รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การนำชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นทราย

LOADING AND UNLOADING FOR SAND BLAST MACHINE

ภูริวัฒน์ ศรีจำรัส

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การนำชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นทราย

LOADING AND UNLOADING FOR SAND BLAST MACHINE

ภูริวัฒน์ ศรีจำรัส

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงาน	การนำชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นทราย
นักศึกษา	นายภูริวัฒน์ ศรีจำรัส
ภาควิชา	วิศวกรรมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นายสุชาติ คุณะไชยโชติ
สถานประกอบการ	บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อนำเสนอการออกแบบ และการทำงานของการนำชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นทราย (Loading And Unloading For Sand Blast Machine) ของบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด โดยแผนก Automation เพื่อลดจำนวนคนงานที่ใช้ในสายการผลิตเปลี่ยนเป็นหุ่นยนต์ ทำให้สายการผลิตมีความเป็นอัตโนมัติมากขึ้น เลือกใช้หุ่นยนต์ให้คุ้มค่าและเหมาะสมกับการใช้งาน โดยวิเคราะห์จากน้ำหนักที่หุ่นยนต์สามารถรับได้ ระยะการทำงาน ความแข็งแรง การป้องกันของแข็งและฝุ่น และข้อจำกัดของหุ่นยนต์ ออกแบบอุปกรณ์จับชิ้นงานที่สามารถใช้ได้กับชิ้นงานทุกรุ่นทุกขนาด และรองรับการทำงานของเครื่องพ่นทราย ออกแบบสายพานลำเลียงในการลำเลียงชิ้นงานเข้าและออกจากกระบวนการพ่นทราย ให้รองรับกับเครื่องพ่นทรายและการทำงานของหุ่นยนต์ โดยในตำแหน่งที่ใช้คนในการทำงานจะออกแบบสายพานลำเลียงที่มีความสูงเหมาะสมกับการทำงานของผู้ใช้ ออกแบบสายพานลำเลียงแบบทางลาด (Slope Conveyor) ในการลำเลียงชิ้นงานขึ้นสู่ระดับความสูงเครื่องพ่นทราย ออกแบบสายพานลำเลียงจัดตำแหน่ง (Roller Centering Conveyor) จัดตำแหน่งชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งจับชิ้นงาน และออกแบบสายพานลำเลียงสลับทาง (Switch Lane Conveyor) ในการรวมชิ้นงานจากสายพานลำเลียงสองสายให้มาอยู่บนสายพานลำเลียงเดียวกัน เพื่อส่งชิ้นงานไปขั้นตอนการผลิตถัดไป รวมทั้งออกแบบตู้ไฟของเครื่องพ่นทรายทุกตู้ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เป็นมาตรฐานเดียวกัน ง่ายต่อการบำรุงรักษา สามารถจัดเก็บข้อมูล จำนวน และเวลาของชิ้นงานที่ผ่านกระบวนการพ่นทราย สำหรับใช้ในการวิเคราะห์ ปรับปรุงและพัฒนากระบวนการพ่นทรายให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

คำสำคัญ : เครื่องพ่นทราย, หุ่นยนต์, สายพานลำเลียงจัดตำแหน่ง, สายพานลำเลียงสลับทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Project Title:	Loading and Unloading for Sand Blast Machine
Student:	Mr.Puriwat Srijumrus
Department:	Instrumentation and Control Engineering
Advisor:	Assistant Professor Dr.Noppadol Maneerat
Mentor:	Mr.Suchart Kunachaichot
Company:	Meyer Industries Company Limited.

ABSTRACT

This project demonstrates designing and working of loading and unloading for sand blast machine for Meyer Industries Company Limited. The process is under the supervision of an Automation department to reduce workers in the production line using robots convert the production line to largely automatic operation. Choosing robots to be worth and appropriate with process has to analyze from payload, reach distance, solid particle protection and limitation of robot. Gripper is designed to grip every size of products and support sand blast machine. Conveyors are designed to transport products into sand blasting process, support sand blast machines and robots. Conveyors at human worker positions are designed by human factor. Slope conveyors are designed to transport products to a height of sand blast machine level. Roller centering conveyors are designed to transport and center products to grip position. Switch lane conveyers are designed to merge two lanes of conveyors together into one lane of conveyor to transport products to next process. Electrical enclosures are designed more effective, easy maintenance, recording data, quantity and cycle time for analysis, adjust, and develop sand blasting process more effective.

Keywords: Sand Blasting Machine, Robot, Centering, Switch Lane

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำรายงานและโครงการสหกิจศึกษาในครั้งนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ที่มอบโอกาสในการเข้าร่วมโครงการ สหกิจศึกษา คอยให้คำปรึกษา ความสนับสนุนและความช่วยเหลือเป็นอย่างดี ตลอดจนการตรวจสอบความถูกต้องของรายงาน จนทำให้รายงานฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณทางบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ขอขอบคุณพี่ๆ ทุกคนทั้งในแผนก Automation และแผนกอื่นๆ ที่คอยช่วยเหลือสนับสนุนต่างๆ เช่น การให้คำปรึกษาและให้ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ในการทำงานที่ได้รับมอบหมายในแต่ละวันรวมถึงโครงงานสหกิจ ช่วยสอนการใช้อุปกรณ์และเครื่องมือต่างๆ และช่วยแนะแนวในการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดช่วงเวลาในโครงการสหกิจ รวมทั้งการช่วยหาอุปกรณ์ที่จำเป็นในการทำงาน ทำให้โครงงานสามารถดำเนินไปได้จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณทางบริษัทสำหรับ การดูแลเรื่องความเป็นอยู่ การเดินทาง และตรวจสอบความคืบหน้าของโครงงานอยู่เสมอ

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณ เพื่อนร่วมงานทุกท่าน ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมาจนจบโครงการ ขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของทางผู้จัดทำ และขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

นายภูริวัฒน์ ศรีจำรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญรูป VI

สารบัญตาราง IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 3

2.2 หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม 3

2.3 การคำนวณโหลด 9

2.4 เซนเซอร์ (Sensor) 12

2.5 PLC (Programmable Logic Controller) 15

2.6 อินเวอร์เตอร์ (Inverter) 27

2.7 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินโครงงาน 35

3.1 วางแผนการดำเนินงาน 35

3.2 การศึกษาการทำงานในสายการผลิต และพื้นที่ในการติดตั้ง 36

3.3 การออกแบบโครงสร้างและชิ้นส่วนทางกล 37

3.4 การออกแบบโปรแกรม 45

3.5 การออกแบบวงจรไฟฟ้า 49

3.6 ออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า 53

3.7 ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเข้าสายอุปกรณ์ 54

บทที่ 4 ผลการดำเนินโครงงาน 55

4.1 โครงสร้างและอุปกรณ์ทางกล 55

4.2 ส่วนประกอบทางไฟฟ้า 57

4.3 ผลการทดสอบโปรแกรม 57

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินโครงงานและข้อเสนอแนะ 58

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 58

5.2 ข้อเสนอแนะ 58

เอกสารอ้างอิง **59**

ประวัติผู้เขียน 60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ **หน้า**

2.1 แบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram) 6

2.2 วงจรกำลัง (Power Circuit) 6

2.3 วงจรควบคุม (Control Circuit) 7

2.4 วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram) 7

2.5 วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram) 8

2.6 ตารางข้อมูลของสายไฟชนิด H05V-K และ H07V-K 9

2.7 ขนาดสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า 10

2.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเล็กสำหรับวงจรย่อย (Miniature Circuit Breaker) 11

2.9 เครื่องป้องกันโหลดเกิน (Overload Protection) 11

2.10 การทำงานของรีดสวิตช์ 12

2.11 การทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ 13

2.12 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ 14

2.13 โครงสร้างของ PLC 16

2.14 อุปกรณ์ภายนอกที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้หน่วยอินพุตของ PLC 17

2.15 อุปกรณ์ภายนอกที่รับสัญญาณควบคุมจากหน่วยเอาต์พุตของ PLC 18

2.16 การทำงานของ PLC 119

2.17 Ladder Diagram Language 20

2.18 Sequential Flowchart Language 21

2.19 Function Block Diagram Language 21

2.20 Instruction List Language 22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

2.21 Structure Text Language 23

2.22 การใช้คำสั่ง Load (LD), Load Not (LD NOT) 23

2.23 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง LD และ LD NOT 24

2.24 การใช้คำสั่ง AND, AND NOT 24

2.25 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง AND, AND NOT 24

2.26 การใช้คำสั่ง OR, OR NOT 25

2.27 ชุดคำสั่งและการเขียน คำสั่ง OR, OR NOT 25

2.28 การใช้คำสั่ง OUT, OUT NOT 26

2.29 รูปแบบชุดคำสั่งจาก Ladder Diagram 26

2.30 รูปแบบชุดคำสั่ง OUTPUT NOT-OUT NOT 26

2.31 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ 27

2.32 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ 28

2.33 ส่วนประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 29

2.34 ส่วนประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส 30

2.35 คุณลักษณะของมอเตอร์ 3 เฟส 31

2.36 การต่อมอเตอร์ใช้งานแบบสตาร์ และเดลตา 32

2.37 การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส 33

3.1 แบบอุปกรณ์จับชิ้นงาน 37

3.2 ตำแหน่งการวางหุ่นยนต์ 38

3.3 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์ Fanuc รุ่น M-16iB/10L 39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

3.4 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์ UR รุ่น CB3 UR10 40

3.5 รายละเอียดของสายพานลำเลียงที่ HA Division 41

3.6 รายละเอียดของสายพานลำเลียงที่ SS Division 42

3.7 สายพานลำเลียงจัดตำแหน่งที่ประกอบเสร็จแล้ว 43

3.8 สานพานลำเลียงสลับสาย (Switch Lane) 44

3.9 ตัวอย่างสัญญาณขาเข้าของเครื่องพ่นทราย 45

3.10 ตัวอย่างสัญญาณขาออกของเครื่องพ่นทราย 46

3.11 ตัวอย่าง Ladder Diagram 47

3.12 หน้าต่างโปรแกรมของหุ่นยนต์ Universal Robot 48

3.13 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้า 50

3.14 ตัวอย่างการต่ออินเวอร์เตอร์กับมอเตอร์ 51

3.15 แผนผังการเชื่อมต่อกับ PLC 52

3.16 แบบตู้ไฟฟ้าของเครื่องพ่นทราย 53

3.17 ตู้ไฟฟ้าที่ติดตั้งอุปกรณ์และเข้าสายเสร็จแล้ว 54

4.1 อุปกรณ์ขับชิ้นงานที่พร้อมสำหรับใช้งานจริง 55

4.2 สายพานลำเลียงจัดตำแหน่งที่ประกอบเสร็จแล้ว 56

4.3 ตู้ไฟฟ้าใหม่ของเครื่องพ่นทราย 57

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 สัญลักษณ์หน้าสัมผัส....4

2.2 สัญลักษณ์อุปกรณ์ไฟฟ้า....5

2.3 ค่าแฟกเตอร์ของวัตถุ (Correction Factors)....15

3.1 Loading and Unloading for Sand Blast Machine Timeline....35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมา และความสำคัญ

บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ถือเป็นบริษัทผลิตอุปกรณ์เครื่องครัวที่ใหญ่เป็นอันดับ 2 ของโลกโดยมีชิ้นงานที่หลากหลาย เช่น หม้อ, กระทะ, ตะหลิว และทัพพี อีกทั้งชิ้นงานแต่ละประเภทยังแบ่งออกตามวัสดุที่ใช้ขึ้นรูป หรือตามกระบวนการผลิต ซึ่งบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ได้ผลิตเครื่องครัวหลากหลายแบรนด์อันได้แก่ Farberware, Circulon, Anolon, Rachael Ray, Prestige, Raco, Essteele และ Meyer ดังนั้นบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ต้องผลิตอุปกรณ์เครื่องครัวเป็นจำนวนมากในแต่ละวัน ซึ่งหนึ่งในกระบวนการผลิตที่สำคัญคือ การขัดชิ้นงาน ซึ่งการขัดชิ้นงานนั้นถูกแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ การขัดเปิดผิว และการขัดเก็บงาน

การขัดเปิดผิวเป็นกระบวนการแรกในการขัด โดยแบ่งย่อยออกเป็น 2 ขั้นตอนคือ การขัดหยาบ และการขัดละเอียด การขัดหยาบนั้นจะใช้ปืนทรายในการพ่นทรายเพื่อเปิดผิวชิ้นงาน และการขัดละเอียดจะใช้อุปกรณ์การขัดที่เรียกว่า ลูกปอหรือลูกทราย ซึ่งมีพื้นผิวคล้ายกระดาษทราย การขัดหยาบจะใช้คนหยิบชิ้นงานจากสายพานลำเลียงนำไปวางบนโต๊ะหมุนของเครื่องพ่นทราย และหยิบชิ้นงานจากโต๊ะหมุนของเครื่องพ่นทรายไปวางบนสายพานลำเลียง โดยเมื่อทำงานเป็นระยะเวลานานจะเกิดการเมื่อยล้าของร่างกาย ทำให้ในบางครั้งคนงานปรับความเร็วของการพ่นทรายให้ช้าลง ส่งผลให้ความเร็วในการผลิตของสายการผลิตช้าลงและไม่มีความสม่ำเสมอ ทำให้ยากต่อการวางแผนการผลิตในแต่ละครั้ง และมีค่าใช้จ่ายเยอะในการจ้างคนงานและค่าอุปกรณ์ป้องกัน

ดังนั้นจากปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น การนำหุ่นยนต์มาใช้ในการเคลื่อนย้ายชิ้นงานเข้าและออกจากเครื่องพ่นทรายจึงเป็นการลดการสิ้นเปลืองของงบประมาณ ลดจำนวนพนักงานประจำในสายการผลิต เพิ่มอัตราการผลิตให้เร็วขึ้น และมีอัตราการผลิตคงที่ทำให้วางแผนการผลิตได้มีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ออกแบบการจับชิ้นงานเพื่อใช้กับเครื่องพ่นทราย
2. ออกแบบและควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง
3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน
4. เพื่อลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

1. ออกแบบสายการผลิตขั้นตอนพ่นทรายให้เหมาะสมกับการใช้งานกับหุ่นยนต์
2. ออกแบบวงจรไฟฟ้าและโปรแกรมควบคุมเครื่องพ่นทราย
3. การนำชิ้นงานเข้าและออกจากเครื่องพ่นทรายสามารถใช้ได้กับชิ้นงานทุกขนาด
4. ใช้คนน้อยที่สุดในกระบวนการการพ่นทราย

1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย

1. วางแผนการดำเนินงาน
2. เก็บข้อมูลชิ้นงานและเวลาที่ใช้ในการพ่นทรายของชิ้นงานแต่ละขนาด
3. เก็บข้อมูลลำดับการทำงานของเครื่องพ่นทราย
4. ศึกษาและเลือกใช้หุ่นยนต์ที่เหมาะกับการทำงานในกระบวนการพ่นทราย
5. ออกแบบการจับชิ้นงานเพื่อใช้กับเครื่องพ่นทราย
6. ออกแบบวงจรไฟฟ้าเพื่อใช้ควบคุมเครื่องพ่นทราย
7. ออกแบบการวางตำแหน่งของสายพานลำเลียง
8. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์เพื่อใช้ในการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน
9. จัดทำสรุปโครงงาน

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้ในการออกแบบและการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางกล
2. ได้รับความรู้ในการออกแบบและการใช้เครื่องมือและอุปกรณ์ทางไฟฟ้า
3. ได้รับความรู้ในการใช้งาน Software เพื่อเขียนวงจรไฟฟ้า
4. ได้รับความรู้ในการเลือกใช้อุปกรณ์ทางกลให้เหมาะสมกับงาน
5. ได้รับความรู้ในการเลือกใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าให้เหมาะสมกับงาน
6. ได้รับความรู้ในเรื่องกระบวนการสร้างเครื่องจักร
7. ได้รับความรู้ในการเขียน PLC และใช้ในการควบคุมเครื่องจักร
8. ได้ฝึกการวางแผนในการทำงานอย่างมีระบบและวิธีการนำเสนองาน
9. ได้ฝึกฝนการแก้ไขปัญหาเฉพาะหน้าขณะทำงาน
10. ได้ฝึกความรับผิดชอบ การตรงต่อเวลา การมีวินัยในการทำงาน
11. ได้ฝึกการทำงานเป็นทีม และการติดต่อประสานงานกับผู้อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบส่วนมากจะทำตามแบบอย่างที่มีใช้อยู่ในอุตสาหกรรม แต่บางครั้งการเปลี่ยนแปลงปรับปรุงจะทำเมื่อต้องการพัฒนาเครื่องจักรให้ดีขึ้น เพื่อตอบรับกับประสิทธิภาพที่สูงขึ้นตามมา เพื่อเป็นการเพิ่มหรือรักษาระดับของผลประกอบการ โดยทฤษฎีการออกแบบงานเฉพาะอย่างจะขึ้นอยู่กับลักษณะของอุตสาหกรรมหรือชนิดของเครื่องจักร

2.1 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การออกแบบในบางครั้งจะมีลักษณะของแบบต่างๆ ออกไปหลากหลายชนิด ซึ่งขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบจะประสงค์ให้งานออกมาในรูปแบบใดที่ตรงตามลักษณะความต้องการของลูกค้า ซึ่งงานออกแบบบางชนิดผู้ออกแบบจะต้องค่อยๆ เปลี่ยนแปลงให้เหมาะสมกับธรรมชาติของงานนั้น เช่น เมื่อจะทำการออกแบบแต่ละอย่างจะต้องอาศัยหลักต่างๆ ที่มีความถูกต้องมาก เพื่อที่จะได้ผลออกมาดี ซึ่งนำไปใช้งานได้จริงอย่างที่ได้ออกแบบไว้

2.2 หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม

การเขียนแบบวงจรควบคุมต้องทราบรายละเอียด และมาตรฐานสัญลักษณ์ในการเขียนแบบ เพื่อที่จะสามารถเขียนแบบที่บ่งบอกรายละเอียดทั้งหมดได้ และเข้าใจตรงกันทั้งผู้เขียนแบบและผู้อ่านแบบ

2.2.1 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 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์หน้าสัมผัสทางไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC แสดงดังตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2

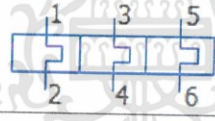
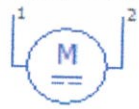
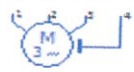
ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์หน้าสัมผัส [3]

สัญลักษณ์	ความหมาย
	หน้าสัมผัสปกติเปิด
	หน้าสัมผัสปกติปิด
	หน้าสัมผัส 2 ทิศทาง
	ทำงานร่วมแกนเดียวกัน
	สั่งงานด้วยมือ
	หน้าสัมผัสสั่งงานแบบกดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญลักษณ์อุปกรณ์ไฟฟ้าตามมาตรฐาน IEC แสดงดังตารางที่ 2.1 และตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์อุปกรณ์ไฟฟ้า [3]

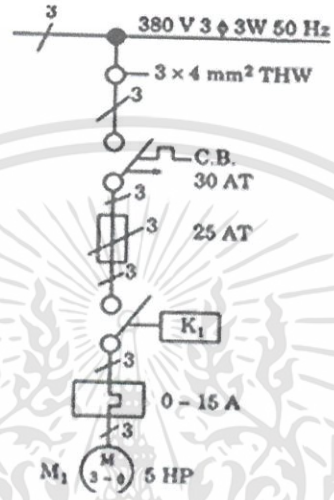
สัญลักษณ์	ความหมาย
	สั่งงานแบบหมุน
	สวิตช์ปุ่มกด – ปกติเปิด (N.O.)
	สวิตช์ปุ่มกด – ปกติปิด (N.C.)
	สั่งงานด้วยแรงดัน (Pressure)
	คอยล์ของคอนแทคเตอร์
	โอเวอร์โหลด
	อุปกรณ์ป้องกันเมื่อกระแสเกิน
	ฟิวส์ (Fuse)
	Power Supply
	หลอดไฟ
	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
	มอเตอร์ไฟฟ้าสามเฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 รูปแบบวงจร

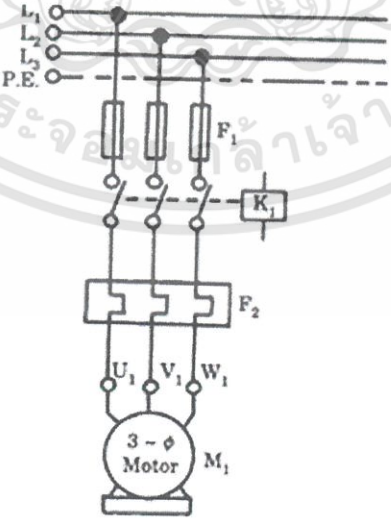
แบบวงจรที่ใช้ในงานควบคุมแบ่งออกเป็น 4 ชนิด

1. แบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram) วงจรสายเดียวเป็นแบบวงจรที่แสดงวงจรชนิดหนึ่งที่เขียนด้วยเส้นสายเดียวเท่านั้นดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แบบวงจรสายเดียว (One Line Diagram) [3]

