



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การสร้างตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม
Construction of Electrical Control Cabinets for Industrial Vacuum
Machines

โดย

นางสาวกานดา	บัวแก้ว	6023200010
นายทองขาว	ศิल्पชัย	6023200013

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษา
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
ภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2562

หัวข้อโครงการ การสร้างตู้คอนโทรลไฟฟ้าสำหรับสำหรับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม
Construction of Electrical Control Cabinet for Industrial
Vacuum Machine

ผู้ชื่อผู้จัดทำ นางสาวกานดา บัวแก้ว
 นายทองขาว ศิลปชัย

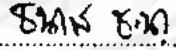
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

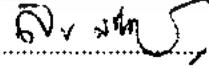
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร


อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
ประจำภาคการศึกษาที่ 2 ปีการศึกษา 2562

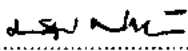
คณะกรรมการสอบโครงการ


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร)


.....พนักงานที่ปรึกษา
(นางธนาพร ชะนา)


.....กรรมการกลาง
(อาจารย์สันติสุข สว่างกล้า)


.....กรรมการกลาง
(อาจารย์จुरะ ชานต้า)


.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.มารุจ ลิมปะวัฒน์นะ)

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 6 มิถุนายน พ.ศ. 2563

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา
เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร

ตามที่คณะผู้จัดทำ นางสาวกานดา บัวแก้ว และ นายทองขาว ศิลปชัย นักศึกษาภาควิชา
วิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยามได้ไปปฏิบัติสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 13
มกราคม ถึงวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2563 ตำแหน่งวิศวกรฝึกหัด ของแผนกไฟฟ้า ส่วนการผลิต ณ
บริษัท ฮูวัก เอเชีย จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง
“การสร้างตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้
จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นางสาวกานดา บัวแก้ว

นายทองขาว ศิลปชัย

นักศึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ชื่อโครงการ	: การสร้างตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม
ชื่อนักศึกษา	: นางสาวกานดา บัวแก้ว 6023200010
	: นายทองขาว ศิลปชัย 6023200013
อาจารย์ที่ปรึกษา	: ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร
ระดับการศึกษา	: ปริญญาตรี (วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต)
ภาควิชา	: วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ	: วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา	: 2/2562

บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้ได้นำเสนอประสบการณ์ที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับการสร้างตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม ซึ่งเป็นการเรียนรู้ระหว่างการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา กับ บริษัท ฮูวัก เอเชีย จำกัด โดยงานที่รับผิดชอบเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม เพื่อให้เครื่องจักรทำงานเป็นไปตามเงื่อนไขและข้อกำหนดต่างๆ ซึ่งทางผู้จัดการแผนกผลิตจะมอบหมายให้พนักงานพี่เลี้ยงแนะนำนักศึกษาสหกิจศึกษาได้ฝึกงานในแผนกไฟฟ้าในตำแหน่งวิศวกรฝึกหัดเพื่อเรียนรู้การทำงานในแผนกไฟฟ้า เกี่ยวกับการสร้างตู้ควบคุมเครื่องจักรของบริษัทโดยเริ่มตั้งแต่การรับคำสั่งการผลิต การออกแบบ การเลือกอุปกรณ์ การประกอบตู้ควบคุม การเขียนโปรแกรมพีแอลซีการติดตั้ง และขั้นตอนการทดสอบตู้ควบคุม ได้ถูกนำเสนออย่างละเอียดในโครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้

คำสำคัญ : เครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม/ตู้ควบคุมไฟฟ้า/การเขียนโปรแกรมพีแอลซี

Project Title : Construction of Electrical Control Cabinets
for Industrial Vacuum Machines

By : Ms.Kanda Boukaew 6023200010
: Mr.Thongkaow Silapachai 6023200013

Advisor : Asst.Prof.Vyapote Supabowornsathian

Degree : Bachelor of Engineering

Major : Electrical Engineering

Faculty : Engineering

Semester/Academic year : 2/2019

Abstract

This co-operative study project presented practical experiences in Construction of Electrical Control Cabinets for Industrial Vacuum Machines. This was the learning between cooperative studies with Huwak Asia Co., Ltd. The intern was responsible for the design and construction of electrical control cabinets for industrial vacuum cleaners to work in accordance with various conditions and requirements. The intern was assigned work in the electrical department as a trainee engineer to learn in the electrical department. It consisted of the construction of the company's machine control cabinet from taking orders, manufacturing, designing, equipment selections, assembling the control cabinet PLC programming, installation and control cabinet testing procedure. The details of the cooperative education project was described in the project.

Keywords: Vacuum Machines, Electrical Control Cabinets, PLC Programing

Approved by

.....

กิตติกรรมประกาศ (Acknowledgement)

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ฮิวทักเอเชีย จำกัด ตั้งแต่วันที่ 13 มกราคม ถึงวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2563 รวมทั้งสิ้น 15 สัปดาห์ ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่าง ๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษานี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. บริษัท ฮิวทักเอเชีย จำกัด
2. นาง ธนาพร ชะนา พนักงานที่ปรึกษา
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบรรเสถียร อาจารย์ที่ปรึกษา

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

ผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริงซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

นางสาวกานดา บัวแก้ว

นายทองขาว ศิลปชัย

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Electrical Control Cabinet)	3
2.2 Enclosure (ตัวตู้ด้านนอก)	3
2.3 มอเตอร์ (Motor)	3
2.4 วงจรกำลัง(Power Circuit)	9
2.5 วงจรควบคุม(Control Circuit)	10
2.6 มอเตอร์เบรกเกอร์ (Motor Breaker)	11
2.7 Magnetic Contactor	12
2.8 รีเลย์ (Relay)	13
2.9 Timer Relay	17
2.10 PLC	18
2.11 Push Button Switch	25
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	30
3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลกระทบการให้บริการหลักขององค์กร	30
3.3 รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร	31
3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย	31
3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา	31
3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน	31

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	32
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติตามโครงการ	
4.1 ศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงาน	33
4.2 ศึกษาอุปกรณ์ต่างๆ ในแผนกโปรดักชั่น	34
4.3 ศึกษาการข้อกำหนดของบริษัทเกี่ยวกับทางด้านไฟฟ้า	35
4.4 ศึกษาการออกแบบเงื่อนไขของตู้ควบคุมไฟฟ้า	41
4.5 ศึกษาการเขียนแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า	44
4.6 ทำความรู้จักกับ Software LogoSoft Comfort.	54
4.7 ศึกษาการประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้า	67
4.8 ศึกษาการทดสอบตู้ควบคุมไฟฟ้า	74
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลการปฏิบัติการ	75
5.2 ประโยชน์ด้านสังคม	75
5.3 ประโยชน์ด้านการทำงาน	75
5.4 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน	75
5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน	76
บรรณานุกรม	77
ภาคผนวก ก	78
ประวัติผู้จัดทำ	98
อัครวิสุทธิ์	

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง (Direct on line starting)	6
รูปที่ 2.2 Motor Current Motor Torque	8
รูปที่ 2.3 วงจรและหลักการทำงานของการสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า	9
รูปที่ 2.4 วงจรกำลัง (Power Circuit)	10
รูปที่ 2.5 Magnetic Contactor	13
รูปที่ 2.6 รีเลย์ (Relay)	13
รูปที่ 2.7 รีเลย์ (Relay)	14
รูปที่ 2.8 Coil ที่อยู่ในตัวของ Relay	14
รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์	15
รูปที่ 2.10 Mechanical indicator , LED indicator	15
รูปที่ 2.11 Tester	16
รูปที่ 2.12 จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน	16
รูปที่ 2.13 โครงสร้างของพีแอลซี	19
รูปที่ 2.14 อุปกรณ์สวิทช์ควบคุมวงจร (Control Circuit Elements)	24
รูปที่ 2.15 โครงสร้างของสวิทช์ปุ่มกด	25
รูปที่ 2.16 แบบกดติด ปล่อยดับ	26
รูปที่ 2.17 แบบกดติด กดดับ	26
รูปที่ 2.18 หลอดไฟแสดงสถานะหน้าตู้ควบคุม (Status or Pilot Lamp)	27
รูปที่ 2.19 แสดงสถานะเพียงอย่างเดียว	27
รูปที่ 2.20 แสดงสถานะพร้อมสวิทช์ปุ่มกด	27
รูปที่ 2.21 แสดงสถานะพร้อมเสียงเตือน Buzzer	28
รูปที่ 2.22 ซีล็คเตอร์สวิทช์ และสวิทช์กุญแจ (Selector Switch & Key Switch)	28
รูปที่ 2.23 สวิทช์ฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch)	29
รูปที่ 3.1 แผนผังองค์กร	31
รูปที่ 4.1 ศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานจากพนักงานที่ปรึกษา	34
รูปที่ 4.2 รูปแสดงถึงหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องดูดฝุ่น	35
รูปที่ 4.5 รูปแสดงตัวอย่างตามคำนิยามต่างๆทางด้านไฟฟ้า	41
รูปที่ 4.6 รูปแสดงตัวอย่างมาตรฐานการออกแบบสตาร์ทมอเตอร์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 4 kW	22
รูปที่ 4.7 การออกแบบมาตรฐานของแต่ละฟังก์ชันในการทำงาน	43
รูปที่ 4.9 รูปแสดงตัวอย่าง Layout อุปกรณ์ที่ติดตั้งที่หน้าตู้ควบคุมไฟฟ้า	44
รูปที่ 4.10 รูปแสดงตัวอย่าง Layout อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า	45

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.12 รูปแสดงตัวอย่าง Front Page ของแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Circuit Diagram)	47
รูปที่ 4.13 รูปแสดงตัวอย่าง คำนิยามและรายชื่อของอุปกรณ์ของตู้ควบคุมไฟฟ้า	47
รูปที่ 4.14 รูปแสดงตัวอย่าง Layout ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งด้านนอกของตู้ควบคุมไฟฟ้า	48
รูปที่ 4.15 รูปแสดงตัวอย่าง Layout ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในของตู้ควบคุมไฟฟ้า	49
รูปที่ 4.16 รูปแสดงตัวอย่าง Circuit Diagram	50



สารบัญตาราง

	หน้า
รูปที่ 4.3 ตารางแสดงอุปกรณ์แอสแตนดาร์ดของบริษัทที่สามารถนำมาใช้ประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้า	36
รูปที่ 4.4 ตารางแสดงคำจำกัดความต่างๆทางด้านไฟฟ้า	37
รูปที่ 4.8 รูปตารางแสดงตัวอย่าง Standard Function	43
รูปที่ 4.11 รูปตารางแสดงตัวอย่าง Components List	46
รูปที่ 4.17 รูปตารางแสดงตัวอย่าง Terminal Diagram	51
รูปที่ 4.18 รูปตารางแสดงตัวอย่าง Cable Diagram	52
รูปที่ 4.19 ตารางแสดง I/O List ของเครื่องตู้ในอุตสาหกรรม รุ่น DS 2520	53



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

บริษัท ฮิวทักเอเชีย จำกัด เป็นโรงงานประกอบเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมเพื่อจำหน่ายในภูมิภาคเอเชีย ซึ่งนำเข้าชิ้นส่วนมาจากสำนักงานใหญ่ บริษัท ฮิวทัก เยอรมันนี จำกัด แต่ระบบควบคุมของเครื่องจักรนั้นออกแบบและประกอบโดยแผนกไฟฟ้าในส่วนผลิตของบริษัทฮิวทักเอเชียเองภายใต้ข้อกำหนดและมาตรฐานเดียวกับที่สำนักงานใหญ่ในประเทศเยอรมันนี

การเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา ทำให้มีโอกาที่จะได้หาความรู้และประสบการณ์เพิ่มเติมในการนำไปประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวัน รวมทั้งทราบถึงการทำงานที่มีขั้นตอนการทำงานและระเบียบข้อบังคับต่างๆ ซึ่งการปฏิบัติงานและการนำความรู้ด้านต่างๆ มาใช้ในการแก้ปัญหาต่างๆ จะทำให้เกิดแนวทางในการศึกษาหาความรู้เพิ่มเติมและนำไปปฏิบัติใช้ในอนาคตต่อไป

ด้วยเหตุนี้จึงจัดทำรายงานโครงการสหกิจศึกษาเล่มนี้ขึ้น เพื่อใช้สำหรับเป็นแนวทางในการผลิตตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมได้ ซึ่งจะนำเสนอเนื้อหาของการศึกษาและวิธีการตั้งแต่เริ่มต้นในการผลิต ควบคุมเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมจนถึงขั้นตอนสุดท้ายคือการทดสอบการทำงาน เพื่อให้เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อเรียนรู้ในการทำความเข้าใจถึงขบวนการผลิตตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม
- 1.2.2 เพื่อเรียนรู้ในการประสานงานและให้ความร่วมมือกับผู้ร่วมงาน
- 1.2.3 เพื่อให้มีความเข้าใจในการเลือกใช้อุปกรณ์อุปกรณ์สำหรับตู้ควบคุมไฟฟ้าตามเงื่อนไขหรือข้อกำหนดต่างๆเป็นไปตามต้องการของลูกค้า
- 1.2.4 เพื่อให้เรียนรู้การทำงานเป็นหมู่คณะ
- 1.2.5 เพื่อให้ผู้ปฏิบัติงานรู้จักการทำงานอย่างปลอดภัยเป็นขั้นตอนและถูกต้อง
- 1.2.6 เพื่อให้ทราบถึงหลักการออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า
- 1.2.7 เพื่อให้ทราบถึงหลักการทดสอบตู้ควบคุมไฟฟ้า
- 1.2.8 เพื่อเสริมสร้างประสบการณ์ในการทำงาน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ออกแบบตู้ควบคุมเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมให้ทำงานเป็นไปตามเงื่อนไขดังต่อไปนี้

- การสตาร์ทมอเตอร์แบบ $Y-\Delta$ (สตาร์ท- เดลต้า)
- ป้องกันการต่อสายเรียงสลับเฟสด้วย (Phase Monitoring Relay)
- ป้องกันมอเตอร์กระแสเกิน (Motor Overload Protection)
- การแจ้งเตือนเมื่อแรงดันอัดอากาศต่ำ (Compressed Air Low)
- การแจ้งเตือนเมื่อแรงดันแตกต่างของความดันผ้ากรองฝุ่นเกินกำหนด (Filter Differential Pressure Monitoring)
- การควบคุมการเดินเครื่องหรือหยุดเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมโดยสัญญาณเครื่องจักรหลัก (Remote Start/Stop Function)
- การส่งสัญญาณไปที่เครื่องจักรหลักเมื่อเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมพร้อมใช้งาน กำลังให้งาน หรือเกิดข้อผิดพลาด (Interlocking Signals between Main machine and Vacuum Cleaner)
- การบันทึกชั่วโมงการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม (Vacuum Cleaner's Operating Hour Meter)

1.3.2 การทดสอบตู้ควบคุมไฟฟ้าก่อนนำไปติดตั้ง

1.3.3 การติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าเข้ากับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม

1.3.4 การทดสอบความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม

1.3.5 การทดสอบเงื่อนไขการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 การทำงานอย่างปลอดภัย

1.4.2 เข้าใจหลักการ และ วิชาการมากขึ้นจากการปฏิบัติงานจริง

1.4.3 เข้าใจการออกแบบวงจรไฟฟ้าให้ทำงานเป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนด

1.4.4 เข้าใจการทดสอบตู้ควบคุมไฟฟ้า

1.4.5 เข้าใจการทดสอบความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมตามข้อกำหนดของบริษัท

1.4.6 รู้จักแก้ไขปัญหาเบื้องต้น การวางแผนการปฏิบัติงาน

1.4.7 สามารถวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้นและการแก้ไขได้ตรงจุด

1.4.8 สามารถนำความรู้และประสบการณ์ที่ได้มาเพื่อใช้ในการทำงานต่อไปในอนาคต

บทที่ 2

การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตู้ควบคุมไฟฟ้า (Electrical Control Cabinet)

ตู้ควบคุมไฟฟ้า คือ ตู้ที่เป็นแหล่งรวม อุปกรณ์ควบคุมไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักรรวมถึงอุปกรณ์วัดคุมต่างๆตามข้อกำหนดของเครื่องจักรนั้นๆ เช่น มอเตอร์เบรกเกอร์ (Motor Breaker), Magnetic Contactor, รีเลย์ (Relay), PLC, มิเตอร์ (Meter), อุปกรณ์สวิตช์ควบคุมวงจร (Control Circuit Elements) เช่น สวิตช์ปุ่มกด (Push Button Switch) และหลอดไฟแสดงสถานะต่างๆ (Pilot lamp)

2.2 Enclosure (ตัวตู้ด้านนอก)

ตัวตู้ด้านนอกประกอบขึ้นมาจากโลหะโดยขึ้นโครงเข้ารูปเพื่อให้เป็นโครงตู้ มีประตูเปิดปิดได้ที่ด้านหน้าหรือทุกด้าน โดยประตูอาจจะมีสองชั้น (กรณีนี้ประตูด้านนอกมักประกอบเข้ากับแผ่นพลาสติกใสหรือกระจก เพื่อใช้มองสัญญาณไฟที่เตือนอยู่ด้านในได้) ซึ่งการออกแบบตู้จะต้องคำนึงถึงคุณสมบัติที่สำคัญต่างๆ ดังนี้

- สามารถทนรับแรงดันจากภายนอกได้
- ทนความร้อน (ในระดับความร้อนที่ผิดปกติอันเนื่องมาจากการ ลัดวงจร (Arc))
- ทนการกัดกร่อนของสารเคมีหรือน้ำทะเล
- ป้องกันความชื้น
- ป้องกันฝุ่น
- ป้องกันวัตถุแข็ง
- ป้องกันการไหลเข้าของของเหลว
- ป้องกันสัตว์เลื้อยคลานเข้าไปภายในตู้
- ป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีกระแสไฟฟ้า

โดยค่าการป้องกันตามข้างต้นต้องถูกต้องตามมาตรฐานที่กำหนดไว้ ในแบบมาตรฐาน ม.อ.ก. / IEC / IP (พิกัดการกันน้ำกันฝุ่น)

2.3 มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์เป็นเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล ประกอบด้วยขดลวดที่พันรอบแกนโลหะที่วางอยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็กโดย เมื่อผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปยังขดลวดที่อยู่ระหว่างขั้วแม่เหล็ก จะทำให้ขดลวดหมุนไปรอบแกน และเมื่อสลับขั้วไฟฟ้า การหมุนของขดลวดจะหมุนกลับทิศทางเดิม

มอเตอร์ (Motor) มี 2 ประเภท คือ

1. มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor)
2. มอเตอร์กระแสสลับ (AC Motor)

มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ เพื่อทำให้เกิดการดูดและผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากขดลวดมอเตอร์จึงหมุนได้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ คือ มอเตอร์ที่ป้อนไฟฟ้ากระแสสลับเข้าไปเพื่อให้ได้พลังงานกลออกมา โครงสร้างของมอเตอร์คล้ายมอเตอร์กระแสตรง แต่จำนวนเฟสมีทั้ง 1 เฟสและ 3 เฟส โดย 3 เฟสจะมีจำนวนขดลวดจะเพิ่มเป็น 3 ชุด มอเตอร์กระแสสลับนิยมใช้งานทุกประเภทตั้งแต่อุปกรณ์ขนาดเล็กไปจนถึงในอุตสาหกรรมทุกประเภท เนื่องจากมีราคาถูกกว่าเครื่องจักรกลไฟฟ้ากระแสตรง สามารถต่อกับไฟฟ้ากระแสสลับได้โดยง่าย และมีการบำรุงรักษาน้อย นิยมใช้งานของมอเตอร์แบบเหนี่ยวนำ (induction motor) เป็นจำนวนมาก

ทำไมต้องมีการควบคุมการสตาร์ทของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับ 3 เฟส

ในการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าสลับ 3 เฟสที่ใช้ความเร็วรอบคงที่ มอเตอร์ในขณะสตาร์ทจากจุดหยุดนิ่งจะต้องใช้กระแสจำนวนมากเพื่อเอาชนะแรงเฉื่อยขณะหยุดนิ่งและเมื่อมอเตอร์ทำงานจะเกิดแรงบิดหรือแรงฉุดกระชากที่สูงมาก เราจึงต้องหาวิธีลดกระแสลงรวมทั้งลดแรงบิดลงซึ่งเป็นสาเหตุของการเกิดความเสียหายของแบร์ริงหรืออุปกรณ์เครื่องจักรที่อยู่กับเพลลาของมอเตอร์

วิธีการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าสลับ 3 เฟส

วิธีการสตาร์ทมอเตอร์ไฟฟ้าสลับ 3 เฟส มีหลายวิธี แต่ที่นิยมใช้กันจะมี 2 ประเภท คือ

1. การสตาร์ทแบบแรงดันเต็มพิกัด (Full Voltage Starting)

หรือที่เราเรียกว่าการต่อโดยตรง (Direct Online Starter: DOL) นั่นเอง มอเตอร์จะมีกระแสขณะสตาร์ทประมาณ 6 ถึง 7 เท่าของกระแสพิกัดจึงเหมาะกับมอเตอร์ขนาดเล็ก เช่น มอเตอร์มีขนาดไม่เกิน 5 กิโลวัตต์ หรืออาจใช้ในมอเตอร์ขนาดใหญ่กว่านี้ที่ต้องการแรงบิดสูง การสตาร์ทด้วยวิธีนี้หากใช้กับเครื่องจักรที่มีโหลดน้อยๆ จะทำให้อัตราเร่งของโรเตอร์สูงเกินไป เนื่องจากมอเตอร์มีแรงบิดขณะสตาร์ทสูงจะทำให้เกิดการกระชาก ซึ่งจะนำไปสู่การสึกหรอของชุดส่งกำลัง, ชุดเกียร์และชุดขับเคลื่อน ทำให้เกิดการชำรุดและสึกหรออย่างรวดเร็วซึ่งมอเตอร์จะถูกต่อผ่านอุปกรณ์สตาร์ทแล้วต่อเข้ากับสายไฟกำลังโดยตรงทำให้มอเตอร์สตาร์ทด้วยแรงดันเท่ากับสายจ่ายแรงดันทันทีทันใดและกระแสขณะ

สตาร์ทสูงถึงประมาณ 600 % ของแรงดันเต็มพิกัด ก่อให้เกิด อันตรายต่อมอเตอร์ หรือวงจรไฟฟ้าอื่นๆ ที่ต่อร่วมสายจ่ายกำลังมอเตอร์ได้

ส่วนประกอบของวงจรสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง

1.1.1 วงจรสตาร์ท (Start Circuit)

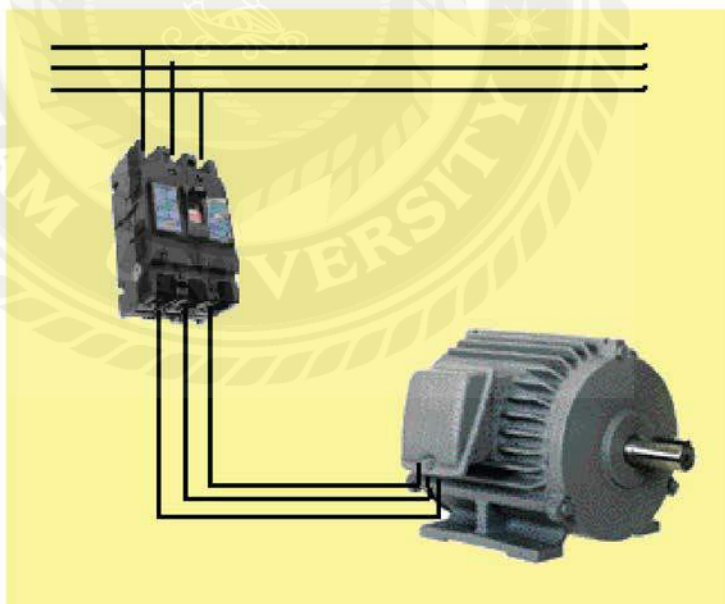
ทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าไปเข้าคอยล์แม่เหล็ก ทำให้คอนแทกเตอร์ทำงานจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังมอเตอร์

1.1.2 วงจรคงสภาพการทำงาน (Holding หรือ Maintaining Circuit)

ทำหน้าที่รักษาสภาพการทำงานของคอนแทกเตอร์เอาไว้ หลังจากวงจรสตาร์ทเปิดวงจร

1.1.3 วงจรป้องกันมอเตอร์ (Protection Circuit)

ประกอบด้วยฟิวส์ และโอเวอร์โวลต์ ทำหน้าที่ป้องกันมอเตอร์จากการเกิดโอเวอร์โวลต์ และป้องกันการลัดวงจร



รูปที่ 2.1 การสตาร์ทมอเตอร์โดยตรง (Direct on line starting)

2. การสตาร์ทโดยการลดแรงดัน (Reduce Voltage Starting)

การสตาร์ทมอเตอร์ 3 เฟสที่มีขนาดใหญ่เกินกว่า 5 กิโลวัตต์นั้นไม่สามารถใช้วิธีการสตาร์ทตรงได้ (Direct Start) ได้ เนื่องจากกระแสสตาร์ทสูงมาก (ปกติค่ากระแสสตาร์ทสูงประมาณ 5 - 7 เท่า ของค่ากระแสตามปกติของค่ากระแสตามปกติ ของค่าพิกัดมอเตอร์) จึงต้องการอาศัยเทคนิค การสตาร์ทมอเตอร์ ที่สามารถลดกระแสขณะสตาร์ทมอเตอร์ได้มีฉะนั้นแล้วการสตาร์ทมอเตอร์ขนาดใหญ่ จะทำให้เกิดผลเสียแก่ ระบบไฟฟ้าหลายประการ เช่น

1. ทำให้เกิดไฟแสงสว่างวูบหรือกระพริบ
2. ทำให้อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าตกทำงาน
3. อาจเกิดโอเวอร์โหลดแก่ระบบจ่ายไฟเข้าโรงงาน เช่น หม้อแปลงไฟฟ้า
4. อาจทำให้พิวส์แรงสูงที่ระบบจ่ายไฟฟ้าขาด
5. กระทบต่อการทำงานของมอเตอร์ตัวอื่นๆ ในโรงงานที่ทำงานในสภาวะโอเวอร์โหลดอาจดับหรือหยุดทำงานได้เพราะไฟตก

ดังนั้นมอเตอร์ที่มีขนาดสูงกว่า 5 กิโลวัตต์ต้องใช้เทคนิคการสตาร์ทมอเตอร์ เป็นการลดกระแสในขณะสตาร์ทมอเตอร์ไม่ให้สูงจนเป็นอันตรายจึงต้องมีการลดแรงดันในขณะสตาร์ทซึ่งเป็นผลทำให้กระแสในขณะสตาร์ทลดลงด้วย การสตาร์ทมอเตอร์โดยวิธีการลดแรงดันมีหลายวิธีเช่น

1. การใช้หม้อแปลงออโต้ (Auto-Transformer Reduced-Voltage Starter)

วิธีการสตาร์ทมอเตอร์แบบนี้ใช้หม้อแปลงออโต้ที่มีขดลวดหลายชุดที่สามารถเปลี่ยนแท็ปแรงดันได้หลายระดับเช่น 50%, 65% หรือ 80% ของแรงดันสายจ่าย เป็นต้น

2. การสตาร์ทโดยใช้ขดลวดบางส่วน (Part-Winding Starter)

การสตาร์ทแบบนี้ใช้ขดลวดแยกกัน 2 ชุดต่อขนานกันภายในสเตเตอร์ของมอเตอร์ สามารถลดกระแสขณะสตาร์ทได้ถึง 20% - 35% ของกระแสเต็มพิกัด

3. การใช้ความต้านทานปฐมภูมิ (Primary Resistance Starter)

เป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด โดยการใช้ความต้านทานต่ออนุกรมกับขดลวดแต่ละเฟสของมอเตอร์ ทำให้แรงดันขณะสตาร์ทตกคร่อมความต้านทานและขดลวดมอเตอร์ในแต่ละเฟสรับแรงดันจากสายจ่ายกำลังประมาณ 70% - 80% และเมื่อมอเตอร์หมุนไปได้สักระยะหนึ่งความต้านทานก็จะถูกตัดออกไปและปล่อยให้มอเตอร์รับแรงดันจากสายจ่ายได้โดยตรง

4. การใช้ขดลวดเหนี่ยวนำปฐมภูมิ (Primary Reactance Starter)

เป็นวิธีการสตาร์ทมอเตอร์ที่มีลักษณะคล้ายกับการใช้ความต้านทานในข้อ 3 แต่ใช้ขดลวดเหนี่ยวนำ ต่อแทนความต้านทานมีข้อดีกว่าการใช้ ความต้านทานคือ สามารถลดการสูญเสียพลังงานไฟฟ้า เนื่องจากความร้อนได้

5. การสตาร์ทแบบสตาร์-เดลตา (Star-Delta Starter)

การสตาร์ทแบบสตาร์-เดลตานี้เป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากออกแบบง่าย และเหมาะสำหรับการสตาร์ทมอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำใช้สำหรับมอเตอร์ที่มีการต่อขดลวดภายในที่มีปลายสายต่อออกมาข้างนอก 6 ปลาย และมอเตอร์จะต้องมีพิกัดแรงดันสำหรับ การต่อแบบเดลตาที่สามารถต่อเข้ากับแรงดันสายจ่ายได้อย่างปลอดภัย ปกติพิกัดที่ตัวมอเตอร์สำหรับระบบแรงดัน 3 เฟส 380 V จะระบุเป็นเป็น 380/660 V ในขณะที่สตาร์ทมอเตอร์จะทำการต่อแบบสตาร์ (Star หรือ Y) ซึ่งสามารถลดแรงดันขณะสตาร์ทได้ และเมื่อมอเตอร์หมุนไปได้สักระยะหนึ่งมอเตอร์จะทำการต่อแบบเดลตา (Delta หรือ D)

6. การสตาร์ทสลีปรिंगมอเตอร์ (Slip ring motor starter)

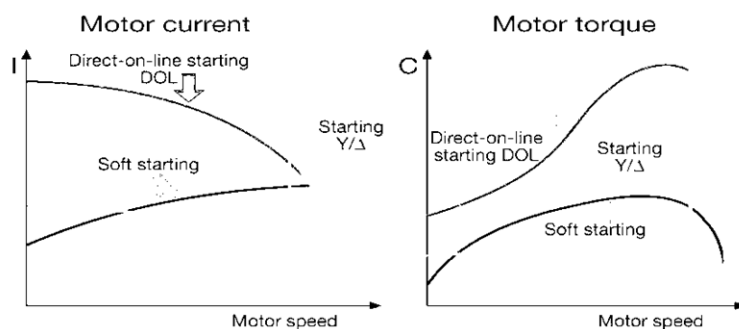
มอเตอร์สลีปรिंगเป็นมอเตอร์ที่มีโรเตอร์เป็นแบบขดลวดพัน และมีวงแหวนลื่น (Slip ring) สำหรับต่อความต้านทานภายนอกเข้าไปยังขดลวดโรเตอร์ในการเริ่มสตาร์ทมอเตอร์มีจุดประสงค์เพื่อลดกระแสขณะสตาร์ท

7. การสตาร์ทโดยการใช้อุปกรณ์โซลิดสเตต (Solid State motor starter)

เป็นการสตาร์ทมอเตอร์โดยการใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่เป็นประเภทโซลิดสเตต โดยปกติเป็นพวก เอสซีอาร์ (Silicon Control Rectifier; SCR) ซึ่งในขณะที่มอเตอร์เริ่มเร่งความเร็วอุปกรณ์โซลิดสเตต จะช่วยควบคุมแรงดันและกระแสให้เหมาะสม เอสซีอาร์มีความสามารถในการสวิตช์ได้อย่างรวดเร็ว ทำให้แรงบิดขณะสตาร์ทเรียบไม่กระชาก

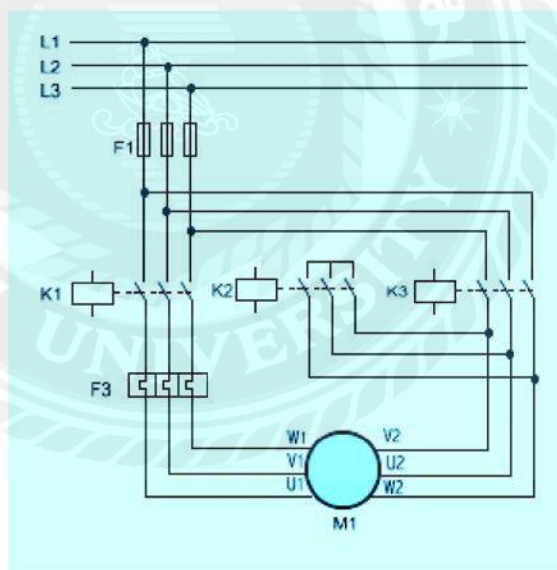
ซึ่งวิธีที่ใช้งานกันมากในอุตสาหกรรมคือ การสตาร์ทแบบ Star-Delta ในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะ การสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้าเท่านั้น

การสตาร์ทแบบสตาร์-เดลต้า ใช้เทคนิคการสตาร์ทมอเตอร์แบบลดกระแสตอนเริ่มต้นเพื่อแก้ปัญหากระแสชากสูง ซึ่งเกิดผลเสียดังที่กล่าวมาแล้ว โดยการทำงานมอเตอร์จะถูกสตาร์ททำงานแบบ Star และเมื่อมอเตอร์หมุนไปด้วยความเร็ว 75% ของความเร็วพิกัด มอเตอร์จะถูกสั่งให้ทำงานแบบ Delta แทน เราสามารถดูกราฟกระแสและแรงบิดที่ลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับระหว่งการสตาร์ทแบบต่อโดยตรงและสตาร์-เดลต้า



รูปที่ 2.2 Motor Current Motor Torque

การสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า นี้เป็นวิธีการที่นิยมใช้กันมาก เนื่องจากออกแบบง่ายและเหมาะสมสำหรับการสตาร์ทมอเตอร์สามเฟสแบบเหนี่ยวนำ ใช้สำหรับมอเตอร์ที่มีการต่อขดลวดภายในที่มีปลายสายต่อออกมาข้างนอก 6 ปลายและมอเตอร์จะต้องมีฟิวส์แรงดันสำหรับการต่อแบบเดลตาที่สามารถต่อเข้ากับแรงดันสายจ่ายได้อย่างปลอดภัย ปกติฟิวส์ที่ตัวมอเตอร์สำหรับระบบแรงดัน 3 เฟส 380 V จะระบุเป็น 380/660 V

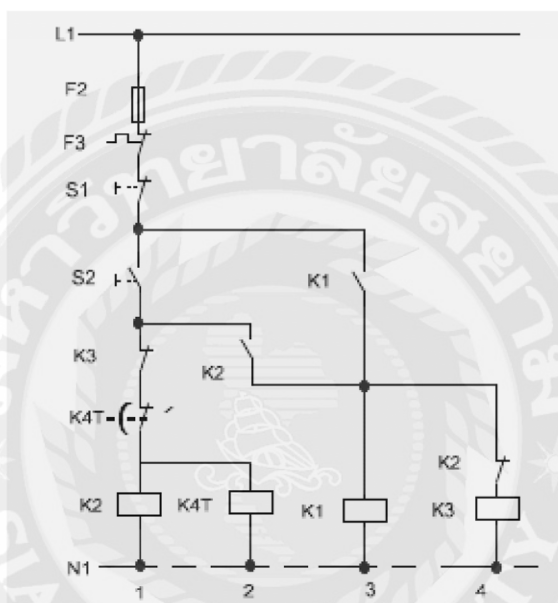


รูปที่ 2.3 วงจรและหลักการทำงานของ การสตาร์ทแบบสตาร์ท-เดลต้า

2.4 วงจรกำลัง (Power Circuit)

วงจรกำลังของการสตาร์ทมอเตอร์ แบบสตาร์-เดลต้า นั้นการสตาร์ท จะต้องเรียงกัน ไปจากสตาร์ไปเดลต้า และคอนแทคเตอร์สตาร์ กับคอนแทคเตอร์เดลต้าจะต้องมี Interlock ซึ่งกันและกัน การควบคุมมี 2 อย่างคือ เปลี่ยนจากสตาร์ไปเดลต้าโดยการกด PushButtonSwitch กับเปลี่ยนโดยอัตโนมัติด้วยการใช้ รีเลย์ตั้งเวลาการควบคุมแบบอัตโนมัติมี 2 วิธี

1. ต่อจุดสตาร์ด้วย K2 ก่อนจ่ายไฟเข้า K1
2. จ่ายไฟด้วย K1 ก่อนต่อจุดสตาร์ด้วย K2



รูปที่ 2.4 วงจรกำลัง (Power Circuit)

2.5 วงจรควบคุม (Control Circuit)

วงจรควบคุมสตาร์ทมอเตอร์สตาร์-เดลต้าแบบอัตโนมัติโดยใช้รีเลย์ตั้งลำดับขั้นตอนการทำงาน

1. กด S2 ทำให้คอนแทค K2 ทำงานต่อแบบสตาร์และรีเลย์ตั้งเวลา K4T ทำงานคอนแทคปิด ของ K2 ในแถวที่ 4 ตัดวงจร K3 และคอนแทคปกติปิดในแถวที่ 2 ต่อดังนั้นให้เมนคอนแทค K1
2. หลังจากที่ K1 ทำงานและปล่อย S2 ไปแล้ว หน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O.) ของ K1 ในแถวที่ 3 ต่อดังนั้นให้คอนแทคเตอร์ K2 และตัวตั้งเวลา K4T จะทำงานตลอดเวลาขณะนี้มอเตอร์หมุนแบบสตาร์ (Star)
3. รีเลย์ตั้งเวลา K4T ทำงานหลังจากเวลาที่ตั้งไว้คอนแทคเตอร์ K2 จะถูกตัดออกจากวงจรด้วยหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C.) ของ รีเลย์ตั้งเวลา K4T ในแถวที่ 1 หน้าสัมผัสปกติปิด (N.C.) ของ K2 ในแถวที่ 4 กลับสู่สภาวะเดิมต่อดังนั้นให้คอนแทคเตอร์ K3 ทำงาน และหน้าสัมผัสปกติปิด (N.C.) ของ K3 ในแถวที่ 1 จะตัดคอนแทคเตอร์ K2 และรีเลย์ตั้งเวลา K4T ออกจากวงจร จะคงเหลือคอนแทคเตอร์ K1 และ K3

ทำงานร่วมกันมอเตอร์หมุนแบบ เดลต้า(Delta)

4. เมื่อต้องการหยุดการทำงานของมอเตอร์ให้กดสวิทช์ S1(Stop)

ข้อดีของการสตาร์ทมอเตอร์แบบ Star-Delta

ลดกระแส Inrush Current ที่เกิดขึ้นช่วง Start Motor

ไม่ก่อให้เกิด Harmonics ในระบบ

ซ่อมบำรุงรักษาง่าย

ข้อเสียของการสตาร์ทมอเตอร์แบบ Star-Delta

ถ้าต่อมอเตอร์ใช้งานในระบบของไหล เช่น ปั้มน้ำ ปั้มไฮดรอลิก แล้วมีการหยุดมอเตอร์ทันที จะทำให้เกิด Water Hammer, Water Surge ซึ่งมีผลทำให้ท่อระเบิด หรือใบพัดหัก

ราคาสูงกว่าแบบ DOL เพราะใช้อุปกรณ์ มากกว่า

วงจรซับซ้อน ถ้าต่อผิดอาจทำให้ระเบิดได้

2.6 มอเตอร์เบรกเกอร์ (Motor Breaker)

 <p>ป้องกันความผิดพลาดทางไฟฟ้า</p> <p>ป้องกันความผิดพลาดทางไฟฟ้า เช่น การลัดวงจร ไฟรั่ว หรือไฟช็อต มอเตอร์เบรกเกอร์สามารถขัดจังหวะความผิดพลาดทางไฟฟ้าใดๆ ที่อยู่ต่ำกว่าค่า Breaking Capacity (Icu) ได้</p>	 <p>ป้องกันมอเตอร์เกิดโอเวอร์โหลด</p> <p>การป้องกันมอเตอร์เกิดโอเวอร์โหลด เมื่อมอเตอร์ดึงกระแสไฟฟ้าไปใช้เกินกว่าค่าที่ระบุไว้บน nameplate</p>	 <p>ป้องกันเปลวไม่สมดุลและการสูญเสียเฟส</p> <p>การป้องกันความไม่สมดุลของเฟสและการสูญเสียเฟส เจ็อนโซ ทั้งสองอย่างนี้สามารถทำให้มอเตอร์สามเฟสเสียหายได้ ดังนั้นมอเตอร์จะถูกปลดออกทันทีเมื่อตรวจพบข้อผิดพลาดจากทั้งสองกรณีนี้</p>
--	---	--

การจะสตาร์ทมอเตอร์นั้นมีอุปกรณ์ที่ใช้อยู่หลายอย่าง นอกจากแมกเนติกกับโอเวอร์โหลดที่ถือว่าเป็นอุปกรณ์สำคัญแล้ว ยังมีอุปกรณ์อีกตัวหนึ่งที่จะขาดไปไม่ได้เลย นั่นก็คือ เบรกเกอร์สำหรับสตาร์ทมอเตอร์ หรือที่เรียกกันว่า Motor Protection Circuit Breaker หรือเรียกย่อๆ ว่า MPCB อุปกรณ์ตัวนี้นับว่าเป็นอุปกรณ์ใหม่ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้ในการสตาร์ทมอเตอร์โดยเฉพาะ ทดแทนการใช้เบรกเกอร์แบบทั่วไปที่มีข้อจำกัดอยู่

Motor Protection Circuit Breaker (MPCB) เป็นอุปกรณ์ประเภทป้องกันไฟฟ้าเฉพาะ ซึ่งออกแบบมาใช้กับมอเตอร์ไฟฟ้าโดยเฉพาะ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีแบบใหม่ที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้เหมาะกับการ

สตาร์ทมอเตอร์ สามารถใช้กับวงจรมอเตอร์ทั้ง 60 Hz และ 50 Hz มอเตอร์เบรกเกอร์จะต่างจากเบรกเกอร์ทั่วไปตรงที่ช่วยลดความยุ่งยากในการเลือกใช้งาน ที่มีกบพบเจอเมื่อใช้เบรกเกอร์ทั่วไป

การทำงานของมอเตอร์เบรกเกอร์ (Motor Breaker)

การทำงานของมอเตอร์ เบรกเกอร์จะมีการทำงานที่เหมือนกับนำการทำงานของโอเวอร์โวลต์ รีเลย์ และ เซอร์คิต เบรกเกอร์ มารวมกัน เพราะมอเตอร์เบรกเกอร์ก็คืออุปกรณ์ที่รวมหน้าที่ทำงานของ 2 อุปกรณ์เอาไว้ด้วยกัน คือสามารถป้องกันการลัดวงจรและโอเวอร์โวลต์ได้

ภายในโอเวอร์โวลต์มีขดลวดความร้อน (Heater) พันกับแผ่นไบเมทัล (Bimetal หรือแผ่นโลหะผลิตจากโลหะต่างชนิดกัน) เชื่อมติดกัน เมื่อได้รับความร้อนแผ่นโลหะจะโค้งตัว ขดลวดความร้อนซึ่งเป็นทางผ่านของกระแสไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟไปมอเตอร์ เมื่อกระแสไหลเข้าสู่ในระดับค่าหนึ่ง ส่งผลขดลวดความร้อนทำให้แผ่นไบเมทัลร้อนและโค้งตัว ดันให้หน้าสัมผัสปกติปิด NC ของโอเวอร์โวลต์ที่ต่ออนุกรมอยู่กับแผงควบคุมเปิดวงจร ตัดกระแสไฟฟ้าจากคอยล์แม่เหล็กของคอนแทกเตอร์ ทำให้หน้าสัมผัสหลัก (Main Contact) ของคอนแทกเตอร์ ปลดมอเตอร์ออกจากแหล่งจ่ายไฟ ป้องกันมอเตอร์ความเสียหายจากไฟเกินได้

ข้อแตกต่างหลักระหว่าง MPCB กับเบรกเกอร์อื่น ๆ คือ MPCB สามารถป้องกันการผันผวนของเฟสและการสูญเสียเฟสได้ ในมอเตอร์สามเฟสต้องใช้ตัวนำไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าที่สมดุล เพื่อให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ความไม่สมดุลหากมากกว่า 2% จะเป็นอันตรายต่ออายุการใช้งานของมอเตอร์ หากแรงดันไฟฟ้าเฟสเกิดการสูญเสียไปอย่างฉับพลัน ผลกระทบจะยิ่งมากขึ้นเนื่องจากมอเตอร์จะทำงานต่อไปได้เพียงสองขั้นตอนเท่านั้น เบรกเกอร์ป้องกันมอเตอร์สามารถตรวจจับเงื่อนไขนี้ได้โดยการวัดความแตกต่างระหว่างแรงดันไฟฟ้าเฟส และจะปลดมอเตอร์ทันทีถ้าเกิดปัญหาขึ้น

2.7 Magnetic Contactor

แมกเนติกคอนแทกเตอร์ คืออุปกรณ์สวิตช์ตัดต่อวงจรไฟฟ้า เพื่อการเปิด-ปิด ของหน้าสัมผัส (Contact) ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยในการเปิด-ปิดหน้าสัมผัส ในการตัดต่อวงจรไฟฟ้า เช่น เปิด-ปิด การทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ นิยมใช้ในวงจรของระบบแอร์ , ระบบควบคุมมอเตอร์ หรือใช้ในการควบคุมเครื่องจักรต่างๆ โดยแมกเนติกคอนแทกเตอร์นั้น จะมีส่วนประกอบหลักที่สำคัญต่อการทำงาน ได้แก่ แกนเหล็ก (Core) ,ขดลวด (Coil) ,หน้าสัมผัส (Contact) และสปริง (Spring)



รูปที่ 2.5 Magnetic Contactor

หลักการทำงานแมกเนติก คอนแทคเตอร์

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านไปยังขดลวดสนามแม่เหล็กที่อยู่ขากกลางของแกนเหล็กขดลวดจะสร้างสนามแม่เหล็กที่แรงสนามแม่เหล็กขณะแรงสปริงดึงให้แกนเหล็กชุดที่เคลื่อนที่ (Stationary Core) เคลื่อนที่ลงมาในสภาวะนี้ (ON) คอนแทคทั้งสองชุดจะเปลี่ยนสภาวะการทำงานคือ คอนแทคปกติปิดจะเปิดวงจรจุดสัมผัสออก และคอนแทคปกติเปิดจะต่อวงจรของจุดสัมผัส เมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปยังขดลวด สนามแม่เหล็กคอนแทคทั้งสองชุดจะกลับไปสู่สภาวะเดิม

2.8 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ (Relay) เป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานแม่เหล็กเพื่อใช้ในการดึงดูดหน้าสัมผัสของคอนแทคให้เปลี่ยนสภาวะโดยการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด เพื่อทำการปิดหรือเปิดหน้าสัมผัสคล้ายกับสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเราสามารถนำรีเลย์ไปประยุกต์ใช้ ในการควบคุมวงจรต่าง ๆ ในงานช่างอิเล็กทรอนิกส์มากมาย หลักๆ แล้ว General Relay ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายถ้าแบ่งตามลักษณะของขา แบ่งได้ 3 ประเภท แบบ Blade Terminal (ขาแบน), PCB (ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์) และ Pin Terminal (ขากลม)



แบบ Blade Terminal (ขาแบน)



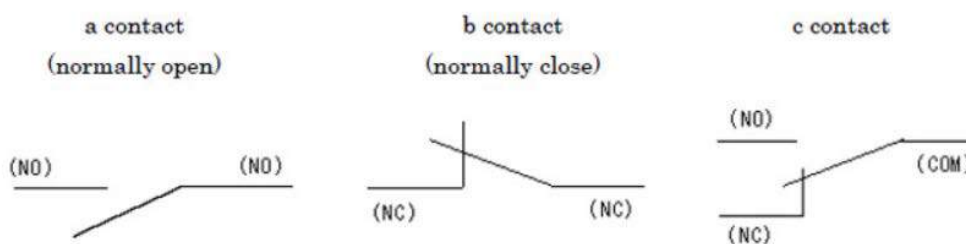
แบบ PCB (ใช้ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์)



แบบ Pin Terminal (ขากลม)



รูปที่ 2.6 รีเลย์ (Relay)



รูปที่ 2.7 รีเลย์ (Relay)

รีเลย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

ส่วนของขดลวด (Coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แก่โลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระตุ้นให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน (ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด โดยปกติถ้าเป็น Coil AC ก็จะมี 220-240 V แต่ถ้าเป็น DC ก็จะมี 24 V



ภาพขดลวด Coil ที่อยู่ในตัวของ Relay

รูปที่ 2.8 Coil ที่อยู่ในตัวของ Relay

1. ส่วนของหน้าสัมผัส (Contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการนั่นเอง

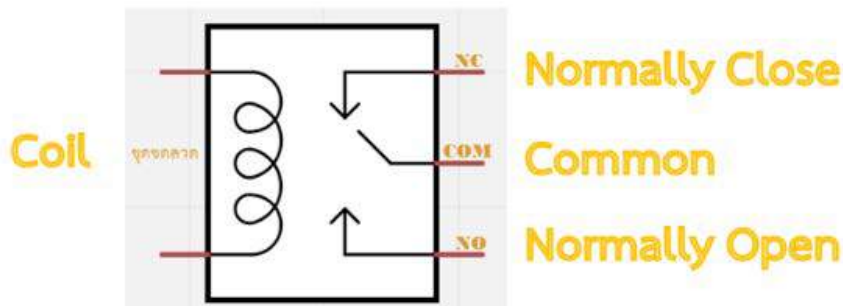
จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

จุดต่อ NC ย่อมาจาก Normally Close หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่น

จุดต่อ NO ย่อมาจาก normally Open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่น โคมไฟสนามเหนือหน้าบ้าน

จุดต่อ C ย่อมาจาก Common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ

ทำหน้าที่รับแรงดันไฟฟ้าจากวงจรที่ต้องการมาควบคุมหรือ Controller เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัส Contact ให้ต่อกัน (ซึ่งค่าแรงดันไฟฟ้าที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่คุณผลิตกำหนด โดยปกติถ้าเป็น Coil AC ก็จะมี 220-240 V แต่ถ้าเป็น DC ก็จะมี 24 V)



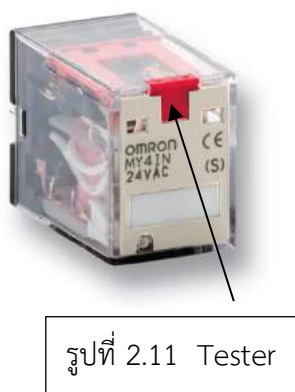
รูปที่ 2.9 สัญลักษณ์ในวงจรไฟฟ้าของรีเลย์

แสดงสถานะ (Indicator)

ทำหน้าที่แสดงสถานะการทำงานของหน้า Contact รีเลย์ว่าทำงานอยู่หรือไม่ โดยปกติจะมีอยู่ 2 แบบคือแบบ LED ซึ่งจะติดเมื่อมีการจ่ายไฟเลี้ยงที่ Coil และแบบกลไกซึ่งจะทำงานให้เห็นเมื่อ Contact ทำงาน



รูปที่ 2.10 Mechanical indicator , LED indicator



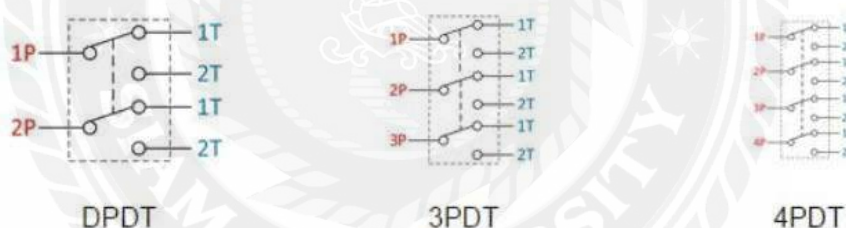
รูปที่ 2.11 Tester

ปุ่มทดสอบ (Tester)

/+ทำหน้าที่ใช้ทดสอบการทำงานวงจรของ Relay แบบ Manual ซึ่งจะช่วยให้การทดสอบวงจรรีเลย์ง่ายขึ้น ไม่จำเป็นต้องจ่ายไฟเลี้ยงที่ Coil

ข้อจำกัดในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

1. แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่า แรงดันใช้งานไว้ (หากใช้งานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12 VDC คือต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายใน ตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ เพราะตัวรีเลย์ จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากชนิดพิเศษ)
2. การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220 VAC คือ หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220 VAC ครับ แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่า นี่จะเป็นการดีกว่าครับ เพราะถ้ากระแสผ่านหน้าสัมผัส ของรีเลย์จะละลายเสียหายได้
3. จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วยหรือไม่ หน้าสัมผัสที่นิยมใช้งานจะเป็นหน้าสัมผัสแบบ DPDT คือมี ขา Pole 2 ขา, ขา Throw 4 ขา, และขาไฟเลี้ยง (Coil) 2 ขา จำไว้เลยว่า DPDT มี 8 ขา แบบอื่นที่นิยมใช้อีกก็จะเป็น 3 PDT 11ขา และ 4 PDT 14 ขา



รูปที่ 2.12 จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน

2.9 Timer Relay

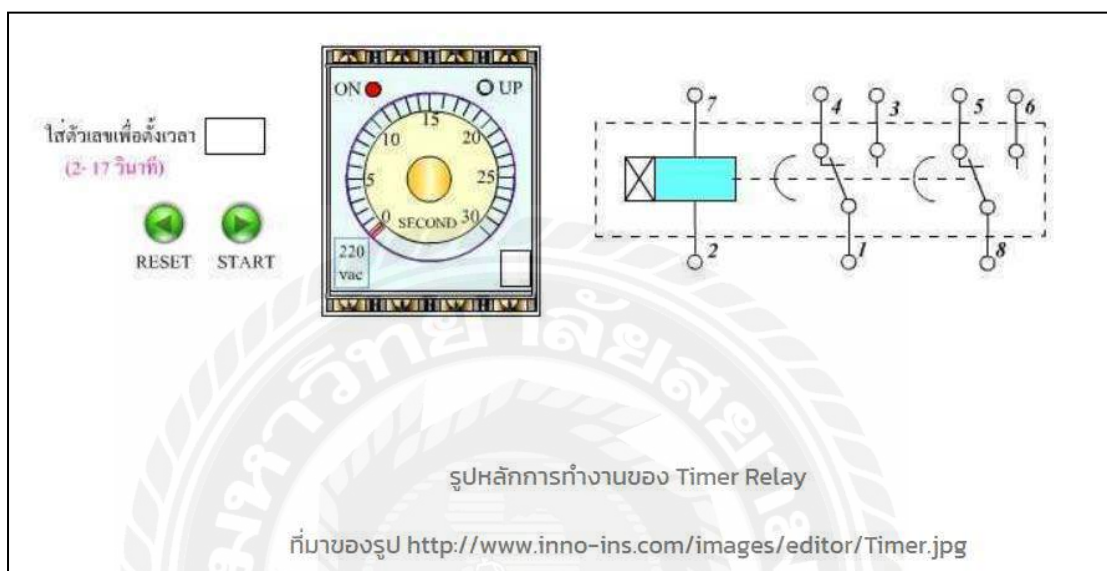
เป็นรีเลย์ประเภทหนึ่งที่มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตามที่เราต้องการ เช่น การตั้งเวลาเปิด-ปิด (ON-OFF) ไฟ, ตั้งเวลาเปิด-ปิด (ON-OFF) แอร์ หรือตั้งเวลาเปิด-ปิด (ON-OFF) ป้อนน้ำ ในอาคาร หรือที่ฟักอาศัย เป็นต้น แต่ในทางด้านอุตสาหกรรม Timer Relay ได้ถูกนำมาใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ในเครื่องจักร หรือในแต่ละภาคส่วนของระบบควบคุม เช่น ควบคุมการทำงานของพัดลมในตู้คอนโทรล, ควบคุมการทำงานของ Compressor เป็นต้น

หลักการทำงานพื้นฐานของ Timer Relay

เป็นรีเลย์ที่สามารถตั้งเวลาการทำงานของหน้าสัมผัสได้มีหลายชนิด ที่นิยมนำมาใช้งานโดยส่วนมากมักจะแบ่งตามชนิดการทำงานของหน้าสัมผัสเป็น 2 แบบคือ

1) หน่วงเวลาหลังจากเอาไฟเข้า (On-Delay Timer) เมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ตั้งเวลา หน้าสัมผัสจะอยู่ในตำแหน่งเดิมก่อน เมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้แล้วหน้าสัมผัสจึงจะเปลี่ยนไปที่สถานะตรงข้าม และจะค้างอยู่ในตำแหน่งนั้นจนกว่าจะหยุดการจ่ายไฟให้กับรีเลย์

2) หน่วงเวลาหลังจากเอาไฟออก (Off-Delay Timer) เมื่อจ่ายไฟให้กับรีเลย์ตั้งเวลา หน้าสัมผัสจะเปลี่ยนสถานะทันที หลังจากทีเอาไฟออกจากขดลวดแล้วและถึงเวลาที่ตั้งไว้ หน้าสัมผัสจึงจะกลับมาอยู่ในสถานะเดิม



2.10 PLC

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นตัวประมวลผลและสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที

PLC: Programmable Logic Controller (มีต้นกำเนิดจากประเทศสหรัฐอเมริกา) เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถจะโปรแกรมได้ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ เนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้เอนกประสงค์ และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ PLC

PLC

คือ โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด

(Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand-alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

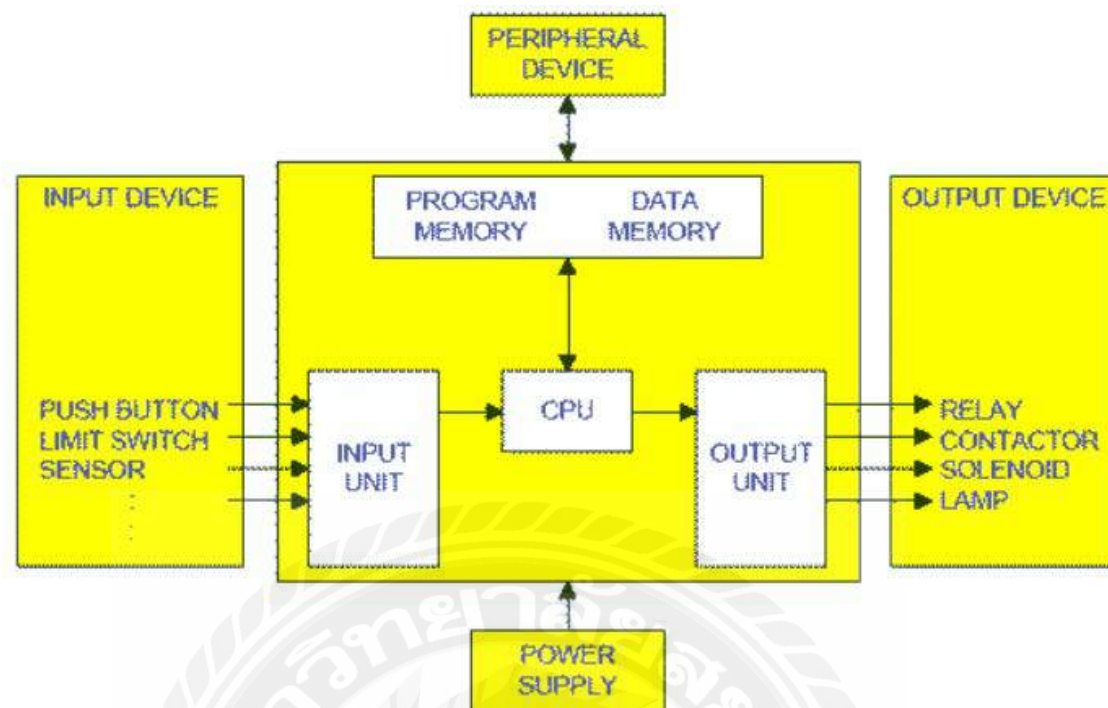
โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ (PLC)

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิตสแตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่า และสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

PLC ถูกนำมาแทนที่รีเลย์เนื่องจากมีราคาสูงหากมีมากกว่า 10 ตัวขึ้นไปและควมมีเสถียรภาพน้อยกว่าเนื่องจากมีหน้าสัมผัสซึ่งจะเคลื่อนที่ขึ้นลงของคอนแทกต่าง ๆ ตามการสั่งงาน ส่วน PLC นั้นจะไม่มีปัญหาเรื่องหน้าสัมผัสเพราะทำงานด้วยระบบโซลิตสแตท และขนาดของ PLC เล็กลงเรื่อย ๆ ตามเทคโนโลยีการผลิตในปัจจุบัน มีความสามารถเพิ่มขึ้นเช่น

- ระบบเครือข่าย
- ระบบตรวจสอบการใช้พลังงาน
- ระบบอินพุต-เอาต์พุตแบบดิจิทัล
- สามารถเชื่อมต่อกันได้หลายอุปกรณ์
- การควบคุมจากระยะไกล
- มีหน้าจอร์บบสัมผัส
- สามารถตรวจสอบอุปกรณ์ที่เกิดปัญหาได้แบบเรียลไทม์
- ซึ่ง PLC ถือเป็นเทคโนโลยีที่พัฒนาตลอดเวลา

โครงสร้างของ PLC



รูปที่ 2.13 โครงสร้างของพีแอลซี

1. CPU หรือตัวประมวลผล

ทำหน้าที่ประมวลผลโปรแกรม ภายในประกอบไปด้วยวงจรลอจิกมีไมโครโปรเซสเซอร์ในการทำงาน แทนตัวรีเลย์ วงจรนับ ตัวนับเวลา และซีเควนเซอร์ ที่เขียนด้วยภาษาตามมาตรฐานต่าง ๆ เช่น

- Relay Ladder หรือ RLL (Relay Ladder Logic)
- Sequential Function chart
- Functional block diagram
- Structured Text
- Instruction List
- Continuous function chart

โดยจะรับข้อมูลมาจากอุปกรณ์อินพุต แล้วทำการประมวลผลไปที่เอาต์พุตโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำที่ส่งมาจากผู้เขียนโปรแกรม

2. MEMORY UNIT หรือหน่วยความจำ

ทำหน้าที่ในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่ใช้สำหรับการสั่งการโดยมีทั้ง ROM และ RAM โดยทั่วไป RAM (แรม) จะต้องใช้ไฟเลี้ยงหรือแบตเตอรี่เล็กสำหรับเก็บข้อมูลหากไฟดับไปข้อมูลจะสูญหายไป

ROM (รอม) PLC ในปัจจุบันจะใช้ EEPROM ในการเก็บข้อมูลข้อดีคือเมื่อไฟดับข้อมูลจะไม่สูญหายไป EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory) หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนี้ก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกัน

3. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input/output Unit)

หน่วยอินพุตจะทำหน้าที่รับสัญญาณจากแหล่งต่าง ๆ เช่น

- Switch
- Limit Switch
- Timer
- Photo-Electric

Encoder

หน่วยเอาต์พุตทำหน้าที่ส่งข้อมูลออกไปยังอุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ เช่น

- Relays
- Servo Motors
- Solenoids
- Heaters
- LEDs
- Etc.

4. อุปกรณ์สำหรับโปรแกรม (Programmable Device)

ทำหน้าที่ป้อนข้อมูลให้กับตัว PLC เช่น

- Handheld Program
- Computer
- อื่น ๆ

ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ Computer

1. PLC ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ
2. การโปรแกรมและการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป PLC มีระบบการตรวจสอบตัวเองตั้งแต่ช่วงติดตั้ง จนถึงช่วงการใช้งานทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย
3. PLCถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อยๆทำให้การใช้งานสะดวกขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยากและซับซ้อนขึ้น

ประวัติ PLC

ค.ศ.1969

PLCได้ถูกพัฒนาขึ้นมาครั้งแรกโดย บริษัท Bedford Associates โดยใช้ชื่อว่า Modular Digital Controller (Modicon) ให้กับโรงงานผลิตรถยนต์ในอเมริกาชื่อ General Motors Hydramatic Division บริษัท Allen-Bradley ได้เสนอระบบควบคุมโดยใช้ชื่อว่า PLC

ค.ศ.1970-1979

ได้มีการพัฒนาให้ PLC มีการประมวลผลที่เร็วมากขึ้นตามการเปลี่ยนแปลงของ Microprocessor ความสามารถในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง PLC กับ PLC โดยระบบแรกคือ Modbus ของ Modicon เริ่มมีการใช้อินพุท/เอาต์พุทที่เป็นสัญญาณ Analog

ค.ศ.1980-1989

มีความพยายามที่จะสร้างมาตรฐานในการสื่อสารข้อมูลของ PLC โดยบริษัท General Motor ได้สร้าง โพรโตคอลที่เรียกว่า manufacturing automation protocol (MAP) ขนาดของ PLC ลดลงเรื่อย ๆ ผลิตภัณฑ์ที่สามารถโปรแกรม PLC ด้วยภาษา symbolic โดยสามารถโปรแกรมผ่านทาง personal computer แทนที่จะโปรแกรมผ่านทาง handheld หรือ programing terminal

ค.ศ.1990-ปัจจุบัน

ได้มีการพยายามในการที่จะทำให้ภาษาที่ใช้ในการโปรแกรม PLC มีมาตรฐานเดียวกันโดยใช้มาตรฐาน IEC1131-3 สามารถโปรแกรม PLC ได้ด้วย

- IL (Instruction List)
- LD (Ladder Diagrams)
- FBD (Function Block Diagrams)
- SFC (Sequential Function Chart)
- ST (Structured Text)

ความสามารถของ PLC

PLC สามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะคือ

1. งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) ตัวอย่างเช่น

- (1) การทำงานของระบบรีเลย์
- (2) การทำงานของไทมเมอร์ เคาน์เตอร์
- (3) การทำงานของ P.C.B. Card
- (4) การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรืองานที่เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ

2. งานควบคุมสมัยใหม่ (Sophisticated Control) ตัวอย่างเช่น

- (1) การทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ ทหาร
- (2) การควบคุมแบบอนาล็อก (Analog Control) เช่น การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) การควบคุมความดัน (Pressure) เป็นต้น
- (3) การควบคุม P.I.D. (Proportional-Intergral-Derivation)
- (4) การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Sevo-motor Control)
- (5) การควบคุม Stepper-motor
- (6) Information Handling

3. การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ (Supervisory Control) ตัวอย่างเช่น

- (1) งานสัญญาณเตือน (Alarm) และ Process Monitoring
- (2) Fault Diagnostic and Monitoring
- (3) งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ (RS-232C/RS422)

- (4) Printer/ASCII Interfacing
- (5) งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม (Factory Automation Networking)
- (6) LAN (Local Area Network)
- (7) WAN (Wide Area Network)
- (8) FA., FMS., CIM. เป็นต้น

การติดตั้ง PLC

ข้อควรพิจารณาก่อนติดตั้ง

- (1) พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่
- (2) จะต้องเผื่อไว้ขยายในอนาคตหรือไม่
- (3) การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย
- (4) อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรมีผลกระทบต่อ PLC หรือไม่
- (5) วิธีการป้องกัน PLC จากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย

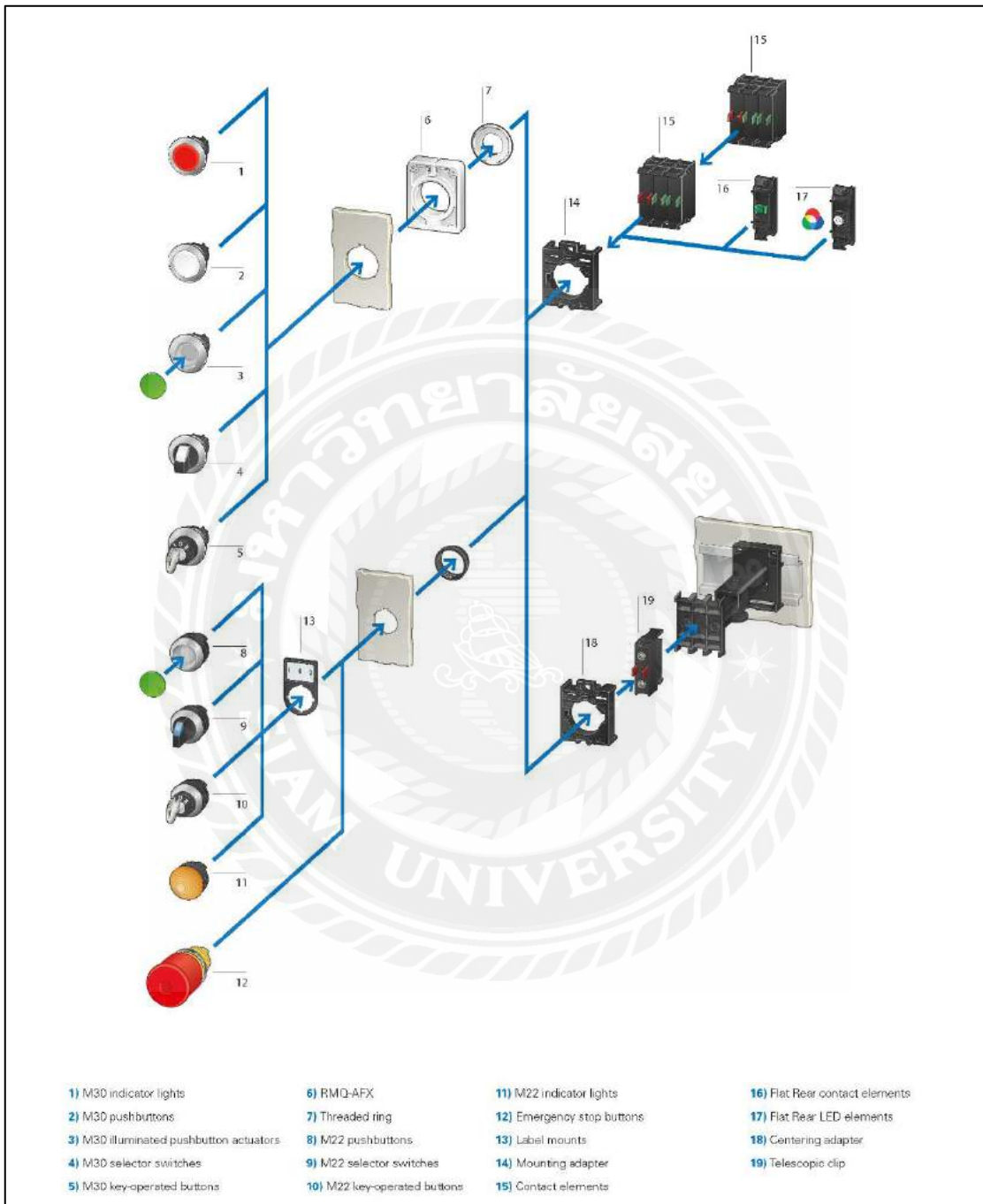
สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง PLC

- (1) มีแสงแดดส่องโดยตรง
- (2) มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0 °C หรือสูงกว่า 60°C
- (3) มีฝุ่น หรือไอเกลือ
- (4) มีความชื้นมาก
- (5) มีก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อน หรือไวไฟ
- (6) สั่นสะเทือนมาก

ผู้ควบคุมสำหรับ PLC ควรมีลักษณะอย่างไร

1. ต้องป้องกันไม่ให้ PLC เสียหายจากการใช้งานหรือจากส่วนอื่นๆ เช่น จากสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งปนเปื้อนในอากาศ เช่น ความชื้น น้ำมัน ฝุ่นผง ก๊าซที่มีฤทธิ์กัดกร่อน
2. มีขนาดใหญ่เพียงพอ สะดวกในการเดินสายไฟต่างๆ
3. ควรติดตั้งตู้ PLC ห่างจากแผงควบคุมไฟฟ้าแรงสูงอย่างน้อย 8 นิ้ว
4. มีสายดิน
5. ควรแยกการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง
6. ควรแยกการติดตั้งกับอุปกรณ์ที่มีความร้อนสูง เช่น ฮีตเตอร์ หม้อแปลง หรือตัวต้านทานขนาดใหญ่
7. ไม่ควรให้ PLC ติดตั้งอยู่บนเพดาน หรืออยู่กับพื้น
8. ถ้ามีอุณหภูมิสูงกว่า 60°C ควรติดพัดลมเป่าระบายความร้อน หรือติดเครื่องปรับอากาศ

อุปกรณ์สวิตช์ควบคุมวงจร (Control Circuit Elements) เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรทางไฟฟ้าและ ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ เป็นเหมือนอุปกรณ์พื้นฐานใช้ได้กับอุตสาหกรรมทั่วไป



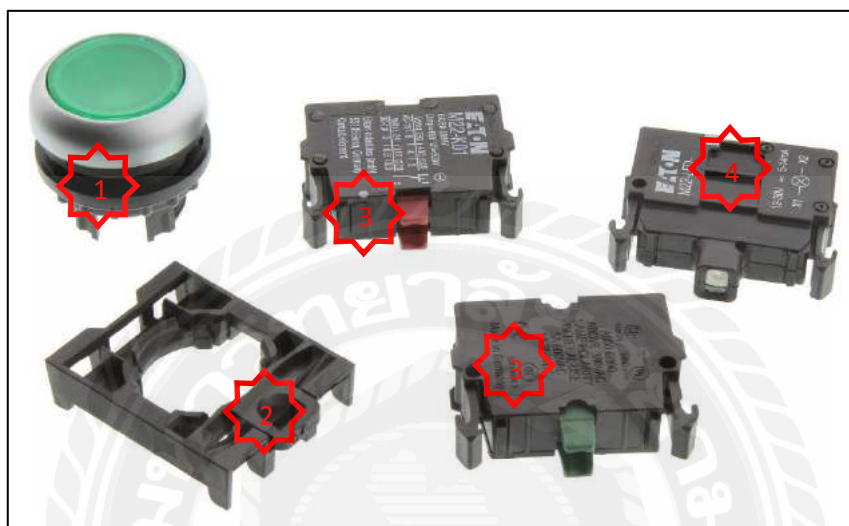
รูปที่ 2.14 อุปกรณ์สวิตช์ควบคุมวงจร (Control Circuit Elements)

2.11 Push Button Switch

Push Button Switch หรือที่เรียกกันว่าสวิตช์ปุ่มกด เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้า ซึ่งทำหน้าที่ตัดและต่อวงจรทางไฟฟ้าและ ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์ หรือการทำงานของเครื่องจักรต่างๆ เป็นเหมือนอุปกรณ์พื้นฐาน ใช้ได้กับอุตสาหกรรมทั่วไป มีทั้งแบบมีไฟ และทึบแสง

โครงสร้างของสวิตช์ปุ่มกด

โดยโครงสร้างของสวิตช์ปุ่มกดสามารถแยกได้ 4 ส่วน ได้แก่



รูปที่ 2.15 โครงสร้างของสวิตช์ปุ่มกด

ปุ่มกดทำด้วยโลหะหรือพลาสติกซึ่งจะมีหลายหลายสีให้เลือกใช้งาน

ฐานยึดระหว่างปุ่มกดและตัวล็อกหน้าสัมผัส โดยจะมีเกลียวที่ฐานเพื่อไว้สำหรับยึดอุปกรณ์กับชิ้นงานด้วยหน้าสัมผัส NO และ NC หลอดไฟ LEDที่ใช้แสดงสถานะหลักการทำงานของ Push button Switch

Push Button Switch มีทั้งหมด 2 ชนิด ดังนั้น หลักการทำงานจึงมีความแตกต่างกันดังนี้
แบบกดติด ปล่อยดับ

เมื่อมีการกด Push Button Switch หน้าสัมผัสดังกล่าวจะเปลี่ยนสถานะ จาก NO เป็น NC หรือ จาก NC จะเป็น NO แต่เมื่อปล่อยมือออกจาก Push Button Switch หน้าสัมผัสจะกลับสู่สภาวะปกติในตำแหน่งเดิมโดยมีแรงผลักดันจากสปริงให้ Push Button Switchเข้าสู่สภาวะปกติ



รูปที่ 2.16 แบบกดติด ปล่อยดับ

แบบกดติด กดดับ

เมื่อมีการกด Push Button Switch หน้าสัมผัสดังกล่าวจะเปลี่ยนสถานะ จาก NO เป็น NC หรือจาก NC จะเป็น NO แต่เมื่อปล่อยมือออกจาก Push Button Switch หน้าสัมผัสจะถูกล็อกไว้โดยกลไกของ สวิตช์ ซึ่งสามารถกลับสู่สภาวะปกติในตำแหน่งเดิมได้โดยโดยกด Push Button Switch อีกครั้งทำให้คลาย ล็อก จะมีแรงผลักดันจากสปริงให้ Push button Switch เข้าสู่สภาวะปกติ



รูปที่ 2.17 แบบกดติด กดดับ

หลอดไฟแสดงสถานะหน้าตู้ควบคุม (Status or Pilot Lamp) ซึ่งตู้ควบคุมนั้น จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องมี สถานะบอกให้ผู้ใช้งานระบบทราบการทำงานของระบบ ดังนั้นอุปกรณ์ที่บอกสถานะ คือ Pilot Lamps โดยที่สถานะที่ใช้ในทั่วไป เช่น แสดงการทำงาน , การหยุดทำงาน , การเกิด Alarm , การเกิด Over load , การเปิด หรือ ปิด ระบบ, ไฟแสดงเฟสระบบไฟฟ้า,และอื่นๆ ไฟแสดงสถานะ มีประโยชน์ในการวินิจฉัยอาการผิดปกติของระบบ การเฝ้าระวังระบบ กระบวนการ ผลิต และการตรวจสอบระบบ ทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยหรือไม่เกิดเลย ผู้ปฏิบัติงานสามารถ สังเกตการณ์และสามารถแก้ไขปัญหาได้ง่าย



รูปที่ 2.18 หลอดไฟแสดงสถานะหน้าตู้ควบคุม (Status or Pilot Lamp)

แบ่งประเภทตามการทำงาน

แสดงสถานะเพียงอย่างเดียว แบบนี้จะมีเพียงหลอดไฟแสดงสถานะเท่านั้น ไม่มีปุ่มกด ไม่มีเสียงเตือน การแจ้งเตือนจะถูกแสดงด้วยหลอดไฟ LED ที่อยู่ในไฟลอตแลมป์



รูปที่ 2.19 แสดงสถานะเพียงอย่างเดียว

แสดงสถานะพร้อมสวิตช์ปุ่มกด แบบนี้จะมีหลอดไฟ LED พร้อมปุ่มกด การแจ้งเตือนจะถูกแสดงด้วยหลอดไฟ LED สามารถควบคุมการทำงานด้วยการกดปุ่ม เปิด-ปิด การทำงาน



รูปที่ 2.20 แสดงสถานะพร้อมสวิตช์ปุ่มกด

แสดงสถานะพร้อมเสียงเตือน Buzzer แบบนี้จะมีลักษณะพิเศษคือ มีเสียงเตือนพร้อมกับไฟ LED



รูปที่ 2.21 แสดงสถานะพร้อมเสียงเตือน Buzzer

2.12 ซีเล็คเตอร์สวิตช์ และสวิตช์กุญแจ (Selector Switch & Key Switch)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมวงจรไฟฟ้าภาคคอลโทรล เพื่อควบคุมทิศทางของกระแสไฟฟ้าให้ตามทิศทางที่ต้องการ หรือตัดกระแสไฟไม่ให้ไหลผ่านวงจรได้ตามที่ต้องการ เป็นสวิตช์ที่ใช้งานกันมากในงานที่ต้องควบคุมการทำงานด้วยมือ โดยการบิดให้คอนแทค ที่อยู่ภายในเปลี่ยนสถานะปิด (NC) หรือเปิด (NO) โดย ซีเล็คเตอร์สวิตช์ ทั่วไปจะมี 2 ประเภท คือ แบบ สวิตช์ 2 ทางและสวิตช์ 3 ทาง



รูปที่ 2.22 ซีเล็คเตอร์สวิตช์ และสวิตช์กุญแจ (Selector Switch & Key Switch)

2.13 สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch)

สวิตช์ปุ่มกดฉุกเฉิน หรือ ที่เรียกทั่วไปว่าสวิตช์หัวเห็ดนิยมใช้กับปุ่มหยุดเครื่องจักรกลต่างๆ เพื่อรองรับกับเหตุการณ์ฉุกเฉินที่อาจเกิดขึ้น และเมื่อถึงเวลาใช้งาน ทันทีที่เรากดที่ปุ่ม Emergency Switch เครื่องจักรจะหยุดการทำงานในทันที เพื่อป้องกันการเกิดอุบัติเหตุต่าง ๆ ที่อาจจะเกิดขึ้นได้



รูปที่ 2.23 สวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch)

โดยปกติทั่วไปสวิทช์ฉุกเฉิน (Emergency Stop Switch) จะใช้หน้าคอนแทคแบบปกติปิด (NC) เท่านั้น และเมื่อกดแล้วจะต้องทำการบิดเมื่อต้องการให้กลับสู่สภาวะปกติ และตัวสวิทช์จะมีปุ่มเป็นสีแดงอยู่บนพื้นสีเหลือง และมีป้ายกำกับวงกลม Emergency Stop



บทที่ 3
รายละเอียดการปฏิบัติงาน

3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ: บริษัท ฮูวัก เอเชีย จำกัด

ที่อยู่: 700/259 ม.1 อมตะซิตี้ ชลบุรี ต. บ้านเก่า อ.พานทอง ชลบุรี 20160

โทรศัพท์: +66 2 1054081 # 117

เวลาทำการ: วันจันทร์-ศุกร์ เวลา 9.00-18.00 น.

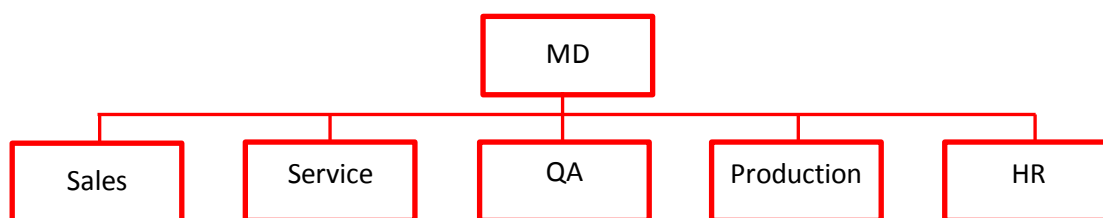
3.2 ลักษณะการประกอบการ ผลิตภัณฑ์การให้บริการหลักขององค์กร

RUWAC เป็นบริษัทผลิตเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมที่ก่อตั้งมาตั้งแต่ปี 1976 ในประเทศเยอรมันนี โดยภายใต้แนวคิดที่ว่า จะผลิตเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมที่ดีที่สุด และเป็นเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมที่สามารถรับมือกับวัสดุทุกประเภทสามารถใช้ในสภาพแวดล้อมที่เลวร้ายและปรับให้เข้ากับความต้องการของสถานการณ์ใด ๆ **โซลูชันสำหรับทุกอุตสาหกรรม**

เมื่อใดก็ตามที่ลูกค้ามี “ปัญหามลพิษ” ในโรงงานอุตสาหกรรมที่เกิดจากฝุ่นละออง และสารพิษอื่นๆ อีกหลายชนิด RUWAC คือทางออกที่ดีที่สุดของคุณ เพราะเราเป็นผู้เชี่ยวชาญและมีประสบการณ์อย่างยาวนานในด้านการกำจัดฝุ่นสำหรับอุตสาหกรรมและเป็นที่ไว้วางใจจากหลายบริษัทชั้นนำของโลก ทุกๆ คำตอบจากแบบสอบถามได้รับจากลูกค้าของเรา ไม่ได้มีไว้เพื่อเพิ่มยอดขายของเรา แต่เพื่อตอบโจทย์สำหรับความต้องการของลูกค้าโดยเฉพาะและตรงจุดที่สุด จากประสบการณ์และองค์ความรู้ทั้งหมดของเรา

วันนี้ RUWAC ไม่เพียงแต่เป็นผู้ผลิตเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมชั้นนำของโลก แต่ยังนำเสนอโซลูชันสำหรับงานเก็บฝุ่นเกือบทุกประเภทด้วยศูนย์การผลิตและบริการระดับภูมิภาคสามแห่งในเยอรมันนี อเมริกา และ ประเทศไทย RUWAC สามารถให้บริการลูกค้าทั้งในและต่างประเทศในเกือบทุกประเทศทั่วโลก

3.3 รูปแบบการจัดองค์การและการบริหารงานขององค์กร



รูปที่ 3.1 แผนผังองค์กร

3.4 ตำแหน่งและลักษณะงานที่นักศึกษาได้รับมอบหมาย

3.4.1 ตำแหน่งที่ได้รับมอบหมาย

นางสาวกานดาบัวแก้ว รหัสประจำตัว 6023200010 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
 นายทองขาว ศิลปชัย รหัสประจำตัว 6023200013 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
 ตำแหน่ง วิศวกรไฟฟ้าฝึกหัด

3.4.2 ลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

- ศึกษาทำความเข้าใจในข้อกำหนดทางด้านไฟฟ้าของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม
- ศึกษาขั้นตอนการผลิตตู้ควบคุมไฟฟ้า
- ศึกษาการทดสอบตู้ควบคุมไฟฟ้า
- ศึกษาขั้นตอนการทดสอบทางด้านไฟฟ้าของเครื่องจักร

3.5 ชื่อและตำแหน่งงานของพนักงานที่ปรึกษา

ชื่อพนักงานที่ปรึกษา นางธนาพร ชะนา
 ตำแหน่ง ผู้ช่วยผู้จัดการจัดการฝ่ายผลิต

3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ระหว่างวันที่ 13 มกราคม พ.ศ. 2563 ถึงวันที่ 13 มีนาคม พ.ศ. 2563

3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

- 3.7.1 ศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานจากพนักงานที่ปรึกษา
- 3.7.2 ศึกษาอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงาน
- 3.7.3 ศึกษาทำความเข้าใจกับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม
- 3.7.4 ศึกษาการข้อกำหนดทางด้านไฟฟ้าของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม

- 3.7.5 ศึกษาการออกแบบเงื่อนไขของตู้ควบคุมไฟฟ้า
- 3.7.6 ศึกษาการเขียนแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า
- 3.7.7 ศึกษาการเขียน โปรแกรม PLC
- 3.7.8 ศึกษาการประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้า
- 3.7.9 ศึกษาการทดสอบตู้ควบคุมไฟฟ้า
- 3.7.10 ศึกษาการแก้ปัญหาของเงื่อนไขการควบคุมด้วย PLC
- 3.7.11 ศึกษาการทดสอบความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าของเครื่องจักร

ตารางที่ 3.1 ขั้นตอนและระยะเวลาในการดำเนินการโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	มกราคม 2563	กุมภาพันธ์ 2563	มีนาคม 2563	เมษายน 2563
1. ตั้งหัวข้อของโครงการ				
2. รวบรวมข้อมูลโครงการ				
3. เริ่มเขียนโครงการ				
4. ตรวจสอบโครงการ				
5. โครงการเสร็จเรียบร้อย				

ระยะเวลาในการดำเนินการโครงการ

ระยะเวลาที่ดำเนินการโครงการ

บทที่ 4

ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ

การปฏิบัติงานตามโครงการที่ได้รับมอบหมาย มีดังนี้

- 4.1 ศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานจากพนักงานที่ปรึกษา
- 4.2 ศึกษาอุปกรณ์ต่างๆ ในโรงงาน
- 4.3 ศึกษาทำความเข้าใจกับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม
- 4.4 ศึกษาการข้อกำหนดทางด้านไฟฟ้าของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม
- 4.5 ศึกษาการออกแบบเงื่อนไขของตู้ควบคุมไฟฟ้า
- 4.6 ศึกษาการเขียนแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า
- 4.7 ศึกษาการเขียน โปรแกรม PLC
- 4.8 ศึกษาการประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้า
- 4.9 ศึกษาการทดสอบตู้ควบคุมไฟฟ้า
- 4.10 ศึกษาการแก้ปัญหาของเงื่อนไขการควบคุมด้วย PLC
- 4.11 ศึกษาการทดสอบความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าของเครื่องจักร

4.1 ศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานจากพนักงานที่ปรึกษา

เพื่อทราบถึงระเบียบความปลอดภัยและข้อกำหนดของบริษัทอุปกรณ์ PPE พื้นฐานสำหรับการปฏิบัติงาน เช่น

- ต้องสวมรองเท้านิรภัยเมื่ออยู่ในเขตพื้นที่การทำงาน ยกเว้นในออฟฟิศ
- ต้องสวมถุงมือทุกครั้งที่ปฏิบัติงาน
- ห้ามถ่ายรูปหรือคัดลอกเอกสารก่อนได้รับอนุญาตจากผู้จัดการแผนก
- ให้สูบบุหรี่ได้ในที่กำหนด
- ห้ามหยอกล้อเล่นกันในเวลางาน



รูปที่ 4.1 ศึกษาเกี่ยวกับความปลอดภัยในการทำงานจากพนักงานที่ปรึกษา

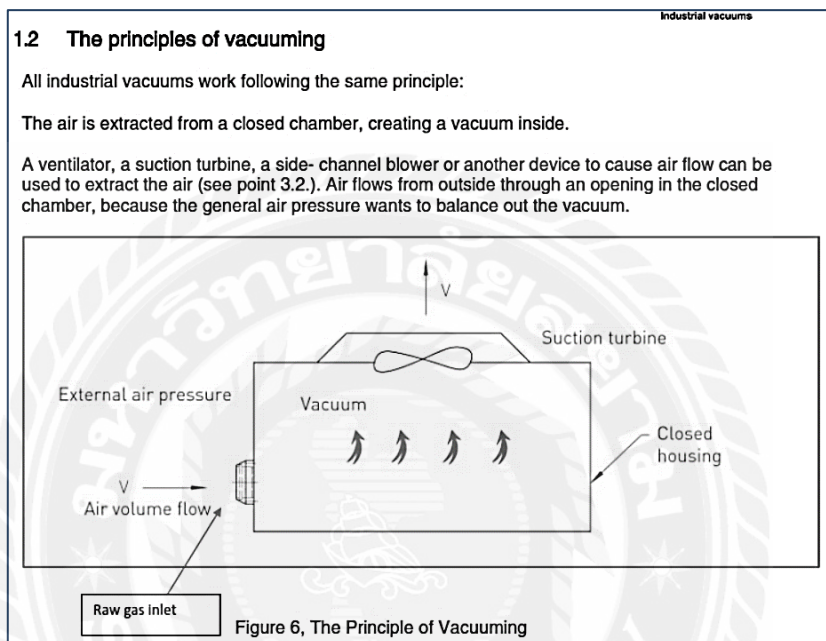
4.2 ศึกษาอุปกรณ์ต่างๆ ในแผนกโปรตักชั่น

อุปกรณ์ต่างๆในแผนกโปรตักชั่น

- สไตร์เก็บของ
- จุดตรวจเช็คและรับวัสดุดิบ
- เลื่อยแบบสายพานตัดเหล็ก
- เครื่องเชื่อมอาร์กอน ไต๊ะเชื่อมงานขนาดใหญ่
- เครื่องตัดท่อ

- เครื่องมือแฮนด์ทูลต่างๆ เช่น ชูตบล็อก ประแจ ประแจวัดแรงบิด สว่าน ต่างๆ เครื่องเป่าลมร้อน
- อุปกรณ์แพคกิ้ง
- เครื่องมือวัดไฟฟ้า
- เครื่องทดสอบความปลอดภัยทางไฟฟ้า
- เครื่องมือวัดแรงดันและปริมาณลม

ศึกษาทำความเข้าใจกับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม



รูปที่ 4.2 รูปแสดงถึงหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องดูดฝุ่น

4.3 ศึกษาการข้อกำหนดของบริษัทเกี่ยวกับทางด้านไฟฟ้าของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม

อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถนำมาใช้ได้กับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม ต้องมี ค่า IP อย่างน้อยคือ IP54 แต่ทางบริษัทกำหนดให้ใช้อย่างน้อยคือ IP 65*

Component	Manufacturer
Control cabinet	Rittal
PLC controls	Siemens S7-200, Siemens S7-300
Logic relays	Siemens LOGO, Siemens Kloeckner-Moeller
Pressure sensors (analogue)	IFM Elektronik, Endress & Hauser
Pressure capsules	Dungs, Kromschroder
Switchgears	ABB, Siemens, Klöckner-Moeller
Operator panels	Klöckner-Moeller, Siemens, Panels Siemens
Terminal blocks	Conta-Clip, Weidmüller, Phoenix, Wieland
Monitoring relays	Siemens, ABB
Time relays	ABB, Siemens
Proximity switches (capacitive)	IFM Elektronik, Endress & Hauser
Proximity switches (Inductive)	IFM Elektronik
Proximity switches (ultrasound)	Siemens, Endress & Hauser
Oscillating fork sensors	Endress & Hauser, Vega
Automatic circuit breakers	ABB, Siemens
Control power transformers / Power supply units	Gebr. Frei, Siemens
Plug-in connectors	Harting, Wieland
Coupling relays	ABB, Siemens, Phoenix

รูปที่ 4.3 ตารางแสดงอุปกรณ์มาตรฐานของบริษัทที่สามารถนำมาใช้ประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้า

Parameters	Symbol	Unit	Abbreviation	Explanation
Charge	Q	Coulomb		1 Coulomb = 1 A · s (one Ampere second)
Voltage	U	Volt	V	Requirement for electrical current to flow
Potential	φ (phi)	Volt		Voltage without reference.
Current	I	Amps	A	Electrical "power".
Resistance	R	Ohm	Ω	Stops the current. The greater the resistance, the less the power of the current.
Spec. Res.		Ω/m		Resistance per unit of length / per Metre.
Capacity	C	Farad	F	Stores electrical energy (capacitor).
Inductivity	L	Henry	H	Stores magnetic energy (coil).
Power	P	Watt	W	Product of current and voltage ($P = U \times I$).
Frequency	f	Hertz	H	Frequency of the shift in direction of the alternating voltage per second.
Conductivity		Siemens	S	Reciprocal resistance.

รูปที่ 4.4 ตารางแสดงคำจำกัดความต่างๆทางด้านไฟฟ้า

คำนิยามทางด้านไฟฟ้าที่ใช้ในบริษัท Electrical term

Direct current / voltage:

Power supply for controls with semi-conductor components, from batteries / accumulator batteries, mostly from rectifying power supply units

Alternating current / voltage:

Now common in power networks (see below), shift in direction 50 times per second, in other countries also 60 times per second, as low voltage (up to 63 V) also as control voltage

Power Network:

There are two different types of power network. The first is known as the "single-phase network". This system consists of a neutral, an earth and a phase. The voltage in the single-phase network is 230V. The other network is the "three-phase network". The three-phase network consists of a neutral, an earth and three phases. The voltage in the three-phase power supply system is 230V from each of the phases to the neutral and between the individual phases 400V or

500V (see figure 1). The neutral may also be absent in three-phase networks, in which case it is known as a four-wire network. In this network no 230V is available, but just the 400V between the phases.

Phase:

The electrical current flows to the user through the phase(s).

Neutral:

Reference conductor of the phase(s) to establish the voltage. The neutral is always marked in blue.

Earth:

Wire at earth potential. It is often connected to the neutral. The earth wire is always marked in green and yellow; it may also be uninsulated.

Potential:

Voltage without reference to another (normally null) potential

Potential equalization:

Connection of all system components at earth potential to prevent charge of the individual components to each other.

Potential free contact:

A switch contact, which has no voltage going through it. The user is free to use this contact independently of the required voltage.

N/C contact:

A contact, which opens when operated, also known as a break contact, figure 2.

N/O contact:

A contact, which opens when operated, also known as a working contact, as it is closed when it is “working”, figure 3.

Series connection:

Current only flows when all contacts are closed, figure 3. Current is interrupted when just one contact is opened.

Parallel connection:

Electricity flows when any desired contact is closed, figure 4. Current is only interrupted when all contacts are open.

Fuse:

Interrupts the flow of current if it goes above the maximum value for the fuse.

Fuses are also described as line protection switches.

Motor protection switch:

Interrupts the flow of current to motors if it becomes too high. A possible cause might be that the motor temperature is too high. A missing phase in the three-phase network can also activate the motor protection switch.

PLC:

Programmable logic controller – this is a programmable electric device, which makes it quite simple technically to carry out wide-ranging control procedures.

Contactors, relays:

These make it possible to switch high effective power with controls at low power.

Operating capacitor:

With an operating capacitor, you can operate a three-phase motor on the single-phase network.

Transformer:

To create the necessary voltages in a control system, which is different from the available voltages, only for alternating voltages.

Starting current:

The starting current is the current the motor requires at the moment when it starts up, up to about 6–8 times the value.

Motor nominal current:

The nominal current refers to the current that the motor needs to reach nominal power when the nominal voltage is present with the nominal frequency.

Nominal voltage:

The nominal voltage refers to the voltage that the motor needs to reach its nominal power with nominal current.

Nominal frequency:

Normally the nominal frequency in Europe is 50Hz. In exceptional cases it can also be 60Hz.

Nominal power:

The nominal power is the maximum power that a motor can deliver at nominal voltage.

Rotation direction:

The direction of movement of an electric motor, for three-phase motors this depends on the order of the connections to the power supply system, for AC motors this is specified by their construction.

Identification in EX zones:

- EXX I only for devices which are used in mining (underground).
- EXX II for devices that are used overground.

Ignition protection type:

Specifies the devices with which the electrical system is equipped to prevent ignition sources from escaping.

Temperature category:

The highest temperature reached during operation in the device must stay below this value:

T 1 – 450 °C

T 2 – 300 °C

T 3 – 200 °C

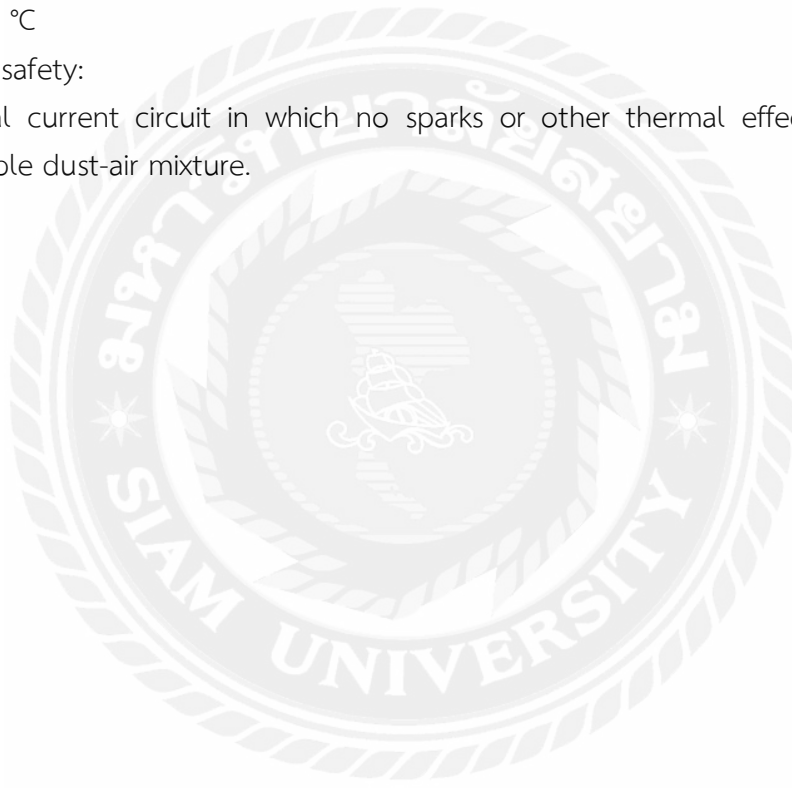
T 4 – 135 °C

T 5 – 100 °C

T 6 – 85 °C

Intrinsic safety:

Electrical current circuit in which no sparks or other thermal effects can ignite a flammable dust-air mixture.



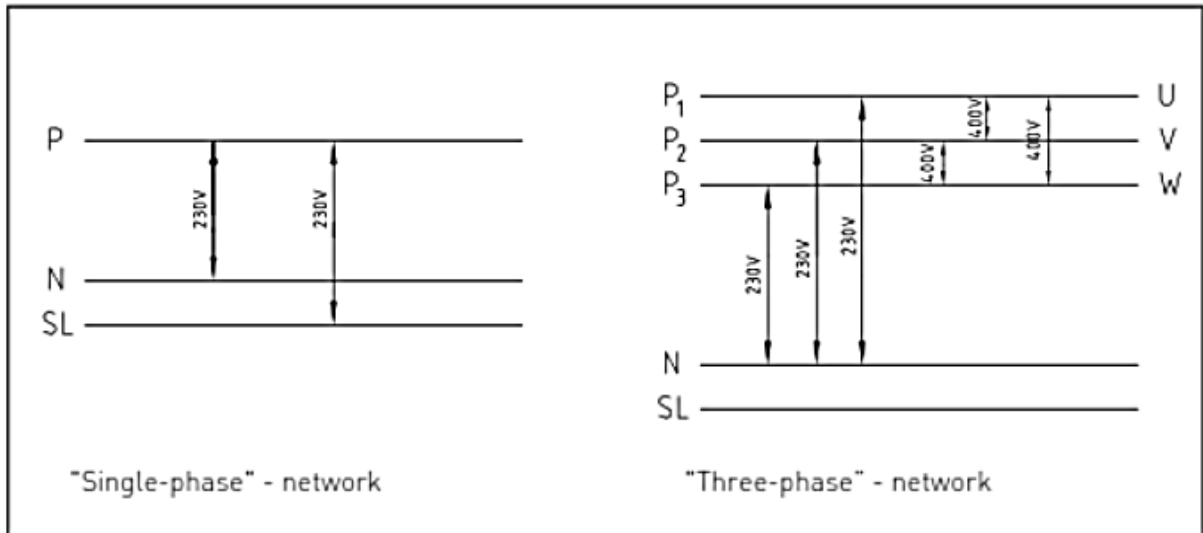


Figure 1, Power Supply Networks

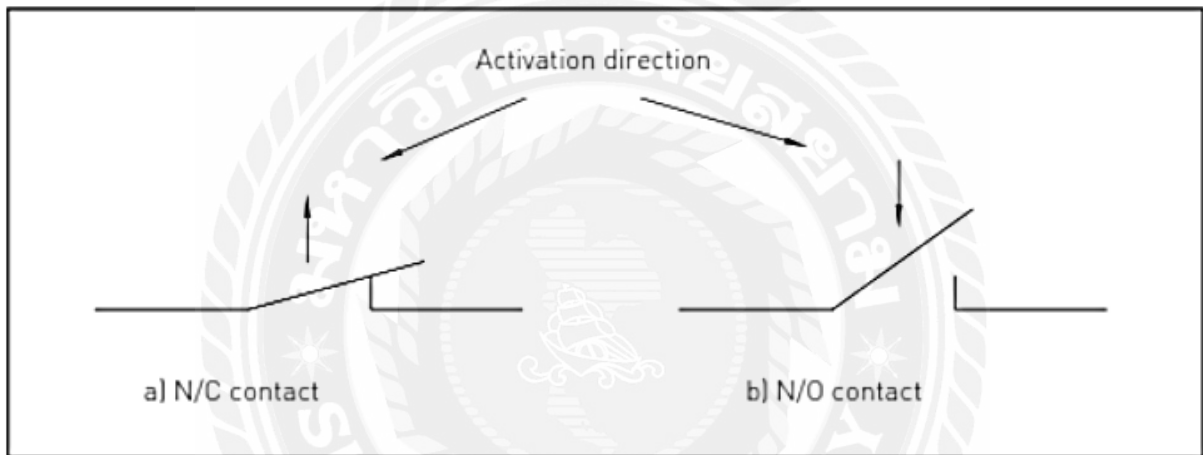


Figure 2, Contacts

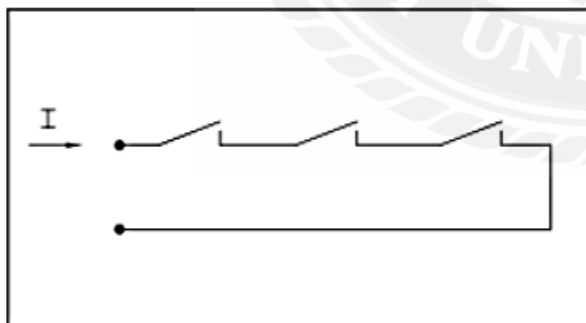


Figure 3, Series connection

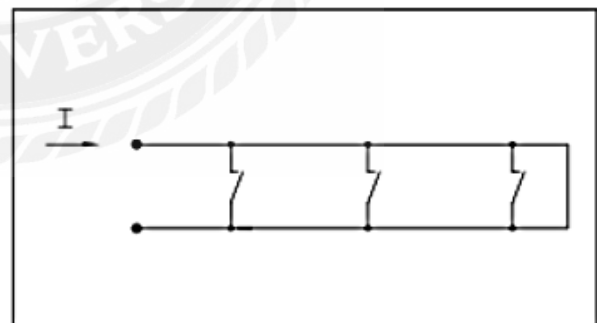


Figure 4, Parallel connection

รูปที่ 4.5 รูปแสดงตัวอย่างตามคำนิยามต่างๆทางด้านไฟฟ้า

4.4 ศึกษาการออกแบบเงื่อนไขของตู้ควบคุมไฟฟ้า

4.4.1 ทางบริษัทได้มีข้อกำหนดมาตรฐานในการออกแบบการสตาร์ทมอเตอร์โดยที่เครื่องดูดฝุ่นใช้มอเตอร์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าน้อยกว่าหรือเท่ากับ 4 kW จะสตาร์ทแบบ DOL (Direct On Line)

1. Controls

1.1. Direct Start-up

1.1.1. Vacuum with Direct Start-up

This section refers primarily to vacuums with three-phase motors.

In principle single-phase vacuums also have direct start-up, however they are easier to handle when troubleshooting. There are some notes on vacuuming with a single-phase drive at the end of the section.

The following vacuum types are equipped with direct start-up:

- DS 1150
- DS 1220
- DS 1400
- DS 2410
- DS 2420
- SA 1150
- SA 1220
- SA 1400
- WSP with three-phase drive
- SPS with three-phase drive
- All custom machines with a motor output < 5.5kW
- All DS **** Ex

รูปที่ 4.6 รูปแสดงตัวอย่างมาตรฐานการออกแบบสตาร์ทมอเตอร์ที่ใช้กำลังไฟฟ้าไม่เกิน 4 kW

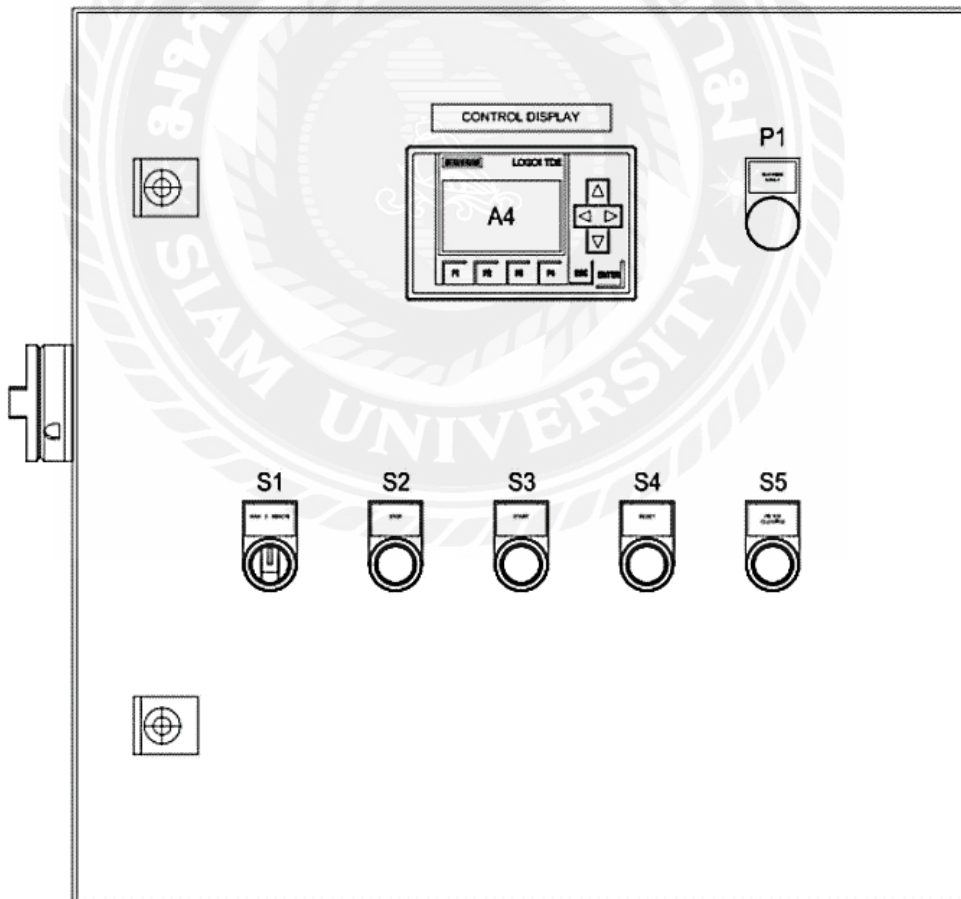
4.4.2 มอเตอร์ที่ใช้กำลังไฟฟ้า มากกว่า 4 kW จะสตาร์ทแบบ สตาร์ท-เดลต้าเพราะจะช่วยลดกระแสในช่วงสตาร์ทได้ 1/3 ของแบบ DOL ที่อาจจะส่งผลต่อการที่ต้องออกแบบเพิ่มพิกัดกระแสของเบรกเกอร์และรวมถึงช่วยลดแรงบิดกระชากขณะสตาร์ทมอเตอร์ที่จะส่งผลต่ออุปกรณ์ต่อพ่วงได้เช่น สายพานส่งกำลังหรือข้อพับตลุมดูอากาศลึกหรือเร็วกว่าปกติ

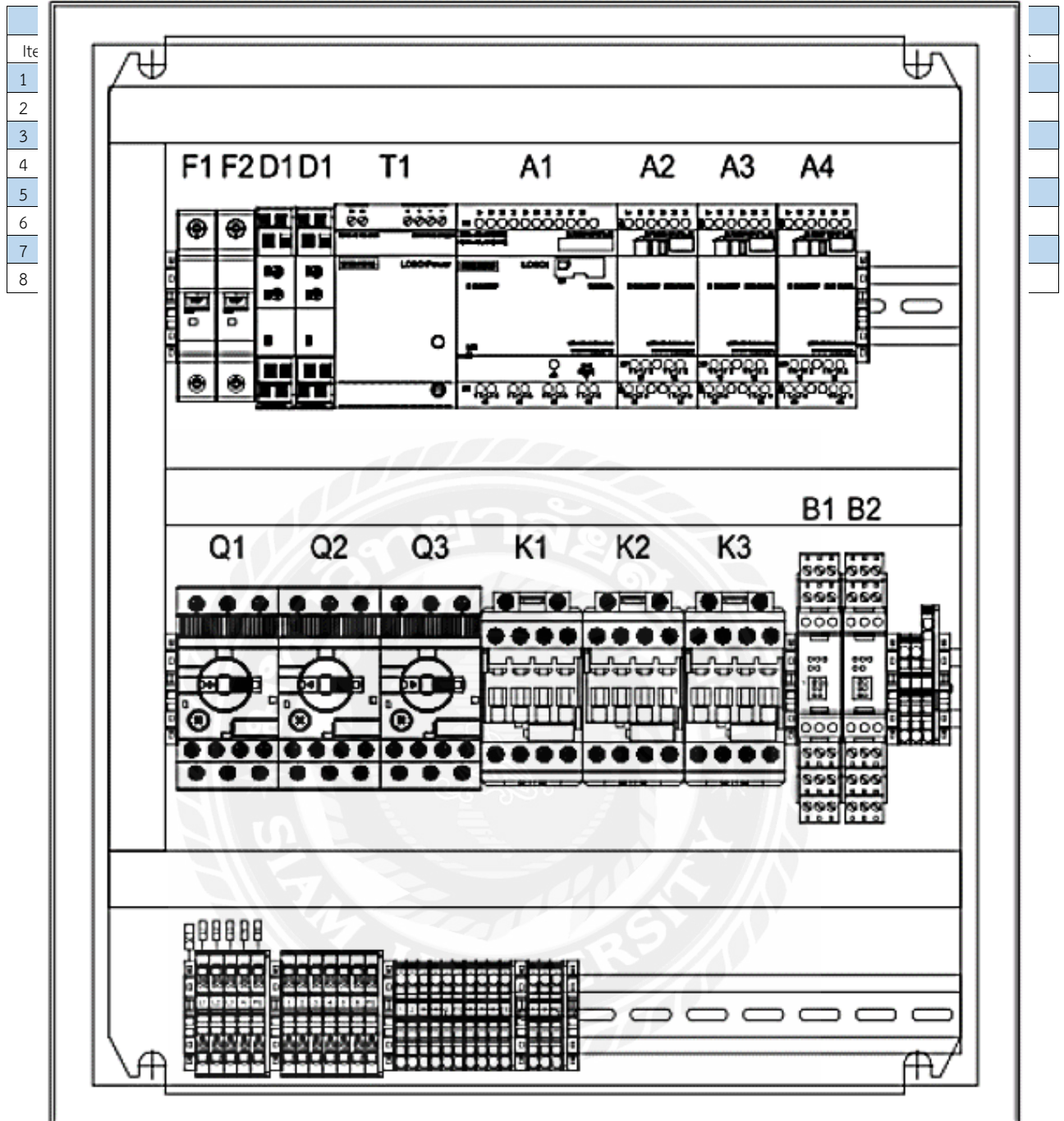
4.5 ศึกษาการเขียนแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า

ขั้นตอนที่แรก หลังจากได้รับใบสั่งการผลิตจะต้องทำการแจกแจงรายละเอียดของใบสั่งการผลิตเพื่อทำความเข้าใจกับความต้องการของลูกค้าถ้ามีข้อสงสัยจะต้องติดต่อกับฝ่ายขายเพื่อขอรายละเอียดเพิ่มเติม

ขั้นตอนที่สอง ตรวจสอบแบบที่เคยทำมาแล้วว่ามีแบบที่ใกล้เคียงหรือเหมือนกันหรือไม่ถ้ามีสามารถใช้แบบไฟฟ้าที่เหมือนกันในการผลิตตู้ควบคุมไฟฟ้าได้ทันที ถ้าไม่มีแบบไฟฟ้าที่เคยทำมาก่อนต้องทำการเขียนแบบไฟฟ้าขึ้นมาใหม่ โดยที่อาจจะต้องเริ่มจากการเลือกขนาดของตู้ และเลือกอุปกรณ์โดยทำการวางแผนอุปกรณ์ในตู้ และเขียน Layout ของอุปกรณ์ภายในตู้ และอุปกรณ์ที่ติดตั้งหน้าตู้ติดตั้งตู้ (ดังรูปที่แสดง) และเพื่อทำ Components List หรือรายการอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อที่ขออนุมัติจากผู้จัดการแผนก และส่งไปยังฝ่ายขายเพื่อประสานงานกับลูกค้าเพื่อที่จะขออนุมัติจากลูกค้า และถ้าลูกค้าอนุมัติแบบ Layout ของตู้ควบคุมไฟฟ้าและอุปกรณ์ที่จะใช้ในการประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้า สามารถนำรายการอุปกรณ์ไปขอทำเรื่องสั่งซื้อได้ทันที หรือถ้าลูกค้าต้องการปรับเปลี่ยนแบบหรืออุปกรณ์ต้องนำข้อมูลนั้นมาเพื่อแก้ไขและส่งไปเพื่อขอการอนุมัติต่อไป

รูปที่ 4.9 รูปแสดงตัวอย่าง Layout อุปกรณ์ที่ติดตั้งที่หน้าตู้ควบคุมไฟฟ้า





รูปที่ 4.10 รูปแสดงตัวอย่าง Layout อุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในตู้ควบคุมไฟฟ้า

9	64678	Logo ! DM8: 12/24 VDC	SIEMENS	3	pcs	A2-A4
10	41705	Logo ! TDE Text Display	SIEMENS	1	pcs	A5
11	59275	Contactora	ABB	2	pcs	K1-K2
12	41202	Contactora	ABB	1	pcs	K3
13	41806	Terminal block PT 4 Gray	Phoenix contact	9	pcs	X1-X3
14	53399	Terminal block PT 4 Blue	Phoenix contact	1	pcs	X1
15	41807	Terminal block PT 4 Yellow/Green PE	Phoenix contact	3	pcs	X1-X3
16	63118	End plate terminal block D-ST 4.0	Phoenix contact	3	pcs	X1-X2
17	52047	Terminal block PT2.5 Gray	Phoenix contact	12	pcs	X3-X4
18	53401	Terminal block PT2.5 Blue(Series)	Phoenix contact	1	pcs	X9
19	52049	Terminal block PT2.5 Yellow/Green PE	Phoenix contact	3	pcs	X3-X4
20	52981	End plate terminal block D-ST 2.5	Phoenix contact	2	pcs	X3-X4
21	52989	End clamp	Phoenix contact	9	pcs	X1-X9
22	71242	Pressure transmitter	AS300	1	pcs	B1
23	26956	Switching amplifier 24 VDC	ifm electronic	1	pcs	B2

รูปที่ 4.11 รูปตารางแสดงตัวอย่าง Components List

เมื่อได้รับการอนุมัติจากผู้จัดการแล้วจึงทำการเขียนแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า(CircuitDiagram) ประกอบด้วย Front Page ที่แสดงรายละเอียดต่างๆเกี่ยวกับรายละเอียดของแบบไฟฟ้า ชื่อลูกค้า หรือโครงการ Drawings Number ผู้ออกแบบ ผู้ตรวจแบบ Revision ต่างๆ และภายในแบบไฟฟ้าจะประกอบด้วยคำนิยามและรายชื่อของอุปกรณ์ต่างๆที่ติดตั้งของตู้ควบคุมไฟฟ้าดังรูป

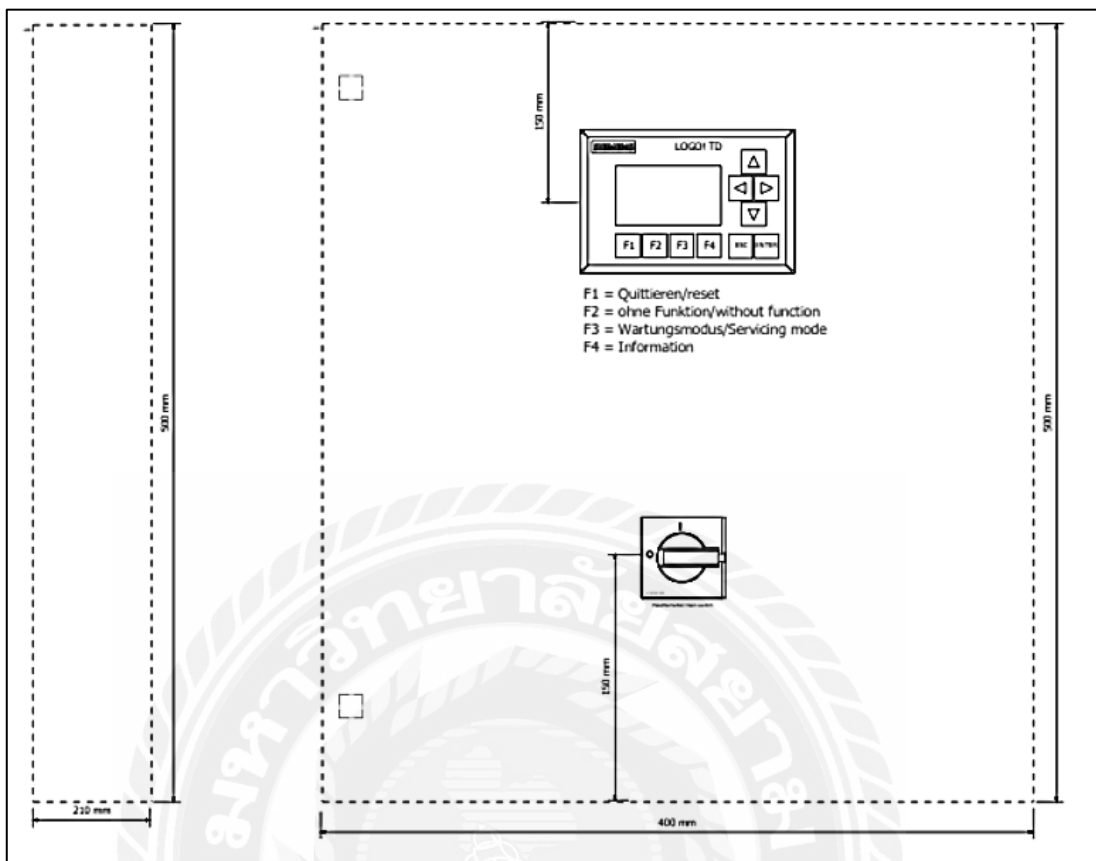
รูปที่ 4.12 รูปแสดงตัวอย่าง Front Page ของแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (Circuit Diagram)

customer:	EMAG Automation GmbH
type:	DS3-40 M Zone 22
drawing number:	E42635Dxx
job account number:	2043883
creation date:	22.11.2017
Project person responsible:	Andreas Seppel
originator:	Sascha Meier
e-Mail:	sascha.meier@ruwac.de
telephone:	05226/9830-76
year of construction:	2017
control cabinet number	1117555
ERP number	73281

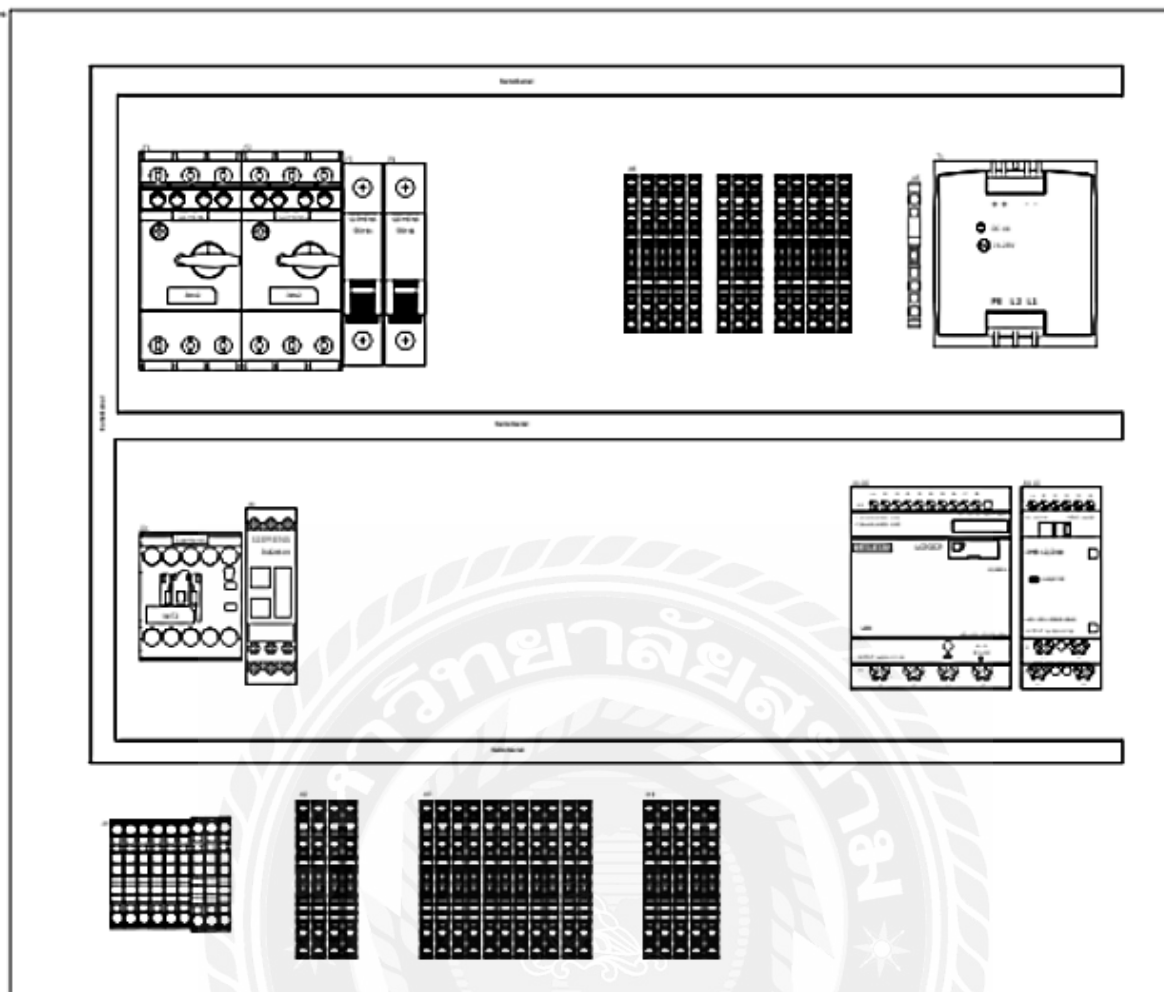
Company means signs	Functional text	QWW	symbol	Company means signs	Functional text	QWW	symbol
-A1 MURR.7000-41561-216-0000 M12 Stecker hinten auf MSUD (optional)	M12 Stecker hinten auf MSUD Doppelventilstecker BF A 18mm PVC-IZ 3x0,75 grau	/18.0		-K1 SIE.3UG4614-1BR20 3UG4614-1BR20	Digitales Überwachungsrelais Phasenfolge	/10.6	
-A2 MURR.7000-41561-216-0000 M12 Stecker hinten auf MSUD	M12 Stecker hinten auf MSUD Doppelventilstecker BF A 18mm PVC-IZ 3x0,75 grau	/18.3		-K10 (optional)	Pressluftventil/preaerating valve	/18.3	
-A3 MURR.7000-41561-216-0000 M12 Stecker hinten auf MSUD	M12 Stecker hinten auf MSUD Doppelventilstecker BF A 18mm PVC-IZ 3x0,75 grau	/18.6		-K11	Abreinigungsventil 1/ compressed air valve 1	/18.4	
-B1 (optional)	Temperaturschalter/ temperature switch	/10.4		-K12	Abreinigungsventil 2/ compressed air valve 2	/18.6	
-B2 3PM.FN7094 PN-010-RER14-QFRAG/US/ /V	Druckluftschalter/ compressed air switch Elektronischer Druckschalter	/14.2		-K100 SIE.6ED1052-2MCK0-0BA8 6ED1052-2MCK0-0BA8	LOGOF 12/24RCE	/13.3	
-B3 Ruwac AS3000 AS 3000	Druckmessumformer 2x Differenzdruck 0 ... 100 mbar, 1x Unterdruck -450 ... 0 mbar 0 ... 10V	/20.3		-K110 SIE.6ED1055-1M8K0-0BA1 6ED1055-1M8K0-0BA1	LOGOF DMH 12/24R	/14.3	
-F1 SIE.3RV2011-1HA15 3RV2011-1HA15	Einstelwert/ set value LEISTUNGSSCHALTER SCHRAUBENSOHL. 6A	/10.3		-K120 SIE.6ED1055-1M8K0-0BA1 6ED1055-1M8K0-0BA1	LOGOF TDE	/15.3	
-F2 SIE.3RV2011-1JA15 3RV2011-1JA15	= LEISTUNGSSCHALTER SCHRAUBENSOHL. 10A	/12.3		-M1 ATE.AF100L/3L-115+E2 MSC 0N6 AF100L/2L-115+E2	Sälgemotor/vacuum cleaner motor Drehstrommotor 4,0kW	/10.3	
-F3 SIE.S514101-7 S514101-7	LEISTUNGSSCHUTZSCHALTER 230/400V 10kA, 3POLIG, C, IA, T=70MM	/12.3					

รูปที่ 4.13 รูปแสดงตัวอย่าง คำนิยามและรายชื่อของอุปกรณ์ของตู้ควบคุมไฟฟ้า

Layout ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งด้านนอกและด้านในตู้ควบคุมไฟฟ้า

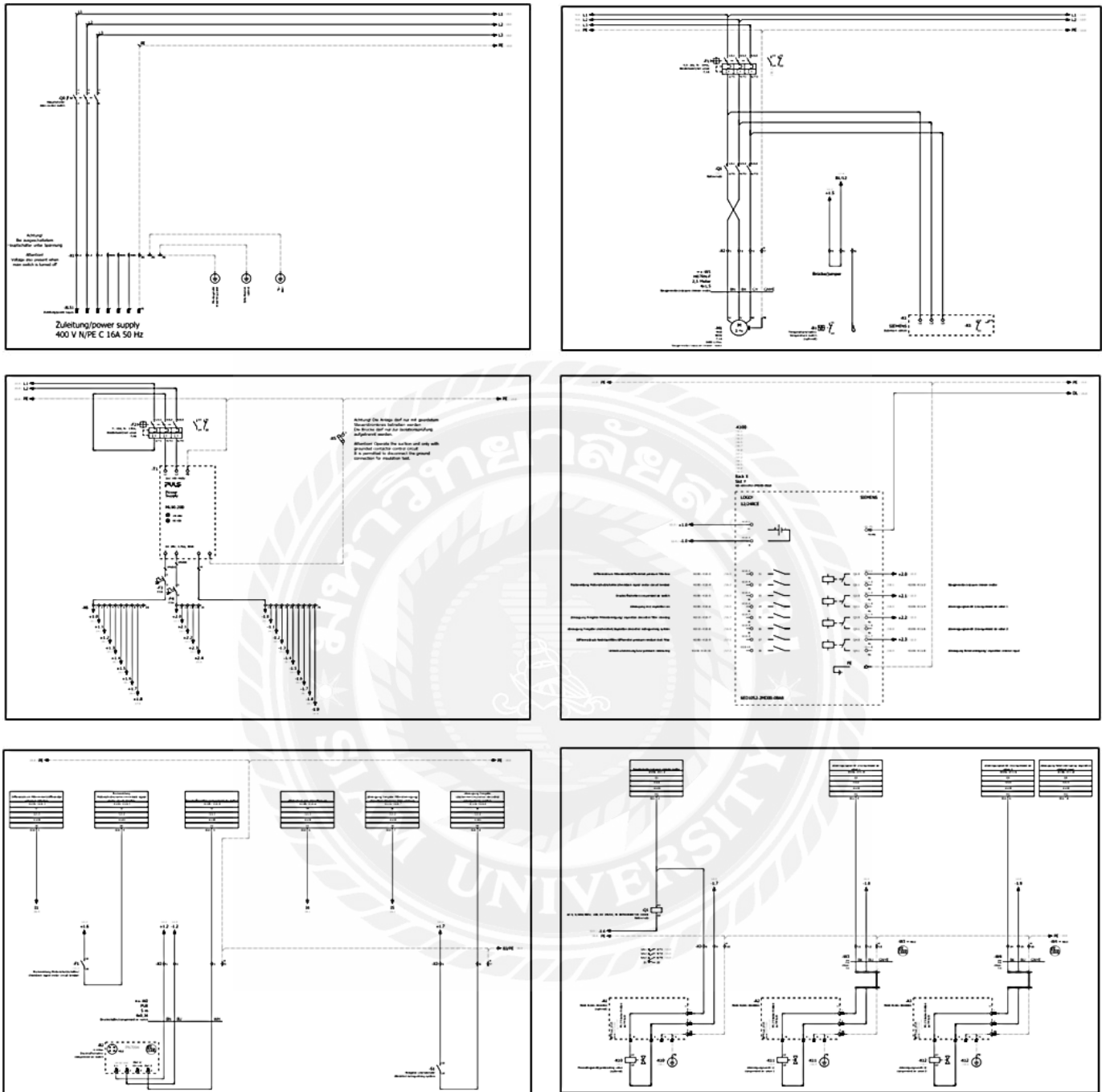


รูปที่ 4.14 รูปแสดงตัวอย่าง Layout ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งด้านนอกของผู้ควบคุมไฟฟ้า



รูปที่ 4.15 รูปแสดงตัวอย่าง Layout ของอุปกรณ์ที่ติดตั้งภายในห้องผู้ควบคุมไฟฟ้า

Circuit Diagram



รูปที่ 4.16 รูปแสดงตัวอย่าง Circuit Diagram

Terminal Diagram

terminal diagram									
=CA1+EA-X6									
code name	code type	direction designation	direction	terminal	part	direction designation	direction	code name	code type
		49	3	1		4108	4021.1		
				2		4108	4021.2		
				3		4108	4021.3		
				4		4108	4021.4		
				5		4108	4021.5		
				6		4108	4021.6		
				7		4108	4021.7		
				8		4108	4021.8		
				9		4108	4021.9		
				10		4108	4021.10		
				11		4108	4021.11		
				12		4108	4021.12		
				13		4108	4021.13		
				14		4108	4021.14		
				15		4108	4021.15		
				16		4108	4021.16		
				17		4108	4021.17		
				18		4108	4021.18		
				19		4108	4021.19		
				20		4108	4021.20		
				21		4108	4021.21		
				22		4108	4021.22		
				23		4108	4021.23		
				24		4108	4021.24		
				25		4108	4021.25		
				26		4108	4021.26		
				27		4108	4021.27		
				28		4108	4021.28		
				29		4108	4021.29		
				30		4108	4021.30		
				31		4108	4021.31		
				32		4108	4021.32		
				33		4108	4021.33		
				34		4108	4021.34		
				35		4108	4021.35		
				36		4108	4021.36		
				37		4108	4021.37		
				38		4108	4021.38		
				39		4108	4021.39		
				40		4108	4021.40		
				41		4108	4021.41		
				42		4108	4021.42		
				43		4108	4021.43		
				44		4108	4021.44		
				45		4108	4021.45		
				46		4108	4021.46		
				47		4108	4021.47		
				48		4108	4021.48		
				49		4108	4021.49		
				50		4108	4021.50		
				51		4108	4021.51		
				52		4108	4021.52		
				53		4108	4021.53		
				54		4108	4021.54		
				55		4108	4021.55		
				56		4108	4021.56		
				57		4108	4021.57		
				58		4108	4021.58		
				59		4108	4021.59		
				60		4108	4021.60		
				61		4108	4021.61		
				62		4108	4021.62		
				63		4108	4021.63		
				64		4108	4021.64		
				65		4108	4021.65		
				66		4108	4021.66		
				67		4108	4021.67		
				68		4108	4021.68		
				69		4108	4021.69		
				70		4108	4021.70		
				71		4108	4021.71		
				72		4108	4021.72		
				73		4108	4021.73		
				74		4108	4021.74		
				75		4108	4021.75		
				76		4108	4021.76		
				77		4108	4021.77		
				78		4108	4021.78		
				79		4108	4021.79		
				80		4108	4021.80		
				81		4108	4021.81		
				82		4108	4021.82		
				83		4108	4021.83		
				84		4108	4021.84		
				85		4108	4021.85		
				86		4108	4021.86		
				87		4108	4021.87		
				88		4108	4021.88		
				89		4108	4021.89		
				90		4108	4021.90		
				91		4108	4021.91		
				92		4108	4021.92		
				93		4108	4021.93		
				94		4108	4021.94		
				95		4108	4021.95		
				96		4108	4021.96		
				97		4108	4021.97		
				98		4108	4021.98		
				99		4108	4021.99		
				100		4108	4021.100		

รูปที่ 4.17 รูปตารางแสดงตัวอย่าง Terminal Diagram

เริ่มเขียนโปรแกรม

ขั้นตอนแรก ต้องทำการเขียนรายละเอียด ของอินพุตและเอาท์พุตโดยมีรายละเอียดดังนี้

Vacuum Cleaning 2520 I/O List					
ITEM	DESCRIPTION	I/O	SIGNAL	ADDRESS	Contact
1	Manual Mode	DI	Selector Switch Man.	I1	NO
2	Remote Mode	DI	Selector Switch Auto.	I2	NO
3	Manual Stop Vacuum	DI	Push button	I3	NC
4	Manual Start Vacuum	DI	Push button	I4	NO
5	Reset	DI	Push button	I5	Contact
6	Filter Cleaning	DI	Push button	I6	NO
7	Filter Differential Pressure	AI	Differential Pressure Transmitter	AI1	Analog
8	Max Vacuum Pressure	AI	Pressure Transmitter	AI2	Analog
9	Motor Protective	DI	Motor CB	I9	NO
10	Motor Direction Wrong	DI	Phase Monitoring Relay	I10	NC
11	Air Pressure Switch	DI	Pressure Switch	I11	NC
12	Remote Start/Stop Signal	DI	Relay contactor	I12	NO
13	Reserved	DI	N/A	I13	-
14	Emergency Stop	DI	Emergency Switch	I14	NC
15	Dustbin Limit Switch	DI	Proximity Sensor	I15	NO
16	Motor Running Feedback	DI	Motor Contactor Auxiraly Contact	I16	NO
17	Vacuum Motor Start	DO	Motor Contactor ON	Q1	
18	Motor Protective Alarm	DO	Pilot Lamp (RED)	Q2	
19	Motor Direction Wrong Alarm	DO	Pilot Lamp (RED)	Q3	
20	Compressed Air Low Alarm	DO	Pilot Lamp (RED)	Q4	
21	Filter Clogged Alarm	DO	Pilot Lamp (RED)	Q5	
22	Empty Dust Bin Alarm	DO	Pilot Lamp (Yellow)	Q6	
23	Machine Ready	DO	Tower Light (Green)	Q7	
24	Machine Alarm	DO	Tower Light (RED)	Q8	
25	Alarm Buzzer	DO	Buzzer	Q9	
26	Machine Ready (Interlocking Signal)	DO	Contact Relay	Q10	
27	Machine Warning	DO	Tower Light (Yellow)	Q11	
28	Reserved		N/A	Q12	

รูปที่ 4.19 ตารางแสดง I/O List ของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม รุ่น DS 2520.

หมายเหตุ PLC SIEMENS LOGO! input / output address เริ่มจาก I1 และ Q1.

4.6 ทำความรู้จักกับ Software LOGO!Soft Comfort.

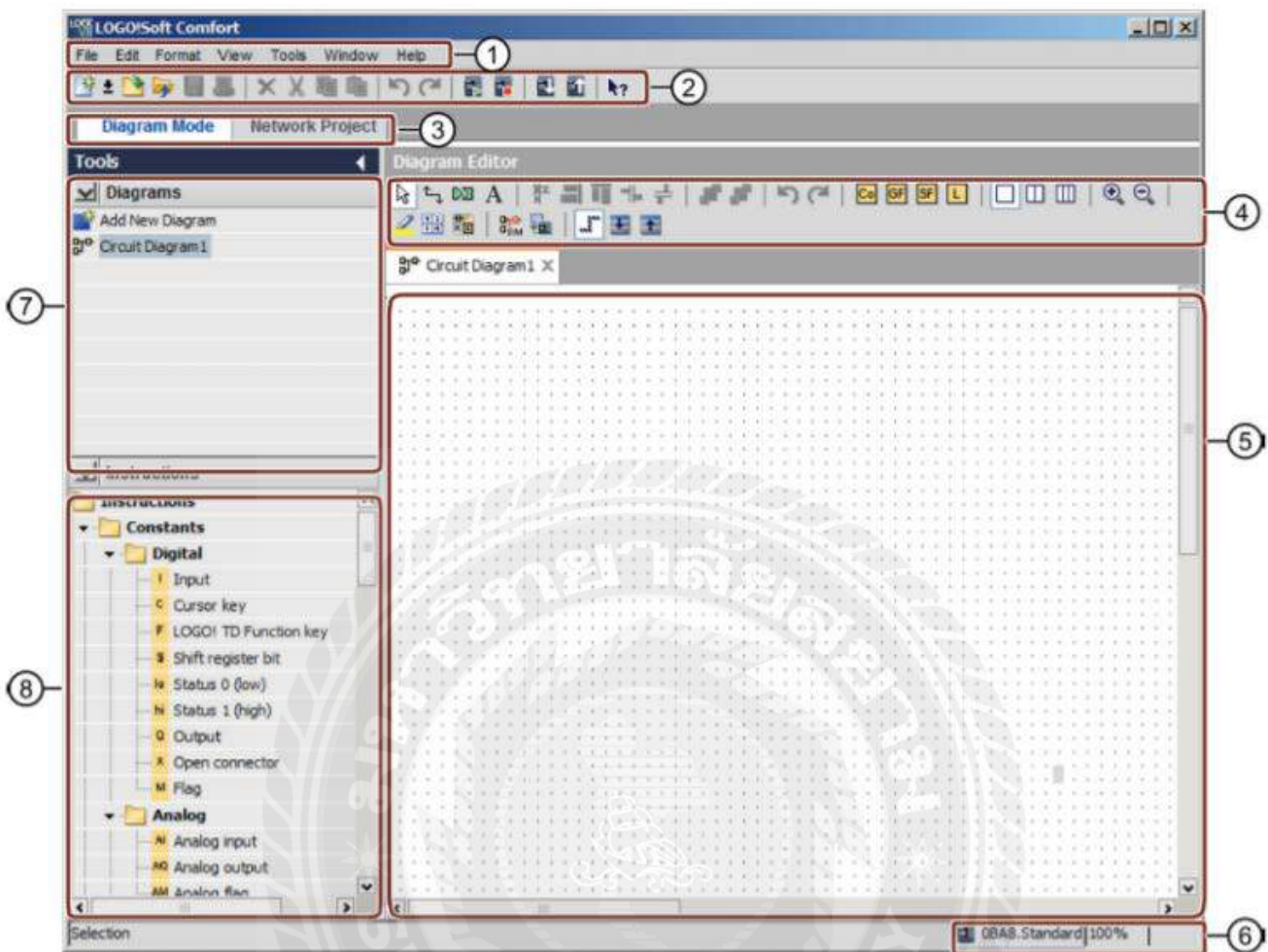
LOGO!Soft Comfort คือ ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม หรือชุดคำสั่งของ PLC LOGO!

เมื่อเริ่มต้นเปิด LOGO!Soft Comfort

และมีแถบเครื่องมือต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

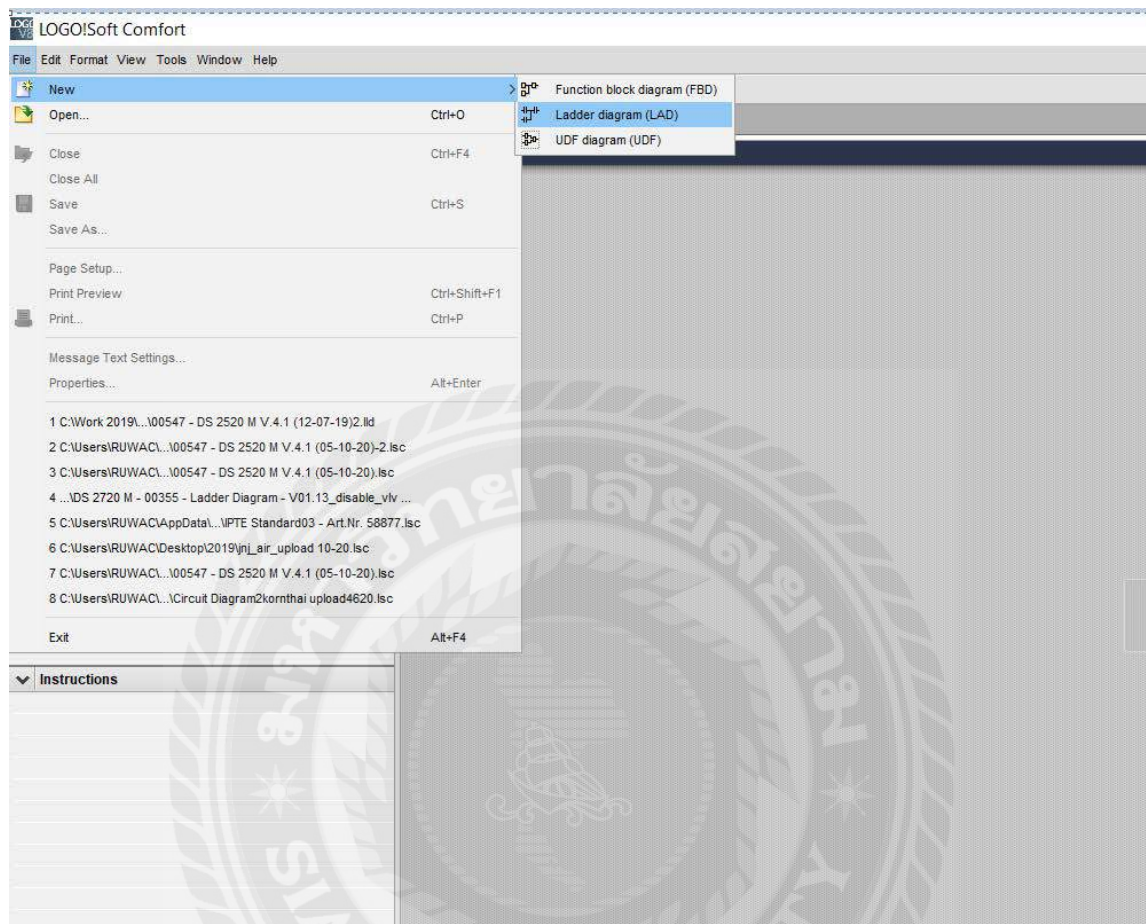


จะมีหน้าต่างการเขียนโปรแกรมขึ้นมาดังรูป

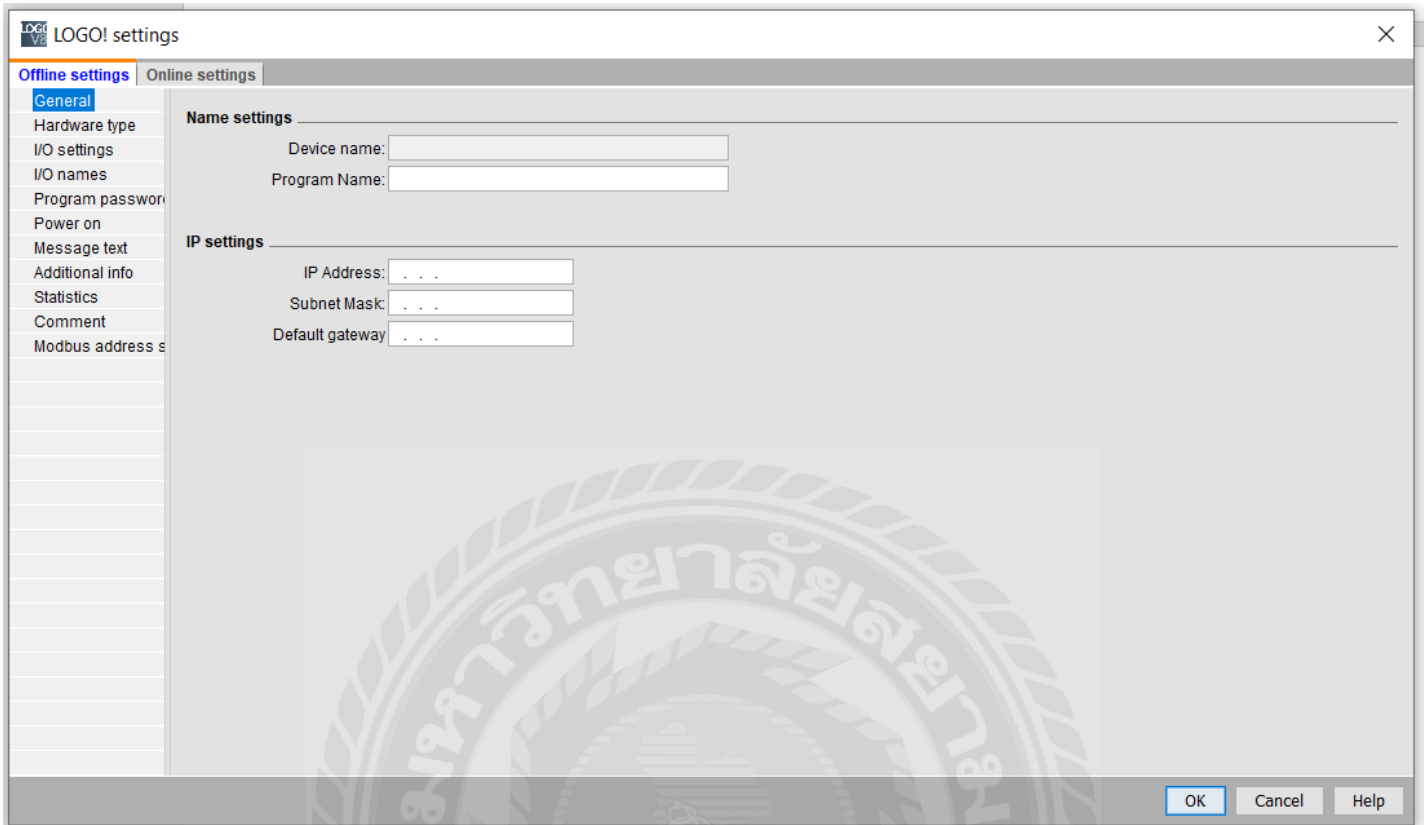


- ① Menu bar แถบเมนูคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในการจัดการกับไฟล์ เช่น การเปิด-ปิดไฟล์ การบันทึกไฟล์ เป็นต้น.
- ② Standard toolbar แถบเครื่องมือมาตรฐาน เป็นแถบที่รวบรวมคำสั่งที่ใช้บ่อยที่สุด เช่นการเปิดใช้ บันทึก พิมพ์ไฟล์ Run, Stop PLC, Download / Upload program.
- ③ Mode bar ไว้สำหรับเลือกหน้าต่างระหว่างการเขียนโปรแกรมและการเชื่อมต่อเครือข่ายของ PLC
- ④ "Tool" toolbar แถบเครื่องมือคำสั่งต่างๆในการเขียนโปรแกรมเช่น คำสั่งจำลองการทำงานของโปรแกรม (Simulation) การซูม การเพิ่มข้อความ เป็นต้น
- ⑤ Programming interface พื้นที่ในการเขียนโปรแกรม
- ⑥ Status bar แถบแสดงสถานะของ PLC
- ⑦ Diagram tree แถบแสดงโปรแกรม PLC ที่เปิดไว้
- ⑧ Operation tree แถบแสดงเครื่องมือที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมเช่น input / output contact, timer, counter และอื่นๆ

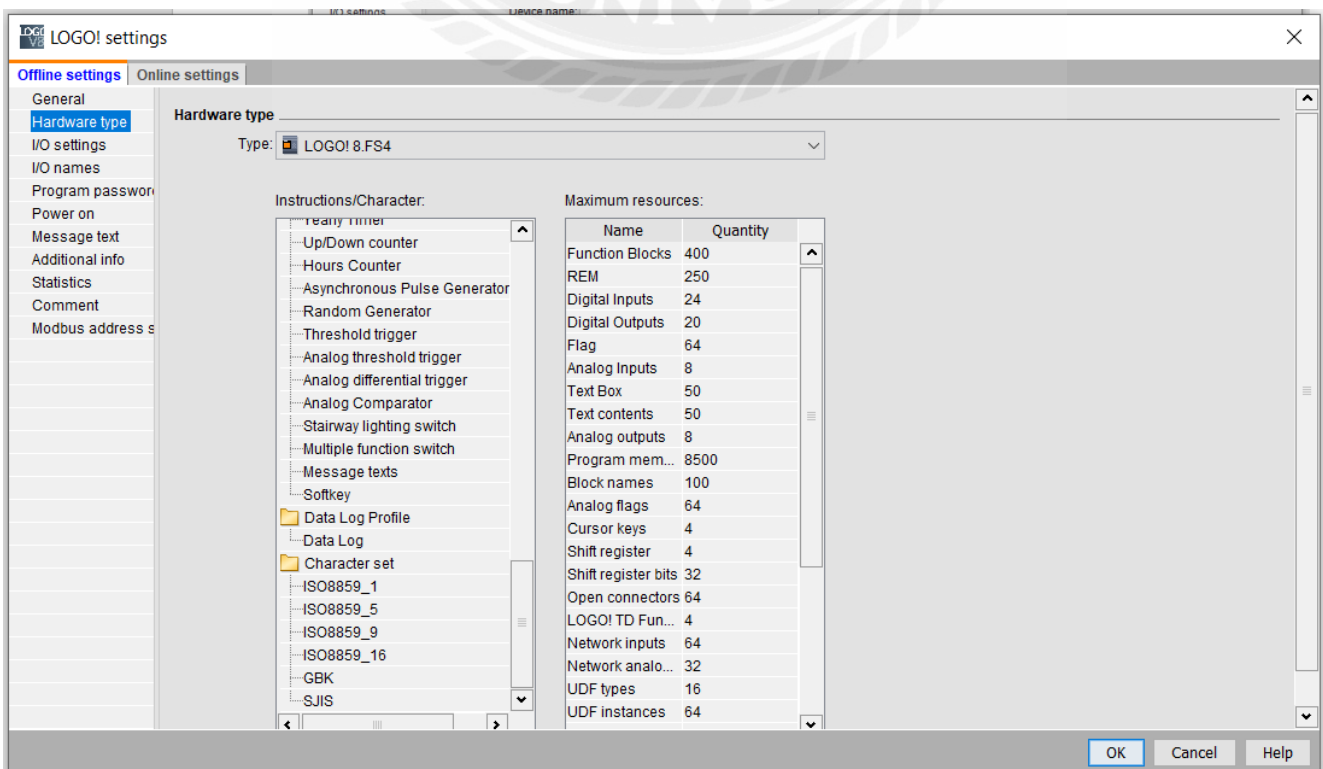
4.6.1 การเลือกรูปแบบการเขียนโปรแกรมสามารถเลือกได้ เมื่อกด file > new > และเลือกรูปแบบการเขียนโปรแกรมเป็น function block Diagram (FBD) หรือ Ladder Diagram (LAD) หรือ UFD Diagram (UFD) ได้ที่แสดงในรูป.



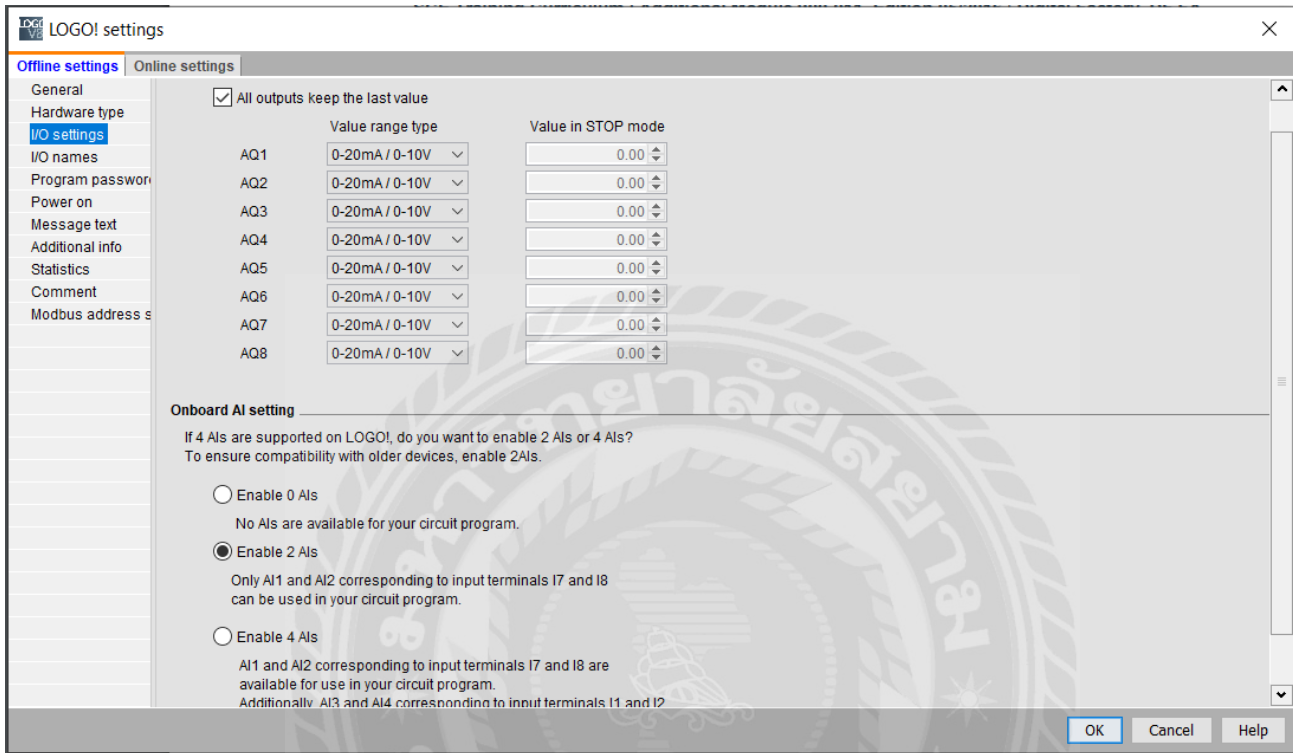
4.6.2 การตั้งค่า เราสามารถตั้งค่าต่างของPLC ได้โดยกด file > property และจะปรากฏหน้าต่างสำหรับตั้งค่าต่างๆ เริ่มจากตั้งค่าทั่วไป (General) เช่นชื่อของโปรแกรม ตั้งชื่อ PLC ตั้งค่า IP address



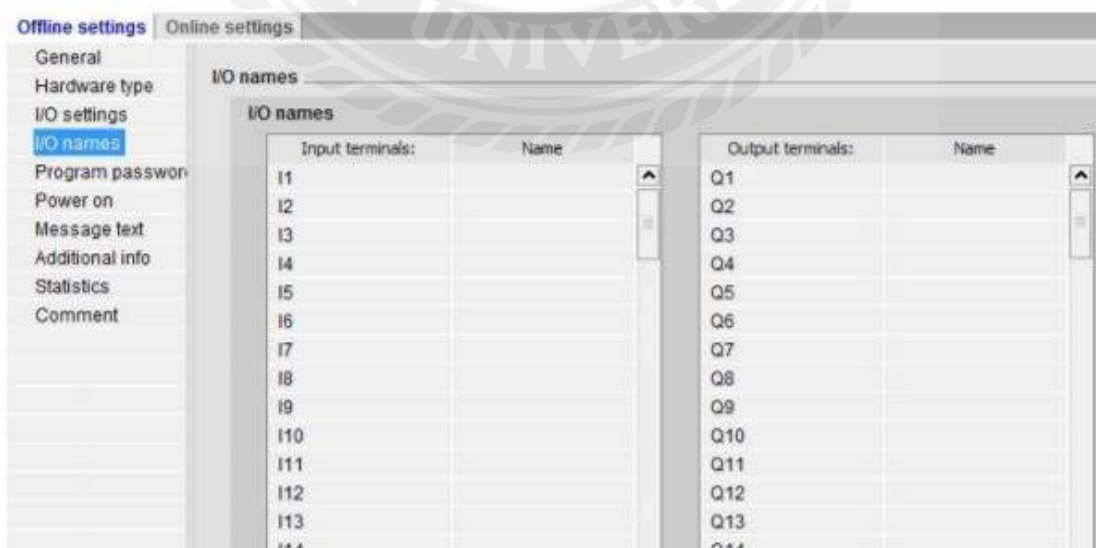
การตั้งค่าอุปกรณ์ PLC เราสามารถเลือกรุ่นต่างๆของPLC ได้จากการตั้งค่านี้และสามารถดูรายละเอียดและข้อมูลทางเทคนิคได้จากหน้าต่างนี้



ตั้งค่า Analog Input / output โดยสามารถเลือกจำนวน Analog Input ได้ และสามารถ ตั้งค่า Analog output เป็น 4-20 mA หรือ 0-10 Vได้จากหน้าต่างนี้



ตั้งค่าเปลี่ยนชื่อของ input / output ได้จากหน้าต่างนี้

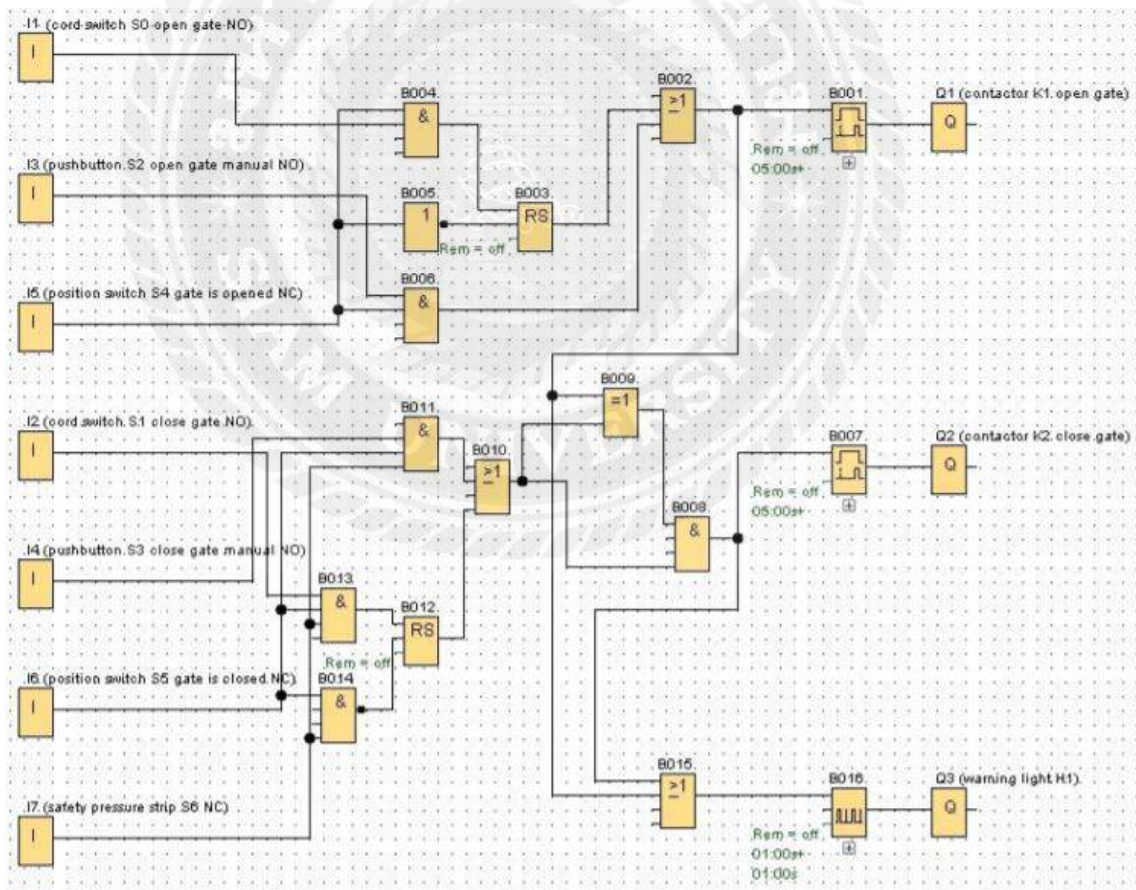


input / output ที่ได้เปลี่ยนชื่อแล้ว

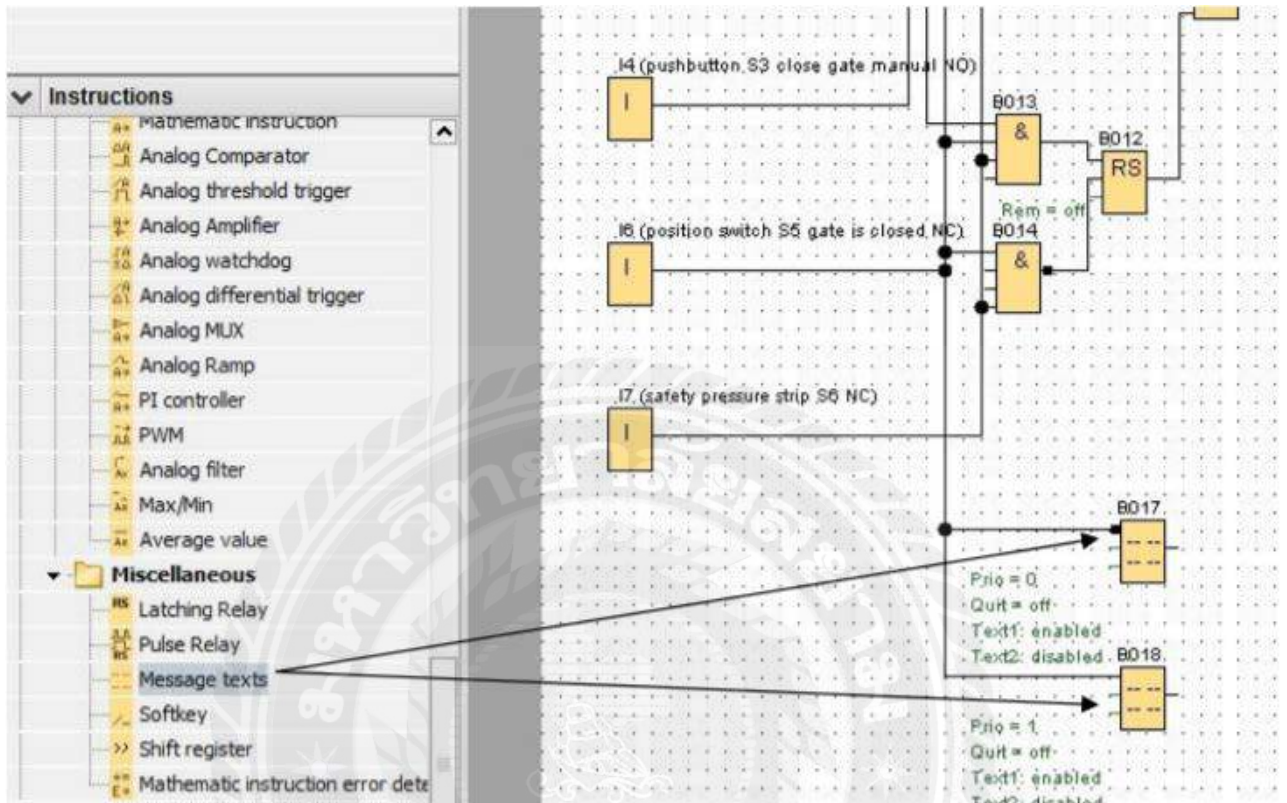
I/O names	
Input	Output
I1 cord switch S0 open gate NO	Q1 contactor K1 open gate
I2 cord switch S1 close gate NO	Q2 contactor K2 close gate
I3 pushbutton S2 open gate manual NO	Q3 warning light H1
I4 pushbutton S3 close gate manual NO	Q4
I5 position switch S4 gate is opened NC	Q5
I6 position switch S5 gate is closed NC	Q6
I7 safety pressure strip S6 NC	Q7
I8	Q8
I9	Q9

จากนั้นทำการเขียนโปรแกรมตามเงื่อนไขที่กำหนด เราสามารถเขียนเป็น Ladder หรือ Function

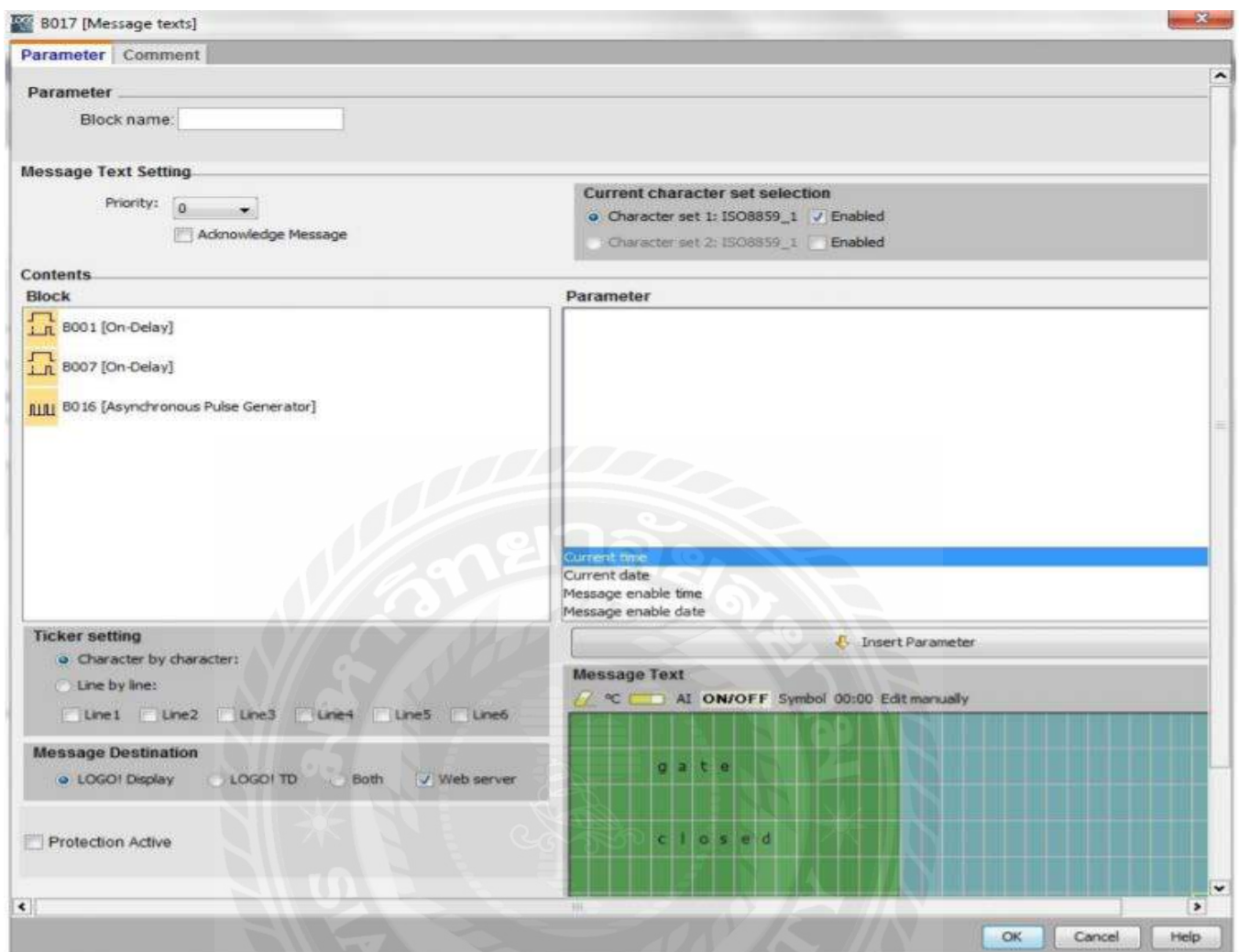
block ได้ตามความถนัดจากนั้นทำการเซฟและตั้งชื่อโปรแกรม



การใส่ข้อความเพื่อแสดงที่หน้าจอแสดงผลได้โดยการเลือกกล่องข้อความ Message texts จากแถบเครื่องมือดังรูป



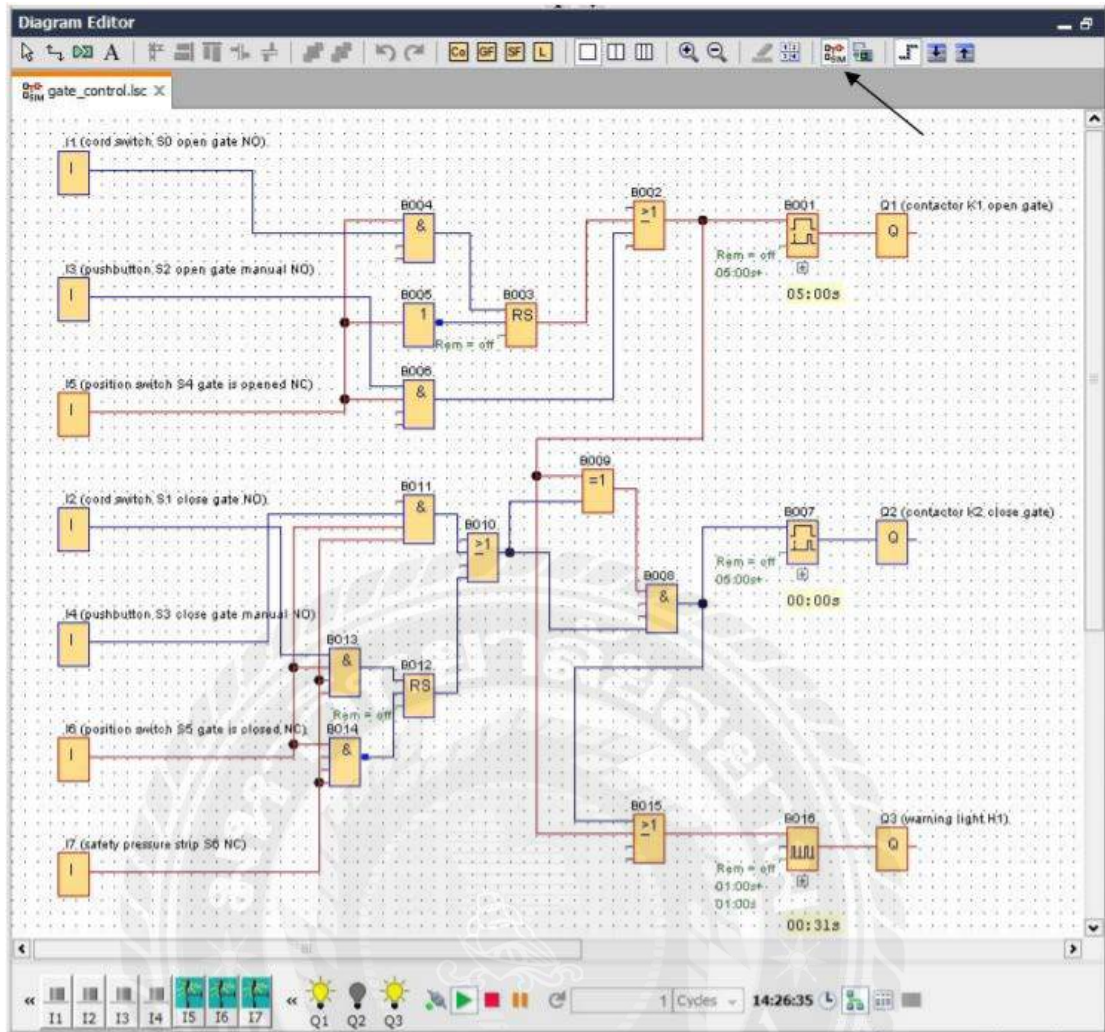
ทำการเลือกว่าต้องการให้แสดงที่อุปกรณ์อะไรเช่นแสดงที่ LOGO! Display หรือ LOGO! TD ตามที่แสดงในรูป เราสามารถที่จะตั้งค่าให้ข้อความในกล่องข้อความนั้นๆแสดงผลได้ตามสถานะของคำสั่งต่างๆ เช่น เมื่ออินพุต I1 เปลี่ยนสถานะจาก 0 ไปเป็น 1 ให้ข้อความแสดงขึ้นมาที่หน้าจอจะตามกำหนดหรือแสดงค่าของตัวนับเวลา (timer) ตัวนับจำนวน (counter) หรือ ค่าอะนาลอกต่างๆตามความแต่ละสถานะในเวลาขณะนั้นๆ



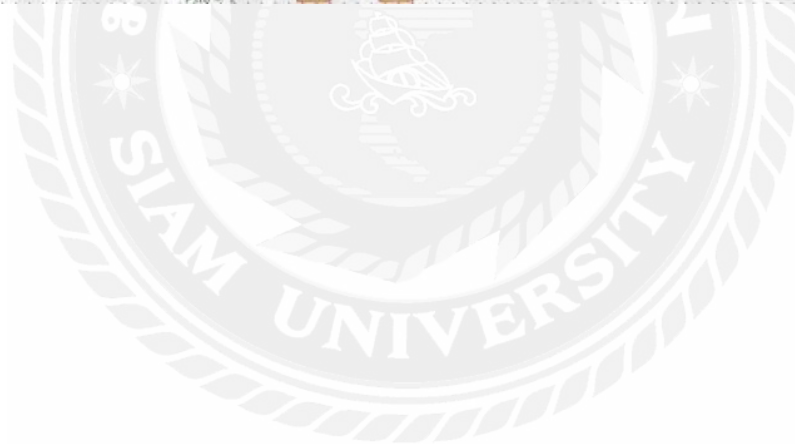
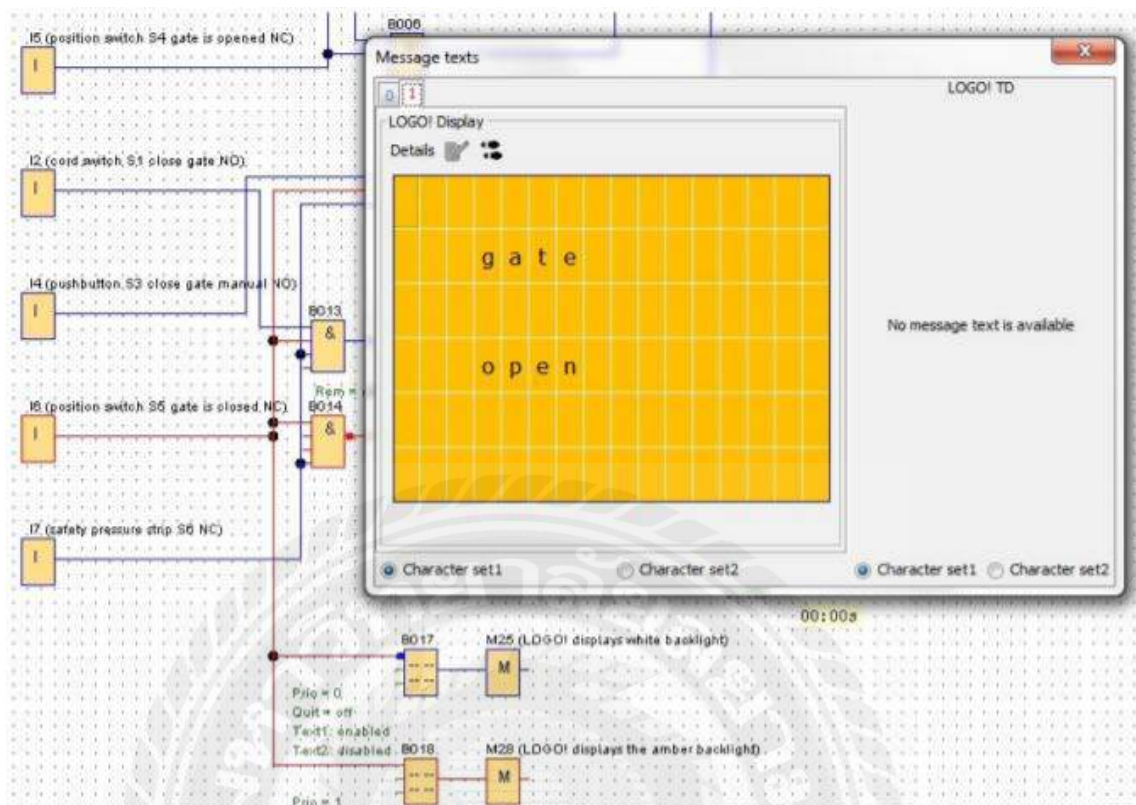
หลังจากเขียนโปรแกรมแล้วเราสามารถทดสอบการทำงานของโปรแกรมให้เป็นไปตามเงื่อนไขได้โดย

ทำการ Simulation โดยกดที่ไอคอน





ในขณะที่ทำการทดสอบการทำงานของโปรแกรมด้วยการจำลองนั้นสามารถที่เห็นข้อความที่แสดงของแต่ละสถานะตามที่ได้เราต้องการได้



ทดสอบการดาวน์โหลดโปรแกรม PLC ไปยังชุดทดสอบ



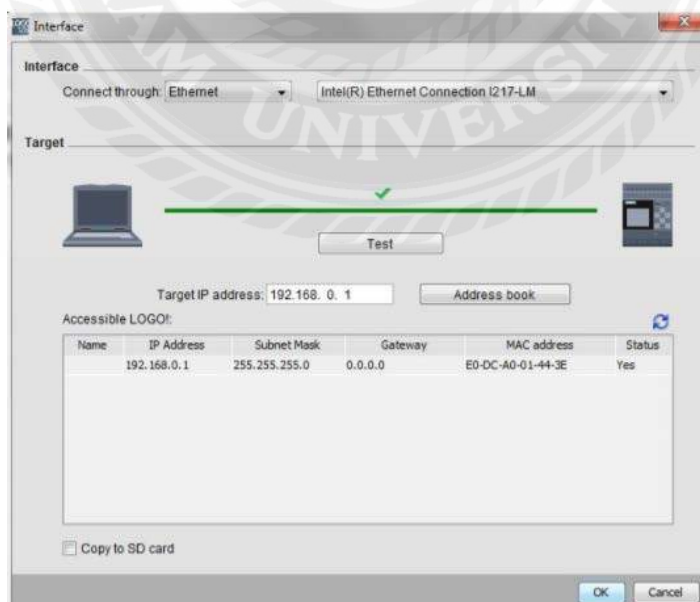
การดาวน์โหลด

โหลดโปรแกรมมีขั้นตอนดังนี้

คลิกที่ไอคอนดาวน์โหลด



จะปรากฏหน้าต่างการดาวน์โหลดขึ้นมา



จากนั้นให้

เฟรช

ทำการกดไอคอนรี



เพื่อที่จะให้

โปรแกรมทำการตรวจหา PLC ที่ต่ออยู่ในเน็ตเวิร์คจากนั้นให้กด OK แล้วจะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาถามว่าเราต้องการให้ PLC อยู่ใน stop mode เพื่อทำการดาวน์โหลดเราจึงการคลิก Yes จะมีหน้าต่างแสดงสถานะการดาวน์โหลดโปรแกรมขึ้นมาดังรูป



จากนั้นเมื่อทำการโหลดเสร็จสิ้นจะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาเพื่อให้กดยืนยันให้ PLC กลับไปอยู่ที่ RUN Mode อีกครั้ง

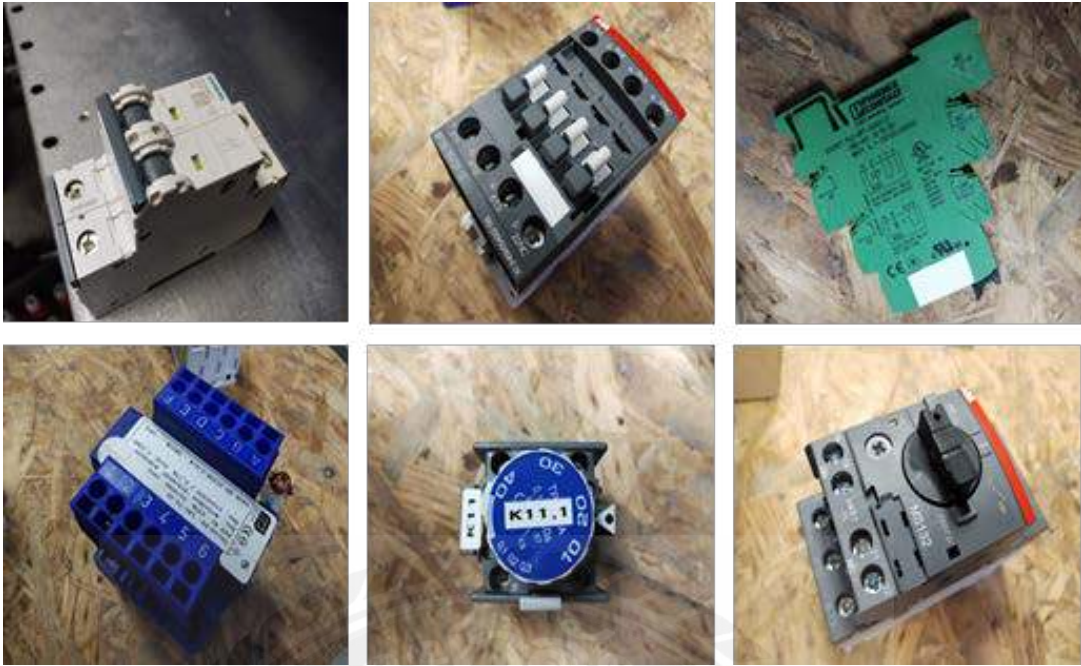


4.7 ศึกษาการประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้า

เริ่มจากการเตรียมการเบกอุปกรณ์ที่จะใช้ในการประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้าโดยอ้างอิงจากแบบไฟฟ้าที่ได้รับการอนุมัติจากผู้จัดการแผนกผลิตแล้ว



เตรียมอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในการประกอบโดยเบิกขอจากแผนกสไตร์

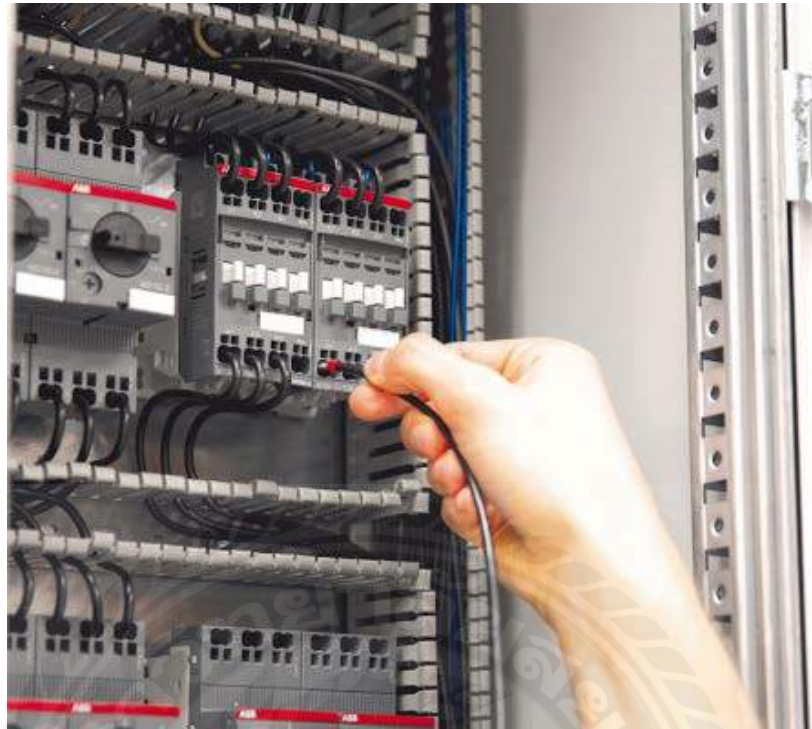




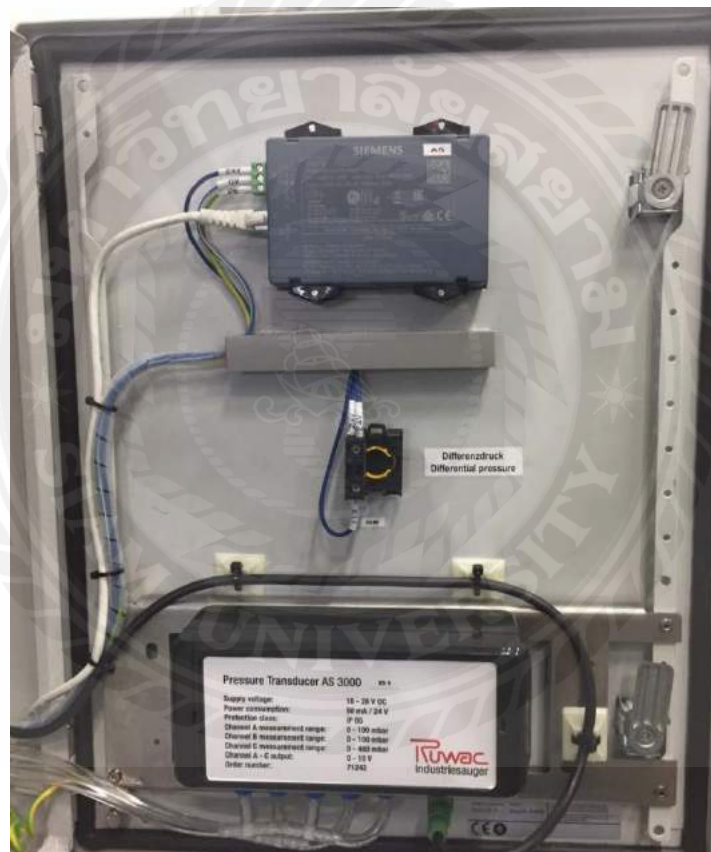
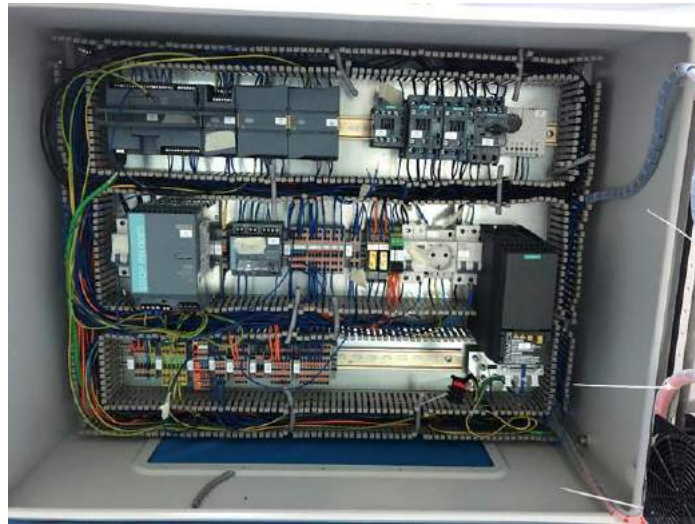
นั่นทำการ layout วางอุปกรณ์และประกอบรางสายไฟต่างๆ



จากนั้นทำการต่อสายไฟตามแบบที่กำหนด โดยเริ่มจากการต่อวงจรพาวเวอร์ เช่นเมนสวิทช์ วงจรมอเตอร์ สตาร์ท-เคลลต้า วงจรหม้อแปลงหรือพาวเวอร์ซีพพลายต่างๆ และหลังจากนั้นจึงทำการต่อสายไฟวงจรควบคุมและ PLC



จากนั้นนำแผงควบคุมที่ต่อสายเรียบร้อยแล้วลงมาติดตั้งยังตู้คอนโทรลและประกอบประตูของตู้คอนโทรลและติดตั้งอุปกรณ์และทำการต่อสายไปยังอุปกรณ์ต่างๆ



จากนั้นทำการประกอบอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อสายกับอุปกรณ์จากภายนอก



4.8 ศึกษาการทดสอบตู้ควบคุมไฟฟ้า

เมื่อทำการต่อสายต่างๆเรียบร้อยแล้วขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบตู้ควบคุมตามรายการตรวจสอบของบริษัท

Machine No			
Machine Built		ใส่ข้อมูลของเครื่องที่ผลิต	
Order Confirmation No			
Electrical control panel check list.			
Item	Description.	YES	NO
1	Document check		
1.1	Electric drawings no. according to the machine order confirmation.		
1.2	Drawings no.		
1.3	Design by	Approve by	ข้อมูลของแบบไฟฟ้า
1.4	Revision no.	Update by	
2	Visual inspection.		
2.1	Panel size		
2.2	Panel Color code according to the order		
2.3	Door side check		ตรวจสอบความเรียบร้อยด้วยตาเปล่า
2.4	Panel layout according to the drawings		
2.5	Labels and tags according to the drawings & lettering check		
2.6	Components according to part list		
2.7	Components markers according to the drawings		
2.8	Terminal markers according to the drawings		
2.9	Wire makers according to the drawings		
2.10	Cable color according to the drawings		
2.11	Cable size according to the drawings		
2.12	Cleaning		
3	Cable and connection		
3.1	Cable insulation Testing		
3.2	Cable accessories, end sleeves, cable lugs	according to the cable size	
3.3	Cable and wire connection no loosen		ตรวจสอบการต่อสายและมาตรฐานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการต่อสายเช่นหางปลาต่างๆ
3.4	Ground cable check		
3.5	Cable gland according to cable size		เก็บไปตามข้อกำหนด
3.6	Cable gland type Standard, ATEX Zone		
4	Circuit breaker and fuse		
4.1	Fuse size check according to the drawings		ตรวจสอบการขนาดของและปรับตั้งกระแสของฟิวส์ดีมเบรกเกอร์
4.2	Motor Protective switch setting No.	= A, No. = A	
5	Electrical Check		
5.1	Shot circuit check		
5.2	Insulation testing		ทดสอบทางความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้า
5.3	Hi voltage testing		และทดสอบการทำงานของฟิวส์ชนิดต่างๆ
5.4	Incoming power and main switch testing		
5.5	Transformer testing		
5.6	Power supply testing		
5.7	Functionary testing		

หลังจากที่ทำการควบคุมผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดของบริษัทจึงนำไปทำการติดตั้งเข้ากับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมและต่อสายอุปกรณ์ต่างๆ





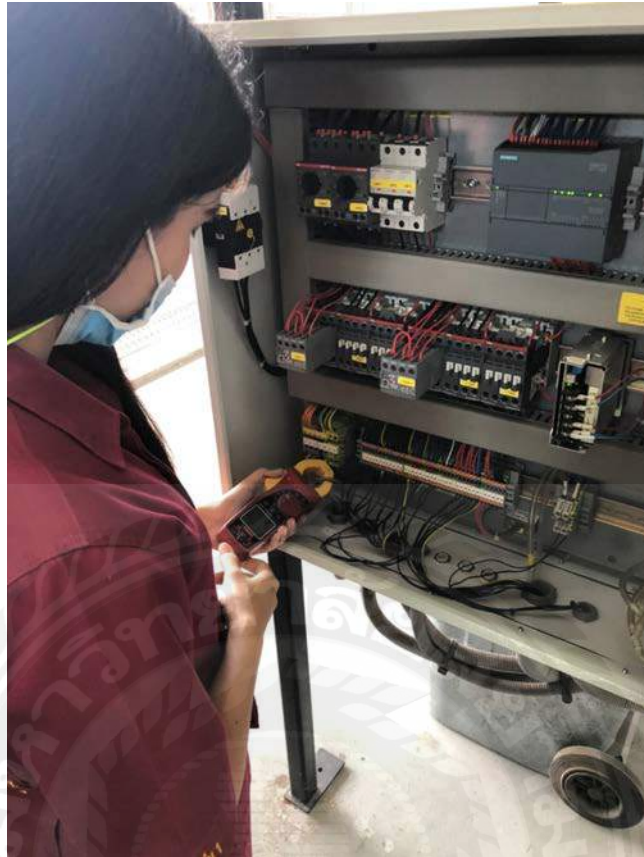
หลังจากนั้นนำเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมที่ติดตั้งอุปกรณ์เรียบร้อยแล้วไปทดสอบความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าตามข้อกำหนดของบริษัท







หลังจากผ่านการทดสอบความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าแล้วจึงนำมาทดสอบการทำงานและฟังก์ชันต่างๆให้เป็นไปตามเงื่อนไข

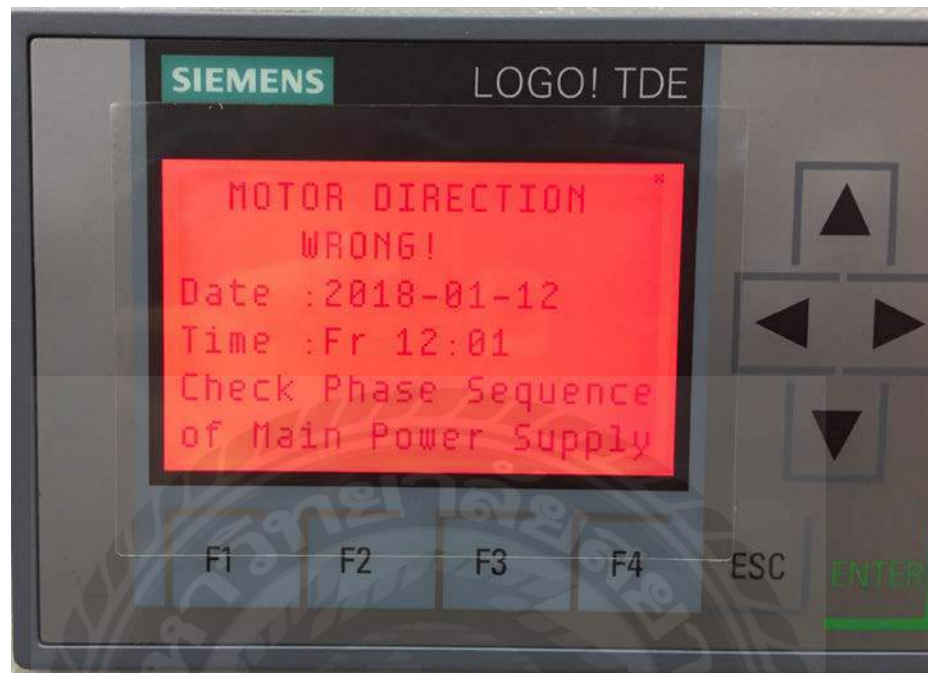




ทดสอบฟังก์ชันการทำงานของเครื่องดูดฝุ่น Machine aode



ทดสอบฟังก์ชันการทำงานของ Motor direction wrong



ทดสอบฟังก์ชันการทำงานของ Compressed air Low pressure



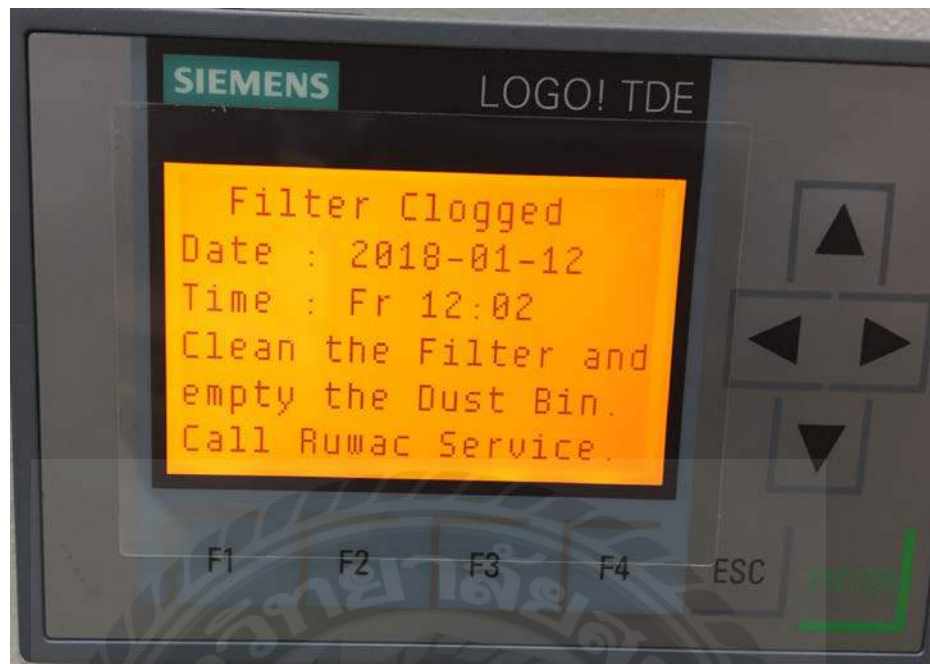
ทดสอบฟังก์ชันการทำงานของ Motor protective



ทดสอบฟังก์ชันการทำงานของ Motor direction wrong



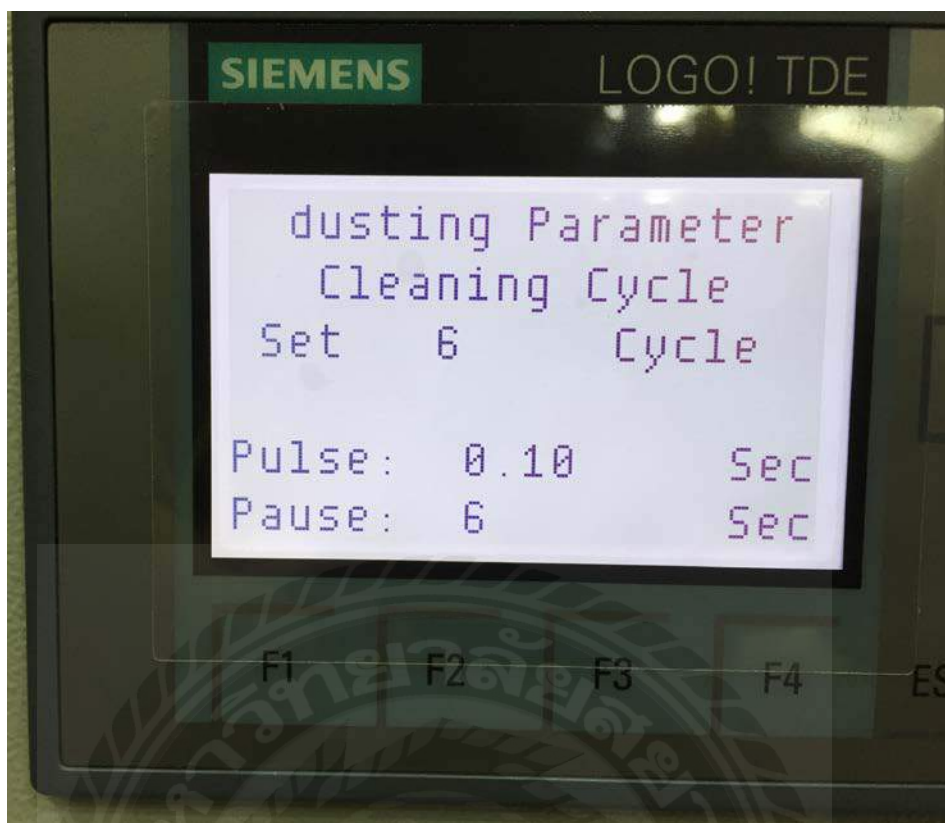
ทดสอบฟังก์ชันการทำงานของ Filter clogged



ทดสอบฟังก์ชันการทำงานของ Timer setting error Cleaning limit 5cycle



ทดสอบฟังก์ชันการทำงานของ Dusting parameter



เมื่อทดสอบแล้วการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมเป็นไปตามเงื่อนไขตามที่กำหนดถือเป็นการเสร็จสิ้นขั้นตอนในการสร้างตู้ควบคุมไฟฟ้าของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมและพร้อมที่จะนำเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมนี้ส่งมอบให้กับลูกค้าต่อไป

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

- 5.1.1 การสร้างตู้ควบคุมไฟฟ้าเสร็จตามกำหนด
- 5.1.2 ตู้ควบคุมไฟฟ้าที่ได้สร้างขึ้นผ่านการทดสอบตามข้อกำหนดของบริษัท
- 5.1.3 เครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมที่ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าที่สร้างขึ้นทำงานเป็นไปตามเงื่อนไขทุกประการ
- 5.1.4 เครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมที่ติดตั้งตู้ควบคุมไฟฟ้าที่สร้างขึ้นผ่านการทดสอบมาตรฐานของบริษัท

5.2 ประโยชน์ด้านสังคม

- 5.2.1 ได้เรียนรู้ในการปรับตัวเข้ากับสังคม
- 5.2.2 ได้ทราบถึงการทำงานจริงและปัญหาที่เกิดขึ้นจริงในที่ทำงาน
- 5.2.3 ได้เรียนรู้การทำงานกับผู้อื่น
- 5.2.4 เพิ่มประสบการณ์ของตัวเองในเรื่องการเสนอแนะความคิด
- 5.2.5 เรียนรู้บุคคลอื่นทั้งภายในหน่วยงานและนอกหน่วยงาน
- 5.2.6 รู้จักรับผิดชอบต่อตนเอง รับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย และ การตรงต่อเวลา

5.3 ประโยชน์ด้านการทำงาน

- 5.3.1 ได้ประสบการณ์การทำงานเกี่ยวกับการสร้างตู้ควบคุมไฟฟ้าสำหรับเครื่องจักร
- 5.3.2 ได้ทำงานเกี่ยวกับความปลอดภัยในโรงงาน
- 5.3.3 ได้ทราบถึงการทำงานอย่างเป็นระบบ
- 5.3.4 ได้ทราบถึงการวางแผน ขอบเขต กำหนดการทำงาน
- 5.3.5 ได้ทราบถึงการแก้ปัญหาในการทำงานอย่างเป็นระบบ
- 5.3.5 ได้ทราบถึงข้อปฏิบัติ กฎระเบียบ ความปลอดภัย, ISO, 5 ส

5.4 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

- 5.4.1 ต้องมีความสามารถในด้านการอ่านและทำความเข้าใจกับคู่มือของอุปกรณ์
- 5.4.2 ต้องมีพื้นฐานทางด้านภาษาอังกฤษในการอ่านข้อกำหนดต่างที่ใช้ในการสร้างตู้ควบคุมไฟฟ้าของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม
- 5.4.3 ต้องมีพื้นฐานความเข้าใจในวงจรไฟฟ้าทั้ง วงจรกำลังและวงจรควบคุม
- 5.4.4 ต้องมีพื้นฐานความเข้าใจในการเขียนโปรแกรม PLC
- 5.4.4 ต้องมีความสามารถในการใช้คอมพิวเตอร์ในระดับปานกลาง

5.5 การแก้ไขปัญหาในการปฏิบัติงาน

- 5.5.1 ต้องทำความเข้าใจถึงการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละตัว
- 5.5.2 ต้องเข้าใจในวงจรไฟฟ้าทั้งในส่วนวงจรกำลังและควบคุมเพื่อทำการแก้ไขวงจรที่ต่อในตู้ควบคุมไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
- 5.5.3 ต้องเข้าใจวงจร PLC เพื่อที่จะสามารถทำการตรวจสอบและแก้ไข
- 5.5.4 ปรึกษานักงานที่ปรึกษาหรือพนักงานที่ได้รับมอบหมายให้เป็นผู้ดูแล

บรรณานุกรม

การเขียนโปรแกรม *Siemens LOGO!*. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก

<https://www.automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/additional/logo/sce-900-011-startup-logo-0ba8-r1603-en.pdf>

การสตาร์ทมอเตอร์. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก

https://www.tngroup.co.th/media/article_detail/316

มอเตอร์คอนแทคเตอร์ รีเลย์ สวิตช์ควบคุม. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก

<https://mall.factomart.com/principle-of-magnetic-contactor/>

มาตรฐาน มอก.. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก

<https://www.tisi.go.th/news/details/22/>

มาตรฐาน IEC. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก

<https://www.tisi.go.th/website/interstandard/iec>

มาตรฐาน IP (IP Protection). (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก

<https://www.omi.co.th/th/article/%E0%B8%A1%E0%B8%B2%E0%B8%95%E0%B8%A3%E0%B8%90%E0%B8%B2%E0%B8%99-ip>

https://en.wikipedia.org/wiki/IP_Code

ประวัติของ PLC. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก

<https://www.tkkcorporation.com/%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%A7%E0%B8%B1%E0%B8%95%E0%B8%B4-programmable-logic-controller-plc/>

หลักการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก

<https://www.ruwac-asia.com/th/>

ภาคผนวก ก

(การปฏิบัติงานสหกิจในส่วนที่เกี่ยวข้องกับเอกสารที่ใช้ในการทำงาน)

Electrical Check list for Drive assembly

item	description	Check By	Date
1	Drive type _____ Art. _____ motor No. _____ current _____ A		
2	assembly parts are complete according to picking list / ชิ้นส่วนที่ใช้ในการประกอบครบตามพิคคิงลิสต์		
3	cable isolation check / ตรวจสอบการปกกสายไฟไม่มีรอยขาด		
4	cable lug and end sleeve check / ตรวจสอบความแน่นของการใส่หางปลอกกับสายไฟ		
5	cable connection check / ตรวจสอบการต่อสายกับเทอร์มินอลว่าถูกต้องและไม่หลวม		
6	bolts and nuts check / ตรวจสอบขันน็อตต่างๆ		
7	ground cable check / ตรวจสอบสายกราวด์		
8	label check / ตรวจสอบการติดฉลากตัวต่อ ตรวจสอบแรงดันและถูกชื่อ		
9	fuse size check / ตรวจสอบขนาดกระแสของฟิวส์ที่ระบุบนบอร์ด		
10	motor breaker adjustment to nominal current _____ A / ตั้งพิคคิงกระแสของมอเตอร์เบรกเกอร์ให้ตรงกับกระแสมอเตอร์		
11	motor check / ทดสอบการทำงานของมอเตอร์		
12	cleaning / ทำความสะอาด		

Remark :

แบบฟอร์มการตรวจเช็คการประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้ากับเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม

Factory Acceptance Test / Protocol

1 Project data

System	DS 2520 M		
Vacuum medium			
Customer			
Place of acceptance	Ruwac Asia		
Order Confirmation no. (Ruwac)		Project no.	
Serial no.			

2 Conditions

Pos.	Neg.		Remarks
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	The pre- acceptance takes place in a suitable quality environment	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	The system and its peripheral equipment are complete	

3 Conclusion

3.1 Basic visual inspection

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Check for damages |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | System / components are delivered according project documents / order |

Remark:

3.2 Machine specification

- | | | |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Voltage _____ |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Frequency _____ Hz |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Raw Gas connection <input type="checkbox"/> 50 <input type="checkbox"/> 70 <input type="checkbox"/> 100 <input type="checkbox"/> 200 mm Ø |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Pocket Filter <input type="checkbox"/> 2.6 <input type="checkbox"/> 4.5 <input type="checkbox"/> 11 <input type="checkbox"/> 24 <input type="checkbox"/> 48 m ² |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Filter Cleaning: Manual / Motor shaking / Compress air |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Control power supply <input type="checkbox"/> 24 VDC <input type="checkbox"/> 230 VAC |

Remark:

Factory Acceptance Test / Protocol

3.3 Electrical and control equipment

o.k.	n.o.k.	n/a	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of the electric cable
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of the electric plug
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of Main switch
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of Control power supply
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of Emergency Switch
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of Vacuum interlocking VIA potential free contact
			<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of Motor direction wrong function
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of Dustbin emptying function
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of Filter Cleaning function
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of Vacuum Manual start / stop mode
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Check of Vacuum Remote start / stop mode

Remark:

3.4 Vacuum unit

o.k.	n.o.k.	n/a	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Direction of rotation (motor) is correct
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Motor Current _____ A.
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Manometer setting _____ mbar
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Air flow volume with 3 m hose _____ m ³ /h
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Air Speed with 3 m hose _____ m/s

Remark:

3.5 Workplace safety

o.k.	n.o.k.	n/a	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	The system is in accordance to order agreement and is in conformity with the relevant directives and standards

Remark:

แบบฟอร์มการทดสอบเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม แผ่นที่ 3

Factory Acceptance Test / Protocol**3.6 Technical documentation**

o.k.	n.o.k.	n.o.k.	
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Instruction manual, spare and ware parts list
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mechanical drawing
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Piping Drawings
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Electric circuit diagram
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Finished Machine Testing and Quality Control Report
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	CE Marking and EC Declaration of Conformity

Remark:

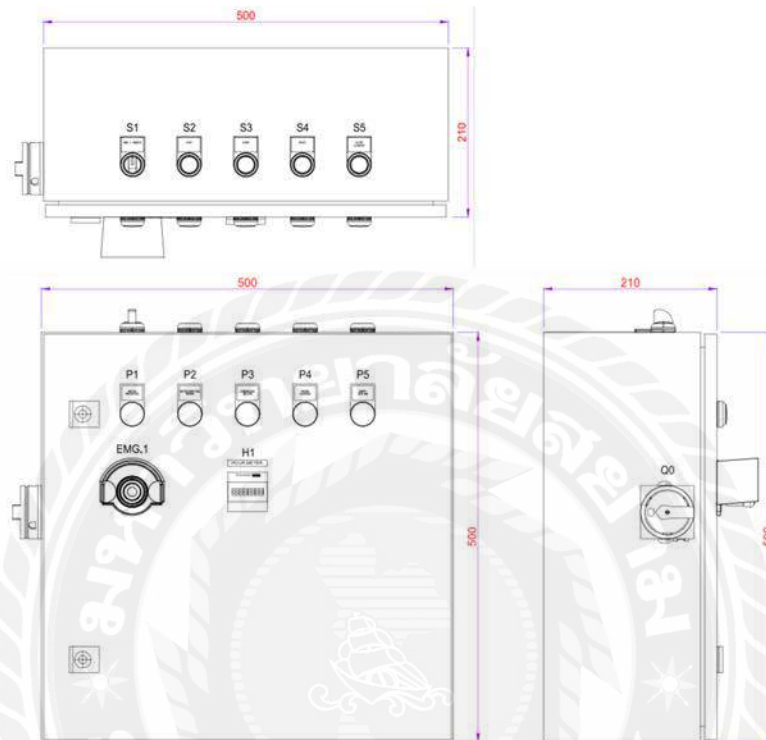


แบบฟอร์มการทดสอบเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม แผ่นที่ 4

คู่มือการใช้งานเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม แผ่นที่ 1

คู่มือการใช้งานเพิ่มเติม.

ตู้คอนโทรล.



Q0	เมนสวิตช์	P1	หลอดไฟแสดงผลเมื่อ มอเตอร์เบรกเกอร์ ทรูป
S1	สวิตช์เลือกโหมดการทำงาน แมนนวล - ออโต้	P2	หลอดไฟแสดงผลเมื่อ ต่อสายไฟกลับเฟส หรือ เฟสไม่ครบ
S2	ปุ่มแมนนวล Stop	P3	หลอดไฟแสดงผลเมื่อ แรงดันลมต่ำ (สำหรับเครื่องที่ใช้ Compressed Air)
S3	ปุ่มแมนนวล Start	P4	หลอดไฟแสดงผลเมื่อ ฟิวเตอร์ตัน
S4	ปุ่ม Reset	P5	หลอดไฟแสดงผลเตือนให้ทำความสะอาดถังเก็บฝุ่น
S5	ปุ่มกดทำความสะอาด ฟิวเตอร์	EMG.1	สวิตช์ฉุกเฉิน
H1	มิเตอร์แสดงชั่วโมงการทำงาน		

คู่มือการใช้งานเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม แผ่นที่ 2

สวิทช์และหลอดไฟแสดงผล.

Item	Element	Marking	Description
	เมนสวิทช์	Main Switch	เปิด/ปิด จ่ายไฟเข้า
	สวิทช์เลือกโหมดการทำงาน	Man	แมนวอล โหมด
		0	ปิด
		Auto	อัตโนมัติ โหมด
	ปุ่มกด	Start	สตาร์ทแมนวอล
	ปุ่มกด	Stop	สต็อปแมนวอล
	ปุ่มกด	Reset	ปุ่มรีเซ็ต
	ปุ่มกด	Filter Dedusting	กดทำความสะอาด ฟิลเตอร์
	หลอดไฟแสดงผล	Motor protective	หลอดไฟแสดงผลเมื่อ มอเตอร์เบรกเกอร์ ทรูป
	หลอดไฟแสดงผล	MOTOR DIRECTION WRONG	หลอดไฟแสดงผลเมื่อ ต่อสายไฟสลับเฟส หรือ เฟสไม่ครบ

	หลอดไฟแสดงผล	COMPRESSD AIR LOW	หลอดไฟแสดงผลเมื่อ แรงดันลมต่ำ
	หลอดไฟแสดงผล	FILTER CLOGGED	หลอดไฟแสดงผลเมื่อ ฟิลเตอร์ตัน
	หลอดไฟแสดงผล	EMPTY DUST BIN	หลอดไฟแสดงผลเตือน ให้ทำความสะอาดถัง เก็บฝุ่น
	สวิทช์ฉุกเฉิน	EMERGENCY STOP	สวิทช์ฉุกเฉิน
	มิเตอร์แสดงชั่วโมงการทำงาน	HOUR METER	มิเตอร์แสดงชั่วโมงการทำงาน

Tower Light	Element	Signal	Description
	TOWER LIGHT	สัญญาณเสียง	ดังเมื่อเกิดการ ทำงานผิดปกติ
		ไฟสีแดง	กะพริบเมื่อเกิด ทำงานผิดปกติ
		ไฟสีเหลือง	กะพริบเมื่อเกิดการ เตือน
		ไฟสีเขียว	ติดค้างเมื่อเครื่อง ทำงาน กะพริบเมื่อเครื่อง พร้อมทำงาน

การแก้ไขปัญหาเบื้องต้นเมื่อเครื่องเกิดปัญหา

Machine Error	สาเหตุ	การแก้ปัญหา
Motor protective	- เบรกเกอร์ปิดอยู่ - เบรกเกอร์รีเซ็ต	- ตรวจสอบโดยช่างไฟฟ้า
Motor direction wrong	- ต่อสายไฟสลับเฟส หรือ เฟสไม่ครบ	- ตรวจสอบโดยช่างไฟฟ้า
Compressed Air Low	- แรงดันลมต่ำ	- ตรวจสอบแรงดันลมที่จ่ายเข้าเครื่อง - ปรับแรงดันลมให้อยู่ระหว่าง 2-3 บาร์
Filter Clogged	- ค่า Differential ของฟิลเตอร์เกิน กำหนดของค่าที่ตั้งไว้	- กดปุ่มทำความสะอาดฟิลเตอร์ - ล้างฝุ่นในถังเก็บฝุ่น - ถ้าไม่สามารถแก้ปัญหาได้ติดต่อ Ruwac service
แรงดูดต่ำ	- เกิดจากท่ออุดตัน - ตั้งเก็บฝุ่นปิดไม่สนิท - เกิดจากสาเหตุอื่นๆ	- ถอดสายดูดเพื่อตรวจสอบ - ตรวจสอบตั้งเก็บฝุ่น - ติดต่อ Ruwac service
ไม่สามารถ Start เครื่องได้	- ไม่ได้เปิดเมนสวิตช์ - ไม่มีไฟจ่ายเข้าเครื่อง - ไม่มีลมจ่ายเข้าเครื่อง - ตรวจสอบตั้งเก็บฝุ่น	- ตรวจสอบเมนสวิตช์ว่าเปิดหรือไม่ - ตรวจสอบไฟฟ้า - ไม่มีเช็คลมที่จ่ายเข้าเครื่องหรือ แรงดันลม

ภาคผนวก ข

(การปฏิบัติงานสหกิจในหน่วยงานด้านอื่น ๆ เพิ่มเติม)





อบรมความปลอดภัยในการทำงานของบริษัทโดยพนักงานพี่เลี้ยงและผู้จัดการแผนก



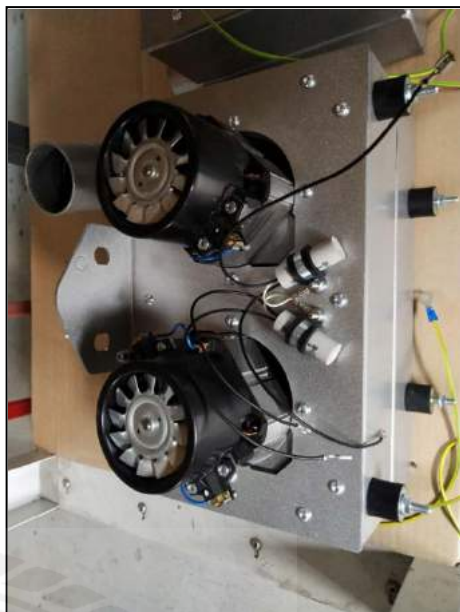
ศึกษาเกี่ยวกับหลักการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม



ศึกษาเกี่ยวกับเครื่องดุดฝุ่นอุตสาหกรรมในแต่ละแบบ



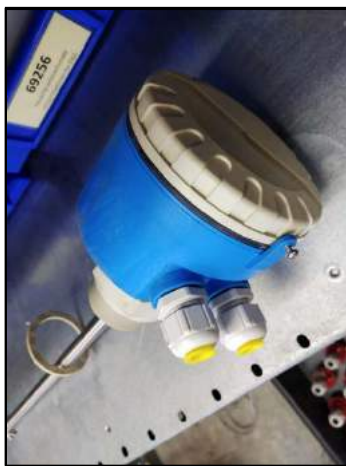
ทำความเข้าใจกับเครื่องมืออุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตเครื่องดุดฝุ่นอุตสาหกรรม

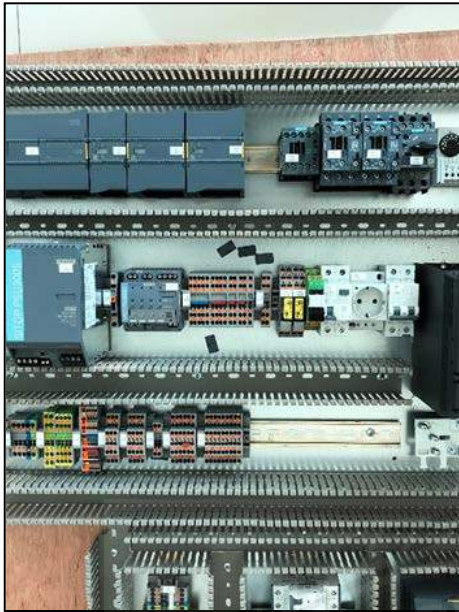


ทำความเข้าใจในส่วนประกอบของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม



ทำความเข้าใจและเรียนรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ใช้ทดสอบเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม





ยวกับอุปกรณ์



ทำการประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้า

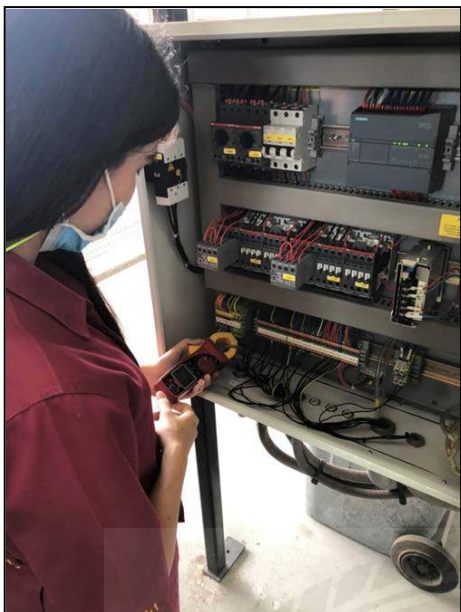
เขียนและทดสอบโปรแกรม พีแอลซี 1



เขียนและทดสอบโปรแกรม พีแอลซี 2



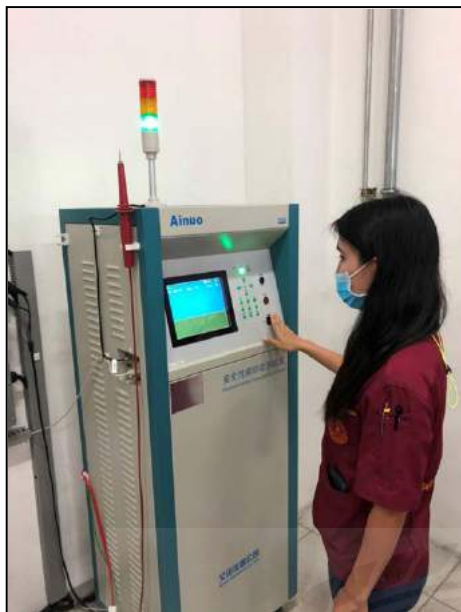
ประกอบตู้ควบคุมไฟฟ้าเข้ากับเครื่องตุ้ดฝุ่นอุตสาหกรรม



ทดสอบการทำงานเบื้องต้นของเครื่องชุดฝุ่นอุตสาหกรรม



ทดสอบความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าของเครื่องชุดฝุ่นอุตสาหกรรม 1



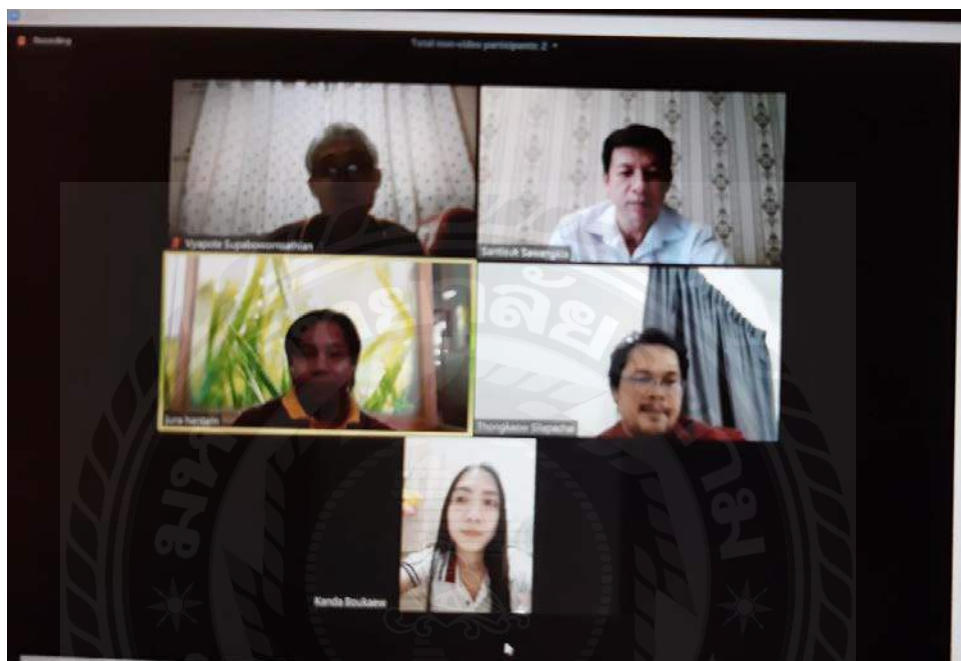
ทดสอบความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม 2



ทดสอบการทำงานของเครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรม



เครื่องดูดฝุ่นอุตสาหกรรมที่ผ่านการทดสอบและพร้อมจัดส่ง



อาจารย์ที่ปรึกษานิเทศสหกิจ



กานดา บัวแก้ว

KANDA BUAKAEW



ประวัติ

นางสาวกานดา บัวแก้ว
Miss Kanda Buakaew

ชื่อเล่น: พลอย
Nickname: Ploy



การศึกษา

- ปัจจุบันกำลังศึกษาที่ มหาวิทยาลัยสยาม คณะ วิศวกรรมไฟฟ้า สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า รหัสนักศึกษา 6023200010



ติดต่อ



98 ม.3 ต. นครชัยศรี
อ.นครชัยศรี จ.นครปฐม 73120



0624930291



ploykanda607@gmail.com



ประวัติการทำงาน

การฝึกงาน

- พ.ศ.2557 นักศึกษาฝึกงาน ที่มหาวิทยาลัยมหิดล สำนักศูนย์สัตว์ทดลองแห่งชาติ
- พ.ศ.2559 นักศึกษาฝึกงานที่ บริษัทยูไนเต็ดโมดูลาร์ ซิสเต็ม



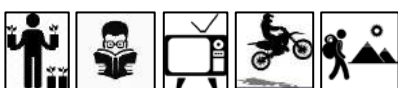
ทักษะ

- Computer Program:
 - MS office
 - Excle
 - Word
 - Powerpoint



งานอดิเรก

- อาสาสมัครมูลนิธิสุซศาลาญเคราะห์นครปฐม
- ฟังเพลง
- ดูหนัง
- ท่องเที่ยว



ความสนใจ

- ธรรมชาติ
- ท่องเที่ยว, Adventure
- ศึกษาอบรมงานกู้ชีพ กู้ภัย





ทองขาว ศิลปชัย

THONGKAOW SILAPACHAI



ประวัติ

นาย ทองขาว ศิลปชัย
Mr. Thongkaow Silapachai

ชื่อเล่น: ม่วง
Nickname: Muang



การศึกษา

- ปัจจุบันกำลังศึกษาที่ มหาวิทยาลัยสยาม
คณะ วิศวกรรมไฟฟ้า สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า
รหัสนักศึกษา 6023200013



ติดต่อ



49/121 ม.2 ต. หนองปลาไหล
อ. บางละมุง จ. ชลบุรี 20150



+6689-093-0980



momaungs@yahoo.com



ประวัติการทำงาน

- ปัจจุบัน เป็นพนักงาน
บริษัท ฮูวัก เอเชีย จำกัด (Ruwac Asia Ltd.)
700/295 ม.1, อมตะซิตี้ ชลบุรี,
ต. บ้านเก่า, อ. พานทอง, ชลบุรี 20160

Website: <https://www.ruwac-asia.com/>



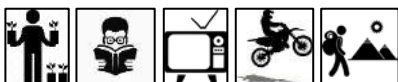
ทักษะ

- Computer Program:
 - Basic AutoCAD
 - PLC Programming
 - HMI Programming
 - MS office
 - Arduino Programming.
- English Language: good in listening, speaking, writing and reading.



งานอดิเรก

- ปลุกต้นไม้
- อ่านหนังสือ
- ดูรายการทีวี, กีฬา
- ชิมอเตอร์ไซด์
- ท่องเที่ยว, Adventure



ความสนใจ

- การเกษตร
- DIY
- ธรรมชาติ
- ท่องเที่ยว, Adventure
- เทคโนโลยี, Arduino, IOT, ปัญญาประดิษฐ์ (AI)

