



## รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบ  
อัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ( พีแอลซี )

**Design and Construction of Automatic Radiator Leak Testing**

**Machine Controlled by PLC**

โดย

นางสาวชนิตา เพ็ชรหิน

รหัสนักศึกษา 6004220001

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิชาสหกิจศึกษาวิศวกรรมไฟฟ้า ( 152-499 )

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560

หัวข้อโครงการ การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ( พีแอลซี )  
Design and Construction of Automatic Radiator Leak Testing Machine Controlled by PLC

ผู้จัดทำ นางสาวชนิตา เพ็ชรหิน รหัสนักศึกษา 6004220001

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

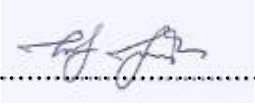
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ นารายณ์


อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ประจำปีการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2560

คณะกรรมการการสอบโครงการ

  
.....อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ นารายณ์ )

  
.....พนักงานที่ปรึกษา  
( คุณสุรศักดิ์ พนาทรัพย์ )

  
.....กรรมการกลาง  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ไวยพจน์ สุขบวรเสถียร )

  
.....ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการสำนักสหกิจศึกษา  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มารุจ ลิมปะวัฒน์ )

## จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 2 กันยายน พ.ศ. 2561

เรื่อง ขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียน อาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษา ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ นารายณ์

ตามที่คุณผู้จัดทำ น.ศ. ชนิตา เพ็ชรหิน นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 14 เดือนพฤษภาคม พ.ศ. 2561 ถึงวันที่ 31 เดือนสิงหาคม พ.ศ. 2561 ในตำแหน่ง ผู้ช่วยวิศวกรควบคุมงานวิศวกรรมอัตโนมัติ ณ บริษัท ซี เอช โอโตพาร์ท จำกัด และได้รับมอบหมายจากพนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง “การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ (พีแอลซี)”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจศึกษาได้สิ้นสุดแล้ว ผู้จัดทำจึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ  
นางสาวชนิตา เพ็ชรหิน  
นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

**ชื่อโครงการ:** การออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ( พีแอลซี )

**ชื่อนักศึกษา:** นางสาวนิตา เพ็ชรหิน 6004220001

**อาจารย์ที่ปรึกษา:** ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ นารายณ์

**ระดับการศึกษา:** ปริญญาตรี

**ภาควิชา:** วิศวกรรมไฟฟ้า

**คณะ:** วิศวกรรมศาสตร์

**ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา:** 3 /2560

#### บทคัดย่อ

โครงการสหกิจศึกษานี้นำเสนอการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ( พีแอลซี ) ณ บริษัท ซีเอช โอโตพาร์ท จำกัด เครื่องทดสอบนี้ถูกออกแบบโดยใช้วิธีการทดสอบแบบแห้ง การทดสอบทำได้โดยการใช้อากาศที่มีแรงดันผ่านหม้อน้ำที่ปิดผนึก อากาศที่มีแรงดันในหม้อน้ำจะถูกวัดและแสดงผล ถ้าความดันเพิ่มขึ้นอย่างสม่ำเสมอในหม้อน้ำ นั้นหมายความว่าหม้อน้ำไม่มีการรั่วซึม แต่ถ้าความดันลดลงอย่างฉับพลันนั้นหมายความว่าหม้อน้ำมีการรั่วซึมแล้วหม้อน้ำนั้นก็จะถูกส่งกลับไปทำการแก้ไข ขั้นตอนเริ่มต้นด้วยการออกแบบโครงสร้างทางกลของเครื่องก่อนการเชื่อมต่อระหว่าง PLC และอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุตถูกออกแบบและติดตั้ง จากนั้นชุดคำสั่งของ PLC จะถูกโปรแกรม ทฤษฎีและหลักการทำงานของส่วนประกอบของเครื่องทดสอบการรั่วซึมนี้ตลอดจนชุดคำสั่งของพีแอลซีได้ถูกนำเสนอไว้อย่างละเอียดในรายงานฉบับนี้

**คำสำคัญ :** เครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำ/โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์/วิธีการทดสอบแบบแห้ง

**Project Title:** Design and Construction of Automatic Radiator Leak Testing Machine  
Controlled by PLC

**By:** Ms. Chanita Phethin 6004220001

**Advisor:** Asst. Prof. Dr. Yongyuth Naras

**Degree:** Bachelor of Engineering

**Major:** Electrical Engineering

**Faculty:** Engineering

**Semester/Academic Year :** 3/2017

### Abstract

This cooperative education project proposes a design and construction of automatic radiator leak testing machine controlled by the programmable logic controller ( PLC ) at CH Autopart Company Limited. The machine is designed using dry testing method. The test is accomplished by applying a pressurized air through the enclosed radiator, the pressurized air in the radiator is measured and monitored. It is noted that if the pressure increases uniformly in the radiator, that means the radiator does not leak. But if the pressure suddenly drops that means the radiator has leaked, then it will be returned to fix. The procedure starts from the design of mechanical construction of the machine. The interfacing between PLC and input/output devices is designed and installed. Then, the PLC instruction set are programmed. The theory and operation of the components in the leak testing machine as well as the PLC instruction set are described in detail in the report.

**Keywords:** Radiator Leak Testing Machine/Programmable Logic Controller/Dry Testing Method

Approved by  


## กิตติกรรมประกาศ

### ( Acknowledgement )

การที่ผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ซีเอช โอโต้พาร์ท จำกัด ตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2561 ส่งผลให้ผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมาย สำหรับรายงานสหกิจศึกษาลงฉบับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. บริษัท ซีเอช โอโต้พาร์ท จำกัด
2. คุณสุรศักดิ์ พนาทรัพย์ พนักงานพี่เลี้ยง
3. ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ขงยุทธ นารายณ์ อาจารย์ที่ปรึกษา

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวนามทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงานคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริงซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

ชนิตา เพ็ชรหิน



## สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	2
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง	
2.1 บทนำ	3
2.2 โซลินอยด์วาล์ว	3
2.3 กระบอกลม	12
2.4 อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพลมอัด	17
2.5 อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งของกระบอกลม	19
2.6 อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน	20
2.7 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์	22
2.8 จอทัชสกรีน	27
บทที่ 3 รายละเอียดการปฏิบัติงาน	
3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ	29
3.2 ลักษณะการประกอบกิจการผลิตภัณฑ์และการให้บริการขององค์กร	29
3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน	29
3.4 บทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย	29
3.5 ชื่อและตำแหน่งของพนักงานที่ปรึกษา	30
3.6 ระยะเวลาในการปฏิบัติงาน	30

## สารบัญ ( ต่อ )

	หน้า
3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน	30
3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้	30
บทที่ 4 ผลการปฏิบัติงานตามโครงการ	
4.1 บทนำ	31
4.2 ระบบโดยรวมของเครื่อง	31
4.3 การติดตั้งส่วนประกอบของเครื่อง	32
4.4 การโปรแกรมควบคุมเครื่องทดสอบ	53
4.3 โฟลว์ชาร์ตการใช้เครื่องทดสอบ	58
4.3 การใช้เครื่องทดสอบ	59
บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผลโครงการ	61
5.2 ปัญหาที่พบในการทำโครงการ	61
5.3 วิธีการแก้ปัญหา	61
5.4 ข้อเสนอในการปฏิบัติงาน	61
บรรณานุกรม	62
ภาคผนวก ก	63
ประวัติผู้จัดทำ	68



## สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 2.1 การทำงานเบื้องต้นของ โซลินอยด์วาล์ว	3
รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบภายในของ โซลินอยด์วาล์วแบบตรง	4
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบภายในของ โซลินอยด์วาล์วแบบทางอ้อม	6
รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบภายในของ โซลินอยด์วาล์วแบบทางผสม	7
รูปที่ 2.5 โซลินอยด์วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง	8
รูปที่ 2.6 โซลินอยด์วาล์วควบคุม 3 ทิศทาง ใช้ลมดัน	9
รูปที่ 2.7 โซลินอยด์วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง	10
รูปที่ 2.8 โซลินอยด์วาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง	11
รูปที่ 2.9 ระบายกลมมาตรฐาน	12
รูปที่ 2.10 ระบายกลมขนาดเล็ก	13
รูปที่ 2.11 ระบายกลมคอมแพ็ค	14
รูปที่ 2.12 ระบายกลมแบบไม่มีก้านสูบ	15
รูปที่ 2.13 ระบายกลมแบบสไลด์	16
รูปที่ 2.14 ตัวกรองลมอัด	17
รูปที่ 2.15 ชุดควบคุมความดัน	17
รูปที่ 2.16 ตัวผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น	18
รูปที่ 2.17 ชุดควบคุมคุณภาพลมอัด	18
รูปที่ 2.18 เซ็นเซอร์สวิตช์	19
รูปที่ 2.19 อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันแบบมีจอแสดงผล	20
รูปที่ 2.20 อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันแบบไม่มีจอแสดงผล	21
รูปที่ 2.21 ส่วนประกอบของ PLC	22
รูปที่ 2.22 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นอินพุตของ PLC	23
รูปที่ 2.23 ส่วนประกอบของซีพียู	24
รูปที่ 2.24 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็รเอาต์พุตของ PLC	25
รูปที่ 2.25 พีแอลซีแบบบล็อก	26

## สารบัญญรูป ( ต่อ )

	หน้า
รูปที่ 2.26 พีแอลซีแบบ โมดูล	26
รูปที่ 2.27 ทักษกรีน	28
รูปที่ 2.28 การเชื่อมต่อทักษะกรีนกับพีแอลซี	28
รูปที่ 3.1 โครงสร้างบริหารงานแผนกวิศวกรรม	29
รูปที่ 4.1 ไดอะแกรมภาพรวมของเครื่องทดสอบ	31
รูปที่ 4.2 ประกอบตัวโซลินอยด์แล้วกับฐาน	32
รูปที่ 4.3 การติดตั้งพีดีตึง	33
รูปที่ 4.4 เดินระบบไฟโซลินอยด์	33
รูปที่ 4.5 การติดตั้งซิลนอยด์ที่ประกอบและเดินระบบสำเร็จ	34
รูปที่ 4.6 ระบายกลม A จับยึดชิ้นงาน	35
รูปที่ 4.7 ระบายกลม B แบบคอมแพค	36
รูปที่ 4.8 ระบายกลม C แบบคอมแพค	37
รูปที่ 4.9 เซ็นเซอร์ Proximity Sensor	38
รูปที่ 4.10 การต่อเซ็นเซอร์เช็คตำแหน่งระบายกลม	39
รูปที่ 4.10 การต่อเซ็นเซอร์เช็คตำแหน่งระบายกลม( ต่อ )	40
รูปที่ 4.11 การต่อสายของ Pressure Sensor	41
รูปที่ 4.12 ติดตั้ง Pressure Sensor สำเร็จ	42
รูปที่ 4.13 ไฟ LED TOWER	44
รูปที่ 4.14 สวิตช์สั่งการ Box Switch	45
รูปที่ 4.15 จอทักษะกรีนแบบสีขาว-ดำ	46
รูปที่ 4.16 Layout ภายในตู้ควบคุม	47
รูปที่ 4.17 ภายในตู้ควบคุมหลังติดตั้งอุปกรณ์	48
รูปที่ 4.18 ภายในตู้ควบคุมหลังติดตั้งอุปกรณ์และวางเรียงสาย	49
รูปที่ 4.19 ตู้ควบคุมต่ออินพุตและเอาต์พุต พร้อมใช้งาน	50
รูปที่ 4.20 กำหนดอุปกรณ์เป็น input	51

## สารบัญรูป ( ต่อ )

	หน้า
รูปที่ 4.21 กำหนดอุปกรณ์เป็น output	52
รูปที่ 4.22 การออกแบบจอแสดงผลและกำหนดชื่ออุปกรณ์	53
รูปที่ 4.23 โปรแกรม Ladder	54
รูปที่ 4.24 โฟล์ชาร์ตแสดงการทำงานของเครื่องทดสอบ	58
รูปที่ 4.25 การแสดงผลจากการตรวจสอบชิ้นงานที่รั่ว ( OK )	60
รูปที่ 4.26 การแสดงผลจากการตรวจสอบชิ้นงานที่ไม่รั่ว( NG )	60



## สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการ

30



# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบัน Kubota Line ผลิตหม้อน้ำของเครื่องยนต์ทางการเกษตร ให้กับบริษัท Kubota และส่งออกไปยังประเทศอินโดนีเซีย โดยมีสายการผลิตคือ Line Samrong ส่งชิ้นงานให้กับ Kubota และส่งออกไปยังประเทศอินโดนีเซีย โดยเมื่อหม้อน้ำของเครื่องยนต์ทางการเกษตรเสร็จสิ้นจากระบวนการผลิตแล้ว จะมีการนำหม้อน้ำมาตรวจสอบการรั่วก่อน หากตรวจสอบแล้วไม่พบการรั่วจึงส่งมอบให้ลูกค้า หากเกิดการรั่วจึงส่งเข้ากระบวนการผลิตอีกครั้ง

ปัจจุบันตรวจสอบการรั่วของหม้อน้ำโดยให้พนักงานนำหม้อน้ำ วางลงบน Jig จับชิ้นงานนำชิ้นงานที่อยู่ใน Jig ไปอัดลมด้วยแรงดัน 1.2 bar และนำ Jig พร้อมชิ้นงานแช่ลงไปในอ่างน้ำสำหรับตรวจสอบการรั่ว โดยที่พนักงาน ต้องจับ Jig เเยียงซ้าย 30 วินาที เเยียงขวา 30 วินาที ตะแคง และคว่ำ 30 วินาที เพื่อสังเกตฟองอากาศที่ออกมาจากหม้อน้ำ หากมีรอยรั่วจะมีฟองอากาศขึ้นมา จึงทำเครื่องหมายว่ามี การรั่วและส่งกลับเข้ากระบวนการผลิตอีกครั้ง หากไม่มีฟองอากาศเกิดขึ้นจึงนำส่งมอบไปยังลูกค้าได้ แต่หากมีฟองน้ำเกิดขึ้นทันทีพนักงานอาจเข้าใจได้ว่าเป็นอากาศที่ค้างอยู่ในไซร่อยรั่ว ซึ่งการใช้วิธีการนี้เกิดปัญหามีชิ้นงานรั่วซึมไปถึงมือลูกค้า ทำให้เกิดการส่งกลับชิ้นงานจากลูกค้า และเกิดการไม่มั่นใจในกระบวนการผลิตและตรวจสอบของชิ้นงาน

ดังนั้นทางผู้จัดทำได้เห็นปัญหาการเกิดปัญหานี้จึงจะออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอลโทรลเลอร์ (พีแอลซี) ขึ้นมาโดยที่พนักงานไม่ต้องสังเกตด้วยสายตาตนเองซึ่งอาจเกิดการผิดพลาดได้ โดยใช้หลักการของระบบการอัดลม สำหรับการตรวจสอบการรั่วของหม้อน้ำ คือการใช้อุปกรณ์ระบบกลเพื่อควบคุมตำแหน่งชิ้นงาน โดยใช้แรงลม อัดเข้าสู่หม้อน้ำ และตรวจสอบการรั่วด้วย Air pressure เป็นเวลา 60 วินาที ซึ่งเป็นมาตรฐานเดียวกันไม่ว่าพนักงานคนใดจะเป็นผู้ทดสอบ ทางคณะผู้จัดทำจึงมีความประสงค์จัดสร้างเครื่องตรวจสอบการรั่วของหม้อน้ำโดยระบบลม ขึ้นมาเพื่อที่จะลดและหยุดชิ้นงานที่รั่วจะหลุดไปถึงมือลูกค้า

## 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

- 1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ( พีแอลซี )
- 1.2.2 เพื่อลดเวลาในการตรวจสอบการรั่วของหม้อน้ำ
- 1.2.3 เพื่อแก้ปัญหาหม้อน้ำที่รั่วซึมหลุดถึงมือลูกค้า
- 1.2.4 เพิ่มความแม่นยำในการตรวจสอบหม้อน้ำ
- 1.2.5 เพื่อเพิ่มมาตรฐานในการตรวจสอบหม้อน้ำ
- 1.2.6 เพื่อเพิ่มความสะดวกในการทดสอบหม้อน้ำ

## 1.3 ขอบเขตของโครงการ

- 1.3.1 ออกแบบและสร้างโครงสร้างของเครื่อง
- 1.3.2 ใช้ลมในการตรวจสอบการรั่วของหม้อน้ำ
- 1.3.3 ควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติด้วย PLC
- 1.3.4 ใช้สำหรับตรวจสอบหม้อน้ำเครื่องยนต์ทางเกษตรในสายการผลิตคูโบต้า

## 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้รับความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องทดสอบ
- 1.4.2 ได้รับการฝึกทักษะการใช้งานอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องทดสอบ
- 1.4.3 สามารถเขียนโปรแกรม PLC และโปรแกรมควบคุมการทำงานของทัชสกรีน
- 1.4.4 สามารถกำหนดเงื่อนไขต่าง ๆ ในการทดสอบ
- 1.4.5 เพิ่มความสะดวกรวดเร็วในการทดสอบ
- 1.4.6 เพิ่มมาตรฐานและความแม่นยำในการตรวจสอบ

## บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ

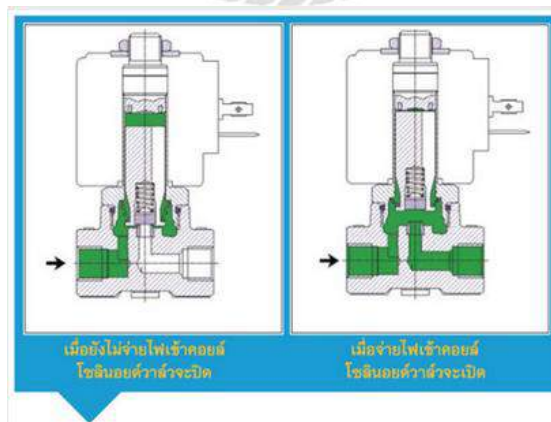
### 2.1 บทนำ

ในการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วยพีแอลซี เริ่มต้นจากแนวคิดหรือกำหนดขึ้นมาก่อนว่าต้องการที่จะให้เครื่องที่จะสร้างขึ้นนี้มีขั้นตอนการทำงานอย่างไร จากนั้นก็มาพิจารณาว่าในการที่จะให้เครื่องทำงานตามที่เรากำลังต้องการจะต้องใช้อุปกรณ์อะไรบ้าง และในการที่จะสามารถใช้อุปกรณ์เหล่านี้ได้ก็จำเป็นอย่างยิ่งที่ต้องรู้หลักการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้เป็นอย่างดี ดังนั้นในบทนี้จึงได้อธิบายถึงหลักการทำงานของอุปกรณ์ทั้งหมดที่ใช้ในเครื่องทดสอบนี้

ซึ่งได้แก่ โซลินอยด์วาล์ว ระบายกลม อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพลมอัด อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งการทำงานของระบายกลม อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันลม พีแอลซีและทัชสกรีน โดยมีรายละเอียดของหลักการทำงานดังนี้

### 2.2 โซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์วาล์ว (Solenoid Valve) คือ วาล์วที่ควบคุมการทำงานด้วยไฟฟ้า โดยในการเลือกใช้สามารถพิจารณาจากชนิดของวาล์ว โดยมีการกำหนดเป็นตัวเลขเช่น 2/2, 4/2 หรือ 5/2 โดยที่ตัวเลขหน้าบอกลถึงจำนวนทางเข้าออกของวาล์วนั้น ๆ ว่ามีกี่ทางหรือมีกี่รู (Port) ส่วนตัวเลขที่ตามหลังเครื่องหมายทับ (/) นั้นบอกลถึงจำนวนสถานะ หรือ จำนวนตำแหน่ง (Position) ของวาล์ว เช่น วาล์ว 2/2 ก็คือ วาล์วที่มี 2 ทาง และ มี 2 สถานะ คือ ปิด และ เปิด ส่วนวาล์ว 5/2 ก็คือวาล์วที่มี 5 ทาง และมี 2 สถานะ เป็นต้น ตัวอย่างการทำงานของโซลินอยด์วาล์วสามารถแสดงได้ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การทำงานเบื้องต้นของโซลินอยด์วาล์ว

### 2.2.1 โซลินอยด์วาล์ว 2/2

โซลินอยด์วาล์ว 2/2 เป็นวาล์วควบคุม 2 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง โดยทั่วไปสามารถควบคุมให้เปิด-ปิด ได้ด้วย 3 ระบบ ได้แก่

- (1) ระบบเปิดปิดโดยตรง ( Direct Acting หรือ Direct Operated )
- (2) ระบบเปิดปิดทางอ้อม ( Indirect Acting หรือ Pilot Operated )
- (3) ระบบลูกผสม ( Combined Acting หรือ Combined Operated )

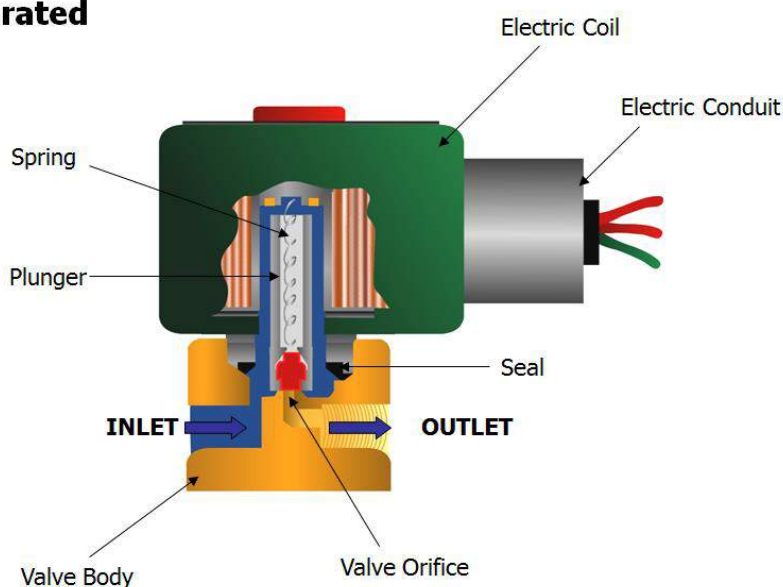
โดยแต่ละระบบสามารถอธิบายหลักการทำงานได้ดังนี้

