



รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ

AUTOMATIC CHECKING DRAIN HOSE PRESSURE
OF REFRIGERATOR

พลกฤต ล่องสกุล
ภูวนัตถ์ ศรีประโม่ง
อติเทพ โพธิ์เทนชัย

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559



รายงานการสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

เครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ

AUTOMATIC CHECKING DRAIN HOSE PRESSURE
OF REFRIGERATOR



พลกฤต ส่องสกุล
ภูวนัตถ์ ศรีประโมง
อดิเทพ โพธิเทนชัย

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... **148526**
วันเดือนปี..... **30 ต.ค. 2560**

b. 12870420
f.

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้.....ปีการศึกษา 2559 นั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ	เครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ
ชื่อ-สกุล	นายพลกฤต ล่องสกุล นายภูวนันต์ ศรีประโมง นายอดิเทพ โปธิเทนชัย
ภาควิชา	วิศวกรรมมการวัดและควบคุม
อาจารย์นิเทศ	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์
ผู้นิเทศงาน	นายอำนาจ วิริยะกิจสมบูรณ์
สถานประกอบการ	บริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด

บทคัดย่อ

โครงการฉบับนี้เป็นโครงการในรายวิชาสหกิจศึกษา ซึ่งได้ทำข้อตกลงร่วมกับ บริษัทไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด โดยอยู่ภายในแผนก Facility Innovation มีระยะเวลาตั้งแต่วันที่ 8 สิงหาคม พ.ศ. 2559 ถึงวันที่ 9 ธันวาคม พ.ศ. 2559

โครงการฉบับนี้ นำเสนอเกี่ยวกับขั้นตอนการออกแบบ และวิธีการสร้างเครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ โดยมีจุดเริ่มต้นจาก การที่พนักงานต้องทำการตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นด้วยตัวเอง ซึ่งมีผลต่อสุขภาพของพนักงานในระยะยาว รวมถึงความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ จึงได้มีโครงการในการทดแทนพนักงานเดิมด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ และในการสร้างเครื่องตรวจสอบนี้ มีการทำระบบการแสดงผล และระบบฐานข้อมูลเพื่อตรวจสอบความผิดพลาดของกระบวนการผลิต ซึ่งอาศัยความรู้ ทฤษฎี และหลักการต่างๆ เช่น การออกแบบโครงสร้างทางกล, การออกแบบวงจรนิวเมติกส์เบื้องต้น, ระบบไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรล, การเขียนโปรแกรม PLC และ LabVIEW, การใช้งานอุปกรณ์ต่างๆ เช่น Barcode Scanner รวมทั้งการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ

คำสำคัญ: วงจรนิวเมติกส์, โปรแกรม PLC, โปรแกรม LabVIEW, Barcode Scanner, การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์

Research Title	Automatic Checking Drain Hose Pressure of Refrigerator	
Student Intern Name	Mr. Polkrit	Longsakul
	Mr. Puwanut	Sripramong
	Mr. Aditep	Potitenchai
Department	Instrumentation and Control Engineering	
Advisor Name	Asst. Prof. Dr. Noppadol Maneerat	
Mentor Name	Mr. Amnad Viriyakitsomboon	
Company	Thai Samsung Electronics Co., Ltd.	

ABSTRACT

This thesis is a project in co-operation education agreement with Thai Samsung Electronics Co., Ltd. Duration of the project start from August 8, 2016 to December 9, 2016.

This project present about how to design and create automatic checking drain hose machine. Before having this machine, operator has to check drain hose by himself, so it makes him to move his body in a hard position. It will cause him a long-term health problem. And there is another reason that is using machine will make less error that cause by human error. In this project, we also have monitor, which show status and process of machine, and database system. By doing this project we use many knowledge such as machine design, basic pneumatic, control box wiring, PLC and LabVIEW programing, how to use barcode scanner and connection between all instrument and program.

Keywords: Pneumatic, PLC, LabVIEW, Barcode Scanner, Connection between Instrument and Program

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการและโครงการสหกิจศึกษาในครั้งนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับคำแนะนำจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นพดล มณีรัตน์ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้โอกาสในการเข้าร่วมโครงการสหกิจศึกษา ให้คำแนะนำชี้แจงเกี่ยวกับข้อมูลในการจัดทำรายงานฉบับนี้ ตลอดจนตรวจสอบความถูกต้องของรายงานจนทำให้รายงานฉบับนี้มีความสมบูรณ์ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณทางบริษัท ไทยซัมซุง อิเลคโทรนิคส์ จำกัด และคุณวีระพงษ์ แก้ววงษ์บน ที่ได้ให้โอกาสในการเข้ามาทำโครงการสหกิจศึกษากับทางบริษัทในครั้งนี้ นอกจากนี้ขอขอบคุณทาง คุณอำนาจ วิริยะกิจสมบูรณ์ และพี่ๆ พนักงานทุกคนที่มีส่วนในการให้ข้อมูล และให้คำปรึกษาในการออกแบบและสร้างเครื่องตรวจสอบการอุดตันของรูท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ ให้โอกาสได้ฝึกในสภาพการทำงานจริง เสมือนเป็นพนักงานคนหนึ่งของบริษัท ให้ความช่วยเหลือเมื่อพบเจอปัญหา สนับสนุนและให้คำแนะนำในการจัดซื้อจัดหาอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำโครงการในครั้งนี้ รวมทั้งคอยถามไถ่ความคืบหน้าของโครงการอยู่เสมอ อีกทั้งให้ความช่วยเหลือในการจัดทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์

ขอขอบคุณหนังสือทุกเล่มที่ข้าพเจ้าได้อ่านเพื่อสร้างแรงบันดาลใจกับความคิดสร้างสรรค์ และอาจารย์ผู้สอนในหลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ และภาควิชาอื่นทุกคน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้เพื่อใช้ทุกอย่างในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ในโครงการนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณบิดา มารดา พี่ๆ น้องๆ และเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือและเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา จึงขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ หากมีข้อผิดพลาดประการใดให้ถือเป็นความบกพร่องของผู้จัดทำแต่เพียงผู้เดียว และขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

พลกฤต ล่องสกุล

ภูวนัตถ์ ศรีประโมง

อดิเทพ โพธิเทนชัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	1
1.4 วิธีการดำเนินโครงการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 Barcode Scanner	4
2.1.1 หน้าที่ของเครื่องอ่านบาร์โค้ด	4
2.1.2 หลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด	4
2.2 Proximity Sensor	6
2.2.1 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	6
2.2.2 ประเภทของ Proximity Sensor	7
2.2.3 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	7
2.3 ระบบนิวเมติกส์	8
2.3.1 ชุดควบคุมคุณภาพลม	9
2.3.1.1 อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter)	10
2.3.1.2 เกจวัดความดันลมอัด (Pressure Gauge)	11
2.3.1.3 อุปกรณ์ควบคุมความดัน (Compressed air regulator)	11
2.3.1.4 อุปกรณ์เติมน้ำมันหล่อลื่น (Air Lubricator)	12
2.3.2 วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)	13
2.3.3 กระบอกสูบ (Cylinder)	19

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.3.3.1 กระบอกสูบทางเดียว (Single Acting Cylinder)	19
2.3.3.2 กระบอกสูบสองทาง (Double Acting Cylinder)	19
2.4 Serial Communication	20
2.4.1 รูปแบบการสื่อสารข้อมูล	20
2.4.2 ประเภทของการสื่อสารแบบอนุกรม	21
2.4.3 มาตรฐาน RS-232	22
2.5 Labview Software	23
2.5.1 Front Panel	23
2.5.2 Block Diagram	25
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	27
3.1 โครงสร้างทางกล	28
3.1.1 โครงสร้างส่วนเคลื่อน	29
3.1.2 Stopper	33
3.1.3 หัวเป่าท่อน้ำทิ้งของตู้เย็น	34
3.2 วงจรลมนิวเมติกส์	36
3.2.1 เลือกชนิดของกระบอกสูบ	36
3.2.2 เลือกชนิดของโซลินอยด์วาล์ว	37
3.2.3 เลือกอุปกรณ์ควบคุมแรงดัน	37
3.3 ระบบไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรล	37
3.4 กำหนดขั้นตอนการทำงาน	38
3.5 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ	42
บทที่ 4 การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไข	44
4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่า	44
4.1.1 การทดสอบขั้นตอนที่ 1: ทดสอบหาช่วงความดันลมพิกัด	44
4.1.2 การทดสอบขั้นตอนที่ 2: ทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่า	45
4.2 การปรับปรุงแก้ไข	49
บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ปัญหา	54
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	54
5.2 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ไข	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
5.2.1 ปัญหาในการออกแบบและประกอบ	55
5.2.1.1 ประสบการณ์ในการออกแบบโครงสร้างจักร	55
5.2.1.2 การออกแบบและติดตั้ง Stopper	57
เอกสารอ้างอิง	58
ภาคผนวก	59
ประวัติผู้เขียน	69



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
1.1	ขั้นตอนการทำงานของแผนกออกแบบเครื่องจักร	2
1.2	ขั้นตอนเขียนและทดสอบโปรแกรม	3
2.1	ทิศทางการฉายแสง อ่านผ่านแท่งบาร์โค้ด	4
2.2	การอ่านบาร์โค้ด โดยใช้หลักการสะท้อนแสงกลับมาที่ตัวรับแสง	5
2.3	การเปลี่ยนปริมาณแสงที่สะท้อนกลับมาให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า	5
2.4	ขั้นตอนการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นข้อมูลที่น่าไปใช้งานได้	5
2.5	ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	6
2.6	กราฟแสดงการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ	7
2.7	ชุดควบคุมคุณภาพลม	9
2.8	อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter)	10
2.9	เกจวัดความดัน (Pressure Gauge)	11
2.10	อุปกรณ์ควบคุมความดันลม (Air Regulator)	12
2.11	อุปกรณ์เติมน้ำมันหล่อลื่น (Air Lubricator)	13
2.12	สัญลักษณ์แสดงการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางที่ควรรู้	13
2.13	การเขียนสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง	14
2.14	การอ่านสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง	14
2.15	การเคลื่อนที่ของวาล์วควบคุมทิศทาง	15
2.16	สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางแบบปกติปิดและปกติเปิด	15
2.17	กระบอกสูบทางเดียว	19
2.18	กระบอกสูบสองทาง	19
2.19	การสื่อสารแบบทิศทางเดียว	20
2.20	การสื่อสารแบบกึ่งสองทิศทาง	21
2.21	การสื่อสารแบบสองทิศทาง	21
2.22	การจัดขาของคอนเน็กเตอร์อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ	22
2.23	การเชื่อมผ่านคอนเน็กเตอร์ DB9 แบบ Null Modem	22
2.24	Object ที่อยู่บน Front Panel ของ LabVIEW	24
2.25	Controls Palette ที่ใช้ในการออกแบบ Front Panel	24
2.26	Tools Palette ที่ใช้ในการออกแบบ Front Panel	25

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.27 ตัวอย่าง Block Diagram	26
3.1 โครงสร้างเดิมของเครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ	27
3.2 ตู้คอนโทรลของเครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ	28
3.3 ภายในตู้คอนโทรลของเครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ	28
3.4 ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติในส่วนโครงสร้างส่วนเคลื่อน	29
3.5 ชั้นส่วน (Part1) โครงสร้างส่วนเคลื่อนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว	31
3.6 ชั้นส่วน (Part2) โครงสร้างส่วนเคลื่อนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว	31
3.7 โครงสร้างส่วนเคลื่อนของเครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ หลังการแก้ไขปรับปรุง	32
3.8 ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติในส่วน Stopper	33
3.9 Stopper ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว (1)	34
3.10 Stopper ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว (2)	34
3.11 ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติในส่วนหัวเป่าท่อน้ำทิ้งของตู้เย็น	35
3.12 หัวเป่าท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นที่ออกแบบและสั่งทำขึ้น	35
3.13 ขั้นตอนการออกแบบวงจรนิวเมติกส์	36
3.14 ขั้นตอนการวางแผนงานระบบไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรล	38
3.15 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล	39
3.16 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลเมื่อตู้เย็นเครื่องนั้นผ่านการตรวจสอบ	40
3.17 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลเมื่อตู้เย็นเครื่องนั้นไม่ผ่านการตรวจสอบ	40
3.18 ตัวอย่างหน้าจอทัชสกรีนในหน้า Home	41
3.19 ตัวอย่างหน้าจอทัชสกรีนในหน้า Teaching	41
3.20 แผนผังการออกแบบการส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ	42
3.21 แผนผังการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ	42
4.1 ฐานของตู้เย็น ซึ่งมีท่อน้ำทิ้ง 1 ท่อ	46
4.2 ฐานของตู้เย็น ซึ่งมีท่อน้ำทิ้ง 2 ท่อติดกัน	46
4.3 หัวเป่ารูท่อน้ำทิ้งก่อนการแก้ไข (1)	50
4.4 หัวเป่ารูท่อน้ำทิ้งหลังการแก้ไข (2)	50
4.5 หัวเป่ารูท่อน้ำทิ้งหลังการแก้ไข (3)	50

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
5.1 การแก้ไขขนาดเพลลาเพื่อความแข็งแรง	56
5.2 การแก้ไขเรื่องความร้อนของเครื่องจักร	56
5.3 การแก้ไขเรื่องพิกัดการเคลื่อนที่ของส่วนเคลื่อน	57
5.4 การแก้ไขเรื่องรอยบุบด้านข้างตู้เย็น	57



สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ชนิดของวาล์วควบคุมทิศทาง แบ่งออกตามชนิดของตัวเลื่อนลิ้นวาล์ว (Spool)	16
2.2 สัญลักษณ์บอกความหมายของการเลื่อนลิ้นวาล์ว (Spool) ควบคุมทิศทาง (Pneumatic Directional Control Valve)	17
4.1 ผลการทดสอบหาช่วงความดันลมพิกัด (ในกรณีรูที่ไม่มีการอุดตัน)	45
4.2 ผลการทดสอบหาช่วงความดันลมพิกัด (ในกรณีรูที่มีการอุดตัน)	45
4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าในกรณีเป่า 1 ท่อ (ตู้เย็นรุ่น BAROSA)	47
4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าในกรณีเป่า 2 ท่อ (ตู้เย็นรุ่น RT35)	48
4.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าหลังการแก้ไขในกรณีเป่า 1 รู (ตู้เย็นรุ่น BAROSA)	51
4.6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าหลังการแก้ไขในกรณีเป่า 2 รู (ตู้เย็นรุ่น RT35)	52



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

กระบวนการผลิตในปัจจุบันที่มีความซับซ้อนนั้น ไม่ได้มีเพียงการผลิตและการประกอบเท่านั้น แต่ยังมีการตรวจสอบความผิดพลาดของกระบวนการผลิตในระหว่างการผลิตอีกด้วย ซึ่งในโรงงานผลิตตู้เย็นนั้นมีการตรวจสอบความผิดพลาดในระหว่างการผลิตที่สำคัญคือ การตรวจสอบการอุดตันของเดรนโฮสหรือท่อน้ำทิ้ง

ระบบเดรนโฮสหรือท่อน้ำทิ้งในตู้เย็นนั้นมีความสำคัญอย่างมากคือ เมื่อน้ำแข็งละลาย หรือมีน้ำหกภายในตู้เย็น ท่อน้ำทิ้งจะเป็นช่องทางในการระบายน้ำดังกล่าวออกมาจนถึงเก็บด้านหลังตู้เย็น ถ้าเกิดการอุดตันของท่อน้ำทิ้งจะทำให้ไม่สามารถระบายน้ำออกจากตัวตู้เย็นได้ ส่งผลให้น้ำที่ค้างในท่อน้ำทิ้ง หรือค้างในตัวตู้เย็นเกิดการแข็งตัว เนื่องจากความเย็นและอาจส่งผลให้มีการขยายตัวและส่งผลให้ตู้เย็นเสียรูปได้

ในการทำงานในปัจจุบันนั้นการตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งนั้น จะใช้คนเป่าหัวฉีดลมเข้าไปยังรูของท่อน้ำทิ้งโดยตรง เนื่องจากรูของท่อน้ำทิ้งนั้นอยู่ในระดับที่ต่ำ ส่งผลให้พนักงานที่ทำหน้าที่มีการเคลื่อนไหวที่ต้องมีการบิดตัวหรือก้มตัวมาก ซึ่งอาจส่งผลต่อสุขภาพของพนักงานในระยะยาวได้รวมถึงการใช้คนเป่าหัวฉีดลมนั้น อาจทำให้มีความผิดพลาดในการตรวจสอบขึ้นได้ง่าย เนื่องจากความเหนื่อยล้าของพนักงาน

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงการ

1. ทดแทนพนักงานเดิมด้วยเครื่องจักรอัตโนมัติ
2. ลดความผิดพลาดในการตรวจสอบ
3. ทำระบบฐานข้อมูลเพื่อตรวจสอบความผิดพลาดของกระบวนการผลิต และนำไปปรับปรุงหรือแก้ไขในอนาคต

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. สามารถตรวจสอบอาการผิดพลาดที่เกิดจากการอุดตันของโฝมภายในตู้เย็นได้
2. สามารถใช้งานได้กับตู้เย็นทุกรุ่นโดยไม่มีคนดูแลเครื่อง (ไม่ต้องเปลี่ยนรุ่นเอง)
3. สามารถบันทึกผลการตรวจสอบลงในฐานข้อมูลเพื่อเรียกดูในภายหลังได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 วิธีการดำเนินโครงการ

การออกแบบเครื่องจักร

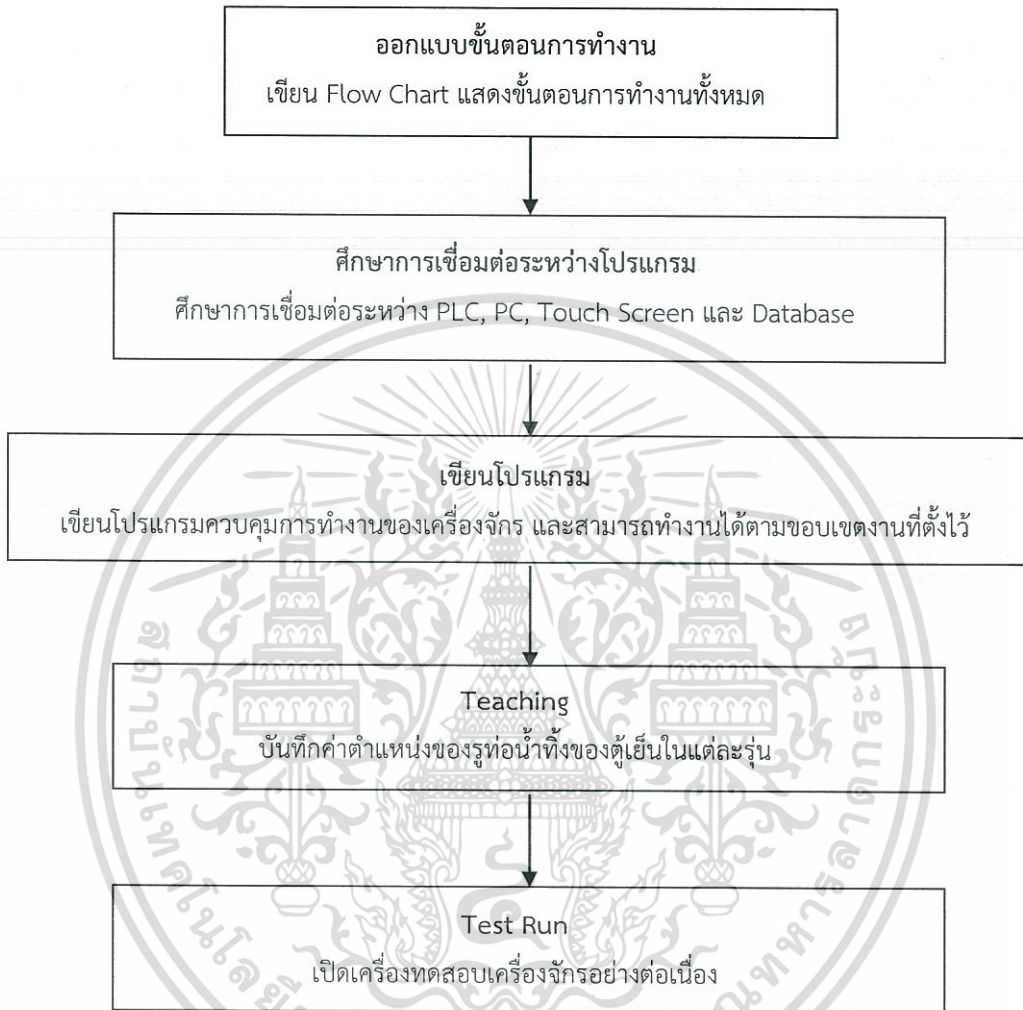
รับความต้องการของหัวหน้างานแล้วนำไปออกแบบทั้งภาพสามมิติ และแบบสองมิติโดยใช้ทฤษฎีด้านต่างๆ มาสนับสนุน มีขั้นตอนการทำงานแสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 ขั้นตอนการทำงานของแผนกออกแบบเครื่องจักร

การเขียนและทดสอบโปรแกรม

รับรูปแบบโปรแกรมและความสามารถ รวมถึงหน้าจอแสดงผลของโปรแกรมที่หัวหน้างานต้องการ โดยมีขั้นตอนดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 ขั้นตอนเขียนและทดสอบโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ในการทำโครงการเครื่องตรวจสอบการูดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ ในส่วนนี้จะกล่าวถึงความรู้และทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบโครงการ

2.1 Barcode Scanner

Barcode Scanner คือ อุปกรณ์ที่ใช้อ่านข้อมูลที่อยู่ในแท่งบาร์โค้ด แล้วแปลงให้เป็นข้อมูลที่สามารถเข้าใจได้โดยคอมพิวเตอร์

2.1.1 หน้าที่ของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

1. หา Elements ที่ถูกต้องของ Bar และ Space
2. กำหนดส่วนกว้างของแต่ละ Bar และ Space
3. จัดกลุ่มของบาร์โค้ดที่อ่านเข้ามา
4. นำ Element Widths เปรียบเทียบกับรูปแบบตารางบาร์โค้ด
5. ตรวจสอบ Start/Stop Characters เวลาที่มีการอ่านกลับทิศทาง
6. ยืนยัน Quiet Zone ทั้งสองข้างของบาร์โค้ด
7. ยืนยันความถูกต้องของ Check Characters

2.1.2 หลักการทำงานของเครื่องอ่านบาร์โค้ด

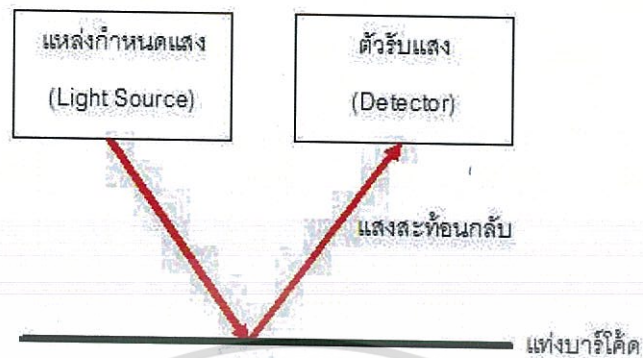
1. เครื่องอ่าน (Reader) ฉายแสงลงบนแท่งบาร์โค้ด หรือแหล่งกำเนิดแสง (Light Source) ภายในเครื่องอ่านบาร์โค้ดจะฉายแสงลงบนแท่งบาร์โค้ด และกวาดแสงอ่านผ่านแท่งบาร์โค้ดดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ทิศทางการฉายแสงอ่านผ่านแท่งบาร์โค้ด

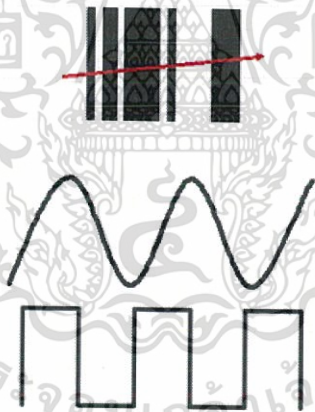
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. รับแสงที่สะท้อนกลับมาจากตัวบาร์โค้ด การอ่านบาร์โค้ดจะใช้หลักการสะท้อนแสงกลับมาที่ตัวรับแสงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การอ่านบาร์โค้ดโดยใช้หลักการสะท้อนแสงกลับมาที่ตัวรับแสง

3. เปลี่ยนปริมาณแสงที่สะท้อนกลับมาให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ภายในเครื่องอ่านบาร์โค้ดจะมีอุปกรณ์เปลี่ยนปริมาณแสง ที่สะท้อนกลับมาให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การเปลี่ยนปริมาณแสงที่สะท้อนกลับมาให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า

4. เปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นข้อมูลที่น่าไปใช้งานได้ สัญญาณไฟฟ้าจะไปเปรียบเทียบกับตารางบาร์โค้ดที่ตัวถอดรหัส (Decoder) และเปลี่ยนให้เป็นข้อมูลที่สามารถนำไปใช้งานได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ขั้นตอนการเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นข้อมูลที่น่าไปใช้งานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่สามารถนำออกเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Proximity Sensor

Proximity Sensor หรือ Proximity Switch คือ เซนเซอร์ชนิดหนึ่งที่สามารถทำงานโดยไม่ต้องสัมผัสกับชิ้นงานหรือวัตถุภายนอก โดยลักษณะของการทำงานอาจจะส่งหรือรับพลังงานรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งดังต่อไปนี้คือ สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แสง เสียง และสัญญาณลม ส่วนการนำเซนเซอร์ประเภทนี้ไปใช้งานนั้น ส่วนใหญ่จะใช้กับงานตรวจจับ ตำแหน่ง ระดับ ขนาด และรูปร่าง ซึ่งโดยปกติแล้วนำมาใช้แทนลิมิตสวิตช์ (Limit Switch) เนื่องจากด้วยสาเหตุของอายุการใช้งานและความเร็วในการตรวจจับวัตถุเป้าหมาย ทำให้ดีกว่าอุปกรณ์ประเภทสวิตช์ซึ่งอาศัยหน้าสัมผัสทางกล

2.2.1 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

Coil-Wire (ชุดขดลวด) ซึ่งจะถูกพันไว้รอบแกนเฟอร์ไรต์ ซึ่งมีหน้าที่สร้างคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าออกมาจากผิวหน้าของเซนเซอร์

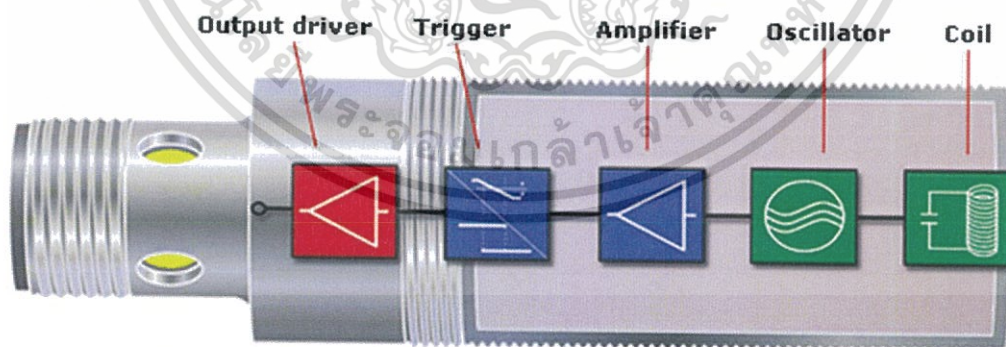
Oscillator วงจรกำเนิดคลื่นความถี่สูง มีหน้าที่แปลงคลื่นสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้เป็นคลื่นความถี่

Amplifier (ตัวขยายสัญญาณ) มีหน้าที่ขยายความแรงของสัญญาณคลื่นความถี่ สำหรับวงจรแยกสถานะ และการสั่งงาน (Trigger)

Trigger วงจรแยกสถานะและสั่งงาน

Output Driver (ตัวส่งสัญญาณออก) มีหน้าที่เพิ่มกำลังของสัญญาณไปที่ระดับของการใช้งานของสัญญาณออก

ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์เหนี่ยวนำมีดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบหลักของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

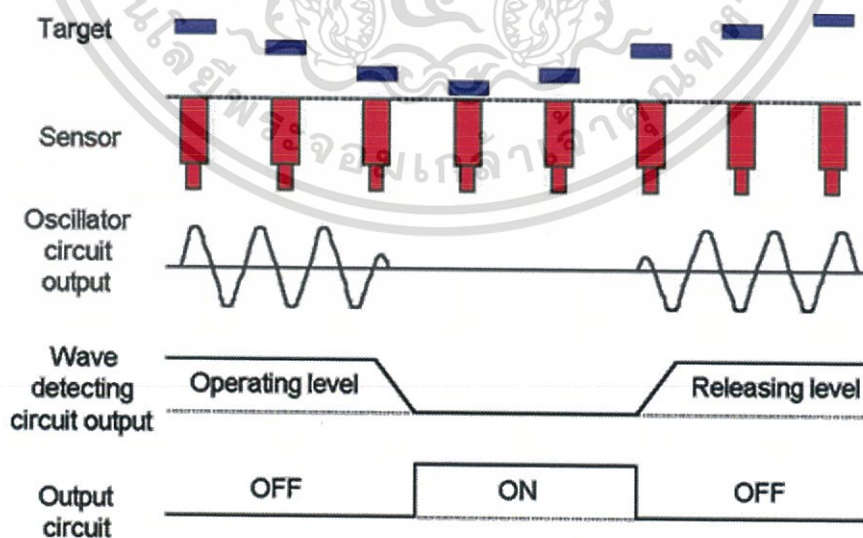
2.2.2 ประเภทของ Proximity Sensor

1. เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ (Inductive Sensor) เป็นเซนเซอร์ที่ทำงานโดยอาศัยหลักการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำของขดลวด ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวจะมีผลต่อชิ้นงานหรือวัตถุที่เป็นโลหะเท่านั้น ข้อเด่นของเซนเซอร์ชนิดนี้คือ ทนทานและสามารถทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง สามารถทำงานในสภาวะที่มีการรบกวนทางแสงและเสียง ซึ่งเทียบเท่ากับชนิดเก็บประจุ

2. เซนเซอร์ชนิดเก็บประจุ (Capacitive Sensor) เซนเซอร์ประเภทนี้มีโครงสร้างทั้งภายนอกและภายในคล้ายกับแบบเหนี่ยวนำ การเปลี่ยนแปลงของความจุ ซึ่งเนื่องมาจากการเคลื่อนที่ของวัตถุชนิดหนึ่งเข้ามาใกล้สนามไฟฟ้าของคาปาซิเตอร์ เซนเซอร์ชนิดนี้สามารถตรวจจับอุปกรณ์ที่ไม่ได้เป็นโลหะได้ และเป็นโลหะได้

2.2.3 หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

บริเวณส่วนหัวของเซนเซอร์จะมีสนามแม่เหล็กซึ่งมีความถี่สูง โดยได้รับสัญญาณมาจากวงจรกำเนิดความถี่ ในกรณีที่ไม่มีวัตถุหรือชิ้นงานที่เป็นโลหะเข้ามาอยู่ในบริเวณที่สนามแม่เหล็กสามารถส่งไปถึง จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความเหนี่ยวนำ จากเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นทำให้เกิดการหน่วงออสซิลเลท (Oscillate) ลดลงไป หรือบางที่อาจถึงจุดที่หยุดการออสซิลเลท และเมื่อนำเอาวัตถุนั้นออกจากบริเวณตรวจจับ วงจรกำเนิดคลื่นความถี่ก็เริ่มต้นการออสซิลเลทใหม่อีกครั้งหนึ่ง สภาวะดังกล่าวในข้างต้นจะถูกแยกแยะได้ด้วย วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่อยู่ภายใน หลังจากนั้นก็จะส่งผลไปยังเอาต์พุตว่าให้ทำงานหรือไม่ทำงาน โดยทั้งนี้จะขึ้นอยู่กับชนิดของเอาต์พุตว่าเป็นแบบใด การทำงานโดยรวมของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำเป็นดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 กราฟแสดงการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ระบบนิวเมติกส์

หมายถึง ระบบที่ใช้อากาศเป็นตัวทำงานในการส่งกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักรต่างๆ ให้ทำงานหรือเกิดการเคลื่อนที่ เช่น กระบอกลูกสูบหรือมอเตอร์ลม

วัตถุประสงค์ของการนำลมอัดมาใช้ในงานอุตสาหกรรมเพื่อการทำงานอย่างอัตโนมัติ และการประหยัดแรงงาน ทั้งนี้การใช้ลมอัดนั้นถ้ามีการประกอบรวมกับกำลังไฟฟ้าสามารถดัดแปลงเป็นการควบคุมอัตโนมัติแบบไร้สายได้ อีกทั้งลมอัดและระบบนิวแมติกส์ยังมีข้อดีอีกหลายประการ เช่น มีค่าใช้จ่ายต่ำ มีโครงสร้างอย่างง่าย มีความสะดวกในการบำรุงรักษา เป็นต้น

ข้อดีของลมอัด

1. ลมอัดมีปริมาณไม่จำกัดในทุกๆ แห่ง เพราะมีอยู่ทั่วไป
2. ลมอัดสามารถส่งผ่านไปตามท่อที่มีระยะทางไกลๆ ได้ง่าย และไม่ต้องส่งกลับมา สามารถปล่อยทิ้งในบรรยากาศได้หลังจากใช้งานแล้ว
3. สามารถกักเก็บลมอัดไว้ในถังเก็บได้ ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ตามต้องการ
4. ลมอัดไม่เกิดการระเบิดหรือติดไฟง่ายเมื่อมีการรั่วซึม ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นที่ต้องมีอุปกรณ์พิเศษราคาแพงเพื่อใช้ในการป้องกันการระเบิด
5. ลมอัดไม่มีความไวต่อการเบี่ยงเบนของอุณหภูมิ มีความแน่นอนในการทำงานสูง แม้จะอยู่ในสภาวะอุณหภูมิสูงมากๆ ก็ตาม
6. เครื่องมือและอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์มีโครงสร้างแบบง่ายๆ ทำให้มีราคาถูก ทนทาน และซ่อมบำรุงรักษาได้ง่าย
7. ลมอัดมีความเร็วสูง ดังนั้นอัตราความเร็วในการทำงานก็จะสูงด้วย
8. สามารถควบคุมความเร็ว ความดัน และแรงของลมอัดในระบบนิวแมติกส์ได้ตามต้องการ
9. เครื่องมือและอุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์สามารถใช้งานเกินกำลังได้โดยไม่เกิดการเสียหาย
10. การเคลื่อนที่ในทางตรงสามารถทำงานได้โดยตรง

ข้อเสียของลมอัด

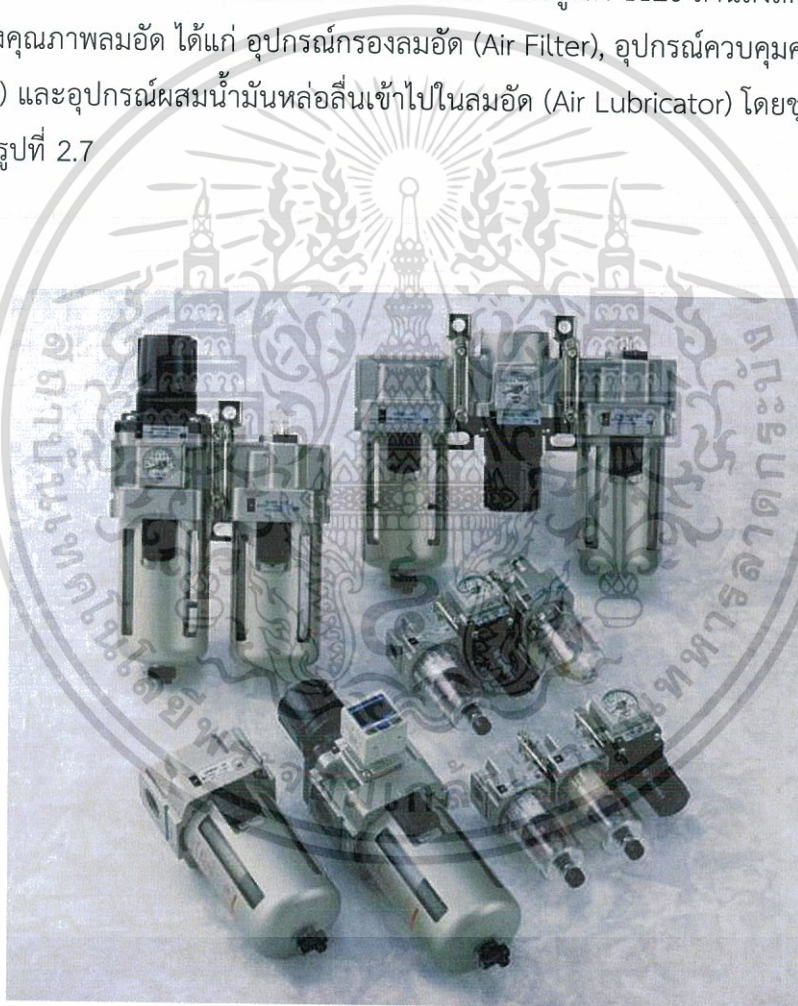
1. ลมอัดมีความชื้นและฝุ่นละออง ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์กรองความชื้นและฝุ่นละอองก่อนนำไปใช้งาน
2. ลมอัดมีเสียงดังเมื่อระบายทิ้งออกสู่บรรยากาศ เพราะฉะนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์เก็บเสียง (Silencer)
3. ลมอัดจะประหยัดเฉพาะที่ใช้แรงขยายถึงจุดหนึ่งเท่านั้น โดยปกติแล้วใช้ความดันที่ 600 kPa (6 Bar) ข้อจำกัดของแรงอยู่ที่ 20,000 - 30,000 นิวตัน ขึ้นอยู่กับความเร็วและระยะทางที่ใช้งาน
4. ระบบนิวแมติกส์ จะมีความดันที่ใช้งานเพียง 4-7 Bar
5. ลมอัดเป็นตัวกลางที่ค่อนข้างแพงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบการเปลี่ยนแปลงพลังงานอื่นๆ (อย่างไรก็ตามจะถูกชดเชยจากอุปกรณ์บางชิ้นส่วนที่มีราคาถูก เป็นแบบง่ายๆ และมีสมรรถนะที่สูงกว่า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของระบบนิวเมติกส์จะต้องประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการทำโครงการในครั้งนี้ มีดังนี้

2.3.1 ชุดควบคุมคุณภาพลม

การควบคุมคุณภาพลมคือ การทำให้ลมสะอาด ลมอัดมีความดันที่ถูกต้องและคงที่ ลมอัดมีน้ำมันเพื่อหล่อลื่นชิ้นส่วนที่ทำงาน ในสภาพอากาศทั่วๆ ไป 1 ลูกบาศก์เมตร (m^3) พบว่ามีสิ่งสกปรกอยู่โดยเฉลี่ยสูงถึงกว่า 140 ล้านสิ่งสกปรก ซึ่งประกอบไปด้วย แบคทีเรีย ไวรัส หมอกควัน ไฮโดรคาร์บอน น้ำ น้ำมันและสิ่งเจือปนอื่นๆ ที่เกิดขึ้นจากกิจกรรมของมนุษย์ ดังนั้นหากลองจินตนาการเมื่อเครื่องอัดลมอัดความดันสูงถึง 8 บาร์ ก็มีความเป็นไปได้ที่สิ่งสกปรกในอากาศอัด $1 m^3$ จะมีสูงถึง 1120 ล้านสิ่งสกปรก อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับปรับปรุงคุณภาพลมอัด ได้แก่ อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter), อุปกรณ์ควบคุมความดันของลมอัด (Air Regulator) และอุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่นเข้าไปในลมอัด (Air Lubricator) โดยชุดควบคุมคุณภาพลมมีลักษณะดังรูปที่ 2.7



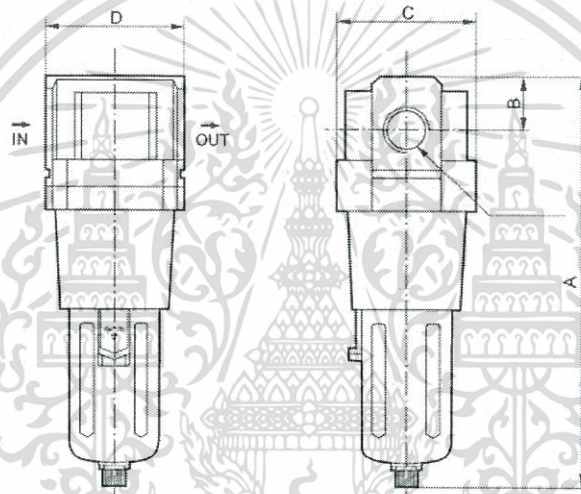
รูปที่ 2.7 ชุดควบคุมคุณภาพลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีรายละเอียดการทำงานของอุปกรณ์แต่ละตัวมีดังต่อไปนี้

2.3.1.1 อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter)

เมื่อเครื่องอัดลม (Air Compressor) ทำการอัดลมเพื่อเพิ่มความดัน (Pressure) เพิ่มขึ้นนั้น ลมที่ถูกเครื่องอัดลมดูดเข้าไปเพื่ออัดเก็บในถังเก็บลมนั้น จะมีส่วนผสมของมวลสารอื่นๆ ด้วย เช่น ไอน้ำ ฝุ่นผง หรือมวลสารที่ล่องลอยในบริเวณที่เครื่องอัดลมทำงานอยู่ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเอามวลสารที่ไม่ต้องการเหล่านี้ออกจากลมอัด เพราะมวลสารและสิ่งสกปรกต่างๆ นี้จะเป็นตัวที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานของระบบนิวเมติกส์เสียหาย ทำงานติดขัดอายุการใช้งานสั้นลง อุปกรณ์กรองลมอัดมีลักษณะดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 อุปกรณ์กรองลมอัด (Air Filter)

โดยลมอัดไหลเข้ามาทางด้านท่อลมเข้าและไหลผ่านลงไปที่ตัวกรอง ลมอัดที่ไหลเข้ามาจะมีความดันสูงและต้องผ่านแผ่นกะบัง บังคับการไหลทำให้เกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของลมอัด ไปปะทะกับผนังของลูกถ้วย อากาศที่สะอาดก็จะไหลผ่านไส้กรองออกทางด้านท่อลมออก และสิ่งสกปรกก็จะติดอยู่ที่ไส้กรอง ส่วนละอองน้ำที่ติดอยู่ผนังของลูกถ้วยเมื่อสะสมกันมากๆ ก็ไหลมารวมกันไปอยู่ ด้านล่างของชุดกรองอากาศ ที่ด้านล่างของลูกถ้วยจะมีขีดจำกัดปริมาณละอองน้ำไม่ให้สูงเกินไป การระบายละอองน้ำออกสามารถทำได้ โดยการระบายน้ำออกด้วยการหมุนสกรูที่ได้ลูกถ้วยหรือติดตั้งตัวระบายน้ำอัตโนมัติที่ลูกถ้วยก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.2 เกจวัดความดันลมอัด (Pressure Gauge)

เกจวัดความดันลมอัด ใช้สำหรับวัดความดันในวงจรนิวเมติกส์ ปกติจะติดตั้งอยู่ทางออกของตัวควบคุมความดันลมอัด เกจวัดความดันลมอัด จะเป็นแบบท่อสปริงรูปทรงกลมโค้งงอในแนวรัศมีและมีพื้นที่หน้าตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส เป็นท่อกลวงส่วนปลายข้างหนึ่งยึดติดกับช่องที่ให้ความดันลมอัดผ่านเข้ามาภายในท่อสปริง เมื่อมีแรงดันของลมท่อสปริงรูปทรงกลม จึงยืดออกให้ท่อตรงส่วนปลายอีกด้านของท่อสปริงจะยึดติดกับชุดกลไกต่อระหว่างท่อสปริงกับเฟืองเข็ม กลไกเหล่านี้จะเพิ่มตัวแสดงการเคลื่อนไหวของท่อสปริงหรือบอกความดันภายในระบบนั่นเอง โคนเกจวัดความดันลมอัดจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 เกจวัดความดัน (Pressure Gauge)

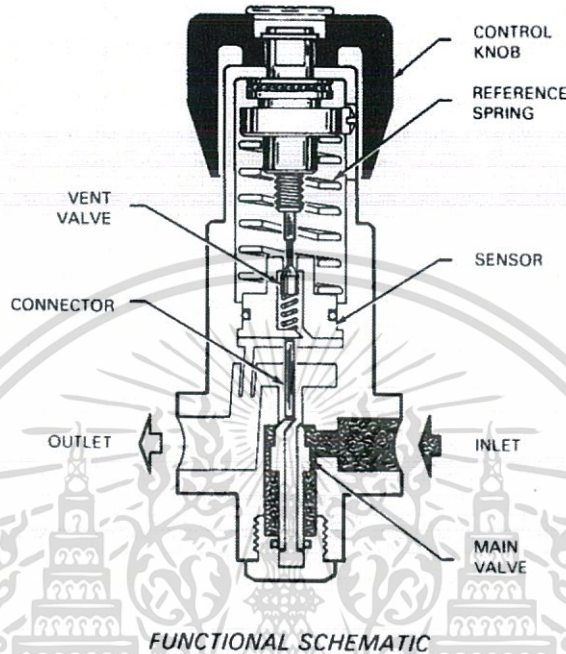
2.3.1.3 อุปกรณ์ควบคุมความดัน (Compressed Air Regulator)

มีหน้าที่ในการปรับความดันใช้งานให้คงที่ และเหมาะสมกับความดันของระบบและปรับความดันต้นทางให้สูงกว่าความดันปลายทาง แบ่งออกเป็น 2 ชนิดย่อยคือ ชนิดไม่มีการระบายความดันออกสู่บรรยากาศ และชนิดมีการระบายความดันออกสู่บรรยากาศ

เมื่อความดันลมออกมาจากอุปกรณ์กรองลมอัด จะต่อเข้าวาล์วควบคุมความดัน เพื่อที่จะปรับความดันลมให้มีความดันคงที่อยู่ที่ ความดันลมจะผ่านวาล์วและไหลออกที่ทางออกเพื่อใช้งานต่อไป บริเวณช่องทางออกของลมอัดจะมีช่องออริฟิซ (Orifice) ที่ต่อระหว่างช่องทางออกกับห้องใต้แผ่นไดอะแฟรม ถ้าความดันลมที่ออกนี้มีความดันสูงกว่าค่าของสปริง (ตัวบน) ก็จะดันแผ่นไดอะแฟรมให้ยกขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

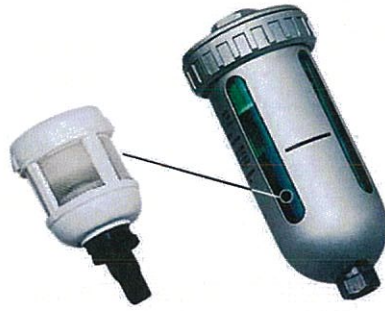
เป็นผลให้ก้านของพอฟเพดซึ่งเชื่อมต่ออยู่กับชุดของแผ่นไดอะแฟรมถูกยกขึ้นตาม ทำให้วาล์วปิดทางลมที่เข้าวาล์ว ดังนั้นค่าของสปริงจะเป็นตัวกำหนดค่าความดันลมที่ออกจากวาล์วนั่นเอง โดยลักษณะของอุปกรณ์ควบคุมความดันลมเป็นดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 อุปกรณ์ควบคุมความดันลม (Air Regulator)

2.3.1.4 อุปกรณ์เติมน้ำมันหล่อลื่น (Air Lubricator)

ชุดน้ำมันหล่อลื่นจะมีหน้าที่เป็นตัวจ่ายสารหล่อลื่นให้กับอุปกรณ์นิวแมติกส์ โดยจะปนไปกับลมอัดในการใช้งาน เพื่อลดการสึกหรอและความฝืดของอุปกรณ์ต่างๆ เช่น วาล์วข้อต่อลูกสูบ เป็นต้น ชุดน้ำมันหล่อลื่นจะอาศัยหลักการของช่องแคบที่ความดันแตกต่างกันคือ ความเร็วของลมอัดที่ไหลผ่านช่องแคบมีความเร็วสูง จึงทำให้เกิดการดูดน้ำมันขึ้นมาผสมกับลมอัดที่ไหลผ่านเพนละอองน้ำมันหล่อลื่น เพื่อนำไปใช้ในระบบหล่อลื่นอุปกรณ์ต่างๆ ต่อไป ในปัจจุบันส่วนมากอุปกรณ์นิวแมติกจะใช้วัสดุเทอร์โมพลาสติก (Thermoplastic) แทนวัสดุชิ้นเก่าทำให้ชุดน้ำมันหล่อลื่นไม่ค่อยมีบทบาทมากนักในปัจจุบัน และระบบการผลิตในอุตสาหกรรมบางประเภทไม่จำเป็นต้องใช้การหล่อลื่น เช่น อุตสาหกรรมผลิตอาหารและยา อุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ โดยอุปกรณ์เติมน้ำมันหล่อลื่นจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.11

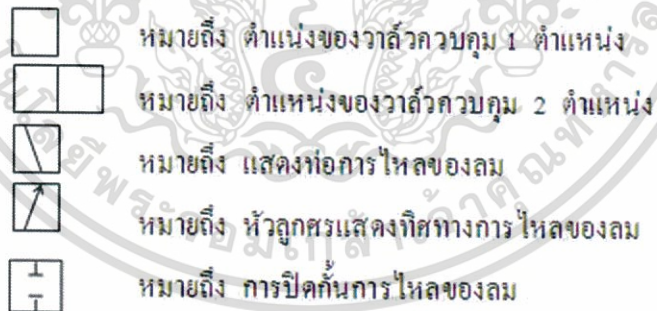


รูปที่ 2.11 อุปกรณ์เติมน้ำมันหล่อลื่น (Air Lubricator)

2.3.2 วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)

วาล์วลม (Air Valve), วาล์วควบคุมทิศทางลม (Pneumatic Directional Control Valve) มีชื่อเรียกหลายชื่อบ้างก็เรียกว่าโซลินอยด์วาล์ว (Pneumatic Solenoid Valve) แต่บางคนก็จะเรียกโซลินอยด์วาล์ว โดยให้หมายถึงวาล์วควบคุมทิศทางแบบ 2/2 เท่านั้นก็มี

วาล์วควบคุมทิศทางทำหน้าที่ควบคุมลมอัดให้ไหลผ่านวาล์วไปในทิศทางที่ต้องการ เพื่อให้กระบอกสูบทำงานหรือหยุดทำงาน หรือหยุดค้างตำแหน่งการทำงานได้ ตัวอย่างของวาล์วควบคุมทิศทางเป็นดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 สัญลักษณ์แสดงการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางที่ควรรู้

การเรียกชื่อวาล์ว การเรียกชื่อวาล์วด้วยตัวเลขโดยกำหนดให้ตัวเลขตัวหน้า หมายถึงจำนวนรูของวาล์ว ส่วนตัวเลขตัวหลัง หมายถึงจำนวนตำแหน่งการทำงาน เช่น

วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 2/2 หมายถึงตัววาล์วมี 2 รู (Port) / 2 ตำแหน่ง

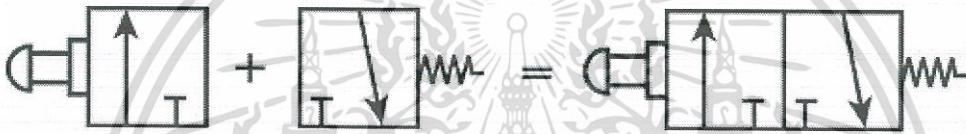
วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 3/2 คือตัววาล์วมีรูลม 3 รู / 2 ตำแหน่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 3/3 คือ ตัววาล์วมีรูลม 3 รู / 3 ตำแหน่ง
 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4/2 คือ ตัววาล์วมีรูลม 4 รู / 2 ตำแหน่ง
 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4/3 คือ ตัววาล์วมีรูลม 4 รู / 3 ตำแหน่ง
 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5/2 คือ ตัววาล์วมีรูลม 5 รู / 2 ตำแหน่ง
 วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5/3 คือ ตัววาล์วมีรูลม 5 รู / 3 ตำแหน่ง

การเขียนสัญลักษณ์ตั้งแต่เริ่มต้น ที่ใช้เพื่อให้รู้และเข้าใจการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทางอย่างง่าย ๆ จึงเริ่มสัญลักษณ์ของวาล์ว แบบแมคคานิคอลวาล์วชนิด 3/2 เป็นขั้นตอนง่าย ๆ ดังนี้

1. เขียนสัญลักษณ์โดยตัววาล์วมี 2 ตำแหน่งและมี 3 รู ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 การเขียนสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง

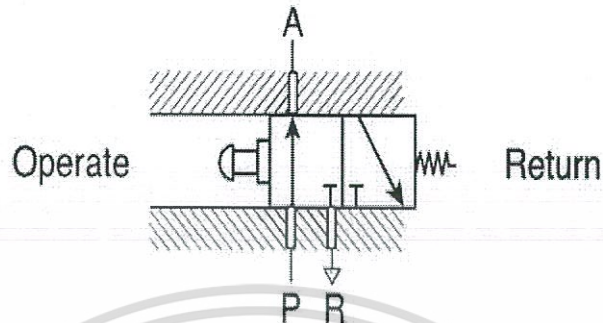
2. การอ่านสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง จากข้อ 1 ให้จินตนาการว่า สี่เหลี่ยม 2 ช่อง ตามรูปที่ 2.14 คือ ล้วน (Spool) ของวาล์วที่เลื่อนได้ไปกลับโดยที่ตัวเรือนของวาล์วมีรูป้อนลม 3 รู



รูปที่ 2.14 การอ่านสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง

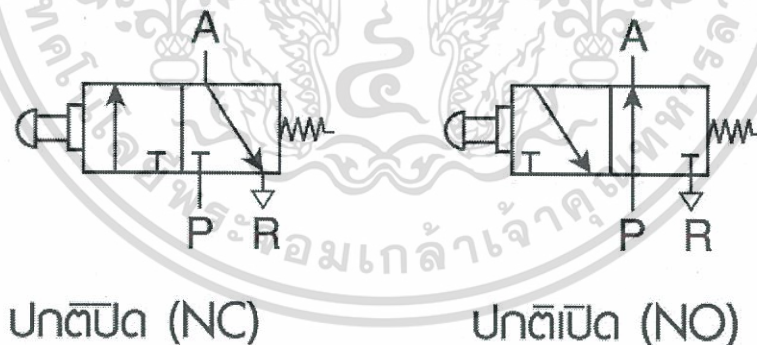
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การเคลื่อนที่ของวาล์ว ตำแหน่งปกติล้นวาล์ว (Spool) จะอยู่ที่ช่องขวา ตำแหน่ง Operate คือ กด Pushbutton เลื่อนล้นวาล์วจะถูกกดให้ช่องซ้ายตรงรูลม P, R, A โดยการเคลื่อนที่ของวาล์วควบคุมทิศทางจะเป็นดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 การเคลื่อนที่ของวาล์วควบคุมทิศทาง

ดังได้อธิบายและแสดงไว้ในรูปที่ 2.15 เรื่องสัญลักษณ์การเคลื่อนล้นวาล์วว่า ตำแหน่งสำหรับภาวะปกติของวาล์วได้จากช่องขวามือ โดยยังไม่แสดงสัญลักษณ์ของตัวที่ทำให้เกิดการเลื่อนของล้นวาล์วควบคุมทิศทาง สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางแบบปกติปิด และปกติเปิด มีลักษณะดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางแบบปกติปิดและปกติเปิด

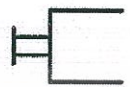
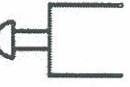





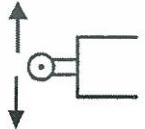
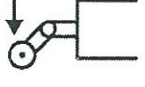
ชนิดของวาล์วควบคุมทิศทาง แบ่งออกตามชนิดของตัวเลื่อนล้นวาล์ว (Spool) แสดงดังตารางที่ 2.1 และสัญลักษณ์บอกความหมายของการเคลื่อนล้นวาล์ว (Spool) ควบคุมทิศทาง (Pneumatic Directional Control Valve) แสดงดังตารางที่ 2.2 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ชนิดของวาล์วควบคุมทิศทาง แบ่งออกตามชนิดของตัวเลื่อนลิ้นวาล์ว (Spool)


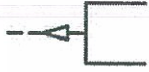

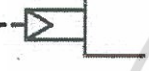

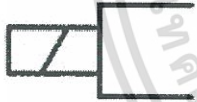
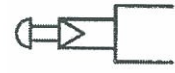

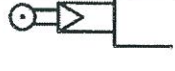


ลำดับ	สัญลักษณ์	ความหมาย
1.		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 2/2 ปกติปิด (2/2 Valve Normally Closed)
		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 2/2 ปกติเปิด (2/2 Valve Normally Open)
2.		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 3/2 ปกติปิด (3/2 Valve Normally Closed)
		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 3/2 ปกติเปิด (3/2 Valve Normally Open)
3.		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 3/3 ตำแหน่งกลางปิด (3/3 Valve Mid-Position Closed)
4.		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4/2 (4/2 Valve)
5.		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4/3 ตำแหน่งกลางปิด (4/3 Valve Mid-Position Closed)
6.		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4/3 ตำแหน่งกลางเร่งระบายลม (4/3 Valve Mid-Position Exhausted)
7.		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5/2 (5/2 Valve)
8.		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5/3 ตำแหน่งกลางปิด (5/3 Valve Mid-Position Closed)
9.		วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 5/3 ตำแหน่งกลางเร่งระบายลม (5/3 Valve Mid-Position Exhausted)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์บอกความหมายของการเคลื่อนลิ้นวาล์ว (Spool) ควบคุมทิศทาง (Pneumatic Directional Control Valve)

สัญลักษณ์	ความหมาย
<p>1. การเคลื่อนลิ้นโดยใช้มือหรือเท้า (Manual Actuator)</p> <p>ก.  General</p> <p>ข.  Push button</p> <p>ค.  Lever</p> <p>ง.  Paddle</p> <p>จ.  Detent</p>	<p>ใช้ก้ามเนื้อในการเคลื่อน (ปุ่มกด) แบบทั่วไป</p> <p>ใช้มือกด (ปุ่มกด)</p> <p>ใช้คันโยกหรือมือบิด</p> <p>ใช้เท้าเหยียบ</p> <p>ใช้คันโยกหรือมือบิดแบบล็อกตำแหน่ง</p>
<p>2. การเคลื่อนลิ้นโดยใช้ระบบไก (Mechanical Actuator)</p> <p>ก.  Plunger</p> <p>ข.  Spring</p> <p>ค.  Roller lever</p> <p>ง.  Roller lever with idle return (Roller Trip)</p>	<p>ใช้กลไกภายนอกเป็นตัวกดทำงานสองทาง</p> <p>ใช้สปริงดันวาล์วให้กลับตำแหน่งปกติ</p> <p>ใช้ล้อลูกกลิ้งเป็นตัวกดทำงานได้สองทาง</p> <p>ใช้ล้อลูกกลิ้งเป็นตัวกดทำงานได้ทางเดียว</p>

ตารางที่ 2.2 สัญลักษณ์บอกความหมายของการเคลื่อนลิ้นวาล์ว (Spool) ควบคุมทิศทาง (Pneumatic Directional Control Valve) (ต่อ)

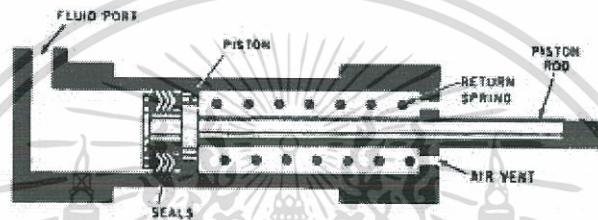
สัญลักษณ์	ความหมาย
3. การเคลื่อนลิ้นโดยใช้ลม (Pneumatic Actuator)	
ก.  Direct by Pressure (Pilot)	ใช้ลมในการเคลื่อนวาล์วโดยตรง
ข.  Direct by Pressure Relief	ระบายลมให้วาล์วเคลื่อนโดยตรง
ค.  Differential Pressure	เคลื่อนลิ้นด้วยความดันที่แตกต่าง
ง.  Indirect by Pressure (Pilot)	ใช้ลมไปเคลื่อนวาล์วทางอ้อม
จ.  Indirect by Pressure Relief	ระบายจากวาล์วทางอ้อม
4. การเคลื่อนลิ้นโดยใช้ไฟฟ้า (Electrical Actuator)	
 Solenoid	ใช้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า 1 ขด
5. การเคลื่อนลิ้นแบบผสม (combined Actuation)	
ก.  Push button and Pressure	ใช้ปุ่มกดละใช้ลมช่วย
ข.  Push button or Pressure	ใช้ปุ่มกดหรือใช้ลมช่วย
ค.  Roller lever and Pressure	ใช้กลไกลูกกลิ้งและลมช่วย
ง.  Solenoid and Pressure	ใช้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าและลมช่วย
จ.  Spring Centred	ใช้สปริงดันวาล์วให้อยู่ในตำแหน่งกลาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 กระบอกลูกสูบ (Cylinder)

2.3.3.1 กระบอกลูกสูบทางเดียว (Single Acting Cylinder)

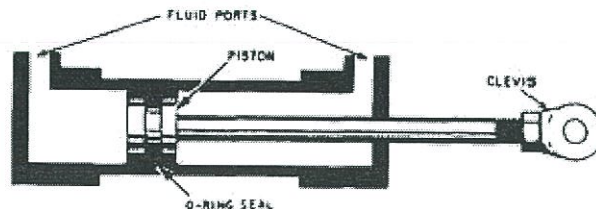
กระบอกลูกสูบทางเดียวจะมีรูลมที่ด้านลูกสูบรูเดียว เมื่อมีลมอัดเข้าทางด้านลูกสูบจะทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกและจะระบายลมทิ้งทางด้านก้านสูบ ในขณะที่เดียวกันขณะเคลื่อนที่กลับจะอาศัยแรงสปริงภายในกระบอกลูกสูบ โดยทั่วไปกระบอกลูกสูบทางเดียวจะถูกออกแบบให้มีความยาวช่วงชักไม่เกิน 100 มิลลิเมตร จึงเหมาะกับงานที่ไม่มีโหลดมากนัก หรือลักษณะงานที่มีขนาดเล็ก เช่น งานจับยึดชิ้นงาน งานกดอัดชิ้นงาน เป็นต้น ลักษณะของกระบอกลูกสูบทางเดียวดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 กระบอกลูกสูบทางเดียว

2.3.3.2 กระบอกลูกสูบสองทาง (Double Acting Cylinder)

กระบอกลูกสูบสองทางจะมีรูลมที่ด้านลูกสูบและก้านลูกสูบ ลมอัดทั้งสองด้านจะดันลูกสูบให้เคลื่อนที่เข้าและเคลื่อนที่ออก กระบอกลูกสูบชนิดนี้จะมีแรงดันทำงานได้ 2 ทิศทาง ซึ่งเหมาะสมกับงานที่มีโหลดกว่ากระบอกลูกสูบด้านเดียว โดยทั่วไปกระบอกลูกสูบสองทางใช้กับงานที่ต้องการความยาวช่วงชักยาวๆ หรือลักษณะงานที่มีขนาดใหญ่ และงานที่ต้องการเคลื่อนที่เป็นแนวเส้นตรงลักษณะของกระบอกลูกสูบสองทางดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 กระบอกลูกสูบสองทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 Serial Communication

ในการสื่อสารข้อมูลนั้นพอร์ตอนุกรมจะมีความเร็วในการสื่อสารที่ช้ากว่าแบบขนาน เพราะการเคลื่อนย้ายข้อมูลแบบอนุกรมนั้นเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต แต่พอร์ตขนานนั้นสามารถส่งข้อมูลที่ละหลายๆ บิต พร้อมๆ กันได้ แต่ข้อดีของการสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมคือ สามารถส่งข้อมูลได้ในระยะทางที่ไกลกว่าแบบขนาน และใช้สายสัญญาณที่น้อยกว่าการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน ระยะของสายแบบอนุกรมสามารถมีความยาวได้มากกว่าสายของแบบขนานมาก ทั้งนี้เพราะสัญญาณของพอร์ตอนุกรม ซึ่งส่วนใหญ่ใช้มาตรฐาน RS-232 จะมีค่า -3 Volt ถึง -15 Volt สำหรับ Logic “1” หรือ “Mark” และมีค่า $+3$ Volt ถึง $+15$ Volt สำหรับ Logic “0” หรือ “Space” (สำหรับช่วง $+3$ Volt ถึง -3 Volt เป็นช่วง Undefined) ส่วนสัญญาณของ Parallel นั้น Logic “1” จะมีค่า $+5$ Volt และ logic “0” จะมีค่า 0 Volt ทำให้สัญญาณของแบบอนุกรมสามารถรับการสูญเสียของสาย (Cable Loss) ได้มากกว่าสัญญาณของแบบขนาน ปกติสายพอร์ตขนานไปได้เพียง 5 ฟุต ส่วนสาย RS-232 จะไปได้ถึง 50 ฟุตที่ความเร็วสูงสุด และพอร์ตอนุกรมจะใช้จำนวนสายไฟน้อยกว่าพอร์ตขนาน ถ้าต่อในลักษณะ Null Modem ที่จะใช้สายเพียง 3 เส้น ขณะที่แบบขนานจะต้องใช้สาย 19 ถึง 25 เส้น

2.4.1 รูปแบบการสื่อสารข้อมูล

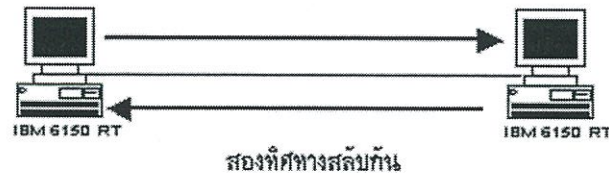
สามารถแบ่งรูปแบบการสื่อสารของข้อมูลได้เป็น 3 แบบ คือ

1. แบบทิศทางเดียว (Simplex) เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลจะถูกส่งจากทิศทางหนึ่งไปยังอีกทิศทาง โดยไม่สามารถส่งข้อมูลย้อนกลับมาได้ดังรูปที่ 2.19 เช่น ระบบวิทยุ หรือโทรทัศน์



รูปที่ 2.19 การสื่อสารแบบทิศทางเดียว

2. แบบกึ่งสองทิศทาง (Half Duplex) เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลสามารถส่งกลับกันได้ 2 ทิศทาง แต่จะไม่สามารถส่งพร้อมกันได้ โดยต้องผลัดกันส่งครั้งละทิศทางเท่านั้นดังรูปที่ 2.20 เช่น วิทยุสื่อสารแบบผลัดกันพูด



รูปที่ 2.20 การสื่อสารแบบกึ่งสองทิศทาง

3. แบบสองทิศทาง (Full Duplex) เป็นทิศทางการสื่อสารข้อมูลแบบที่ข้อมูลสามารถส่งพร้อมกันได้ทั้ง 2 ทิศทาง ในเวลาเดียวกันดังรูปที่ 2.21 เช่น ระบบโทรศัพท์



รูปที่ 2.21 การสื่อสารแบบสองทิศทาง

2.4.2 ประเภทของการสื่อสารแบบอนุกรม

แบ่งตามลักษณะสัญญาณในการส่งแบ่งได้ 2 แบบ คือ

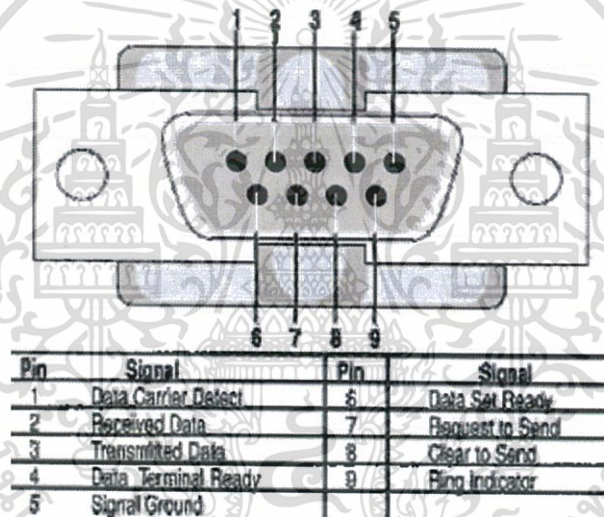
1. การสื่อสารแบบซิงโครนัส (Synchronous) เป็นการสื่อสารข้อมูลโดยใช้สัญญาณนาฬิกาในการควบคุมจังหวะของการรับส่งสัญญาณการรับส่งข้อมูล การส่งข้อมูลแบบนี้เป็นการรับส่งที่ค่อนข้างมีคุณภาพและส่งได้ด้วยความเร็วสูง มีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายระหว่างการส่งน้อย ตัวอย่างการส่งข้อมูลลักษณะนี้เช่น I2C, I2S, SPI ข้อเสียของการส่งข้อมูลแบบนี้คือ ต้องใช้สายสัญญาณมาก เพราะที่ต้องส่ง Clock ไปด้วย

2. การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส (Asynchronous) เป็นการส่งข้อมูลที่ไม่ต้องใช้สัญญาณ Clock มาเป็นตัวกำหนดจังหวะการรับส่งข้อมูล แต่ใช้วิธีกำหนดรูปแบบ Format การรับส่งข้อมูลขึ้นมาแทน และอาศัยการกำหนดความเร็วของการรับและส่งที่เท่ากันทั้งฝั่งรับและฝั่งส่ง ข้อดีของการใช้ Asynchronous คือ สามารถสื่อสารแบบ Full Duplex รับ และส่งได้ในเวลาเดียวกัน แต่ Asynchronous มีโอกาสที่ข้อมูลจะสูญหายขณะรับส่งข้อมูลหรือรับส่งข้อมูลผิดพลาดได้มากกว่าแบบ Synchronous

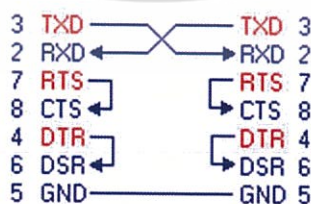
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 มาตรฐาน RS-232

มาตรฐาน RS-232 คือ การสื่อสารแบบอะซิงโครนัส เป็นการสื่อสารข้อมูลแบบจุดต่อจุด ซึ่งเดิมทีเป็นการสื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับโมเด็ม ซึ่งจริงๆ แล้วทั้งสองฝั่งจะเป็นอะไรก็ได้ การสื่อสารเป็นแบบสองทางพร้อมกัน (Full-duplex) โดยอาจใช้สายสัญญาณอื่นร่วมเพื่อทำแฮนด์เชค (Hand-Shake) หรือไม่ก็ได้ มาตรฐาน RS-232 จำกัดความยาวสายไว้ที่ 50 ฟุต (หรือประมาณ 15 เมตร) สำหรับการส่งสัญญาณที่ความเร็ว 19,200 บิตต่อวินาที โดยที่ความยาวสายจะต้องสั้นลงถ้าต้องการสื่อสารที่ความเร็วสูงขึ้น และถ้ามีสัญญาณรบกวนมากๆ เช่น ในโรงงาน หรือบริเวณใกล้เครื่องจักรที่เป็นแบบมีการสวิตซ์สัญญาณไฟฟ้าที่กระแสดังสูงๆ ก็จะทำให้ต้องมีการลดความเร็วในการส่งสัญญาณลงหรือใช้สายที่สั้นลง โดยคอนเน็กเตอร์อนุกรมแบบ DB9 จะมีลักษณะ และหน้าที่ของขาแต่ละขา ดังแสดงในรูปที่ 2.22 ซึ่งถ้าต่อในลักษณะ Null Modem ดังรูปที่ 2.23 ก็จะใช้สายเพียง 3 เส้นเท่านั้น



รูปที่ 2.22 การจัดขาของคอนเน็กเตอร์อนุกรมแบบ DB9 และหน้าที่การใช้งานต่างๆ



รูปที่ 2.23 การเชื่อมผ่านคอนเน็กเตอร์ DB9 แบบ Null Modem

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 LabVIEW Software

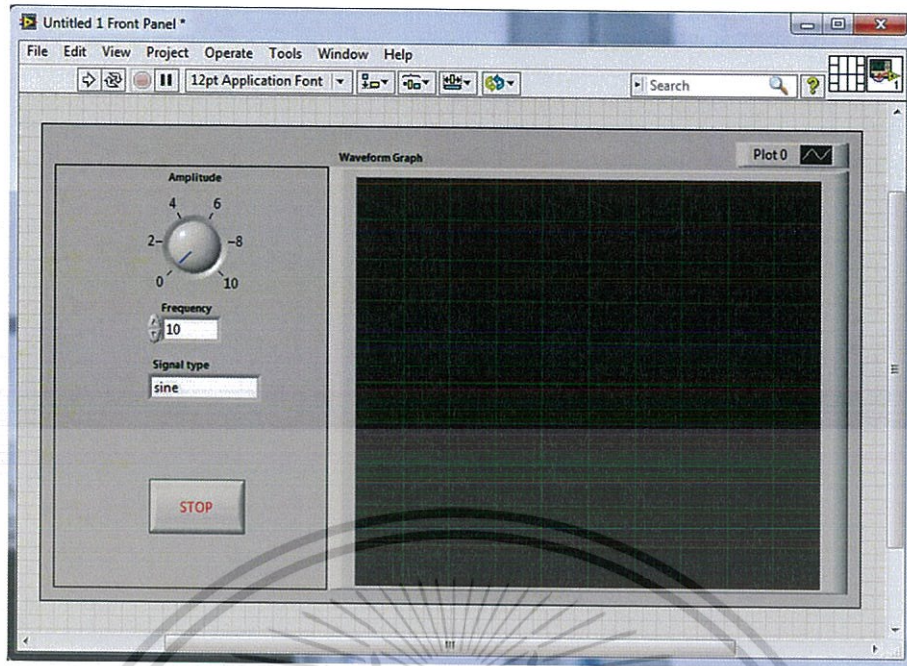
โปรแกรม LabVIEW เป็นโปรแกรมที่สร้างเพื่อนำมาใช้ในด้านการวัดและเครื่องมือวัดสำหรับงานทางวิศวกรรม LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench โดย LabVIEW จะเรียกว่า Virtual Instrument หรือจะเรียกย่อๆ ว่า VI ซึ่งหมายความว่า เป็นโปรแกรมที่สร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการทางวิศวกรรม ดังนั้นจุดประสงค์หลักของการทำงานของโปรแกรมนี้ก็คือ การจัดการในด้านการวัดและเครื่องมือวัดอย่างมีประสิทธิภาพ โปรแกรม LabVIEW นี้เป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic User Interface) โดยสมบูรณ์ นั่นคือไม่จำเป็นต้องเขียน Code หรือคำสั่งใดๆ ทั้งสิ้น และที่สำคัญลักษณะภาษาที่ใช้ในโปรแกรมนี้อาจจะเรียกว่าเป็น ภาษารูปภาพ หรือเรียกอีกอย่างว่า ภาษา G (Graphical Language) โดย LabVIEW จะมีส่วนประกอบ 3 ส่วนคือ

1. Front Panel
2. Block Diagram
3. Icon และ Connector

2.5.1 Front Panel

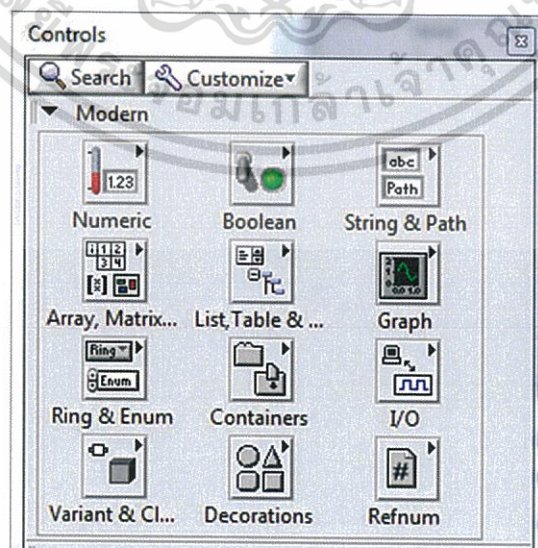
Front Panel หรือหน้าปัทม์ จะเป็นส่วนที่ใช้สื่อความกันระหว่างผู้ใช้กับโปรแกรม (หรือที่นิยมเรียก User Interface) โดยทั่วไปจะมีลักษณะเหมือนกับหน้าปัดของเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้งานด้านการวัดต่างๆ ไป โดยจะมีตัวอย่างดังรูปที่ 2.24 ซึ่ง Object ที่อยู่บน Front Panel จะมีอยู่สามประเภท คือ

1. Control คือ ประเภทที่รับค่าจากผู้ใช้ (Input) ซึ่งผู้ใช้สามารถพิมพ์ค่าลงไป หรือใช้เมาส์คลิกเพื่อเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น ปุ่มหมุน ปุ่มเลื่อน สวิตช์ เป็นต้น
2. Indicators คือ ประเภทที่ใช้แสดงค่าต่างๆ เท่านั้น (Output) ผู้ใช้ไม่สามารถแก้ไขได้ เช่น กราฟ มิเตอร์ LED
3. Decorations เป็น Object ที่ไม่เกี่ยวข้องกับโปรแกรม และ Code บน Block Diagram เลย แต่มีไว้เพื่อความสวยงามและเป็นระเบียบของ Front Panel เท่านั้นเอง



รูปที่ 2.24 Object ที่อยู่บน Front Panel ของ LabVIEW

เครื่องมือที่ใช้ออกแบบ Front Panel จะประกอบไปด้วย Control Palette และ Tools Palette ซึ่ง LabVIEW มี Controls Palette ที่ใช้ในการออกแบบ Front Panel แสดงดังรูปที่ 2.25 ซึ่งเป็นส่วนที่ติดต่อกับผู้ใช้งาน (User Interface) โดยจะจัดเป็นกลุ่มต่างๆ เช่น กลุ่มของตัวเลข (Numeric) ซึ่งภายในกลุ่มจะมี Control และ Indicator ต่างๆ ที่เกี่ยวกับตัวเลข



รูปที่ 2.25 Controls Palette ที่ใช้ในการออกแบบ Front Panel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

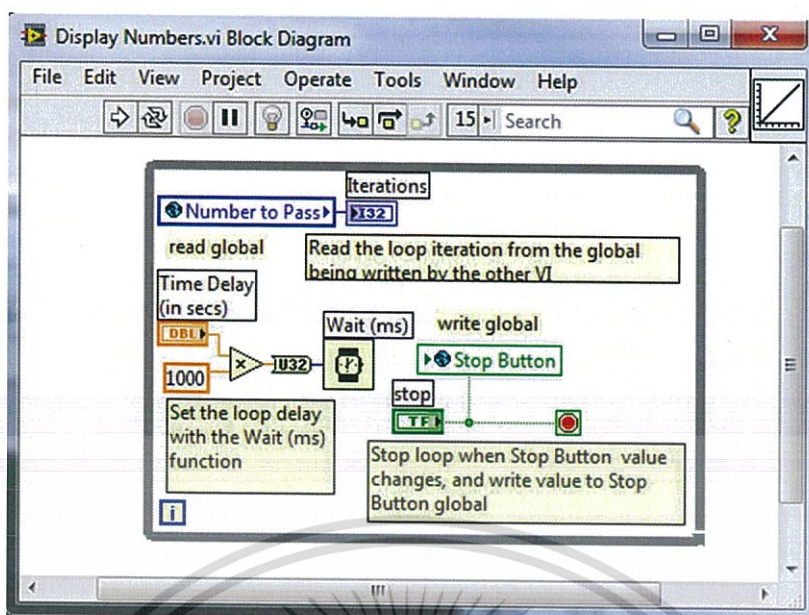
Tools Palette คือ เครื่องมือที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม แสดงดังรูปที่ 2.26 ซึ่งจะใช้ทั้งการออกแบบ Front Panel และ Block Diagram ในส่วนนี้จะกล่าวถึง Tools Palette สำหรับออกแบบ Front Panel



รูปที่ 2.26 Tools Palette ที่ใช้ในการออกแบบ Front Panel

2.5.2 Block Diagram

เพื่อให้เกิดความเข้าใจง่ายขึ้น อาจมอง Block Diagram นี้เป็นเสมือนกับ Source Code หรือ โปรแกรมของ LabVIEW ซึ่งปรากฏว่าอยู่ในรูปของภาษา G ซึ่ง Block Diagram นี้ถือว่าเป็น Executable Program คือ สามารถที่จะทำงานได้ทันทีและข้อดีอีกประการหนึ่งก็คือ LabVIEW จะมีการตรวจสอบความผิดพลาดของโปรแกรมตลอดเวลา ทำให้โปรแกรมจะทำงานได้ก็ต่อเมื่อไม่มีข้อผิดพลาดในโปรแกรมเท่านั้น โดยผู้ใช้สามารถที่จะดูรายละเอียดของความผิดพลาดแสดงให้เห็นได้ตลอดเวลา ทำให้การเขียนโปรแกรมนั้นง่ายขึ้นมาก ส่วนประกอบภายใน Block Diagram นี้จะประกอบด้วยฟังก์ชันค่าคงที่โปรแกรมควบคุมการทำงานหรือโครงสร้าง จากนั้นในแต่ละส่วนเหล่านี้ซึ่งจะปรากฏในรูปของ Block จะได้รับการต่อสาย (Wire) สำหรับ Block ที่เหมาะสมเข้าด้วยกัน เพื่อกำหนดลักษณะการไหลของข้อมูลระหว่าง Block เหล่านั้น ทำให้ข้อมูลได้รับการประมวลผลตามที่ต้องการและแสดงผลออกมาให้แก่ผู้ใช้ต่อไปดังแสดงในรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 ตัวอย่าง Block Diagram

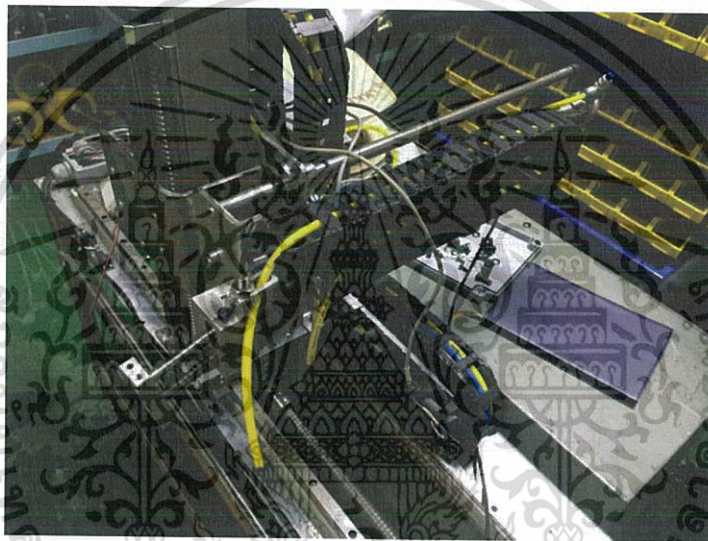
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

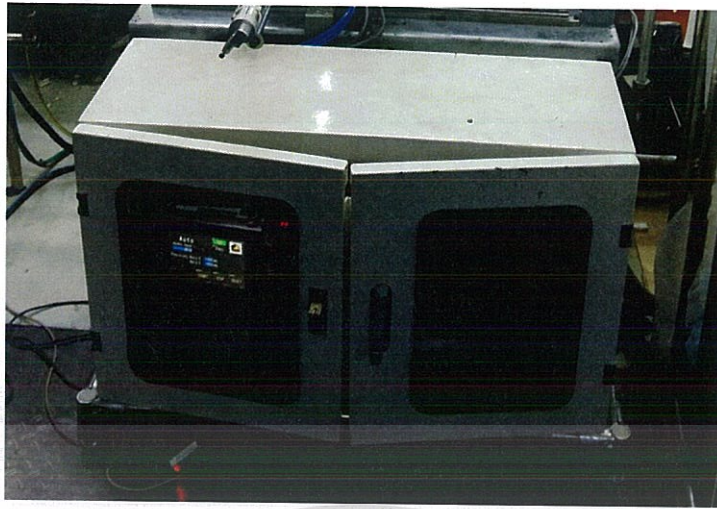
วิธีการดำเนินงาน

ในการทำโครงการเครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ ในส่วนนี้จะกล่าวถึงหลักในการออกแบบ และขั้นตอนการลงมือปฏิบัติต่างๆ

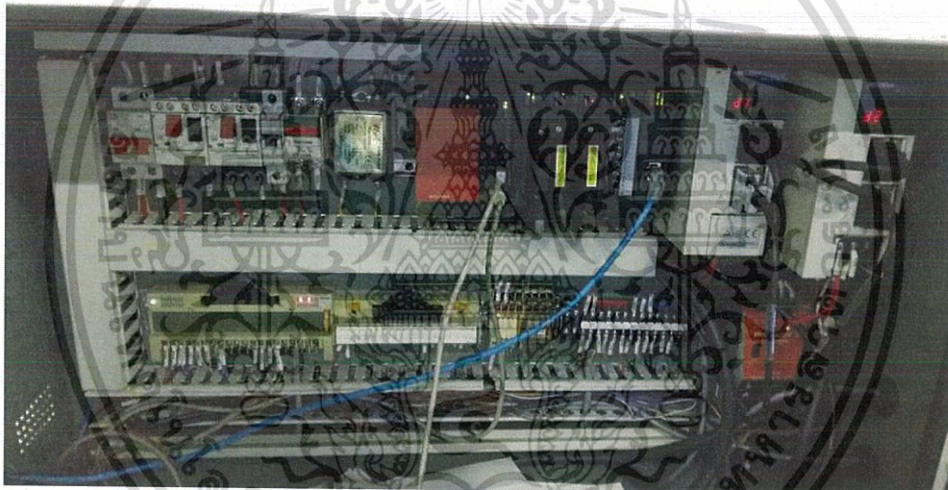
เนื่องจากทางบริษัทมีโครงสร้างส่วนเคลื่อนและตู้คอนโทรลของเครื่องจักรอยู่ก่อนแล้ว จึงไม่จำเป็นต้องออกแบบใหม่ทั้งหมด เพียงแต่ปรับปรุงแก้ไข และเพิ่มเติมในส่วนที่ขาดให้เครื่องจักรสามารถใช้งานได้จริง ลักษณะของเครื่องจักรเป็นดังรูปที่ 3.1 ถึงรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.1 โครงสร้างเดิมของเครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 3.2 ตู้คอนโทรลของเครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ



รูปที่ 3.3 ภายในตู้คอนโทรลของเครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ

3.1 โครงสร้างทางกล

ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ โครงสร้างส่วนเคลื่อน หัวเป่าท่อน้ำทิ้ง และ Stopper ที่ใช้หยุดชิ้นงานและจัดชิ้นงานให้ได้ระนาบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 โครงสร้างส่วนเคลื่อน

ขั้นตอนแรกคือ การออกแบบโครงสร้างหลักซึ่งสำคัญมาก เพราะจำเป็นต้องแก้ไขโครงสร้างเดิมให้มีความแข็งแรงมั่นคงมากยิ่งขึ้น และปรับปรุงโครงสร้างเดิมให้สามารถทำงานเข้ากับสภาพแวดล้อมในการทำงาน โดยการออกแบบได้ยึดหลักดังนี้

1. ออกแบบปรับปรุงโครงสร้างให้เรียบง่าย สามารถทำขึ้นเองและใช้งานได้จริง
2. คำนวณพื้นที่เผื่อการวางอุปกรณ์ต่างๆ
3. ใช้วัสดุที่มีอยู่แล้วเพื่อประหยัดค่าดำเนินการ
4. แข็งแรง ทนการกระแทก การค้ำ การดิ่งรั้ง
5. ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง

เมื่อทราบข้อจำกัดในการออกแบบ จึงได้ลงมือปฏิบัติโดยมีกระบวนการดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติในส่วนโครงสร้างส่วนเคลื่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ออกแบบโครงสร้าง

ในขั้นตอนนี้ การออกแบบอยู่บนพื้นฐานการใช้ของที่ทางโรงงานมีอยู่แล้ว เพื่อประหยัดเวลาการส่งของ และค่าดำเนินการ โดยได้แก้ไขเฉพาะส่วนที่เห็นว่าส่งผลต่อความแข็งแรงมั่นคงในการทำงาน ซึ่งก็คือส่วนที่ใช้ในการรองรับการเคลื่อนที่ของกระบอกลูกสูบ โดยใช้แกนเพลลาที่มีขนาดใหญ่กว่าเดิม และใช้แบริ่งที่มีความยาวมากกว่าเดิม ซึ่งเป็นของที่มีอยู่แล้ว จึงจำเป็นต้องแก้ไขโครงสร้างเดิมให้รองรับกับขนาดของแกนเพลลาใหม่ (ยึดตามขนาดของแบริ่งที่ใช้รองรับแกนเพลลา)

นอกจากนี้ได้ออกแบบแก้ไขในส่วนที่เห็นว่าจำกัดการเคลื่อนที่ของโครงสร้างตามแกนตั้งของ Servo Motor และออกแบบเพิ่มเติมในส่วนที่ใช้รองรับรางกระดูกงูร้อยสายไฟ

- การเลือกวัสดุ

ในขั้นตอนนี้ผู้ออกแบบได้เลือกวัสดุที่ต้องการคือ แผ่นเหล็กรีดร้อน (Hot Rolled Steel SS400) ซึ่งคุณสมบัติแข็งแรงเหมาะกับงานโครงสร้าง โดยเลือกใช้ให้มีขนาดและรูปทรงที่เหมาะสมตามที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งเป็นของที่ทางโรงงานมีอยู่แล้ว

- ลักษณะการประกอบ

สำหรับแผ่นเหล็กที่ความหนาไม่เกิน 3 มิลลิเมตร ขึ้นรูปโดยการจับกับปากกาจับชิ้นงาน แล้วใช้คีมในการตัด และค้อนยางทุบจัดให้ได้โครงสร้างเหล็กฉาก

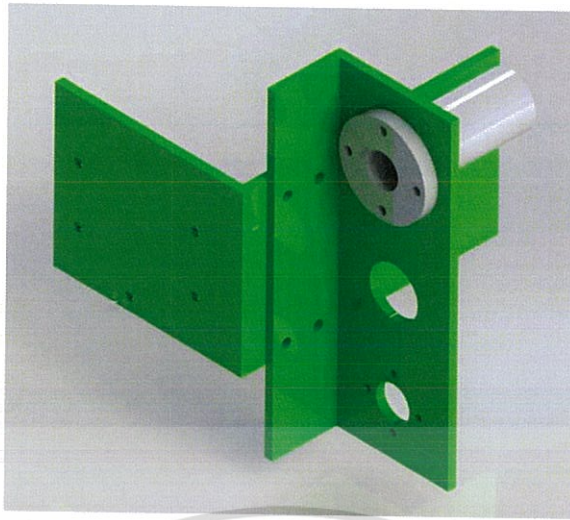
สำหรับแผ่นเหล็กส่วนที่ความหนาเกิน 3 มิลลิเมตร ใช้การเชื่อมประกอบโครงสร้างเหล็กฉากโดยใช้วิธีเชื่อมไฟฟ้า (Arc Welding) เพราะต้นทุนต่ำ

ประกอบส่วนต่างๆ เข้ากับชิ้นงาน โดยเจาะรูผ่าน หรือเจาะรูตลับเกลียว ตามความเหมาะสม ตามตำแหน่งที่ออกแบบไว้ แล้วใช้น็อตยึดส่วนต่างๆ เข้าด้วยกัน

- การป้องกันสนิม

โลหะทุกชนิดที่มีคุณสมบัติทางโลหะจะถูกกัดกร่อนได้ และการกัดกร่อนอย่างน้อยแค่ไหนขึ้นอยู่กับคุณสมบัติทางเคมีของโลหะชนิดนั้นๆ ผู้ออกแบบได้เลือกวิธีการพ่นสีเพราะประหยัดค่าดำเนินการ ทำได้ง่าย และใช้เวลาน้อยที่สุด

ลักษณะของชิ้นส่วนของเครื่องจักรที่ผ่านการออกแบบและพ่นสีกันสนิมเป็นดังรูปที่ 3.5 ถึงรูปที่ 3.7

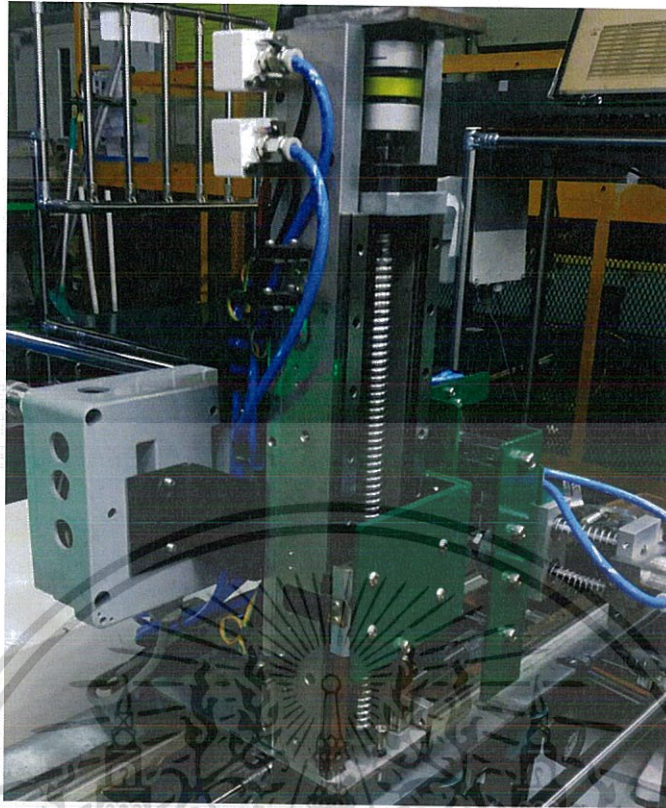


รูปที่ 3.5 ชิ้นส่วน (Part1) โครงสร้างส่วนเคลื่อนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว



รูปที่ 3.6 ชิ้นส่วน (Part2) โครงสร้างส่วนเคลื่อนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 โครงสร้างส่วนเคลื่อนของเครื่องตรวจสอบการอัดตัวของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแบบอัตโนมัติ
หลังการแก้ไขปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 Stopper

สำหรับในส่วนนี้ต้องออกแบบขึ้นมาเอง โดยออกแบบให้สามารถใช้งานได้จริงบนสายพานการผลิต โดยยึดหลักเหมือนกับในส่วนของโครงสร้างหลัก

ลงมือปฏิบัติโดยมีกระบวนการดังรูปที่ 3.8



- ออกแบบโครงสร้าง

ออกแบบให้มีขนาดที่เหมาะสมกับความกว้างของสายพาน และความกว้างของฐานของกระบอกลูกสูบที่เตรียมไว้

- การเลือกวัสดุ

เลือกใช้แผ่นเหล็กที่ร้อนที่มีลักษณะเป็นเหล็กฉาก และพองน้ำแข็งกันกระแทก ซึ่งเป็นของที่ทางโรงงานมีอยู่แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

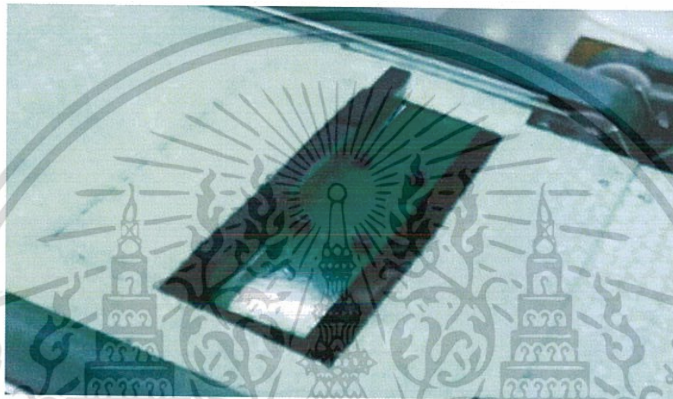
- ลักษณะการประกอบ

ประกอบแผ่นเหล็ก Stopper ที่ทำขึ้นกับฐานของกระบอกสูบ โดยเจาะรูตัดปากเกลียวแผ่นเหล็กตามตำแหน่งที่ออกแบบไว้ แล้วใช้ขอตยัดเข้ากับฐาน แล้วจึงติดฟองน้ำแข็งกันกระแทกเข้ากับด้านหน้าของ Stopper ด้วยกาวยาง

- การป้องกันสนิม

ใช้วิธีการพ่นสีเพื่อป้องกันสนิม

ลักษณะของ Stopper ที่ผ่านการออกแบบและพ่นสีกันสนิมเป็นดังรูปที่ 3.9 และรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.9 Stopper ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว (1)



รูปที่ 3.10 Stopper ที่ประกอบเสร็จเรียบร้อยแล้ว (2)

3.1.3 หัวเป่าท่อน้ำทิ้งของตู้เย็น

ในส่วนนี้เป็นส่วนที่ออกแบบขึ้นมา แล้วสั่งให้ Vendor เป็นผู้ดำเนินการให้ เนื่องจากเป็นส่วนที่มีความละเอียด โดยการออกแบบได้ยึดหลักดังนี้ เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ออกแบบโครงสร้าง ให้สามารถใช้งานได้กับตู้เย็นทุกรุ่นที่อยู่บนสายการผลิต
2. ออกแบบเพื่อไว้ ไม่ให้เกิดความเสียหายกับตู้เย็นในขณะใช้งาน

ลงมือปฏิบัติโดยมีกระบวนการดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ขั้นตอนการลงมือปฏิบัติในส่วนหัวเป่าท่อน้ำทิ้งของตู้เย็น

- ออกแบบโครงสร้าง
ตรวจเช็คแบบส่วนฐานของตู้เย็น แล้วออกแบบให้หัวเป่าสามารถใช้งานได้กับตู้เย็นทุกรุ่น แล้วจึงเขียนแบบ และให้ขนาดที่ชัดเจน
 - Vendor ดำเนินการ
ส่งแบบที่เขียนให้ Vendor ดำเนินการให้ โดยระบุการใช้งานพอสังเขป เพื่อให้ Vendor เลือกวัสดุที่จะนำมาทำ
- ลักษณะของหัวเป่าท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นที่ผ่านการออกแบบและสั่งทำขึ้นเป็นดังรูปที่ 3.12



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ 3.12 หัวเป่าท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นที่ออกแบบและสั่งทำขึ้นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วงจรลมนิวเมติกส์

การออกแบบวงจรมิวเมติกส์จำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐาน ลำดับการทำงานและระบบข้อมูลบังคับทางเทคนิค รวมถึงรายละเอียดที่มาก โดยพิจารณาจากเงื่อนไขของงาน การออกแบบวงจรมิวเมติกส์นั้นจะมีลักษณะการทำงานของวงจรที่แตกต่างกันตามวัตถุประสงค์ การนำไปใช้งานและต้องคำนึงถึงการประหยัดเนื้อที่ในการติดตั้งและยังต้องมีราคาถูก ขั้นตอนการออกแบบแสดงในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 ขั้นตอนการออกแบบวงจรมิวเมติกส์

3.2.1 เลือกชนิดของกระบอกสูบ

เนื่องจากทางบริษัทให้เลือกใช้กระบอกสูบของ FESTO เนื่องจากเป็นยี่ห้อที่มีคุณภาพ และมีสาขาในประเทศไทย โดยการเลือกชนิดกระบอกสูบให้เหมาะสมกับการใช้งาน ให้ดูจากลักษณะการทำงาน ซึ่งได้เลือกใช้กระบอกสูบในซีรีส์ DSNU เพราะควบคุมด้วยไฟฟ้าได้และเป็นกระบอก Double Acting ซึ่งให้แรงกดที่มาก ส่วนระยะชักพิจารณาตามระยะจุดที่จะติดตั้งถึงชิ้นงาน

กระบอกสูบที่ใช้ขับเคลื่อนปั๊มที่น้ำทิ้ง จึงเลือกใช้กระบอกสูบรหัส DSNU-32-500-PPV-A ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร และระยะชัก 500 มิลลิเมตร เปลี่ยนจากกระบอกสูบเดิม ซึ่งมีระยะชักเพียง 350 มิลลิเมตร

ส่วนกระบอกสูบที่ใช้ขับเคลื่อน Stopper นั้น เลือกใช้กระบอกสูบที่ทางบริษัทมีอยู่เดิม เพื่อเป็นการลดต้นทุน ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร และระยะชัก 50 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อย่างอื่นที่ใช้ร่วมกับกระบอกสูบอีก นั่นก็คือ Reed Switch ซึ่งทำหน้าที่ตรวจจับแม่เหล็ก ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนเข้าหรือเคลื่อนออกของกระบอกสูบร่วมกับโซลินอยด์วาล์วชนิด 5/3 เนื่องจากที่ปลายของแกนกระบอกสูบที่นำมาใช้เป็นแม่เหล็ก

และยังมี Proximity Sensor ที่บริเวณฐานของหัวเป่าท่อน้ำทิ้ง ซึ่งทำหน้าที่ตรวจจับโลหะ ใช้ในการควบคุมกระบอกสูบให้หยุดเคลื่อนออก เมื่อหัวเป่าดันเข้ากับท่อน้ำทิ้งของตู้เย็น

3.2.2 เลือกชนิดของโซลินอยด์วาล์ว

ในการเลือกวาล์วจะพิจารณาจากวาล์วที่มีอยู่แล้วเพื่อเป็นการประหยัดค่าดำเนินการ ซึ่งวงจรนิวเมติกส์ได้แบ่งวงจรเป็นสองลักษณะคือ วงจรขับกระบอกสูบ และวงจร Pressure Test

ในวงจรขับกระบอกสูบ เนื่องจากออกแบบไว้ให้กระบอกสูบสามารถเคลื่อนออกและหยุดก่อนถึงปลายกระบอกได้ จึงเลือกใช้โซลินอยด์วาล์วชนิด 5/3 จำนวน 1 ตัว ส่วนในวงจร Pressure Test เลือกใช้โซลินอยด์วาล์วชนิด 3/2 จำนวน 2 ตัว เนื่องจาก ออกแบบให้หัวเป่าท่อน้ำทิ้งมี 2 รู ให้รองรับกับตู้เย็นที่มีท่อน้ำทิ้ง 2 รูติดกัน

3.2.3 เลือกอุปกรณ์ควบคุมแรงดัน

เนื่องจากในวงจร Pressure Test ประกอบด้วย Solenoid Valve และ Pressure Sensor ซึ่ง Pressure Sensor ที่เลือกมาใช้นั้นสามารถทนแรงดันได้เพียง 1 Bar แต่แรงดันที่มาจากท่อเมนลมของสายการผลิตนั้นสูงถึง 6 Bar จึงจำเป็นต้องปรับลดแรงดันก่อนที่จะผ่านโซลินอยด์วาล์ว 3/2 มาเข้า Pressure Sensor ให้เหลือ 1 Bar โดยการใช้ Air Regulator โดยเลือกชนิดที่เหมาะสมกับการใช้งานในช่วงแรงดันที่ต้องการ และใช้ที่มีเกจวัดแรงดันที่แม่นยำ

3.3 ระบบไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรล

การออกแบบระบบไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรลจำเป็นต้องใช้ความรู้พื้นฐานหลายอย่าง เนื่องจากมีอุปกรณ์มากมาย และในแต่ละส่วนก็มีรายละเอียดที่มาก แต่เนื่องจากมีตู้คอนโทรลเดิมซึ่งติดตั้งอุปกรณ์พื้นฐานที่ใช้ในการทำงานของทั้งระบบอยู่แล้ว จึงไม่จำเป็นต้องออกแบบใหม่ เพียงแต่เดินสายไฟเพิ่มเติมในส่วนของอุปกรณ์ที่ต้องใช้เพิ่ม เช่น Proximity Sensor, Pressure Sensor, Reed Switch และ โซลินอยด์วาล์ว เป็นต้น ซึ่งเป็นส่วน Input และ Output ของ PLC ที่เป็นอุปกรณ์สำคัญที่ใช้การควบคุมการทำงานของทั้งระบบ โดยมีขั้นตอนการวางแผนดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 ขั้นตอนการวางแผนงานระบบไฟฟ้าภายในตู้คอนโทรล

- **เลือกชนิดสายไฟ**

เลือกชนิดของสายไฟให้เหมาะสมกับการใช้งาน และจำนวนของอุปกรณ์ที่จะเดินสาย หลักๆ จะแบ่งเป็นสายเพาเวอร์ และสายคอนโทรล ซึ่งนิยมใช้สายหลายแกน

- **เลือกตำแหน่ง Control Box**

เลือกตำแหน่งให้เหมาะสมกับอุปกรณ์ที่ได้ติดตั้งไว้ โดยวางตำแหน่งไว้ในบริเวณที่สามารถเดินสายไฟให้เป็นระเบียบเรียบร้อย และใช้ท่ออ่อนร้อยสายไฟในการเดินสายไฟจาก Control Box เข้าตู้คอนโทรลหลัก

- **เดินสายไฟระหว่างตู้คอนโทรล**

ใช้รีเลย์เป็นตัวเชื่อมระหว่างตู้คอนโทรล 2 ตู้ เพื่อเป็นการลดความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากการที่ไฟฟ้าลัดวงจร

- **เตรียมท่อมาร์คสายไฟ**

เตรียมท่อมาร์คสายไฟ โดยยึดตาม Tag ที่ได้ออกแบบไว้ในโปรแกรม PLC และในส่วนการเดินสายระหว่างตู้คอนโทรล ก็ให้ยึดตามหลักการที่ถูกต้อง

3.4 กำหนดขั้นตอนการทำงาน

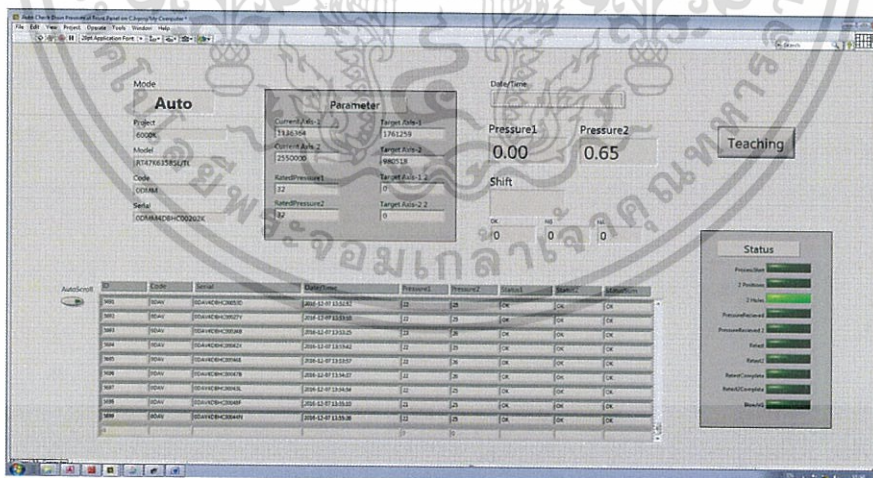
1. Barcode Scanner ทำการอ่าน Barcode ของตู้เย็น เพื่อระบุว่าเป็นตู้เย็นรุ่นใด และให้หัวแปะเลื่อนตำแหน่งตามแกนตั้งและแกนนอน ไปยังตำแหน่งรูท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นรุ่นนั้นๆ

2. เมื่อตู้เย็นเคลื่อนที่มาถึง Stopper ที่เคลื่อนขึ้นอยู่ก่อนแล้ว ให้สายพานหยุด
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของบริษัทฯ ซึ่งในเอกสารนี้ไม่มีข้อมูลให้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. กระบอกสูบเคลื่อนที่ออก และเมื่อหัวเป่าดันเข้ากับรูท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นจนแนบสนิท หัวเป่าจะเริ่มเป่าลม โดยมี Pressure Sensor ทำหน้าที่วัดแรงดันลม
4. ถ้าหากเป่าแล้วแรงดันที่รับได้มีค่ามากกว่าความดันพิกัดที่ตั้งไว้ แสดงว่ารูท่อน้ำทิ้งของตู้เย็น อาจจะมีการอุดตัน เครื่องจะทำการเป่าลมซ้ำอีกหนึ่งรอบ
5. เมื่อเป่าลมเสร็จ ถ้าหากแรงดันที่รับได้มีค่าน้อยกว่าความดันพิกัดที่ตั้งไว้ แสดงว่ารูท่อน้ำทิ้งไม่มีการอุดตัน ให้แสดงสัญญาณบ่งบอกว่าตู้เย็นเครื่องนั้นผ่านการตรวจสอบ แต่ถ้าหากเป่าลมเสร็จแล้ว แรงดันที่รับได้ยังมีค่ามากกว่าความดันพิกัดที่ตั้งไว้ ให้แสดงสัญญาณบ่งบอกว่าตู้เย็นเครื่องนั้นไม่ผ่านการตรวจสอบ
6. หลังจากได้รับสัญญาณว่าผ่านหรือไม่ผ่านการตรวจสอบ Stopper ก็จะเคลื่อนที่ลง และสายพานหมุนต่อ เพื่อให้ตู้เย็นผ่านไป เมื่อตู้เย็นผ่านพ้น Stopper ไปแล้ว ให้ Stopper เคลื่อนที่ขึ้น

ซึ่งการกำหนดขั้นตอนการทำงานทั้งหมดนี้ จะใช้ออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ช่วยควบคุมการทำงาน และเป็นแนวทางในการเขียนโปรแกรม PLC (GX WORK2) และ LabVIEW ซึ่งทำงานร่วมกัน เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานทั้งหมด และแสดงผลต่างๆ และนอกจากโปรแกรมที่วามานี้ ได้ออกแบบให้ใช้จอ Touch Screen เขียนด้วยโปรแกรม GP Pro EX เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของเครื่อง ตั้งค่าตำแหน่งของหัวเป่าให้ตรงกับรูท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นแต่ละรุ่น และตั้งค่าความเร็วในการเลื่อนตำแหน่งตามแกน

โดยมีตัวอย่างหน้าจอแสดงผล และตัวอย่างหน้าจอ Touch Screen แสดงดังรูปที่ 3.15 ถึงรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

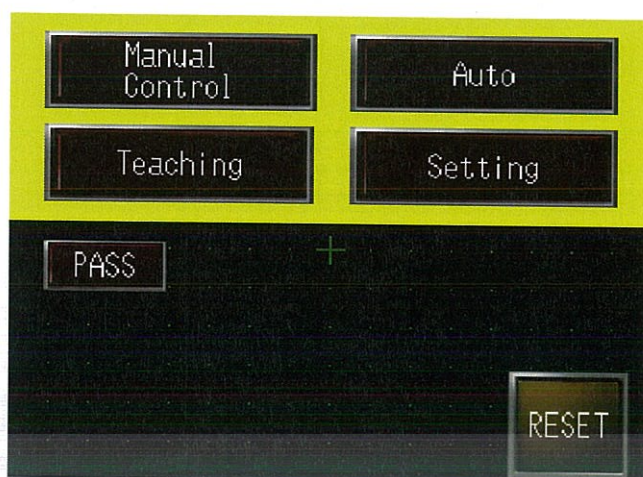


รูปที่ 3.16 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลเมื่อตู้เย็นเครื่องนั้นผ่านการตรวจสอบ

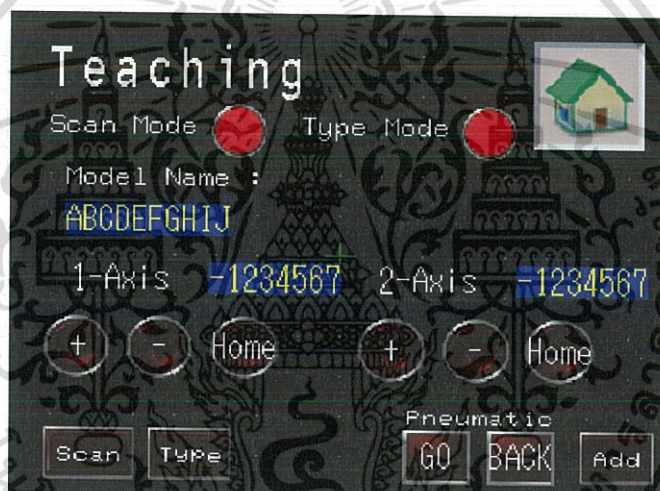


รูปที่ 3.17 ตัวอย่างหน้าจอแสดงผลเมื่อตู้เย็นเครื่องนั้นไม่ผ่านการตรวจสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 ตัวอย่างหน้าจอทัชสกรีนในหน้า Home

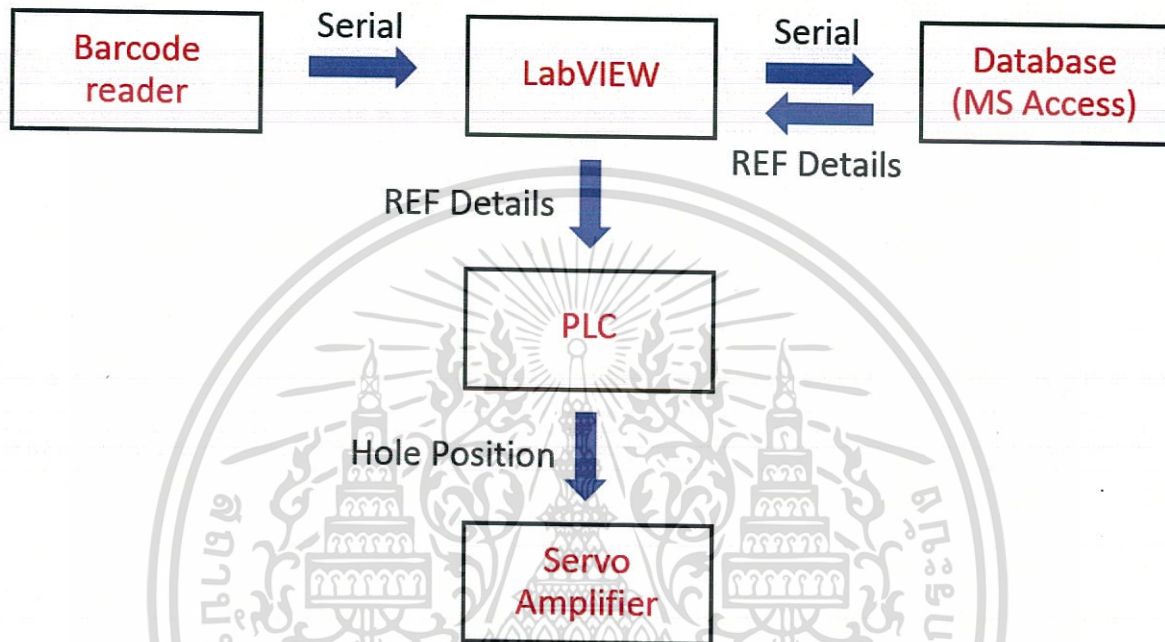


รูปที่ 3.19 ตัวอย่างหน้าจอทัชสกรีนในหน้า Teaching

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

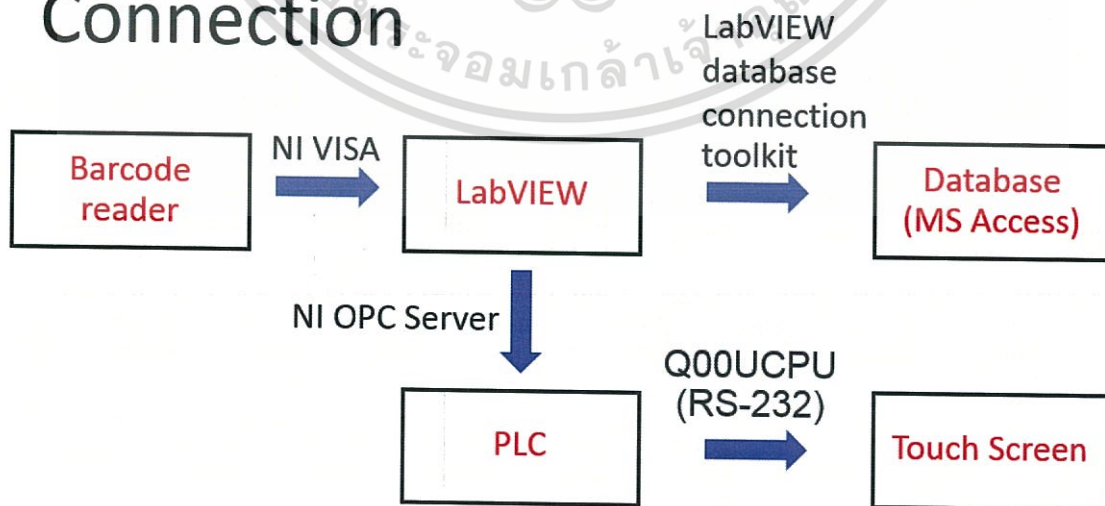
3.5 การเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ

ในการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ จำเป็นต้องมีการออกแบบการส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ ดังรูปที่ 3.20 แล้วจึงศึกษาวิธีการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.20 แผนผังการออกแบบการส่งผ่านข้อมูลระหว่างอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ

Connection



รูปที่ 3.21 แผนผังการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์และโปรแกรมต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NI VISA – โมดูลเสริมของ LabVIEW ใช้สำหรับการเชื่อมต่อกับ Serial Port

Labview Database Connection Toolkit – Function ของ LabVIEW ใช้สำหรับการเชื่อมต่อระหว่าง LabVIEW และ Microsoft Access

NI OPC Server – โมดูลเสริมของ LabVIEW ใช้สำหรับการเชื่อมต่อกับ PLC โดยเชื่อมต่อผ่านสาย Lan (Ethernet Cable)

Q00UCPU – PLC ที่ใช้รองรับการเชื่อมต่อกับ หน้าจอ Touch Screen โดยเชื่อมต่อผ่านสาย RS-232



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและการปรับปรุงแก้ไข

หลังจากที่ทำการประกอบ และติดตั้งเครื่องตรวจสอบการอุดตันของรูท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นเสร็จเรียบร้อยแล้ว จำเป็นต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของหัวเป่า เนื่องจากว่าเป็นส่วนสำคัญในกระบวนการตรวจสอบการอุดตันของรูท่อน้ำทิ้ง ถ้าหากหัวเป่าไม่มีประสิทธิภาพ เมื่อใช้งานแล้วอาจแนบกับรูท่อน้ำทิ้งได้ไม่สนิท มีลมรั่วออกมาจากรูท่อน้ำทิ้ง อาจทำให้การวัดแรงดันได้ไม่ตรงกับลักษณะของรูท่อน้ำทิ้งจริง ส่งผลให้เกิดสินค้าที่มีตำหนิออกไปสู่ท้องตลาดได้

ในบทนี้จึงเป็นการทดสอบประสิทธิภาพการใช้งานของหัวเป่า เพื่อนำไปวิเคราะห์และปรับปรุงแก้ไข

4.1 การทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่า

ก่อนที่จะทำการทดสอบจริง จำเป็นต้องหาความดันลมพิกัด หรือความดันลมต่ำสุดที่ควรจะเป็นไปได้ในกรณีที่ตรวจสอบกับรูท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นที่ไม่มีการอุดตัน

4.1.1 การทดสอบขั้นตอนที่ 1: ทดสอบหาช่วงความดันลมพิกัด

ในขั้นตอนนี้ได้ทำการทดสอบกับตู้เย็นที่อยู่ร่วมกับที่บนสายพานในตำแหน่งการทำงานจริง โดยใช้หัวฉีดลมที่ใช้เคยใช้อยู่เดิมในการทดสอบ และรุ่นของตู้เย็นที่เลือกมาทดสอบคือ ตู้เย็นรุ่น BAROSA ซึ่งมีท่อน้ำทิ้ง 1 ท่อ

แบ่งการทดสอบออกเป็น 2 ตอนคือ การทดสอบกับรูท่อน้ำทิ้งที่ไม่มีการอุดตัน ซึ่งได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.1 และการทดสอบกับรูท่อน้ำทิ้งที่มีการอุดตัน ซึ่งได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.2 ใช้วิธีการจำลองการอุดตันโดยการใช้มืออุดที่บริเวณช่องน้ำทิ้งซึ่งอยู่ด้านในตู้เย็น (ตู้เย็นที่นำมาทดสอบ เป็นตู้ที่ชำรุดอยู่แล้ว เพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้น)

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบหาช่วงความดันลมพิกัด (ในกรณีที่ไม่มีการอุดตัน)

ครั้งที่	ความดัน (kPa)
1	18
2	20
3	21
4	20
5	24
6	22
7	26
8	22

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบหาช่วงความดันลมพิกัด (ในกรณีที่มีการอุดตัน)

ครั้งที่	ความดัน (kPa)
1	53
2	57
3	46
4	60
5	42
6	39
7	55
8	38

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.1 และตารางที่ 4.2 พบว่ารูท่อน้ำทิ้งที่ไม่มีการอุดตัน เมื่อทำการเป่าวัดความดันลมได้อยู่ในช่วง 18 kPa ถึง 26 kPa และท่อน้ำทิ้งที่มีการอุดตัน เมื่อทำการเป่าวัดความดันลมได้อยู่ในช่วง 38 kPa ถึง 60 kPa (ข้อมูลในส่วนนี้นำไปใช้วิเคราะห์กับการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าด้วย)

เมื่อทำการวิเคราะห์แล้ว จึงกำหนดให้ความดันลมพิกัดเท่ากับ 32 kPa

4.1.2 การทดสอบขั้นตอนที่ 2: ทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่า

ในขั้นตอนนี้ทำการทดสอบกับตู้เย็นที่อยู่บนสายพานในขั้นตอนการผลิตจริง ซึ่งจำเป็นต้องเขียนโปรแกรมตั้งค่าตำแหน่งของหัวเป่า ณ ตำแหน่งการทำงานให้ตรงกับท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นรุ่นที่จะทำการทดสอบไว้ให้เรียบร้อย ก่อนที่จะทำการทดสอบ และต้องให้พนักงานใช้หัวฉีดลมเช็คซ้ำอีกที เพื่อป้องกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความผิดพลาด ส่วนรุ่นของตู้เย็นที่เลือกมาทดสอบ คือ ตู้เย็นรุ่น BAROSA ซึ่งมีท่อน้ำทิ้ง 1 ท่อ โดยมีแบบจำลองฐานของตู้เย็นดังรูปที่ 4.1 และตู้เย็นรุ่น RT35 ซึ่งมีท่อน้ำทิ้ง 2 ท่อ ติดกัน โดยมีแบบจำลองฐานของตู้เย็นดังรูปที่ 4.2

การทดสอบจึงแบ่งออกเป็น 2 ตอน คือ การทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าในกรณีเป่า 1 ท่อ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.3 และการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าในกรณีเป่า 2 ท่อ ซึ่งได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.4



รูปที่ 4.2 ฐานของตู้เย็น ซึ่งมีท่อน้ำทิ้ง 2 ท่อติดกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าในกรณีเป่า 1 ท่อ (ตู้เย็นรุ่น BAROSA)

ครั้งที่	ความดันลม (kPa)
1	16
2	18
3	18
4	24
5	15
6	22
7	20
8	22
9	23
10	16
11	16
12	17
13	23
14	26
15	20
16	14
17	16
18	22
19	20
20	28
21	22
22	18
23	25
24	20
25	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าในกรณีเป่า 2 ท่อ (ตู้เย็นรุ่น RT35)

ครั้งที่	ความดันลมด้านซ้าย (kPa)	ความดันลมด้านขวา (kPa)
1	22	16
2	18	18
3	16	22
4	17	20
5	20	23
6	18	20
7	15	21
8	24	19
9	17	14
10	20	18
11	20	25
12	18	20
13	21	22
14	22	23
15	20	21
16	24	18
17	21	20
18	18	22
19	21	17
20	23	20
21	20	18
22	22	22
23	16	22
24	22	20
25	22	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.3 พบว่า เมื่อทำการเป่าวัดความดันลมได้อยู่ในช่วง 15 ถึง 28 kPa และในช่วงการทดสอบนี้ พบตู้เย็นที่ท่อน้ำทิ้งมีการอุดตันจริงๆ 1 เครื่อง ก็คือในการทดสอบครั้งที่ 20 ซึ่งวัดความดันลมได้ 28 kPa และจากผลการทดสอบในตารางที่ 4.4 พบว่า เมื่อทำการเป่าวัดความดันลมได้อยู่ในช่วง 15 ถึง 24 kPa สำหรับท่อน้ำทิ้งด้านซ้าย และ 14 ถึง 23 kPa สำหรับท่อน้ำทิ้งด้านขวา

เมื่อทำการวิเคราะห์แล้ว จากตารางที่ 4.1 จะสังเกตเห็นได้ว่า ความดันลมต่ำสุดที่วัดได้ คือ 18 kPa และกำหนดให้เป็นความดันลมต่ำที่สุดที่ควรเป็นในกรณีที่ท่อน้ำทิ้งไม่มีการอุดตัน และไม่มีลมรั่วออกมาจากท่อน้ำทิ้ง ซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกับผลการทดสอบในตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 สรุปได้ว่า

ในตารางที่ 4.3 ความดันลมที่วัดได้น้อยกว่า 18 kPa มีทั้งหมด 4 ครั้ง และยังมีอีก 1 ครั้งที่วัดความดันลมท่อน้ำทิ้งที่มีการอุดตันจริง แล้วได้ค่าน้อยกว่าความดันลมปกติ แสดงว่ามีโอกาสที่ลมจะรั่วออกมาจากท่อน้ำทิ้ง ซึ่งรวมได้ทั้งหมด 5 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 20 ของจำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด

ในตารางที่ 4.4 สำหรับท่อน้ำทิ้งด้านซ้าย ความดันลมที่วัดได้น้อยกว่า 18 kPa หรือลมรั่วออกมาจากท่อน้ำทิ้ง มีทั้งหมด 5 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 20 ของจำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด และสำหรับท่อน้ำทิ้งด้านขวา ความดันลมที่วัดได้น้อยกว่า 18 kPa หรือลมรั่วออกมาจากท่อน้ำทิ้ง มีทั้งหมด 4 ครั้ง คิดเป็นร้อยละ 16 ของจำนวนครั้งที่ทดสอบทั้งหมด

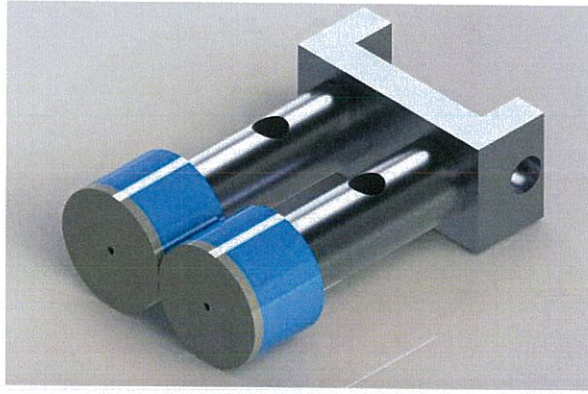
4.2 การปรับปรุงแก้ไข

จากการทำการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่า พบว่าหัวเป่าที่ออกแบบและสั่งทำขึ้นในตอนแรกนั้นมีประสิทธิภาพที่ไม่ดี อาจส่งผลเสียหายให้กับสินค้าที่ส่งออกสู่ตลาดได้ในภายหลัง ผู้ออกแบบเห็นสมควรว่าต้องแก้ไขแบบให้มมีประสิทธิภาพที่ดียิ่งขึ้น สามารถนำมาใช้ตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งได้จริง

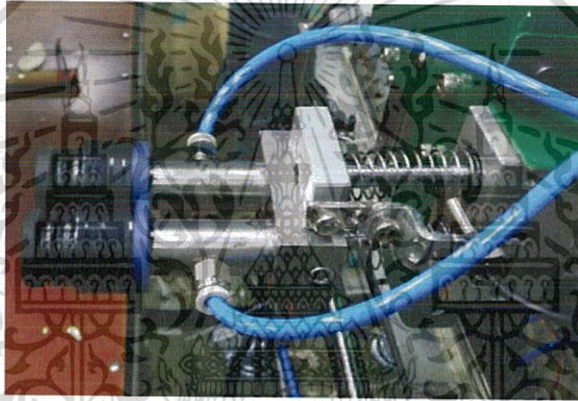
เมื่อทำการวิเคราะห์พบว่าการที่มีลมรั่วออกมาจากท่อน้ำทิ้ง เนื่องจากวัสดุที่นำมาใช้ทำหัวเป่า เป็นพลาสติก มีความยืดหยุ่นน้อย จึงมีโอกาสดังกล่าวที่หัวเป่าจะแนบได้ไม่สนิทกับท่อน้ำทิ้ง ทำให้มีลมรั่วออกมา

ดังนั้นจึงได้ทำการปรับปรุงแก้ไข โดยนำยางที่ใช้ในการรองคอมแพรสเซอร์ตู้เย็น ที่ทางโรงงานมีให้อยู่แล้ว มาแก้ไขเปลี่ยนแปลงให้สามารถใช้แทนหัวเป่าเดิมได้ แล้วนำมาติดเข้ากับด้านหน้าของหัวเป่าเดิม ซึ่งการใช้งานที่มีความยืดหยุ่นดีมาใช้เป็นหัวเป่า ทำให้เพิ่มโอกาสที่หัวเป่าจะแนบสนิท และไม่มีลมรั่วออกมาจากท่อน้ำทิ้งมากยิ่งขึ้น

ลักษณะของหัวเป่าท่อน้ำทิ้งของตู้เย็นที่ผ่านการปรับปรุงแก้ไขแล้วเป็นดังรูปที่ 4.3 ถึงรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.3 หัวเป่ารูดอน้ำทิ้งก่อนการแก้ไข (1)



รูปที่ 4.4 หัวเป่ารูดอน้ำทิ้งหลังการแก้ไข (2)



รูปที่ 4.5 หัวเป่ารูดอน้ำทิ้งหลังการแก้ไข (3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากที่แก้ไขแบบหัวเป่าเสร็จเรียบร้อยแล้ว จึงทำการทดสอบประสิทธิภาพหัวเป่าใหม่อีกครั้ง โดยทำการทดสอบเช่นเดียวกันกับที่ให้ผลในตารางที่ 4.3 และตารางที่ 4.4 ซึ่งได้ผลการทดสอบดังตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 ตามลำดับ

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าหลังการแก้ไขในกรณีเป่า 1 รู (ตู้เย็นรุ่น BAROSA)

ครั้งที่	ความดันลม (kPa)
1	23
2	22
3	19
4	24
5	22
6	23
7	25
8	25
9	20
10	22
11	24
12	22
13	25
14	20
15	21
16	26
17	18
18	20
19	22
20	20
21	20
22	28
23	24
24	22
25	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ผลการทดสอบประสิทธิภาพของหัวเป่าหลังการแก้ไขในกรณีเป่า 2 รู (ตู้เย็นรุ่น RT35)

ครั้งที่	ความดันลมด้านซ้าย (kPa)	ความดันลมด้านขวา (kPa)
1	20	26
2	22	23
3	24	22
4	24	22
5	22	20
6	23	20
7	22	22
8	20	24
9	25	25
10	22	23
11	22	23
12	24	23
13	22	20
14	22	52
15	22	24
16	24	24
17	25	22
18	25	20
19	20	26
20	27	23
21	19	20
22	22	23
23	21	22
24	21	25
25	21	25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดสอบในตารางที่ 4.5 พบว่า เมื่อทำการเป่าวัดความดันลมได้อยู่ในช่วง 18 ถึง 28 kPa และจากผลการทดสอบในตารางที่ 4.6 พบว่า เมื่อทำการเป่าวัดความดันลมได้อยู่ในช่วง 19 ถึง 27 kPa สำหรับรูก่อนน้ำทิ้งด้านซ้าย และ 20 ถึง 52 kPa สำหรับรูก่อนน้ำทิ้งด้านขวา และในช่วงการทดสอบนี้พบตู้เย็นที่รูก่อนน้ำทิ้งมีการอุดตันจริงๆ 1 เครื่อง ก็คือในการทดสอบครั้งที่ 14 ซึ่งวัดความดันลมที่รูก่อนน้ำทิ้งด้านขวาได้ 52 kPa

เมื่อทำการวิเคราะห์แล้ว จากทั้งตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.6 จะสังเกตเห็นได้ว่า วัดความดันลมได้ไม่ต่ำกว่า 18 kPa ซึ่งได้กำหนดไว้ให้เป็นความดันต่ำสุดที่ควรเป็นในกรณีที่รูก่อนน้ำทิ้งไม่มีการอุดตัน และไม่มีลมรั่วออกมาจากรูก่อนน้ำทิ้ง และนอกจากนี้จากตารางที่ 4.6 สามารถตรวจพบตู้เย็นที่รูก่อนน้ำทิ้งมีการอุดตันได้จริงอีกด้วย ดังนั้นจึงสามารถสรุปได้ว่า หลังจากที่ได้ทำการแก้ไขปรับปรุง หัวเป่ามีประสิทธิภาพที่ดี และสามารถใช้งานในการตรวจสอบการอุดตันของรูก่อนน้ำทิ้งของตู้เย็นได้จริง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิเคราะห์ปัญหา

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการฉบับนี้ได้้นำการเสนอการตรวจสอบการถอดต้นของท่อน้ำทิ้งในตู้เย็น โดยเริ่มตั้งแต่ออกแบบเครื่องทดสอบ เขียนโปรแกรม และการนำไปทดสอบใช้กับงานจริง เพื่อทดสอบการใช้งานของเครื่องตรวจสอบการถอดต้นของท่อน้ำทิ้งในตู้เย็นว่ามีการถอดต้นจริงหรือไม่ ซึ่งในการออกแบบนั้นต้องคำนึงถึงโครงสร้างที่มีความแข็งแรง มีความทนทาน สามารถนำไปใช้งานได้จริง รวมทั้งต้องคำนึงถึงราคาค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานให้มีราคาต่ำที่สุดอีกด้วย

ในการศึกษาออกแบบและทดสอบอุปกรณ์ในครั้งนี้ ทำให้ได้ฝึกการวางแผนและการทำงานอย่างเป็นระบบ โดยเริ่มตั้งแต่การออกแบบซึ่งได้รับความรู้เกี่ยวกับการออกแบบอุปกรณ์ที่ใช้ในการประกอบเครื่องจริง การออกแบบภาพสามมิติโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS และการพ่นสีเพื่อป้องกันสนิมในการเคลือบผิวโลหะ อีกทั้งยังได้ฝึกทักษะทางด้านต่างๆ ที่สำคัญสำหรับการทำงาน ได้แก่ ทักษะทางด้านความคิดการทำงาน ทักษะการนำเสนอผลงาน ทักษะการแก้ปัญหาเฉพาะหน้า และทักษะด้านการทำงานร่วมกับผู้อื่น รวมทั้งได้เรียนรู้ระบบงานต่างๆ ภายในบริษัทที่ได้รับการฝึกสหกิจศึกษาตลอดระยะเวลา 4 เดือน

ในระบบลมนั้นจะใช้การวัดแรงดันภายในท่อ ถ้ามีการถอดต้นของท่อน้ำทิ้ง จะทำให้เซนเซอร์วัดความดันวัดค่าความดันได้ในปริมาณที่มาก เพื่อให้ได้การตรวจวัดที่มีความน่าเชื่อถือและสามารถใช้ได้จริงนั้นต้องทดสอบเครื่องจักรกับตู้เย็นในปริมาณมาก เพื่อปรับปรุงแก้ไขโปรแกรมและเครื่องจักรให้โอกาสความผิดพลาดของเครื่องจักรนั้นมีค่าน้อยที่สุด และปัญหาในการทดสอบอุปกรณ์ก่อนจะนำไปใช้งานจริงจะต้องมีการทดสอบ เพื่อตั้งค่าให้เหมาะสมกับการนำไปใช้งานจริง ซึ่งมีการหาแนวทางและดำเนินการแก้ไขโดยได้อธิบายไว้ในหัวข้อการวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ในการออกแบบ สร้างและเขียนโปรแกรมเครื่องจักรตรวจสอบการถอดต้นของท่อน้ำทิ้งแบบอัตโนมัติ นั้น ได้ประสบความสำเร็จและบรรลุเป้าหมายในการทำโครงการคือ สามารถตรวจสอบการถอดต้นของท่อน้ำทิ้งได้จริง และมีความถูกต้องที่สูงมาก สามารถนำมาใช้งานได้จริง และสามารถบันทึกผลการตรวจสอบลงในระบบฐานข้อมูลได้

5.2 การวิเคราะห์ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

ในการดำเนินงานใดๆ นั้นจะหลีกเลี่ยงไม่ได้ที่จะพบกับปัญหาในระหว่างการทำงาน ซึ่งจะต้องทำการวิเคราะห์ปัญหาที่เกิดขึ้น หาแนวทางในการแก้ไข และปฏิบัติตามแนวทางที่วางไว้ เพื่อให้สามารถดำเนินการนั้นๆ ต่อไปได้เพื่อให้บรรลุเป้าหมายหรือจุดประสงค์ที่ตั้งไว้

โดยในการดำเนินการโครงการนี้ได้พบปัญหา และสามารถวิเคราะห์ปัญหาได้จาก 2 ประเด็นหลักๆ คือ ปัญหาในการออกแบบและปัญหาในขั้นตอนการทดสอบ ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

5.2.1 ปัญหาในการออกแบบและประกอบ

เป็นปัญหาที่พบในขั้นตอนการออกแบบและปรับปรุง เครื่องจักรตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งแบบอัตโนมัติ

5.2.1.1 ประสบการณ์ในการออกแบบโครงเครื่องจักร

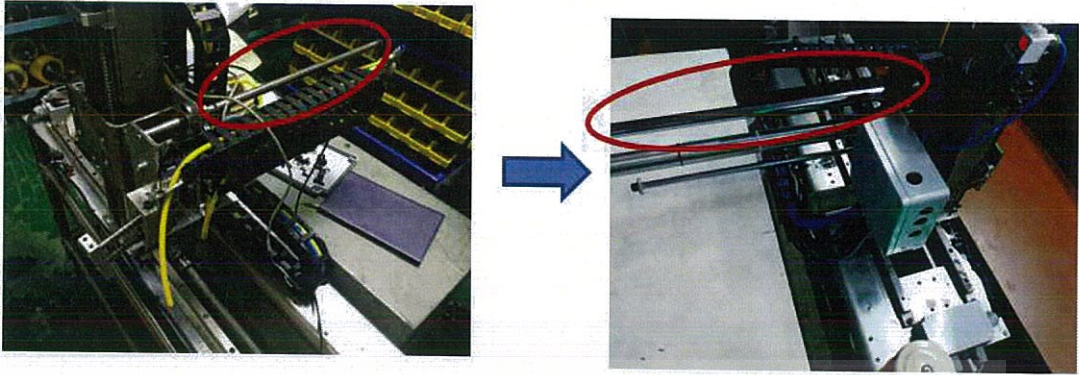
โครงเครื่องจักรที่ทางสถานประกอบการมีให้ นั้น มีปัญหาที่ไม่สามารถนำไปใช้จริงได้ ดังนี้

1. ความสูงของเครื่องจักรนั้นไม่เพียงพอต่อการตรวจสอบท่อน้ำทิ้ง
2. ไม่สามารถยึดเครื่องจักรลงพื้นได้ เนื่องจากไม่มีจุดให้ยึดทุก
3. เพลลาของกระบอกลูกสูบที่ใช้ในนั้นไม่มีความแข็งแรง ส่งผลให้มีการสั่นเกิดขึ้นที่หัวตรวจสอบ
4. เครื่องจักรนั้นมีความร้อนสูง
5. ส่วนเคลื่อนของเครื่องจักรนั้นมีพิิกัดการเคลื่อนที่ไม่เพียงพอ ต่อการตรวจสอบตู้เย็นทุกรุ่น

เนื่องจากติดสายไฟและสายลม

แนวทางการแก้ไขดังนี้

1. ทำการเปลี่ยนท่อน้ำทิ้งเพื่อให้เครื่องจักรสูงขึ้นและสามารถตรวจสอบตู้เย็นได้
2. เปลี่ยนขาตั้งปรับระดับที่ใช้ยึดเครื่องจักรกับพื้นโดยเลือกตัวที่มีสำหรับยึดทุก
3. เปลี่ยนขนาดเพลลาและเปลี่ยนความยาวของแบริ่งที่ใช้รองรับเพลลาดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 การแก้ไขขนาดเพลลาเพื่อความแข็งแรง

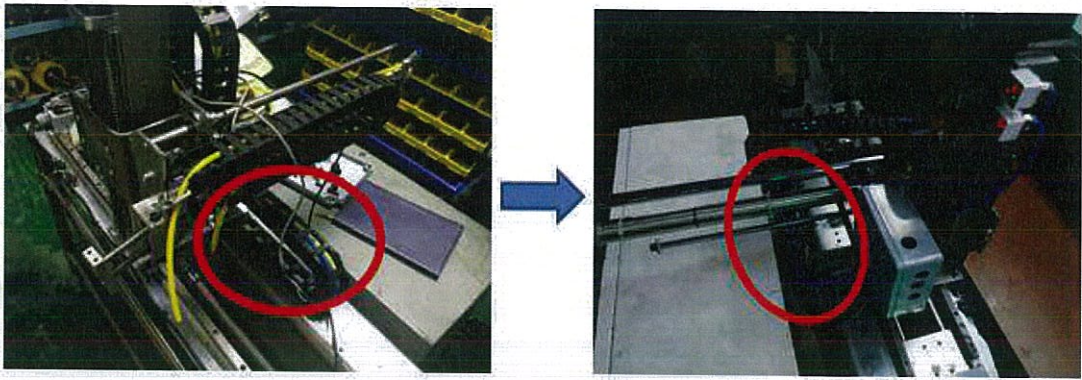
4. เจาะรูระบายความร้อน และติดตั้งพัดลมระบายอากาศภายในเครื่องจักรดังรูปที่ 5.2



รูปที่ 5.2 การแก้ไขเรื่องความร้อนของเครื่องจักร

5. ย้ายตำแหน่งตู้ควบคุม เพื่อให้มีพื้นที่พอให้เก็บสายไฟ ส่งผลให้ส่วนเคลื่อนของเครื่องจักรมีพิบัติการเคลื่อนที่ที่มากขึ้นดังรูปที่ 5.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 การแก้ไขเรื่องฟักัดการเคลื่อนที่ของส่วนเคลื่อน

5.2.1.2 การออกแบบและติดตั้ง Stopper

ในการออกแบบและติดตั้งตัว Stopper นั้น มีปัญหาเนื่องจากยางที่รองรับการกระแทกของตุ้มนั้นแข็งเกินไปเลยส่งผลให้ ตัวโครงของตุ้มนั้นมีรอยบุบ แก้ไขปัญหาโดยการเปลี่ยนจากยางมาเป็นฟองน้ำแข็งดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 การแก้ไขเรื่องรอยบุบด้านข้างตุ้มนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] Barcode Scanner. (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก:
<http://www.essyntech.com/index.php/Products-Knowledge/barcode-scanner-knowledge.html>
 (วันที่ค้นข้อมูล: 12 มกราคม 2560)
- [2] หลักการทำงานของเซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำ. (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก:
<http://www.compomax.co.th/product/working-principle-inductive-sensors/>
 (วันที่ค้นข้อมูล: 12 มกราคม 2560)
- [3] Proximity Sensor. (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก:
<http://www.amda.co.th/2011/technical-skill/มารู้จักพร็อกซิมีตี้/>
 (วันที่ค้นข้อมูล: 12 มกราคม 2560)
- [4] Solenoid Valve. (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก:
http://www.pneu-hyd.co.th/บทความ-นิวเมติกส์-ไฮดรอลิก/410-directional-control-valve_วาล์วควบคุมทิศทาง.html
 (วันที่ค้นข้อมูล: 12 มกราคม 2560)
- [5] Serial Communication. (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก:
<https://riverplusblog.com/2011/06/18/serial-communication/>
 (วันที่ค้นข้อมูล: 13 มกราคม 2560)
- [6] ระบบนิวเมติกส์. (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก:
https://mte.kmutt.ac.th/elearning/Bicycle_Air_Engine_/lesson1_2.html/
 (วันที่ค้นข้อมูล: 13 มกราคม 2560)
- [7] โปรแกรม LabVIEW. (ม.ป.ป). เข้าถึงได้จาก:
http://www.researchsystem.siam.edu/images/coop/DESIGN_AND_CONSTRUCTION_OF_ELECTRICAL_MEASUREMENT_USING_LABVIEW_PROGRAM/ch2.pdf/
 (วันที่ค้นข้อมูล: 13 มกราคม 2560)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

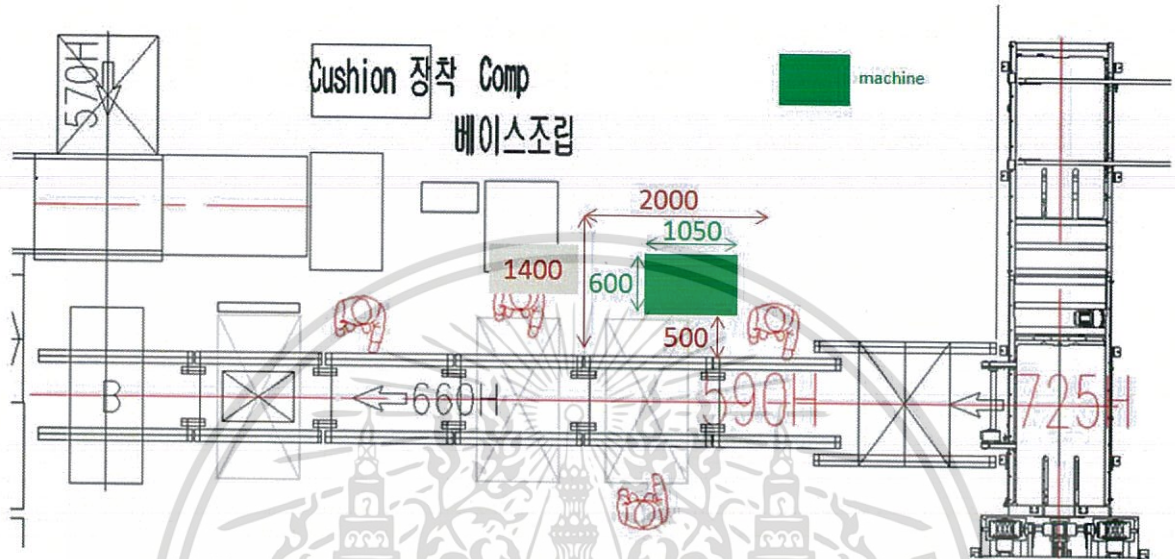


ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

Layout แสดงพื้นที่การติดตั้งเครื่องตรวจสอบการอุดตันของท่อน้ำทิ้งของตู้เย็น
แบบอัตโนมัติ

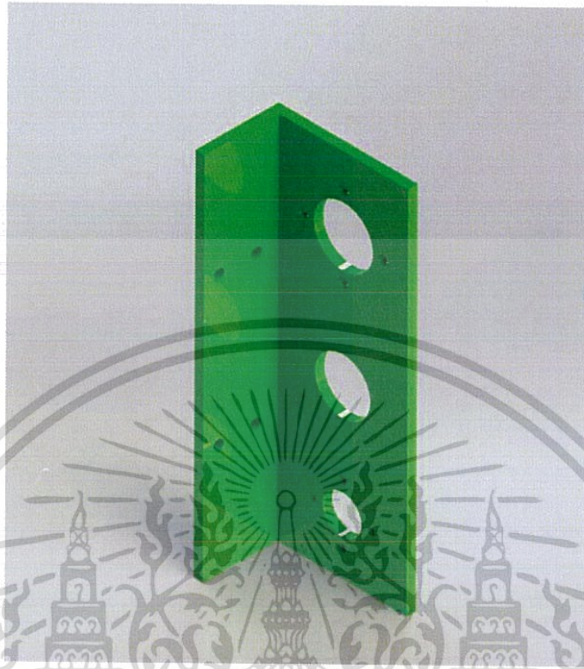


รูปที่ ก.1 พื้นที่บริเวณที่ทำการติดตั้งเครื่อง

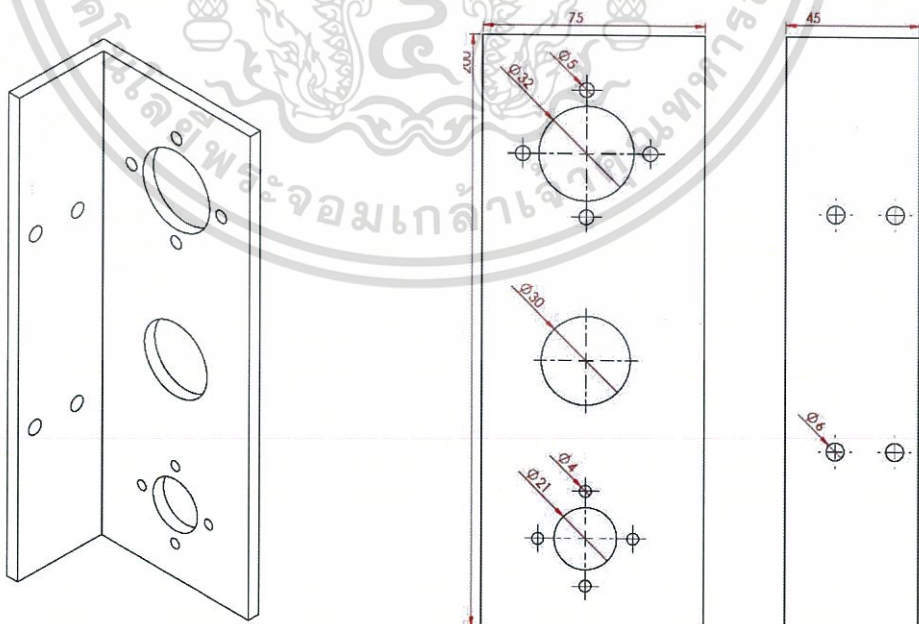
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ชิ้นส่วน และ drawing ของโครงสร้างส่วนเคลื่อนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว

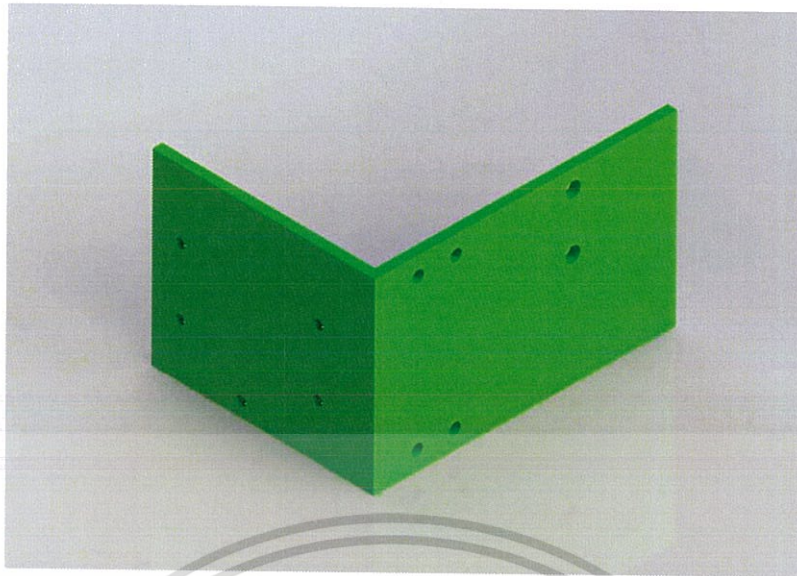


รูปที่ ข.1 ชิ้นส่วน (A) โครงสร้างส่วนเคลื่อนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว

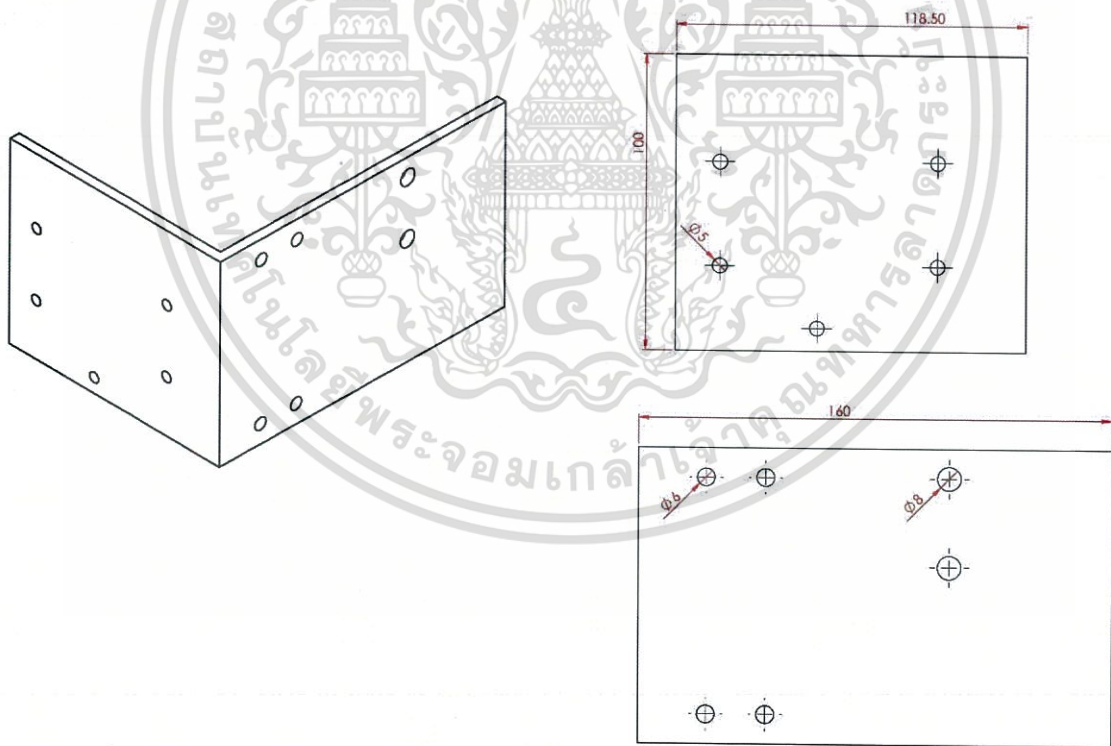


รูปที่ ข.2 Drawing ของชิ้นส่วน (A) โครงสร้างส่วนเคลื่อนที่ทำการแก้ไขปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

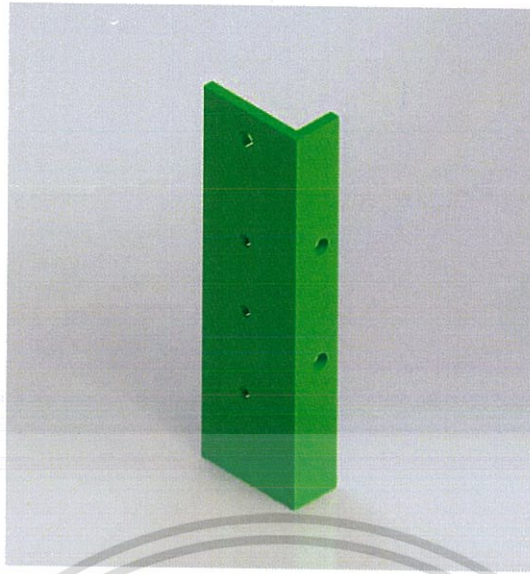


รูปที่ ข.3 ชิ้นส่วน (B) โครงสร้างส่วนเคลื่อนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว

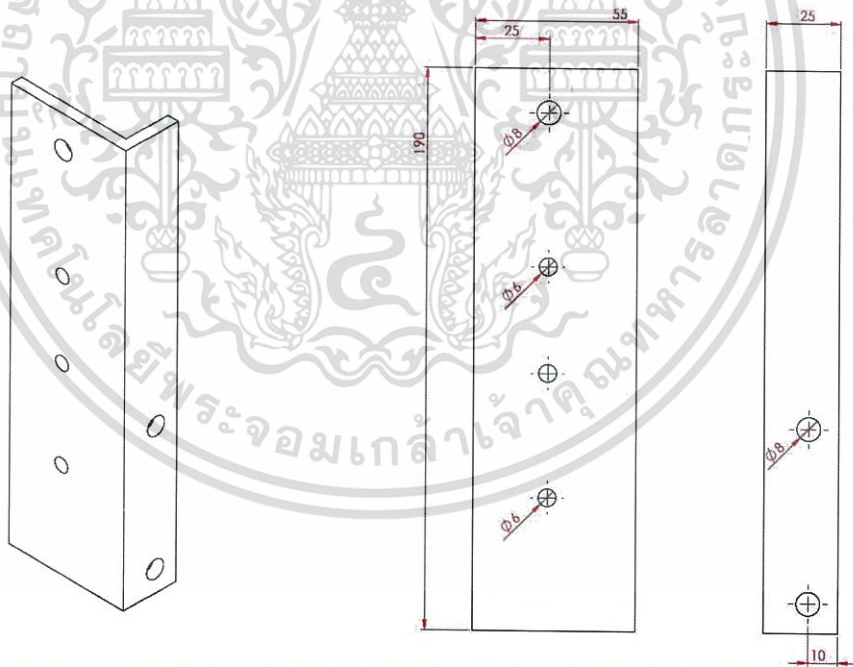


รูปที่ ข.4 Drawing ของชิ้นส่วน (B) โครงสร้างส่วนเคลื่อนที่ทำการแก้ไขปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.5 ชิ้นส่วน (C) โครงสร้างส่วนเคลื่อนที่แก้ไขปรับปรุงแล้ว



รูปที่ ข.6 Drawing ของชิ้นส่วน (C) โครงสร้างส่วนเคลื่อนที่ทำการแก้ไขปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

Assembly และ Drawing ของชิ้นส่วนหัวเป่าท่อน้ำทิ้ง

4 3 2 1

F F

E E

D D

C C

B B

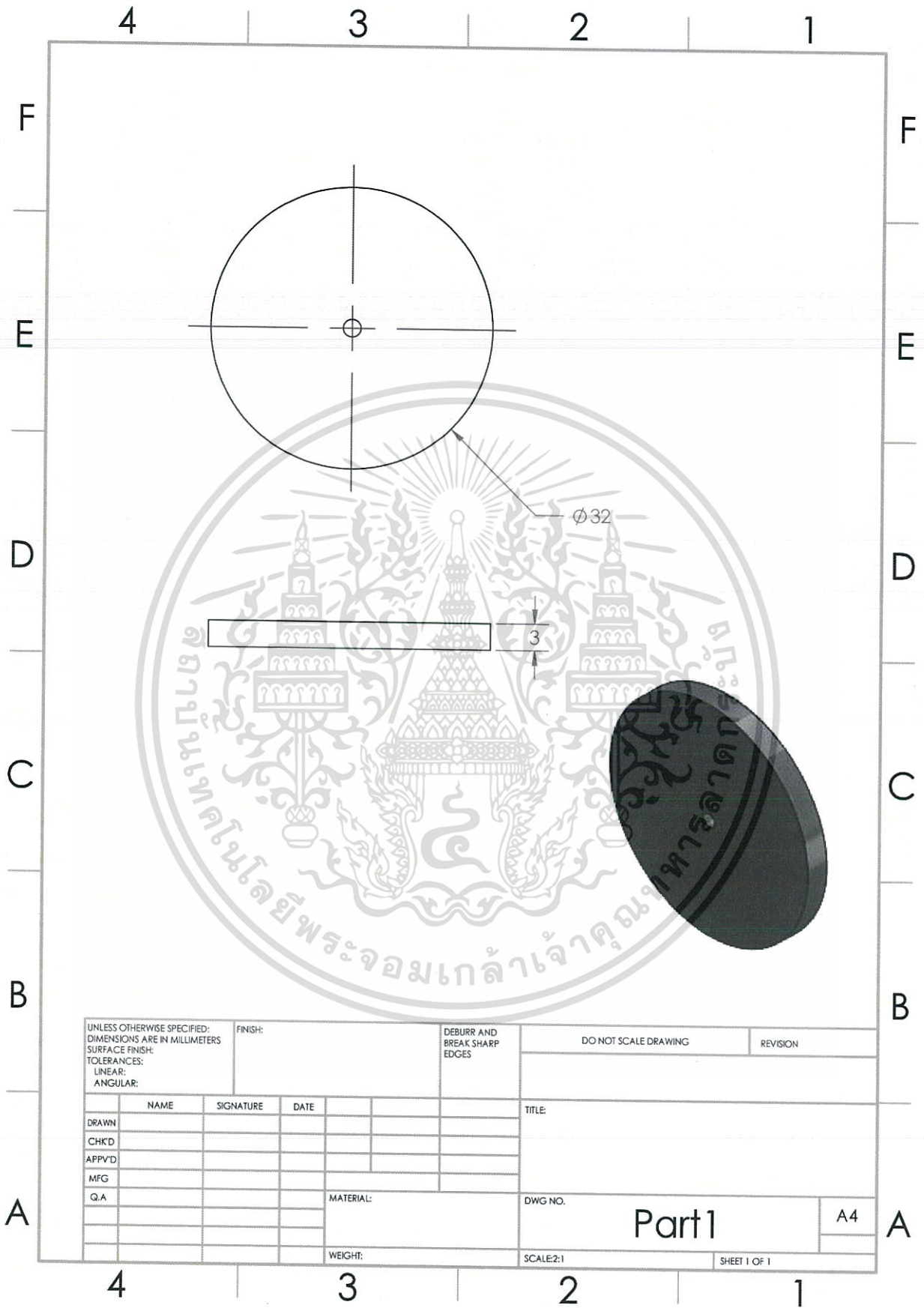
A A

UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS		FINISH:		DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION	
SURFACE FINISH:									
TOLERANCES:									
LINEAR:									
ANGULAR:									
	NAME	SIGNATURE	DATE			TITLE:			
DRAWN									
CHK'D									
APPV'D									
MFG									
Q.A					MATERIAL:	DWG NO.		A4	
						TOOL			
					WEIGHT:	SCALE: 1:2		SHEET 1 OF 1	

4 3 2 1

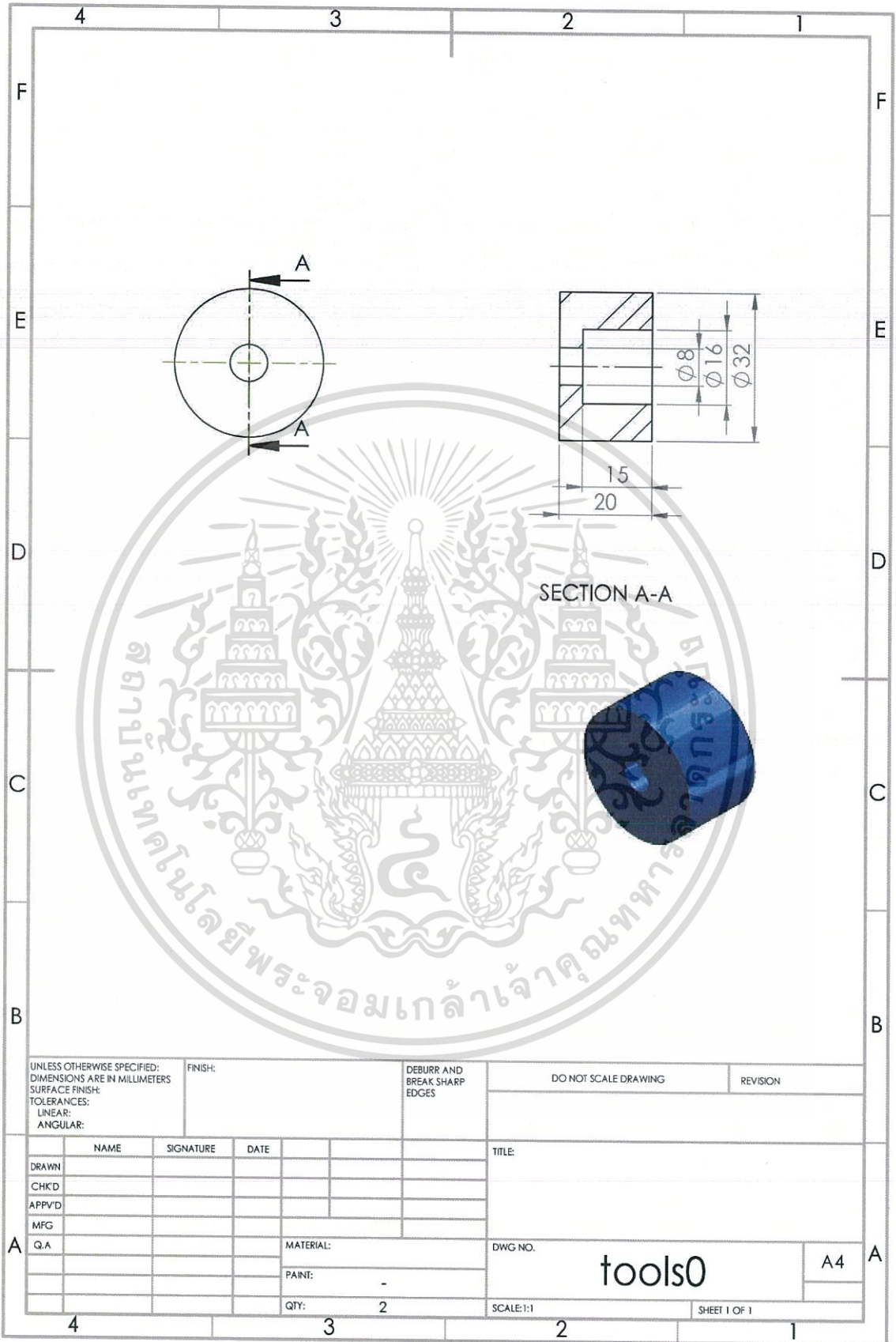
รูปที่ ค.1 Assembly หัวเป่าท่อน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.2 Drawing ของชิ้นส่วน (A) หัวเป่าท่อน้ำทิ้ง

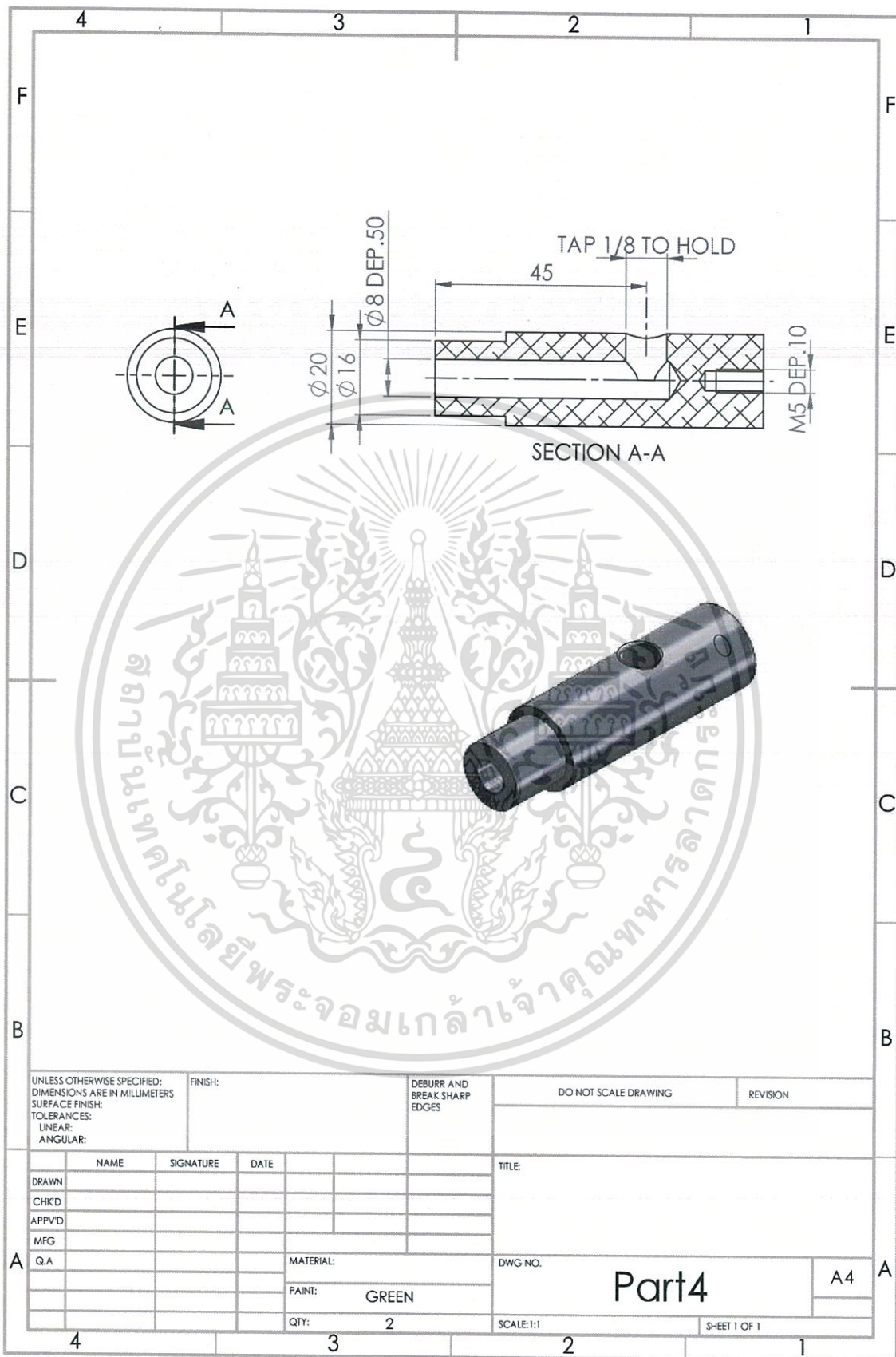
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:		FINISH:	DEBURR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING	REVISION
DRAWN		SIGNATURE	DATE		TITLE	
CHKD						
APPV'D						
MFG						
Q.A				MATERIAL:	DWG NO.	A4
				PAINT:		
				QTY: 2	SCALE: 1:1	SHEET 1 OF 1

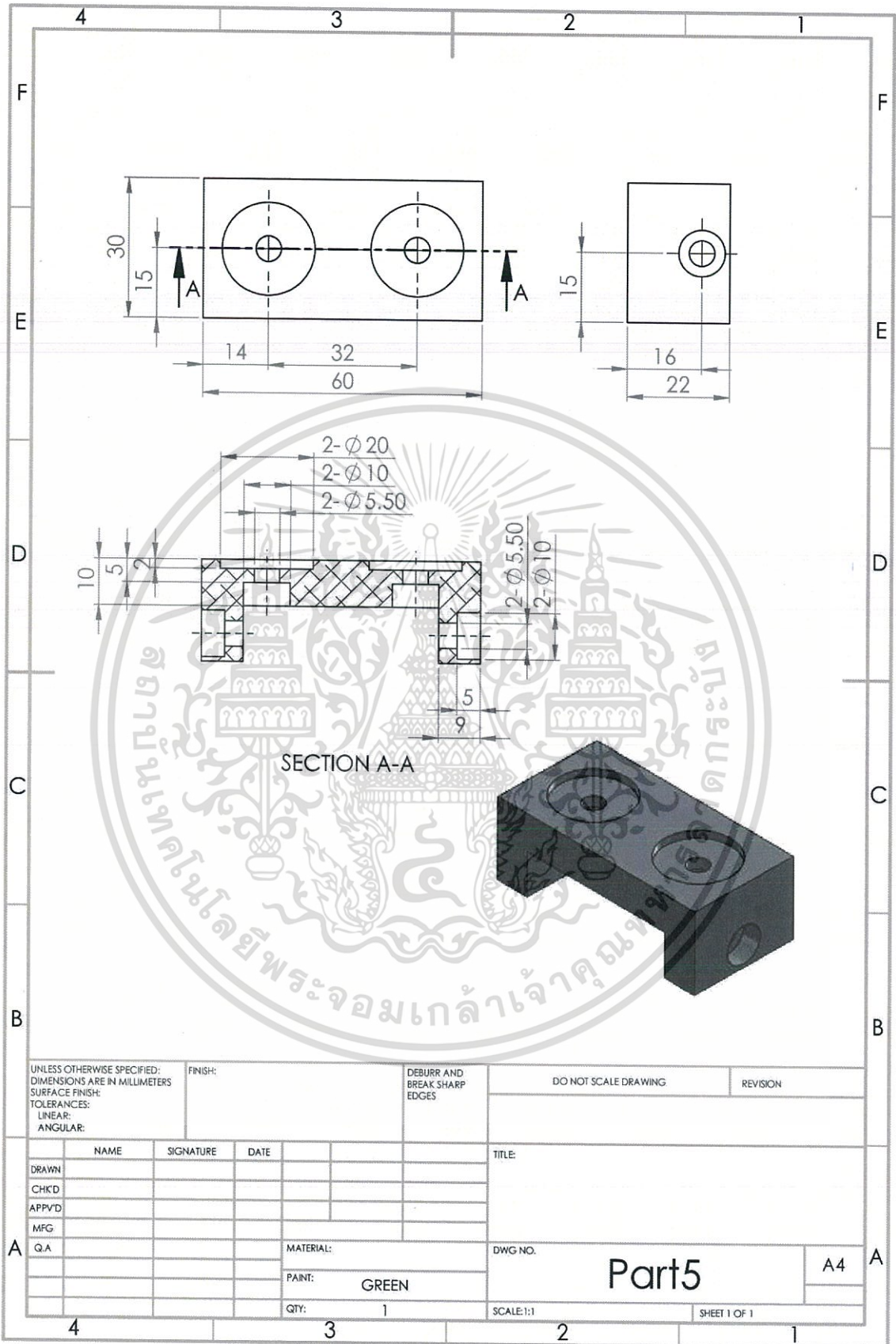
รูปที่ ค.3 Drawing ของชิ้นส่วน (B) หัวเป่าท่อน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.4 Drawing ของชิ้นส่วน (C) หัวเป่าท่อน้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค.5 Drawing ของชิ้นส่วน (D) หัวเป่าที่น้ำทิ้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน



นายพลกฤต ล่องสกุล

เกิดวันที่ 18 ตุลาคม พ.ศ. 2538

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนมหิตลิวทยาอนุสรณ์

เข้าศึกษาที่ หลักสูตรวิศวกรรมแม่คคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า
เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2556

ที่อยู่ : 2/92 พหลโยธิน 40 ถนนพหลโยธิน แขวงเสนานิคม เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900

เบอร์โทรศัพท์ : 086-380-6317

อีเมล : Gainkub@gmail.com

Facebook : พลกฤต ล่องสกุล

ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Microsoft office, SOLIDWORKS, GX WORK 2,
LabVIEW, GP Pro EX และ Adobe Photoshop

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ

ฝึกงานที่ NIT, Sendai College ประเทศญี่ปุ่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



นายภูวนัตต์ ศรีประโมง

เกิดวันที่ 8 กรกฎาคม พ.ศ. 2537

ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนสาธิตมหาวิทยาลัยราชภัฏนครปฐม
เข้าศึกษาที่ หลักสูตรวิศวกรรมแม่คคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า

เจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2556

ที่อยู่ : 44 หมู่ 4 ซอยน้ำเพชร 2 ตำบลสวนกล้วย อำเภอบ้านโป่ง จังหวัดราชบุรี 70110

เบอร์โทรศัพท์ : 09-0973-7253

อีเมล : n_puwanut@hotmail.com

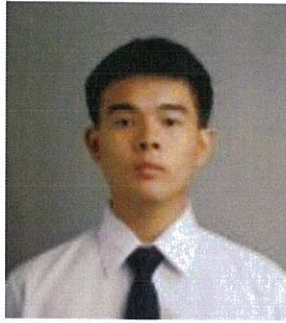
Facebook : ภูวนัตต์ ศรีประโมง

ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Microsoft office, SOLIDWORKS, FluidSIM
Pneumatics, GX WORK 2, LabVIEW

ทักษะทางภาษาต่างประเทศ : ภาษาอังกฤษ

ฝึกงานที่ โรงกลั่นน้ำมันเอสโซ่ศรีราชา ซึ่งอยู่ในเครือบริษัท เอสโซ่ (ประเทศไทย) จำกัด (มหาชน) ระหว่าง
เดือนมิถุนายน ถึงกรกฎาคม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



นายอดิเทพ โพธิ์เทนชัย

เกิดวันที่ 6 ธันวาคม พ.ศ. 2537

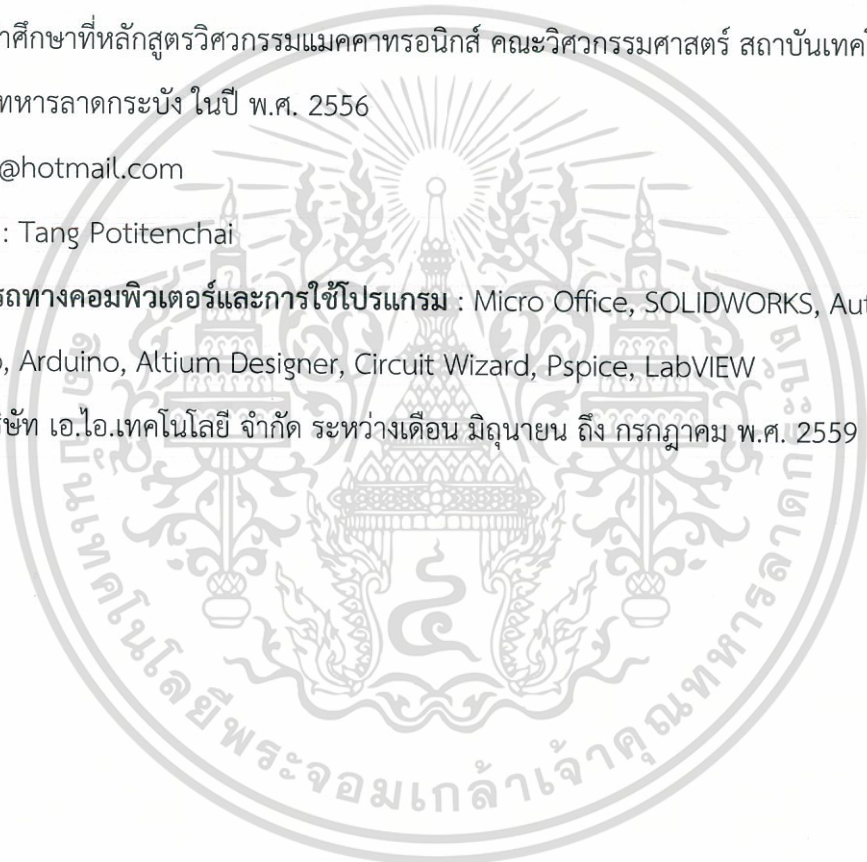
ประวัติการศึกษา : สำเร็จการศึกษามัธยมศึกษาจากโรงเรียนแก่นนครวิทยาลัย อำเภอเมือง จังหวัดขอนแก่น เข้าศึกษาที่หลักสูตรวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปี พ.ศ. 2556

อีเมล : ap.t@hotmail.com

Facebook : Tang Potitenchai

ความสามารถทางคอมพิวเตอร์และการใช้โปรแกรม : Micro Office, SOLIDWORKS, AutoCAD, Catia, AVR Studio, Arduino, Altium Designer, Circuit Wizard, Pspice, LabVIEW

ฝึกงานที่ บริษัท เอ.ไอ.เทคโนโลยี จำกัด ระหว่างเดือน มิถุนายน ถึง กรกฎาคม พ.ศ. 2559



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้