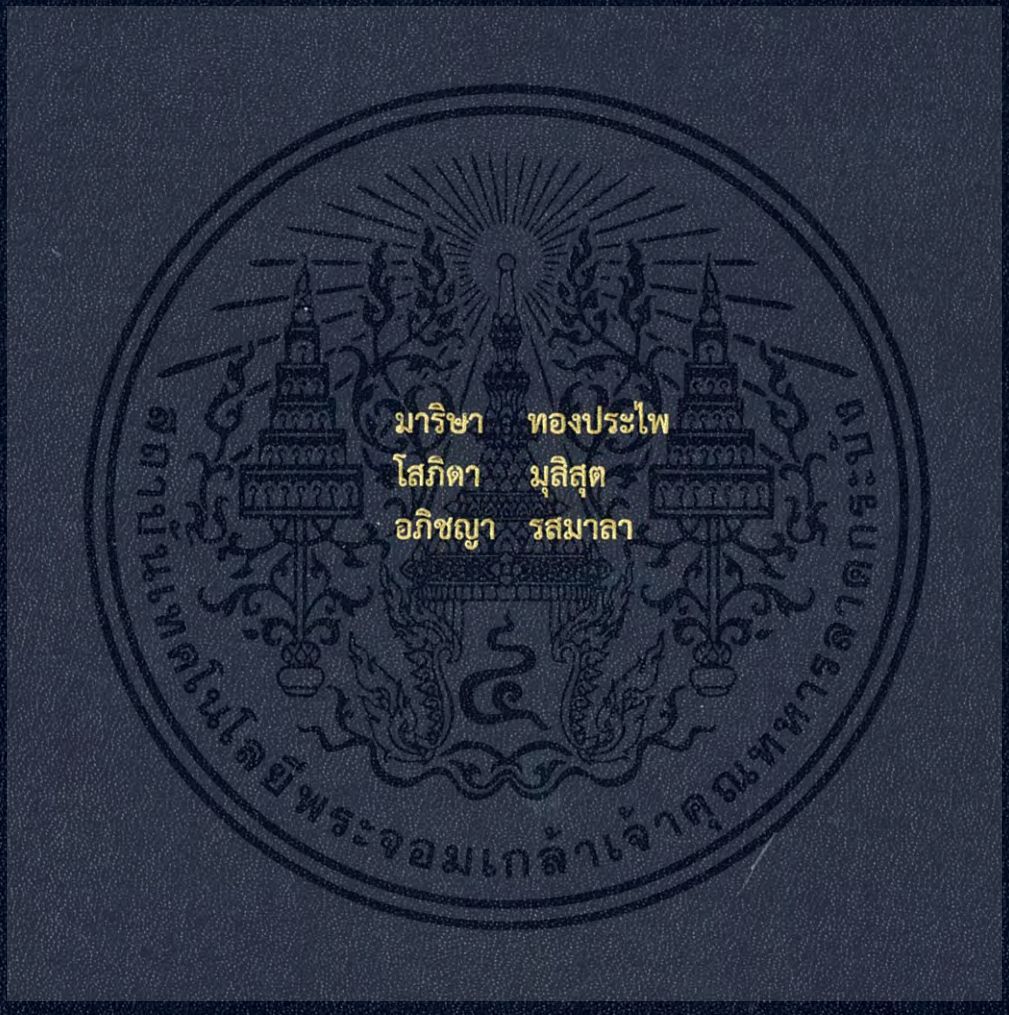
เครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้โดยการใช้พีแอลซี

TOFU MOLDS PRESSING MACHINE USING PLC



มาริษา ทองประไพ
โสภิตา มุสิสุต
อภิชญา รสมาลา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้โดยการใช้พีแอลซี
TOFU MOLDS PRESSING MACHINE USING PLC

มาริษา ทองประไพ
โสภิดา มุสิสุต
อภิชญา รสมาลา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TOFU MOLDS PRESSING MACHINE USING PLC

MARISA THONGPRAPHAI
SOPIDA MUSISUT
APICHAYA ROSMALA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERRING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUE OF TECHNOLOGY LARDKRABANG
ACADEMIC YEAR 2016

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้โดยการใช้พีแอลซี TOFU MOLDS PRESSING MACHINE USING PLC	
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวมาริษา ทองประไพ	**รหัสนักศึกษา** 56010977
	นางสาวโสภิดา มุสิสุต	**รหัสนักศึกษา** 56011381
	นางสาวอภิชญา รสมาลา	**รหัสนักศึกษา** 56011405
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม	
ปีการศึกษา	2559	

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประภาส เริงรื่น	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้โดยการใช้พีแอลซี TOFU MOLDS PRESSING MACHINE USING PLC
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวมาริษา ทองประไพ รหัสนักศึกษา 56010977 นางสาวโสภิดา มุสิสุต รหัสนักศึกษา 56011381 นางสาวอภิชญา รสมาลา รหัสนักศึกษา 56011405
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตรจารย์ประภาส เริงรื่น
ปีการศึกษา	2559

บทคัดย่อ

เครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันทำงานโดยใช้ปั๊มป้อนลมเข้ากระบอกสูบ เพื่อดันก้านกระบอกสูบให้ไปกดถาดที่บรรจุเต้าหู้จนสุดก้านสูบ ทำการปล่อยลมเพื่อให้ก้านสูบยกขึ้น แต่เต้าหู้ที่ได้นั้นมีคุณภาพไม่คงที่เนื่องจากการปล่อยลมจากกระบอกสูบมีความไม่แน่นอน ทำให้แรงที่กดมีมากเกินไปอีกทั้งยังไม่สามารถกำหนดระยะการกดได้จึงยังไม่สามารถเลือกรูปแบบของเต้าหู้ก้อนได้ โครงงานนี้จึงจัดทำเพื่อลดปัญหาดังกล่าวโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ Programmable Logic Control หรือ พีแอลซี เข้ามาประยุกต์การใช้งานร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับระยะทางจากก้านกระบอกสูบส่งค่าไปยังพีแอลซี เพื่อควบคุมแรงดันให้เหมาะสม E/P Regulator แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากพีแอลซีเป็นแรงดันลมที่ป้อนเข้าสู่กระบอกสูบ จากผลการทดลองจะพบว่าเต้าหู้ที่ใช้เครื่องอัดแบบวิธีเดิมเนื้อเต้าหู้ที่ได้ความแน่นของเนื้อน้อย มีน้ำอยู่ภายในเป็นจำนวนมาก ส่วนผลการทดลองจากเครื่องอัดเต้าหู้ที่ใช้พีแอลซีจะได้เนื้อเต้าหู้เกาะตัวกันแน่น เนื้อเต้าหู้มีช่องว่างระหว่างก้อนน้อย เนื้อเต้าหู้มีความละเอียด นอกจากนี้เครื่องอัดเต้าหู้ที่ใช้พีแอลซีทำให้เสียเนื้อเต้าหู้ที่นำไปอัดน้อยกว่าเครื่องอัดวิธีเดิม ส่งผลให้ลดต้นทุนในการผลิตเต้าหู้ลดลง ทั้งยังเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการผลิตมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	PRESSED TOFU CONTROLLED BY PLC
Authors	Ms.Marisa Thongpraphai
	Ms.Sopida Musisut
	Ms.Apichaya Rosmala
Thesis Advisor	Ass. Prof.Prapas Rerngruen
Academic	Year 2016

ABSTRACT

Tofu molding machines typically work by using a pneumatic feed pump to push the cylinder rod which presses the tofu toward the end of a cylinder. This cylinder rod is then lifted through released airflows. However the released airflows tend to be unsteady, causing overpressure resulting in substandard tofu. This project thus presents a process control approach whereby a set of displacement sensors is used to obtain the distance from cylinder rod. These distances are then fed into a PLC where an E/P regulator then converts the received signals into a suitable air pressure levels to be fed into the cylinder. From the experimental results showed that the two-stage compressed tofu, the tofu can be originally tight. There is a lot of water inside. The experimental results of the compressor using PLC, There is a big gap between tofu. So, the machine with PLC is better which result in lower production costs. It also increases product even more.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ด้วยความกรุณาของอาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ได้แก่ผู้ช่วยศาสตราจารย์ประภาส เริงรื่น, ผู้ช่วยศาสตราจารย์เชื้อ นกอยู่ และอาจารย์หลักสูตรวิศวกรรมการวัดคุมที่ได้ให้คำปรึกษา แนะนำ ชี้แนะในการศึกษาค้นคว้า แนะนำขั้นตอนและวิธีจัดทำโครงงานจนสำเร็จลุล่วงด้วยดี และสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้การสนับสนุนเงินในการดำเนินโครงการ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้ ขอกราบขอบพระคุณรุ่นพี่ศิษย์เก่าวิศวกรรมการวัดคุมรุ่นที่ 26 ที่ให้ความอนุเคราะห์ด้านการเขียนโปรแกรมพีแอลซี ตลอดจนได้ให้คำปรึกษา และคำแนะนำในการจัดทำโครงงานจนประสบผลสำเร็จ ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่ให้กำลังใจในการศึกษาเล่าเรียน และสมาชิกในกลุ่มที่ให้ความร่วมมือเป็นอย่างดีในการทำโครงงานครั้งนี้จนกระทั่งประสบความสำเร็จด้วยดี

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญรูป IX

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์ 1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ 1

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์ 1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ระบบพีแอลซีพร้อมด้วยอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องและหลักการผลิตเต้าหู้ 3

2.1 เต้าหู้ (TOFU) 3

2.1.1 ชนิดของเต้าหู้ 4

2.1.2 วิธีการทำเต้าหู้ 4

2.2 พีแอลซี (PLC) หรือ Programmable Logic Control 5

2.2.1 อุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณ 5

2.2.2 โครงสร้างของพีแอลซี 6

2.2.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของพีแอลซี 8

2.2.3.1 ซีพียู หรือ Central Process Unit (CPU) 8

2.2.3.2 หน่วยความจำ (Memory Unit) 8

2.2.3.3 ภาคอินพุต (Input Unit) 8

2.2.3.4 ภาคเอาต์พุต (Output Unit) 9

2.2.3.5 แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit) 9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.2.4 โครงสร้างของหน่วยอนาล็อก 9
2.2.4.1 หน่วยอนาล็อกอินพุต 9
2.2.4.2 หน่วยอนาล็อกเอาต์พุต 10
2.2.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซี 10
2.3 แลดเดอร์ไดอะแกรม 11
2.3.1 รูปแบบการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม 11
2.3.2 ข้อแนะนำในการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม 11
2.3.3 กลุ่มคำสั่งพื้นฐาน (Ladder Instruction & Output Control) 12
2.4 เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (Sensor and Transducer) 14
2.4.1 เซ็นเซอร์หรือตัวตรวจรู้ (Sensor) 14
2.4.2 ทรานสดิวเซอร์หรือตัวแปลงสัญญาณ (Transducer) 15
2.4.3 การปรับแต่งสัญญาณ 16
2.5 Encoder 16
2.5.1 Absolute Encoder 16
2.5.2 Incremental Encoder 17
2.5.3 หลักการทำงานของ Incremental Encoders 18
2.5.4 การนำสัญญาณเอาต์พุตของ Rotary Encoder ไปใช้งาน 19
2.5.5 Output Circuit NPN Open Collector 20
2.6 ระบบนิวเมติกส์อย่างง่าย (Pneumatic System) 21
2.6.1 วาล์วควบคุมทิศทางการไหล 21
2.6.1.1 ความหมายและสัญลักษณ์ของวาล์ว 22
2.6.1.2 การกำหนดสัญลักษณ์รูของอุปกรณ์ควบคุมทิศทางการไหล 23
2.6.1.3 การเรียกชื่อวาล์ว 25
2.7.1.4 รูปแบบการควบคุมวาล์ว 26
2.6.2 กระบอกสูบ (Cylinder) 28
2.6.2.1 กระบอกสูบทางเดียว (Single-acting Cylinder) 28
2.6.2.2 กระบอกสูบสองทาง (Double-Acting Cylinder) 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การดำเนินงาน **30**

3.1 แผนการดำเนินงาน 30

3.2 บทนำ 31

3.3 ขั้นตอนการทำเต้าหู้ 31

3.4 หลักการทำงานของเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้แบบเดิม 32

3.5 อุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง 33

3.5.1 การศึกษาการใช้งานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม 33

3.5.1.1 พีแอลซี ยี่ห้อ KOYO 33

3.5.1.2 การ์ดอนาล็อกโมดูล (4-CH. IN/2-CH. OUT ANALOG CURRENT) 35

3.5.1.3 ดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์ (Rotary Displacement Encoder) 36

3.5.1.4 E/P Regulator 36

3.5.1.5 โซลินอยด์วาล์ว (SOLENOID VALVE) แบบ 5/3 ตรงกลางปิด 38

3.5.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้งาน 41

3.5.2.1 การสร้าง New Project 41

3.5.2.2 ฟังก์ชั่นการทำงานไฮสปีดอินพุตของพีแอลซี (High-Speed Input) 44

3.5.3 ขั้นตอนการทำงานของการควบคุมการกดลงและการดึงขึ้น 46

3.5.3.1 แลดเดอร์ควบคุมการทำงานของกระบวนการ 47

3.5.3.2 สวิตช์กำหนดฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องอัดเต้าหู้ 55

3.5.3.3 การติดตั้งอุปกรณ์ 56

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน **58**

4.1 การทดสอบดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์จากโหมดการทำงาน 20 58

4.2 การทดสอบการทำงานจากการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมกระบวนการ 58

4.2.1 การทดสอบการทำงานของสวิตช์ทั้งสาม 59

4.3 ผลที่ได้จากการทดลองอัดเต้าหู้ด้วยเครื่องอัดและขึ้นรูป 61

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ **65**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

5.1 สรุปผล 65
5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข 65
5.2.1 ปัญหาที่พบ 65
5.2.2 วิธีการแก้ไข 65
5.3 ข้อเสนอแนะ 66

บรรณานุกรม 67

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 อุปกรณ์ภาคอินพุตและเอาต์พุตชนิด Discrete....7
2.2 อุปกรณ์ภาคอินพุตและเอาต์พุตชนิด Analog....8
2.3 การกำหนดสัญลักษณ์พื้นฐานในแลดเดอร์ไดอะแกรม (แผนผังแลดเดอร์)....12
2.4 สัญลักษณ์และความหมายของตำแหน่งการทำงานของวาล์ว (Position)....22
2.5 สัญลักษณ์และความหมายของช่องต่อท่อลม (Port)....22
2.6 สัญลักษณ์ของเส้นทางการไหลผ่านภายในวาล์วที่แสดงด้วยลูกศรและช่องปิด....23
2.7 การกำหนดสัญลักษณ์รูของอุปกรณ์....24
2.8 ลักษณะของช่องต่อท่อลม (Port) ต่อหนึ่งวาล์ว และประเภทการใช้งาน....25
2.9 สัญลักษณ์และตัวอย่างของการเรียกชื่อวาล์ว....26
2.10 รูปแบบการควบคุมการทำงานของวาล์วแบบ Manual....27
2.11 รูปแบบการควบคุมการทำงานของวาล์วแบบ Mechanical....27
2.12 รูปแบบการควบคุมการทำงานของวาล์วแบบควบคุมด้วยลมอัด....27
2.13 รูปแบบการควบคุมการทำงานของวาล์วควบคุมด้วยไฟฟ้า....27
2.14 ตัวอย่างการควบคุมการทำงานของวาล์วควบคุมแบบผสม....28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ลักษณะของเต้าหู้ในแต่ละกระบวนการ....3
2.2 การแปลงสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิตอล....6
2.3 การแปลงสัญญาณดิจิตอลไปเป็นสัญญาณอนาล็อก....6
2.4 ภาพรวมของการแปลงสัญญาณ ADC และ DAC....6
2.5 โครงสร้างภายในของพีแอลซี....7
2.6 หลักการทำงานของหน่วยอนาล็อกอินพุต....10
2.7 หลักการทำงานของหน่วยอนาล็อกเอาต์พุต....10
2.8 ตัวอย่างการใช้ Normally Opened Contact....12
2.9 ตัวอย่างการใช้ Normally Closed Contact....12
2.10 แสดงตัวอย่างการใช้คำสั่ง AND....12
2.11 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง OR....13
2.12 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง OUT....13
2.13 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง END....13
2.14 ชุดคำสั่ง AND การเชื่อมแบบอนุกรม....14
2.15 ชุดคำสั่ง OR การเชื่อมแบบขนาน....14
2.16 ลักษณะของสัญญาณอนาล็อก....15
2.17 ลักษณะของสัญญาณดิจิตอล....16
2.18 แผนผังแสดงหลักการทำงานของตัวแปลงสัญญาณ....16
2.19 ลักษณะของ Absolute Encoder....17
2.20 ลักษณะสัญญาณของ Phase A, Phase B และ Phase Z....18
2.21 ลักษณะของสัญญาณที่ออกจาก Increment Encoder....18
2.22 อุปกรณ์การกำเนิดและการรับสัญญาณ....19
2.23 สัญญาณพัลส์รูปสี่เหลี่ยมของสัญญาณ A และสัญญาณ B....19
2.24 ลักษณะการหมุนของเพลา....20
2.25 การรับสัญญาณและลักษณะของสัญญาณในแต่ละเฟส....20
2.26 ลักษณะของเอาต์พุต NPN Open Collector....21
2.27 ข้อมูลของ Encoder เอาต์พุตชนิด NPN....21
2.28 ตัวอย่างการกำหนดสัญลักษณ์ช่องต่อลมแบบตัวอักษรและแบบตัวเลขที่มีความหมายเดียวกัน24
2.29 การจับคู่ของรูปแบบที่ใช้ในการควบคุมกับวาล์ว.... 28
2.30 สัญลักษณ์กระบอกสูบทางเดียว....28
2.31 ทิศทางการเคลื่อนที่เข้าและออกของก้านสูบทิศทางเดียวเมื่อกระบอกสูบได้รับลมอัด....29
2.32 แสดงสัญลักษณ์กระบอกสูบสองทาง....29
2.33 ทิศทางการเคลื่อนที่เข้าและออกของก้านสูบสองทางเมื่อกระบอกสูบได้รับลมอัด....29
3.1 เครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้แบบเดิมก่อนจะเพิ่มเติมในส่วนของการควบคุม....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.2 ลักษณะของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 5/2 เพื่อเลือกทิศทางการทำงานของกระบอกสูบ....32
3.3 กระบวนการทำงานก่อนเพิ่มเติมอุปกรณ์ส่วนควบคุม....33
3.4 พีแอลซีที่ใช้โปรแกรมกระบวนการควบคุมเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ ยี่ห้อ KOYO รุ่น DL05....34
3.5 คำอธิบายส่วนต่างๆภายนอกของพีแอลซี ยี่ห้อ KOYO รุ่น DL05....34
3.6 ข้อกำหนดเฉพาะของพีแอลซี ยี่ห้อ KOYO รุ่น DL05....35
3.7 อุปกรณ์ส่วนขยายของพีแอลซีที่ใช้ในการส่งสัญญาณอนาล็อก....35
3.8 Rotary Displacement Encoder ที่นำมาใช้งาน....36
3.9 ข้อมูลเฉพาะของ ROTARY DISPLACEMENT ENCODER ที่นำมาใช้งาน....37
3.10 E/P Regulator ที่นำมาใช้งาน....37
3.11 ข้อมูลเฉพาะของ E/P Regulator ที่นำมาใช้งาน....38
3.12 สัญลักษณ์และโซลินอยด์วาล์ว แบบ 5/3 ตรงกลางปิด....38
3.13 อุปกรณ์ที่ใช้ภายในกล่องควบคุม....39
3.14 ระบบนิวเมติกของเครื่องอัดเต้าหู้แบบเก่า....39
3.15 ระบบนิวเมติกของเครื่องอัดเต้าหู้ที่ใช้พีแอลซีในการควบคุม....40
3.16 อุปกรณ์ภายนอก....40
3.17 หน้าต่างแรกเมื่อเปิดโปรแกรม ให้กดเลือกไอคอนดังรูปเพื่อเริ่มใช้งาน....42
3.18 หน้าต่างเริ่มต้นในการสร้าง New Project โดยเลือก Type ของพีแอลซีเป็น DL05....42
3.19 หน้าต่างโปรแกรมก่อนเริ่มใช้งาน....43
3.20 กดที่ Edit Mode จะได้แถบเครื่องมือดังรูปเพื่อเริ่มเขียนโปรแกรม....43
3.21 คำอธิบายเครื่องมือใน Edit Mode จากคู่มือการใช้งาน....44
3.22 โหมดของโปรแกรมที่เลือกใช้งานเพื่อใช้ในการทดสอบดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์....45
3.23 ฟังก์ชั่น Standard Counter จากคู่มือการใช้งาน และการใช้งานที่โปรแกรมจริง....45
3.24 การไวริ่งดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์จากคู่มือของพีแอลซี....45
3.25 การไวริ่งในส่วนของดิสเพลสเม้นท์เอ็ดโค้ดเดอร์กับพีแอลซีตามคู่มือของพีแอลซี....46
3.26 การจัดวางเลย์เอาต์ของอุปกรณ์ภายในตู้อุปกรณ์ควบคุม....46
3.27 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 1....47
3.28 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 2....47
3.29 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 3....47
3.30 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 4....48
3.31 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 6....48
3.32 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 7....48
3.33 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 8....48
3.34 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 9....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.35 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 10	49
3.36 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 11	49
3.37 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 12	49
3.38 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 13	49
3.39 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 14	50
3.40 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 15	50
3.41 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 16	50
3.42 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 17	50
3.43 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 18	50
3.44 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 19	51
3.45 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 20	51
3.46 ฟังก์ชั่น Math – BCD ในส่วนของ Analog Out, Rung 11	51
3.47 ฟังก์ชั่น Math – BCD ในส่วนของ Total Distance, Rung 13	51
3.48 ฟังก์ชั่น Math – BCD ในส่วนของ Total Time, Rung 14	52
3.49 ฟังก์ชั่น Math – BCD ในส่วนของ Time Max, Rung 19	52
3.50 Flowchart ของการกดสวิตช์ในกระบวนการ	53
3.51 Mode Setting	54
3.52 Mode Auto	55
3.53 สวิตช์ที่จะใช้งานในเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้	55
3.54 การติดตั้งดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์เข้ากับกระบอกสูบ	56
3.55 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว	57
3.56 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว และ E/P Regulator	57
4.1 สวิตช์การทำงานของกระบอกสูบให้ดึงขึ้นและกดลงที่เชื่อมต่อกับพีแอลซี	58
4.2 กดสวิตช์เพื่อตั้งค่าระยะ หรือ Set Distance Switch	59
4.3 กดลงมาตามระยะที่ต้องการ ไฟที่ Timer/Auto Switch จะกระพริบขึ้นมา	59
4.4 ตั้งค่า Timer/Auto Switch กดค้างไว้เท่าเวลาที่ต้องการ	60
4.5 กดสวิตช์สีแดง หรือ Emergency Switch	60
4.6 กด Auto Switch ก็จะสามารถดำเนินกระบวนการที่ต้องการ	60
4.7 ไฟ Auto Switch จะติดค้างเมื่อมีการใช้งานที่โหมดอัตโนมัติ	61
4.8 น้ำเต้าหู้ใส่ดีเกลือแล้วรอจนตกตะกอน	61
4.9 การทดลองใส่เต้าหู้ลงเครื่องอัดและขึ้นรูปโดยมีผ้าขาวบางรอง	62
4.10 ตัวอย่างการทดลองการอัดเต้าหู้ลักษณะเต้าหู้ที่กดด้วยแรงดันสูงสุดที่ 3.8 bar เป็นระยะเวลา 5 นาที	62
4.11 ลักษณะเต้าหู้ที่กดด้วยแรงดันสูงสุดที่ 3.8 bar เป็นระยะเวลา 10 นาที	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.12 ตัวอย่างการทดลองการอัดเต้าหู้ลักษณะเต้าหู้ที่กดด้วยแรงดันสูงสุดที่ 3.8 bar เป็นระยะเวลา 15 นาที....63

4.13 ตัวอย่างการทดลองการอัดเต้าหู้ลักษณะเต้าหู้ที่กดด้วยแรงดันสูงสุดที่ 3.8 bar เป็นระยะเวลา 20 นาที....64

4.14 ตัวอย่างการทดลองการอัดเต้าหู้ลักษณะเต้าหู้ที่สมบูรณ์....64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ปัจจุบันในอุตสาหกรรมทั่วไป ได้มีการนำเทคโนโลยีเข้ามาควบคุมเครื่องจักร เพื่อทดแทนแรงงานคน เนื่องจากในอุตสาหกรรมส่วนใหญ่นั้นจะมีความผิดพลาดที่มักจะเกิดจากความประมาทจากตัวบุคคลเมื่อเกิดความผิดพลาดการตรวจสอบสามารถทำได้ยากกว่าการใช้เครื่องจักร การนำเทคโนโลยีเข้ามาช่วยทำให้กระบวนการผลิตมีมาตรฐานมากยิ่งขึ้น มีความละเอียดและเที่ยงตรงสูง ทั้งยังสามารถทำงานในทุกสภาพแวดล้อม ซึ่งเทคโนโลยีที่ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายคือ Programmable Logic Control (PLC) หรือ พีแอลซี เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุสาหกรรมที่สามารถโปรแกรมได้ จึงมีการนำมาประยุกต์การใช้งานกันอย่างแพร่หลาย เช่น อุตสาหกรรมอาหารได้มีการนำพีแอลซีเข้ามาใช้ในกระบวนการบรรจุผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้ยังใช้งานในด้านอื่นๆได้อีกมากมาย โครงงานนี้ได้เล็งเห็นถึงประโยชน์ของพีแอลซีในการประยุกต์ใช้กับเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ เนื่องจากเครื่องอัดเต้าหู้แบบเดิมทำเต้าหู้ได้แบบเดียว ไม่สามารถเลือกเต้าหู้ได้ ถ้าจะเปลี่ยนลักษณะของเนื้อเต้าหู้ ต้องเปลี่ยนการตั้งค่าที่เครื่องทีละทั้งหมด แต่เครื่องอัดเต้าหู้ที่มีการนำเอาPLC เข้ามาใช้ สามารถใช้ได้ทั้งโหมดแมนนวลและโหมดออโต้ อีกทั้งยังสามารถตั้งค่าให้โหมดออโต้โดยใช้การปรับค่าทั้งระยะทางความดันและเวลา จากโหมดแมนนวลได้ ทำให้ง่ายต่อการปรับรูปแบบของเต้าหู้ได้ในครั้งเดียวโดยไม่ต้องเปลี่ยนเต้าหู้หลายๆครั้งเพื่อดูผลลัพธ์เมื่อเทียบกับการกดเต้าหู้แบบเก่า ทำให้ประหยัดทั้งเวลาและค่าใช้จ่าย

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. ศึกษาหลักการทำงานและเขียนโปรแกรมควบคุมของพีแอลซี
2. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ตรวจรู้ระยะทางหรือเซนเซอร์วัดระยะทาง
3. ศึกษาการสื่อสารของข้อมูลผ่านพีแอลซี
4. ศึกษาการทำงานของเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้
5. ศึกษาระบบนิวเมตริก

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์

1. สามารถสร้างเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้เป็นระบบอัตโนมัติได้
2. สามารถนำเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ไปใช้งานทางธุรกิจได้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาหลักการทำงานของเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ศึกษาหลักการทำงานของอุปกรณ์ตรวจรู้ระยะทาง หรือ เซนเซอร์วัดระยะทาง
3. ศึกษาการทำงานของอุปกรณ์แปลงสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณลม
4. ศึกษาการทำงานของระบบพีแอลซี
5. ศึกษาการเขียนโปรแกรมแลดเดอร์
6. ฝึกการ Wiring สายไฟของชุดคอนโทรล

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถประยุกต์ใช้งานพีแอลซีได้
2. เข้าใจการควบคุมลำดับกระบวนการให้ทำงานเป็นลำดับขั้นตอน
3. สามารถประยุกต์ใช้งานการต่ออุปกรณ์ตรวจรู้เข้ากับอุปกรณ์ต่างๆให้ออกมาเป็นกระบวนการ
4. เรียนรู้เทคนิคในเรื่องการใช้งานเครื่องมือช่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2

