การปรับปรุงระบบควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกด้วย PLC

IMPROVING THE CONTROL SYSTEM OF INJECTION MOLDING MACHINE WITH PLC

นางสาวปรานันต์ หวังธิติธีรกุล

MS. PRANANT WANGTHITITHEERAKUL

นางสาวอุบลกาญจน์ เทียนสุวรรณ

MS. UBONKARN TIENSUWAN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

การปรับปรุงระบบควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกด้วย PLC

IMPROVING THE CONTROL SYSTEM OF INJECTION MOLDING MACHINE WITH PLC

นางสาวปรานันต์ หวังธิติธีรกุล
MS.PRANANT WANGTHITITHEERAKUL
นางสาวอุบลกาญจน์ เทียนสุวรรณ
MS.UBONKARN TIENSUWAN

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPROVING THE CONTROL SYSTEM OF INJECTION MOLDING MACHINE WITH PLC

MS.PRANANT WANGTHITITHEERAKUL

MS.UBONKARN TIENSUWAN

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRIAL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การปรับปรุงระบบควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกด้วย PLC
IMPROVING THE CONTROL SYSTEM OF INJECTION MOLDING MACHINE WITH PLC

นักศึกษา นางสาวปรานันต์ หวังธิตธีรกุล รหัสประจำตัว 56010720
นางสาวอุบลกาญจน์ เทียนสุวรรณ รหัสประจำตัว 56011472

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(ดร.พลชัย โชติปรายนกุล)

(ผศ.ดร.วิภู ศรีสืบสาย)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การปรับปรุงระบบควบคุมของเครื่องฉีดพลาสติกด้วย PLC
นักศึกษา	นางสาวปรานันต์ หวังธิติธีรกุล
	นางสาวอุบลกาญจน์ เทียนสุวรรณ
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2559
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ดร.พลชัย โชติปรายนกุล
	ผศ.ดร.วิภู ศรีสืบสาย

บทคัดย่อ

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อปรับปรุงเครื่องฉีดพลาสติกรุ่นเก่าที่เป็นระบบควบคุมแบบอนาล็อก (Analog) ให้เปลี่ยนเป็นแบบการควบคุมแบบดิจิตอลเชิงตัวเลขที่ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Auto) ควบคุมด้วยพีแอลซี (Programmable logic Controller : PLC) เพิ่มความสามารถที่ทำให้ง่ายต่อการปรับตั้งค่าต่าง ๆ อย่าง เวลาในการฉีด เวลาหน่วง อุณหภูมิ การทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก การดำเนินงานเริ่มจากการประเมินสภาพของเครื่องโดยการตรวจสอบเครื่องพบว่า เครื่องฉีดพลาสติกในโครงการมีสภาพกลไกทั่วไปปรกติ อุปกรณ์ควบคุมชำรุดเป็นบางส่วน เช่น สายไฟเก่า น็อตหลวม รีเลย์ระบบควบคุมไม่สมบูรณ์ เป็นต้น การวางแผนการดำเนินงานเริ่มจากการทำความสะอาดตัวเครื่องจักร รื้อและเดินระบบไฟใหม่ให้สมบูรณ์และรองรับระบบพีแอลซี ทำการติดตั้งระบบพีแอลซี เซนเซอร์ ลิมิตสวิทช์ที่ใช้ในการควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก พร้อมทั้งโปรแกรมการทำงานระบบการฉีดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Improving The Control System Of Injection Molding Machine With PLC
Student	Ms.Pranant Wangthititheerakul
	Ms.Ubonkarn Tiensuwan
Degree	Bachelor of Engineering in Industrial Engineering
	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2016
Thesis Advisor	Dr.Pholchai Chotiprayanakul
	Asst. Prof. Dr.Wipoo Sriseubsai

ABSTRACT

The project aims to improve the analog injection molding machine to be a digital controlled machine. The analog control system will be redesigned with programmable control system. A PLC (Programmable logic Controller: PLC) device is used to replace the conventional electrical system extending to be the semi-automatic operating machine that makes it easy to adjust and set operation parameters of the injection molding process. After inspection the injection molding machine, we found that mechanics of the machine are in fair conditions but some malfunction electrical devices and wire are revealed. This project's work procedures are planned to replace old wire, old electrical devices with a new PLC control system. Sensors and limit switch are checked and renewed to complete hardware work. Finally the designed PLC control system is programmed to finish the injection molding machine improvement project.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีเนื่องจากบุคคลหลายท่านได้กรุณาช่วยเหลือให้ข้อมูล ข้อเสนอแนะ คำปรึกษาแนะนำ ช่วยตรวจสอบ แก้ไขข้อบกพร่องต่างๆ และแนะแนวทางในการแก้ปัญหา ตลอดจนให้ความรู้แก่ข้าพเจ้ามาโดยตลอดจนปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้

ขอขอบพระคุณ ดร.พลชัย โชติปรายกุล และ รศ.ดร.วิภู ศรีสืบสาย อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ที่กรุณาให้ความรู้ และคำแนะนำ จนปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ และความเอาใจใส่ในทุกๆด้าน ตลอดเวลาที่ผ่านมา ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งใจในความอนุเคราะห์จากท่าน จึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ที่ดูแลห้องปฏิบัติการ ในความอนุเคราะห์ของท่านในการให้ใช้ห้องปฏิบัติการตลอดเวลาที่ผ่านมา และการให้ความรู้ คำแนะนำ ในการใช้อุปกรณ์ต่างๆจนปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้

ขอขอบคุณพี่ๆ เพื่อนๆ และน้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ ทุกคนที่มีส่วนร่วมไม่มากก็น้อย ในการทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้จนสำเร็จได้

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็น ให้กำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกๆเรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปริญญานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

นางสาวปรานันต์ หวังธิติธีรกุล

นางสาวอุบลกาญจน์ เทียนสุวรรณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์ 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2.1 เครื่องฉีดพลาสติก (Injection Molding Machine) 3
2.1.1 โครงสร้างและการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก 4
2.1.2 กระบวนการฉีดพลาสติก 6
2.2 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ 7
2.2.1 ชนิดของ PLC 8
2.2.2 ข้อดีของโปรแกรมเมเบิลลอจิก คอนโทรลเลอร์ 10
2.2.3 โครงสร้างของ PLC 11
2.2.4 การทำงานของ PLC 15
2.2.5 ตู้ควบคุมสำหรับ PLC 16
บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงานและการทดสอบ
3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติกและกระบวนการฉีดพลาสติก 17
3.2 การเตรียมความพร้อมเบื้องต้น 17
3.2.1 การทำความสะอาด 17
3.2.2 ตรวจสอบและศึกษาการทำงานของแผงควบคุมเดิม 19
3.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการและระบบการทำงานของ PLC 21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.4 ติดตั้งระบบ PLC 21
3.4.1 วางแผนระบบควบคุมที่จะติดตั้ง 21
3.4.2 วาดแผนผังวงจร (Circuit Diagram) ของแผงควบคุมใหม่ 21
3.4.3 การเลือก PLC และการติดตั้ง 22
3.4.4 เดินระบบไฟใหม่ตาม Circuit Diagram ที่เตรียมไว้ 23
3.5 ติดตั้งแผงควบคุมการทำงาน 24
3.6 ป้อนโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกให้กับ PLC 25
3.7 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมโดยการสั่งงานด้วยเมนวลสวิตช์ 26
3.8 ทดสอบการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก 26

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับแผงควบคุมและอุปกรณ์ต่างๆ 27
4.2 ผลการติดตั้งชุดควบคุม PLC 28
4.3 ผลการติดตั้งแผงควบคุม 29
4.4 โปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องฉีดพลาสติก 31
4.5 ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมโดยการสั่งงานด้วยเมนวลสวิตช์ 34

บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 35
5.2 ข้อเสนอแนะ 35

เอกสารอ้างอิง 36
ภาคผนวก ผ1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 แสดงข้อดี ข้อเสีย ของ PLC แต่ละชนิด 11
ตารางที่ 4.1 แสดงผลของการดำเนินงานในการปรับปรุงเครื่องฉีดพลาสติก 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 เครื่องฉีดพลาสติกก่อนทำการปรับปรุงแก้ไข 1
รูปที่ 2.1 เครื่องฉีดแบบทำงานตามแนวนอน(แบบ A) 3
รูปที่ 2.2 เครื่องฉีดแบบหัวฉีดอยู่ในแนวตั้ง(แบบ B) 3
รูปที่ 2.3 เครื่องฉีดพลาสติกแบบทำงานในแนวดิ่ง(แบบ C) 4
รูปที่ 2.4 เครื่องฉีดแบบหัวฉีดอยู่ในแนวดิ่ง(แบบ D) 4
รูปที่ 2.5 ชุดฉีด (Injection Unit) 5
รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของชุดฉีด(Injection Unit) 5
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit) 6
รูปที่ 2.8 จำลองลักษณะกระบวนการฉีดพลาสติก 6
รูปที่ 2.9 การฉีดพลาสติกที่หลอมแล้วเข้าแม่พิมพ์ 7
รูปที่ 2.10 คงความดัน อัดพลาสติกเข้าเต็มแม่พิมพ์และหล่อเย็นชิ้นงานขณะฉีด 7
รูปที่ 2.11 แม่พิมพ์เปิดออก และปลดชิ้นงาน 7
รูปที่ 2.12 การทำงานของ PLC กับเครื่องจักร 8
รูปที่ 2.13 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs) 9
รูปที่ 2.14 ตัวอย่างของ PLC แบบ Block Type 9
รูปที 2.15 PLC OMRON 12
รูปที 2.16 ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC 12
รูปที 2.17 หน่วยอินพุต 14
รูปที 2.18 หน่วยเอาต์พุต 15
รูปที่ 2.19 ลำดับในการตอบสนองทั้งหมดของ PLC 16
รูปที่ 3.1 เครื่องฉีดพลาสติกก่อนการทำความสะอาด 18
รูปที่ 3.2 บริเวณโดยรอบเครื่องฉีดพลาสติกก่อนทำความสะอาด 18
รูปที่ 3.3 เครื่องฉีดพลาสติกหลังทำความสะอาด 19
รูปที่ 3.4 แผงควบคุมเดิม 20
รูปที่ 3.5 แผนผัง Circuit Diagram ของแผงควบคุมเดิม 20
รูปที่ 3.6 นำสวิตช์เดิมออก 21
รูปที่ 3.7 แผนผัง Circuit Diagram ของแผงควบคุมใหม่ 22
รูปที่ 3.8 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) รุ่น Sysmac CQM1 22
รูปที่ 3.9 รูปภาพแสดงอุปกรณ์ที่จะทำการติดตั้งเพื่อใช้กับระบบ PLC 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.10 แผงควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกหลังติดตั้งอุปกรณ์สำหรับระบบ PLC 23
รูปที่ 3.11 แผงควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกหลังเดินสายไฟและจัดระเบียบสายไฟใหม่ 24
รูปที่ 3.12 แสดงส่วนควบคุมหลังการติดตั้งสวิตช์ควบคุมแบบเมนวล 24
รูปที่ 3.13 แสดงส่วนควบคุมหลังการติดตั้งไฟแสดงสถานะ 25
รูปที่ 3.14 แสดงรูปแบบของโปรแกรม CX-Programmer 25
รูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่างโปรแกรมคำสั่งสำหรับชุดควบคุม PLC ที่เขียนโดย CX-Programmer 26
รูปที่ 3.16 แสดงแผงควบคุมในขณะที่ทำการทดสอบ 26
รูปที่ 4.1 แผนผัง Circuit Diagram ของแผงควบคุมใหม่ 28
รูปที่ 4.2 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) รุ่น Sysmac CQM1 28
รูปที่ 4.3 แสดงแผงควบคุมหลังการติดตั้ง PLC 29
รูปที่ 4.4 แสดงแผงควบคุมหลังการซ่อมแซมและเดินสายไฟใหม่ 29
รูปที่ 4.5 แสดงแผงควบคุมเมนวลแบบเก่า 30
รูปที่ 4.6 แสดงแผงควบคุมใหม่ 30
รูปที่ 4.7 แสดงส่วนควบคุมโดยรวม 30
รูปที่ 4.8 แสดงโปรแกรมคำสั่งสำหรับชุดควบคุม PLC ที่เขียนโดย CX-Programmer 31
รูปที่ 4.9 แสดงโปรแกรมคำสั่งสำหรับชุดควบคุม PLC ที่เขียนโดย CX-Programmer 32
รูปที่ 4.10 แสดงโปรแกรมคำสั่งสำหรับชุดควบคุม PLC ที่เขียนโดย CX-Programmer 33
รูปที่ 4.11 แสดงแผงควบคุมในขณะที่ทำการทดสอบ 34
รูปที่ 4.12 แสดงการฉีดพลาสติกของเครื่องฉีดพลาสติกจากการทดสอบ 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันพลาสติกมีบทบาทอย่างยิ่งในชีวิตประจำวันเราจะพบเห็นพลาสติกในรูปของผลิตภัณฑ์ที่หลากหลาย ตั้งแต่ตื่นนอนตอนเช้าจนกระทั่งเข้านอนในตอนกลางคืน เริ่มตั้งแต่แปรงสีฟัน หวี กล่องใส่สบู่ กระดุมถ้วย จาน เครื่องใช้สำนักงานต่างๆ ตลอดจนอุปกรณ์การแพทย์และชิ้นส่วนอวัยวะเทียม อาจกล่าวได้ว่า ไม่ว่าจะไปที่แห่งใดก็จะพบเห็นพลาสติกเสมอ

เครื่องฉีดพลาสติกได้ถูกนำมาใช้ในการขึ้นรูปพลาสติกในวงการอุตสาหกรรมพลาสติกมาอย่างยาวนานเนื่องจากเครื่องฉีดพลาสติกสามารถขึ้นรูปพลาสติก ได้ตามรูปแบบที่ต้องการ โดยอาศัยแม่พิมพ์ในเวลาที่ค่อนข้างรวดเร็ว สะดวก และสำเร็จในกระบวนการเดียว

เครื่องฉีดพลาสติก มี 2 ประเภท ได้แก่ เครื่องฉีดแนวนอน และเครื่องฉีดแนวตั้งซึ่งโครงงานนี้ให้ความสนใจในการศึกษาปรับปรุงประเภทเครื่องฉีดแนวนอนเนื่องจากทางภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการมีเครื่องฉีดพลาสติกประเภทนี้อยู่ ทำให้ผู้จัดทำมีความสนใจในการออกแบบการปรับปรุงและระบบควบคุมการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกเครื่องนี้ใหม่ โดยปรับเปลี่ยนจากระบบ Manual มาเป็นระบบ Semi-Auto ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อสร้างองค์ความรู้ในการปรับปรุงเครื่องฉีดพลาสติก นำทักษะความรู้มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ เพิ่มคุณค่าให้กับทรัพยากรที่ทางภาควิชามีอยู่ เพื่อนำเครื่องฉีดพลาสติกที่ปรับปรุงแล้วไปใช้ในการศึกษาและพัฒนาต่อไปในอนาคต

รูปที่ 1.1 เครื่องฉีดพลาสติกก่อนทำการปรับปรุงแก้ไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษารูปแบบโครงสร้างส่วนประกอบต่างๆและหลักการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก

1.2.2 เพื่อศึกษาระบบที่ควบคุมการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก

1.2.3 เพื่อออกแบบระบบ PLC สำหรับควบคุมเครื่องฉีดพลาสติก

1.2.4 เพื่อนำระบบควบคุมเครื่องฉีดพลาสติก และเครื่องฉีดพลาสติกที่ปรับปรุงขึ้น มาใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาทางด้านการศึกษาและการวิจัยต่อไปในอนาคต

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1.3.1 ซ่อมแซมและปรับปรุงเครื่องฉีดพลาสติก ระบบไฟฟ้า ระบบควบคุม

1.3.2 ติดตั้งระบบควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกใหม่ โดยใช้ระบบ PLC

1.3.3 เขียนโปรแกรมให้กับระบบ PLC เพื่อควบคุมเครื่องฉีดพลาสติก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 ระบบควบคุมที่สามารถควบคุมการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก

1.4.2 เครื่องฉีดพลาสติกที่สามารถนำมาใช้งานได้จริง

1.4.3 เครื่องฉีดพลาสติกสามารถนำมาใช้ในด้านการศึกษาและเป็นการวิจัยในอนาคต

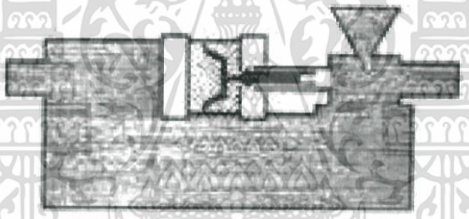
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 เครื่องฉีดพลาสติก (Injection Molding Machine) [1]

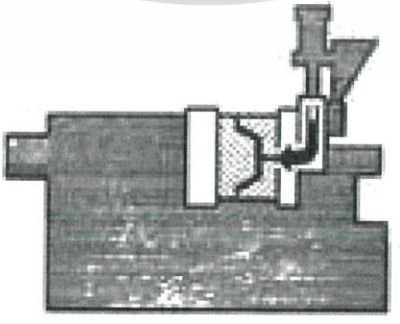
ในการทำงานฉีดพลาสติก โดยเฉพาะอย่างยิ่งเทอร์โมพลาสติกนั้น มีบริษัทที่ผลิตเครื่องฉีดออกมาจำนวนมากมาย หลายแบบ ซึ่งไม่สามารถนำเอาแต่ละแบบมาแสดงในที่นี้ได้หมด ในหลักการแล้วเครื่องฉีดพลาสติกทั้งหลายจะแตกต่างกันเฉพาะรูปแบบ วัสดุที่ใช้ ระบบส่งกำลัง ส่วนจุดมุ่งหมายในการนำมาใช้งานนั้นจะคล้ายคลึงกันมาก เครื่องฉีดพลาสติกแบ่งตามลักษณะของทิศทางการฉีดได้ 4 รูปแบบ คือ

รูปแบบที่ 1 เป็นแบบทำงานตามแนวนอนพลาสติกไหลเข้าแบบเป็นเส้นตรงตามแนวนอน ตั้งฉากกับระนาบของแม่พิมพ์โดยชุดฉีดและหน่วยเปิด-ปิดแบบ อยู่ในทิศทางเดียวกัน แบบนี้จะเป็นแบบที่นิยมใช้กันมากที่สุด



รูปที่ 2.1 เครื่องฉีดแบบทำงานตามแนวนอน (แบบ A)

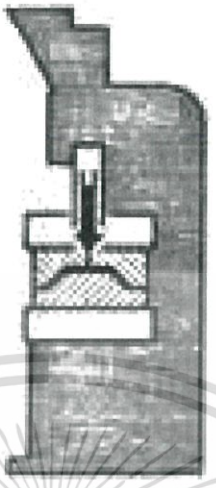
รูปแบบที่ 2 เป็นแบบหัวฉีดอยู่ในแนวตั้งแต่พลาสติกไหลเข้าแม่พิมพ์ในแนวนอน โดยพลาสติกเหลวที่ออกจากกระบอกสูบในแนว ดิ่ง แล้วจะเปลี่ยนทิศทางไป 90 องศา ไปอยู่ในแนวนอนและไหลเข้าแบบในแนวตั้งฉากกับระนาบของแม่แบบเช่นเดียวกับแบบ A ส่วนแบบ B นั้นเป็นการออกแบบพิเศษในกรณีที่การทำงานสภาพปกติไม่สะดวกหรือเหมาะกับโรงงานที่มีพื้นที่จำกัด



รูปที่2.2 เครื่องฉีดแบบหัวฉีดอยู่ในแนวตั้ง (แบบ B)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบที่ 3 เป็นแบบทำงานในแนวดิ่ง โดยพลาสติกเหลวจะถูกฉีดลงในแนวดิ่งเข้าในแม่แบบในแนวตั้งฉากกับระนาบเปิด-ปิดแบบ



รูปที่ 2.3 เครื่องฉีดพลาสติกแบบทำงานในแนวดิ่ง (แบบ C)

รูปแบบที่ 4 เป็นแบบหัวฉีดอยู่ในแนวดิ่ง พลาสติกไหลเข้าแบบในแนวตั้งฉากกับทิศทางเปิด-ปิดแบบหรืออยู่ในแนวเดียวกับระนาบของแม่แบบ เครื่องฉีดแนวดิ่งแบบ Cและ D โดยปกติจะออกแบบไว้สำหรับการฉีดหุ้มชิ้นส่วนที่เป็นโลหะ เช่น ด้ามมีด ด้ามไขควง ฯลฯ เป็นต้น

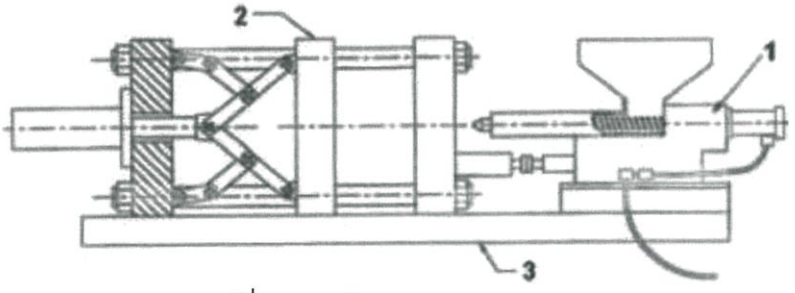
รูปที่ 2.4 เครื่องฉีดแบบหัวฉีดอยู่ในแนวดิ่ง (แบบ D)

2.1.1 โครงสร้างและการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก

โดยทั่วไปแล้วเครื่องฉีดพลาสติกจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. ชุดฉีด (Injection Unit)
2. ชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit)
3. ฐานเครื่อง (Base Unit)

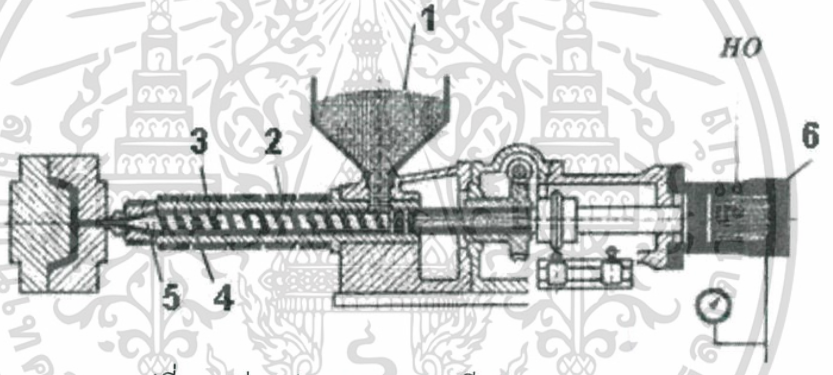
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ชุดฉีด (Injection Unit)

ชุดฉีด (Injection Unit)

การทำงานของชุดหัวฉีด เม็ดพลาสติกที่อยู่ในกรวยเติมจะค่อย ๆ ลดลงเมื่อสกรูหมุนพาเม็ดพลาสติกออกไปที่กระบอกสูบ และเม็ดพลาสติกก็จะหลอมละลายในกระบอกสูบด้วยความร้อนจากฮีทเตอร์ (Heater) สกรูจะทำหน้าที่คลุกเคล้าเม็ดพลาสติกที่ละลายแล้วให้เป็นเนื้อเดียวกัน พร้อมกับขับดันให้พลาสติกพุ่งออกจากหัวฉีดเข้าสู่แม่พิมพ์



รูปที่ 2.6 ส่วนประกอบของชุดฉีด (Injection Unit)

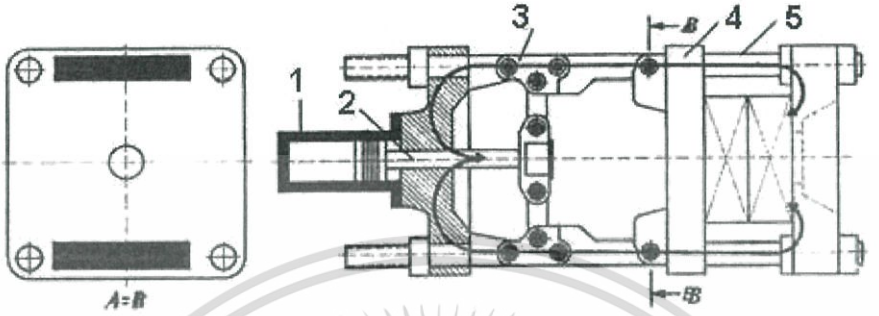
ส่วนประกอบต่าง ๆ ตามภาพข้างต้น

1. กรวยเติม (Hopper) - รับเม็ดพลาสติกเพื่อเติมเข้ากระบอกสูบ
2. กระบอกสูบ (Barrel) - เป็นห้องที่เก็บพลาสติกซึ่งมีฮีทเตอร์ฝังอยู่
3. ฮีทเตอร์ (Heater) - สร้างความร้อนให้ฮีทเตอร์หลอมละลาย
4. สกรู (Screw) - หมุนพาให้พลาสติกเคลื่อนที่ และคลุกเคล้าพลาสติกให้เป็นเนื้อเดียวกัน
5. หัวฉีด (Nozzle) - ฉีดพลาสติกที่ออกจากกระบอกสูบเข้าสู่แม่พิมพ์
6. ชุดไฮดรอลิค (Hydraulic) - ให้ชุดฉีดเคลื่อนที่เข้า – ออกจากแม่พิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit)

ทำหน้าที่เคลื่อนปิด-เปิดแม่พิมพ์ในจังหวะการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก โดยปกติแม่พิมพ์จะมีสองด้านประกบกัน โดยด้านที่พลาสติกเข้าจะเป็นด้านที่อยู่กับที่ และอีกด้านจะเป็นด้านเคลื่อนที่ ชุดปิด - เปิดแม่พิมพ์แบ่งออกเป็น 2 ระบบจะทำหน้าที่อัดแม่พิมพ์ให้แน่นเพื่อต้านความดันภายในขณะฉีด



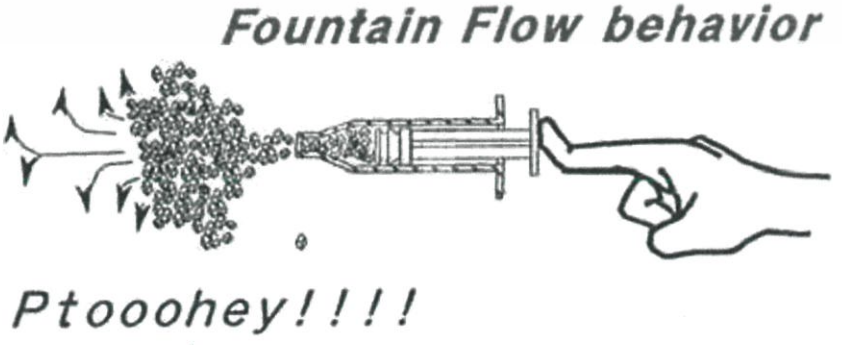
รูปที่ 2.7 ส่วนประกอบของชุดปิด-เปิดแม่พิมพ์ (Clamping Unit)

ส่วนประกอบต่าง ๆ ตามภาพข้างต้น

1. กระบอกสูบ - ดันให้ก้านสูบเคลื่อนไป - กลับ
2. ก้านสูบ - รับแรงจากกระบอกสูบ ดันกลไกให้เคลื่อนที่
3. ชุดกลไก - ส่งแรงไปยังแผ่นหน้าแปลนเครื่องฉีดให้เคลื่อนที่
4. หน้าแปลนเครื่องฉีด - ยึดแม่พิมพ์ให้สามารถเคลื่อนที่ปิด – เปิดได้
5. เพลานำ - รองรับการเคลื่อนที่ของหน้าแปลนเครื่องฉีดพลาสติก

2.1.2 กระบวนการฉีดพลาสติก (Injection Process) [2]

การฉีดพลาสติก คือ การผลิตชิ้นงานโดยที่ใช้เม็ดพลาสติกป้อนเข้าเครื่องที่เครื่องฉีด และเครื่องฉีดจะหลอมละลายเม็ดพลาสติกแล้วฉีดพลาสติกเหลวเข้าแม่พิมพ์ ทำให้ได้ชิ้นงานรูปร่างตามแม่พิมพ์ จากนั้นก็จะปลดชิ้นงานออกจากแม่พิมพ์

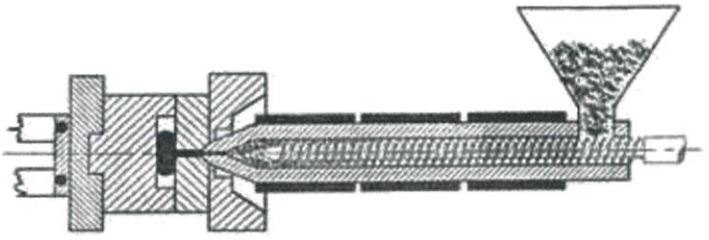


รูปที่ 2.8 จำลองลักษณะกระบวนการฉีดพลาสติก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

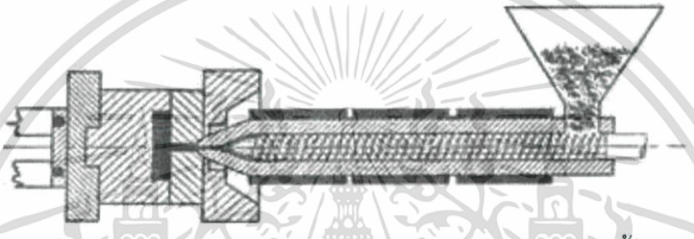
หลักการทำงานในงานฉีดพลาสติก

1. พลาสติกที่หลอมแล้วจะถูกฉีดเข้าแม่พิมพ์



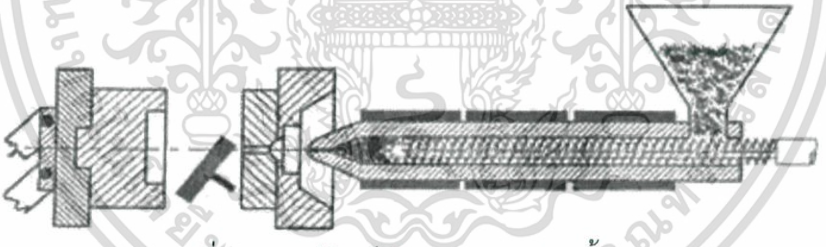
รูปที่ 2.9 การฉีดพลาสติกที่หลอมแล้วเข้าแม่พิมพ์

2. คงความดัน และอัดพลาสติกเข้าเต็มแม่พิมพ์ โดยชิ้นงานจะถูกหล่อเย็นด้วยขณะฉีด



รูปที่ 2.10 คงความดัน อัดพลาสติกเข้าเต็มแม่พิมพ์และหล่อเย็นชิ้นงานขณะฉีด

3. แม่พิมพ์จะเปิดออก และปลดชิ้นงาน



รูปที่ 2.11 แม่พิมพ์เปิดออก และปลดชิ้นงาน

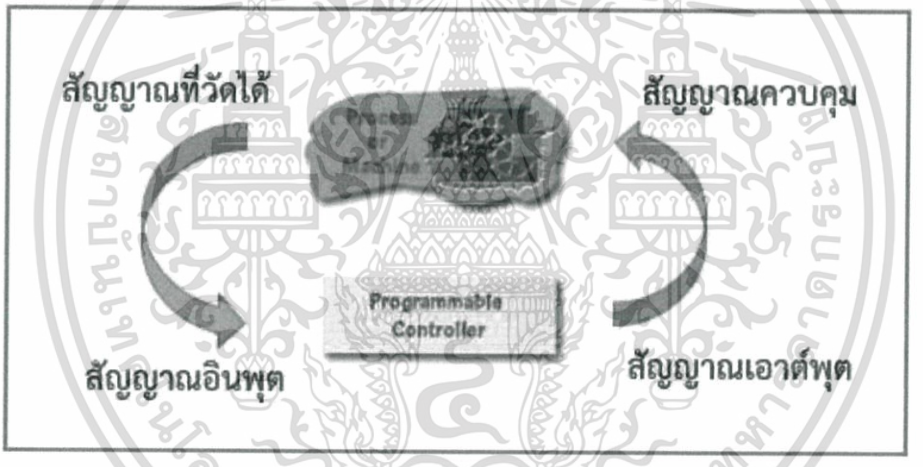
2.2 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์ [3][4]

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (Programmable logic Controller : PLC) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรือกระบวนการทำงานต่างๆ โดยภายในมี Microprocessor เป็นมันสมองสั่งการที่สำคัญ PLC จะมีส่วนที่เป็นอินพุตและเอาต์พุตที่สามารถต่อออกไปใช้งานได้ทันที ตัวตรวจวัดหรือสวิตช์ต่างๆ จะต่อเข้ากับอินพุต ส่วนเอาต์พุตจะใช้ต่อออกไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่เป็นเป้าหมาย เราสามารถสร้างวงจรหรือแบบของการควบคุมได้โดยการป้อนเป็นโปรแกรมคำสั่งเข้าไปใน PLC นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่นเช่นเครื่องอ่านบาร์โค๊ด (Barcode Reader) เครื่องพิมพ์ (Printer) ซึ่งในปัจจุบันนอกจากเครื่อง PLC จะใช้งานแบบเดี่ยว (Standalone) แล้วยังสามารถต่อ PLC หลายๆ ตัวเข้าด้วยกัน (Network) เพื่อควบคุมการทำงานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นด้วยจะเห็นได้ว่าการใช้งาน PLC มีความยืดหยุ่นมากดังนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ จึงเปลี่ยนมาใช้ PLC มากขึ้น

การทำงานของ PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิดสเตท (Solid State) ที่ทำงานแบบลอจิก (Logic Functions) การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Solid-State Digital Logic Elements เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบลอจิก PLC ใช้สำหรับควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ในโรงงานอุตสาหกรรม ข้อได้เปรียบการใช้ PLC เมื่อเทียบกับระบบของรีเลย์ (Relay) ที่จำเป็นจะต้องเดินสายไฟฟ้า หรือที่เรียกว่า Hard- Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟฟ้าใหม่ ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้ว การเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิด – สเตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟฟ้าน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร



รูปที่ 2.12 การทำงานของ PLC กับเครื่องจักร

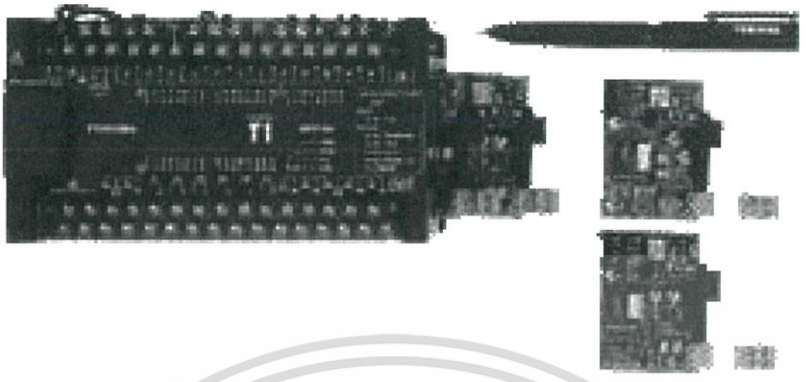
2.2.1 ชนิดของ PLC

เราสามารถจำแนก PLC ตามโครงสร้างภายนอกได้เป็น 2 ชนิด คือ PLC ชนิดบล็อก และ PLC ชนิดโมดูล

PLC ชนิดบล็อก (Block Type) หรือแบบคอมแพ็ท (Compact Type) คือ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่มีขนาดเล็ก กะทัดรัด มีหน่วยอินพุต-เอาต์พุต และหน่วยสำหรับติดต่อสื่อสารข้อมูลประกอบรวมกันอยู่ภายในโครงสร้างเดียวกัน ซึ่งโครงสร้างของ โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่มีลักษณะนี้ ได้แก่ PLC Simatic S7-200, Siemens LOGO, OMRON SYSMAC C20P, SYSMAC C20H, TOSHIBA T1 เป็นต้น สามารถแสดงตัวอย่าง PLC แบบ Block Type ให้เห็นดังรูปที่ 2.13-2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งเหมาะสำหรับงานที่มีการกำหนดจำนวนอินพุต-เอาต์พุต ที่แน่นอนและมีจำนวนไม่มาก เช่น ใช้ในการควบคุมเครื่องจักร, การควบคุมการขับเคลื่อนมอเตอร์แบบต่าง ๆ เป็นต้น



รูปที่ 2.13 PLC ชนิดบล็อก (Block Type PLCs)

รูปที่ 2.14 ตัวอย่างของ PLC แบบ Block Type

PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) หรือแร็ค (Rack Type PLCs) เป็นชนิดที่ติดตั้งในตู้ ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล (Modules) เช่น ภาคอินพุต/เอาต์พุต จะอยู่ในส่วนของโมดูลอินพุต/เอาต์พุต (Input / Output Units) ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้ว่าจะใช้โมดูลขนาดกี่อินพุต/เอาต์พุต ซึ่งมีให้เลือกใช้งานหลายรูปแบบ อาจจะใช้เป็นอินพุตอย่างเดียวขนาด 8 /16 จุด หรือเป็นเอาต์พุตอย่างเดียวขนาด 4/8/12/16 จุด ขึ้นอยู่กับรุ่นของ PLC ด้วย ยกตัวอย่างรุ่น OMRON SYSMAC H200, TOSHIBA รุ่น T2 เป็นต้น

ในส่วนของตัวประมวลผลและหน่วยความจำจะรวมอยู่ในซีพียูโมดูล (CPU Unit) เราสามารถเปลี่ยนขนาดของ CPU Unit ให้เหมาะสมตามความต้องการใช้งาน เช่น PLC รุ่น C200Hα จะมี CPU ให้เลือกใช้งานหลายรุ่นเช่นรุ่น C200HE-CPU11E จะมีความแตกต่างกับ PLC รุ่น C200HX-CPU65 (ทั้งสอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รุ่นเป็น PLC ตระกูล C200Hα เหมือนกัน) ตรงขนาดความจุของโปรแกรม การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุต เป็นต้น

ส่วนประกอบต่างๆของ PLC ชนิดโมดูล ที่กล่าวมาทั้งหมดนั้น เมื่อต้องการใช้งาน จะถูกนำมาต่อร่วมกัน บางรุ่นใช้เป็นคอนเนคเตอร์ในการเชื่อมต่อกันระหว่างยูนิต เช่นรุ่น CQM1/CQM1H หรือ CJ1M/H/G แต่บางรุ่นใช้ Backplane ในการรวมยูนิตต่างๆเข้าด้วยกัน เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกันได้

2.2.2 ข้อดีของโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

1. สิ้นเปลืองเนื้อที่น้อยเพราะมีขนาดเล็ก
2. สามารถใช้ควบคุมเครื่องจักรหรือระบบกระบวนการใด ๆ ก็ได้ ถ้าเลือกขนาดของ PLC ที่เหมาะสม
3. การเปลี่ยนลำดับขั้นตอนหรือเงื่อนไขของการทำงาน ทำได้ตามต้องการเพราะใช้หลักการทางโปรแกรม
4. ตัวตั้งเวลา ตัวนับ เป็นซอฟต์แวร์ทำให้กำหนดค่าต่าง ๆ ได้ง่าย สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ตลอดเวลาโดยไม่ต้องมีฮาร์ดแวร์ร่วมและทำให้มีราคาถูก
5. รีเลย์ภายใน (Internal Relay) เป็นซอฟต์แวร์ ทำให้ลดค่าใช้จ่ายในการเดินสาย ลดฮาร์ดแวร์ และทำให้ขนาดเล็กลง
6. การติดตั้งทำได้สะดวกและง่าย
7. การขยายระบบให้ใหญ่ขึ้นทำได้โดยง่าย
8. ราคาถูกกว่าระบบรีเลย์
9. ความน่าเชื่อถือดีเพราะเป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ ไม่มีการเดินสายมาก ไม่มีปัญหาเรื่องหน้าสัมผัส
10. มีระบบตรวจสอบหาที่ผิดพลาดด้วยตัวเอง การตรวจสอบแก้ไขเมื่อมีปัญหาจึงทำได้เร็ว
11. ลดการเดินสายยาว ๆ เพราะมีอินพุต-เอาต์พุตแบบรีโมท
12. การบำรุงรักษาทำได้ง่าย
13. เวลาในการทำงานเร็วกว่าระบบรีเลย์
14. มีฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร และอื่น ๆ
15. ต่อเข้ากับระบบคอมพิวเตอร์ได้
16. ใช้ได้ในทุกสภาพแวดล้อมของงานอุตสาหกรรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

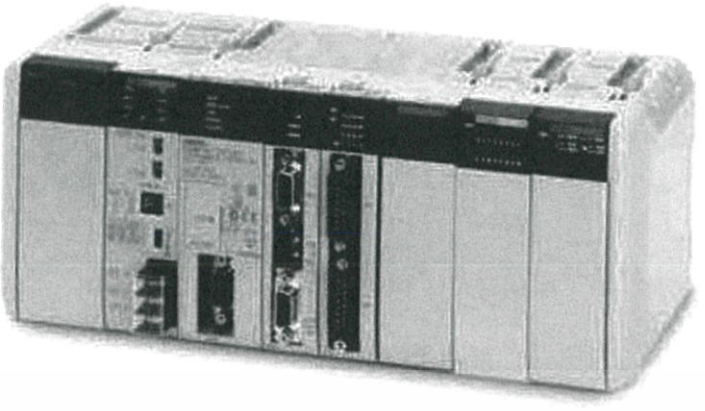
ตารางที่ 2.1 แสดงข้อดี ข้อเสีย ของ PLC แต่ละชนิด

Type	ข้อดี	ข้อเสีย
Block Type	1. มีขนาดเล็กสามารถติดตั้งได้ง่ายจึงเหมาะกับงานควบคุมขนาดเล็กๆ 2. สามารถใช้งานแทนวงจรรีเลย์ได้ 3. มีฟังก์ชันพิเศษ เช่น ฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และฟังก์ชันอื่นๆ	1. การเพิ่มจำนวนอินพุต/เอาต์พุตสามารถเพิ่มได้น้อยกว่า PLC ชนิดโมดูล 2. เมื่ออินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่งต้องนำ PLC ออกไปทั้งชุดทำให้ระบบต้องหยุดทำงานชั่วระยะเวลาหนึ่ง 3. มีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานน้อยกว่า PLCชนิดโมดูล
Module Type	1.เพิ่มขยายระบบได้ง่ายเพียงแค่ติดตั้งโมดูลต่างๆที่ต้องการใช้งานลงไปบน Back plane 2. สามารถขยายจำนวนอินพุต/เอาต์พุตได้มากกว่าแบบ Block Type 3. อุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตเสียจุดใดจุดหนึ่ง สามารถถอดเฉพาะโมดูลนั้นไปซ่อม ทำให้ระบบสามารถทำการต่อได้ 4. มียูนิต และรูปแบบการติดต่อสื่อสารให้เลือกใช้งานมากกว่าแบบ Block Type	1. ราคาแพงเมื่อเทียบกับ PLC แบบ Block Type

2.2.3 โครงสร้างของ PLC

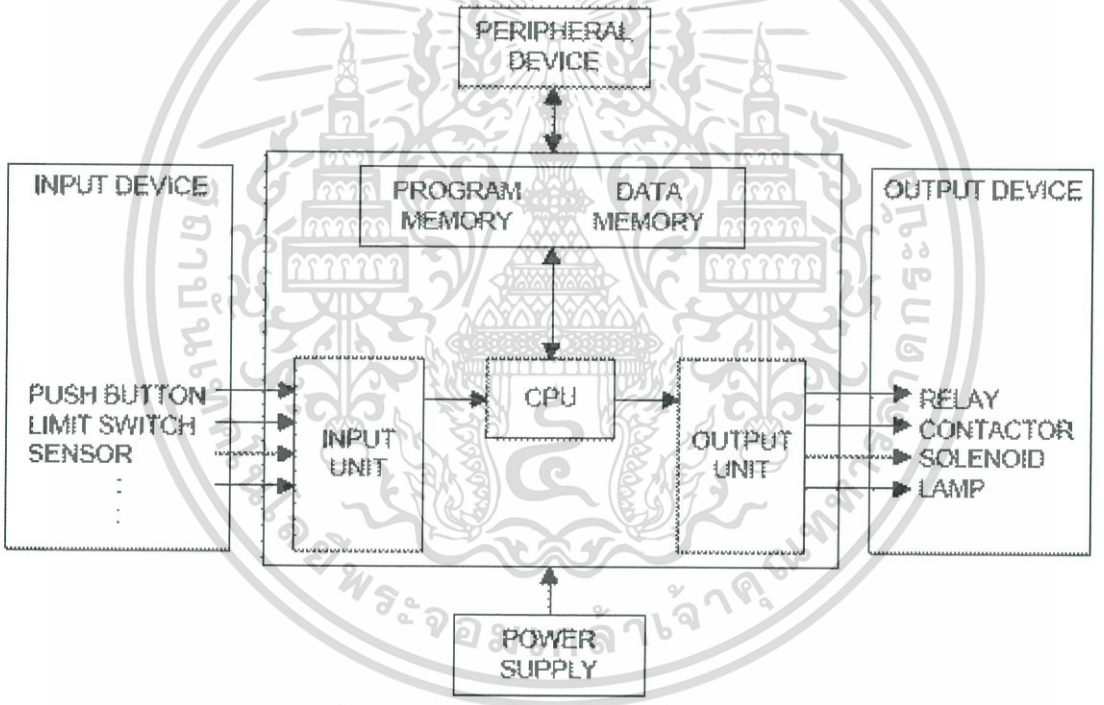
PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมูล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็กส่วนประกอบทั้งหมดของ PLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อยๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 PLC OMRON

ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC ประกอบด้วย



รูปที่ 2.16 ลักษณะโครงสร้างภายในของ PLC

ตัวประมวลผล(CPU)

ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ CPU จะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุทต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาท์พุท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้ CPU จะยอมรับ (Read) อินพุต เดต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอ โมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุทและเอาท์พุท และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาท์พุท เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec. (0.001-0.1วินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรม หรือจำนวนอินพุท/เอาท์พุทหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจาก PLC เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสภาวะของอุปกรณ์จากหน่วยอินพุทมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ(Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุด แล้วส่งไปที่หน่วยเอาท์พุท ซึ่งการสแกนของ PLC ประกอบด้วย I/O Scan คือ การบันทึกสภาวะข้อมูลของอุปกรณ์ที่เป็นอินพุท และให้อุปกรณ์เอาท์พุททำงาน และ Program Scan คือ การให้โปรแกรมทำงานตามลำดับก่อนหลัง

หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล(Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คำสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ RAM และROM โดยที่ RAM (Random Access Memory) ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อใช้เลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ และ ROM ที่ย่อมาจาก Read Only Memory ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit)

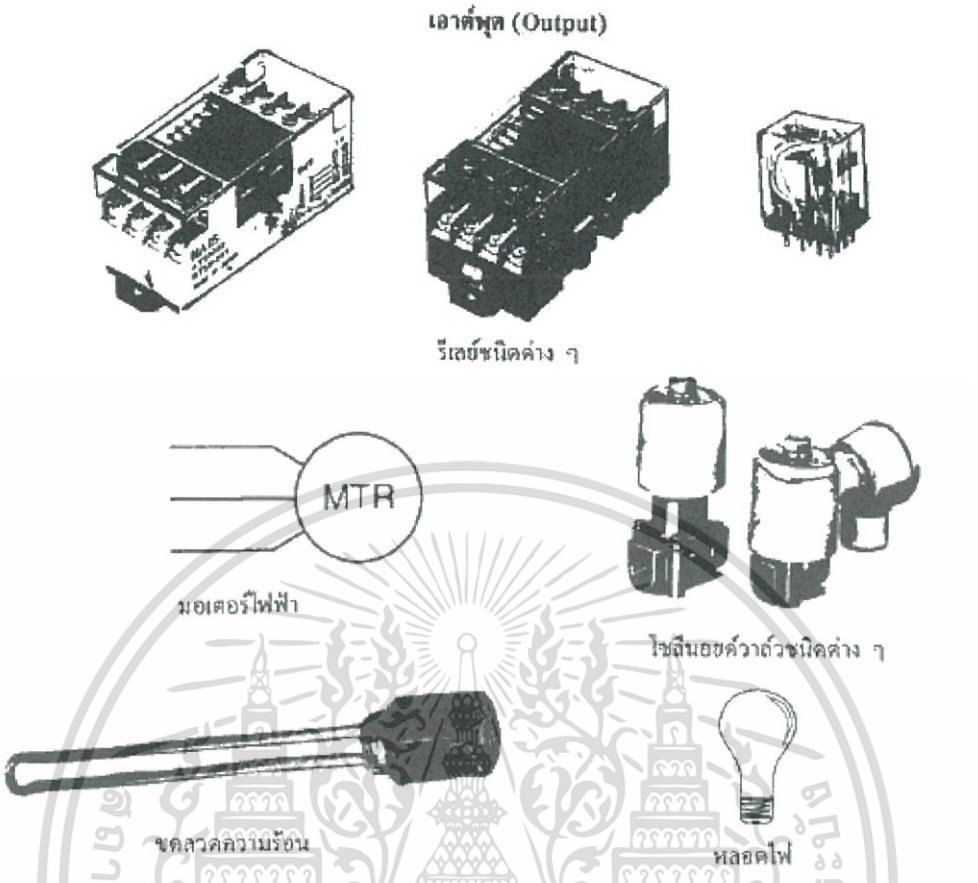
ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต (I/O Unit) จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่างๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผล เมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้ หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมแล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุท ได้แก่ พรอกซิมิตี้สวิตช์ (Proximity Switch) ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) ไทเมอร์ (Timer) โฟโตอิเล็กทริกสวิตช์ (Photoelectric Switch) เอนโค้ดเดอร์ (Encoder) เคาน์เตอร์(Counter) เป็นต้น

รูปที่ 2.17 หน่วยอินพุต

หน่วยเอาต์พุตทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น อุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณเอาท์พุท ได้แก่ รีเลย์(Relay) มอเตอร์ไฟฟ้า(Electric Motor) โซลินอยด์(Solenoid) ขดลวดความร้อน(Heat Coil) หลอดไฟ(Lamp) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 หน่วยเอาต์พุต

เครื่องป้อนโปรแกรม (Programming Device)

เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) ทำหน้าที่ ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย

เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) แต่ละยี่ห้อจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์ในการใช้งานที่เหมือนกัน

แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำ และหน่วยอินพุท/เอาท์พุท

2.2.4 การทำงานของ PLC

PLC ทำงานโดยการกวาดหรือสแกน (Scan) โปรแกรมอย่างต่อเนื่อง ในการสแกนจะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ 3 ขั้นคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

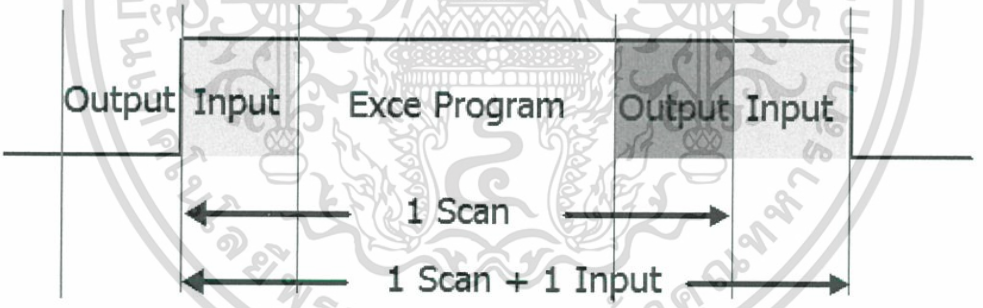
ขั้นตอนที่ 1 ตรวจสอบสถานะอินพุต (Check Input Status) เริ่มจากการตรวจสอบสภาวะของอินพุตแต่ละตัวว่ามีสถานะเป็นอย่างไร (เปิดหรือปิด) แล้วนำสภาวะของข้อมูลเหล่านั้นไปเก็บไว้ที่หน่วยความจำเพื่อใช้ในขั้นตอนต่อไป

ขั้นตอนที่ 2 ประมวลผลโปรแกรม (Program Executed) ในขั้นตอนนี้ PLC จะประมวลผลตามโปรแกรมตามลำดับของคำสั่งที่ป้อนเข้าไป และจะเก็บผลลัพธ์ของการประมวลผลไว้ในหน่วยความจำเพื่อใช้ในขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 3 มีการปรับเปลี่ยนสถานะของเอาต์พุต (Update Output Status) ในขั้นตอนสุดท้ายนี้ PLC จะปรับเปลี่ยนสถานะเอาต์พุตตามโปรแกรมที่เขียนขึ้น คือถ้าสถานะของอินพุตตัวใดตัวหนึ่งในระหว่างขั้นตอนแรกที่มีการเปลี่ยนแปลง และผลลัพธ์ของการประมวลในขั้นตอนที่สองให้เอาต์พุตเปลี่ยนแปลงก็จะส่งผลให้ขั้นตอนที่สามมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย

หลังจากขั้นตอนที่ 3 แล้วเครื่อง PLC ก็จะกลับไปเริ่มต้นทำขั้นตอนที่ 1 อีกโดยทำงานซ้ำกันทุกขั้นตอนไปเรื่อย ๆ ซึ่งระยะเวลาที่ใช้ในทั้ง 3 ขั้นตอนนี้เรียกว่า 1 สแกนไทม์ (Scantime) ระยะเวลาในการตอบสนองทั้งหมดของ PLC เป็นองค์ประกอบสิ่งหนึ่งที่ต้องนำมาพิจารณาเสมอ เนื่องจาก PLC จะต้องใช้ระยะเวลาหนึ่งในการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลง ซึ่งระยะเวลาในการตอบสนองของ PLC สามารถคำนวณได้จากสมการ

Total Response Time = Input Response Time + Program Execution Time + Output Response Time



รูปที่ 2.19 ลำดับในการตอบสนองทั้งหมดของ PLC

2.2.5 ตู้ควบคุมสำหรับ PLC [7]

ตู้สำหรับติดตั้ง PLC ต้องป้องกันไม่ให้ PLC เสียหายจากการใช้งานหรือจากส่วนอื่นๆ เช่น จากสิ่งแวดล้อมหรือสิ่งปนเปื้อนในอากาศ เช่น ความชื้น น้ำมัน ฝุ่นผง ก๊าซที่มีฤทธิ์การกัดกร่อน โดยมีขนาดที่ใหญ่เพียงพอ สะดวกในการเดินสายไฟต่างๆ การติดตั้งตู้ PLC ควรแยกการติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงและ มีระยะห่างจากแผงควบคุมไฟฟ้าแรงสูงไม่น้อยกว่า 8 นิ้ว และมีสายดินจากตู้ลงไปยังสายดินของอาคาร สายดินควรมีขนาด 2 ตารางมิลลิเมตร หรือใหญ่กว่า และค่าความต้านทานของสายดินไม่ควรเกิน 100 โอห์ม และควรแยกการติดตั้งกับอุปกรณ์ที่มีความร้อนสูง เช่น ฮีทเตอร์ หม้อแปลง หรือตัวต้านทานขนาดใหญ่ ถ้าตู้มีอุณหภูมิสูงกว่า 60° C ควรติดพัดลมเป่าระบายความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงานและการทดสอบ

ในการทำปริญญานิพนธ์เรื่องการปรับปรุงระบบควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกด้วย PLC ทางผู้จัดทำได้ดำเนินงานตามขั้นตอน ดังนี้

3.1 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติกและกระบวนการฉีดพลาสติก

1. รวบรวมข้อมูลจากหนังสือและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง
2. ศึกษาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต
3. ทำการทดลองกับเครื่องฉีดพลาสติกจริง

3.2 การเตรียมความพร้อมเบื้องต้น

การเตรียมความพร้อมเบื้องต้นแบ่งงานออกเป็นสองส่วนคือ ทำความสะอาดเครื่องฉีดพลาสติกและตรวจสอบการทำงานของแผงควบคุมเดิม

3.2.1 การทำความสะอาด

1. เคลื่อนย้ายวัสดุ อุปกรณ์ที่อยู่บริเวณรอบๆตัวเครื่องออก
2. ใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดในส่วนของตัวเครื่องที่สกปรกออกก่อน
3. ในส่วนของสายไฟ ใช้ผ้าชุบน้ำเช็ดแต่ละสาย เพื่อทำความสะอาด
4. ทิ้งไว้ 20 นาที เพื่อให้น้ำแห้ง
5. ใช้กระดาษหนังสือพิมพ์ ซับน้ำมันบริเวณที่เกิดการรั่ว และเช็ดทำความสะอาด
6. ใช้เครื่องดูดฝุ่นดูดฝุ่นที่ร่วงหล่นในขั้นตอนเช็ดทำความสะอาด และดูดฝุ่นจากบริเวณที่ไม่สามารถใช้ผ้าเช็ดได้
7. ใช้ไม้กวาดทำความสะอาดบริเวณรอบๆเครื่องฉีดพลาสติก หลังจากทำความสะอาดเครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.1 เครื่องฉีดพลาสติกก่อนการทำความสะอาด

รูปที่ 3.2 บริเวณโดยรอบเครื่องฉีดพลาสติกก่อนทำความสะอาด

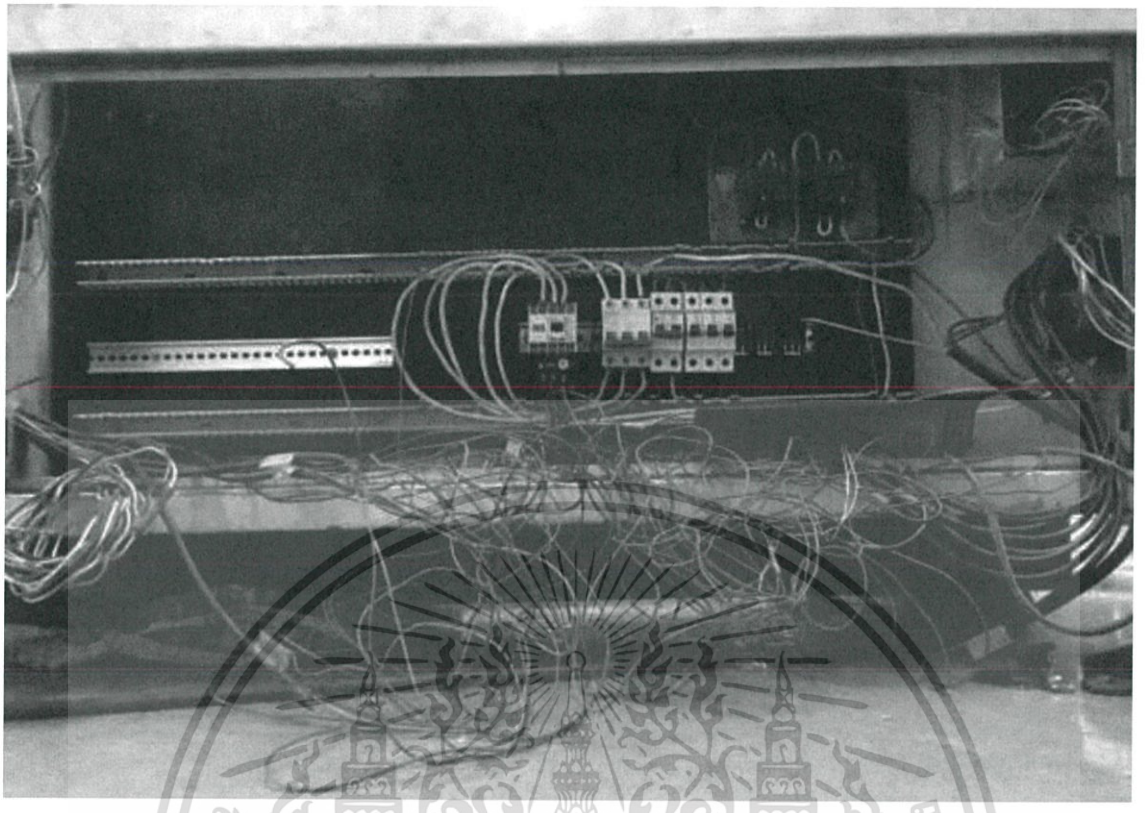
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 เครื่องฉีดพลาสติกหลังทำความสะอาด

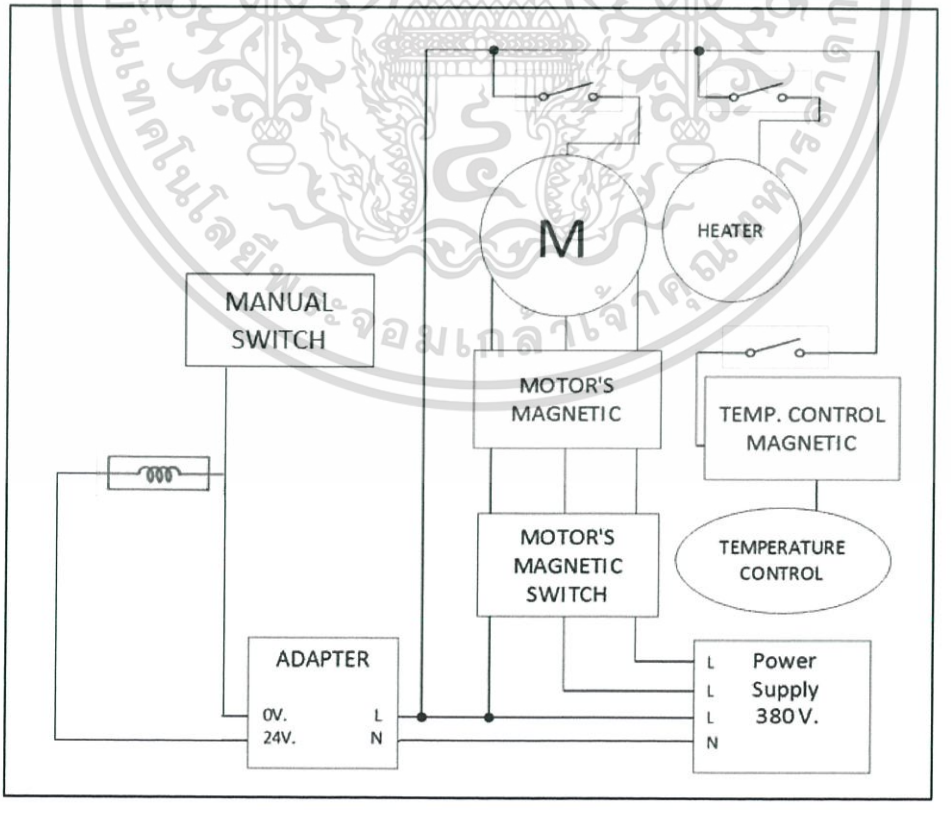
3.2.2 ตรวจสอบและศึกษาการทำงานของแผงควบคุมเดิม

1. ตรวจสอบ Breaker และอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมส่วนต่างๆของเครื่องฉีดพลาสติก
2. ตรวจสอบระบบการเดินไฟเข้าและออกจากแผงควบคุมเดิม
3. วาดแผนผัง Circuit Diagram ของแผงควบคุมเดิม
4. ตัดสายไฟที่ต่อกับสวิตช์เดิมที่จะทำการเปลี่ยนเป็นเชื่อมต่อกับ PLC นำสวิตช์เดิมออก เพื่อเตรียมดำเนินการขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

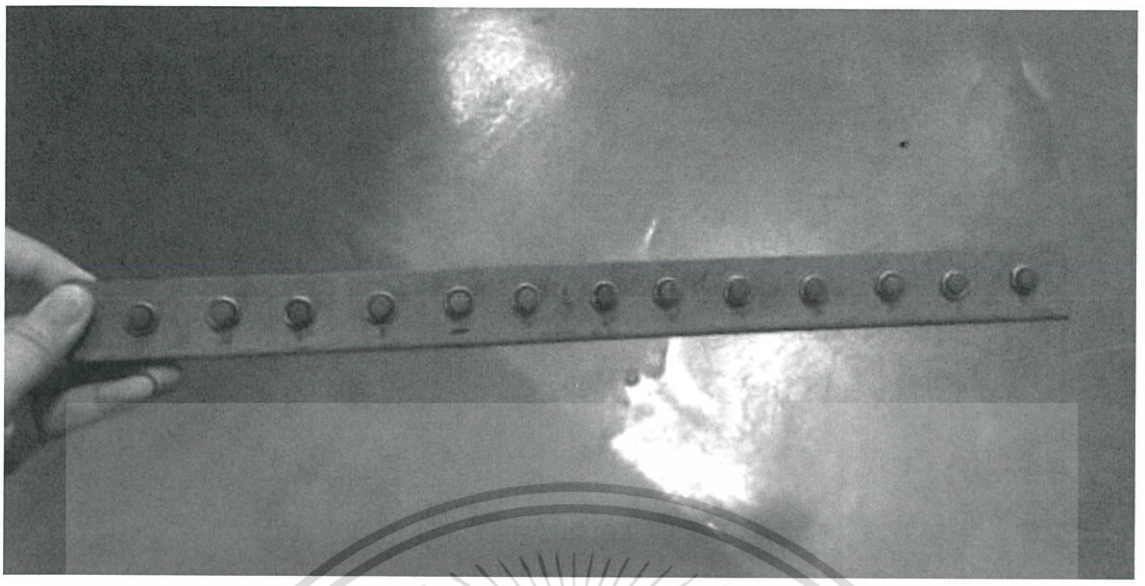


รูปที่ 3.4 แผงควบคุมเดิม



รูปที่ 3.5 แผนผัง Circuit Diagram ของแผงควบคุมเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 นำสวิตช์เดิมออก

3.3 ศึกษาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการและระบบการทำงานของ PLC

3.3.1 ศึกษาข้อมูลจากหนังสือและวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวข้อง

3.3.2 ศึกษาข้อมูลทางอินเทอร์เน็ต

3.3.3 ทำการทดลองเขียนคำสั่งโปรแกรม PLC จริง

3.4 ติดตั้งระบบ PLC

ในส่วนของการติดตั้งระบบ PLC นั้น จะแบ่งงานออกเป็นสี่ส่วน ดังนี้

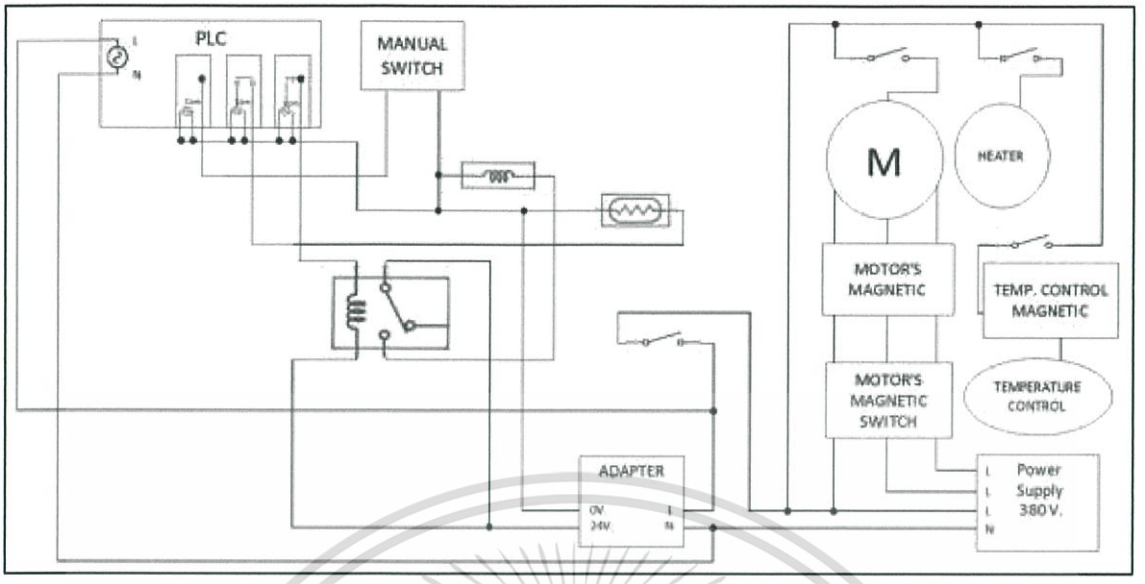
3.4.1 วางแผนระบบควบคุมที่จะติดตั้ง

1. วางแผนระบบควบคุมใหม่โดยใช้ข้อมูลการทำงานพื้นฐานของเครื่องฉีดพลาสติก
2. ตรวจสอบว่าต้องเพิ่มอุปกรณ์ใดเพิ่มเติม เพื่อให้ระบบ PLC ทำงานได้
3. คำนวณจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องใช้

3.4.2 วาดแผนผังวงจร (Circuit Diagram) ของแผงควบคุมใหม่

ในส่วนนี้ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาข้อมูลการต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่างๆที่จำเป็นต้องใช้เพิ่มเติม และทำการวาดแผนผังวงจร สำหรับแผงควบคุมใหม่ ดังแสดงในรูปที่ 3.7

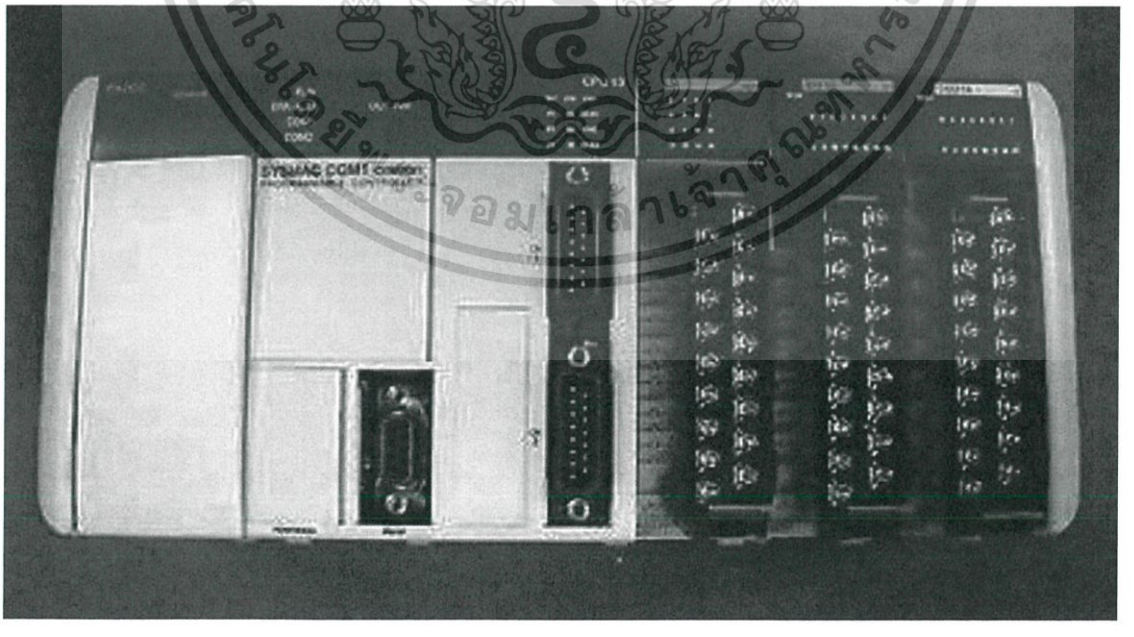
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แผนผัง Circuit Diagram ของแผงควบคุมใหม่

3.4.3 การเลือก PLC และการติดตั้ง

ทำการเลือก PLC ที่จะติดตั้ง โดยเลือก PLC ที่มีจำนวน I/O (Input and Output) เพียงพอที่จะรองรับ Sensor และตัวควบคุมโซลินอยด์ทั้งหมด โดย PLC ที่เลือกใช้คือ PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) รุ่น Sysmac CQM 1 ทำการจัดหารางสำหรับติดตั้งอุปกรณ์, Breaker, Relay, Terminal, Adapter และสายไฟ และ ติดตั้งรางสำหรับยึดอุปกรณ์ได้แก่ PLC, Relay, Terminal, Adapter และ Breaker

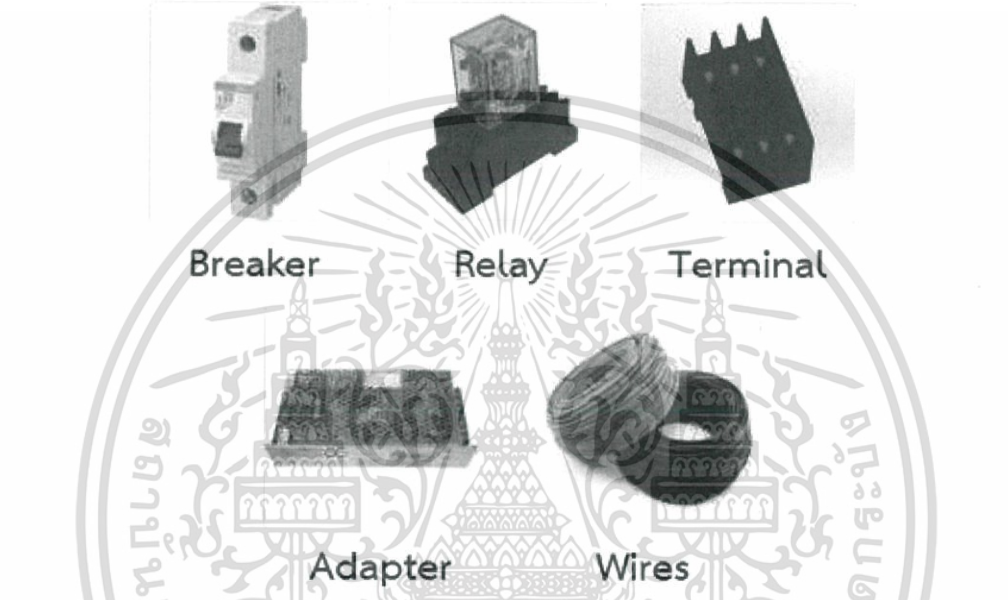


รูปที่ 3.8 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) รุ่น Sysmac CQM1

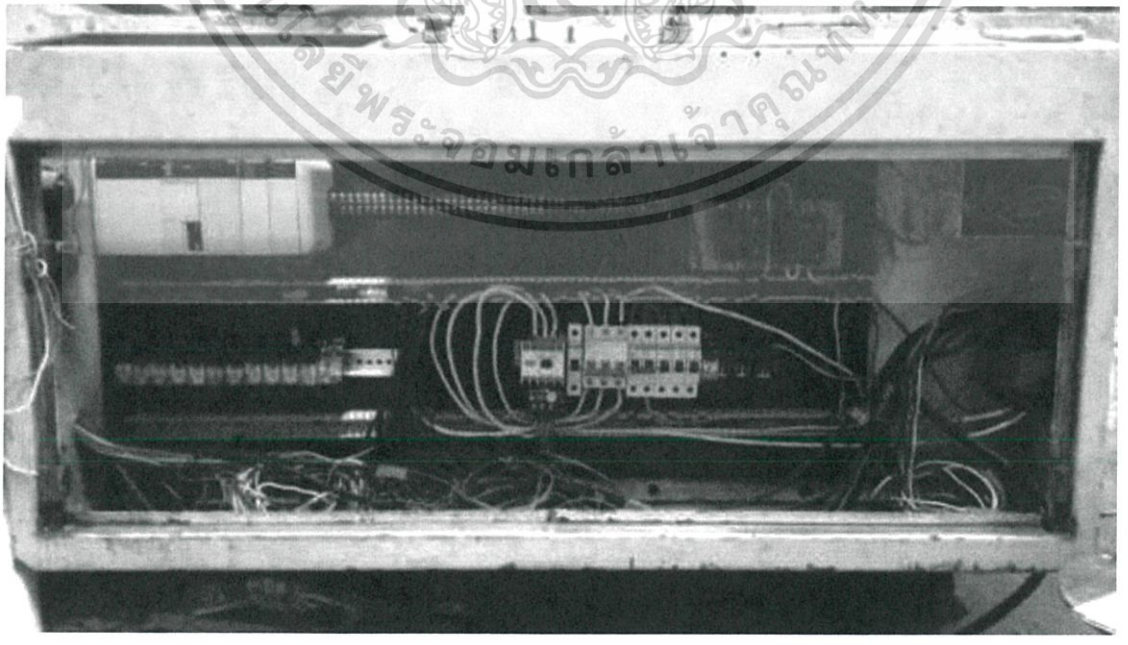
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 เดินระบบไฟใหม่ตาม Circuit Diagram ที่เตรียมไว้

1. เดินไฟเข้า Breaker ก่อนจ่ายให้ Adapter และ PLC
2. ต่อสายไฟที่ควบคุมโซลินอยด์เข้ากับ Relay เพื่อรับคำสั่งจาก PLC
3. ต่อสายไฟจาก Relay และ Sensor เข้า PLC
4. จ่ายไฟจาก Adapter ให้ Relay
5. เดินไฟให้ครบวงจร และจัดระเบียบสายไฟใหม่

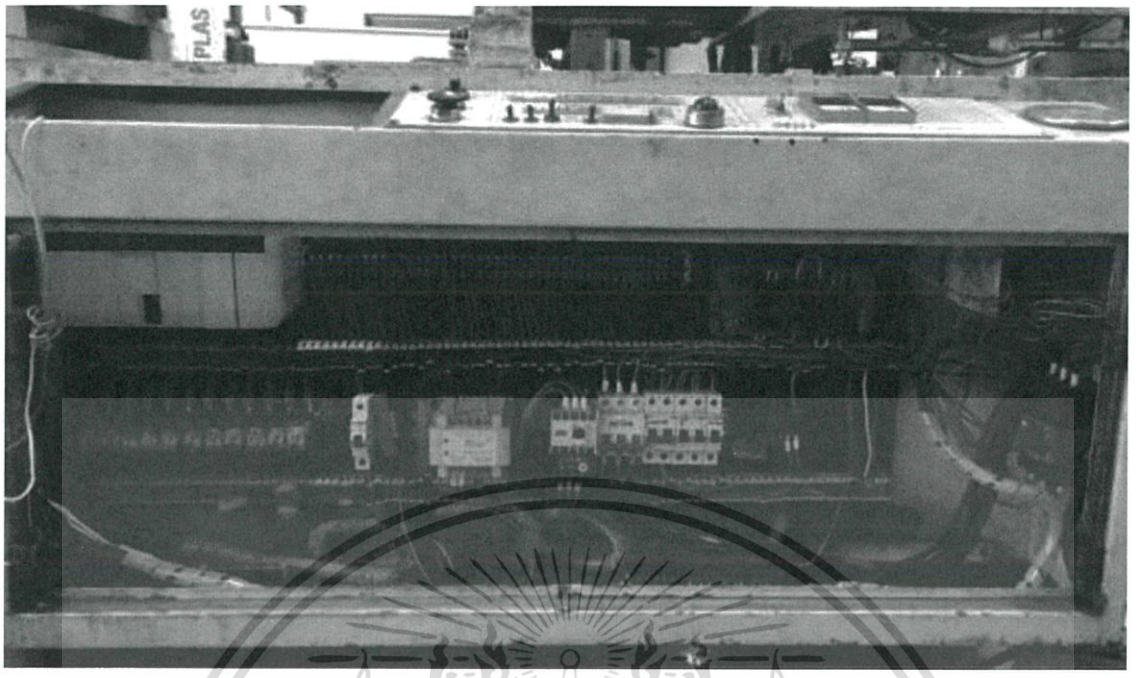


รูปที่ 3.9 รูปภาพแสดงอุปกรณ์ที่จะทำการติดตั้งเพื่อใช้กับระบบ PLC



รูปที่ 3.10 แผงควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกหลังติดตั้งอุปกรณ์สำหรับระบบ PLC

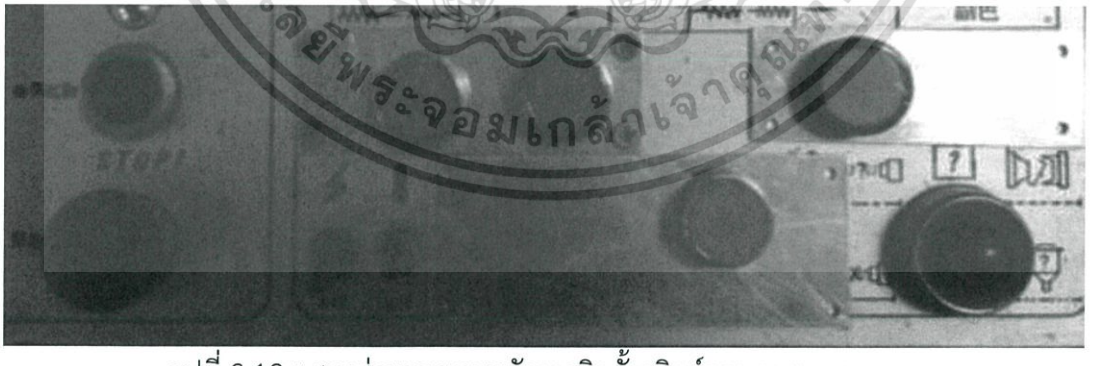
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แผงควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกหลังเดินสายไฟและจัดระเบียบสายไฟใหม่

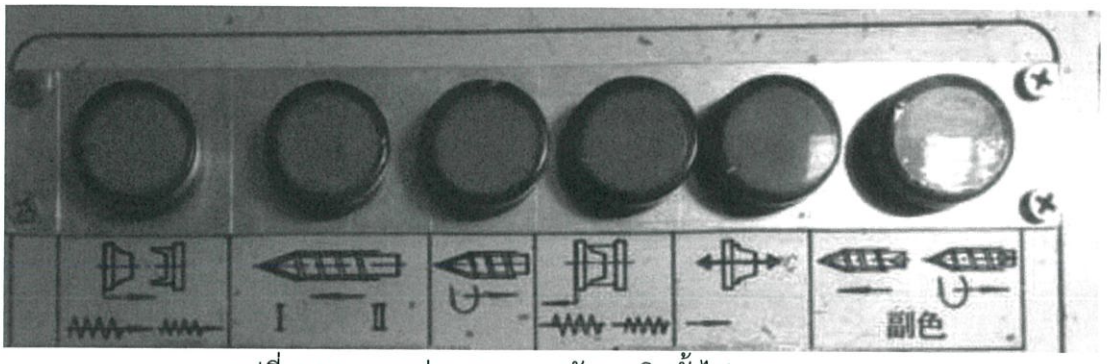
3.5 ติดตั้งแผงควบคุมการทำงาน

แผงควบคุมการทำงานเป็นแผงควบคุมแบบเมนวล ที่สั่งงานโดยการกดสวิตช์(Switch) สำหรับสั่งงานและไฟแอลอีดี (LED) แสดงสถานการณ์ทำงาน โดยให้เครื่องฉีดพลาสติกทำงานในแต่ละขั้นตอนคือ การเปิดปิดแคล้มจับโมล ฉีด ปั่นสกรู เลื่อนหัวฉีด เปิดปิดก้านปลดชิ้นงาน โดยผ่านการสั่งจากเมนวลสวิตช์ (Manual Switch) โดยไฟแสดงสถานะจะแสดงว่าในขณะนั้น ๆ ที่กำลังทำงานของกระบวนการใดอยู่



รูปที่ 3.12 แสดงส่วนควบคุมหลังการติดตั้งสวิตช์ควบคุมแบบเมนวล

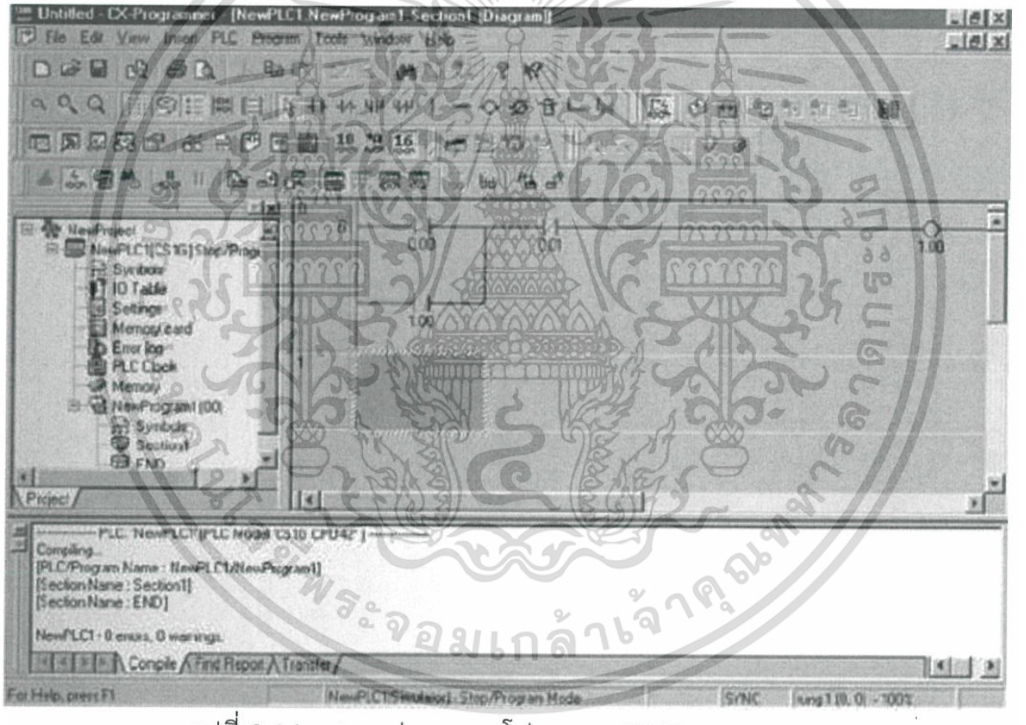
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แสดงส่วนควบคุมหลังการติดตั้งไฟแสดงสถานะ

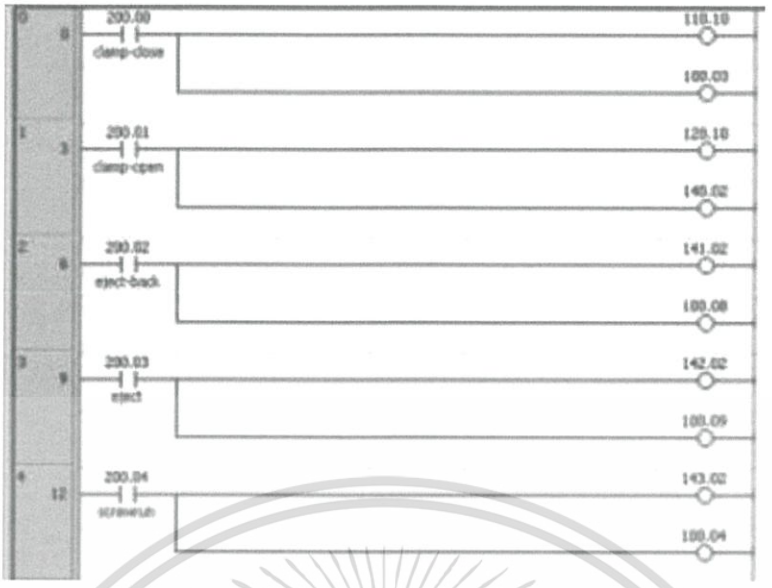
3.6 ป้อนโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกให้กับ PLC [5],[6]

ในส่วนนี้ผู้จัดทำได้ทำการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม(Ladder Diagram) สำหรับสั่งงานPLC ให้ควบคุมการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกโดยใช้โปรแกรม CX-Programmer



รูปที่ 3.14 แสดงรูปแบบของโปรแกรม CX-Programmer

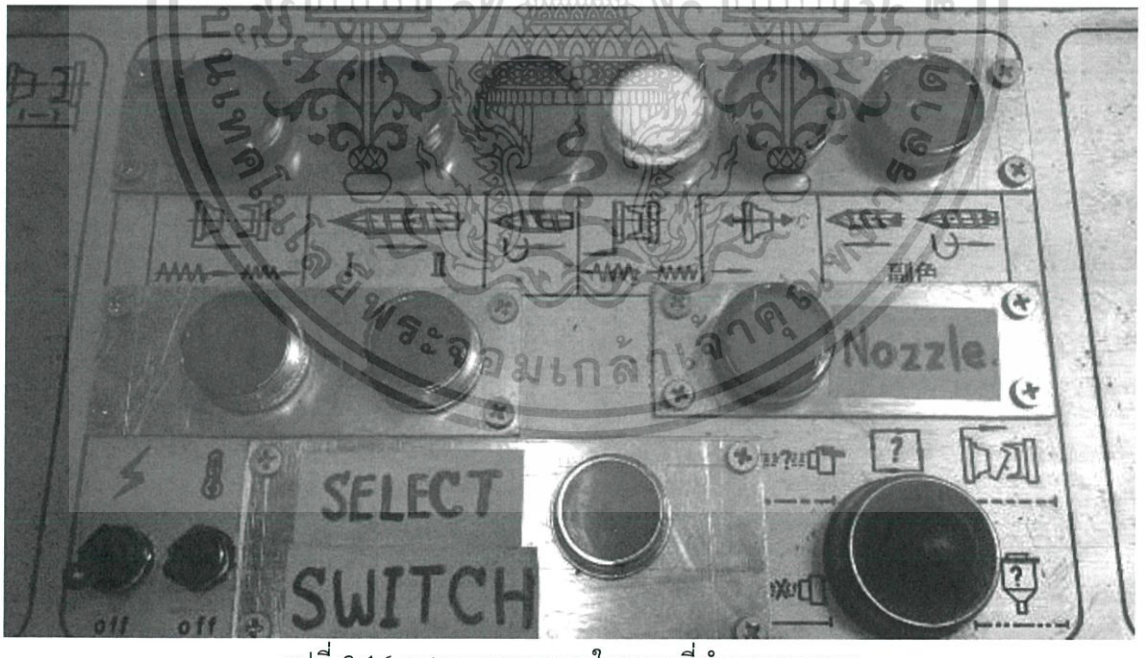
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 แสดงตัวอย่างโปรแกรมคำสั่งสำหรับชุดควบคุม PLC ที่เขียนโดย CX-Programmer

3.7 ทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมโดยการสั่งงานด้วยเมนวลสวิตช์(Manual Switch)

ในส่วนนี้ผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกตั้งแต่ขั้นตอนแรกไปจนจบกระบวนการฉีดพลาสติก โดยการควบคุมโดยด้วยเมนวลสวิตช์ทั้งหมด(Manual Switch)



รูปที่ 3.16 แสดงแผงควบคุมในขณะที่ทำการทดสอบ

3.8 ทดสอบการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก

หลังจากติดตั้ง PLC และ แผงควบคุมเรียบร้อยแล้ว ได้ทำการออกแบบคำสั่งและเขียน Ladder Diagram ป้อนโปรแกรมคำสั่งให้ PLC เพื่อทดสอบการทำงานในแต่ละส่วนของเครื่องฉีดพลาสติก โดยทดสอบการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกในทุกส่วนโดยแสดงผลในบทถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

จากแผนการดำเนินงานในบทที่ 3 ทางกลุ่มได้ดำเนินงานไปเป็นผลสำเร็จ ทำให้เครื่องฉีดพลาสติกสามารถทำงานได้โดยการควบคุมด้วยการโปรแกรม PLC โดยผลของการดำเนินงานสามารถแบ่งเป็นข้อๆ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 4.1

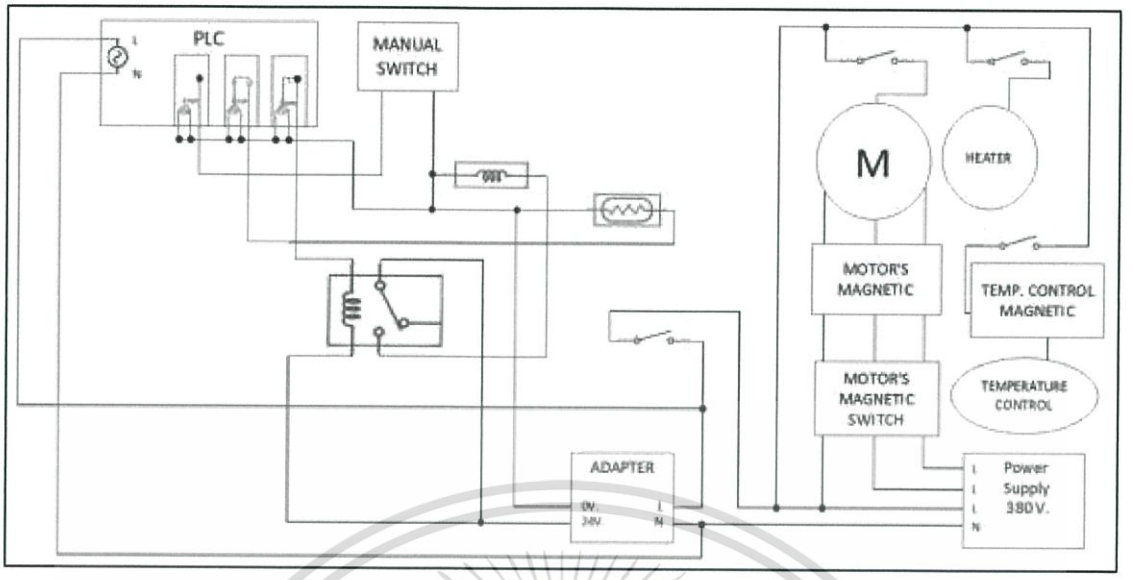
ตารางที่ 4.1 แสดงผลของการดำเนินงานในการปรับปรุงเครื่องฉีดพลาสติก

อุปกรณ์และระบบต่างๆ	ตรวจสอบแล้ว	การปรับปรุง	แล้วเสร็จ	ทดสอบ
ชุดควบคุม PLC	✓	ติดตั้ง PLC	✓	✓
อุปกรณ์สำหรับชุดควบคุม (รีเลย์, อแดปเตอร์ และอื่นๆ)	✓	เปลี่ยนและติดตั้งอุปกรณ์ที่สำคัญ	✓	✓
ระบบไฟฟ้าสำหรับแผงควบคุมและอุปกรณ์ต่างๆ	✓	ซ่อมแซมและเดินสายไฟใหม่	✓	✓
สวิตช์สั่งงานเครื่องฉีดพลาสติกแบบเมนวล	✓	ติดตั้งสวิตช์	✓	✓
ไฟแสดงการทำงานแต่ละส่วน	✓	ติดตั้งหลอดไฟ	✓	✓
โปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องฉีดพลาสติก	✓	โปรแกรม PLC	✓	✓

4.1 ผลการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับแผงควบคุมและอุปกรณ์ต่างๆ

เนื่องจากเครื่องฉีดพลาสติกที่ทำการปรับปรุงนั้นไม่ได้ใช้งานมาเป็นเวลาหลายปี ทำให้มีระบบไฟฟ้าบางส่วนเกิดการเสียหาย ผู้จัดทำจึงได้ตรวจเช็คและซ่อมแซมระบบไฟฟ้าที่จ่ายให้กับส่วนต่างๆของเครื่องฉีดพลาสติก รวมถึงเดินระบบไฟเพิ่มสำหรับส่วนควบคุม PLC โดยผู้จัดทำได้มีการวางแผนการเดินสายไฟไว้ดัง Circuit Diagram ต่อไปนี้

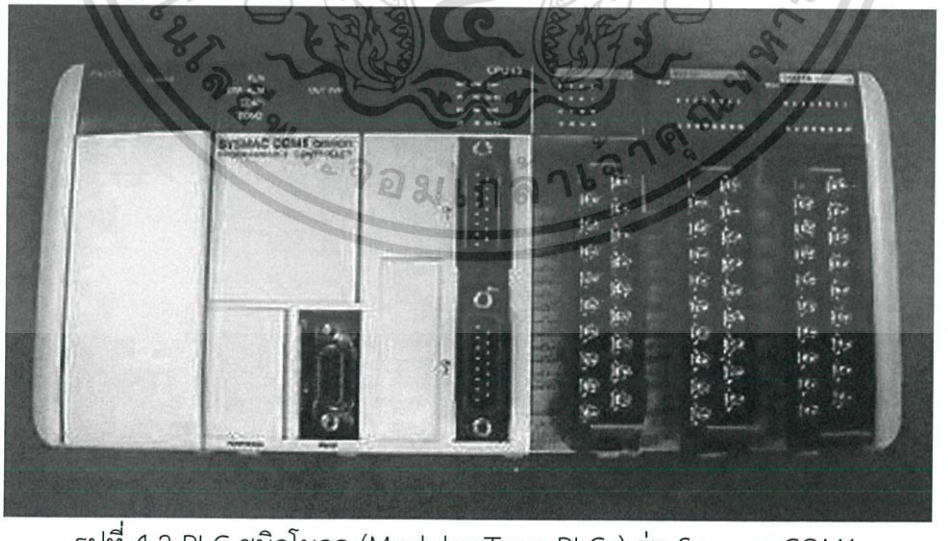
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แผนผัง Circuit Diagram ของแผงควบคุมใหม่

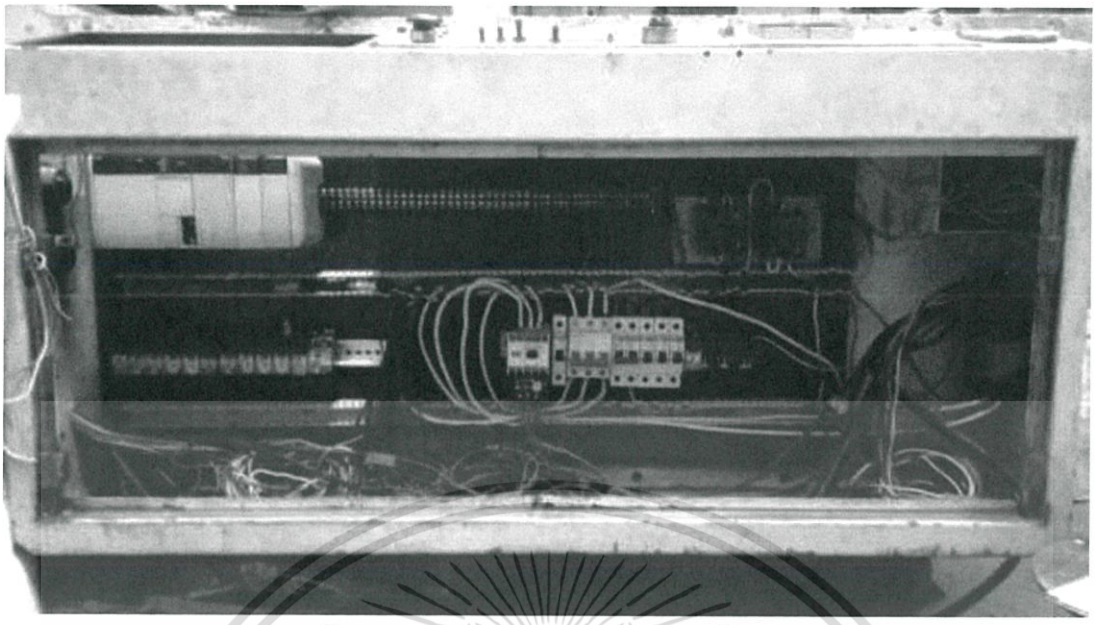
4.2 ผลการติดตั้งชุดควบคุม PLC

ก่อนดำเนินการติดตั้ง ผู้จัดทำได้ทำการปรับปรุงระบบควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกใหม่จึงมีอุปกรณ์บางตัวที่ไม่จำเป็นต้องใช้งานแล้ว จึงได้มีการถอดออก และติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ที่จำเป็นต่อการทำงานของระบบควบคุมใหม่ที่ควบคุมด้วย PLC เช่น รีเลย์ (Relay), หม้อแปลง (Adapter), เบรกเกอร์ (Breaker) และอื่นๆ ทำการศึกษาข้อมูลการทำงานของ PLC ชนิดต่างๆ และผู้จัดทำได้เลือกใช้ PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) รุ่น Sysmac CQM1 โดยได้ทำการติดตั้ง ตัว PLC และได้ทำการเพิ่มโมดูล I/O (Input and Output) ให้เพียงพอที่จะรองรับ อุปกรณ์สำหรับควบคุม



รูปที่ 4.2 PLC ชนิดโมดูล (Modular Type PLCs) รุ่น Sysmac CQM1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงแผงควบคุมหลังการติดตั้ง PLC

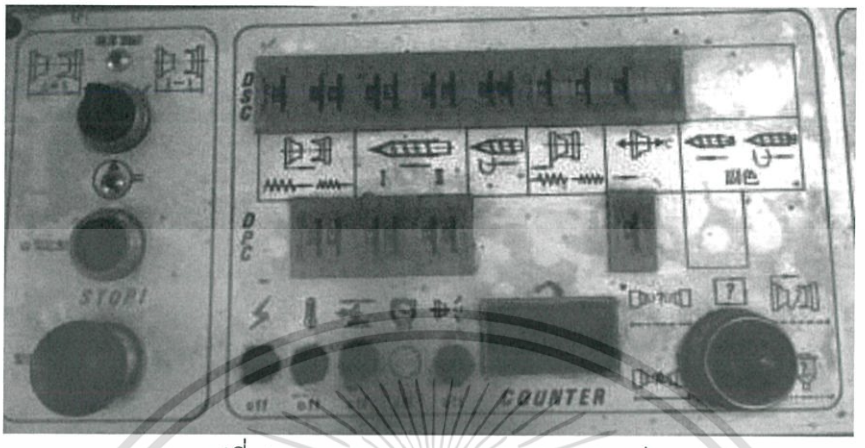
รูปที่ 4.4 แสดงแผงควบคุมหลังการซ่อมแซมและเดินสายไฟใหม่

4.3 ผลการติดตั้งแผงควบคุม

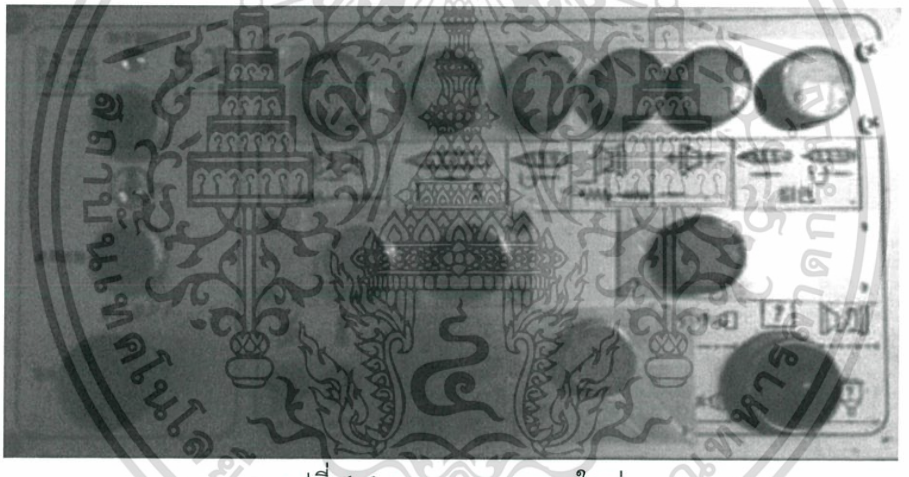
ผู้จัดทำได้ทำการติดตั้งสวิตช์สำหรับควบคุมการทำงานในแต่ละส่วนแบบเมนวล (Manual) เพื่อความสะดวกในการใช้งาน โดยมีสวิตช์ตัวเลือก (Select Switch) สำหรับเลือกส่วนการทำงานของเครื่องฉีดที่ต้องการควบคุม และเมนวลสวิตช์ (Manual Switch) สำหรับควบคุมการทำงาน นอกจากนี้ยังมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

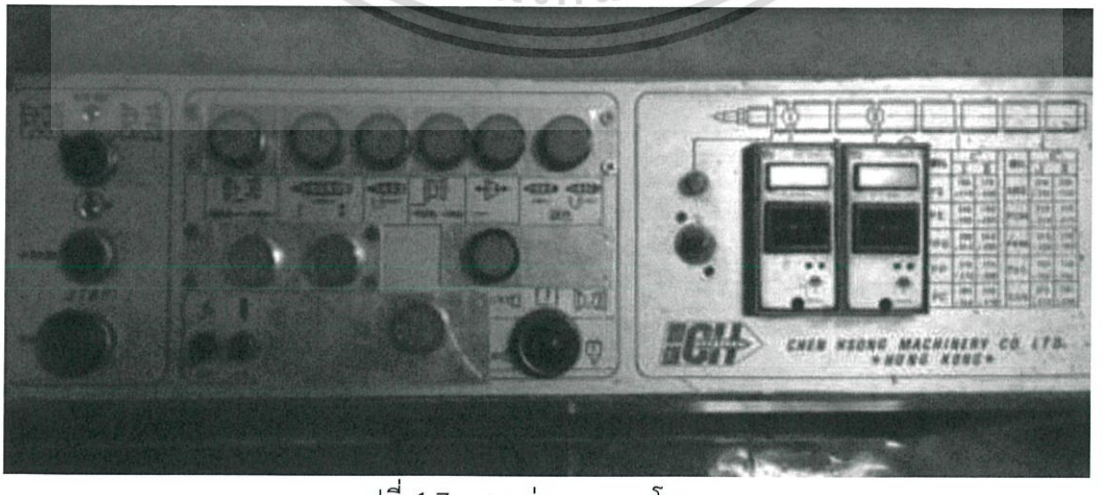
สวิตช์สำหรับเลือกให้ทำงานระบบออโต (Auto) และสวิตช์ฉุกเฉิน (Emergency Switch) สำหรับหยุดการทำงานในภาวะฉุกเฉิน



รูปที่ 4.5 แสดงแผงควบคุมเมนวลแบบเก่า



รูปที่ 4.6 แสดงแผงควบคุมใหม่

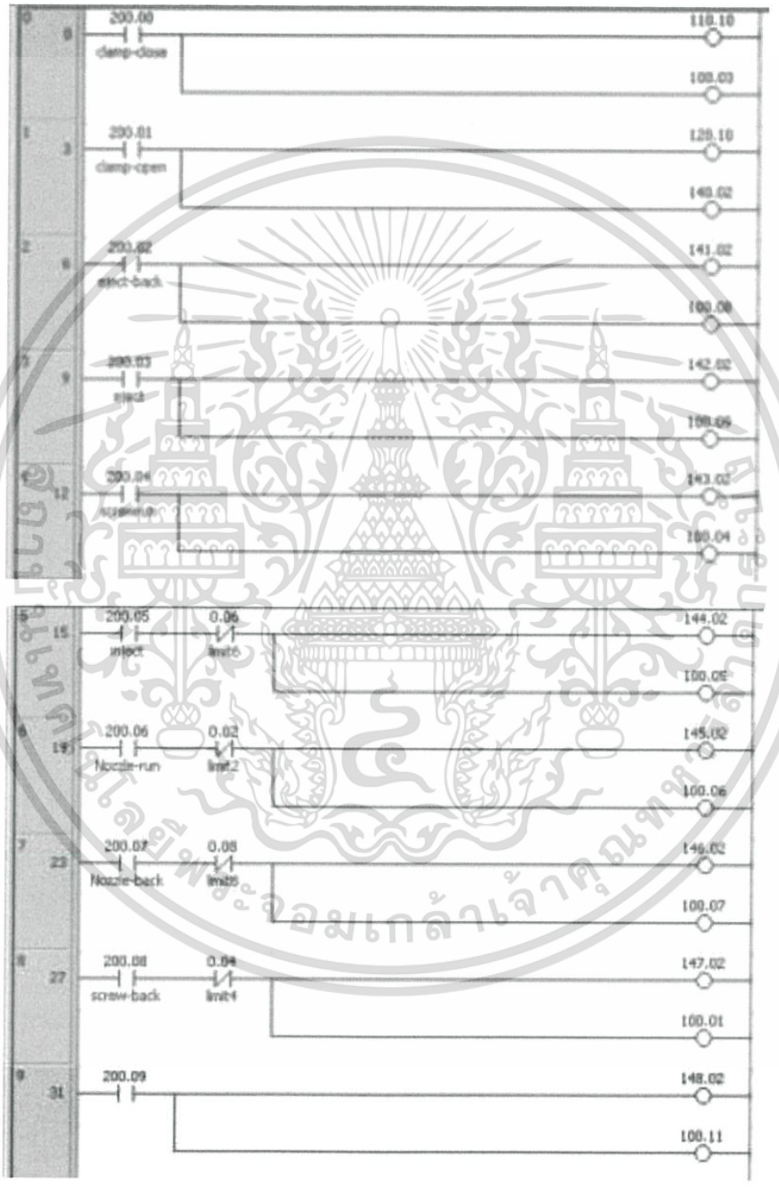


รูปที่ 4.7 แสดงส่วนควบคุมโดยรวม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

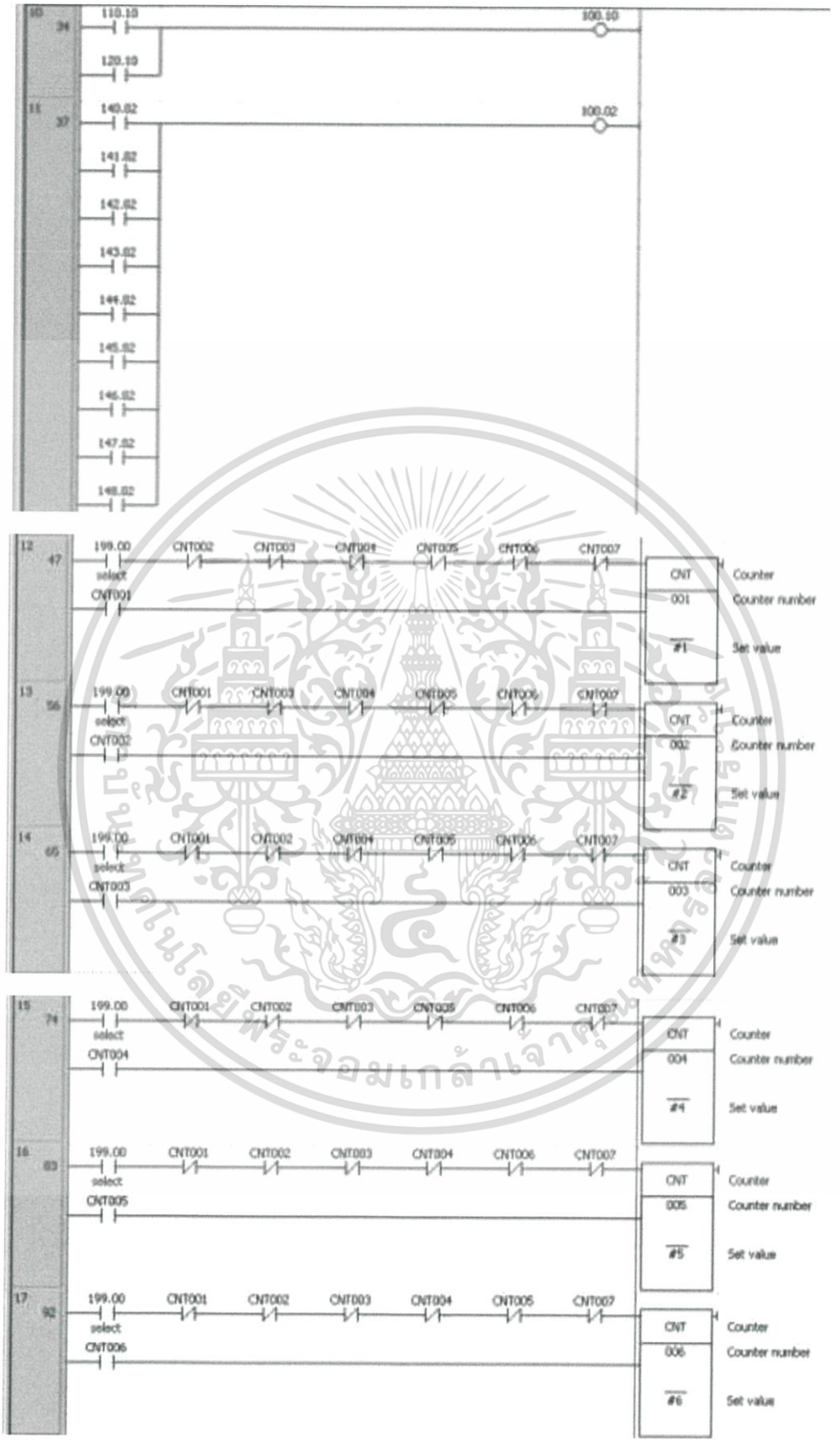
4.4 โปรแกรมสำหรับควบคุมเครื่องฉีดพลาสติก

หลังการติดตั้งชุดควบคุม PLC แล้วนั้น จำเป็นจะต้องมีการโปรแกรมคำสั่งสำหรับควบคุมการทำงานของส่วนต่างๆ โดยการรับคำสั่งจากสวิตช์ (Switch) ที่ทำการติดตั้งไว้ ซึ่งโปรแกรมที่ใช้ในการเขียนคำสั่งก็คือ CX-Programmer ใช้สำหรับเขียนคำสั่ง Ladder Diagram เพื่อป้อนเข้าสู่ PLC โดยโปรแกรมคำสั่งที่เขียนโดย CX-Programmer มีลักษณะดังรูป 4.8-4.10



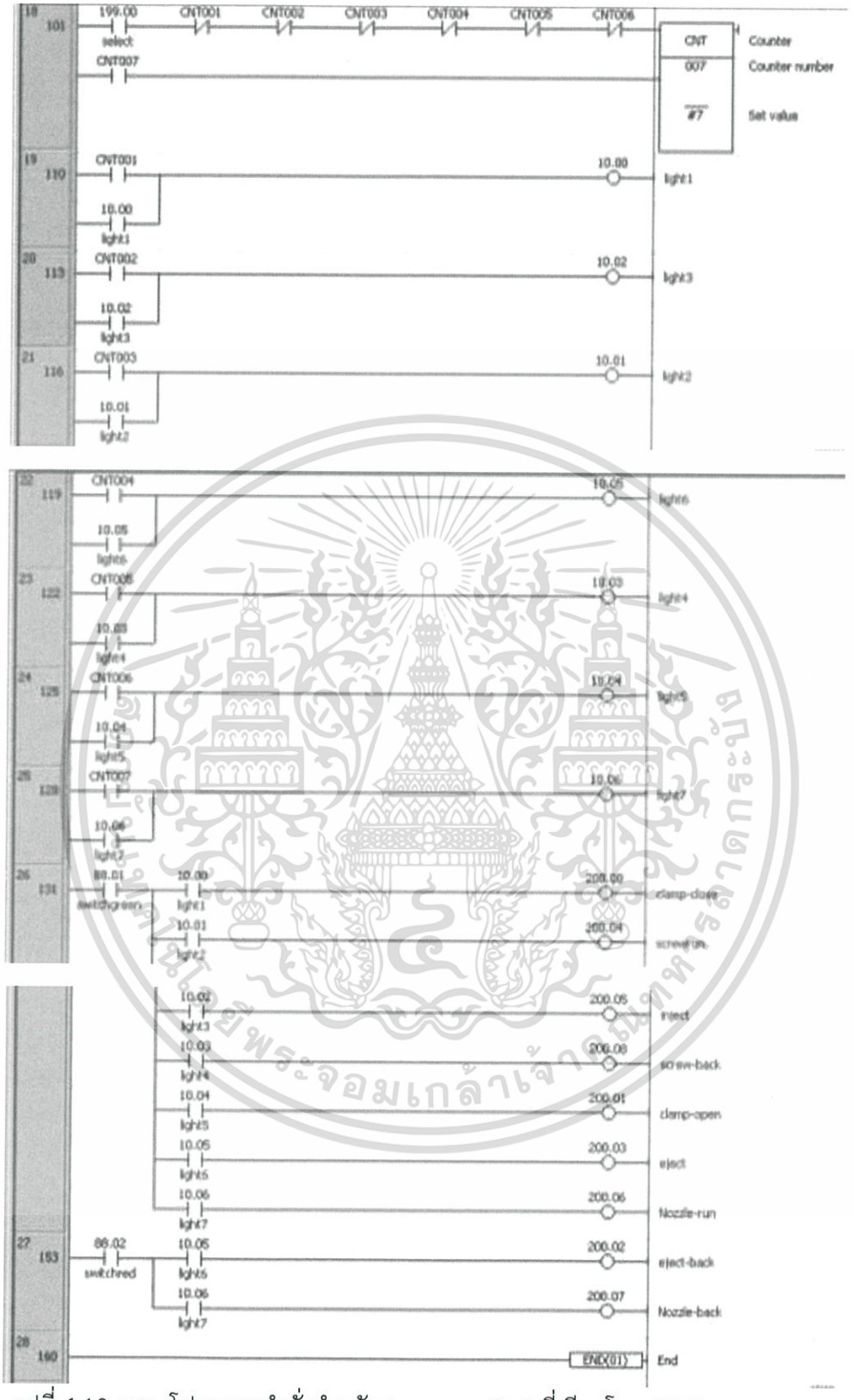
รูปที่ 4.8 แสดงโปรแกรมคำสั่งสำหรับชุดควบคุม PLC ที่เขียนโดย CX-Programmer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 แสดงโปรแกรมคำสั่งสำหรับชุดควบคุม PLC ที่เขียนโดย CX-Programmer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

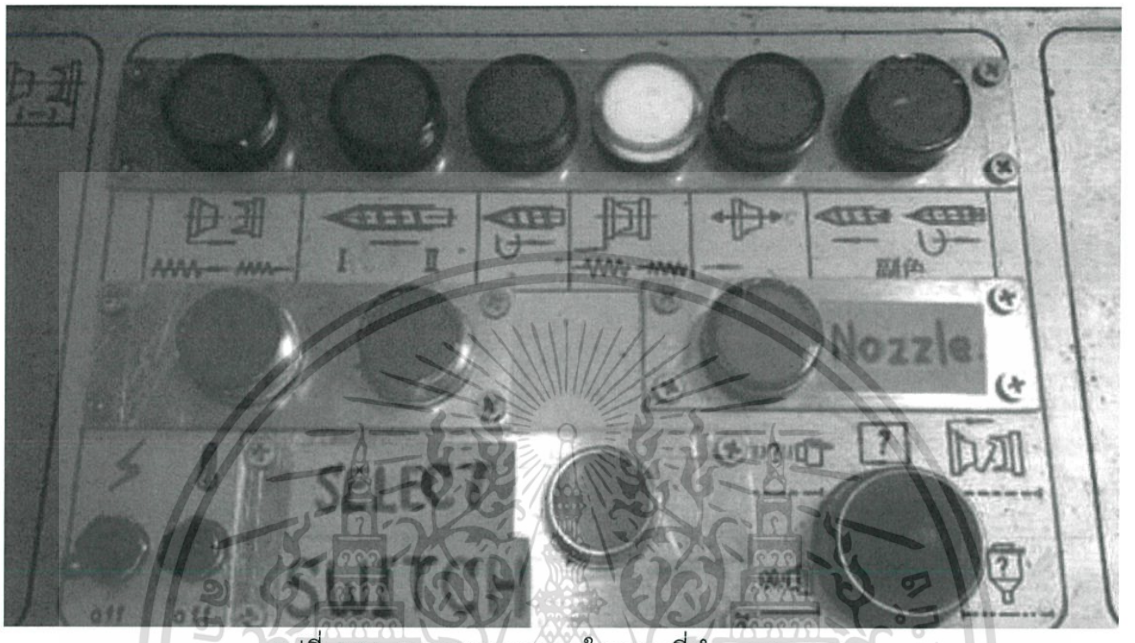


รูปที่ 4.10 แสดงโปรแกรมคำสั่งสำหรับชุดควบคุม PLC ที่เขียนโดย CX-Programmer

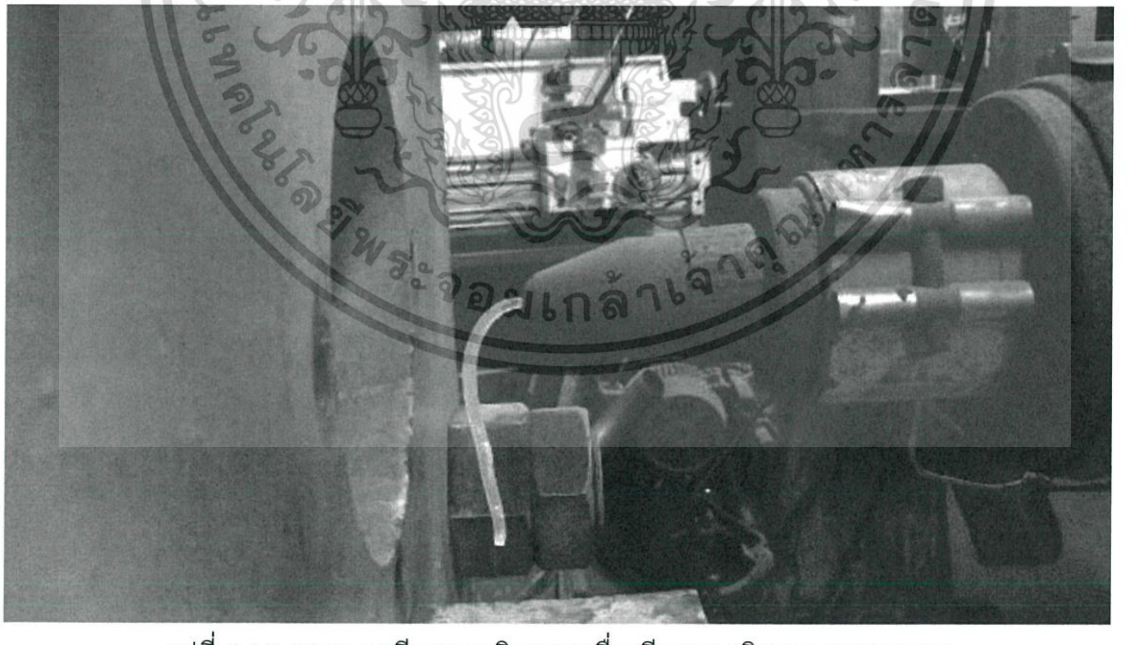
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรมควบคุมโดยการสั่งงานด้วยเมนวลสวิตช์

หลังการทดสอบการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติกตั้งแต่ขั้นตอนแรกไปจนจบกระบวนการฉีดพลาสติก โดยการควบคุมโดยด้วยเมนวลสวิตช์ทั้งหมด(Manual Switch) พบว่าเครื่องฉีดพลาสติกสามารถทำงานได้ตามคำสั่งที่บังคับโดยสวิตช์ต่างๆได้เป็นอย่างดี



รูปที่ 4.11 แสดงแผงควบคุมในขณะที่ทำการทดสอบ



รูปที่ 4.12 แสดงการฉีดพลาสติกของเครื่องฉีดพลาสติกจากการทดสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

ปริญญานิพนธ์เรื่องการปรับปรุงระบบควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกด้วยPLC มีวัตถุประสงค์เพื่อซ่อมบำรุงเครื่องฉีดพลาสติก ให้สามารถนำมาใช้งานใหม่ได้อีกครั้ง โดยปรับปรุงระบบควบคุมเก่าที่เป็นแบบอนาล็อก (Analog) ให้เปลี่ยนเป็นแบบการควบคุมแบบดิจิตอลเชิงตัวเลขที่ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Auto) ควบคุมด้วยพีแอลซี (Programmable logic Controller : PLC) ในการซ่อมแซมปรับปรุงเครื่องนั้น ผู้จัดทำได้ทำการทำความสะอาดเครื่อง และเดินระบบไฟใหม่ พร้อมกับใส่ PLC เข้าระบบควบคุม เพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องฉีดพลาสติก ซึ่งผู้จัดทำได้ออกแบบให้มีทั้งการทำงานแบบ manual และ semi-auto และได้ทำการทดสอบโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่อง ซึ่งผลการทดสอบคือเครื่องสามารถใช้งานได้ดี ทำให้เราได้เครื่องฉีดพลาสติกที่สามารถใช้งานได้ทั้งระบบควบคุมแบบอนาล็อก (Analog) และระบบควบคุมแบบดิจิตอลเชิงตัวเลขที่ทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ (Semi-Auto) ควบคุมด้วยพีแอลซี (Programmable logic Controller : PLC) ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในการศึกษาและวิจัยในอนาคตได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

การปรับปรุงระบบควบคุมเครื่องฉีดพลาสติกด้วย PLC ในครั้งนี้ได้ทำให้เครื่องฉีดพลาสติกสามารถนำมาใช้งานจริงได้อีกครั้ง โดยมีทั้งการทำงานทั้งแบบ Manual และ Semi-Auto โดยการตั้งค่าตัวแปรยังทำผ่านคอมพิวเตอร์ซึ่งสามารถต่ออุปกรณ์เชื่อมโยงกับผู้ใช้แบบ Digital Pro-face สำหรับแสดงข้อมูล รับคำสั่ง และ ปรับค่าตัวแปร ได้สะดวกมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับเครื่องฉีดพลาสติก.[ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.bloggang.com/viewblog.php?id=bright-brave&date=01-10-2011&group=3&gblog=4. (สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559).

[2] งานฉีดพลาสติก. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.plaztek.org/knowledge3_.html. (สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559).

[3] ทฤษฎีเกี่ยวกับPLC. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_2.htm. (สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559).

[4] ทฤษฎีเกี่ยวกับPLC. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://www.rtafshooting.com/arm/index.php?option=com_content&view=article&id=83:plc-&catid=38:-2. (สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559).

[5] ฝึกเขียนโปรแกรมPLC. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://xn--12c3bl6a3a1fd7g.com/%E0%B8%9D%E0%B8%B6%E0%B8%81%E0%B9%80%E0%B8%82%E0%B8%B5%E0%B8%A2%E0%B8%99%E0%B9%82%E0%B8%9B%E0%B8%A3%E0%B9%81%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%A1-plc/. (สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559).

[6] ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม PLC. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://xn--12c3bl6a3a1fd7g.com/plc-programing/. (สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559).

[7] ระบบควบคุมในงานอุตสาหการ. [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก: http://krusomkuan.weebly.com/364836093639365736293627363436103607364836193637361836091.html. (สืบค้นเมื่อ กันยายน 2559).

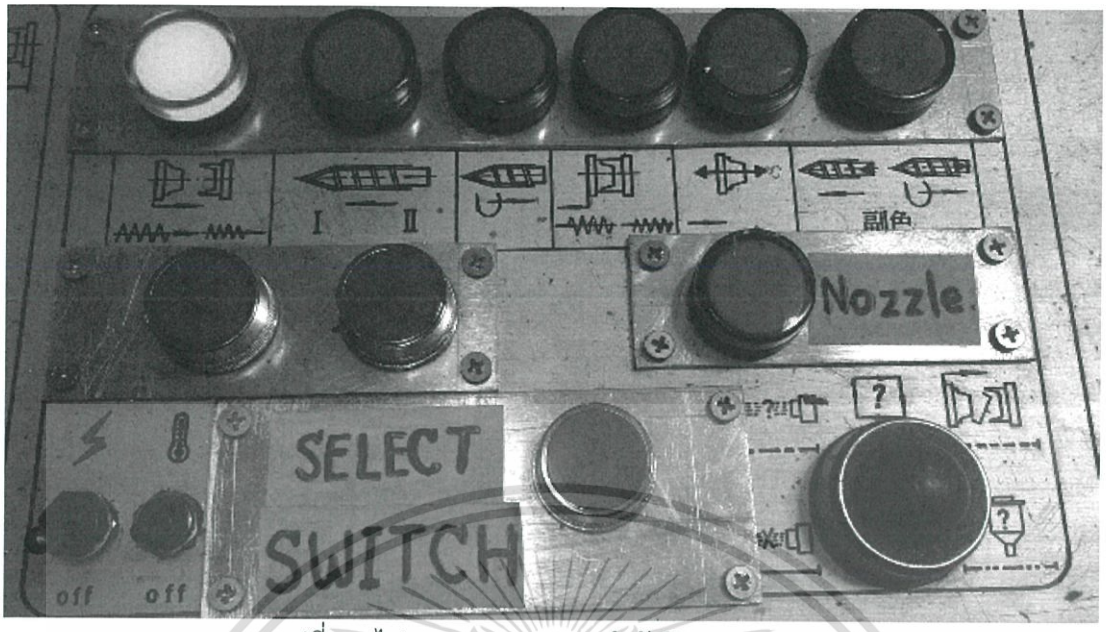
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

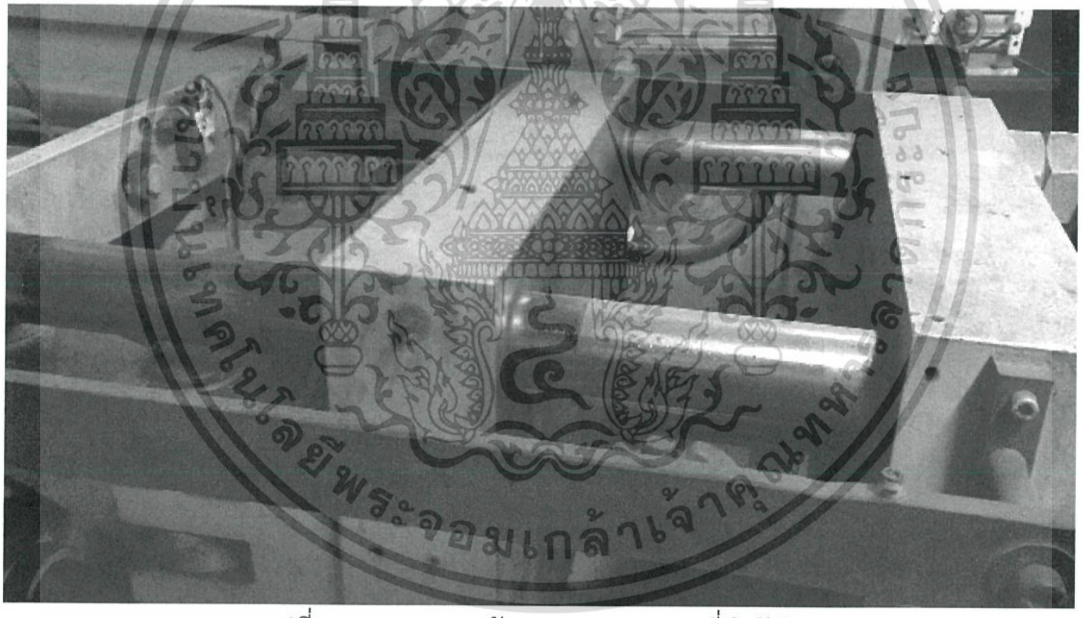
รูปที่ ผ1 ไฟแสดงสถานะขณะกำลังขยับ Nozzle เข้าสู่ Mold

รูปที่ ผ2 แสดงการขยับของ Nozzle เข้าสู่ปาก Mold

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

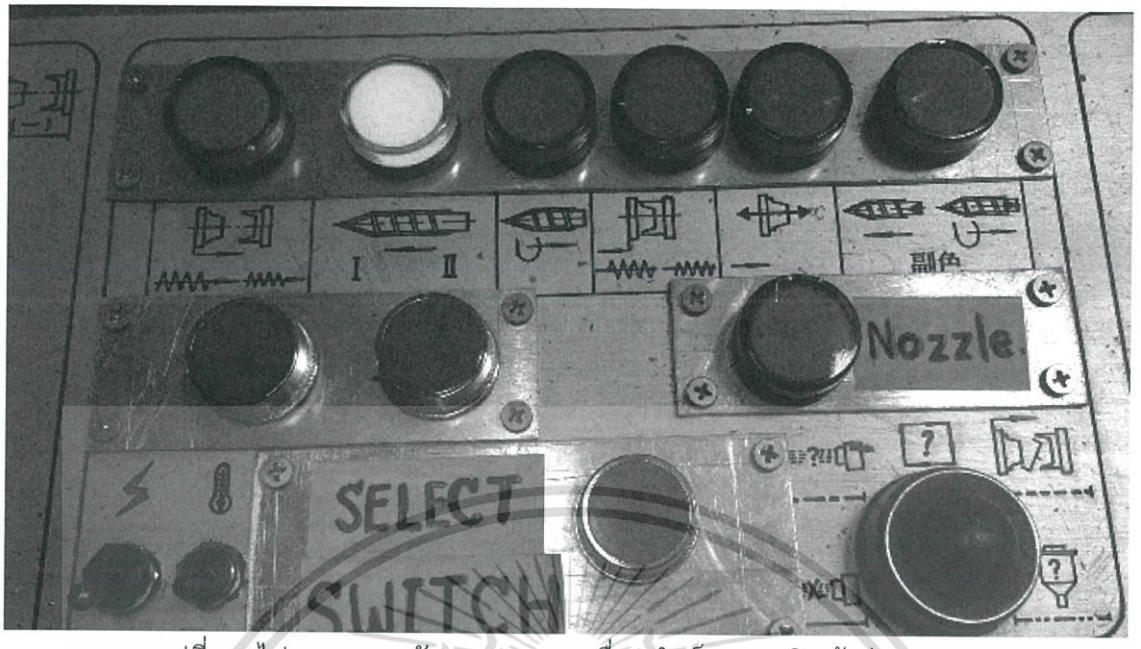


รูปที่ ผ3 ไฟแสดงสถานะขณะกำลังปิด Clamping

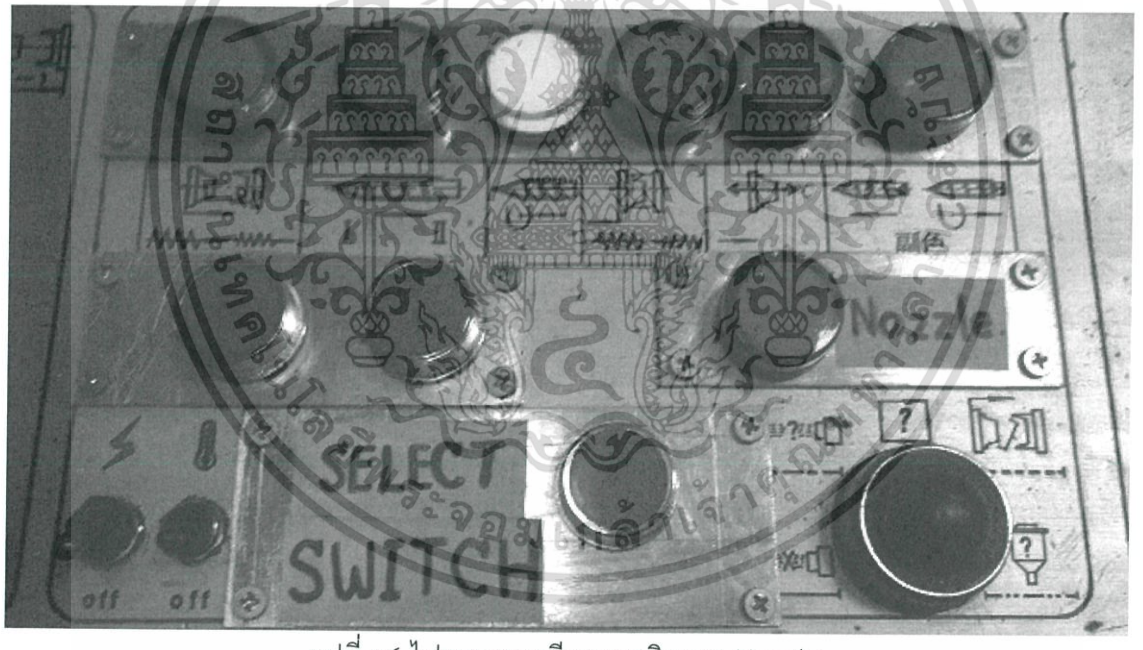


รูปที่ ผ4 แสดงการขยับของ Clamping ที่กำลังปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

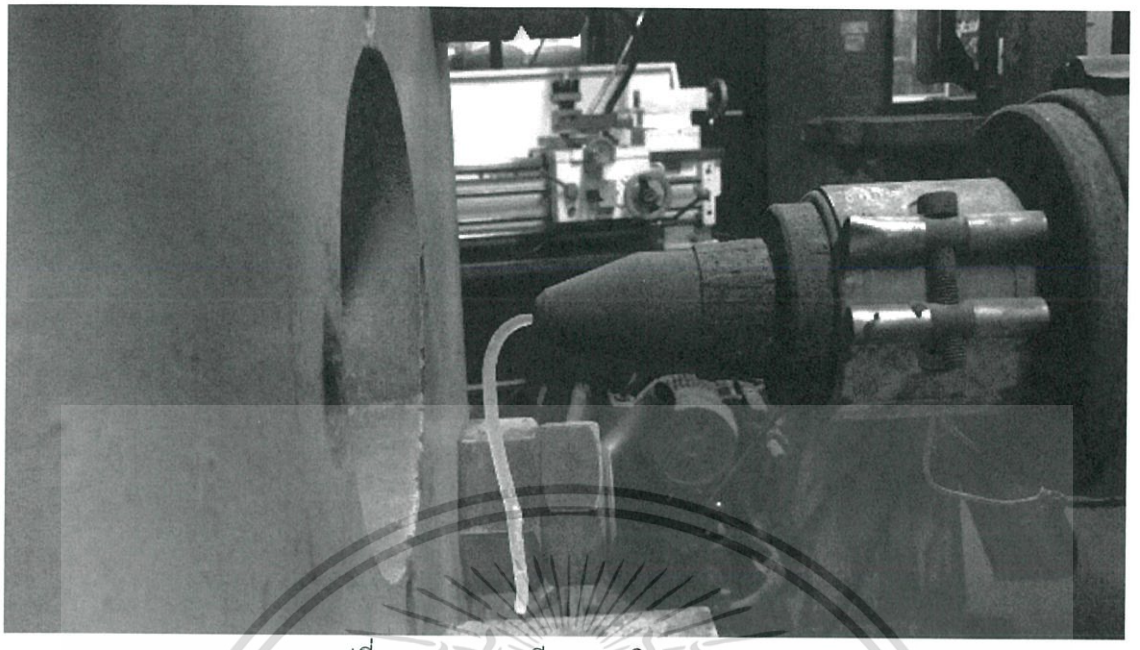


รูปที่ ผ5 ไฟแสดงการขยับของ Screw เพื่อนำเม็ดพลาสติกเข้าสู่ Nozzle



รูปที่ ผ6 ไฟแสดงการฉีดพลาสติกจาก Nozzle

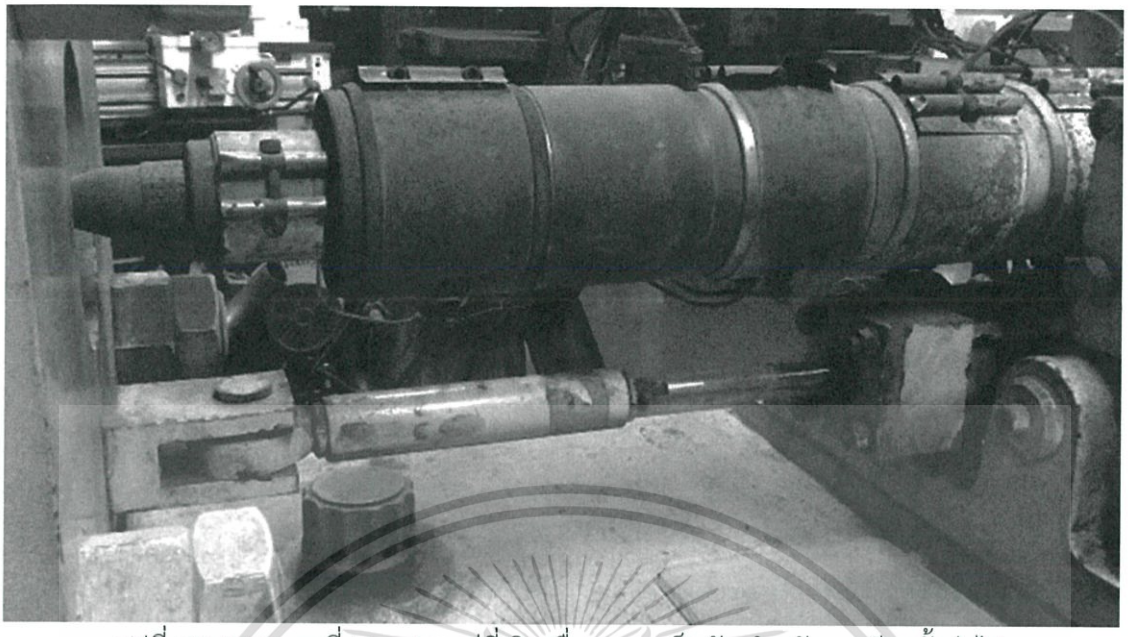
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



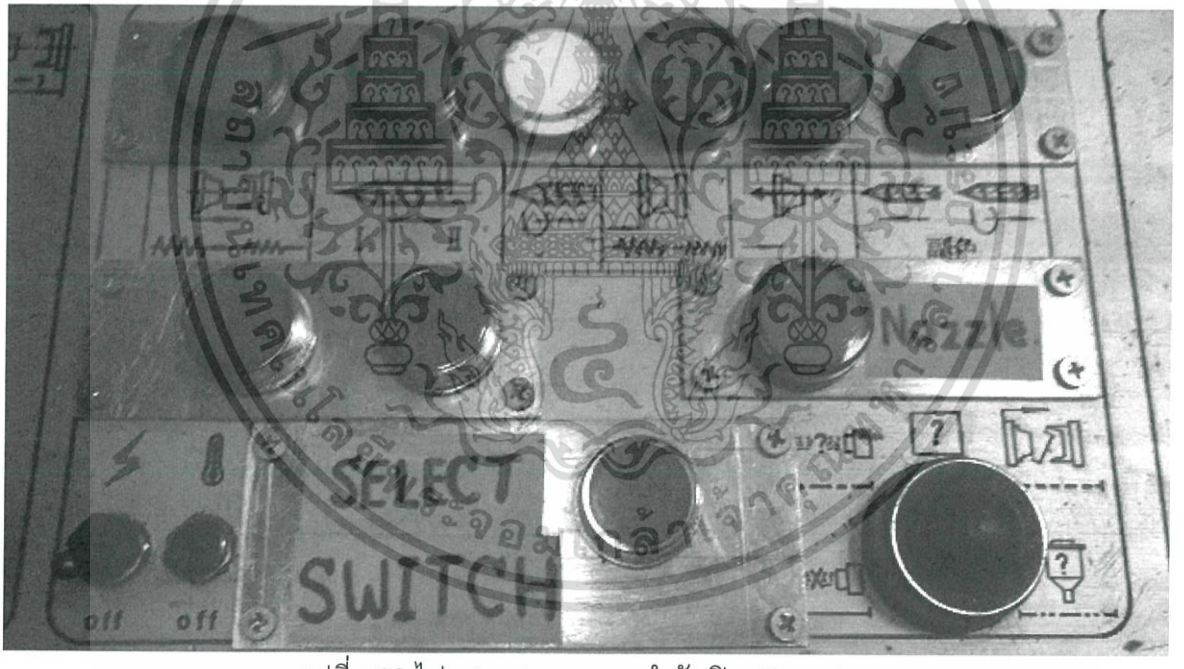
รูปที่ ผ7 แสดงการฉีดพลาสติกจาก Nozzle

รูปที่ ผ8 ไฟแสดงการถอยกลับของ Screw และกระบอกฉีดพลาสติก ระหว่างรอพลาสติกเย็นตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

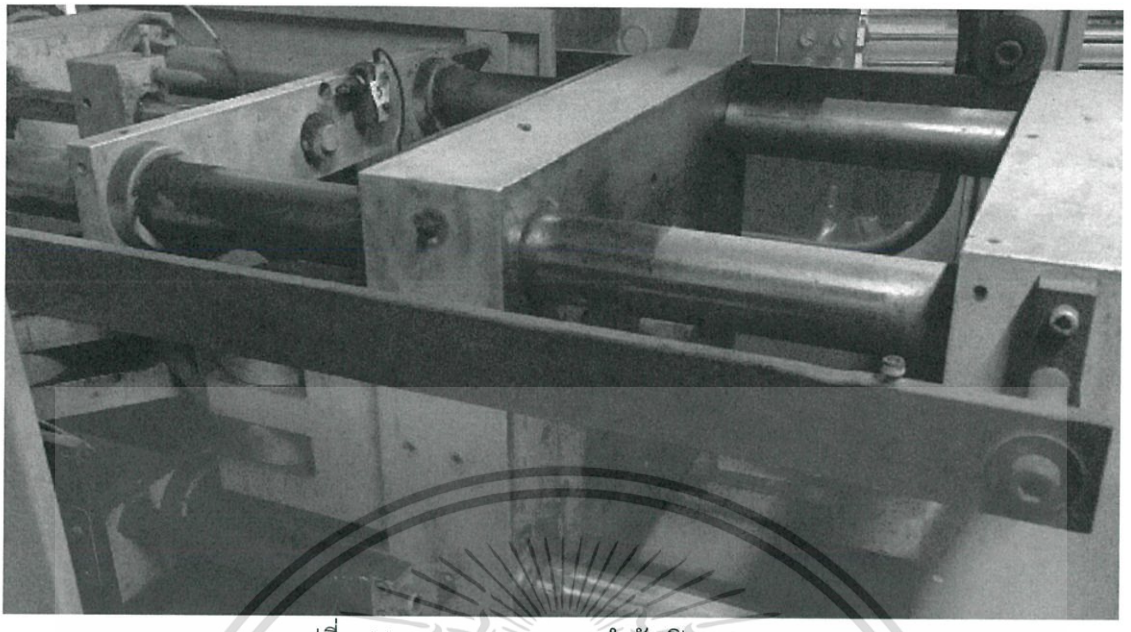


รูปที่ ผ9 แสดงการที่ Nozzle อยู่ที่เดิมเพื่อรอการเย็นตัว สำหรับการฉีดครั้งต่อไป

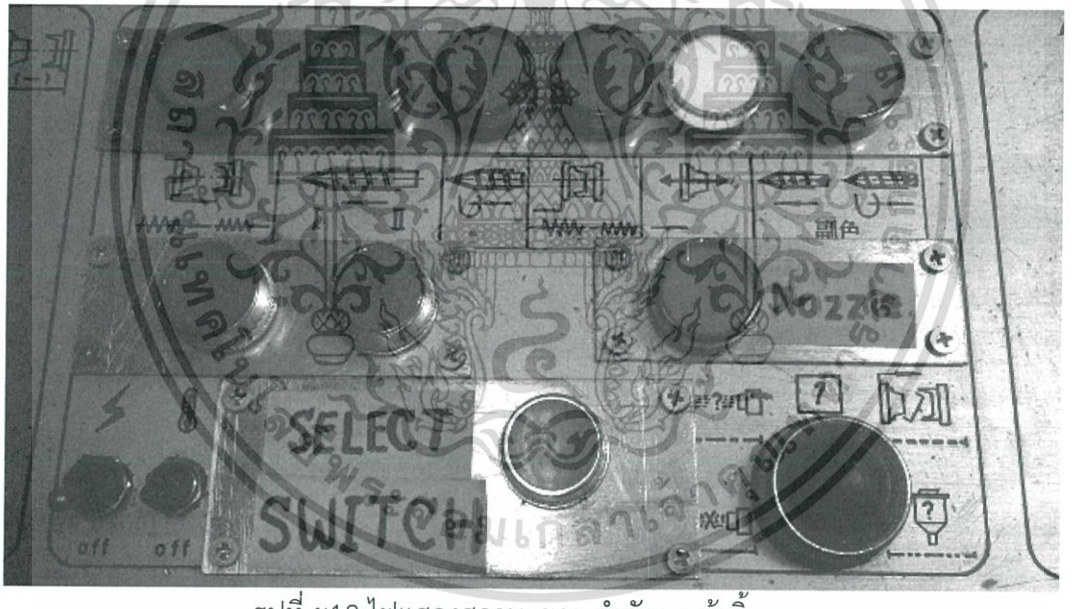


รูปที่ ผ10 ไฟแสดงสถานะขณะกำลังเปิด Clamping

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

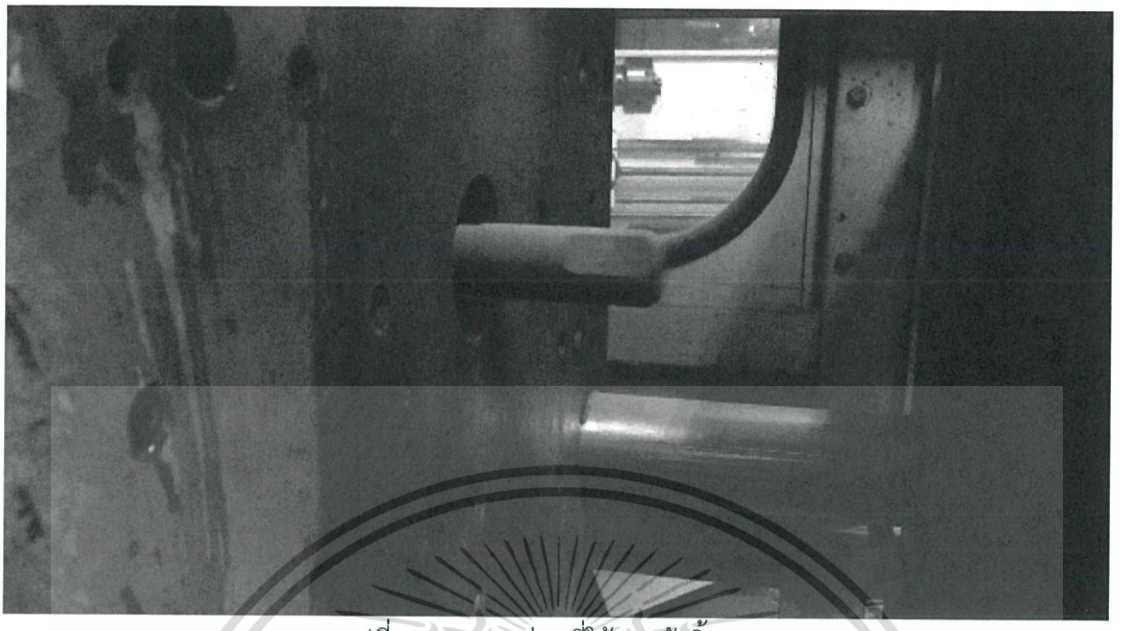


รูปที่ ผ11 แสดงสถานะขณะกำลังเปิด Clamping

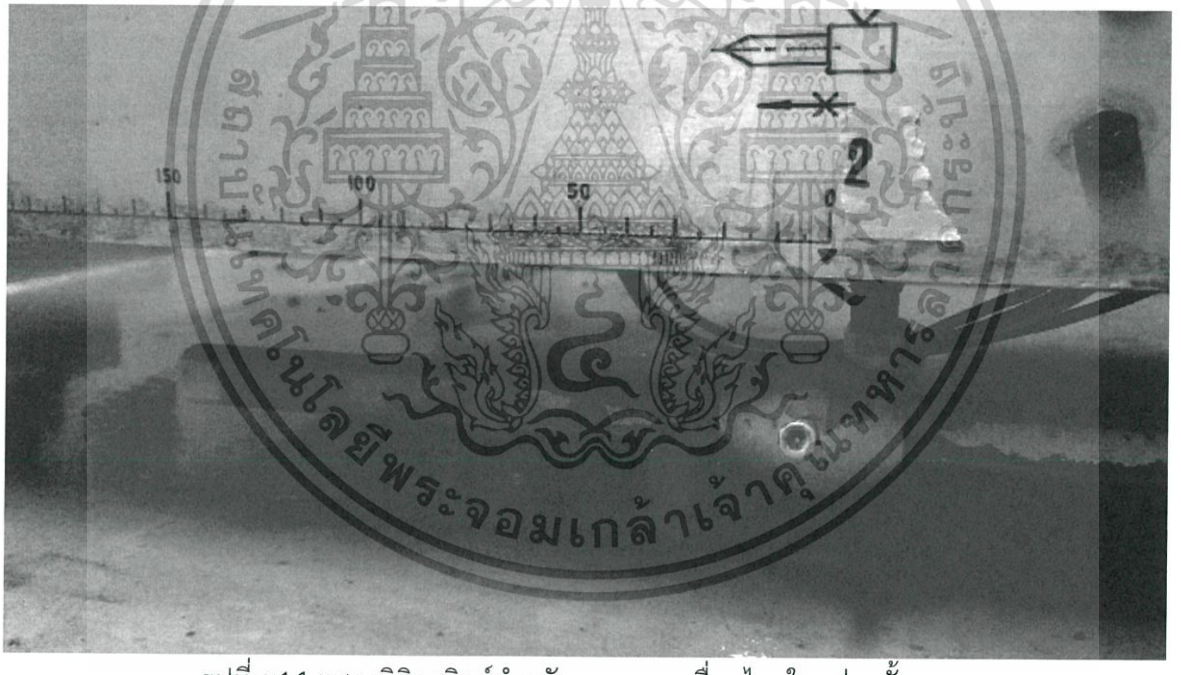


รูปที่ ผ12 ไฟแสดงสถานะขณะกำลังกระทุ้งชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ผ13 แสดงส่วนที่ใช้กระทุ้งชิ้นงาน



รูปที่ ผ14 แสดงลิมิตสวิตช์สำหรับหยุดการเคลื่อนไหวในแต่ละขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้