#### (1) ระบบเปิดปิดโดยตรง ( Direct Acting หรือ Direct Operated )

ระบบเปิด-ปิดโดยตรงโซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด ( NC ) ที่มีระบบการทำงานแบบเปิดปิดโดยตรงนั้น มีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง พุน ( Plunger ) ซึ่งมีชิลอยู่ปลายด้านล่างทำหน้าที่ เปิดและปิดรูทางผ่าน ( Orifice ) ของของไหลเมื่อจ่ายไฟฟ้าเข้า หรือ ตัดไฟฟ้าออกจากคอยล์

ข้อควรระวังในการใช้วาล์วที่ทำงานด้วยระบบนี้คือ เมื่อมีการเพิ่มความดัน ( Pressure ) ของของไหลในระบบจะทำให้ ต้อง ใช้แรงมากขึ้นในการเปิดวาล์ว หากความดันของของไหลสูงกว่าที่กำลังของคอยล์จะเปิดวาล์วได้ วาล์วนั้นก็จะไม่ทำงานถึงแม้จะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตาม สรุปหลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์วแบบนี้คือ วาล์วเปิด-ปิด โดยอาศัยแรงแม่เหล็กจาก Coil และสปริงเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีข้อดีคือ ไม่จำเป็นต้องอาศัยความดันของของไหลในการช่วยเปิด-ปิด สามารถแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของโซลินอยด์แบบนี้ได้ดังรูปที่ 2.2

#### Direct Operated



รูปที่ 2.2 ส่วนประกอบภายในของโซลินอยด์วาล์ว 2/2 แบบเปิดปิดโดยตรง



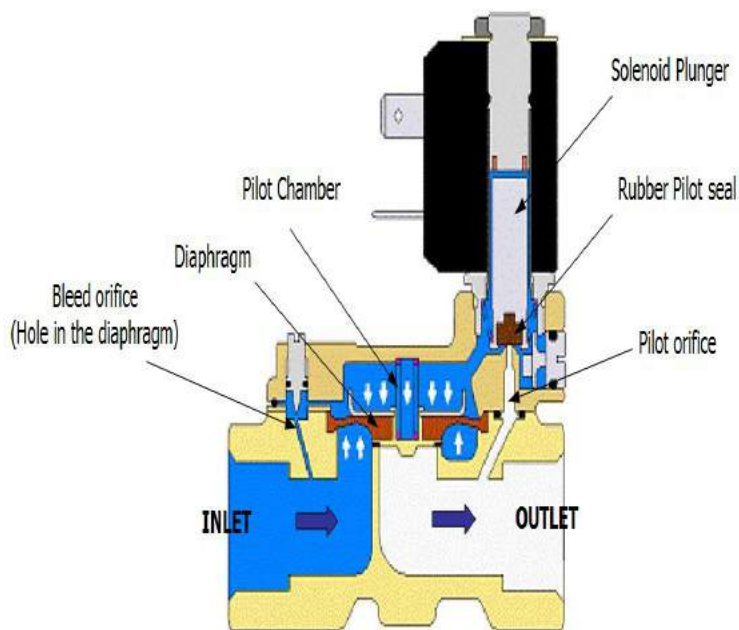
## (2) ระบบเปิดปิดทางอ้อม ( Indirect Acting หรือ Pilot Operated )

ระบบเปิดปิดทางอ้อม ( Pilot Control ) โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางแบบปกติปิด ( NC ) ที่มีระบบการทำงานแบบเปิดปิดทางอ้อมนั้น มีทางเข้าหนึ่งทาง และ ทางออกหนึ่งทาง รูทางผ่านหลัก ( Main Orifice ) ซึ่งอยู่ในตัววาล์วนั้นเปิดได้ด้วยวิธีการทำให้ความดันที่กระทำต่อพื้นผิวด้านบน และด้านล่างของแผ่น ไดอะแฟรม ( Diaphragm ) เกิดการเสียดสมดุลในขณะที่ยังไม่มีไฟฟ้าจ่ายไปยังคอยล์ของไหล จะมีความดันส่งไปทั้งในช่องบนซึ่งมีพื้นที่ผิวเต็มพื้นที่ของแผ่น ไดอะแฟรม และในขณะที่เดียวกันก็มีความดันส่งไปที่พื้นผิวด้านล่างแต่ส่งไปเฉพาะพื้นที่ผิวรอบๆ รูทางผ่านเท่านั้น ซึ่งเป็นพื้นที่ที่น้อยกว่าด้านบน เมื่อต้องการให้ วาล์วเปิด โดยการป้อนไฟฟ้าเข้าที่คอยล์ พุน ( Plunger ) ของ โซลินอยด์วาล์ว ตัวช่วยจะยกเปิดและ ระบายของไหลซึ่งอยู่ด้านบนของ ไดอะแฟรม ทั้งออกไปทางรู ( Orifice ) ย่อยของ โซลินอยด์วาล์วตัวช่วย ส่งผลให้เกิดการเสียดสมดุลของแผ่น ไดอะแฟรม เกิดการเคลื่อนที่เปิด รูทางผ่านหลักให้ของไหลไหลผ่านไป

ข้อควรระวังในการใช้วาล์ว ที่ทำงานด้วยระบบนี้ คือ ความดันของขาเข้าและขาออกจำเป็นต้องมีความแตกต่างกันในค่าหนึ่งตามที่กำหนดของผู้ผลิต ( Minimum Differential Pressure ) เพื่อให้วาล์วทำงานอย่างถูกต้อง จะเห็นได้ว่าวาล์วที่ ทำงานในระบบเปิดปิดทางอ้อมนี้ก็ต้องอาศัยตัวโซลินอยด์วาล์วที่ทำงานด้วยระบบ เปิดปิดโดยตรงมาเป็นตัวช่วยเพื่อให้ทำงาน ดังนั้นเราจึงต้องคำนึงถึงความดันสูงสุดและกำลังของคอยล์ที่ใช้เปิด มิฉะนั้นวาล์วอาจไม่ทำงานถึงแม้ว่า จะมีการจ่ายไฟฟ้าแล้วก็ตาม และเพื่อให้วาล์วระบบนี้ทำงาน ได้อย่างถูกต้องและหลีกเลี่ยงการ สึกหรืออย่างรวดเร็วของแผ่น ไดอะแฟรม ควรออกแบบ การใช้งาน โดยคำนึงถึงค่า Kv ( อัตราการไหลผ่านวาล์วที่ความดัน ต่างศักย์ 1 bar ) ของตอนที่วาล์วจะปิดว่ามีอัตราการไหลในขณะนั้น ไม่เกินค่า Kv ด้วยเหตุผลดังกล่าวหากความดันของขาเข้าในขณะที่ วาล์วเปิดอยู่สูงกว่า 1 bar ต้องไม่ปล่อยให้ของไหล ไหลออกทาง ขาออก โดยอิสระ ( Free Outlet ) จะต้องมีการจำกัดอัตราการไหล ของขาออกเพื่อรักษาให้ความต่างศักย์ของความดันขาเข้าและขาออก ไม่เกิน 1 bar มิฉะนั้นแผ่น ไดอะแฟรมจะเกิดการกระแทกกับ ปากรูทางผ่านหลักอย่างรุนแรงเมื่อปิดวาล์ว ทำให้แผ่น ไดอะแฟรม สึกหรือและเสียหายอย่างรวดเร็ว สรุปหลักการการทำงานของโซลินอยด์วาล์วแบบนี้คือ เมื่อจ่ายไฟให้คอยล์เพื่อให้เกิดการ Pilot ของของไหลที่อยู่ด้านบนของแผ่น ไดอะแฟรม ซึ่งจะทำให้เกิดความแตกต่างระหว่างความดันบนแผ่น ไดอะแฟรมกับความดันของของไหลที่ไหลเข้ามาจึงทำให้แผ่น ไดอะแฟรมยกขึ้นซึ่งจะทำให้เกิดการเปิด-ปิดของวาล์ว ซึ่งมีข้อดีคือ โครงสร้างแบบนี้จะใช้กับวาล์วที่มีขนาด 3/8" ขึ้นไป โดยขณะที่คอยล์ไม่จำเป็นต้องมีขนาดใหญ่ (เพราะคอยล์ทำหน้าที่เพียงแค่เปิดรู Pilot) จึงทำให้ราคาถูกและเป็นที่ยอมรับ แต่มีข้อจำกัดคือ เนื่องจาก

ต้องอาศัยความดันของของไหลในการช่วยเปิด-ปิด ดังนั้นจึงไม่สามารถนำไปใช้กับงานที่มีความต่างของความดันต่ำได้ สามารถแสดงส่วนประกอบต่าง ๆ ของโซลินอยด์แบบนี้ได้ดังรูปที่ 2.3

### Pilot Operated



รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบภายในของโซลินอยด์วาล์ว 2/2 แบบเปิดปิดทางอ้อม

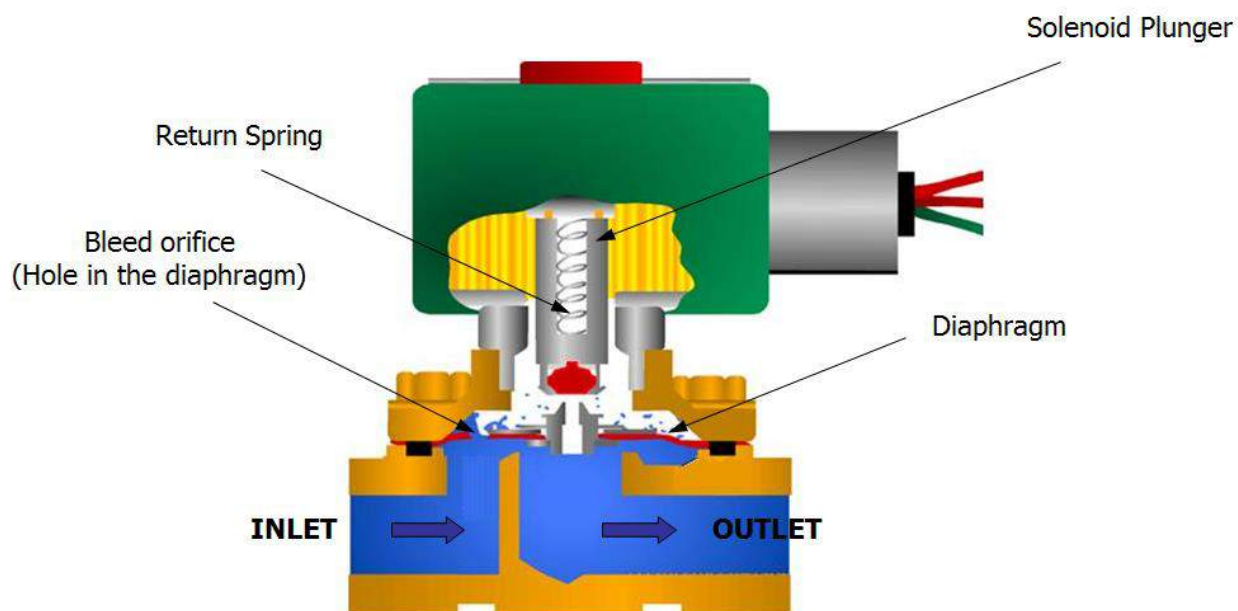
### (3) ระบบลูกผสม ( Combined Acting หรือ Combine Operated )

โซลินอยด์วาล์ว 2 ทางชนิดปกติปิด ( NC ) ที่มีระบบการทำงานแบบลูกผสมนั้น มีทางเข้าหนึ่งทางและทางออกหนึ่งทาง การเปิดรูผ่านหลัก ( Orifice ) ซึ่งอยู่ภายในตัววาล์วนั้นเป็นการ ผสมผสานทั้งการทำให้ความดันของพื้นที่ด้านบน และ ด้านล่าง ของแผ่น ไดอะแฟรมเสียดสมดุล บวกกับแรงที่ท่อน ( Plunger ) ของโซลินอยด์ตัวช่วยออกแรงยกแผ่น ไดอะแฟรมโดยตรงด้วย การทำงานหลักๆของแผ่น ไดอะแฟรมก็เหมือนกับระบบเปิดปิดทางอ้อมจะต่างกันตรงที่ว่าแม้จะมีความดันขาเข้าเพียงเล็กน้อย วาล์วก็สามารถเปิดได้ด้วยแรงยกของท่อน ( Plunger )

ข้อควรระวังในการใช้วาล์วชนิดนี้ คือ นอกจากข้อยกเว้นที่วาล์วชนิดนี้ไม่จำเป็นต้องมีความต่างศักย์ของความดันระหว่างขาเข้าและขาออกก็เปิดปิดได้แล้ว ข้อควรระวังอื่น ๆ ก็เหมือนกับวาล์ว

ระบบเปิดปิดทางอ้อมทุกประการ สรุปหลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์วแบบนี้คือ วาล์วเปิด-ปิดโดยอาศัยแรงจากทั้ง Coil และ Mechanic ภายใน ซึ่งมีข้อดีคือ ใช้กับวาล์วที่มีขนาด 3/8" ขึ้นไปและของไหลมีความต่างของความดันต่ำๆ ได้ ต่ออย่างไรก็ตามราคาจะสูงกว่าแบบ Pilot Operated เพราะขนาดของ Coil จะต้องใหญ่กว่า สามารถแสดงส่วนประกอบต่างๆ ของโซลินอยด์แบบนี้ได้ดังรูปที่ 2.4

## Combine Operated

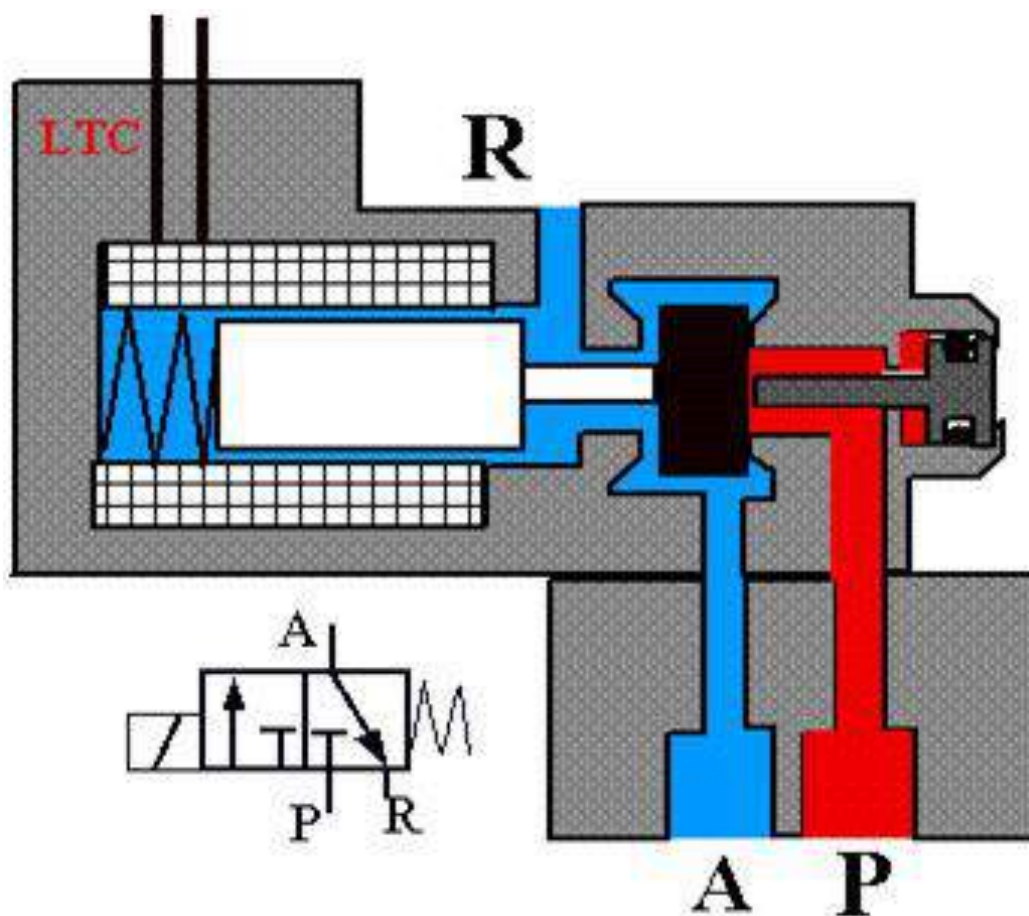


รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบภายในของโซลินอยด์วาล์ว 2/2 แบบลูกผสม

### 2.2.2 โซลินอยด์วาล์ว 3/2

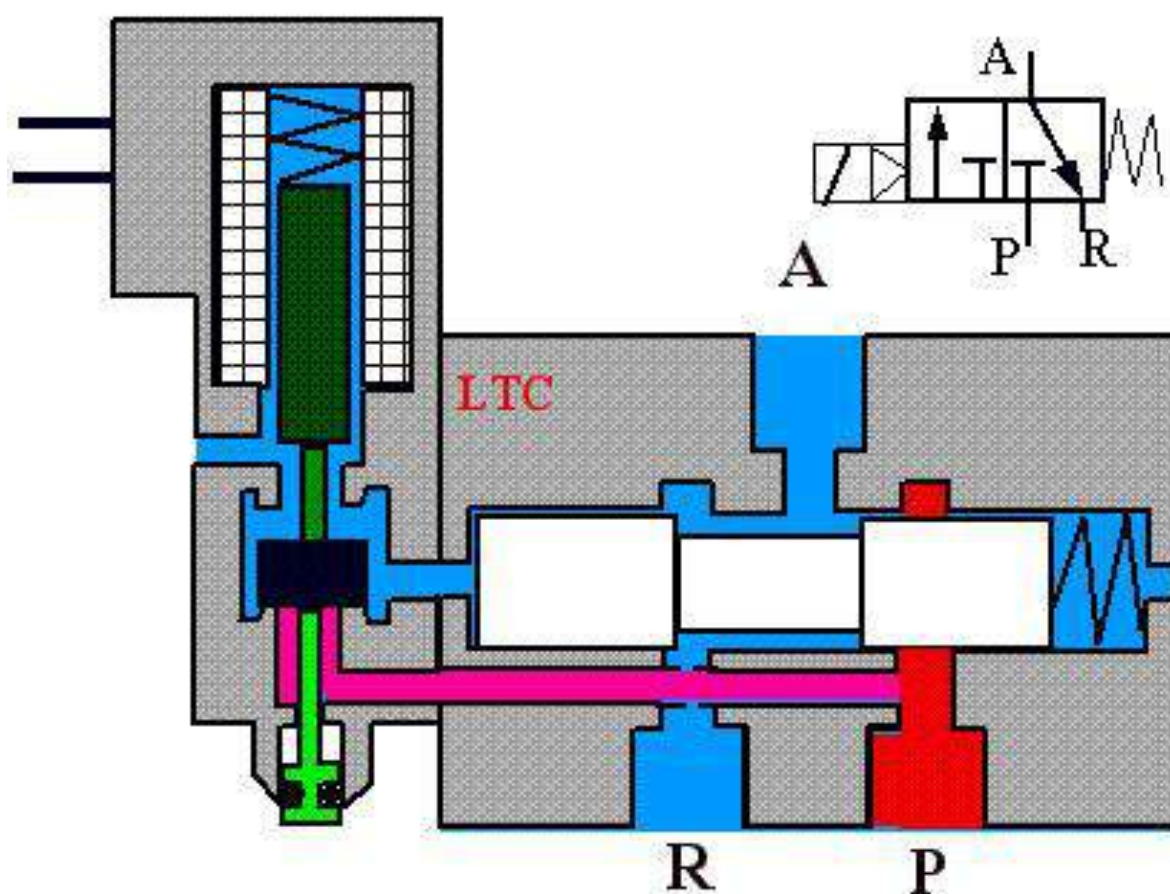
โซลินอยด์วาล์ว 3/2 เป็นวาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง มีทั้งแบบที่เลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์เลื่อนกลับโดยสปริง และแบบเลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์และลมช่วยเลื่อนกลับโดยสปริงโดยแต่ละแบบสามารถอธิบายการทำงานได้ดังนี้

(1) โซลินอยด์วาล์วแบบเลื่อนวาล์วโดยใช้โซลินอยด์เลื่อนกลับโดยสปริงการทำงานขณะยังไม่ป้อนไฟให้โซลินอยด์สปริงจะดันให้วาล์วปิดลมจากอู P ไม่สามารถผ่านไปรู A ได้เมื่อป้อนไฟให้โซลินอยด์แกนจะถูกดึงให้เลื่อนไปทางซ้ายมือด้วยแรงของแม่เหล็กไฟฟ้า วาล์วจะเปิดให้ลมผ่านจากอู P ไปรู A เมื่อตัดไฟออกจากโซลินอยด์ แรงแม่เหล็กของโซลินอยด์หมดไป สปริงจะดันแกนให้เลื่อนไปทางขวามือดันวาล์วให้ปิดรู P ไว้ ลมจากอู A จะระบายออกที่รู R สามารถแสดงหลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์วแบบนี้ได้ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 การทำงานของวาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่งเลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์วาล์วเลื่อนกลับโดยสปริง

(2) โซลินอยด์วาล์วแบบเลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์และลมดันช่วยเลื่อนกลับโดยสปริงการทำงานขณะยังไม่ป้อนไฟให้กับโซลินอยด์สปริงจะดันให้วาล์วไหลตปิด สปริงจะดันให้ลูกสูบเลื่อนไปทางซ้ายเมื่อลมจากรู P ไม่สามารถผ่านไปยังรู A ได้ รู A จะต่อกับรู R เมื่อป้อนไฟให้โซลินอยด์ แกนจะถูกดึงให้เปิดวาล์วไหลต วาล์วไหลตจะเปิดให้ลมไปดันลูกสูบให้เลื่อนไปด้านขวามือ เปิดให้ลมผ่านจากรู P ไปยังรู A เมื่อตัดไฟออกจากโซลินอยด์ แรงแม่เหล็กของโซลินอยด์หมดไป สปริงจะดันให้ แกนเลื่อนลงดันให้วาล์วไหลตปิด สปริงจะดันให้ลูกสูบกลับตำแหน่งปกติ สามารถแสดงหลักการการทำงานของโซลินอยด์วาล์วแบบนี้ได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 การทำงานของวาล์วควบคุม 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่งเลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์และลมดันช่วยวาล์วเลื่อนกลับโดยสปริง