ระบบพีแอลซีพร้อมด้วยอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง และหลักการผลิตเต้าหู้

ในส่วนของการออกแบบกระบวนการเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ ต้องศึกษากระบวนการทำเต้าหู้ ศึกษาการทำงานของตัวพีแอลซี และศึกษาความสัมพันธ์ต่างๆของอุปกรณ์เครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ แล้วจำเป็นต้องศึกษาเกี่ยวกับคำสั่งพื้นฐาน เพื่อใช้ในการออกแบบกระบวนการต่อไป

2.1 เต้าหู้ (TOFU) [1]

เต้าหู้ เป็นอาหารในแถบเอเชีย เช่น อาหารจีน อาหารญี่ปุ่น และแพร่หลายจนได้รับความนิยมทั่วโลก ซึ่งเป็นผลิตภัณฑ์แปรรูปที่ใช้ถั่วเหลืองเป็นวัตถุดิบ โดยขั้นต้นจะเตรียมเป็นน้ำนมถั่วเหลือง หรือที่นิยมเรียกกันว่าน้ำเต้าหู้ หลังจากนั้นจึงเติมเกลือเพื่อให้โปรตีนในถั่วเหลืองตกตะกอน ด้วยวิธีการที่เรียกว่า Salting Out โดยในสภาวะธรรมชาติ โปรตีนในน้ำนมถั่วเหลืองจะละลายอยู่ในน้ำ โมเลกุลของโปรตีนส่วนที่ชอบน้ำจะถูกล้อมรอบด้วยโมเลกุลของน้ำ แต่เมื่อเติมเกลือ เช่น แอมโมเนียมซัลเฟต เกลือจะแตกตัวเป็นประจุบวกและประจุลบและรวมตัวกัน มีแรงดึงดูดโมเลกุลของน้ำเพิ่มมากขึ้น โมเลกุลของน้ำจะเข้ามาล้อมรอบโมเลกุลของเกลือ แทนที่โมเลกุลของโปรตีน จึงทำให้โปรตีนตกตะกอนแยกตัวออกมาเป็นการสูญเสียสภาพธรรมชาติของโปรตีน (Protein Denaturation) อย่างหนึ่ง ได้ตะกอนที่มีลักษณะเป็นลิ่ม (Curd) แล้วจึงนำมาอัดเป็นก้อน ขั้นตอนการผลิตเต้าหู้มีวิธีการและหลักการคล้ายกับการผลิตเนยแข็งของชาติตะวันตก

(ก) (ข) (ค)

รูปที่ 2.1 ลักษณะของเต้าหู้ในแต่ละกระบวนการ

จากรูปที่ 2.1 (ก) เป็นรูปน้ำนมถั่วเหลืองหรือน้ำเต้าหู้ที่เตรียมมาเพื่อนำมาใช้ในกระบวนการอัด รูปที่ 2.1 (ข) เป็นรูปน้ำนมถั่วเหลืองที่ผ่านการเติมดีเกลือจนตกตะกอนแล้วนำมาเทลงในถาดที่มีผ้าขาวบางรองอยู่และรูปที่ 2.1 (ค) เป็นรูปตะกอนเต้าหู้ที่ผ่านการอัดและขึ้นรูปจนเป็นก้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ชนิดของเต้าหู้

1. เต้าหู้อ่อนหรือเต้าหู้นิ่ม เป็นชนิดของเต้าหู้ที่มีน้ำมากกว่าเต้าหู้ทุกแบบที่มีส่วนประกอบของน้ำประมาณ 87-90% มีส่วนของตะกอนเต้าหู้น้อย มีลักษณะเป็นก้อนสีเหลืองครีม เนื้อเหลว อ่อนนุ่ม เป็นชนิดที่นิยมนำมาปรุงอาหารไม่แพ้เต้าหู้ชนิดแข็ง

2. เต้าหู้ขาว เป็นชนิดเต้าหู้ที่มีเนื้อนุ่ม แต่เนื้อจะแข็งกว่าเต้าหู้อ่อน มีน้ำน้อยประมาณ 60-70% ลักษณะเป็นก้อนสีขาวอ่อนนุ่ม เก็บรักษาด้วยการห่อผ้าและแช่ในน้ำได้ ทำให้มีความสด และมีราคาแพงกว่าเต้าหู้ชนิดอื่น

3. เต้าหู้แข็ง เป็นชนิดเต้าหู้ที่มีน้ำน้อยประมาณ 50-60% มีลักษณะเป็นก้อนแข็งและเหนียวมากกว่าเต้าหู้ทุกชนิด มีทั้งก้อนสีเหลืองที่ให้รสจืด และก้อนสีดำที่ให้รสหวาน

4. เต้าหู้ทอด เป็นชนิดเต้าหู้ที่นำเต้าหู้ขาวมาหั่นเป็นชิ้น แล้วนำมาทอดเพื่อให้ด้านนอกของเต้าหู้มีลักษณะแข็ง ด้านในนุ่ม เมื่อปรุงอาหารจะไม่แตกยุ่ย

5. ผงเต้าหู้ เป็นผลิตภัณฑ์เต้าหู้ที่นำเต้าหู้ขาวหรือเต้าหู้แข็งมาผ่านการอบ และบดเป็นผง เพื่อให้เก็บรักษาไว้ได้นาน

ปัจจุบันการผลิตเต้าหู้มีเทคนิคและสูตรการผลิตที่แตกต่างไปจากอดีตมาก ทำให้ได้ผลิตภัณฑ์เต้าหู้ที่หลากหลายรูปแบบ ทั้งการเติมสีผสมอาหาร และเติมสารหรือวัตถุดิบอื่น เพื่อให้ได้เต้าหู้ที่มีรสแตกต่างและอร่อยกว่าแบบดั้งเดิม เช่น เต้าหู้ไข่ เต้าหู้เหลืองนิ่ม เป็นต้น ซึ่งการใช้สีหรือลักษณะภายนอกจากจะช่วยแยกแยะความแข็ง และความนิ่มของเต้าหู้ได้ นอกจากจะใช้การกดสัมผัส จึงสามารถทราบชนิดของเต้าหู้ได้แน่นอน

2.1.2 วิธีการทำเต้าหู้

เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์จากถั่วเหลืองที่ใช้เทคนิคการตกตะกอน และจับตัวเป็นก้อนของโปรตีนในแป้งถั่วเหลือง โดยใช้สารตกตะกอนเข้าช่วย ได้แก่ แมกนีเซียมซัลเฟต, แคลเซียมซัลเฟต, และแคลเซียมคลอไรด์ เป็นต้น ในการทำเต้าหู้จะมีวิธีการต่างๆ ดังนี้

1. การลอกเปลือกถั่วเหลือง

ซึ่งการปอกเปลือกจะช่วยทำให้ได้เฉพาะเมล็ดถั่วที่พร้อมสำหรับการทำเต้าหู้ ด้วยการโม่ผ่าซีกเมล็ดถั่วและนำมาแช่น้ำนาน 6-8 ชั่วโมง หรือต้มในน้ำเดือดนาน 20-30 นาที แล้วหลังจากนั้นจึงลอกเปลือกถั่วออก ขั้นตอนนี้นอกจากจะได้ทำความสะอาดเมล็ดถั่วแล้วยังช่วยเพิ่มความขาวและลดกลิ่นถั่วได้

2. การบดถั่วเหลือง

นำเมล็ดถั่วที่ปอกเปลือกแล้วมาบดด้วยเครื่องบดไฟฟ้าหรือหินบด ขณะบดให้ใช้น้ำร้อนเทผสม อัตราน้ำร้อน 10 ลิตร/เมล็ดถั่ว 1 กิโลกรัม หลังจากการบดจะได้น้ำถั่วเหลืองที่มีกากผสมอยู่

3. การกรองกาก

โดยจะนำน้ำถั่วเหลืองที่ได้จากการบดถั่วเหลืองเทใส่ผ้าขาว เพื่อกรองแยกกากและกากส่วนที่เหลือในผ้าขาวบางมาแช่น้ำร้อน 1-2 ถ้วย พร้อมขยำกากถั่วให้ละลาย ทำซ้ำ 2 ครั้ง โดยใช้น้ำร้อนในปริมาณเท่าเดิม หลังจากนั้น นำน้ำส่วนที่กรองกากเทรวมกับน้ำถั่วเหลืองส่วนที่กรองได้ครั้งแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. การตกตะกอนโปรตีน

การตกตะกอนโปรตีนของถั่วเหลืองจะใช้สารเคมีเข้าช่วย ได้แก่ แคลเซียมซัลเฟต แมกนีเซียมซัลเฟต หรือ แคลเซียมคลอไรด์ สำหรับตกตะกอนน้ำถั่วเหลืองให้จับตัวเป็นก้อน

5. การกด และรีดน้ำ

การกดเต้าหู้ให้เป็นก้อน เป็นวิธีการทำให้โปรตีนจับตัวเป็นก้อนแข็งตามลักษณะที่ต้องการ และช่วยในการขับน้ำออก ด้วยการนำผ้าขาวบางวางทับบนแม่พิมพ์ และตักก้อนโปรตีนวางทับ โดยระวังอย่าให้ก้อนแตก แล้วห่อพับชายผ้า จากนั้นนำของหนักมาทับ แล้วค่อยๆเพิ่มน้ำหนัก จนได้เป็นเต้าหู้อัดก้อน

ข้อควรระวัง

การทำให้เต้าหู้อ่อนหรือแข็งมากขึ้นอยู่กับน้ำหนักที่กดทับ และระยะเวลาการกดทับ หากทิ้งไว้นานและใช้น้ำหนักมาก จะทำให้ได้เนื้อเต้าหู้แข็งเหนียว จึงต้องใช้น้ำหนักและระยะเวลาที่เหมาะสม น้ำที่นำออกจากก้อนเต้าหู้หลังการตกตะกอน เรียกว่า น้ำเวย์เต้าหู้ ถือเป็นของเหลวที่ประกอบด้วยสารอาหารสูง สามารถนำมาใช้ประกอบอาหารได้อีก

2.2 พีแอลซี (PLC) หรือ Programmable Logic Control [2]

ในอดีตที่ผ่านมาเครื่องจักรที่ใช้พีแอลซีในการควบคุมการทำงาน ส่วนมากจะมีการทำงานเป็นลอจิก หรือดิจิตอล ซึ่งจะมีสภาวะของการทำงานเป็นแบบ ON/OFF แต่ในปัจจุบันนี้มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยี พีแอลซีในปัจจุบันจึงได้มีการพัฒนาขีดความสามารถให้สูงขึ้น ซึ่งนอกจากจะทำงานแบบดิจิตอลได้แล้ว พีแอลซียังสามารถที่จะทำงานในการรับ และส่งสัญญาณอนาล็อกที่เป็นสัญญาณต่อเนื่องได้ด้วย พีแอลซีจึงสามารถใช้งานได้กับสัญญาณทั้งที่เป็นดิจิตอล และอนาล็อกได้

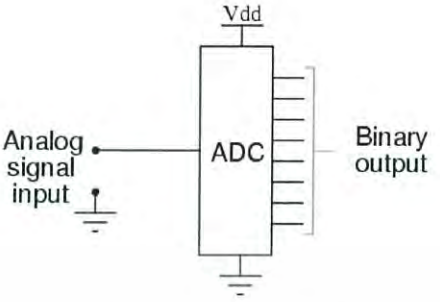
พีแอลซี (PLC) หรือ Programmable Logic Control เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน่วยความจำในการเก็บโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักร ซึ่งพีแอลซีเป็นอุปกรณ์ที่นิยมใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมเพื่อให้เครื่องจักรทำงานแบบอัตโนมัติ และเพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องจักร ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อนำมาใช้ทดแทนวงจรรีเลย์เพราะสามารถใช้งานได้อย่างเอนกประสงค์ ทั้งยังสามารถต่อเข้าร่วมกับอุปกรณ์อินพุตและอุปกรณ์เอาต์พุตได้โดยตรง สามารถควบคุมการทำงานได้โดยเขียนโปรแกรมซึ่งใช้งานได้ทันที ถ้าหากต้องการเปลี่ยนเงื่อนไขก็สามารถทำได้โดยเปลี่ยนแปลงโปรแกรมเท่านั้น ซึ่งสะดวกต่อการใช้งาน พีแอลซีนั้นมีทั้งขนาดใหญ่ที่เป็นระบบควบคุมสายพานลำเลียงในโรงงาน ไปจนถึงพีแอลซีขนาดเล็กซึ่งใช้ในการควบคุมเครื่องจักรแต่ละเครื่อง

2.2.1 อุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณ [2]

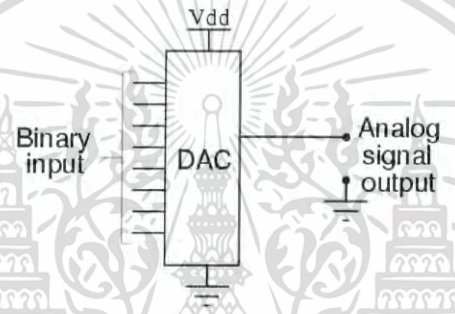
ในการทำงานของพีแอลซี พื้นฐานการทำงานจะมีการทำงานเป็นแบบดิจิตอล แต่ยังสามารถที่จะรับและส่งสัญญาณในแบบอนาล็อกได้ ซึ่งการทำงานในลักษณะนี้จะต้องมีอุปกรณ์ไว้ช่วยในการแปลงสัญญาณ ถ้าเป็นการรับสัญญาณอนาล็อกเข้ามา จะมีอุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณแบบดิจิตอลก่อน แล้วจึงนำค่าดิจิตอลในส่วนนี้ไปประมวลผล อุปกรณ์ในส่วนนี้เรียกว่า ADC (Analog To Digital Converter) แต่เมื่อพีแอลซีมีการส่งสัญญาณที่เป็นแบบอนาล็อกไปยังอุปกรณ์ที่รับสัญญาณอนาล็อก ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณแบบนี้เรียกว่า DAC (Digital To Analog Converter) ดังนั้น อุปกรณ์ ADC และ DAC ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญในการควบคุมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

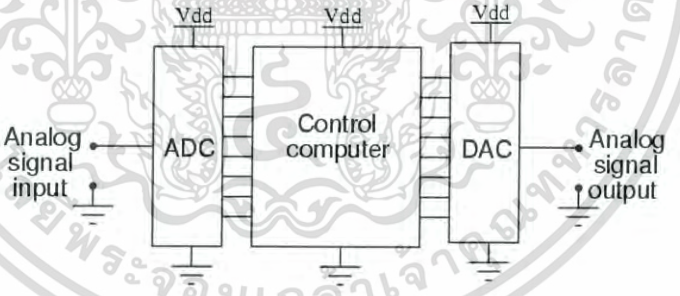
ในลักษณะของการรับและส่งสัญญาณต่อเนื่องที่เรียกว่า อนาล็อก ซึ่งในหลักการดังกล่าวจะถูกบรรจุไว้ในหน่วยขยายที่เป็นโมดูลขยายแบบอนาล็อก (Analog Expansion Module) ของพีแอลซีในแต่ละยี่ห้อ



รูปที่ 2.2 การแปลงสัญญาณอนาล็อกไปเป็นสัญญาณดิจิตอล



รูปที่ 2.3 การแปลงสัญญาณดิจิตอลไปเป็นสัญญาณอนาล็อก



รูปที่ 2.4 ภาพรวมของการแปลงสัญญาณ ADC และ DAC

2.2.2 โครงสร้างของพีแอลซี [2]

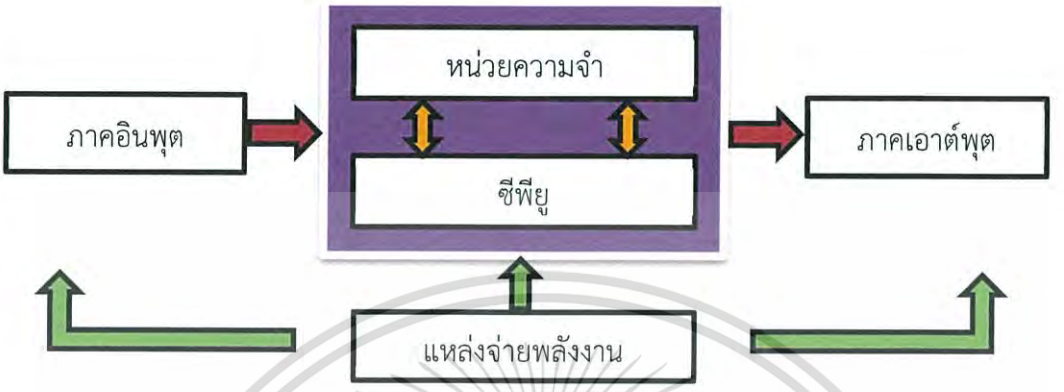
ภายในของตัวพีแอลซีจะประกอบกันทำงานเป็นระบบควบคุม มีส่วนสำคัญดังนี้ ภายในของตัวพีแอลซีจะประกอบกันทำงานเป็นระบบควบคุม มีส่วนสำคัญดังนี้

1. ซีพียู เป็นหน่วยประมวลผลกลาง ประมวลผลตามคำสั่งที่ได้รับจากภาคอินพุตประมวลผลและส่งข้อมูลไปยังภาคเอาต์พุต
2. หน่วยความจำ ทำหน้าที่เก็บข้อมูลของพีแอลซี
3. ภาคอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากภายนอกเข้ามา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ภาคเอาต์พุต ทำหน้าที่ส่งค่าสัญญาณที่ได้จากการประมวลผลไปขับอุปกรณ์ภายนอก

5. แหล่งจ่ายพลังงาน ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายในพีแอลซี



รูปที่ 2.5 โครงสร้างภายในของพีแอลซี

การแสดงสถานะของตัวพีแอลซี (PLC Status) [2]

ที่ตัวพีแอลซีจะมีไฟแสดงสถานะที่จำกัด ได้แก่

- POWER: ไฟนี้จะติดอยู่ตลอดเวลาที่มีการจ่ายไฟให้กับตัวพีแอลซี
- RUN: ไฟนี้จะแสดงถึงสถานการณ์ทำงานของตัวพีแอลซีว่าตัวโปรแกรมยังมีการทำงานอยู่หรือไม่
- ERROR: ไฟนี้จะติดเมื่อพีแอลซีพบว่าโปรแกรมมีข้อบกพร่องเกิดขึ้น

Signal of I/O Modules: Discrete Type

สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการ์ดอนาล็อกประเภทไม่ต่อเนื่อง หรือ On-Off

ตารางที่ 2.1 อุปกรณ์ภาคอินพุตและเอาต์พุตชนิด Discrete [3]

อุปกรณ์ภาคอินพุต (Input Device)	อุปกรณ์ภาคเอาต์พุต (Output Device)
- Push button switches - Limit switch - Proximity Sensor - Photo Sensor - Contacts	- Relays - Contactors - Lamp - LED - Solenoid valve - Coil

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Signal of I/O Modules: Analog Type

สัญญาณที่เกี่ยวข้องกับการ์ดอนาล็อกประเภทต่อเนื่อง หรือ สามารถรับและส่งค่าเป็นตัวเลข

ตารางที่ 2.2 อุปกรณ์ภาคอินพุตและเอาต์พุตชนิด Analog [3]

อุปกรณ์ภาคอินพุต (Input Device)	อุปกรณ์ภาคเอาต์พุต (Output Device)
- Resistance Temperature Detector - Thermocouple - Transducers - Transmitter	- Analog Ports Drive - Valve - Positioner

2.2.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของพีแอลซี [2]

โดยส่วนประกอบที่สำคัญของพีแอลซี จะมีด้วยกันทั้งหมด 5 ส่วน ดังนี้

2.2.3.1 ซีพียู หรือ Central Process Unit (CPU)

เป็นหน่วยประมวลผลกลาง จะประมวลผลตามคำสั่งที่ได้รับมาจากภาคอินพุต และส่งข้อมูลสุดท้ายที่ประมวลผลแล้วไปยังภาคเอาต์พุต ซึ่งอาจจะต้องใช้ระยะเวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่าสแกนไทม์ (Scan Time) โดยในซีพียูแต่ละขนาดจะมีความสามารถในการประมวลผลที่ไม่เท่ากัน ขึ้นอยู่กับขนาดของไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งมีขนาดตั้งแต่ 4 บิต ไปจนถึง 128 บิต

2.2.3.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำจะทำหน้าที่เก็บข้อมูลของพีแอลซี และเป็นตัวกำหนดความสามารถของพีแอลซี โดยจะแบ่งหน่วยความจำออกเป็นสองส่วน คือ

1. หน่วยความจำถาวร (Read Only Memory: ROM) ในหน่วยความจำนี้ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองข้อมูล แต่การเข้าถึงข้อมูลจะช้ากว่าหน่วยความจำชั่วคราว เหมาะกับงานที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม โดยหน่วยความจำถาวร (ROM) จะแบ่งออกเป็น 3 ชนิด ได้แก่
   - Programmable ROM (PROM)
   - Erasable Programmable ROM (EPROM)
   - Electrical Erasable Programmable ROM (EEPROM)
2. หน่วยความจำชั่วคราว (Random Access Memory: RAM) โปรแกรมและข้อมูลที่สร้างขึ้นจะถูกนำมาเก็บในส่วนนี้ เมื่อไม่มีไฟเลี้ยงจะทำให้ข้อมูลหายไปในทันที หน่วยความจำนี้จึงมีแบตเตอรี่เพื่อเป็นไฟเลี้ยงไว้สำรองข้อมูลในกรณีที่ไม่มีการจ่ายไฟให้กับพีแอลซี เหมาะกับการใช้งานที่มีการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมหลายครั้ง

2.2.3.3 ภาคอินพุต (Input Unit)

ในส่วนของหน่วยอินพุตนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณอินพุตจากภายนอกเข้ามาแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นระดับสัญญาณที่เหมาะสม เพื่อส่งเข้าไปในพีแอลซี และทำหน้าที่แยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณจากภายนอกและภายในออกจากกัน เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการลัดวงจรทางด้านอินพุต โดยจะเชื่อมต่อระหว่างหน่วยประมวลผลกลางกับอุปกรณ์ภายนอก เมื่อรับค่าจากอุปกรณ์ตรวจรู้หรือเซ็นเซอร์แล้ว จะส่งค่าดังกล่าวไปให้หน่วยประมวลผลกลางเพื่อทำการประมวลผลตามคำสั่งต่อไปโดยวงจรภาคอินพุตจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ

1. ดิจิตอลอินพุต (Digital Input Type) คือ อินพุตที่รับรู้สัญญาณได้เพียง 2 สถานะ คือ “ON” หรือ “OFF”เท่านั้น

2. อนาล็อกอินพุต (Analog Input Type) คือ อินพุตที่สามารถรับสัญญาณที่บอกเป็นปริมาณที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ ตัวอย่างเช่น 0-10VDC, 1-5V และ 4-20mA เป็นต้น

2.2.3.4 ภาคเอาต์พุต (Output Unit)

ทำหน้าที่ส่งค่าสัญญาณที่ได้จากการประมวลผลไปขับอุปกรณ์ภายนอกตามเงื่อนไขที่ได้โปรแกรมเอาไว้ โดยวงจรภาคเอาต์พุตจะแบ่งออกเป็น 2 ประเภทเช่นเดียวกับภาคเอาต์พุต คือ

1. ดิจิตอลเอาต์พุต (Digital Output Type) เป็นอุปกรณ์ที่สามารถสั่งการทำงานได้เพียง “ON” หรือ “OFF”เท่านั้น

2. อนาล็อกเอาต์พุต (Analog Output Type) เป็นการเพิ่มความสามารถให้พีแอลซีส่งสัญญาณควบคุมเป็นเชิงปริมาณ โดยค่าที่ส่งออกจัดเป็นค่าสัญญาณมาตรฐานเช่นเดียวกับภาคอินพุตแบบอนาล็อก คือ 0-10VDC, 1-5V และ 4-20mA

2.2.3.5 แหล่งจ่ายพลังงาน (Power Supply Unit)

ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายพลังงานให้กับอุปกรณ์ภายในพีแอลซี นอกจากนั้นยังจ่ายพลังงานเพื่อเลี้ยงวงจรที่นำมาต่อร่วมกับพีแอลซี โดยปกติแล้วแหล่งจ่ายจะถูกออกแบบให้ใช้ระบบไฟได้หลายแบบ เพื่อให้พีแอลซีควบคุมระบบไฟฟ้าได้หลายแบบ

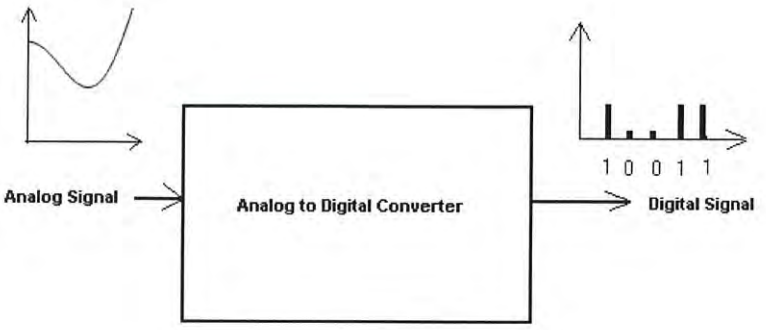
2.2.4 โครงสร้างของหน่วยอนาล็อก [2]

สัญญาณอนาล็อกจะเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่องที่ทุกๆค่าเปลี่ยนแปลงไป โดยในโครงสร้างของหน่วยอนาล็อกนั้น สามารถแบ่งได้เป็นหน่วยอนาล็อกอินพุตและหน่วยอนาล็อกเอาต์พุต

2.2.4.1 หน่วยอนาล็อกอินพุต

ในการรับสัญญาณอนาล็อกจากอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์เข้ามา เพื่อให้พีแอลซีทำการประมวลผล ก่อนที่จำนำสัญญาณเข้ามาจะต้องมีการแปลงสัญญาณจากสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้ในการแปลงสัญญาณก็คือ Analog To Digital Converter หรือเรียกย่อๆว่า ADC ซึ่งจะทำการแปลงสัญญาณทางไฟฟ้าที่เป็นสัญญาณอนาล็อกจากอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์ให้เป็นข้อมูลของดิจิตอลบิต ผลลัพธ์ที่ได้จะอยู่ในรูปของ “Word” ทางดิจิตอล ซึ่งก็จะกลายเป็นรหัสเลขฐานสองที่แทนแต่ละระดับของสัญญาณอนาล็อก

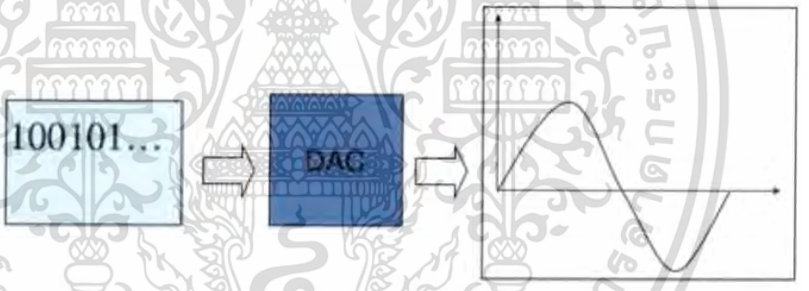
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของหน่วยอนาล็อกอินพุต

2.2.4.2 หน่วยอนาล็อกเอาต์พุต

ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ที่รับสัญญาณอนาล็อกโดยใช้พีแอลซี ซึ่งในการควบคุมการทำงาน พีแอลซีจะมีการประมวลผลและส่งสัญญาณในรูปแบบดิจิตอล ดังนั้นก่อนจะส่งสัญญาณอนาล็อกไปยังอุปกรณ์ภายนอก จะต้องมีอุปกรณ์ในการแปลงสัญญาณที่เรียกว่า Digital To Analog Converter หรือเรียกย่อๆว่า DAC กล่าวคือ DAC เป็นตัวแปลงรหัสดิจิตอลเลขฐานสองจากซีพียูให้กลายเป็นระดับแรงดัน หรือกระแสมาตรฐานที่อยู่ในรูปของสัญญาณอนาล็อกที่มีความสัมพันธ์กับเลขฐานสอง



รูปที่ 2.7 หลักการทำงานของหน่วยอนาล็อกเอาต์พุต

2.2.5 ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมพีแอลซี [2]

การเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้พีแอลซีทำงานตามความต้องการแบ่งออกเป็น 5 แบบ คือ

- Ladder Diagram Language

เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของกราฟิก มีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ แลดเดอร์ไดอะแกรมจะประกอบด้วยรางของไดอะแกรม โดยทางฝั่งซ้ายจะเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ที่แทนด้วยหน้าสัมผัส ส่วนทางฝั่งขวาจะเป็นสัญลักษณ์สำหรับอุปกรณ์ที่แทนด้วยโหลดหรือคอยล์ ทางเดินของกระแสไฟจะเรียกว่า Network โดยจะเขียนจากซ้ายไปขวา และจากบนลงล่าง

- Sequential Flow Chart Language

Sequential Flow Chart หรือ SFC เป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมแบบซีเควนซ์ ซึ่งจะประกอบด้วยคำสั่งในการปฏิบัติงานในแต่ละขั้นตอน และเงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำตามคำสั่งในแต่ละขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Function Block Diagram Language**

Function Block Diagram หรือ FBD เป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปกราฟิก เช่นเดียวกับแลดเดอร์ไดอะแกรม จะเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายโดยการเขียนโปรแกรมในรูปของฟังก์ชั่นบล็อกไดอะแกรม ซึ่งมีพื้นฐานมาจากลอจิกไดอะแกรม

- **Instruction List Language (Statement List Language)**

Instruction List หรือ IL จะเป็นภาษาที่อยู่ในรูปของข้อความ จะมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสแซมบลี้และภาษาเครื่อง โดยในหนึ่งคำสั่งควบคุมจะประกอบด้วยสองส่วน คือ ส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนดำเนินการ (Operand)

- **Structure Text Language**

Structure Text หรือ ST จะเป็นภาษาระดับสูง โดยมีพื้นฐานของภาษามาจากภาษาปาสคาล (Pascal) ซึ่งจะประกอบไปด้วยนิพจน์และคำสั่ง โดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งที่เกี่ยวกับการเลือกทำงาน

2.3 แลดเดอร์ไดอะแกรม [4]

แลดเดอร์ไดอะแกรมจัดเป็นภาษาสัญลักษณ์ที่เทียบเคียงมาจากวงจรรีเลย์ ก่อนจะเขียนแผนผังแลดเดอร์เพื่อใช้กับพีแอลซี จะต้องมีการตีความกระบวนการควบคุมให้ชัดเจนเสียก่อน แล้วจึงเขียนเป็นแผนผังความสัมพันธ์ออกมา เวลาที่พีแอลซีทำงานจะอาศัยชุดคำสั่งที่แปลงภาษามาจากแลดเดอร์ไดอะแกรม โดยจะเขียนโปรแกรมลงในส่วนของหน่วยความจำข้อมูล ซึ่งไม่สามารถจัดเก็บในลักษณะของแลดเดอร์ไดอะแกรมได้โดยตรง

2.3.1 รูปแบบการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม

การเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม มีรูปแบบการเขียนดังนี้

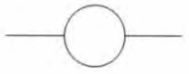
- สัญลักษณ์ของอุปกรณ์ที่แทนโหลดหรือคอยล์จะใส่ทางด้านขวา
- สัญลักษณ์ของอุปกรณ์ที่แทนหน้าสัมผัสจะใส่ทางด้านซ้าย
- สัญลักษณ์ของอุปกรณ์ในแผนภาพจะถูกแสดงในสถานะปกติ จนกว่าจะมีการเปลี่ยนสถานะ จะเกิดขึ้นเมื่ออุปกรณ์มีการทำงาน
- อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่หยุดการทำงานของกระบวนการจะถูกต่อแบบอนุกรม ส่วนอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่เริ่มการทำงานจะต่อแบบขนาน
- แลดเดอร์ไดอะแกรมจะพิจารณาการทำงานจากซ้ายไปขวาเท่านั้น

2.3.2 ข้อแนะนำในการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรม

- ออกแบบกระบวนการที่ต้องการจะควบคุม
- วาดไดอะแกรมของกระบวนการทำงานอย่างคร่าวๆ โดยจะต้องแน่ใจว่ามีอุปกรณ์ครบแล้ว และถูกกำหนดในไดอะแกรมนั้น
- กำหนดลำดับการทำงาน และเขียนรายละเอียดแต่ละขั้นตอน
- เริ่มทำการเขียนแลดเดอร์ไดอะแกรมจากลำดับการทำงานนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 การกำหนดสัญลักษณ์พื้นฐานในแลดเดอร์ไดอะแกรม (แผนผังแลดเดอร์) [3]

	หน้าสัมผัสปกติเปิด (N.O) หมายถึง สวิตช์หรือหน้าสัมผัสของอุปกรณ์ ไม่อนุญาตให้กระแสไหลผ่าน
	หน้าสัมผัสปกติปิด (N.C) หมายถึง สวิตช์หรือหน้าสัมผัสของอุปกรณ์ ยอมให้กระแสไหลผ่าน
	**เอาต์พุตปกติที่ไม่ทำงาน** หมายถึงอุปกรณ์เอาต์พุต เช่น หลอดไฟแอลอีดี, รีเลย์

2.3.3 กลุ่มคำสั่งพื้นฐาน (Ladder Instruction & Output Control) [4]

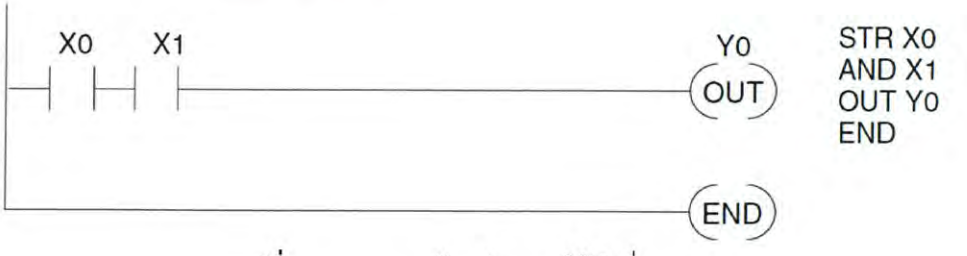
- การใช้ Normally Opened Contact

รูปที่ 2.8 ตัวอย่างการใช้ Normally Opened Contact

- การใช้ Normally Closed Contact

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการใช้ Normally Closed Contact

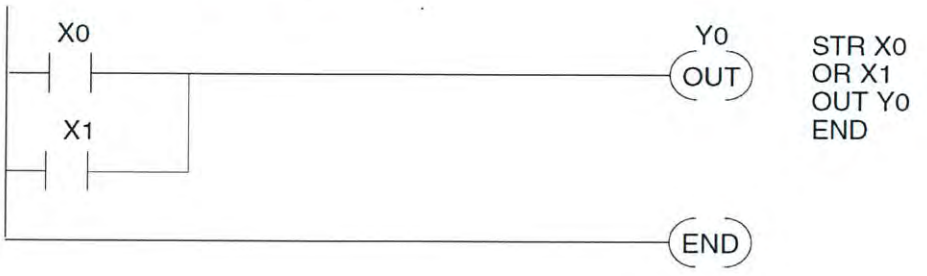
- การใช้คำสั่ง AND



รูปที่ 2.10 แสดงตัวอย่างการใช้คำสั่ง AND

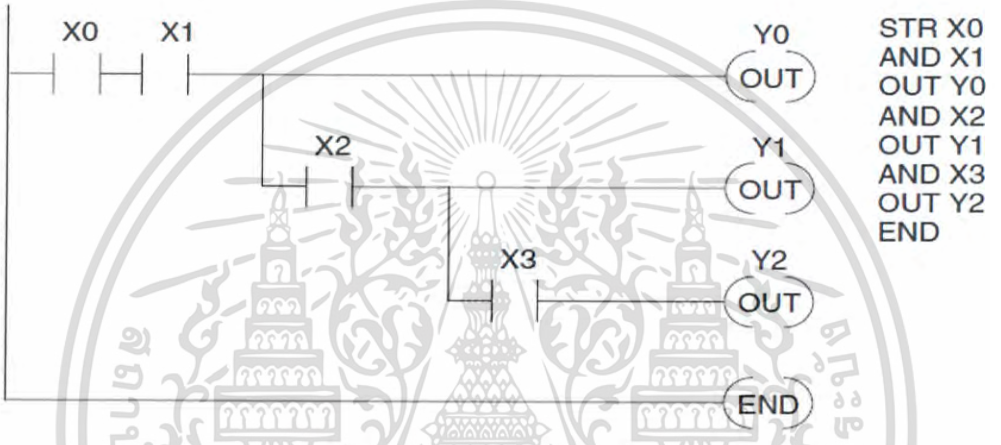
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้คำสั่ง OR



รูปที่ 2.11 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง OR

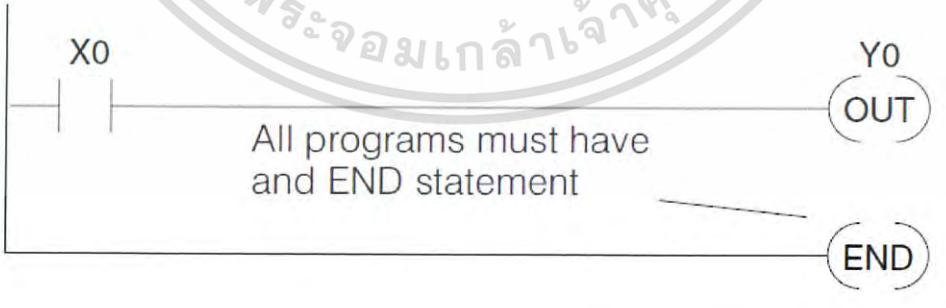
- การใช้คำสั่ง OUT



รูปที่ 2.12 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง OUT

- การใช้คำสั่ง END

เมื่อสิ้นสุดการเขียนโปรแกรมทุกครั้ง จะต้องจบด้วยการใช้คำสั่ง END เสมอ เพราะเมื่อไม่ใช้คำสั่งนี้ในตอนจบ จะทำให้โปรแกรมที่เขียนขึ้นเกิดการ ERROR ซึ่งถูกแสดงดังตัวอย่าง

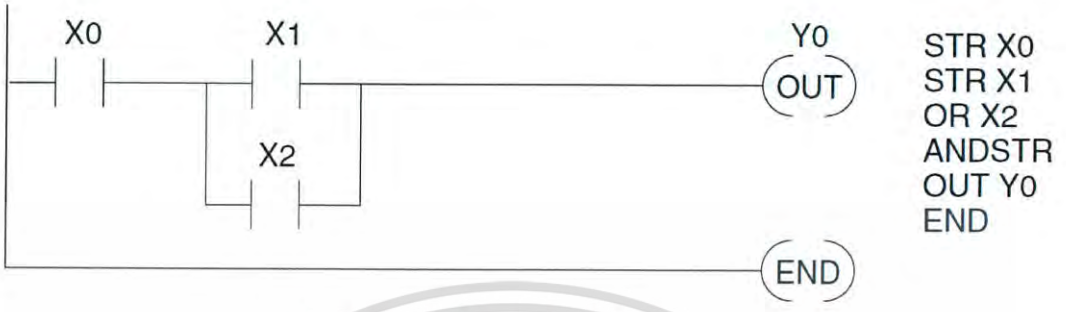


รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการใช้คำสั่ง END

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การใช้คำสั่ง AND STR, OR STR

คำสั่งทั้งสองคำสั่งนี้จะทำหน้าที่เชื่อมต่อกับกลุ่มแลดเดอร์ไดอะแกรม ในกรณีที่ต่ออนุกรมหรือต่อขนานกันมากกว่าหนึ่งหน้าสัมผัส เพราะการใช้คำสั่ง AND หรือ OR ตามที่กล่าวไว้ข้างต้นนั้น จะกระทำทีละหนึ่งหน้าสัมผัสเท่านั้น



รูปที่ 2.14 ชุดคำสั่ง AND การเชื่อมแบบอนุกรม

รูปที่ 2.15 ชุดคำสั่ง OR การเชื่อมแบบขนาน

2.4 เซ็นเซอร์และทรานสดิวเซอร์ (Sensor and Transducer) [5]

ในกระบวนการต่างๆทางอุตสาหกรรม โดยทั่วไปแล้วนั้นจะต้องมีการตรวจวัดค่าต่างๆเพื่อนำเอาค่าที่วัดได้ไปใช้ในการควบคุมหรือปรับแต่งให้ได้ตามที่ต้องการ โดยในอุตสาหกรรมจะใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการวัด คือตัวตรวจรู้หรือเซ็นเซอร์ และตัวแปลงหรือทรานสดิวเซอร์

2.4.1 เซ็นเซอร์หรือตัวตรวจรู้ (Sensor) [5]

เซ็นเซอร์คืออุปกรณ์ตรวจรู้ตัวแรกในระบบการวัด ซึ่งจะใช้ตรวจจับการเปลี่ยนแปลงปริมาณทางกายภาพของตัวแปรต่างๆ เช่น ระยะทาง อัตราการไหล ความดัน อุณหภูมิ แสง เสียง เป็นต้น แล้วเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของสัญญาณหรือข้อมูลที่เหมาะสมและสอดคล้องกับการนำไปใช้งาน เซ็นเซอร์ที่วัดโดยสัมผัสกับตัวแปรโดยตรงจะเรียกว่าตัวตรวจรู้แบบปฐมภูมิ (Primary Sensor) หรือตัวตรวจรู้ชั้นต้น และเซ็นเซอร์ที่วัดโดยผ่านตัวแปรอื่นก่อนจะเรียกว่าตัวตรวจรู้ทุติยภูมิ (Secondary Sensor) หรือตัวตรวจจับชั้นรอง

ในการตรวจรู้จะอาศัยผลการเปลี่ยนแปลงของพารามิเตอร์ในตัวเซ็นเซอร์ ที่สามารถตรวจวัดได้ ซึ่งส่วนใหญ่จะเป็นพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า เช่นความต้านทาน แรงดัน กระแส ความจุ ความเหนี่ยวนำ เป็นต้น โดยเมื่อค่าตัวแปรมีการเปลี่ยนแปลง พารามิเตอร์ดังกล่าวก็จะมีการเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยทำให้สามารถทราบค่าที่ต้องการวัดได้

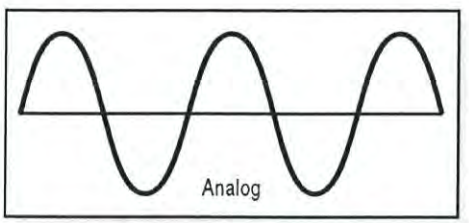
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 ทรานสดิวเซอร์หรือตัวแปลงสัญญาณ (Transducer) [5]

ทรานสดิวเซอร์ คืออุปกรณ์ที่ทำการแปลงสัญญาณจากรูปแบบหนึ่งไปเป็นอีกรูปแบบหนึ่ง โดยจะแปลงจากค่าที่วัดได้ให้ออกมาในรูปของสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งจะรวมทั้งส่วนตรวจจับและส่วนปรับแต่งสัญญาณไว้เข้าด้วยกัน นอกจากนี้ทรานสดิวเซอร์ยังทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ตรวจจับตัวกลางที่ต้องการวัดเพื่อบ่งบอกปริมาณทางฟิสิกส์ แล้วแปลงไปเป็นสัญญาณที่เหมาะสมกับการนำไปใช้งาน หลังจากนั้นจะส่งต่อให้กับส่วนแสดงผลให้อยู่ในรูปแบบต่างๆ ซึ่งจะนำสัญญาณที่ได้นั้นไปใช้งานในการควบคุมต่อไป

ในการแบ่งชนิดของทรานสดิวเซอร์ สามารถแบ่งได้โดยอาศัยหลักเกณฑ์ต่างๆได้ดังต่อไปนี้

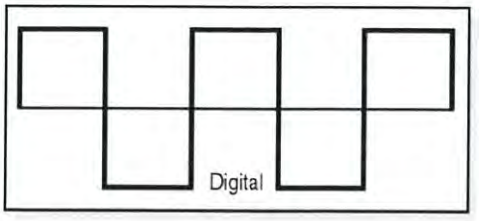
1. แบ่งตามความต้องการของพลังงาน
   - **แบบแอคทีฟ** (Active Transducer) เป็นทรานสดิวเซอร์ที่ไม่ต้องการแหล่งจ่ายจากภายนอกก็สามารถให้สัญญาณแปรตามตัวแปรได้เอง
   - **แบบพาสซีฟ** (Passive Transducer) เป็นทรานสดิวเซอร์ที่ต้องการแหล่งจ่ายจากภายนอกจึงจะทำการตรวจรู้ได้
2. แบ่งตามลักษณะกลไกการทำงาน
   - การเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทาน (Variable Resistance Transducer)
   - การเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ (Variable Inductance Transducer)
   - การเปลี่ยนแปลงค่าความจุ (Variable Capacitance Transducer)
3. แบ่งตามชนิดการเปลี่ยนแปลงการทำงาน
   - เปลี่ยนพลังงานกลไปเป็นพลังงานไฟฟ้า
   - เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าไปเป็นพลังงานกล
   - เปลี่ยนพลังงานความร้อนไปเป็นพลังงานไฟฟ้า
   - เปลี่ยนพลังงานแสงไปเป็นพลังงานไฟฟ้า
4. แบ่งตามชนิดของสัญญาณที่ใช้
   - **สัญญาณอนาล็อก** (Analog Signal) หมายถึงสัญญาณข้อมูลแบบต่อเนื่อง มีขนาดสัญญาณไม่คงที่ มีการเปลี่ยนแปลงขนาดสัญญาณอย่างค่อยเป็นค่อยไป



รูปที่ 2.16 ลักษณะของสัญญาณอนาล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **<u>สัญญาณดิจิตอล</u>** (Digital Signal) หมายถึงสัญญาณที่เกี่ยวข้องกับข้อมูลแบบไม่ต่อเนื่อง มีขนาดของสัญญาณที่แน่นอน คือสัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด



รูปที่ 2.17 ลักษณะของสัญญาณดิจิตอล

- **<u>สัญญาณแบบไบนารี</u>** (Binary Signal) จะให้สัญญาณแบบเปิด-ปิด (ON-OFF)

5. แบ่งตามตำแหน่งที่ใช้ในระบบ
   - ทรานสดิวเซอร์ด้านรับเข้า (Input Transducer)
   - ทรานสดิวเซอร์ด้านส่งออก (Output Transducer)

2.4.3 การปรับแต่งสัญญาณ [5]

การปรับแต่งสัญญาณคือการจัดการกับสัญญาณที่ได้รับมาจากอินพุตของระบบการวัด ซึ่งก็คือได้รับมาจากเซ็นเซอร์ โดยเปลี่ยนค่าของตัวแปรที่วัดได้ไปเป็นพารามิเตอร์ทางไฟฟ้า

รูปที่ 2.18 แผนผังแสดงหลักการทำงานของตัวแปลงสัญญาณ

2.5 Encoder [6]

Encoder เป็นอุปกรณ์ป้อนกลับ (Feedback Device) ชนิดหนึ่ง แบ่งได้เป็น 2 ชนิด คือ Absolute Rotary Encoder และ Incremental Rotary Encoder

2.5.1 Absolute Encoder [2]

Absolute Encoder ให้ค่าสัญญาณเอาต์พุตออกมาเป็นตัวเลขซึ่งบ่งบอกตำแหน่งที่ Encoder หมุนไป Absolute Encoder นั้นจะมีความพิเศษที่เป็นลักษณะเด่นคือ ทุกองศาที่แกนเพลาหมุนไปนั้น จะมีค่าเอาต์พุตที่ต่างกันออกไป จะไม่มีค่าซ้ำกัน โดยเอาต์พุตจะอยู่ในรูปของเลขฐานสอง โดยลักษณะของเอาต์พุตจะมีขาสัญญาณเอาต์พุตเป็นรหัสได้แก่ BCD, Binary Code และ Grey

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Code โดยการใช้งานจะขึ้นอยู่กับความต้องการนำไปใช้งาน สายสัญญาณเอาต์พุตของ Encoder ชนิดนี้จะมีจำนวนสายค่อนข้างมาก โดยสายหนึ่งเส้นแทนด้วยข้อมูลจำนวน 1 บิต

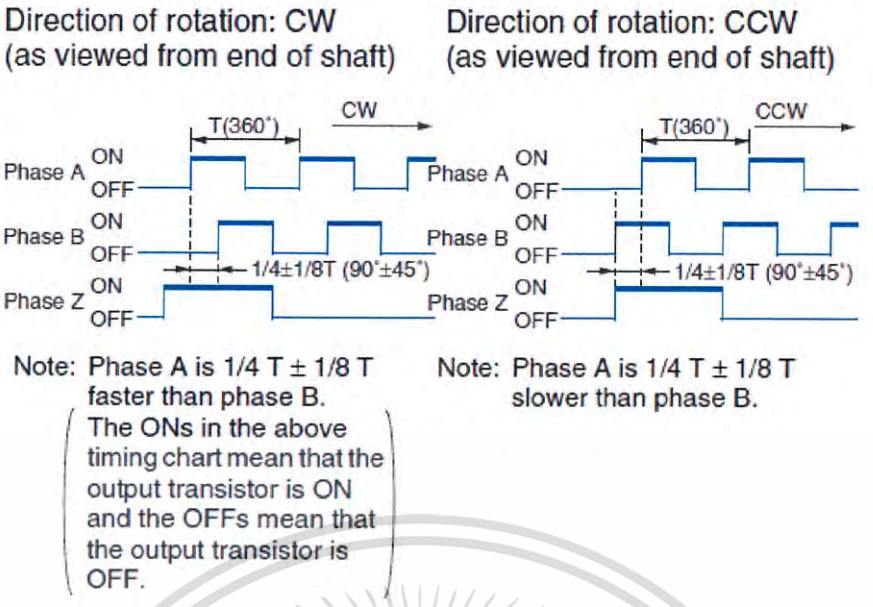
รูปที่ 2.19 ลักษณะของ Absolute Encoder

สิ่งที่ต้องพิจารณานอกเหนือจากการเลือกประเภท Encoder ให้เหมาะสมกับการใช้งาน คือ ลักษณะของภาคเอาต์พุตว่าเป็นแบบใด ซึ่งจะมีหลายรูปแบบให้เลือก เช่น NPN Open Collector, PNP Open Collector, Voltage Output และ Line Driver Output โดยจะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่จะมารับสัญญาณจาก Encoder ว่าสามารถต่อเข้ากับเอาต์พุตแบบใดได้

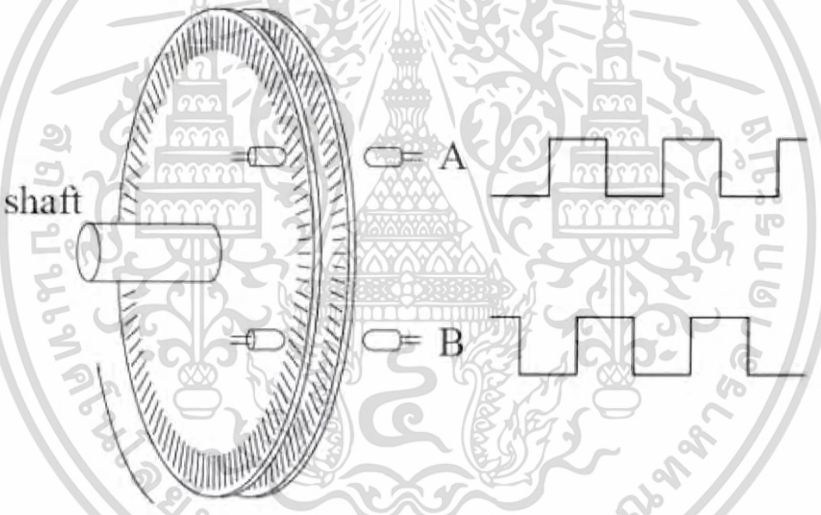
2.5.2 Incremental Encoder [2]

Incremental Encoder จะมีสัญญาณเอาต์พุต 3 สัญญาณ คือ เฟส A (Phase A), เฟส B (Phase B) และเฟส Z (Phase Z) ลักษณะของสัญญาณเฟส A และเฟส B จะเป็นสัญญาณพัลส์ ให้ค่าสัญญาณเป็น 0 และ 1 สลับกันไป โดยพัลส์เฟส A และเฟส B จะต่างเฟสกันอยู่ 90 องศา เพื่อประโยชน์ในการเช็คทิศทางของการหมุนของ Encoder ว่าหมุนอยู่ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา หรือทวนเข็มนาฬิกา ถ้านำไปประยุกต์ใช้กับการเคลื่อนที่เชิงเส้นก็จะเป็นการระบุว่าวัตถุกำลังเคลื่อนที่ไปในลักษณะใด สำหรับเฟส Z จะมีสัญญาณพัลส์เป็น 1 เพียงหนึ่งพัลส์ในหนึ่งรอบของการหมุน ความละเอียดของ Encoder ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งสำคัญที่ต้องพิจารณา การเลือกความละเอียดสูงจะทำให้สามารถวัดระยะทาง หรือวัดปริมาณที่ต้องการได้ละเอียดมากยิ่งขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม ความละเอียดที่มากเกินไปจะทำให้สัญญาณพัลส์ที่ได้มีความถี่สูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 ลักษณะสัญญาณของ Phase A, Phase B และ Phase Z



รูปที่ 2.21 ลักษณะของสัญญาณที่ออกจาก Increment Encoder

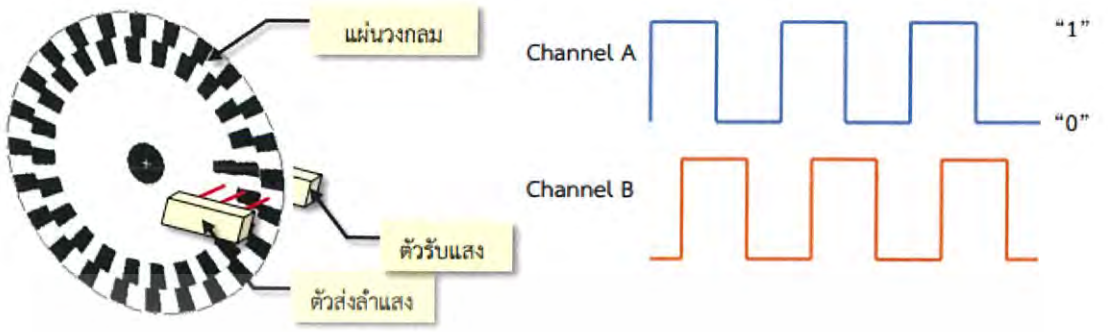
2.5.3 หลักการทำงานของ Incremental Encoders [2]

Incremental Encoders เป็นเซ็นเซอร์ชนิดหนึ่งที่กำเนิดสัญญาณแบบรูปคลื่นสี่เหลี่ยม หรือเรียกว่าสัญญาณพัลส์ตามการหมุนของเพลา โดยจำนวนสัญญาณที่ได้จะแปรผันตามจำนวนรอบของการหมุนและความเร็วของสัญญาณก็จะแปรผันตามความเร็วในการหมุนด้วย โดยทั่วไปสัญญาณรูปคลื่นสี่เหลี่ยม หรือสัญญาณพัลส์จะถูกนำไปใช้สำหรับงานวัดความยาว

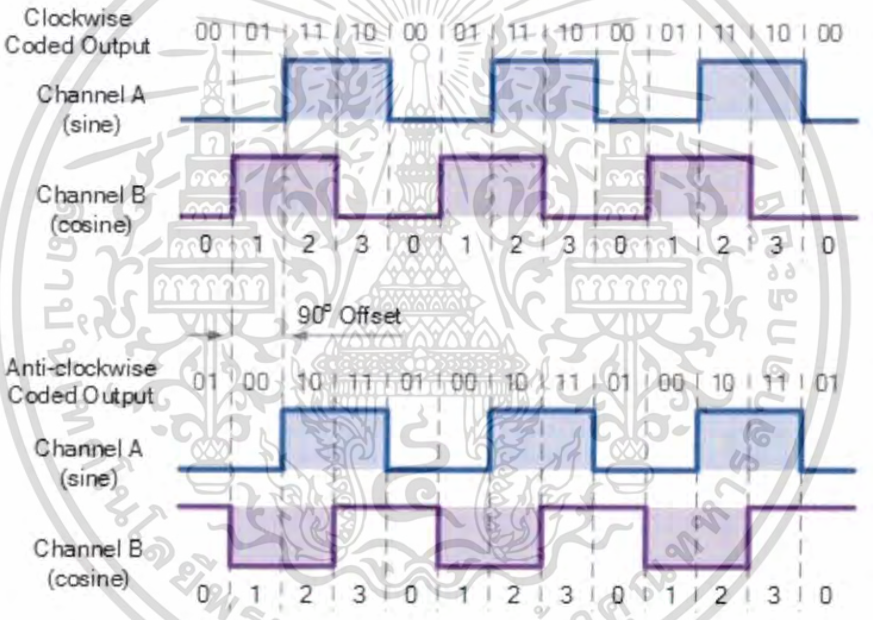
โครงสร้างภายในของ Encoder จะติดตั้งแผ่นจานรหัสไว้ที่เพลาของ Encoder โดยที่แผ่นจานจะมีส่วนที่ทึบแสงและให้แสงสามารถลอดผ่านได้สลับกันไปมา ในส่วนของ LED นั้น จะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการกำเนิดสัญญาณแสงเพื่อส่งไปยังแผ่นจานรหัส หลังจากนั้น อุปกรณ์รับแสงจะเปลี่ยนสัญญาณแสงไปเป็นสัญญาณรูปไซน์ 2 สัญญาณ ซึ่งทั้งสองสัญญาณนี้จะมีเฟสที่ต่างกันอยู่ 90 องศา วงจรอิเล็กทรอนิกส์และดิจิตอลจะทำการขยายสัญญาณและแปลงสัญญาณรูปไซน์ไปเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณพัลส์รูปสี่เหลี่ยม โดยสัญญาณพัลส์ที่ได้จะผ่านวงจรไดร์ฟเวอร์และถูกส่งออกไปยังเอาต์พุต โดยสัญญาณเอาต์พุตดังกล่าวจะต้องต่อเข้าอินพุตของพีแอลซีในตำแหน่งอินพุต High-Speed



รูปที่ 2.22 อุปกรณ์การกำเนิดและการรับสัญญาณ



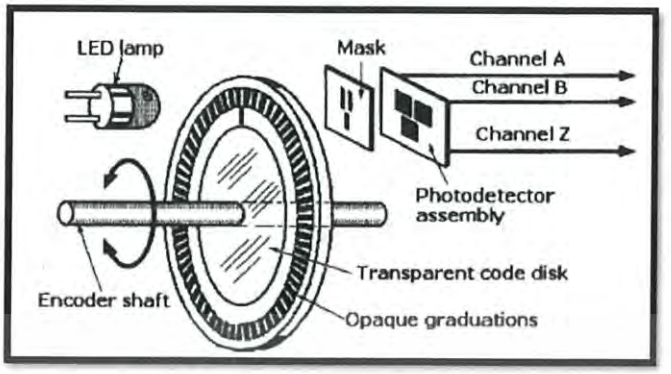
รูปที่ 2.23 สัญญาณพัลส์รูปสี่เหลี่ยมของสัญญาณ A และสัญญาณ B

2.5.4 การนำสัญญาณเอาต์พุตของ Rotary Encoder ไปใช้งาน [2]

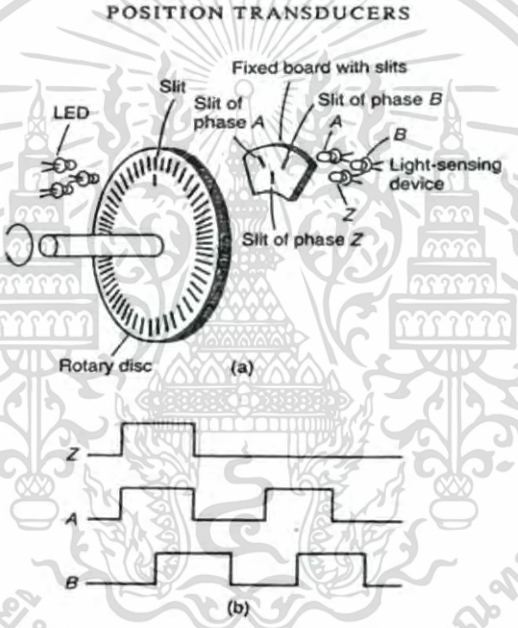
Increment Encoder แบบมาตรฐานจะมีสัญญาณเอาต์พุตทั้งหมด 3 สัญญาณ ได้แก่ สัญญาณ A (สัญญาณนับขึ้น), สัญญาณ B (สัญญาณนับลง) และสัญญาณ 0 Index (สัญญาณเริ่มต้น) สำหรับ Encode rที่ใช้แรงดันไฟฟ้า 10-30 VDC เอาต์พุตที่ออกมาจะมีแรงดันไฟฟ้า 10-30 VDC ซึ่งเอาต์พุตจะใช้ทรานซิสเตอร์ NPN หรือ PNP ในการ ON/OFF ซึ่งความถี่ในการสลับอาจจะสูงมาก โดยขึ้นอยู่กับความเร็วในการหมุนของแกน Encoder การจะนำสัญญาณที่มีความถี่สูงดังกล่าวมาต่อใช้งานเข้ากับอินพุตของพีแอลซีจะต้องพิจารณาคุณสมบัติของพีแอลซีก่อน เพราะพีแอลซีบางรุ่นไม่สามารถต่อสัญญาณความถี่สูงเข้าได้โดยตรง จะต้องใช้โมดูลที่สามารถรับอินพุตแบบ High-Speed เข้ามาต่อร่วม จึงจะสามารถใช้งานได้ โดยความเร็วในการหมุนของ Encoder เป็นสิ่งที่จะต้องนำมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนวณว่าความเร็ว หรือความถี่ ในการสลับของ Encoder จะต้องไม่เกินความถี่ของอินพุตHigh-Speed Counter ของพีแอลซี



รูปที่ 2.24 ลักษณะการหมุนของเพลา



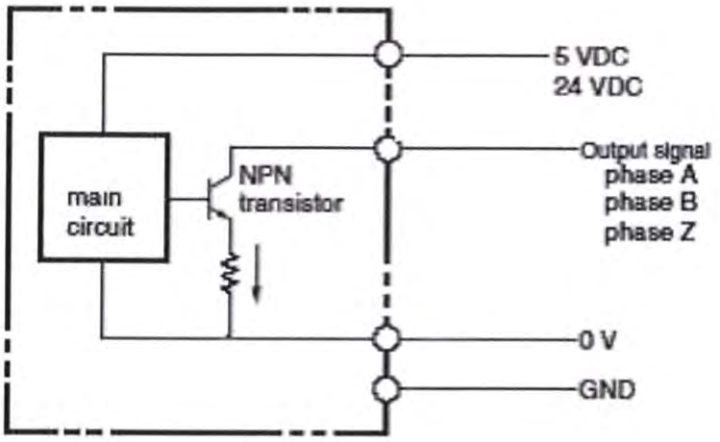
รูปที่ 2.25 การรับสัญญาณและลักษณะของสัญญาณในแต่ละเฟส

2.5.5 Output Circuit NPN Open Collector [2]

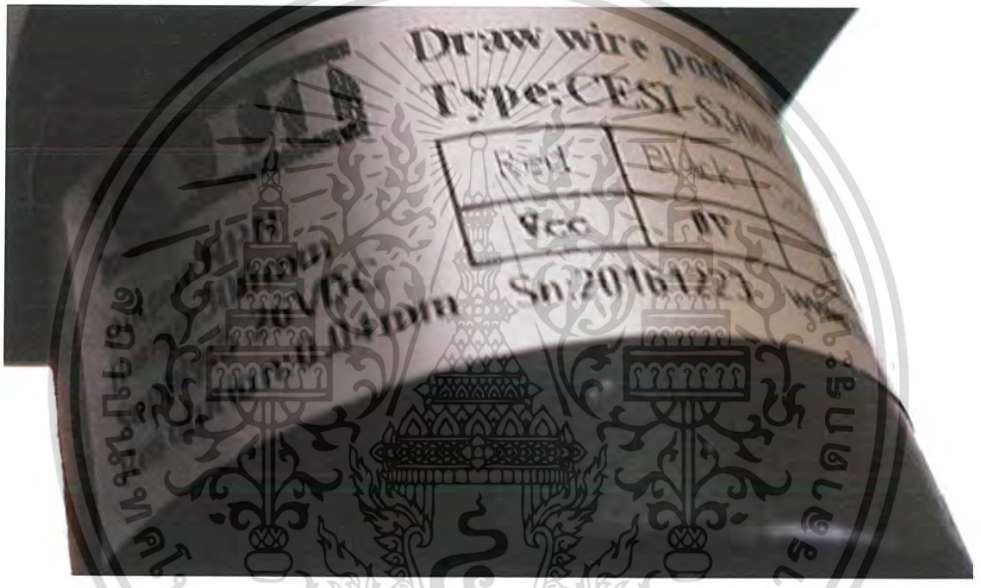
ในส่วนของวงจรเอาต์พุต จะเป็นเรื่องเกี่ยวกับระดับสัญญาณและวิธีการเชื่อมต่อกันทางสัญญาณไฟฟ้า ระหว่างเซ็นเซอร์กับตัวอ่านค่าใน Encoder แต่ละรูปแบบจะมีสัญญาณเอาต์พุตที่เหมือนกันหรือต่างกันก็ได้

วงจรเอาต์พุต NPN Open Collector เป็นเอาต์พุตแบบ NPN หรือ Sinking output จะใช้งานกับอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่จ่ายกระแสออกมา ซึ่งปกติวงจร NPN Open Collector จะถูกใช้ในกรณีที่อุปกรณ์ที่นำมาต่อนั้น มีแหล่งจ่ายแรงดันไม่เท่ากับแหล่งจ่ายแรงดันของตัว Encoder ซึ่งภายในวงจร จะมีทรานซิสเตอร์ชนิด NPN อยู่ โดยส่วนอุปกรณ์ที่นำมาต่อด้วยนั้น จำเป็นต้องมีตัวต้านทานจำกัดกระแสไว้ เพื่อป้องกันการลัดวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.26 ลักษณะของเอาต์พุต NPN Open Collector



รูปที่ 2.27 ข้อมูลของ Encoder เอาต์พุตชนิด NPN

2.6 ระบบนิวเมติกส์อย่างง่าย (Pneumatic System) [7]

ในปัจจุบันระบบนิวเมติกส์นั้นแพร่หลายในอุตสาหกรรมเป็นอย่างมาก ทั้งในอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดใหญ่ เนื่องจากอุปกรณ์นิวเมติกส์นั้นง่ายต่อการใช้งานและซ่อมบำรุง ซึ่งนิยมนำมาใช้ในเครื่องจักรอัตโนมัติและเครื่องจักรกลมากมาย อุปกรณ์ที่ถูกนำมาใช้งานจะถูกกล่าวถึงในหัวข้อดังต่อไปนี้

2.6.1 วาล์วควบคุมทิศทางการไหล [7]

วาล์วควบคุมทิศทางการไหล ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัดให้ไหลผ่านวาล์วไปในทิศทางที่ต้องการ เพื่อให้กระบอกสูบทำงานหรือหยุดทำงาน และทำให้ลมเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่ถูกต้อง โดยใช้หลักการเปิด-ปิดลมจากรูลมอัดหนึ่งไปยังอีกรูลมอัดหนึ่งหรือที่เรียกว่า “Port” วาล์วควบคุมทิศทางการไหลจะประกอบด้วยรูลมอัดสำหรับท่อจ่ายลมอัดเข้า (Supply Port) และรูลมอัดไว้สำหรับระบายลมทิ้ง (Exhaust Port) ซึ่งจำนวนรูลมอัดของตัววาล์วควบคุมทิศทางการไหลจะมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ เช่น 2, 3, 4, 5 รูลมอัดซึ่งตำแหน่งของลิ้นวาล์วที่เคลื่อนที่ได้จะเรียกว่า “ตำแหน่งการทำงาน” ใช้รูปสี่เหลี่ยมแทนจำนวนตำแหน่งที่ลิ้นวาล์วสามารถเปลี่ยนได้

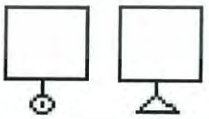
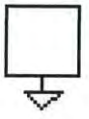
2.6.1.1 ความหมายและสัญลักษณ์ของวาล์ว [8]

ในงานอุตสาหกรรมนิยมใช้สัญลักษณ์เพื่อความสะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการทำความเข้าใจ การทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ระบบนิวเมติกส์ เช่นเดียวกันสัญลักษณ์ที่ใช้อยู่ ตำแหน่งการทำงานของวาล์ว: สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตำแหน่งการทำงานของวาล์วจะแทนด้วยรูปสี่เหลี่ยมดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 สัญลักษณ์และความหมายของตำแหน่งการทำงานของวาล์ว (Position)

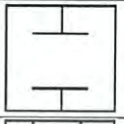
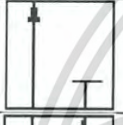
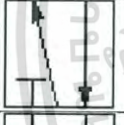
สัญลักษณ์ตำแหน่ง	ความหมาย
	วาล์วควบคุม 1 ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง ตำแหน่งปกติ1ตำแหน่ง และตำแหน่งทำงาน 1ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่ง ตำแหน่งทำงาน 2ตำแหน่ง
	วาล์วควบคุม 3 ตำแหน่ง ตำแหน่งปกติ(พัก) 1 ตำแหน่ง และตำแหน่งทำงาน 2 ตำแหน่ง

ตารางที่ 2.5 สัญลักษณ์และความหมายของช่องต่อท่อลม (Port)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ช่องต่อสำหรับท่อลม
	ช่องต่อสำหรับจ่ายลมอัดให้วาล์ว
	ช่องต่อสำหรับระบายลมทิ้งแบบเปิด (มีช่องต่อท่อลม)
	ช่องต่อสำหรับระบายลมทิ้งแบบปิด (ไม่มีช่องต่อท่อลม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.6 สัญลักษณ์ของเส้นทางการไหลผ่านภายในวาล์วที่แสดงด้วยลูกศรและช่องปิด

สัญลักษณ์	ความหมาย
	เส้นทางที่ลมอัดไหลผ่านตามทิศทางของหัวลูกศร
	เส้นทางเดินลมที่ถูกกั้น
	เส้นทางเดินลม 2 เส้นทางที่ไม่ได้ตัดกัน มีช่องต่อท่อลม 4 ช่อง
	เส้นทางเดินลมผ่านได้ทางเดียว มีช่องต่อท่อลม 3 ช่อง
	เส้นทางเดินลมผ่านได้ทางเดียว มีช่องต่อท่อลม 3 ช่อง
	เส้นทางเดินลมผ่านได้ 2 ทาง มีช่องต่อท่อลม 5 ช่อง
	เส้นทางเดินลมผ่านได้ 2 ทาง มีช่องต่อท่อลม 5 ช่อง
	เส้นทางเดินลมที่ต่อถึงกันภายใน มีช่องต่อท่อลม 4 ช่อง

2.6.1.2 การกำหนดสัญลักษณ์รูของอุปกรณ์ควบคุมทิศทางการไหล [8]

โดยในการกำหนดสัญลักษณ์รูของอุปกรณ์ควบคุมทิศทางการไหลจะมีด้วยกันอยู่ 3 วิธีคือ

1. กำหนดเป็นตัวอักษรย่อ
2. กำหนดเป็นตัวอักษร
3. กำหนดเป็นตัวเลข

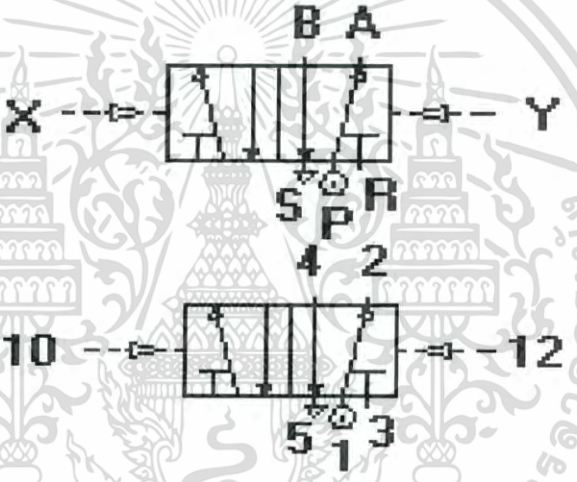
สามารถศึกษาการกำหนดสัญลักษณ์และความหมายได้ดังตารางดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 การกำหนดสัญลักษณ์รูของอุปกรณ์

หน้าที่	ตัวอักษรย่อ	ตัวอักษร	ตัวเลข
- รูต่อลมอัดเข้าวาล์ว	SUP	P	1
- รูต่อลมอัดไปใช้งาน	OUT	B, A	2, 4
- รูระบายลมทิ้ง	EX	R, S	3, 5
- รูต่อลมเข้าวาล์วควบคุมเพื่อบังคับให้วาล์วทำงาน	SIGNAL IN	X, Y, Z	10, 12, 14

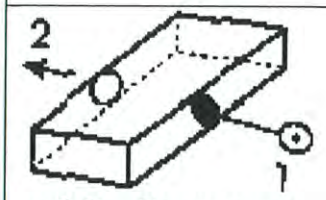
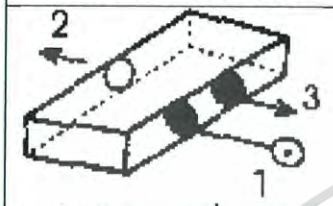
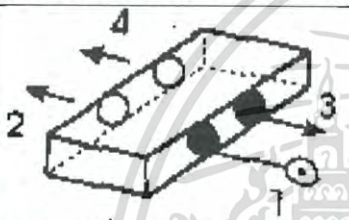
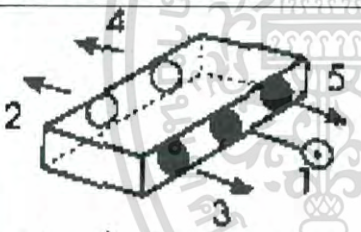
ความหมายของสัญลักษณ์ช่องต่อท่อลม โดยจะแสดงตัวอย่างแบบตัวอักษรและแบบตัวเลขที่กำหนดให้แต่ละช่องต่อท่อลม ซึ่งมีหน้าที่เฉพาะแตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 2.7



รูปที่ 2.28 ตัวอย่างการกำหนดสัญลักษณ์ช่องต่อลมแบบตัวอักษรและแบบตัวเลขที่มีความหมายเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.8 ลักษณะของช่องต่อท่อลม (Port) ต่อหนึ่งวาล์ว และประเภทการใช้งาน

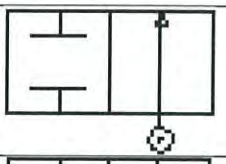
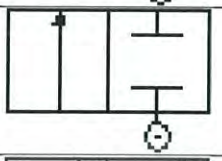
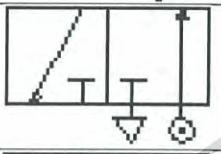
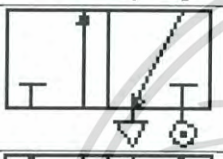
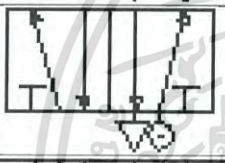
ลักษณะช่องต่อท่อลม	ประเภทการใช้งาน
 วาล์วปิด-เปิด (2 Ports)	- ควบคุมสว่านลม - หัวดูดจับสุญญากาศ
 วาล์วปิด-เปิดเปลี่ยนทิศทางได้ (3 Ports)	- ควบคุมกระบอกสูบทางเดียว
 วาล์วเปลี่ยนทิศทาง (4 Ports)	- ควบคุมกระบอกสูบสองทาง
 วาล์วเปลี่ยนทิศทาง (5 Ports)	- ควบคุมกระบอกสูบสองทาง

2.6.1.3 การเรียกชื่อวาล์ว [8]

ในการเรียกชื่อวาล์วนั้น จะเรียกโดยกำหนดให้ตัวเลขหน้าหมายถึงจำนวนรูหรือช่องต่อลมของวาล์ว (Port) ให้ตัวเลขหลังหมายถึงจำนวนตำแหน่งการทำงาน และชนิดของการควบคุมวาล์ว แสดงตัวอย่างการเรียกชื่อดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 สัญลักษณ์และตัวอย่างของการเรียกชื่อวาล์ว

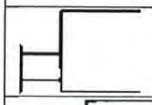
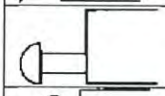
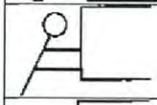
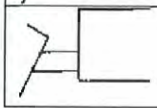
สัญลักษณ์	ตัวอย่างการเรียกชื่อวาล์ว
	2/2 NO Control Valve (2 Ports , 2 Positions , ปกติเปิด)
	2/2 NC Control Valve (2 Ports , 2 Positions , ปกติปิด)
	3/2 NO Control Valve (3 Ports , 2 Positions , ปกติเปิด)
	3/2 NC Control Valve (3 Ports , 2 Positions , ปกติปิด)
	5/2 Control Valve
	5/3 Control Valve Opened-Center (5 Ports , 3 Positions)
	5/3 Control Valve Closed-Center (5 Ports , 3 Positions)

2.6.1.4 รูปแบบการควบคุมวาล์ว [8]

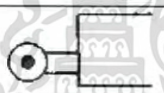
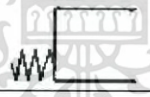
การควบคุมการทำงานของวาล์วนั้นมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับลักษณะที่ได้ออกแบบไว้เพื่อนำไปใช้ในงานที่มีลักษณะแตกต่างกันออกไป โดยที่รูปแบบของการควบคุมการทำงานของวาล์วแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภท ดังตารางที่แสดงต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.10 รูปแบบการควบคุมการทำงานของวาล์วแบบ Manual

สัญลักษณ์การควบคุมวาล์ว (Manual Control)	ความหมาย
	ใช้ปุ่มกดทั่วๆไป
	ใช้มือกด
	ใช้คันโยก
	ใช้เท้าเหยียบ

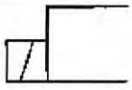
ตารางที่ 2.11 รูปแบบการควบคุมการทำงานของวาล์วแบบ Mechanical

สัญลักษณ์การควบคุมวาล์ว (Mechanical Control)	ความหมาย
	ใช้เดือยกด
	ใช้ลูกกลิ้ง
	ใช้สปริง

ตารางที่ 2.12 รูปแบบการควบคุมการทำงานของวาล์วแบบควบคุมด้วยลมอัด

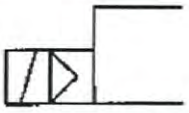
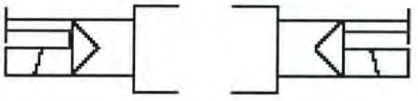
สัญลักษณ์การควบคุมวาล์ว (Pressure Control)	ความหมาย
	ทำงานด้วยลมโดยตรง
	ทำงานด้วยลมที่มีพื้นที่ต่างกัน

ตารางที่ 2.13 รูปแบบการควบคุมการทำงานของวาล์วควบคุมด้วยไฟฟ้า

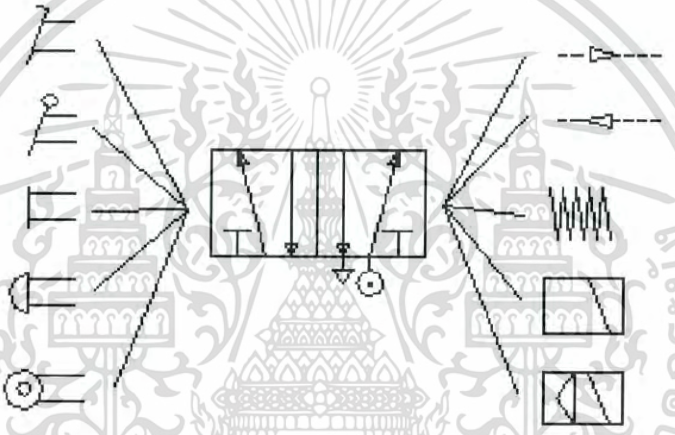
สัญลักษณ์การควบคุมวาล์ว (Electric Control)	ความหมาย
	ใช้โซลีนอยด์แบบ Single Solenoid Operation
	ใช้โซลีนอยด์แบบ Double Solenoid Operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.14 ตัวอย่างการควบคุมการทำงานของวาล์วควบคุมแบบผสม

สัญลักษณ์การควบคุมวาล์ว (Combined Control)	ความหมาย
	ใช้โซลีนอยด์และลม
	Double solenoid and Pilot operation with manual override

ในการใช้งานวาล์วควบคุมนั้นสามารถเลือกจับคู่รูปแบบการควบคุมให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานได้ ดังรูปที่ 2.30

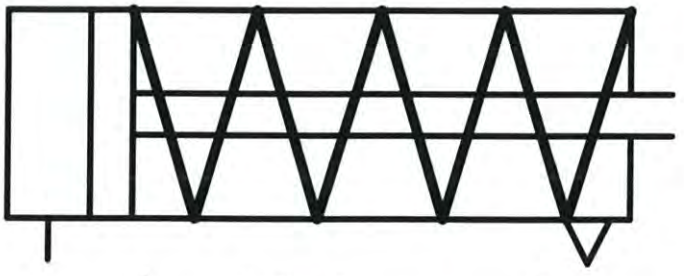


รูปที่ 2.29 การจับคู่ของรูปแบบที่ใช้ในการควบคุมกับวาล์ว

2.6.2 กระบอกสูบ (Cylinder) [8]

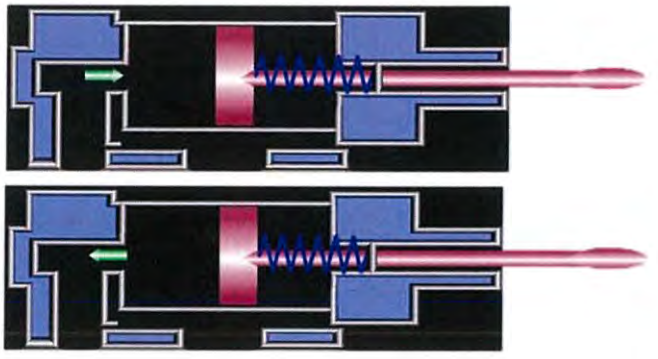
2.6.2.1 กระบอกสูบทางเดียว (Single-acting Cylinder)

ในกระบอกสูบทิศทางเดียว อุปกรณ์จะมีก้านสูบที่เคลื่อนที่ไปมาตามแกนกลาง จะใช้แรงดันลมทำก้านสูบให้เคลื่อนที่เพียงทิศทางเดียว ซึ่งระยะการเคลื่อนที่ของก้านสูบนั้นมีค่าคงที่ ที่ขึ้นอยู่กับความยาวของกระบอกสูบ ในการสั่งงานให้ก้านสูบเคลื่อนที่ทำได้โดยการจ่ายลมอัดเข้าในทิศทางที่ต้านกับแรงกระทำของสปริง เมื่อหยุดจ่ายลมอัดให้กระบอกสูบ ก้านสูบจะเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งปกติ



รูปที่ 2.30 สัญลักษณ์กระบอกสูบทางเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

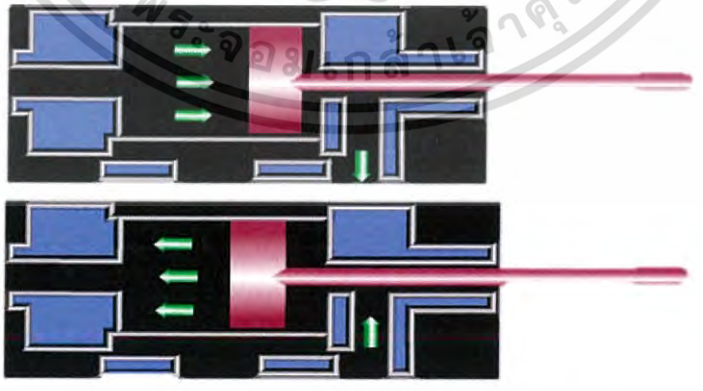


รูปที่ 2.31 ทิศทางการเคลื่อนที่เข้าและออกของก้านสูบทิศทางเดียวเมื่อกระบอกสูบได้รับลมอัด

2.6.2.2 กระบอกสูบสองทาง (Double-Acting Cylinder)

ในกระบอกสูบสองทางนี้ อุปกรณ์จะมีลักษณะภายนอกเหมือนกับกระบอกสูบทางเดียว แต่จะต่างกันตรงที่กระบอกสูบชนิดนี้จะใช้แรงดันกระทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ทั้งสองทาง คือเคลื่อนที่ออกและเคลื่อนที่เข้าด้วยการจ่ายลมอัดที่หัวหรือท้ายของกระบอกสูบ เมื่อไม่มีลมอัดจ่ายให้กระบอกสูบ ก้านสูบจะหยุดค้างอยู่ ณ ตำแหน่งสุดท้ายที่เคลื่อนที่

รูปที่ 2.32 แสดงสัญลักษณ์กระบอกสูบสองทาง



รูปที่ 2.33 ทิศทางการเคลื่อนที่เข้าและออกของก้านสูบสองทางเมื่อกระบอกสูบได้รับลมอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่3

การดำเนินงาน

3.1 แผนการดำเนินงาน

การดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน																			
	ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				ธ.ค.			
ศึกษาระบบการทำงานของกระบวนการ																				
ศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้ในกระบวนการและการสั่งซื้อ																				
ออกแบบชุดควบคุม																				
ศึกษาการเขียนโปรแกรม Ladder																				

การดำเนินงาน	ระยะเวลาการดำเนินงาน																			
	ม.ค.				ก.พ.				มี.ค.				เม.ย.				พ.ค.			
ต่ออุปกรณ์ตรวจวัดเข้ากับชิ้นงานเพื่อทดสอบ																				
ศึกษาอุปกรณ์ที่ใช้เพิ่มเติมและการสั่งซื้อ																				
สั่งซื้อ Analog I/O Card 4-Ch. In/2-Ch. Out Analog Current																				
เขียน Ladder เพื่อใช้ในการควบคุมกระบวนการ																				
ทดสอบและแก้ไขปัญหา																				
ชิ้นงานเสร็จสิ้น																				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 บทนำ

เครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ที่มีอยู่ในปัจจุบันทำงานโดยใช้ปั๊มป้อนลมเข้ากระบอกสูบ เพื่อดันก้านกระบอกสูบให้ไปกดถาดที่บรรจุเต้าหู้จนสุดก้านสูบโดยกำหนดทิศทางลมผ่านโซลินอยด์วาล์ว แต่เต้าหู้ที่ได้นั้นมีคุณภาพไม่คงที่เนื่องจากการปล่อยลมจากกระบอกสูบเป็นการปล่อยลมด้วยมือโดยตรงที่ตัวโซลินอยด์วาล์วทำให้ไม่สามารถกดด้วยระยะที่แน่นอนได้ อาจจะต้องใช้การดูจากสายตาโดยอาศัยประสบการณ์ในการกำหนดว่าระยะที่ใช้กดเหมาะสมหรือไม่ อีกทั้งแรงกดที่มากเกินไปในช่วงแรกของการกดทำให้เนื้อเต้าหู้ล้นออกมาจากถาดที่บรรจุ โครงงานนี้จัดทำเพื่อลดปัญหาดังกล่าวโดยใช้ความรู้เกี่ยวกับ Programmable Logic Control หรือพีแอลซี เข้ามาประยุกต์การใช้งานร่วมกับเซนเซอร์ตรวจจับระยะทางจากก้านกระบอกสูบส่งค่าไปยังพีแอลซี เพื่อควบคุมแรงดันและระยะทางให้เหมาะสมโดยจะใช้ E/P Regulator แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากพีแอลซี เป็นแรงดันลมที่ป้อนเข้าสู่กระบอกสูบ นอกจากนี้ยังสามารถตั้งค่าระยะกดและแรงดันที่ต้องการให้เครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าได้ การออกแบบขั้นตอนการทำงานของเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ด้วยพีแอลซี จะใช้พีแอลซีในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งจะเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติเพื่อควบคุมการจ่ายลมเข้าสู่กระบอกสูบ โดยการกำหนดระยะทางการกดในครั้งแรก และหลังจากนั้นในการกดครั้งต่อไปจะกดลงด้วยระยะทางที่ตั้งค่าไว้ในตอนแรก จนกว่าจะตั้งค่าการกดใหม่อีกครั้งหนึ่ง

3.3 ขั้นตอนการทำเต้าหู้

เต้าหู้เป็นผลิตภัณฑ์ชนิดหนึ่งที่ผลิตจากถั่วเหลืองมีลักษณะเป็นเจล โดยทั่วไปกระบวนการผลิตเต้าหู้จะประกอบด้วยการแช่ถั่วเหลือง การบดถั่วเหลืองกับน้ำ การกรอง การต้มให้เดือด การตกตะกอนโปรตีนและสุดท้ายคือการบีบอัดเต้าหู้ให้มีลักษณะเป็นก้อน

ของเหลวที่ได้จากการต้มถั่วเหลืองให้เดือดจะมีลักษณะคล้ายน้ำนม เรียกว่า น้ำนมถั่วเหลือง เมื่อเติมสารตกตะกอนโปรตีนลงไปในน้ำนมถั่วเหลืองร้อนจะทำให้เกิดการฟอร์มตัว ทำให้น้ำนมถั่วเหลืองที่ได้มีลักษณะเป็นลิ่ม จากนั้นนำลิ่มที่ได้ไปกดทับจะทำให้ได้เป็นเต้าหู้อัดขึ้นมา

ขั้นตอนการทำเต้าหู้โดยละเอียดสามารถอธิบายได้ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

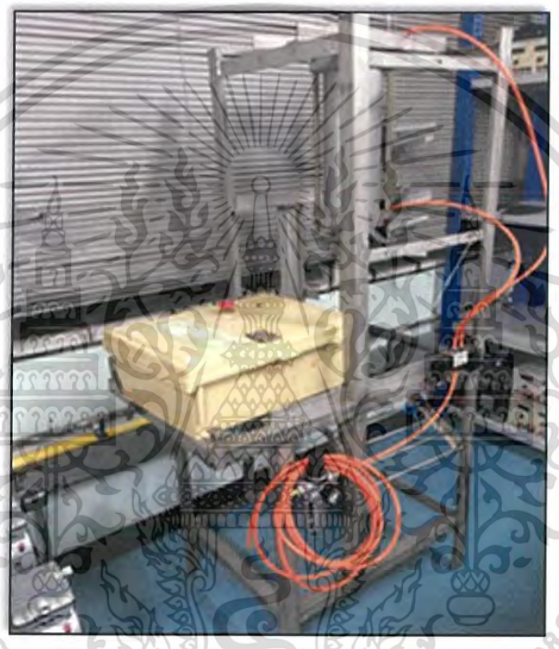
- ขั้นตอนแรก การแช่น้ำจะนำถั่วเหลืองแห้งทั้งเมล็ดมาทำความสะอาดและแช่น้ำทิ้งไว้ข้ามคืน
- การเทและล้างน้ำ นำถั่วเหลืองที่ผ่านการแช่น้ำหลังรินน้ำออกและล้างด้วยน้ำสะอาด 2 ถึง 3 ครั้ง
- การบด บดถั่วเหลืองเปียกด้วยเครื่องโม่ เติมน้ำสะอาดจะได้เป็นถั่วเหลืองบดเหลวข้น
- การกรอง นำถั่วเหลืองบดเหลวข้นมากรองผ่านถุงผ้า จะได้กากถั่วเหลือง นำกากถั่วเหลืองมาล้างด้วยร้อน กวน และบีบอัดอีกครั้ง
- การต้ม นำน้ำนมถั่วเหลืองมาต้มให้เดือด ภายหลังน้ำนมถั่วเหลืองเดือดเทใส่อีกภาชนะเพื่อทำให้น้ำนมถั่วเหลืองเย็นตัวลง
- การตกตะกอนโปรตีน ทำการเติมสารละลายของสารตกตะกอนลงไปแล้วกวนให้เข้ากัน จากนั้นบรรจุใส่ภาชนะและตั้งทิ้งไว้ให้เกิดการตกตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การบีบอัด นำลิ่มตะกอนของเต้าหู้เทลงภาชนะที่ห่อหุ้มด้วยผ้าขาวบาง เพื่อป้องกันการล้นทะลักของลิ่มตะกอนของเต้าหู้ จากนั้นนำไปวางบนฐานของเครื่องอัดเพื่อให้ได้เต้าหู้ที่มีลักษณะเป็นก้อนมีความแน่นของเนื้อสูงขึ้น

3.4 หลักการทำงานของเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้แบบเดิม

ในการทำงานของเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้แบบเดิมนั้นยังไม่มีชุดควบคุมกระบวนการเข้ามาเกี่ยวข้องในตอนแรก จะมีเพียงอุปกรณ์ในส่วนของนิวเมติกส์เท่านั้น โดยจะใช้เพียงวาล์วควบคุมทิศทางการไหล หรือโซลินอยด์วาล์วเพื่อให้กระบอกสูบทำงานตามที่ต้องการ เป็นการทำงานแบบให้กระบอกสูบกดลงมา หรือดึงขึ้น โดยจะเลือกทิศทางของลมจากโซลินอยด์วาล์วแบบ 5/2



รูปที่ 3.1 เครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้แบบเดิมก่อนจะเพิ่มเติมในส่วนของการควบคุม

โดยการเลือกทิศทางการไหลของลมนั้น จะต้องทำการกดปุ่มสีแดงบนโซลินอยด์วาล์ว ซึ่งมีลักษณะดังรูปที่ 3.2 จะทำให้กระบอกสูบเคลื่อนที่เป็นสองลักษณะ คือกดลงและดึงขึ้น

รูปที่ 3.2 ลักษณะของวาล์วควบคุมทิศทางการไหลแบบ 5/2 เพื่อเลือกทิศทางการทำงานของกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 กระบวนการทำงานก่อนเพิ่มเติมอุปกรณ์ส่วนควบคุม

3.5 อุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของอุปกรณ์และซอฟต์แวร์ที่เกี่ยวข้องนั้น จะกล่าวถึงการเลือกใช้อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการที่เพิ่มเติมเข้ามาเพื่อใช้ในการควบคุมเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ และซอฟต์แวร์ที่มีส่วนในการเขียนโปรแกรมให้กระบวนการเป็นไปตามที่ต้องการ โดยจะเลือกใช้โปรแกรม DirectSoft5 ที่สัมพันธ์กับพีแอลซีย่ี่ห้อ KOYO

3.5.1 การศึกษาการใช้งานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องกับการควบคุม

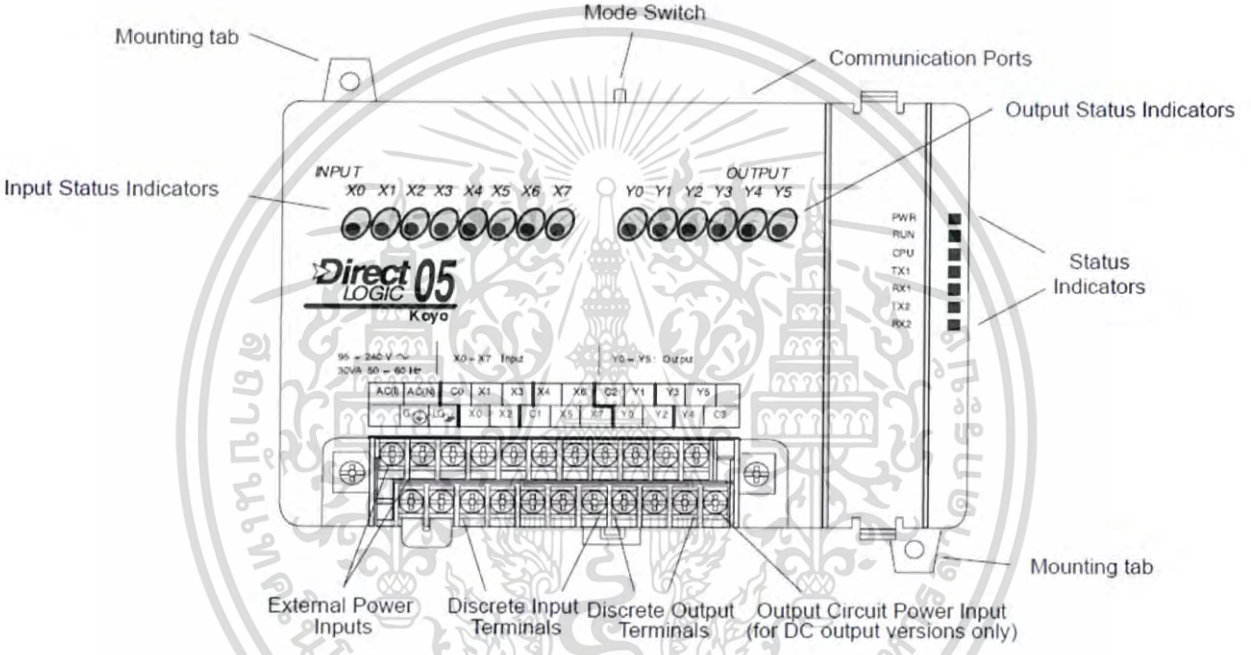
พิจารณาลักษณะของสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตที่ต้องใช้ว่าเป็นสัญญาณดิจิตอลหรือสัญญาณอนาล็อก จากนั้นเลือกใช้งานอุปกรณ์ที่ต่อร่วมที่รองรับกับอุปกรณ์ที่ได้เลือกใช้ เพื่อให้สามารถรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ด้วยกันได้

3.5.1.1 พีแอลซี ยี่ห้อ KOYO

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้โปรแกรมในกระบวนการควบคุมเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ซึ่งสามารถรับสัญญาณไฮสปีดอินพุตจากดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์ได้ โดยการควบคุมจะเขียนโปรแกรมในรูปแบบของแลดเดอร์ไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 พีแอลซีที่ใช้โปรแกรมกระบวนการควบคุมเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ ยี่ห้อ KOYO รุ่น DL05



รูปที่ 3.5 คำอธิบายส่วนต่างๆภายนอกของพีแอลซี ยี่ห้อ KOYO รุ่น DL05

จากรูป 3.5 พีแอลซี ยี่ห้อ KOYO รุ่น DL05 ส่วนประกอบภายนอก ได้แก่ สวิตช์,ไฟแสดงสถานะอินพุท, ไฟแสดงสถานะเอาท์พุท, ไฟแสดงสถานะพีแอลซี, ช่องสายต่อกับคอมพิวเตอร์, ช่องต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า, ช่องรับสัญญาณดิจิตอลจากอุปกรณ์อื่น, ช่องส่งสัญญาณดิจิตอลสู่อุปกรณ์อื่น และแทปสำหรับติดตั้งพีแอลซี

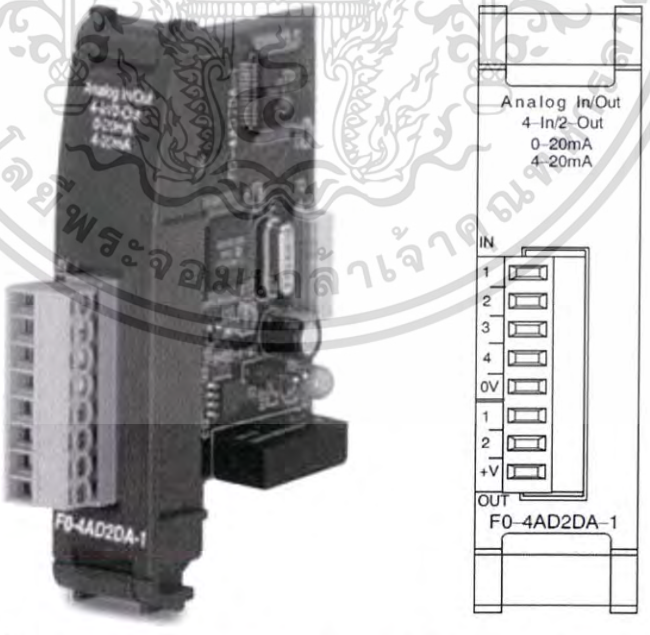
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

General Specifications	AC Powered	DC Powered
Power	100–240 VAC (+ 10%, -15%), 50–60 Hz	12/24 VDC
Input Voltage Range	95–240 VAC	12–24 VDC
Maximum Power	30VA (DL05) 40VA (DL06)	20W
Maximum Inrush Current	13A, 1ms (240VAC)	10A < 1ms
Storage Temperature	-4°F to 158°F (-20°C to 70°C)	
Ambient Operating Temperature	32°F to 131°F (0°C to 55°C)	
Ambient Humidity	5% - 95% relative humidity (non-condensing)	
Vibration Resistance	MIL STD 810C, Method 514.2	
Shock Resistance	MIL STD 810C, Method 516.2	
Noise Immunity	NEMA (ICS3-304)	
Atmosphere	No corrosive gases	

รูปที่ 3.6 ข้อกำหนดเฉพาะของพีแอลซี ยี่ห้อ KOYO รุ่น DL05

3.5.1.2 การ์ดอนาล็อกโมดูล (4-CH. IN/2-CH. OUT ANALOG CURRENT)

ในพีแอลซี Direct05 ไม่สามารถรับหรือส่งเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณอนาล็อกได้ จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เพิ่มเติมในการรับหรือส่งเอาต์พุตสัญญาณอนาล็อก และอุปกรณ์ที่เลือกใช้คือ การ์ดอนาล็อกโมดูล 4-CH. IN/2-CH. OUT ANALOG CURRENT เป็นการ์ดที่ประกอบด้วยการรับกระแสสัญญาณอนาล็อก 4 ช่องและการส่งกระแสสัญญาณอนาล็อก 2 ช่องสามารถรับและส่งได้ทั้งแบบ 0-20 mAและ 4-20 mA ซึ่งเป็นส่วนขยายของพีแอลซีที่ทำหน้าที่ประมวลผลสัญญาณที่พีแอลซีได้รับมาจากดิสเพลส-เม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์และส่งเอาต์พุตที่เป็นสัญญาณอนาล็อกไปสู่ E/P Regulator



รูปที่ 3.7 อุปกรณ์ส่วนขยายของพีแอลซีที่ใช้ในการส่งสัญญาณอนาล็อก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.1.3 ดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์ (Rotary Displacement Encoder)

เป็นเซ็นเซอร์แบบ Increment Encoder ชนิด NPN ระยะที่ใช้ในการวัดตั้งแต่ 0-1000 mm กำหนดระยะทางที่จะใช้งานของเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้เนื่องจากระยะการกดน้อยทำให้เลือกเอ็น-โค้ดเดอร์ระยะการวัดน้อยเพื่อประหยัดการใช้งบประมาณ โดยจะแปลงระยะทางที่วัดได้ไปเป็นสัญญาณพัลส์ความถี่ตั้งแต่ 10 KHz – 50 KHz เพื่อส่งสัญญาณให้พีแอลซีประมวลผลผ่านเฟส AB โดยจะใช้ฟังก์ชั่นไฮสปีดอินพุตของพีแอลซี โหมดการทำงาน 20 หรือ Quadrature Counter คือ การทำงานของระบบพีแอลซี ในการอ่านค่าที่ได้จากดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์โดยจะนับสัญญาณพัลส์ได้ทั้งแบบเพิ่มขึ้นและลดลง เนื่องจากกระบวนการการอัดเต้าหู้นั้นจำเป็นต้องใช้ระยะทางเป็นตัวกำหนดทำให้ต้องรับทั้งสัญญาณทั้งเพิ่มขึ้นและลดลง เพื่อส่งไปทำการประมวลผลต่อไป

รูปที่ 3.8 Rotary Displacement Encoder ที่นำมาใช้งาน

3.5.1.4 E/P Regulator

E/P Regulator เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกจากส่วนขยายหรือการ์ดอนาล็อกโมดูลของพีแอลซีส่งเป็นกระแส 4 - 20 mA ไปเป็นสัญญาณนิวเมติกส์หรือแรงดันตั้งแต่ 0 - 3.8 bar เพื่อนำไปใช้ในการควบคุมแรงดันของกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Resolution	0.01,0.02,0.04,0.08 mm / plus	Range	0~1000mm
Detection method	Incremental encoder	Accuracy	+/-0.05%FS
Current consumption	≤60mA	Operating Temperature	-20°C~80°C
Frequency response	10K Hz to 50K Hz	Operating Humidity	30~85% No condensation
Output signal	AB phase, ABZ in The phase	Supply voltage	10-30V DC ， 5V DC
Phase difference	A, B a difference of 90 degrees	Cable	1M
Waveform up and down time	2 ms	Anti-shock	10HZ to 1500HZ, 10G
Starting torque	<700g	Impact resistance	20G, 11ms
Circuit characteristics	voltage, current, push-pull, long-line drive output, open collector	rope specifications	rope 0.6-1.2mm, rope maximum load: 16KG
Degree of protection	IP65/IP54	weight	450g
speed	1m/s		

รูปที่ 3.9 ข้อมูลเฉพาะของ ROTARY DISPLACEMENT ENCODER ที่นำมาใช้งาน

รูปที่ 3.10 E/P Regulator ที่นำมาใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

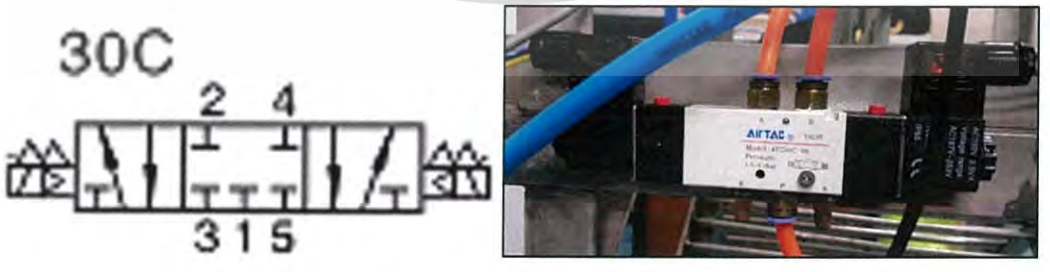
Model		IT200	IT201	IT202	IT402
Output pressure range		0~0.1MPa {0~1kgf/cm²}	0~0.8MPa {0~8.2kgf/cm²}	0~0.8MPa {0~8.2kgf/cm²}	0.005~0.9MPa {0.05~9.2kgf/cm²}
Supply pressure range		0.15~0.2MPa {1.5~2kgf/cm²}	0.55~0.7MPa {5.6~7.1kgf/cm²}	0.85~1.0MPa {8.7~10.2kgf/cm²}	0.2~1.0MPa {2~10.2kgf/cm²}
Input signal	Current type	4~20mADC(Two-wire type), 0~20mADC(Four-wire type)			
	Voltage type	0~5VDC(Three-wire type), 0~10VDC(Three-wire type), 2mADC Consumption current			
Voltage		*12~15VDC(Three-Four-wire type), Consumption current 10mADC			
Input impedance	4~20mA	Two-wire type:Input signal 20mA, 600Ω			
Impedance	0~20mA	Four-wire type:200Ω			
	0~5, 10V	Three-wire type:100kΩ			
Linearity		±1% FS or less			
Hysteresis		0.5% FS or less			
Repeatability		±0.5% FS or less			
Air consumption		3Nℓ/min or less (SUP, 0.14MPa {1.4kgf/cm²})	9Nℓ/min or less (SUP, 0.6MPa {6.1kgf/cm²})	13Nℓ/min or less (SUP, 0.9MPa {9.2kgf/cm²})	6Nℓ/min or less (SUP, 0.9MPa {9.2kgf/cm²})
Operating temp. range		0~50°C			
Port size	SUP, OUT port	1/4, 3/8			1/4, 3/8, 1/2
	EXH port	1/8			3/8
	Gauge port	1/8			1/8
Electrical connection		Leads 0.5~1.5mm², φ6~φ8(Pg9)			
Weight		0.4kg			0.7kg

*Max. ripple:less than 0.5% of supply voltage.

รูปที่ 3.11 ข้อมูลเฉพาะของ E/P Regulator ที่นำมาใช้งาน

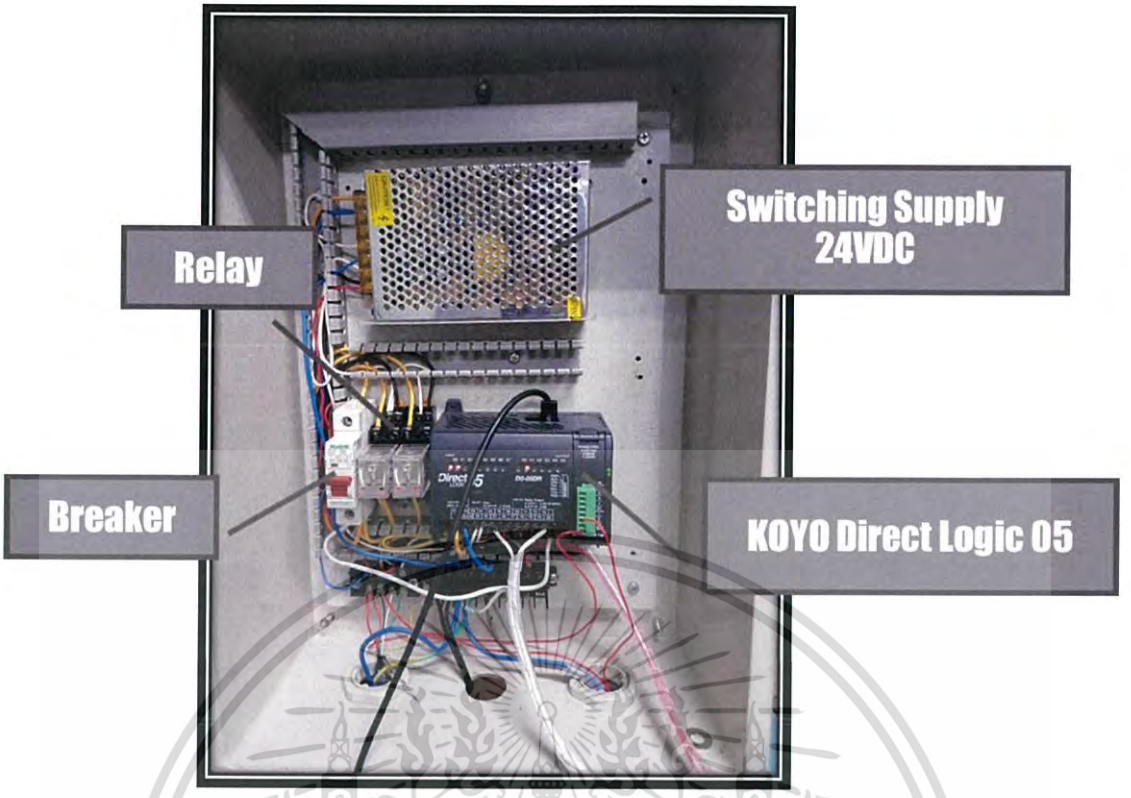
3.5.1.5 โซลินอยด์วาล์ว (SOLENOID VALVE) แบบ 5/3 ตรงกลางปิด

โซลินอยด์วาล์วที่เลือกใช้ จะเป็นวาล์วแบบ 5/3 ตรงกลางปิด เดิมจะใช้วาล์วแบบ 5/2 ซึ่งกระบอกสูบจะไม่สามารถหยุดได้ จึงต้องทำการเปลี่ยนมาใช้วาล์วแบบดังกล่าว เพื่อให้กระบอกสูบสามารถหยุดได้ ซึ่งเป็นไปตามกระบวนการที่ได้ออกแบบไว้

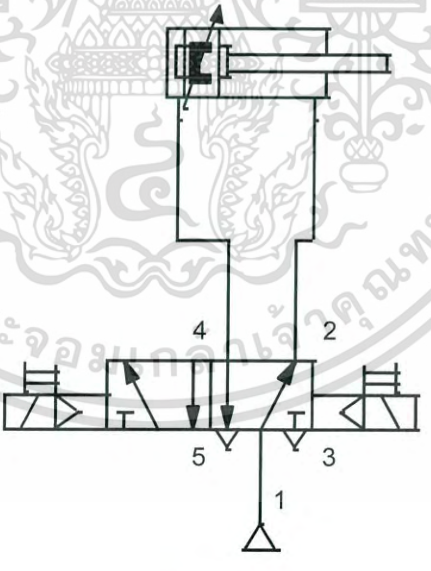


รูปที่ 3.12 สัญลักษณ์และโซลินอยด์วาล์ว แบบ 5/3 ตรงกลางปิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



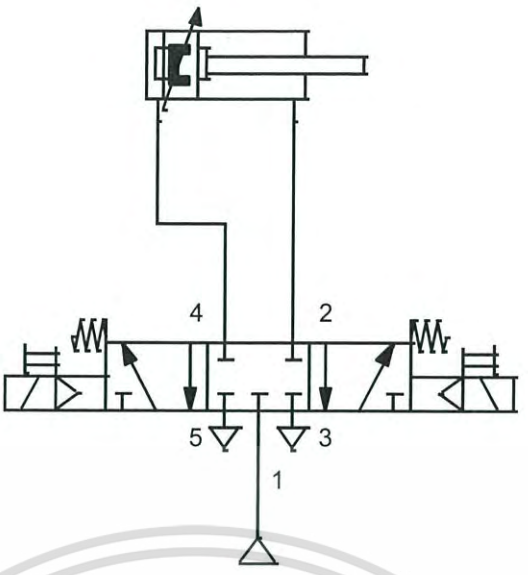
รูปที่ 3.13 อุปกรณ์ที่ใช้ภายในกล่องควบคุม



รูปที่ 3.14 ระบบนิวเมตริกของเครื่องอัดเต้าหู้แบบเก่า

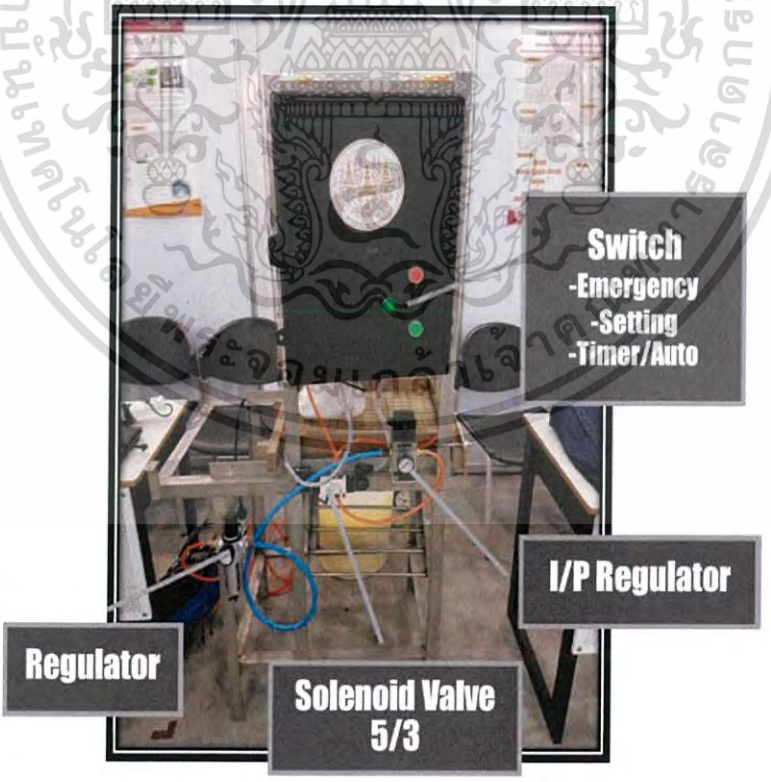
จากรูปที่ 3.14 เป็นระบบนิวเมตริกของเครื่องอัดและขึ้นรูปแบบเก่า โดยจะใช้โซลินอยด์วาล์ว แบบ 5/2 เปลี่ยนทิศทางลมจากการกวาล์วเพื่อให้กระบอกสูบขึ้นหรือลงตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



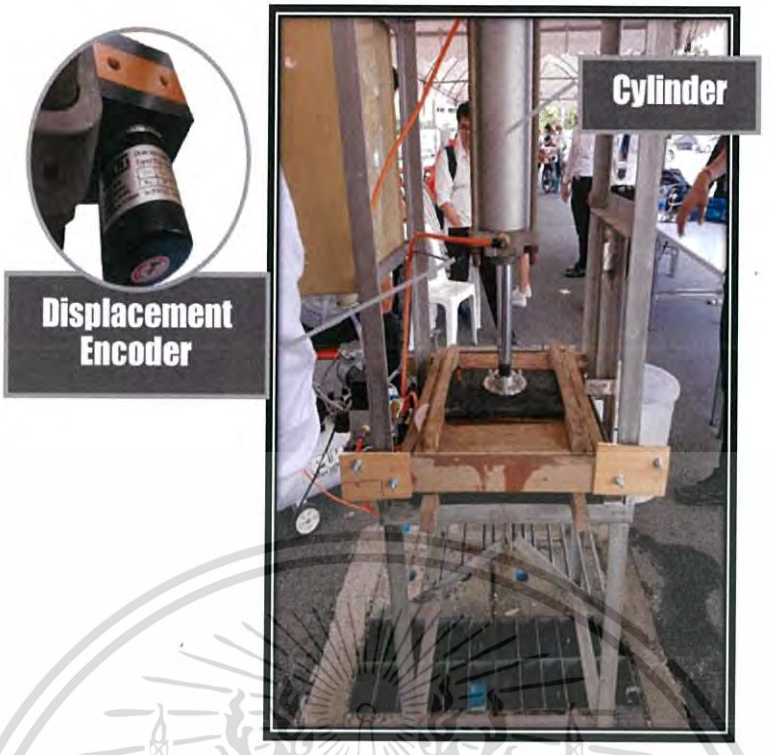
รูปที่ 3.15 ระบบนิวเมตริกของเครื่องอัดเต้าหู้ที่ใช้พีแอลซีในการควบคุม

จากรูปที่ 3.15 เป็นระบบนิวเมตริกของเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ที่ใช้พีแอลซีเข้ามาควบคุม โดยใช้โซลินอยด์วาล์วแบบ 5/3 เปลี่ยนทิศทางลมจากการกดสวิทซ์ให้กระบอกสูบขึ้นหรือลง ทั้งยังสามารถหยุดกระบอกสูบเพื่อรักษาระยะในการกดเต้าหู้ได้



(ก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข)

รูปที่ 3.16 อุปกรณ์ภายนอก

จากรูปที่ 3.16 (ก) และ (ข) แสดงให้เห็นถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในภายนอกว่าประกอบไปด้วยอุปกรณ์อะไรบ้าง

รูปที่ 3.16 (ก) แสดงอุปกรณ์ภายนอกที่ประกอบไปด้วย

- สวิตช์การทำงาน
- E/P Regulator
- Solenoid Valve 5/3
- Regulator

รูปที่ 3.16 (ข) แสดงอุปกรณ์ภายนอกที่ประกอบไปด้วย

- Displacement Encoder
- Cylinder .

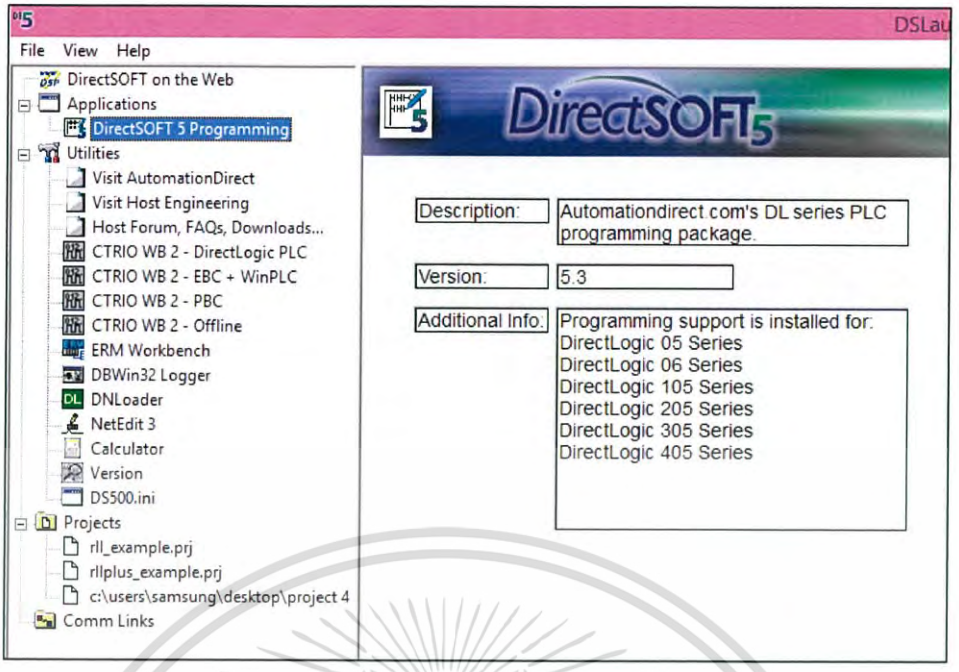
3.5.2 ซอฟต์แวร์ที่ใช้งาน

ในการเขียนโปรแกรมเพื่ออัดและขึ้นรูปเต้าหู้ จะใช้โปรแกรม DIRECTSOFT5 ในการเขียนโปรแกรมและเลือกใช้รูปแบบการเขียนเป็นแบบแลดเดอร์ไดอะแกรม โดยจะมีวิธีการต่างๆ แสดงดังรูปต่อไปนี้

3.5.2.1 การสร้าง New Project

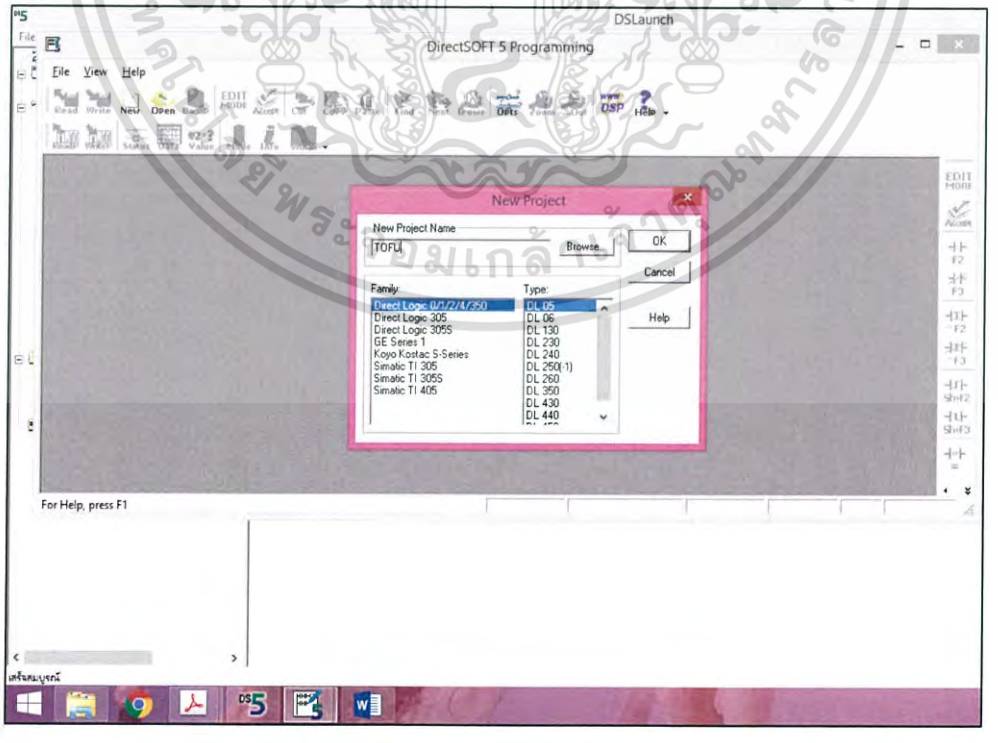
1. เปิดโปรแกรม Direct Soft ขึ้นมาคลิกที่ DirectSOFT5 Programming

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



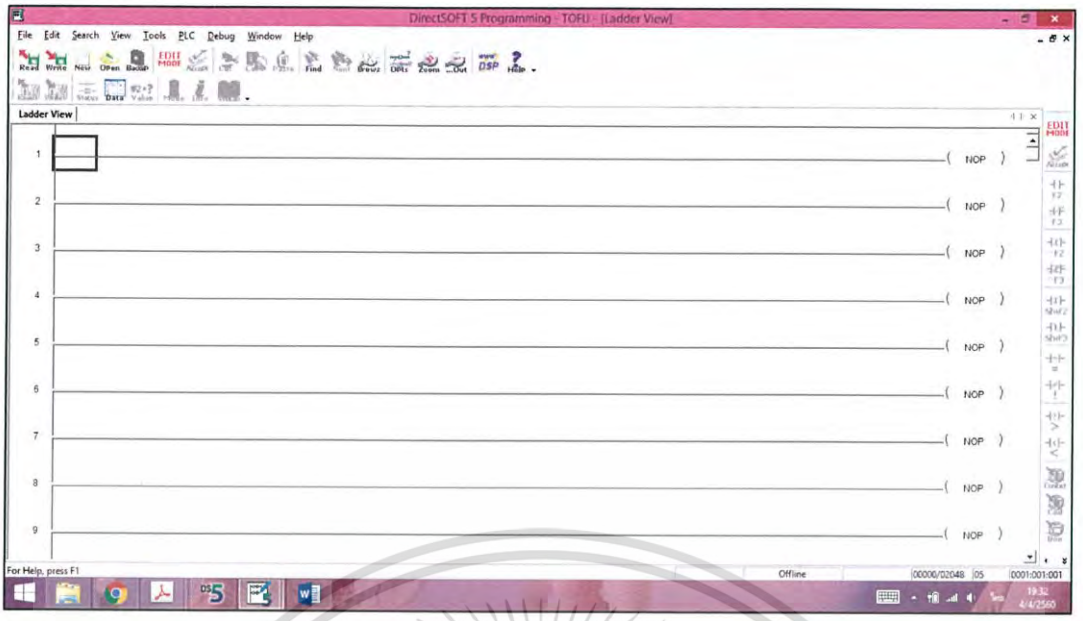
รูปที่ 3.17 หน้าต่างแรกเมื่อเปิดโปรแกรม ให้กดเลือกไอคอนดังรูปเพื่อเริ่มใช้งาน

2. จะมีหน้าต่างใหม่แสดงขึ้นมาดังรูป 3.18 เพื่อเริ่มต้นสร้าง New Project โดยกำหนดชื่อโดยในที่นี้กำหนดเป็น TOFU หากต้องการเปลี่ยนที่อยู่ในการเก็บให้คลิก Browse เลือกที่อยู่ตามต้องการ เลือก Family และ Type ให้ตรงกับพีแอลซีที่ใช้งาน หรือหากไม่ต้องการสร้างกด cancel หรือหากไม่เข้าใจหรือมีข้อสงสัยให้เลือก Help จากนั้นกด OK จะแสดงหน้าต่างดังรูปที่ 3.19



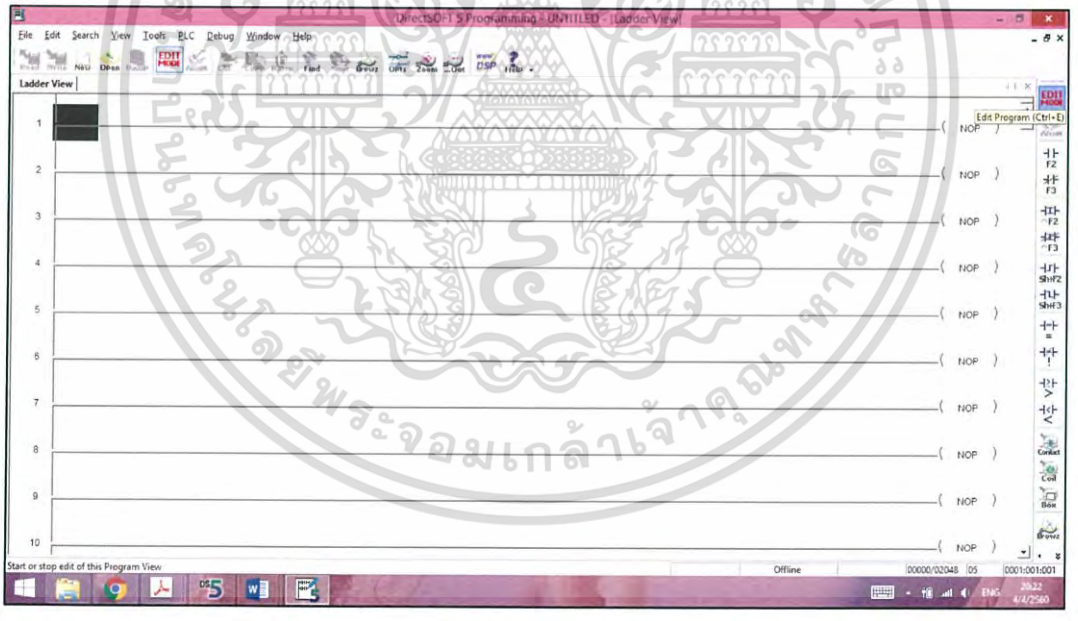
รูปที่ 3.18 หน้าต่างเริ่มต้นในการสร้าง New Project โดยเลือก Type ของพีแอลซีเป็น DL05

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



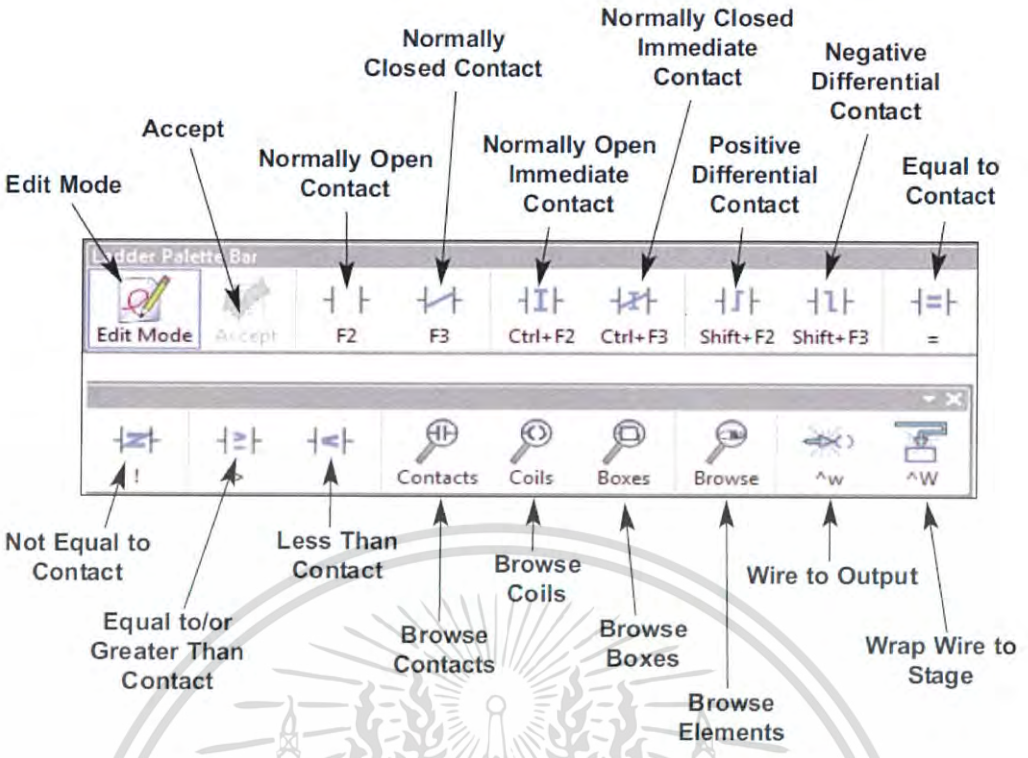
รูปที่ 3.19 หน้าต่างโปรแกรมก่อนเริ่มใช้งาน

3. คลิก Edit Mode เพื่อเริ่มทำการเขียนโปรแกรมดังรูปที่ 3.20 เมื่อคลิกแล้วจะปรากฏแถบเครื่องมือแลดเดอร์ ดังรูปที่ 3.21 เพื่อเริ่มการเขียนโปรแกรมการทำงาน



รูปที่ 3.20 กดที่ Edit Mode จะได้แถบเครื่องมือดังรูปเพื่อเริ่มเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.21 คำอธิบายเครื่องมือใน Edit Mode จากคู่มือการใช้งาน

3.5.2.2 ฟังก์ชั่นการทำงานไฮสปีดอินพุตของพีแอลซี (High-Speed Input)

เป็นการเชื่อมต่อพีแอลซีเข้ากับดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์ ในการเชื่อมต่อพีแอลซีเข้ากับดิสเพลสเม้นท์เอ็ดโค้ดเดอร์ สำหรับการใช้งานฟังชั่น High-Speed Input and Pulse Output Features โดยตัวเอนโค้ดเดอร์จะมีทั้งหมด 6 โหมด ได้แก่ Mode 10 ลักษณะการรับสัญญาณแบบนับเพิ่มขึ้นเท่านั้น จะทำให้เกิดสัญญาณรบกวนได้, Mode 20 ลักษณะการรับสัญญาณแบบนับเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้, Mode 30 ลักษณะการรับสัญญาณแบบมีทิศทาง, Mode 40 ลักษณะการรับสัญญาณแบบต่อเนื่องหรือเวลา, Mode 50 ลักษณะการรับสัญญาณแคบๆ และ Mode 60 ลักษณะการรับสัญญาณจะเป็นการรับสัญญาณในช่วงกว้างเพราะมีตัวกรองอินพุตที่เป็นสัญญาณพัลส์ในช่วงแคบๆเพื่อกรองสัญญาณรบกวน จึงเลือกใช้ Mode 20 ในการรับสัญญาณพัลส์ไปให้กับพีแอลซีเพื่อนำค่าที่ได้ไปประมวลผลพัลส์ที่ได้ไปเป็นระยะทาง

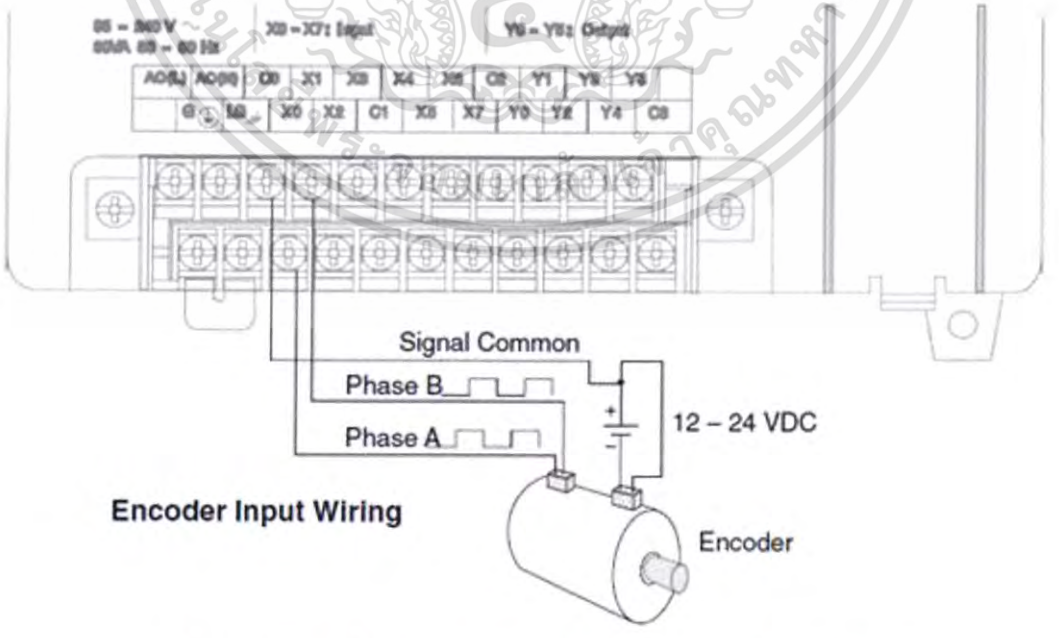
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Mode Number	Mode Name	Mode Features
10	High-Speed Counter	5 kHz counter with 24 presets and reset input, counts up only, causes interrupt on preset
20	Quadrature Counter	Channel A / Channel B 5 kHz quadrature input, counts up and down
30	Pulse Output	Stepper control – pulse and direction signals, programmable motion profile (7kHz max.)
40	High-Speed Interrupt	Generates an interrupt based on input transition or time
50	Pulse Catch	Captures narrow pulses on a selected input
60	Discrete/Filtered Input	Rejects narrow pulses on selected inputs

รูปที่ 3.22 โหมดของโปรแกรมที่เลือกใช้งานเพื่อใช้ในการทดสอบดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์

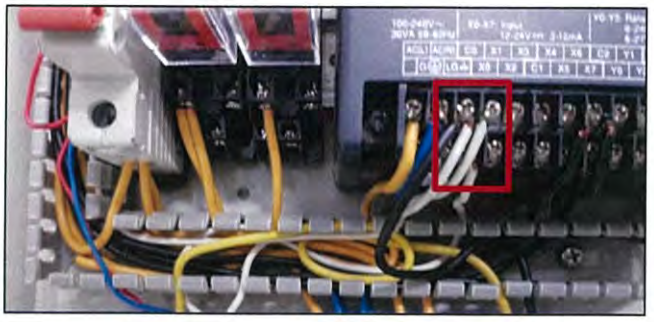
จากรูป 3.22 คู่มือได้กำหนดการต่อสายเอนโคดเดอร์เข้ากับพีแอลซีโดยต่อสาย A เข้ากับ X0 สาย B เข้ากับ X1 และสาย Commong เข้ากับสาย C0

รูปที่ 3.23 ฟังก์ชั่น Standard Counter จากคู่มือการใช้งาน และการใช้งานที่โปรแกรมจริง



รูปที่ 3.24 การไวริ่งดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์จากคู่มือของพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

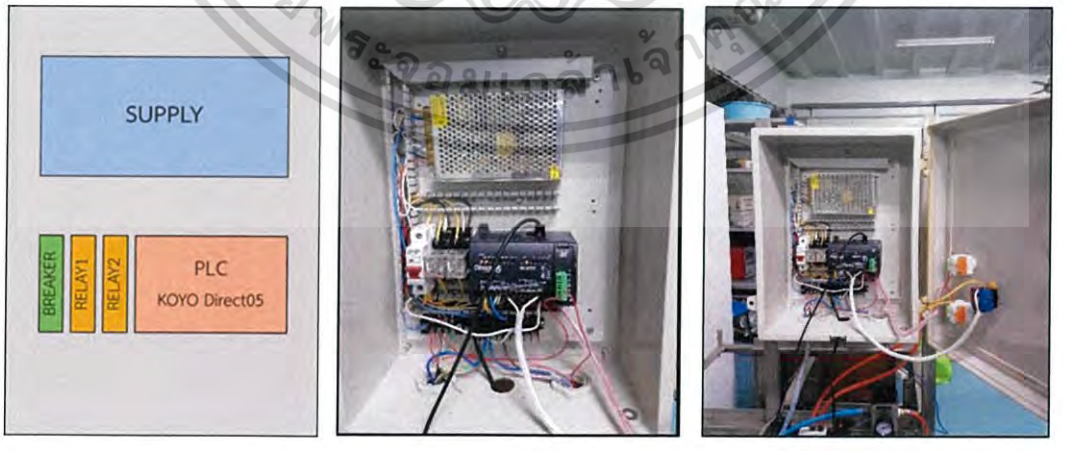


รูปที่ 3.25 การไวริ่งในส่วนของดิสเพลสเม้นท์เอ็ดโค้ดเดอร์กับพีแอลซีตามคู่มือของพีแอลซี

3.5.3 ขั้นตอนการทำงานของการควบคุมการกดลงและการดึงขึ้น

ในการควบคุมกระบวนการของเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ จะต้องใช้พีแอลซีเข้ามามีส่วนในการช่วยควบคุมเพื่อให้กระบวนการเกิดการต่อเนื่องและเป็นไปอย่างอัตโนมัติ ด้วยการให้พีแอลซีทำการจดจำค่าที่ได้ตั้งค่าไว้ในตอนแรกผ่านสวิตช์ สำหรับผลิตเต้าหู้แบบเดิมให้ต่อเนื่อง แม้ว่าจะปิดกระบวนการไปแล้วยังสามารถเปิดขึ้นมาเพื่อผลิตในขนาดเดิมล่าสุดก่อนปิดกระบวนการได้ โดยประหยัดเวลาในการเวลาตั้งค่าใหม่ โดยในการควบคุมนั้นจะประกอบไปด้วยอุปกรณ์หลักๆ ดังนี้

- พีแอลซี เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญที่สุดในกระบวนการ เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ควบคุมการทำงานทั้งหมดด้วยการเขียนโปรแกรมเข้าไป โดยใช้แลดเดอร์ไดอะแกรม หน้าที่ของพีแอลซีคือ รับสัญญาณพัลส์ซึ่งเป็นสัญญาณดิจิตอลจากดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์ที่ได้จากการกดสวิตช์เพื่อบันทึกระยะทางของกระบอกสูบที่ได้จากการกดเต้าหู้
- ดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์ ทำหน้าที่เป็นเซ็นเซอร์วัดและกำหนดระยะทางตามที่ต้องการ สัญญาณที่ได้จากดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์คือสัญญาณพัลส์ โดยจะส่งสัญญาณพัลส์ให้กับพีแอลซีเพื่อรับค่าไปประมวลผลเพื่อแปลงสัญญาณพัลส์เป็นระยะทางที่ได้ เพื่อกำหนดระยะของกระบอกสูบที่ต้องการ



รูปที่ 3.26 การจัดวางเลย์เอาต์ของอุปกรณ์ภายในตู้อุปกรณ์ควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ภายในตู้ควบคุม จะใช้รีเลย์เข้ามาเพื่อทำหน้าที่เป็นสวิตช์เพื่อสลับทางโซลินอยด์วาล์วที่ปล่อยลมเข้าสู่กระบอกสูบที่มีลักษณะเป็นสองทิศทาง เพื่อเป็นการกดกระบอกสูบลง หรือดึงกระบอกสูบขึ้น โดยรีเลย์จะไวริ่งสายเข้ากับโซลินอยด์วาล์ว เป็นการสลับทางการเดินลมภายในตัวโซลินอยด์วาล์ว ว่าจะให้กระบอกสูบเคลื่อนที่แบบกดลงหรือดึงขึ้น

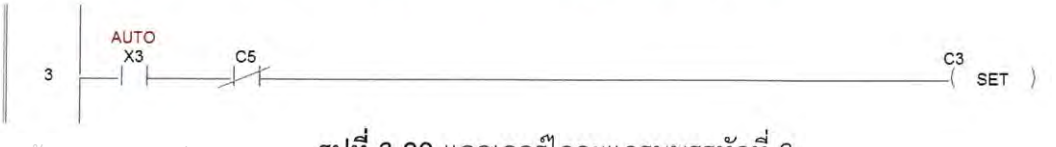
3.5.3.1 แลดเดอร์ควบคุมการทำงานของกระบวนการ

รูปที่ 3.27 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 1

จากรูปที่ 3.27 SP0 เป็นสัญญาณเตรียมพร้อมจากเอ็นโค้ดเดอร์
LD K20 คือ การโหลดค่าคงที่เข้าไปในตัวแปร V7633
LD K2 คือ การโหลดค่าคงที่เข้าไปในตัวแปร V7634
จากนั้นจะตั้งค่าพารามิเตอร์ C0 ให้มีสถานะเป็น 1

รูปที่ 3.28 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 2

จากรูปที่ 3.28 C0 เป็นตัวพารามิเตอร์นับขึ้น (Count Up) ของตัวแปร CT76
C1 เป็นตัวพารามิเตอร์นับลง (Count Down) ของตัวแปร CT76
C2 เป็นค่าเป็นตัวพารามิเตอร์รีเซ็ต (Reset) ของตัวแปร CT76



รูปที่ 3.29 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อ X3 ทำงาน (กดสวิตช์ Auto) จะเข้าทำงานในโหมดอัตโนมัติ (Auto)

รูปที่ 3.30 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 4

เมื่อเวลา TA0 เท่ากับเวลาที่ตั้งค่าไว้ในตัวแปร V1206 (กดสวิตช์ Emergency) ตัวแปร X5 จะทำการรีเซ็ตคำสั่งการทำงานในโหมดอัตโนมัติ (Auto)

รูปที่ 3.31 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 5

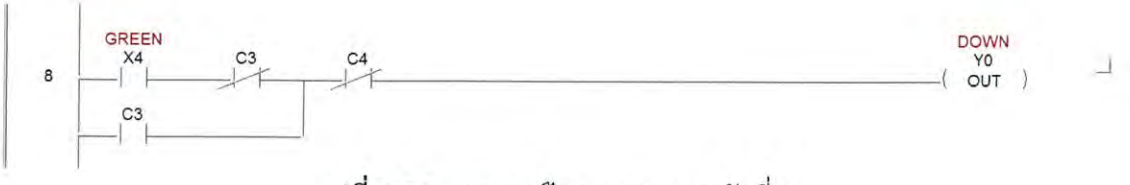
จากรูปที่ ถ้าอยู่ในโหมดอัตโนมัติ (Auto) ไฟที่สวิตช์จะติดค้าง แต่ถ้าอยู่ในโหมด Setting ไฟที่สวิตช์จะกระพริบ

รูปที่ 3.31 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 6

ถ้ากดสวิตช์สีเขียว (ตัวแปร X4 หรือ Set Distance) จะโหลดค่า CTA76 หรือระยะทางจากเอ็นโค้ดเดอร์ เข้าไปเก็บในตัวแปร V1201 แต่ต้องไม่อยู่ในโหมดการทำงานอัตโนมัติ (Auto) และไม่กดสวิตช์ Emergency

รูปที่ 3.32 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 7

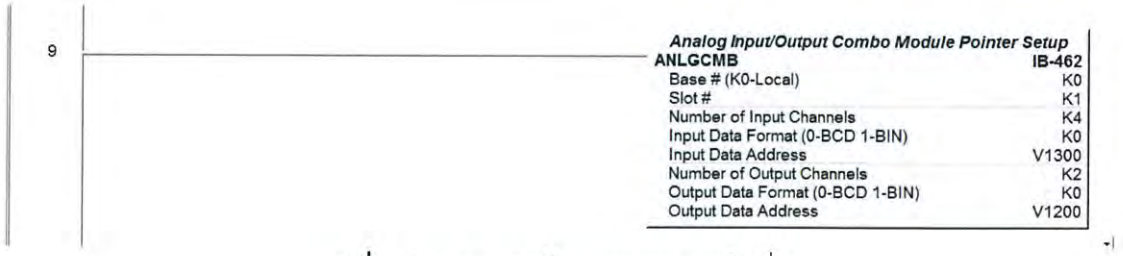
จากรูปที่ 3.32 ไม่อยู่ในโหมดอัตโนมัติ (Auto) และไม่มีสัญญาณ Stop และไม่อยู่ในโหมด Setting กระบอกสูบจะขึ้นโดยกำหนดให้เอาต์พุตเป็น Y1



รูปที่ 3.33 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 3.33 ถ้ากดปุ่ม Set Distance ในขณะที่ไม่อยู่ในโหมดอัตโนมัติ (Auto) และไม่มีคำสั่ง Stop หรือถ้าอยู่ในโหมดอัตโนมัติ (Auto) และไม่มีคำสั่ง Stop กระบอกสูบจะเลื่อนลงมา



รูปที่ 3.34 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 9

จากรูปที่ 3.34 เป็นการประกาศตัวแปรอนาล็อก รับค่าจากช่อง K4 มาเก็บในตัวแปร V1300 และส่งค่าไป K2 จาก V1200

รูปที่ 3.35 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 10

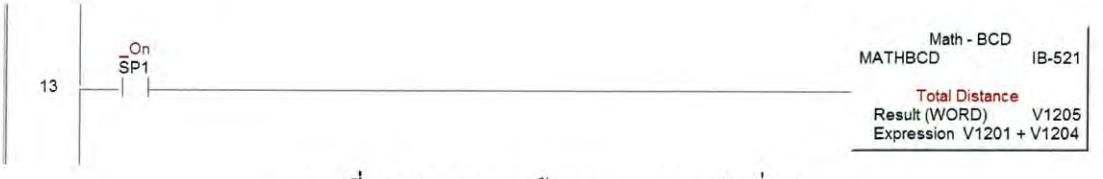
ถ้าอยู่ในโหมด Auto Counter CTA76 มากกว่าหรือเท่ากับระยะที่บันทึกไว้ เวลาก็จะเริ่มนับ

รูปที่ 3.36 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 11

เมื่อถึงระยะที่กำหนดจะสเกลสิ่งออกมาเป็นค่าอนาล็อกเอาต์พุต ที่ตัวแปร V1200

รูปที่ 3.37 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 12

เมื่อกดสวิตช์ Setting จะทำการส่งค่าอนาล็อก 0 ถึง 4095 ไปที่ E/P Regulator



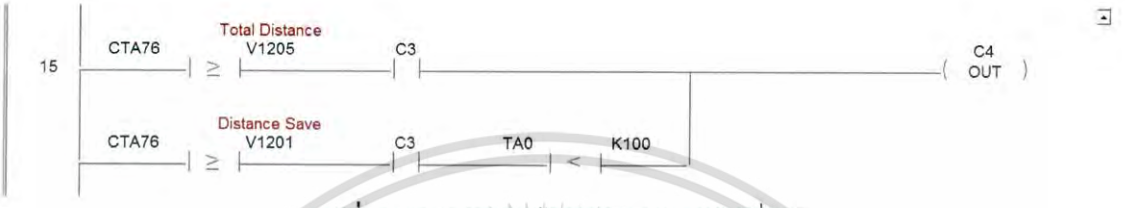
รูปที่ 3.38 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 13

จากรูปที่ 3.38 เป็นผลรวมของระยะทางตั้งจากโปรแกรมและระยะที่กำหนด มาเก็บไว้ในตัวแปร V1205 เป็นระยะรวม (Total Distance)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.39 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 14

จากรูปที่ 3.39 เป็นผลรวมของเวลาตั้งจากโปรแกรมและเวลาที่กำหนด มาเก็บไว้ในตัวแปร V1206 เป็นเวลาผลรวม (Total Time)



รูปที่ 3.40 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 15

ถ้าค่า Counter มากกว่าหรือเท่ากับระยะทางทั้งหมดและอยู่ในโหมดอัตโนมัติ (Auto) เมื่อ Counter มากกว่าหรือเท่ากับระยะทางที่กำหนดและอยู่ในโหมดอัตโนมัติ (Auto) และเวลาน้อยกว่า 10 วินาที จะส่ง Command Stop ไป C4

รูปที่ 3.41 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 16

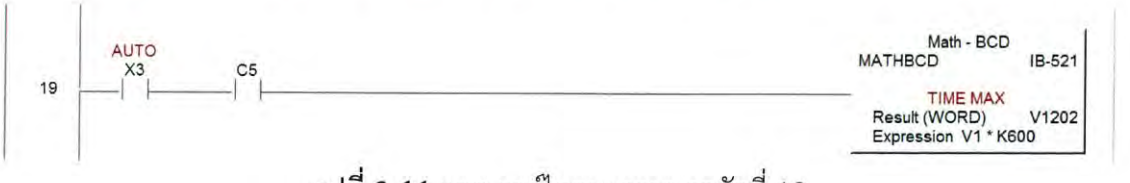
เมื่อกดตั้งค่าระยะทาง (X4)และไม่อยู่ในโหมดอัตโนมัติ (Auto) ก็จะเข้าโหมด Setting

รูปที่ 3.42 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 17

ยกเลิกโหมด Setting (เมื่อกดสวิตช์สีแดง (X5) จะทำการรีเซ็ตค่าจากตัวแปร C5)

รูปที่ 3.43 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 18

ถ้ากดสวิตช์ Auto (X3) ในโหมด Setting (C5) จะทำการบันทึกค่าเวลา



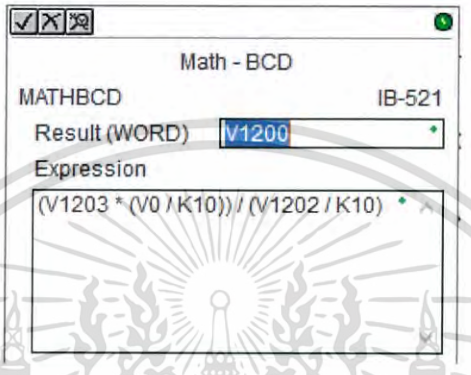
รูปที่ 3.44 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากดสวิตช์ Auto (X3) ในโหมด Setting จะทำการคำนวณค่า โดยกำหนดให้การกดตั้งค่าด้วยเวลา 1 วินาทีมีการแสดงผลเท่ากับ 1 นาที

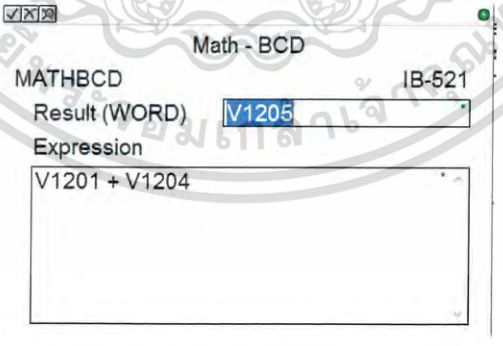
รูปที่ 3.45 แลดเดอร์ไดอะแกรมบรรทัดที่ 20

จบการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.46 ฟังก์ชั่น Math – BCD ในส่วนของ Analog Out, Rung 11

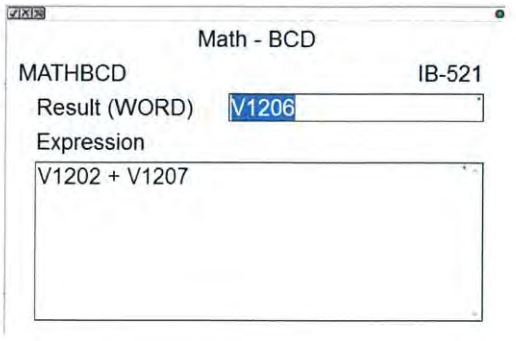
- ฟังก์ชั่น Math – BCD
  สมการที่ใช้เป็นการนำระยะทางที่บันทึกค่าไว้ในตอนแรกบวกกับค่าระยะทางที่ป้อนเข้าไปในโปรแกรมตามที่ต้องการ เนื่องจากในการอัดและขึ้นรูป ระยะที่บันทึกค่าไว้ในตอนแรกจะอยู่บริเวณผิวของเต้าหู้เท่านั้น จึงต้องเพิ่มระยะทางที่ป้อนเข้าไปในโปรแกรมเพื่อให้ได้ระยะทางจากผิวเต้าหู้ถึงถาดรองเต้าหู้ด้วย



รูปที่ 3.47 ฟังก์ชั่น Math – BCD ในส่วนของ Total Distance, Rung 13

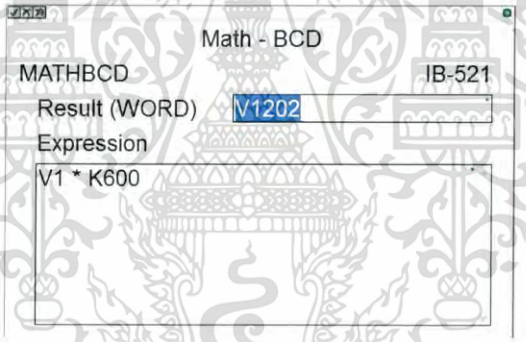
- ฟังก์ชั่น Math – BCD
  สมการที่ใช้เป็นการนำระยะทางที่เซฟค่าไว้ในตอนแรกบวกกับค่าระยะทางที่ป้อนเข้าไปในโปรแกรมตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.48 ฟังก์ชั่น Math – BCD ในส่วนของ Total Time, Rung 14

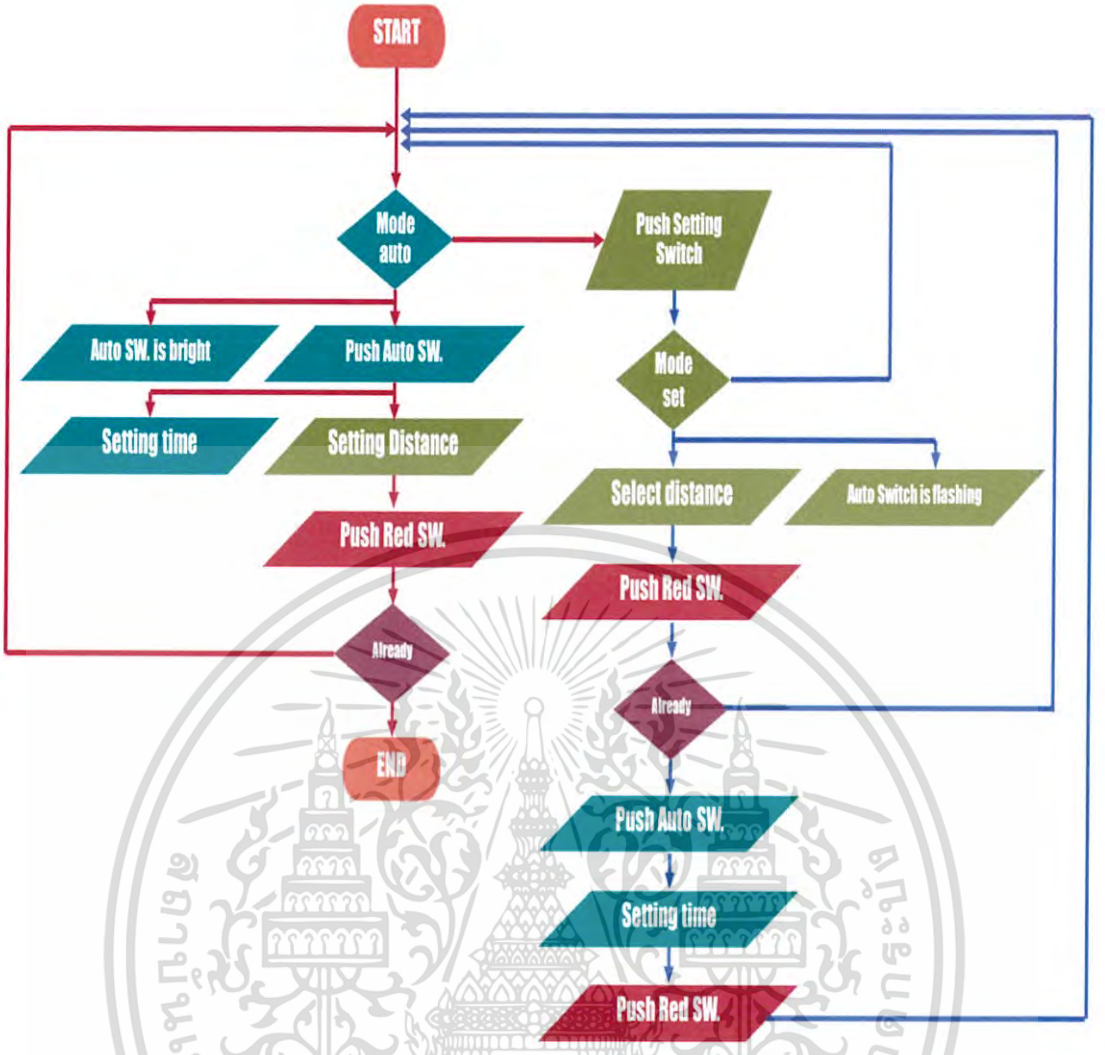
- ฟังก์ชั่น Math – BCD
  ระยะเวลาที่ตั้งค่าหน่วยเป็นวินาที ให้ผลของเวลาที่ออกมามีหน่วยเป็นนาที ต้องคูณด้วย K600 (60 วินาที) เป็นค่าคงที่ของเวลาในตัวพีแอลซี เนื่องจากเวลาที่ใช้ในการอัดและขึ้นรูปเต้าหู้นั้นใช้เวลานานทำให้หากต้องกดด้วยหน่วยวินาทีนั้นอาจจะมีความล่าช้าในการทำงานจึงใช้เวลาในหน่วยวินาทีแปลงเป็นหน่วยนาทีเพื่อลดเวลาในการตั้งค่าลง



รูปที่ 3.49 ฟังก์ชั่น Math – BCD ในส่วนของ Time Max, Rung 19

- ฟังก์ชั่น Math – BCD
  ระยะเวลาที่ตั้งค่าหน่วยเป็นวินาที ให้ผลของเวลาที่ออกมามีหน่วยเป็นนาที ต้องคูณด้วย K600 (60 วินาที)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

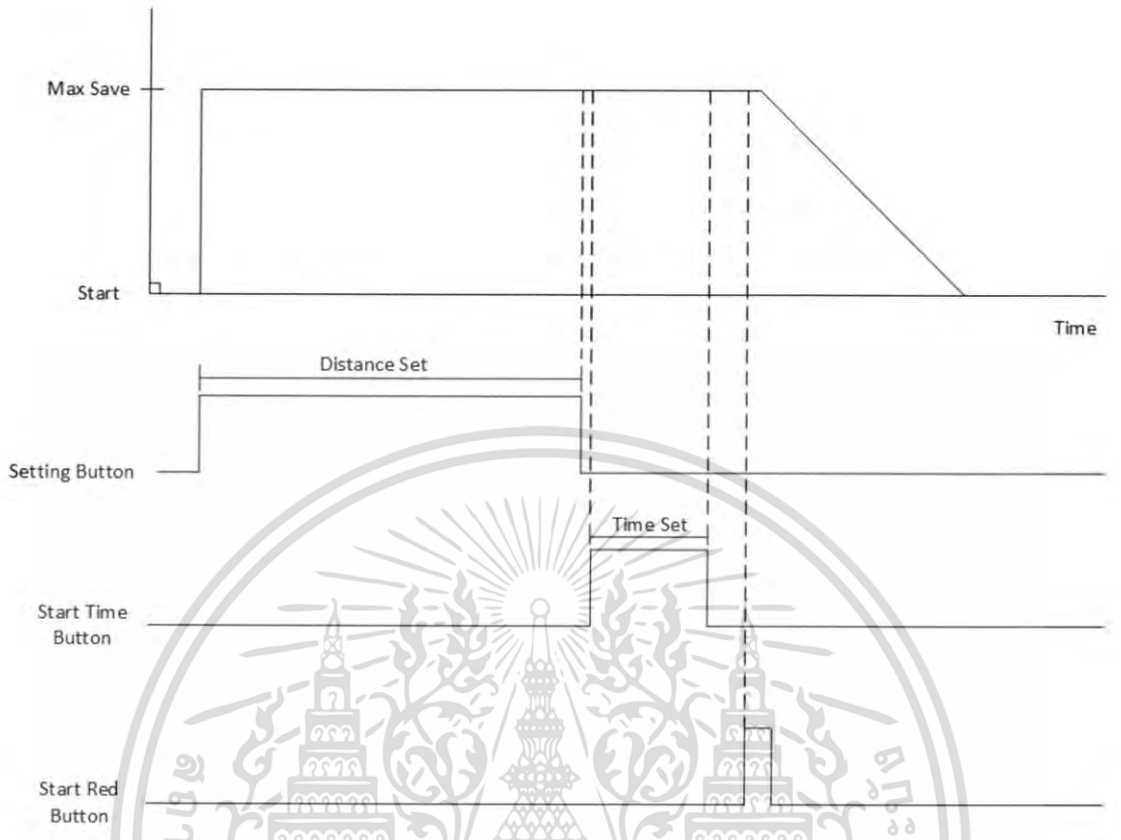


รูปที่ 3.50 Flowchart ของการกดสวิตช์ในกระบวนการ

ในกระบวนการทำงานเมื่อเริ่มต้นกระบวนการด้วยโหมด Set กดสวิตช์ Setting ไฟที่สวิตช์ Auto จะกระพริบ เพื่อตั้งค่าระยะทางและเมื่อได้ระยะทางตามที่ต้องการ ต้องการตั้งค่าเวลาที่ใช้ในการอัด กดสวิตช์ Auto ค้างไว้เพื่อกำหนดเวลาโดยกด 1 วินาทีเท่ากับ 1 นาที เพื่อลดระยะเวลาในการกด จากนั้นก็กดสวิตช์ Emergency เพื่อจบการตั้งค่าและกำหนดค่าให้เป็นไปตามที่ตั้งไว้

โหมดอัตโนมัติ (Auto) เมื่อกดสวิตช์ Auto เครื่องจะทำงานในระยะทางและระยะเวลาที่ตั้งค่าไว้ในตอนต้น จนกว่าเวลาจะหมดหรือหากมีการกดสวิตช์ Emergency กระบอกสูบจะขึ้นทันที

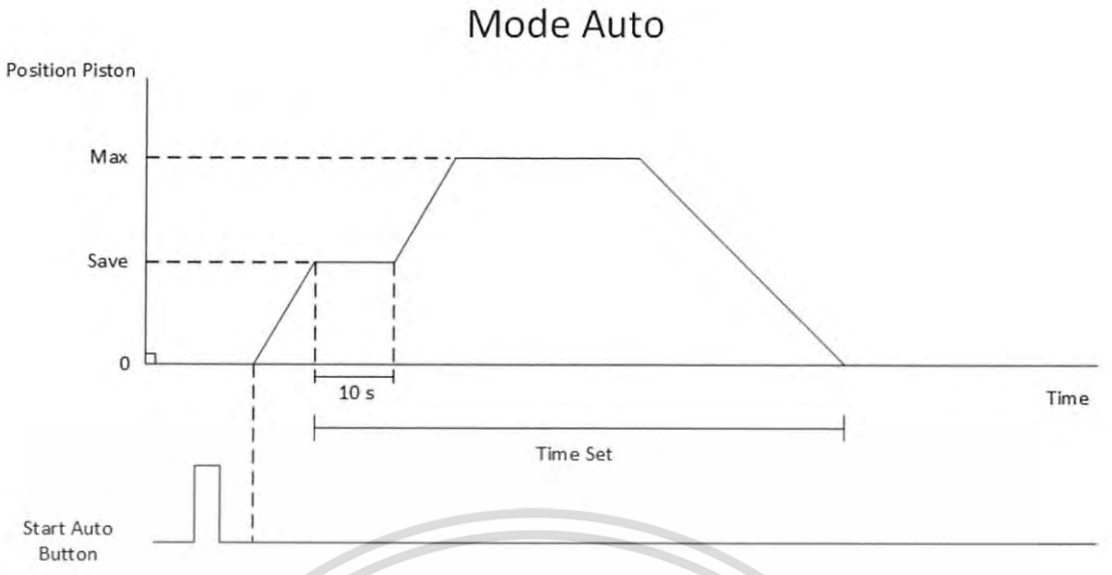
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.51 Mode Setting

จากรูปที่ 3.51 แสดงการทำงานของปุ่มต่างๆในช่วงเวลาหนึ่ง โดยเมื่อเปิดเครื่องให้เลือกใช้ปุ่ม Setting Switch ก่อนเพื่อบันทึกระยะทางตามที่ต้องการจากนั้นจึงใช้ปุ่ม Auto Switch เพื่อกดเลือกเวลาตามที่ต้องการส่วนปุ่มสุดท้ายคือ Emergency Switch ใช้ในกรณีที่ต้องการเลื่อนก้านสูบให้ขึ้นไปจนสุดก้านกระบอกสูบ

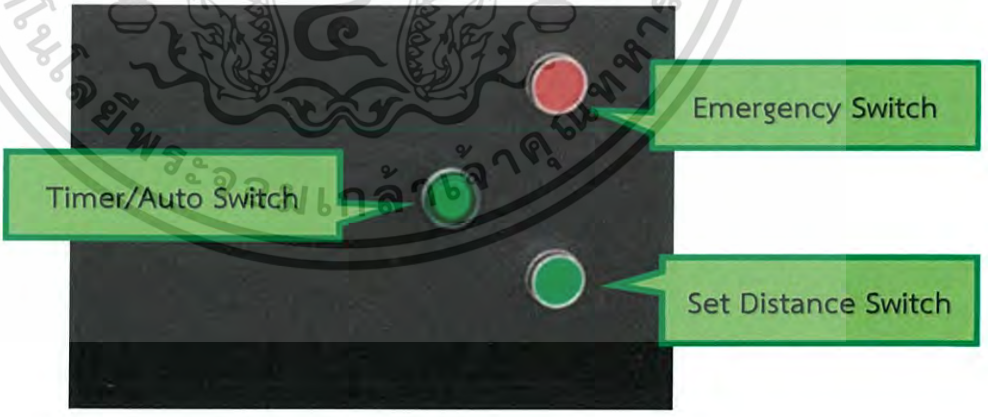
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.52 Mode Auto

จากรูปที่ 3.52 แสดงระยะทางและเวลาในการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ เมื่อได้รับอินพุตจากปุ่ม Auto Switch กระบอกสูบจะเคลื่อนที่จาก 0 หรือ จุดเริ่มต้น ไปจนถึงระยะทางที่ได้เก็บค่าเอาไว้ เมื่อถึงระยะทางที่ตั้งค่า กระบอกสูบจะกดค้างที่ระยะทางนั้นเป็นเวลา 10 วินาที เพื่อให้เนื้อเต้าหู้แน่นในระดับหนึ่งก่อน จากนั้นก้านกระบอกสูบก็จะกดลงมาจนถึงระยะทางมากที่สุด ในกระยะนี้จะกดให้เนื้อเต้าหู้แน่นมากที่สุดจนถึงเวลาที่ตั้งไว้ กระบอกสูบจะเลื่อนกลับขึ้นไปจนสุดก้านกระบอกสูบ

3.53.2 สวิตซ์กำหนดฟังก์ชั่นการทำงานของเครื่องอัดเต้าหู้



รูปที่ 3.53 สวิตซ์ที่จะใช้งานในเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้

- สวิตซ์ที่จะใช้งานในการควบคุมการอัดเต้าหู้จะใช้ทั้งหมดสามสวิตซ์ โดยหน้าที่ของสวิตซ์แต่ละตัวจะแตกต่างกันไป
- โดยสวิตซ์แรกกำหนดให้เป็นสวิตซ์ Emergency หน้าที่คือ เมื่อกดสวิตซ์นี้แล้ว กระบอกสูบที่กำลังกดลงไปตามระยะที่ได้ทำการตั้งค่าไว้ในตอนแรกจะถูกดึงขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทันทีโดยไม่ต้องรอให้กดลงไปจนสุด และเมื่อเสร็จสิ้นการตั้งค่าระยะทางและเวลาในการกดแล้ว เมื่อกดสวิตซ์นี้จะเปรียบเสมือนการบันทึกค่าเพื่อใช้ในโหมดอัตโนมัติ

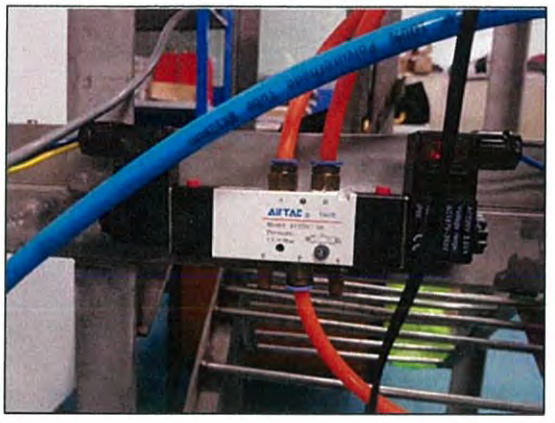
- สวิตซ์ที่สองคือ Setting Distance Switch หรือสวิตซ์ที่ทำหน้าที่จดจำค่าระยะเพื่อให้ได้ระยะของกระบอกสูบที่ต้องการ โดยการกดค้างจนกระบอกสูบได้ระยะทางที่ต้องการแล้วหลังจากนั้นทำการปล่อย กระบอกสูบจะดึงขึ้นทันทีและพีแอลซีจะทำการจำค่าระยะทางที่กดไว้ในตอนแรกแล้ว
- สวิตซ์ที่สามจะทำหน้าที่เป็นสวิตซ์ในการตั้งเวลาและอัตโนมัติ หรือเรียกว่า Timer/Auto Switch เป็นสวิตซ์ที่ใช้ในการทำงาน โดยค่าระยะที่ถูกจดจำในสวิตซ์ที่ทำหน้าที่จำค่าระยะ หรือ Setting Distance Switch จะถูกนำมาใช้งานที่สวิตซ์นี้ เมื่อกดแล้วกระบอกสูบจะกดลงมาเท่ากับระยะที่ได้ทำการตั้งค่าไว้ในตอนแรกบวกกับระยะที่ตั้งค่าไว้ในการเขียนโปรแกรม เพื่อความสะดวกในการผลิตเต้าหู้แบบเดิมให้ต่อเนื่อง แม้ว่าจะปิดกระบวนการไปแล้วยังสามารถเปิดขึ้นมาเพื่อผลิตในขนาดเดิมล่าสุดก่อนปิดกระบวนการได้ โดยประหยัดเวลาในการเวลาตั้งค่า

3.5.3.3 การติดตั้งอุปกรณ์

ติดตั้งดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์ โดยขั้นตอนการติดตั้งดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์กับกระบอกสูบเพื่อการวัดระยะทางในขณะที่ก้านกระบอกสูบเลื่อนลงหรือเลื่อนขึ้นแล้วส่งสัญญาณไปสู่พีแอลซี

รูปที่ 3.54 การติดตั้งดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์เข้ากับกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.55 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว

- การติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว จากเดิมที่ใช้โซลินอยด์วาล์วแบบ 5/2 จากการใช้วาล์วแบบ 5/2 ไม่สามารถทำให้กระบอกสูบหยุดเพื่ออัดเต้าหู้ได้ จึงต้องทำการเปลี่ยนวาล์วไปใช้เป็นแบบ 5/3 ตรงกลางปิดแทน เพื่อให้กระบอกสูบหยุดได้

รูปที่ 3.56 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว และ E/P Regulator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

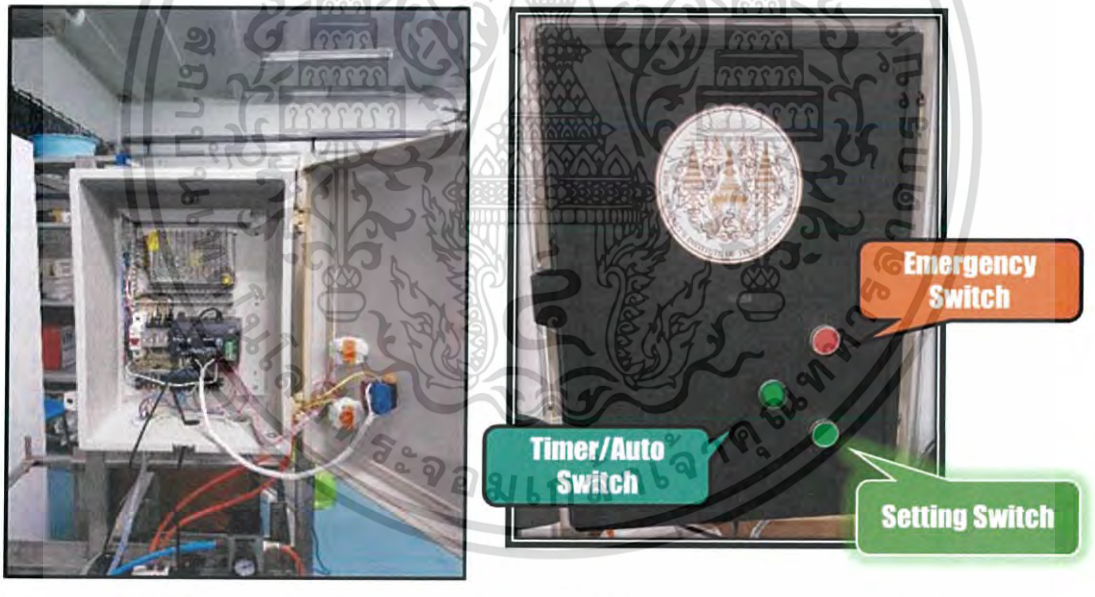
บทที่4

ผลการดำเนินงาน

4.1 การทดสอบดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์จากโหมดการทำงาน 20

ในการทดสอบการทำงานของฮาร์ดแวร์เพื่อให้กระบวนการเป็นไปตามที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ ขั้นตอนแรกเริ่มจากการทดสอบว่าดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์นั้นมีการตอบสนองต่อการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบตามที่ต้องการ โดยการเขียนโปรแกรมโดยเลือกใช้ชุดคำสั่งไฮสปีดอินพุตในโหมด 20 ตามคู่มือการใช้งาน เพื่อดูผลการตอบสนองระหว่างอุปกรณ์ทั้งสอง ก่อนเริ่มคำสั่งต้องตรวจสอบการไวริ่งสายตามคู่มือ และตรวจสอบแชนแนลที่ใช้ต่อให้ถูกต้อง ซึ่งการทดสอบดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์จะยังไม่สนใจการทำงานในส่วนอื่นๆ เป็นเพียงการทดสอบการตอบสนองของดิสเพลสเม้นท์เอ็นโค้ดเดอร์ต่อการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบเท่านั้น

4.2 การทดสอบการทำงานจากการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมกระบวนการ

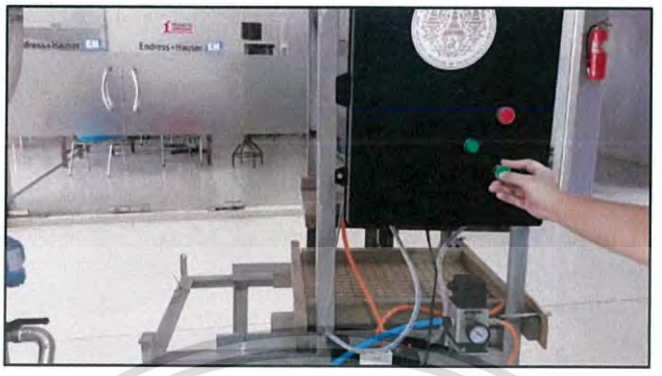


รูปที่ 4.1 สวิตซ์การทำงานของกระบอกสูบให้ดึงขึ้นและกดลงที่เชื่อมต่อกับพีแอลซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

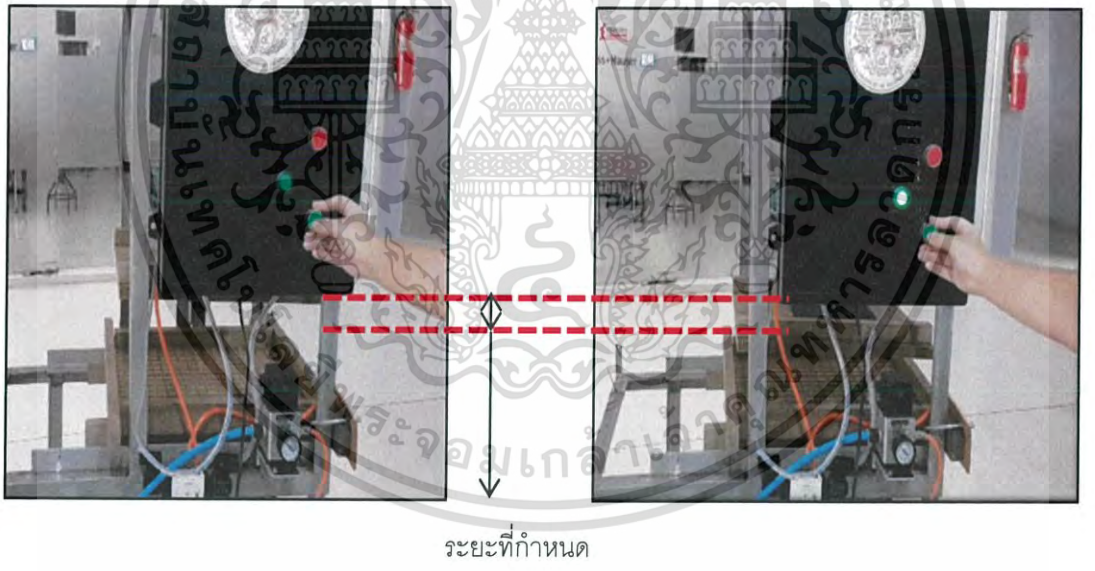
4.2.1 การทดสอบการทำงานของสวิตซ์ทั้งสาม

1. กดสวิตซ์เพื่อตั้งค่าระยะ หรือ Set Distance Switch ตามที่ต้องการ



รูปที่ 4.2 กดสวิตซ์เพื่อตั้งค่าระยะ หรือ Set Distance Switch

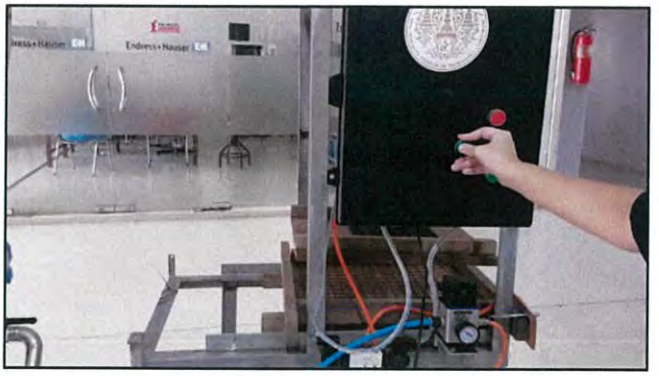
2. กดลงมาจนได้ระยะ และสามารถกดเพิ่มได้จนกว่าจะได้ระยะที่ต้องการ จากรูปที่ 4.3 เมื่อทำการกดตั้งค่าระยะทางแล้ว ไฟที่ Timer/Auto Switch จะกระพริบขึ้นมา



รูปที่ 4.3 กดลงมาตามระยะที่ต้องการ ไฟที่ Timer/Auto Switch จะกระพริบขึ้นมา

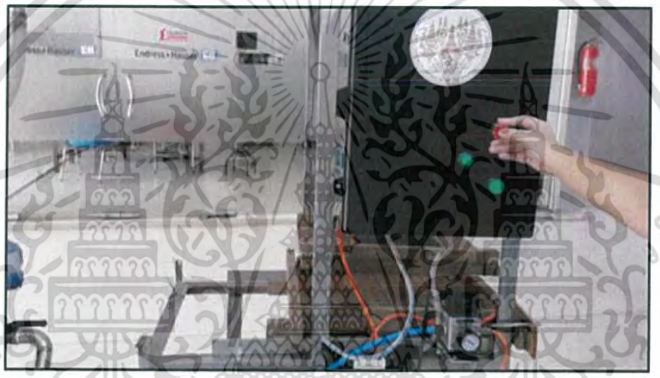
3. หลังจากได้ระยะทางที่ต้องการกดเรียบร้อยแล้ว ให้ตั้งค่าเวลาได้ที่ Timer/Auto Switch คือสวิตซ์ที่มีไฟกระพริบ กดค้างไว้เท่าเวลาที่ต้องการให้กระบอกสูบหยุดเพื่อรีดน้ำจากเต้าหู้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



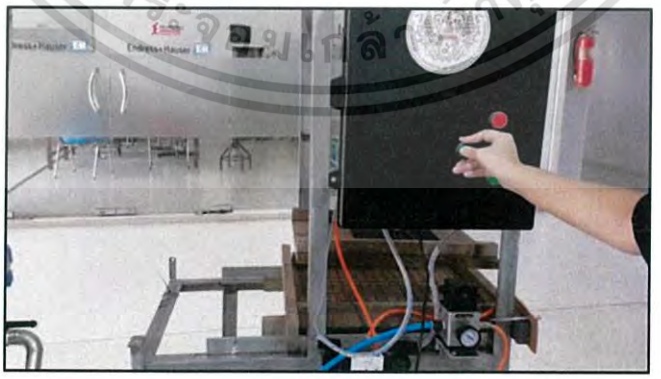
รูปที่ 4.4 ตั้งค่า Timer/Auto Switch กดค้างไว้เท่าเวลาที่ต้องการ

4. เมื่อได้ระยะทางการกดกระบอกสูบและเวลาที่ต้องการเรียบร้อยแล้ว ให้กดสวิตซ์สีแดง หรือ Emergency Switch เพื่อให้กระบอกสูบยกตัวขึ้น



รูปที่ 4.5 กดสวิตซ์สีแดง หรือ Emergency Switch

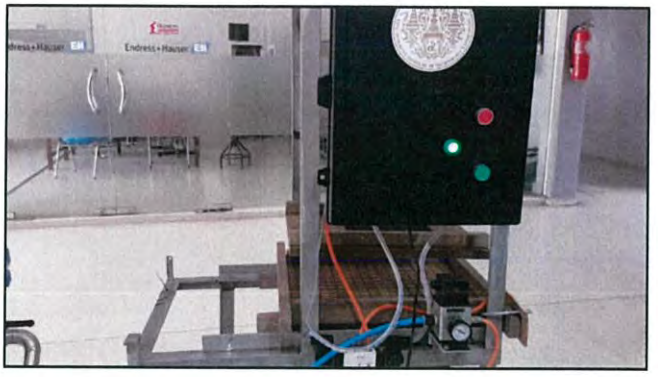
5. เมื่อต้องการใช้งานตามระยะที่ตั้งค่าไว้ ให้กด Timer/Auto Switch ก็จะสามารถดำเนินกระบวนการที่ต้องการได้ตามระยะทางและเวลาที่ตั้งค่าไว้ในตอนแรก



รูปที่ 4.6 กด Auto Switch ก็จะสามารถดำเนินกระบวนการที่ต้องการ

6. ไฟของ Timer/Auto Switch จะติดค้างเมื่อมีการใช้งานที่โหมดอัตโนมัติ และเป็นไปตามกระบวนการที่ได้ตั้งค่าไว้ในตอนแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 ไฟ Auto Switch จะติดค้างเมื่อมีการใช้งานที่โหมดอัตโนมัติ

4.3 ผลที่ได้จากการทดลองอัดเต้าหู้ด้วยเครื่องอัดและขึ้นรูป

การทำเต้าหู้นั้นจะใช้ถั่วเหลืองนำมาแช่น้ำ แล้วนำไปต้มในน้ำเดือดจนได้เป็นน้ำเต้าหู้ จากนั้นใส่ดีเกลือลงไปเพื่อให้ตกตะกอนได้เร็วยิ่งขึ้นจากนั้นรอประมาณ 30 นาที จะได้เต้าหู้เพื่อใช้ในการอัดและขึ้นรูปต่อไป

รูปที่ 4.8 น้ำเต้าหู้ใส่ดีเกลือแล้วรอจนตกตะกอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.9 การทดลองใส่เต้าหู้ลงเครื่องอัดและขึ้นรูปโดยมีผ้าขาวบางรอง

หลังจากได้เต้าหู้จากการทดลองนำเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้มาใช้ในการกดเต้าหู้ด้วยโหมด Manual เป็นเวลา 20 นาทีโดยประมาณ ซึ่งจะกดครั้งละ 5 นาที แล้วทำการสังเกตเนื้อของเต้าหู้ จะได้ผลการทดลองเป็นลักษณะของเนื้อเต้าหู้ ดังนี้

- การกดจะใช้ความสัมพันธ์ของแรงดันและเวลา การเพิ่มขึ้นจะเป็นแบบเชิงเส้น หรือ Linear คือกระบอกสูบจะค่อยๆกดลงมาจนที่ระยะทางสุดท้ายจะกดด้วยแรงดันสูงสุดที่ E/P Regulator สามารถทำงานได้คือ 3.8 bar เนื่องจากหากกดด้วยความดันน้อยจะทำให้การรีดน้ำออกจากเต้าหู้เป็นไปได้น้อยซึ่งจะทำให้ไม่ได้ผลตามต้องการ ซึ่งกดเป็นระยะเวลา 5 นาที
- ลักษณะของเนื้อเต้าหู้ที่ได้เกาะตัวกันแต่ยังไม่แน่นพอ เมื่อใช้นิ้วจิ้ม เนื้อเต้าหู้แยกออกจากกัน

รูปที่ 4.10 ตัวอย่างการทดลองการอัดเต้าหู้ลักษณะเต้าหู้ที่กดด้วยแรงดันสูงสุดที่ 3.8 bar เป็นระยะเวลา 5 นาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ลักษณะของเนื้อเต้าหู้ที่ได้ เนื้อเต้าหู้จะเกาะตัวกันมากขึ้นแต่ยังไม่แน่นพอ ถ้าตักเนื้อเต้าหู้ขึ้นมาดูจะเห็นช่องว่างระหว่างก้อน เนื้อยังร่วน เนื้อเต้าหู้จะยังไม่เกาะกัน เมื่อใช้นิ้วจิ้ม เนื้อเต้าหู้จะแยกออกจากกัน มีน้ำหยดในระหว่างการรีด

รูปที่ 4.11 ลักษณะเต้าหู้ที่กดด้วยแรงดันสูงสุดที่ 3.8 bar เป็นระยะเวลา 10 นาที

- เนื้อเต้าหู้เกาะตัวกันมากขึ้นแต่ยังไม่แน่น ถ้าตักเนื้อเต้าหู้ขึ้นมาดูจะเห็นช่องว่างระหว่างก้อน เนื้อยังร่วน เนื้อเต้าหู้ไม่เกาะกัน เมื่อใช้นิ้วจิ้ม เนื้อเต้าหู้แยกออกจากกัน ยังคงมีน้ำหยดในระหว่างการรีด แต่เริ่มน้อยลงเมื่อเปรียบเทียบกับเต้าหู้ที่ได้รับการอัดที่เวลา 10 นาที

รูปที่ 4.12 ตัวอย่างการทดลองการอัดเต้าหู้ลักษณะเต้าหู้ที่กดด้วยแรงดันสูงสุดที่ 3.8 bar เป็นระยะเวลา 15 นาที

- เนื้อเต้าหู้เกาะตัวกันแน่น ถ้าตักเนื้อเต้าหู้ขึ้นมาดูจะเห็นช่องว่างระหว่างก้อนน้อย เนื้อเต้าหู้มีความละเอียด เมื่อใช้นิ้วจิ้ม เนื้อเต้าหู้จะเป็นรอยบุ๋ม เริ่มมีน้ำหยดในระหว่างการรีดน้อยลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.13 ตัวอย่างการทดลองการอัดเต้าหู้ลักษณะเต้าหู้ที่กดด้วยแรงดันสูงสุดที่ 3.8 bar เป็นระยะเวลา 20 นาที

รูปที่ 4.14 ตัวอย่างการทดลองการอัดเต้าหู้ลักษณะเต้าหู้ที่สมบูรณ์

จากรูปที่ 4.12 ลักษณะเต้าหู้ที่สมบูรณ์จะเกาะตัวกันแน่นมีช่องว่างระหว่างเนื้อน้อย ก้อนเต้าหู้มีความละเอียด จากการทดลองการอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ 5 ครั้ง ความดันที่เหมาะสมในการอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ 3.8 bar ระยะเวลา 20 นาที จึงจะได้เต้าหู้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานการปรับปรุงเครื่องอัดและขึ้นรูปเต้าหู้ จากการทำงานโดยการป้อนลมเข้าสู่กระบอกสูบเพื่อดันก้านกระบอกสูบให้กดถาดที่บรรจุเต้าหู้ ซึ่งไม่สามารถกำหนดแรงดันลมที่ปล่อยเข้าได้เพิ่มฟังก์ชันการทำงานเข้ามาควบคุมกระบวนการโดยใช้พีแอลซี ร่วมกับเซนเซอร์วัดระยะทางเพื่อทำให้สามารถกำหนดระยะในการอัดเต้าหู้ นอกจากนี้สามารถกำหนดแรงดันที่ต้องการใช้งานในการอัด โดยสามารถควบคุมการป้อนค่าเข้าสู่พีแอลซีผ่านโปรแกรมการออกแบบของพีแอลซี นอกจากนี้เรายังกำหนดระยะการอัดเต้าหู้และเวลาจากการกดปุ่มบริเวณตู้ควบคุม ซึ่งในส่วนต่างๆเหล่านี้ล้วนช่วยให้ผู้ผลิตสามารถควบคุมการผลิตได้สะดวกยิ่งขึ้นและลดความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้นระหว่างทำการผลิต

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1. ข้อมูลที่ได้รับจากอาจารย์ที่ปรึกษามีความชัดเจนไม่มากพอ การสื่อสารกับอาจารย์ที่ปรึกษาไม่ลงตัวทำให้งานออกมาไม่ตรงตามความต้องการ
2. สมาชิกภายในกลุ่มโครงงานขาดการวางแผนในการทำงานที่เหมาะสม ทำให้ความคืบหน้าในการวางแผนมีความล่าช้า
3. อุปกรณ์ที่ต้องการบางชิ้นมีราคาแพงเกินไป ทำให้ไม่สามารถซื้อได้ตามความต้องการ เช่น HMI
4. การปรับเปลี่ยนอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการทำงานเพราะไม่สามารถรองรับฟังก์ชันการทำงานได้ เนื่องจากในช่วงแรกใช้พีแอลซียี่ห้อ Schneider แต่พีแอลซีไม่สามารถรับสัญญาณจากเซนเซอร์วัดระยะทางได้โดยตรง ต้องใช้อุปกรณ์ช่วยในการรองรับ จึงทำให้เสียงบประมาณเพิ่มจึงมีการปรับเปลี่ยนมาใช้พีแอลซียี่ห้อ Koyo แทน
5. อุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องในกระบวนการมีความขัดข้องทำให้การดำเนินงานมีความล่าช้า

5.2.2 วิธีการแก้ไข

1. ทำความเข้าใจข้อมูลที่ได้รับและสอบถามข้อสงสัยกับอาจารย์ที่ปรึกษาให้กระจ่าง
2. ปรับเปลี่ยนการดำเนินงานให้เหมาะสมกับระยะเวลาที่ได้รับ
3. ปรับเปลี่ยนหรือปรับปรุงกระบวนการให้เหมาะสม
4. เปลี่ยนพีแอลซีจากพีแอลซียี่ห้อ Schneider เป็นพีแอลซียี่ห้อ Koyo ซึ่งสามารถรองรับสัญญาณจากเซนเซอร์วัดระยะทางได้โดยตรง เพื่อประหยัดงบประมาณในการดำเนินงาน
5. แก้ไขอุปกรณ์ที่ขัดข้องให้กลับมาทำงานได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการออกแบบกระบวนการผลิตจำเป็นต้องรู้เงื่อนไขในการทำงานของเครื่องจักร และต้องมีความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์หรือโปรแกรมที่ใช้งานซึ่งสามารถศึกษาได้จากคู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] ผศ.ดร.พิมพ์เพ็ญ พรเฉลิมพงศ์, ศาสตราจารย์เกียรติคุณ ดร.นิธิยา รัตนาปนนท์ (N.D.). TOFU / เต้าหู้. สืบค้นจาก http://www.foodnetworksolution.com/wiki/word/1142/tufu

[2] OMRON ELECTRONICS Co., Ltd. (2550) PLC OPERATION LEVEL1 OMRON ELECTRONICS Co., Ltd.

[3] ผศ. ดร. ชูศักดิ์ ลิ่มสกุล, ผศ. บุญเจริญ วงศ์กิตติศึกษา, อ. สาวิตร์ ตัณฑนุช // 2544 // เอกสารประกอบการอบรมเชิงปฏิบัติการ เรื่องการใช้งานพีแอลซี PROGRAMMABLE LOGIC CONTROLLER สืบค้นจาก http://electric2.ee.psu.ac.th/~kanadit/S5W/plc_s5w.pdf

[4] "unpublished" (2013) บทที่ 4 หลักการเขียน Ladder Diagram และคำสั่งพื้นฐาน สืบค้นจาก http://mgt.skru.ac.th/item/download/1369907779.pdf

[5] อาจารย์สงวน บุญปัญญารักษ์. (N.D.). บทที่ 9 ทรานสดิวเซอร์. สืบค้นจาก http://eestaff.kku.ac.th/~sa-nguan/192%20211/Text_Book/Chapter9.pdf

[6] Sorrasak Wangdee. October 4, 2012. หน่วยที่1 ทรานสดิวเซอร์และเซ็นเซอร์. สืบค้นจาก https://wiki.stjohn.ac.th/sandbox/groups/poly_computer/wiki/5ba29/attachments/69973/Unit1.pdf

[7] ผศ.เฉลิมชนม์ ไวศยดำรง. (N.D.). 731606 ระบบอัตโนมัติ. สืบค้นจาก http://utcc2.utcc.ac.th/engineer/learning/chalermchon_vis/download/automation/index.html

[8] รศ.ดร.วิศรุต ศรีรัตนะ (N.D.) E-Learning Pneumatic สืบค้นจาก finance.kmitl.ac.th/kswitsar/

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้