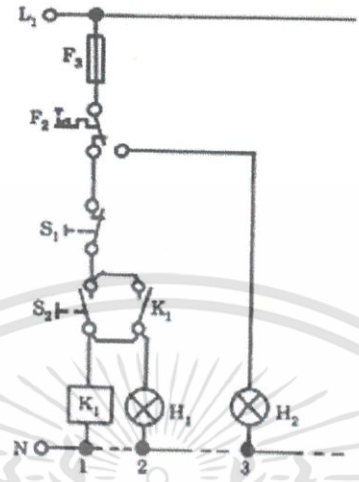
2. แบบวงจรแสดงการทำงาน (Schematic Diagram) วงจรแสดงการทำงานจะแบ่งวงจรตามลักษณะของวงจรได้เป็น 2 แบบคือ วงจรกำลัง (Power Circuit) ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 วงจรกำลัง (Power Circuit) [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

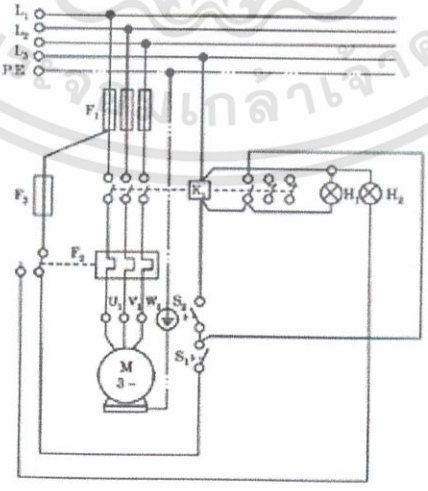
และวงจรควบคุม (Control Circuit) ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 วงจรควบคุม (Control Circuit) [3]

วงจรรูปแบบนี้จะมีข้อดีต่อผู้อ่านแบบในเรื่องการศึกษาการทำงานของวงจรได้ง่าย และสามารถดำเนินงานติดตั้งวงจรได้สะดวก เพราะแยกวงจรกำลังกับวงจรควบคุมแล้ว

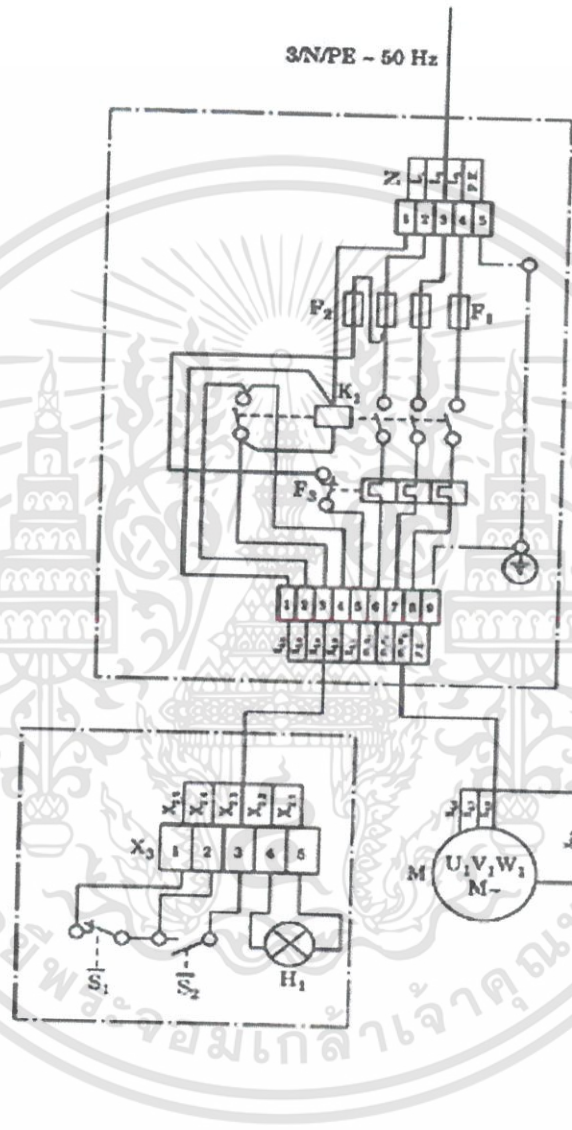
3. วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram) แบบชนิดนี้จะเขียนคล้ายลักษณะงานจริง คือ ส่วนประกอบของอุปกรณ์ใดๆ จะเขียนเป็นชิ้นเดียว และสายต่อจะต่อกันที่จุดเข้าสายเท่านั้น ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 วงจรแสดงแบบงานจริง (Working Diagram) [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram) จะเขียนแสดงรายละเอียดด้วยวงจรจากงานจริง และจะประกอบเข้าที่แผงต่อสาย โดยใช้วงจรสายเดียว สายที่ออกจากจุดต่อสายแต่ละอันจะมีโค้ดกำกับไว้ให้รู้ว่าสายนั้นจะต้องไปต่อเข้าที่จุดใดดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 วงจรประกอบการติดตั้ง (Constructional Wiring Diagram) [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การคำนวณโหลด

ในการออกแบบวงจรไฟฟ้า จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ตัดวงจรเพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการเสียหายเมื่อเกิดภาวะกระแสเกินพิกัดอุปกรณ์ ดังนั้นการออกแบบวงจรจะต้องทราบกระแสสูงสุดของอุปกรณ์ที่ไม่ทำให้อุปกรณ์เสียหาย เพื่อที่จะนำไปคำนวณเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร รวมถึงการเลือกขนาดสายไฟด้วย

2.3.1 การคำนวณขนาดสายไฟ

1. การคำนวณขนาดสายไฟฟ้าในวงจร สายไฟต้องมีพิกัดกระแสไม่ต่ำกว่า 125 เปอร์เซ็นต์ของกระแสพิกัดโหลดเต็มที (Full Load) ของอุปกรณ์ไฟฟ้า

ตัวอย่าง มอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ขนาด 380 แรงม้า 10 โวลท์ 17 แอมแปร์

วิธีทำ ขนาดสายมอเตอร์ต้องไม่ต่ำกว่า 125 เปอร์เซ็นต์ ของกระแสพิกัดโหลดเต็มที่

ขนาดพิกัดกระแสของสายมอเตอร์ = 17 x 1.25 A = 21.25 แอมแปร์

ดังนั้นต้องเลือกขนาดสายไฟที่มีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 22 แอมแปร์ โดยสายไฟที่ใช้ในตู้ควบคุมไฟฟ้าคือ สายชนิด H05V-K และ H07V-K เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 2.6 ทำให้ทราบว่าต้องเลือกใช้สายไฟที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดของทองแดงเท่ากับ 2.5 ตารางมิลลิเมตร

Technical Data

Circuit Voltage does not exceed 300/500 Volts (Uo/U) For H05V-K
Circuit Voltage does not exceed 450/750 Volts (Uo/U) For H07V-K

Nominal Cross Sectional Area mm^2	Number of wire in conductor	Maximum diameter of wire in conductor mm	Nominal Insulation Thickness mm	Overall Diameter (Approx.) mm	Maximum Conductor Resistance at 20°C Ω/km	Minimum Insulation Resistance at 70°C MΩ-km	Current Rating in Free Air A	Cable Weight (Approx.) kg/km	Standard Packing m
H05V-K									
0.5	16	0.21	0.6	2.2	39.0	0.013	11	9	100/C
0.75	24	0.21	0.6	2.4	26.0	0.011	14	12	100/C
1	32	0.21	0.6	2.6	19.5	0.010	16	15	100/C
H07V-K									
1.5	30	0.26	0.7	3.0	13.30	0.010	21	24	100/C
2.5	50	0.26	0.8	3.6	7.98	0.009	28	37	100/C
4	56	0.31	0.8	4.3	4.95	0.007	38	54	100/C
6	84	0.31	0.8	5.1	3.30	0.0060	48	75	100/C
10	80	0.41	1.0	6.7	1.91	0.0056	69	130	100/C
16	126	0.41	1.0	7.8	1.21	0.0046	92	185	100/C
25	196	0.41	1.2	9.9	0.780	0.0044	123	285	100/C
35	278	0.41	1.2	11.3	0.554	0.0038	154	400	100/C
50	396	0.41	1.4	13.2	0.386	0.0037	196	555	1,000/D
70	360	0.51	1.4	15.6	0.272	0.0032	247	765	1,000/D
95	476	0.51	1.6	17.9	0.206	0.0032	296	1,000	1,000/D
120	608	0.51	1.6	20.0	0.161	0.0029	350	1,300	1,000/D
150	756	0.51	1.8	22.0	0.129	0.0029	405	1,600	1,000/D
185	925	0.51	2.0	23.6	0.106	0.0029	461	1,900	1,000/D
240	1,221	0.51	2.2	27.8	0.0801	0.0028	554	2,500	1,000/D

รูปที่ 2.6 ตารางข้อมูลของสายไฟชนิด H05V-K และ H07V-K [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สายดิน (Ground Conductor) สายดินให้ใช้ตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน ซึ่งขนาดของสายดินต้องเป็นดังรูปที่ 2.7 (อ้างอิงจาก *มยผ. 4501-51: มาตรฐานงานไฟฟ้าทั่วไป*)

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์คัดตอน (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

รูปที่ 2.7 ขนาดสายดินสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้า [1]

2.3.2 การคำนวณเลือกอุปกรณ์ตัดวงจร

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker) คือ อุปกรณ์ที่ทำงานเปิดและปิดวงจรไฟฟ้า แบบไม่อัตโนมัติ แต่สามารถเปิดวงจรได้อัตโนมัติถ้ามีกระแสไหลผ่านเกินกว่าค่าที่กำหนด โดยไม่มีความเสียหายเกิดขึ้น แบ่งออกเป็น 2 ประเภท ดังนี้

- เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบผกผัน (Inverse Time Circuit Breaker) ได้แก่ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ทั่วไป

- เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบปลดทันที (Instantaneous Circuit Breaker) แบบนี้เหมาะสำหรับวงจรมอเตอร์ โดยการเลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ จะเลือกขนาดกระแสพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์เท่ากับ 125 เปอร์เซ็นต์ ของกระแสพิกัดโหลด (Load) ในวงจร เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐานของ 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 6,000 แอมแปร์

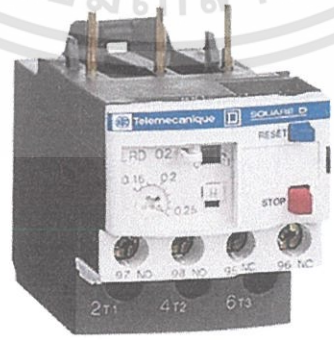
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงตัวอย่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่นิยมใช้กันทั่วไปตามโรงงานอุตสาหกรรมดังรูปที่ 2.8

รูปที่ 2.8 เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดเล็กสำหรับวงจรย่อย (Miniature Circuit Breaker) [1]

2. เครื่องป้องกันโหลดเกิน (Overload Protection) เมื่อใช้งานมอเตอร์ทำงานเกินขนาด จะทำให้เกิดความร้อนสะสมเพิ่มสูงขึ้น แต่เครื่องป้องกันการลัดวงจรจะไม่สามารถป้องกันครอบคลุมในส่วนนี้ได้ เนื่องจากจะต้องเลือกใช้ค่าที่สูงกว่าให้เพียงพอต่อการเริ่มเดินมอเตอร์ ดังนั้นเพื่อป้องกันจากสภาวะโหลดเกิน จึงป้องกันโหลดเกินเป็นการเฉพาะเรียกว่า โอเวอร์โหลดรีเลย์ (Overload Relay) หรือรีเลย์โหลดเกิน รีเลย์โหลดเกินจะต่ออนุกรมอยู่กับวงจรมอเตอร์สามารถปรับตั้งค่าใกล้เคียงกับค่าพิกัดกระแสของมอเตอร์ โดยปกติแล้วการปรับตั้งขนาดกระแสโอเวอร์โหลด มีค่าเท่ากับ 125 เปอร์เซ็นต์ ของกระแสโหลดเต็มพิกัด (Full Load Current หรือ FLA) ของมอเตอร์ เช่น มอเตอร์มีกระแสโหลดเต็มพิกัดเท่ากับ 10 แอมป์ ดังนั้นค่าสูงสุดของการปรับตั้งโอเวอร์โหลดมีค่าเท่ากับ 10 x 1.25 = 12.5 แอมแปร์ (A)

แสดงตัวอย่างเครื่องป้องกันโหลดเกิน (Overload Protection) ที่นิยมใช้กันทั่วไปตามโรงงานอุตสาหกรรมดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เครื่องป้องกันโหลดเกิน (Overload Protection) [1]

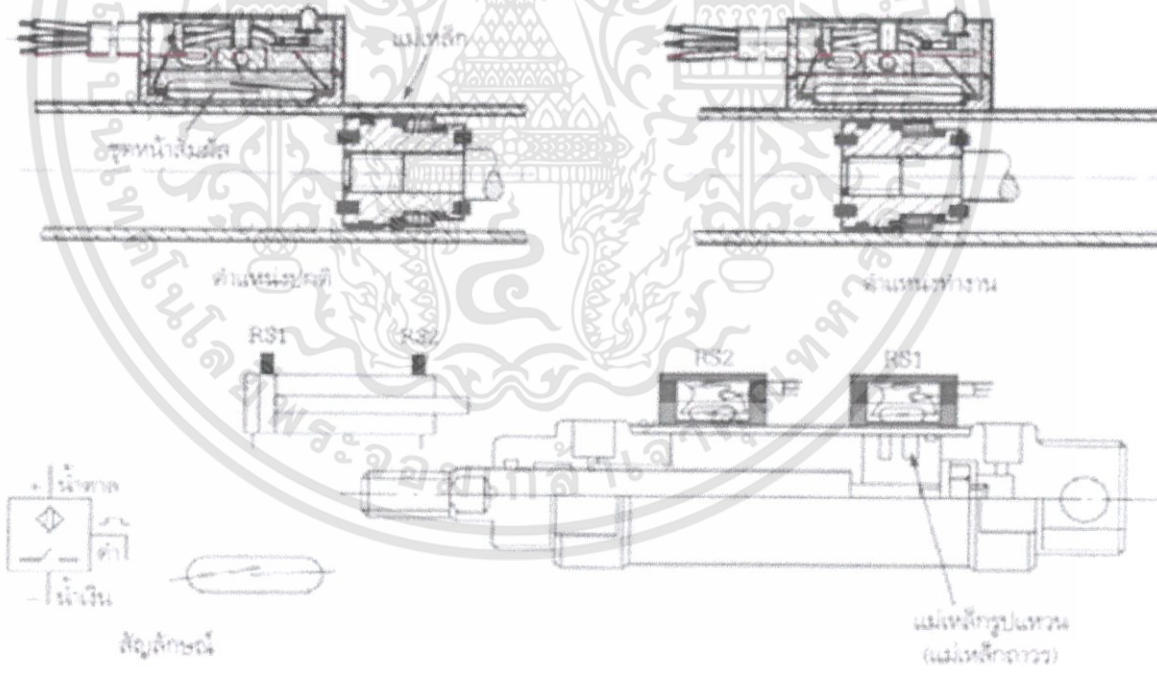
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เซนเซอร์ (Sensor)

ปัจจุบันเซนเซอร์ถูกนำมาใช้กับงานทางอุตสาหกรรมมากมาย โดยเซนเซอร์แบ่งออกเป็นหลายชนิด การเลือกใช้เซนเซอร์ต้องพิจารณาถึงความเหมาะสมกับงาน สภาพแวดล้อม และต้นทุน เพื่อให้สามารถใช้งานเซนเซอร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากการศึกษาพบว่าเซนเซอร์ที่เหมาะสมกับโครงงานนี้คือ รีดสวิตช์ (Reed Switch) และเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity Sensors)

2.4.1 รีดสวิตช์ (Reed Switch)

เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กเป็นตัวสั่งการทำงาน เหมาะสำหรับใช้กับงานที่มีปัญหาด้านพื้นที่ในการติดตั้งลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) โดยใช้ติดตั้งร่วมกับกระบอกสูบชนิดพิเศษที่มีแม่เหล็กถาวรรูปวงแหวนติดตั้งอยู่ การทำงานเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ทำให้แม่เหล็กที่ติดตั้งภายในผ่านรีดสวิตช์ สนามแม่เหล็กที่ลูกสูบจะเหนี่ยวนำให้หน้าสัมผัสทั้งสองต่อถึงกัน และเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับ รีดสวิตช์จะหมดอำนาจแม่เหล็กทำให้หน้าสัมผัสจะกลับสู่ตำแหน่งปกติดังรูปที่ 2.10

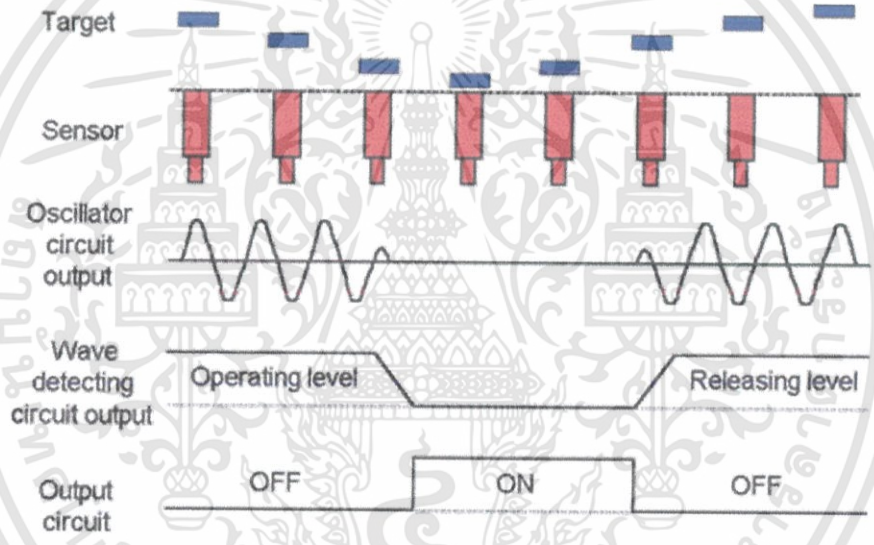


รูปที่ 2.10 การทำงานของรีดสวิตช์ [4]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Proximity Sensor)

บริเวณส่วนหัวของเซนเซอร์จะมีสนามแม่เหล็กซึ่งมีความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณมาจากวงจรกำเนิดความถี่ ในกรณีที่มีวัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นโลหะเข้ามาอยู่ในบริเวณที่สนามแม่เหล็กสามารถส่งไปจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำจากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ทำให้เกิดการหน่วงออสซิลเลท (Oscillate) ลดลงไป หรือบางทีอาจถึงจุดที่หยุดการออสซิลเลท และเมื่อนำเอาวัตถุนั้นออกจากบริเวณตรวจจับ วงจรกำเนิดคลื่นความถี่ก็เริ่มต้นการออสซิลเลทใหม่อีกครั้งหนึ่ง สภาวะดังกล่าวในข้างต้นจะถูกแยกแยะได้ด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน หลังจากนั้นก็จะส่งผลไปยังเอาต์พุตว่าให้ทำงานหรือไม่ทำงาน โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเอาต์พุตว่าเป็นแบบใด เพื่อเป็นการลดจินตนาการในการทำความเข้าใจการทำงานของเซนเซอร์ชนิดนี้จึงขอแสดงลักษณะดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 การทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ [4]

ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ คือ

- Coil Wire (**ขดลวด**) ซึ่งจะถูกพันไว้รอบแกนเฟอร์ไรต์ ซึ่งมีหน้าที่สร้างคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาจากผิวหน้าของเซนเซอร์

- **Oscillator** วงจรกำเนิดคลื่นความถี่สูง มีหน้าที่แปลงคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้เป็นคลื่นความถี่

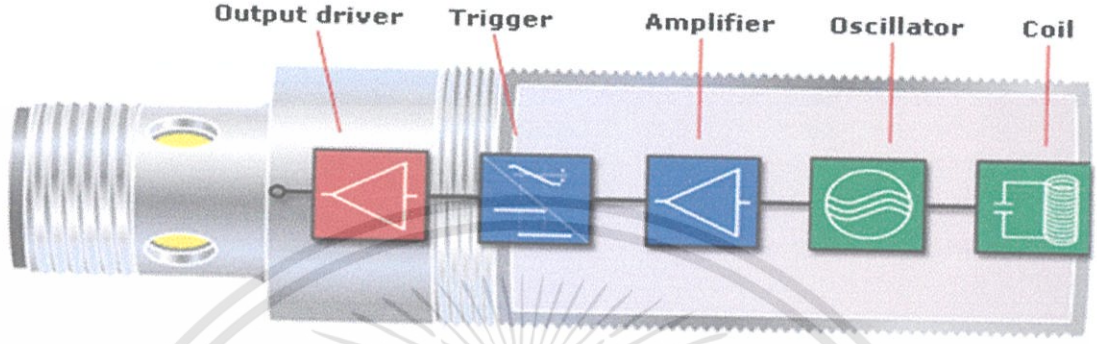
- **Amplifier (ตัวขยายสัญญาณ)** มีหน้าที่ขยายความแรงของสัญญาณคลื่นความถี่ สำหรับวงจรแยกสภาวะ และการสั่งงาน (Trigger)

- **Trigger** วงจรแยกสภาวะและสั่งงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำแสดงดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ [4]

เกณฑ์ในการเลือกใช้เซนเซอร์

- อุปกรณ์เซนเซอร์ที่เลือกใช้นั้นจะขึ้นอยู่กับรายละเอียดดังนี้
- ระยะตรวจจับที่ต้องการ (โดยปกติระยะตรวจจับสูงสุดอยู่ที่ 40 มิลลิเมตร 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)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะห่างในการตรวจจับ (Sensing Distance)

โดยระยะห่างในการตรวจจับจะขึ้นอยู่กับตัวแปรดังนี้

- ขนาดของตัวเซนเซอร์ยิ่งขนาดของเซนเซอร์มีขนาดใหญ่ ระยะการตรวจจับก็จะยิ่งไกลขึ้น

- รูปแบบของหน้าสัมผัสของเซนเซอร์ แบบหัวเรียบจะมีระยะตรวจจับที่สั้นกว่า แบบหัวยื่นจะมีระยะตรวจจับที่ไกลกว่าค่าแฟกเตอร์ของวัตถุ (Correction Factors) แสดงดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ค่าแฟกเตอร์ของวัตถุ (Correction Factors) [4]

วัตถุ	ระยะการตรวจจับ
เหล็กอ่อน (FE360)	1.00 x อัตราระยะตรวจจับ
สแตนเลส สตีล	0.80 x อัตราระยะตรวจจับ
อะลูมิเนียม	0.40 x อัตราระยะตรวจจับ

2.5 PLC (Programmable Logic Controller)

Programmable Logic Controller เครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

2.5.1 ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ COMPUTER

1. PLC ถูกออกแบบและสร้างขึ้นเพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ

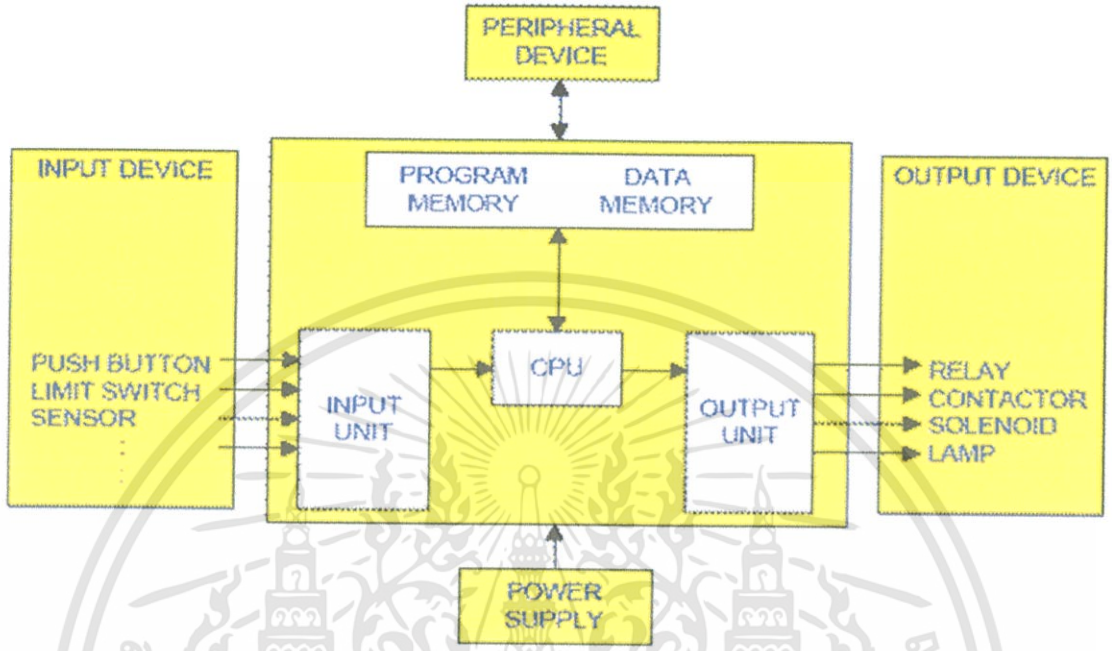
2. การโปรแกรมและการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป PLC มีระบบการตรวจสอบตัวเองตั้งแต่ช่วงติดตั้ง จนถึงช่วงการใช้งานทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

3. PLC ถูกพัฒนาให้มีความสามารถในการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การใช้งานสะดวกมากกว่าคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC

ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC แสดงดังรูปที่ 2.13 ซึ่งประกอบด้วย



รูปที่ 2.13 โครงสร้างของ PLC [6]

1. ตัวประมวลผล (CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาต์พุต

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

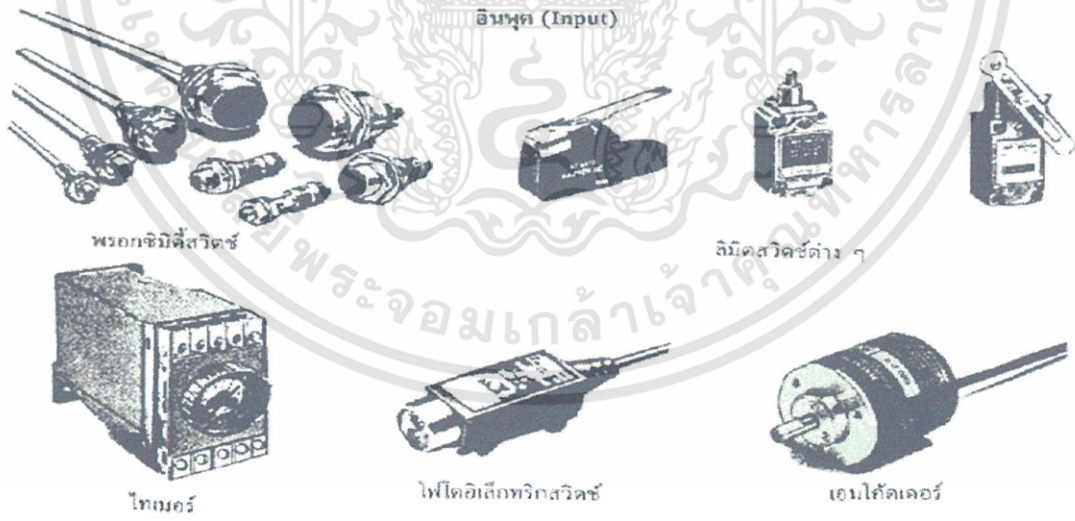
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

- ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

3. หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input - Output Unit)

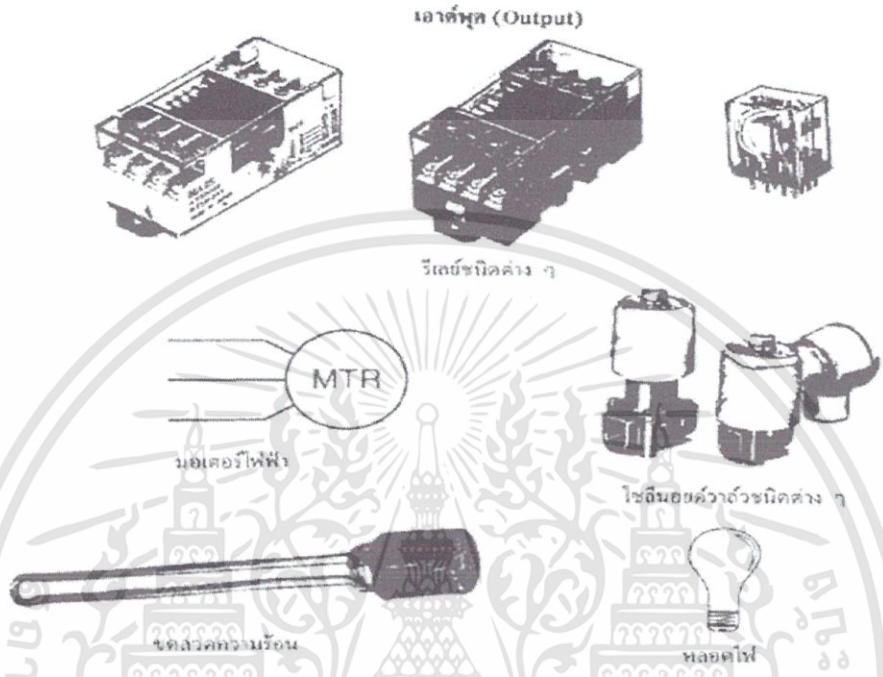
หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป แสดงตัวอย่างอุปกรณ์ภายนอกที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณให้ PLC ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 อุปกรณ์ภายนอกที่ส่งสัญญาณให้ PLC [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยเอาต์พุต ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น แสดงตัวอย่างอุปกรณ์ภายนอกที่ PLC ส่งข้อมูลไปควบคุมดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 อุปกรณ์ภายนอกที่รับสัญญาณควบคุมจากหน่วยเอาต์พุตของ PLC [6]

4. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุต/เอาต์พุต

5. อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Devices)

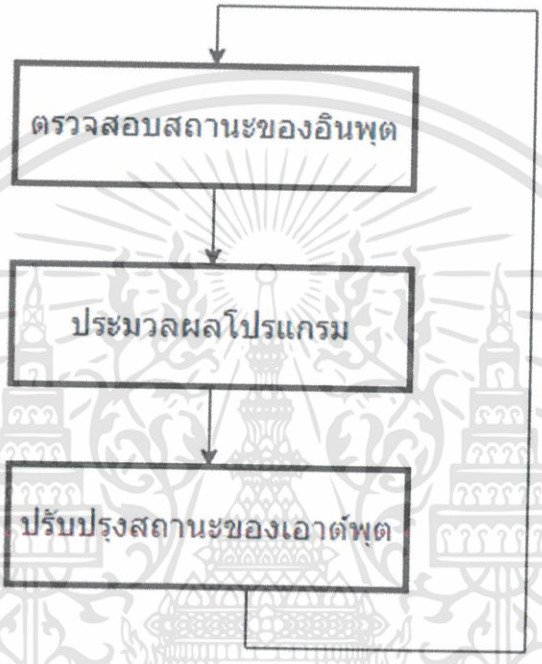
เป็นส่วนที่ต่อเข้ากับ PLC เพื่อเพิ่มฟังก์ชันการทำงาน ยกตัวอย่าง เช่น

- PROGRAMMING CONSOLE
- EPROM WRITER
- PRINTER
- GRAPHIC PROGRAMMING
- CRT MONITOR
- HANDHELD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การทำงานของ PLC

PLC จะมีหลักการทำงานคือ หน่วยอินพุตจะคอยเช็คสถานะของอุปกรณ์ จากนั้นจะส่งสัญญาณให้หน่วยประมวลผล เพื่อทำการประมวลผลโปรแกรม เมื่อประมวลผลโปรแกรมเสร็จจะส่งสัญญาณควบคุมออกไปทางหน่วยเอาต์พุต เพื่อสั่งงานให้อุปกรณ์ภายนอกทำงาน แสดง Flowchart การทำงานดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 การทำงานของ PLC [6]

2.5.4 การติดตั้ง PLC

1. ข้อควรพิจารณาก่อนติดตั้ง PLC

- พื้นที่ในการติดตั้งมีเพียงพอหรือไม่
- จะต้องเผื่อไว้ขยายในอนาคตหรือไม่
- การซ่อมบำรุงต้องทำได้ง่าย
- อุณหภูมิที่เกิดขึ้นจากเครื่องจักรมีผลกระทบกับ PLC หรือไม่
- วิธีการป้องกัน PLC จากสภาพแวดล้อมที่ไม่ปลอดภัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สภาพแวดล้อมหรือสถานที่ที่ไม่ควรติดตั้ง PLC

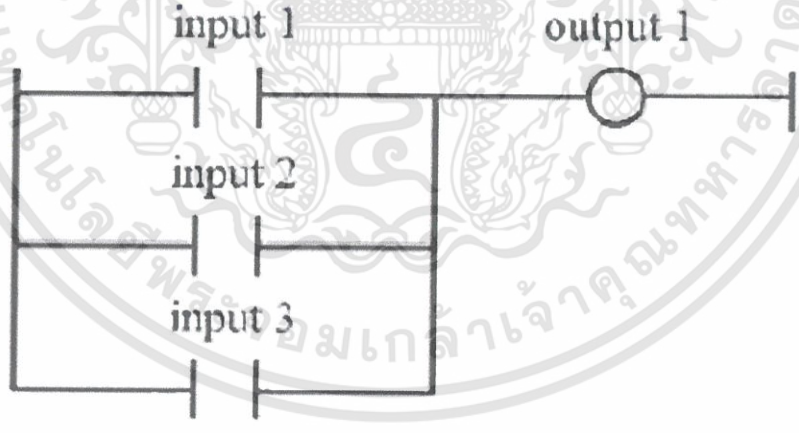
- มีแสงแดดส่องโดยตรง
- มีอุณหภูมิต่ำกว่า 0° C หรือสูงกว่า 55° C
- มีฝุ่น หรือไอเกลือ
- มีความชื้นมาก
- มีก๊าซที่มีคุณสมบัติกัดกร่อนหรือไวไฟ

2.5.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC

การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ PLC ทำงานตามความต้องการนั้นตามมาตรฐาน IEC1131-ได้แบ่งออกเป็น 5 แบบคือ

1. Ladder Diagram Language

โดยภาษาแลดเดอร์นั้น ขั้นต้นจะเลียนแบบวงจรซีเควนซ์ของรีเลย์ ทำให้ไดอะแกรมของแลดเดอร์เขียนตามไดอะแกรมของวงจรรีเลย์ไปด้วย และทางด้านฮาร์ดแวร์ก็ออกแบบให้มีความทนทานต่อสัญญานรบกวนต่างๆ และเป็นโมดูลที่สะดวกต่อการใช้งานยิ่งขึ้นดังรูปที่ 2.17

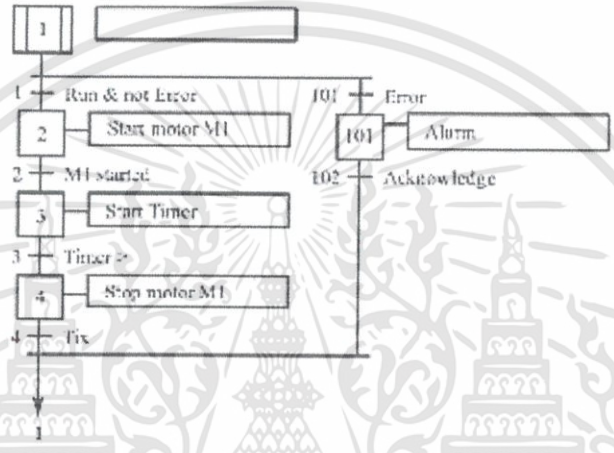


รูปที่ 2.17 Ladder Diagram Language [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Sequential Flowchart Language

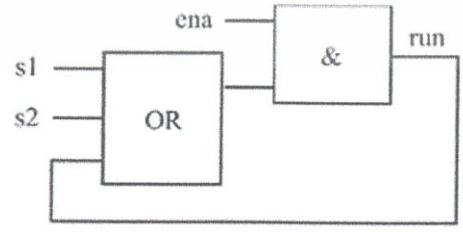
SFC (Sequential Function) SFC จะเป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบลำดับหรือซีเควนซ์ ส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (การปฏิบัติติการย่อย) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้ปฏิบัติงานตามคำสั่งย่อย) นอกจากนี้ยังสามารถยังกำหนดลักษณะการทำงานเป็นแบบ Liner, Alternative และ Parallel Step Sequence เป็นต้น ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 Sequential Flowchart Language [6]

3. Function Block Diagram Language

FBD (Function Lock Diagram) เป็นภาษาที่ฟังก์ชันการทำงานในรูปแบบของกราฟฟิก เช่นเดียวกันและเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปแบบของฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรมดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 Function Block Diagram Language [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Instruction List Language (Statement List Language)

IL (Instruction List) จะเป็นภาษาที่เขียนในรูปของข้อความ มีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสแซมบลี (Assembly) ภาษาเครื่อง (Machine Code) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operate) ในภาษาปัจจุบัน LD, FBD และ IL เป็นภาษาที่บริษัทผู้ผลิต PLC/PC ในปัจจุบันกำหนดให้ใช้ในการเขียนโปรแกรม ซึ่งในแต่ละบริษัทจะมีการพัฒนารูปแบบของฟังก์ชัน และฟังก์ชันบล็อกมีความแตกต่างกันดังรูปที่ 2.20

รูปที่ 2.20 Instruction List Language [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Structure Text Language

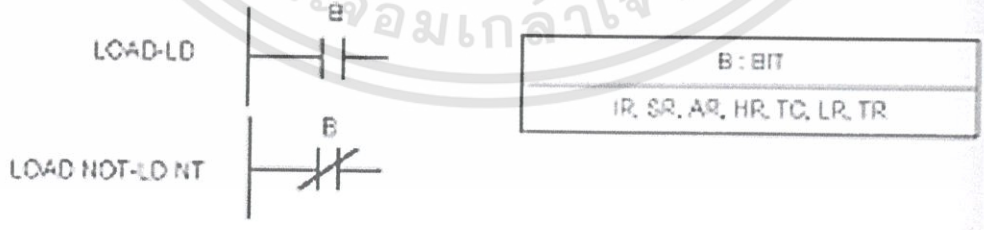
ST (Structure Text) จะเป็นภาษาพื้นฐานจากภาษา Pascal ประกอบด้วยนิพจน์และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกการทำงาน เช่น IF.....THEN.....ELSE และคำสั่งเกี่ยวกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR, WHILE ดังรูปที่ 2.21

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

รูปที่ 2.21 Structure Text Language [6]

2.5.6 หลักการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม (Ladder Diagram) และคำสั่งพื้นฐาน

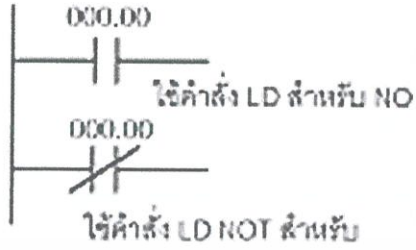
แลดเดอร์ไดอะแกรมจัดเป็นสัญลักษณ์ที่สามารถดูตามโครงสร้างแล้วเข้าใจการทำงาน แต่เวลาที่ PLC ทำงานจะอาศัยชุดคำสั่ง (Instruction) ทำงานโดยวิธีการเขียนลงในหน่วยความจำ ข้อมูลในหน่วยความจำนั้น จะจัดเก็บเป็นรหัส (Code) ไม่สามารถจัดเก็บในลักษณะของ Ladder Diagram ได้โดยตรง แสดงตัวอย่างการใช้คำสั่ง Load (LD), Load Not (LD NOT) แสดงดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 การใช้คำสั่ง Load (LD), Load Not (LD NOT) [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

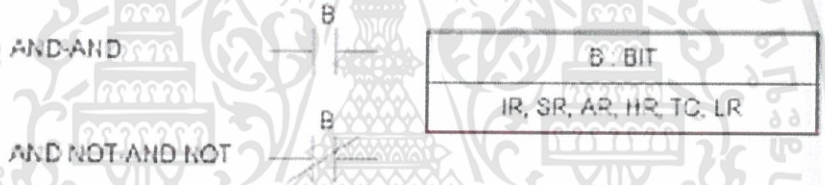
ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง LD และ LD NOT แสดงดังรูปที่ 2.23



Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	Instruction	
00002	LD NOT	00000
00003	Instruction	

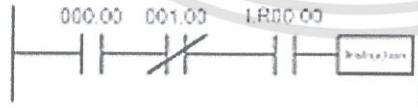
รูปที่ 2.23 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง LD และ LD NOT [6]

การใช้คำสั่ง AND, AND NOT แสดงดังรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.24 การใช้คำสั่ง AND, AND NOT [6]

ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง AND, AND NOT แสดงดังรูปที่ 2.25

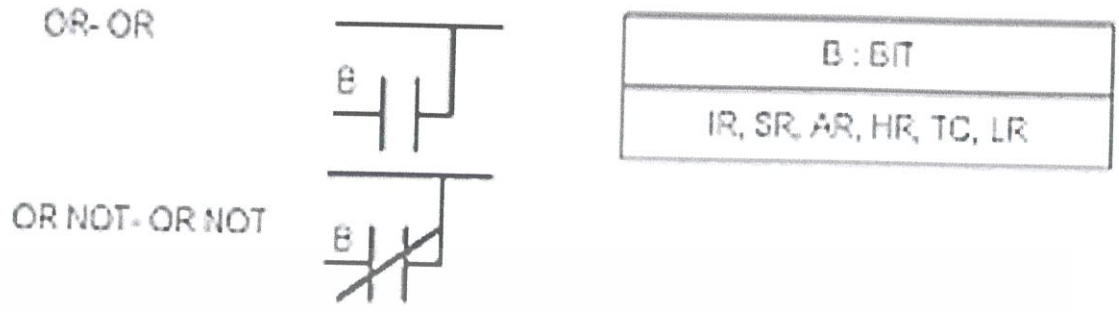


Address	Instruction	Operands
00000	LD	00000
00001	AND NOT	00001
00002	AND	LR 00000
00003	Instruction	

รูปที่ 2.25 ชุดคำสั่งและการเขียน Ladder Diagram คำสั่ง AND, AND NOT [6]

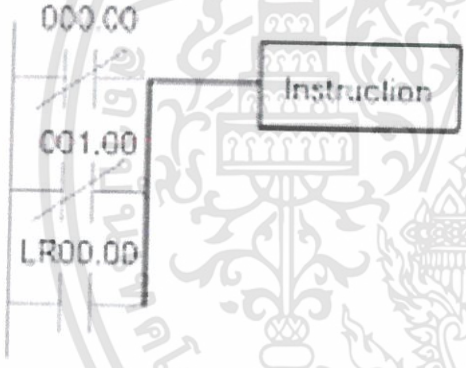
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คำสั่ง OR, OR NOT แสดงดังรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 การใช้คำสั่ง OR, OR NOT [6]

ชุดคำสั่งและการเขียน คำสั่ง OR, OR NOT แสดงดังรูปที่ 2.27

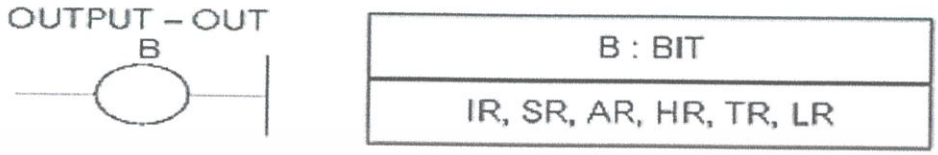


Address	Instruction	Operands
00000	LD NOT	00000
00001	OR NOT	00100
00002	OR	LR 00000
00003	Instruction	

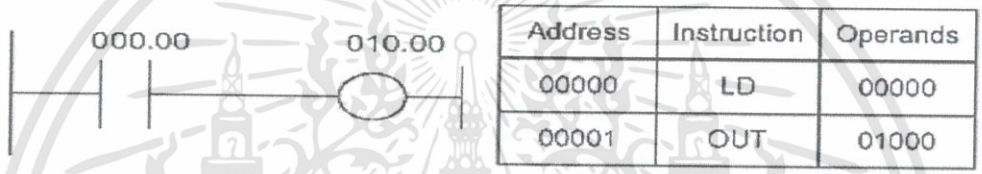
รูปที่ 2.27 ชุดคำสั่งและการเขียน คำสั่ง OR, OR NOT [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้คำสั่ง OUT, OUT NOT เป็นคำสั่งที่สั่งขับให้ OUTPUT ภายนอกทำงานหรือไม่ทำงานตามคำสั่ง แสดงการใช้คำสั่ง OUT, OUT NOT ดังรูปที่ 2.28 และแสดงรูปแบบชุดคำสั่งจาก Ladder Diagram ดังรูปที่ 2.29

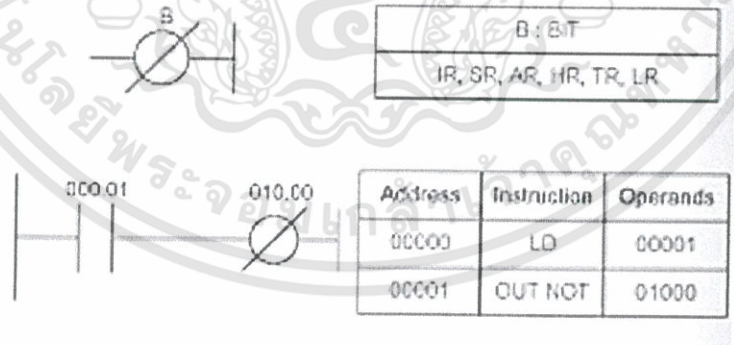


รูปที่ 2.28 การใช้คำสั่ง OUT, OUT NOT [6]



รูปที่ 2.29 รูปแบบชุดคำสั่งจาก Ladder Diagram [6]

OUTPUT NOT-OUT NOT การทำงานของคำสั่งเหล่านี้จะตรงข้ามกับ OUT ดังรูปที่ 2.30



รูปที่ 2.30 รูปแบบชุดคำสั่ง OUTPUT NOT-OUT NOT [6]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 การเลือกใช้ภาษา PLC

ภาษา PLC ทุกภาษามีข้อดีและขีดจำกัดแตกต่างกันไป การเลือกใช้ภาษาขึ้นอยู่กับสิ่งต่อไปนี้

- ความถนัดของผู้ใช้
- ลักษณะของภาษาที่จะใช้ให้เหมาะสมกับงาน
- ลักษณะและขนาดของ PLC
- ลักษณะของงานที่จะทำการควบคุม

2.6 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

บางครั้งจะเรียกว่า "V/F Control" อินเวอร์เตอร์ ยังมีชื่อเรียกอีกหลายอย่าง เช่น

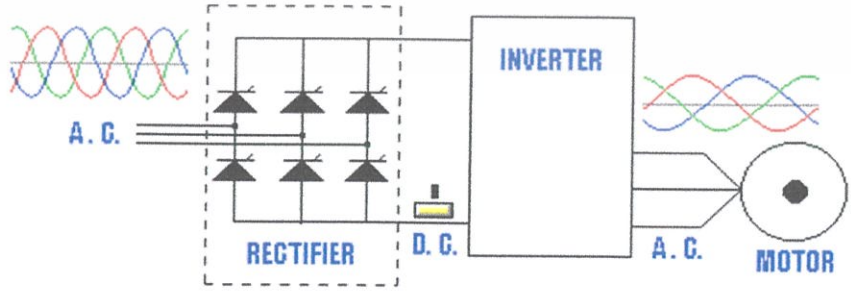
VSD : Variable Speed Drives

VVVF : Variable Voltage Variable Frequency

VC : Vector Control

2.6.1 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์

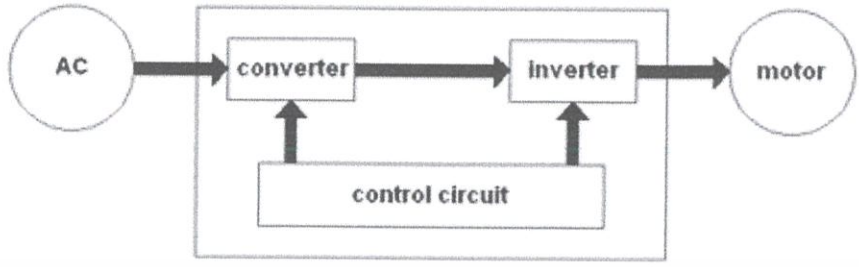
อินเวอร์เตอร์นั้นมีหลักการทำงานในการทำหน้าที่แปลงไฟกระแสสลับ (AC) จากแหล่งจ่ายไฟทั่วไปที่มีแรงดันและความถี่คงที่ ให้เป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC) โดยวงจรคอนเวอร์เตอร์ (Converter Circuit) จากนั้นไฟกระแสตรงจะถูกแปลงเป็นไฟกระแสสลับ ที่สามารถปรับขนาดแรงดันและความถี่ได้ โดยวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter Circuit) วงจรทั้งสองนี้จะเป็นวงจรหลักที่ทำหน้าที่ในการแปลงรูปคลื่นสัญญาณ และผ่านพลังงานของอินเวอร์เตอร์ โดยทั่วไปแหล่งจ่ายไฟกระแสสลับมีรูปคลื่นซายน์ แต่เอาต์พุตของอินเวอร์เตอร์จะมีรูปคลื่นแตกต่างจากรูปซายน์ นอกจากนั้นยังมีชุดวงจรควบคุม (Control Circuit) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของวงจรคอนเวอร์เตอร์ และวงจรอินเวอร์เตอร์ ให้เหมาะสมกับคุณสมบัติของ มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส (3 Phase Induction Motor) ดังรูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 หลักการทำงานของอินเวอร์เตอร์ [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และแสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ดังรูปที่ 2.32



รูปที่ 2.32 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของอินเวอร์เตอร์ [5]

โครงสร้างภายในของอินเวอร์เตอร์ประกอบด้วย

1. ชุดคอนเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟสลับจากแหล่งจ่ายไฟ AC Power Supply (50 Hz) ให้เป็นไฟตรง

2. ชุดอินเวอร์เตอร์ ทำหน้าที่แปลงไฟตรงให้เป็นไฟสลับ ที่สามารถเปลี่ยนแปลงแรงดันและความถี่

3. ชุดวงจรควบคุม ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของชุดคอนเวอร์เตอร์ และชุดอินเวอร์เตอร์ และความเร็วของมอเตอร์สามารถหาได้จากสมการที่ (2.1)

$$N = 120 f / N \qquad 2.1)$$

โดยที่ N = ความเร็วรอบต่อนาที

F = ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟฟ้าต่อวินาที

P = จำนวนขั้วของมอเตอร์

จากสมการข้างต้นจะพบว่า เมื่อความถี่ของแหล่งจ่ายไฟเปลี่ยนแปลงไปก็มีผลทำให้มอเตอร์มีความเร็วเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกัน แต่เมื่อทำการเปลี่ยนความถี่ โดยให้แรงดันคงที่จะมีผลทำให้เกิดฟลักส์แม่เหล็กเพิ่มมากขึ้นจนอิ่มตัว ซึ่งอาจทำให้มอเตอร์เกิดการเพิ่มขึ้นของความร้อนสะสมจนเกิดความเสียหายได้ ดังนั้นจึงต้องทำการเปลี่ยนแรงดันควบคู่ไปกับความถี่ด้วยในเวลาเดียวกัน และการที่จะเปลี่ยนแปลง ความถี่ของแหล่งจ่ายไฟสามารถทำได้โดยการใช้อินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ประโยชน์ของอินเวอร์เตอร์

1. ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับสำรอง เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับหลักเกิดขัดข้องขึ้นหรือที่เรียกกันว่า Uninterruptible Power Supply (UPS) เป็นระบบไฟฟ้าสำรองสำหรับอุปกรณ์ที่สำคัญๆ เช่น คอมพิวเตอร์ เมื่อแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับหลักเกิดขัดข้อง Transfer Switch จะต่ออุปกรณ์เข้ากับอินเวอร์เตอร์ และทำการจ่ายไฟฟ้ากระแสกลับ (AC) โดยแปลงจากแบตเตอรี่ที่ประจุไว้

2. ใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสสลับ โดยการเปลี่ยนความถี่ เมื่อความถี่ของไฟฟ้ากระแสสลับเปลี่ยนแปลง ความเร็วของมอเตอร์จะเปลี่ยนแปลงตามสมการ

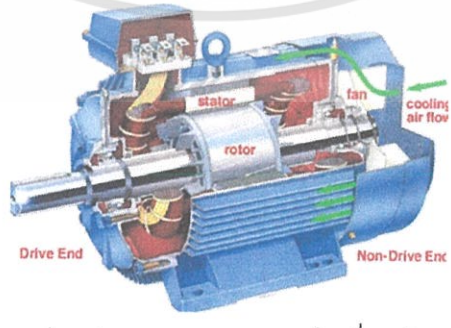
3. ใช้แปลงไฟฟ้าจากระบบส่งกำลังไฟฟ้าแรงสูงชนิดกระแสตรง ให้เป็นชนิดกระแสสลับเพื่อจ่ายไฟให้กับผู้ใช้

2.7 มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส แบ่งออกได้ 2 แบบ ได้แก่ แบบโรเตอร์กรงกระรอก (Squirrel Cage Rotor) และโรเตอร์แบบพันขดลวด (Wound Rotor) มอเตอร์ทั้งสองแบบนี้จะมีส่วนประกอบที่เหมือนๆ กัน คือ ส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) แต่จะแตกต่างกันเฉพาะส่วนที่เคลื่อนที่ (Rotor) เท่านั้น

โดยมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสหรือ 3-Phase Induction Motor เป็นมอเตอร์ที่นิยมใช้งานกันทั่วไปในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส ชนิดที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอก มีข้อดีคือ ไม่มีแปรงถ่านทำให้การสูญเสียเนื่องจากความฝืดมีค่าน้อย มีตัวประกอบกำลังสูง การบำรุงรักษาต่ำ การเริ่มเดินทำได้ไม่ยาก ความเร็วรอบค่อนข้างคงที่ สร้างง่าย ทนทาน ราคาถูก และมีประสิทธิภาพสูง แต่มีข้อเสียคือ การเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของมอเตอร์ทำได้ยาก

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ เป็นเครื่องกลไฟฟ้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกล ในการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานกลนี้ พลังงานไฟฟ้าไม่ได้นำเข้าสู่ที่โรเตอร์โดยตรง แต่ได้จากการเหนี่ยวนำ (Induction) จึงนิยมเรียกว่า มอเตอร์เหนี่ยวนำ (Induction Motor) ดังรูปที่ 2.33

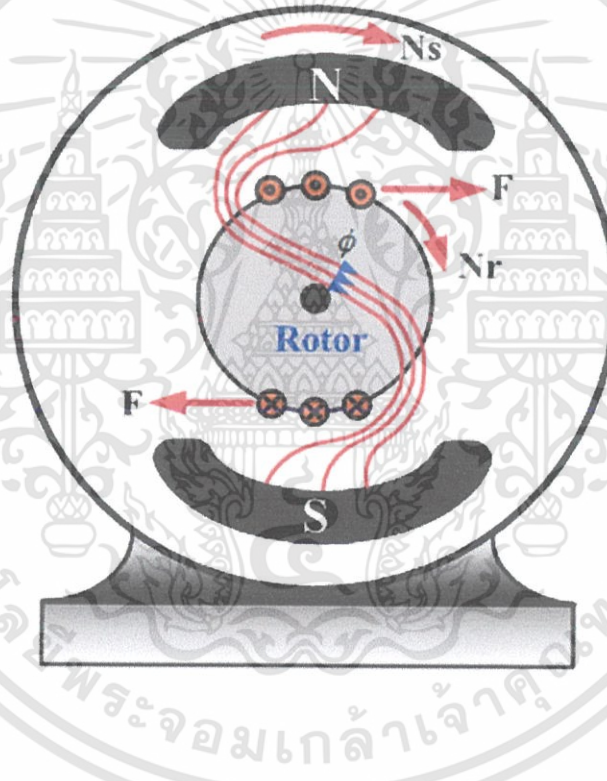


รูปที่ 2.33 ส่วนประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.1 หลักการทำงานของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสโรเตอร์แบบกรงกระรอก

เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟสให้กับขดลวดสเตเตอร์จะเกิดสนามแม่เหล็กหมุนขึ้นที่สเตเตอร์ด้วยความเร็ว ซิงโครนัส (N_S) สนามแม่เหล็กหมุนนี้จะเคลื่อนที่ตัดขดลวดที่โรเตอร์ทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นที่ตัวนำบนโรเตอร์ แต่ตัวนำบนโรเตอร์นี้ได้ถูกลัดวงจรไว้ จึงมีกระแสไฟฟ้าไหลที่ตัวนำนี้ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กที่โรเตอร์เกิดขั้วเหนือและขั้วใต้ขึ้นที่โรเตอร์เช่นเดียวกับที่เกิดขึ้นที่สเตเตอร์ โดยผลรวมของเส้นแรงแม่เหล็กที่สเตเตอร์กับเส้นแรงแม่เหล็กรอบตัวนำที่โรเตอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้นที่โรเตอร์ และทำให้โรเตอร์หมุนไปได้และมีทิศทางตามทิศทางของสนามแม่เหล็กหมุนที่สเตเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.34

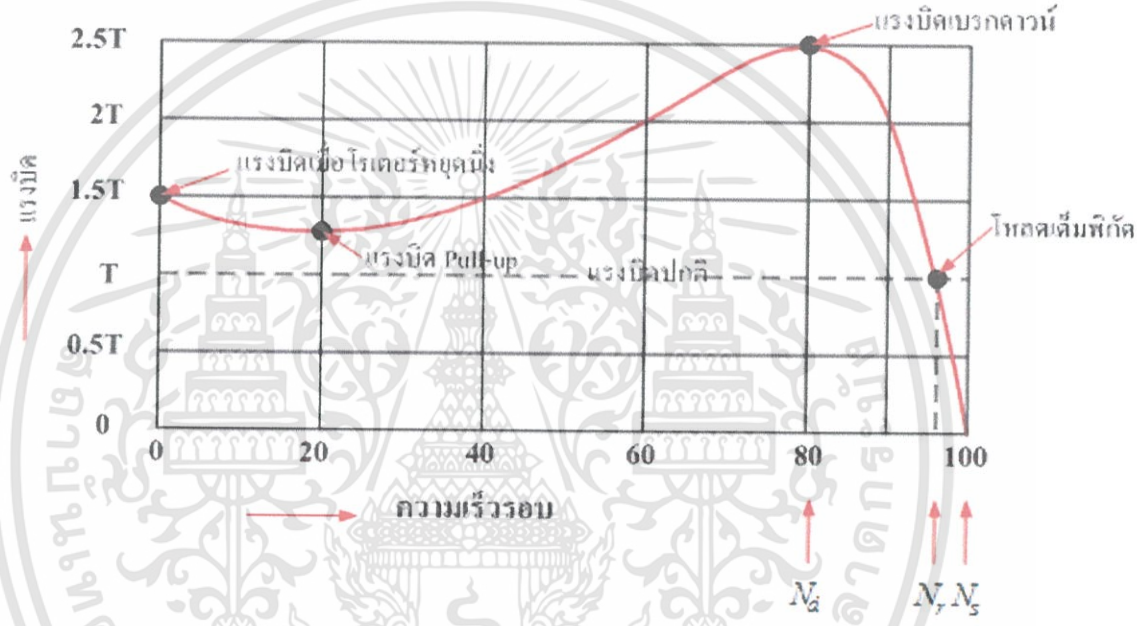


รูปที่ 2.34 ส่วนประกอบของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 คุณลักษณะและการนำไปใช้งาน

ดังรูปที่ 2.49 เมื่อทำการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบ และแรงบิดของมอเตอร์เหนี่ยวนำแบบ 3 เฟส ที่มีโรเตอร์แบบกรงกระรอกในสภาวะที่ขับโหลดเต็มพิกัด ดังแสดงในรูปที่ 2.35 จะพบว่าแรงบิดในสภาวะปกติที่โหลดเต็มพิกัดคือ T และแรงบิดในสภาวะที่โรเตอร์หยุดนิ่งเท่ากับ 1.5 เท่าของแรงบิดเต็มพิกัด สำหรับแรงบิดเบรกดาวน์จะมีค่าประมาณ 2.5 เท่าของแรงบิดเต็มพิกัด



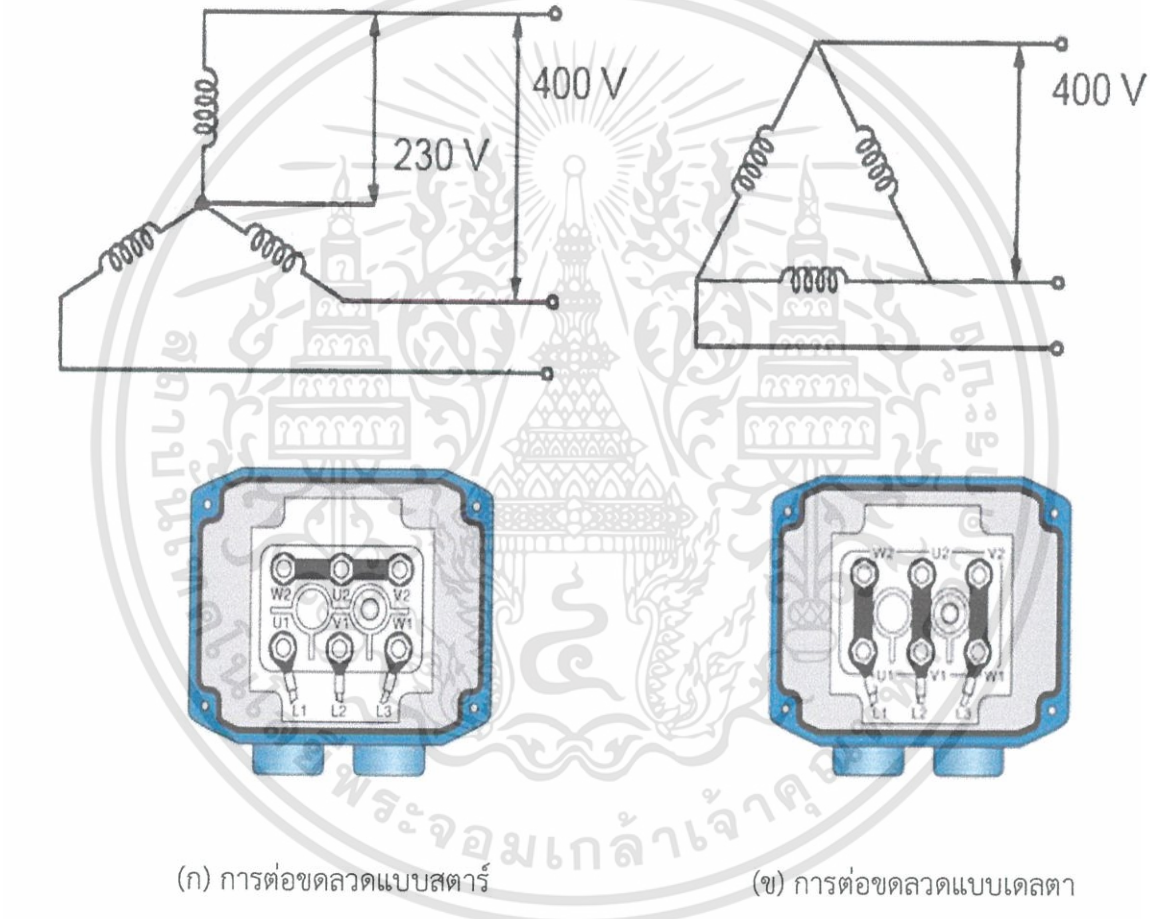
รูปที่ 2.35 คุณลักษณะของมอเตอร์ 3 เฟส [2]

ที่โหลดเต็มพิกัดความเร็วรอบของมอเตอร์จะเท่ากับ N_r แต่ถ้าแรงบิดของโหลดเพิ่มขึ้นความเร็วจะลดลง จนกระทั่งมอเตอร์สร้างแรงบิดได้เท่ากับแรงบิดของ Load ในสภาวะดังกล่าวมอเตอร์ยังคงหมุนไปได้ แต่เมื่อใดก็ตามที่แรงบิดของ Load เกินกว่า 2.5 เท่าของแรงบิดเต็มพิกัด ซึ่งเรียกว่าแรงบิดเบรกดาวน์ จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุนอย่างรวดเร็ว เพราะว่ามอเตอร์ไม่สามารถสร้างแรงบิดขึ้นมาเท่ากับแรงบิดของ Load ได้ สำหรับมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสที่มีขนาดเล็กกว่า 10 kW ความเร็วที่แรงบิดเบรกดาวน์จะมีค่าประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ ของความเร็วซิงโครนัส แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดใหญ่ที่มีพิกัดมากกว่า 1000 kW ความเร็วที่แรงบิดเบรกดาวน์จะมีค่าประมาณ 98 เปอร์เซ็นต์ ของความเร็วซิงโครนัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 การต่อใช้งานมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

โดยที่สเตเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟสมีขดลวดพันอยู่ 3 ชุดคือ เฟส A, B และ C สามารถนำมาต่อใช้งานได้ 2 แบบคือ การต่อใช้งานแบบสตาร์และแบบเดลตา การจะต่อมอเตอร์ให้ใช้งานแบบใดจะต้องพิจารณาให้สอดคล้องกับแรงดันไฟฟ้าที่แผ่นป้ายของมอเตอร์และระบบไฟฟ้าของประเทศนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 2.36

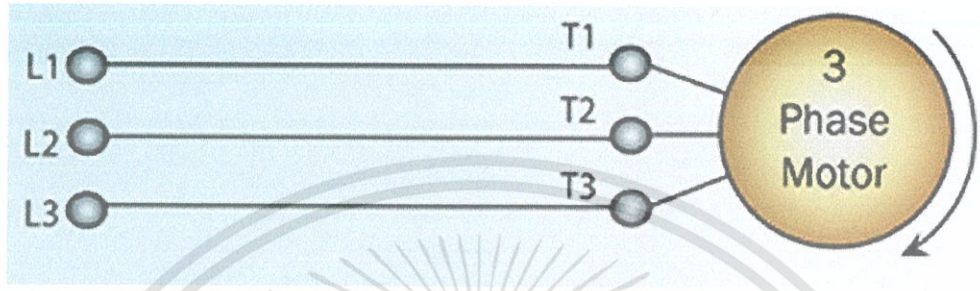


(ก) การต่อขดลวดแบบสตาร์ (ข) การต่อขดลวดแบบเดลตา

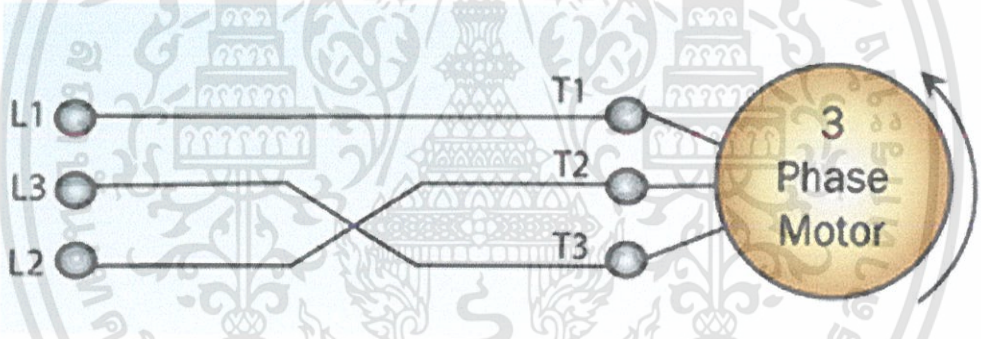
รูปที่ 2.36 การต่อมอเตอร์ใช้งานแบบสตาร์ และเดลตา [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกลับทางหมุนมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส โรเตอร์แบบกรงกระรอกและโรเตอร์แบบพันขดลวด มีวิธีการกลับทางหมุนที่เหมือนกันคือ สลับสายจ่ายไฟเข้ามอเตอร์คู่ใดคู่หนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 2.37 เป็นการสลับสายจ่ายไฟเข้ามอเตอร์ขั้ว L2 กับ L3



(ก) การต่อใช้งานหมุนตามเข็มนาฬิกา



(ข) การต่อใช้งานหมุนทวนเข็มนาฬิกา

รูปที่ 2.37 การกลับทางหมุนมอเตอร์ 3 เฟส [2]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 การควบคุมความเร็วรอบมอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส

เมื่อพิจารณาจากสมการของความเร็วสนามแม่เหล็กหมุนจะได้ดังสมการที่ (2.2)

$$N_S = \frac{120\ f}{P} \text{ (Rpm)} \tag{2.2}$$

จะเห็นได้ว่ามีตัวแปรอยู่ 2 ตัว ที่ทำให้ความเร็วรอบของสนามแม่เหล็กหมุน หรือความเร็วซิงโครนัสเปลี่ยนแปลงได้คือ จำนวนขั้วแม่เหล็ก (P) และความถี่ (f) ของแหล่งจ่ายที่ป้อนให้กับมอเตอร์

สำหรับจำนวนขั้วแม่เหล็กจะเป็นปฏิภาคผกผันกับความเร็วซิงโครนัสคือ เมื่อจำนวนขั้วแม่เหล็กมากความเร็วซิงโครนัสจะน้อย แต่เมื่อจำนวนขั้วแม่เหล็กน้อยความเร็วซิงโครนัสจะมาก การปรับความเร็วรอบด้วยวิธีนี้มี 2 แบบคือ แบบคอนซีเควนโพล และแบบใช้ขดลวดหลายชุด การเปลี่ยนแปลงจำนวนขั้วแม่เหล็ก ความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ได้จะมีการเปลี่ยนแปลงเป็นขั้นๆ ไม่เรียบสม่ำเสมอ

ส่วนความถี่จะเป็นปฏิภาคโดยตรงกับความเร็วซิงโครนัส เมื่อความถี่มากความเร็วซิงโครนัสจะมากตาม ในทางตรงกันข้ามถ้าความถี่ลดลงความเร็วซิงโครนัสจะลดลงด้วย การปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ด้วยวิธีนี้ โดยการใช้อินเวอร์เตอร์ในการเริ่มเดินมอเตอร์ สามารถปรับความถี่หรืออัตราส่วน V/f ได้ตามต้องการ ความเร็วของมอเตอร์จะเปลี่ยนแปลงอย่างสม่ำเสมอ และเพิ่ม-ลดแรงบิดได้อีกด้วย ซึ่งอินเวอร์เตอร์ที่นิยมใช้งานในปัจจุบันจะเป็นแบบ PWM (Pulse Width Modulation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

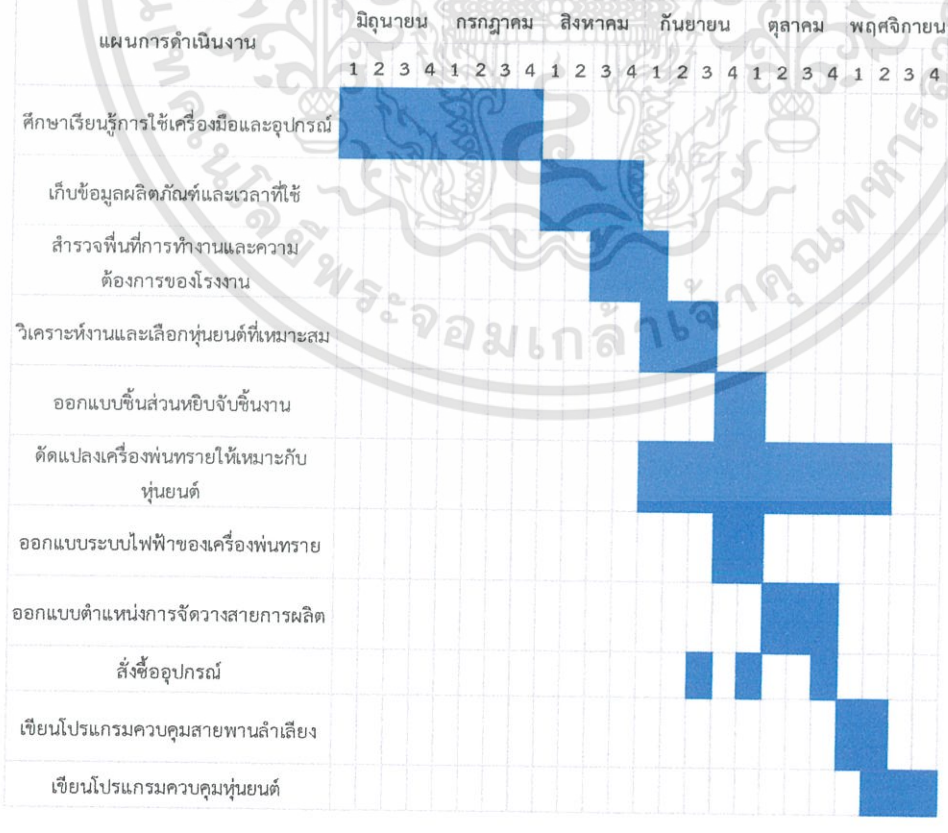
บทที่ 3
วิธีการดำเนินการวิจัย

การดำเนินโครงงานการนำชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นทราย (Loading and Unloading for Sand Blast Machine) เริ่มดำเนินทำโครงงานตั้งแต่ การออกแบบอุปกรณ์จับชิ้นงาน การเลือกใช้และควบคุมหุ่นยนต์ การออกแบบวงจรไฟฟ้าของเครื่องพ่นทราย รวมถึงการออกแบบและประกอบสายพานลำเลียงและเขียนโปรแกรมลำดับการทำงานของสายพานลำเลียง หลังจากเขียนโปรแกรมสั่งงานหุ่นยนต์และสายพานลำเลียงแล้วจะเริ่มทำการทดสอบเพื่อเตรียมการนำไปติดตั้งในสายการผลิต

3.1 วางแผนการดำเนินงาน

การจัดทำโครงงานจะต้องมีการวางแผนงานเป็นขั้นตอน และจัดลำดับช่วงเวลาของงานแต่ละส่วน เพื่อให้สามารถดำเนินงานได้เป็นระบบ โดยแผนงานที่ได้วางแผนไว้เป็นช่วงเวลาที่ดำเนินโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด คือช่วงเวลาระหว่างวันที่ 2 มิถุนายน 2561 ถึงวันที่ 23 พฤศจิกายน 2561 แสดงแผนการดำเนินงานดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 Loading and Unloading for Sand Blast Machine Timeline



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 3.1 จะเห็นว่าช่วงเวลาที่เริ่มการทำโครงงานการนำชิ้นงานเข้า และนำชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นทราย (Loading And Unloading For Sand Blast Machine) นั้นเริ่มในช่วงเดือนสิงหาคม เนื่องจากในช่วงของเดือนมิถุนายนถึงเดือนกรกฎาคมเป็นช่วงที่เข้ารับการฝึกอบรมกับทางบริษัท เกี่ยวกับความปลอดภัย เรียนรู้การใช้เครื่องมือช่างทั้งทางกลและทางไฟฟ้า ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่จำเป็นต้องใช้งานในโรงงานอุตสาหกรรม และช่วยเหลือพี่ในแผนกในการประกอบและซ่อมแซมเครื่องจักร

3.2 การศึกษาการทำงานในสายการผลิต และพื้นที่ในการติดตั้ง

ลักษณะในการทำงานของกระบวนการพ่นทราย เป็นการทำงานโดยจะมีพนักงานจะยืนประจำจุดเริ่มต้นของสายพานลำเลียงเพื่อนำชิ้นงานมาวางบนสายพานลำเลียง และจะมีพนังงานประจำเครื่องพ่นทราย แต่ละเครื่องทำหน้าที่หยิบชิ้นงานจากสายพานลำเลียงไปวางบนตำแหน่งจับยึดที่อยู่บนโต๊ะหมุนของเครื่องพ่นทราย โดยโต๊ะหมุนจะทำหน้าที่หมุนนำชิ้นงานเข้าไปภายในตัวเครื่องเพื่อทำการพ่นทรายเปิดผิวของชิ้นงาน และจะหมุนนำชิ้นงานที่พ่นทรายเสร็จแล้วออกมาหน้าเครื่องแล้วคนงานประจำเครื่องจะหยิบชิ้นงานจากโต๊ะหมุนไปวางบนสายพานลำเลียง เพื่อเคลื่อนย้ายชิ้นงานไปกระบวนการถัดไป ซึ่งชิ้นงานส่วนใหญ่ในโรงงานต้องผ่านกระบวนการพ่นทรายเพื่อเปิดผิวพ่นสีหรือทำให้ผิวมันวาว ทำให้ในแต่ละวันมีชิ้นงานจำนวนมากเข้าสู่กระบวนการพ่นทราย ทำให้พนักงานประจำเครื่องเกิดความล้าในการหยิบชิ้นงานแล้วปรับความเร็วในการพ่นให้ช้าลง ทำให้ต้องใช้เวลามากขึ้นในกระบวนการพ่นทราย ส่งผลให้ผลิตสินค้าไม่ทันตามกำหนดหรือใช้เวลามากกว่าที่ควรจะเป็น การวิจัยนี้จึงได้มีการออกแบบการหยิบจับชิ้นชิ้นงานเข้าและออกจากเครื่องพ่นทราย เพื่อทำให้ความเร็วในการผลิตมีค่าคงที่ สามารถวางแผนการผลิตล่วงหน้าได้ง่ายขึ้น และสามารถผลิตสินค้าได้ตรงเวลา

นอกจากการศึกษาการทำงานในสายการผลิตเพื่อทราบปัญหาที่พบแล้ว ยังต้องมีการศึกษาสภาพพื้นที่ และวัดขนาดพื้นที่ที่ใช้ในการวางตำแหน่งกระบวนการพ่นทรายเดิม เพื่อออกแบบพื้นที่ในการติดตั้งใหม่ให้อยู่ภายในขอบเขตพื้นที่กำหนด และสามารถนำรถยกเข้าไปภายในได้ เพื่อให้ง่ายต่อการซ่อมแซมเครื่องพ่นทรายที่มีขนาดใหญ่ รวมถึงออกแบบขั้นตอนการทำงานของระบบให้เหมาะสมและคุ้มค่ากับการใช้งาน

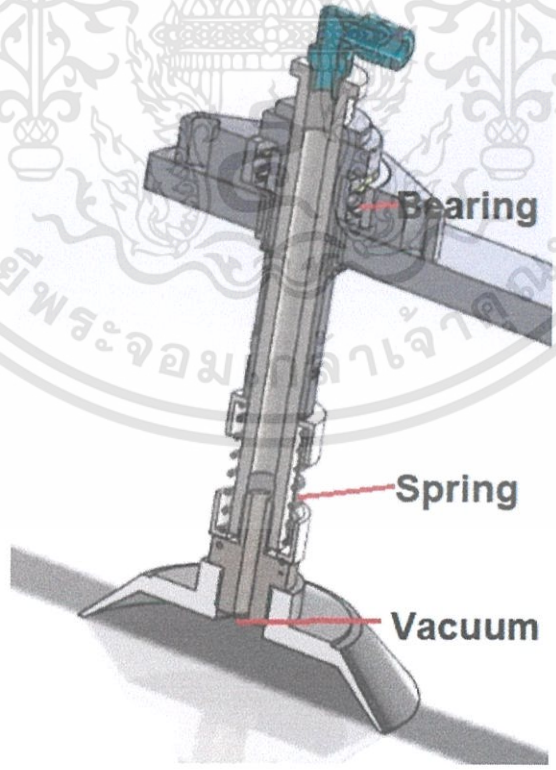
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบโครงสร้างและชิ้นส่วนทางกล

ในการออกแบบการนำชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นทราย (Loading and Unloading For Sand Blast Machine) โดยการเลื่อนตำแหน่งของโต๊ะหมุนของเครื่องพ่นทรายจะเคลื่อนที่ครั้งละสองตำแหน่ง จึงออกแบบแขนจับเป็นแบบคู่ จับชิ้นงานครั้งละสองชิ้น เพื่อลดเวลาที่ใช้ในการเคลื่อนย้ายชิ้นงาน และติดไว้ที่ปลายแขนของหุ่นยนต์ เพื่อใช้หุ่นยนต์เคลื่อนที่ไปตำแหน่งที่ต้องการ โดยแบ่งการออกแบบเป็นสองส่วนคือ ส่วนแขนจับซึ่งทำหน้าที่จับชิ้นงานและส่วนแขนกลหุ่นยนต์ซึ่งทำหน้าที่เคลื่อนตำแหน่งไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

3.3.1 แขนจับชิ้นงาน

ชิ้นงานที่เข้าสู่กระบวนการพ่นทรายมีหลายขนาดทั้งความกว้างและความสูง จึงเลือกใช้การจับโดยใช้ลมดูด (Vacuum) ดูดชิ้นงานจากตำแหน่งกึ่งกลาภายในงชิ้นงาน ซึ่งเป็นการดูดจากก้นชิ้นงานจึงทำให้ไม่มีปัญหาเรื่องความสูงและความกว้างของชิ้นงานที่ต่างกัน และต้องออกแบบแขนจับให้เหมาะสมกับการใช้งานโดยหุ่นยนต์และเครื่องพ่นทราย รายละเอียดของแขนจับชิ้นงานจะแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังรูปที่ 3.1 โดยมีชิ้นส่วนต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 3.1 แบบอุปกรณ์จับชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ส่วนดูดจับชิ้นงาน ประกอบด้วยท่อลมซึ่งเป็นทางผ่านของลมดูดจากเครื่องปั๊มลม และมีถ้วยยาง (Suction Cup) ซึ่งต้องเลือกใช้ถ้วยยางที่มีคุณสมบัติทนความร้อนและทนการขีดข่วนได้ดี ทำหน้าที่เป็นตัวครอบท่อลมเพื่อช่วยสร้างสุญญากาศทำให้สามารถดูดชิ้นงานขึ้นไปได้

2. ส่วนสปริง เนื่องจากจะใช้หุ่นยนต์ในการเคลื่อนที่ ก่อนดูดชิ้นงานจะมีการเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง หุ่นยนต์จะเคลื่อนที่กดท่อลมลงมาดูดชิ้นงาน ซึ่งบางครั้งอาจจะทำให้หุ่นยนต์หยุดทำงานเนื่องจากแรงต้านที่มากเกินไป จึงต้องใส่สปริงช่วยในการรับแรงกระแทก และสามารถยืดหยุ่นได้

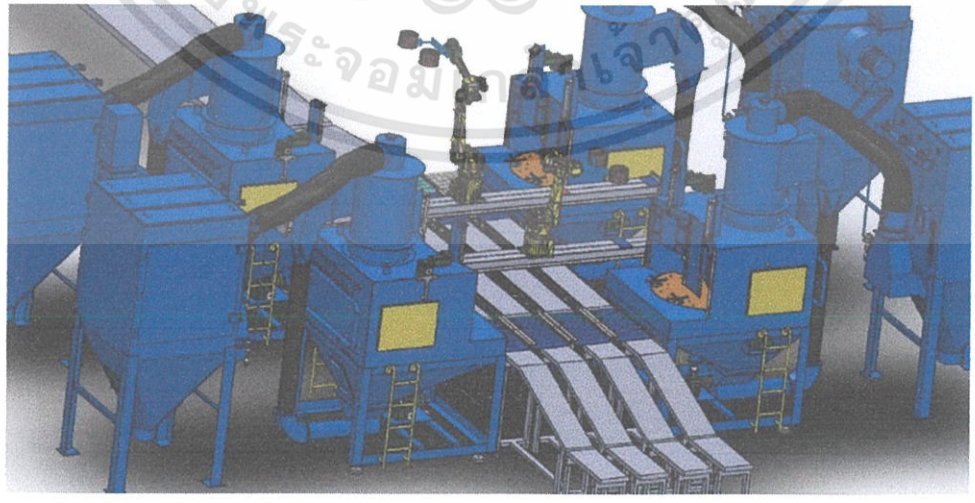
3. ส่วนลูกปืน เนื่องจากฐานวางชิ้นงาน (Jig) ซึ่งขณะออกจากเครื่องพ่นทรายจะมีการหมุนเนื่องจากการทำงานภายในของเครื่องพ่นทราย ทำให้ชิ้นงานที่วางอยู่บนฐานหมุนตามไปด้วย จึงออกแบบแขนจับให้มีตลับลูกปืนทำให้ขณะดูดแขนจับสามารถหมุนตามได้ เพื่อป้องการการฉีกขาดของถ้วยยาง

3.3.2 หุ่นยนต์

ภายในบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด มีหลายแผนก ซึ่งมีการใช้กระบวนการพ่นทรายในสอง แผนก คือ HA Division และ SS Division ซึ่งใช้เครื่องพ่นทรายรุ่นเดียวกันแต่มีพื้นที่ในการทำงานไม่เท่ากัน จึงควรเลือกใช้หุ่นยนต์ให้เหมาะสมกับพื้นที่การใช้งานของแต่ละแผนก

3.3.2.1 HA Division

กระบวนการพ่นทรายในแผนก HA Division มีเครื่องพ่นทราย 4 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องต้องสามารถใช้ชิ้นงานคนละขนาดกันได้ จึงจำเป็นต้องใช้สายพานลำเลียง 4 แถว เพื่อแยกแต่ละขนาดของชิ้นงาน ตำแหน่งที่จะติดตั้งหุ่นยนต์จะอยู่เหนือสายพานดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ตำแหน่งการวางหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งสายพานลำเลียงแต่ละแถวมีความกว้างรวมสายพานและฐาน 550 มิลลิเมตร และตำแหน่งเครื่องอยู่ห่างจากสายพาน 300 มิลลิเมตร ทำให้ต้องใช้หุ่นยนต์ที่มีระยะยืดได้ไกลอย่างน้อย 1400 มิลลิเมตร สามารถรองรับน้ำหนักของแขนจับและน้ำหนักชิ้นงานได้ซึ่งมีน้ำหนักรวมกันมากสุดประมาณ 8 กิโลกรัม และสามารถกันฝุ่นหรือของแข็งได้ในระดับ 6 โดยได้เลือกใช้หุ่นยนต์ยี่ห้อ FANUC รุ่น M-16iB/10L ซึ่งมีรายละเอียดของหุ่นยนต์ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์ Fanuc รุ่น M-16iB/10L

[**ที่มา :** https://www.robots.com/robots/fanuc-m-16ib-10l]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2.2 SS Division

กระบวนการพ่นทรายในแผนก HA Division มีเครื่องพ่นทราย 5 เครื่อง ซึ่งแต่ละครั้งจะใช้ชิ้นงานต่างกันมากสุดไม่เกิน 2 ชนิด จึงไม่จำเป็นต้องใช้สายพานลำเลียงแยกเฉพาะของเครื่องพ่นทรายแต่ละเครื่อง โดยจะใช้สายพานลำเลียง 1 แถวต่อเครื่องพ่นทราย 2 เครื่อง ตำแหน่งที่จะติดตั้งจะอยู่ด้านหน้าสายพานลำเลียง ซึ่งสายพานลำเลียงแต่ละแถวมีความกว้างรวมสายพานและฐาน 550 มิลลิเมตร และตำแหน่งเครื่องอยู่ห่างจากสายพาน 300 มิลลิเมตร ทำให้ต้องใช้หุ่นยนต์ที่มีระยะยืดได้ไกลอย่างน้อย 850 มิลลิเมตร สามารถรองรับน้ำหนักของแขนจับและน้ำหนักชิ้นงานได้ซึ่งมีน้ำหนักรวมกันมากสุดประมาณ 8 กิโลกรัม และสามารถกันฝุ่นหรือของแข็งได้ในระดับ 6 โดยได้เลือกใช้หุ่นยนต์ยี่ห้อ UNIVERSAL ROBOT รุ่น CB3 UR10 ซึ่งมีรายละเอียดจำเพาะของหุ่นยนต์ดังรูปที่ 3.4

Specification	
Payload	10 kg /22 lbs
Reach	1300 mm / 51.2 in
Degrees of freedom	6 rotating joints
Programming	Polyscope graphical user interface on 12 inch touchscreen with mounting

รูปที่ 3.4 ข้อมูลจำเพาะของหุ่นยนต์ UR รุ่น CB3 UR10

[**ที่มา :** https://www.universal-robots.com/products/ur10-robot/]

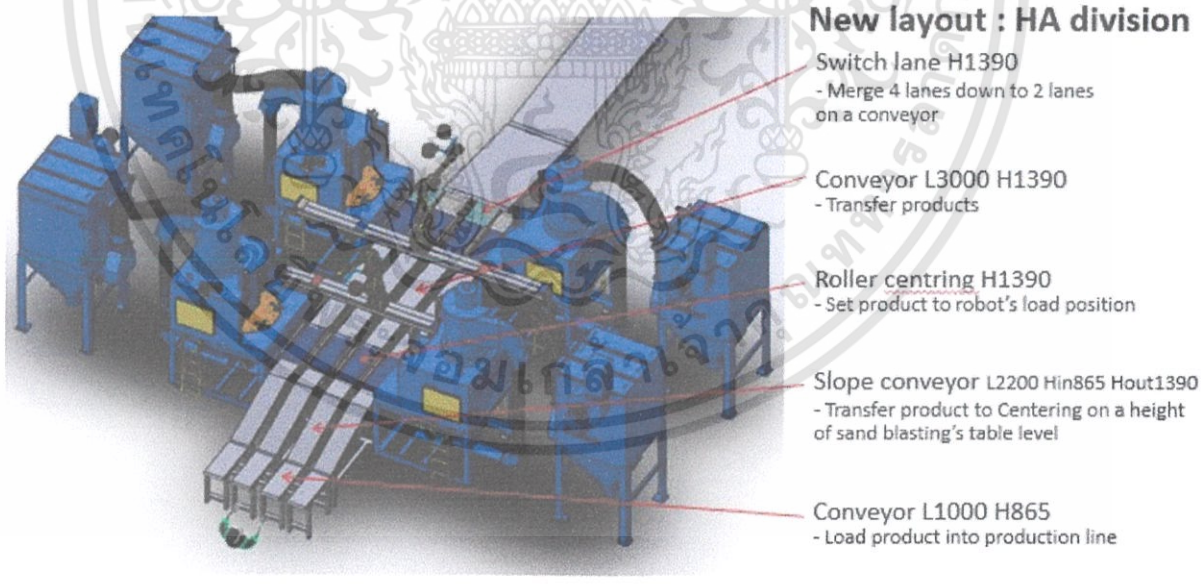
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 สายพานลำเลียง

สายพานลำเลียงแบบเดิมออกแบบไว้สำหรับให้คนใช้งาน มีลักษณะเป็นสายพานลำเลียงสายเดียวขนาดใหญ่วางอยู่กลางสายการผลิต โดยมีเครื่องพ่นทรายอยู่ด้านข้าง คนงานประจำเครื่องพ่นทรายจะใช้สายตาในการดูและเลือกชิ้นงานที่ตัวเองรับผิดชอบเพื่อหยิบเข้าเครื่องพ่นทราย แต่เนื่องจากมีการนำหุ่นยนต์เข้ามาใช้ซึ่งเป็นการเขียนโปรแกรมในรูปแบบจดจำตำแหน่ง ซึ่งหุ่นยนต์ไม่สามารถแยกแยะชิ้นงานแต่ละขนาดได้ จึงต้องมีการออกแบบสายพานลำเลียงใหม่เพื่อให้เหมาะสมกับการทำงานของหุ่นยนต์ โดยภายในบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด มีหลายแผนก ซึ่งมีการใช้กระบวนการพ่นทรายใน 2 แผนก คือ HA Division และ SS Division ซึ่งมีพื้นที่ในการทำงานและจำนวนชิ้นงานที่ต่างกัน จึงควรออกแบบสายพานลำเลียงของแต่ละแผนกให้เหมาะสมกับการใช้งาน

3.3.3.1 HA Division

กระบวนการพ่นทรายในแผนก HA Division มีเครื่องพ่นทราย 4 เครื่อง ซึ่งแต่ละเครื่องต้องสามารถใช้ชิ้นงานคนละขนาดกันได้ จึงจำเป็นต้องใช้สายพานลำเลียง 4 แถว ซึ่งชิ้นงานขนาดใหญ่สุดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 350 มิลลิเมตร จึงออกแบบสายพานลำเลียงให้มีความกว้างสายพาน 450 มิลลิเมตร และมีความสูงและลักษณะสายพานดังรูปที่ 3.5



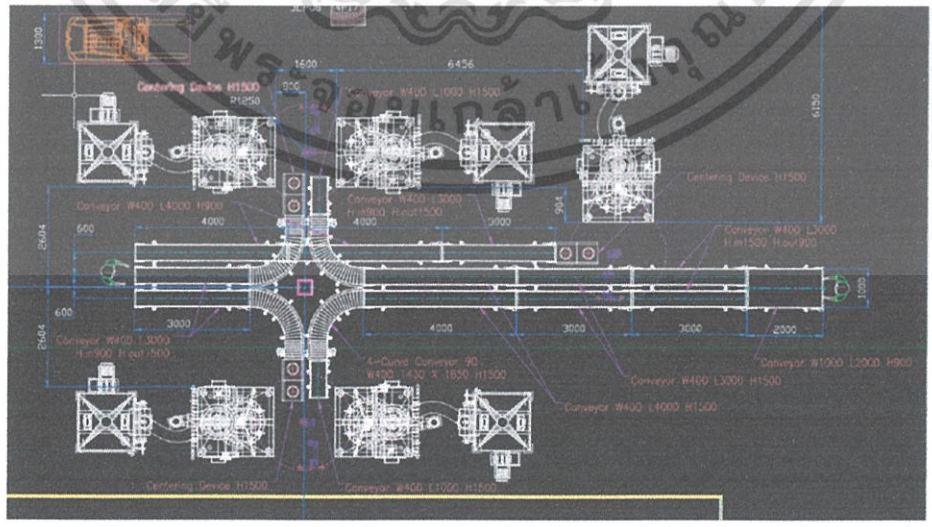
รูปที่ 3.5 รายละเอียดของสายพานลำเลียงที่ HA Division

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยสายพานลำเลียงชุดแรกทำหน้าที่รับชิ้นงานจากคนงานจึงมีการออกแบบสายพานลำเลียงให้มีความสูง 865 มิลลิเมตร เพื่อให้เหมาะสมกับหลักสรีระในการทำงานของผู้ใช้งาน เนื่องจากโต๊ะหมุนของเครื่องพ่นทรายมีความสูง 1,390 มิลลิเมตร จึงออกแบบสายพานลำเลียงชุดถัดมาเป็นแบบทางลาด (Slope Conveyor) ทำหน้าที่ลำเลียงชิ้นงานจากสายพานชุดแรกที่ความสูง 865 ใลลิเมตรขึ้นสู่ระดับความสูงเครื่องพ่นทราย 1,390 มิลลิเมตร สายพานลำเลียงชุดถัดไปเป็นตำแหน่งที่หุ่นยนต์มาจับชิ้นงาน จึงใช้สายพานลำเลียงแบบลูกกลิ้งจับตำแหน่ง (Roller Centering) ทำหน้าที่จัดวางตำแหน่งของชิ้นงานให้อยู่ในตำแหน่งที่หุ่นยนต์สามารถเคลื่อนที่มาจับชิ้นงานไปวางบนเครื่องพ่นทรายและมีความสูงเท่ากับระดับความสูงเครื่องพ่นทราย 1,390 มิลลิเมตร สายพานลำเลียงชุดถัดมาทำหน้าที่ลำเลียงชิ้นงานที่หุ่นยนต์จับออกจากเครื่องพ่นทรายมีระดับความสูง 1,390 มิลลิเมตร สายพานลำเลียงชุดสุดท้ายทำหน้าที่รวมสายพานลำเลียงสองแถวเป็นแถวเดียวกันเพื่อลำเลียงสู่กระบวนการผลิตถัดไปออกแบบเป็นสายพานลำเลียงสลับตำแหน่ง (Switch Lane)

3.3.3.2 SS Division

กระบวนการพ่นทรายใน SS Division มีเครื่องพ่นทราย 5 เครื่อง ซึ่งพ่นทรายชิ้นงานแตกต่างกันครั้งละ 2 ขนาด จึงออกแบบสายพานลำเลียงเป็นสามสาย โดยชิ้นงานที่มีจำนวนเยอะกว่าจะใช้สายพานลำเลียงสองสายซึ่งเข้าสู่เครื่องพ่นทรายสองเครื่องและหนึ่งเครื่อง และชิ้นงานที่มีจำนวนน้อยกว่าจะใช้สายพานลำเลียงที่เข้าสู่เครื่องพ่นทรายสองเครื่อง ชิ้นงานขนาดใหญ่สุดมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 350 มิลลิเมตร จึงออกแบบสายพานลำเลียงให้มีความกว้างสายพาน 450 มิลลิเมตร และมีความสูงและลักษณะสายพาน ดังรูปที่ 3.6



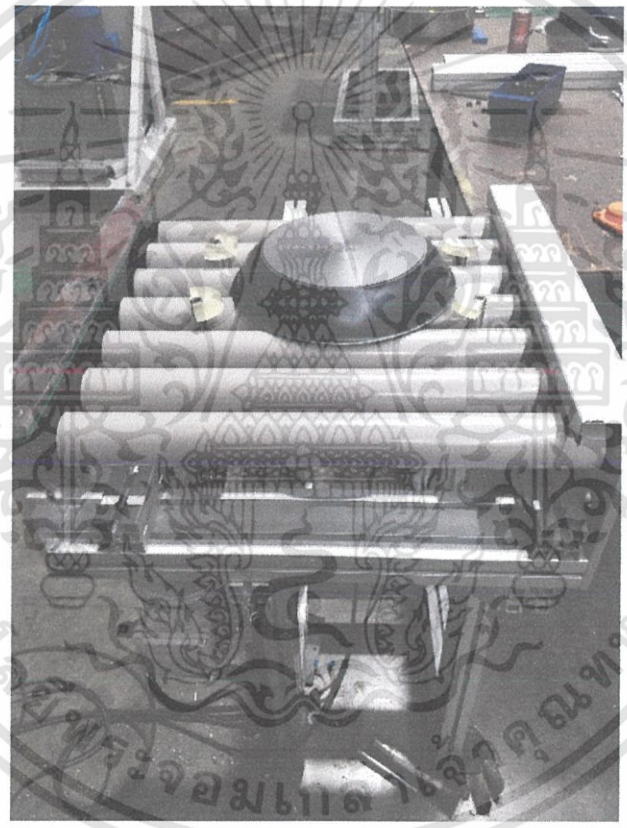
รูปที่ 3.6 รายละเอียดของสายพานลำเลียงที่ SS Division

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากบริเวณพื้นที่การทำงานมีเสาโรงงานซึ่งขวางทางสายพานลำเลียง จึงมีการเลือกใช้สายพานลำเลียงแบบโค้ง (Curve Conveyor) เข้ามาช่วยแก้ปัญหา และเว้นระยะห่างจากกำแพงเพื่อให้สามารถนำรถโฟล์คลิฟท์เข้าไปซ่อมบำรุงเครื่องพ่นทรายและสายพานลำเลียงได้

3.3.3.3 สายพานลำเลียงจัดตำแหน่ง (Roller Centering Conveyer)

เนื่องจากหุ่นยนต์ที่ใช้เป็นการเขียนโปรแกรมเคลื่อนที่แบบจดจำตำแหน่ง จึงต้องมีอุปกรณ์ที่ช่วยในการจัดตำแหน่งชิ้นงาน เพื่อให้หุ่นยนต์สามารถมาจับชิ้นงานได้ จึงได้ออกแบบเป็นสายพานลำเลียงจัดตำแหน่งดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 สายพานลำเลียงจัดตำแหน่งที่ประกอบเสร็จแล้ว

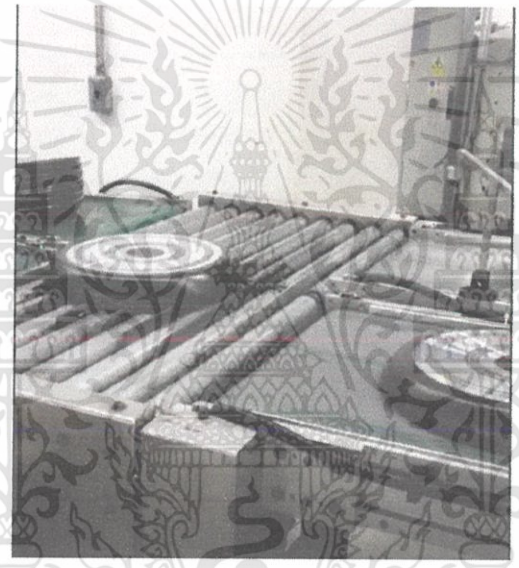
เนื่องจากหุ่นยนต์จับชิ้นงานครั้งละสองชิ้น จึงออกแบบให้นำสายพานลำเลียงจัดตำแหน่งสองอันมาต่อกันเพื่อให้สามารถจัดตำแหน่งชิ้นงานได้ครั้งละสองชิ้น โดยมีลำดับการทำงานคือ เมื่อชิ้นงานแรกเข้ามา สายพานลำเลียงจัดตำแหน่งตัวแรกจะปล่อยให้ชิ้นงานผ่านไปเพื่อให้สายพานลำเลียงจัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งตัวที่สองจัดตำแหน่งชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานที่สองเข้ามาสายพานลำเลียงจัดตำแหน่งตัวแรกจะจัดตำแหน่งชิ้นงาน เมื่อจัดตำแหน่งชิ้นงานครบทั้งสองเครื่องจะส่งสัญญาณให้หุ่นยนต์มาจับชิ้นงาน

3.3.3.4 สายพานลำเลียงสลับทาง (Switch Lane Conveyer)

เนื่องจากมีสายพานลำเลียงหลายสาย ซึ่งไม่เหมาะสมกับการใช้งานในระยะทางเยอะๆ เพราะจะสูญเสียต้นทุนในการผลิตสายพานลำเลียงและค่าไฟในการขับสายพาน จึงควรมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการรวมชิ้นงานจากสายพานลำเลียงแต่ละสายเข้าด้วยกัน โดยเลือกใช้เป็น Switch Lane หรือสายพานลำเลียงสลับสาย ดังรูปที่ 3.8 เพื่อใช้เคลื่อนย้ายชิ้นงานจากสายพานลำเลียงสองสายเข้าด้วยกัน



รูปที่ 3.8 สายพานลำเลียงสลับสาย (Switch Lane)

สายพานลำเลียงสลับทาง (Switch Lane Conveyer) มีลักษณะเป็นสายพานลำเลียงสองอันวางติดกัน โดยเป็นการเคลื่อนย้ายชิ้นงานโดยใช้ลูกกลิ้ง (Roller) ซึ่งลูกกลิ้งสองฝั่งจะแยกการควบคุมการหมุนออกจากกันเพื่อช่วยในการจัดลำดับขั้นตอนการทำงาน โดยเลือกใช้การเคลื่อนย้ายชิ้นงานด้วยลูกกลิ้งเพราะจะมีช่องว่างระหว่างลูกกลิ้งแต่ละอัน เพื่อใช้ติดตั้งอุปกรณ์ในการยกชิ้นงานขึ้นแล้วเคลื่อนย้ายสลับไปมาระหว่างแถวได้ เพื่อใช้เป็นตำแหน่งในการให้ชิ้นงานเปลี่ยนสายพานการผลิต ซึ่งจะมีเซนเซอร์ตรวจจับแสง (Photoelectric Sensor) ในการตรวจจับชิ้นงานที่ตำแหน่งต่าง ใช้มอเตอร์ 3 เฟส (3 Phase Motor) และโซ่เป็นระบบขับเคลื่อนและส่งกำลังให้ลูกกลิ้ง และใช้ระบบนิวแมติกส์เป็นระบบส่งกำลังให้อุปกรณ์ยกเพราะสามารถควบคุมความเร็วได้ง่าย รับน้ำหนักได้เยอะ และการทำงานไม่มีความซับซ้อนมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบโปรแกรม

3.4.1 เครื่องพ่นทราย

ใช้การเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย PLC ผู้ออกแบบเลือกใช้ Ladder Diagram เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบโปรแกรม นอกจากนี้ Ladder Diagram ยังเหมาะแก่การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่มีการทำงานเป็นลำดับขั้นอีกด้วย ซึ่งการออกแบบโปรแกรมนั้น จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน และความปลอดภัยของเครื่องจักรด้วย ใช้ควบคุมและจัดลำดับการทำงานของเครื่องพ่นทราย โดยมีสัญญาณเข้า (Input) ได้แก่ ปุ่มกดชนิดต่างๆ, Proximity Sensor, Reed Switch, Limit Switch และ Pressure Switch ดังรูปที่ 3.9

I/P	Description
X00	Emergency stop
X01	Auto/Manu. Mode
X02	LIM+, LIM- of stepping
X03	Auto start
X04	Auto stop
X05	Low pressure switch
X06	HI pressure switch
X07	Door01 slide up limit
X10	Door02 slide up limit
X11	Door slide down limit
X12	Sensor for sandblast
X13	Sensor for left door
X14	Sensor for right door
X15	Overload relay 1
X16	Overload relay 2
X17	Overload relay 3

รูปที่ 3.9 ตัวอย่างสัญญาณขาเข้าของเครื่องพ่นทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

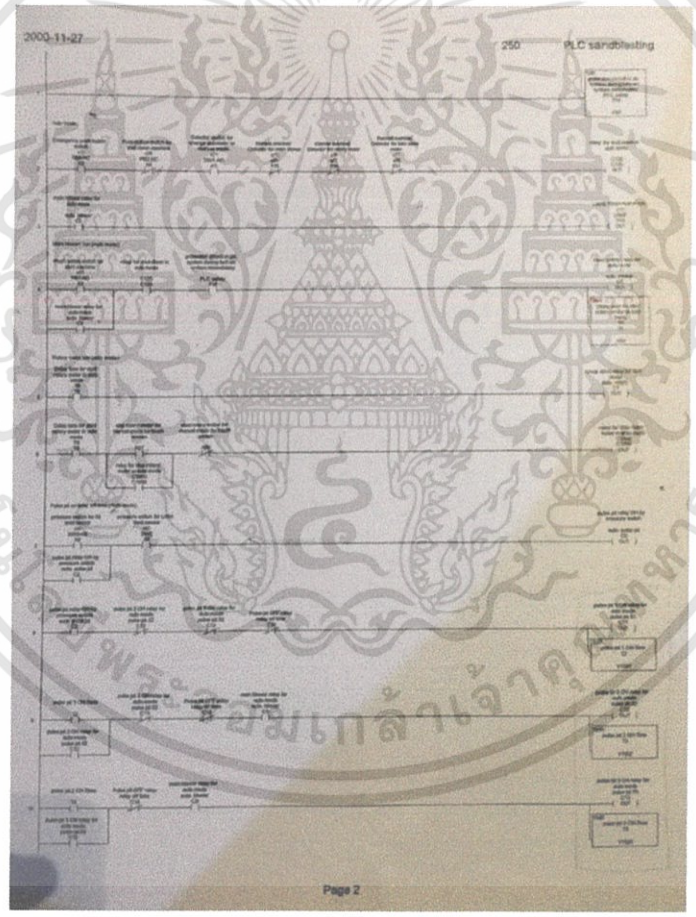
มีสัญญาณออก (Output) ได้แก่ หลอดไฟสถานะ, 3 phase Motor, Solenoid Valve, Inverter, Stepping Motor ดังรูปที่ 3.10

O/P	Description
Y00	K1 (Main blower)
Y01	K2 (Rotaey drive)
Y02	K3 (Fixture rotation)
Y03	K4 (Turn table motor)
Y04	I0.8 of SPC-200
Y05	Valve01 (Door)
Y10	Valve02 (Air curtain)
Y11	Air solenoid valve gun01
Y12	Air solenoid valve gun02
Y13	Air solenoid valve gun03
Y14	Air solenoid valve gun04
Y15	Air solenoid valve gun05
Y20	Air solenoid valve gun06
Y21	Air solenoid valve gun07
Y22	Air solenoid valve gun08
Y23	Air solenoid valve gun09
Y24	Air solenoid valve gun10
Y25	Air solenoid valve gun11
Y30	Air solenoid valve gun12
Y31	Pulse jet 1
Y32	Pulse jet 2
Y33	Pulse jet 3
Y34	Spray 1
Y35	Spray 2
Y40	Lamp Auto start
Y41	I0.0 of SPC-200
Y42	I0.1 of SPC-200
Y43	I0.2 of SPC-200
Y44	I0.3 of SPC-200
Y45	I0.4 of SPC-200
Y50	ON/OFF turn table at inverter
Y51	Control brake stepping motor
Y52	Spare
Y53	Spare
Y54	Spare
Y55	Spare

รูปที่ 3.10 ตัวอย่างสัญญาณขาออกของเครื่องพ่นทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีลำดับขั้นตอนการทำงานคือ เมื่อกดสวิตช์ให้เครื่องทำงาน จะสั่งให้ Reed Switch ที่ตำแหน่งกระบอกสูบของประตูเครื่องพ่นทรายตรวจสอบว่าประตูเปิดอยู่หรือไม่ ถ้าประตูเปิดอยู่จะสั่งให้โต๊ะ (Turn Table) หมุนเพื่อนำชิ้นงานเข้าไปในเครื่องพ่นทราย และที่แกนหมุนของโต๊ะจะมี Proximity Sensor เพื่อตรวจสอบตำแหน่งของโต๊ะหมุนและสั่งให้โต๊ะหมุนในตำแหน่งที่กำหนด เมื่อสั่งให้โต๊ะหยุดหมุนจะสั่งให้ประตูของเครื่องพ่นทรายปิด และสั่งให้มอเตอร์ขับสายพานเพื่อหมุนตัวจับชิ้นงานที่อยู่บนโต๊ะพร้อมกับสั่งให้ปืนทรายพ่นทรายออกมา โดยจะมีมอเตอร์คอยหมุนเพลาที่แขวนปืนทรายเพื่อให้ปืนทรายสามารถพ่นทรายได้อย่างทั่วถึง เมื่อพ่นทรายครบระยะเวลาที่ตั้งไว้ มอเตอร์ที่ขับสายพานและปืนทรายจะหยุดทำงาน ประตูของเครื่องพ่นทรายจะเปิดและโต๊ะหมุนจะหมุนเพื่อนำชิ้นงานออกมา แสดงตัวอย่าง Ladder Diagram ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ตัวอย่าง Ladder Diagram

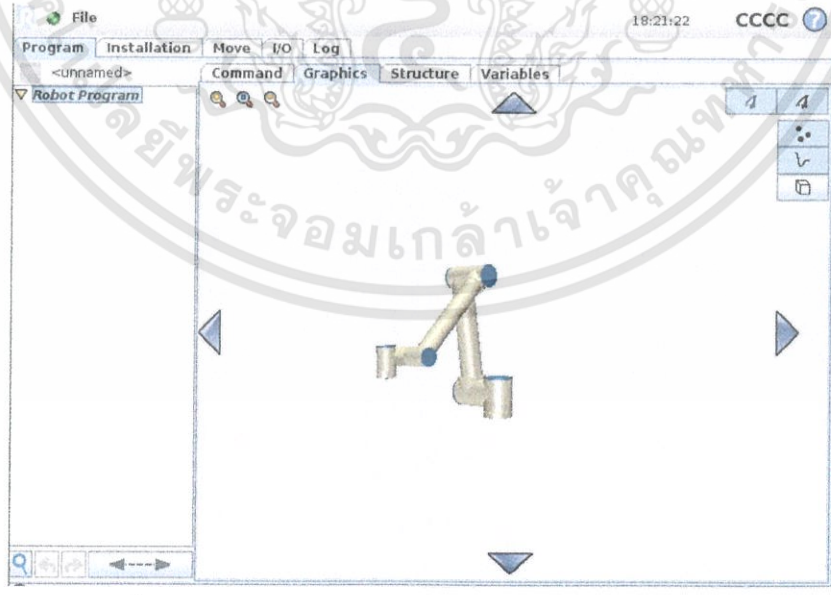
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 สายพานลำเลียง

ใช้การเขียนโปรแกรมควบคุมด้วย PLC ผู้ออกแบบเลือกใช้ Ladder Diagram เพื่อให้ง่ายต่อการออกแบบโปรแกรม นอกจากนี้ Ladder Diagram ยังเหมาะแก่การออกแบบโปรแกรมควบคุมที่มีการทำงานเป็นลำดับขั้นอีกด้วย ซึ่งการออกแบบโปรแกรมนั้น จะต้องคำนึงถึงความปลอดภัยของผู้ปฏิบัติงาน และความปลอดภัยของเครื่องจักรด้วย ใช้ควบคุมและจัดลำดับการทำงานของสายพานลำเลียง โดยมีสัญญาณเข้า (Input) ได้แก่ เซนเซอร์ตรวจจับแสง (Photoelectric Sensor) ทำหน้าที่ตรวจสอบตำแหน่งต่างๆ ของสายพานลำเลียงตามที่กำหนดเพื่อควบคุมการทำงานของสายพานลำเลียง และมีสัญญาณออก (Output) ได้แก่ มอเตอร์ 3 เฟส (3 Phase Motor) ซึ่งทำหน้าที่ขับสายพานลำเลียง และเซอร์โวมอเตอร์ (Servo Motor) ทำหน้าที่จัดวางตำแหน่งของชิ้นงานบนสายพานลำเลียงแบบลูกกลิ้งจับตำแหน่ง (Roller Centering)

3.4.3 หุ่นยนต์

หุ่นยนต์ที่ใช้ใน HA Division เป็นหุ่นยนต์ที่สั่งซื้อใหม่และใช้ระยะเวลาในการจัดส่งนาน ทำให้ไม่สามารถเขียนโปรแกรมภายในระยะเวลาการทำโครงงานได้ แต่หุ่นยนต์ที่ใช้ใน SS Division เป็นการนำหุ่นยนต์เก่าที่ไม่ใช้งานมาใช้ ทำให้สามารถเขียนโปรแกรมควบคุมหุ่นยนต์ได้ โดยเป็นการเขียนโปรแกรมบนหน้าจอสัมผัส (Touch Screen) ที่เชื่อมต่อกับหุ่นยนต์ โดยเขียนเป็น Ladder Diagram ควบคุมการทำงานของหุ่นยนต์เป็นลำดับขั้นตอน ตัวอย่างหน้าต่างโปรแกรมดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 หน้าต่างโปรแกรมของหุ่นยนต์ Universal Robot

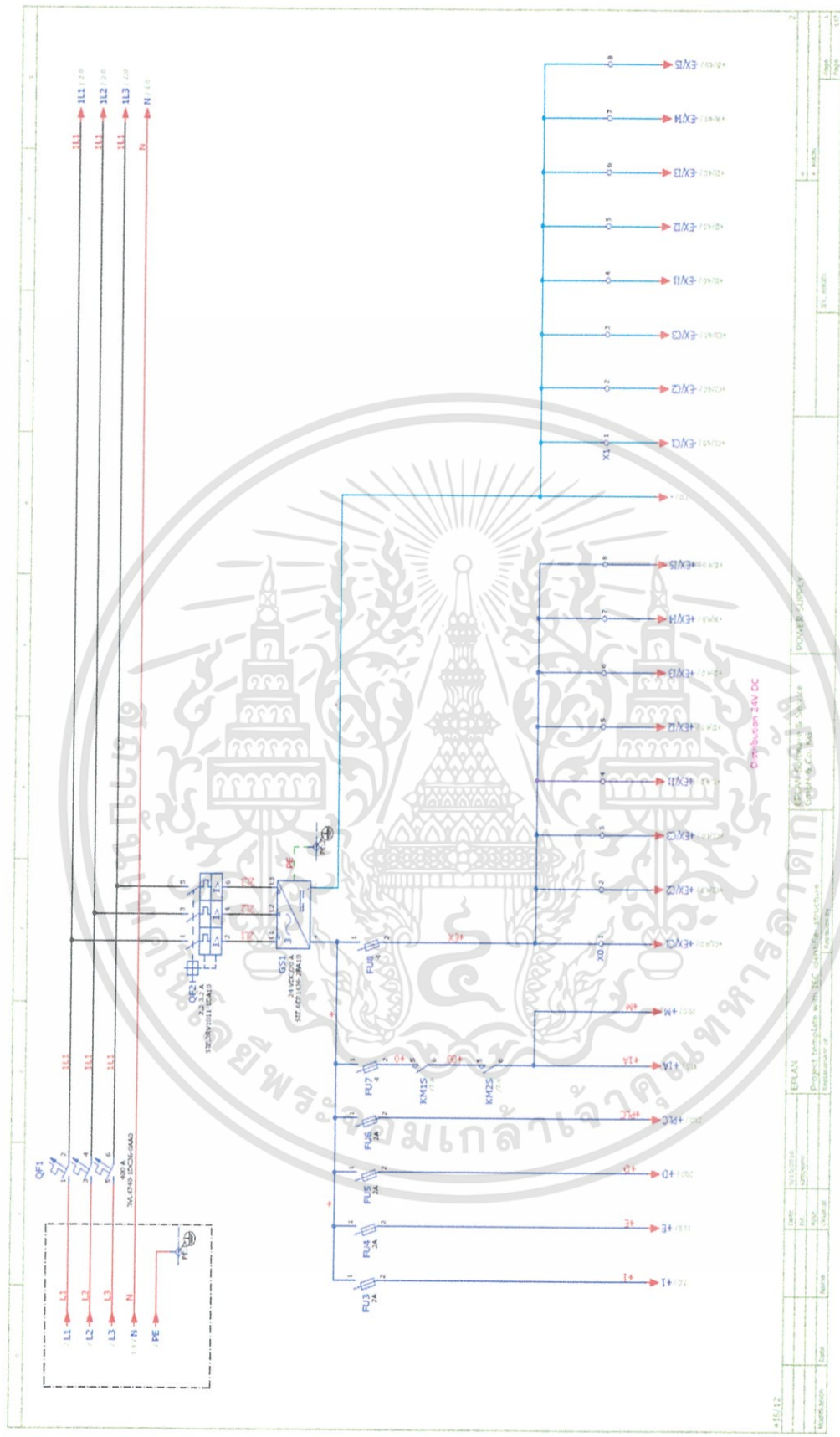
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบวงจรไฟฟ้า

3.5.1 เครื่องพ่นทราย

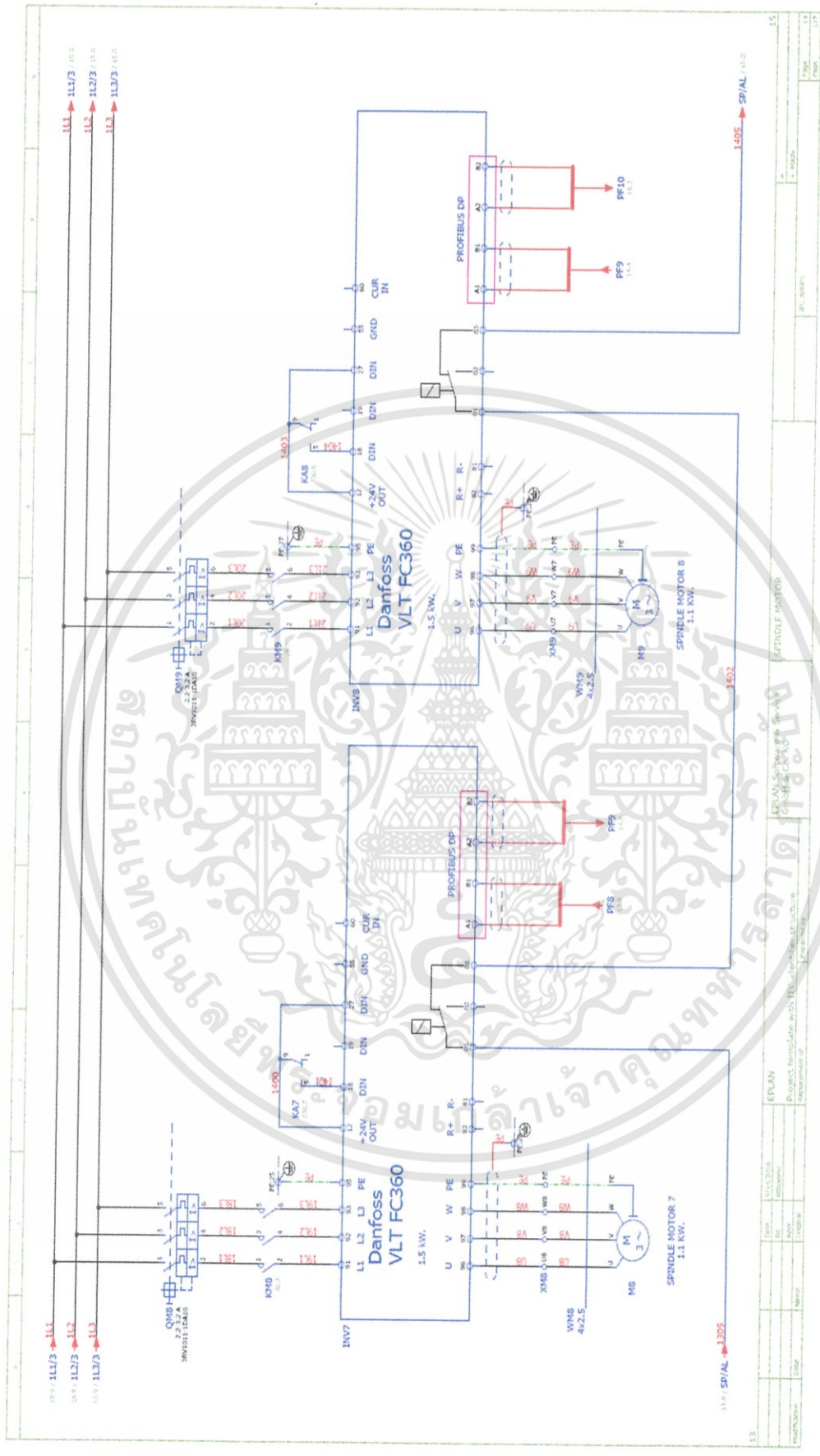
เนื่องจากเป็นการทำตู้ไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเป็นการอ้างอิงจากแบบแปลนไฟฟ้าของตู้ไฟฟ้าเดิมที่มีอยู่ ดังนั้นต้องทำการตรวจสอบว่าอุปกรณ์ที่มีอยู่นั้นยังมีการผลิตอยู่ในปัจจุบันหรือไม่ หรือมีอุปกรณ์รุ่นใหม่ที่ทำงานได้ดีกว่า หลังจากที่ตรวจสอบขั้นตอนต่อมาคือ การออกแบบไฟฟ้าและเขียนวงจรไฟฟ้าใหม่สำหรับการปรับปรุงและพัฒนาตู้ไฟฟ้าของเครื่องพ่นทราย เมื่อทราบโครงสร้างของเครื่องจักรและการทางานของเครื่องจักร จึงทาให้สามารถทราบได้ว่าต้องใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าใดบ้าง เพื่อที่จะสามารถสั่งงานเครื่องจักรให้มีการทางานตามที่ต้องการ จากนั้นจึงเขียนแบบวงจรไฟฟ้าตามหลักการออกแบบวงจร โดยในการออกแบบวงจรไฟฟ้าจะใช้ Software ชื่อ “Eplan” ในการเขียน โดยแสดงตัวอย่างวงจรไฟฟ้าที่ออกแบบดังรูปที่ 3.13 และแสดงตัวอย่างวงจรการต่ออินเวอร์เตอร์กับมอเตอร์ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 ตัวอย่างวงจรไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



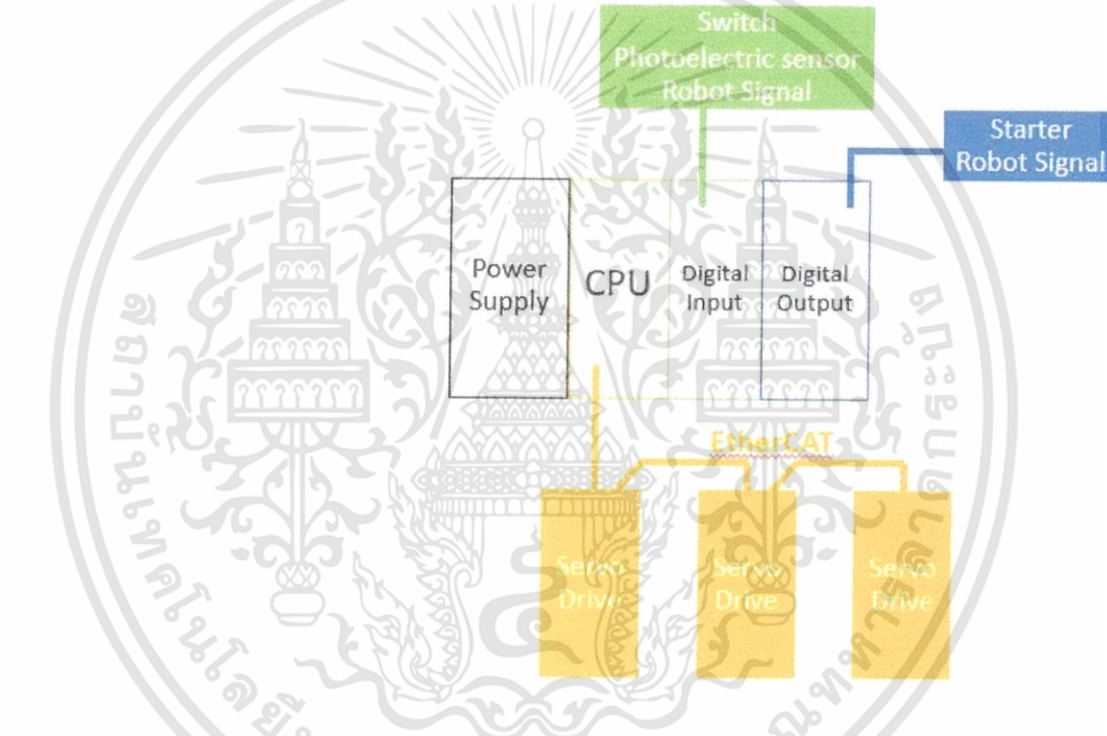
รูปที่ 3.14 ตัวอย่างการต่ออินเวอร์เตอร์กับมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 สายพานลำเลียง

ใช้การเชื่อมต่อและสั่งงานผ่านวงจร PLC สายพานลำเลียงแบบปกติ สายพานลำเลียงแบบทางลาด และ Switch Lane จะใช้มอเตอร์ 3 เฟสในการขับเคลื่อนโดยผ่านการทำงานของ Starter และ Centering จะใช้เซอร์โวมอเตอร์ในการขับเคลื่อนโดยเชื่อมต่อกับ PLC ทาง EtherCAT แสดงแผนผังการเชื่อมต่อกับ PLC ดังรูปที่ 3.15

	Conveyor 1m (4)	Slope 2.2m (4)	Centering (8)	Conveyor 3m (4)	Switch lane (2)	
Servo drive	-	-	8	-	-	8
Starter	4	4	8	4	4	24

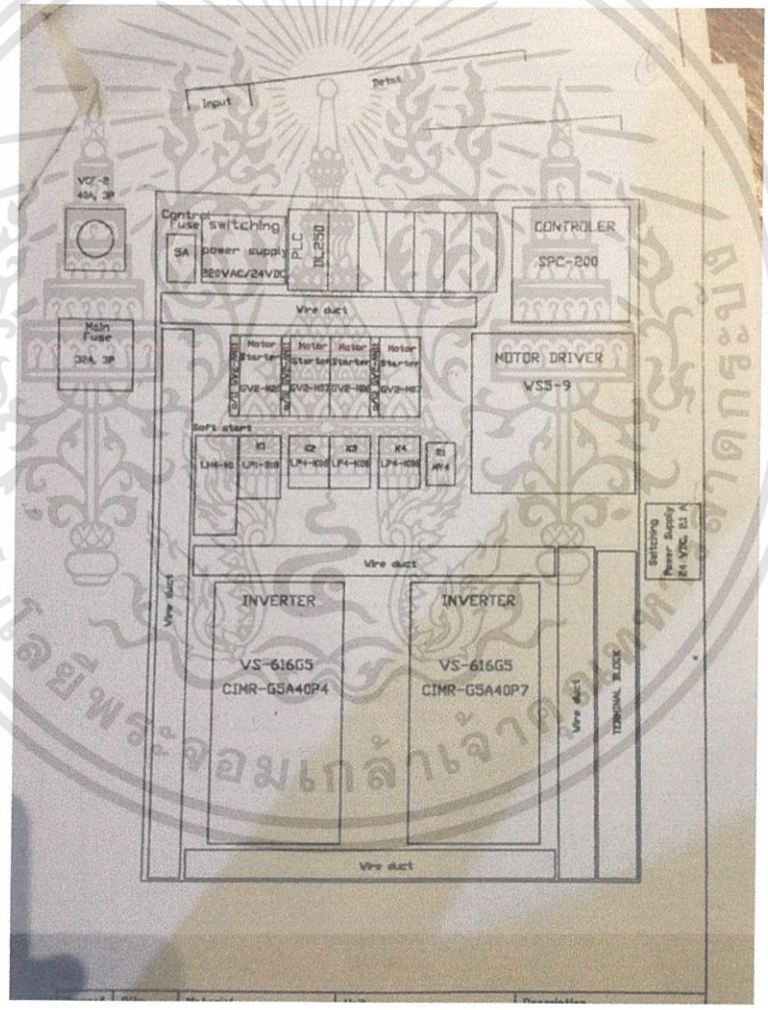


รูปที่ 3.15 แผนผังการเชื่อมต่อกับ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า

เมื่อแบบวงจรไฟฟ้าถูกตรวจสอบโดยบริษัทและอนุมัติจัดซื้ออุปกรณ์เรียบร้อย ขั้นตอนต่อไปคือการเขียนแบบ จัดวางตำแหน่งของอุปกรณ์ เพื่อเตรียมการนำอุปกรณ์มาติดตั้งและเดินสายเข้าอุปกรณ์ โดยอุปกรณ์จะต้องมีระยะห่างจากรางไฟ (Wire Duct) บนและล่างไม่น้อยกว่า 3 เซนติเมตร เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าสายอุปกรณ์, อุปกรณ์ไฟฟ้าที่มีอุณหภูมิสูงควรจัดวางไว้ใกล้กับพัดลมระบายความร้อน, อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเดียวกันควรจัดวางไว้เป็นกลุ่มเดียวกัน เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าสายตามแบบและง่ายต่อการซ่อมบำรุง และเทอร์มินอลสำหรับเข้าสายของอุปกรณ์ไฟฟ้าภายนอกตู้ต้องอยู่ล่างสุด เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าสายและเป็นระเบียบ แสดงดังรูปที่ 3.16

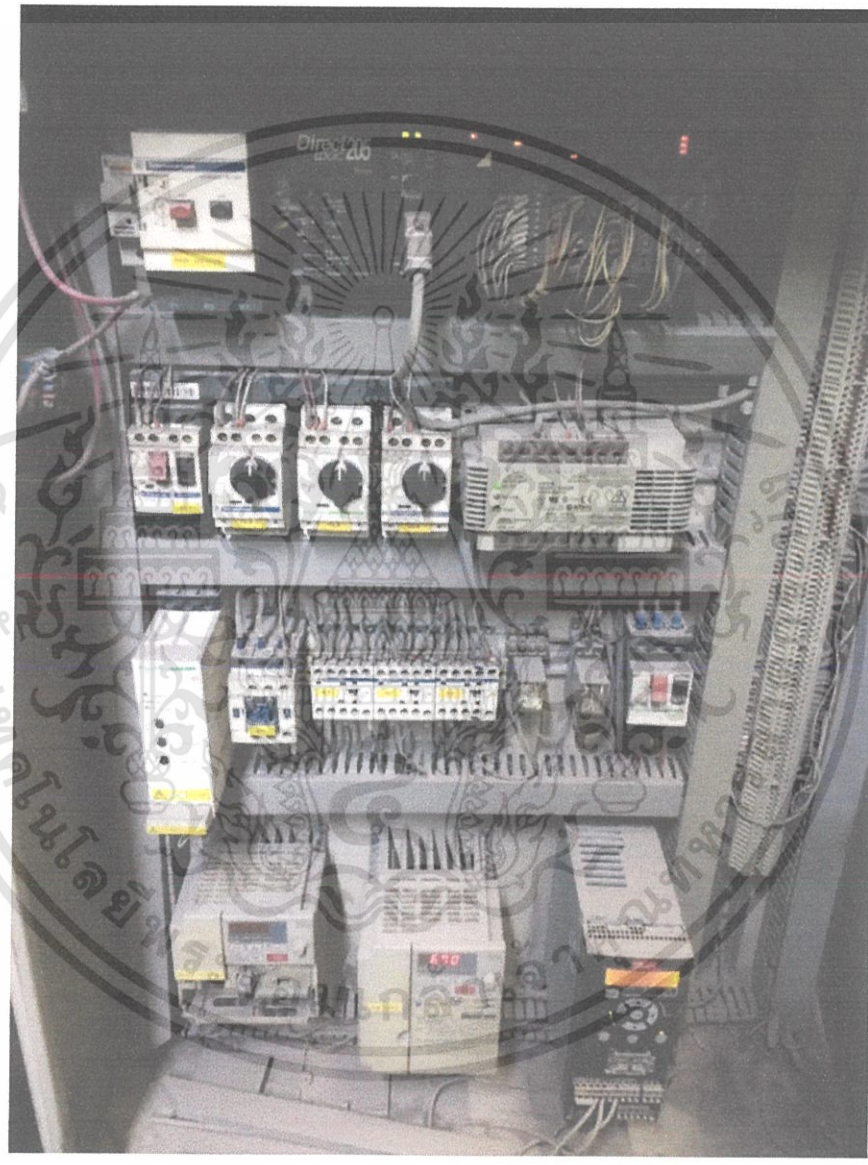


รูปที่ 3.16 แบบตู้ไฟฟ้าของเครื่องพ่นทราย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 ติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าและเข้าสายอุปกรณ์

เมื่อตรวจสอบสเปกอุปกรณ์ไฟฟ้าว่าถูกต้องตามแบบวงจรไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไป คือ การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้าตู้ควบคุมไฟฟ้า และเข้าสายอุปกรณ์ไฟฟ้า และการเจาะยึดอุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับตู้ควบคุมไฟฟ้าตามรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 ตู้ไฟฟ้าที่ติดตั้งอุปกรณ์และเข้าสายเสร็จแล้ว

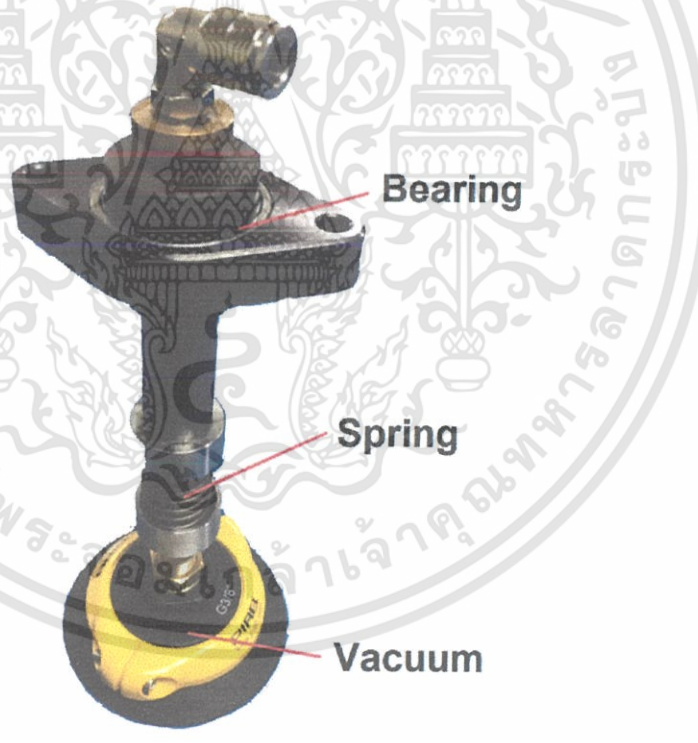
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 โครงสร้างและอุปกรณ์ทางกล

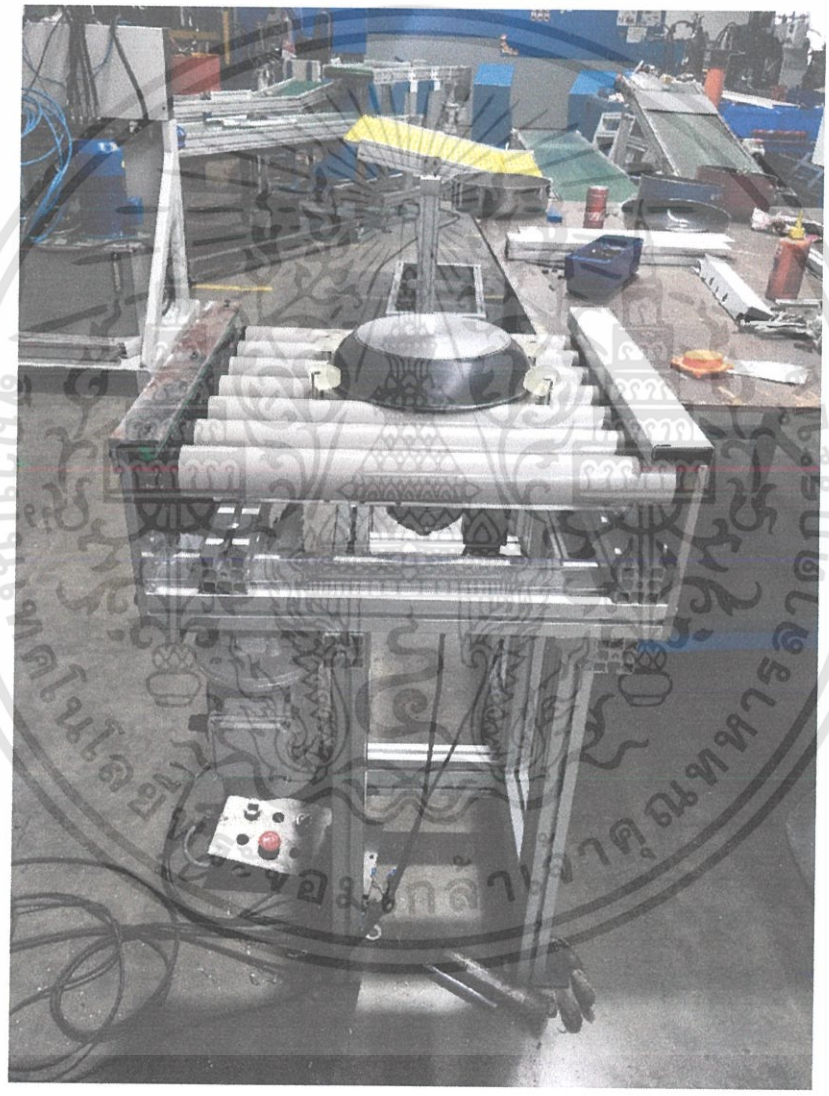
การประกอบอุปกรณ์ทางกลบางส่วนสามารถสั่งซื้อและประกอบได้ทันกำหนดภายในระยะเวลาที่ทำโครงงาน ได้แก่ อุปกรณ์จับชิ้นงานซึ่งสามารถประกอบได้ตามแบบและทดลองใช้กับชิ้นงานจริงได้อย่างมีประสิทธิภาพและตรงตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ แสดงรูปอุปกรณ์จับชิ้นงานที่ประกอบเสร็จดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 อุปกรณ์ขับชิ้นงานที่พร้อมสำหรับใช้งานจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่มีอุปกรณ์บางส่วนไม่สามารถประกอบได้ทันภายในระยะเวลาทำโครงงาน เช่น สายพานลำเลียง เนื่องจากขนาดของอุปกรณ์ที่มีขนาดใหญ่และจำนวนที่เยอะจึงใช้เวลาในการประกอบและสั่งซื้อนานกว่าที่กำหนด ทำให้ไม่สามารถประกอบได้ 100 เปอร์เซ็นต์ จึงได้มีการประกอบสายพานลำเลียงแต่ละชนิดให้เสร็จอย่างน้อยหนึ่งตัวเพื่อใช้ในการทดลองใช้งานจริง ประกอบด้วย สายพานลำเลียงชนิดตรง, สายพานลำเลียงชนิดทางลาด, สายพานลำเลียงสลับทาง และสายพานลำเลียงจัดตำแหน่งดังรูปที่ 4.2



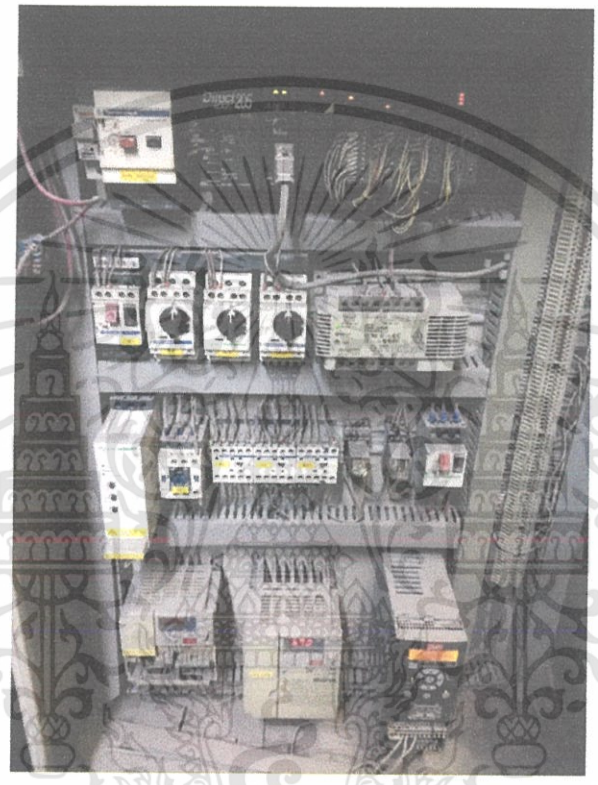
รูปที่ 4.2 สายพานลำเลียงจัดตำแหน่งที่ประกอบเสร็จแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ส่วนประกอบทางไฟฟ้า

ผลการดำเนินงานในด้านส่วนประกอบทางไฟฟ้า แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

1. ตู้ไฟฟ้าของเครื่องพ่นทราย สามารถติดตั้งตู้ไฟฟ้าใหม่ของเครื่องพ่นทรายดังรูปที่ 4.3 จากนั้นได้ทำการทดลองจ่ายไฟให้กับตู้ควบคุมไฟฟ้าและทดลองใช้งานกับเครื่องพ่นทรายจริง ผลคือตู้ควบคุมไฟฟ้าสามารถทำงานได้อย่างถูกต้อง



รูปที่ 4.3 ตู้ไฟฟ้าใหม่ของเครื่องพ่นทราย

2. ตู้ไฟควบคุมสายพานลำเลียง ออกแบบและสั่งซื้ออุปกรณ์ แต่อุปกรณ์บางอย่างมีระยะเวลาจัดส่งนาน จึงไม่สามารถประกอบตู้ไฟฟ้าได้ทันตามเวลาที่กำหนด

4.3 ผลการทดสอบโปรแกรม

ได้มีการทดสอบโปรแกรมร่วมกับวิศวกรของทางบริษัท เนื่องจากสายพานลำเลียงไม่สามารถประกอบได้ทันตามกำหนด จึงได้ทำการจำลองพื้นที่ทำงานให้เหมือนกับพื้นที่จริง เพื่อทดสอบการทำงาน และลำดับการทำงานของหุ่นยนต์ที่มีในโรงงาน ว่าเป็นไปตามลำดับการทำงานที่ออกแบบไว้หรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

โครงงานฉบับนี้ได้นำเสนอการออกแบบการนำชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นทราย (Loading and Unloading for Sand Blast Machine) ของทางบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ซึ่งใช้หุ่นยนต์ในการลำเลียงชิ้นงานแบบอัตโนมัติ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มความเป็นอัตโนมัติให้ระบบการผลิต และต้องการเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตให้มากยิ่งขึ้น

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทำโครงงานการนำชิ้นงานเข้าและนำชิ้นงานออกจากเครื่องพ่นทราย ได้รับการอนุมัติจากทางบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด ให้ทำการออกแบบและประกอบอุปกรณ์ต่างๆ พร้อมทั้งทำการทดสอบการทำงานของชิ้นส่วนทางกล วงจรไฟฟ้า และหุ่นยนต์ ผลปรากฏว่าอุปกรณ์ต่างๆ สามารถใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ และพร้อมที่จะติดตั้งเข้าสู่สายการผลิต

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. การวางแผนการดำเนินงาน มีความสำคัญต่อการทำโครงการเป็นอย่างมาก ต่อการทำงานต้องมีการวางแผนการดำเนินงานเผื่อระยะเวลาไว้ เนื่องจากอาจเกิดปัญหาในการดำเนินงานที่ทำให้ใช้ระยะเวลาในการดำเนินงานมากขึ้น

2. การวางตัวภายในองค์กรมีความสำคัญในการทำงาน และส่งผลความต่อเนื่องในการทำงาน

3. ควรสื่อสารงานให้เข้าใจภายในกับทีมปฏิบัติงาน หากสงสัยหรือไม่มั่นใจในงานที่ได้รับมอบหมายต้องสอบถามให้เข้าใจและชัดเจน เพื่อไม่ให้เกิดการทำงานที่ผิดพลาด ซึ่งจะส่งผลให้เกิดปัญหาตามมาในภายหลัง

4. ความใส่ใจ และความเต็มที่กับงานเป็นสิ่งสำคัญ เพราะแสดงให้เห็นว่ามีความตั้งใจกับงานที่ได้รับมอบหมายมากน้อยแค่ไหน

5. ความรู้พื้นฐานเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการต่อยอดไปสู่ความรู้ใหม่ๆ เพื่อการพัฒนาตนเองในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **การคำนวณโหลด.** (Online). 18 มกราคม 2562.
Available : http://www.bangkaew.ac.th/kroosuchat/DOC/Electrical_1.pdf

[2] **มอเตอร์เหนี่ยวนำ 3 เฟส (Induction motor).** (Online). 20 มกราคม 2562.
Available : http://motor.lpc.rmutl.ac.th/module8/motor.html

[3] **หลักการเขียนแบบวงจรควบคุม.** (Online). 18 มกราคม 2562.
Available :
http://utcc2.utcc.ac.th/engineer/learning/chalermchon_vis/download/automation/Automation06.pdf

[4] **หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ.** (Online). 21 มกราคม 2561.
Available : http://www.compomax.co.th/product/working-principle-inductive-sensors/

[5] **Inverter.** (Online). 19 มกราคม 2562.
Available :
http: / / net. grundfos. com/ doc/ webnet/ boosterpaq/ BoosterpaQ% 20CD/ Misc%20Tech/Inverted%20Fed%20Motors%20-%20Baldor.pdf

[6] **PLC (Programmable Logic Controller).** (Online). 19 มกราคม 2562.
Available : https: / / www. amci. com/ industrial- automation- resources/ plc-automation-tutorials/what-plc/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายภูริวัฒน์ ศรีจำรัส

วัน เดือน ปีเกิด 20 มิถุนายน พุทธศักราช 2539

ที่อยู่ปัจจุบัน 52/2 หมู่ที่ 10 ต.ขุนทะเล อ.ลานสกา จ.นครศรีธรรมราช 80230

เบอร์โทรศัพท์ 093-5796156

E-mail s8010990@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

พุทธศักราช 2546-2551	สำเร็จการศึกษาระดับชั้นประถมศึกษา จาก โรงเรียนเทศบาลวัดมเหยงคณ์
พุทธศักราช 2552-2554	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนต้น สายการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ จาก โรงเรียนสาธิตเทศบาลวัดเพชรจริก
พุทธศักราช 2555-2557	สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลาย สายการเรียนคณิตศาสตร์ วิทยาศาสตร์ จาก โรงเรียนสาธิตเทศบาลวัดเพชรจริก
พุทธศักราช 2558-2561	ศึกษาระดับอุดมศึกษา หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพมหานคร

ประวัติการทำงาน

พุทธศักราช 2561	ฝึกงานบริษัท ไมย์เออร์ อินดัสตรีส์ จำกัด แผนก Autotomation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้