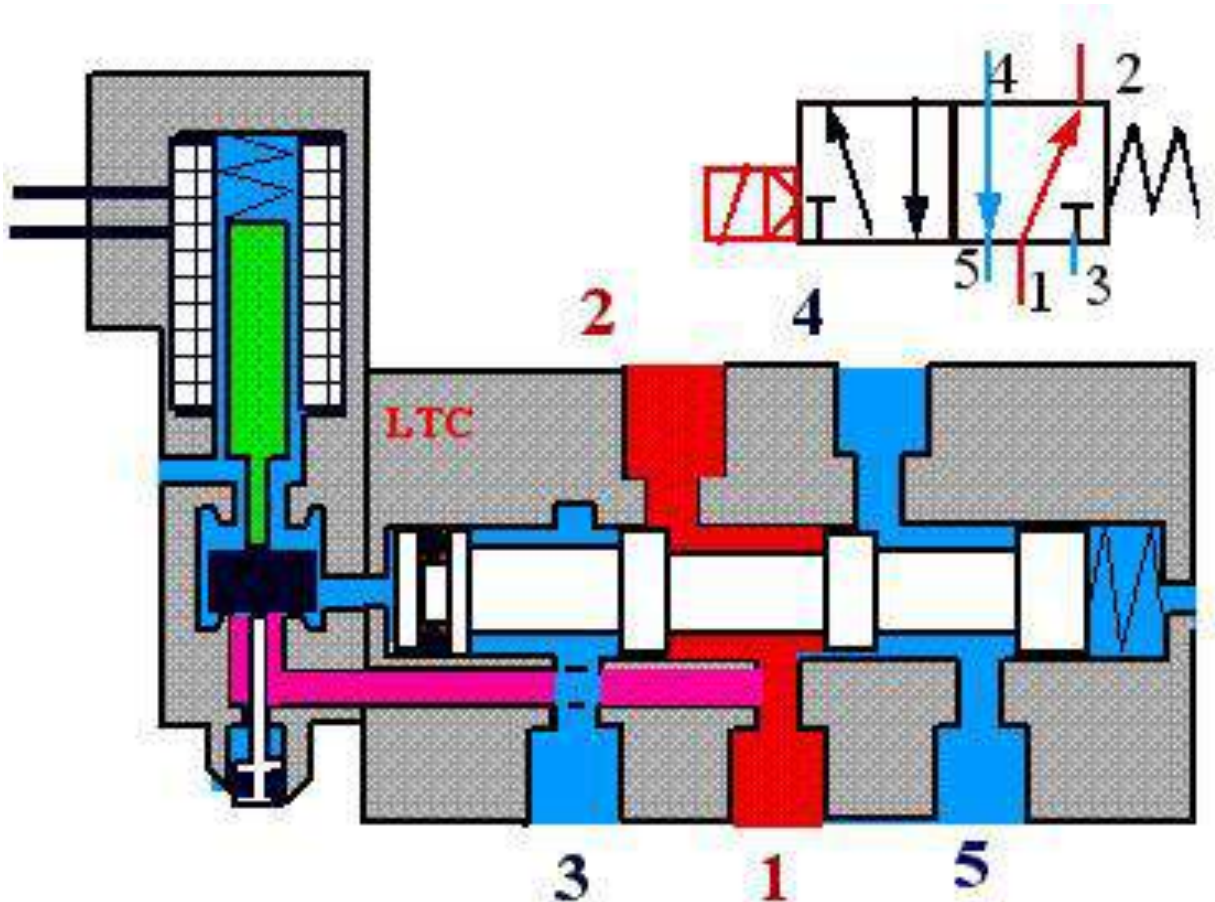


### 2.2.3 โซลินอยด์วาล์ว 5/2

โซลินอยด์วาล์ว 5/2 เป็นวาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง มีทั้งแบบที่เลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์และลมดันช่วย วาล์วเลื่อนกลับโดยสปริง และแบบเลื่อนวาล์วไปกลับโดยใช้โซลินอยด์ 2 ข้าง โดยแต่ละแบบมีหลักการทำงานดังนี้

(1) โซลินอยด์วาล์วแบบเลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์และลมดันช่วยเลื่อนวาล์วกลับโดยสปริง

การทำงานขณะยังไม่ป้อนไฟให้กับโซลินอยด์ลมจากรู 1 ต่อไปยังรู 2 ลมจากรู 4 ต่อไปยังรู 5 ส่วนรู 3 อุดตัน เมื่อป้อนไฟฟ้าให้กับโซลินอยด์ วาล์วไหลจะเปิดให้ลมไปดันลูกสูบให้เลื่อนไปทางขวามีลมจากรู 1 จะต่อไปยังรู 4 ส่วนลมจากรู 2 จะไหลไปยังรู 3 ส่วนรู 5 อุดตัน เมื่อตัดไฟฟ้าออกจากโซลินอยด์ สปริงจะดันลูกสูบกลับตำแหน่งเดิมที่ยังไม่ป้อนไฟให้โซลินอยด์ สามารถแสดงหลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์วแบบนี้ได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 การทำงานของวาล์วควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง เลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์และลมดันช่วย วาล์วเลื่อนกลับโดยสปริง

(2) โซลินอยด์วาล์วแบบเลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์ 2 ข้าง

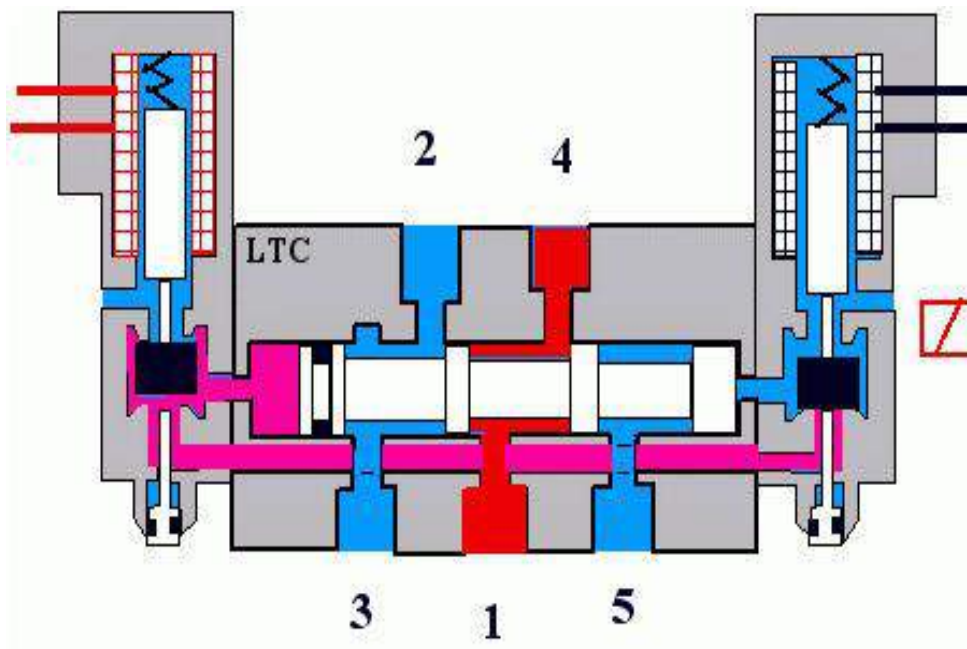
โซลินอยด์วาล์วแบบ 5/2 เลื่อนวาล์วโดยใช้โซลินอยด์วาล์วทั้ง 2 ข้าง สามารถแสดงหลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์วแบบนี้ได้ดังรูปที่ 2.8 โดยรูปหรือทิศทางทั้ง 5 รูปมีหน้าที่ต่างกัน ดังนี้

- รูป 1 สำหรับจ่ายลมเข้า ( Air Source Inlet Hole )
- รูป 2 และ 4 เป็นทางออกต่อไปยังอุปกรณ์ที่ใช้ลม เช่น กระบอกลม
- รูป 3 และ 5 เป็นรูระบายลมทิ้ง ( Exhaust Hole )

เมื่อจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์ด้านซ้าย วาล์วเลื่อนไปด้านซ้าย ทำให้รูป 1 ต่อกับรูป 2 จ่ายลมออก รูป 4 ทำหน้าที่เป็นรูระบายลมทิ้ง ( Exhaust Hole ) ออกผ่านทางรูป 5 เมื่อหยุดจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์ด้านซ้าย ในขณะที่โซลินอยด์ด้านขวาก็ยังไม่จ่ายไฟ ตำแหน่งของวาล์วจะยังคงอยู่ที่เดิม ( Keep The Current Position )

เมื่อจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์ด้านขวา วาล์วเลื่อนไปทางด้านขวา ทำให้รูป 1 ต่อกับรูป 4 จ่ายลมออก รูป 4 ในขณะที่รูป 2 ทำหน้าที่ระบายลมทิ้งผ่านทางรูป 3 ถ้าหยุดจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์ด้านขวาและโซลินอยด์ด้านซ้ายก็ไม่จ่ายไฟ จะทำให้ตำแหน่งของวาล์วยังคงอยู่ตำแหน่งเดิม หรืออาจพูดได้ว่าวาล์วแบบนี้สามารถจำตำแหน่งสุดท้ายของมันได้ด้วย

ถ้าเราจ่ายไฟให้กับโซลินอยด์ทั้ง 2 ข้าง พร้อมกันวาล์วจะไม่ทำงาน หรือวาล์วก็จะอยู่ตำแหน่งเดิม



รูปที่ 2.8 โซลินอยด์วาล์วแบบควบคุม 5 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง เลื่อนวาล์วโดยโซลินอยด์ทั้ง 2 ข้าง

## 2.3 กระบอกลม ( Pneumatic Air Cylinder )

กระบอกลม ( Pneumatic Air Cylinder ) คือ กระบอกลม หรือเรียกอีกชื่อว่า Actuator อุปกรณ์ลมที่ใช้ลมทำให้ก้านกระบอกลม เคลื่อนที่ไปในแนวเส้นตรง หรือหมุน 90, 180, 270 หรือ 360 องศา อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานในรูปแบบความดันลมให้เป็นพลังงานกลในรูปแบบของการเคลื่อนที่ โดยมีหลายประเภทตามการใช้งาน ดังนี้

### (1) กระบอกลมมาตรฐาน ( Standard Cylinder )



รูปที่ 2.9 กระบอกลมมาตรฐาน

กระบอกลมขนาดมาตรฐาน มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.9 ส่วนใหญ่แล้วจะมีขนาดที่เป็นมาตรฐานสากล กล่าวคือ โดยทั่วไปตัวกระบอกลมจะผลิตด้วยวัสดุที่เป็นอะลูมิเนียมเหลือง ที่ถูกัดลงบนแม่พิมพ์กระบอกลมอีกทีหนึ่ง มีหลายแบบตั้งแต่กระบอกลมแบบติควาล์วควบคุมทิศทาง, กระบอกลมแบบสี่เสา ( Tie Rod Type Cylinders ), กระบอกลมแบบโปรไฟล์ ( Profile Type Cylinders ) และ กระบอกลม ที่เป็นแบบล็อกก้านสูบได้ ( Lock Cylinder )



## (2) กระบอกลมขนาดเล็ก ( Mini Cylinder )



รูปที่ 2.10 กระบอกลมขนาดเล็ก

กระบอกลมขนาดเล็ก มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.10 ผลิตออกมาสำหรับงานเฉพาะทาง หรือ งานที่ไม่เน้นแรงดันอากาศสูงมากนัก โดยกระบอกลมขนาดเล็กนี้จะรู้จักกันในอีกชื่อหนึ่งคือ กระบอกลมแบบมินิ ( Mini Cylinders ) หรือกระบอกลมขนาดปากกา ( Pen Sign Cylinders ) เนื่องจากว่าขนาดของกระบอกลมมีขนาดเล็กมาก การใช้งานง่าย เพราะมีขนาดเล็ก ติดตั้งสะดวก ไม่กินพื้นที่ ราคาข่อมเยา ดูแลรักษาง่าย

### (3) กระบอกลมแบบคอมแพ็ค ( Compact Cylinder )



รูปที่ 2.11 กระบอกลมแบบคอมแพ็ค

กระบอกลมแบบคอมแพ็ค มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.11 เป็นกระบอกลมที่ได้รับความนิยมเนื่องจากว่ามีความโดดเด่นในเรื่องประสิทธิภาพการใช้งานที่เป็นเฉพาะตัวและมีหลายแบบให้เลือก เช่น กระบอกลมคอมแพ็คแบบสี่เหลี่ยม, กระบอกลมคอมแพ็คแบบทรงแผ่น และกระบอกลมคอมแพ็คแบบเพิ่มก้านนำทางติดมาด้วย

#### (4) กระบอกลมแบบไม่มีก้านสูบ ( Rodless Cylinders )



รูปที่ 2.12 กระบอกลมแบบไม่มีก้านสูบ

กระบอกลมประเภทไม่มีก้านสูบ มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.12 เนื่องจากว่ามันไม่มีก้านสูบเหมือนกับกระบอกลมทั่วไปที่เราเคยใช้งานหรือเคยเห็นกัน กระบอกลมแบบไม่มีก้านสูบนี้จะมีให้ได้เลือกใช้งานกันอยู่ 2 ประเภทหลักๆ นั่นก็คือ แบบแมคคานิคอลจ็อย และแบบใช้แรงดูดของแม่เหล็ก การทำงานโดยทั่วไปคือ กระบอกลมจะเคลื่อนที่บนแกนเพลลาที่ยึดหัว-ท้าย ตัวกระบอกลมเคลื่อนที่ได้เพราะภายในรูเพลลา มีแม่เหล็กเคลื่อนที่ไป-มาอยู่ตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อแม่เหล็กเคลื่อนที่ไปก็จะพาเอากระบอกลมเคลื่อนที่ไปด้วย ในขณะที่ผิวด้านในกระบอกลมที่มีชุดแม่เหล็กอีกชุดหนึ่งจะเกาะติดกับแม่เหล็กที่อยู่ภายในด้วย ลูกสูบชนิดนี้เหมาะกับการช่าง ชักยาว และตัวนำกระบอกลมแบบสองทางมาใช้จะเกิดปัญหาด้านสูบเล็กเกินไป อาจจะทำให้การโก่งงอขึ้นได้

(5) กระบอกลมแบบเลื่อนสไลด์ ( Slide Table Cylinder )



รูปที่ 2.13 กระบอกลมแบบสไลด์

กระบอกลมแบบสไลด์หรือเลื่อน มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.13 ก็เป็นอีกรุ่นหนึ่งที่หลายๆอุตสาหกรรมนำไปใช้เหมือนกัน เนื่องจากคุณสมบัติที่ติดมากับตัวที่กระบอกลมประเภทอื่นๆ ทำไม่ได้ก็คือ แบบเลื่อนได้นั่นเอง ( Slide Table Air Cylinder ) โดยกระบอกลมประเภทนี้จะมีให้เลือกใช้งานอยู่ 3 ประเภทหลักๆ คือ แบบแผ่นเลื่อนความแม่นยำสูง, แบบเลื่อนยาว และแบบเลื่อนชนิดคอมแพ็ค ซึ่งเราสามารถปรับแต่งช่วงชัก หรือตำแหน่งการติดตั้งได้อย่างอิสระ ขึ้นอยู่กับว่าโหลดงานของเรานั้นเหมาะสมกับการติดตั้งหรือใช้งานประเภทไหน

## 2.4 อุปกรณ์ควบคุมคุณภาพลมอัด ( Treatment Component )

ชุดอุปกรณ์ควบคุมคุณภาพลมอัด หรือ ชุดบริการลมอัด หรือ FRL Unit มีหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพลม ทำให้อากาศอัดปราศจากฝุ่นละอองคราบน้ำมันและน้ำก่อนที่จะไปใช้ในระบบนิวแมติก ประกอบด้วย 3 ส่วนได้แก่

(1) ตัวกรองลมอัด (Air Filter : F) ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรก เช่น ฝุ่น น้ำ ฝู่นผง หรือสารต่างๆ ที่ต้องลอยในบริเวณเครื่องอัดอากาศ ดังแสดงในรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ตัวกรองลมอัด

(2) ชุดควบคุมความดัน ( Air Regulator : R) ดังแสดงในรูปที่ 2.15 ทำหน้าที่ปรับหรือควบคุมความดันจ่ายที่ออกมาให้มีค่าคงที่ มีรูปแบบการควบคุมการไหลหลากหลายให้เลือกไม่ว่าจะเป็นการควบคุมการไหลจากซ้ายไปขวา หรือจากขวาไปซ้าย ใช้กับความดันสูงๆ ได้อย่างดี สามารถใช้กับอัตราการไหลสูงถึง 22000 l/min



รูปที่ 2.15 ชุดควบคุมความดัน

และ (3) ตัวผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น ( Air Lubricator : L ) ดังแสดงในรูปที่ 2.16 ทำหน้าที่ในการเติมน้ำมันหล่อลื่นให้กับลมอัด เพื่อหล่อลื่น ลดแรงเสียดทาน และป้องกันอุปกรณ์ที่เคลื่อนที่สัมผัสกันโดยตรง



รูปที่ 2.16 ตัวผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น

ส่วนประกอบทั้ง 3 ของชุดควบคุมคุณภาพลมอัดเมื่อเข้าด้วยกัน เพื่อใช้งาน สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ชุดอุปกรณ์ควบคุมคุณภาพลมอัด

## 2.5 อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งการทำงานของกระบอกลม ( Sensor )

อุปกรณ์ตรวจจับตำแหน่งของกระบอกลมที่ใช้กันนั้นคือ Proximity sensor ดังแสดงในรูปที่ 2.18 เป็นเซ็นเซอร์ที่ถูกสร้างมาเพื่อใช้ตรวจจับวัตถุ โดยไม่ต้องสัมผัส วิธีการเลือกใช้นั้นให้พิจารณาจากหลายๆ ส่วน เช่น สัญญาณเอาต์พุตที่ใช้เป็นแบบ NPN หรือ PNP ต้องใช้สายแบบใด ความยาวเท่าไร ขนาดของหัว

เซ็นเซอร์สวิตช์ถูกติดตั้งนอกกระบอกลมโดยอยู่แนวกระบอกลมและปรับเลื่อนตำแหน่งขึ้นลงตามความยาวของกระบอกลม ตามการใช้งาน เมื่อทดลองจนได้ตำแหน่งการใช้งานแล้วก็จะขันสกรูล็อคไม่ให้เซ็นเซอร์สวิตช์เคลื่อนขึ้นลงขณะทำงาน ตัวเซ็นเซอร์สวิตช์จะทำงานเมื่อมีแม่เหล็กที่ส่วนมากเป็นรูปวงแหวนอยู่ในร่องตรงกลางของลูกสูบ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่มาถึงตำแหน่งที่เซ็นเซอร์ติดกับกระบอกลม เซ็นเซอร์สวิตช์จะตรวจพบแม่เหล็กที่อยู่รอบลูกสูบ ทำให้เซ็นเซอร์สวิตช์ก็จะทำงานโดยเอาต์พุตของเซ็นเซอร์สวิตช์นี้มีทั้งแบบ NO และ NC

เซ็นเซอร์สวิตช์จะมีหน้าที่เหมือนสวิตช์ไฟฟ้าตัวหนึ่งซึ่งนำไปต่อในวงจรไฟฟ้าเพื่อควบคุมวาล์วควบคุมทิศทาง เพื่อ ไปควบคุมระยะหรือตำแหน่งที่จะให้ก้านสูบหยุดเคลื่อนที่หรือเคลื่อนที่ไปแล้วแต่ผู้ออกแบบ



รูปที่ 2.18 เซ็นเซอร์สวิตช์

## 2.6 อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน

อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดัน ( Pressure Sensor ) หรือบางที่เรียกกันว่า Pressure Transmitter , Pressure Switch , Pressure Transducer เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันหรือเครื่องวัดแรงดัน มีหน้าที่ในการตรวจวัดแรงดันของของเหลวหรือก๊าซ ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อควบคุม แสดงผลค่าของแรงดันที่ต้องการจะวัด โดยหน่วยในการแสดงผลของค่าแรงดันที่วัดได้นั้น มี Bar , mbar , kpa , psi , mmHg เป็นต้น ซึ่งหลักการทำงานจะแปลงปริมาณความดันทางกายภาพให้ออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานทางไฟฟ้า ( สัญญาณ Output ) ซึ่งสัญญาณ Output ที่ออกมานั้นจะมีหลายแบบ เช่น Analog 4-20 mA , 0-10 VDC , NPN , PNP

อุปกรณ์วัดความดันลมในระบบ ( Pressure Sensor ) เป็นอุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันลม มีหน้าที่ในการควบคุม แสดงผลค่าแรงดันลมตามที่ต้องการได้ หน่วยในการแสดงผลมีให้เลือกหลายแบบ เช่น Bar , mbar , kpa , psi , mmHg มีสัญญาณ Output ให้เลือกหลายแบบ เช่น Analog 4-20 mA , 0-10 VDC , NPN , PNP เป็นต้น เราสามารถแบ่งประเภทของเครื่องวัดแรงดันออกเป็น 2 ประเภท ได้แก่

(1) ประเภทที่มีหน้าจอบ่งชี้ผล ซึ่งประเภทนี้จะมีด้วยกัน 2 แบบ คือแบบอนาล็อก ( แบบเข็ม ) กับแบบดิจิทัล ดังแสดงในรูปที่ 2.19



pressure gauge แสดงผลแบบเข็ม



Pressure Sensor แสดงผลแบบดิจิทัล

รูปที่ 2.19 อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันประเภทมีหน้าจอบ่งชี้ผล



(2) ประเภทที่เป็นตัวเซ็นเซอร์อย่างเดียว ได้แก่ Pressure Switch กับ Pressure Transmitter ดังแสดงในรูปที่ 2.20 อุปกรณ์นี้สามารถนำไปใช้งานในอุตสาหกรรมต่างๆ ได้มากมาย ได้แก่

- ใช้วัดแรงดันน้ำจะนิยมใช้กับตัวปั้มน้ำ
- ใช้วัดแรงดันลมกับเครื่องมือที่เป็นสว่านลม, นิวเมตริกหรือกระบอกลม
- ใช้วัดแรงดันไอน้ำในหม้อน้ำ ( Boiler )
- ใช้วัดแรงดันน้ำมันในกระบอกลไฮดรอลิก



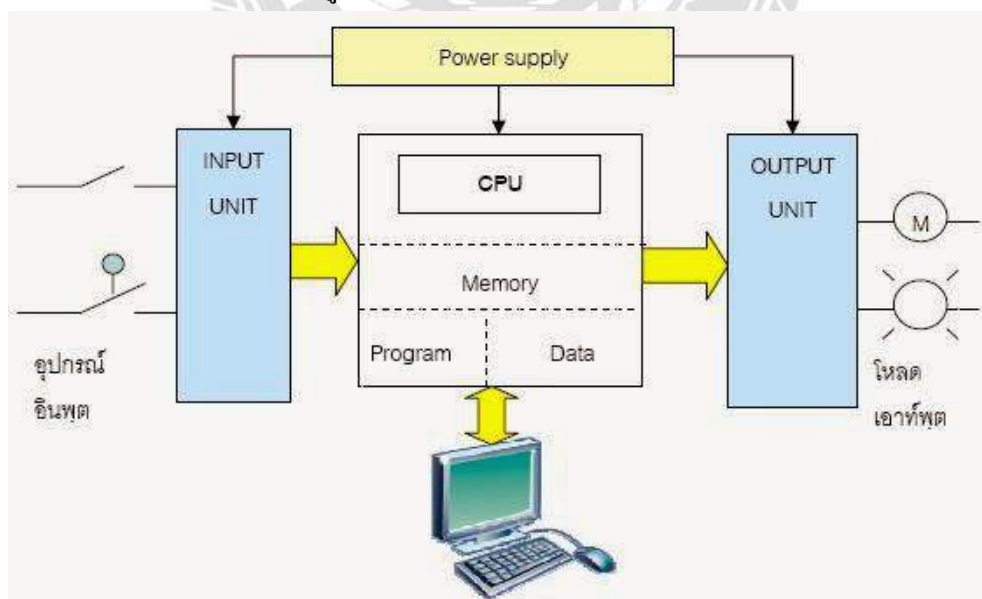
รูปที่ 2.20 อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันประเภทที่เป็นตัวเซ็นเซอร์อย่างเดียว

## 2.7 โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์ ( Programmable Logic Controller, PLC )

โปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรลเลอร์หรือพีแอลซี เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานแบบลอจิก ซึ่งการทำงานของพีแอลซีจะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ โดยแนวคิดเริ่มต้นของการออกแบบพีแอลซีก็เพื่อใช้งานสำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรม แทนการควบคุมเครื่องจักรแบบเดิมที่ใช้ระบบรีเลย์ ซึ่งระบบรีเลย์เดิมนั้นจะต้องมีการเดินสายไฟเพื่อควบคุมการทำงานของระบบเป็นจำนวนมาก มีความยุ่งยากและซับซ้อน เมื่อต้องการปรับเปลี่ยนระบบการผลิต หรือปรับเปลี่ยนลำดับการทำงานใหม่ จะต้องเดินสายไฟควบคุมใหม่ ทำให้เสียเวลาและมีค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพีแอลซีแล้วจะลดการเดินสายไฟเป็นจำนวนมากและถ้าต้องการปรับเปลี่ยนระบบหรือลำดับการทำงานใหม่ก็สามารถทำได้โดยง่ายด้วยการเปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้นเอง ซึ่งง่ายและสะดวกกว่าระบบรีเลย์เดิม

### 2.7.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี

ส่วนประกอบต่าง ๆ ของพีแอลซีสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.21 ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง (CPU) , หน่วยความจำ (Memory) , หน่วยรับข้อมูล ( Input Unit ) , หน่วยส่งข้อมูลออก ( Output Unit ) , หน่วยป้อนโปรแกรม และแหล่งจ่ายไฟ ( Power Supply ) สำหรับกรณีของพีแอลซีขนาดเล็ก ส่วนประกอบต่าง ๆ ของพีแอลซีทั้งหมดจะถูกประกอบรวมเข้าด้วยกันเป็นชุดเดียวเรียกว่าพีแอลซีชนิดบล็อกล ส่วนในกรณีของพีแอลซีขนาดใหญ่จะแยกแต่ละส่วนประกอบออกมาเป็นส่วนย่อยๆ เรียกพีแอลซีแบบหลังนี้ว่าพีแอลซีชนิดโมดูล



รูปที่ 2.21 ส่วนประกอบของพีแอลซี

## 2.7.2 ภาคอินพุตของพีแอลซี

ภาคอินพุตของพีแอลซีทำหน้าที่รับข้อมูลเข้ามาและส่งข้อมูลต่อไปยังซีพียูเพื่อทำการประมวลผลตามเงื่อนไขการทำงานของโปรแกรมที่เขียนไว้ ซึ่งสัญญาณอินพุตต่าง ๆ ที่รับเข้ามาจะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่ถูกต้องและเหมาะสมกับพีแอลซีรุ่นนั้น ๆ โดยสัญญาณที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติ ดังนี้

- สัญญาณอินพุตที่รับเข้ามาต้องมีระดับแรงดันที่เหมาะสมกับพีแอลซีรุ่นนั้น
- การส่งสัญญาณระหว่างอุปกรณ์อินพุตกับซีพียูส่งผ่านทางแสง โดยใช้ไฟโตรีฟานซิสเตอร์ เพื่อแยกการเชื่อมต่อกันทางไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์อินพุตกับซีพียู เป็นการป้องกันไม่ให้ซีพียูเสียหายเมื่ออินพุตเกิดการลัดวงจร

- หน้าสัมผัสของอุปกรณ์อินพุตต้องไม่สั้นสะเทือน

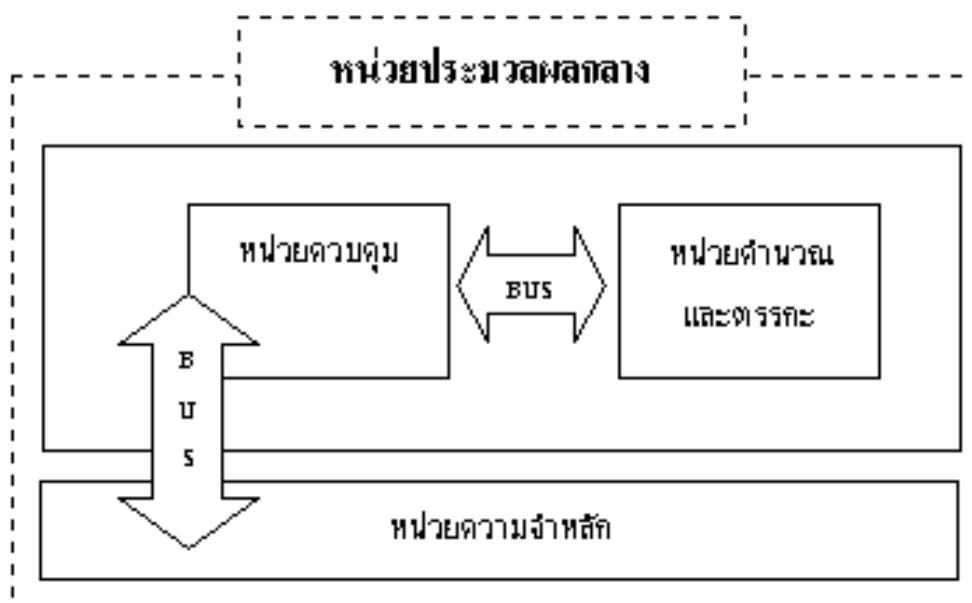
อุปกรณ์อินพุตที่ส่งสัญญาณเข้ามายังพีแอลซีในลักษณะเปิด-ปิด หรือ 0 กับ 1 จะสามารถใช้ได้กับพีแอลซีที่รับสัญญาณเป็นแบบดิจิทัลเท่านั้น ส่วนสัญญาณอินพุตที่เป็นแบบอนาล็อก จะต้องต่อเข้ากับภาคอินพุตของพีแอลซีที่สามารถรับสัญญาณอนาล็อกได้เท่านั้น ตัวอย่างของอุปกรณ์ที่ใช้เป็นอินพุตให้กับพีแอลซีสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.22



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นอินพุตของพีแอลซี

### 2.7.3 หน่วยประมวลผลกลาง ( CPU )

หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียูทำหน้าที่ประมวลผล คำวนและควบคุมการทำงานตามคำสั่งของโปรแกรมที่ได้เขียนไว้ ซึ่งเปรียบเหมือนสมองของระบบ โดยภายในซีพียูจะประกอบไปด้วยลอจิกเกทต่าง ๆ และไมโครโปรเซสเซอร์ ดังแสดงในรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 ส่วนประกอบของซีพียู

### 2.7.4 หน่วยความจำของพีแอลซี

หน่วยความจำของพีแอลซีทำหน้าที่ในการเก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยหน่วยความจำสามารถแบ่งตามคุณสมบัติในการเก็บรักษาข้อมูลได้เป็น 3 ประเภทดังนี้

- **แรม ( RAM: Random Access Memory )** หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อให้สามารถรักษาข้อมูลไว้ได้เมื่อไฟดับ การอ่านและเขียนโปรแกรมลงในแรมทำได้ง่ายกว่าหน่วยความจำประเภทอื่น จึงเหมาะกับการใช้งานในระยะทดลองเครื่องที่มีการแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

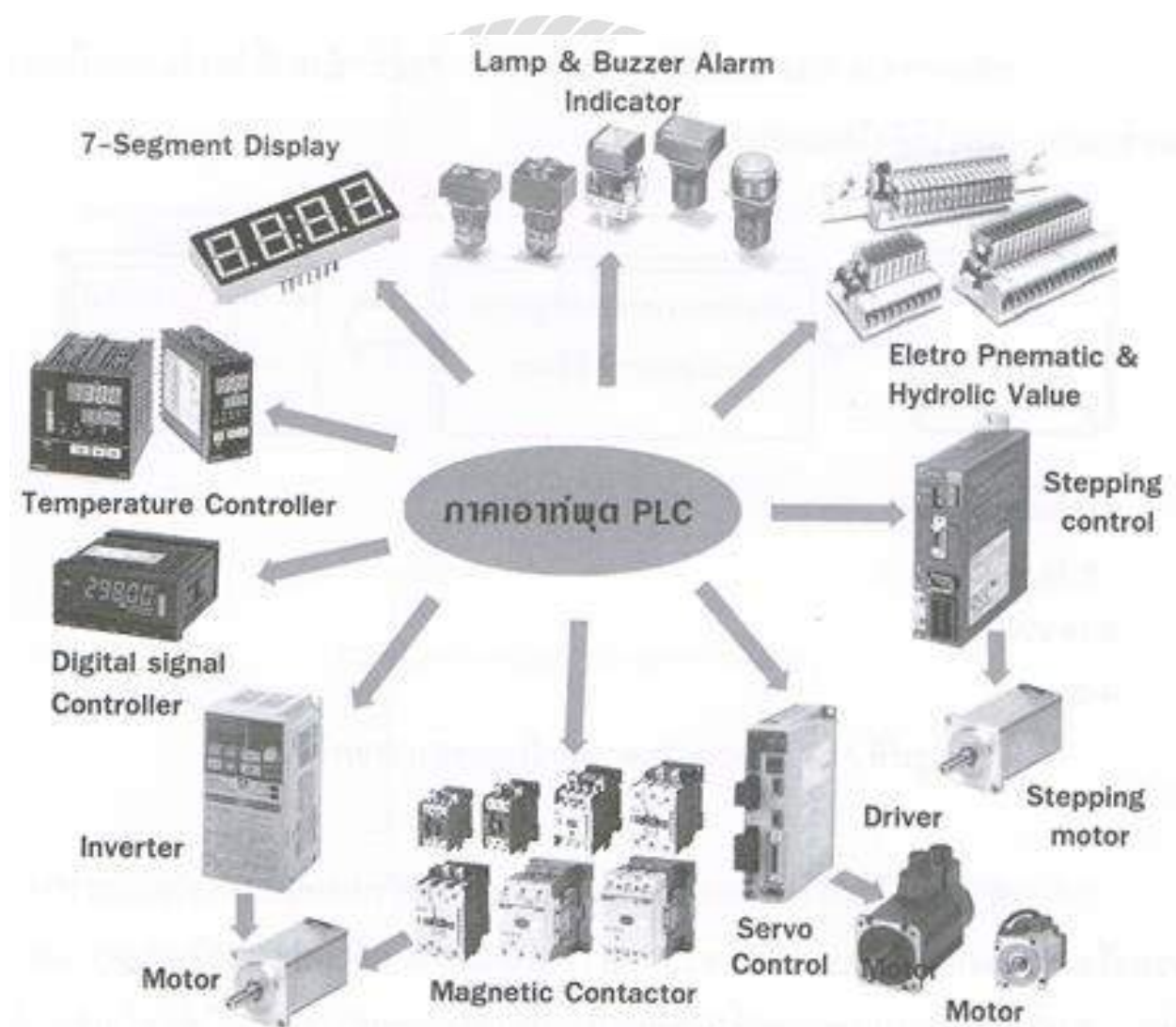
- **อีพรอม ( EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory )** หน่วยความจำประเภทอีพรอมนี้จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการอัปเดตโปรแกรมเข้าไป การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเล็ต มีข้อดีคือเมื่อไฟดับแล้วข้อมูลไม่หาย

- **อีอีพรอม ( EEPROM: Electrical Erasable Programmable Read Only Memory )** หน่วยความจำประเภทอีอีพรอมนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธี

ทางไฟฟ้าเหมือนแรม และไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟ เป็นการรวมเอาข้อดีของแรมและอีพรอมไว้ด้วยกันนั่นเอง

### 2.7.5 ภาคเอาต์พุต

ภาคเอาต์พุตของพีแอลซีทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งข้อมูลออกไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเพื่อให้อุปกรณ์ด้านเอาต์พุตทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้ โดยภาคเอาต์พุตของพีแอลซีจะทำหน้าที่รับค่าสถานะที่ได้จากการประมวลผลของซีพียู แล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ นอกจากนี้ภาคเอาต์พุตของพีแอลซียังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง (ซีพียู) ออกจากอุปกรณ์ภายนอกด้วย ตัวอย่างของอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นเอาต์พุตของพีแอลซีสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.24

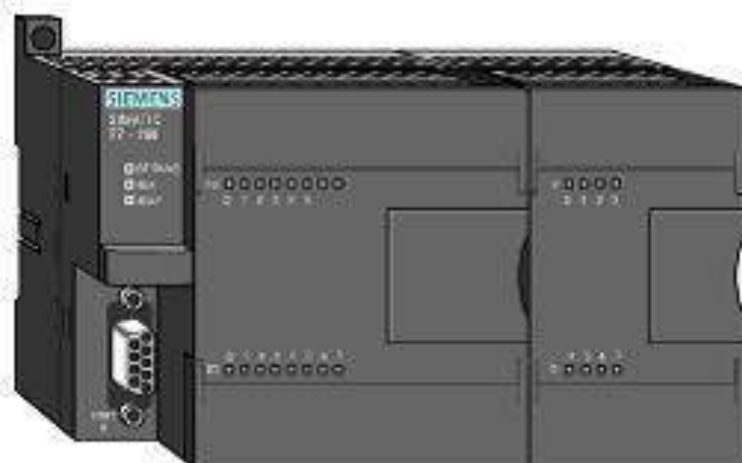


รูปที่ 2.24 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็นเอาต์พุตของพีแอลซี

### 2.7.6 ประเภทของพีแอลซี

พีแอลซีที่ใช้งานทั่วไปในภาคอุตสาหกรรม สามารถแบ่งประเภทตามโครงสร้างได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

- พีแอลซีแบบบล็อก ( Block Type PLC ) หรือพีแอลซีแบบคอมแพ็ค ( Compact PLC ) เป็นพีแอลซีที่รวมส่วนประกอบทั้งหมดของพีแอลซีไว้ในบล็อกหรือชุดเดียวกัน ในกรณีนี้จะเป็นพีแอลซีขนาดเล็ก ดังแสดงในรูปที่ 2.25



รูปที่ 2.25 พีแอลซีแบบบล็อกหรือแบบ Compact

- พีแอลซีชนิดโมดูล ( Modular Type PLC ) หรือพีแอลซีแบบแร็ค ( Rack Type PLC ) เป็นพีแอลซีที่ส่วนประกอบแต่ละส่วนสามารถแยกออกจากกันเป็นโมดูล โดยส่วนของหน่วยประมวลผลกลางและหน่วยความจำจะรวมอยู่กับซีพียูโมดูล ในขณะที่ส่วนประกอบอื่น ๆ ก็จะถูกแยกส่วนออกไป ในกรณีนี้จะเป็นพีแอลซีขนาดใหญ่ ดังแสดงในรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 พีแอลซีแบบโมดูลหรือแบบแร็ค

## 2.8 จอสัมผัสหรือทัชสกรีน ( Touchscreen )

ทัชสกรีนเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแสดงผลและสั่งงาน ได้มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 2.27 โดยเราสามารถโปรแกรมให้ทัชสกรีนแสดงผลเป็นภาพกราฟิก ข้อความ และตัวเลขได้ ผู้ใช้งานสามารถใช้นิ้วมือสัมผัสบนจอภาพเพื่อเลือกรายการต่างๆ ทั้งที่อยู่ในลักษณะของรูปภาพหรือข้อความก็ได้เพื่อสั่งงานผ่านทางทัชสกรีนนี้ ในกรณีที่ใช้งานจอทัชสกรีนนี้เชื่อมต่อกับพีแอลซีเพื่อสั่งงานและแสดงผลการทำงานของระบบ ทัชสกรีนนี้จะทำการส่งและรับข้อมูลของรีจิสเตอร์ต่างๆ ในพีแอลซี ไม่ว่าจะเป็นอินพุตหรือเอาต์พุตมาแสดงเป็นแบบรูปภาพกราฟิก ข้อความ ค่าที่เป็นตัวเลข หรืออื่น ๆ บนหน้าจอทัชสกรีน โดยรีจิสเตอร์เหล่านี้จะสัมพันธ์กับ โปรแกรมของพีแอลซีที่เราได้โปรแกรมเอาไว้ เช่น เมื่อเราออกแบบสวิตช์ไว้บนจอทัชสกรีนและกำหนดค่ารีจิสเตอร์ เมื่อกดปุ่มดังกล่าวในจอทัชสกรีนจะส่งผลให้รีจิสเตอร์ในพีแอลซีทำงานด้วย เป็นต้น



ด้านหน้า





ด้านหลัง  
รูปที่ 2.27 ทัชสกรีน



รูปที่ 2.28 การเชื่อมต่อทัชสกรีนกับพีแอลซี



### บทที่ 3

## รายละเอียดการปฏิบัติงาน

### 3.1 ชื่อและที่ตั้งของสถานประกอบการ

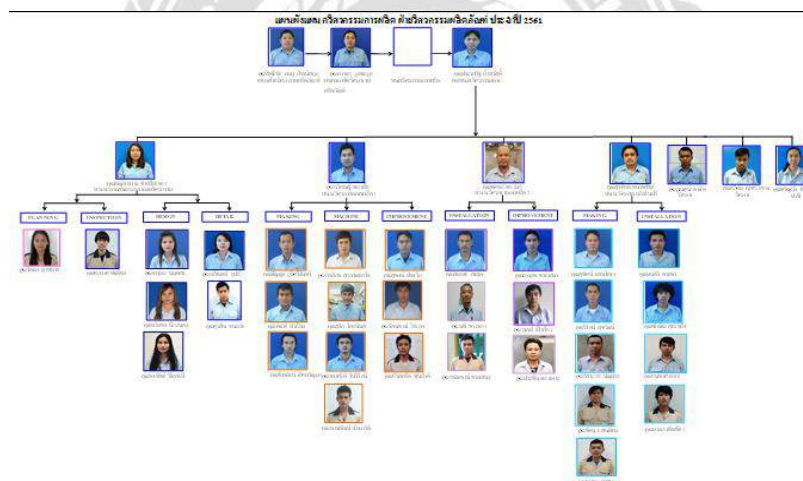
บริษัท ซีเอช โอโต้พาร์ท จำกัด ที่อยู่เลขที่ 127 หมู่ ถนนปู่เจ้าสมิงพราย ต.ลำโรงใต้ อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130

### 3.2 ลักษณะการประกอบการผลิตภัณฑ์การให้บริการหลักขององค์กร

รับผิดชอบในการปฏิบัติการควบคุมต่างๆ ดูแลการทำงาน วางแผนและการบริหารจัดการการผลิต ในฝ่าย Production และให้คำปรึกษาแนะนำทางด้านวิศวกรรม ดังต่อไปนี้

1. ควบคุมระบบ PLC ใน Line Production
2. ควบคุมระบบไฟฟ้าใน Line Production
3. ควบคุมการผลิตตามแผน
4. ควบคุมการขนส่งชิ้นงาน

### 3.3 รูปแบบการจัดการองค์การและการบริหารงาน



รูปที่ 3.1 โครงสร้างบริหารงานแผนกวิศวกรรม

### 3.4 บทบาทและหน้าที่ที่ได้รับมอบหมาย

ผู้ปฏิบัติงาน นางสาวชนิตา เพ็ชรหิน

1. ออกแบบตู้ Control jig
2. ออกแบบโปรแกรมวอร์ม Robot เพื่อตรวจสอบเตรียมการทำงานของแกน Robot
3. ออกแบบและติดตั้งระบบลม
4. ออกแบบโปรแกรม Robot และ PLC
5. ออกแบบและติดตั้งอุปกรณ์ควบคุมเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำ
6. เขียนโปรแกรม PLC ควบคุมการทำงานของเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำ

### 3.5 ชื่อและตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา

คุณสุรศักดิ์ พนาทรัพย์ พนักงานที่ปรึกษา ตำแหน่ง หัวหน้าหน่วยวิศวกรรมอัตโนมัติ

### 3.6 ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน

ระยะเวลาที่ได้ปฏิบัติงานที่บริษัท ซีเอส โอโต้พาร์ต จำกัด เริ่มเข้ามาฝึกปฏิบัติสหกิจศึกษาตั้งแต่วันที่ 14 พฤษภาคม ถึงวันที่ 31 สิงหาคม พ.ศ. 2561 เป็นระยะเวลา 3 เดือน 3 สัปดาห์ โดยระยะเวลาในการทำงานใน 1 วันจะทำงานทั้งหมด 9 ชั่วโมงต่อวัน ซึ่งทำงานตามตารางที่บริษัทจัดให้เป็นการทำงานตั้งแต่ เวลา 08.00 – 17.00 น. ซึ่งมีเวลาพัก 1 ชั่วโมงคือช่วง 12.00 – 13.00 น. วันหยุดแล้วแต่บริษัทจัดให้

### 3.7 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

ตารางที่ 3.1 แสดงระยะเวลาในการดำเนินงานโครงการ

ขั้นตอนการดำเนินงาน	พฤษภาคม	มิถุนายน	กรกฎาคม	สิงหาคม
ตั้งหัวข้อของโครงการ	←→			
วางแผนและออกแบบ		←→		
จัดทำและดำเนินงาน		←	→	
ทดสอบและปรับปรุง			←→	→
จัดทำเอกสาร	←			→

### 3.8 อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้

- 3.8.1 แบบเครื่องทดสอบลมรั่ว 3 มิติ
- 3.8.2 เครื่องทดสอบลมรั่ว
- 3.8.3 โปรแกรม GX WORK2 สำหรับโปรแกรม PLC
- 3.8.4 โปรแกรม GT Designer3 สำหรับออกแบบหน้าจอตชสกรีน
- 3.8.5 โปรแกรม GT Simulator3 สำหรับทดสอบการแสดงผลหน้าจอตชสกรีน
- 3.8.9 หม้อน้ำเครื่องยนต์ทางการเกษตร

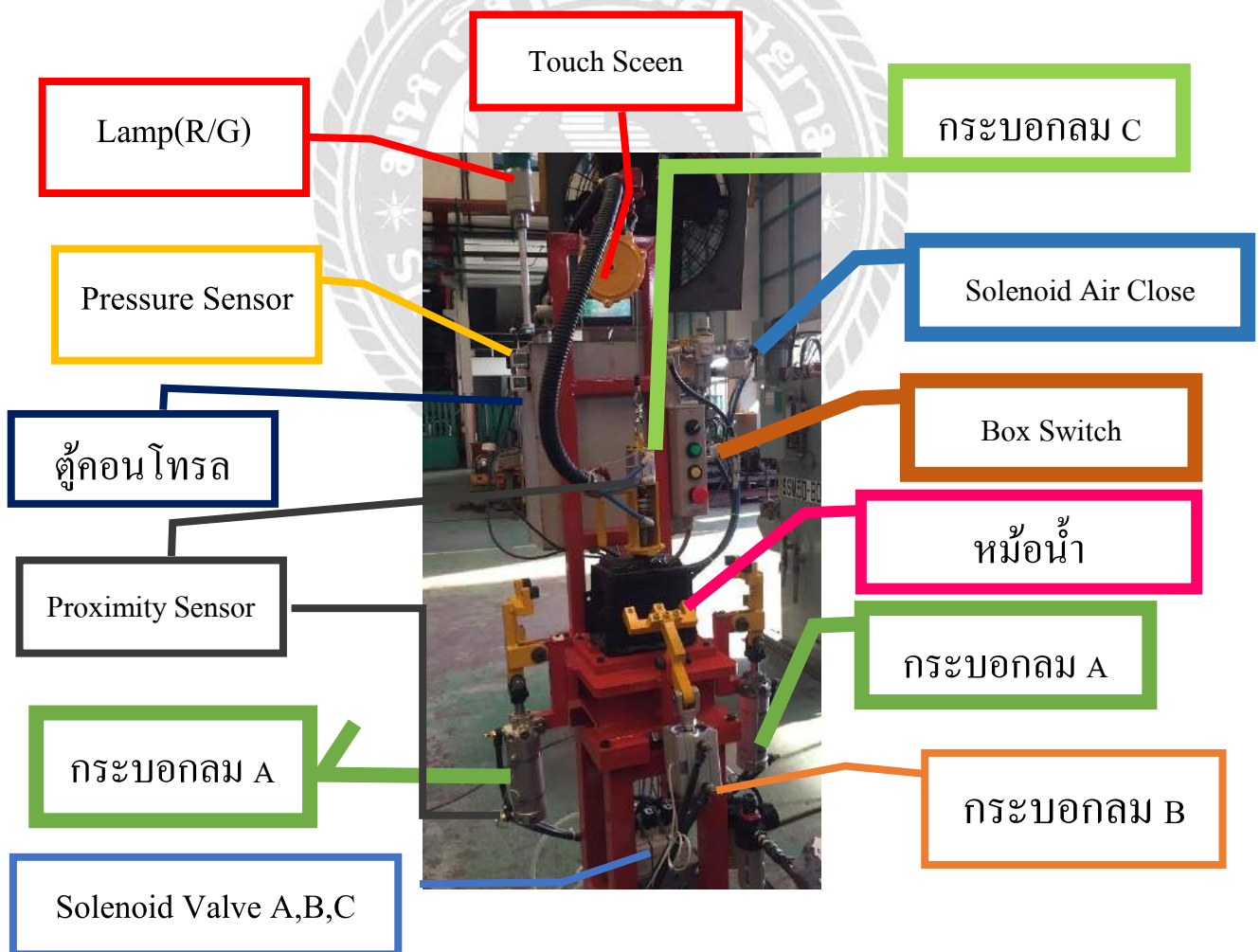
## บทที่ 4

### ผลของการปฏิบัติงานตามโครงการ

#### 4.1 บทนำ

การปฏิบัติงานตามโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ซีเอช โอโตพาร์ท จำกัด ได้ร่วมกับพนักงานที่เลี้ยงและทีมงานดำเนินการออกแบบและสร้างเครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำรถยนต์แบบอัตโนมัติควบคุมด้วยพีแอลซี จนประสบความสำเร็จสามารถใช้งานได้เป็นอย่างดี ในบทนี้ได้กล่าวถึงการออกแบบเลือกใช้อุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่อง การสร้างหรือติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ การเขียนโปรแกรมพีแอลซี และการทดสอบการทำงานของเครื่อง

#### 4.2 ระบบโดยรวมของเครื่อง



รูปที่ 4.1 ไลอะแกรมภาพรวมของเครื่องทดสอบ

## 4.3 การติดตั้งส่วนประกอบของเครื่อง

### 4.3.1 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว

โซลินอยด์วาล์ว ( Solenoid Valve ) คือ อุปกรณ์สวิตซ์ที่ทำงานโดยแม่เหล็กไฟฟ้าทำงานร่วมกับกลไกโดยใช้การป้อนไฟเป็นตัวกำหนด การทำงานควบคุมให้ลื่นกลไกปิดหรือเปิดได้ ในโครงการนี้ใช้ Solenoid Valve Model :CKD PV5.PV5 Series คอยด์ 24VDC ทำหน้าที่ในการจ่ายลมเข้ากระบอกลมของแคลมป์จับชิ้นงานและจ่ายลมเข้าชิ้นงาน ตลอดจนปล่อยลมออกจากชิ้นงานที่จะทำการทดสอบ

#### ขั้นตอนการติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว

1. ประกอบตัวโซลินอยด์วาล์วกับฐาน ตามรูปที่ 4.2
  2. ติดตั้งฟิตติ้ง ตามรูปที่ 4.3
  3. เดินระบบไฟโซลินอยด์ เพื่อควบคุมการทำงานของกระบอกลม ดังแสดงในรูปที่ 4.4
- ที่ขา 1 มาจาก output ของ PLC ที่สั่งกระบอกลมเพื่อสั่งให้แคลมป์จับยึดชิ้นงาน( Clamp )
  - ที่ขา 2 มาจาก output ของ PLC ที่สั่งกระบอกลมเพื่อสั่งปลดแคลมป์เพื่อปล่อยชิ้นงาน( Unclamp )
  - ที่ขา 3 ต่อสาย Common (ไฟ + 24VDC)
4. ติดตั้งชุด โซลินอยด์ที่ประกอบและต่อสายไฟสำเร็จที่บริเวณขาตั้งของเครื่องทดสอบ ตามรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.2 การติดตั้งโซลินอยด์วาล์วเข้ากับฐาน



รูปที่ 4.3 ติดตั้งฟิตติ้ง



รูปที่ 4.4 เคนระบบไฟโซลีนอยด์





รูปที่ 4.5 ติดตั้งชุดโซลินอยด์ที่ประกอบและต่อสายไฟสำเร็จที่บริเวณข้างตั้งของเครื่องทดสอบ

### 4.3.2 กระบอกลม

กระบอกลม A จำนวน 2 กระบอก ใช้ Airtac Cylinder Model : MCKA63X100SY ซึ่งเป็นกระบอกลมที่ทำหน้าที่จับยึดจับชิ้นงานด้านข้าง 2 ข้าง Clamping Cylinder ที่มีการติดตั้งแม่เหล็กไว้บริเวณแกนของก้านสูบ ดังรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 กระบอกลม A จับยึดจับชิ้นงาน Clamping Cylinder

กระบอกลม B จำนวน 2 กระบอก ใช้ Airtac Cylinder Model : SSD2-L-63-50-N ซึ่งเป็นกระบอกลมแบบคอมแพคทำหน้าที่จับยึดชิ้นงานด้านหน้า และด้านหลัง Clamping Cylinder ที่มีการติดตั้งแม่เหล็กไว้บริเวณแกนของก้านสูบเช่นเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 กระบอกลม B แบบคอมแพค Clamping Cylinder



กระบอกลม C จำนวน 1 กระบอก ใช้ Airtac Cylinder Model : ACQ32X30S ซึ่งเป็นกระบอกลมแบบคอมแพคทำหน้าที่จับยึดชิ้นงานด้านบน Clamping Cylinder ที่มีการติดตั้งแม่เหล็กไว้บริเวณแกนของก้านสูบเช่นเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 กระบอกลม C แบบคอมแพค Clamping Cylinder

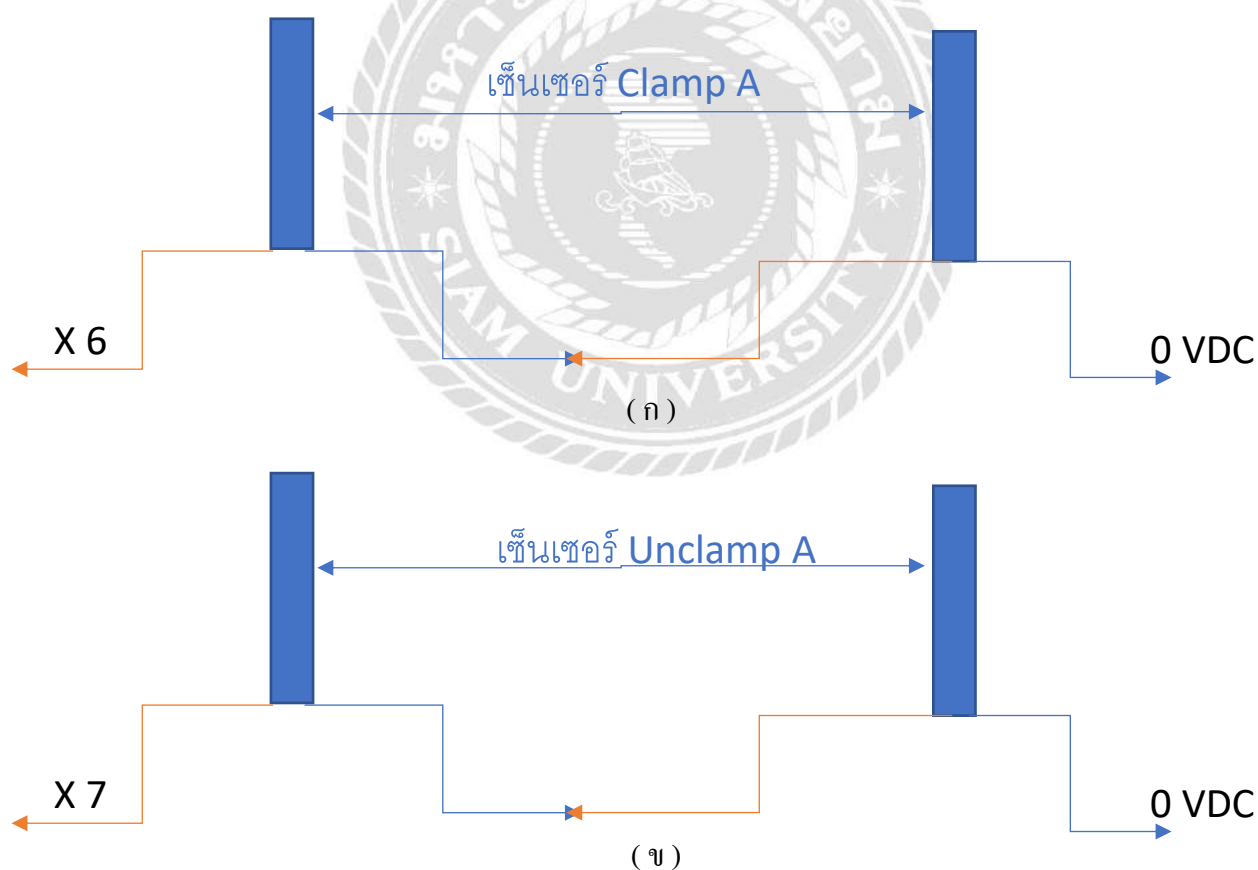
#### 4.3.3 พร็อกซิมีตี้เซ็นเซอร์ตรวจจับแม่เหล็ก ( Magnetic Proximity Sensor )

Magnetic Proximity Sensor ทำหน้าที่เช็คตำแหน่งการทำงานของกระบอกลม จะติดอยู่กับกระบอกลมเพื่อเช็คตำแหน่งการทำงาน Clamp และ Unclamp ของกระบอกลมเปรียบเสมือนเป็นสวิตช์ โดยใช้เซ็นเซอร์ 2 ตัว ต่อ 1 กระบอก ดังนั้นเมื่อมีกระบอกลม 5 กระบอกจึงต้องใช้เซ็นเซอร์นี้ทั้งหมด 10 ตัว โดยในโครงการนี้ ใช้ Proximity Sensor : CKD SW-T0H มีลักษณะดังแสดงในรูปที่ 4.9

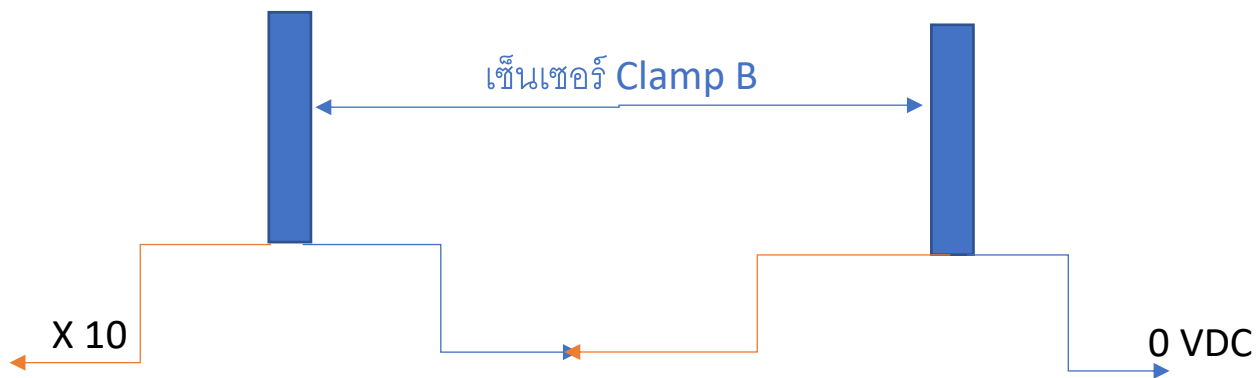


รูปที่ 4.9 เซ็นเซอร์แบบ Magnetic Proximity Sensor : CKD SW-T0H

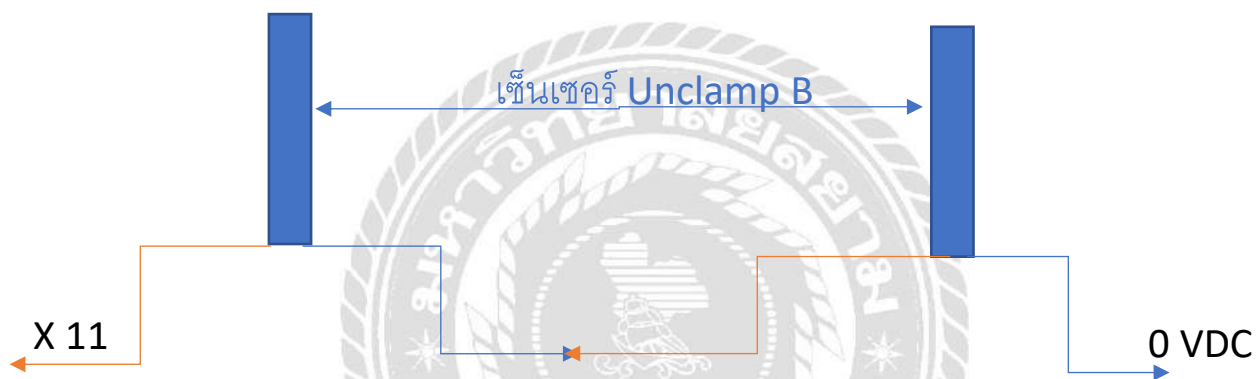
เมื่อติดตั้งเซ็นเซอร์ที่กระบอกลมทุกตัวเสร็จ ต่อมาต่อสายไฟและตรวจสอบตำแหน่งการทำงานของเซ็นเซอร์ โดยเซ็นเซอร์ของกระบอกลม A และ B มีอย่างละ 2 กระบอกซึ่งการทำงานต้องพร้อมกัน จึงต้องทำการอนุกรมสายเซ็นเซอร์แต่ละตำแหน่งของกระบอกลมแต่ละตัว กล่าวคือเซ็นเซอร์ตรวจสอบตำแหน่งแคลมป์จับยึดชิ้นงานของกระบอกลม A ทั้ง 2 กระบอก ต้องทำการอนุกรมกัน จึงต่อเข้าอินพุต X 6 ของ PLC เซ็นเซอร์ตรวจสอบตำแหน่งปลดแคลมป์จับยึดชิ้นงานของกระบอกลม A ทั้ง 2 กระบอก ต้องทำการอนุกรมกัน จึงต่อเข้าอินพุต X 7 ของ PLC เซ็นเซอร์ตรวจสอบตำแหน่งแคลมป์จับยึดชิ้นงานของกระบอกลม B ทั้ง 2 กระบอก ต้องทำการอนุกรมกัน จึงต่อเข้าอินพุต X10 ของ PLC เซ็นเซอร์ตรวจสอบตำแหน่งปลดแคลมป์จับยึดชิ้นงานของกระบอกลม B ทั้ง 2 กระบอก ต้องทำการอนุกรมกัน จึงต่อเข้าอินพุต X 11 ของ PLC ส่วนเซ็นเซอร์ตรวจสอบตำแหน่งแคลมป์ของกระบอกลม C ต่อเข้าที่อินพุต X 12 ของ PLC เซ็นเซอร์ตรวจสอบตำแหน่งปลดแคลมป์ของกระบอกลม C สามารถต่อเข้าที่อินพุต X 13 ของ PLC แสดงดังรูปที่ 4.10



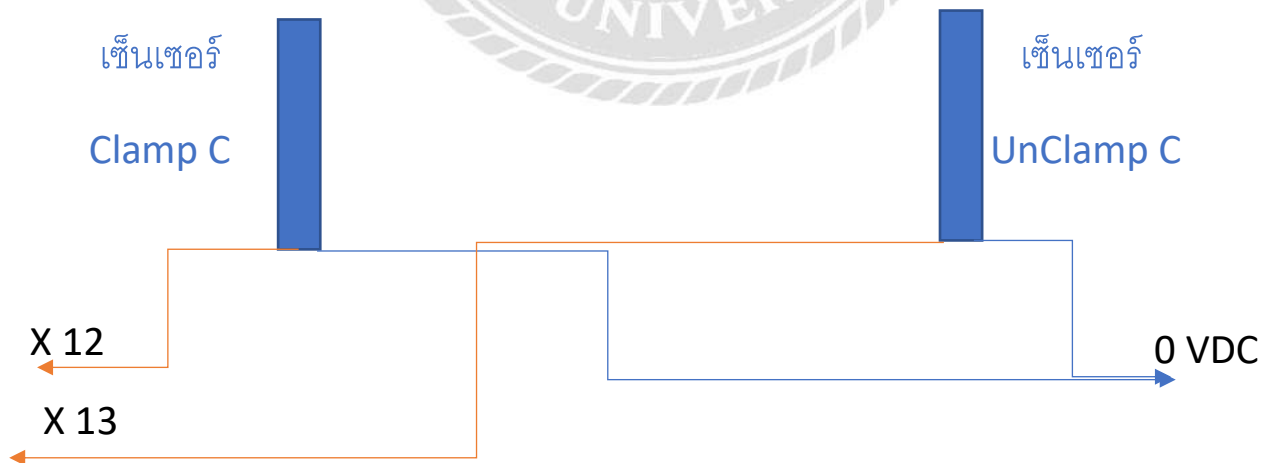
รูปที่ 4.10 การต่อเซ็นเซอร์เช็คตำแหน่งกระบอกลมเข้าเทอร์มินอล



(ค)



(ง)

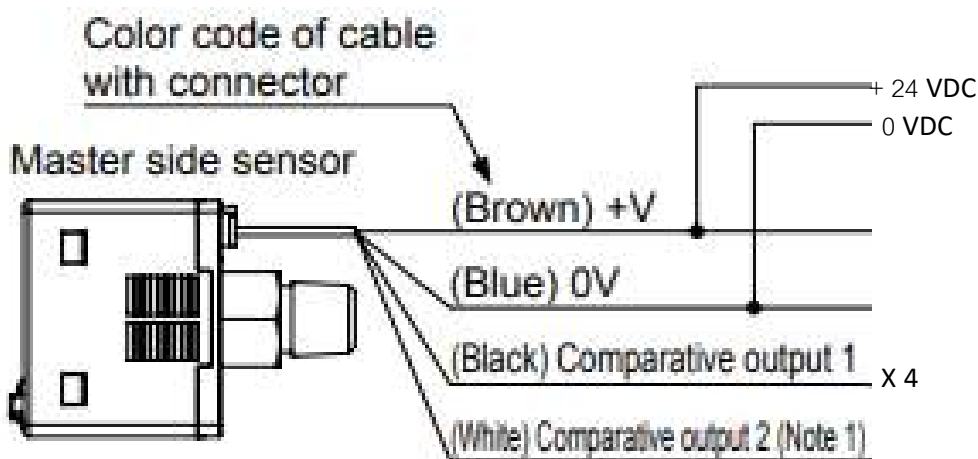


(จ)

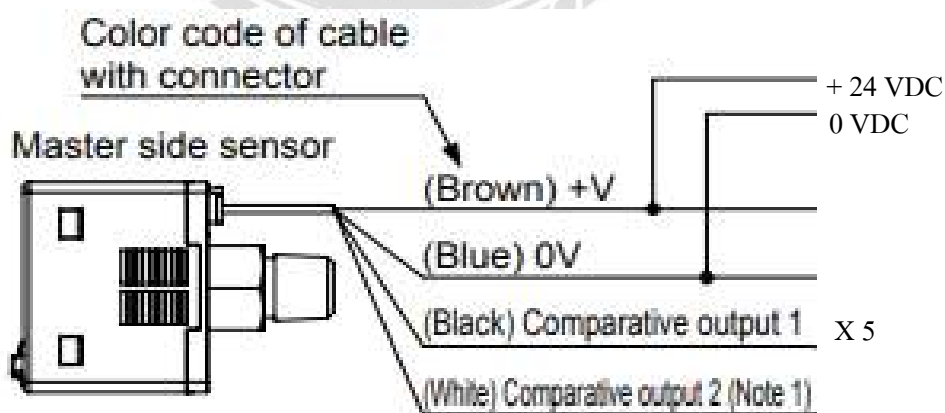
รูปที่ 4.10 การต่อเซ็นเซอร์เช็คตำแหน่งกระบอกลมเข้าเทอร์มินอล (ต่อ)

#### 4.3.4 อุปกรณ์ตรวจวัดระดับแรงดัน ( Pressure Sensor )

อุปกรณ์ตรวจวัดแรงดันหรือเครื่องวัดแรงดัน มีหน้าที่ในการตรวจวัดแรงดันของลม ซึ่งมีจุดประสงค์เพื่อควบคุม แสดงผลค่าของแรงดันที่ต้องการจะวัด โดยหน่วยในการแสดงผลของค่าแรงดันที่วัดได้นั้นมี Bar , mbar , kpa , psi , mmHg เป็นต้น ซึ่งหลักการทำงานจะแปลงปริมาณความดันทางกายภาพให้ออกมาเป็นสัญญาณมาตรฐานทางไฟฟ้า ( สัญญาณ Output ) โดยในโครงการนี้ใช้ตัววัดแรงดันแบบดิจิตอลรุ่น PPX-R01N-6M-KA-CKD-Original-Digital-Pressure-Sensor จำนวน 2 ตัว โดยตัวแรกใช้วัดและแสดงผลความดันลมในระบบที่จ่ายมาให้กับเครื่อง ส่วนตัวที่ 2 นั้น ใช้วัดลมที่อัดเข้าหม้อน้ำ โดยมีการต่อเข้าอินพุตของ PLC ที่ขา X 4 และ X 5 ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.11



(ก) วัดแรงดันระบบของลม



(ข) วัดแรงดันของหม้อน้ำ

รูปที่ 4.11 การต่อไฟเลี้ยงและอินพุต X 4 และ X 5 กับ Pressure Sensor

การติดตั้งตัววัดแรงดันลมแบบดิจิทัลที่สามารถตั้งค่าแรงดันลมและแสดงผลได้ สามารถแสดงตำแหน่งของการติดตั้งไว้ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 การติดตั้งPressor Sensor

เมื่อติดตั้งตัววัดแรงดันลมตามรูปที่ 4.12 เสร็จแล้วจึงตั้งค่าต่างๆ ตามเงื่อนไขการใช้งานของ  
เครื่องทดสอบ ดังนี้ Pressure Sensor ตัวที่ 1 ตั้งค่า หน่วยให้เป็น Bar เพื่อตั้งค่านววัดให้เป็น บาร์

P-1 เพื่อเลือกการส่งสัญญาณที่ Output 1

R-ON เพื่อให้แสดงผลสีแดงเมื่อ Output 1 ทำงาน  
และแสดงผลสีเขียว เมื่อ Output 1 ไม่ทำงาน

NO เพื่อให้เป็นการทำงานแบบปกติเปิด

Lo-1 = 5.00 เพื่อตั้งค่าต่ำสุด หากลมไม่ถึง 5 บาร์ สั่งให้ Output 1 ทำงาน

Pressure Sensor ตัวที่ 2 ตั้งค่า หน่วยให้เป็น Bar เพื่อตั้งค่านววัดให้เป็น บาร์

P-1 เพื่อเลือกการส่งสัญญาณที่ Output 1

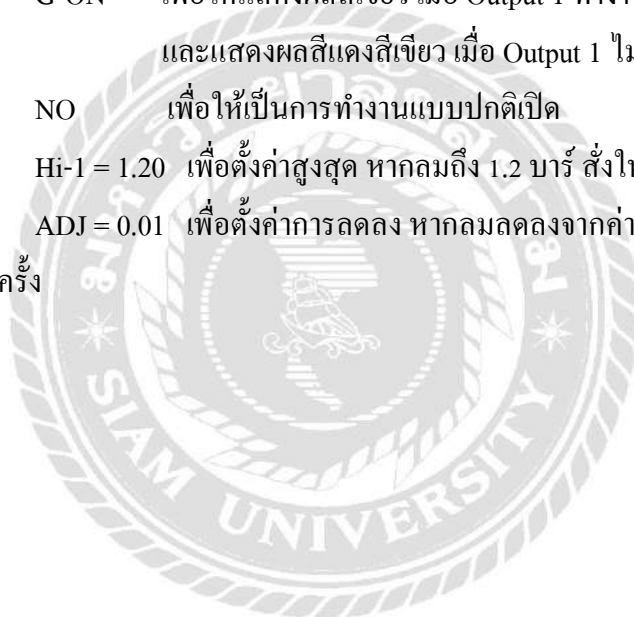
G-ON เพื่อให้แสดงผลสีเขียว เมื่อ Output 1 ทำงาน  
และแสดงผลสีแดงสีเขียว เมื่อ Output 1 ไม่ทำงาน

NO เพื่อให้เป็นการทำงานแบบปกติเปิด

Hi-1 = 1.20 เพื่อตั้งค่าสูงสุด หากลมถึง 1.2 บาร์ สั่งให้ Output 1 ทำงาน

ADJ = 0.01 เพื่อตั้งค่าการลดลง หากลมลดลงจากค่าสูงสุดเกิน 0.01 บาร์ สั่ง

ให้ Output1 ทำงานอีกครั้ง



#### 4.3.5 ชุดแสดงผลด้วย LED Tower Red and Green

ชุดแสดงผลด้วย LED ที่ใช้ใน โครงการนี้เป็นรุ่น Green Red LED Industrial Signal Tower Stack Light DC 24V ตามรูปที่ 4.13 ติดตั้งไว้ส่วนบนของเครื่องยึดติดกับตู้ควบคุม วิธีการต่อสาย มี 3 สาย ได้แก่

สายสีดำ ต่อที่เทอร์มินอล + 24 VDC

สายสีแดง มาจากเอาต์พุตของ PLC Y2 เพื่อเป็นตัวแสดงว่าชิ้นงานไม่ผ่านการทดสอบ (NG) โดยแสดงผลเป็นไฟสีแดง

สายสีเขียว มาจากเอาต์พุตของ PLC Y1 เพื่อเป็นตัวแสดงว่าชิ้นงานผ่านการทดสอบ (OK) โดยแสดงผลเป็นไฟสีเขียว



รูปที่ 4.13 Green Red LED Industrial Signal Tower Stack Light DC 24V



#### 4.3.6 สวิตซ์สั่งการ ( Box Switch )

ภายในกล่องสวิตซ์สั่งการประกอบด้วย สวิตซ์หรือปุ่ม ทั้งหมด 4 ตัวตามรูปที่ 4.1 ประกอบด้วย

1. Selector Switch เพื่อเลือกโหมดการทำงานเป็น Auto หรือ Manual
2. Push Button Switch สีเขียวใช้เพื่อสั่ง Start โดยกดครั้งแรกสั่งแคลมป์ให้จับยึดชิ้นงาน และกดครั้งที่ 2 สั่งเริ่มทดสอบ
3. Push Button Switch สีเหลือง โดยกดครั้งแรกเพื่อสั่งปล่อยลมออกจากชิ้นงาน และกดครั้งที่ 2 สั่งปลดแคลมป์ยึดชิ้นงานหลังจากการทดสอบ
4. Emergency Stop Switch สีแดง ใช้ตัดไฟออกจากระบบทั้งหมดในกรณีเกิดเหตุฉุกเฉิน



รูปที่ 4.14 สวิตซ์สั่งการ

#### 4.3.7 จอทัชสกรีน

จอทัชสกรีนใช้แสดงผลการทดสอบว่าชิ้นงานผ่านหรือไม่ผ่านการทดสอบ และตั้งค่าเวลาการทดสอบ โดยใช้ Mitsubishi GOT 1000 Model : GT 1020-LBD2 ตามรูปที่ 4.15

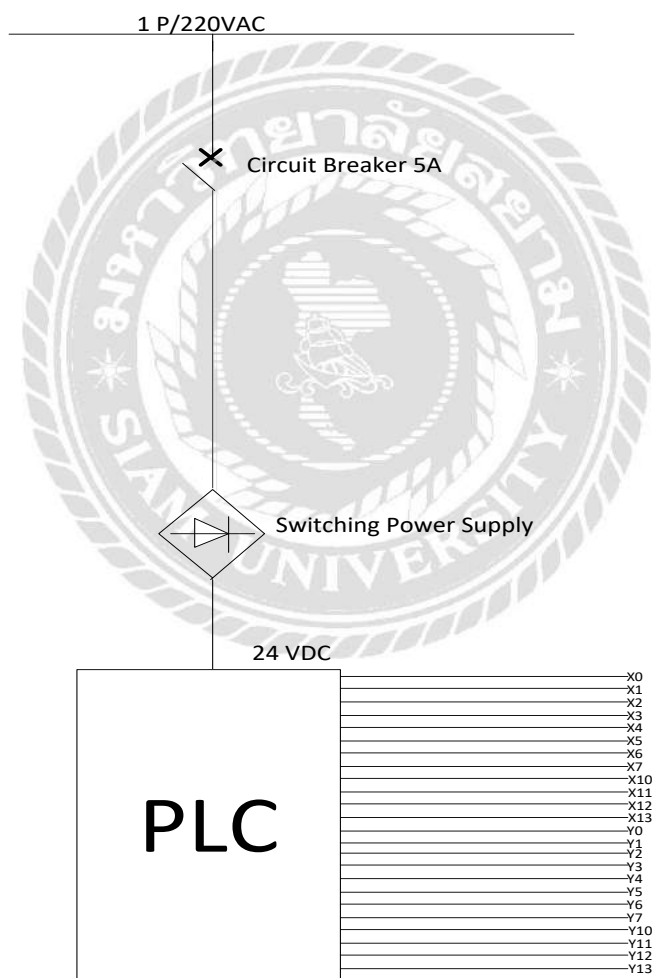


รูปที่ 4.15 จอทัชสกรีนแบบสีขาวดำ

#### 4.3.8 ส่วนของตู้ควบคุม

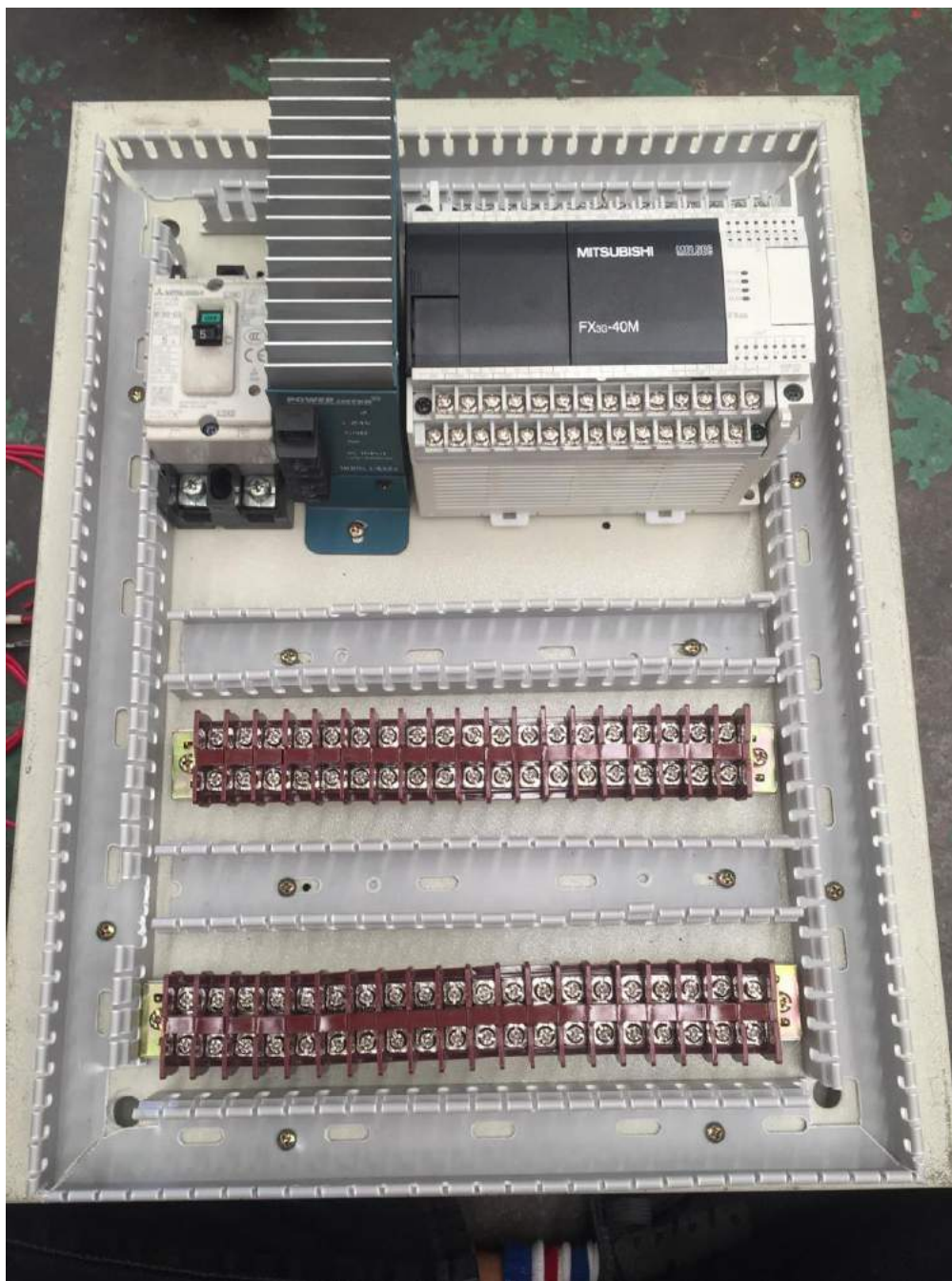
ภายในตู้ควบคุมประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ตามรูปที่ 4.16 ดังนี้

1. เซอร์คิตเบรกเกอร์ Misubishi Electric Model : NF30-CS 5A จำนวน 1 ตัว
2. สวิตซ์จ่ายไฟเวอร์ซัพพลาย Inter Power Supply รุ่น I-5A24 จำนวน 1 ตัว เพื่อเป็นไฟเลี้ยง 24 VDC ให้กับ PLC จ่ายให้คอยล์ของโซลินอยด์วาล์ว จ่ายไฟเลี้ยงให้กับตัววัดแรงดันลมแบบดิจิตอล และจ่ายให้กับชุดแสดงผลด้วย LED
3. PLC Misubishi Model : FX3G-40M จำนวน 1 ตัว เป็นตัวควบคุมการทดสอบทั้งหมด
4. รางเทอร์มินอล



รูปที่ 4.16 Layout ภายในตู้ควบคุม

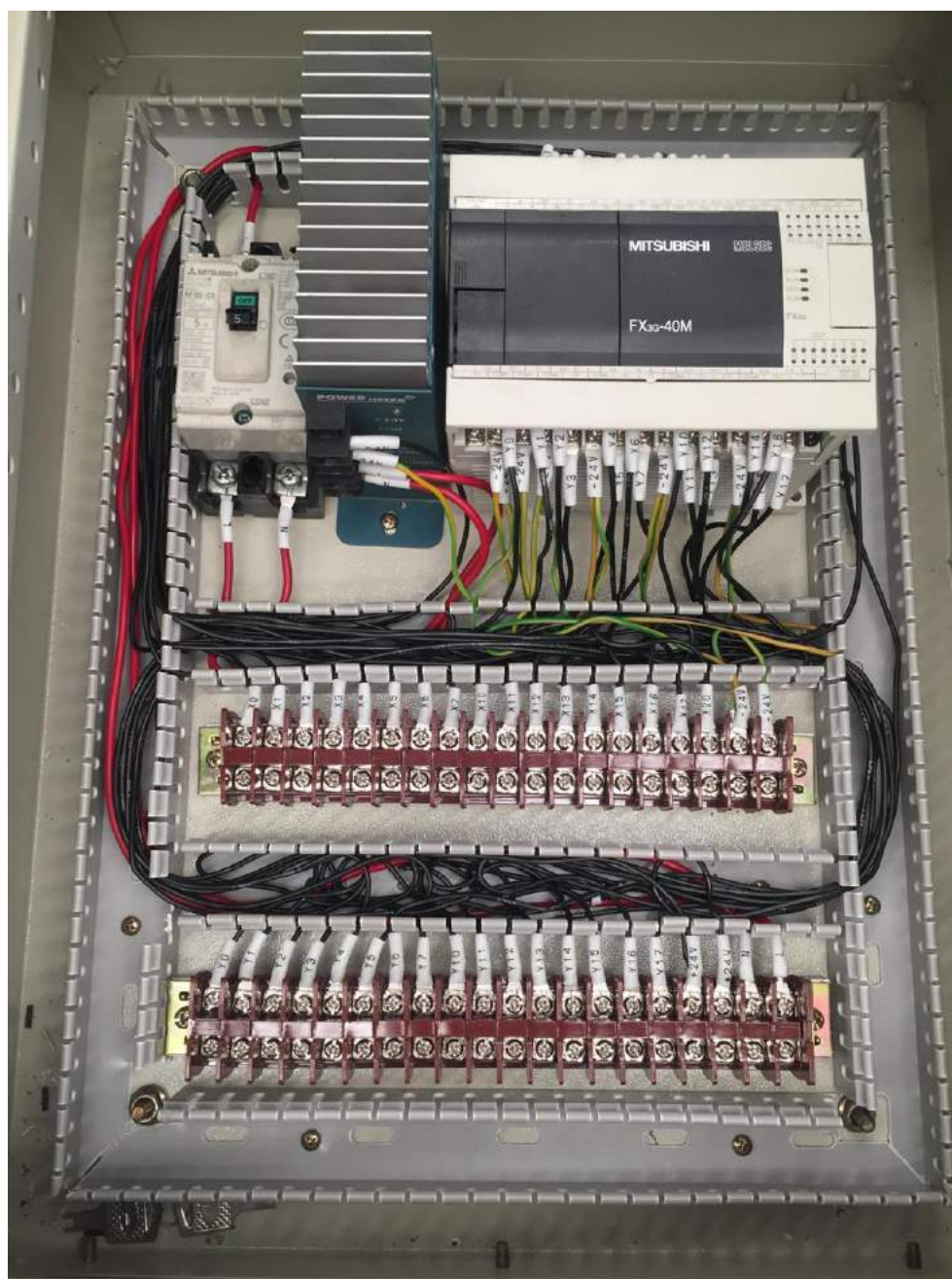
ภายในตู้ควบคุมหลังติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ สวิตซ์เฟาเวอร์ชัพพลาย พีแอลซี และเทอร์มินอลต่าง ๆ เรียบร้อยแล้วสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ภายในตู้ควบคุมหลังติดตั้งอุปกรณ์

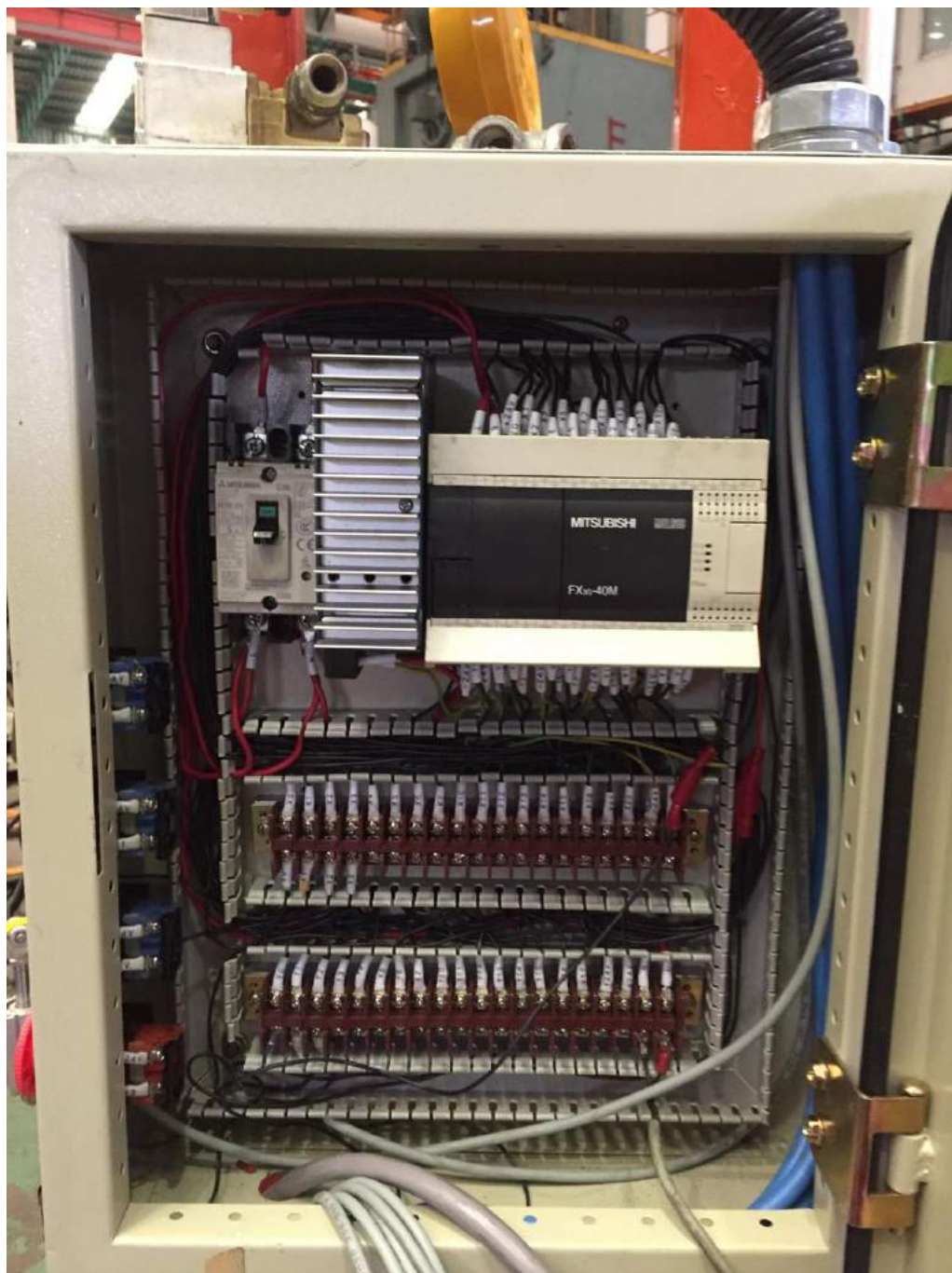


ภายในตู้ควบคุมหลังจากวางเรียงสายจากเทอร์มินอลเข้ากับอินพุต / เอาต์พุต ของพีแอลซี เรียบร้อยแล้ว สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.18



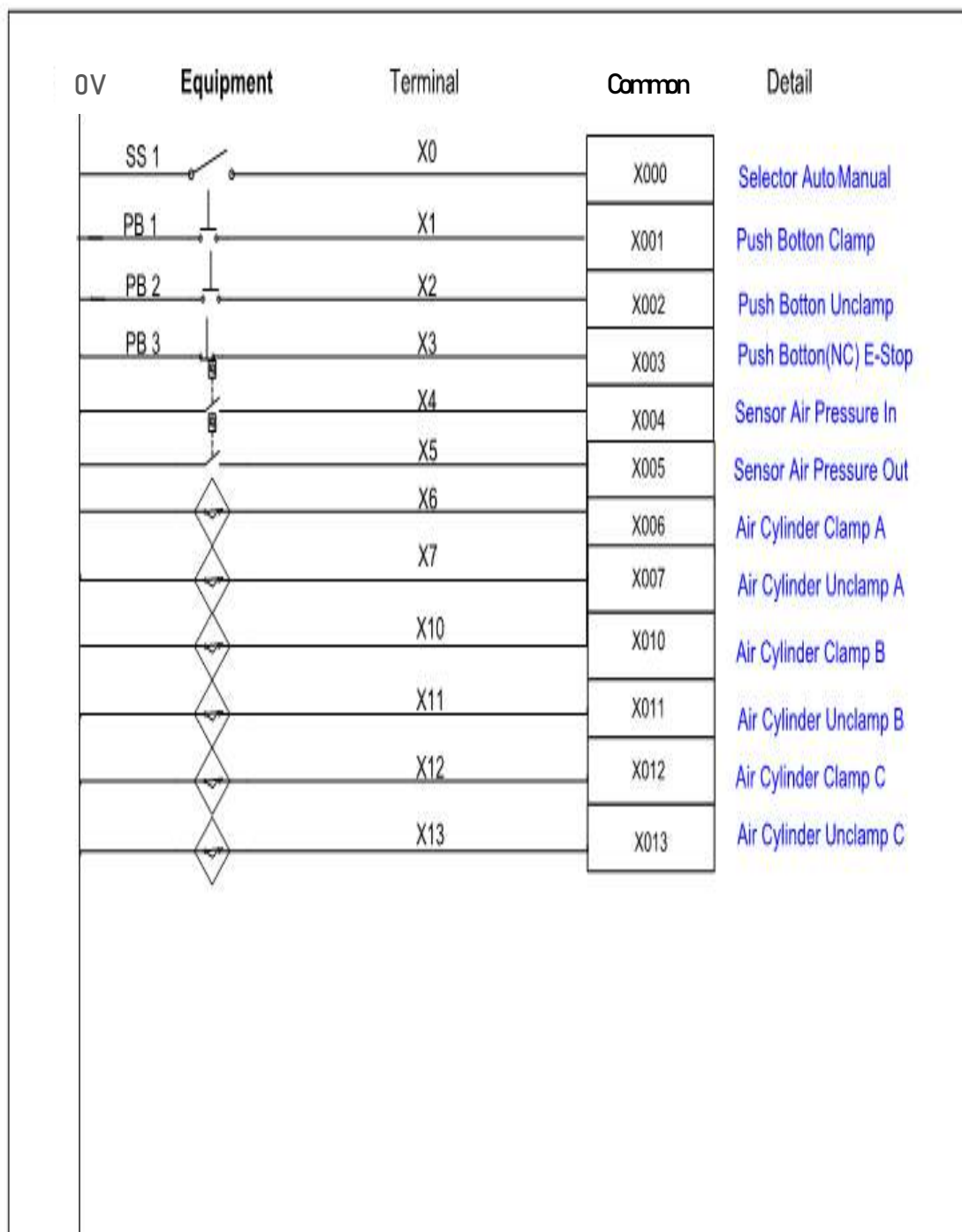
รูปที่ 4.18 ภาพภายในตู้ควบคุมหลังติดตั้งอุปกรณ์และวางเรียงสายจากเทอร์มินอลเข้าอุปกรณ์

ตู้ควบคุมต่ออินพุตและเอาต์พุต พร้อมใช้งาน ตามรูปที่ 4.19

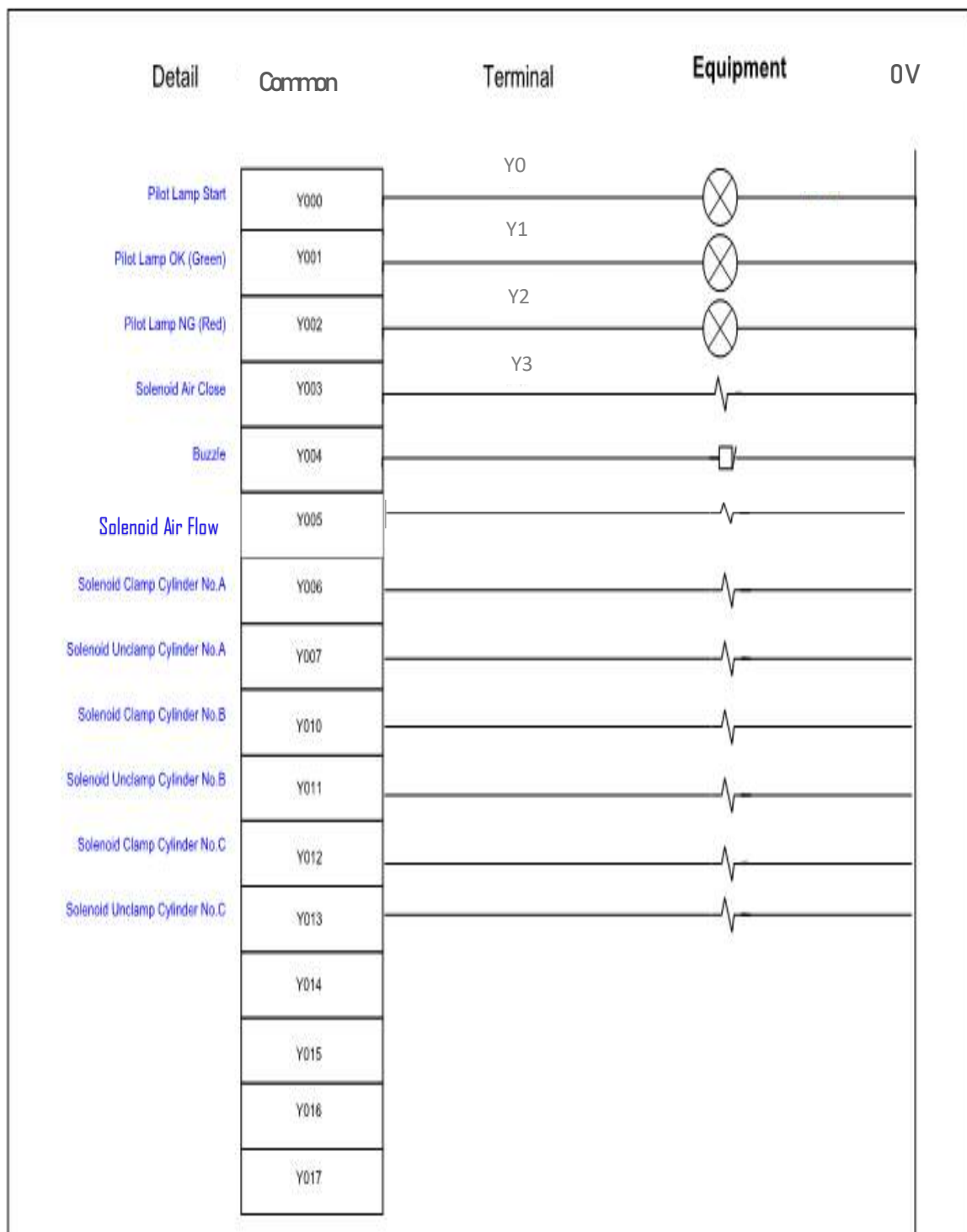


รูปที่ 4.19 ตู้ควบคุมต่ออินพุตและเอาต์พุต พร้อมใช้งาน

การกำหนดอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์เป็น Input และ Output ของพีแอลซี ตามรูปที่ 4.20 และ 4.21



รูปที่ 4.20 กำหนดอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์เป็น Input

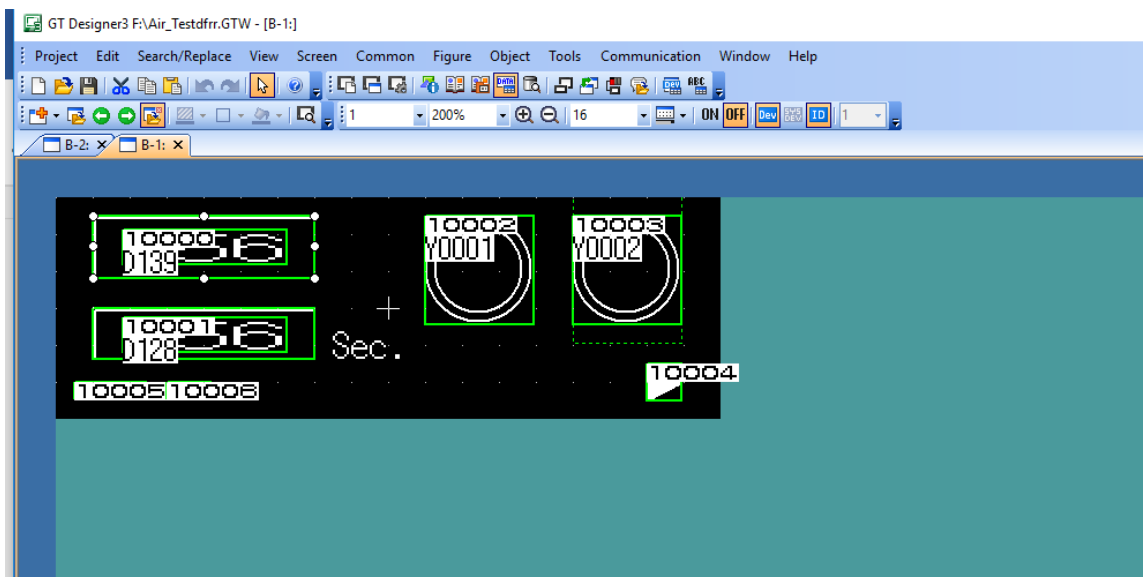


รูปที่ 4.21 กำหนดอุปกรณ์แต่ละอุปกรณ์เป็น Output

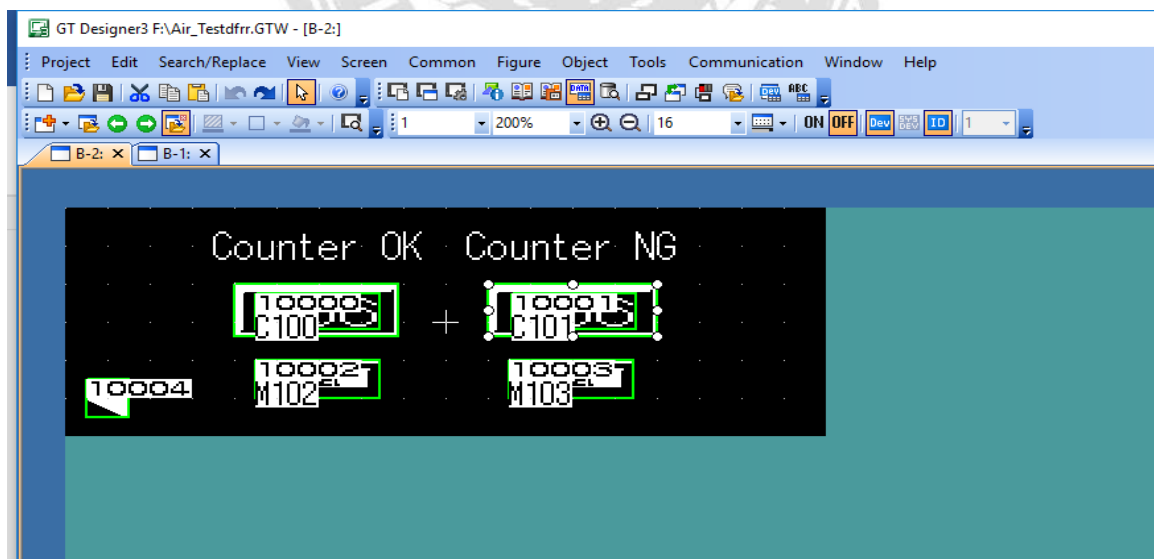


#### 4.4 โปรแกรมควบคุมเครื่องทดสอบ

การออกแบบการแสดงผลของหน้าจอทัชสกรีน โดยใช้โปรแกรม GT Designer-3 ดังรูป 4.22 โดยแสดงผลได้ 2 หน้าจอ โดยหน้าจอแรกจะเป็นการตั้งเวลาและแสดงการทดสอบ ส่วนหน้าจอที่ 2 เป็นการแสดงจำนวนชิ้นงานที่ผ่านและไม่ผ่านการทดสอบ



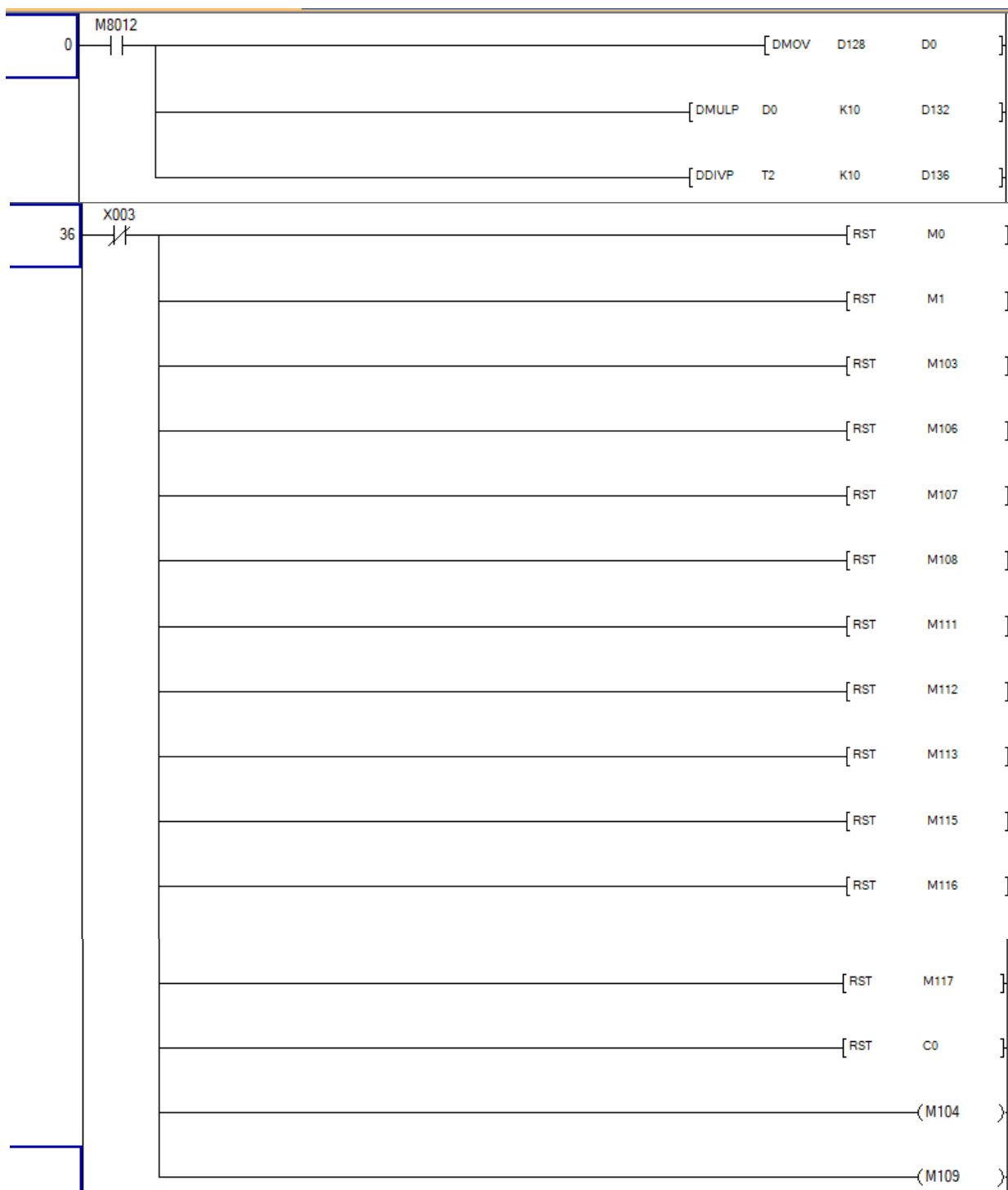
(ก) หน้าจอที่ 1



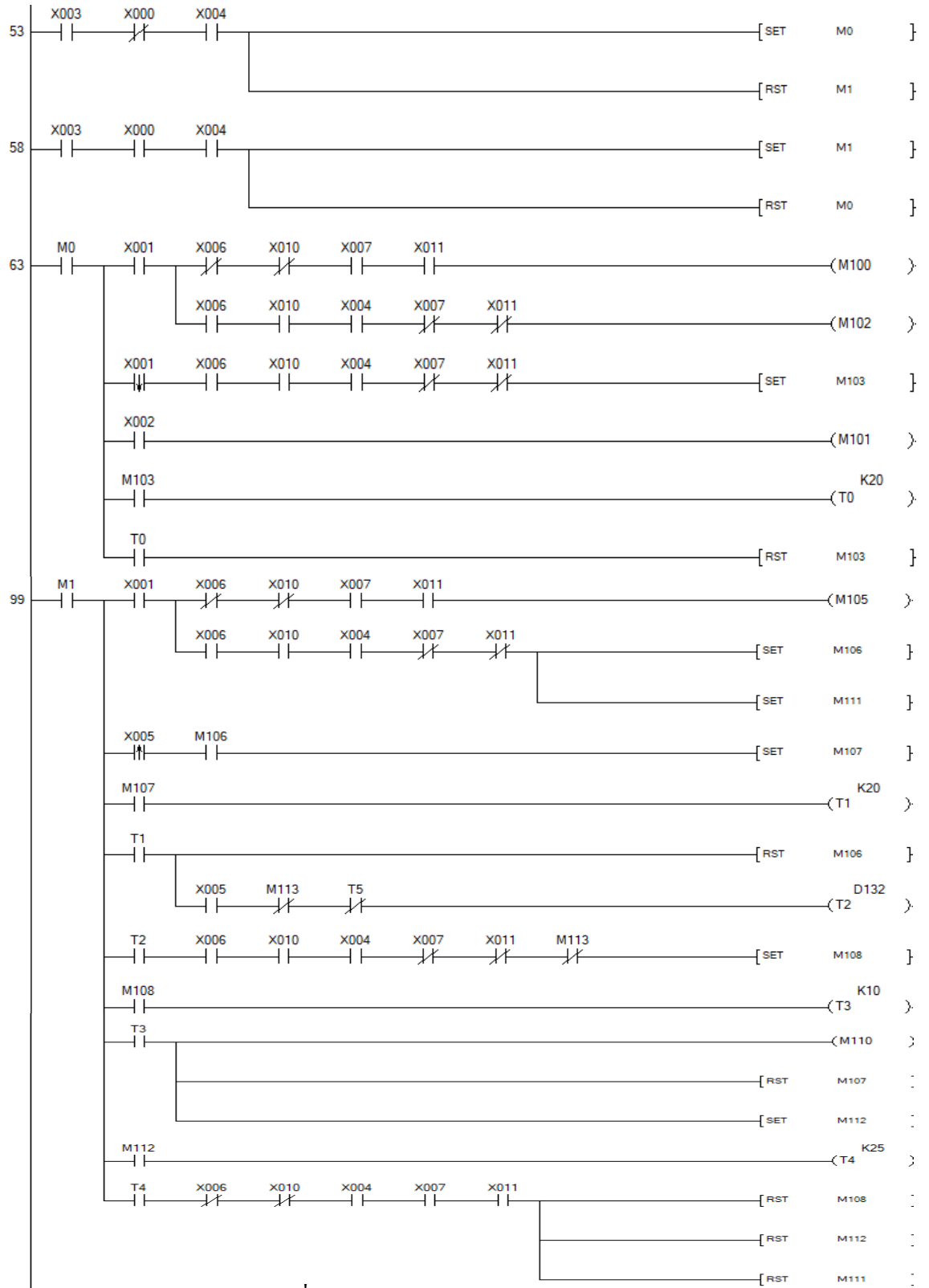
(ข) หน้าจอที่ 2

รูปที่ 4.22 การออกแบบจอแสดงผลและกำหนดชื่ออุปกรณ์

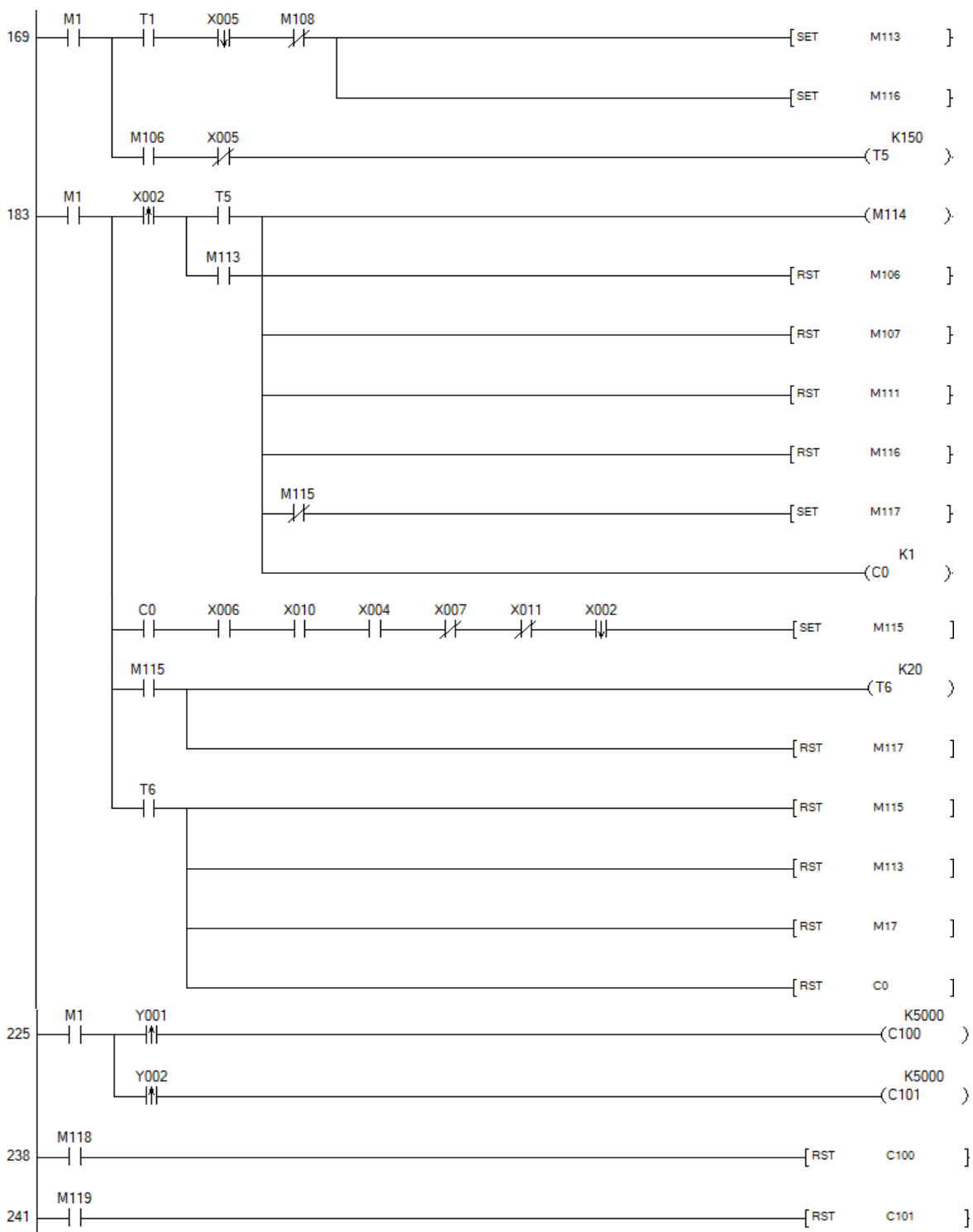
การออกแบบโปรแกรม PLC ควบคุมการทำงานโดยใช้โปรแกรม GX-WORK2 ในการเขียน  
โปรแกรม Ladder บนคอมพิวเตอร์และโหลดลงไปที่ PLC ดังแสดงตามรูปที่ 4.23



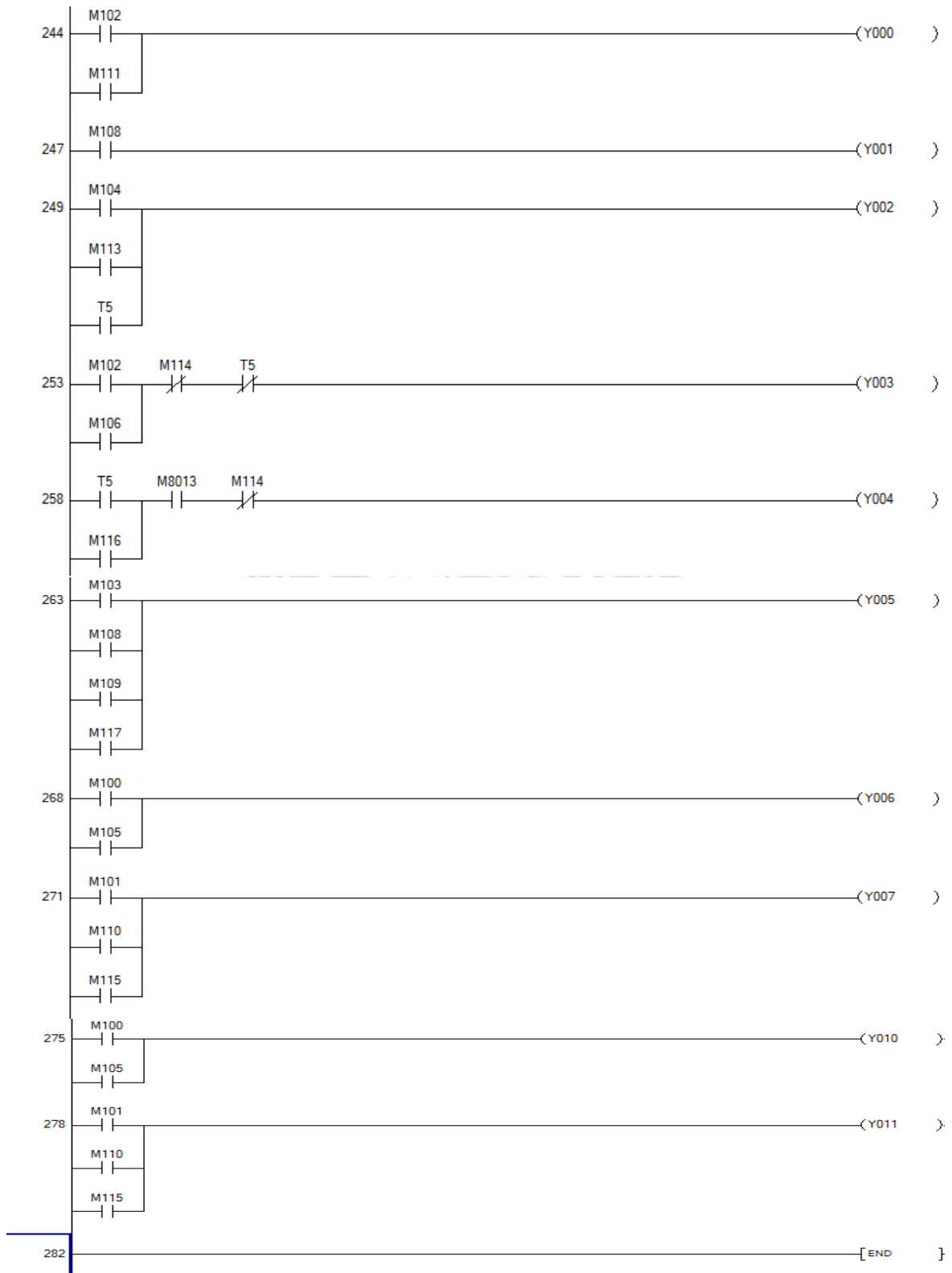
รูปที่ 4.23 โปรแกรม Ladder



รูปที่ 4.23( ต่อ ) โปรแกรม Ladder

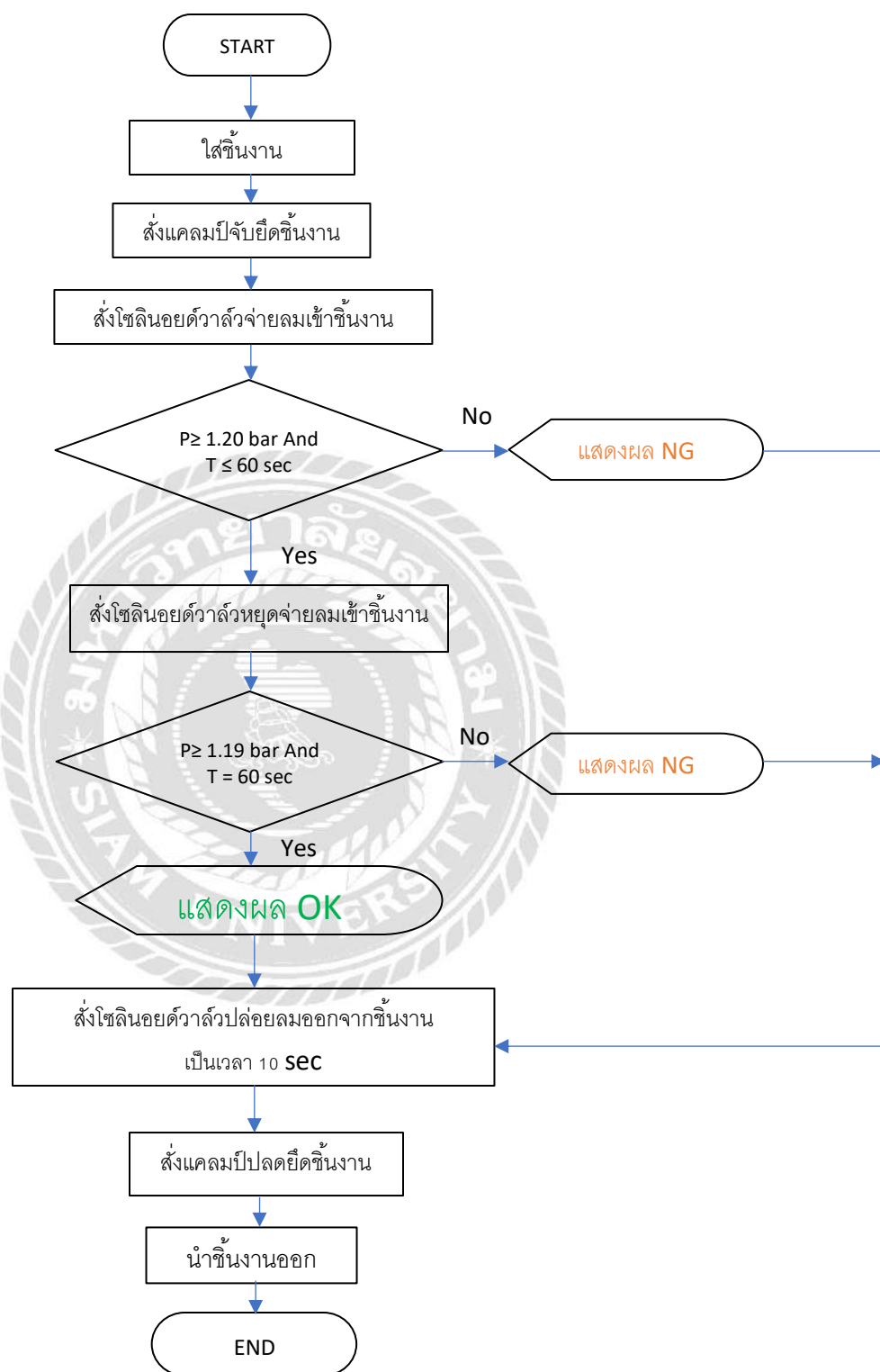


รูปที่ 4.23( ต่อ ) โปรแกรม Ladder



รูปที่ 4.23( ต่อ ) โปรแกรม Ladder

#### 4.5 Flow Chart การใช้งานของเครื่องทดสอบ



รูปที่ 4.24 โฟลว์ชาร์ตแสดงการทำงานของเครื่องทดสอบ

#### 4.6 การใช้เครื่องทดสอบการรั่วของหม้อน้ำ

ในเบื้องต้นเครื่องทดสอบนี้สร้างขึ้นมาเพื่อทดสอบการรั่วซึมของชิ้นงานที่ถูกส่งคืนจากลูกค้าที่ใช้วิธีการตรวจสอบของแผนก QC แบบเดิมแล้วไม่พบการรั่วซึม จำนวน 12 ใบ ประกอบด้วย

- ชิ้นงานที่รั่ว 0.2 ซีซี จำนวน 2 ใบ
- ชิ้นงานที่รั่ว 0.4 ซีซี จำนวน 2 ใบ
- ชิ้นงานที่รั่ว 0.6 ซีซี จำนวน 2 ใบ
- ชิ้นงานที่รั่ว 0.8 ซีซี จำนวน 2 ใบ
- ชิ้นงานที่รั่ว 1.1 ซีซี จำนวน 2 ใบ
- ชิ้นงานที่รั่ว 2.2 ซีซี จำนวน 2 ใบ

ทำการทดสอบชิ้นงานแต่ละใบจำนวน 10 ครั้ง โดยเริ่มตั้งเวลาครั้งแรกใช้เวลา 30 วินาที แล้วเพิ่มครั้งละ 10 วินาที ไปจนถึง 120 วินาที พบว่าใช้นาน้อยที่สุด 60 วินาที สามารถตรวจพบการรั่วของชิ้นงานที่มีการรั่ว 0.2 ซีซี ซึ่งเป็นการรั่วที่น้อยที่สุด ส่วนในกรณีที่รั่วมากกว่านี้ สามารถตรวจเจอก่อนเวลา 60 วินาทีได้ ดังนั้นการกำหนดเวลาในการทดสอบ 60 วินาที จึงสามารถทดสอบชิ้นงานได้ทั้งหมด

จากการทดสอบใช้เครื่องที่ได้สร้างขึ้นสามารถใช้งานได้จริงโดยชิ้นงานที่ไม่มีอาการรั่วเมื่อทำการทดสอบจะแสดงสถานะการทดสอบด้วยไฟสีเขียว ดังรูปที่ 4.23 ส่วนชิ้นงานที่มีการรั่ว เมื่อทำการทดสอบจะแสดงสถานะการทดสอบด้วยไฟสีแดง ดังรูปที่ 4.24





รูปที่ 4.25 การแสดงผลจากการตรวจสอบชิ้นงานที่ไม่รั่ว (OK) ด้วย LED สีเขียว



รูปที่ 4.26 แสดงผลจากการตรวจสอบชิ้นงานที่รั่ว (NG) ด้วย LED สีแดง

## บทที่ 5

### สรุปและข้อเสนอแนะ

#### 5.1 สรุปผลของโครงการ

เครื่องทดสอบการรั่วซึมของหม้อน้ำเครื่องยนต์ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ สามารถทดสอบโดยใช้ลมแทนน้ำเนื่องจากระบบลมใช้งานได้สะดวกและปลอดภัยกว่า จากการทดลองการใช้เครื่องทดสอบนี้ได้ค่าที่เหมาะสมในการทดสอบคือ เวลาในการทดสอบ 60 วินาที ความดันลมไม่ต่ำกว่า 1.19 บาร์ และเมื่อนำไปใช้งานจริงปรากฏว่าหม้อน้ำที่ผ่านการทดสอบด้วยเครื่องนี้ส่งถึงลูกค้าแล้วไม่มีการตีกลับ และทางโรงงานมีแผนที่จะนำเครื่องทดสอบนี้ไปใช้ในแผนก QC ต่อไป ดังนั้นเครื่องทดสอบที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้จึงมีประโยชน์เป็นอย่างมากต่อการผลิต

#### 5.2 ปัญหาที่พบในการทำโครงการ

5.2.1 การจัดซื้ออุปกรณ์ต่างๆก่อนข้างล่าช้าส่งผลให้การทำงานเกิดการล่าช้า

5.2.2 PLC ที่เรียนในห้องเรียน กับที่ใช้งานจริงเป็นคนละยี่ห้อกัน ทำให้ต้องเสียเวลาในการศึกษาการเขียน โปรแกรมใหม่

5.2.3 ยังไม่มีทักษะภาคปฏิบัติ

#### 5.3 วิธีการแก้ปัญหา

5.3.1 ศึกษาข้อมูลเพิ่มเติมและสอบถามพนักงานพี่เลี้ยง

5.3.2 เรียนรู้จากพนักงานพี่เลี้ยงในการปฏิบัติงานจริง

#### 5.4 ข้อเสนอแนะในการปฏิบัติงาน

5.4.1 ในการเรียนในห้องเรียนควรมี PLC หลากหลายยี่ห้อให้ได้ทดลองศึกษา

5.4.2 ต้องมีความรู้ความเข้าใจก่อนเข้าปฏิบัติงานซ่อมอุปกรณ์

5.4.3 ใช้เครื่องมือให้ถูกต้องกับลักษณะงาน

**บรรณานุกรม**

- [1] โซลินอยด์วาล์ว เข้าถึงได้จาก <http://www.a-recyclegroup.com/pages/Solenoid-Valve>  
( สืบค้นเมื่อวันที่ 9 กรกฎาคม 2561 )
- [2] ระบายอากาศแบบรวม เข้าถึงได้จาก <http://www.pneuma.co.th/content-4-1>.  
( สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กรกฎาคม 2561 )
- [3] เซ็นเซอร์ระยะใกล้ เข้าถึงได้จาก <http://www.supremelines.co.th-proximity-switch>  
( สืบค้นเมื่อวันที่ 20 กรกฎาคม 2561 )
- [4] โปรแกรม PLC เข้าถึงได้จาก <https://candmbsri.wordpress.com/2015/04/02/pl>  
( สืบค้นเมื่อวันที่ 14 สิงหาคม 2561 )
- [5] โปรแกรม GX WORK 2 เข้าถึงได้จาก <http://www.mitsubishielectric.com/fa/th/products/cnt>  
( สืบค้นเมื่อวันที่ 14 สิงหาคม 2561 )

# ภาคผนวก ก



## รูปถ่ายขณะปฏิบัติงาน

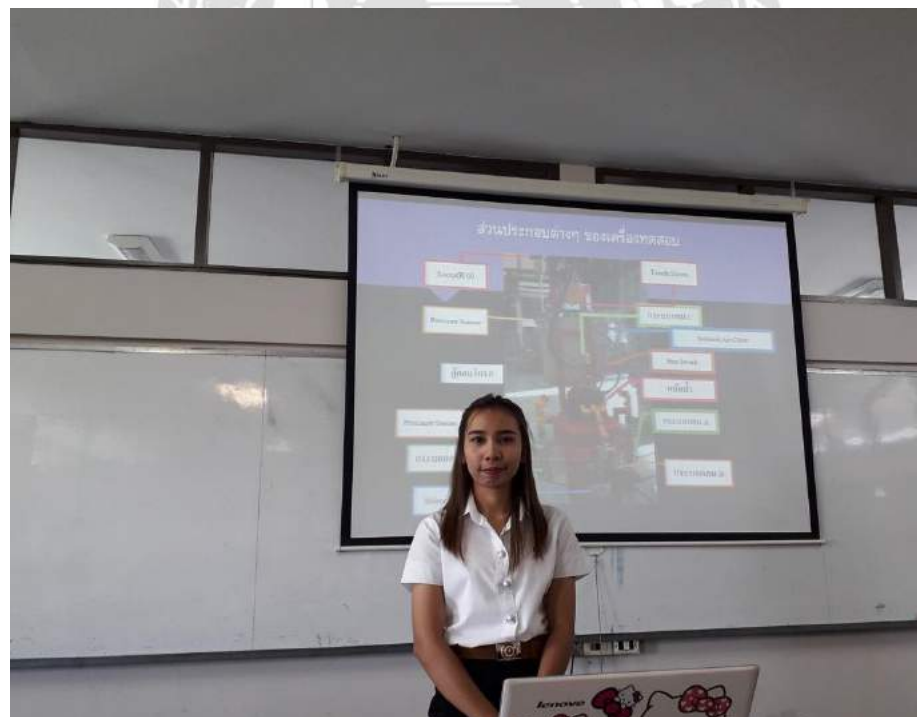




## อาจารย์ที่ปรึกษาได้มานิเทศงาน



## รูปถ่ายขณะนำเสนอโครงการ





## ใบแสดงผลการตรวจสอบอักขรวิสุทธิ<sup>๔</sup>

### Plagiarism Checking Report

[Print Report](#)

Created on Dec 3, 2018 at 23:37 PM

---

#### Submission Information

ID	SUBMISSION DATE	SUBMITTED BY	ORGANIZATION	FILENAME	STATUS	SIMILARITY INDEX
1061496	Dec 3, 2018 at 23:37 PM	thanita.phe@iam.edu	มหาวิทยาลัยสวนดุสิต	รายงานการปฏิบัติงานภาคเรียน1.docx	Completed	0.00%

---

#### Match Overview

Show  entries Search:

NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX
No data available in table				
NO.	TITLE	AUTHOR(S)	SOURCE	SIMILARITY INDEX

Showing 0 to 0 of 0 entries

---

#### Match Details

TEXT FROM SUBMITTED DOCUMENT	TEXT FROM SOURCE DOCUMENT(S)

## ประวัติผู้จัดทำ



ชื่อ - นามสกุล : นางสาวนิตา เพ็ชรหิน

รหัสนักศึกษา : 6004220001

คณะ : วิศวกรรมศาสตร์

สาขาวิชา : วิศวกรรมไฟฟ้า

ที่อยู่ : 29/11 ม.1 ต.บางค้อวน อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270

เบอร์ติดต่อ : 095-4561534

## ประวัติการศึกษา

มัธยมศึกษา : โรงเรียนวิสุทธิกษัตริย์

ปริญญาตรี : คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยสยาม