกติตัวรับจะไม่สามารถรับสัญญาณจากตัวส่งได้ เนื่องจากไม่มีวัตถุที่จะทำหน้าที่เป็นตัวสะท้อนลำแสงกลับมายังตัวรับ เมื่อมีวัตถุผ่านหน้าเซนเซอร์ทำให้ตัวรับสามารถรับลำแสงที่สะท้อนกลับมาจากวัตถุได้ วงจรภายในเกิดการเปลี่ยนแปลงสัญญาณทางไฟฟ้าและส่งค่าออกไปยังหน่วยประมวลผล โดยเรียกลักษณะการทำงานแบบนี้ว่า ทำงานเมื่อมีแสง (Light Operate) ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทสะท้อนกับวัตถุ [39]

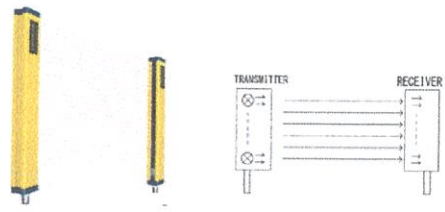
2.4.4 Safety door switch

Safety door switch คือ เซนเซอร์ที่ใช้เพื่อความปลอดภัย ใช้สำหรับประตู หรือส่วนปกคลุมเครื่องจักรที่มีอันตราย เพื่อตัดการทำงานเมื่อมีการเปิดประตู หรือเมื่อมีการทำงานอยู่พนักงานจะไม่สามารถเปิดประตูได้ ซึ่งขึ้นกับโปรแกรมที่เราป้อนให้ผ่านอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ (PLC)

รูปที่ 2.32 Safety door switch [40]

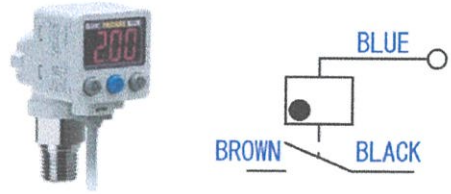
2.4.5 Safety Light curtain

Safety Light curtain คือ เซนเซอร์ที่มีลักษณะเป็นม่านแสง เพื่อใช้ป้องกันบริเวณที่มีอันตรายต่อพนักงาน เมื่อเครื่องจักรทำงาน ตัวอย่างเช่น บริเวณที่เครื่องจักรมีการตัดชิ้นงาน หากพนักงานยื่นมือผ่านเข้าไปในบริเวณที่เครื่องจักรปฏิบัติงาน Safety Light curtain จะรับสัญญาณ และตัดการทำงานของเครื่องจักรทันทีเพื่อความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน



รูปที่ 2.33 ม่านแสงนิภัย (Safety Light curtain) [41]

2.4.6 Pressure Switch



รูปที่ 2.34 Pressure Switch [42]

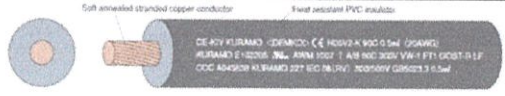
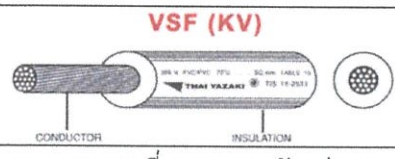
โดยในโครงงานนี้มีการตั้งค่าให้แรงดันลมที่ใช้ในระบบเท่ากับ 0.35 MPa ในการเริ่มการทำงาน เมื่อทำการMaster On แล้วจะทำให้โซลินอยด์ทำงาน ลมเข้าสู่ระบบ โดย Pressure Switch จะทำหน้าที่เช็คแรงดันลมหากไม่ถึง 0.35 MPa จะไม่สามารถทำการ Master On ได้ หากระบบลมมีค่าตกลงน้อยกว่า 0.35 MPa จะตัดระบบ Master On ทำให้เครื่องจักรหยุดการทำงาน

2.5 การเลือกใช้สายไฟในอุตสาหกรรมการผลิต

การเลือกใช้สายไฟจำเป็นต้องเลือกชนิดของสายไฟ และขนาดของสายไฟให้เหมาะสมกับประเภทของงาน เพื่อไม่ให้เกิดอันตรายเมื่อนำไปใช้งาน โดยมีหลักการเลือกใช้สายไฟดังนี้

1. ใช้สายไฟฟ้าที่ได้มาตรฐานจากสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
2. การเลือกสายไฟจำเป็นต้องคำนึงถึงอุณหภูมิในพื้นที่ใช้งานด้วย
3. เลือกใช้ชนิดของสายไฟให้เหมาะสมกับสภาพการติดตั้งใช้งาน เช่น สายไฟที่ต้องมีการเคลื่อนที่ จะต้องเลือกใช้สายไฟทีมีคุณสมบัติในการยืดหยุ่นได้ดี เป็นต้น
4. ขนาดของสายไฟฟ้าต้องเลือกให้เหมาะสมกับแรงดันไฟฟ้าและปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้งาน และสอดคล้องกับขนาดของฟิวส์หรือสวิตช์อัตโนมัติ (เบรกเกอร์) ที่ใช้สำหรับขนาดสายเมนและสายต่อหลักดินนั้นก็ต้องสอดคล้องกับขนาดของเมนสวิตช์

ตัวอย่างสายไฟที่ใช้ในโครงงาน

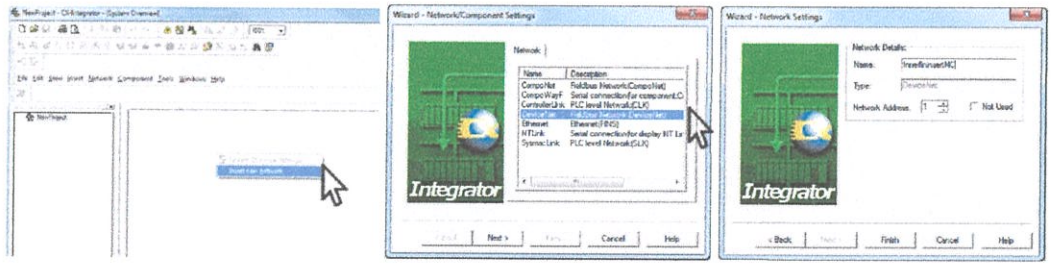
ชนิดสายไฟ	การใช้งาน
VCT (600V)	ใช้ในบริเวณที่รับMain Power จากเซอร์กิตเบรคเกอร์
VCTF (300V)	ใช้ในการเชื่อมต่อเครื่องควบคุมอัตโนมัติ และหน้าจอ Touch Screen
KIV (600V) 	ใช้ในการเชื่อมต่อวงจรกำลัง
VSF (300V) 	ใช้ในการเชื่อมต่อวงจรควบคุม

ตารางที่ 2.2 แสดงตัวอย่างและวิธีการใช้งานของสายไฟที่ใช้ในโครงงาน

2.6 โปรแกรมต่างๆที่เกี่ยวข้อง

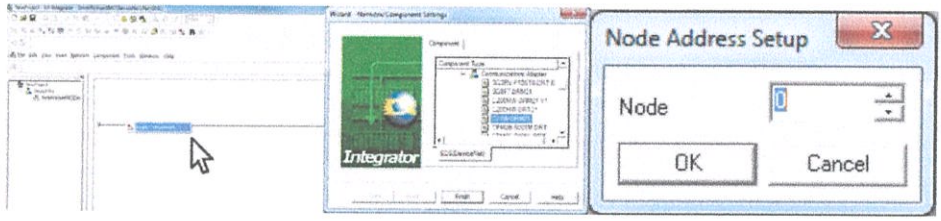
2.5.1 CX-Integrator

CX-Integrator โปรแกรมที่ใช้ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆภายในระบบ สามารถรับและส่งค่ากันผ่านอุปกรณ์สื่อกลางในแต่ละระบบ ซึ่งใช้ได้ในหลายระบบสื่อสาร เช่น ระบบ EtherNet , ระบบ Devicenet , ระบบ ControllerLink , ระบบ Sysmac Link เป็นต้น



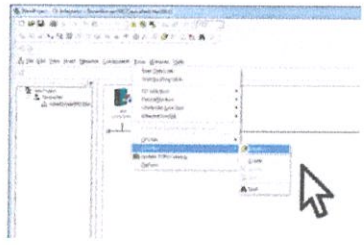
รูปที่ 2.35 (ก) การสร้างการเชื่อมต่อระบบใหม่ (ข) เลือกเครือข่ายการในการสื่อสาร
(ค) ตั้งชื่อระบบและกำหนดAddress

ทำการสร้างงานใหม่โดยคำสั่ง Insert new network ในรูปที่ 2.35(ก) หลังจากนั้นทำการตั้งค่าระบบสื่อสารที่ต้องการใช้ซึ่งโครงงานนี้ใช้เป็นระบบ Devicenet ในรูปที่ 2.35(ข) หลังจากนั้นทำการตั้งชื่องาน และกำหนด Address ให้กับระบบ เป็นการเสร็จสิ้นการตั้งค่าเริ่มต้น ในรูปที่ 2.35(ค) จากนั้นทำการเลือกอุปกรณ์ต่างๆที่เชื่อมต่อภายในระบบ เช่น การเลือก Devicenet Module เข้ามาในระบบโดยกำหนดให้เป็นโหนด0 ซึ่งจะตั้งให้เป็นอุปกรณ์สื่อสารกลาง (Master Unit) ในรูปที่ 2.36

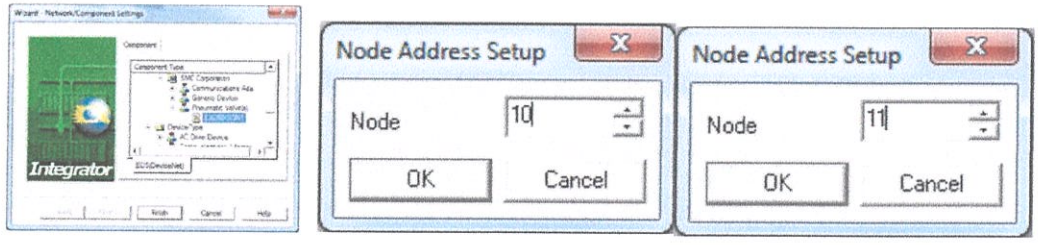


รูปที่ 2.36 แสดงวิธีการนำเข้าอุปกรณ์ DeviceNet Module และกำหนดโหนดของอุปกรณ์

ในการใช้อุปกรณ์ภายนอกอื่นๆที่เชื่อมต่อผ่าน DeviceNet Module สามารถนำมาเชื่อมต่อได้โดยดาวน์โหลด EDS file ของอุปกรณ์นั้นๆ เพื่อนำมาติดตั้งในโปรแกรม ในรูปที่2.37 จากนั้นทำการเพิ่มอุปกรณ์เข้าในวงการเชื่อมต่อ ในรูปที่ 2.38

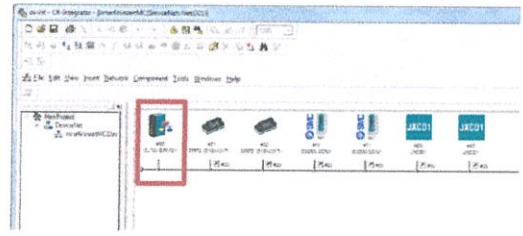


รูปที่ 2.37 แสดงการติดตั้ง EDS file ของอุปกรณ์อื่นๆ



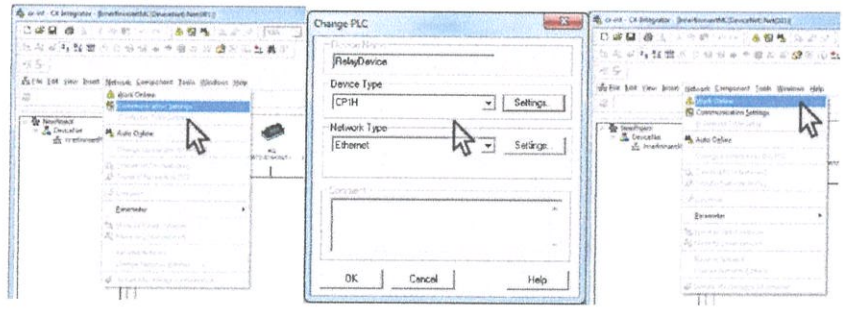
รูปที่ 2.38 แสดงตัวอย่างการเลือก Solenoid Module รุ่น SY5000

เมื่อทำการเพิ่มอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อภายในระบบครบแล้ว จากนั้นกำหนดการสื่องสารของแต่ละอุปกรณ์ ในตัวอย่างรูปที่ 2.39 มี Master Unit คือ Devicenet Module ซึ่งกำหนดโหนดที่ 0 และมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอกในโหนดที่ 1,2,10,11,20,40 ซึ่งจะทำการสื่อสารผ่าน Master Unit เท่านั้น



รูปที่ 2.39 แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์ โดยมาสเตอร์คือยูนิต 0

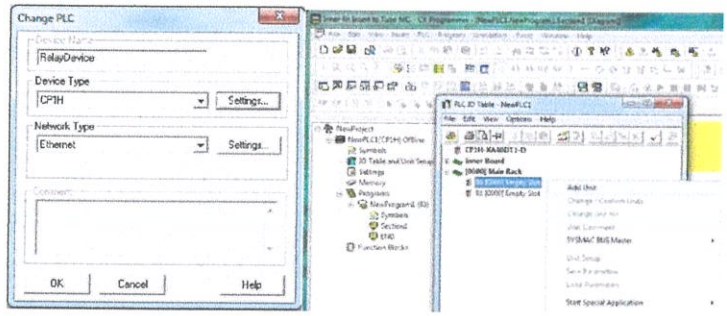
เมื่อทำการกำหนดอุปกรณ์รวมถึงการตั้งค่าต่างๆเสร็จสิ้น จะนำไปเชื่อมต่อกับเครื่องควบคุมอัตโนมัติ เพื่อลงโปรแกรมเข้าที่เครื่องควบคุมอัตโนมัติ ในรูปที่ 2.40 เพื่อให้ทราบโหนดการเชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก เมื่อไม่มีการกำหนดโหนดที่ตัวอุปกรณ์นั้นๆ



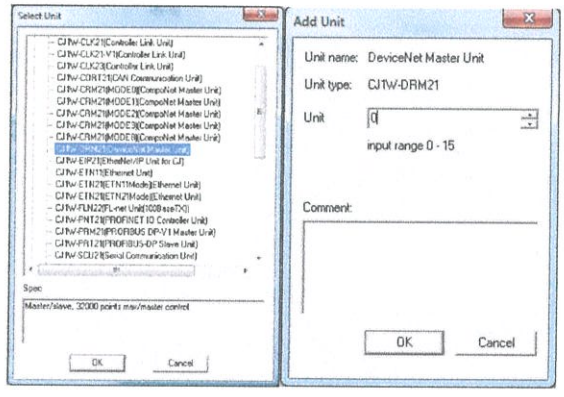
รูปที่ 2.40 การเลือกชนิดของเครื่องควบคุมอัตโนมัติ (PLC) และการเชื่อมต่อข้อมูล

2.5.2 CX-Programmer

โปรแกรม CX-Programer เป็นโปรแกรมหลักในการใช้เขียนโปรแกรมควบคุมลำดับการทำงานของเครื่องจักร ของเครื่องควบคุมอัตโนมัติยี่ห้อ OMRON ซึ่งใช้ภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรม ก่อนเริ่มการเขียนโปรแกรม จะต้องทำการตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆก่อน เช่น การเลือกชนิดของเครื่องควบคุมอัตโนมัติและช่องทางในการลงโปรแกรม ในรูปที่ 2.41(ก) การตั้งค่าอุปกรณ์ต่างๆที่เชื่อมติดกับเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ในรูปที่ 2.41(ข) และการเลือกอุปกรณ์สื่อสารเข้ากับเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ในรูปที่ 2.42

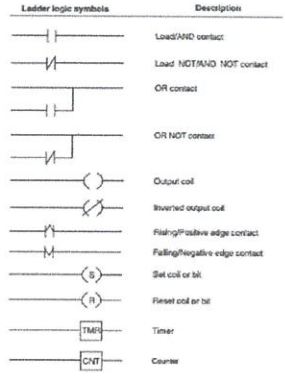


รูปที่ 2.41 (ก) การเลือกชนิดของเครื่องควบคุมอัตโนมัติ(PLC) และเครือค่ายการเชื่อมต่อ (ข) การตั้งค่าอุปกรณ์ที่เชื่อมติดกับเครื่องควบคุมอัตโนมัติ (PLC)



รูปที่ 2.42 การเลือกอุปกรณ์สื่อสารเข้ากับเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ((PLC)

ในการเขียนโปรแกรมลำดับการทำงานนี้ใช้ภาษาแลดเดอร์ไดอะแกรมในการเขียน ซึ่งมีสัญลักษณ์เบื้อต้น ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมดังรูปที่ 2.43



รูปที่ 2.43 แลดเดอร์ไดอะแกรมเบื้องต้น [43]

2.5.3 NB-designer

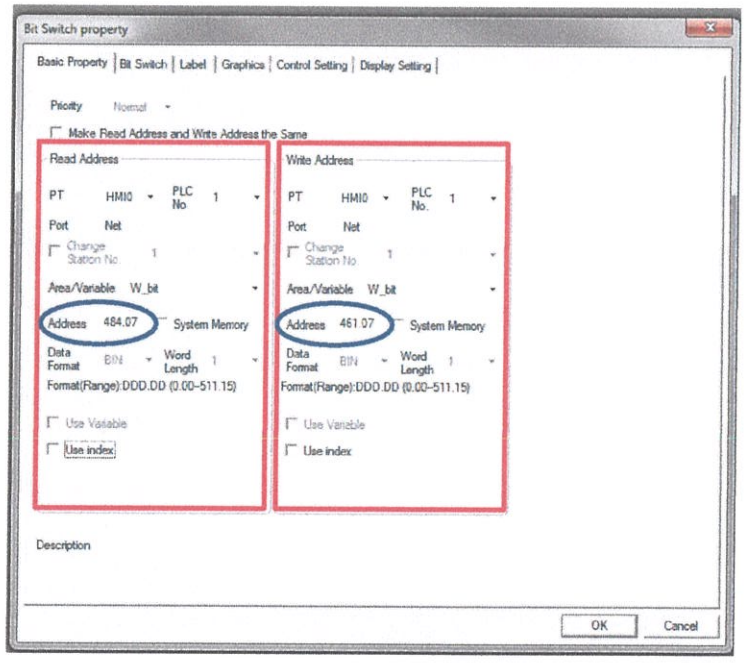
NB-designer คือ โปรแกรมที่ใช้ในการสร้างหน้าจอ Touch Screen ซึ่งเชื่อมต่อไปยังเครื่องควบอัตโนมัติผ่านEtherNet โดยการกำหนด IP Adress 7 หลักหน้าให้เหมือนกัน ดังรูปที่2.44

Device	IP address	Port No.	Protocol	Master/Sla...
HMI0	192.168.1.2	9600	OMRON C...	M
PLC1	192.168.1.1	9600	OMRON C...	S

รูปที่ 2.44 แสดงการตั้งค่าIP Address

การออกแบบรูปแบบของปุ่มต่างๆที่แสดงบนหน้าจอสามารถแบ่งได้เบื้องต้นดังนี้

- ปุ่มที่ใช้รับคำสั่ง โดยส่งค่าไปยังWrite Address ที่กำหนด ซึ่งจะเชื่อมต่อไปยังเครื่องควบคุมอัตโนมัติ
- ปุ่มที่ใช้แสดงผล โดยรับค่าจาก Read Address ที่กำหนด ซึ่งจะเชื่อมต่อไปยังเครื่องควบคุมอัตโนมัติ
- ปุ่มที่ใช้รับคำสั่ง และแสดงผล คือปุ่มที่สามารถใช้สั่งการ และแสดงผลได้ทั้ง 2 อย่าง



รูปที่ 2.45 แสดงการตั้งแค่ปุ่มกด

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการดำเนินโครงงานในหัวข้อเรื่อง “เครื่องประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อในอุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน” จำแนกขั้นตอนการดำเนินงานได้ 4 ขั้นตอนดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 ขั้นตอนแผนการดำเนินงาน

3.1.1 ศึกษาสภาพหน้างานจริงในปัจจุบัน

3.1.2 วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ จากกระบวนการผลิต

3.1.3 การวางแผนการดำเนินโครงงาน

3.2 ขั้นตอนการทำโครงงาน

3.2.1 การกำหนดแนวคิดการทำงานของเครื่องจักร

3.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในโครงงาน

3.2.3 ศึกษามาตรฐานการออกแบบ

3.2.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ (Electrical Hardware Design)

3.2.5 การออกแบบซอฟท์แวร์ (Electrical Software Design)

3.3 ขั้นตอนการตรวจสอบผลการดำเนินการ

3.3.1 ตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องจักรก่อนนำไปติดตั้ง (Inspection check)

3.4 ขั้นตอนสรุปผลการดำเนินการ

3.4.1 Operation ratio check sheet (1Hr.Test run)

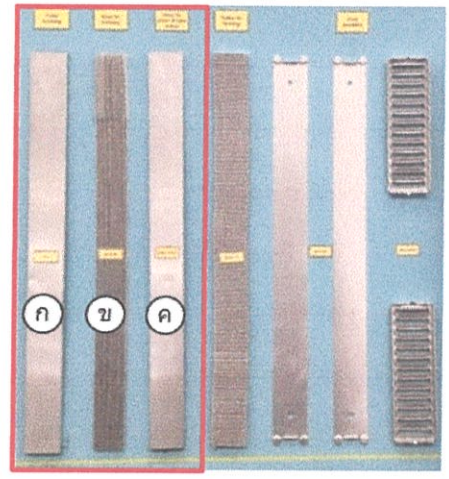
3.4.2 จัดทำคู่มือประกอบการใช้งานและการซ่อมบำรุง

3.4.3 จัดทำข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อยอด

3.1 ขั้นตอนวางแผนการดำเนินงาน (PLAN)

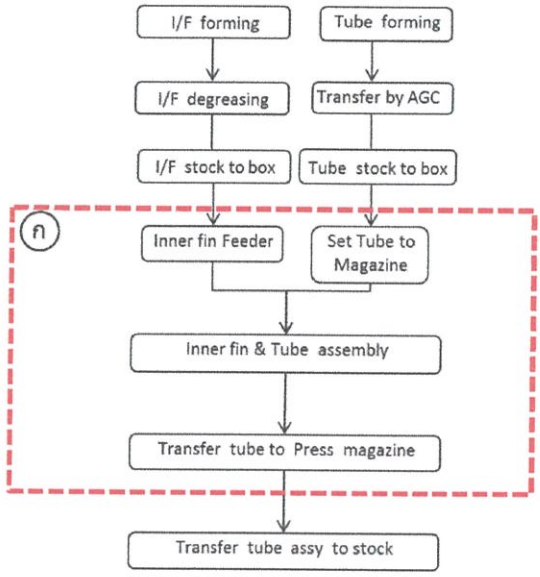
3.1.1 ศึกษาสภาพหน้างานจริงในปัจจุบัน

กระบวนการประกอบชิ้นส่วนครีบด้านในเข้ากับท่อ (Innerfin & Tube assembly) เป็นกระบวนการประกอบชิ้นงาน (Assembly) ซึ่งเป็นกระบวนการหนึ่งในกระบวนการผลิตเครื่องระบายความร้อน (Inter Cooler Production) ซึ่งมีส่วนประกอบของชิ้นส่วนต่างๆ ดังรูปที่ 3.1 โดยชิ้นส่วนที่เกี่ยวข้องในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนครีบด้านในเข้ากับท่อ มี 2 ชิ้นส่วน คือ ท่อ (Tube) รูปที่ 3.1 (ก) และ ครีบด้านใน (Inner fin) รูปที่ 3.1 (ข) และรูปท่อที่ประกอบครีบด้านในแล้ว รูปที่ 3.1 (ค)



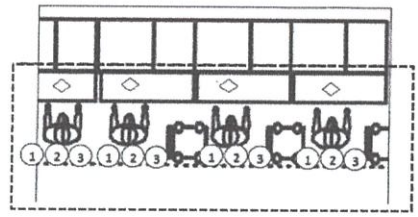
รูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของเครื่องระบายความร้อน (Inter Cooler)

โดยกระบวนการย่อยเป็นไปตามแผนภาพรูปที่ 3.2 โดยจะนำท่อ (Tube) และ ครีบด้านใน (Inner fin) ที่ได้จากกระบวนการขึ้นรูปโดยเครื่องจักรก่อนหน้า และลำเลียงมายังฝ่ายประกอบชิ้นงาน ซึ่งสภาพหน้างานในปัจจุบันการประกอบงานชิ้นงานจะใช้พนักงานประกอบชิ้นงานเองทั้งหมด โดยกระบวนการนี้เอง คือส่วนที่ผู้จัดทำทำการออกแบบระบบไฟฟ้าควบคุมเครื่องจักรเพื่อทดแทนการทำงานของพนังงาน โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 3.2 (ก) จากนั้นเมื่อทำการประกอบเสร็จเรียบร้อยจะถูกส่งไปยังกระบวนการถัดไปคือการกดชิ้นงานให้มีความแน่นมากขึ้น (Press Machine) ก่อนจะนำไปประกอบเป็นผลิตภัณฑ์ระบายความร้อนในกระบวนการถัดไป

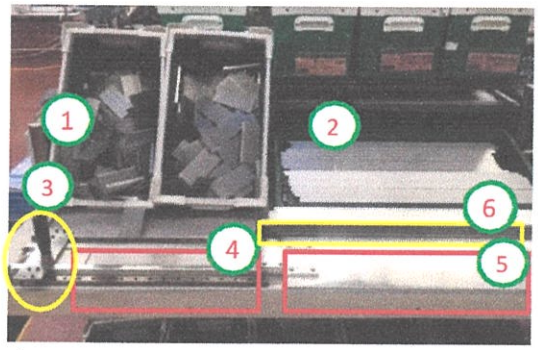


รูปที่ 3.2 แสดงแผนภาพแสดงกระบวนการผลิตส่วนหนึ่งของเครื่องระบายความร้อน

ในปัจจุบันกระบวนการประกอบชิ้นส่วนครีบด้านในเข้ากับท่อ ดำเนินการโดยใช้พนักงานทั้งหมด ทั้งในส่วนของการลำเลียงงานโดยการใช้พนักงานOutlinetเป็นผู้ลำเลียงผ่านรถเข็นมายังสถานีการประกอบโดยมีสถานีทั้งหมด 4 สถานี โดยใช้พนักงานประจำสถานีประกอบชิ้นงานสถานีละ 1 คน



รูปที่ 3.3 แสดงแผนผังไลน์ การประกอบชิ้นงานของพนักงาน



รูปที่ 3.4 (ก) แสดงอุปกรณ์ในสภาพหน้างานปัจจุบัน

(ข) ภาพท่อที่ประกอบแล้ว

พนักงานมีขั้นตอนในการประกอบชิ้นงาน ดังนี้

1) นำกล่องบรรจุท่อจากรถเข็นวางที่ตำแหน่ง 2 ในรูปที่ 3.4 (ก)

2) นำกล่องบรรจุครีบด้านในจากรถเข็นวางที่ตำแหน่ง 1 ในรูปที่ 3.4 (ก)

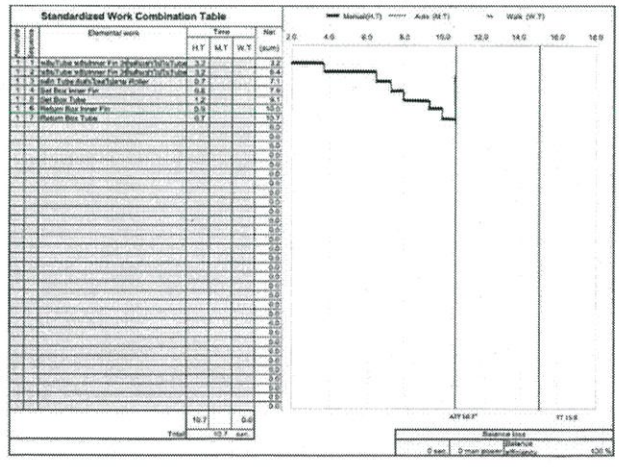
3) นำท่อวางที่ตำแหน่ง 5 รูป3.4 (ก) มีจุดยึดบริเวณ 4 มุมเพื่อให้วางท่อได้ตรงตำแหน่งพอดีกับการเคลื่อนของครีบในราง

4) นำครีบวางลงบนราง ตำแหน่งที่ 4 รูป3.4 (ก) จำนวน 3ชิ้นเรียงต่อกันตามแนวราง

5) ดันครีบด้านในเข้าไปในท่อโดยมีด้ามจับเป็นเครื่องมือในการเคลื่อนครีบด้านในเข้าไปในส่วนของท่อ ดังรูปที่ 3 รูป 3.4 (ก) จากนั้นทำการถอยเครื่องมือเปล่าออกมาแล้วทำขั้นตอนที่ 4 -5 ซ้ำอีก 1ครั้ง

6) นำท่อที่ทำการใส่ครีบเรียบร้อยวางที่ตำแหน่งที่ 6 รูป3.4 (ก) เมื่อครบจำนวน 8 ชิ้นงาน จะทำการลำเลียงตามรางลำเลียงระบบมือ เพื่อไปยังกระบวนการถัดไป

ซึ่งสามารถสรุปการประกอบชิ้นงาน และเวลาที่ใช้ในแต่ละขั้นตอน รวมถึงเวลาที่ใช้ในการประกอบชิ้นงาน 1 ชิ้น ในกรณีที่มีขั้นตอนการปฏิบัติงานมากที่สุด ดังตารางที่ 3.1 และกราฟที่ 3.1



ตารางที่ 3.1 แสดงเวลาที่ใช้ในการทำงานของพนักงานในการประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อ

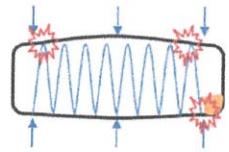
กราฟ 3.1 แสดงเวลาใช้ในการทำงานของพนักงานในการประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อ

3.1.2 วิเคราะห์ปัญหาต่างๆ ที่เกิดจากกระบวนการ

1) ในการใส่ครีบด้านในเข้าไปในท่อโดยพนักงานนั้นใช้แรงที่ไม่แน่นอน หากดันด้วยแรงที่มากเกินไปจะทำให้ครีบภายในเกิดการบิ่นดังรูปที่ 3.5 (ก) หรือมีการซ้อนทับได้ หากใช้แรงที่น้อยเกินไปจะทำให้ครีบภายในมีช่องว่าง หรือครีบแต่และชิ้นไม่ติดกัน ดังรูปที่ 3.5 (ข)

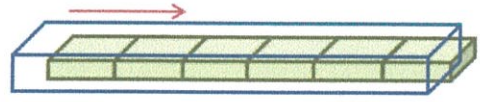
รูปที่ 3.5 (ก) ครีบด้านในภายในเกิดการบิ่น (ข) ช่องว่างระหว่างครีบด้านใน

2) การใส่ครีบด้านในเข้าไปในท่อโดยใช้ชุดอุปกรณ์มีความไม่เสถียรของแรง และทิศทาง ทำให้ครีบด้านในชนกับขอบของท่อแล้วครีบด้านในกระดอนออก จึงต้องทำการใส่ครีบด้านในใหม่อีกครั้ง และอาจเกิดการผิดรูปของครีบด้านใน และท่อ ทำให้เกิดความเสียหายของชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ครีบด้านในชนกับขอบท่อ

3) ท่อที่ทำการประกอบเสร็จแล้วจะถูกลำเลียงผ่านช่องลำเลียงด้วยมือ ซึ่งแรงที่พนักงานใช้ในการเลื่อนหากมากเกินไปจะทำให้ครีบภายในเกิดการเคลื่อน หรืออาจหลุดออกมาได้ ดังรูปที่ 3.7 เนื่องจากยังไม่ได้มีการเชื่อมติดชิ้นงาน



รูปที่ 3.7 ครีบด้านในหลุดออกจากท่อ

4) ในการลำเลียงของ 4 สถานีแบ่งช่องทางการลำเลียงเป็น 2 ช่องทาง ทำให้มี 2 สถานีที่ใช้ช่องทางร่วมกัน ทำให้เกิดการติดขัด หรือชนกันได้

จากปัญหาด้านคุณภาพชิ้นงานดังกล่าว เห็นได้ว่าไม่สามารถควบคุมปัจจัยต่างๆในการประกอบชิ้นงานโดยพนักงาน ทำให้มีโอกาสเกิดงานเสีย (NG Work) ขึ้นได้ง่าย

3.1.3 วางแผนการดำเนินโครงงาน

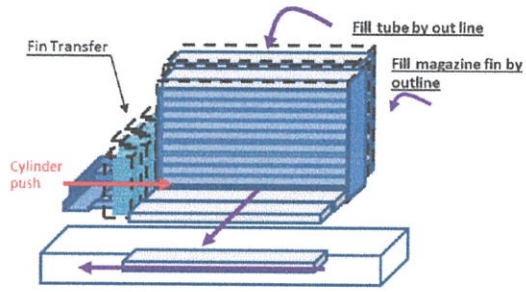
แผนการดำเนินงาน	ปีการศึกษา 2560 Plan Actual			
	สิงหาคม	กันยายน	ตุลาคม	พฤศจิกายน
ขั้นตอนการเตรียมงาน (Plan)				
ศึกษาสภาพการดำเนินงานปัจจุบัน				
วิเคราะห์ปัญหาต่างในกระบวนการผลิต				
การวางแผนการดำเนินโครงงาน				
ขั้นตอนการดำเนินงาน (Do)				
กำหนดแนวคิดเครื่องจักร				
ศึกษามาตรฐานการออกแบบไฟฟ้า				
ศึกษาข้อมูลอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในโครงงาน				
ออกแบบในส่วนของฮาร์ดแวร์				
ออกแบบในส่วนของซอฟท์แวร์				
ขั้นตอนการตรวจสอบ (Check)				
ตรวจสอบการทำงานของแบบไฟฟ้า				
ทดสอบการทำงานของเครื่องจักร				
ขั้นตอนการสรุปผลการดำเนินการ (Action)				
สรุปค่าการเปลี่ยนแปลงของค่าพารามิเตอร์				
จัดทำคู่มือใช้งานและซ่อมบำรุง				
จัดทำข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อยอด				

ตารางที่ 3.2 แสดงแผนการดำเนินงานโครงการอกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมเดรื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อ

3.2 ขั้นตอนการทำโครงงาน (DO)

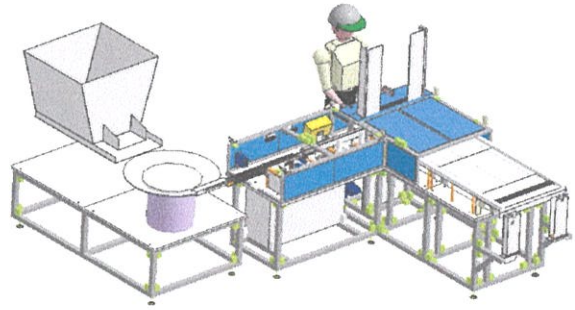
3.2.1 การกำหนดแนวคิดการทำงานของเครื่องจักร

แนวคิดการทำงานของเครื่องจักร มีการนำขั้นตอนการปฏิบัติงานของพนักงานมาเป็นแบบแผนในการคิดแนวคิดการทำงานของเครื่องจักร โดยเครื่องจักรประกอบชิ้นงานจะต้องมีประสิทธิภาพ และมีความเสถียรเพิ่มขึ้นจากการใช้พนักงานประกอบ ซึ่งสามารถอธิบายหลักการทำงานอย่างง่ายได้ดังรูปที่ 3.8 ซึ่งแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ใช้ในการลำเลียงครีบด้านใน ส่วนที่ใช้ลำเลียงท่อ และส่วนที่ใช้ประกอบในงาน ซึ่งคือบริเวณที่ 2 กระบวนการ มาบรรจบกัน แสดงแบบจำลองอย่างง่ายในรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แนวคิดของกระบวนการทำงานของเครื่องจักร

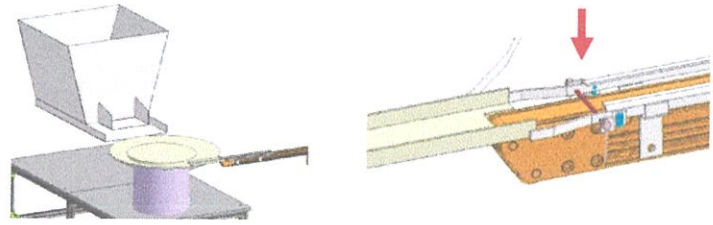
เมื่อมีการกำหนดแนวคิดแล้ว จากนั้นทางฝ่ายการออกแบบเครื่องกลจะทำการออกแบบอุปกรณ์ต่างๆเพื่อสนับสนุนแนวคิด และทำการร่างแบบเครื่องจักรให้สามารถทำงานได้ตามความต้องการที่ตั้งเป้าหมายไว้ โดยเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อมีภาพจำลอง 3 มิติ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงแบบจำลอง 3 มิติเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อ

1) กระบวนการลำเลียงครีบด้านใน (Inner fin Transfer)

มีแนวคิดให้สามารถบรรจุครีบด้านในได้ครั้งละ 180 ชิ้น ผ่านเครื่องลำเลียงชิ้นส่วน (Blow feeder) โดยใช้หลักการสั่นสะเทือนในการพาชิ้นงานให้เคลื่อนที่ลำเลียงชิ้นส่วนขึ้นเรียงกันตามรางลำเลียงซึ่งมีลักษณะขดเป็นวงกลม เพื่อเตรียมเข้าสู่สายพานลำเลียง โดยมีแนวคิดให้เครื่องลำเลียงชิ้นส่วน (Blow feeder) ทำงานตลอดเวลา และจะหยุดทำงานเมื่อครีบด้านในถูกลำเลียงเต็มถึงตำแหน่งโดยใช้ Photo Sensor ตรวจจับตำแหน่ง ดังรูปที่ 3.10 (ข) เพื่อไม่ให้เกิดการลำเลียงขณะที่ครีบด้านในเต็มบริเวณสายพาน เป็นการป้องกันการเสียหายของครีบด้านในซ้อนทับกันในรางขณะลำเลียง



รูปที่ 3.10 (ก) แบบจำลองเครื่องลำเลียงชิ้นส่วน (Blow feeder)

(ข) ภาพแสดง Photo Sensor ตรวจจับเมื่อครีบด้านในเต็มสายพานลำเลียง

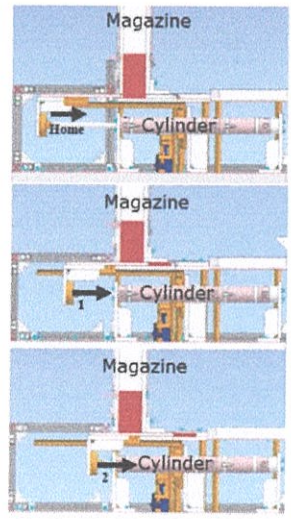
2) กระบวนการลำเลียงท่อ (Tube Transfer)

มีแนวคิดในการสร้างส่วนบรรจุท่อ (Magazine) ให้พนักงานสามารถใส่ท่อได้ทีละ 60ท่อ เพื่อให้รอบการทำงานของพนักงานในการเติมชิ้นส่วนน้อยลง โดยเครื่องจักรจะเลื่อนท่อไปอยู่ในตำแหน่งรอการใส่ครีบด้านใน โดยใช้กระบอกสูบในการผลักท่อไปยังตำแหน่ง 1 รูปที่ 3.11 และตรวจสอบสถานะเมื่อท่ออยู่ในตำแหน่ง1เรียบร้อยแล้วโดยใช้ Proximity Sensor เมื่อได้รับสัญญาณจาก Proximity Sensor และสัญญาณจาก Photo Sensor 3ตัว ที่ใช้ในการยืนยันตำแหน่งครีบด้านในเมื่อพร้อมในการถูกใส่เข้าสู่ท่อ Robo Actuator ที่ใช้ในการใส่ครีบด้านในจะเริ่มการทำงาน เมื่อการใส่ครีบด้านในเรียบร้อย จะทำการผลักออกจากเครื่องจักรเพื่อรอเข้ากระบวนการถัดไปในตำแหน่งที่ 2 รูปที่ 3.11 โดยใช้ลูกสูบที่มีลักษณะ 2 สโตรก และทำการถอยกลับของลูกสูบเข้าสู่ตำแหน่งเดิมเพื่อพาท่ออันใหม่มายังตำแหน่ง 1

(ก)

(ข)

(ค)

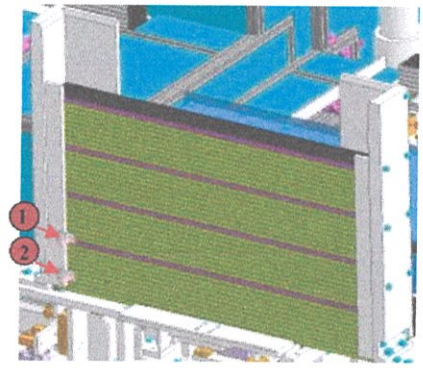


รูปที่ 3.11 แสดงการทำงานของส่วนลำเลียงท่อ โดยใช้ลูกสูบ 2 สโตรก

สามารถตรวจสอบระดับของท่อที่อยู่ในส่วนบรรจุท่อ (Magazine) โดยมี 2 ระดับ โดยใช้ Photo Sensor ในการตรวจสอบระดับของท่อ 2 ระดับ ดังรูปที่ 3.12

ระดับ 1 เพื่อส่งสัญญาณเตือนพนักงานให้เติมท่อ เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานต่อเนื่องไม่ต้องเริ่มเดินเครื่องใหม่เมื่อท่อที่บรรจุในส่วนบรรจุท่อหมด

ระดับ2 เพื่อส่งสัญญาณไปตัดการทำงานเมื่อมีท่อต่ำกว่าที่กำหนด เนื่องจากท่อในส่วนบรรจุท่อหมด

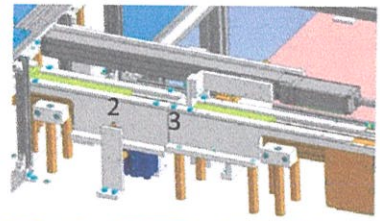


รูปที่ 3.12 ภาพแสดง Photo Sensor ตรวจจับระดับของท่อในส่วนบรรจุท่อ (Magazine)

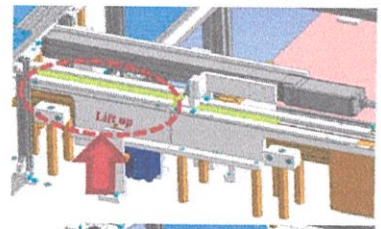
3) การใส่ครีบด้านในเข้าไปในท่อ (Inner fin Insert to Tube)

มีแนวคิดให้บริเวณปลายสุดของสายพานลำเลียง (Conveyor) สามารถยกขึ้นลงได้ 2 ระดับโดยใช้กระบอกสูบสูบควบคุม โดยใช้ส่วนตรวจจับคือ Photo Sensor 3 ตัว ที่ใช้ยืนยันว่ามีครีบด้านในครบ 3 อัน ในตำแหน่งที่พร้อมในการใส่เข้าท่อแล้ว เมื่อมีการยืนยันจาก Photo sensor ทั้ง 3 ตัว ดังรูปที่ 3.13(ก) และจาก Proximity Sensor ที่ใช้ตรวจสอบตำแหน่งของท่อก่อนเริ่มทำการใส่ครีบด้านใน ส่วนปลายของสายพานลำเลียงจะถูกยกขึ้นโดยใช้กระบอกสูบดังรูปที่ 3.13(ข) เพื่อให้ตำแหน่งของครีบด้านในตรงกับบริเวณช่องว่างของท่อ แล้วใช้ Robo Actuator ในการผลักครีบด้านในจำนวน 3 อัน เข้าสู่ท่อ ดังรูปที่ 3.13(ค) จากนั้นถอยกลับสู่ตำแหน่งเดิม และรอครีบด้านในครบ 3 อัน เมื่อได้รับสัญญาณจาก Photo sensor ทั้ง 3 ตัว อีกครั้งจะทำการผลักครีบด้านในจำนวน 3 อัน เข้าสู่ท่อ เป็นอันเสร็จสิ้นกระบวนการใส่ครีบด้านในเข้าสู่ท่อ 1 อัน

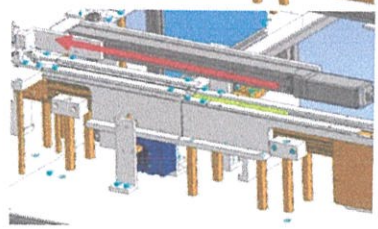
(ก)



(ข)

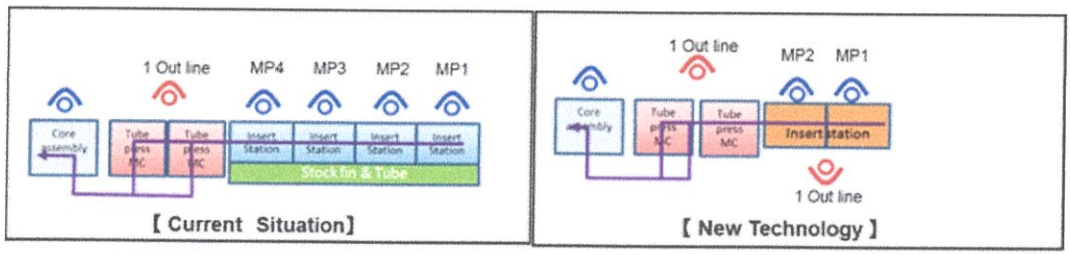


(ค)



รูปที่ 3.13 แสดงแบบจำลองการใส่ครีบ (Inner fin) เข้าไปในท่อ (Tube)

โดยเป้าหมาย คือการใช้เครื่องจักรเข้าแทนที่พนักงานในกระบวนการประกอบชิ้นส่วนครีบด้านในเข้ากับท่อ (Tube) ซึ่งมี 4 สถานี ใช้พนักงานทั้งหมด 4 คน หรือ 1คนต่อ1สถานี โดยเครื่องจักรนี้2 เครื่องจะสามารถใช้งานแทน 4 สถานี โดยมีการใช้พนักงานลดลงเหลือเพียง 1 คน เพื่อการควบคุม สั่งการเครื่องจักร และมีพนักงาน Outline ที่ทำงานเติมท่อและครีบด้านในอีก1 คน สามารถใช้เวลาต่อการผลิต 1 หน่วยเท่าเดิม สามารถลดความผิดพลาดของงานที่เกิดจากพนักงานเป็นการเพิ่มคุณภาพ และความน่าเชื่อถือของผลิตภัณฑ์ และ สามารถลดพื้นที่ใช้สอยในการกระบวนการผลิตได้ ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ภาพ Line Layout ของกระบวนการประกอบการประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อ

3.2.2 อุปกรณ์ที่ต่างๆที่เลือกใช้ในระบบ

ในหัวข้อนี้จะนำเสนออุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้าสู่ท่อ โดยจะอธิบายถึงหลักการในการเลือกใช้อุปกรณ์ต่างๆ ในเบื้องต้นอุปกรณ์นั้นจะต้องตรงตามมาตรฐานความปลอดภัยพื้นฐานสำหรับอุปกรณ์ สามารถใช้งานได้ง่ายซึ่งทำให้สะดวกต่อผู้ใช้งาน ผู้ประกอบเครื่องจักร ผู้ซ่อมบำรุง และผู้พัฒนาเครื่องจักร อุปกรณ์ที่นำมาใช้นั้นต้องมีประสิทธิภาพสูงและมีราคาที่เหมาะสม โดยแบ่งอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

<u>อุปกรณ์ในระบบควบคุม (Control Device)</u>

1) **ฮาร์ดแวร์ของระบบควบคุมอัตโนมัติ** (PLC Hardware)

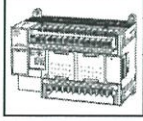
- **CPU Unit** : ยี่ห้อ Omron รุ่นCP1H-X40DT1-D

โดยการเลือกใช้อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัตินี้จะต้องคำนึงถึงหลายปัจจัย เช่น

- ระบบไฟฟ้าที่ใช้งาน ซึ่งในโครงงานนี้ใช้เป็น ระบบไฟฟ้ากระแสตรง 24โวลต์ ระบบPNP เนื่องจากต้องการใช้การเชื่อมต่อเป็นระบบ PNP เนื่องจากการใช้ระบบ PNP จะช่วยยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์ได้ เนื่องจากมีการต่อจุดร่วมสัญญาณด้านลบ ทำให้มีไฟที่จ่ายเข้ากับอุปกรณ์เพียงเวลาใช้งานเท่านั้น หากเป็นระบบNPN จะมีการจ่ายไฟเข้ากับอุปกรณ์ตลอด ทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์สั้นลง

- จำนวนอินพุตเอาท์พุตภายใน โดยเลือกใช้รุ่น CP1H-X40DT1-D และมีการใช้งานอินพุตเอาท์พุตภายในไม่มาก ซึ่งรุ่นดังกล่าวมีอินพุตภายใน จำนวน 24 พอร์ต และ เอาท์พุตภายใน 16 พอร์ต ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งาน และมีการเพื่อพอร์ตว่างสำหรับการเพิ่มเติมอุปกรณ์ในอนาคต (Spare)

CPU Units

Name and appearance	Model	Specifications			Remarks
		Power supply	Outputs	Inputs	
CP1H X CPU Units 	CP1H-X40DR-A	100 to 240 VAC	16 relay outputs	24 VDC 24 inputs	Memory capacity: 20 Ksteps High-speed counters: 100 kHz, 4 counters Pulse outputs: 2 outputs at 100 kHz, 2 outputs at 30 kHz
	CP1H-X40DT-D	24 VDC	16 transistor outputs, sinking		
	CP1H-X40DT1-D		16 transistor outputs, sourcing		

รูปที่ 3.15 คุณสมบัติของ CPU Unit รุ่น CP1H-X40DT1-D [44]

- **Device Net Module** : ยี่ห้อ Omron รุ่น CJ1W-DRM21

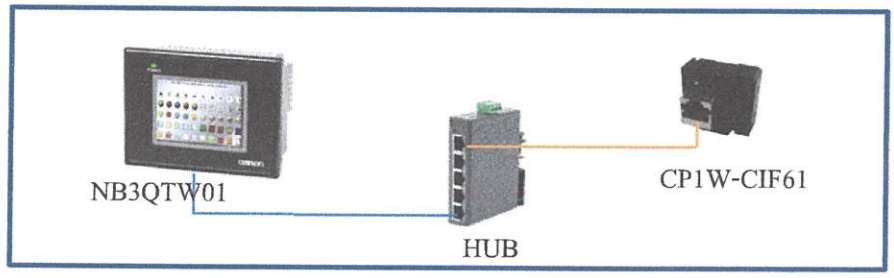
ในโครงงานนี้เลือกใช้โมดูลสำหรับติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ กับอุปกรณ์ภายนอกอื่นๆ ในระบบ Devicenet ซึ่งใช้เชื่อมต่อกับโมดูลอินพุตระยะไกล โมดูลสื่อสารสำหรับแผงควบคุมโซลินอยด์ไฟฟ้า และ อุปกรณ์ควบคุมตำแหน่ง (Position Controller) โดยอุปกรณ์ดังกล่าวใช้การเชื่อมต่อในเครือข่าย Device net

รูปที่ 3.16 DeviceNet Module รุ่น CJ1W-DRM21 [45]

- **ETHERNET Card** : ยี่ห้อ Omron รุ่น CP1W-CIF61

ในโครงงานนี้มีการใช้หน้าจอ Touch Screen เพื่อใช้ในการสั่งการ และ แสดงผล ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น แสดงความผิดพลาดที่เกิดขึ้น ซึ่งทำให้ผู้ควบคุมเครื่องจักรสามารถแก้ไขปัญหาได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งผู้จัดทำเลือกใช้เป็นหน้าจอ Touch Screen ยี่ห้อ OMRON เช่นเดียวกับ PLC เนื่องจากสามารถเชื่อมต่อกันได้ง่าย ไม่ซับซ้อน มีการเขียนโปรแกรมที่ง่าย และทำงานร่วมกันได้มีประสิทธิภาพมากกว่า

โดยเลือกชนิดการเชื่อมต่อระหว่างหน้าจอทัชกรีนกับ PLC ผ่านอุปกรณ์ศูนย์กลางเชื่อมต่อกลาง (HUB) โดยใช้การสื่อสารในพอร์ต Ethernet เนื่องจากสามารถเชื่อมต่อกันได้หลายอุปกรณ์ ทำให้สามารถอัพโหลดโปรแกรม หรือ แก้ไขโปรแกรมโดยนำอุปกรณ์ PC มาเชื่อมต่อ ผ่านจุดเชื่อมต่อเดียว สามารถเชื่อมข้อมูลได้ทั้ง 2 อุปกรณ์



รูปที่ 3.17 แสดงการเชื่อมต่อของหน้าจอทัชกรีน

2) **อุปกรณ์ส่งสัญญาณ หรืออุปกรณ์แสดงผล (Output Device)**

- **Buzzer :** ยี่ห้อ IDEC รุ่น UZ6-12

ใช้ในการส่งสัญญาณเสียงเมื่อทำงานครบ1รอบการทำงาน และส่งสัญญาณเสียงในกรณีเครื่องมีความผิดปกติ เช่น สัญญาณเตือนให้เติมท่อในส่วนบรรจุ

รูปที่ 3.18 Buzzer รุ่น UZ6-12 [28]

- **Tower Lamp** : ยี่ห้อ Patlite รุ่น **LR6-WC**

ใช้ในการแสดงสถานะในการทำงานของเครื่องจักร

รูปที่ 3.19 Patlite รุ่น **LR6-WC** [27]

- **Robo Cylinder** : ยี่ห้อ IAI รุ่น RCP6-SA4C-WA-35P-16-400-P3-X07

กระบอกสูบไฟฟ้า ซึ่งสามารถควบคุมตำแหน่งการทำงานได้เสถียรมากกว่า กระบอกสูบแบบลม ซึ่งนำมาใช้ในการใส่ครีบด้านในเข้าไปในท่อ เนื่องจากต้องการความแม่นยำ

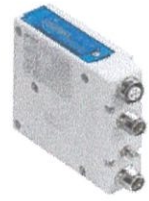
รูปที่ 3.20 Robo Cylinder รุ่น RCP6-SA4C-WA-35P-16-400-P3-X07 [46]

- **Solenoid communicate module :** ยี่ห้อ SMC รุ่น EX260-SDN3

ในขณะนี้ระบบของเรามีการเพิ่มการสื่อสารแบบ DeviceNet ดังนั้นการเลือกอุปกรณ์ภายนอกจึงใช้การเชื่อมต่อผ่านระบบ DeviceNet เพื่อที่จะใช้เป็นระบบการสื่อสารเดียว เพื่อลดความยุ่งยาก และทำให้ไม่ต้องเสียเงินซื้อการ์ดสื่อสารอื่นเพิ่มอีกด้วย โดยโซลินอยด์ไฟฟ้ามีตัวรับส่งสัญญาณผ่านระบบสื่อสาร Devicenet ซึ่งใช้การเชื่อมต่อผ่านระบบ DeviceNet เพื่อควบคุมการทำงานของโซลินอยด์ไฟฟ้า 5 ตัว ซึ่งมีทั้งหมด 10 วาล์ว ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.3 ผู้จัดทำเลือกใช้ยี่ห้อ SMC โมดูล EX260-SDN3 ซึ่งมีเอาท์พุตทั้งหมด 16 (8โซลินอยด์วาล์ว) ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งาน

Solenoid valve connecting specification	Out put type (Valve common polarity)	PNP(-COM.)	NPN (+COM.)
	Number of outputs	EX260-SDN1: 32outputs EX260-SDN3: 16outputs	EX260-SDN2: 32 outputs EX260-SDN4: 16 outputs
	Connected load	Solenoid valve with light and surge voltage suppressor of 24 VDC and 1.5 W or less (manufactured by SMC)	
	Output setting at the time of communication error	HOLD/CLEAR	
	Insulation type	Photo coupler insulation type	
	Residual voltage	0.4 VDC or less	

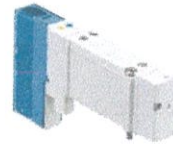
ตารางที่ 3.3 แสดงคุณสมบัติของ Solenoid communicate module [15]



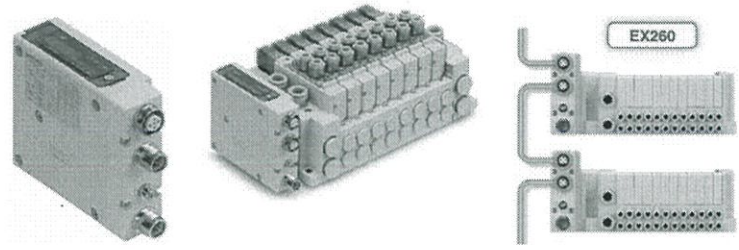
รูปที่ 3.21 โมดูลสื่อสารสำหรับแผงควบคุมโซลินอยด์ไฟฟ้า : ยี่ห้อ SMC รุ่น EX260-SDN3 [15]

- **Electrical Solenoid** : ยี่ห้อ SMC รุ่น SY5000

วาล์วเปลี่ยนทิศทางชนิดแม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้เกิดการเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ของลมได้ ตามคำสั่งจากอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งสื่อสารกับโมดูลสื่อสารสำหรับแผงควบคุมโซลินอยด์ไฟฟ้า ผ่านระบบ Device net



รูปที่ 3.22 โซลินอยด์ไฟฟ้า : ยี่ห้อ SMC รุ่น SY5000 [15]



รูปที่ 3.23 (ก) EX260 (ข) EX260ต่อกับแผงแมนิโฟล (ค) แสดงการเชื่อมต่อเข้าระบบ Devicenet [15]

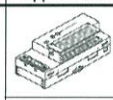
	NO.	ชื่อของอุปกรณ์ตรวจจับ	หน้าที่
1	321000	FIN LIFT DOWN	สั่งให้ยกปลายสายพานลงเพื่อให้ครีบด้านในสามารถเลื่อนเข้าปลายสายพานได้
2	321001	FIN LIFT UP	สั่งให้ยกปลายสายพานขึ้นเพื่อให้อยู่ในตำแหน่งใส่ครีบด้านในเข้าสู่ท่อ
3	321002	STOPPER LEFT/RIGHT DOWN	สั่งให้ตัวกั้นยึดตำแหน่งของท่อเลื่อนลง เพื่อให้สามารถเคลื่อนท่ออันใหม่ และท่อที่ใส่ครีบเรียบร้อยแล้วออกจากเครื่อง
4	321003	STOPPER LEFT/RIGHT UP	สั่งให้ตัวกั้นยึดตำแหน่งของท่อเลื่อนขึ้น เพื่อให้ตำแหน่งของการใส่ครีบด้านในแม่นยำ
5	321004	TUBE LOADING STROKE#1 ADV	สั่งให้ดันท่อไปยังตำแหน่งรอการใส่ครีบด้านใน
6	321005	TUBE LOADING STROKE#1 RTN	สั่งให้ดันท่อไปยังตำแหน่งHome Position1
7	321006	TUBE LOADING STROKE#2 ADV	สั่งให้ดันท่อที่ใส่ครับด้านในแล้วออกจากเครื่องจักรส่งต่อไปยังเครื่องจักรถัดไป
8	321007	TUBE LOADING STROKE#2 RTN	สั่งให้ดันท่อไปยังตำแหน่งHome Position2
9	321008	GUIDE COVER OPEN	สั่งให้ล็อคส่วนป้องกันขณะเครื่องจักรทำงาน
10	321009	GUIDE COVER CLOSE	สั่งให้ล็อคส่วนป้องกันในกรณีซ่อมเครื่องจักร

ตารางที่ 3.4 แสดงแอดแดรส และหน้าที่ โซลินอยด์วาล์วที่ใช้ในเครื่องจักร

3) อุปกรณ์ตรวจจับ (Detector Device) และอุปกรณ์รับสัญญาณ (Input Device)

- Remote Input with Expansion : ยี่ห้อ Omron รุ่น DRT2-ID16-1 และXWT-ID16-1

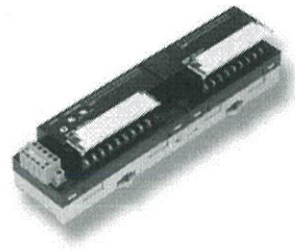
จากที่ได้กล่าวถึงการเชื่อมต่ออุปกรณ์เข้ายัง Remote Input module ซึ่งสามารถวางโมดูลไว้ใกล้กับจุดทำงานได้ทำให้ใช้ระยะทางในการเดินสายที่สั้นลง และไม่ต้องเดินสายตรงจากเซนเซอร์เข้าอินพุตPLC โดยตรง อินพุตที่นำเชื่อมต่อเข้าโมดูลในโครงงานนี้ คือ อุปกรณ์ตรวจจับต่างๆ เช่น Photo Sensor, Proximity Sensor, Auto Switch เป็นต้น ซึ่งใช้ระบบการสื่อสารแบบระบบ Devicenet โดยเราได้ทำการกำหนดโหนดของอุปกรณ์โดยการปรับที่ปุ่มเลือกโหนดของอุปกรณ์เอง หรือการเชื่อมต่อผ่านโปรแกรม CX-Integratorโดยหลักการเลือกอุปกรณ์อินพุตทางไกลจะต้องคำนึงถึง จำนวนอินพุตที่เราต้องการใช้งาน และระบบการเชื่อมต่ออุปกรณ์เป็นแบบใด ซึ่งในโครงงานนี้มีการใช้ระบบ **PNP** และทำการประมาณรายการอินพุตที่จะใช้ต่อเข้ากับโมดูล

Name	Appearance	I/O points	Model number	Remarks
Remote I/O Terminals with Transistors		8 input points (NPN)	DRT2-ID08	Terminal block mounted/ removed using screws.
		8 input points (PNP)	DRT2-ID08-1	
		8 output points (NPN)	DRT2-OD08	
		8 output points (PNP)	DRT2-OD08-1	
		16 input points (NPN)	DRT2-ID16	
		16 input points (PNP)	DRT2-ID16-1	
		16 output points (NPN)	DRT2-OD16	
		16 output points (PNP)	DRT2-OD16-1	
		8 input points/8 output points (NPN)	DRT2-MD16	
		8 input points/8 output points (PNP)	DRT2-MD16-1	

รูปที่ 3.24 แสดงการเลือก DRT2-ID16-1 [47]

Remote I/O Terminal Expansion Units with Transistors		16 input points (NPN)	XWT-ID16	Expansion Unit for increasing inputs or outputs of the Basic Unit.
		16 input points (PNP)	XWT-ID16-1	
		16 output points (NPN)	XWT-OD16	
		16 output points (PNP)	XWT-OD16-1	
		8 input points (NPN)	XWT-ID08	
		8 input points (PNP)	XWT-ID08-1	
		8 output points (NPN)	XWT-OD08	
		8 output points (PNP)	XWT-OD08-1	

รูปที่ 3.25 แสดงการเลือก XWT-ID16-1 [47]



รูปที่ 3.26 Remote Input with Expansion รุ่น DRT2-ID16-1 และ XWT-ID16-1 [47]

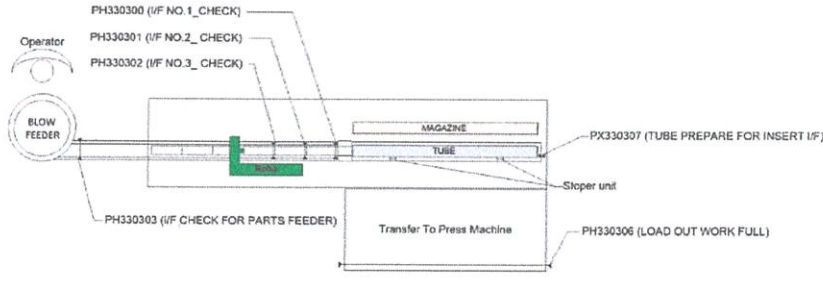
อุปกรณ์ตรวจจับ (Detector Device)

- เซนเซอร์ชนิดต่างๆ ได้แก่ Auto switch ,Photo sensor และ Proximity switch ซึ่งมีรายละเอียดดังตารางที่ 3.4 และแสดงตำแหน่งเซ็นเซอร์บนเครื่องจักรในรูปที่ 3.25

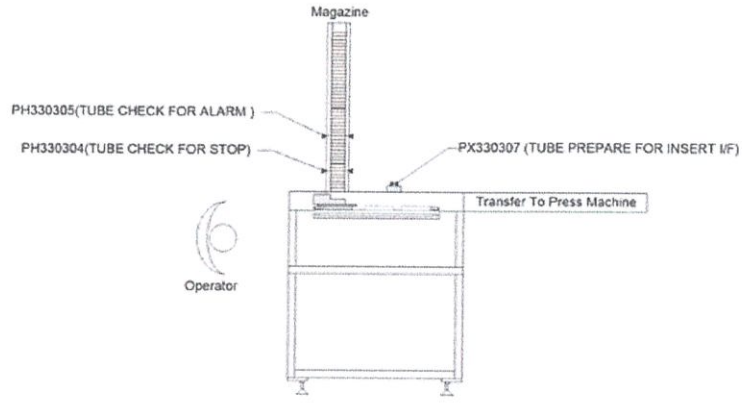
		ชื่อของอุปกรณ์ตรวจจับ	หน้าที่
1	AS330100	FIN LIFT DOWN	ใช้ในการตรวจสอบสถานะของกระบอกสูบเมื่อถึงยกปลายสายพานขึ้นสุดตำแหน่ง
2	AS330101	FIN LIFT UP	ใช้ในการตรวจสอบสถานะของกระบอกสูบเมื่อถึงยกปลายสายพานลงสุดตำแหน่ง
3	AS330102	STOPPER LEFT DOWN	ใช้ในการตรวจสอบสถานะของกระบอกสูบเมื่อตัวกั้นยึดตำแหน่งด้านซ้ายเลื่อนลงสุดตำแหน่ง
4	AS330103	STOPPER LEFT UP	ใช้ในการตรวจสอบสถานะของกระบอกสูบเมื่อตัวกั้นยึดตำแหน่งด้านซ้ายเลื่อนขึ้นสุดตำแหน่ง
5	AS330104	STOPPER RIGHT DOWN	ใช้ในการตรวจสอบสถานะของกระบอกสูบเมื่อตัวกั้นยึดตำแหน่งด้านขวาเลื่อนลงสุดตำแหน่ง
6	AS330105	STOPPER RIGHT UP	ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของกระบอกสูบเมื่อตัวกั้นยึดตำแหน่งด้านขวาเลื่อนขึ้นสุดตำแหน่ง
7	AS330106	TUBE LOADING STROKE#1 ADV	ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของกระบอกสูบเมื่อกระบอกสูบดันท่อไปถึงตำแหน่งรอการใส่ครีบ
8	AS330107	TUBE LOADING STROKE#1 RTN	ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของกระบอกสูบเมื่อกระบอกสูบเคลื่อนกลับไปถึงตำแหน่งHome1
9	AS330108	TUBE LOADING STROKE#2 ADV	ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของกระบอกสูบเมื่อกระบอกสูบดันท่อไปถึงตำแหน่งออกจากเครื่อง

10	AS330109	TUBE LOADING STROKE#2 RTN	ใช้ในการตรวจสอบตำแหน่งของกระบอกสูบเมื่อกระบอกสูบเคลื่อนกลับไปถึงตำแหน่งHome2
11	AS330110	GUIDE COVER OPEN	ใช้ตรวจสอบตำแหน่งล็อคส่วนป้องกันขณะเครื่องจักรทำงานเพื่อป้องกันอันตราย
12	AS330111	GUIDE COVER CLOSE	ใช้ตรวจสอบตำแหน่งปลดล็อคส่วนป้องกันขณะเครื่องจักรทำงานเพื่อซ่อมแซมเครื่องจักร
13	PH330300	I/F NO.1_CHECK	ใช้ในการตรวจสอบครีบด้านในตัวที่1
14	PH330301	I/F NO.2_CHECK	ใช้ในการตรวจสอบครีบด้านในตัวที่2
15	PH330302	I/F NO.3_CHECK	ใช้ในการตรวจสอบครีบด้านในตัวที่3
16	PH330303	I/F CHECK FOR PARTS FEEDER	ใช้ในการตรวจสอบครีบด้านในเมื่อเต็มสายพาน
17	PH330304	TUBE CHECK FOR STOP	ใช้ในการตรวจสอบปริมาณท่อในส่วนบรรจุเมื่อท่อใกล้หมด เพื่อให้พนักงานเติมท่อ
18	PH330305	TUBE CHECK FOR ALARM	ใช้ในการตรวจสอบปริมาณท่อในส่วนบรรจุเมื่อท่อในส่วนบรรจุหมด เพื่อตัดการทำงาน
19	PH330306	LOAD OUT WORK FULL	ใช้ในการตรวจสอบความติดขัดในการลำเลียงท่อออกจากเครื่องไปยังเครื่องจักรถัดไป
20	PX330307	TUBE PREPARE FOR INSERT I/F	ใช้ในการตรวจสอบว่าท่ออยู่ในตำแหน่งรอการใส่ครีบเรียบร้อยแล้ว

ตารางที่ 3.5 แสดงแอดแดรส และหน้าที่ เซนเซอร์ตรวจจับที่ใช้ในเครื่องจักร



รูปที่ 3.27 (ก) แสดงอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) มุมมองด้านบน (Top view)



(ข) แสดงอุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) มุมมองด้านข้าง (Side view)

4) อุปกรณ์รับและส่งสัญญาณ (Input & Output Device)

- **Push button switch:** ยี่ห้อ IDEC รุ่น AL6H-M14P-G และAL6H-M14P-A

ปุ่มสั่งการซึ่งติดกับส่วนสั่งการ (Operation box) ในรูปที่ 3.26(ก) ใช้ในการตรวจสอบเงื่อนไขก่อนเริ่มการทำงาน (Master on) และในรูปที่ 3.26 (ข) ใช้ในการเริ่มการทำงาน (Auto Run) เมื่อทำการตรวจสอบเงื่อนไขแล้ว โดยเมื่อมีการทำงานจะมีสัญญาณไฟสัญญาณเพื่อแสดงให้ทราบสถานะของเครื่องจักร

รูปที่ 3.28 (ก) ปุ่ม Master on (ข) ปุ่ม Auto Run [23]

- **หน้าจอ Touch Screen :** ยี่ห้อ OMRON รุ่น NB3QTW01B

ใช้ในการสั่งการและแสดงสถานะต่างๆของเครื่องจักร โดยสามารถสร้างหน้าจอใช้งานจากโปรแกรม NB-Designer เชื่อมกับเครื่องควบคุมอัตโนมัติผ่านทางโปรแกรม CX-Programmer

รูปที่ 3.29 หน้าจอ Touch Screen รุ่น NB3QTW01B [29]

- **Speed control Motor :** ยี่ห้อ Oriental motors รุ่น US2-315EC

ใช้ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนสายพานลำเลียงครีบด้านใน

รูปที่ 3.30 Speed control รุ่น US2-315EC [48]

- **Vibratory feeder controller:** ยี่ห้อ CUH รุ่น SDVC34-XL

ใช้ในการควบคุมการสั่นสะเทือนของอุปกรณ์ลำเลียงชิ้นงาน (Blow feeder)

รูปที่ 3.31 Vibratory feeder controller รุ่น SDVC34-XL [49]

- **Position Controller :** ยี่ห้อ IAI รุ่น PCON-CB-35P-WAI-DV-0-0-DN

ใช้ในการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของ Robo Actuator อย่างละเอียดและแม่นยำ

รูปที่ 3.32 Position Controller รุ่น PCON-CB-35P-WAI-DV-0-0-DN [50]

3.2.3 ศึกษามาตรฐานการออกแบบ

เนื่องจากกลุ่มบริษัทนั้นมีธุรกิจอยู่ในภูมิภาคต่างๆทั่วโลก จึงจำเป็นต้องจัดทำมาตรฐานเพื่อให้การออกแบบเป็นไปในแนวทางเดียวกันทั้งหมด เพื่อความเข้าใจที่ตรงกัน ความปลอดภัย เป็นต้น ซึ่งมีรายละเอียดเบื้องต้นดังต่อไปนี้

- มาตรฐานสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการเขียนแบบ เพื่อให้การออกแบบแต่ละเครื่องใช้สัญลักษณ์ที่เหมือนกัน ง่ายต่อการตรวจสอบ และแก้ไขเมื่อเกิดปัญหา

-มาตรฐานความปลอดภัยพื้นฐานสำหรับอุปกรณ์ เป็นข้อกำหนดในการเลือกอุปกรณ์ที่นำมาใช้

เป็นแนวทางในการคัดเลือกอุปกรณ์ที่จะนำมาออกแบบ

มาตรฐานความปลอดภัยสำหรับ -วงจรเตรียมความพร้อมก่อนเริ่มทำงาน (Master on) ซึ่งแบ่งเป็นระดับตามลักษณะของเครื่องจักร

<u>ตัวอย่างมาตรฐานสัญลักษณ์ที่ใช้ในการออกแบบ</u> (โดยอนุชิต อารีย์)

สัญลักษณ์จะแสดงสภาวะปกติของอุปกรณ์ไฟฟ้า ตามหลักการแล้วสัญลักษณ์จะถูกวางตามการไหลของกระแสจากด้านบนลงไปด้านล่าง และจากด้านซ้ายไปด้านขวา ถ้ามีการเปลี่ยนทิศของสัญลักษณ์จากแนวดิ่งเป็นแนวนอน จะต้องกลับด้านก่อน หลังจากนั้นหมุนทวนเข็มนาฬิกา 90 องศา ในรูปที่ 3.31

รูปที่ 3.33 แสดงมาตรฐานการกลับสัญลักษณ์แนวดิ่ง เป็นแนวนอน

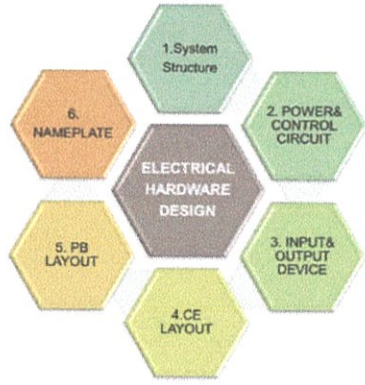
ชื่อสัญลักษณ์	อักษรย่อ	สัญลักษณ์
Emergency button	PB	
Push button switch	PB	(NO) (NC)
Selector switch	SS	AUTO IND
Lamp	PL	*

ตารางที่ 3.6 แสดงตัวอย่างสัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบไฟฟ้า

ในการออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อควบคุมเครื่องจักร สิ่งที่เราต้องคำนึงถึงอันดับแรก คือความปลอดภัย และยังมีหลักการอื่นๆอีก เช่น จุดประสงค์และขอบเขตการทำงานของเครื่องจักร ระบบการสื่อสารที่ใช้ การเลือกอุปกรณ์ที่ใช้ให้เหมาะสม เป็นต้น โดยในการออกแบบระบบไฟฟ้าในที่นี้แบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่ๆด้วยกัน คือ การออกแบบฮาร์ดแวร์ และซอฟท์แวร์

3.2.4 การออกแบบฮาร์ดแวร์ (Electrical Hardware Design)

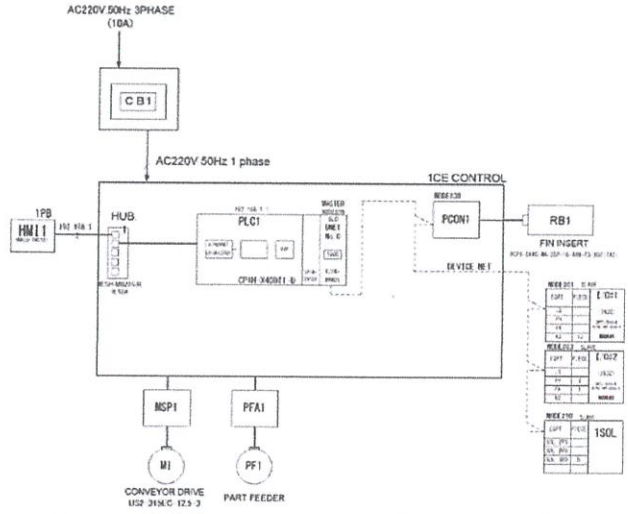
เมื่อสรุปแนวคิดของเครื่องจักรแล้วจึงเริ่มกระบวนการออกแบบในส่วนของฮาร์ดแวร์ โดยเริ่มจากการเขียนรายการอุปกรณ์ที่จะต้องใช้หลักๆในระบบ ซึ่งต้องคำนึงถึงลักษณะงานที่ใช้ ระบบไฟฟ้าที่ผู้ใช้งานต้องการ การติดต่อสื่อสาร เป็นต้น โดยสามารถแบ่งรายละเอียดย่อยได้เป็น 6 ส่วนด้วยกัน ดังรูปที่ 3.32



รูปที่ 3.34 แสดงโครงสร้างของการออกแบบฮาร์ดแวร์

3.2.4.1 ระบบไฟฟ้าโดยภาพรวมของเครื่องจักร (System Structure)

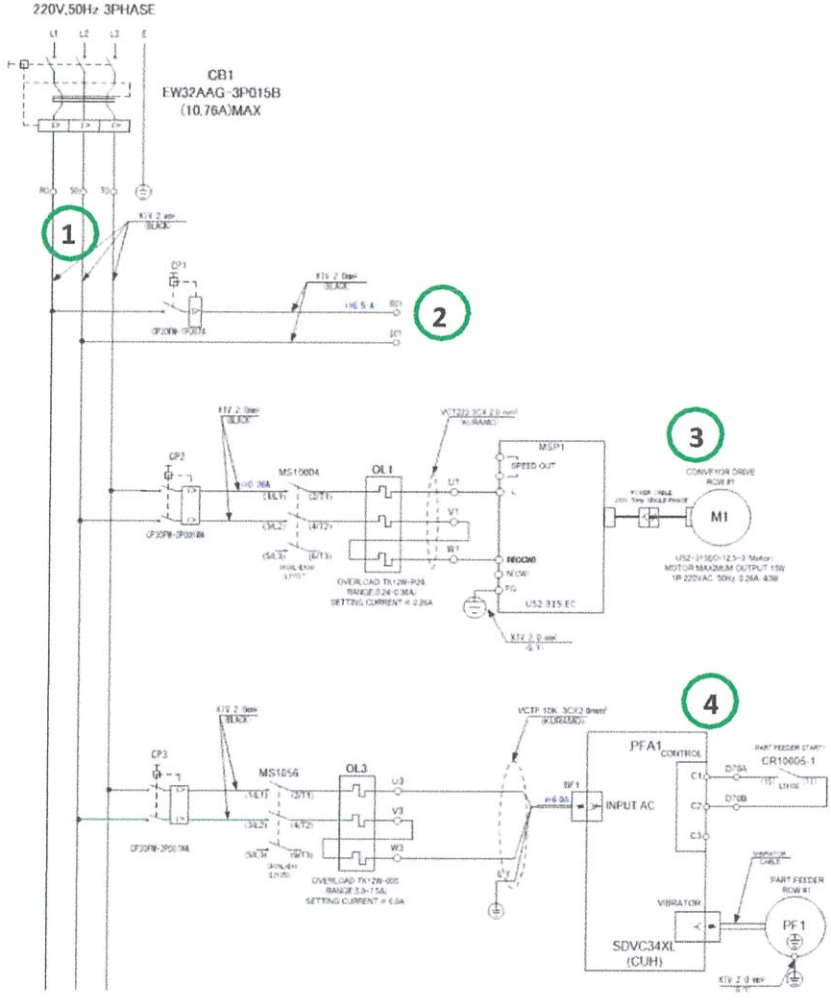
ในส่วนนี้จะเป็นการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์หลักของระบบ โดยก่อนจะทำการออกแบบระบบจะต้องรู้ว่ามีอุปกรณ์ใดบ้างในระบบ จากนั้นเราจะทำการร่างโครงสร้างของระบบ ดังรูปที่ 3.33 แสดงภาพรวมของระบบไฟฟ้าของเครื่องจักร ทำให้เห็นถึงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์ทีอยู่ภายในกรอบสี่เหลี่ยม หมายถึง ติดตั้งภายในตู้ควบคุม ส่วนอุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกนั้นก็คืออุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกตู้ควบคุมนั้นเอง



รูปที่ 3.35 แสดงระบบไฟฟ้าโดยรวมทั้งหมดของเครื่องจักร

3.2.4.2 วงจรกำลังไฟฟ้า และวงจรควบคุมไฟฟ้า (Power Circuit and Control Circuit)

ในส่วนนี้เป็นการลงรายละเอียดของวงจรที่ใช้ในระบบไฟฟ้าควบคุมเครื่องจักร ตั้งแต่การรับไฟจากโรงงานผ่านเซอร์กิตเบรคเกอร์ ผ่านอุปกรณ์ป้องกันและควบคุมต่างๆ ไปยังอุปกรณ์ที่นำมาเชื่อมต่อในระบบ ดังรูปที่ 3.34 โดยจะอธิบายเป็น 4 ส่วนย่อย ดังนี้



รูปที่ 3.36 แสดงวงจรไฟฟ้ากำลัง

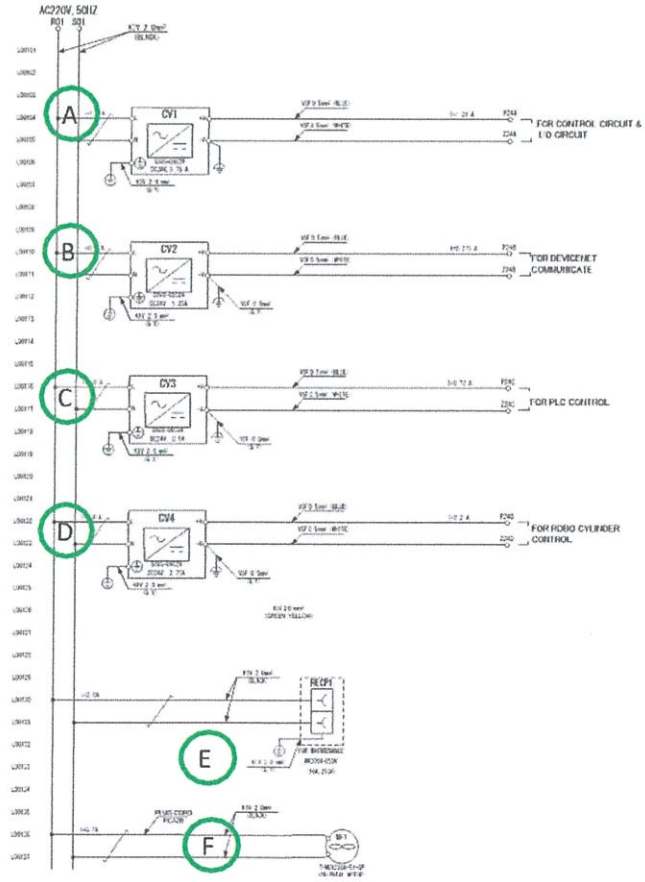
<u>ส่วนที่ 1</u> เลือกใช้ไฟระบบ 3 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ชนิดการเชื่อมต่อเซนเซอร์แบบ PNP

โดยการออกแบบวงจรกำลังไฟฟ้า ในโครงงานนี้มีการเลือกใช้ไฟชนิด 3 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ เนื่องมาจากระบบไฟฟ้าของโรงงานใช้ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 220 โวลต์ 50 เฮิรตซ์ ซึ่งการออกแบบ

ลักษณะนี้จะทำให้ง่ายต่อการโยงไฟเข้ากับเครื่องจักร แล้วค่อยทำการบาลานซ์เฟสเองภายในเครื่องจักร หากมีการใช้ระบบ1เฟส จะมีข้อเสีย คือ มีความยุ่งยากในการดึงไฟมาใช้เนื่องจากจะต้องดูปริมาณการใช้ไฟของทั้งโรงงาน เพื่อทำให้แต่ละเฟสมีการใช้กระแสไฟฟ้าต่างกันน้อยกว่า 20 % มิฉะนั้นอาจมีการใช้ไฟเกินขนาดที่สายไฟสามารรับได้ทำให้สวายไฟร้อน และเกิดแรงดันตกได้ และยังเกิดกระแสไฟฟ้าไหลลงสายนิวตรอน และลงกราวด์ ทำให้สายนิวตรอนและสายกราวนด์ร้อนเช่นกัน

<u>ส่วนที่ 2</u> การดึงไฟไปใช้ในวงจรควบคุม

ในส่วนของอุปกรณ์ที่ใช้ไฟ ระบบกระแสตรง จะใช้อุปกรณ์แปลงกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง เพื่อใช้เป็นแหล่งจ่ายให้กับอุปกรณ์ที่ใช้ระบบกระแสตรง โดยการเลือกใช้ขนาดคอนเวอร์เตอร์ พิจารณาจากผลรวมของขนาดพิกัดกระแสทั้งหมดที่เชื่อมต่อเข้ากับคอนเวอร์เตอร์ และทำการเผื่อค่า 25% แล้วนำไปเลือกขนาดของ คอนเวอร์เตอร์ และขนาดของเซอร์กิตโพรเทค

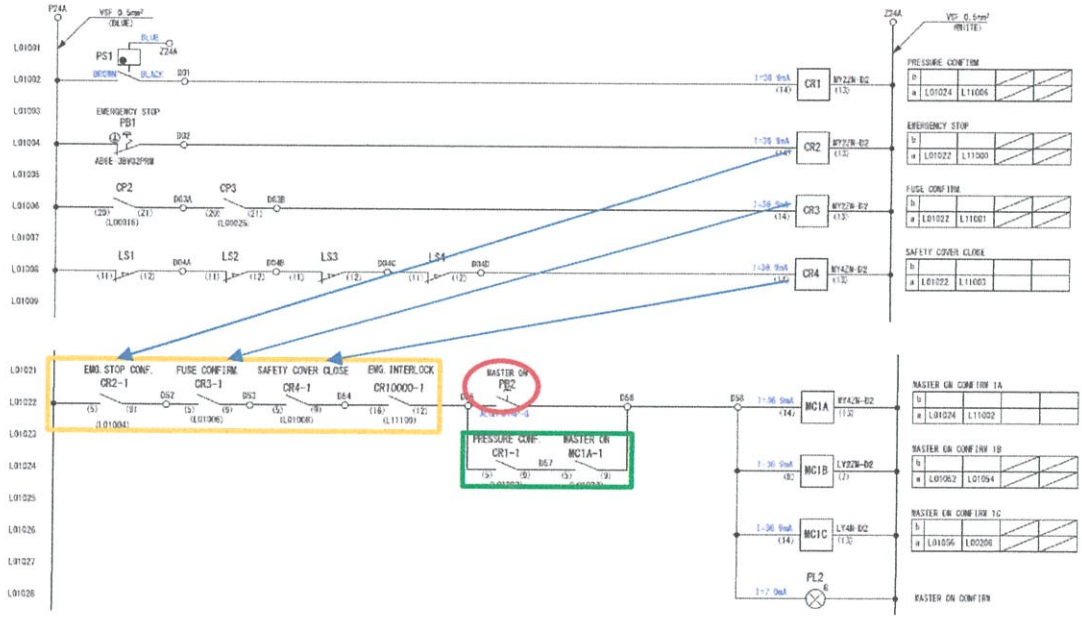


รูปที่ 3.37 แสดงวงจรควบคุม

โดยแยกออกเป็น 4 แหล่งจ่ายกระแสตรง เพื่อแยกวงจรต่างๆให้มีการทำงานอิสระต่อกัน เมื่อวงจรใดเกิดมีปัญหา วงจรอื่นๆจะไม่ถูกตัดตาม และยังสามารถลดสัญญาณรบกวนได้อีกด้วย เช่นในวงจร B ใช้ในการสื่อสาร จึงจำเป็นต้องมีการแยกคอนเวอร์เตอร์เพื่อไม่ให้รวมกับระบบอื่นๆ เป็นต้น

แหล่งจ่ายกระแสตรง A = วงจรไฟฟ้าควบคุมและวงจรไฟฟ้าสำหรับอินพุตเอาท์พุต

<u>วงจรไฟฟ้าควบคุม</u>



รูปที่ 3.38 แสดงการเช็คสถานะ และวงจรเตรียมพร้อมการเริ่มเดินเครื่อง (Master On)

วงจรเตรียมพร้อมก่อนการเริ่มเดินเครื่องที่มีจุดประสงค์เพื่อช่วยป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดกับผู้ปฏิบัติงานและเครื่องจักรได้ รวมถึงเป็นการยืนยันว่าเครื่องจักรอยู่ในสภาพพร้อมใช้งานแล้วจริงๆ โดยการเขียนวงจรจะมีการกำหนดเงื่อนไขต่างๆในกรอบสี่เหลี่ยม โดยในโครงงานนี้มีการเช็คสถานะของอุปกรณ์ทั้งหมด 4 ส่วน ดังนี้

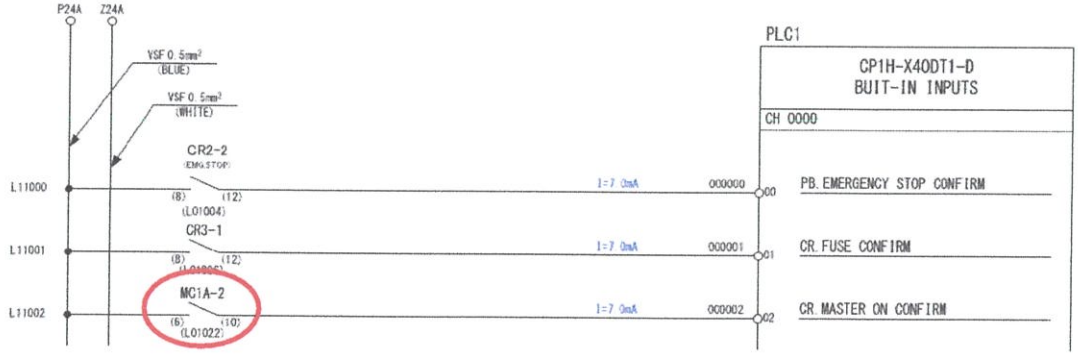
- ส่วนของการกดปุ่มฉุกเฉิน ในสภาวะก่อนการทำงาน จะต้องไม่มีการกดปุ่มฉุกเฉิน รีเลย์ CR2 ถึงทำงาน และทำให้หน้าสัมผัสเปลี่ยนแปลง

- ส่วนของการเช็คการทำงานของ Circuit Protector ถ้าไม่มีการตัดวงจรไฟฟ้า คอนแทคช่วยของ Circuit Protector จะเป็นสถานะหน้าสัมผัสปิด ทำให้รีเลย์ CR3 จะทำงานและหน้าสัมผัสเกิดการเปลี่ยนแปลง

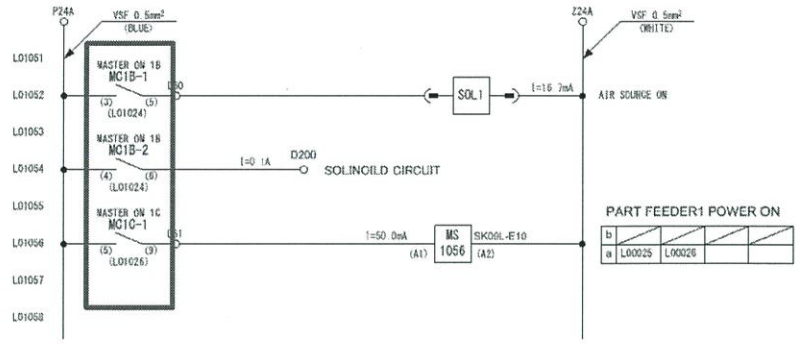
- ส่วนของประตูปิดส่วนทำงาน (Safety Cover) ผ่านลิมิตสวิตช์ 4 บริเวณ ต่อเข้ากับรีเลย์ CR4 เมื่อประตูปิด จะทำงานและหน้าสัมผัสเกิดการเปลี่ยนแปลง

- ส่วน Emergency Interlock คือหน้าสัมผัสคอนแทค ที่มาจากการต่อรีเลย์เป็นเอาท์พุตออกจาก PLC โดยในส่วนนี้อยู่ในส่วนของโปรแกรมเช็คการทำงานภายใน PLC ว่าอยู่ในสถานะพร้อมทำงานหรือไม่ ซึ่งจะกล่าวถึงโปรแกรมในส่วนนี้ในส่วนของ Initial Main

เมื่อเงื่อนไขครบถ้วนหน้าสัมผัสจะทำการเปลี่ยนแปลงสถานะ เมื่อกดปุ่ม Master ON จะทำให้ครบวงจร รีเลย์ที่ใช้ในการเช็คสถานะ Master On มีกระแสไฟฟ้าทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะของคอนแทค ซึ่งในการออกแบบจะมีการระบุอุปกรณ์ชนิดรีเลย์ว่ามีหน้าสัมผัสใดที่ใช้งาน และบอกเลขบรรทัดกำกับ ซึ่งในที่นี้มีการส่งสัญญาณเพื่อคงสถานะ (Hold) หลังปล่อยปุ่มกด Master On ร่วมกับการเช็คแรงดันของPressure Switch โดยในโครงงานนี้มีการกำหนด แรงดันลมที่ 0.4 ± 0.05 Mpa เมื่อเงื่อนไขตรงตามในวงจรวงจร Master On จะเริ่มทำงาน และนำไปสั่งการส่วนต่างๆ เช่น ใช้ในการส่งสัญญาณไปยัง PLC ในรูปที่3.37 เพื่อใช้เงื่อนไขการ Master On เป็นเงื่อนไขในการเขียนโปรแกรมดังรูปที่ และใช้ในการสั่งการอุปกรณ์ ได้แก่ วงจรจ่ายลม โซลินอยด์ไฟฟ้า และการทำงานของ Part feeder ดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.39 แสดงการเชื่อมต่อวงจร Master On ให้ส่งสัญญาณเข้า PLC

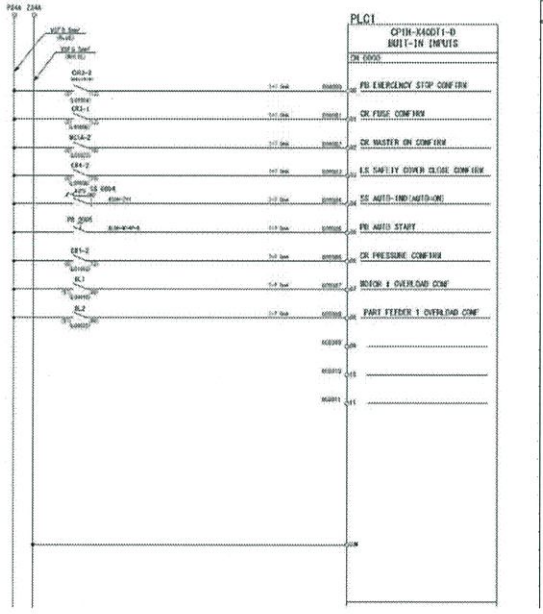


รูปที่ 3.40 แสดงการนำMaster On สั่งการอุปกรณ์ต่างๆ เช่น วงจรจ่ายลม

<u>วงจรไฟฟ้าสำหรับอินพุตเอาท์พุต</u>

ในการเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุตหรือเอาท์พุต อุปกรณ์ต่างๆจำเป็นจะต้องใช้กระแสไฟฟ้าในการควบคุมการทำงาน โดยอินพุต เอาท์พุตภายในของระบบ และอินพุตทางไกล มีการใช้ระบบกระแสตรง 24 โวลต์ และเป็นระบบ PNP โดยใช้ไฟจากกิ่ง โดยแบ่งออกเป็น P24A และ Z24A

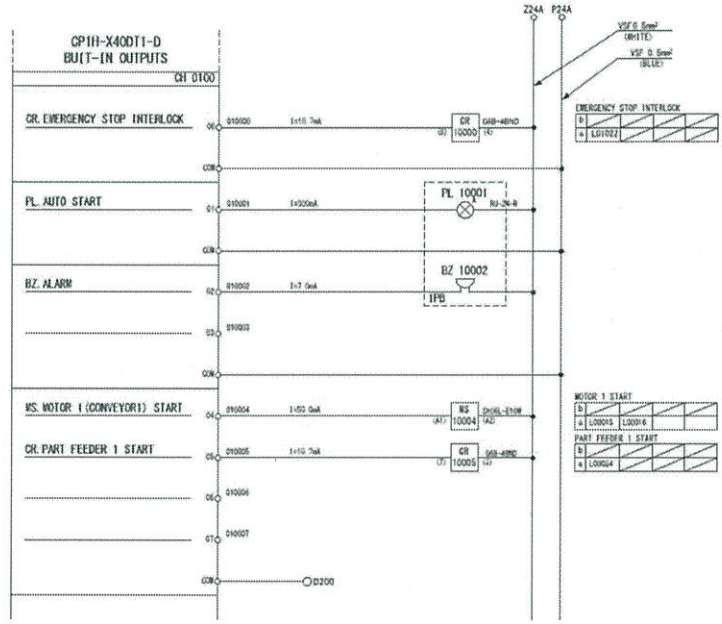
โดยกรณีอุปกรณ์อินพุต จะมีการใช้ไฟจากกิ่ง P24A ต่อผ่านอุปกรณ์อินพุต จากนั้นนำเข้าเชื่อมต่อโมดูลอินพุตภายใน และโมดูลอินพุตภายนอก และเชื่อมต่อคอมมอนต์ของโมดูลเข้าไปยัง Z24A



EQIP.No.	ADDRESS No.		DEVICE	DESCRIPTION	TYPE	DESTINATION	EQIP.No.
CPU UNIT	0000	00	PB	EMERGENCY STOP CONFIRM	ABGE-32NGSRM	1PB	
		01	CR	FUSE CONFIRM	MY2ZN-D2	1CE	
		02	CR	MASTER ON CONFIRM	MY4ZN-D2	1CE	
		03	LS	SAFETY COVER CLOSE CONFIRM	MY4ZN-D2	1CE	
		04	SS	AUTO-IND(AUTO=ON)	AS8H-2Y1	1PB	
		05	PB	AUTO START	AL6H-M1AP-A	1PB	
		06	CR	PRESSURE CONFIRM	MY2ZN-D2	1CE	
		07	OL	MOTOR 1 OVERLOAD	TK12W-P24	1CE	
		08	OL	PART FEEDER 1 OVERLOAD	TK12W-005	1CE	
		09					
		10					
		11					
		12		UN-USED			
		13		UN-USED			
		14		UN-USED			
	IN	15		UN-USED			
	0001	00					
		01					
		02					
		03					
		04					
		05					
		06					
		07					
		08					
		09					
		10					
		11					
		12		UN-USED			
		13		UN-USED			
		14		UN-USED			
	IN	15		UN-USED			

รูปที่ 3.41 Hardwiring ของอุปกรณ์อินพุตภายใน PLC และรายการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

จากรูปที่ 3.41 แสดงอุปกรณ์อินพุตที่ต่อเข้ากับโมดูลอินพุตภายใน ซึ่งคืออุปกรณ์ที่อยู่ใน Hardwiring เช่น Master On , Emergency Stop Confirm , Fuse Confirm , Overload Confirm เป็นต้น โดยการนำหน้าคอนแทคของอุปกรณ์ดังกล่าว หรืออุปกรณ์อินพุต ในโครงงานนี้มีการใช้สวิทช์ทางเลือก (Selector Switch) ในการเลือกโหมดการทำงานซึ่งมี2 โหมดคือ โหมดอัตโนมัติ และโหมดสั่งการผ่านหน้าจอทัชกรีน ซึ่งติดไว้บริเวณกล่องสั่งการและแสดงผล (Operation Panel) มาเชื่อมต่อเข้ากับโมดูลอินพุต เมื่ออุปกรณ์นั้นทำงาน หน้าสัมผัสก็จะมีการเปลี่ยนแปลง แล้วส่งสัญญาณไปยัง PLC



รูปที่ 3.42 Hardwiring ของอุปกรณ์เอาท์พุตภายใน PLC

จากรูปที่ 3.42 แสดงอุปกรณ์เอาท์พุตที่ต่อเข้ากับโมดูลเอาท์พุตภายใน ซึ่งคืออุปกรณ์ที่อยู่ใน Hardwiring เช่น Emergency Interlock , ไฟเตือนและสัญญาณเสียงเตือน,รีเลย์ เป็นต้น โดยการนำหน้าโมดูลเอาท์พุต เชื่อมต่อไปยังอุปกรณ์ดังกล่าว เมื่ออุปกรณ์มีสัญญาณจาก PLC ส่งไปยังเอาท์พุตนั้นๆ จะทำให้เอาท์พุตนั้นทำงาน

เมื่อทำการออกแบบทั้งหมดแล้วจากนั้นทำการรวมกระแสที่ใช้ทั้งหมดในกิ่ง A โดยวงจรไฟฟ้าที่เชื่อมต่อจากแหล่งจ่าย A มีดังนี้

	ชื่ออุปกรณ์	ชนิดอุปกรณ์	รุ่นอุปกรณ์	กระแสที่ใช้ในการทำงาน (mA)
วงจรควบคุม	CR1	Relays	MY2ZN-D2	36.9
	CR2	Relays	MY2ZN-D2	36.9
	CR3	Relays	MY2ZN-D2	36.9
	CR4	Relays	MY4ZN-D2	36.9
	MC1A	Relays	MY4ZN-D2	36.9
	MC1B	Relay	LY2ZN-D2	36.9
	MC1C	Relay	LY2ZN-D2	36.9
	PL2	Master On Lamp	AL6H-M14P-G	7.0
	SOL1	Air Source		16.7 (*1)
	Solenoid	Solenoid Circuit	SY5000	300.0
	MS1056	Magnetic Contractor	SK09L-E10W	50.0
Built IN		(24 Port)		168.0 (*2)
Built IN Output	Built IN Output (11Port)			330.0 (*3)
	CR10000	Relays	G6B-4BND	10.7
	CR10005	Relays	G6B-4BND	10.7
	MS10004	Magnetic Contractor	SK06L-E10W	50.0
	PL10001	Pilot Lamp	RU-24-R	300.0
	BZ10002	Buzzer	UZ6-12	7.0
Module Remote Input + Expansion			DRT2-ID16-1 +XWT-ID16-1	384.0 (*4)
			Sum (mA)	1892.4

ตารางที่ 3.7 แสดงกระแสใช้งานของอุปกรณ์ในกิ่ง A

*1 Solenoid Valve (0.45W/24V)*16 = 300 mA

*2 Built In Input แต่ละสล๊อตใช้กระแสไฟฟ้า 7.0 mA ซึ่งมีทั้งหมด 24สล๊อต = 168mA

*3 Module Built in Output จะใช้กระแสไฟฟ้าตามกระแสที่อุปกรณ์เชื่อมต่อใช้ในการทำงาน โดยมีการเชื่อมต่ออุปกรณ์จริง ส่วนพอร์ตที่ยังไม่มีการใช้งานจะทำการเผื่อพอร์ตละ 30 mA

*4 Module Remote Input + Expansion = 6mA * 64สล๊อต = 384 mA

เมื่อเราทราบกระแสใช้งานทั้งหมดที่ใช้ในกิ่ง A ซึ่งมีผลรวมของกระแสเท่ากับ 1892.4 mA จากนั้นทำการคูณค่าตัวประกอบความปลอดภัย 1.25 เนื่องจากปัจจัยต่างๆเช่นอุณหภูมิ = 1892.4 mA * 1.25 ได้กระแสสูงสุด 2.4 A เพื่อเลือกขนาดสายไฟ โดยรายละเอียดของสายไฟ ซึ่งในวงจรนี้เป็นวงจรควบคุม จึงใช้สายไฟชนิด VSF โดยเลือกใช้ขนาดสายไฟ 0.5 มิลลิเมตร ซึ่งสามารถทนกระแสได้ 9 A และเลือกแหล่งจ่ายกระแสตรงA ขนาด 90W ซึ่งสามารถใช้กระแสได้ 3.75 A ซึ่งเพียงพอต่อการใช้งานของวงจรที่เชื่อมต่อจากแหล่งจ่ายA ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าทั้งหมด 1.9A เมื่อทำการแปลงกระแสกลับเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ 220 VDC มีกระแสไฟฟ้าเท่ากับ 1.4A นั้นคือกระแสที่นำไปรวมในวงจรกำลังส่วนที่2

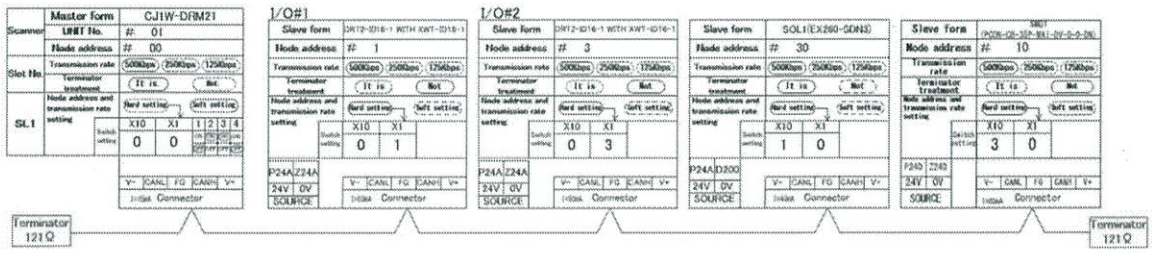
Power ratings	Input voltage	Output voltage	Output current	Alarm output * 2	UL Class 2 Output standards	Model number (screw terminal block)	Model number (screwless terminal block)
60 W	100 to 240 VAC (allowable range: 85 to 264 VAC or 80 to 370 VDC * 1)	24 V	2.5 A	–	Yes	S8VS-06024A	S8VS-06024A-F
90 W			3.75 A	Sinking	–	S8VS-09024A	S8VS-09024A-F
				Sinking	Yes	S8VS-09024AS	S8VS-09024AS-F
				Sourcing	–	S8VS-09024AP	S8VS-09024AP-F
				Sourcing	Yes	S8VS-09024APS	S8VS-09024APS-F
120 W			5 A	Sinking	–	S8VS-12024A	S8VS-12024A-F
				Sourcing	–	S8VS-12024AP	S8VS-12024AP-F
180 W			7.5 A	Sinking	–	S8VS-18024A	S8VS-18024A-F
				Sourcing	–	S8VS-18024AP	S8VS-18024AP-F
240 W			10 A	Sinking	–	S8VS-24024A	S8VS-24024A-F
				Sourcing	–	S8VS-24024AP	S8VS-24024AP-F
480 W	100 to 240 VAC		20 A Peak current 30 A (200 VAC)	Sinking/ sourcing	–	S8VS-48024A	S8VS-48024A-F

Item		Power ratings / Type	60 W			90 W		
			Standard	Maintenance forecast monitor	Total run time monitor	Standard	Maintenance forecast monitor	Total run time monitor
Efficiency		With 100-VAC input	84% typical	83% typical		83% typical	83% typical	
		With 200-VAC input	83% typical	85% typical		84% typical	85% typical	
Input	Voltage * 1		100 to 240 VAC (allowable range: 85 to 264 VAC or 80 to 370 VDC * 11)					
	Frequency * 1		50/60 Hz (47 to 450 Hz)					
	Current	With 100-VAC input	1.7 A max., 1.3 A typical	1.7 A max., 1.3 A typical		2.3 A max., 1.9 A typical	2.3 A max., 1.9 A typical	
		With 200-VAC input	1.0 A max., 0.68 A typical	1.0 A max., 0.78 A typical		1.4 A max., 1.0 A typical	1.4 A max., 1.2 A typical	
	Power factor		--					
	Harmonic current regulation		Conforms to EN61000-3-2					
	Leakage current	With 100-VAC input	0.5 mA max.					
		With 200-VAC input	1.0 mA max.					
	Inrush current * 2	With 100-VAC input	17.5 A max., 14 A typical					
		With 200-VAC input	35 A max., 28 A typical					

ตารางที่ 3.8 แสดงคุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระสตรง [51]

แหล่งจ่ายกระแสตรง B= วงจรไฟฟ้าควบคุมการสื่อสารระบบ Devicenet

ในการออกแบบผู้จัดทำได้แยกแหล่งจ่ายให้สำหรับระบบสื่อสาร D-NET เพื่อไม่ให้ใช้งานร่วมกับวงจรอื่นแล้วเกิดสัญญาณรบกวนต่างๆ โดยแต่ละอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับระบบ DeviceNet ใช้กระแสในการสื่อสารไม่เท่ากัน โดยมีอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.41



รูปที่ 3.43 แสดงการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในระบบสื่อสาร Devicenet

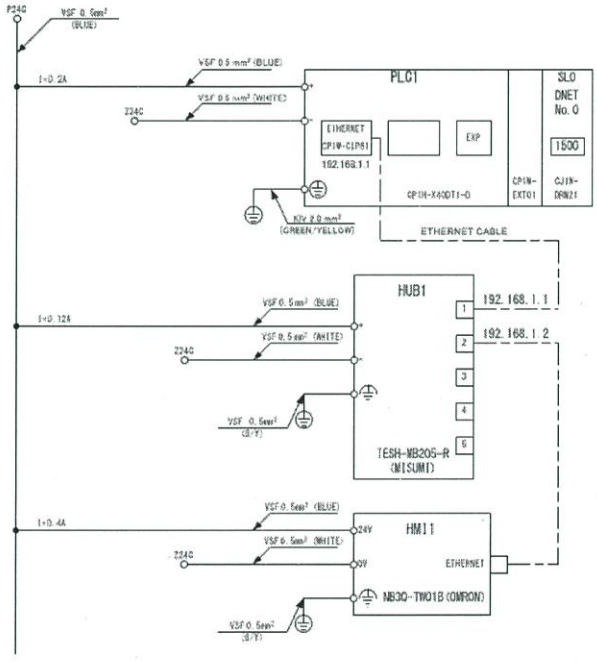
โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในระบบสื่อสาร Devicenet ใช้กระแสไฟฟ้าในส่วนของการสื่อสารดังตารางที่ 3.8 ซึ่งมีผลรวมของกระแสเท่ากับ 330 mA จากนั้นทำการคูณค่าตัวประกอบความปลอดภัย 1.25 เพื่อเลือกขนาดสายไฟ และเลือกแหล่งจ่ายกระแสตรง B

Node	ชนิดอุปกรณ์	รุ่นอุปกรณ์	กระแสที่ใช้ในการทำงาน (mA)
00	Master Unit	CJ1W-DRM21	30
01	Remote Input	DRT2-ID16-1	60
	Expansion Unit	XWT-ID16-1	10
03	Remote Input	DRT2-ID16-1	60
	Expansion Unit	XWT-ID16-1	10
10	Servo Motor Controller	PCON-CB-35P-WAI-DV-0-0-DN	60
30	Solenoid Unit	EX260-SDN3	100
		Sum (mA)	330

ตารางที่ 3.9 แสดงกระแสใช้งานของอุปกรณ์ในกิ่ง B

แหล่งจ่ายกระแสตรง C = วงจรไฟฟ้าสำหรับเครื่องควบคุมอัตโนมัติ และหน้าจอTouch Screen

แหล่งจ่าย C ใช้เป็นไฟเลี้ยงให้อุปกรณ์เครื่องควบคุมอัตโนมัติ และหน้าจอ Touch Screen และอุปกรณ์เชื่อมต่อกลาง และเชื่อมข้อมูลระหว่างเครื่องควบคุมอัตโนมัติ กับหน้าจอ Touch Screen ทางสาย LAN โดยตั้งค่า IP address 7 หลักแรกตรงกัน ดังรูปที่ 3.42 ซึ่งมีผลรวมของกระแสเท่ากับ 720 mA จากนั้นทำการคูณค่าตัวประกอบความปลอดภัย1.25 เพื่อเลือกขนาดสายไฟ และเลือกแหล่งจ่ายกระแสตรง C ดังตารางที่ 3.8



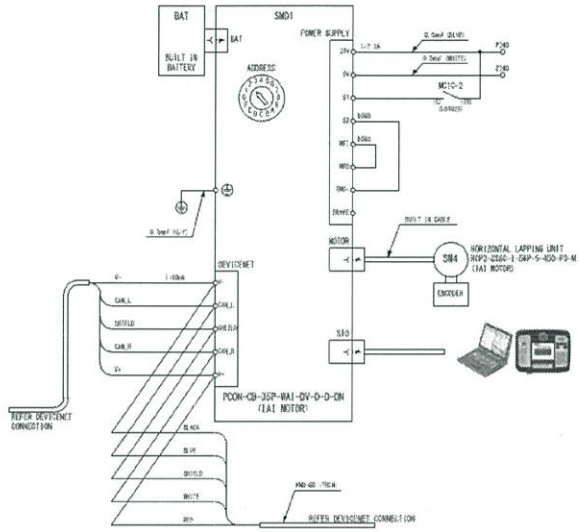
รูปที่ 3.44 แสดงวงจรการเชื่อมต่ออุปกรณ์ PLC และ Touch Screen ผ่านHUB

	ชนิดอุปกรณ์	รุ่นอุปกรณ์	กระแสที่ใช้ในการทำงาน (mA)
PLC1	อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ	CP1H-X40DT1-D	200
HUB1	อุปกรณ์เชื่อมต่อสัญญาณกลาง	IESH-MB205-R	120
HMI1	หน้าจอทัชกรีน	NB3Q-TW01B	400
		Sum (mA)	720

ตารางที่ 3.10 แสดงกระแสใช้งานของอุปกรณ์ในกลุ่ม C

แหล่งจ่ายกระแสตรง D=วงจรไฟฟ้าสำหรับRobo Actuator

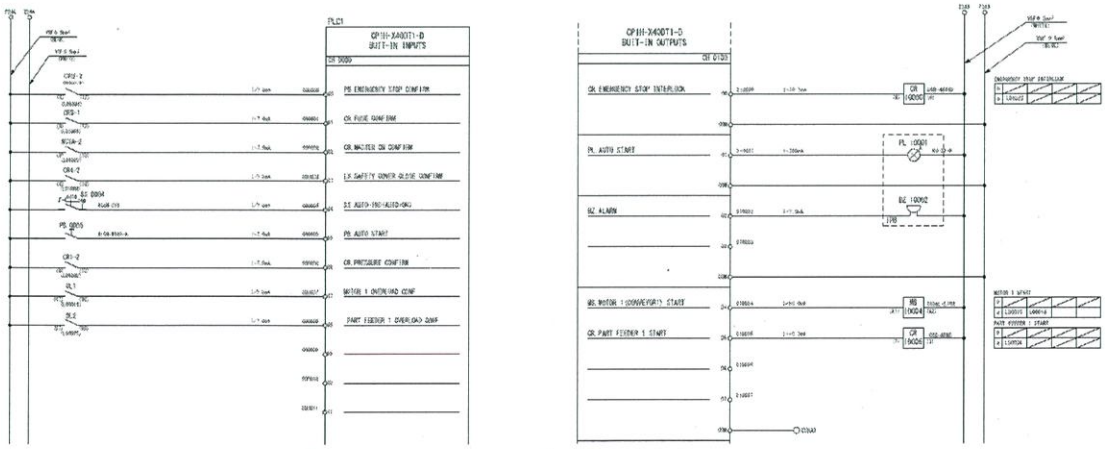
แหล่งจ่าย D ใช้เป็นไฟเลี้ยงให้อุปกรณ์ Robo Actuator ซึ่งใช้กระแสไฟฟ้าในการควบคุมการทำงาน เท่ากับ 2.2 A



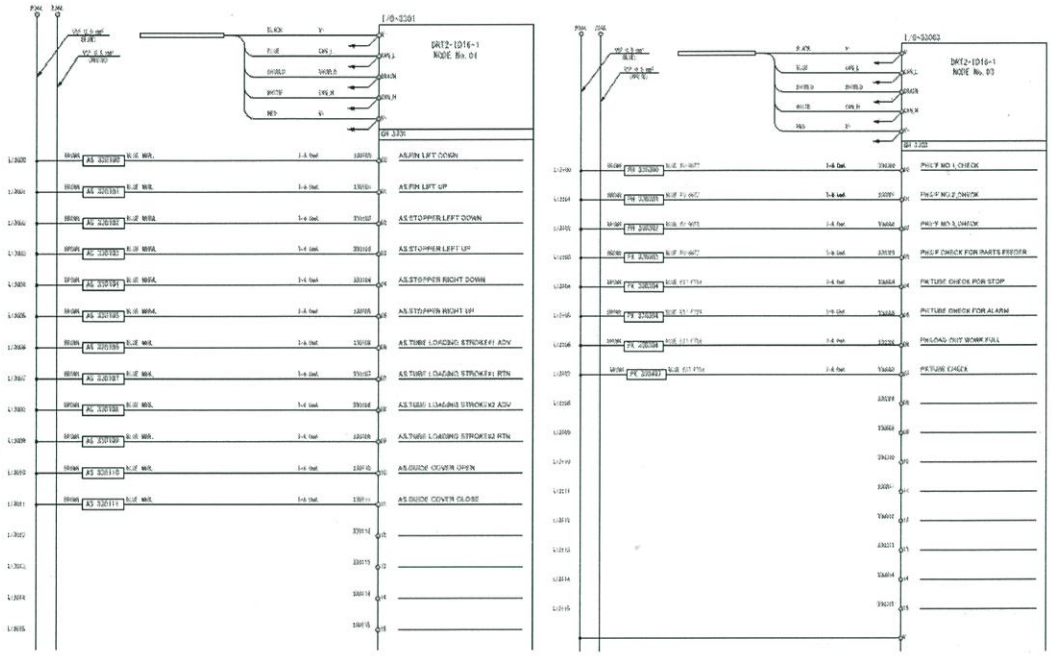
รูปที่ 3.45 แสดงวงจรการเชื่อมต่อ Robo Actuator

3.2.4.3 วงจรสำหรับอุปกรณ์อินพุต และเอาท์พุต (Input and Output Device)

แสดงวงจรการเชื่อมต่ออินพุต/เอาท์พุตเข้ากับโมดูลอินพุต/โมดูล ภายในของเครื่องควบคุมอัตโนมัติ ในรูปที่ 3.46 และการเชื่อมต่อเซนเซอร์ต่างๆเข้ากับอุปกรณ์อินพุตทางไกล ในรูปที่ 3.47



รูปที่ 3.46 แสดงวงจรการเชื่อมต่ออินพุต/เอาท์พุตภายใน

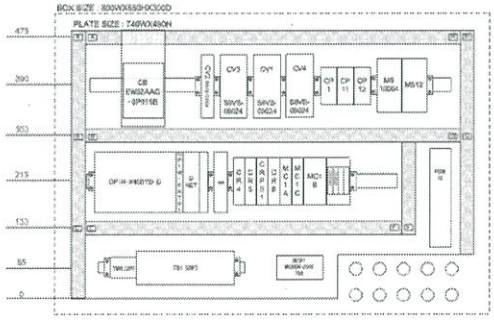


รูปที่ 3.47 แสดงวงจรการเชื่อมต่ออินพุต/เอาท์พุตทางไกล

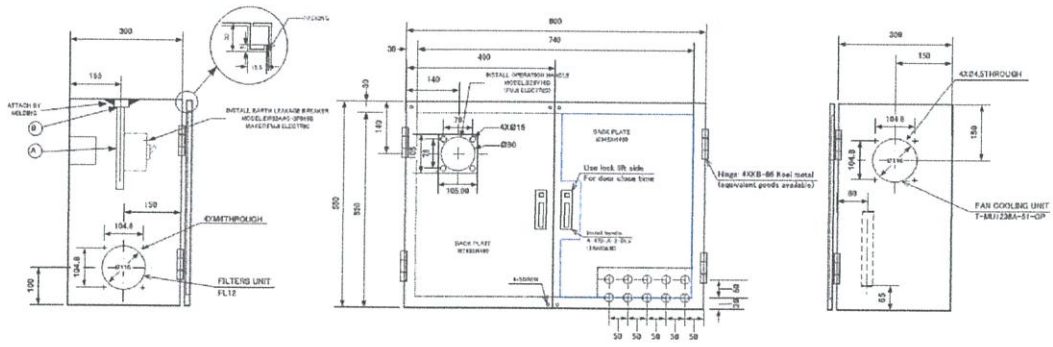
3.2.4.4 การออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ และตู้ควบคุม

(Control Electrical Layout and Control Electrical Box)

ในการจัดวางอุปกรณ์สิ่งที่ต้องคำนึงถึงเป็นอย่างแรก คือ ความปลอดภัย ในการออกแบบการจัดวางอุปกรณ์ควรแยกฝั่งระหว่างกระแสสลับกับกระแสตรง และอุปกรณ์ที่มีความร้อนจะต้องเว้นระยะเพื่อระบายความร้อน การออกแบบจำเป็นจะต้องมีขนาดเล็กกะทัดรัดเพื่อลดพื้นที่การติดตั้งเครื่องจักร และสิ่งสุดท้ายคือความเป็นระเบียบ เช่น การจัดเก็บสายไฟ เป็นต้น



รูปที่ 3.48 การจัดวางอุปกรณ์ในตู้ควบคุม

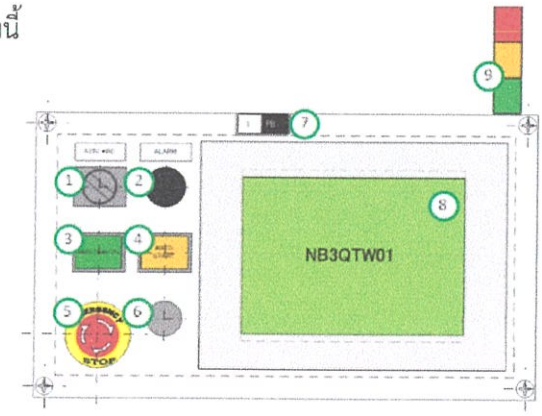


รูปที่ 3.49 การออกแบบตู้ควบคุม

3.2.4.5 การออกแบบการจัดวาง และกล่องสำหรับสั่งการและแสดงผล

(Operation Panel Layout and Box)

ในการออกแบบจะต้องคำนึงถึงการใช้งานที่สะดวก และปลอดภัย เนื่องจากเป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ดังนั้น การออกแบบจึงต้องวางตำแหน่งอุปกรณ์ให้สะดวกผู้ใช้งาน เนื่องจากคนส่วนมากถนัดมือข้างขวา จึงนำหน้าจอทัชกรีนไว้ทางด้านขวา เพื่อไม่ให้มือขวางกับปุ่มต่างๆ หรืออาจจะพลั้งไปโดนปุ่มกดได้ ส่วนสวิตช์ต่างๆจะจัดเรียงไว้ก้านซ้ายมือโดย เรียงลำดับการใช้งาน โดยปุ่มที่ใช้งานก่อนนำไว้ข้างบน และปุ่มที่สำคัญอย่างเช่น ปุ่มกดฉุกเฉิน นำไว้ด้านล่างสุดเพื่อให้เข้าถึงได้ง่าย และสามารถเตรียมพร้อมกดในกรณีมีเหตุฉุกเฉินด้วยมือซ้าย ในเวลาเดียวกับการสั่งงานลำดับต่างๆด้วยมือขวาบนหน้าจอทัชกรีน และมีส่วนไฟแสดงผลมีการติดไว้ด้านบนเพื่อให้สามารถมองเห็นได้ตลอดเวลา รวมทั้งผู้ควบคุมไลน์การผลิตสามารถทราบถึงสถานการณ์ทำงานของแต่ละเครื่องจักรได้อีกด้วย ดังรูปที่ 3.48 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.50 กล่องสำหรับสั่งการและแสดงผล

1. ปุ่มสวิตช์ทางเลือก (Selector Switch)

2.ลำโพงแม่เหล็กขนาดเหล็ก (Buzzer)

3.ปุ่มกดพร้อมไฟแสดงสถานะ MASTER ON

4.ปุ่มกดพร้อมไฟแสดงสถานะ AUTO START

5.ปุ่ม EMERGENCY STOP

6.ช่องสำรอง

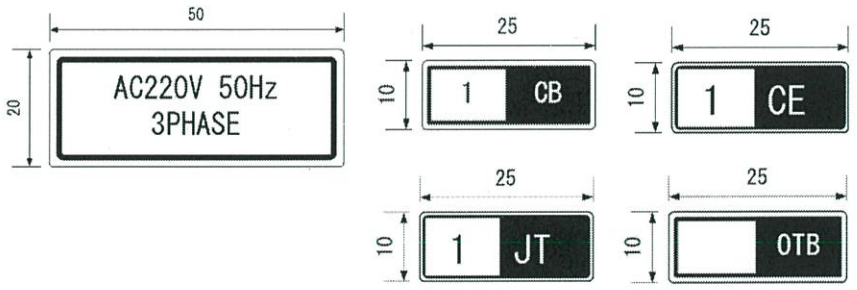
7.แผ่นป้ายกำกับ

8.หน้าจอTouch Screen

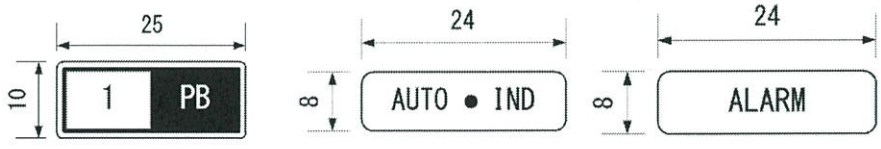
9.ไฟแสดงสถานะของเครื่องจักร

3.2.4.6 การออกแบบแผ่นป้ายเพื่อระบุระบบไฟฟ้าที่ใช้ อุปกรณ์ต่างๆ (Nameplate)

ในเครื่องจักรควรมีแผ่นป้ายกำกับอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้ผู้ใช้งาน รวมถึงผู้ซ่อมบำรุง ทราบ ตัวอย่างเช่นป้ายบอกระบบไฟฟ้าที่ใช้ในเครื่องจักร ป้ายกำกับอุปกรณ์เซอร์กิตเบรคเกอร์ ป้ายกำกับตู้ควบคุม เป็นต้น



รูปที่ 3.49 แผ่นป้ายกำกับอุปกรณ์ต่างๆ



รูปที่ 3.51 แผ่นป้ายกำกับอุปกรณ์ในกล่องสำหรับสั่งการและแสดงผล

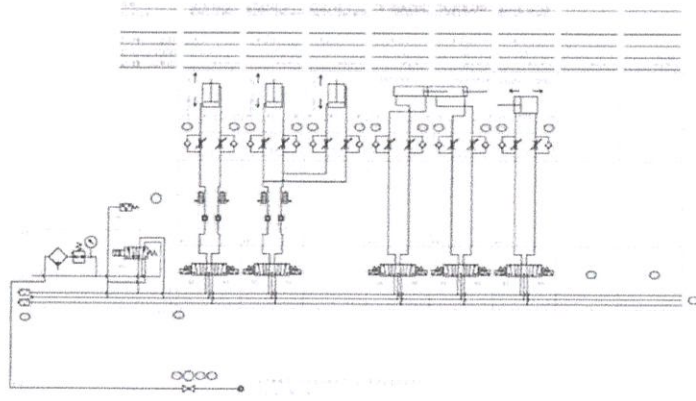
3.2.5 การออกแบบซอฟท์แวร์ (Electrical Software Design)

การออกแบบซอฟท์แวร์มีโครงสร้างย่อยของการเขียนโปรแกรมแบ่งเป็น 6 ส่วน โดยใช้โปรแกรม CX-Programmer เป็นหลัก และมีเพิ่มเติมในส่วนของการเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่ใช้ โดยใช้โปรแกรมCX-Integrator เข้ามาช่วย และในการเชื่อมต่อกับหน้าจอ Touch Screen ที่ใช้ในการรับ และส่งข้อมูล โดยใช้โปรแกรม NB-Designer

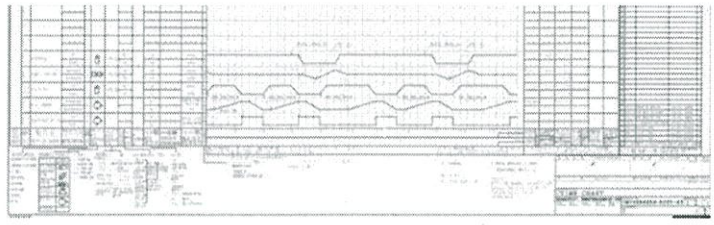
รูปที่ 3.52 แสดงโครงสร้างของซอฟท์แวร์

3.2.5.1 แผนภาพการทำงานเบื้องต้นของเครื่องจักร (Flow chart)

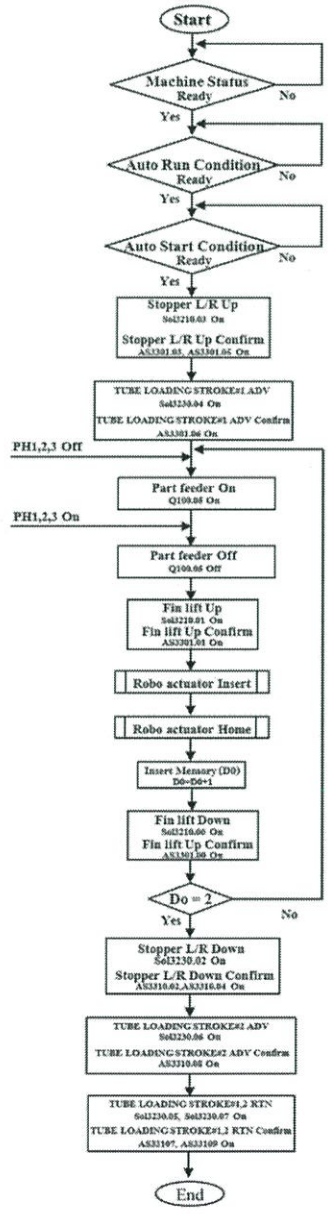
ในการออกแบบในส่วนของ Software นั้นเราจะต้องเข้าใจถึงการทำงานทั้งหมดของเครื่องจักร โดยการเขียน Flow chart แสดงการทำงานโดยอ้างอิงจากTime Chart จากฝ่ายออกแบบเครื่องกล



รูปที่ 3.53 แผนภาพวงจรลมของเครื่องจักร (Pneumatic diagram)



รูปที่ 3.54 แสดงแผนภาพเวลา (Time chart)



รูปที่ 3.55 แสดงแผนภาพการทำงานเบื้องต้นของเครื่องจักร

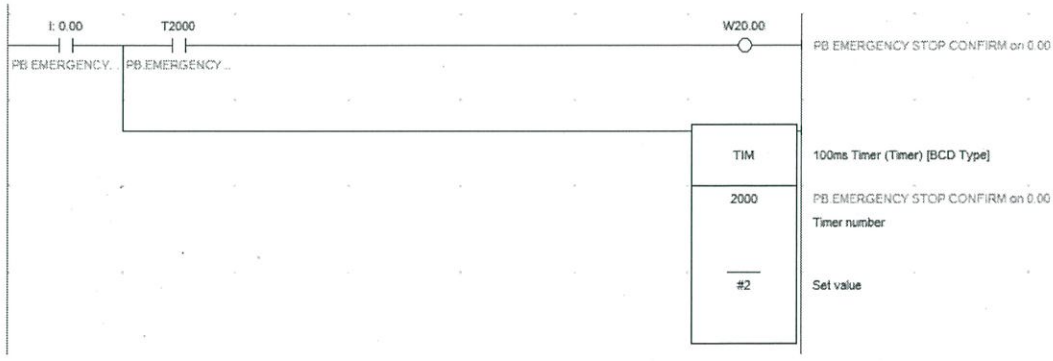
การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจักร (PLC) โดยโปรแกรมที่ใช้ คือ CX-Programmer โดยแบ่งโครงสร้างของโปรแกรมภายในอีก คือ

3.2.5.2 การเขียนโปรแกรมนำอินพุต และเอาท์พุตทั้งที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ PLC โดยตรง และต่อผ่านโมดูล Remote Input, Remote Output (Device Input & Output)

- การเขียนโปรแกรมสำหรับนำเข้าอินพุต

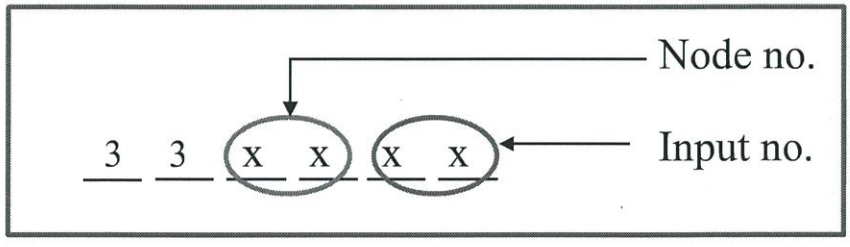
แอดเดรสของการเชื่อมต่ออินพุตภายใน คือ 000000-000011 โดยในโปรแกรม CX-Program คือ สัญลักษณ์ I ซึ่งรุ่นดังกล่าวมีทั้งหมด 12 ช่อง คือ I: 0.00 ถึง I: 0.11

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม กรณีอินพุตที่มาจาก Hardwiring ในรูปที่ 3.56



รูปที่ 3.56 การเขียนโปรแกรมในการนำเข้าอินพุต Hardwiring

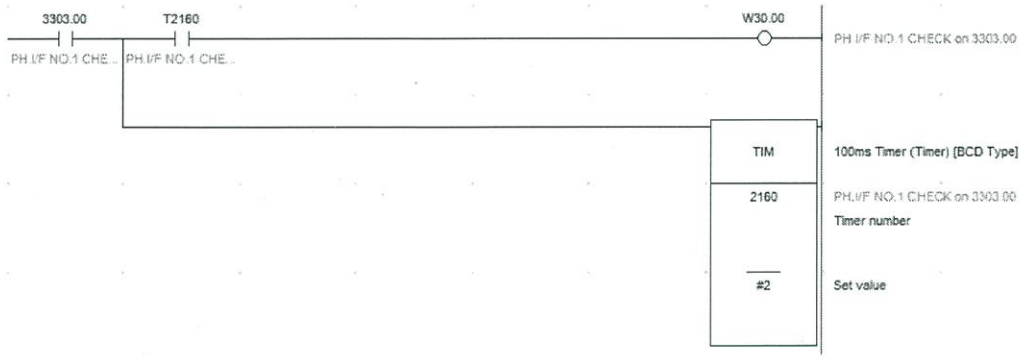
โดยอุปกรณ์ที่เป็นอินพุตภายนอก จะมีการกำหนดแอดเดรส ขึ้นด้วย 33 ตามด้วยเลขโหนดของอุปกรณ์ ตามด้วยเลขโหนดของโมดูลและเลขขาอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ ในรูปที่ 3.57



รูปที่ 3.57 การกำหนดแอดเดรสของอินพุตภายนอก

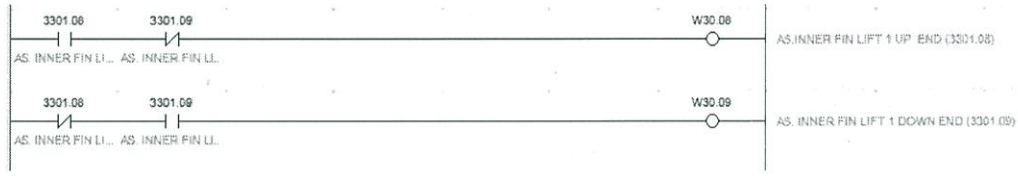
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม กรณีอินพุตทางไกล

ซึ่งในโครงงานนี้ใช้ Photo Sensor , Proximity Sensor จะมีการใช้คำสั่ง Timer ในการเช็คเพื่อเป็นการตรวจสอบอีกครั้งหนึ่งว่า มีวัตถุที่ตรวจสอบมาที่ตำแหน่งจริงๆดังรูปที่ 3.58



รูปที่ 3.58 การเขียนโปรแกรมในการนำเข้าอินพุตชนิด Photo Sensor , Proximity Sensor

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม กรณีอินพุตที่เป็น Auto switch จะมีการอินเตอร์ล็อคระหว่างอุปกรณ์ด้านตรงข้ามกันดังรูปที่ 3.59



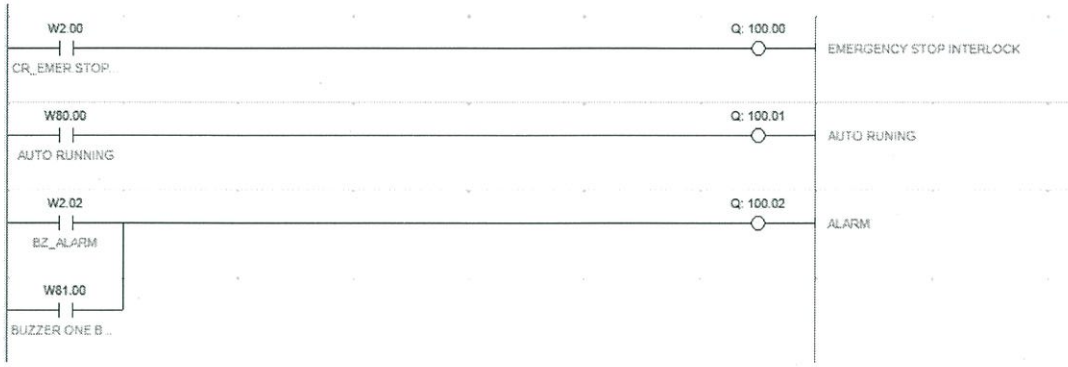
รูปที่ 3.59 การเขียนโปรแกรมในการนำเข้าอินพุตชนิด Auto switch

-การนำเอาท์พุตที่ต่อเข้ากับอุปกรณ์ PLC โดยตรง และต่อผ่านโมดูล Remote Output

โดยแอดเดรสของการเชื่อมต่อเอาท์พุตภายใน คือ 010000-0100107 โดยในโปรแกรม CX-Program คือ Q ซึ่งรุ่นดังกล่าวมีทั้งหมด 8 ช่อง คือ Q: 100.00 ถึง Q: 100.07

- การเขียนโปรแกรมสำหรับนำเข้าอินพุต

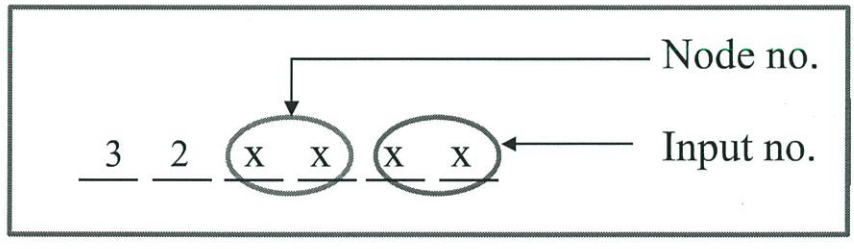
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม กรณีเอาท์พุตที่มาจาก Hardwiring



รูปที่ 3.60 การเขียนโปรแกรมในการส่งข้อมูลออกไปยังเอาท์พุต กรณี Hard wiring

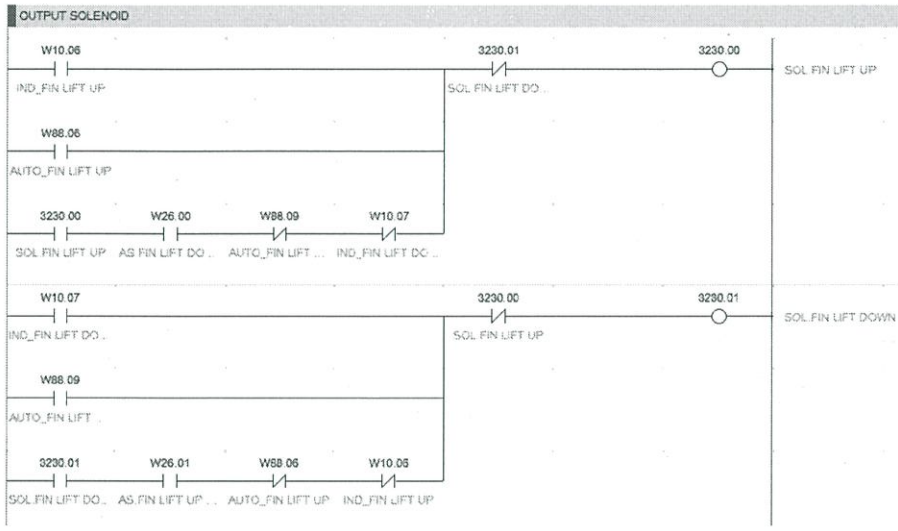
ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม กรณีเอาท์พุตทางไกล

สำหรับเอาท์พุตทางไกลในโครงงานนี้มีการใช้กระบอกสูบแบบลม ซึ่งควบคุมโดยโซลินอยด์วาล์วไฟฟ้า ซึ่งเชื่อมต่อผ่านระบบ Device net ผ่านโมดูลสื่อสาร EX260 โดยในโครงงานนี้มีการใช้โซลินอยด์ไฟฟ้าทั้งหมด 5 ตัว โดยอุปกรณ์ที่เป็นเอาท์พุตภายนอก จะมีการกำหนดแอดเดรส ขึ้นด้วย 32 ตามด้วยเลขโหนดของอุปกรณ์ ตามด้วยเลขโหนดของโมดูลและเลขขาอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อ ในรูปที่ 3.61



รูปที่ 3.61 การกำหนดแอดเดรสของเอาท์พุตภายนอก

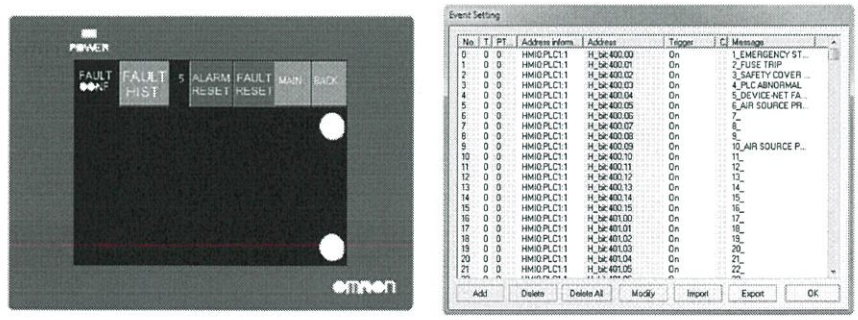
ในกรณีที่เอาท์พุตเป็นโซลินอยด์ไฟฟ้า โดยมีการเขียนแบ่งเป็น 3 ประเภทตามชนิดของโซลินอยด์ไฟฟ้าซึ่งมีหลักการทำงานที่แตกต่างกันดังที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อที่ 2.2.2.1 โดยในโครงงานนี้มีการใช้โซลินอยด์ไฟฟ้าแบบ 3PD ทั้งหมด โดยจะยกตัวอย่างโปรแกรม สำหรับโซลินอยด์ที่ทำการยกขึ้น/ยกลงของรางเพื่อบรรจุครีบด้านใน ในรูปที่ 3.62



รูปที่ 3.62 การเขียนโปรแกรมในกรณีโซลินอยด์ไฟฟ้าแบบ 3PD

3.2.5.3 การเขียนโปรแกรมเพื่อป้องกันการเกิดความผิดพลาด (Abnormal Detection)

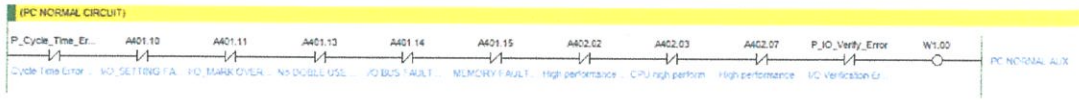
ส่วนนี้เป็นส่วนสำคัญเมื่อเครื่องมีความผิดปกติเกิดขึ้น ซึ่งมีการกำหนดในโปรแกรมแล้ว เมื่อมีความผิดปกติใดเกิดขึ้น ก็จะเชื่อมโยงเพื่อแสดงผลบนหน้าจอทัชกรีน



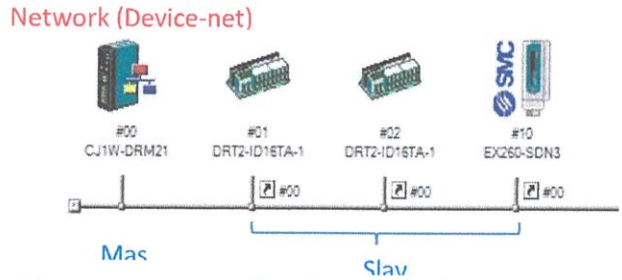
รูปที่ 3.63 แสดงหน้าจอแสดงการเกิดความผิดปกติ

3.2.5.4 การเขียนโปรแกรมในการเช็คความปกติของ PLC (Initial Main)

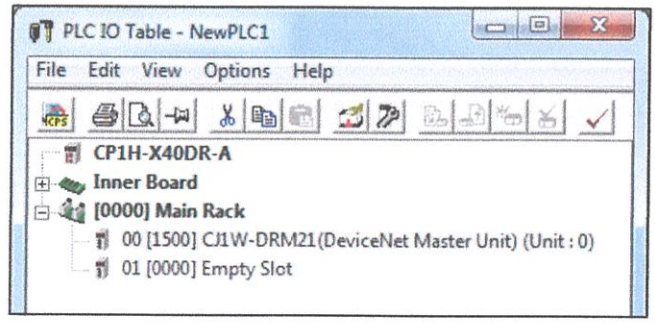
ในส่วนนี้จะทำการเช็คสภาพของอุปกรณ์ต่างๆภายใน ตัวอย่างเช่น แอดเดรสที่ A401.10 คือ Setting Fault Flag เป็นสัญญาณแสดงถึงว่ามีความผิดปกติต่างๆภายใน PLC ,แอดเดรส A401.15 คือ Memory Fault Flag เป็นสัญญาณแสดงถึงว่ามี Memory ของอุปกรณ์อยู่ในสภาพผิดปกติ เป็นต้นดังนั้น การเขียนโปรแกรมของ Flag เหล่านี้ จะนำมาเขียนโดยใช้หน้าคอนแทค NC คือ เพื่อใช้ในการยืนยันว่าไม่มีความผิดปกติของ Flag นั้นๆ ดังรูปที่ 3.64



รูปที่ 3.64 แสดงการเช็คสภาพภายในของอุปกรณ์PLC ก่อนเริ่มทำงาน



รูปที่ 3.65 แสดงอุปการเชื่อมต่อของอุปกรณ์ในระบบ Devicenet



รูปที่ 3.66 แสดงการตั้งค่า Unit No. ของ Master

ในโครงงานนี้มีการตั้ง Unit No. ของ Master Unit มีค่าเป็นหนึ่ง

First word n = CIO 1,500 + (25 x Unit number) ดังนั้น Master Unit = 1500 + (25x0) = 1500

3-2-12 Normal Slave Table (Words n+20 to n+23)

This table indicates the slaves that are communicating normally with the master. The bits correspond to node addresses. The bits for slaves for which normal I/O connections have been made are turned ON in this table. If a connection cannot be established, e.g., due to a network error, the bit for the corresponding slave will be OFF. These are not flags to show the remote I/O communications status.

	Bit15	Bit14	Bit13	Bit12	Bit11	Bit10	Bit09	Bit08	Bit07	Bit06	Bit05	Bit04	Bit03	Bit02	Bit01	Bit00
n+20	15	14	13	12	11	10	09	08	07	06	05	04	03	02	01	00
n+21	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
n+22	47	46	45	44	43	42	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32
n+23	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	49	48

This table is updated continuously.

Bit	Name	Status	Controlled by	Unit operation
–	Slave Normal Flags	ON	Unit	Indicates normal connection.
		OFF	Unit	Indicates that not all connections have been made.

รูปที่ 3.67 แสดงตารางการเชื่อมต่ออุปกรณ์ Slave [45]

ดังนั้น Normal Slave table = Words n+20 to n+23

= 1500+20 to 1500+23

= 1520 to 1523

โดยจากรูปที่ 1520 คืออุปกรณ์โหนดที่ 0-15

1521 คืออุปกรณ์โหนดที่ 16-31

1522 คืออุปกรณ์โหนดที่ 32-47

1523 คืออุปกรณ์โหนดที่ 48-63

ในโครงงานนี้มีการเชื่อมต่ออุปกรณ์ ผ่านระบบ Devicenet ดังรูปที่ 3.68

- โหนด1 Remote IO
- โหนด2 Remote IO
- โหนด10 Electrical Solenoid
- โหนด31 คอนโทรลเลอร์ (PCON)

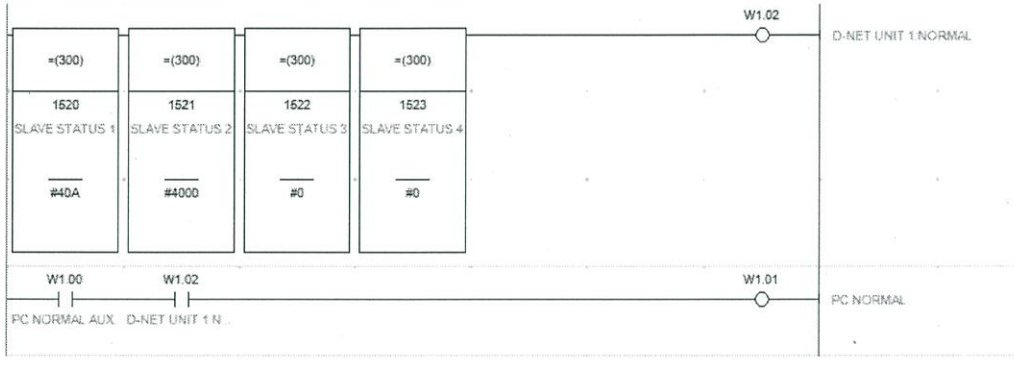
ดังนั้นค่าที่แสดงการเชื่อมต่ออุปกรณ์จะเป็นตามนี้ คือ

1520 มีค่า 0000 0100 0000 1010 เท่ากับ #40A

1521 มีค่า 0100 0000 0000 0000 เท่ากับ #4000

1522 มีค่า 0000 0000 0000 0000 เท่ากับ #0

1523 มีค่า 0000 0000 0000 0000 เท่ากับ #0

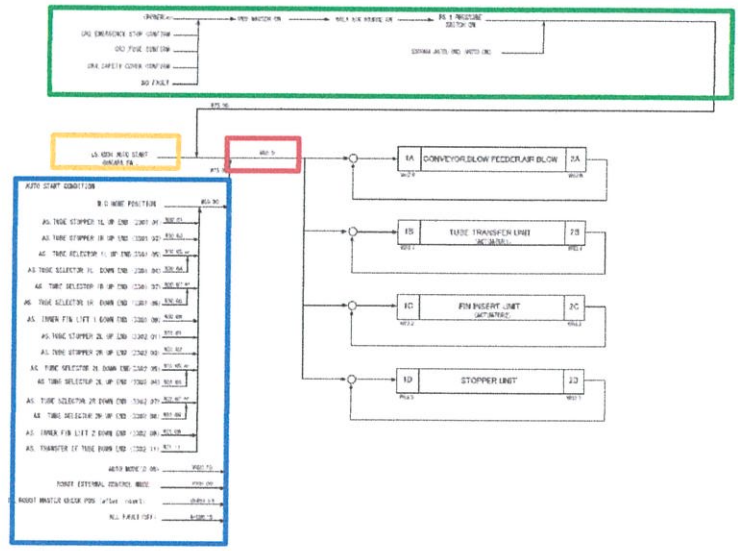


รูปที่ 3.68 แสดงการเช็คการเชื่อมต่อโหนดในระบบ Devicenet

3.2.5.5 การเขียนโปรแกรมลำดับการทำงานของเครื่องจักร (Automatic)

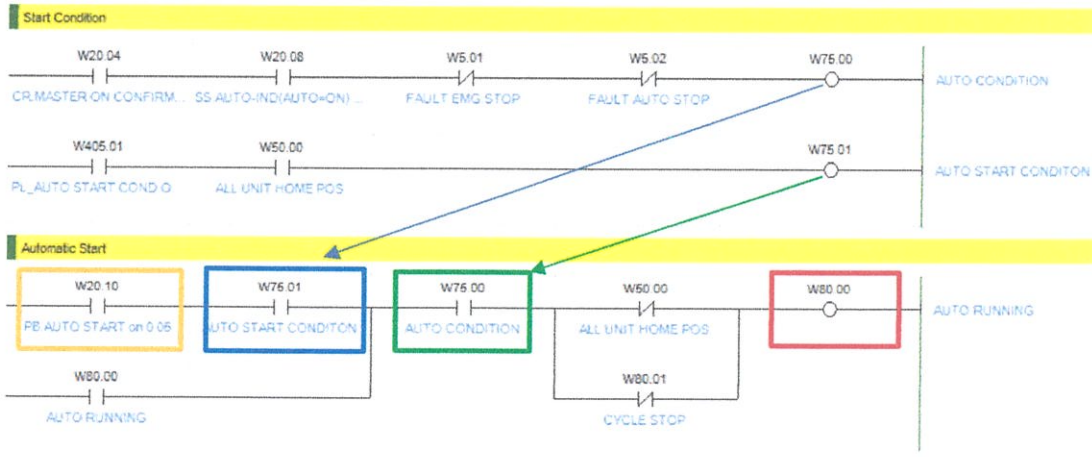
ในโปรแกรมส่วนนี้ถือ เป็นส่วนสำคัญที่ใช้ในกำหนดลำดับการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆในเครื่องจักร โดยใช้ Flow Chart อ้างอิงในการเขียนโปรแกรม ในที่นี้จะทำการยกตัวอย่างโปรแกรมแลดเดอร์ในส่วนต่างๆ เช่น การเริ่มลูปการทำงาน การสั่งการโซลินอยด์และยืนยันสถานะโดย Auto Switch การสั่งการเคลื่อนที่ของลูกสูบไฟฟ้า (ROBO Actuator) เป็นต้น

การเริ่มทำงานลูปอัตโนมัติจำเป็นจะต้องตรวจสอบความพร้อมของเครื่องจักรเสียก่อน ซึ่งในฮาร์ดแวร์จะใช้วงจร Master On ในการยืนยันสถานะ ส่วนซอฟแวร์จะมีการเช็คสถานะแบ่งเป็น 2 ส่วน 1. Auto Condition คือ การเช็คสถานะ Hardware อีกครั้งหนึ่งผ่านรีเลย์จากวงจร Master On ที่ต่อเข้ากับ โมดูลอินพุตของ PLC จะต้องเป็นไปตามเงื่อนไขตลอดระยะเวลาการทำงานของเครื่อง 2. Start Condition คือ การเช็คตำแหน่งของอุปกรณ์ต่างๆ ที่สามารถเริ่มการเดินเครื่องได้ (Home Position) เช่น กระบอกสูบ Robo Actuator เป็นต้น และต้องไม่มีความผิดปกติในส่วนต่างๆ จะต้องตรงตามเงื่อนไขเฉพาะเมื่อเริ่มการทำงานเครื่องการทำงาน



รูปที่ 3.69 ตัวอย่าง Flow Chart การทำงานลูป Automatic

เมื่อเราต้องการเริ่มเดินเครื่องจะต้องทำให้อยู่ในเงื่อนไขทั้งสองข้างต้นนี้ จากนั้นทำการปัดNagara Switch เพื่อเริ่มการทำงานของเครื่องจักร ทำให้ Auto Running เริ่มทำงาน เป็นการเริ่มโปรแกรมการควบคุมแบบลำดับ เมื่อนำ Flowchart มาเขียนเป็นโปรแกรมแลดเดอร์ จะสามารถเขียนได้ดังรูปที่ โดยให้ Auto Running เป็นเอาท์พุต Address W80.0 จากนั้นจะนำหน้าคอนแทคของ W80.0 ไปใช้ในการเริ่มทำงานโปรแกรมลำดับต่อไป



รูปที่ 3.70 แสดงการเขียนโปรแกรมลูป Automatic

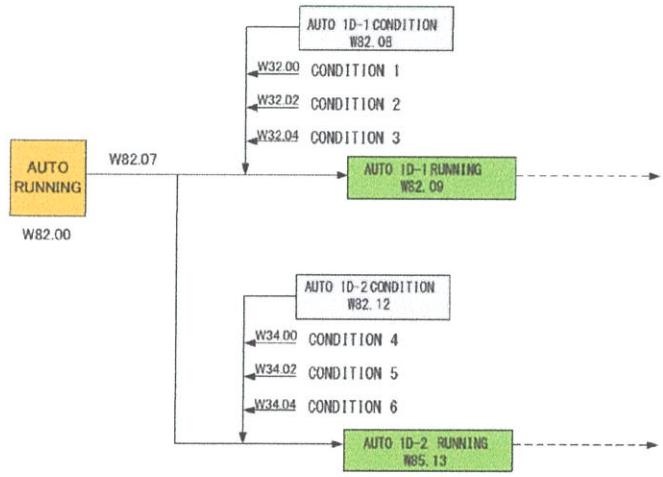
ในลูปอัตโนมัติสามารถแบ่งการทำงานเป็น 3 ส่วน โดยแต่ละส่วนจะมีเงื่อนไขในการเริ่มทำงานที่แตกต่างกันไปตามจุดประสงค์ของการทำงานแต่ละส่วน ซึ่งแต่ละส่วนมีการทำงานที่เกี่ยวเนื่องกัน

1.ลูปการทำงานของส่วนการลำเลียงครีบด้านใน

2.ลูปการทำงานของส่วนการลำเลียงท่อ

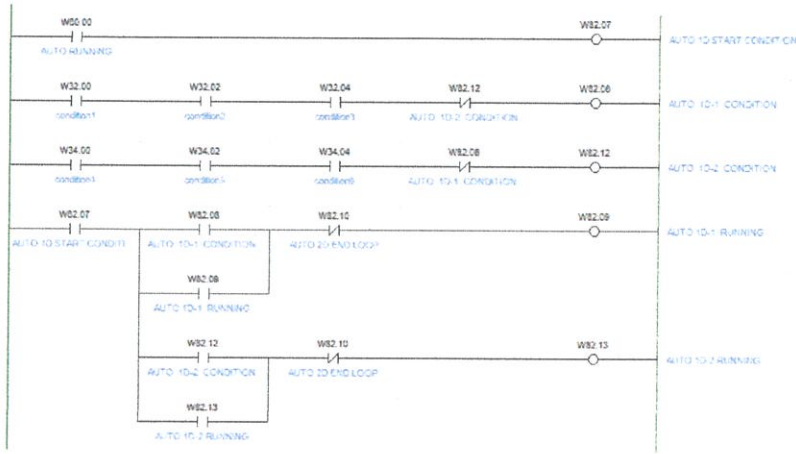
3.ลูปการทำงานของส่วนการใส่ครีบด้านในเข้าท่อ

ผู้จัดทำจะทำการยกตัวอย่างการเขียน Flow Chart และ โปรแกรมในการแยกการทำงานย่อย โดยในที่นี้จะยกตัวอย่างแบ่งเป็น 2 ส่วนย่อย คือกระบวนการ D-1 และ D-2 ดังรูปที่ มีการนำ Auto Running (W80.0) มาใช้ในการสั่งการทำงานลูปย่อย



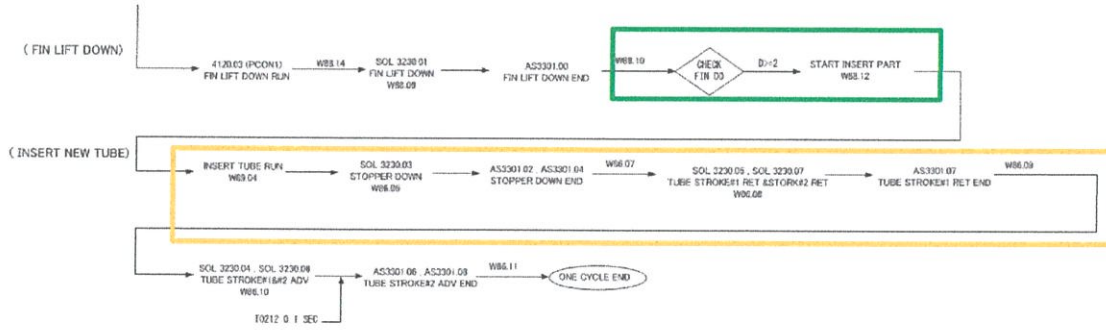
รูปที่ 3.71 แสดงการยกตัวอย่าง Flow chart ในการเริ่มลูปการทำงาน

เมื่อลูปย่อยใดมีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนด ลูปนั้นจะเริ่มการทำงาน และเมื่อทำเสร็จทุกกระบวนการในลูปย่อยแล้ว จะทำการนำสัญญาณมาตัดลูปการทำงานย่อยเป็นอันสิ้นสุด และจะมีการทำงานใหม่เมื่อมีเงื่อนไขตรงตามที่กำหนดไว้สลับไปเรื่อยๆ ในรูปที่ 3.71 และรูปที่ 3.72



รูปที่ 3.72 แสดงการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์ในการเริ่มลูปการทำงาน

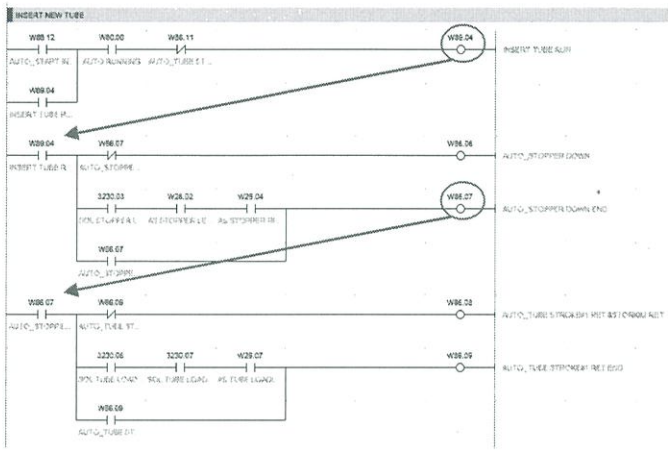
โดยในโครงงานนี้มีการเขียนโปรแกรมแบ่งเป็นลูปย่อยซึ่งกล่าวไปในการเขียน Flowchart ผู้จัดทำจะทำการยกตัวอย่างโปรแกรมเพียงบางส่วน โดยจะยกตัวอย่างการเขียนโปรแกรมลำดับการทำงานหนึ่งในกระบวนการลำเลียงท่อใหม่ (Insert new tube) โดยที่การเริ่มการทำงานลูปนี้ มีเงื่อนไขคือจะต้องมีการใส่ครีบด้านในเข้าไปในท่อครบ 2 ครั้ง (6 ชิ้น) แล้ว จึงสามารถเริ่มการทำงานของลูปได้



รูปที่ 3.73 แสดง Flow Chart แสดงการทำงานของกระบวนการเคลื่อนท่อใหม่ (Insert new tube)

โดยกระบวนการลำเลียงท่อใหม่ (Insert new tube) มีกระบวนการดังนี้ เมื่อมีการส่งสัญญาณเริ่มการทำงานลูปแล้ว สั่งการให้ Stopper ที่ใช้ยึดตำแหน่งท่อขณะใส่ครีบด้านในเข้าท่อ ถอยตำแหน่งลง โดยการสั่งการผ่านโซลินอยด์วาล์ว เมื่อมีการถอยของลูกสูบสุดตำแหน่ง จะได้รับสัญญาณจาก Auto Switch ในการยืนยันตำแหน่งเพื่อสั่งการให้ลูกสูบที่ใช้ลำเลียงท่อถอยกลับสุดสโตรก เมื่อได้รับสัญญาณ

จาก Auto Switch ในการยืนยันตำแหน่งเพื่อสั่งการให้ลูกสูบที่ใช้ลำเลียงท่อสั่งการไปข้างหน้า 2 สโตรก เพื่อผลักท่อที่ใส่ครีบแล้วไปยังกระบวนการถัดไป



รูปที่ 3.74 แสดงการเขียนโปรแกรมลำดับการทำงานส่วนหนึ่งของ
กระบวนการลำเลียงท่อใหม่ (Insert new tube)

การสั่งการเคลื่อนที่ของลูกสูบไฟฟ้า (ROBO Actuator) โดยหลักการเขียนโปรแกรมมีโครงสร้างเหมือนปกติ แต่จะมีการส่งค่าต่างๆ ระหว่าง PLC กับ Controller เช่น ค่าตำแหน่ง ค่าความเร็ว เป็นต้น

โดยกระบวนการครีบด้านในเข้ากับท่อ (Insert new tube) มีกระบวนการดังนี้ เมื่อมีการส่งสัญญาณเริ่มการทำงานลูปแล้ว จะทำการสั่ง Robo Actuator ให้เคลื่อนที่ดันครีบด้านในเข้าท่อ โดยการสั่งค่าตำแหน่ง ผ่านคำสั่ง MOVLโดยมีการสั่งค่าตำแหน่ง และความเร็วในการเคลื่อนที่ เมื่อมีการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งสั่งการแล้ว จะมีการรับสัญญาณจากController และนำไปสั่งการกระบวนการถัดไป คือ การถอยกลับของ Robo Actuator ซึ่งมีการสั่งงานได้ในลักษณะเดียวกัน คือใช้คำสั่งMOVL จากนั้นเมื่อมีการถอยกลับถึงตำแหน่ง 0 แล้วทำการเพิ่มค่าให้ D0 ซึ่งเป็นMemory ซึ่งให้นับจำนวนครั้งการใส่ครีบด้านใน เมื่อ D0 < 2 จำทำงานวนซ้ำเดิมจนกระทั่ง D0=2 แล้วจึงตัดลูปการทำงาน และไปกระทำกระบวนการอื่นที่เข้าเงื่อนไข นั้นคือกระบวนการลำเลียงท่อใหม่ (Insert new tube)

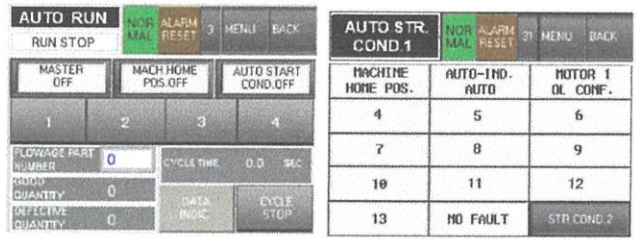
รูปที่ 3.75 แสดงการเขียนโปรแกรมการทำงานของ ROBO Actuator

3.2.5.6 การเขียนโปรแกรมสั่งงานผ่านหน้าจอTouch Screen (Individual & Situation display)

การเชื่อมต่อระหว่างหน้าจอ Touch Screen กับ อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติผ่านพอร์ต Ethernet เพื่อรับข้อมูล (Read) และส่งข้อมูล (Write) โดยใช้ โปรแกรม NB Designer ในการออกแบบปุ่มรับสัญญาณ และแสดงผล ในโครงงานนี้มีการออกแบบให้หน้าจอทัชกี้มีหน้าหลักดังนี้ คือหน้าแสดงสถานะ เพื่อให้พนักงานรู้ว่าการทำงานของเครื่องเป็นโหมดใด การตั้งค่าต่างๆ การแสดงความผิดปกติ ในรูปที่ 3.76 ซึ่งสามารถเข้าไปดูรายละเอียดได้ภายในแต่ละปุ่ม

รูปที่ 3.76 หน้าหลักการทำงาน

AUTO – แสดงการทำงานแบบอัตโนมัติ ซึ่งเมื่อเข้าไปในรายละเอียด จะแสดงให้เห็นรายละเอียดดังภาพ คือ เครื่องอยู่ในสภาพ Master On หรือไม่ อยู่ในตำแหน่ง Home หรือไม่ และเงื่อนไขการเดินเครื่องครบหรือไม่ ในรูปที่ 3.77

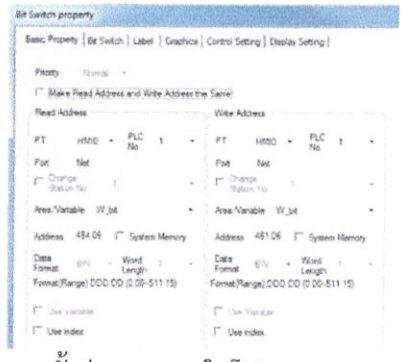


รูปที่ 3.77 หน้าจอเงื่อนไข Master On

INDIVIDUAL- แสดงหน้าจอ Touch screen สำหรับการสั่งการโหมดทำงานด้วยมือ ซึ่งพนักงานจะต้องสั่งการแต่ละส่วนด้วยตนเอง ร่วมกับการดูคู่มือการทำงาน เพื่อไม่ให้แต่ละชิ้นส่วนของเครื่องจักรเคลื่อนที่ชนกัน แสดงในรูปที่ 3.78

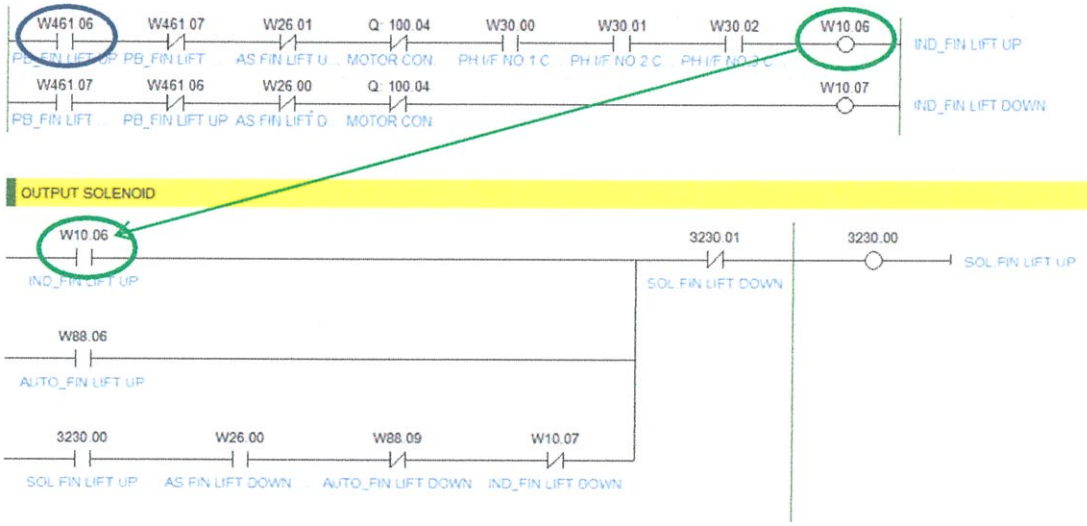
รูปที่ 3.78 หน้าจอโหมดทำงานด้วยมือ

ตัวอย่าง การตั้งค่าแอดเดรสของปุ่มสั่งการ “FIN LIFT UP” ในโปรแกรมNB-Designerในรูปที่ 3.79 และนำแอดเดรสไปเขียนในโปรแกรม CX-Programmer เพื่อสั่งการยกสายพานลำเลียงขึ้น และรับสัญญาณกลับมาแสดงที่จอภาพ ในรูปที่ 3.80

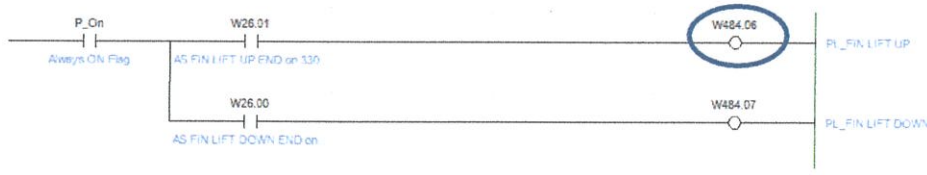


รูปที่ 3.79 การตั้งค่าแอดเดรสในโปรแกรมNB-Designer

Write



Read



รูปที่ 3.80 การเขียนเชื่อมโยงแอดเดรสจากโปรแกรม NB-Designer ไปยังโปรแกรม CX-Programmer

3.3 ขั้นตอนการตรวจสอบผลการดำเนินการ

3.3.1 ตรวจสอบมาตรฐานของเครื่องจักรก่อนนำไปติดตั้ง (Inspection Check)

เมื่อทำการทดสอบการทำงานของเครื่องจักรว่าสามารถทำงานได้ตามแผนภาพโฟลว์ชาร์ต ผู้ออกแบบจะต้องทำการตอบสอบเครื่องจักรที่ถูกประกอบขึ้นตามแบบที่เขียนไว้ว่ามีจุดใดผิดมาตรฐานการออกแบบหรือไม่ เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของผู้ประกอบ และป้องกันอันตรายที่อาจเกิดขึ้นจากการประกอบเครื่องจักรที่ไม่ได้มาตรฐานอีกด้วย ซึ่งรายละเอียดในการตรวจสอบทางไฟฟ้าแสดงดังตารางที่ 3.10

Machine Inspection Record Sheet(Electrical)	
Name : Inner fin Insert into tube Assembly Add on Machine (16 ตุลาคม 2560)	
Check point	**Check**
สีของ Lamp ถูกต้องตามมาตรฐาน	/
ตัวอักษร และการวางตำแหน่งของปุ่มต่างๆถูกต้องตามมาตรฐาน	/
ติดตั้ง Name plate ที่แผงควบคุม ตำแหน่งที่ติดตั้งด้านบนขวามือ	/
ติดตั้งแผ่นยางรองฝาที่ตู้ควบคุม และกล่องไฟฟ้าเพื่อป้องกันฝุ่น น้ำ น้ำมันเข้าด้านใน	/
ติดตั้งยางอุดรูช่องสำรองที่ไม่ได้ใช้งาน	/
ทำการLock cable grand และ Mark สีด้วยสีขาว	/
ติดตั้ง Name plate บอกอุปกรณ์ด้านในตู้ควบคุม	/
ติดตั้ง Mark tube ที่สายไฟ โดยตัวหนังสือหรือตัวเลขตัวแรกติดกับอุปกรณ์	/
ปลายสายไฟที่ไม่ได้ใช้งานต้องทำการหุ้มด้วยเทปพันสายไฟหรือฉนวน	/
ก่อนทำการติดตั้ง Ground ต้องทำการขูดสีด้านหลังออก	/
กรณีติดตั้ง Ground มากกว่า 2 เส้นต้องติดตั้ง Earth plate	/
ติดตั้ง Earth leak breaker เพื่อป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าOverload และ Shot circuit	/
พิกัดกระแสของ Earth leak breaker เท่ากับ 30mA	/
ติดตั้งสัญลักษณ์ฟ้าผ่า (แรงดัน<25Vac)	/
ติดตั้งป้ายบอกระดับแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งาน	/
ติดตั้งฝาครอบที่ Breaker เพื่อป้องกันไฟดูดจากการสัมผัส	/
ปลายสายไฟที่ใช้งานจะต้อง Crimp sleeve แบบที่มีฉนวนหุ้ม	/
ติดสัญลักษณ์เตือนการเปิดประตูนี้ไม่ถือเป็นการปิดตัวจ่ายกระแสไฟ	/
สายไฟที่มีความยาวจะต้องพันมัดรวมกัน	/
สีของสายไฟต้องถูกตามมาตรฐาน	/

สายไฟจะต้องถูกเก็บภายในต้องไม่มีเศษฝุ่นหรือเศษเหล็กจากการเจาะ	/
มุมของ Wire duct ต้องลบคม C=0.3	/
ติดตั้ง Name plate ระบุ address I/O ที่ฝาครอบถูกต้องตามแบบ	/
ติดตั้ง Clamp lock ที่ Timer, Relay	/
อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ Rack ต้องติดตั้ง End plate Lock	/
อุปกรณ์ไฟฟ้าที่แรงดันมากกว่า 25Vac หรือ 42Vdcจะต้องติดตั้งฝาครอบกันไฟดูด	/
Y-Terminal ต้องไม่เสียบกลับด้านและไม่ซ้อนกันเกิน 2 ชั้ว	/
Ring-Terminal ต้องไม่เสียบกลับด้านและไม่ซ้อนกันเกิน 2 ชั้ว	/
Noise filter ที่เป็นกรอบโลหะต้องทำการขูดสีด้านหลังPanel ออก	/
ติดตั้งสาย Ground ที่ Earth plate จุดละ 1 เส้นเท่านั้น	/
ไม่ใช้ Cable Clamp ชนิดกาวสองหน้า	/
การตีเกลียวสายไฟจะต้องเป็นไฟฟ้ากระแสสลับและPowerเป็นไปตามแบบที่กำหนด	/
ความจุของสายไฟในWire duct ต้องไม่เกิน 80%	/
Breakerต้องเปิดได้จากด้านนอกตู้ควบคุม และต้องไม่เคลื่อนที่ได้	/
ประตูทุกบานต้องเปิดได้มากกว่า95องศา	/
ปุ่ม Emergency stop ต้องเป็นปุ่มกดแบบค้างสถานะชนิดดอกเห็ด และไม่คืนค่าสถานะได้เอง	/
ปุ่ม Emergency stop ต้องมีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 22 mm.	/
ระยะรัดสายไฟในตำแหน่งที่เคลื่อนที่ได้ภายใน 150 mm.	/
การเคลื่อนที่ของเครื่องจักรต้องไม่เกี่ยวหรือชนกับสายไฟ	/
จุดที่มีการเชื่อมต่อด้วย Connector ต้องมีฉนวนหุ้มสายเพื่อป้องกันสิ่งแปลกปลอม	/
รัดสายที่เคลื่อนที่ด้วย Cable tie และมี Mobilon tube ลอง	/
ระยะในการยึดสายวัดจากอุปกรณ์จำพวก Switch ไม่เกิน 100 mm.	/
ต้องไม่ม้วนสายของ Switch ต่างๆ	/
ไม่รัดสายไฟที่เคลื่อนที่ด้วย Spiral tube	/
ไม่เดินสายไฟบนพื้นใกล้เครื่องจักร	/
แยก Power line และ Communication line ออกจากกันอย่างน้อย 100 mm.	/
ติดป้าย Auto-Start ที่ Nagara switch	/
จุดต่างๆที่เกิดสีลอกหรือถลอกต้องทำการแก้ไข	/
ต้องติดป้ายแรงดันลมตกค้างจุดที่มีแรงดันลมตกค้าง	/
ติดตั้งฉนวนครอบจุดที่มีกระแสไหล(>42Vdc,>30Vac)	/

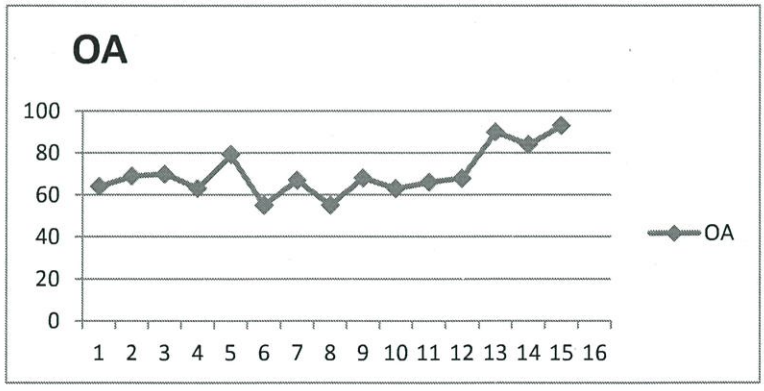
ตารางที่ 3.11 ตารางแสดงหัวข้อการตรวจสอบมาตรฐานเครื่องจักรก่อนนำไปติดตั้ง

3.4 ขั้นตอนสรุปผลการดำเนินการ

3.4.1 Operation ratio check sheet (1Hr. Test run)

Date	Time	Hr.	Actual				OA	Problem
			Good	NG				
				Assy	Tube	Fin		
01/11/60	12.30-13.30	1	288	-	5	3	64	ปลายท่อแตก,ครีบด้านในติดPhoto Sensorขณะลำเลียง
01/11/60	13.30-14.30	1	310	-	3	4	69	ครีบด้านในไหลไม่ต่อเนื่อง
03/11/60	08.20-09.20	1	315	-	2	-	70	PH330301 I/F NO.2_CHECK ไม่ตรวจจับครีบด้านใน
04/11/60	08.22-09.22	1	283	-	3	-	63	PH330301 I/F NO.2_CHECK ไม่ตรวจจับครีบด้านใน
06/11/60	09.40-10.40	1	355	-	-	2	79	-
06/11/60	13.20-14.20	1	247	-	1	-	55	หลังการใส่ครีบด้านในแล้วเครื่องจักรไม่ทำงานต่อ
07/11/60	08.30-09.30	1	301	-	-	-	67	ครีบด้านในติดบริเวณปลายเครื่องลำเลียง
07/11/60	13.00-14.00	1	247	-	-	-	55	ความเร็วในการใส่ครีบด้านในช้า
08/11/60	13.00-14.00	1	306	1	-	-	68	ครีบด้านในชนปากท่อ
09/11/60	12.30-13.30	1	283	-	-	-	63	ครีบด้านในติดบริเวณก่อนทำการใส่ครีบด้านใน
09/11/60	13.30-14.30	1	297	-	-	-	66	-
10/11/60	08.30-09.30	1	306	-	-	-	68	-
10/11/60	09.30-10.30	1	405	-	-	-	90	-
11/11/60	08.30-09.30	1	378	-	-	-	84	-
11/11/60	09.30-10.30	1	418	-	-	-	93	-

ตารางที่ 3.12 Operation ratio check sheet (1Hr. Test run)



กราฟที่ 3.2 แสดง Operation ratio check sheet ในการทดสอบ15ครั้ง

3.4.2 จัดทำคู่มือประกอบการใช้งานและการซ่อมบำรุง

หลังจากการออกแบบเครื่องจักรเสร็จเรียบร้อย จะต้องทำคู่มือเพื่อให้ผู้ใช้งาน รวมถึงผู้ซ่อมบำรุงเครื่องจักร ซึงภายในระบุข้อมูลต่างๆเกี่ยวกับเครื่องจักร ทำให้ผู้เกี่ยวข้องสามารถศึกษาการทำงานของเครื่องจักร รวมถึงความผิดปกติของเครื่องจักรและวิธีการแก้ไข เพื่อความสะดวก และสามารถดำเนินงานได้อย่างรวดเร็วเมื่อเครื่องจักรมีปัญหา เป็นต้น

3.4.3 จัดทำข้อเสนอแนะในการพัฒนาต่อยอด

จากปัญหาต่างๆที่พบในการทำงานของเครื่องจักรส่วนมากได้ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว แต่การทำงานของเครื่องจักรยังไม่เสถียรเท่าที่ควร จึงควรมีพัฒนาต่อยอดในด้านโปรแกรม และอุปกรณ์ที่ใช้งานเพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น และได้ผลลัพธ์ที่แน่นอน รวมถึงการลดรอบเวลาการทำงาน โดยมีแนวคิดเช่น การลดกระบวนการทำงานในส่วนการถอยกลับของกระบอกสูบก่อนการผลักท่อที่ทำการใส่ครีบด้านในแล้ว เป็นการผลักท่อเปล่าทำให้ท่อที่ประกอบเสร็จแล้วถูกผลักตามให้เคลื่อนที่ไปด้วย เพื่อลดรอบเวลาในการทำงาน เป็นต้น

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ในส่วนของผลการดำเนินงานนี้ จะกล่าวถึงปัญหาต่างๆที่พบและผลการดำเนินงานตามวัตถุประสงค์โดยการทำโครงงานครั้งนี้มีเป้าหมายในการลดจำนวนผู้ปฏิบัติงาน และเพิ่มประสิทธิภาพของงาน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

4.1 ปัญหาที่พบ

4.1.1 เครื่องเป่าลมอัด (Air blow) ทำงานตลอดเวลา

ทำให้ครีบด้านในถูกลำเลียงจนเต็มสายพานลำเลียงแล้วเกิดการซ้อนทับของครีบด้านใน ทำให้ครีบด้านในหล่นออกจากสายพายลำเลียง หรือเกิดการติดขัดของสายพานลำเลียง ทำการแก้ไขโดยเพิ่ม Photo Sensor บริเวณรอยต่อระหว่างเครื่องลำเลียงชิ้นงาน (Blow feeder) กับสายพานลำเลียง (Conveyor) เพื่อตรวจเช็คและส่งสัญญาณให้เครื่องลำเลียงชิ้นงาน (Blow feeder) หยุดทำงาน เมื่อครีบด้านในเต็มบริเวณสายพานลำเลียง ดังรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 แสดง Photo Sensor เพื่อตรวจสอบการลำเลียงครีบด้านใน

4.1.2 ไม่มีสัญญาณบอกกรณีครีบด้านในหมด

แก้ไขโดยนำสัญญาณ Photo Sensor ตรวจสอบการลำเลียงครีบด้านในทำงานตรวจสอบโดยการตั้งTimer เพื่อเช็คการลำเลียงครีบด้านใน หากเวลาเกินกำหนดให้มีสัญญาณเตือนว่าครีบด้านในหมดเพื่อให้พนักงานทราบ

4.1.3 ไม่มีสัญญาณบอกสถานะของ

หากต้องการทราบสถานการณ์ทำงานของเครื่อง สามารถทราบได้โดยการเข้าถึงหน้าจอTouch Screen ซึ่งมีความยุ่งยากและไม่สามารถสังเกตได้ในระยะไกล แก้ไขโดยการใช้อุปกรณ์ ไฟบอกสถานะเครื่องจักร (Tower Lamp) ดังรูปที่ 4.2 ติดตั้งเพิ่มบริเวณกล่องสำหรับสั่งการและแสดงผล (Operation box)

ซึ่งมีสัญญาณไฟ 3 สถานะคือ

1.สัญญาณไฟสีเขียว ซึ่งนำมาแสดงสถานะปกติในการทำงานของเครื่องจักร

2.สัญญา*ณ*ไฟสีส้ม ซึ่งนำมาแสดงสถานะเตือนต่างๆ เช่น เตือนกรณีท่อ และครีบด้านในหมด

3.สัญญาณไฟสีแดง ซึ่งนำมาแสดงสถานะเกิดความผิดปกติ เช่น การกดปุ่ม Emergency

รูปที่ 4.2 ไฟบอกสถานะเครื่องจักร (Tower Lamp) [27]

- เวลาที่ใช้ในหนึ่งรอบกระบวนการ (Cycle Time)

ในการใช้งานจริงหนึ่งรอบกระบวนการมีเวลามากกว่าเป้าหมายที่ตั้งไว้จึงจำเป็นต้องปรับแก้การทำงานของโปรแกรมในส่วนต่างๆเพื่อลดให้เวลาในการทำงานหนึ่งรอบกระบวนการได้ตามเป้าหมาย เช่น การเพิ่มความเร็วของสายพานลำเลียง และเพิ่มความเร็วการใส่ครีบด้านในด้วย Robo Actuator เป็นต้น

4.2 ผลการดำเนินงาน

ผลการดำเนินงานที่ได้รับเป็นไปตามจุดประสงค์ที่คาดหวังไว้ คือ สามารถลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานลงได้ สามารถคงความสามารถในการผลิต และเพิ่มประสิทธิภาพของชิ้นงานได้

4.2.1 การลดจำนวนผู้ปฏิบัติงาน และลดค่าใช้จ่ายของสถานประกอบการในระยะยาว

การนำเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อหล่อน้ำยาทำความเย็นของผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Inner fin Insert into tube Assembly Add on Machine) มาใช้ในกระบวนการผลิต สามารถลดผู้ปฏิบัติงานที่ทำงานได้ 2 คนต่อหนึ่งกะ โดยหนึ่งวันมีรอบการทำงาน 2กะ ทำให้สามารถลดจำนวนได้ทั้งหมด 4 คนต่อ1วัน คิดเป็นเงิน 2,000,000 บาทต่อปี ดังนั้น เมื่อคำนวณค่าใช้จ่ายในระยะยาวแล้ว จะทำค่าใช้จ่ายลดลงจากค่าแรงพนักงานรวมถึงสวัสดิการต่างๆ และไม่จำเป็นต้องคำนึงถึงปัญหาสุขภาพทั้งทางด้านร่างกายและด้านจิตใจอันเนื่องมาจากการทำงานหนักของพนักงาน

4.2.2 การคงความสามารถในการผลิต และการเพิ่มประสิทธิภาพของชิ้นงาน

หลังจากการติดตั้งและทำการทดสอบความสามารถของเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อหล่อน้ำยาทำความเย็นของผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Inner fin Insert into tube Assembly Add on Machine) พบว่าเครื่องจักรมีรอบการทำงานที่มากกว่าการใช้พนักงานเล็กน้อย จากนั้นทำการปรับแก้โปรแกรมรวมถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ จนทำให้สามารถลดจำนวนเวลาการทำงานให้เทียบเท่าเดิมได้

การใช้เครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อหล่อน้ำยาทำความเย็นของผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Inner fin Insert into tube Assembly Add on Machine) ทำให้สามารถลดจำนวนงานเสีย (NG Work) ที่เกิดขึ้นลงได้ ส่งผลให้ประสิทธิภาพในการผลิตชิ้นงานสูงมากกว่าการใช้พนักงานในการประกอบเครื่องจักร

บทที่ 5

สรุปผลวิจัยและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้จะกล่าวสรุปผลการดำเนินงานทั้งหมดและความรู้ ประสบการณ์ที่ได้จากการโครงงานสหกิจศึกษาในครั้งนี้พร้อมข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

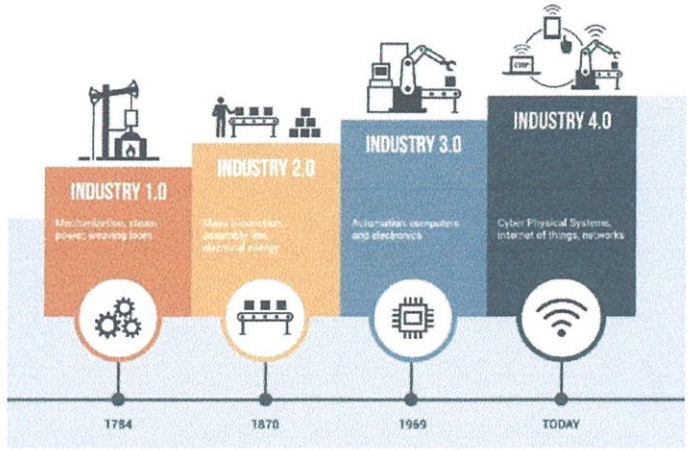
รายงานฉบับนี้ได้เครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อหล่อน้ำยาทำความเย็นของผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Inner fin Insert into tube Assembly Add on Machine) ซึ่งนำไปใช้จริงในบริษัท เด็นโซ่ ประเทศไทย จำกัด เนื่องจากบริษัทต้องการพัฒนานวัตกรรมภายในอุตสาหกรรม และต้องการลดปัญหาลดจำนวนผู้ปฏิบัติงานเพื่อลดค่าใช้จ่ายในระยะยาว รวมถึงการเพิ่มประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือของชิ้นงาน จึงทำให้มีการนำระบบอัตโนมัติมาใช้ในเครื่องจักรเพื่อแทนผู้ปฏิบัติงาน

การทำโครงงานนี้ทำให้ผู้จัดทำโครงงานได้ใช้ทักษะการคิด วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาพร้อมทั้งการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนในสถาบันการศึกษามาปรับใช้ให้เข้ากับการทำโครงงาน ทฤษฎีที่นำมาเกี่ยวข้อง หรือเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงานส่วนหนึ่งก็เป็นความรู้ที่ได้มาจากห้องเรียน ซึ่งการที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ตัวผู้จัดทำต้องมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการศึกษาหาความรู้ให้ตนเองอยู่เสมอ การกระทำเช่นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้จัดทำโครงงานไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมกับความช่วยเหลือของพี่ๆพนักงานในการสอนทักษะต่างๆ และให้ความรู้ในการทำโครงงานนี้จนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ซึ่งเครื่องจักรประกอบครีบด้านในเข้ากับท่อหล่อน้ำยาทำความเย็นของผลิตภัณฑ์แลกเปลี่ยนความร้อน (Inner fin Insert into tube Assembly Add on Machine) สามารถทำงานได้ ตรงตามความต้องการของผู้ประกอบการ และบรรลุวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ทุกประการ

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากปัญหาต่างๆที่พบในการทำงานของเครื่องจักรส่วนมากได้ทำการแก้ไขเรียบร้อยแล้ว แต่การทำงานของเครื่องจักรยังไม่เสถียรเท่าที่ควร จึงควรมีพัฒนาต่อยอดในด้านโปรแกรม และอุปกรณ์ที่ใช้งาน เพื่อให้เครื่องจักรมีประสิทธิภาพในการทำงานมากขึ้น และได้ผลลัพธ์ที่แน่นอน รวมถึงการลดรอบเวลาการทำงาน โดยมีแนวคิดเช่น การลดกระบวนการทำงานในส่วนการถอยกลับของกระบอกสูบก่อนการผลักท่อที่ทำการใส่ครีบด้านในแล้ว เป็นการผลักท่อเปล่าทำให้ท่อที่ประกอบเสร็จแล้วถูกผลักตามให้เคลื่อนที่ไปด้วย เพื่อลดรอบเวลาในการทำงาน เป็นต้น

เนื่องจากปัจจุบันกำลังก้าวเข้าสู่ยุคอุตสาหกรรม 4.0 ซึ่งเป็นการบูรณาการอุตสาหกรรมการผลิตเข้ากับการเชื่อมต่อทางเครือข่ายในรูปแบบ Internet of Things (IoT) ทำให้ทุกหน่วยของระบบการผลิตตั้งแต่วัตถุดิบ เครื่องจักร เครื่องมืออุปกรณ์ ระบบอัตโนมัติ และหุ่นยนต์หน่วยต่าง ๆ เหล่านี้จะถูกติดตั้งระบบเครือข่ายเพื่อให้สามารถสื่อสารและแลกเปลี่ยน ข้อมูลซึ่งกันและกันอย่างอิสระ เพื่อการจัดการกระบวนการผลิตทั้งหมด หากภายในอนาคตสามารถทำให้เครื่องจักรในกระบวนการผลิตสามารถเข้าถึงการทำงานเพื่อเก็บข้อมูลการผลิตต่างๆ โดยไม่ต้องเข้าถึงเครื่องจักร รวมทั้งมีความสามารถในการตรวจสอบและคาดการณ์ล่วงหน้าได้ ซึ่งในอนาคตจะมีโปรแกรมสำหรับตรวจสอบและดูแลสภาพของเครื่องจักรเพื่อยืดอายุการทำงาน อันจะเป็นประโยชน์อย่างมากต่อการวางแผนการผลิตและประเมินประสิทธิภาพโดยรวมของเครื่องจักร กล่าวคือ เครื่องจักรจะมีความเป็นอัจฉริยะมากขึ้นนั่นเอง



รูปที่ 5.1 แสดงยุคของอุตสาหกรรม [52]

ภาคผนวก

เอกสารอ้างอิง

[1] สภาอุตสาหกรรมแห่งประเทศไทย. (2559).**จับทิศอุตสาหกรรม 2017: คลัสเตอร์ยานยนต์**, 27 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.scbeic.com/th/detail/file /product/2982/ekrcyehqyx/ FTI_design2017_v5_web.pdf.

[2] **รูปที่ 1.1 ภาพแสดงการผลิตรถยนต์เพื่อการขายในประเทศ และการส่งออกนอกประเทศ** ปรับปรุงจาก Thailand Automotive Institute สถาบันยานยนต์. (2557). **Thailand Automotive Statistics**, 27 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.thailand-business-news.com/economics/58918-thai-auto-part-makers-regional-global-players.html

[3] **รูปที่ 2.1 (ก) เซอร์กิตเบรคเกอร์ (Circuit Breaker)** ปรับปรุงจาก Fuji electric FA Component & System (2553). **Individual Catalog 06**, 27 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.fujielectric.co.kr/files_download/G-TWIN_cat_eng.pdf

[4] **รูปที่ 2.1 (ข) เซอร์กิตโพรเทคเตอร์ (Circuit Protector)** ปรับปรุงจาก Fuji electric FA Component & System (2558). **Circuit Protector for Control Circuit**, 27 พฤศจิกายน2560.(ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.fujielectric.com/fcs/pdf/discontinue /2015_JUL_C15005_e.pdf

[5] **รูปที่ 2.2 ภาพแสดงหน้าสัมผัสหลัก และหน้าสัมผัสช่วยของแมคเนติคคอนแทรคเตอร์** ปรับปรุงจาก tomkrissana (2551).**แมกเนติกคอนแทกเตอร์ (Mangnetic Contactor)**, 27 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://tomkrissana.blogspot.com/2008/09/mangnetic-contactor-magnetic-switch.html

[6] **รูปที่ 2.3 ภาพแสดงส่วนประกอบของแมคเนติคคอนแทรคเตอร์ในอุปกรณ์จริง** ปรับปรุงจาก โมดูลการเรียนผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เรื่อง "การควบคุมมอเตอร์".**โมดูลที่ 4 โครงสร้างและการทำงานของรีเลย์ฯ**, เข้าถึงได้จาก: 27 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://motor.lpc.rmutl.ac.th /module4/contactor1.html

[7] **รูปที่ 2.4 (ก) โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Over Load relay)** ปรับปรุงจาก Fuji electric Innovating energy technologies. **Motor Control Mini-Contactors and Thermal Overload Relays SK series**, 27 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.kvc.com.my/Storage Attachment /Kvcsb/datasheet/523/FUJI-SK-06G-E10-24VDC.pdf

[8] **รูปที่ 2.4 (ข) ส่วนประกอบภายในโอเวอร์โหลดรีเลย์** ปรับปรุงจาก นายทนงค์ ตุทำ (2559).**โอเวอร์โหลดรีเลย์**, 28 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://tanong1.blogspot.com /2016/12/blog-post_6.html

[9] **รูปที่ 2.5 แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง (DC Supply)** ปรับปรุงจาก OMRON Corporation. **Switch Mode Power Supply**, 28 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.ia.omron.com/data_pdf/ cat/s8vs_t026-e1_7_2_csm2022.pdf

[10] **รูปที่ 2.6 แสดงตัวอย่างการต่อชุดอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมเครื่องจักร** ปรับปรุงจาก Devonshire. **PLC Engineer with .NET wanted Seacoast, NH,** , 28 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://angelpracuta.blog/2017/11/14/plc-engineer-with-net-wanted-seacoast-nh/

[11] **รูปที่ 2.7 ตัวอย่างPLC แบบ Block Type** ปรับปรุงจาก OMRON Corporation. **CP1H CPU Unit Manual**, 28 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://dim.usal.es/eps/im/roberto /pesados/ ryc/CP1H_Operation_Manual_(W450-E1-01).pdf

[12] **รูปที่ 2.8 ตัวอย่างPLC แบบ Modular Type** ปรับปรุงจาก OMRON Corporation. **CJ1-SERIES**, 28 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://omron.com.ru/dynamic/ managers/ manage_8/ files/P04E-EN-01_CJ1_Group_Catalogue.pdf

[13] **ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติระบบการสื่อสาร** ปรับปรุงจาก Thailand Industry.com. **สรุปคุณสมบัติของระบบสื่อสาร (Bus Control)**, 29 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.thailandindustry.com/indust_newweb/ articles_ preview.php?cid=19155

[14] **รูปที่ 2.9 แสดงการทำงานของชุดทำงาน (Actuator)** ปรับปรุงจาก KOKI Education. **Pneumatics : ชุดทำงาน (Actuator)**

[15] **รูปที่ 2.10 (ก.) แผงSolenoid valve** ปรับปรุงจาก **SMC Pnumatics**, 29 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://content2.smcetech.com/pdf/EX260.pdf

[16] **รูปที่ 2.10 (ข.) โครงสร้างของ Solenoid valve** ปรับปรุงจาก KOKI Education. **Pneumatics : Solenoid valve**

[17] **รูปที่ 2.11 (ก.) 2PS Solenoid valve (ข.) สัญลักษณ์ของ 2PS Solenoid valve** ปรับปรุงจาก KOKI Education. **Pneumatics : Solenoid valve**

[18] **รูปที่ 2.12 (ก.) 2PD Solenoid valve (ข.) สัญลักษณ์ของ 2PD Solenoid** ปรับปรุงจาก KOKI Education. **Pneumatics : Solenoid valve**

[19] **รูปที่ 2.13 (ก.) 3PD ชนิด all part block (ข.) สัญลักษณ์ของ 3PD ชนิด all part block** ปรับปรุงจาก KOKI Education. **Pneumatics : Solenoid valve**

[20] **รูปที่ 2.14 (ก.) 3PD ชนิด ABR (ข.) สัญลักษณ์ของ 3PD ชนิด ABR** ปรับปรุงจาก KOKI Education. **Pneumatics : Solenoid valve**

[21] **รูปที่ 2.15 (ก.) 3PD ชนิด PAB (ข.) สัญลักษณ์ของ 3PD ชนิด PAB** ปรับปรุงจาก KOKI Education. **Pneumatics : Solenoid valve**

[22] **รูปที่ 2.16 (ก.) ตัวอย่างรีเลย์รุ่น MY4ZN (ข.) แสดงการเชื่อมต่อขาของอุปกรณ์รีเลย์** ปรับปรุงจาก OMRON Corporation. **Miniature Power Relays MY**, 30 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/my_ds_e_7_3_csm59.pdf

[23] **รูปที่ 2.17 ปุ่มกดแบบค้างสถานะ (Maintained Push button)** ปรับปรุงจาก IDEC. **Switches & Pilot Devices**, 30 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.idec.com/language /english/ catalog/Switches/A6Series.pdf

[24] **รูปที่ 2.18 ปุ่มหยุดการทำงานฉุกเฉิน (Emergency Push button switch)** ปรับปรุงจาก IDEC. **Emergency Stop Switches**, 30 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.ccned.nl/media/documenten/IDEC/Brochures/Noodstop%2016mm%20IDEC%20X6%20Series%20Unibody.pdf

[25] **รูปที่ 2.19 Selector switch** ปรับปรุงจาก IDEC. **A6 Series Miniature Control Units**, 30 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.idec.com/language/english_j /ControlUnits _Switches/EP1149_ASeries8_10_12_16mm/A6_16mm_section_EP1149-0.pdf

[26] **รูปที่ 2.20 (ก.) ไฟแสดงผล (Lamp)** ปรับปรุงจาก Patlite. **RU/ RUP/ RS Revolving Warning Light**, 30 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.patlite.com/product /detail0000000052.html

[27] **รูปที่ 2.20 (ข.) ไฟสัญญาณเตือนแบบชั้น (Patlite)** ปรับปรุงจาก Patlite. **Signal Tower**, 30 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.patlite.com/product/category0002 _000000.html

[28] **รูปที่ 2.21 บัซเซอร์ (Buzzer)** ปรับปรุงจาก IDEC. **UZ6 Series Miniature Buzzer**, 30 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://flexitec.com.sg/wp-content/uploads/ 2014/12/Buzzer-UZ6-Catalog.pdf

[29] **รูปที่ 2.22 (ก.) หน้าจอทรัชกรีนรุ่น NB3Q-TW01B** ปรับปรุงจาก OMRON. **NB series**, 30 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://assets.omron.eu/downloads/manual/en /v109_nb- series_getting_started_guide_en.pdf

[30] **รูปที่ 2.22 (ข.) HUB** ปรับปรุงจาก MISUMI. **Misumi EtherDevice Switch**, 30 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://jp.misumi-ec.com/pdf/el/iesh/manual/2012/IESH-MB205-R_Manual.pdf

[31] **รูปที่ 2.23 (ก.) แสดงการทำงานAuto Switch (ข.) Auto Switch ที่ติดตั้งกับกระบอกสูบ** ปรับปรุงจาก ครูชิตชัย โพธิ์ประภา. **รีดสวิตช์ (reed switch)**, 30 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://phchitchai.wbvschool.net/page/8

[32] **รูปที่ 2.24 Proximity Switch** ปรับปรุงจาก OMRON. **Proximity Sensors**, 31 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.ia.omron.com/products/category/ sensors/proximity-sensors/

[33] **รูปที่ 2.25 แสดงการทำงานของ Inductive Proximity** ปรับปรุงจาก altechcorp. **Inductive ProximitySensors**, 31 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.altechcorp.com /HTML/Sensors_Standard-A.html

[34] **รูปที่ 2.26 แสดงการทำงานของ Capacitive Proximity** ปรับปรุงจาก altechcorp. **Inductive ProximitySensors**, 31 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.altechcorp.com/HTML /Sensors_Standard-A.html

[35] **รูปที่ 2.27 เปรียบเทียบ Proximity Switch ชนิดเหนี่ยวนำ และชนิดเก็บประจุ** ปรับปรุงจาก PSP TECH. (2557). **พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์ (Proximity sensor)**, 1 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.psptech.co.th/%E0%B8%9E%E0%B8%A3%E0%B9%87%E0%B8%AD%E0%B8%81%E0%B8%8B%E0%B8%B4%E0%B8%A1%E0%B8%B4%E0%B8%95%E0%B8%B5%E0%B9%89%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%99%E0%B9%80%E0%B8%8B%E0%B8%AD%E0%B8%A3%E0%B9%8Cproximity-sensor-17211.page

[36] **รูปที่ 2.28 Photoelectric Switch** ปรับปรุงจาก OMRON. **Omron Photoelectric Sensor**, 31 พฤศจิกายน 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.indiamart.com/proddetail/omron-photoelectric-sensor-13810711273.html

[37] **รูปที่ 2.29 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทตัวรับ – ตัวส่งแยกกัน** ปรับปรุงจาก **Factomart. Photoelectric Sensor**, 1 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.factomart.com/th/photoelectric-sensor/

[38] **รูปที่ 2.30 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดสะท้อนกับแผ่นสะท้อน** ปรับปรุงจาก **Factomart. Photoelectric Sensor**, 1 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.factomart.com/th/photoelectric-sensor/

[39] **รูปที่ 2.31 การทำงานของเซนเซอร์ตรวจจับวัตถุชนิดแสงประเภทสะท้อนกับวัตถุ** ปรับปรุงจาก **Factomart. Photoelectric Sensor**, 1 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.factomart.com/th/photoelectric-sensor/

[40] **รูปที่ 2.32 Safety door switch** ปรับปรุงจาก OMRON. **Slim Safety Door Switch D4GS-N**, 1 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.ia.omron.com/data_pdf/cat/d4gs-n_ds_e_7_2_csm1236.pdf

[41] **รูปที่ 2.33 ม่านแสงนิภัย (Safety Light curtain)** ปรับปรุงจาก KEYENCE. **Slim Safety Door Switch D4GS-N**, 1 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.keyence.com/products/safety/light-curtain/index.jsp

[42] **รูปที่ 2.34 Pressure Switch** ปรับปรุงจาก SMC. **Sensors & Switches – Pressure Switches**, 1 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.smcusa.com/products/sensors-switches/pressure-switches~22836

[43] **รูปที่ 2.43 แลดเดอร์ไดอะแกรมเบื้องต้น** ปรับปรุงจาก machineryequipmentonline. **Ladder logic instructions**, 1 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://machineryequipment online.com/ electric-equipment/devices-symbols-and-circuitsreading-and-understanding-ladder-logic/

[44] **รูปที่ 3.15 คุณสมบัติของ CPU Unit รุ่น CP1H-X40DT1-D** ปรับปรุงจาก OMRON Corporation. **CP1H CPU Unit Manual**, 4 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://dim.usal.es/eps/im/roberto/pesados/ryc/CP1H_Operation_Manual_(W450-E1-01).pdf

[45] **รูปที่ 3.16 DeviceNet Module รุ่น CJ1W-DRM21** ปรับปรุงจาก OMRON. **DeviceNet Units**, 5 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.omronkft.hu/nostree/pdfs/plc/networks/w380-e1-07a.pdf

[46] **รูปที่ 3.20 Robo Cylinder รุ่น RCP6-SA4C-WA-35P-16-400-P3-X07** ปรับปรุงจาก IAI. **RCP6 ROBO Cylinder**, 6 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.intelligentactuator.com /partsearch2/RCP6(S)-SA4C_p13-14.pdf

[47] **รูปที่ 3.24 แสดงการเลือก DRT2-ID16-1** ปรับปรุงจาก OMRON. **RT2-ID16/OD16**, 6 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://industrial.omron.com.br/uploads/arquivos/DRT2_ID_OD-Datasheet.PDF

[48] **รูปที่ 3.30 Speed control รุ่น US2-315EC** ปรับปรุงจาก Oriental Motor. **US2 Series**, 7 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.orientalmotor.co.th/products/sc/list/detail/ ?product_name=US2-315EC-5&brand_tbl_code=AC&series_code=D800&type_code=

[49] **รูปที่ 3.31 Vibratory feeder controller รุ่น SDVC34-XL** ปรับปรุงจาก CUH. **Vibratory Feeder**, 8ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.cuh-controller.com/product/sdvc34xl/

[50] **รูปที่ 3.32 Position Controller รุ่น PCON-CB-35P-WAI-DV-0-0-DN** ปรับปรุงจาก IAI. **POWER CON**, 8ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: https://www.iai-robot.co.jp/data_dl/cad_manual/manual/PDF/CONTROLLER/CONTROLLER/ENGLISH/PCON-CB(ME0342-1B).pdf

[51] **ตารางที่ 3.8 แสดงคุณสมบัติของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระสตรง** ปรับปรุงจาก IAI. **POWER CON**, 12 ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://datasheet.octopart.com/S8VS-06024-Omron-datasheet-122986.pdf

[52] **รูปที่ 5.1 แสดงยุคของอุตสาหกรรม** ปรับปรุงจาก Greg Cline. **Industry 4.0 and Industrial IoT in Manufacturing: A Sneak Peek**, 13ธันวาคม 2560. (ออนไลน์), เข้าถึงได้จาก: http://www.aberdeenessentials.com/opspro-essentials/industry-4-0-industrial-iot-manufacturing-sneak-peek/

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ – นามสกุล นางสาวอภิชญา เลิศสิริชินกร

วัน เดือน ปี เกิด วันพฤหัสบดีที่ 9 เดือนมีนาคม พ.ศ.2538

ประวัติการศึกษา

พ.ศ.2544 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นอนุบาล จากโรงเรียนซางตาครูสคอนแวนท์ จังหวัดกรุงเทพฯ

พ.ศ.2550 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา จากโรงเรียนซางตาครูสคอนแวนท์ จังหวัดกรุงเทพฯ

พ.ศ.2553 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนต้น จากโรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพฯ

พ.ศ.2556 สำเร็จการศึกษาระดับชั้นมัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนสตรีวิทยา จังหวัดกรุงเทพฯ

พ.ศ.2560 กำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง