รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การติดตั้งหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการพ่น
INSTALL ROBOT SPRAY

นิจจารีย์ เกรียงหิรัญ

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

T148519

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การติดตั้งหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการพ่น

INSTALL ROBOT SPRAY

นิจจารีย์ เกรียงหิรัญ

ว.วท.
ว655ก
2559
สขหมู่.....
เลขทะเบียน 148519
วัน.เดือน.ปี 30 ต.ค. 2560
b12870590
l.....

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน การติดตั้งหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการพ่น
นักศึกษา นางสาวนิจจารีย์ เกรียงหิรัญ
ภาควิชา วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน นายธนบดี อินทร์ไทร
สถานประกอบการ บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการติดตั้งหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการพ่นสารเคลือบ แทนการใช้การพ่นแบบเก่า ซึ่งการติดตั้งแบบเดิมทำให้เสียสารเคลือบไปเป็นจำนวนมาก จึงมีการติดตั้งหุ่นยนต์เพื่อลดการใช้สารเคลือบและลดเวลาที่ใช้ในการตั้งค่า เมื่อต้องเปลี่ยนรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่ต้องการจะพ่น ซึ่งมีขนาดที่แตกต่างกันไป นอกจากนี้ยังมีการเพิ่มในส่วนของโปรแกรมให้สามารถป้อนข้อมูลของผลิตภัณฑ์เพื่อเพิ่มความเร็วในการตั้งค่าเริ่มต้นการใช้งาน และลดการใช้สารเคลือบที่จะเกินออกจากผลิตภัณฑ์อีกด้วย ทั้งนี้ในการจัดทำโครงงานขึ้นมานั้นนอกจากข้อมูลที่มีการติดตั้งหุ่นยนต์เข้ามาเพิ่มแล้วยังมีข้อมูลของโครงการเก่าก่อนการปรับปรุงที่ยังคงให้งานก่อนหน้าอีกด้วย เช่น การติดตั้งวาล์วปรับความดัน การใช้งานของหน้าจอสัมผัส และการใช้งาน PLC ที่มีการติดตั้งอยู่ก่อนแล้ว เพียงแต่มีการปรับปรุงโปรแกรมที่มีอยู่ภายในเท่านั้น ในการปรับปรุงใหม่นั้น มีการเปลี่ยนการเชื่อมต่อเป็นแบบ PROFIBUS อีกด้วย

คำสำคัญ : หุ่นยนต์, PROFIBUS, PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title	Install robot spray
Student Intern Name	Ms. Nijaree Kreinghirun
Department	Instrumentation and Control Engineering
Advisor Name	Asst. Prof. Dr. Noppadol Maneerat
Mentor Name	Mr. Tanabordee Insai
Company	Meyer Industries limited

ABSTRACT

This thesis is written to present about Spray Robot installation for coating the previous spray system. The previous spray installation wasted too much coating substances than it should have been. The robot is installed in order to reduce the wasted substance and it has been inserted data of company's products which means it is more convenient and accuracy in changing product models during the set up. Moreover, it has been updated by adding pressure regulator and touchscreen system, then rewrite Programmable Logic Control (PLC) program to work more properly through new connection system called profibus.

Keyword: Robot, Profibus, PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำรายงานและโครงการสหกิจศึกษาในครั้งนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจาก ได้รับคำแนะนำจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นนทวัฒน์ จุลเดชะ ที่ได้ให้โอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา และให้การสนับสนุนและความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องของโครงงานจนทำให้โครงงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์ และขอขอบคุณทางบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด กับพี่ๆ แผนก Automation ทุกคน ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับการทำงาน และข้อมูลที่ใช้ในการทำงานเป็นอย่างดี

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือ และเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมาจนโครงการสำเร็จสมบูรณ์ลงได้ด้วยดี จึงขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของข้าพเจ้าแต่เพียงผู้เดียว และขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นิจจารีย์ เกรียงหิรัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูป VI
สารบัญตาราง IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 วิธีการดำเนินโครงงาน 2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย 3

2.1 PLC (Programmable Logic Controller) 3
2.1.1 ความหมายของ PLC 3
2.1.2 โครงสร้างของ PLC 3
2.1.3 ส่วนประกอบของ PLC 5
2.1.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม 8
2.1.5 หลักการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมและคำสั่งพื้นฐาน 11
2.2 HMI Programming 15
2.2.1 คุณสมบัติของ HMI ในส่วนของ Hardware 16
2.3 Photoelectric Sensor 17
2.3.1 คุณลักษณะโดยทั่วไป 17
2.3.2 ส่วนประกอบ 17
2.3.3 ลักษณะการทำงาน 17
2.3.4 การประยุกต์ใช้งาน 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ 20
2.4.1 เกณฑ์ในการเลือกใช้เซนเซอร์ 21
2.4.2 ระยะห่างในการตรวจจับ 22
2.4.3 คำนิยามของระยะห่างในการตรวจจับ 22
2.4.4 ค่าผลต่างสูงสุดของค่าที่แท้จริง 22
2.4.5 วัตถุเป้าหมาย 22
2.5 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) 23
2.5.1 การแบ่งชั้น 23
2.5.2 IP (Internet Protocol) 24
2.5.3 โครงสร้างของโปรโตคอล TCP/IP 25
2.6 PROFIBUS 27
2.7 PROFIBUS Connector 28
2.8 Gateway 28
2.9 หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม 30
2.9.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า 29
2.9.2 รูปแบบวงจร 31
2.9.3 การคำนวณโหลด 33
2.9.4 การคำนวณขนาดสายไฟฟ้า 34
2.10 การคำนวณเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร 35
2.11 อุปกรณ์ควบคุมความดัน 36

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 37
3.1 การแผนการดำเนินงาน 37
3.2 ศึกษาการทำงานของเครื่องจักร 37
3.2.1 ภาพรวมการทำงานของโปรแกรม 37
3.2.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร 38
3.3 การออกแบบวงจรไฟฟ้า 40
3.4 ออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า 44
3.5 เขียนโปรแกรม PLC 46
3.6 การเดินสายไฟทั้งอุปกรณ์ภายไฟและภายนอกตู้ไฟ 50
3.7 การออกแบบและการเขียนโปรแกรมหน้าจอ Touchscreen 52
3.8 การตรวจสอบอุปกรณ์และอัพโหลดโปรแกรมหุ่นยนต์ 56
3.9 การเขียนวิธีการใช้งานเครื่องจักร 57
3.10 การติดตั้ง 58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 61
4.1 ปัญหาที่พบ 61

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ 63
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 63
5.2 ข้อเสนอแนะ 64

เอกสารอ้างอิง 65

ภาคผนวก 66
ภาคผนวก ก 67

ประวัติผู้เขียน 73

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การทำงานของ PLC 4

2.2 ส่วนประกอบของ CPU 5

2.3 การทำงานของ PLC Program 8

2.4 Ladder Diagram Language 9

2.5 Function Block Diagram Language 9

2.6 Instruction List Language 9

2.7 Structure Text Language 10

2.8 Sequential Flow Chart Language 10

2.9 การใช้ชุดคำสั่งในการเชื่อมแบบอนุกรมจะใช้คำสั่ง AND LD 11

2.10 การใช้ชุดคำสั่งในการเชื่อมแบบขนานจะใช้คำสั่ง OR LD 12

2.11 การใช้คำสั่งไทม์เมอร์ (TIMER : TIM) 12

2.12 ตัวอย่างการใช้งานของคำสั่ง Timer 13

2.13 การใช้งานคำสั่ง Counter 13

2.14 ตัวอย่างการใช้งานของคำสั่ง Counter 14

2.15 การใช้งาน HMI 15

2.16 การทำงานของ Photoelectric Sensor 18

2.17 ตัวอย่างการใช้งาน Photoelectric Sensor 18

2.18 การทำงานของ Inductive Proximity Sensor 20

2.19 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ 21

2.20 ภาพรวม TCP/IP แบ่งออกเป็น 4 ลำดับ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.21 ชั้นของโปรโตคอลต่างๆ ในชุด TCP/IP 26

2.22 การทำงานของ PROFIBUS 27

2.23 การเชื่อมต่อ PROFIBUS Connector 28

2.24 อุปกรณ์ Gateway 28

2.25 การเชื่อมต่อของ Gateway 29

2.26 แบบวงจรสายเดียว 31

2.27 วงจรกำลัง 31

2.28 วงจรควบคุม 32

2.29 วงจรแสดงแบบงานจริง 32

2.30 วงจรประกอบการติดตั้ง 33

2.31 เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเล็กสำหรับวงจรย่อย 35

2.32 อุปกรณ์ควบคุมความดันลม 36

3.1 โปรแกรมภายในเครื่องจักร 38

3.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องพ่นสี 39

3.3 วงจร Power Supply 40

3.4 วงจรมอเตอร์ของสายพาน 41

3.5 วงจร Emergency 42

3.6 แบบการต่อ PLC Module 43

3.7 แบบการต่ออุปกรณ์เข้า Module 43

3.8 แบบตู้ Touchscreen 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.9 ตู้ใช้งานหุ่นยนต์ 45

3.10 ตู้ไฟหุ่นยนต์ 45

3.11 การเลือกใช้อุปกรณ์และชนิดของการส่งข้อมูล 46

3.12 Hardware Configuration ของอุปกรณ์ 47

3.13 รูปแบบการจัด Function Block 47

3.14 การสร้าง Data Block เพื่อรับข้อมูล 48

3.15 การเขียน Function Block 48

3.16 การเขียน Data Block โดยรับข้อมูลเป็น Bite 49

3.17 การเขียน Data Block โดยรับข้อมูลเป็น Double Word 49

3.18 การเรียก Function Block ใน Main Program 50

3.19 การเดินสายไฟ 51

3.20 แบบจำลองเครื่องพ่นที่มีการติดตั้งหุ่นยนต์แล้ว 51

3.21 การเชื่อมต่อ PLC Siemen กับ HMI Omron 52

3.22 ตัวเลือกการใช้งาน 53

3.23 ตัวอย่างโปรแกรมที่สร้างขึ้น 54

3.24 ตัวอย่างการเชื่อมต่อระหว่างโปรแกรม PLC และ Touchscreen 54

3.25 การตั้งค่าการใช้งานปุ่มในโปรแกรม 55

3.26 โปรแกรม Macro 55

3.27 การเขียน Recipe 56

3.28 I-Pendant 56

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.29 หน้า Menu ของ I-Pendant 57

3.30 รูปเล่มการใช้งานหุ่นยนต์ (ภาษาอังกฤษ) 58

3.31 การติดตั้งหุ่นยนต์ 59

3.32 การติดตั้งหุ่นยนต์ 59

3.33 การต่อระบบ Pneumatic 60

4.1 การประกอบเครื่องจักร 62

5.1 นักศึกษาที่ทำสหกิจร่วมกันและพี่พนักงานในแผนก Automation 64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางโหมดการทำงานของ Photoelectric Sensor 19

2.2 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 30

2.3 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC 30

2.4 ขนาดสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า 34

3.1 แผนงานการทำงานระหว่างวันที่ 8 สิงหาคม 2559 ถึงวันที่ 25 พฤศจิกายน 2559 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

บทนี้จะกล่าวถึง ความเป็นมาและความสำคัญ วัตถุประสงค์ของการวิจัย ขอบเขตของการวิจัยวิธีดำเนินการวิจัย และประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของโครงงานที่ได้จัดทำขึ้น และในการจัดทำโครงงานครั้งนี้เพื่ออะไร

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันมีการนำหุ่นยนต์เข้ามามีบทบาทในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ เป็นจำนวนมาก และด้วยความสามารถของหุ่นยนต์นั้นมีหลากหลายทำให้ทางบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด นำมาใช้ในการพ่นสารเคลือบแทนการติดตั้งแบบเก่าที่เป็นการติดตั้งแบบปืนอยู่กับที่เพื่อลดเวลาในการตั้งค่าอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้สามารถลดค่าใช้จ่ายที่ต้องเสียไปกับสารเคลือบที่กระจายออกไปจากระยะของผลิตภัณฑ์

เนื่องด้วยการใช้ปืนแบบติดตั้งกับเสาที่ติดตั้งอยู่กับที่ ทำให้เสียสารเคลือบไปกับการกระจายของสีเป็นจำนวนมาก เพราะไม่สามารถลดการกระจายส่วนเกินจากการติดตั้งแบบเก่าได้ด้วยเหตุผลนี้ การติดตั้งหุ่นยนต์และอุปกรณ์ต่างๆ ทำให้สามารถลดการสูญเสียสารเคลือบจากการกระจาย และลดเวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นเมื่อต้องการพ่นสารเคลือบกับผลิตภัณฑ์ที่มีลักษณะต่างกัน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อลดการใช้สารเคลือบที่กระจายจากการพ่นแบบเก่า ทำให้ช่วยลดค่าใช้จ่ายในการซื้อสารเคลือบได้มาก
2. เพื่อลดการใช้เวลาในการตั้งค่าเริ่มต้นของผลิตภัณฑ์ที่แตกต่างกัน
3. เพื่อใช้ในการพัฒนาระบบต่อไปในอนาคต

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาการทำงานของเครื่องจักรเดิมที่ใช้งานอยู่ในโรงงาน
2. ศึกษาระบบใหม่ที่กำลังจะติดตั้งแทนการใช้ระบบเดิม
3. ศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดตั้งทั้งที่มีอยู่ก่อนและที่เพิ่มเข้ามาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาระบบและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง

ศึกษาเกี่ยวกับระบบเก่าที่มีการใช้งานอยู่รวมถึงแบบไฟฟ้า ที่อาจจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมและการทำงานของเครื่องจักรรวมถึงอุปกรณ์ที่ใช้ติดอยู่กับเครื่องจักร

2. การประกอบเครื่องจักรและการตรวจสอบระบบ

มีการแก้ไขเครื่องจักรเพื่อรองรับระบบใหม่ที่ติดตั้งเพิ่มเข้าไปรวมไปถึงการเขียนโปรแกรมเพื่อรองรับการติดตั้งหุ่นยนต์ด้วย และเมื่อติดตั้งอุปกรณ์และหุ่นยนต์เพิ่มทั้งหมดแล้วก็มีการตรวจสอบการใช้งานโปรแกรมต่างๆ ด้วย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประยุกต์ความรู้ที่มีเข้ากับงานที่ได้รับมอบหมายได้
2. มีความรู้ความเข้าใจในอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงานที่ได้รับมอบหมาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย

บทนี้จะกล่าวถึง แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัย เช่น การทำงานและความหมายของโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ พื้นฐานการเขียนและการอ่านแบบไฟฟ้า การทำงานของเซนเซอร์ การทำงานของการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบต่างๆ ซึ่งความรู้ทั้งหมดนั้นเกิดจากการสืบค้นเพิ่มเติมเพื่อนำมาจัดทำโครงงานทั้งหมด

2.1 PLC (Programmable Logic Controller)

2.1.1 ความหมายของ PLC

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Control : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิทช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย และสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น เช่น เครื่องอ่านบาร์โค๊ด (Barcode Reader), เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Stand-alone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมาก ดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

2.1.2 โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วยหน่วยประมวลผลกลางหน่วยความจำ, หน่วยรับข้อมูล, หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้ และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. RAM (Random Access Memory)

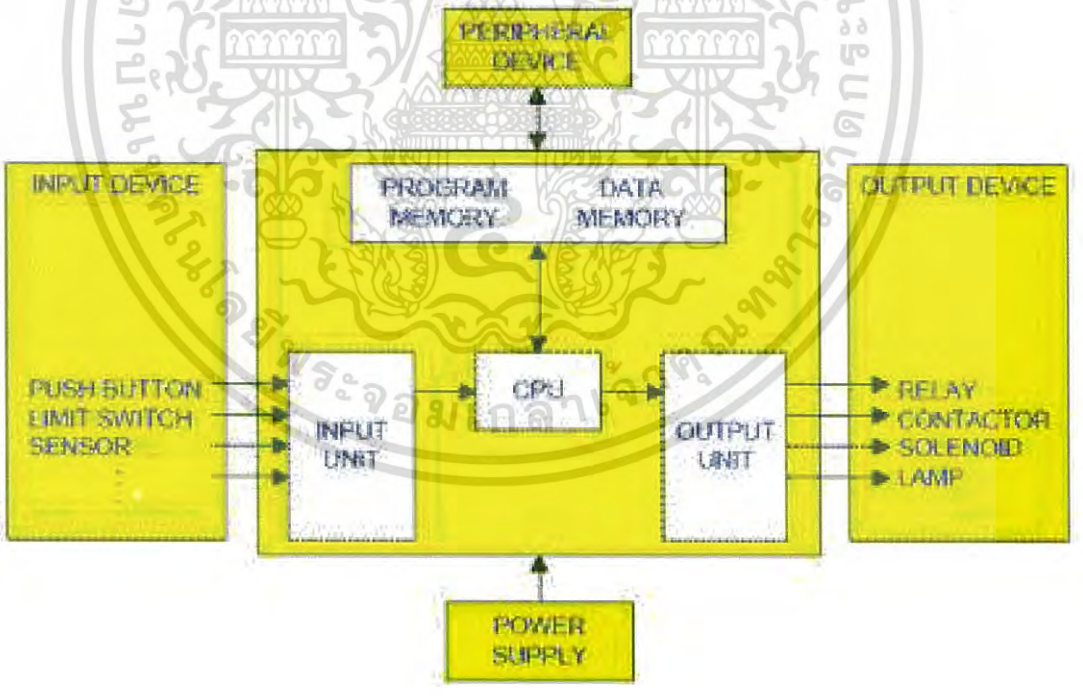
หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

2. EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

หน่วยความจำชนิด EPROM นี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลตหรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องเปลี่ยนโปรแกรม

3. EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ และราคาจะแพงกว่าอีกแบบหนึ่งมาก แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วยกันดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การทำงานของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

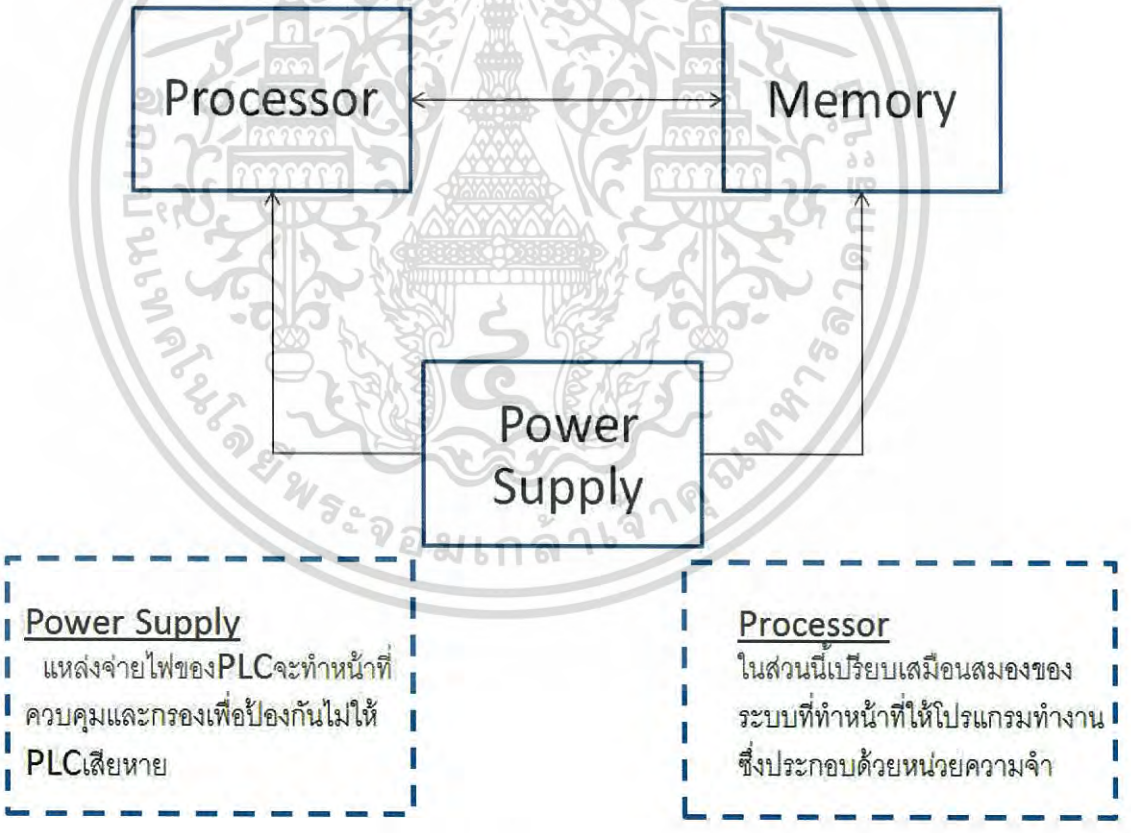
2.1.3 ส่วนประกอบของ PLC

PLC แบ่งออกได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)
2. ส่วนที่เป็นอินพุต/เอาต์พุต (Input Output : I/O)
3. ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

1. CPU

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิดและมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์ต่างๆ จำพวกรีเลย์ (Relay), เคาน์เตอร์(Counter), ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบของ CPU

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CPU จะยอมรับ (Read) ค่าที่อยู่ในประเภทอินพุตดาต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ข้างต้นที่ได้กล่าวมาให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ และจากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ระดับต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งจะนำมาใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอโมดูล (I/O Modules) และอุปกรณ์แหล่งจ่ายไฟต่างๆ นี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 มิลลิวินาที ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุต หรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุด แล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต ซึ่งการสแกนของ PLC ประกอบด้วย

1. I/O Scan คือ การบันทึกสภาวะข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นอินพุต และให้อุปกรณ์เอาต์พุตทำงาน
2. Program Scan คือ การให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง

2. ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit)

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะ และสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์ และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ สัญญาณทั้งหมดจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้นสัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1. ทำให้สัญญาณเข้า ได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC
2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์เพื่อต้องการแยกสัญญาณ (Isolate) ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร
3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน (Contact Chattering)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

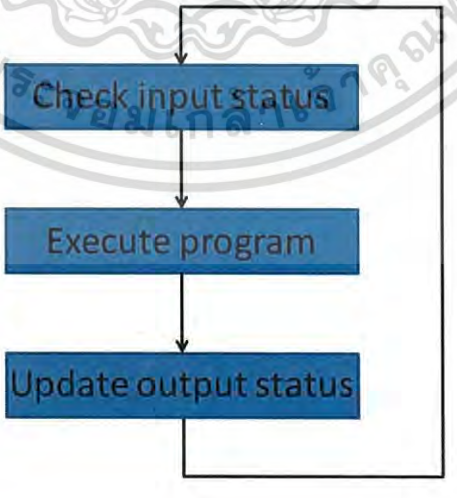
อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต ได้แก่ พรอกซิมิตี้สวิตช์ (Proximility Switch), ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch), ไทเมอร์(Timer), โฟโตอิเล็กทริกสวิตช์ (Photoelectric Switch), เอนโค้ดเดอร์ (Encoder), เคาน์เตอร์ (Counter) เป็นต้น

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

3. เครื่องป้อนโปรแกรม (Programming Device)

เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) ทำหน้าที่ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ทั้งหมดลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักร และกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย

เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) ยี่ห้อที่แตกต่างกันจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์ในการใช้งานที่เหมือนกันดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การทำงานของ PLC Program

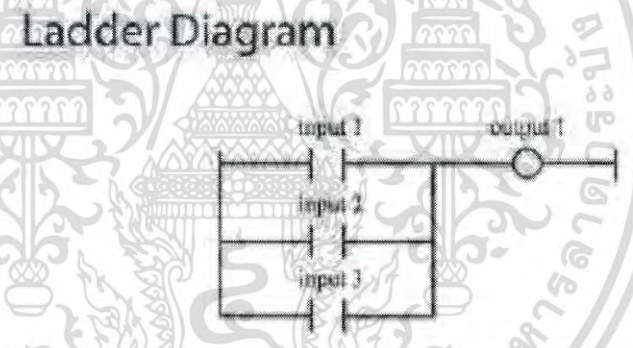
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.4 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม

โปรแกรมที่เขียนตามมาตรฐาน IEC มีทั้งหมด 5 ภาษา คือ LD (Ladder Diagram), FBD (Function Block Diagram), IL (Instruction List), ST (Structure Text), SFC (Sequential Function Chart) ถึงแม้ว่าลักษณะโครงสร้างของ แต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกัน แต่ในแต่ละภาษาจะมีส่วนประกอบต่างๆ ในโปรแกรมมีลักษณะเดียวกันตามมาตรฐาน IEC 1131 – 3 เช่น ลักษณะการประกาศตัวแปร ฟังก์ชันและฟังก์ชันบล็อก เป็นต้นแต่อย่างไรก็ตาม สามารถที่จะเขียนโปรแกรมโดยรูปแบบในการเขียนต่างๆ มารวมกันได้

1. LD (Ladder Diagram)

จะเป็นที่เขียนอยู่ในรูปกราฟฟิค ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์และวงจรไฟฟ้า ซึ่งแลดเดอร์ไดอะแกรมจะประกอบด้วยราง (Rail) ทั้งซ้ายขวาของไดอะแกรม เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแสและมีขดลวดหรือคอยล์เป็นเอาต์พุตดังรูปที่ 2.4

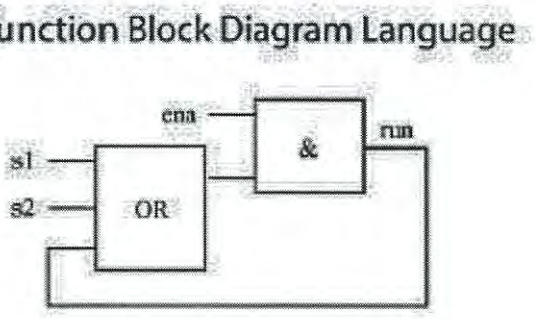


รูปที่ 2.4 Ladder Diagram Language

2. FBD (Function Block Diagram)

เป็นภาษาที่ฟังก์ชัน การทำงานในรูปแบบในรูปของกราฟฟิคเช่นเดียวกัน และเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรมดังรูปที่ 2.5

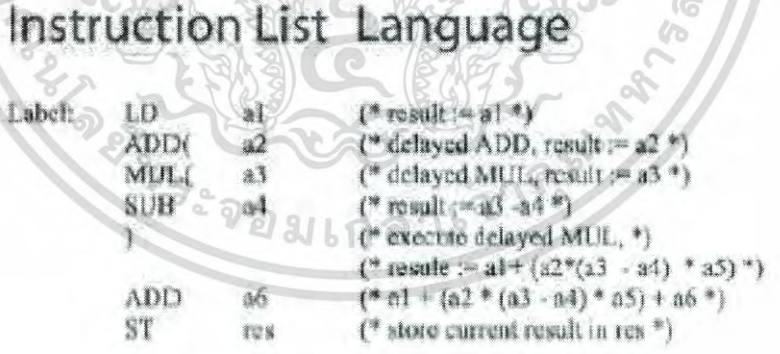
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 Function Block Diagram Language

3. IL (Instruction List)

จะเป็นภาษาที่เขียนในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสแซมบี้ (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand) จะเห็นว่าในภาษาปัจจุบัน LD, FBD และ IL เป็นภาษาที่บริษัทผู้ผลิต PLC/PC ในปัจจุบันกำหนดให้ใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งในแต่ละบริษัทจะมีการพัฒนารูปแบบของฟังก์ชัน และฟังก์ชันบล็อกมีความแตกต่างกัน ดังนั้นในการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของ PLC ในแต่ละยี่ห้อ ควรจะศึกษารูปแบบของฟังก์ชั่นบล็อกให้เข้าใจเสียก่อนดังรูปที่ 2.6

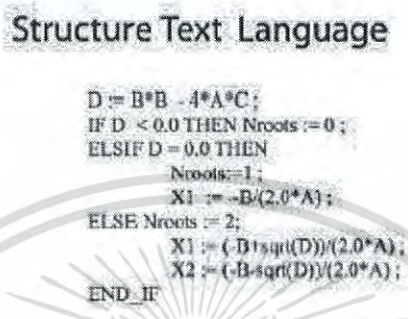


รูปที่ 2.6 Instruction List Language

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ST (Structure Text)

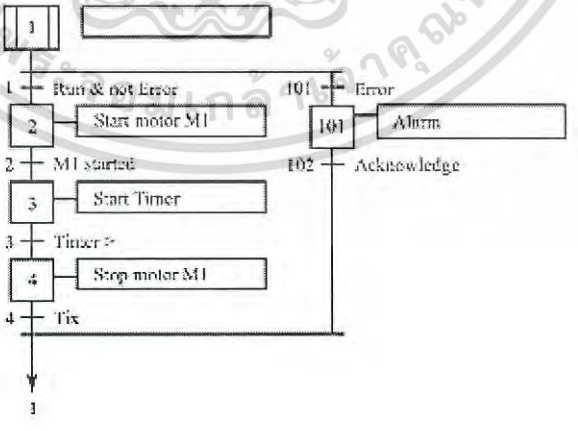
จะเป็นภาษาในระดับสูงโดยพื้นฐานทั้งหมดมาจากภาษา Pascal ซึ่งประกอบด้วย นิพจน์และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกการทำงาน เช่น IF.....THEN.....ELSE และคำสั่งเกี่ยวข้องกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR, WHILE เป็นต้น ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Structure Text Language

5. SFC (Sequential Function Chart)

จะเป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรม ที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบลำดับหรือซีเควนซ์ ซึ่งส่วนประกอบทั้งหมดของ SFC จะประกอบด้วย Step (การปฏิบัติการย่อย) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้ปฏิบัติงานตามคำสั่งย่อย) นอกจากนี้ยังสามารถที่จะกำหนดลักษณะการทำงานเป็นแบบ Liner, Alternative และ Parallel Step Sequence เป็นต้น ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 Sequential Flow Chart Language

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 หลักการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) และคำสั่งพื้นฐาน

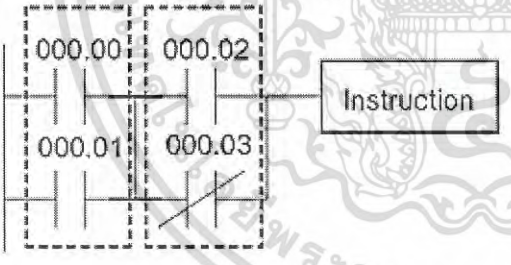
แลดเดอร์ไดอะแกรม จัดเป็นสัญลักษณ์ที่สามารถดูตามโครงสร้างแล้วเข้าใจการทำงาน แต่เวลาที่ PLC ทำงานจะอาศัยชุดคำสั่ง (Instruction) ทำงานโดยวิธีการเขียนลงในหน่วยความจำ ข้อมูลในหน่วยความจำนั้น จะจัดเก็บเป็นรหัส (Code) ไม่สามารถจัดเก็บในลักษณะของ Ladder Diagram ได้โดยตรง

การใช้คำสั่ง END (FUN 01)

การเขียนโปรแกรมทุกครั้ง เมื่อสิ้นสุดการเขียนโปรแกรมแล้วต้องจบด้วยคำสั่ง END (01) เสมอ ถ้าไม่มีคำสั่งนี้เมื่อผู้ใช้งานสั่ง RUN โปรแกรมที่เขียนขึ้น PLC จะเกิด Error ในกรณีนี้โปรแกรมไม่สามารถ Run ได้ เพราะฉะนั้นเมื่อเขียนโปรแกรมจบทุกครั้งควรใส่คำสั่ง END (01) ด้วย

การใช้คำสั่ง AND LOAD (AND), OR LOAD (OR LD)

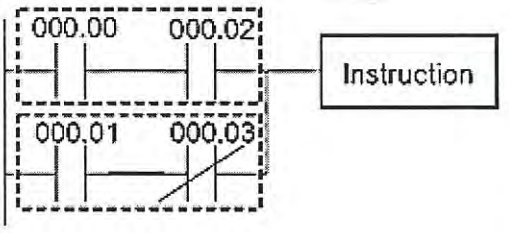
คำสั่งทั้งสองจะทำหน้าที่เชื่อมต่อกลุ่ม Ladder Diagram ในกรณีที่ต่ออนุกรม หรือขนานกันมากกว่า 1 หน้าสัมผัส ซึ่งการใช้คำสั่ง AND และ OR นั้น จะกระทำทีละ 1 หน้าสัมผัสเท่านั้น จึงต้องใช้ AND LD หรือ OR LD ในการเขียน Ladder Diagram นั้นไม่มีสัญลักษณ์ของ AND LD และ OR LD ดังรูปที่ 2.9 และรูปที่ 2.10



Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	OR	00001
00002	LD	00002
00003	OR NOT	00003
00004	AND LD	

รูปที่ 2.9 การใช้ชุดคำสั่งในการเชื่อมแบบอนุกรมจะใช้คำสั่ง AND LD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

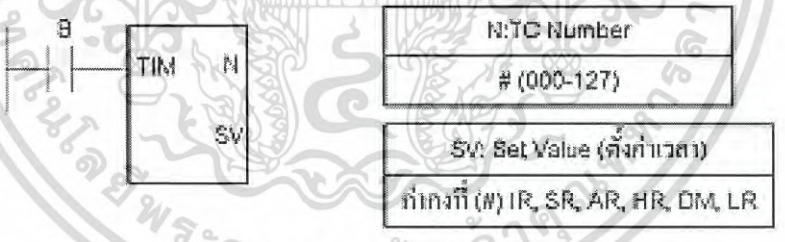


Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	AND	00002
00002	LD	00001
00003	AND NOT	00003
00004	OR LD	

รูปที่ 2.10 การใช้ชุดคำสั่งในการเชื่อมแบบขนานจะใช้คำสั่ง OR LD

การใช้คำสั่ง (Timer : TIM) และเคาน์เตอร์ (Counter : CNT)

Timer และ Counter จะใช้พื้นที่เดียวกันซึ่งเรียกใช้ได้ทั้งหมด 128 ตัว ตั้งแต่ตัวที่ 000 ถึง 127 ภายใน 128 ตัวนี้สามารถกำหนดให้เป็น Timer หรือ Counter ก็ได้โดยที่หากตัวใดถูกกำหนดให้เป็น Timer แล้วจะนำไปใช้กำหนดเป็น Counter อีกไม่ได้ Timer มีหน้าที่ในการจับเวลา ส่วน Counter มีหน้าที่ในการนับจำนวนดังรูปที่ 2.11



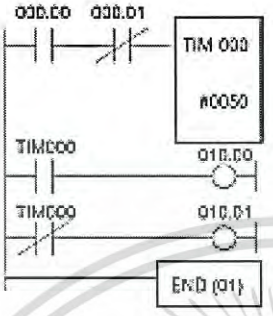
รูปที่ 2.11 การใช้คำสั่งไทม์เมอร์ (TIMER : TIM)

N = Timer Number (เบอร์ 000 – 127) เลือกว่าจะใช้ Timer ตัวเท่าใด
SV = Set Value ค่าตั้งเวลาใช้กำหนดว่าจะให้ Timer ตั้งเวลานานเท่าใดซึ่ง SV ที่ตั้งนั้นจะถูกคูณด้วย 0.1 เพื่อแปลงเป็นระยะเวลาจริงซึ่งสามารถ

- กำหนด SV เป็นค่าคงที่ #0000-9999 (000.0-999.9 วินาที คูณด้วย 0.1 วินาที)
- กำหนด SV เป็นแอดเดรส IR, SR, AR, HR, DM, LR โดยใส่ค่าตั้งเวลาเป็นค่าคงที่ 0000-9999 ไว้ในแอดเดรสที่อ้างถึงอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อสัญญาณสั่งให้ Timer ทำงาน (Contact B มีสถานะ “ON”) คำสั่ง Timer จะเริ่มนับเวลาตามค่าที่ตั้งไว้ใน Timer เมื่อการนับเวลาครบหน้า Contact ของ Timer ตัวนั้นๆ ก็จะถูก “ON” ขึ้นมา แต่ถ้าสัญญาณที่สั่งให้ Timer ทำงานหายไป (Contact B มีสถานะ “OFF”) Timer จะถูก Reset ดังรูปที่ 2.12

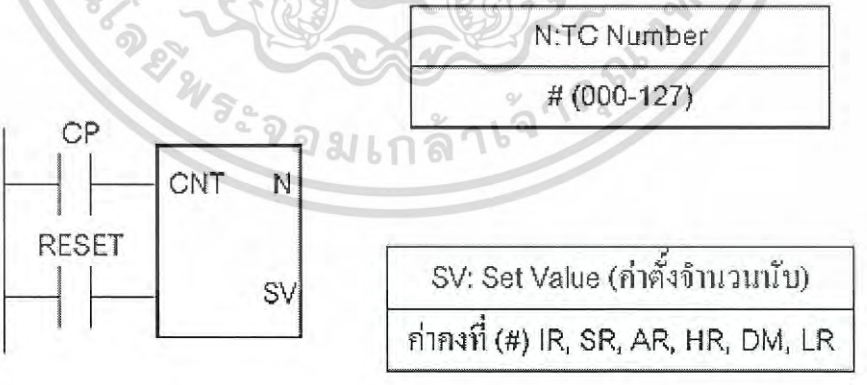


Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	AND NOT	00001
00002	TIM 000	#0050
00003	LD	TIM000
00004	OUT	01000
00005	LD NOT	TIM000
00006	OUT	01001
00007	END (01)	

รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการใช้งานของคำสั่ง Timer

การใช้คำสั่ง Counter – CNT

เป็นคำสั่งที่ใช้นับจำนวนครั้งของสัญญาณอินพุตที่ ON แต่ละครั้ง ซึ่งเป็นคำสั่งที่นับลงจากค่าที่ตั้งไว้ (Set Value) ดังรูปที่ 2.13 และรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.13 การใช้งานคำสั่ง Counter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

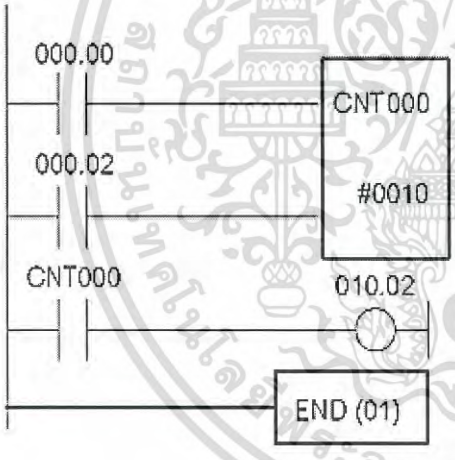
N = Counter Number (เบอร์ 000-127) เลือกว่าจะใช้ Counter ที่ตัวเท่าใด

SV = Set Value ค่าตั้งจำนวนนับใช้กำหนดว่าจะให้ Counter นับสัญญาณอินพุตเป็นจำนวนกี่ครั้ง หน้า Counter เอาต์พุตของ Counter จึงจะเริ่มทำงานซึ่งสามารถ

- กำหนด SV เป็นค่าคงที่ #0000-9999
- กำหนด SV เป็นแอดเดรส IR, SR, AR, HR, DM, LR โดยใส่ค่าตั้งจำนวนนับที่เป็นค่าคงที่ 0000-9999 ไว้ในแอดเดรสที่อ้างถึงอีกทีหนึ่ง

CP = ขานับ เมื่อมีสัญญาณอินพุตในช่วงที่เปลี่ยนสถานะจาก OFF เป็น ON เข้ามาที่ขานี้ Counterจะนับถอยหลังลง 1

R = ขา Reset เมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาที่ขานี้ เอาต์พุตของ Counter จะหยุดทำงาน และค่านับของ Counter จะถูก Reset กลับไปเท่ากับค่าตั้งจำนวนนับ (SV)



Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	LD	00002
00002	CNT 001	#0001
00003	LD	CNT001
00004	OUT	01002
00005	END (01)	

รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการใช้งานของคำสั่ง Counter

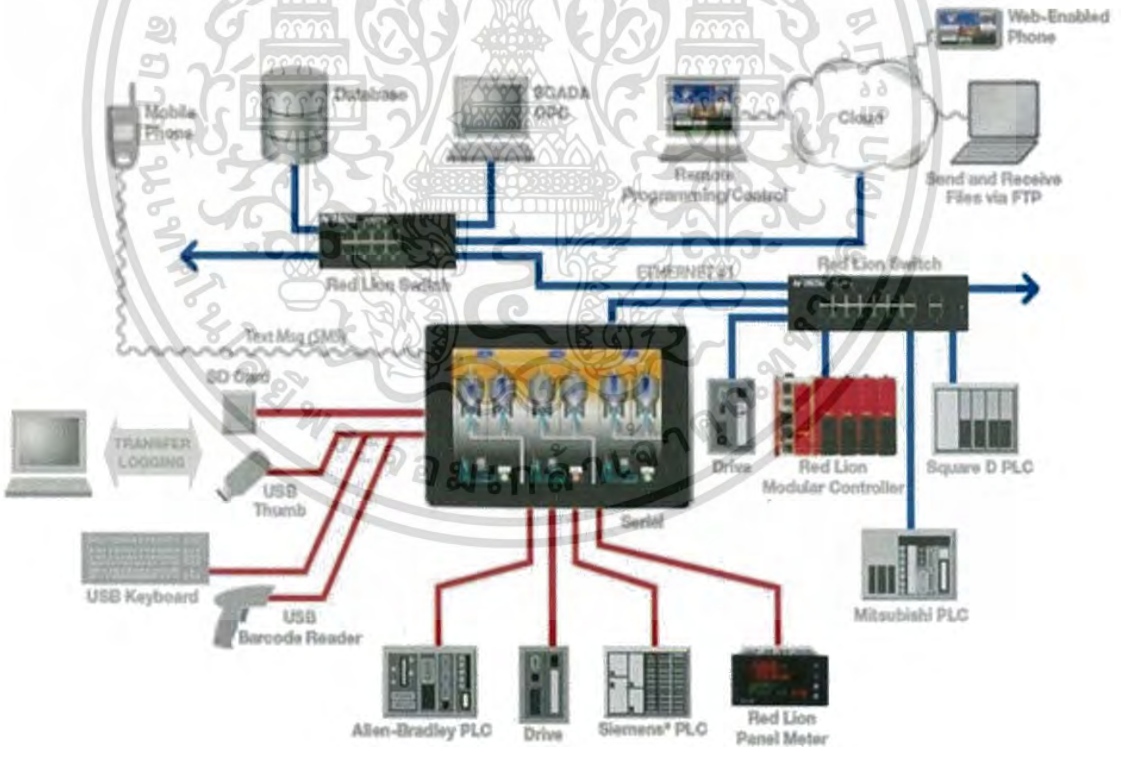
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 HMI Programming (Human–Machine Interface)

คือ การใช้งานร่วมกันระหว่าง PLC Programming กับเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงเรียกว่า HMI (Human Machine Interface) โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผล

งานอุตสาหกรรมในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ PLC เป็นตัวควบคุมและจะต้องใช้งานร่วมกันกับ HMI

โดยใช้ HMI เป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบ Module PLC หรือจอแสดงผลต่างๆ โดยให้ PLC สั่งงานไปที่เครื่องจักรอีกที เพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่างๆ ใน Line ผลิต โดยเลือกใช้ HMI ที่เชื่อมต่อกับ PLC ต่างๆ ได้ทุกยี่ห้อผ่านทาง Digital Communication Ports (RS485, RS232, MODBUS, PROFIBUS, ETHERNET) และยังสามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต USB ได้โดยตรง ทำให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้นดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การใช้งาน HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 คุณสมบัติของ HMI ในส่วนของ Hardware

Communicate (การสื่อสาร)

สามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์อื่นๆ ในลักษณะแบบดิจิตอล โดยมีรูปแบบของสัญญาณให้เลือกหลายแบบ และสามารถสื่อสารข้อมูลกับอุปกรณ์ต่างๆ ทุกยี่ห้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถต่อได้ทั้งอุปกรณ์ PLC, Meter, Controller และอีกมากมายตามการใช้งานประเภทต่างๆ โดยอุปกรณ์ HMI เพียงตัวเดียวก็สามารถควบคุม หรืออ่านค่าตัวอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์อื่นๆ ที่ต่อเชื่อมอยู่ได้อย่างง่ายดาย ผ่านการเชื่อมต่อทางเครือข่ายอินเตอร์เน็ต, Lan หรือ Wireless

Collect (การเก็บค่า)

สามารถเก็บข้อมูลกระบวนการผลิตต่างๆ ในรูปแบบไฟล์ Excel รวมไปถึงการเข้าถึงข้อมูล (Data Logger) ผ่านทาง Web Browser ได้อย่างง่ายดาย ทำให้สะดวกในการทราบข้อมูล แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างานไลน์ผลิต

Connect (การเชื่อมต่อ)

1. สามารถอำนวยความสะดวกให้กับผู้ใช้งานในการดูค่า หรือควบคุมกระบวนการผลิตจากระยะไกล โดยการเชื่อมต่อผ่านมือถือ หรือแท็บเล็ต

2. ใช้เว็บบราวเซอร์มาตรฐานตัวใดก็ได้ในการดูค่าหรือควบคุม โดยหน้าจอแสดงผลโชว์หน้าตาเสมือนว่าอยู่ตรงหน้า

3. สามารถส่งข้อความ SMS หรือ Email แจ้งเตือนให้กับบุคคลที่เกี่ยวข้อง

4. สามารถดูค่าที่หน้าจอ, ค่าที่บันทึกไว้ใน Memory Card หรือควบคุมแก้ไขเปลี่ยนค่าได้แม้ไม่ได้อยู่ที่หน้างาน

2.3 Photoelectric Sensor

คือ เซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่ใช้ลำแสงในการตรวจจับวัตถุ สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด มีระยะตรวจจับวัตถุไกล เวลาตอบสนองรวดเร็ว ใช้กับงานที่ต้องการความเร็วในการตรวจจับสูง และตรวจจับวัตถุได้โดยไม่ต้องสัมผัสตอบสนองการทำงานตามการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงที่ได้รับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

2.3.1 คุณลักษณะโดยทั่วไป

1. สามารถตรวจจับวัตถุแบบไม่ต้องสัมผัส
2. สามารถตรวจจับวัตถุมากกว่า 10 เมตร
3. สามารถตรวจจับวัตถุได้ทุกชนิด
4. สามารถตรวจจับ สี, ขนาด, ความลึก, ตำแหน่ง, พื้นที่, และอื่นๆ
5. แสดงการตอบสนองโดยการกระพริบของ LED
6. ความละเอียดสูง

ข้อควรระวัง ในการใช้เซนเซอร์ชนิดนี้คือ ฝุ่นละอองจะมีผลต่อความแม่นยำในการตรวจจับ ดังนั้นในการเลือกพื้นที่ในการติดตั้งหรือการนำไปใช้งานควรคำนึงถึงเรื่องฝุ่นละอองด้วย

2.3.2 ส่วนประกอบ

1. **Emitter (ตัวส่งสัญญาณ)** ประกอบด้วยตัวกำเนิดแสง และหลอด LED และตัวสร้างสัญญาณมอดูเลสที่อัตราเร็วสูง ส่งเป็นแสงไปยังตัวรับสัญญาณ
2. **Receiver (ตัวรับสัญญาณ)** ประกอบด้วย ตัวรับแสงเพื่อแปลงสัญญาณ และส่วนของสวิตซ์ ทำหน้าที่เป็น Output
3. **Range (ช่วงสัญญาณ)** ตัวกำหนดระยะการทำงานของเซนเซอร์ หรือระยะการส่งสัญญาณ
4. **Opposed Mode** คือ ระยะจากตัวส่งถึงตัวรับสัญญาณ
5. **Retro Reflective Mode** คือ ระยะจากเซนเซอร์ถึงแผ่นสะท้อน
6. **Proximity Mode** คือ ระยะจากเซนเซอร์ถึงวัตถุที่ต้องการตรวจจับ

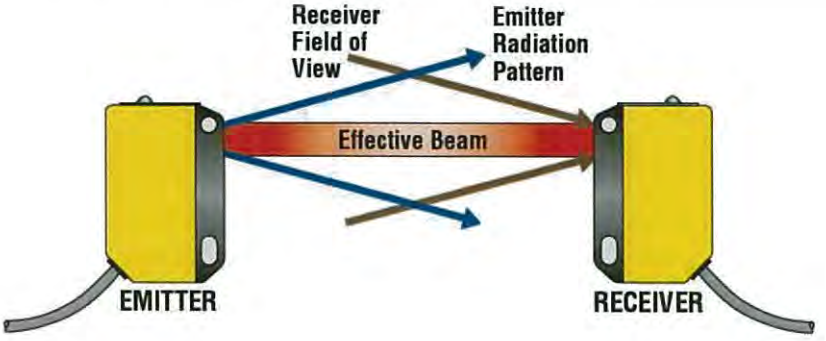
2.3.3 ลักษณะการทำงาน

Effective Beam : แสงที่ใช้ในการตรวจจับ

Radiation Pattern : พื้นที่ทั้งหมดของการส่งพลังงานออกมาเพื่อตรวจจับ

Field of View : พื้นที่ของการตอบสนองการทำงาน

ดังรูปที่ 2.16

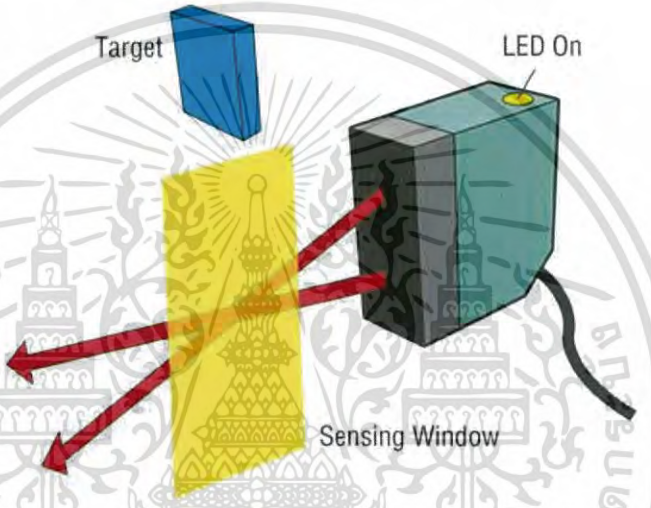


รูปที่ 2.16 การทำงานของ Photoelectric Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
148519

2.3.4 การประยุกต์ใช้งาน

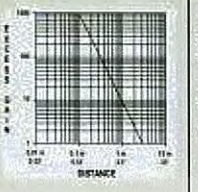
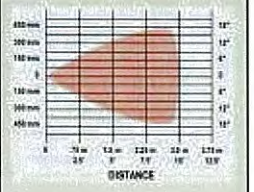
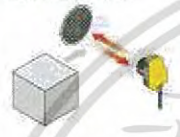
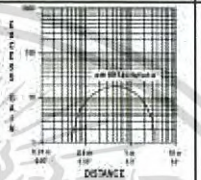
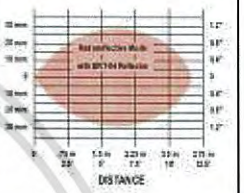
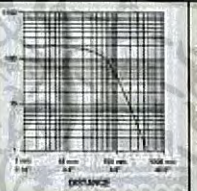
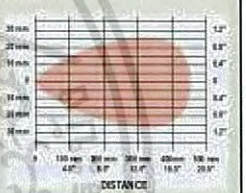
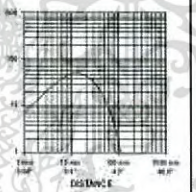
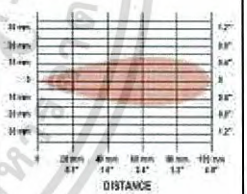
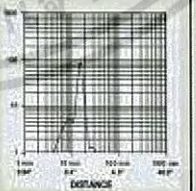
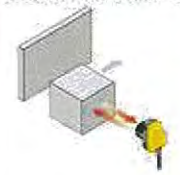
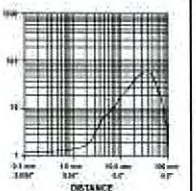
สามารถประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ได้หลากหลาย ทั้งติดในไลน์การผลิตเพื่อตรวจสอบการบรรจุสินค้า การตรวจเช็คสินค้า หรือแม้กระทั่งใช้เป็นเซนเซอร์ตรวจการผ่านของรถ และปัจจุบันมีโฟโตเซนเซอร์ หลายรุ่นหลายแบรนด์ให้เลือกใช้ รวมทั้งมีทั้งแบบกันน้ำ กันฝุ่น ซึ่งแน่นอนว่าราคาย่อมแตกต่างกัน ดังนั้นก่อนตัดสินใจซื้อควรคำนึงถึงสภาพแวดล้อมและการนำไปใช้งานกันให้ดีก่อนดังรูปที่ 2.17 และโหมดการทำงานของ Photoelectric Sensor ดังตารางที่ 2.1



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการใช้งาน Photoelectric Sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

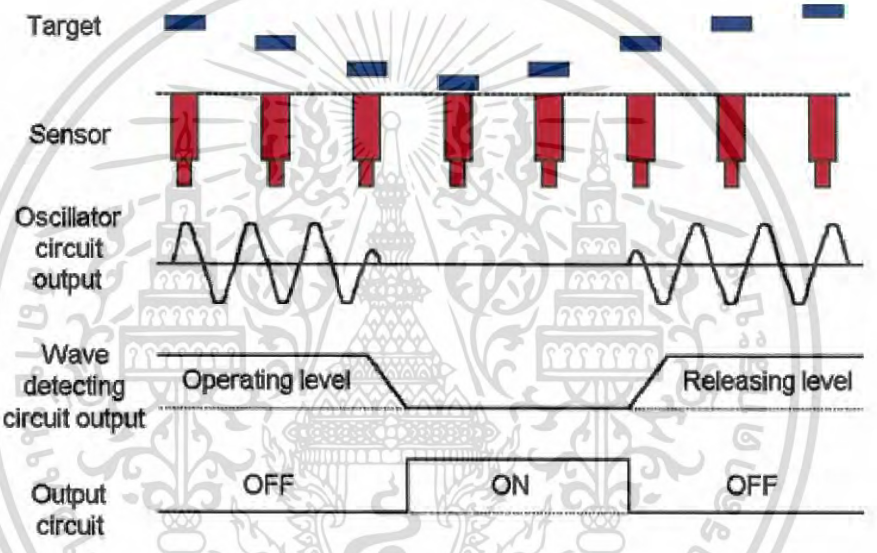
ตารางที่ 2.1 ตารางโหมดการทำงานของ Photoelectric Sensor

Configuration	Features	Excess Gain	Beam Pattern
OPPOSED	• เชื่อถือได้ที่สุด สำหรับการตรวจจับวัตถุทึบแสง • ค่า excess gain สูง ทำให้ระยะตรวจจับไกล • ประสิทธิภาพดี แม้สภาพแวดล้อมมีสิ่งปนเปื้อน เช่น ฝุ่น ควัน เป็นต้น • ทำงานได้ดีเมื่อการติดตั้งติดแน่น		
RETROREFLECTIVE 	• สะดวกเมื่อมีพื้นที่ติดตั้งจำกัด • ค่า excess gain สูง ทำให้ระยะตรวจจับไกล		
DIFFUSE	• สะดวกเมื่อมีพื้นที่ติดตั้งจำกัด • ใช้ในงานที่มีการสะท้อนของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ		
DIVERGENT	• สะดวกเมื่อมีพื้นที่ติดตั้งจำกัด • ประสิทธิภาพดี แม้ตรวจจับวัตถุโปร่งแสงในระยะปิด • ใช้ในงานที่มีการสะท้อนของวัตถุที่ต้องการตรวจจับ • เชื่อถือได้ในการตรวจจับผิวมันหรือผิวขรุขระ		
CONVERGENT	• ใช้ตรวจสอบตำแหน่งที่ถูกต้อง • ความสามารถยอดเยี่ยมในการตรวจสอบเครื่องหมายหรือวัตถุขนาดเล็ก • ใช้ในการตรวจจับขอบของวัตถุ • ค่า excess gain สูง ทำให้ตรวจจับวัตถุที่มีการสะท้อนของแสงต่ำได้		
BACKGROUND SUPPRESSION 	• กำหนดระยะตรวจจับที่แน่นอน ไม่สนใจพื้นหลัง • ค่า excess gain สูง ทำให้ตรวจจับวัตถุที่มีการสะท้อนของแสงต่ำได้ • ตรวจจับวัตถุที่มีการสะท้อนแสงต่างกันได้		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity Sensor)

บริเวณส่วนหัวของเซนเซอร์จะมีสนามแม่เหล็กซึ่งมีความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณมาจากวงจรกำเนิดความถี่ ในกรณีที่มีวัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นโลหะเข้ามาอยู่ในบริเวณที่สนามแม่เหล็กสามารถส่งไปถึง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการหน่วงออสซิลเลท (Oscilate) ลดลงไป หรือบางทีอาจถึงจุดที่หยุดการออสซิลเลท และเมื่อนำเอาวัตถุนั้นออกจากบริเวณตรวจจับ วงจรกำเนิดคลื่นความถี่ก็เริ่มต้นการออสซิลเลทใหม่อีกครั้งหนึ่ง สภาวะดังกล่าวในข้างต้นจะถูกแยกแยะได้ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน หลังจากนั้นก็จะส่งผลไปยังเอาต์พุตว่าให้ทำงานหรือไม่ทำงาน โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเอาต์พุตว่าเป็นแบบใดดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 การทำงานของ Inductive Proximity Sensor

ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

1. **Coil-Wire** (ชุดขดลวด) ซึ่งจะถูกพันไว้รอบแกนเฟอร์ไรต์ ซึ่งมีหน้าที่สร้างคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาจากผิวหน้าของเซนเซอร์

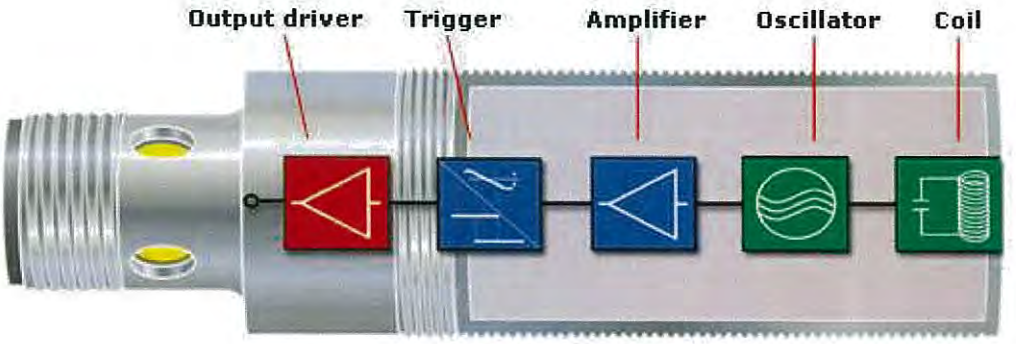
2. **Oscillator** วงจรกำเนิดคลื่นความถี่สูง มีหน้าที่แปลงคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้เป็นคลื่นความถี่

3. **Amplifier** (ตัวขยายสัญญาณ) มีหน้าที่ขยายความแรงของสัญญาณคลื่นความถี่ สำหรับวงจรแยกสภาวะ และการสั่งงาน (Trigger)

4. **Trigger** วงจรแยกสภาวะและสั่งงาน

5. **Output Driver** (ตัวส่งสัญญาณออก) มีหน้าที่เพิ่มกำลังของสัญญาณไปที่ระดับของการใช้งานของสัญญาณออก สำหรับเครื่องจักร CNC หรืออุปกรณ์ PLC และอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

2.4.1 เกณฑ์ในการเลือกใช้เซนเซอร์

อุปกรณ์เซนเซอร์ที่แนะนำจะขึ้นอยู่กับรายละเอียดดังนี้

- ระยะตรวจจับที่ต้องการ (โดยปกติ ระยะตรวจจับสูงสุดอยู่ที่ 40mm หรือน้อยกว่า)
- เป้าหมายในการตรวจจับ (วัสดุ, ขนาด, รูปร่าง และวิธีการตรวจจับ)
- รูปร่างของเซนเซอร์/รูปแบบการติดตั้ง
- รูปแบบหน้าสัมผัสของเซนเซอร์ แบบหัวเรียบ หรือแบบหัวยื่น
- เซนเซอร์เหนี่ยวนำแบบอื่นๆ
- โลหะโดยรอบ
- โลหะพื้นหลัง
- สภาพแวดล้อมที่ติดตั้งเซนเซอร์
- สภาพพื้นที่แห้ง หรือเปียก
- การป้องกันทางกลศาสตร์ (การใช้งานผิดวิธี หรืองานเชื่อมโลหะ)
- ข้อกำหนด และความต้องการทางด้านไฟฟ้า (AC/DC, 3 สาย/2 สาย, NPN/PNP)

2.4.2 ระยะห่างในการตรวจจับ (Sensing Distance)

โดยระยะห่างในการตรวจจับจะขึ้นอยู่กับตัวแปรดังนี้

- ขนาดของขดลวดเซนเซอร์
    1. ขนาดของตัวเซนเซอร์
    2. ยิ่งขนาดของเซนเซอร์มีขนาดใหญ่ ระยะการตรวจจับก็จะยิ่งไกลขึ้น
- รูปแบบของหน้าสัมผัสของเซนเซอร์
    1. แบบหัวเรียบ จะมีระยะตรวจจับที่สั้นกว่า
    2. แบบหัวยื่น จะมีระยะตรวจจับที่ไกลกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 คำนิยามของ ระยะห่างในการตรวจจับ (Sensing Distance Definitions)

ระยะตรวจจับ (Switching Distance)

คือ ระยะห่างที่วัตถุเป้าหมายได้เข้ามาใกล้หน้าสัมผัสของเซนเซอร์ โดยทำให้เกิดการเปลี่ยนในค่าของสัญญาณที่ส่งออกไป

ระยะตรวจจับอ้างอิง (Nominal Sensing Distance, Sn)

- อัตราระยะห่างของการปฏิบัติการ
- ไม่คำนึงถึงการคำนวณค่าความคลาดเคลื่อนในการผลิต, อุณหภูมิของปฏิบัติการ, แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า
- สามารถถูกนำมาใช้เพื่อวัตถุประสงค์ในการทำข้อมูลอ้างอิง

ระยะตรวจจับที่รับประกัน (Assured Sensing Distance, Sa)

- ระยะตรวจจับที่ถูกรับประกัน หากใช้งานภายใต้เงื่อนไขที่ถูกอนุญาต
- ขึ้นกับอุณหภูมิ
- แรงดันไฟฟ้า

2.4.4 ค่าผลต่างสูงสุดของค่าที่แท้จริง (Hysteresis, Hy)

ค่าระยะห่างระหว่างจุดเปิด และจุดปิด

2.4.5 วัตถุเป้าหมาย (Target Material)

ระยะตรวจจับอ้างอิงจะถูกกำหนดโดยใช้วัตถุเป้าหมายเป็นเหล็กอ่อน 360 (Fe360) (โดยมาตรฐาน IEC 60947-5-2)

พร็อกซิมิตี้เซนเซอร์จะสามารถใช้งานได้ดีที่สุดกับโลหะประเภทเหล็กชนิดต่างๆ หากปริมาณเหล็กในวัตถุเป้าหมายลดลง ระยะตรวจจับก็จะลดลงเช่นกัน โดยระยะค่าตรวจจับที่ใช้งานของเซนเซอร์สามารถถูกคำนวณได้โดยใช้ค่าแฟกเตอร์ของวัตถุ

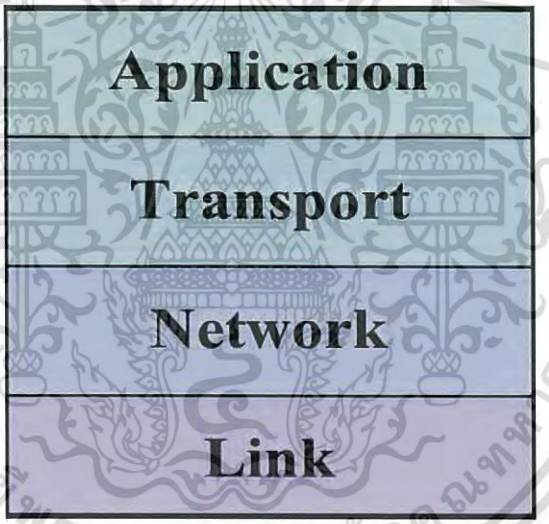
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol)

โปรโตคอล TCP/IP เป็นชุดของโปรโตคอลที่มีการพัฒนามาตั้งแต่ปี 1960 โดยมีวัตถุประสงค์ให้สามารถสื่อสารจากต้นทางข้ามเน็ตเวิร์คไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปได้เองโดยอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจผ่านเน็ตเวิร์คที่มีปัญหา โปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางจนได้ ในระยะเริ่มต้นโปรโตคอลนี้ใช้กันในวงการแคบๆ เฉพาะราชการและสถานศึกษาของอเมริกา จนในช่วงปี 90 จึงมีการนำมาใช้ในทางธุรกิจ และเป็นจุดเริ่มต้นของอินเตอร์เน็ตในปัจจุบัน

2.5.1 การแบ่งชั้น (Layering)

TCP/IP เป็นชุดของโปรโตคอลที่ประกอบไปด้วยโปรโตคอลย่อยหลายตัว แต่ละตัวจะทำหน้าที่ในแต่ละชั้นหรือเลเยอร์ (Layer) ซึ่งรับผิดชอบและแปลความหมายของข้อมูลในแต่ละระดับของการสื่อสาร ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 ภาพรวม TCP/IP แบ่งออกเป็น 4 ลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ความรับผิดชอบของแต่ละชั้น

1. Link Layer

ในชั้นนี้จะเป็นดีไวซ์ไดรเวอร์ที่ทำงานอยู่บนระบบปฏิบัติการ แต่ละระบบทำหน้าที่รับผิดชอบในการรับส่งข้อมูลตั้งแต่ระดับกายภาพ สัญญาณไฟฟ้า จนถึงการแปลความจากระดับสัญญาณไฟฟ้าจนเป็นข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ โปรโตคอลระดับนี้ เช่น Ethernet และ SLIP(Serial Line Internet Protocol)

2. Network Layer

รับผิดชอบในการรับและ ส่งข้อมูลเน็ตเวิร์ค ส่งต่อข้อมูลไปจนถึงจุดหมายปลายทาง โปรโตคอลระดับนี้ ได้แก่ IP, ICMP และ IGMP

3. Transport Layer

รับผิดชอบในการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องหนึ่ง (Host) ไปยังอีกโฮสท์หนึ่ง และจะส่งข้อมูลขึ้นไปให้Application Layer นำไปใช้งานต่อ มีโปรโตคอลที่จัดอยู่ในชั้นนี้คือ TCP และ UDP ซึ่งมีลักษณะในการรับส่งข้อมูลที่แตกต่างกันออกไป

4. Application Layer

เป็นชั้นที่เป็นแอพลิเคชั่นเรียกใช้โปรโตคอลระดับล่างๆ ลงไป เพื่อวัตถุประสงค์แตกต่างกัน

2.5.2 IP (Internet Protocol)

เป็นโปรโตคอลที่ทำหน้าที่รับภาระในการนำข้อมูลไปส่งยังจุดหมายปลายทางไม่ว่าที่ใดๆในอินเตอร์เน็ต โปรโตคอลต่างๆ ใน TCP/IP Suit ทั้ง TCP, UDP และICMP ต่างก็อาศัยระบบนี้ทั้งสิ้น เนื่องจากตัวโปรโตคอล IP นี้มีกลไกที่ค่อนข้างฉลาดในการหาเส้นทางขนส่งข้อมูล รู้จักที่จะหาช่องทางไปยังจุดหมายทุกทางที่เป็นไปได้ โปรโตคอลอื่นที่อยู่ชั้นสูงขึ้นไปเลยไม่ต้องรับภาระในการหาวิธีส่งข้อมูลไปยังจุดหมายปลายทางอีก และขอแค่เพียงเตรียมข้อมูลให้เสร็จสรรพแล้วส่งให้ IP ก็นอนใจได้ว่า IP จะพยายามอย่างสุดความสามารถที่จะหาทางไปให้ถึงจุดหมายให้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงแม้ว่า IP จะเป็นโปรโตคอลที่เชี่ยวชาญในการขนส่งข้อมูลไปได้ไกลๆ แต่ก็มีจุดด้อยคือ IP เป็นโปรโตคอลที่ Unreliable และ Connectionless (เปรียบเสมือนเป็นระบบขนส่งที่ชำนาญรวดเร็วแต่ไม่รับประกันว่าข้อมูลจะถึงปลายทางหรือไม่) การที่ IP มีข้อด้อย 2 ประการนี้ ดังนั้นโปรโตคอลชั้นอื่นที่ใช้ IP เป็นตัวส่งข้อมูลที่จำเป็นต้องหาหนทางในการลดข้อด้อยเหล่านี้ลงไป เพื่อให้การรับส่งข้อมูลมีเสถียรภาพและเชื่อถือได้ ซึ่งก็คือ จะต้องมีกลไกในการรับประกันการรับส่งข้อมูลอีกชั้นนั่นเอง การส่งข้อมูลด้วย IP เปรียบเสมือนการส่งจดหมาย ทั่วไปที่จ่าหน้าซองเรียบร้อย ติดแสตมป์แล้วนำไปหย่อนลงตู้ไปรษณีย์ โดยส่วนใหญ่แล้วบุรุษไปรษณีย์นี้ก็จะทำหน้าที่อย่างสม่ำเสมอ คือ นำจดหมายไปที่บ้านเลขที่ตามจ่าหน้าซอง แล้วก็หย่อนลงไปในตู้รับจดหมายของผู้รับซึ่งจะเห็นว่าด้วยการทำงานปกติจดหมายน่าจะถึงปลายทางเสมอ แต่โอกาสที่จะเกิดอุปสรรคทำให้จดหมายไม่ถึงปลายทางก็เป็นไปได้

หมายเลข IP หรือบางทีเรียกว่าแอดเดรส IP นั้นถูกจัดเป็นตัวเลขชุดหนึ่งขนาด 32 บิตใน 1 ชุดจะมีตัวเลขถูกแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ส่วนละ 8 บิตเท่าๆ กัน เวลาเขียนก็แปลงให้เป็นเลขฐานสิบก่อนเพื่อความง่ายแล้วเขียนโดยคั่นแต่ละชุดด้วยจุด ดังนั้นในตัวเลขแต่ละส่วนนี้จึงมีค่าได้ตั้งแต่ 0 จนถึง 28-1 =255 เท่านั้น เช่น 192.10.1.101 เป็นต้น ตัวเลข IP Address ชุดนี้จะเป็นสิ่งที่สำคัญคล้ายเบอร์โทรศัพท์ที่มีใช้อยู่และไม่ซ้ำกัน เพราะสามารถกำหนดให้เป็นตัวเลขรวมได้ทั้งสิ้นกว่า 4 พันล้านเลขหมาย แต่การกำหนดให้คอมพิวเตอร์มีเลขหมาย IP Address นี้ไม่ได้เริ่มต้นจาก 1 และนับขึ้นไปเรื่อยๆ หากแต่จะมีการแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนแรกเป็นหมายเลขของเครือข่าย (Network Number) ส่วนที่สองเรียกว่า หมายเลขของคอมพิวเตอร์ที่อยู่ในเครือข่ายนั้น (Host Number) เพราะเครือข่ายใดๆ อาจจะมีเครื่องคอมพิวเตอร์เชื่อมต่ออยู่ได้มากมาย ในเครือข่ายที่อยู่คนละระบบอาจมีหมายเลขโฮสต์ซ้ำกันก็ได้ แต่เมื่อรวมกับหมายเลข Network แล้วจะได้เป็น IP Address ที่ไม่ซ้ำกันเลย

2.5.3 โครงสร้างของโปรโตคอล TCP/IP

- **TCP (Transmission Control Protocol)** อยู่ใน Transport Layer ทำหน้าที่จัดการและควบคุมการรับส่งข้อมูล และมีกลไกควบคุมการ รับส่งข้อมูลให้มีความถูกต้อง และมีการสื่อสารอย่างเป็นกระบวนการ
- **UDP (User Datagram Protocol)** อยู่ใน Transport Layer ทำหน้าที่จัดการและควบคุมการรับส่งข้อมูล แต่ไม่มีกลไกควบคุมการรับ และส่งข้อมูลให้มีเสถียรภาพและเชื่อถือได้
- **IP (Internet Protocol)** อยู่ใน Internetwork Layer เป็นโปรโตคอลหลักในการสื่อสารข้อมูล มีหน้าที่ค้นหาเส้นทางระว่างผู้รับและผู้ส่งใช้ IP Address ซึ่งมีลักษณะเป็นเลขสี่ชุด แต่ละชุดมีค่าตั้งแต่ 0-255 เช่น 172.17.3.12 ในการอ้างอิงโฮสต์ต่างๆ และกลไกการ Route เพื่อส่งต่อข้อมูลไปจนถึงจุดหมายปลายทาง

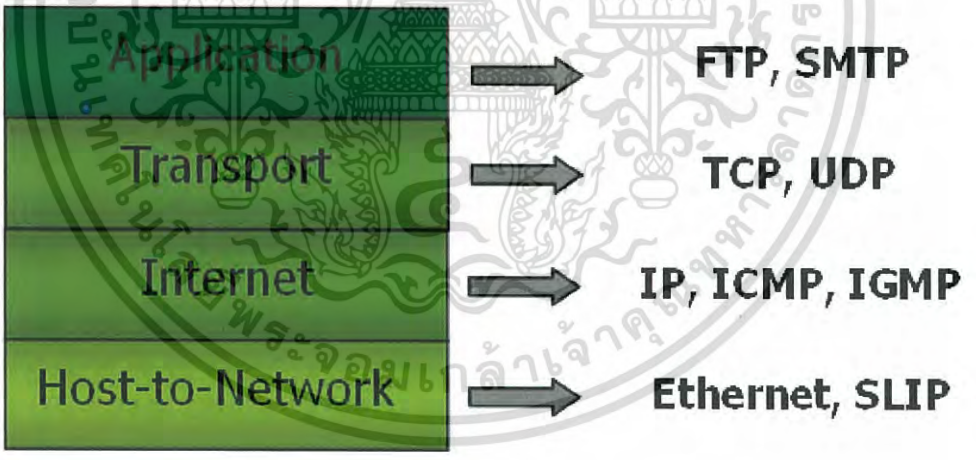
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **ICMP (Internet Control Message Protocol)** อยู่ใน Internetwork Layer มีหน้าที่ส่งข่าวสารและแจ้งข้อผิดพลาดให้แก่ IP

- **IGMP (Internet Group Management Protocol)** อยู่ในเน็ตเวิร์กเลเยอร์ ทำหน้าที่ในการส่ง UDP ดาต้าแกรมไปยัง กลุ่มของโฮสต์ หรือโฮสต์หลายๆ ตัวพร้อมกัน

- **ARP (Address Resolution Protocol)** อยู่ใน Link Layer ทำหน้าที่เปลี่ยนระหว่าง IP แอดเดรส ให้เป็นแอดเดรสของ Network Interface เรียกว่า MAC Address ในการติดต่อ
ระหว่างกัน MAC Address คือ หมายเลขประจำของ Hardware Interface ซึ่งในโลกนี้จะไม่มี MAC Address ที่ซ้ำกัน มีลักษณะเป็นเลขฐาน 16 ยาว 6 ไบต์ เช่น 23:43:45:AF:3D:78 โดย 3 ไบต์แรกจะเป็นรหัสของผู้ผลิต และ 3 ไบต์หลังจะเป็นรหัสของผลิตภัณฑ์

- **RARP : (Reverse ARP)** อยู่ใน Link Layer เช่นกัน แต่ทำหน้าที่กลับกันกับ ARP คือ เปลี่ยนระหว่างแอดเดรสของ Network Interface ให้เป็นแอดเดรสที่ใช้โดย IP Address ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 ชั้นของโปรโตคอลต่างๆ ในชุด TCP/IP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 PROFIBUS

ยึดมาตรฐานสากล IEC 61158 และ IEC 61784 ซึ่งเป็นระบบเปิด เป็นระบบการสื่อสารแบบดิจิตอลที่มีความกว้างในการประยุกต์ใช้งาน โดยเฉพาะอย่างยิ่งในวงการโรงงาน และกระบวนการอัตโนมัติ มันเหมาะสำหรับทั้งความเร็วและแม่นยำ การประยุกต์ใช้ในเวลาที่วิกฤต และงานหนักที่มีการติดต่อสื่อสารซับซ้อน ICP DAS จะจัดหาผลิตภัณฑ์ PROFIBUS DP และช่วยผู้ใช้งานในการพัฒนาระบบประยุกต์ PROFIBUS อย่างแท้จริง มีการพัฒนาและศึกษา PROFIBUS DP มาแล้วเป็นปี ICP DAS จะทำให้ผู้ใช้งานด้านความปลอดภัยในโรงงานมีปลอดภัยตลอดเวลาและระบบอัตโนมัติจะมีความมั่นคง และเสถียรมากขึ้น วิธีการสื่อสารเหล่านี้ยังรองรับระบบเครือข่าย Multi-Drop ของอุปกรณ์บนสายคู่บิดเกลียวคอยเสริมความแข็งแรงและช่วยประหยัดต้นทุนดังรูปที่ 2.22

- ลดการเดินสาย
- การเชื่อมต่อและการติดตั้ง
- ระบบปฏิบัติการและทำให้คุณภาพดีขึ้น
- การบำรุงรักษา

รูปที่ 2.22 การทำงานของ PROFIBUS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 PROFIBUS Connector

PROFIBUS Connector: CNT-PROFI CR

ตัวเชื่อมต่อ CNT-PROFI ถูกนำมาใช้สำหรับการเชื่อมต่อโหนด PROFIBUS ไปยัง PROFIBUS Line Housing ขอผลิตภัณฑ์จะเป็นพลาสติกและรวม Terminating Resistors ด้วย ซึ่งในการติดตั้งในเครือข่ายจะสามารถทำได้อย่างง่ายดายและรวดเร็วดังรูปที่ 2.23

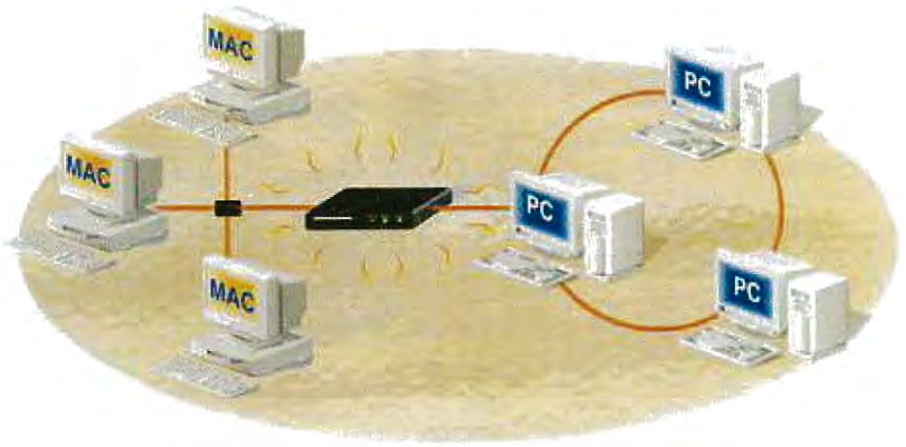
รูปที่ 2.23 การเชื่อมต่อ PROFIBUS Connector

2.8 Gateway

เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อเครือข่ายต่างๆ เข้าด้วยกันไม่ว่าเครือข่ายนั้นจะใช้โปรโตคอลตัวใดก็ตาม เนื่องจากว่า Gateway สามารถแปลงรูปแบบแพ็คเก็ตของโปรโตคอลหนึ่งไปเป็นรูปแบบของอีกโปรโตคอลหนึ่ง เพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานในเครือข่ายได้ เช่น แปลงรูปแบบแพ็คเก็ตของ TCP/IP ไปเป็น Apple Talk เป็นต้น ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นๆ ได้อย่างไม่มีข้อจำกัด แต่ในปัจจุบันนี้ ได้รวมการทำงานของ Gateway ไว้ใน Router แล้ว ทำให้ Router สามารถทำงานเป็น Gateway ได้จึงไม่จำเป็นต้องซื้ออุปกรณ์ตัวนี้อีกแล้วดังรูปที่ 2.24 และรูปที่ 2.25

รูปที่ 2.24 อุปกรณ์ Gateway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 การเชื่อมต่อของ Gateway

2.9 หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม

การเขียนแบบวงจรควบคุมต้องทราบรายละเอียดและมาตรฐานสัญลักษณ์ในการเขียนแบบ เพื่อที่จะสามารถเขียนแบบที่บ่งบอกรายละเอียดทั้งหมดได้ และเข้าใจตรงกันทั้งผู้เขียนแบบและผู้อ่านแบบ

2.9.1 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้า

งานติดตั้งระบบไฟฟ้าหรืองานปฏิบัติการเดินสายไฟฟ้า ถ้าเขียนในรูปของอุปกรณ์จริงจะทำให้เสียเวลามาก ดังนั้นต้องมีการเขียนแบบและอ่านแบบ การที่จะเขียนแบบและอ่านแบบได้นั้นจำเป็นต้องกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นมาแทนอุปกรณ์จริง เพื่อความสะดวกและรวดเร็วในการปฏิบัติงาน สัญลักษณ์ที่ใช้ในการเขียนแบบและการเดินสายไฟฟ้าได้มีการกำหนดไว้หลายมาตรฐาน ได้แก่

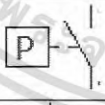
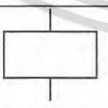
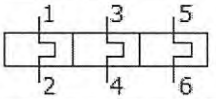
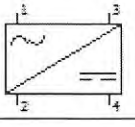
- ANSI (American National Standard Institute)
- IEC (International Electrotechnical Commission)
- JIS (Japan Industrial Standard)
- DIN (Deutsches Institute fur Normung e.V.)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC

สัญลักษณ์	**ความหมาย**
	หน้าสัมผัสปกติเปิด (Normally Open : N.O.)
	หน้าสัมผัสปกติปิด (Normally Open : N.C.)
	หน้าสัมผัส 2 ทิศทาง
	ทำงานร่วมแกนเดียวกัน
	สั่งงานด้วยมือ
	หน้าสัมผัสสั่งงานแบบกดลง

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC

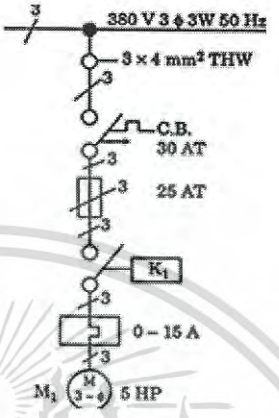
สัญลักษณ์	**ความหมาย**
	สั่งงานแบบหมุน
	สวิตช์ปุ่มกด – ปกติเปิด (N.O.)
	สวิตช์ปุ่มกด – ปกติปิด (N.C.)
	สั่งงานด้วยแรงดัน (Pressure)
	คอยล์ของคอนแทคเตอร์
	โอเวอร์โหลด
	อุปกรณ์ป้องกันเมื่อกระแสเกิน
	Power Supply

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.2 รูปแบบวงจร

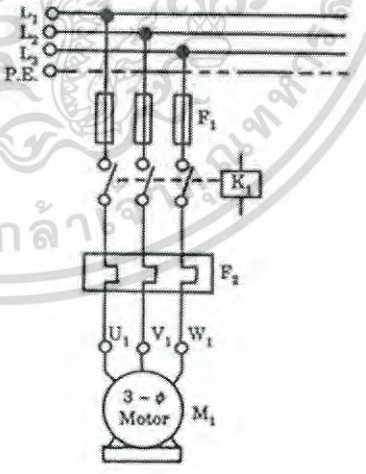
แบบวงจรที่ใช้ในงานควบคุมแบ่งออกเป็น 4 ชนิด

1. แบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram) วงจรสายเดียวเป็นแบบวงจรที่แสดงวงจรชนิดหนึ่งที่เขียนด้วยเส้นสายเดียวเท่านั้นดังรูปที่ 2.26



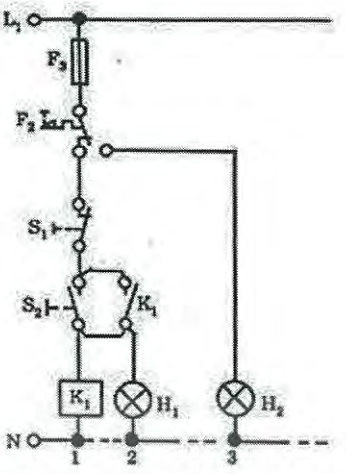
รูปที่ 2.26 แบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram)

2. แบบวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) วงจรแสดงการทำงานจะแบ่งวงจรออกตามลักษณะของวงจรได้เป็น 2 แบบคือ วงจรกำลัง (Power Circuit) และวงจรควบคุม (Control Circuit) ดังรูปที่ 2.27 และรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.27 วงจรกำลัง (Power Circuit)

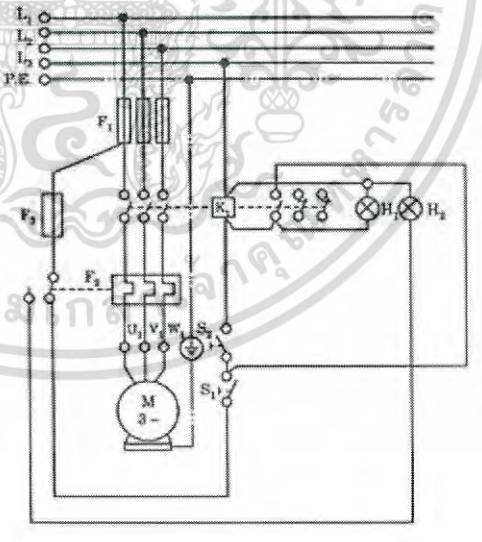
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 วงจรควบคุม (Control Circuit)

วงจรรูปแบบนี้จะมีข้อดีต่อผู้อ่านแบบในเรื่องการศึกษาการทำงานของวงจรได้ง่าย และสามารถดำเนินงานติดตั้งวงจรได้สะดวก เพราะแยกวงจรกำลังกับวงจรควบคุมแล้ว

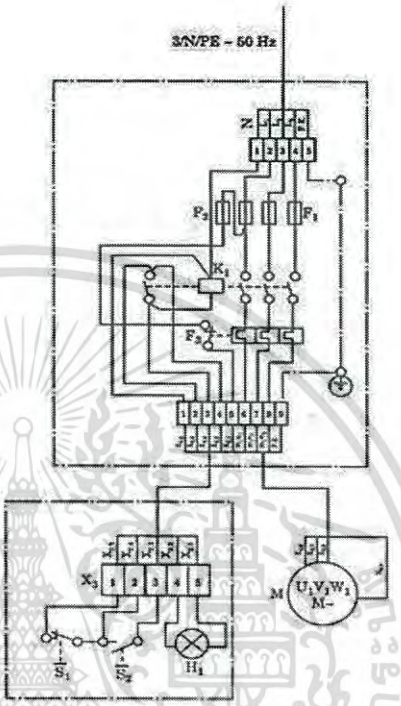
3. วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram) แบบชนิดนี้จะเขียนคล้ายลักษณะงานจริง คือส่วนประกอบของอุปกรณ์ใดๆ จะเขียนเป็นชิ้นเดียว และสายต่อๆ จะต่อกันที่จดเข้าสายเท่านั้นดังรูปที่ 2.29



รูปที่ 2.29 วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram) จะเขียนแสดงรายละเอียดด้วยวงจรงานจริง และจะประกอบเข้าที่แผงต่อสาย โดยใช้วงจรสายเดียว สายที่ออกจากจุดต่อสายแต่ละอันจะมี โค๊ดกำกับไว้ให้รู้ว่าสายนั้นจะต้องไปต่อเข้าจุดใดดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram)

2.9.3 การคำนวณโหลด

ในการออกแบบวงจรไฟฟ้า จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ตัดวงจรเพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการเสียหายเมื่อเกิดภาวะกระแสเกินพิกัดอุปกรณ์ ดังนั้นการออกแบบวงจรจะต้องทราบกระแสสูงสุดของอุปกรณ์ที่ไม่ทำให้อุปกรณ์เสียหาย เพื่อที่จะนำไปคำนวณเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร รวมถึงการเลือกขนาดสายไฟด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.9.4 การคำนวณขนาดสายไฟฟ้า

1. การคำนวณขนาดสายไฟฟ้าในวงจร สายไฟต้องมีพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่า 125% ของกระแสพิกัดโหลดเต็มที (Full Load) ของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตัวอย่าง มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 10 แรงม้า 380 โวลท์ 17 แอมแปร์

วิธีทำ ขนาดสายมอเตอร์ต้องไม่ต่ำกว่า 125% ของกระแสพิกัดโหลดเต็มที่

ขนาดพิกัดกระแสของสายมอเตอร์ = 17 x 1.25 A

= 21.25 A

ดังนั้นต้องเลือกขนาดสายไฟที่มีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 22 A

2. สายดิน (Ground Conductor) สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน (อ้างอิงจาก *มยผ. 4501-51: มาตรฐานงานติดตั้งไฟฟ้าทั่วไป*)

ตารางที่ 2.4 ขนาดสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน (ไม่เกิน....แอมแปร์)	ขนาดต่ำสุดของสายดิน (ตัวนำทองแดง) (ตารางมิลลิเมตร)
16	1.5
20	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1000	70
1250	95
2000	120
2500	185
4000	240
6000	400

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.10 การคำนวณเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) คือ อุปกรณ์ที่ทำงานเปิดและปิดวงจรไฟฟ้า แบบไม่อัตโนมัติ แต่สามารถเปิดวงจรได้อัตโนมัติ ถ้ามีกระแสไหลผ่านเกินกว่าค่าที่กำหนด โดยไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น ดังรูปที่ 2.31 แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผกผัน (Inverse Time Circuit Breaker) ได้แก่ เซอร์กิตเบรคเกอร์ที่ใช้ทั่วไป

- เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปลดทันที (Instantaneous Circuit Breaker) แบบนี้เหมาะสำหรับวงจรมอเตอร์

การเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะเลือกขนาดกระแสพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์เท่ากับ 125% ของกระแสพิกัด Load ในวงจรเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐานของ NEC (มาตรฐานนานาชาติ) กำหนดพิกัดกระแสไว้ดังนี้ 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1,000, 1,200, 1,600, 2,000, 2,500, 3,000, 4,000, 5,000 และ 6,000A

รูปที่ 2.31 เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเล็กสำหรับวงจรย่อย (Miniature Circuit Breaker)

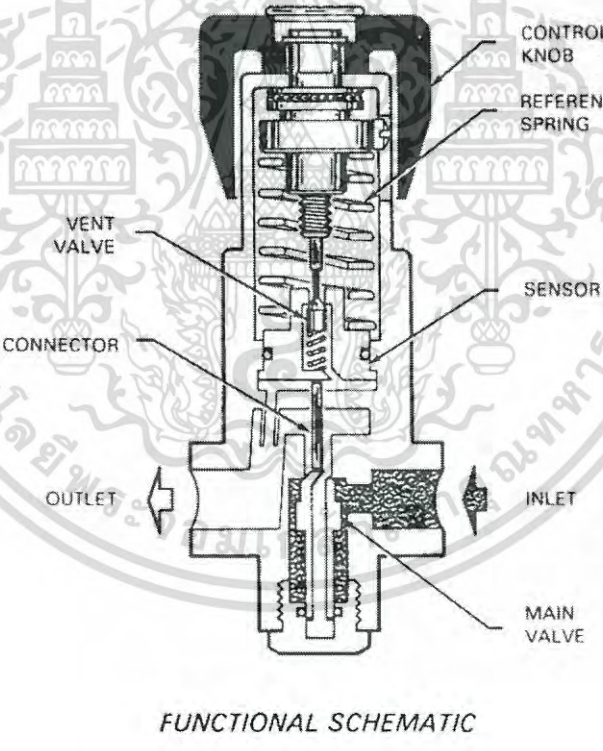
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11 อุปกรณ์ควบคุมความดัน (Compressed Air Regulator)

มีหน้าที่ในการปรับความดันใช้งานให้คงที่และเหมาะสมกับความดันของระบบ และปรับความดันต้นทางให้สูงกว่าความดันปลายทาง แบ่งออกเป็น 2 ชนิดย่อย คือ

- ชนิดไม่มีการระบายความดันออกสู่บรรยากาศ
- ชนิดมีการระบายความดันออกสู่บรรยากาศ

เมื่อความดันลมออกมาจากอุปกรณ์กรองลมอัด จะต่อเข้าวาล์วควบคุมความดัน เพื่อที่จะปรับความดันลมให้มีความดันคงที่อยู่ที่ความดันลมจะผ่านบ่าวาล์ว และไหลออกที่ทางออกเพื่อใช้งานต่อไป บริเวณช่องทางออกของลมอัดจะมีช่องออริฟิช (Orifice) ที่ต่อระหว่างช่องทางออกกับห้องใต้แผ่นไดอะแฟรม ถ้าความดันลมที่ออกนี้มีความดันสูงกว่าค่าของสปริง (ตัวบน) ก็จะดันแผ่นไดอะแฟรมให้ยกขึ้น เป็นผลให้ก้านของพอพเพตซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับชุดของแผ่นไดอะแฟรมถูกยกขึ้นตาม ทำให้บ่าวาล์วปิดทางลมที่เข้าวาล์ว ดังนั้นค่าของสปริงจะเป็นตัวกำหนดค่าความดันลมที่ออกจากวาล์วนั้นเองดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 อุปกรณ์ควบคุมความดันลม Air Regulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

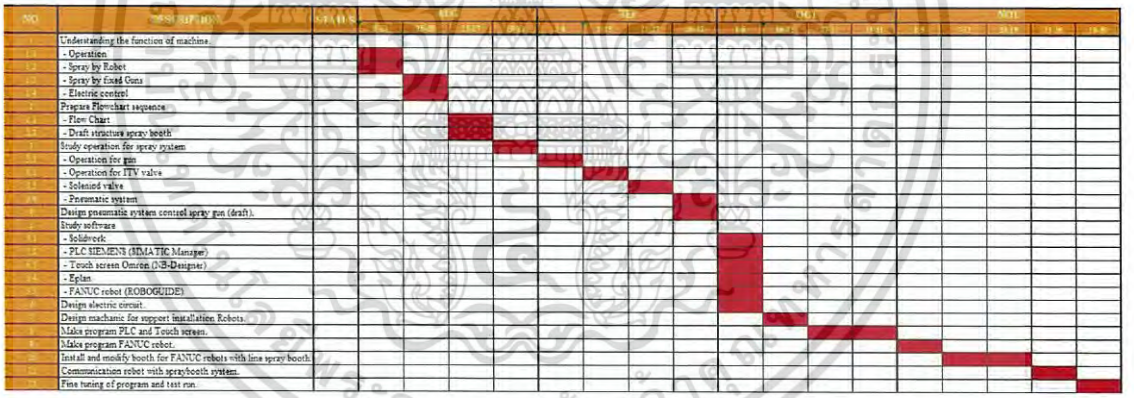
วิธีการดำเนินโครงงาน

ในการทำโครงงานติดตั้งหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการพ่น (Install Robot Spray) เริ่มจากการวางแผน การศึกษาเครื่องจักรที่มีการใช้งานอยู่ในขณะนั้น โดยมีเครื่องต้นแบบซึ่งมีการเปิดใช้งานให้ศึกษาการใช้งาน เครื่องจักร รวมถึงการศึกษาอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ในการประกอบเป็นเครื่องจักรอีกด้วย

3.1 วางแผนการดำเนินงาน

ในการติดตั้งเครื่องจักรจะต้องมีการวางแผนการทำงาน การแบ่งเวลาในการทำงานเพื่อกำหนด ระยะเวลาในการทำงาน โดยการวางแผนงานจะเป็นช่วงที่ทำสหกิจกับทางบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ในช่วงเวลาระหว่างวันที่ 8 สิหาคม 2559 ถึงวันที่ 25 พฤศจิกายน 2559 ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 แผนงานการทำงานระหว่างวันที่ 8 สิงหาคม 2559 ถึงวันที่ 25 พฤศจิกายน 2559

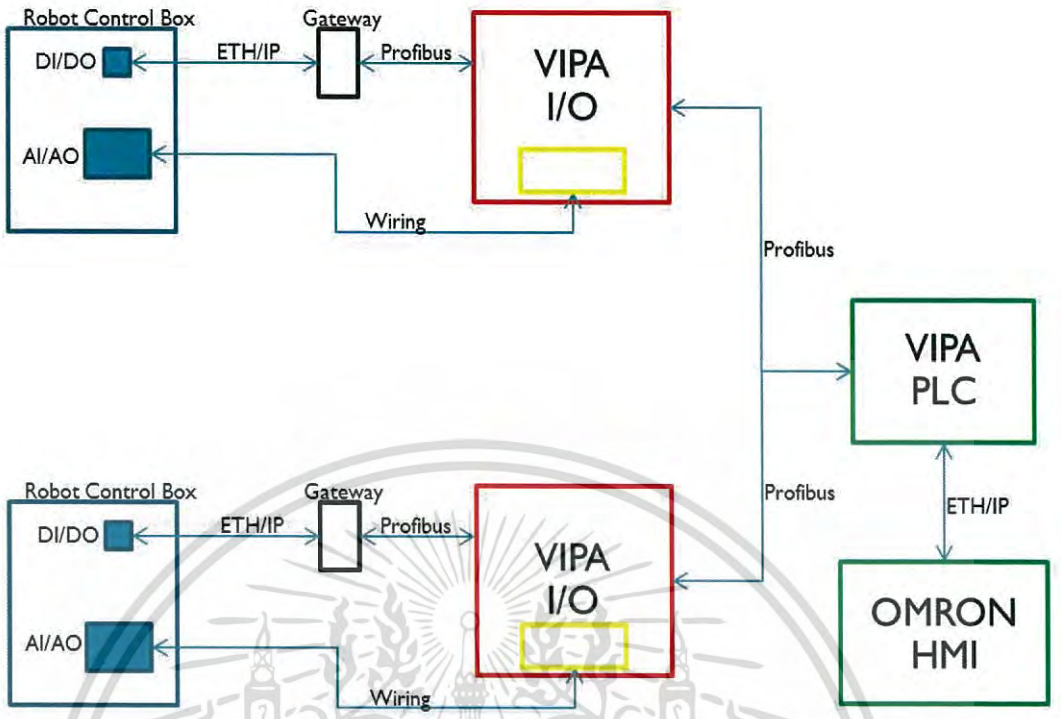


3.2 ศึกษาการทำงานของเครื่องจักร

3.2.1 ภาพรวมการทำงานของโปรแกรม

โปรแกรมภายในเครื่องจักรจะมีทั้งส่วนที่อยู่ภายในหุ่นยนต์ PMC (Programmable Machine Controller), PLC (Programmable Logic Controller) และ Touchscreen โดยข้อมูลจะถูกป้อนลงใน Touchscreen และเก็บข้อมูลไว้ จากนั้นข้อมูลทั้งหมดจะถูกส่งให้กับ PLC โดยการส่งข้อมูลผ่าน Ethernet TCP/IP และข้อมูลจะถูกส่งจาก PLC ไปยัง Module I/O และ Gateway ผ่านทาง Profibus เพื่อส่งข้อมูลผ่าน Ethernet TCP/IP ไปที่หุ่นยนต์ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

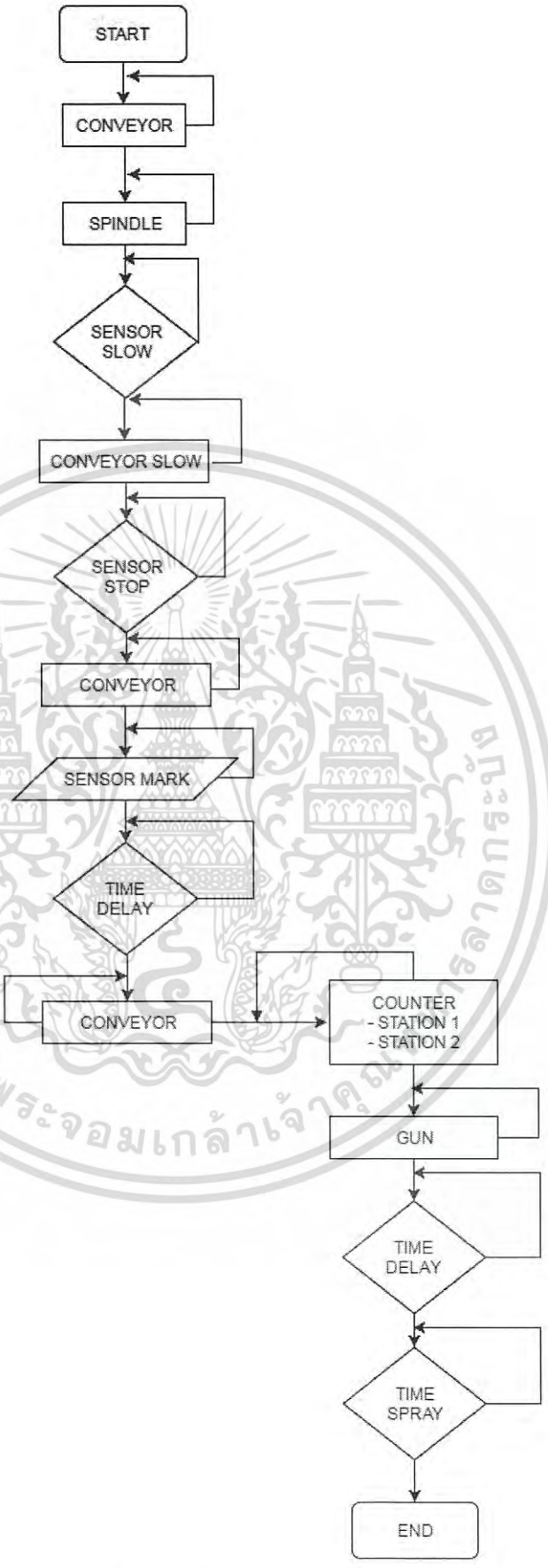


รูปที่ 3.1 โปรแกรมภายในเครื่องจักร

3.2.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

การปรับปรุงแก้ไขเครื่องจักรนั้นจำเป็นต้องศึกษาการทำงานของเครื่องจักรแบบเดิมก่อน ซึ่งลำดับการทำงานจะสามารถเอามาออกแบบไฟฟ้าและโปรแกรม PLC (Programmable Logic Controller) โดยสามารถเขียนลำดับการทำงานออกมาเป็น Flow Chart ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

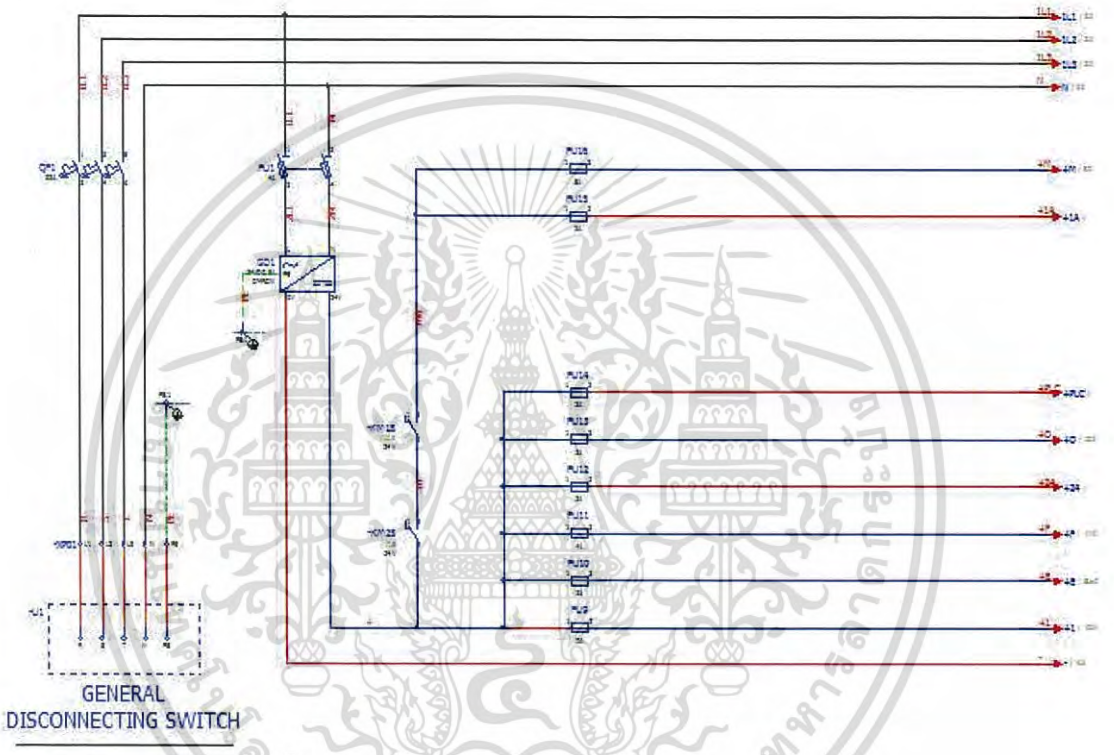


รูปที่ 3.2 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องพ่นสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบวงจรไฟฟ้า

ในการออกแบบวงจรนั้นต้องมีการเลือกอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องใช้ทั้งหมดก่อน ซึ่งจะสามารถทำได้โดยคำนวณจากโหลดที่ใช้ภายในเครื่องจักรเทียบกับอุปกรณ์ที่ใช้ ในการออกแบบทางบริษัทใช้โปรแกรม "EPLAN Electric P8" ในการเขียน โดยการเขียนแบบไฟฟ้านั้นจะเริ่มจากการเอาอุปกรณ์ Power เช่น Power Supply ขึ้นก่อนการเขียนอุปกรณ์ควบคุม เช่น PLC เป็นต้น ดังรูปที่ 3.3

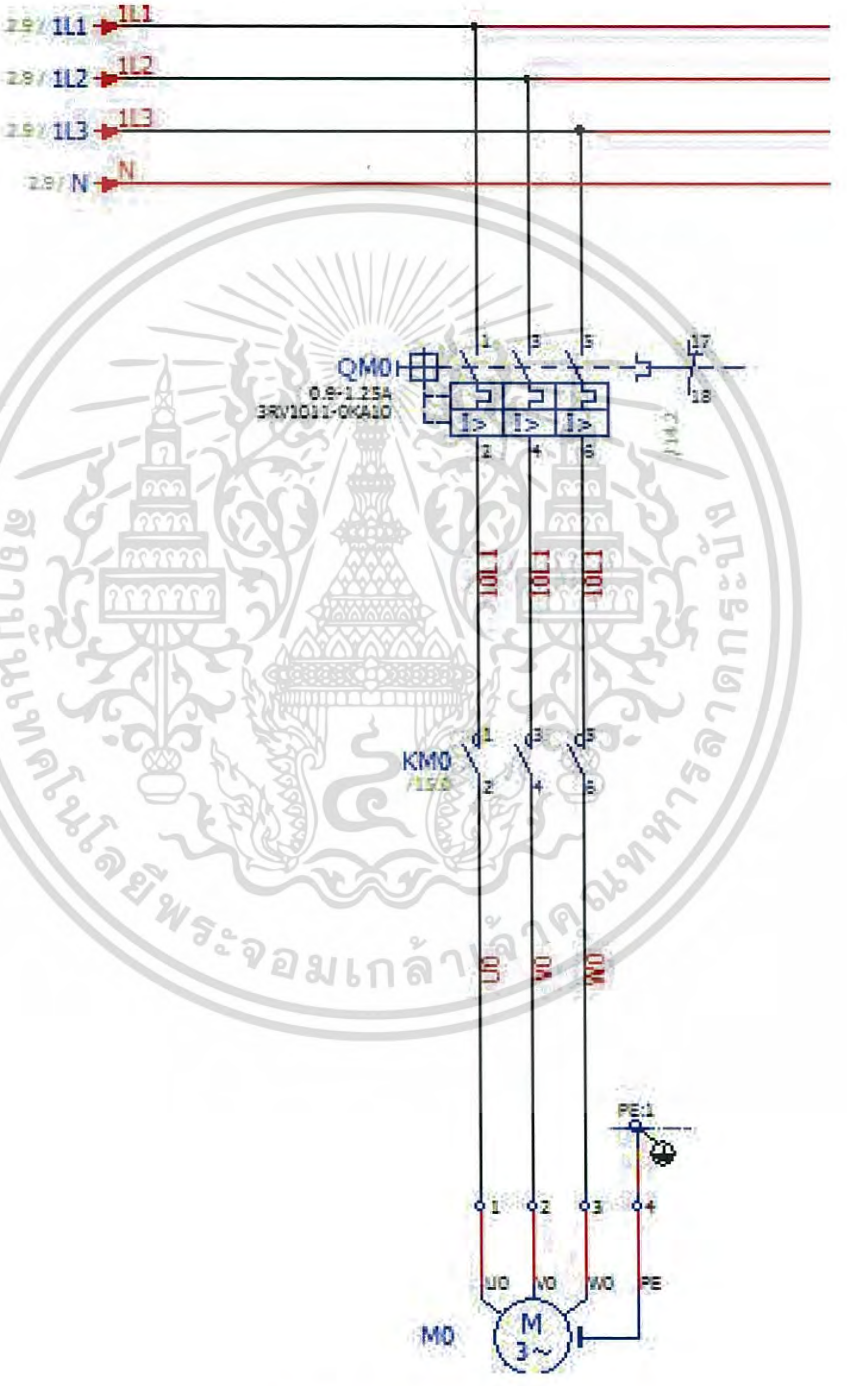


รูปที่ 3.3 วงจร Power Supply

โดยวงจรแรกที่ได้ทำการออกแบบคือ วงจร Power Supply ซึ่งจะมีหน้าที่ในการจ่ายไฟเข้าสู่อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหมด ในวงจรทั้งหมดจะมีทั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ไฟฟ้ากระแสสลับ และไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งก่อนที่ไฟฟ้าจะเข้าสู่อุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ ต้องผ่านฟิวส์ก่อนเพื่อป้องกันกระแสเกินเข้าสู่ตัวอุปกรณ์ไฟฟ้า ซึ่งถ้าอุปกรณ์ไฟฟ้าได้รับกระแสเกินอาจจะทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหายได้ โดยการเลือกใช้ฟิวส์จะทำการพิจารณาค่าทนกระแสไฟฟ้าของแต่ละอุปกรณ์ และเลือกใช้ฟิวส์ให้เหมาะสมกับอุปกรณ์นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

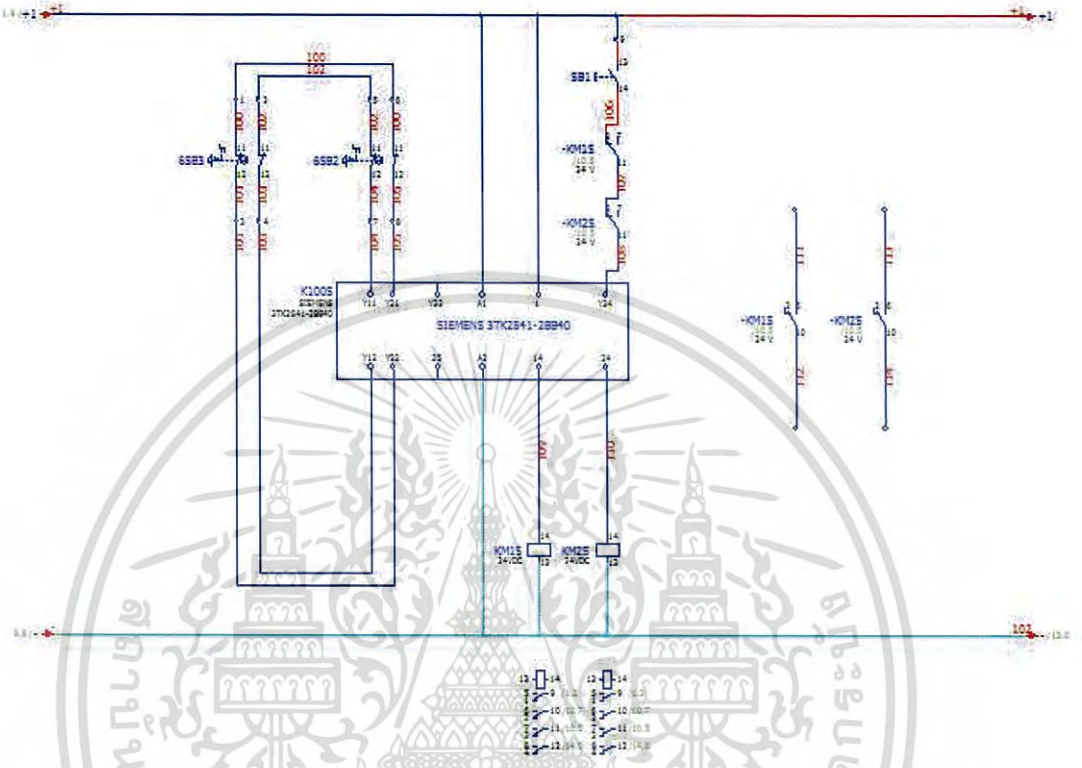
หนึ่งในวงจรที่สำคัญคือ วงจรสตาร์ทมอเตอร์ที่ใช้ขับสายพานซึ่งจะเลือกใช้การสตาร์ทมอเตอร์แบบตรงเนื่องจากมอเตอร์ที่ใช้ขับสายพานเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก การสตาร์ทตรงจึงเป็นวิธีที่เหมาะสมที่สุด และอีกสิ่งที่ต้องคำนึงของวงจรนี้คือการคำนวณโหลด ซึ่งมอเตอร์ที่ใช้เป็นมอเตอร์ 3 เฟส ขนาดกำลัง 0.37kW แรงดัน 380 V พิกัดกระแส 0.97 A ดังนั้นจึงเลือก Overload เท่ากับ 1.25 x 0.97 = 1.25 A ดังตัวอย่าง ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรมอเตอร์ของสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

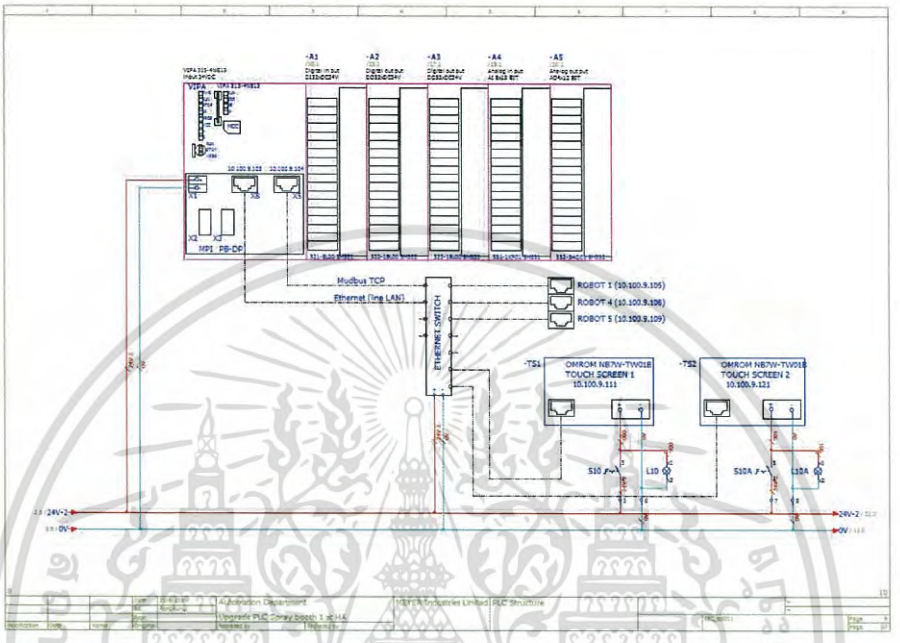
โดยในการทำเครื่องจักรต้องคำนึงถึงความปลอดภัยระหว่างการทำงาน ดังนั้นจึงต้องมีการออกแบบวงจร Emergency ขึ้น เพื่อที่จะคอยหยุดการทำงานของเครื่องจักรแบบกะทันหันเวลาที่เกิดความผิดพลาดหรืออุบัติเหตุที่ไม่ได้คาดคิด โดยในวงจรนี้จะใช้วงจรของเซฟตี้รีเลย์ดังรูปที่ 3.5



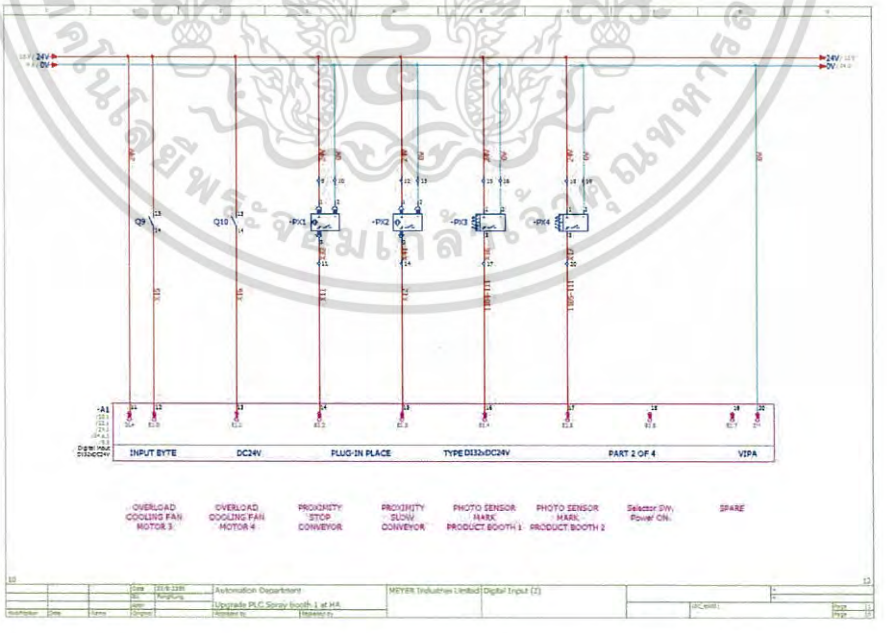
รูปที่ 3.5 วงจร Emergency

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเขียนแบบ PLC จะต้องวาดแบบการวางลำดับของ Module ให้ถูกด้วย และมีการเขียนการต่ออุปกรณ์เข้ากับ Module ซึ่งต้องเขียนให้ละเอียดว่าอุปกรณ์ที่ต่อต้องต่อเข้า Module ไหน ต่อช่องไหนต้องใส่รายละเอียดทั้งหมด เนื่องจากการต่อทั้งหมดจะมีผลกับการเลือกใช้ Input และ Output ในโปรแกรม PLC ด้วยดังรูปที่ 3.6 และรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.6 แบบการต่อ PLC Module

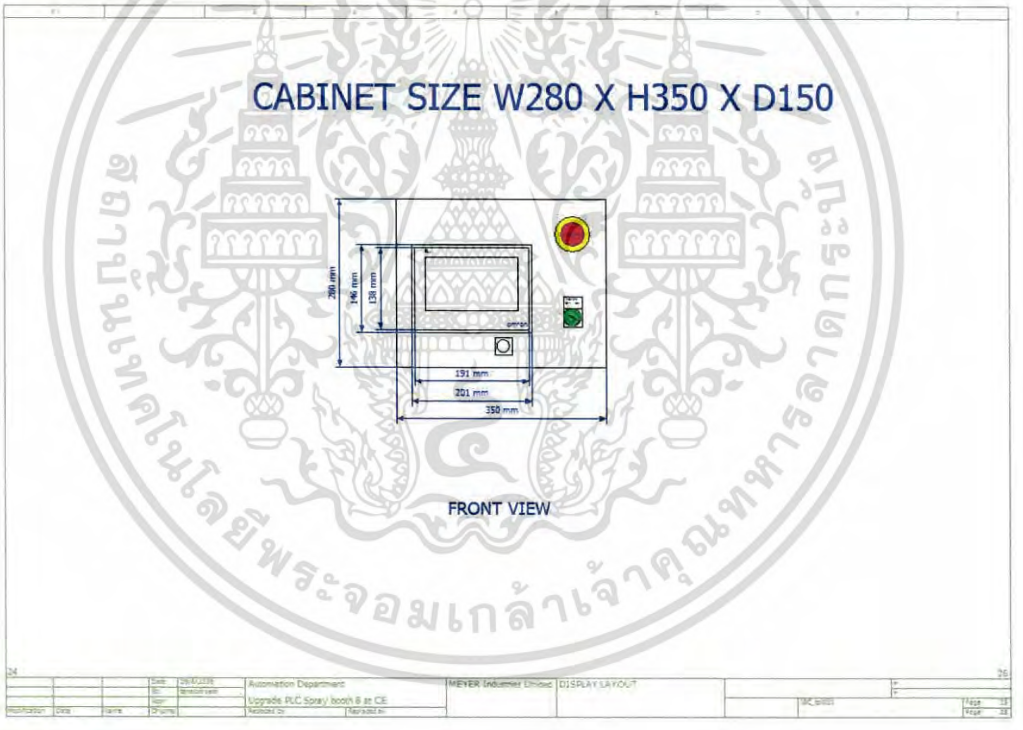


รูปที่ 3.7 แบบการต่ออุปกรณ์เข้า Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

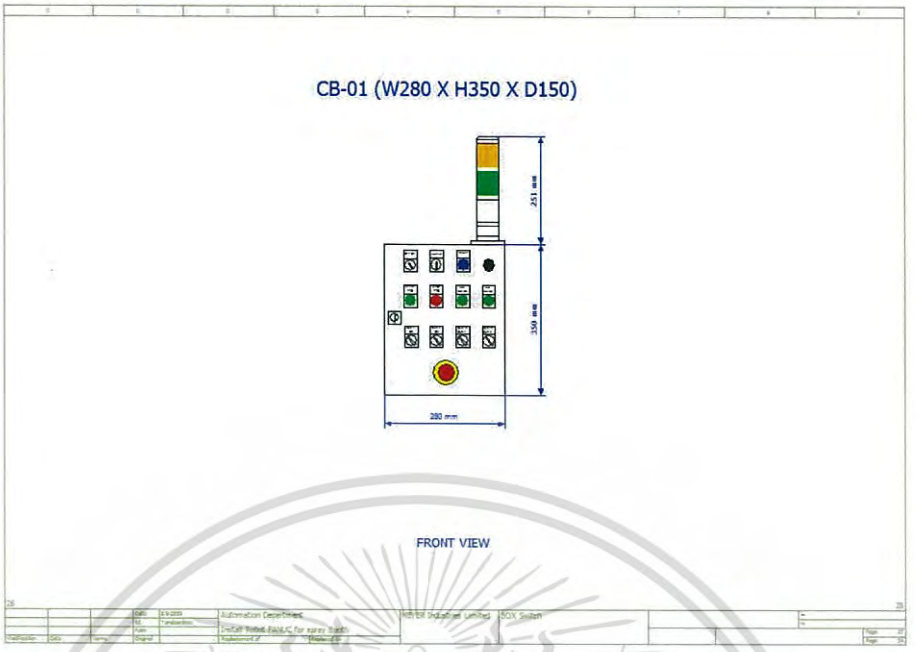
3.4 ออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า

เมื่อวงจรไฟฟ้าที่ได้ทำการออกแบบได้ตรวจสอบโดยทางสถานประกอบการ และมีการสั่งซื้ออุปกรณ์ตามที่ได้ออกแบบไว้แล้ว จะทำการจำลองการวางอุปกรณ์ต่างๆ ลงในตู้ควบคุมไฟฟ้า เพื่อที่เตรียมสำหรับการติดตั้งอุปกรณ์และการเดินสายเข้าอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์จะต้องมีระยะห่างทั้งด้านบนและด้านล่างกับรางเก็บสายไฟอย่างน้อย 3 เซนติเมตร และอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดไหนที่มีอุณหภูมิที่สูงควรที่จะติดตั้งไว้ใกล้พัดลมระบายความร้อน อุปกรณ์ที่มีชนิดเดียวกันควรจะติดตั้งไว้บริเวณเดียวกัน เพื่อให้ง่ายต่อการซ่อมบำรุงและแก้ไข ส่วนเทอร์มินอลสำหรับเข้าสายอุปกรณ์ควรจะอยู่ล่างสุดเพื่อให้ง่ายต่อการติดตั้งเครื่องจักรกับตู้ควบคุมไฟฟ้า โดยโครงงานที่ได้รับมอบหมายนั้นมีตู้ไฟที่ต้องทำใหม่ทั้งหมด 3 แบบ ได้แก่ ตู้ Touchscreen, ตู้การใช้งานหุ่นยนต์ และตู้ไฟฟ้าหุ่นยนต์ โดยแบบจำลองของตู้ควบคุมไฟฟ้าจะแสดงดังรูปที่ 3.8, รูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10

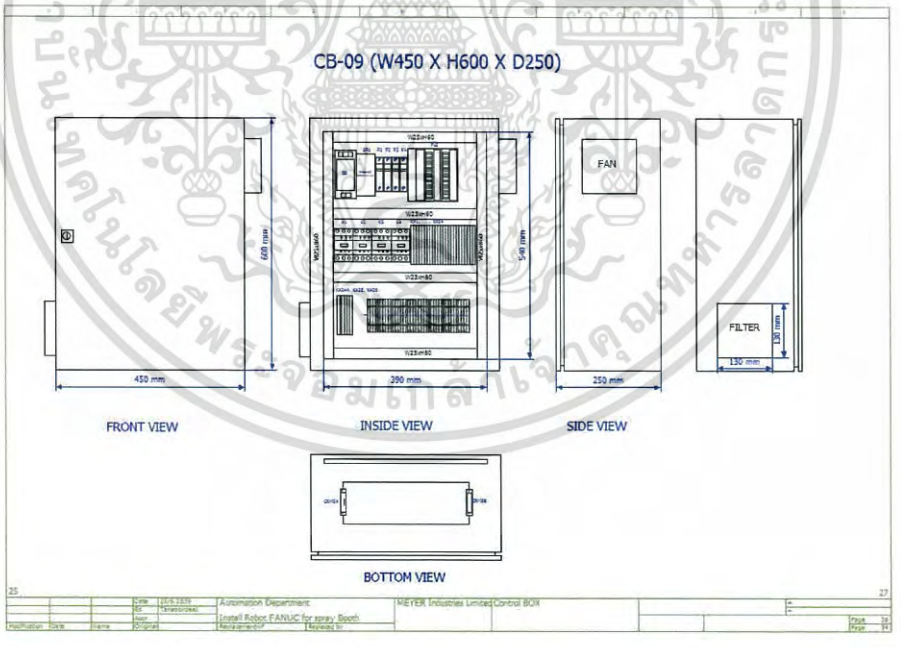


รูปที่ 3.8 แบบตู้ Touchscreen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 ตู้ใช้งานหุ่นยนต์



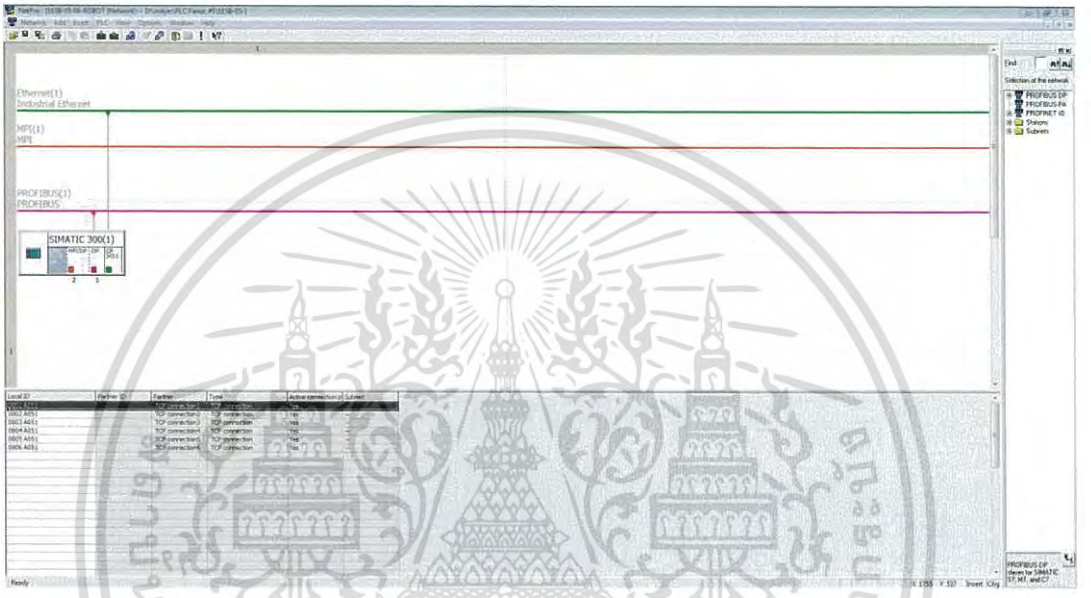
รูปที่ 3.10 ตู้ไฟหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 เขียนโปรแกรม PLC

การเขียนโปรแกรม PLC จะเลือกการเขียนแบบ Ladder Diagram เพื่อให้ง่ายในการทำความเข้าใจและเพื่อให้ง่ายต่อการแก้ไขความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ โดยใช้โปรแกรม “SIMATIC Manager”

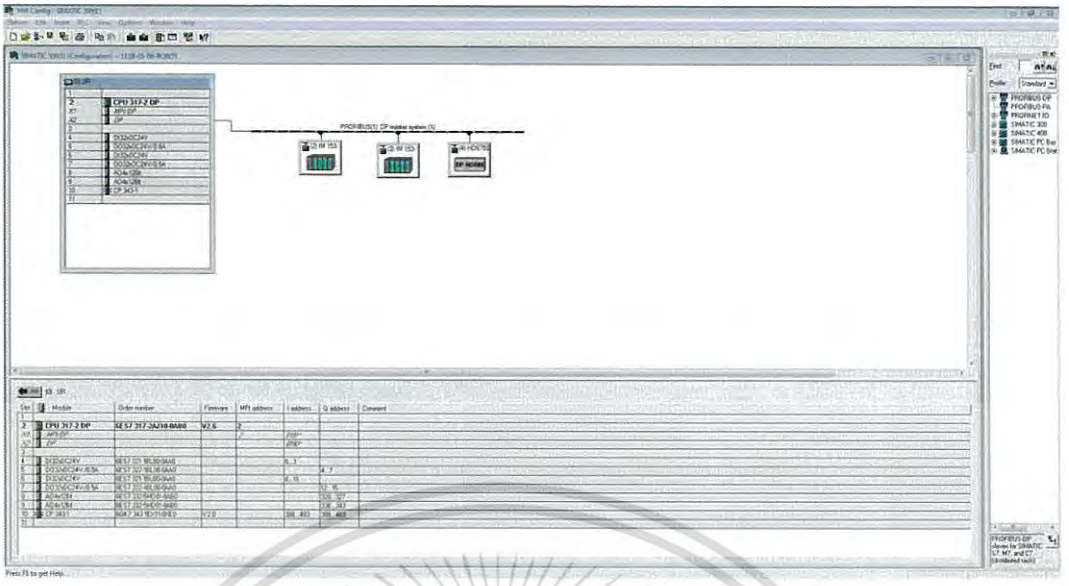
โดยเริ่มจากการเลือกใช้รุ่นของอุปกรณ์ และวิธีการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การเลือกใช้อุปกรณ์และชนิดของการส่งข้อมูล

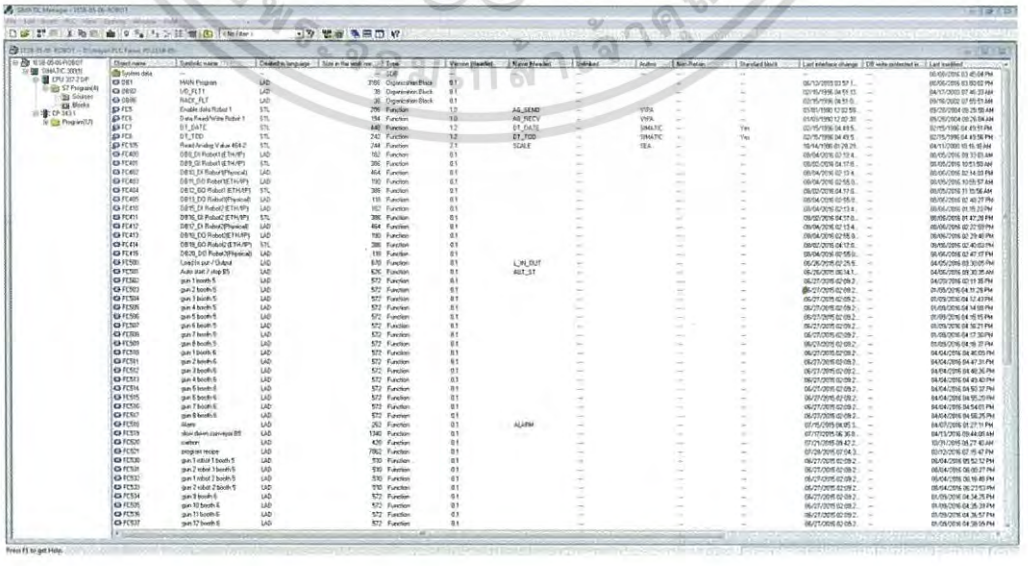
เลือกลำดับการเลือกใช้ Module ของ Input และ Output โดยการตั้งค่า Hardware Configuration ของอุปกรณ์ โดยใน Hardware Configuration ใช้การต่อเรียงจาก Digital Input, Digital Output และ Analog Out Put ตามลำดับ ในการเดินสายไฟอุปกรณ์ก็ต้องต่อตามที่ทำ Hardware Configuration ด้วยเพราะถ้าพลาดต่อผิด PLC จะ Error ดังตัวอย่างการ Configuration ดังรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



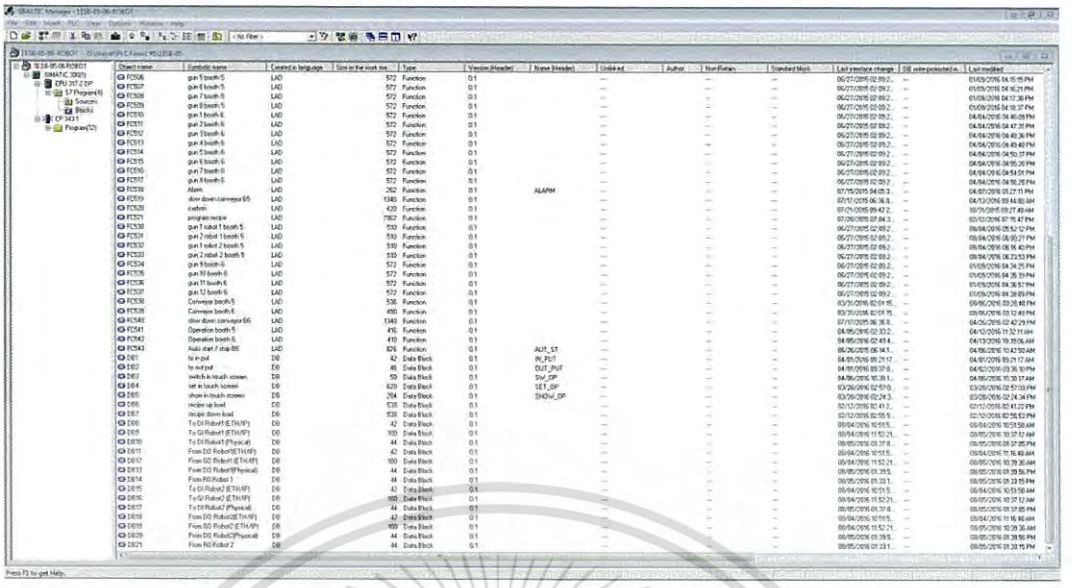
รูปที่ 3.12 Hardware Configuration ของอุปกรณ์

ในการเขียนโปรแกรมต้องสร้าง Function Block ขึ้นมาเพื่อแยกการทำงานออกเป็นสัดส่วน เพื่อให้ง่ายต่อการแก้ไขเมื่อเกิดความผิดพลาด เช่น เมื่อโปรแกรมเกิดการผิดพลาดที่การส่งข้อมูลกับหน้าจอ Touchscreen ก็สามารถแก้ไขที่ Function Block ที่เกี่ยวข้องกับ Touchscreen การตรวจสอบระบบก็ไม่ต้องตรวจสอบทั้งโปรแกรม ตรวจสอบแค่ส่วนที่ทำงานกับกับ Touchscreen เพียงอย่างเดียว เป็นต้น และจำเป็นต้องสร้าง Data Block เพื่อรับข้อมูลจากหน้าจอ Touchscreen ด้วย หลังจากนั้นก็เรียกใช้ Function Block ใน OB ซึ่งเป็นส่วน Main Program ดังรูปที่ 3.13 และรูปที่ 3.14



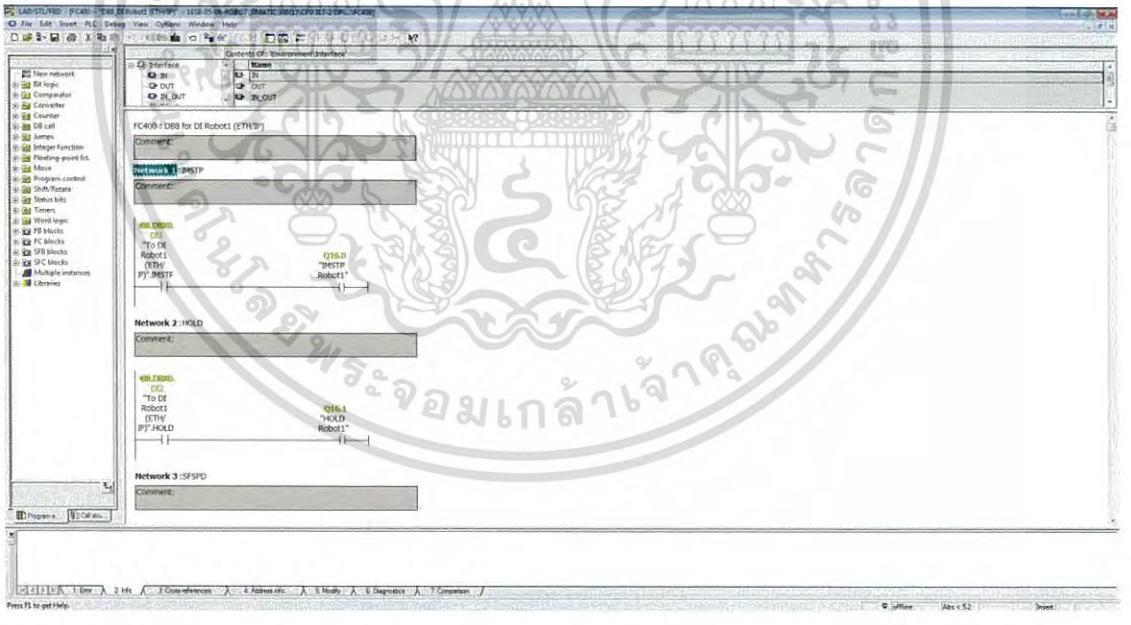
รูปที่ 3.13 รูปแบบการจัด Function Block

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 การสร้าง Data Block เพื่อรับข้อมูล

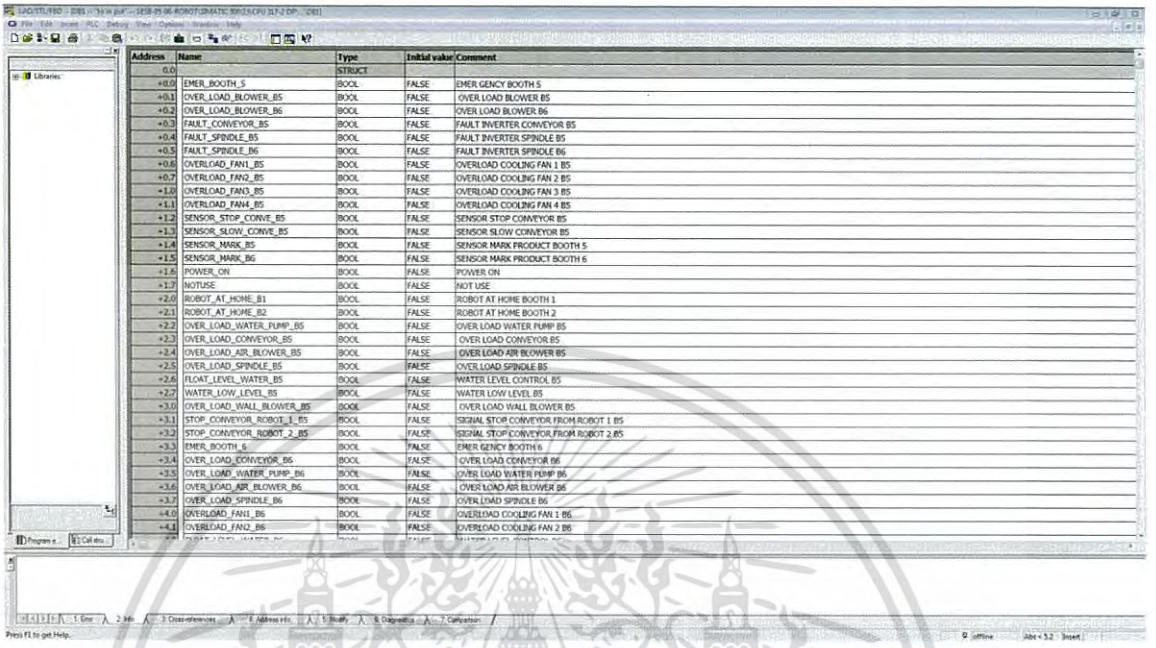
การเขียนโปรแกรมใน Function Block ก็ใช้การเขียนแบบ Ladder Diagram ดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 การเขียน Function Block

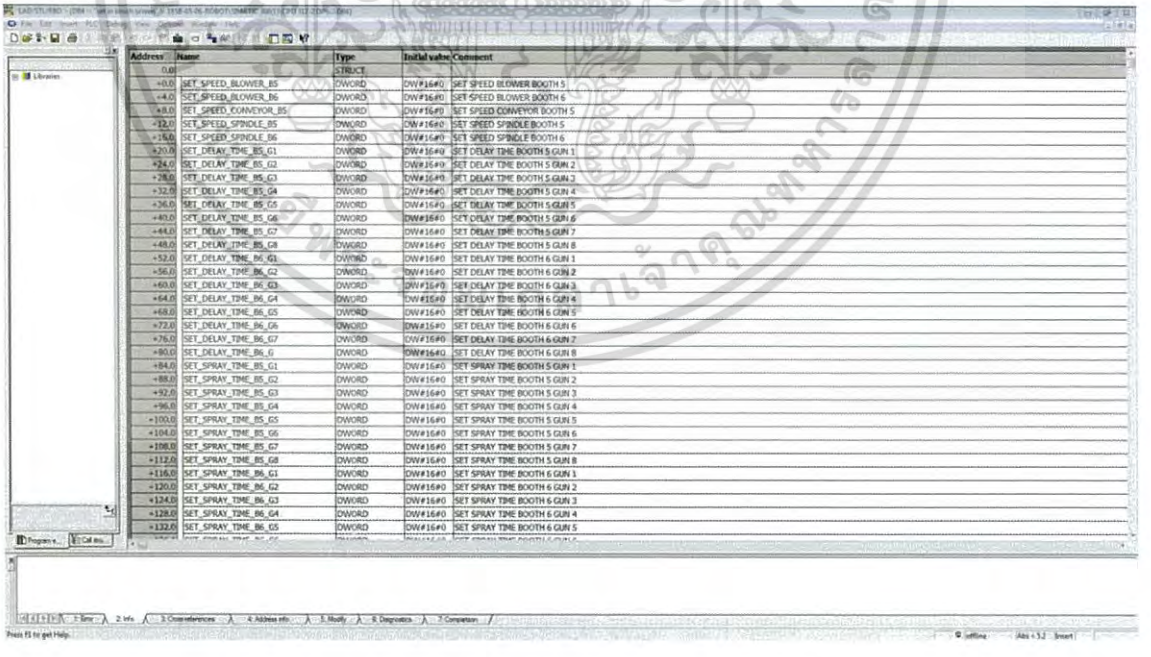
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเขียน Data Block เพื่อรับและส่งข้อมูลที่มาจาก Touchscreen และรับส่งข้อมูลกับหุ่นยนต์หรืออุปกรณ์ด้วยดังรูปที่ 3.16



Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	EMER_BOOTH_5	BOOL	FALSE	EMER GENCY BOOTH 5
+0.1	OVER_LOAD_BLOWER_B5	BOOL	FALSE	OVER LOAD BLOWER B5
+0.2	OVER_LOAD_BLOWER_B6	BOOL	FALSE	OVER LOAD BLOWER B6
+0.3	FAULT_CONVEYOR_B5	BOOL	FALSE	FAULT INVERTER CONVEYOR B5
+0.4	FAULT_SPINDLE_B5	BOOL	FALSE	FAULT INVERTER SPINDLE B5
+0.5	FAULT_SPINDLE_B6	BOOL	FALSE	FAULT INVERTER SPINDLE B6
+0.6	OVERLOAD_FAN1_B5	BOOL	FALSE	OVERLOAD COOLING FAN 1 B5
+0.7	OVERLOAD_FAN2_B5	BOOL	FALSE	OVERLOAD COOLING FAN 2 B5
+1.0	OVERLOAD_FAN3_B5	BOOL	FALSE	OVERLOAD COOLING FAN 3 B5
+1.1	OVERLOAD_FAN4_B5	BOOL	FALSE	OVERLOAD COOLING FAN 4 B5
+1.2	SENSOR_STOP_CONVE_B5	BOOL	FALSE	SENSOR STOP CONVEYOR B5
+1.3	SENSOR_SLOW_CONVE_B5	BOOL	FALSE	SENSOR SLOW CONVEYOR B5
+1.4	SENSOR_MARK_B5	BOOL	FALSE	SENSOR MARK PRODUCT BOOTH 5
+1.5	SENSOR_MARK_B6	BOOL	FALSE	SENSOR MARK PRODUCT BOOTH 6
+1.6	POWER_ON	BOOL	FALSE	POWER ON
+1.7	NOTUSE	BOOL	FALSE	NOT USE
+2.0	ROBOT_AT_HOME_B1	BOOL	FALSE	ROBOT AT HOME BOOTH 1
+2.1	ROBOT_AT_HOME_B2	BOOL	FALSE	ROBOT AT HOME BOOTH 2
+2.2	OVER_LOAD_WATER_PUMP_B5	BOOL	FALSE	OVER LOAD WATER PUMP B5
+2.3	OVER_LOAD_CONVEYOR_B5	BOOL	FALSE	OVER LOAD CONVEYOR B5
+2.4	OVER_LOAD_AIR_BLOWER_B5	BOOL	FALSE	OVER LOAD AIR BLOWER B5
+2.5	OVER_LOAD_SPINDLE_B5	BOOL	FALSE	OVER LOAD SPINDLE B5
+2.6	FLOAT_LEVEL_WATER_B5	BOOL	FALSE	WATER LEVEL CONTROL B5
+2.7	WATER_LOW_LEVEL_B5	BOOL	FALSE	WATER LOW LEVEL B5
+3.0	OVER_LOAD_WALL_BLOWER_B5	BOOL	FALSE	OVER LOAD WALL BLOWER B5
+3.1	STOP_CONVEYOR_ROBOT_1_B5	BOOL	FALSE	SIGNAL STOP CONVEYOR FROM ROBOT 1 B5
+3.2	STOP_CONVEYOR_ROBOT_2_B5	BOOL	FALSE	SIGNAL STOP CONVEYOR FROM ROBOT 2 B5
+3.3	EMER_BOOTH_6	BOOL	FALSE	EMER GENCY BOOTH 6
+3.4	OVER_LOAD_CONVEYOR_B6	BOOL	FALSE	OVER LOAD CONVEYOR B6
+3.5	OVER_LOAD_WATER_PUMP_B6	BOOL	FALSE	OVER LOAD WATER PUMP B6
+3.6	OVER_LOAD_AIR_BLOWER_B6	BOOL	FALSE	OVER LOAD AIR BLOWER B6
+3.7	OVER_LOAD_SPINDLE_B6	BOOL	FALSE	OVER LOAD SPINDLE B6
+4.0	OVERLOAD_FAN1_B6	BOOL	FALSE	OVERLOAD COOLING FAN 1 B6
+4.1	OVERLOAD_FAN2_B6	BOOL	FALSE	OVERLOAD COOLING FAN 2 B6

รูปที่ 3.16 การเขียน Data Block โดยรับข้อมูลเป็น Bite

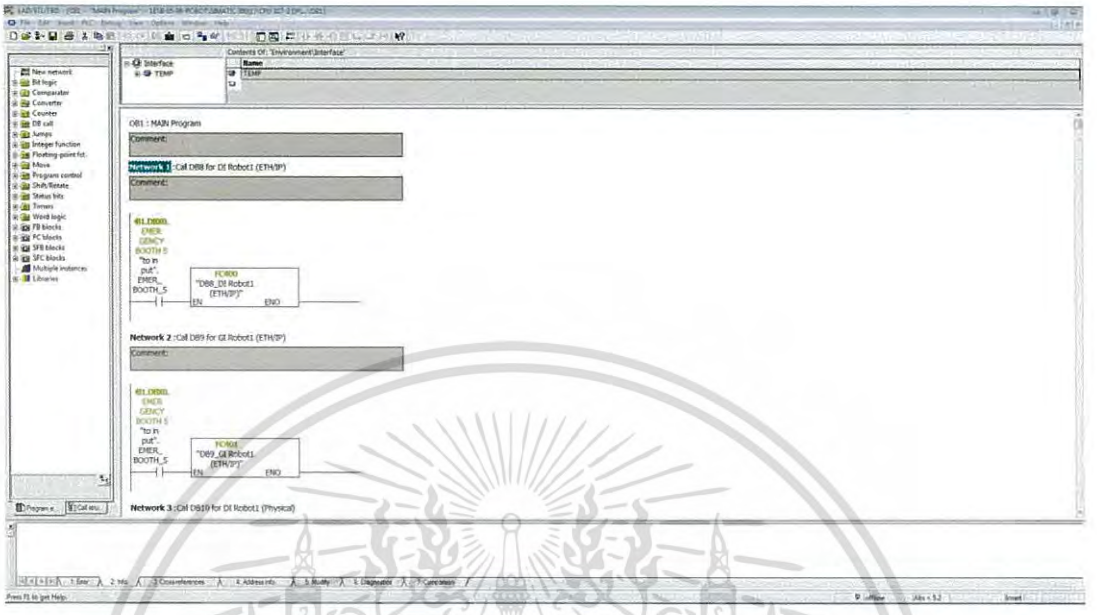


Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	SET_SPEED_BLOWER_B5	DWORD	DW#16#0	SET SPEED BLOWER BOOTH 5
+4.0	SET_SPEED_BLOWER_B6	DWORD	DW#16#0	SET SPEED BLOWER BOOTH 6
+8.0	SET_SPEED_CONVEYOR_B5	DWORD	DW#16#0	SET SPEED CONVEYOR BOOTH 5
+12.0	SET_SPEED_SPINDLE_B5	DWORD	DW#16#0	SET SPEED SPINDLE BOOTH 5
+16.0	SET_SPEED_SPINDLE_B6	DWORD	DW#16#0	SET SPEED SPINDLE BOOTH 6
+20.0	SET_DELAY_TIME_B5_G1	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 5 GUN 1
+24.0	SET_DELAY_TIME_B5_G2	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 5 GUN 2
+28.0	SET_DELAY_TIME_B5_G3	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 5 GUN 3
+32.0	SET_DELAY_TIME_B5_G4	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 5 GUN 4
+36.0	SET_DELAY_TIME_B5_G5	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 5 GUN 5
+40.0	SET_DELAY_TIME_B5_G6	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 5 GUN 6
+44.0	SET_DELAY_TIME_B5_G7	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 5 GUN 7
+48.0	SET_DELAY_TIME_B5_G8	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 5 GUN 8
+52.0	SET_DELAY_TIME_B6_G1	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 6 GUN 1
+56.0	SET_DELAY_TIME_B6_G2	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 6 GUN 2
+60.0	SET_DELAY_TIME_B6_G3	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 6 GUN 3
+64.0	SET_DELAY_TIME_B6_G4	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 6 GUN 4
+68.0	SET_DELAY_TIME_B6_G5	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 6 GUN 5
+72.0	SET_DELAY_TIME_B6_G6	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 6 GUN 6
+76.0	SET_DELAY_TIME_B6_G7	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 6 GUN 7
+80.0	SET_DELAY_TIME_B6_G	DWORD	DW#16#0	SET DELAY TIME BOOTH 6 GUN 8
+84.0	SET_SPRAY_TIME_B5_G1	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 5 GUN 1
+88.0	SET_SPRAY_TIME_B5_G2	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 5 GUN 2
+92.0	SET_SPRAY_TIME_B5_G3	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 5 GUN 3
+96.0	SET_SPRAY_TIME_B5_G4	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 5 GUN 4
+100.0	SET_SPRAY_TIME_B5_G5	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 5 GUN 5
+104.0	SET_SPRAY_TIME_B5_G6	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 5 GUN 6
+108.0	SET_SPRAY_TIME_B5_G7	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 5 GUN 7
+112.0	SET_SPRAY_TIME_B5_G8	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 5 GUN 8
+116.0	SET_SPRAY_TIME_B6_G1	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 6 GUN 1
+120.0	SET_SPRAY_TIME_B6_G2	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 6 GUN 2
+124.0	SET_SPRAY_TIME_B6_G3	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 6 GUN 3
+128.0	SET_SPRAY_TIME_B6_G4	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 6 GUN 4
+132.0	SET_SPRAY_TIME_B6_G5	DWORD	DW#16#0	SET SPRAY TIME BOOTH 6 GUN 5

รูปที่ 3.17 การเขียน Data Block โดยรับข้อมูลเป็น Double Word

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่สร้าง Function Block แล้ว ต้องเรียกที่ Main Program ด้วย เพราะมิฉะนั้น Function Block จะไม่ทำงานดังรูปที่ 3.18

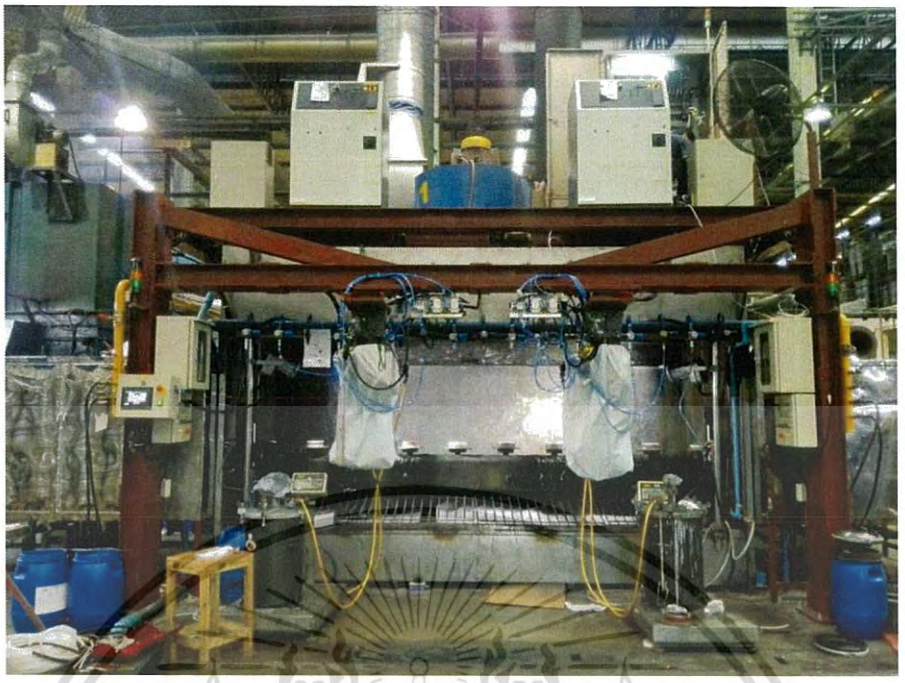


รูปที่ 3.18 การเรียก Function Block ใน Main Program

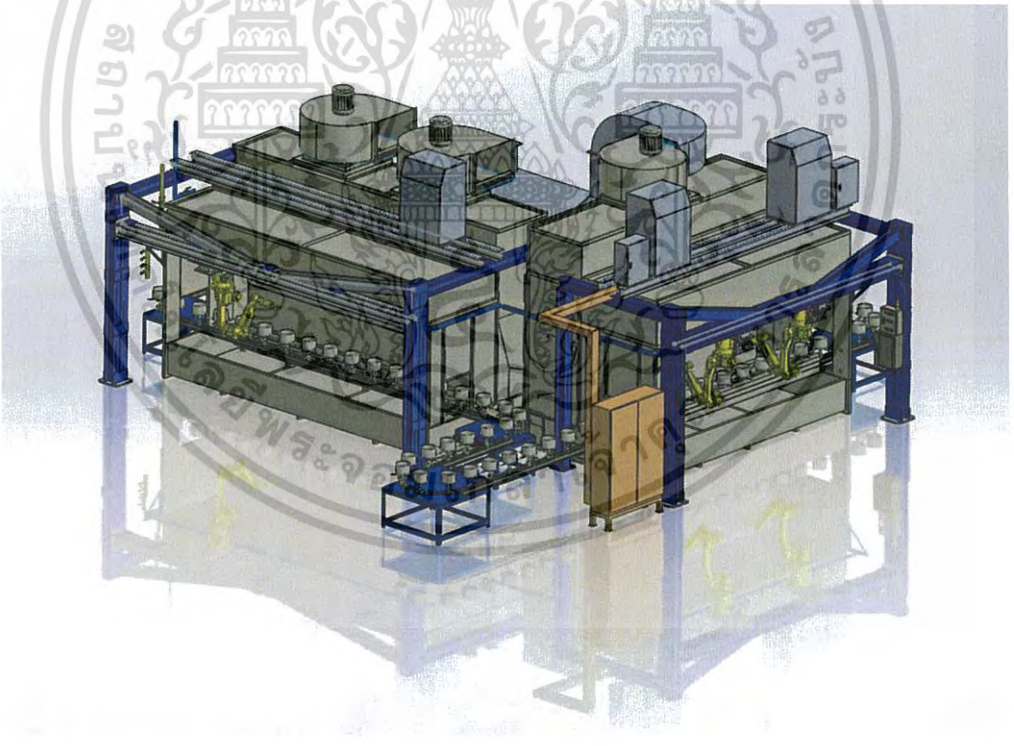
3.6 การเดินสายไฟทั้งกับอุปกรณ์ภายในและภายนอกตู้ไฟ

ขั้นตอนในการประกอบเครื่องจักร ทางบริษัทไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ได้มอบหมายให้ช่วยทางพนักงานบริษัทในการดำเนินการประกอบ โดยในขั้นตอนนี้จ ะมีหน้าที่ช่วยทางด้านของพนักงานบริษัทโดยในการประกอบจะประกอบตามแบบที่ทางบริษัทได้ออกไว้ดังรูปที่ 3.19 และรูปที่ 3.20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.19 การเดินสายไฟ



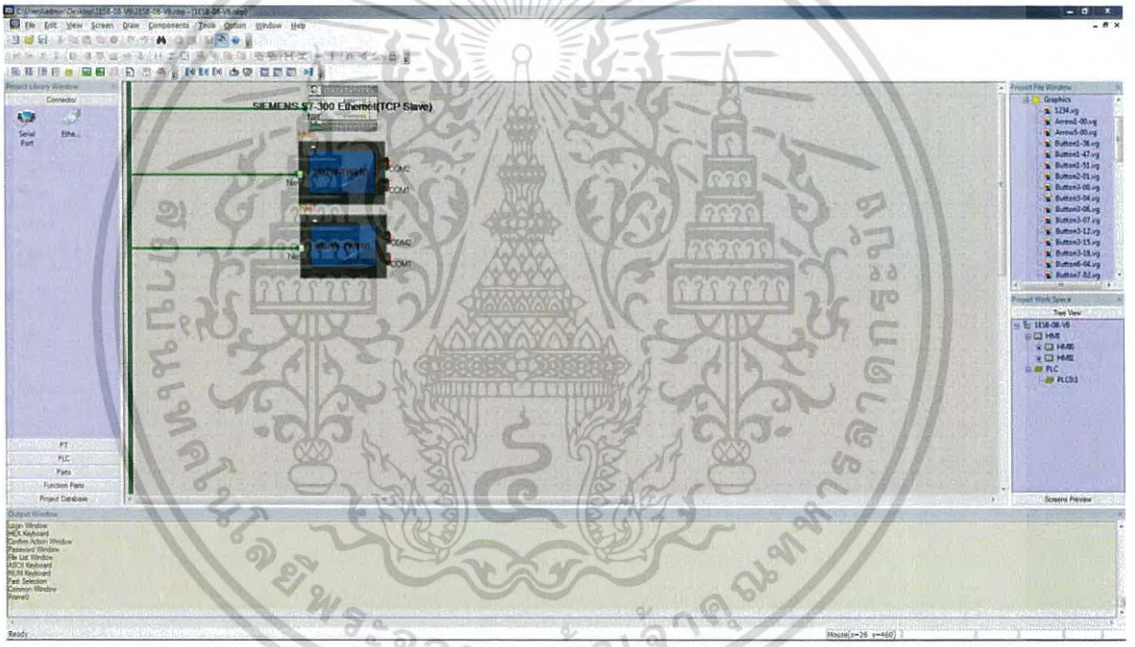
รูปที่ 3.20 แบบจำลองเครื่องพ่นที่มีการติดตั้งหุ่นยนต์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 การออกแบบและการเขียนโปรแกรมหน้าจอ Touchscreen

หน้าจอ Touchscreen มีไว้เพื่อควบคุมการทำงานของ เครื่องจักรทั้งหมด รวบทั้งเป็นตัวที่สื่อสารการทำงานร่วมกับ PLC อีกด้วย โดยสามารถเขียนโปรแกรมให้เก็บข้อมูลไว้ก็ได้อีกด้วย

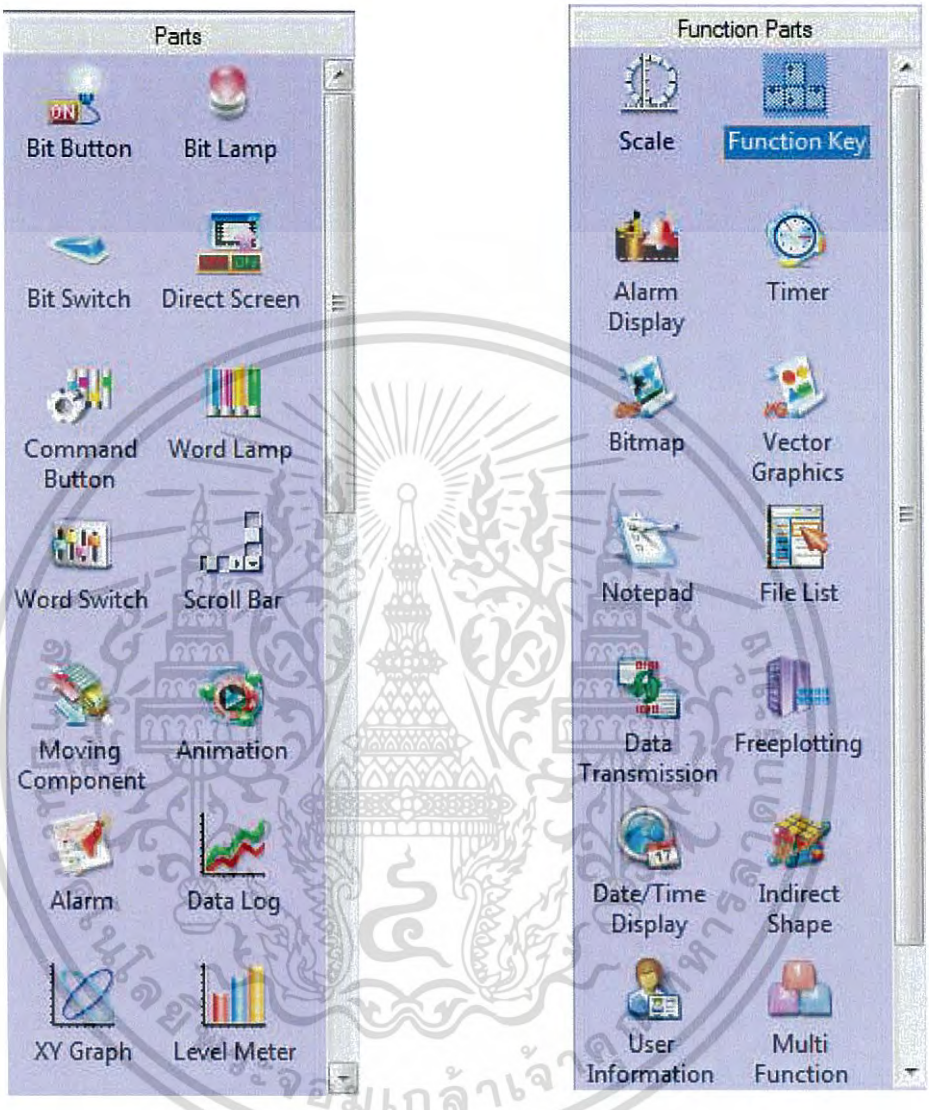
ในการเขียนหน้าจอทัชสกรีนต้องเลือกใช้ Software ให้เหมาะสมกับ Hardware โดยโครงงานนี้จะเลือกใช้โปรแกรม NB Designer กับหน้าจอทัชสกรีนรุ่น NB7W-TW01B โดยที่สิ่งแรกที่ต้องทำคือ เลือกรุ่นของหน้าจอทัชสกรีนและ PLC ให้ตรงกับที่เลือกใช้และเลือกการเชื่อมต่อเป็นแบบ Ethernet โดยโครงงานนี้ต้องติดหน้าจอ Touchscreen 2 จุดด้วยกัน เพราะฉะนั้นจึงต้องเลือกหน้าจอ Touchscreen และตั้งค่า HMI0 และ HMI1 ด้วยดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 การเชื่อมต่อ PLC Siemen กับ HMI Omron

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

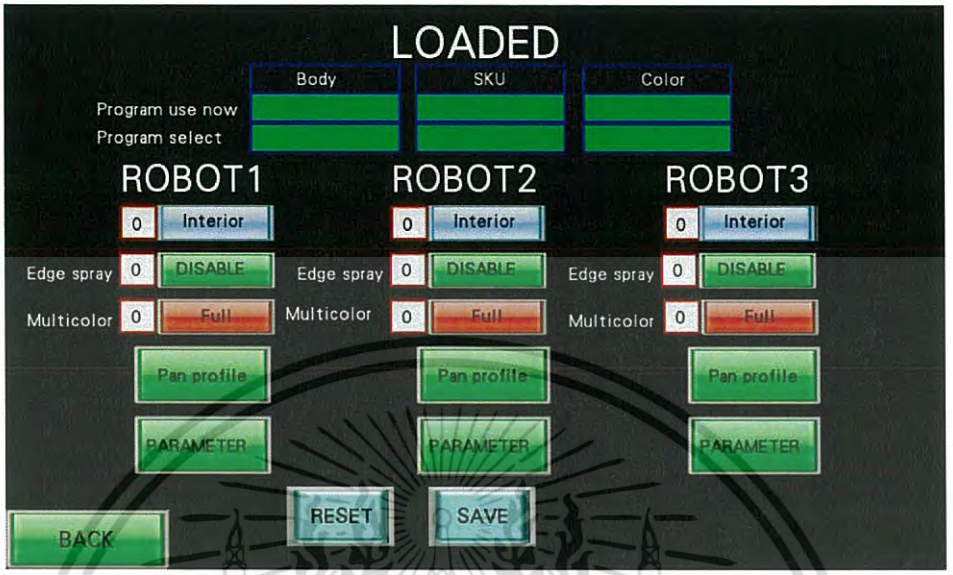
ในการออกแบบหน้าจอ จะต้องศึกษาการใช้งานโปรแกรมก่อน การเลือกใช้ปุ่มเพื่อให้ตรงกับความต้องการ ดังตัวอย่าง Part ที่มีในโปรแกรมดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 ตัวเลือกการใช้งาน

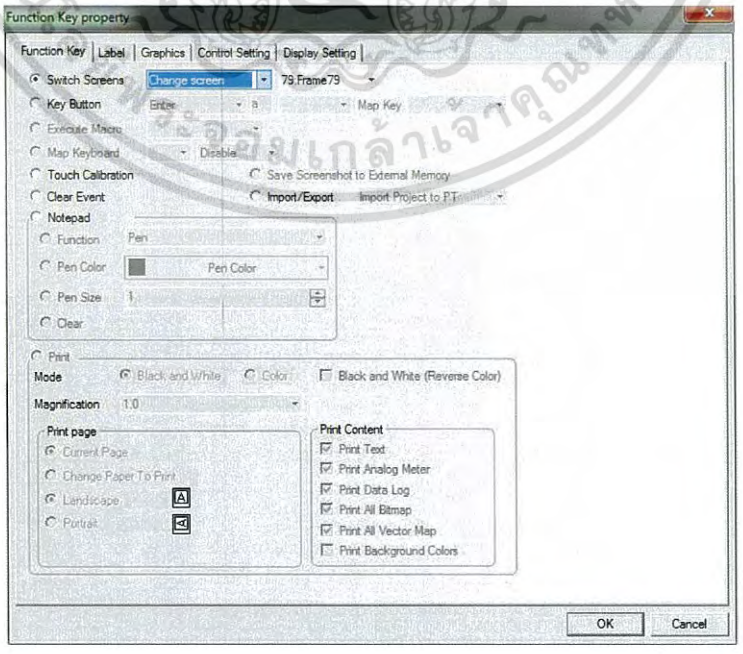
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบจำเป็นจะต้องใช้หลากหลาย Part ผสมกัน เพื่อให้สามารถสร้างหน้าจอแบบที่ต้องการ ดังตัวอย่างรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 ตัวอย่างโปรแกรมที่สร้างขึ้น

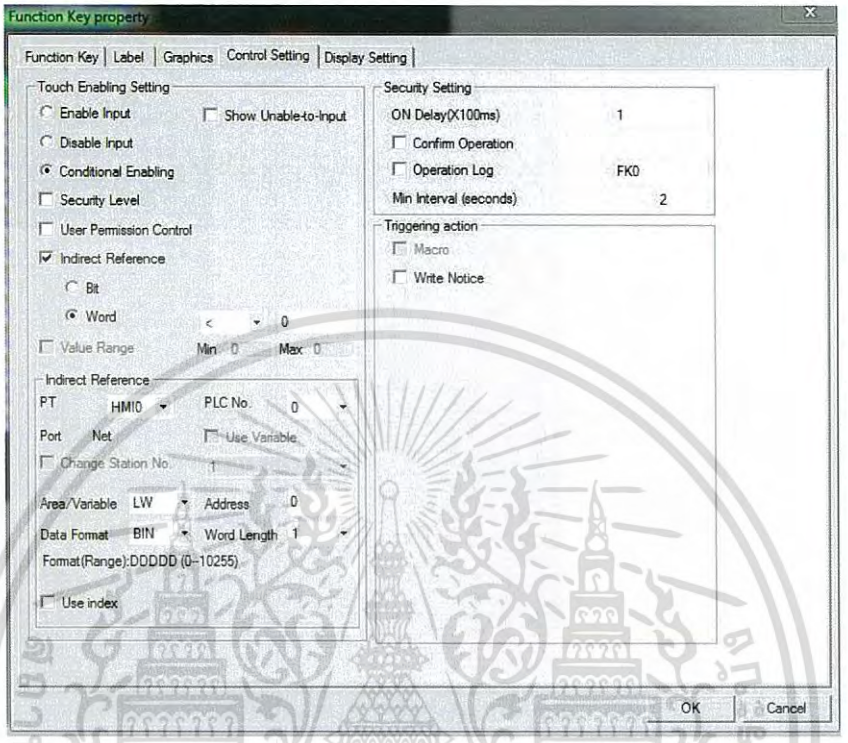
ในการออกแบบจอทัชสกรีนจะต้องทำการเชื่อมต่อระหว่างหน้าจอทัชสกรีน และโปรแกรม PLC โดยการตั้ง Address ของทั้งโปรแกรม PLC และโปรแกรม NB Designer ให้ตรงกัน โดยจะมีตัวอย่างดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 ตัวอย่างการเชื่อต่อระหว่างโปรแกรม PLC และ Touchscreen

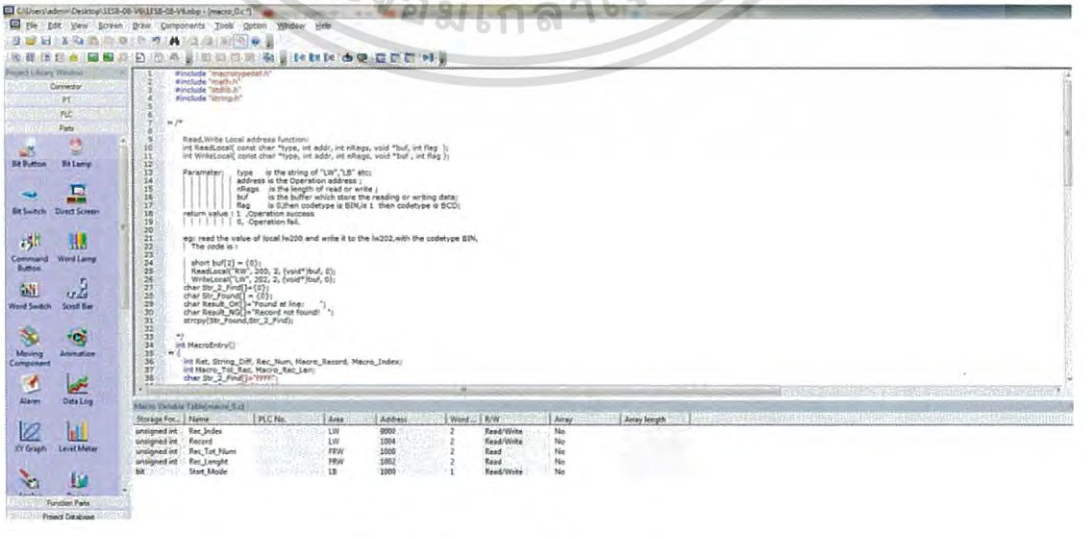
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโปรแกรมจะมีบางปุ่มที่ตั้งค่าให้กดได้เมื่อมีข้อมูลแล้วเท่านั้น เพื่อลดความผิดพลาดในการทำงานที่อาจจะเกิดขึ้นได้ดังรูปที่ 3.25



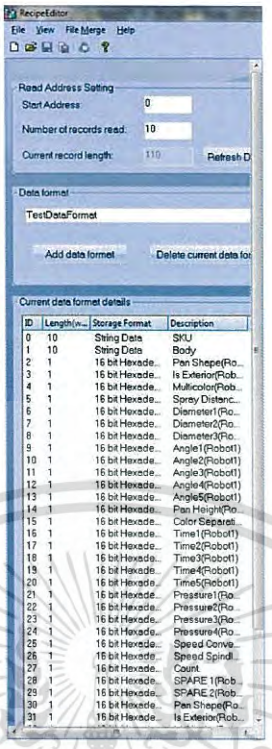
รูปที่ 3.25 การตั้งค่าการใช้งานปุ่มในโปรแกรม

ในการทำโครงงานนี้ต้องการให้สามารถเก็บข้อมูลไว้ที่ Touchscreen และการเก็บข้อมูลถาวรไว้ใน หน้าจอจำเป็นต้องใช้ Macro และ Recipe ในการใช้งาน และการเขียน Recipe นั้นต้องใช้ปุ่มเฉพาะเท่านั้นดังรูปที่ 3.26 และรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.26 โปรแกรม Macro

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 การเขียน Recipe

3.8 การตรวจสอบอุปกรณ์และอัพโหลดโปรแกรมหุ่นยนต์

ในการตรวจสอบการเชื่อมต่ออุปกรณ์กับหุ่นยนต์ และการเชื่อมต่อระหว่างหุ่นยนต์กับ PLC นั้น สามารถตรวจสอบผ่าน I-pendant ดังรูปที่ 3.28

รูปที่ 3.28 I-Pendant

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในหุ่นยนต์จะมีการสร้างโปรแกรมไว้เพื่อทำให้หุ่นยนต์เคลื่อนไหวตามต้องการ แต่เมื่อเกิดเหตุผิดพลาดหุ่นยนต์ก็จะถูกตั้งโปรแกรมไว้เพื่อป้องกันการเสียหายเช่นกัน และนี่คือ รูปตัวอย่างหน้าจอของหุ่นยนต์ภายใน I-Pendant ดังรูปที่ 3.29

รูปที่ 3.29 หน้า MENU ของ I-Pendant

3.9 การเขียนวิธีการใช้งานเครื่องจักร

การใช้งานของหน้าจอและหุ่นยนต์มีความซับซ้อน ทำให้คนที่อยู่ในไลน์การผลิตใช้งานยาก ดังนั้นจึงมีการจัดทำวิธีการใช้งานเครื่องจักรขึ้นมา เพื่อให้ทุกคนเข้าใจวิธีการใช้งานง่ายมากขึ้น จะมีข้อมูลตั้งแต่วิธีการเปิดเครื่อง การใช้งานเบื้องต้นไปจนถึงการบันทึกและเลือกใช้งานรุ่นของผลิตภัณฑ์ที่มีการบันทึกไว้อยู่ก่อนแล้วด้วย และการจัดทำรูปเล่มมีทั้งหมด 2 ภาษา ได้แก่ ภาษาไทยและภาษาอังกฤษดังรูปที่ 3.30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

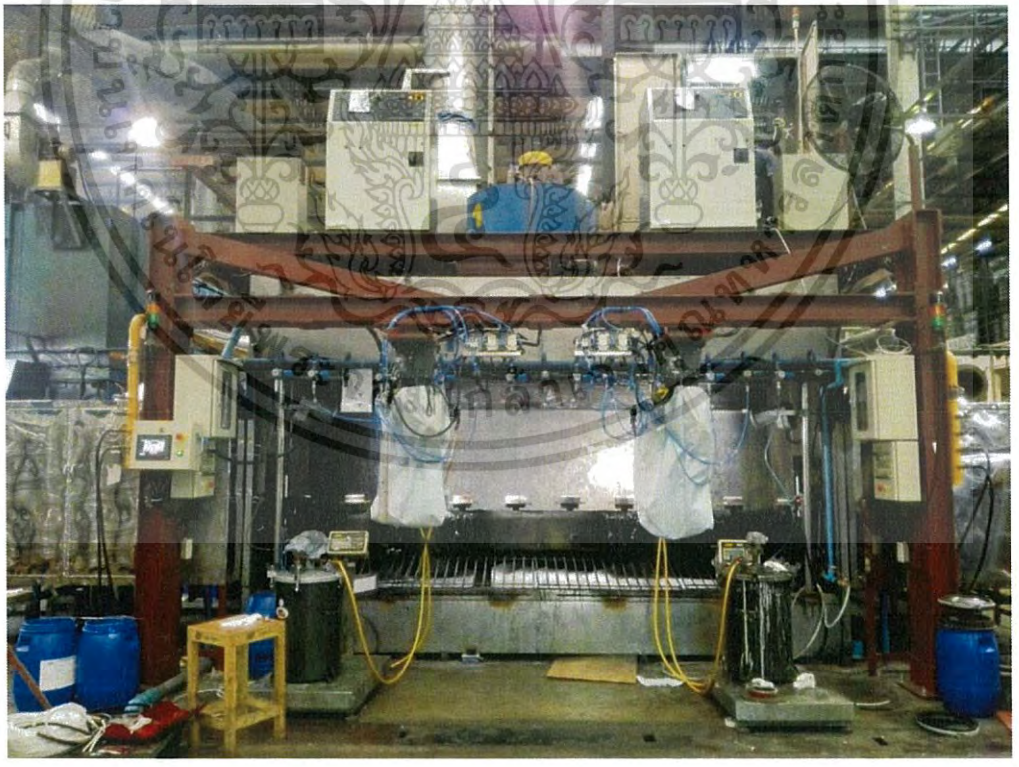
รูปที่ 3.30 รูปเล่มการใช้งานหุ่นยนต์ (ภาษาอังกฤษ)

3.10 การติดตั้ง

การติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเพื่อจะติดตั้งหุ่นยนต์มีอุปกรณ์มากมาย ดังนั้นตู้ไฟที่ติดเพื่อการติดหุ่นยนต์ 1 ตัว จึงมีตู้ไฟ CB9 1 ตู้ และมีตู้ใช้งานหุ่นยนต์ CB1 1 ตู้ มีตู้ที่เป็นของหุ่นยนต์เอง 1 ตู้ ตู้ที่ใส่ I-pendant 1 ตู้ รวมมีหุ่นยนต์ 3 ตัว และหน้าจอ Touchscreen 2 จอ จะมีตู้ใหม่ทั้งหมด 14 ตู้ อีกทั้งยังมีการติดตั้ง ระบบ Pneumatic ด้วยดังรูปที่ 3.31 และรูปที่ 3.32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

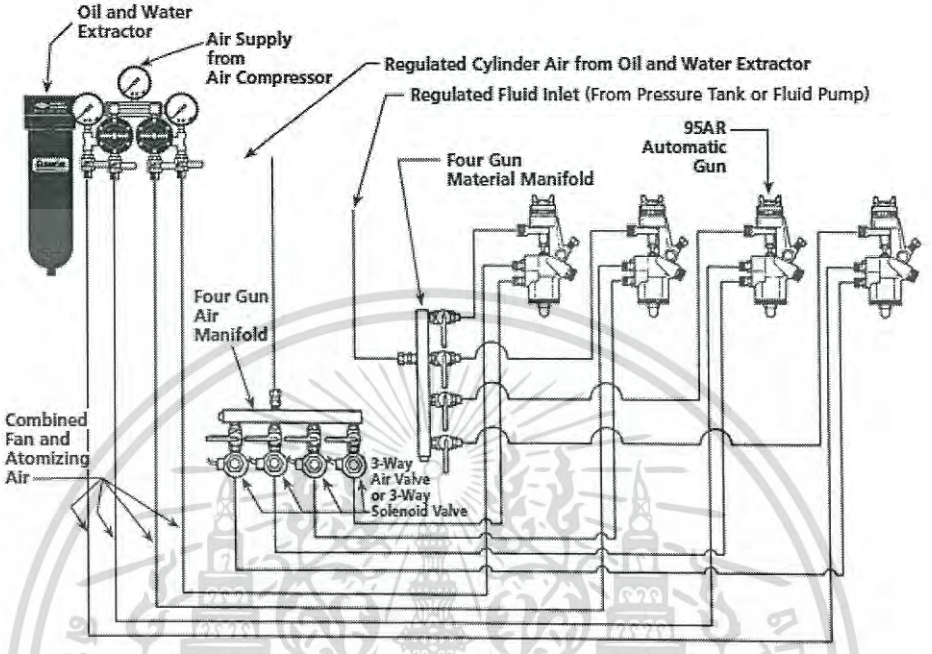
รูปที่ 3.31 การติดตั้งหุ่นยนต์



รูปที่ 3.32 การติดตั้งหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อระบบ Pneumatic ทั้งหมดขึ้นกับการต่อกับปืนที่ใช้พ่นสี ซึ่งมีรูปแบบการต่ออยู่แล้ว แต่จะเพิ่มการควบคุมจาก Regulator ที่ควบคุมการทำงานโดย PLC อีกทีดังรูปที่ 3.33



รูปที่ 3.33 การต่อระบบ Pneumatic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

ในส่วนของผลการดำเนินโครงงานนี้ จะขอกล่าวถึงปัญหาที่พบในระหว่างการทำงาน จึงจำเป็นต้องมีการหาแนวทางแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้เครื่องฉีดกาวซิลิโคนนั้นสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

4.1 ปัญหาที่พบ

การติดตั้งหุ่นยนต์มีข้อผิดพาดทั้งทางกลและทางไฟฟ้า มีการแก้ไขตำแหน่งการติดตั้ง เนื่องจากตำแหน่งที่ติดตั้งทำให้ตำแหน่งการพ่นคลาดเคลื่อน ทำให้หุ่นยนต์ไม่สามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ จึงมีการแก้ไขตำแหน่งเล็กน้อยเพื่อให้หุ่นยนต์ทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ในการติดตั้งหุ่นยนต์เพิ่มเข้ามาให้เครื่องจักรต้องต่ออุปกรณ์เพิ่มเติม มีการต่อทำให้ต้องต่อสายไฟทั้งระหว่างอุปกรณ์ด้วยกันเองภายในตู้ หรือต่อเชื่อมอุปกรณ์ที่อยู่ภายนอกตู้ทำให้เกิดความผิดพลาดได้ เช่น ต่อสายไฟกับอุปกรณ์หลวมไป ทำให้อุปกรณ์ไม่ทำงาน หรือต่อสายไฟผิดที่ทำให้อุปกรณ์ไม่ได้ทำงานตามโปรแกรม ทำให้ต้องเสียเวลาตรวจสอบและทำการแก้ไข เพื่อให้เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

ในการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้งานหน้าจอ Touchscreen ต้องเขียน Address ที่เก็บข้อมูลระหว่าง PLC และหน้าจอ Touchscreen ให้ถูกต้อง เมื่อตรวจสอบตอนที่ติดตั้งแล้วก็พบความผิดพลาดจากการเขียน Address ผิดพลาด จึงมีการแก้ไขแล้ว Upload ใหม่ เพื่อให้เครื่องจักรทำงานได้โดยไม่มีข้อผิดพลาดที่จะทำให้ไม่สามารถผลิตผลิตภัณฑ์ออกมาได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.1 การประกอบเครื่องจักร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผล และข้อเสนอแนะ

ในส่วนของบทนี้จะกล่าวถึง ข้อสรุปการทำโครงงานทั้งหมดตั้งแต่เริ่มทำ ทั้งการสืบค้นข้อมูลต่างๆ รวมทั้งการทำงานทั้งหมดอีกด้วย

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

รายงานฉบับนี้ได้นำเสนอการติดตั้งหุ่นยนต์ที่ใช้ในการพ่น (Install Robot Spray) ซึ่งเป็นการแก้ไขเครื่องจักรที่ทางบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ใช้งานอยู่แล้ว เนื่องจากบริษัทต้องการแก้ไขเครื่องจักรเพื่อลดเวลาในการผลิตจึงต้องการเครื่องจักรใหม่ที่มีศักยภาพมากกว่าเครื่องเดิม โดยผลที่ได้ออกมาหลังจากติดตั้งหุ่นยนต์ และทดลองใช้งาน ปรากฏว่าสามารถลดค่าใช้จ่ายและลดเวลาที่ใช้ในการตั้งค่าลงไปได้ เครื่องจักรได้ทำงานตามที่คาดหวังไว้ ซึ่งในระหว่างการดำเนินโครงงานนั้นก็พบปัญหาจากการทำงานผิดพลาดเล็กน้อย เนื่องจากไม่ได้ตรวจสอบมากพอ เมื่อนำมาใช้จริงจึงพบปัญหาที่ไม่ได้คาดคิด หรือเตรียมการเอาไว้

การทำโครงงานนี้ทำให้ผู้จัดทำโครงงานได้ทักษะการคิด วิเคราะห์ และแก้ไขปัญหาพร้อมทั้งการนำความรู้ที่ได้จากการเรียนในสถาบันการศึกษามาปรับใช้ให้เข้ากับการทำโครงงาน ทฤษฎีที่นำมาเกี่ยวข้อง หรือเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงงานส่วนหนึ่งก็เป็นความรู้ที่ได้มาจากห้องเรียน ซึ่งการที่จะทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพนั้น ตัวผู้จัดทำต้องมีความมุ่งมั่นตั้งใจในการศึกษาหาความรู้ให้ตนเองอยู่เสมอ การกระทำเช่นนี้จะเป็นประโยชน์ต่อตัวผู้จัดทำโครงงานไม่ว่าจะเป็นเรื่องของการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และทำงานร่วมกับผู้อื่น

การติดตั้งหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการพ่น (Install Robot Spray) ประสบความสำเร็จไปด้วยดี เครื่องจักรสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

การปรับตัวให้เข้ากับสังคมที่เป็นอยู่ภายในองค์กร หรือสถานประกอบการนั้นเป็นเรื่องไม่ควรมองข้าม สหกิจศึกษานั้นนักศึกษาที่มาจะเสมือนเป็นพนักงานคนหนึ่งในองค์กรนั้น อยู่ร่วมกับพนักงานคนอื่นเป็นระยะเวลาตั้งแต่เริ่มทำสหกิจศึกษาจนจบโครงการ ระเบียบ แบบแผนต่างๆ ขององค์กร จำเป็นต้องปฏิบัติตาม เพราะถือเป็นวัฒนธรรมของบริษัทหรือองค์กรนั้น หากมีข้อสงสัยหรือปัญหาสามารถสอบถามทุกคนในแผนก และภายในบริษัทได้ตลอดเวลาดังรูปที่ 5.1

รูปที่ 5.1 นักศึกษาที่ทำสหกิจร่วมกันและพี่พนักงานในแผนก Automation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **“Programmable Logic Controller (PLC)”** (ออนไลน์) สืบค้นจาก :

http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_2.htm (12 มกราคม 2560)

[2] **“ฝึกเขียนโปรแกรม PLC”** (ออนไลน์) สืบค้นจาก :

http://xn--12c3bl6a3a1fd7g.com/ (12 มกราคม 2560)

[3] **“PLC คืออะไร”** (ออนไลน์) สืบค้นจาก :

http://www.rtafshooting.com (12 มกราคม 2560)

[4] **“ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม”** (ออนไลน์) สืบค้นจาก :

http://autocentrated.com/index.php/79-2013-05-13-08-21-38/2013-05-27-07-22-55/93-iec1131-3 (12 มกราคม 2560)

[5] **“Photo sensor”** (ออนไลน์) สืบค้นจาก :

http://www.psptech.co.th/photo-sensor- (12 มกราคม 2560)

[6] **“Protocol คืออะไร”** (ออนไลน์) สืบค้นจาก :

http://www.xn--12cg1cxchd0a2gzc1c5d5a.net/protocol/ (12 มกราคม 2560)

[7] **“Profibus Technology”** (ออนไลน์) สืบค้นจาก :

http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=print&article_id=833 (12 มกราคม 2560)

[8] **“ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับ โปรโตคอล TCP/IP”** (ออนไลน์) สืบค้นจาก :

http://www.tnetsecurity.com/content_basic/tcp_ip_knowledge.php (12 มกราคม 2560)

[9] **“ชุดควบคุมคุณภาพลม”** (ออนไลน์) สืบค้นจาก :

http://xn--12c3bl6a3a1fd7g.com/ (12 มกราคม 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

NO.FTHR-160318R4

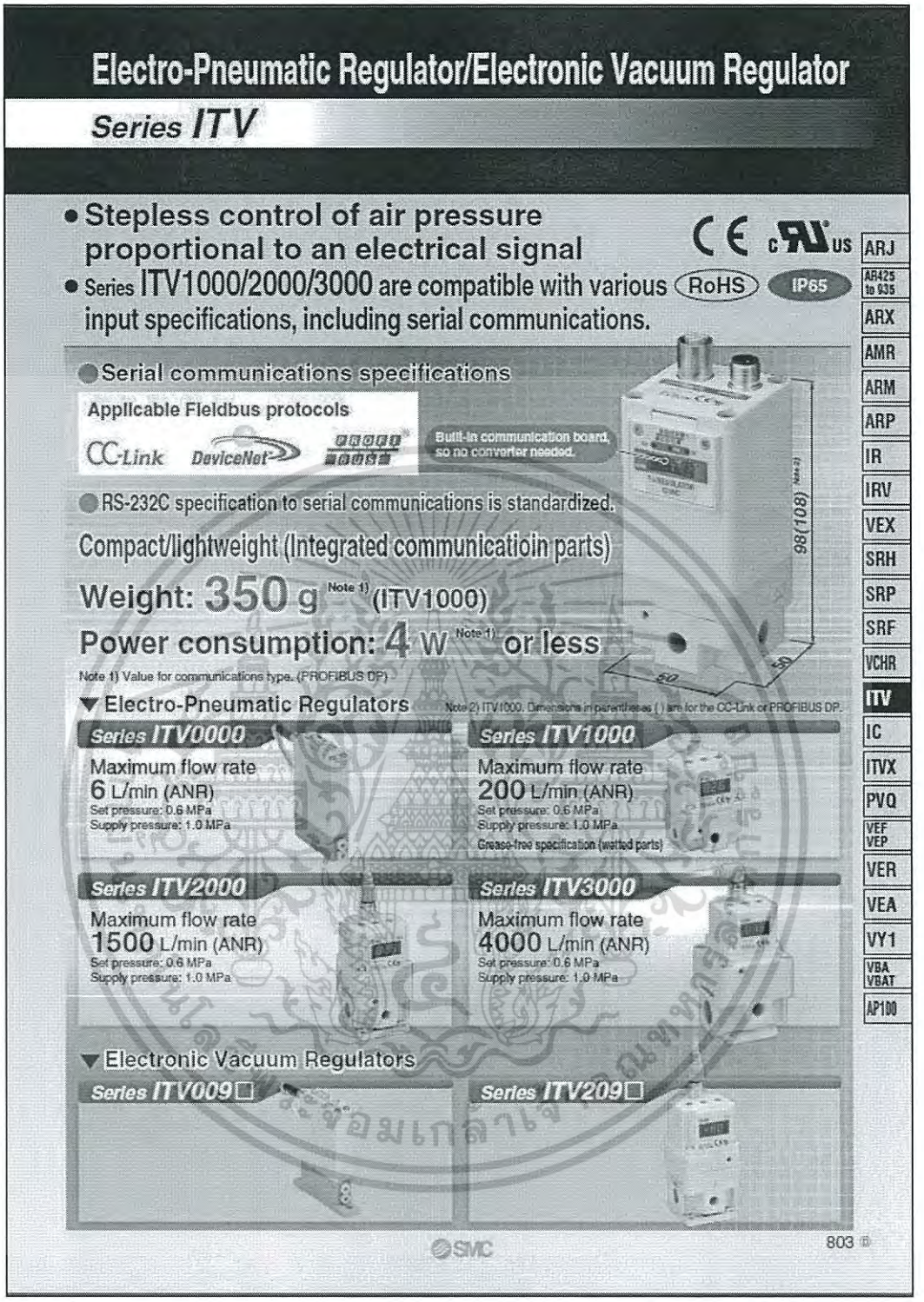
ITEM		DESCRIPTION		Q'tty	Unit Price	Total Price
I.		**Industrial ROBOT**				
	A	**FANUC Robot M-10iA/12**				
	1	**Mechanical unit**				
		- Maximum Payload Capacity 12kg				
		- Eye bolt				
		- End Effector Connection :RI/O=8/8, AIR for SDLP				
		- Severe Dust Liquid Protection option (including motor cover)				
		- Material handling conduit				
	2	**Controller unit**				
		- R-30iB/A or B-cabinet controller (6 Axes Control)				
		- Input Power 380-415VAC				
		- iPendant/English/Material handling				
		- FROM64MB/SRAM3MB				
		- Process I/O CA board (DI/DO 40/40, WDI/WDO 8/8(FULL SIZE))				
	3	**Line tracking**				
		- Pulse coder (αA1000s(1000000pulse/rev))				
	4	**Cables**				
		- Robot Connection Cable :non-flex 7m				
		- Teach Pendant Cable : 10m				
		- Peripheral Cable : 10m				
		- Line tracking Cable : 14m				
	5	**Software**				
		- Basic software				
		Including :	Angle Entry Shift, Sub program special viewer,			
			USB Port on iPendant, iRCalibration VMRecov			
			Data recording function for maintenance, Style select function			
			Analog I/O, Online touchup			
			I/O interconnect 2, Mixed Logic function			
			Multi task, KAREL executor, TCP Auto Set			
			Position Register, Tool Offset, User Frame setting			
			Program Shift, Mirror Image shift, Background Edit			
			High Speed Skip, Condition Monitor Function, FTP connection			
			Time Before/Distance Before			
			Automatic Backup, iPendant display			
		- Standard Setting				
		Including :	Password, Space Check, Yellow Box, HMI DEVICE(SNPX)			
			PC Interface, Motion optimization, Constant Path for North America			
			Diagnostics Interface			
		- HANDLING TOOL				
		- Motion Package				
		Including :	Singularity Avoidance, ADV-Max Speed control,			
			CP Path control, High Sensitive Colision Detection Package			
		- Line tracking				
		- Ethernet/IP scanner				
		-PMC Package				
		-PC REMOTE iPendant				
		-FANUC LADDER-3 for ROBOT				
		-FANUC ROBOGUIDE				
	6	**Manual (English 1 set)**				
		SUB TOTAL		1	Please see 1st page	Please see 1st page

—E. & O. E. —

- 2 / 2 -

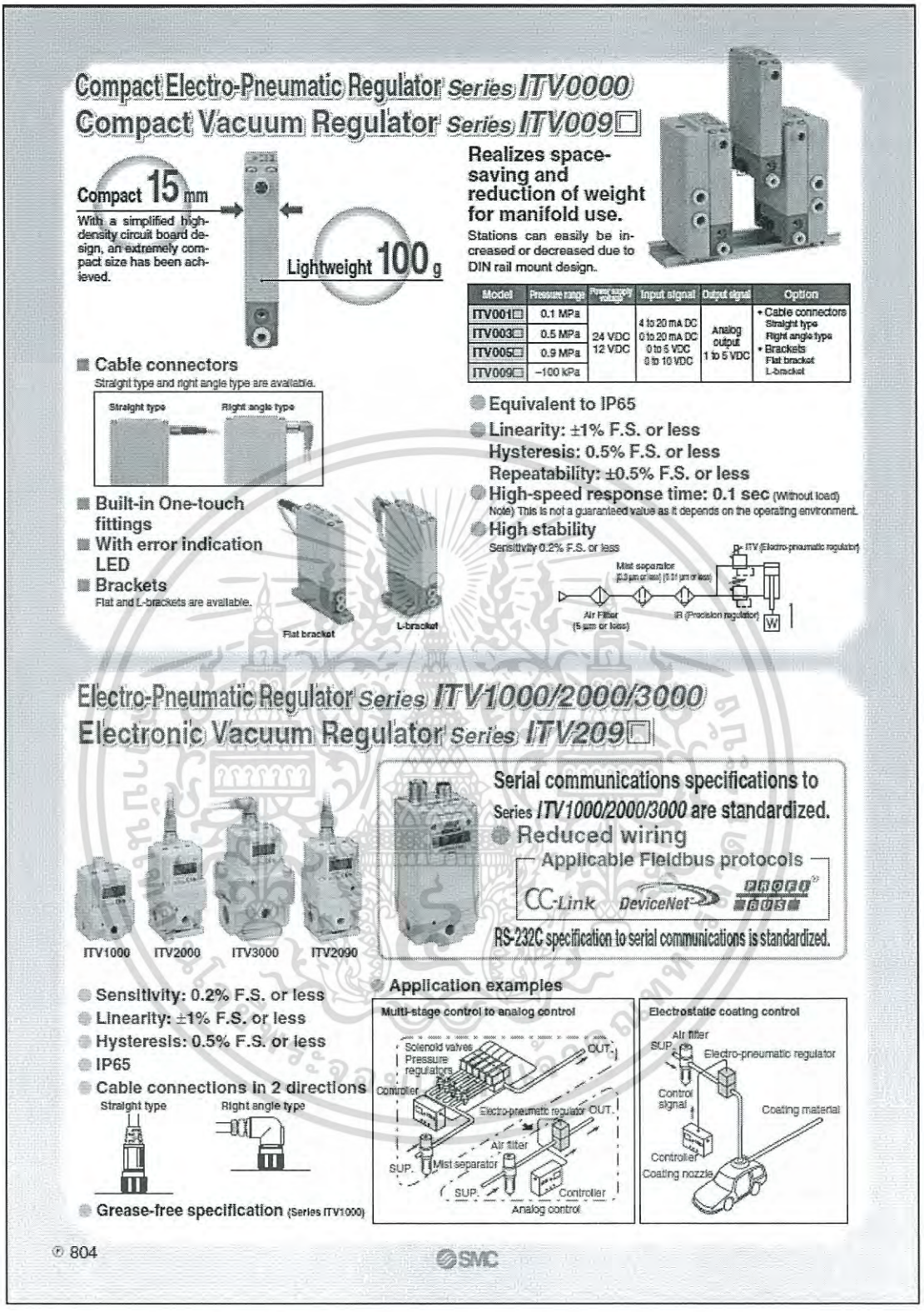
รูปที่ ก.1 คุณลักษณะของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 ข้อมูลของ Electro-Pneumatic Regulator หน้าที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



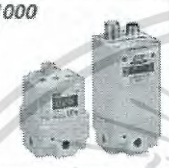
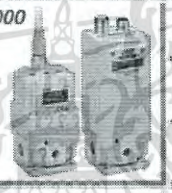
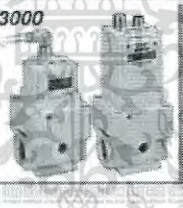
รูปที่ ก.3 ข้อมูลของ Electro-Pneumatic Regulator หน้าที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electro-Pneumatic Regulator
Electronic Vacuum Regulator

Series ITV

● Stepless control of air pressure proportional to an electrical signal.

Series	Model	Set pressure range	Input signal	Port size	Page
Electro-Pneumatic Regulator					
Series ITV0000	ITV001□	0.001 to 0.1 MPa	Current type: 4 to 20 mA DC (Sink type) Current type: 0 to 20 mA DC (Sink type) Voltage type: 0 to 5 VDC Voltage type: 0 to 10 VDC	Built-in One-touch fittings Metric size: ø4 Inch size: ø5/32	806
	ITV003□	0.001 to 0.5 MPa			
	ITV005□	0.001 to 0.9 MPa			
Series ITV1000 	ITV101□	0.005 to 0.1 MPa	Current type: 4 to 20 mA DC (Sink type) Current type: 0 to 20 mA DC (Sink type) Voltage type: 0 to 5 VDC Voltage type: 0 to 10 VDC Preset input (4 points/16 points) 10 bit digital input CC-Link compatible DeviceNet™ compatible PROFIBUS DP compatible RS-232C communication	1/8, 1/4	814
	ITV103□	0.005 to 0.5 MPa			
	ITV105□	0.005 to 0.9 MPa			
Series ITV2000 	ITV201□	0.005 to 0.1 MPa		1/4, 3/8	814
	ITV203□	0.005 to 0.5 MPa			
	ITV205□	0.005 to 0.9 MPa			
Series ITV3000 	ITV301□	0.005 to 0.1 MPa		1/4, 3/8, 1/2	814
	ITV303□	0.005 to 0.5 MPa			
	ITV305□	0.005 to 0.9 MPa			
Electronic Vacuum Regulator					
Series ITV009□	ITV009□	−1 to −100 kPa	Current type: 4 to 20 mA DC (Sink type) Current type: 0 to 20 mA DC (Sink type) Voltage type: 0 to 5 VDC Voltage type: 0 to 10 VDC	Built-in One-touch fittings Metric size: ø4 Inch size: ø5/32	836
Series ITV209□	ITV209□	−1.3 to −80 kPa	Current type: 4 to 20 mA DC (Sink type) Current type: 0 to 20 mA DC (Sink type) Voltage type: 0 to 5 VDC Voltage type: 0 to 10 VDC Preset input (4 points/16 points) 10 bit digital input CC-Link compatible DeviceNet™ compatible PROFIBUS DP compatible RS-232C communication	1/4	843

ARJ | AR425 to 935 | ARX | AMR | ARM | ARP | IR | IRV | VEX | SRH | SRP | SRF | VCHR | ITV | IC | ITVX | PVQ | VEF VEP | VER | VEA | VY1 | VBA VBAT | AP100

SMC

805 ®

รูปที่ ก.4 ข้อมูลของ Electro-Pneumatic Regulator หน้าที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

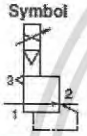
Electro-Pneumatic Regulator *Series* ITV1000/2000/3000

Standard Specifications

Model		ITV101□ [Note 8] / ITV201□ / ITV301□	ITV103□ [Note 8] / ITV203□ / ITV303□	ITV105□ [Note 8] / ITV205□ / ITV305□
Minimum supply pressure		Set pressure +0.1 MPa		
Maximum supply pressure		0.2 MPa	1.0 MPa	
Set pressure range [Note 1]		0.005 to 0.1 MPa	0.005 to 0.5 MPa	0.005 to 0.9 MPa
Power supply	Voltage	24 VDC ± 10%, 12 to 15 VDC		
	Current consumption	Power supply voltage 24 VDC type: 0.12 A or less [Note 2] Power supply voltage 12 to 15 VDC type: 0.18 A or less		
Input signal [Note 2]	Current type [Note 3]	4 to 20 mA DC, 0 to 20 mA DC (Sink type)		
	Voltage type	0 to 5 VDC, 0 to 10 VDC		
	Preset input	4 points (Negative common), 16 points (No common polarity)		
	Digital input	10 bit (Parallel)		
Input impedance	Current type	250 Ω or less [Note 8]		
	Voltage type	Approx. 6.5 kΩ		
	Preset input	Power supply voltage 24 VDC type: Approx. 4.7 kΩ Power supply voltage 12 VDC type: Approx. 2.0 kΩ		
	Digital input	Approx. 4.7 kΩ		
Output signal [Note 3] (monitor output)	Analog output	1 to 5 VDC (Output impedance: Approx. 1 kΩ) 4 to 20 mA DC (Sink type) (Output impedance: 250 Ω or less) Output accuracy ± 6% F.S. or less		
	Switch output	NPN open collector output: Max. 30 V, 80 mA PNP open collector output: Max. 80 mA		
Linearity		± 1% F.S. or less		
Hysteresis		0.5% F.S. or less		
Repeatability		± 0.5% F.S. or less		
Sensitivity		0.2% F.S. or less		
Temperature characteristics		± 0.12% F.S./°C or less		
Output pressure display [Note 4]	Accuracy	± 2% F.S. ± 1 digit or less		
	Minimum unit	MPa: 0.001, kgf/cm²: 0.01, bar: 0.01, psi: 0.1 [Note 5], kPa: 1		
Ambient and fluid temperature		0 to 50°C (No condensation)		
Enclosure		IP65		
Weight [Note 10]	ITV10□□	Approx. 250 g (without options)		
	ITV20□□	Approx. 350 g (without options)		
	ITV30□□	Approx. 645 g (without options)		

Note 1) Please refer to Figure 1 for the relationship between set pressure and input. Because the maximum set pressure differs for each pressure display, refer to page 863.
Note 2) 2-wire type 4 to 20 mA DC is not available. Power supply voltage (24 VDC or 12 to 15 VDC) is required.
Note 3) Select either analog output or switch output.
Further, when switch output is selected, select either NPN output or PNP output.
When measuring ITV analog output from 1 to 5 VDC, if the load impedance is less than 100 kΩ, the analog output monitor accuracy of within ±6% (full span) may not be available. The product with the accuracy of within ±6% is supplied upon your request. Output pressure remains unaffected.
Note 4) Adjustment of numerical values such as the zero/span adjustment or preset input type is set based on the minimum units for output pressure display (e.g. 0.001 to 0.500 MPa). Note that the unit cannot be changed.
Note 5) The minimum unit for 0.9 MPa (130 psi) types is 1 psi.
Note 6) Value for the state with no over current circuit included. If an allowance is provided for an over current circuit, the input impedance varies depending on the input current. This is 350 Ω or less for an input current of 20 mA DC.
Note 7) The above characteristics are confined to the static state. When air is consumed on the output side, the pressure may fluctuate.
Note 8) The ITV1000 series is a Grease-free specification (Wetted parts).
Note 9) Refer to the table below for communication specifications.
Note 10) Add 50 g for digital input type, 70 g for 16 points preset input type respectively.

Symbol



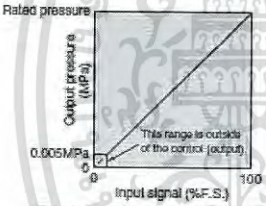


Figure 1. Input/output characteristics chart

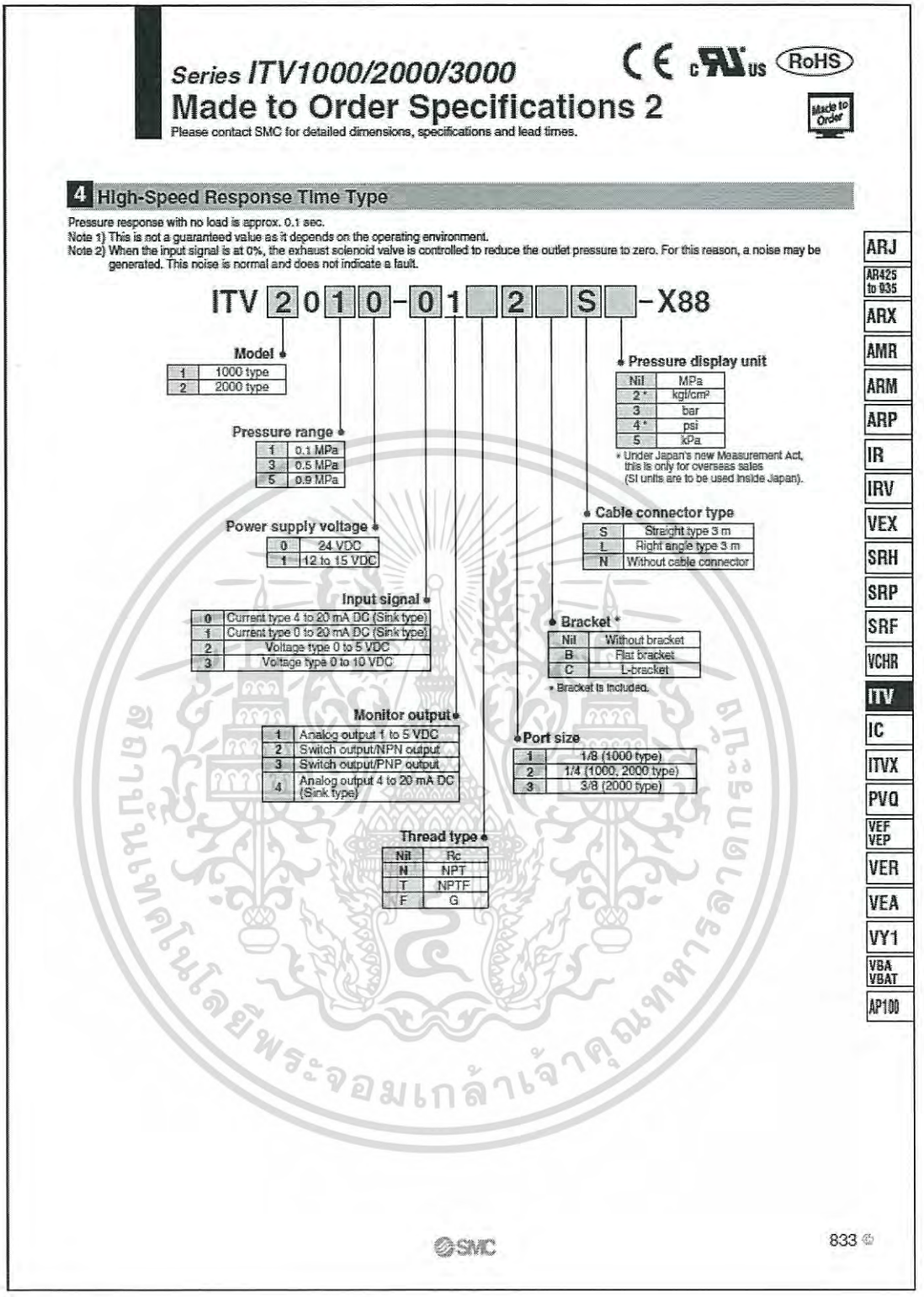
Communication Specifications (CC, DE, PR, RC)

Model		ITV□0□0-CC	ITV□0□0-DE	ITV□0□0-PR	ITV□0□0-RC
Protocol		CC-Link	DeviceNet™	PROFIBUS DP	RS-232C
Version [Note 1]		Ver 1.10	Volume1 (Edition3.8), Volume3 (Edition1.5)	DP-V0	—
Communication speed		156 k/625 k 2.5 M/5 M/10 M bps	125 k/250 k/500 k bps	9.6 k/19.2 k/45.45 k 93.75 k/187.5 k/500 k 1.5 M/3 M/6 M/12 M bps	9.6 kbps
Configuration file [Note 2]		—	EDS	GSD	—
I/O occupation area (input/output data)		4 word/4 word, 32 bit/32 bit (per station, remote device station)	16 bit/16 bit	16 bit/16 bit	—
Communication data resolution		12 bit (4096 resolution)	12 bit (4096 resolution)	12 bit (4096 resolution)	10 bit (1024 resolution)
Fail safe		HOLD [Note 3]/CLEAR (Switch setting)	HOLD/CLEAR (Switch setting)	CLEAR	HOLD
Electric insulation [Note 4]		Insulation	Insulation	Insulation	Non-insulation
Terminating resistor		Built into the product (Switch setting)	Not built into the product	Built into the product (Switch setting)	—
Current consumption		0.16 A or less	0.14 A or less	0.16 A or less	0.12 A or less
Weight	ITV1000	330	320	350	320
	ITV2000	430	420	450	420
	ITV3000	730	720	750	720

Note 1) Note that version information is subject to change.
Note 2) Configuration files can be downloaded from the operation manual page on SMC's website:http://www.smcworld.com
Note 3) The output HOLD value when a CC-Link communications error occurs can be set based on the bit area data.
Note 4) The insulation between the electrical signal of the communication system and ITV power supply.

รูปที่ ก.5 ข้อมูลของ Electro-Pneumatic Regulator หน้าที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Series ITV1000/2000/3000

Made to Order Specifications 2

Please contact SMC for detailed dimensions, specifications and lead times.

4 High-Speed Response Time Type

Pressure response with no load is approx. 0.1 sec.

Note 1) This is not a guaranteed value as it depends on the operating environment.

Note 2) When the input signal is at 0%, the exhaust solenoid valve is controlled to reduce the outlet pressure to zero. For this reason, a noise may be generated. This noise is normal and does not indicate a fault.

ITV 2 0 1 0 - 0 1 ☐ 2 ☐ S ☐ - X88

Model

1	1000 type
2	2000 type

Pressure range

1	0.1 MPa
3	0.5 MPa
5	0.9 MPa

Power supply voltage

0	24 VDC
1	12 to 15 VDC

Input signal

0	Current type 4 to 20 mA DC (Sink type)
1	Current type 0 to 20 mA DC (Sink type)
2	Voltage type 0 to 5 VDC
3	Voltage type 0 to 10 VDC

Monitor output

1	Analog output 1 to 5 VDC
2	Switch output/NPN output
3	Switch output/PNP output
4	Analog output 4 to 20 mA DC (Sink type)

Thread type

Nil	Rc
N	NPT
T	NPTF
F	G

Port size

1	1/8 (1000 type)
2	1/4 (1000, 2000 type)
3	3/8 (2000 type)

Bracket *

Nil	Without bracket
B	Flat bracket
C	L-bracket

* Bracket is included.

Cable connector type

S	Straight type 3 m
L	Right angle type 3 m
N	Without cable connector

Pressure display unit

Nil	MPa
2*	kgf/cm²
3	bar
4*	psi
5	kPa

* Under Japan's new Measurement Act, this is only for overseas sales (SI units are to be used inside Japan).

ARJ | AR425 to 935 | ARX | AMR | ARM | ARP | IR | IRV | VEX | SRH | SRP | SRF | VCHR | ITV | IC | ITVX | PVQ | VEF VEP | VER | VEA | VY1 | VBA VBAT | AP100

SMC

833

รูปที่ ก.6 ข้อมูลของ Electro-Pneumatic Regulator หน้าที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนิจจารีย์ เกรียงหิรัญ

เกิดวันที่ 3 ตุลาคม พ.ศ. 2537

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนบางกะปิ จังหวัด กรุงเทพมหานคร เข้าศึกษาที่ หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2556

ที่อยู่ : 89/311 หมู่บ้านโชคชัยปัญจทรัพย์ ถนนนวมินทร์ ซอยนวมินทร์ 81 แขวงนวมินทร์ เขตบึงกุ่ม กรุงเทพฯ 10240

เบอร์โทรศัพท์ : 084-649-0404

อีเมล์ : fonkungloveu@gmail.com

Facebook : Nijaree Krienghirun

ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Microsoft office, Solidworks,NB-designer, E-plan electric, SIMATIC Manager

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ

ฝึกงานที่ : Meyer Industries Limited

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้