สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ

T055637

นาย จักรกฤษณ์ ตันชัย
นาย ทศพร สมเสียง
นาย อนุชา จันทพรึก

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่ b
เลขทะเบียน 55637
วัน,เดือน,ปี 20 พ.ค. 2548

WATER PACKING AND SEALING MACHINE

MR. JAKRID TANCHAI

MR. THOSSAPORN SOMSEANG

MR. ANUCHA JANTAPRUK

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INDUSTRAIL ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2003

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ

WATER PACKING AND SEALING MACHINE

นักศึกษา	นาย จักรกฤษณ์ ตันชัย	รหัสประจำตัว	44015727
	นาย ทศพร สมเสียง	รหัสประจำตัว	44015735
	นาย อนุชา จันทพรึก	รหัสประจำตัว	44015767

หลักสูตร วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์

(อาจารย์ พลชัย โชติปรายนกุล)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ
นักศึกษา	นาย จักรกฤษณ์ ตันชัย
	นาย ทศพร สมเสียง
	นาย อนุชา จันทพรึก
หลักสูตร	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา	2546
อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	อาจารย์ พลชัย โชติปรายนกุล

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เกี่ยวข้องกับการศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นนี้ ประกอบไปด้วยกลไกทางแมคคาทรอนิกส์ และวงจรอิเลคทรอนิกส์ การสร้างเครื่องต้นแบบบรรจุน้ำและปิดฝากึ่งอัตโนมัติ มีวัตถุประสงค์เพื่อเพิ่มปริมาณกำลังการผลิต และช่วยลดแรงงานในการทำงานในขั้นตอนการบรรจุน้ำและการปิดฝา และสามารถนำไปพัฒนาได้ในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Water packing and sealing Machine
Student	Mr. Jakrid Tanchai
	Mr. Thossaporn Somsieang
	Mr. Anucha Jantapruk
Degree	Bachelor of engineering in Industrial Engineering
	KingMongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Academic Year	2003
Thesis Advisor	Mr. Pholchai Chotiprayanakul

Abstract

This project is the study of the design and development of water packing and sealing machine. This machine is designed by using semi-automatic mechanical and electronics concept in order to increase the production volume and decrease man power. And It can be applied in the future.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง เครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ สามารถสำเร็จไปได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำทุกคนขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ พลชัย โชติปรายนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาเป็นอย่างสูง สำหรับความรู้ คำแนะนำ ความช่วยเหลือ และความเอาใจใส่ในทุก ๆ ด้านตลอดเวลาที่ผ่านมา

ผศ. พรศักดิ์ อรรถวานิช หัวหน้าภาควิชา วิศวกรรมอุตสาหการ สำหรับการให้โอกาสในการศึกษา ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ คำแนะนำ ความเอาใจใส่ และทุกสิ่งทุกอย่างตลอดการศึกษาระดับปริญญาตรี ในหลักสูตรวิศวกรรมอุตสาหการ

ผศ. ดร. สรรพสิทธิ์ ลิ่มนรรัตน์ สำหรับคำแนะนำ ความเอาใจใส่ กำลังใจในการทำงาน ความช่วยเหลือ และทุกสิ่งตลอดการศึกษาระดับปริญญาตรี ในหลักสูตร วิศวกรรมอุตสาหการ

อาจารย์ เชาวลิต หามนตรี สำหรับการให้คำปรึกษา คำแนะนำ ในการเขียนปริญญานิพนธ์ตลอดจนการตรวจตราปริญญานิพนธ์ฉบับนี้

นาย จักรกฤษณ์ ตันชัย
นาย ทศพร สมเสียง
นาย อนุชา จันทพรึก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง VI
สารบัญภาพ VII
สารบัญสมการ IX

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความสำคัญของโครงการงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 วิธีการศึกษา 1
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2.1 หลักการและเหตุผล 2
2.2 กฎเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ 3
2.3 อุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์ 8
2.3.1 เครื่องอัดลม 8
2.3.2 ชุดปรับสภาพลมอัด 18
2.3.3 วาล์วควบคุมทิศทาง 20
2.3.4 วาล์วควบคุมความดันลมอัด 20
2.3.5 กระบอกสูบลม 20
2.3.6 วาล์วควบคุมด้วยโซลินอยด์ 26
2.3.7 การควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้า 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การดำเนินงานและการออกแบบ

3.1 แผนกาดำเนินงาน..... 36
3.2 การออกแบบโครงสร้าง..... 37
3.3 การหาแรงในการปิดฝา..... 40
3.4 หลักการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำพร้อมปิดฝากึ่งอัตโนมัติ..... 41
3.5 การออกแบบวงจรควบคุม..... 42
3.6 แผนการทดลอง..... 43

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน

4.1 ผลการดำเนินงานด้านตัวเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาขวดกึ่งอัตโนมัติ..... 44
4.2 ผลการดำเนินการด้านวงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงาน..... 46
4.3 ผลการทดลอง..... 52

บทที่ 5 สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินการ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน.....52
5.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินการ..... 52
5.3 แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข..... 52

บรรณานุกรม..... 53

ภาคผนวก

แบบชิ้นส่วนของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบหน่วยวัดค่าความดัน 4
ตารางที่ 2.2 หน่วยต่างๆในระบบนิวแมติกส์ 5
ตารางที่ 2.3 ขนาดและความสามารถของเครื่องอัดลม 9
ตารางที่ 2.4 การเลือกขนาดและชนิดของเครื่องอัดลมเมื่อรู้ค่าปริมาณความต้องการลมอัด 14
ตารางที่ 2.5 ระยะกันกระแทกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 22
ตารางที่ 2.6 ความสัมพันธ์เกี่ยวกับผลของการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ 24
ตารางที่ 2.7 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆ ของพอร์ต 3 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 การอ่านค่าระดับความดันต่างๆ 3
รูปที่ 2.2 กฎของปาสคาล 6
รูปที่ 2.3 การถ่ายทอดแรง 6
รูปที่ 2.4 ปริมาตรและความดันตามกฎของบอยส์ 6
รูปที่ 2.5 อุปกรณ์และระบบนิวแมติกส์ 8
รูปที่ 2.6 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบลูกสูบ 9
รูปที่ 2.7 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม 10
รูปที่ 2.8 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบเวนโรตารี 10
รูปที่ 2.9 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบสกรู 11
รูปที่ 2.10 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน 11
รูปที่ 2.11 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบกังหัน 12
รูปที่ 2.12 การหาชนิดของเครื่องอัดลมสำหรับงานต่างๆ 12
รูปที่ 2.13 ถังพักลมแบบนอน 15
รูปที่ 2.14 ถังพักลมแบบตั้ง 15
รูปที่ 2.15 การหาขนาดของถังพักลมอัด 16
รูปที่ 2.16 การหล่อเย็นเครื่องอัดลม 17
รูปที่ 2.17 ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด 18
รูปที่ 2.18 รูปโครงสร้างของตัวกรองและตัวระบายทิ้งอัตโนมัติ 19
รูปที่ 2.19 วาล์วลดความดันลมอัด 19
รูปที่ 2.20 ลักษณะโครงสร้างของกระบอกสูบลม 21
รูปที่ 2.21 ลักษณะของกระบอกสูบลมแบบสองทาง 22
รูปที่ 2.22 ลักษณะของกระบอกสูบลมแบบสองทางมีเบาะลมกันกระแทก 23
รูปที่ 2.23 ลักษณะการจับยึดกระบอกสูบโดยใช้สกรู 23
รูปที่ 2.24 ลักษณะการจับยึดกระบอกสูบโดยใช้ตัวจับยึดตามลักษณะงาน 24
รูปที่ 2.25 วาล์ว 5/2 ควบคุมด้วยโซลินอยด์วาล์ว 26
รูปที่ 2.26 แสดงสภาวะการทำงานด้านซ้ายมือ 26
รูปที่ 2.27 แสดงสภาวะการทำงานด้านขวามือ 27
รูปที่ 2.28 โครงสร้างภายในของลิมิตสวิตช์ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.29 การทำงานของหน้าสัมผัสชนิดทำงานช้า 28
รูปที่ 2.30 ลักษณะการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับลิมิตสวิตช์ 29
รูปที่ 2.31 การเลือกกลไกในการบังคับการทำงานของลิมิตสวิตช์ 29
รูปที่ 2.32 การหยุดกลไกต่างๆโดยวิธีที่ถูกต้อง 29
รูปที่ 2.33 ภาพองค์ประกอบของรีเลย์ 30
รูปที่ 2.34 แสดงขาต่างๆ ของ 8051 33
รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะโดยรวมของตัวเครื่องทั้งหมด 36
รูปที่ 3.2 แสดงแบบของโครงสร้าง 37
รูปที่ 3.3 แสดงแบบของชุดสายพานลำเลียงขวด 37
รูปที่ 3.4 แสดงแบบของชุดจานพาขวด 38
รูปที่ 3.5 แสดงแบบของชุดนิวแมติกส์อัดฝา 38
รูปที่ 3.6 แสดงแบบของชุดหัวกดอัดฝา 38
รูปที่ 3.7 รูปจากการทดลองปิดโดยใช้ความดัน 5.5 bar 39
รูปที่ 3.8 รูปแสดงฟองโซดาหลังการเปิดขวด 40
รูปที่ 4.1 แสดงรูปร่างของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาขวดถึงอัตโนมัติ 43
รูปที่ 4.2 แสดงชุดหัวกดปิดฝา 44
รูปที่ 4.3 แสดงชุดจานพาขวด 44
รูปที่ 4.4 แสดงชุดลำเรียงฝา 45
รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะการติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว 45
รูปที่ 4.6 รูปแสดงวงจรอิเลคทรอนิกส์ 46
รูปที่ 4.7 รูปแสดงการต่อสายไฟและสายสัญญาณ 47
รูปที่ 4.8 แสดงตำแหน่งที่ขวดเคลื่อนที่ชนลิมิตสวิตช์ที่ทำการติดตั้งไว้ 48
รูปที่ 4.9 ขวดเคลื่อนที่เข้าสู่จุดเติมน้ำโดยจานพาขวด 48
รูปที่ 4.10 ขวดที่ทำการรอเติมน้ำ 49
รูปที่ 4.11 แสดงตำแหน่งของขวดเมื่อเข้าสู่จุดปิดฝา ขณะที่ หัวกดเคลื่อนที่ไปรับฝา 49
รูปที่ 4.12 แสดงหัวกดอัดฝาเคลื่อนกลับมายังตำแหน่งที่จะอัดฝา 50
รูปที่ 4.13 แสดงการอัดฝาขวด 50
รูปที่ 4.14 ขวดที่ผ่านการบรรจุ 51
รูปที่ 4.15 ลักษณะของฝาที่ผ่านการปิดฝา 51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญสมการ

หน้า

สมการที่ (2.1) 4
สมการที่ (2.2) 4
สมการที่ (2.3) 4
สมการที่ (2.4) 5
สมการที่ (2.5) 5
สมการที่ (2.6) 6
สมการที่ (2.7) 7
สมการที่ (2.8) 7
สมการที่ (2.9) 7
สมการที่ (2.10) 7
สมการที่ (2.11) 7
สมการที่ (2.12) 7
สมการที่ (2.13) 8
สมการที่ (2.14) 13
สมการที่ (2.15) 13
สมการที่ (2.16) 13
สมการที่ (2.17) 25
สมการที่ (2.18) 25
สมการที่ (2.19) 25
สมการที่ (2.20) 26
สมการที่ (3.1) 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของโครงการงาน

ปริญญานิพนธ์เป็นการศึกษาการออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นนี้ประกอบไปด้วยกลไกและวงจรอิเลคทรอนิคส์ การสร้างเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ เป็นการเพิ่มปริมาณกำลังการผลิต ช่วยลดแรงงานและขั้นตอนการบรรจุน้ำและการปิดฝา

ปัจจุบันการผลิตสุราพื้นบ้านและสาโท มีการผลิตกันอย่างแพร่หลายจนเป็นอุตสาหกรรมขนาดเล็กหรืออุตสาหกรรมในครอบครัวที่ใช้แรงงานคนเป็นส่วนใหญ่ในการผลิตตั้งแต่ขั้นตอนแรกจนถึงขั้นตอนสุดท้ายประกอบกับปริมาณความต้องการของตลาดมีมากขึ้นทำให้การผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด

ดังนั้นการออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติจึงถูกเลือกเป็นหัวข้อปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถช่วยเหลืออุตสาหกรรมนี้ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ออกแบบและสร้างเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ
2. เพื่อศึกษาการออกแบบเครื่องในรูปแบบแมคคาทรอนิคส์
3. เพื่อเป็นการพัฒนากระบวนการการบรรจุน้ำขวดด้วยเครื่องขนาดเล็ก

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

เครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติขนาด 750 x 500 x 940 มิลลิเมตร มีกำลังขับเคลื่อนที่ 25 W ควบคุม ด้วยไมโครคอนโทลเลอร์ สามารถบรรจุน้ำลงขวดแก้วขนาด 640 มิลลิลิตร พร้อมระบบปิดฝาแบบฝาจีบ โดยใช้ระบบลมอัด โดยคาดการอัตราการทำงานที่ 12 ขวดต่อนาที

1.4 วิธีการศึกษา

1. ศึกษาการทำงานของระบบนิวแมติกส์และออกแบบและวิเคราะห์การทำงานของเครื่อง
2. ศึกษาและออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของเครื่อง
3. ศึกษาการเขียนโปรแกรมการควบคุมการทำงานของเครื่องด้วยภาษาแอสแซมบลี

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้างเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ
2. สามารถลดขั้นตอนและแรงงานคนในการผลิตลง
3. ลดค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานในกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การเลือกพิจารณาเลือกใช้เทคโนโลยีในการกดปิดฝาขวดในโครงงานนี้เลือกการใช้แรงกดจากกระบอกสูบลมนิวแมติกส์เนื่องจากระบบนิวแมติกส์สามารถให้แรงเพียงพอต่อการทำให้ฝาปิดสนิทกับขวดและสามารถเคลื่อนที่ได้เร็ว ทำให้เกิดความรวดเร็วในขั้นตอนในการปิดฝา

2.1 หลักการและเหตุผล

เหตุผลที่มีการนำลมอัดมาใช้อย่างกว้างขวางในงานอุตสาหกรรมที่เป็นระบบอัตโนมัติเนื่องจากการประหยัดพลังงานโครงสร้างของอุปกรณ์บังคับลมเป็นแบบง่ายๆ มีความปลอดภัยในการทำงานสูง เครื่องจักรที่ใช้พลังงานลมอัดจะมีราคาถูกกว่าระบบอื่นๆ มีการบำรุงรักษาง่าย นอกจากระบบลมอัดยังง่ายต่อการดัดแปลง เช่นสามารถใช้ร่วมกับไฟฟ้าในการบังคับระยะห่างได้ เป็นที่นิยมในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัย

ข้อดีของระบบนิวแมติกส์

1. ระบบนิวแมติกส์ที่ใช้งานทั่วไปไม่มีการระเบิดหรือลุกไหม้เป็นเปลวไฟ จึงประหยัดค่าใช้จ่ายที่เกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัย
2. ความเร็วของเครื่องมือที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ให้ความเร็วในการทำงานสูง 1 ถึง 2 เมตรต่อวินาที แต่ถ้าหากต้องการความเร็วสูงขั้นมากกว่านี้จะต้องใช้กระบอกสูบชนิดพิเศษ ซึ่งมีความเร็วถึง 10 เมตรต่อวินาที
3. ระบบนิวแมติกส์เมื่อนำมาใช้งานแล้วระบายทิ้งปล่อยสู่บรรยากาศเลยไม่ต้องเดินท่อทางนำกลับมาใช้ใหม่อีก ทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย
4. ระบบนิวแมติกส์สามารถนำลมที่อัดตัวแล้วในถังและนำไปใช้งานได้เลย
5. อุปกรณ์ใช้งานในระบบนิวแมติกส์มีความปลอดภัยถ้าใช้งานเกินกำลัง
6. ระบบนิวแมติกส์สามารถปรับความเร็วในการทำงานได้โดยอุปกรณ์ควบคุมความเร็วและสามารถให้รอบในการทำงานสูงถึง 800 รอบต่อนาที
7. สามารถปรับความดันลมอัดให้มีค่ามากหรือน้อยได้ตามต้องการโดยใช้อุกรณ์ควบคุมความดัน
8. ความสะอาดของระบบนิวแมติกส์ดีมากเพราะมีชุดปรับคุณภาพลมอัดก่อนนำมาใช้งาน
9. ระยะชักของก้านสูบสามารถปรับแต่งระยะชักให้สั้นหรือยาวได้ตามต้องการ
10. สามารถทำงานได้ที่ความแตกต่างของอุณหภูมิสูง

ข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

1. ในอุตสาหกรรม บางครั้งมีการเพิ่มอุปกรณ์นิวแมติกส์เข้ามาในวงจรโดยไม่คำนึงถึงความสามารถของเครื่องอัดลม ซึ่งอาจจะทำให้เครื่องจักรทำงานคลาดเคลื่อนได้และในบางครั้งถ้ากระบอกสูบอยู่ห่างจากอุปกรณ์ควบคุมเกินกว่า 5 เมตรจะทำให้เกิดปัญหาในการทำงานของกระบอกสูบ
2. ลมที่ได้จากการอัดตัวในระบบนิวแมติกส์จะมีความชื้นปนอยู่และเมื่อความดันลดลงจะทำให้เกิดหยดน้ำ
3. การทำงานของระบบนิวแมติกส์มักจะมีเสียงดังเพราะต้องมีการระบายลมทิ้งเนื่องจากลมที่ปล่อยทิ้งออกสู่บรรยากาศ จึงจำเป็นต้องมีท่อเก็บเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ความดันของลมอัดในระบบนิวแมติกส์จะมีการเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิ ถ้าอุณหภูมิสูงความดันก็จะสูงและถ้าอุณหภูมิต่ำความดันก็จะต่ำลงด้วย

5. ถ้าต้องการใช้แรงในการใช้งานมาก เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบจะต้องมีขนาดโตขึ้นให้ได้แรงตามต้องการ ซึ่งกระบอกสูบในระบบนิวแมติกส์จะมีขีดจำกัดอยู่

2.2 กฎเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์ [1: หน้า 14 - 16]

ในระบบนิวแมติกส์ที่กล่าวถึงนี้จะมีความสัมพันธ์กันอยู่ระหว่าง แรง อุณหภูมิ ความดัน และปริมาตร ดังนั้นกฎเบื้องต้นของนิวแมติกส์จึงได้แก่ กฎการถ่ายความดันของปาสคาล (Pascal's Law) กฎปริมาตร และกฎความดันของบอยส์ (Boyle's Law) ก่อนที่จะกล่าวถึงกฎต่างๆ ใคร่จะขอกล่าวพื้นฐานทางฟิสิกส์ของระบบนิวแมติกส์เสียก่อน

ความดัน ความดันบรรยากาศในแต่ละแห่งของพื้นผิวโลก มีค่าแตกต่างกันตามสภาพของระดับความสูงและสภาพภูมิอากาศ แต่ปกติทั่วไปถือว่าความดันที่ระดับน้ำทะเลเป็นความดันบรรยากาศ ในการหาค่าความดันบรรยากาศเราสามารถหาได้จากเครื่องมือหลายชนิด เช่น เกจวัดความดัน บาโรมิเตอร์หรือแมนโนมิเตอร์

หน่วยวัดความดันในทางเทคนิคโดยทั่วไปคือ กิโลปอนด์/ตารางเซนติเมตร (Kp/cm^2) หรือวัดเป็นบรรยากาศทางเทคนิค (atm)

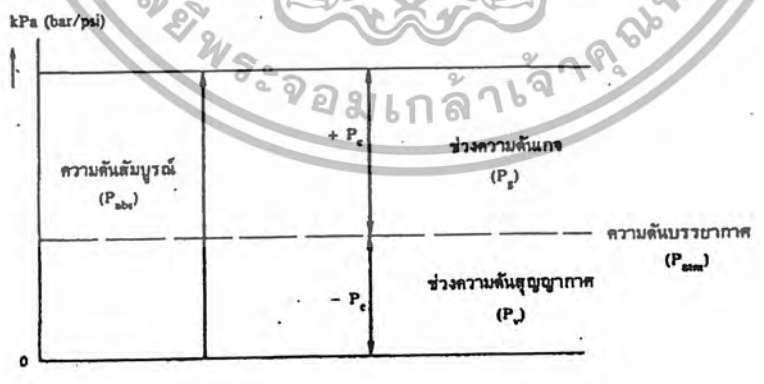
$$1\ atm = 1\ Kp/cm^2 = 10\ m \text{ ความสูงของน้ำ}$$

แต่หน่วยความดันที่นิยมใช้ในระบบ SI มีหน่วยดังนี้

$$1\ Pa \text{ (ปาสคาล)} = 1\ Nm^2 = 10^{-5}\ bar$$

$$1\ atm = 1\ Kp/cm^2 = 1\ bar$$

เนื่องจากความสูงของระดับพื้นโลกในแต่ละท้องที่มีค่าไม่เท่ากัน หากวัดความดันจาก 0 atm ไปจนถึงระดับความดันบรรยากาศ เรียกว่าความดันสุญญากาศ (Vacuum) และถ้าเหนือความดันบรรยากาศขึ้นไปเรียกว่าความดันเกจ (Gauge Pressure) ดังรูปที่ 2.1 เราสามารถหาค่าความดันสมบูรณ์ได้จากสมการต่อไปนี้



รูปที่ 2.1 การอ่านค่าระดับความดันต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในกรณีที่ความดันที่อ่านจากเครื่องมือวัดสุญญากาศมีค่าเป็นบวก

ความดันสัมบูรณ์ = ความดันบรรยากาศ + ความดันเกจ (2.1)

และถ้ากรณีที่ความดันที่อ่านจากเครื่องมือวัดสุญญากาศมีค่าเป็นลบ

ความดันสัมบูรณ์ = ความดันบรรยากาศ − ความดันเกจ (2.2)

โดยที่ ความดันสัมบูรณ์ คือความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่สุญญากาศสัมบูรณ์ ใช้ตัวย่อ P_{abs}

ความดันบรรยากาศ คือค่าความดันที่บรรยากาศ มีค่า 1.013 บาร์ (ระบบ SI) 1.033 กิโลกรัมแรงต่อตารางเซนติเมตร (ระบบนิวแมติกส์) และ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (ระบบอังกฤษ) ใช้ตัวย่อ P_{atm}

ความดันเกจ คือค่าความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่ความดันบรรยากาศ ใช้ตัวย่อ P_g

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบหน่วยวัดค่าความดัน

Pa	bar	kgf/cm^2	atm	mm : H_2O	mm : H_g
1	$1*10^{-5}$	$1.01972*10^{-5}$	$9.86923*10^{-6}$	$1.01972*10^{-1}$	$7.50062*10^{-3}$
$1*10^5$	1	1.01972	$9.86923*10^{-1}$	$1.01972*10^4$	$7.50062*10^2$
$9.80665*10^4$	$9.80665*10^{-4}$	1	$9.67841*10^1$	$1.0000*10^4$	$7.35559*10^2$
$1.01325*10^5$	1.01325	1.03323	1	$1.03323*10^4$	$7.60000*10^2$
9.80665	9.80665*10-5	1*104	9.67841*10-5	1	7.35559*10-2
$1.33222*10^2$	$1.33222*10^5$	$1.3595*10^3$	$1.31579*10^3$	1.3595*10	1

หมายเหตุ หน่วยวัดค่าความดันไม่ว่าจะเป็นค่าความดันอะไรก็ตาม หน่วยวัดจะมีค่าเป็น แรงต่อพื้นที่เสมอ

ความชื้น คือจำนวนปริมาณของน้ำที่มีปะปนอยู่ในอากาศ จะสามารถรวมตัวและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาวะของอากาศในขณะนั้นๆ ค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลงและค่าความชื้นลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ สามารถหาค่าได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{ค่าความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{ค่าความชื้นที่วัดได้}}{\text{ค่าความชื้นสัมบูรณ์}} \quad (2.3)$$

โดยที่ ค่าความชื้นที่วัดได้ คือการกลายเป็นไอของน้ำในปริมาตรและอุณหภูมิในขณะนั้น มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

ค่าความชื้นสัมบูรณ์ คือจำนวนสูงสุดของการกลายเป็นไอน้ำที่อากาศสามารถรับไว้ได้จนถึงจุดอิ่มตัว มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร

อุณหภูมิเป็นคุณสมบัติที่แสดงถึงความร้อนของสารตัวกลางที่สภาวะต่างๆ หน่วยของอุณหภูมิที่ใช้กันทั่วไป คือ ในระบบ SI อุณหภูมิสัมบูรณ์มีหน่วยเป็นองศาเคลวิน (Kelvin ; K)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$K = {}^{\circ}C + 273 \qquad (2.4)$$

แรง จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่ 2 ของนิวตันจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

แรง $\propto$ (มวลสาร) * (ความเร็ว)

แรง = (ค่าคงที่) * (มวลสาร) * (ความเร็ว)

ในระบบ SI ค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 1

แรง = (มวลสาร) * (ความเร็ว)

ในระบบ SI หน่วยของแรงมีหน่วยเป็นนิวตัน ใช้ตัวย่อ N

$1\ N = kg.m/sec^2$

ในการคำนวณทางเทคนิคใช้ค่าประมาณ 1 kp = 10 N

ตารางที่ 2.2 หน่วยต่างๆในระบบนิวแมติกส์

หน่วย	สัญลักษณ์	หน่วยทางเทคนิค	หน่วยทาง SI
แรง	F	kp	N
พื้นที่	A	m^2	m^2
ปริมาตร	V	m^3	m^3
อัตราการไหล	Q	m^3/sec	m^3/sec
ความดัน	P	kp/cm^2	Pa (Pascal)

กฎเบื้องต้นของลมอัดได้แก่ กฎการถ่ายความดันของปาสคาล และกฎปริมาตรและความดันของบอยส์ กฎของปาสคาล ที่กล่าวถึงการถ่ายเทความดันแบบไม่เคลื่อนที่ ซึ่งปาสคาลได้ทดลองพิสูจน์ให้เห็นจริง และได้พิสูจน์เป็นกฎว่า เมื่อทำให้เกิดความดันต่อของไหลที่อยู่ภายในภาชนะปิด จะเกิดแรงกระทำจากของไหลต่อทุกๆ ส่วนของผิวภาชนะในแนวตั้งฉาก

ตามรูปที่ 2.2 กำหนดให้แรง F_1 กดลงบนลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A_1 จะเกิดการถ่ายแรง F_2 ขึ้นที่ลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A_2 จะได้ว่า

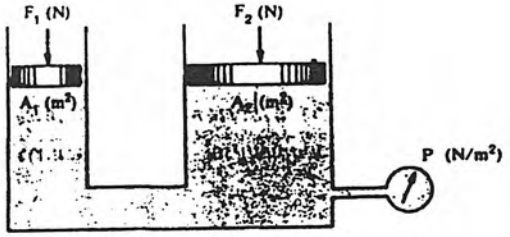
$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = P\ N/m^2 \qquad (2.5)$$

นั่นคือ

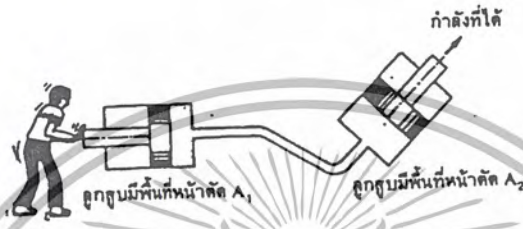
$$F_2 = \frac{F_1 \times A_2}{A_1} \qquad (2.6)$$

ถ้าพื้นที่หน้าตัด A_1 น้อยกว่า A_2 แรง F1 จะน้อยกว่า F_2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



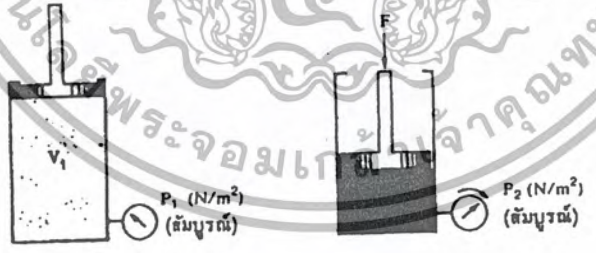
รูปที่ 2.2 กฎของปาสคาล



รูปที่ 2.3 การถ่ายทอดแรง

จากกฎของปาสคาลแสดงให้เห็นได้ดังรูปที่ 2.3 เมื่อชายคนหนึ่งผลักลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด A_1 (เช่นเดียวกับเครื่องอัดลมป้อนลมอัดในท่อลม) ทำให้ลูกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด A_2 เคลื่อนที่ (เช่นเดียวกับการทำงานของกระบอกสูบเมื่อป้อนลมอัดเข้าไป)

กฎของบอยส์ กฎนี้ได้กล่าวว่า ณ ที่อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันก๊าซนั้น ตามรูปที่ 2.4 แสดงถึงการกดลูกสูบของกระบอกสูบซึ่งมีก๊าซบรรจุภายใน ปริมาตรก๊าซจะลดลงในขณะที่ความดันก๊าซเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.4 ปริมาตรและความดันตามกฎของบอยส์

จะได้ $$P_1 V_1 = P_2 V_2 = \text{ค่าคงที่} \qquad (2.7)$$

โดยที่ P_1 คือความดันสัมบูรณ์เริ่มต้น (N/m^2)

P_2 คือความดันสัมบูรณ์สุดท้าย (N/m^2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_1 คือปริมาตรเริ่มต้น (m^3)

V_2 คือปริมาตรสุดท้าย (m^3)

กฎของเกย์ลูสแซก กล่าวไว้ว่า ถ้าปริมาตรคงที่ในขณะที่ก๊าซหรืออากาศจำนวนหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพ ความดันจะแปลผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \tag{2.8}$$

หรือ

$$\frac{T_1}{P_1} = \frac{T_2}{P_2}$$

$$\frac{T}{V} = \text{ค่าคงที่} \tag{2.9}$$

ถ้านำเอากฎของบอยส์และกฎของเกย์ลูสแซกรวมเข้าด้วยกัน สภาพของก๊าซหรืออากาศนี้เรียกว่า ไอดีลก๊าซ ซึ่งเป็นการรวมสูตรของก๊าซโดยทั่วไป สามารถเขียนในรูปของสมการได้ดังนี้

$$\frac{P_1V_1}{T_1} = \frac{P_2V_2}{T_2} \tag{2.10}$$

หรือ

$$\frac{PV}{T} = \text{ค่าคงที่} \tag{2.11}$$

$$\therefore \quad PV = mRT \tag{2.12}$$

เมื่อ P คือความดันของอากาศ (bar)

V คือปริมาตรของอากาศ (m^3)

m คือมวลของอากาศ (kg)

R คือค่าคงที่ของก๊าซ (kj/kg K)

T คืออุณหภูมิของอากาศ (K)

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้ปริมาตรของอากาศเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1 K ปริมาตรของอากาศจะเปลี่ยนไป 1/273 เท่าของปริมาตรเดิม โดยมีเงื่อนไขว่าจะต้องมีความดันคงที่สามารถสรุปเป็นสูตรได้ดังนี้

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273}(T_2 - T_1) \tag{2.13}$$

V_1 คือปริมาตรของอากาศที่อุณหภูมิ T_1

V_2 คือปริมาตรของอากาศที่อุณหภูมิ T_2

อากาศในบรรยากาศมีสภาวะเป็นก๊าซ ประกอบไปด้วยก๊าซไนโตรเจนประมาณ 78% และก๊าซออกซิเจน 20% และอีก 2% เป็นพวกก๊าซเฉื่อย ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยปริมาตร อุณหภูมิแต่ละช่วงของบรรยากาศมีอิทธิพลต่อลมอัดมาก นอกจากนี้ความชื้นในบรรยากาศก็มีผลต่ออุปกรณ์ของลมอัดเช่นกัน (โดยปกติความชื้นของน้ำที่ผสมอยู่ในบรรยากาศมีประมาณ 1% โดยน้ำหนัก)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 อุปกรณ์ของระบบนิวแมติกส์ [1: หน้า 12-24]

การทำงานของระบบนิวแมติกส์จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ต่างๆดังนี้

รูปที่ 2.5 อุปกรณ์และระบบนิวแมติกส์

2.3.1 เครื่องอัดลม

เครื่องอัดลม (Air Compressor) คือเครื่องที่เปลี่ยนพลังงานจากไฟฟ้าเป็นลมอัด ทำให้มีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศ แบ่งขนาดของเครื่องอัดลมออกเป็น 3 ชนิด ขนาดเล็ก ขนาดกลาง ขนาดใหญ่ ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ความสามารถของเครื่องอัดลมในการสร้างความดันได้ถึง 10 บาร์ โครงสร้างของเครื่องอัดลมแบ่งออกเป็นแบบลูกสูบ และแบบสกรู ฯลฯ

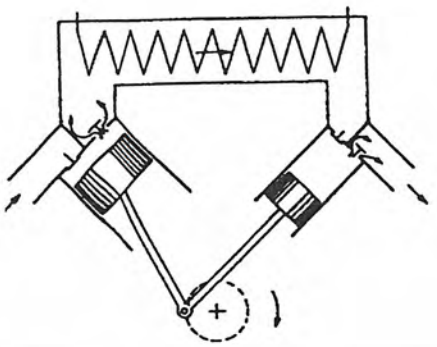
ตารางที่ 2.3 ขนาดและความสามารถของเครื่องอัดลม

ขนาด	ระบบระบายความร้อน	กำลังเครื่องอัดลม
เล็ก	อากาศ	0.2 ถึง 7.5 กิโลวัตต์
กลาง	อากาศและน้ำ	7.5 ถึง 75 กิโลวัตต์
ใหญ่	น้ำ	75 กิโลวัตต์

เครื่องอัดลมที่มีใช้อยู่ทั่วไปมีอยู่หลายประเภท แต่อาจจำแนกได้ 6 ประเภท คือ

1. เครื่องอัดลมแบบลูกสูบ ทำงานโดยการอัดอากาศภายในกระบอกสูบให้มีปริมาตรลดลงเพื่อให้มีความดันเพิ่มขึ้น เครื่องอัดลมแบบนี้มีอยู่ 2 ลักษณะคือ เครื่องอัดลมแบบลูกสูบชัก (reciprocating piston compressor) ดูรูปที่ 2.6 และเครื่องอัดลมแบบลูกสูบหมุน (rotary piston compressor)เครื่องอัดลมแบบลูกสูบสามารถสร้างความดันได้ตั้งแต่ 4 ถึง 300 บาร์ ขึ้นอยู่กับจำนวนขั้นของการอัด และสามารถจ่ายลมได้ตั้งแต่ 2 ถึง 500 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ถ้าขั้นในการอัดมากก็จะสามารถสร้างความดันให้สูงขึ้นตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



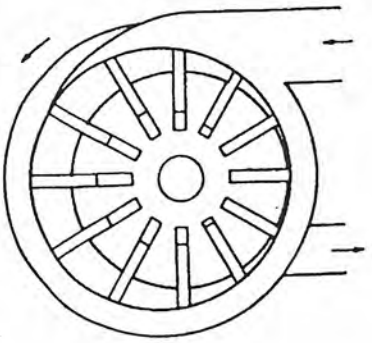
รูปที่ 2.6 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบลูกสูบ

2. เครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม ในกรณีที่เราต้องการให้อากาศอัดไม่มีสิ่งเจือปน เช่น น้ำมันหล่อลื่น เพื่อไปใช้งานทางด้านเคมีภัณฑ์ต่างๆ ควรจะเลือกใช้เครื่องอัดลมชนิดนี้ เพราะน้ำมันหล่อลื่นไม่สามารถผ่านแผ่นไดอะแฟรมเข้าไปในห้องอัดได้ ดูรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม

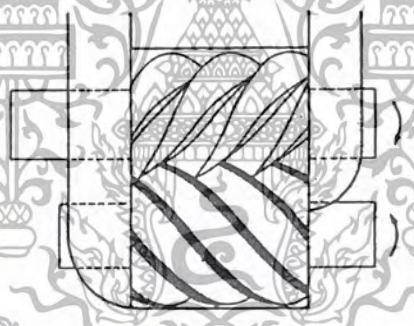
3. เครื่องอัดลมแบบเวนโรตารี การทำงานของเครื่องอัดลมชนิดนี้จะมีเสียงไม่ดัง การหมุนทำงานได้เรียบ การผลิตลมเป็นไปอย่างคงที่ ไม่มีการขาดเป็นห้วงๆ ความสามารถในการผลิตลมสามารถทำได้4ถึง100 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ในกรณีที่เครื่องอัดลมมีจำนวนขั้นการอัดเพียงขั้นเดียว จะได้ความดัน 7 บาร์ แต่ถ้าเป็น 2 ขั้น จะได้ความดันถึง 10 บาร์ ดูรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบเวนโรตารี

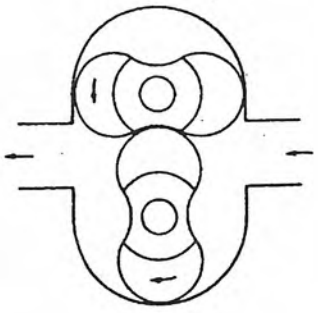
4. เครื่องอัดลมแบบสกรู โครงสร้างของเครื่องอัดลมแบบสกรูเป็นการพัฒนาทางเทคโนโลยีที่ใหม่ โดยคอมเพรสเซอร์ชนิดนี้จะมีเพลาสกรูสองเพลาที่หมุนขบกัน การขบกันของเพลาสกรูทั้งสองจะต้องหมุนขบกันได้พอดีตลอด โดยที่เพลาตัวหนึ่งจะมีสกรูซึ่งมีสันนูนเรียกว่า เพลาตัวผู้ และอีกเพลาหนึ่งจะมีสกรูที่มีสันเพลาเว้าเรียกว่าเพลาตัวเมีย ดูรูปที่ 2.9 เพลาสกรูทั้งสองจะประกอบอยู่ในตัวเรือนเดียวกันโดยหมุนด้วยความเร็วรอบเกือบเท่ากัน ซึ่งเพลาตัวผู้จะหมุนเร็วกว่าเพลาตัวเมียเพียงเล็กน้อยเท่านั้น และมีทิศทางการหมุนเข้าหากัน ทำให้ดูดลมจากด้านหนึ่งและอัดส่งต่อไปยังอีกด้านหนึ่งได้ โดยสามารถทำให้ค่าความดันสูงถึง 10 บาร์ และมีอัตราการจ่ายลมได้ถึง 170 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที



รูปที่ 2.9 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบสกรู

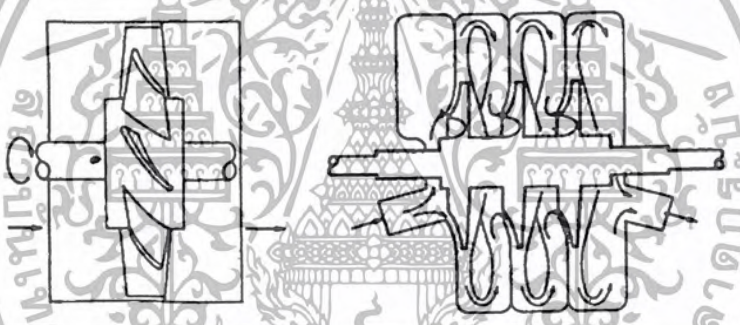
5. เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน มีลักษณะโครงสร้างคล้ายกับเกียร์ปั๊ม โดยใช้เกียร์ 2 ตัวขบกันแต่เกียร์ของเครื่องอัดลมแบบนี้มีลักษณะพิเศษคือ มีเพียง 2 ฟัน หมุนขบกันด้วยความเร็วรอบที่เท่ากันโดยที่ปลายอีกข้างของฟันเฟืองจะต้องหมุนเกือบแตะสัมผัสกับผนังเครื่องอัดลม รีดและอัดลมขณะหมุนไปได้ อากาศจะถูกอัดจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่งโดยที่ไม่ถูกเปลี่ยนแปลงปริมาตร นั่นคืออากาศไม่ถูกอัดขณะดูดจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่ง แต่อากาศจะถูกอัดตัวต้านกับความต้านทานที่เกิดขึ้นภายในถังเก็บ ดูรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน

6. เครื่องอัดลมแบบกังหัน เครื่องอัดแบบนี้ใช้หลักการของกังหัน ใบพัดจะดูดลมเข้าหาเครื่องและหมุนอัดลมให้ออกไปโดยผ่านช่องเวน ความเร็วของลมที่ถูกดูดไหลผ่านใบกังหันจะทำหน้าที่เปลี่ยนเป็นพลังงานลมอัด การติดตั้งกระทำได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง ใช้เนื้อที่ในการติดตั้งน้อย เครื่องอัดลมแบบกังหันสามารถผลิตอัตราการจ่ายลมได้ตั้งแต่ 170 ถึง 200 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ส่วนความสามารถในการทำความดันสามารถทำได้ประมาณ 4 ถึง 10 บาร์

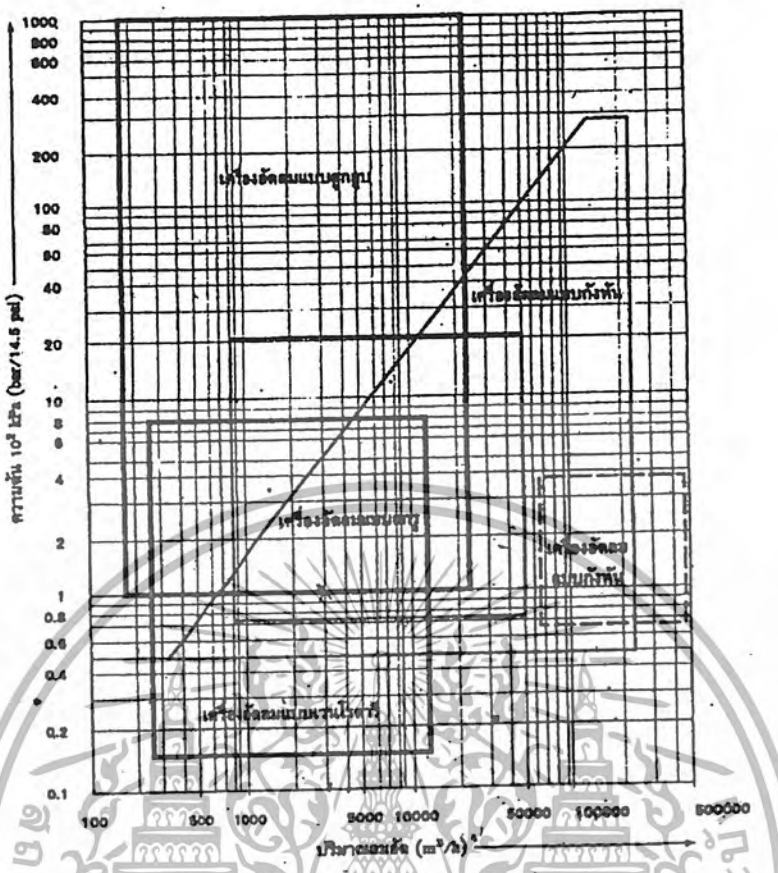


รูปที่ 2.11 ลักษณะการทำงานของเครื่องอัดลมแบบกังหัน

2.3.1.1 การพิจารณาเลือกขนาดและชนิดของเครื่องอัดลม

เนื่องจากความต้องการปริมาณลมอัดของโรงงานต่างๆ มีปริมาณไม่เท่ากัน การออกแบบการเดินท่อก็ต่างกัน นอกจากนั้นชนิดของเครื่องอัดลมต่างๆ ก็มีความสามารถไม่เท่ากัน ดังนั้นการพิจารณาเลือกเครื่องอัดลมจึงจำเป็นต้องพิจารณาถึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การหาชนิดของเครื่องอัดลมสำหรับงานต่างๆ

ความดันใช้งาน ในระบบนิวแมติกส์จะมีค่าความดันใช้งานอยู่ระหว่าง 1.5 ถึง 16 บาร์ ซึ่งเป็นช่วงที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวาง แต่โดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 6 ถึง 8 บาร์ ขึ้นอยู่กับคุณภาพของอุปกรณ์ที่ผู้ผลิตสร้างขึ้น อย่างไรก็ตามความดันที่ออกจากเครื่องอัดลมควรจะสูงกว่าความดันใช้งาน เนื่องจากการส่งผ่านลมอัดทางท่อนั้นจะมีความดันตกคร่อม (pressure drop) เกิดขึ้นในท่อทาง การผลิตความดันได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของเครื่องอัดลม

ปริมาณความต้องการลมอัดที่ใช้งาน จะต้องพิจารณาความต้องการลมอัดที่จะต้องใช้ในปัจจุบันและในอนาคตภายหน้าว่าต้องการปริมาณลมอัดเพิ่มขึ้นเท่าไร ควรวางแผนไว้ล่วงหน้าประมาณ 1 ถึง 2 ปี เมื่อทราบปริมาณความต้องการที่แน่นอนแล้ว สามารถนำไปหาขนาดของเครื่องอัดลมได้ โดยคำนวณได้จากปริมาตรที่เครื่องอัดลมสามารถผลิตได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$V_{compressor} = V.N.n. \qquad (2.14)$$

หรือ

$$V_{compressor} = \frac{\pi d^2}{4} \times L \times N \times n \qquad (2.15)$$

เมื่อ $V_{compressor}$ คือปริมาตรที่เครื่องอัดลมสามารถผลิตได้ หรือเรียกปริมาตรทางทฤษฎี (V_{th}) มีหน่วยเป็น L/min หรือ m^3/hr

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

d คือเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ

L คือระยะชักที่ลูกสูบของเครื่องอัดลมเคลื่อนที่

N คือความเร็วรอบของเครื่องอัดลม (rpm)

n คือจำนวนลูกสูบของเครื่องอัดลม

แต่สมการที่ 2.15 หรือ 2.16 เป็นการคำนวณหาปริมาตรทางทฤษฎี จะนำมาใช้ในงานจริงไม่ได้เพราะปริมาตรลมอัดที่ออกจากเครื่องอัดลมจะมีค่าน้อยกว่าการคำนวณ ทั้งนี้เนื่องมาจากการสูญเสียในการดูดอากาศเข้ามาในเครื่องอัดลม ดังนั้นในทางปฏิบัติจึงใช้ปริมาตรที่เครื่องอัดลมผลิตได้จริง ซึ่งสามารถหาค่าได้จากสมการ

$$V_{acture} = V_{th} \times \eta_v \qquad (2.16)$$

โดยที่ V_{acture} คือปริมาตรลมอัดที่ออกจากเครื่องลมอัด

V_{th} คือปริมาตรลมอัดที่คำนวณได้ทางทฤษฎี

η_v คือประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

หรืออาจจะใช้ตารางที่ 2.4 สำหรับการเลือกขนาด และชนิดของเครื่องอัดลมถ้าทราบปริมาณความต้องการลมอัด

ตารางที่ 2.4 การเลือกขนาดและชนิดของเครื่องอัดลมเมื่อรู้ค่าปริมาณความต้องการลมอัด

ความต้องการลมอัด (ลิตรต่อนาที)	กำลังของเครื่องอัดลม (กิโลวัตต์)	ชนิดของเครื่องอัดลม
2,800	7.5 ถึง 18.5	แบบลูกสูบชัก
34,000	18.5 ถึง 225	แบบลูกสูบชักหรือแบบสกรู
85,000	225 ถึง 450	แบบลูกสูบชักหรือแบบสกรูแรงเหวี่ยง
180,000	450 ถึง 935	แบบลูกสูบชักหรือแบบใบพัดหมุน
510,000	935 ถึง 2450	แบบใบพัดหมุน

ระยะทางของท่อลมที่จะส่งไปยังอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งจะมีผลถึงการเลือกขนาดของเครื่องอัดลม เพราะถ้าระยะทางไกลมากจะมีผลต่อความดันตกคร่อมต่อระบบ ในระบบการเดินท่อของนิวแมติกส์โดยทั่วไปความยาวท่อไม่ควรเกิน 1,000 เมตร ซึ่งรวมถึงการคิดค่าความดันตกคร่อมของข้องอ ข้อต่อต่างๆ ที่คิดออกมาในรูปของความยาวเส้นตรง ความดันตกคร่อมในระบบนิวแมติกส์ที่ยอมให้ได้ (คิดจากอัดลมถึงเครื่องจักรนิวแมติกส์) ไม่ควรเกิน 5% ของความดันใช้งาน ถ้าความดันตกคร่อมมากกว่านี้จำเป็นจะต้องเลือกขนาดเครื่องอัดลมให้ใหญ่ขึ้นในขณะที่เครื่องจักรต้องการปริมาณลมเท่ากัน

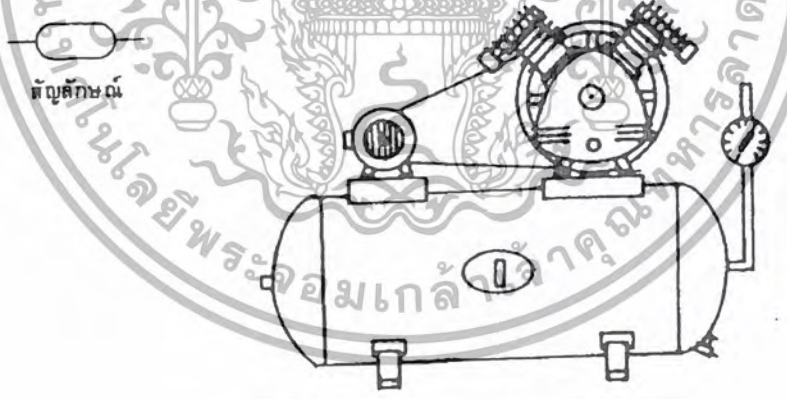
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความบริสุทธิ์ของลมที่จะใช้ ในลักษณะของงานบางประเภทจำเป็นจะต้องใช้ลมอัดที่มีความบริสุทธิ์มากๆ จะมีละอองน้ำมันหล่อลื่นผสมไปกับลมอัดไม่ได้เลย ดังนั้นการเลือกชนิดของเครื่องอัดลมให้เหมาะกับงานที่จะใช้ก็มีความจำเป็นเช่นกัน

2.3.1.2 ถังพักลมอัด

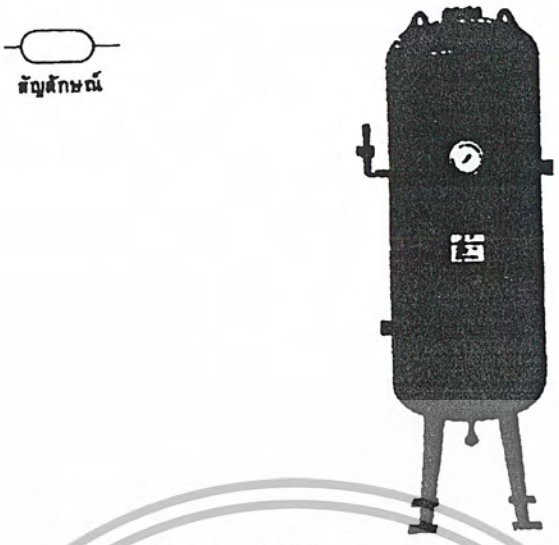
ในขณะที่อุปกรณ์นิวแมติกส์ต่างๆ ทำงานพร้อมกันหลายตัวจะเกิดปัญหาขึ้นคือ ปริมาณลมที่เครื่องอัดลมผลิตได้นั้นไม่เพียงพอ และในบางครั้งที่อุปกรณ์ไม่ได้ทำงาน ลมที่เครื่องอัดลมผลิตออกมาได้ก็ไม่มีที่เก็บ ดังนั้นถังพักลมจึงเป็นอุปกรณ์ที่กักเก็บลมอัดที่เครื่องอัดลมผลิตออกมาได้ และจ่ายลมอัดออกไปใช้งานด้วยความดันที่คงที่สม่ำเสมอ ซึ่งถังพักลมอัดนั้นจะต้องมีความสัมพันธ์กับเครื่องผลิตลมอัด นอกจากนั้นถังพักลมอัดยังสามารถระบายความร้อนให้กับลมอัดที่เกิดจากการอัดตัวให้มีอุณหภูมิต่ำลง ซึ่งจะทำให้ไอน้ำบางส่วนที่ปนมากับลมอัดกลั่นตัวเป็นหยดน้ำอยู่ภายในถังพักลมอัดนี้ และที่ถังพักลมอัดนี้จำเป็นจะต้องมี ลิ้นนิรภัยเพื่อระบายความดันที่สูงกว่ากำหนดออกสู่บรรยากาศ นอกจากนั้นจะต้องมีลิ้นระบายน้ำเพื่อระบายน้ำที่เกิดจากการกลั่นตัวของไอน้ำซึ่งปนมากับลมอัดออกสู่บรรยากาศด้วย

ขนาดของถังพักลมจะขึ้นอยู่กับเครื่องผลิตลมอัด ปริมาณลมอัดที่ใช้ทั้งหมด รวมทั้งปริมาณสำรองที่เผื่อไว้ใช้ในอนาคตของโรงงานอีกด้วย ลักษณะของถังพักลมโดยทั่วไปมีอยู่ 2 แบบคือ แบบนอนและแบบตั้ง โดยทั่วไปถังพักลมแบบนอนนั้นจะใช้กับเครื่องอัดลมขนาดเล็ก ดูรูปที่ 2.13 ส่วนถังพักลมแบบตั้งจะใช้กับเครื่องอัดลมขนาดใหญ่ โดยตัวถังพักลมจะแยกส่วนอยู่ต่างหากจากเครื่องอัดลมและอยู่คนละห้อง ส่วนใหญ่จะใช้กับโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ทั่วไป ดูรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.13 ถังพักลมแบบนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



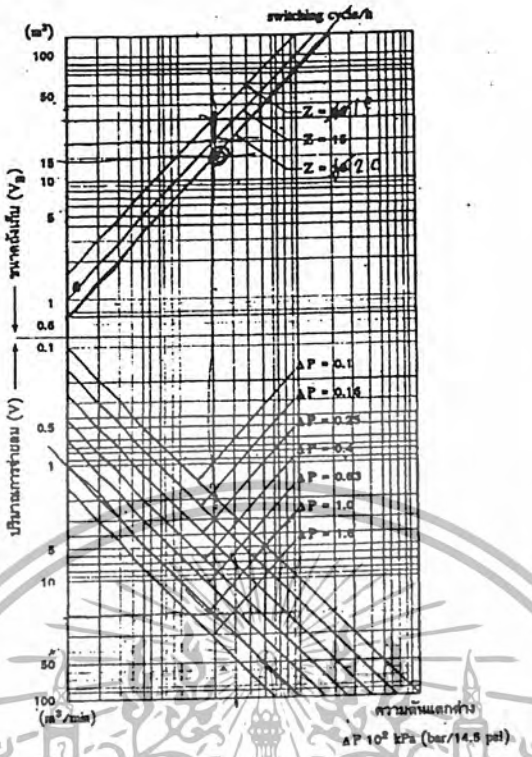
รูปที่ 2.14 ถังพักลมแบบตั้ง

การหาขนาดของถังพักลม ถังพักลมจะต้องมีความสัมพันธ์กับความสามารถในการจ่ายลมของเครื่องอัดลมที่สามารถจะจ่ายได้ และจะต้องมีพื้นที่เพียงพอสำหรับการถ่ายเทความร้อนของลมอัดสู่บรรยากาศได้ดีพอสมควร ในกรณีที่เป็นถังพักลมกับเครื่องอัดลมขนาดเล็กที่ไม่มีเครื่องระบายความร้อนขนาดของถังพักลมจะขึ้นอยู่กับ

1. ปริมาณการจ่ายลมของเครื่องอัดลม
2. ความต้องการลมอัด
3. ชนิดของอุปกรณ์ควบคุม
4. ความดันแตกต่าง

ซึ่งสามารถหาได้จากรูปที่ 2.15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 การหาขนาดของถังพักลมอัด

2.3.1.3 การหล่อลื่นเครื่องอัดลม

การหล่อลื่นเครื่องอัดลมที่จะกล่าวถึงนี้จะกล่าวถึงเฉพาะเครื่องอัดลมชนิดลูกสูบ (reciprocating air compressor) เพราะเครื่องอัดลมชนิดนี้นิยมใช้กับระบบนิวแมติกส์มาก เครื่องอัดลมชนิดนี้ต้องการการหล่อลื่นด้านหัวลูกสูบ สิ่งสำคัญที่ใช้ในการหล่อลื่นก็คือ น้ำมันหล่อลื่น

หน้าที่ของน้ำมันหล่อลื่น น้ำมันหล่อลื่นจะทำหน้าที่เป็นฟิล์มหล่อลื่นที่แข็งแรง สามารถแยกผิวสัมผัสของโลหะออกจากกันและลดการสึกหรอได้ นอกจากนั้นยังจะต้องไม่ทำให้เกิดการกัดกร่อน เกิดสนิมในกระบอกสูบ เป็นตัวช่วยป้องกันซีลและช่วยระบายความร้อน ไม่เกิดการรวมตัวกับอากาศ (oxidation) ได้ง่ายและรวดเร็ว เพราะการรวมตัวกับออกซิเจนในอากาศจะทำให้ลดอายุการใช้งานของน้ำมันและเกิดตะกรันของน้ำมันได้ง่ายขึ้น

ลักษณะของน้ำมันหล่อลื่นที่เหมาะสม การเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นเพื่อทำการหล่อลื่นเครื่องอัดลม ควรจะได้มีการพิจารณาจากลักษณะการใช้งานของน้ำมันหล่อลื่นดังนี้

1. ฟิล์มน้ำมันจะต้องเกาะติดกับผนังกระบอกสูบ และไม่ถูกกวาดหมดในขณะที่ลูกสูบเลื่อนขึ้นลง
2. เป็นซีลในตัวให้กับแหวน ลูกสูบ กระบอกสูบ วาล์ว
3. ฟิล์มหล่อลื่นไม่แตกกระจายเมื่อได้รับแรงอัดหรือแรงกระแทก
4. จะต้องป้องกันไม่ให้เกิดสนิม

ปัญหาที่เกิดขึ้นกับเครื่องอัดลม ส่วนใหญ่จะเกิดในห้องแคร้ง เพราะเครื่องอัดลมมักจะเกิดปัญหาที่แบริ่งเสียเป็นส่วนมากเนื่องจากน้ำมันน้อยไป หรือน้ำมันสะอาดไม่พอ ไม่เปลี่ยนน้ำมันหล่อลื่นตามกำหนด การเลือกใช้น้ำมันหล่อลื่นจึงควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะงาน และจะต้องคำนึงถึงสิ่งต่างๆ ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

1. ลักษณะการส่งน้ำมันหล่อลื่นเป็นแบบใด เช่นแบบ splash type, flood type, pressure circulating type เพราะการส่งน้ำมันหล่อลื่นแต่ละแบบมีผลต่อน้ำมันหล่อลื่น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการส่งน้ำมันแบบวิดสาด จะทำให้น้ำมันแตกตัวกับออกซิเจนทำให้น้ำมันสูญเสียคุณสมบัติในการหล่อลื่น

2. อุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่น เพราะถ้าอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นสูงเกินไปจะทำให้ความหนืดของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไปมาก โดยทั่วไปอุณหภูมิของน้ำมันหล่อลื่นของเครื่องอัดลมไม่ควรสูงเกิน 90° C

3. ความหนืดของน้ำมันหล่อลื่น ที่ใช้กับเครื่องอัดลมนั้น ควรเลือกใช้ให้เหมาะสมกับสภาวะแวดล้อม โดยเฉพาะอย่างยิ่งประเทศไทยเป็นประเทศร้อน ควรใช้น้ำมันที่มีความหนืดสูงไว้เล็กน้อย

การหล่อลื่นกระบอกสูบของเครื่องอัดลมมีปัญหายุ่งยากมาก แต่ในปัจจุบันได้พัฒนาการไปได้กว้างไกลมาก แต่ปัญหามีอยู่ว่าปริมาณที่อยู่ในห้องแคร้งควรจะมีปริมาณเท่าไรจึงจะพอเหมาะ ถ้าปริมาณน้ำมันหล่อลื่นมากเกินไปจะทำให้เกิดคาร์บอนมาก ถ้าปริมาณอากาศที่ผ่านเข้าไปในห้องแคร้งไม่บริสุทธิ์พอ และมีปริมาณน้อยเกินไปก็จะทำให้เกิดการสึกหรอได้มาก

2.3.1.4 การหล่อเย็นเครื่องอัดลม

ในขบวนการทำงานของเครื่องอัดลม เมื่ออากาศถูกอัดตัวจะทำให้มีอุณหภูมิสูงขึ้น จำเป็นจะต้องมีการลดอุณหภูมิของอากาศที่ถูกอัดตัวลง โดยให้อากาศที่ผ่านจากเครื่องอัดลมไปผ่านชุดหล่อเย็น (cooling) เสียก่อนก่อนที่จะไปยังถังพักลม การหล่อเย็นของเครื่องอัดลมนี้จำเป็นมากสำหรับเครื่องอัดลมขนาดใหญ่ๆ แต่ถ้าเป็นเครื่องอัดลมขนาดเล็ก ความร้อนที่เกิดจากการอัดจะกระจายออกไปตามครีบของเสื้อสูบได้เพียงพอ

รูปที่ 2.16 การหล่อเย็นเครื่องอัดลม

2.3.1.5 การบำรุงรักษาเครื่องอัดลม

1. ให้ทำความสะอาดไส้กรองอากาศทางดูดเข้าของเครื่องตามชั่วโมงการทำงานที่บริษัทผู้ผลิตกำหนดไว้

2. ก่อนใช้งานหรือเลิกงานควรจะปิดลิ้นระบายใต้ถังพักลมเพื่อที่จะระบายน้ำและน้ำมันออกจากถังพักลม

3. น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ได้กับเครื่องอัดลมจะต้องมีจุดวาบไฟสูง

4. ตรวจหารอยรั่วในท่อทางส่งลมอัดและถังพักลมอย่างน้อยปีละครั้ง เพราะถ้ามีการรั่วเกิดขึ้นจะทำให้เพิ่มค่าใช้จ่ายในขบวนการผลิตขึ้น

5. ตรวจดูระดับน้ำมันหล่อลื่นตามระยะเวลากำหนด และถ่ายน้ำมันหล่อลื่นทุก 500 ชั่วโมงการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55637

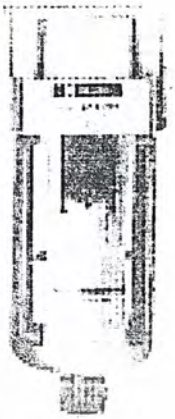
2.3.2 ชุดปรับสภาพลมอัด [1 : หน้า 45-53]

เนื่องจากในระบบนิวแมติกส์ ลมอัดถือว่าเป็นสารตัวกลางที่ต้องใช้ในการทำงานเพื่อไปดันลูกสูบให้เคลื่อนที่ อากาศที่ส่งเข้าไปในระบบนิวแมติกส์จะต้องผ่านท่อทาง อุปกรณ์ และลิ้นควบคุมต่างๆ ลมอัดที่จะนำไปใช้งานจึงต้องปราศจากสิ่งสกปรกต่างๆ และต้องปราศจากน้ำด้วย จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กรองฝุ่นและน้ำออกจากลมอัดก่อน ถึงแม้ว่าในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่จะมีเครื่องกำจัดน้ำออกจากลมอัดบ้างแล้วก็ตาม แต่ไม่สามารถสามารถกำจัดได้ร้อยเปอร์เซ็นต์ จึงจำเป็นจะต้องมี ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด (service unit) ก่อนเข้าเครื่องจักรอีกทีหนึ่งก่อน สำหรับอุปกรณ์ของเครื่องจักรบางประเภทจำเป็นจะต้องมีการหล่อลื่น ก็ต้องติดตั้งอุปกรณ์ช่วยในการหล่อลื่นด้วย ซึ่งอุปกรณ์ชุดปรับปรุงคุณภาพประกอบด้วย อุปกรณ์ที่ใช้กรองเศษฝุ่นผง น้ำ เรียกว่า ฟิลเตอร์ (filter) อุปกรณ์ที่ใช้ปรับหรือควบคุมความดันในระบบลม เรียกว่า เรกูเลเตอร์ (regulator) อุปกรณ์ที่ช่วยการหล่อลื่น ภายในระบบลม เรียกว่า ลูบริเคเตอร์ (lubricator)

รูปที่ 2.17 ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด

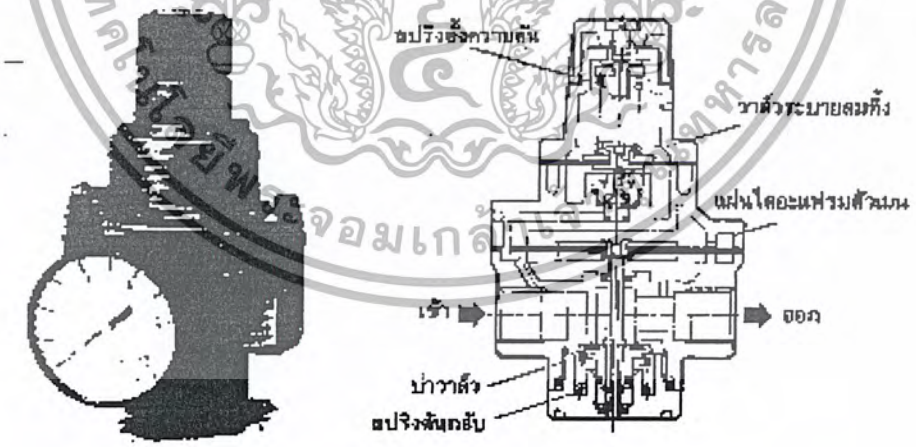
1. ฟิลเตอร์ หรือ ตัวกรอง จะทำหน้าที่กรองเศษผง และน้ำ ดูรูปที่ 2.17 ลมอัดจะผ่านเข้ามาทางซ้ายมือ (ตามลูกศร) ลมอัดที่เข้ามานี้จะมีความดัน และไหลผ่านลงไปในตัวกรองที่เป็นรูปกรวย ทำให้ลมอัดวิ่งหมุนวนเพื่อเหวี่ยงฝุ่นละอองและน้ำที่ปนออกมากับลมอัด น้ำจะตกลงด้านล่างของถ้วย ส่วนฝุ่นละอองจะตกค้างอยู่ที่ไส้กรอง ปล่อยให้อากาศที่สะอาดไหลผ่านออกไปใช้งาน ด้านล่างจะมีแป้นเพื่อจะให้ลมมาปะทะ เป็นการดักสิ่งสกปรกที่ปนมากับลมอัดออก ตัวกรองที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์ในงานอุตสาหกรรมทั่วไป ยังจำแนกออกเป็น 3 ประเภท คือ ตัวกรองก่อนเข้าเครื่องจักร ตัวกรองเมน และตัวกรองชนิดกำจัดน้ำมันรวมทั้งน้ำมันคิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 รูปโครงสร้างของตัวกรองและตัวระบายทิ้งอัตโนมัติ

2. วาล์วลดความดันลมอัด ในบางครั้งเรียกว่า เรกูเลเตอร์ โดยปกติเครื่องอัดลมจะป้อนลมอัดให้มีค่าความดันสูงกว่าระดับของความดันใช้งาน ดังนั้นวาล์วลดความดันจึงทำหน้าที่ปรับความดันให้ค่าความดันของลมอัดมีความดันเท่ากับความดันใช้งานในระบบนิวแมติค เพราะถ้าไม่ลดความดันก่อนนำไปใช้งาน อุปกรณ์ต่างๆ จะเกิดปัญหาในการทำงาน เช่นการทำงานของวงจรเกิดการผิดพลาด อุปกรณ์นิวแมติกส์เกิดการชำรุดเสียหาย หรืออาจจะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์นิวแมติกส์มีอายุการใช้งานสั้นลง จากเหตุผลดังกล่าวจึงจำเป็นที่จะต้องเลือกวาล์วปรับลดความดันให้เหมาะสมกับการใช้งาน



รูปที่ 2.19 วาล์วลดความดันลมอัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 วาล์วควบคุมทิศทาง (Direction Control Valves) [1 : หน้า 127]

วาล์วควบคุมทิศทางพบเห็นได้ในระบบควบคุมนิวแมติกส์ ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนทิศทางการไหลหรือหยุดการไหลของลมอัด เพื่อควบคุมการทำงานของกระบอกสูบ หรือมอเตอร์ลม หรืออุปกรณ์ทำงานอื่นๆ โดยทั่วไปวาล์วควบคุมทิศทางจะใช้ในงานที่เกี่ยวกับลมอัดในระบบนิวแมติกและน้ำมันในระบบไฮดรอลิก

วาล์วควบคุมทิศทางจะติดตั้งในท่อลม จึงเป็นตัวต้านทานกระแสลมอัด แต่เนื่องจากวาล์วชนิดนี้ไม่ได้ออกแบบขึ้นเพื่อควบคุมอัตราการไหล ดังนั้นควรจะมีความต้านทานต่อการไหลผ่านของลมอัดน้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ ด้วยเหตุนี้ขนาดของวาล์วควบคุมทิศทางจึงต้องกำหนดจากเกณฑ์การไหลจริงของลมอัดคือ มีพื้นที่หน้าตัดเชิงประสิทธิผลเพียงพอให้ปริมาตรลมอัดที่ใช้งานไหลผ่าน ขนาดพื้นที่หน้าตัดเชิงประสิทธิผลของท่อและข้อต่อที่ใช้จึงควรมีค่าเทียบเท่ากับค่าของวาล์วควบคุมทิศทางที่ใช้อยู่ เพื่อไม่ให้เกิดสาเหตุของการไหลที่ไม่เพียงพอหรือความดันตกมากเกินไป

2.3.4 วาล์วควบคุมความดันลมอัด [1 : หน้า 157]

วาล์วชนิดนี้ทำหน้าที่คอยควบคุมความดันให้อยู่ในขอบเขตที่จำกัดตามที่ระบบตั้งไว้ ในระบบนิวแมติกส์การใช้งานมีน้อยมากไม่เหมือนกับในระบบไฮดรอลิก การนำเอาวาล์วชนิดนี้มาใช้ในระบบนิวแมติกส์ก็คือใช้สำหรับตั้งความดันลมเพื่อนำไปใช้งานและป้องกันปริมาณลมอัดในถังพักลมไม่ให้มีมากเกินกว่ากำหนด สามารถจำแนกออกได้ 3 ประเภทคือ วาล์วลดความดัน วาล์วระบายความดัน และวาล์วจัดลำดับขั้นการทำงาน

1. วาล์วลดความดัน ทำหน้าที่รักษาความดันในระบบให้มีค่าคงที่อยู่เสมอ
2. วาล์วระบายความดัน เมื่อความดันในระบบนิวแมติกส์สูงกว่าปกติที่ตั้งไว้ โดยเฉพาะที่ถังลม เนื่องจากความบกพร่องของสวิตช์ควบคุมความดันชำรุดไม่สั่งให้มอเตอร์ปั๊มลมหยุดการทำงาน วาล์วระบายความดันลมตัวนี้จะระบายความดันส่วนเกินออกจนกระทั่งความดันในระบบกลับสู่ปกติตามที่ตั้งไว้
3. วาล์วจัดลำดับขั้นการทำงาน การทำงานของวาล์วนี้เริ่มเมื่อก้านสูบมีโหลดมากๆ ก็จะสั่งให้กระบอกสูบตัวถัดไปทำงานต่อ โดยไม่จำเป็นที่ก้านสูบจะต้องเคลื่อนออกสุดระยะชัก การใช้วาล์วแบบนี้กับระบบนิวแมติกจะช่วยในการปรับระยะชักของก้านสูบได้โดยอัตโนมัติ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับโหลดและแรงดันสปริงที่ปรับค่าไว้ที่วาล์วจัดลำดับขั้นการทำงาน

2.3.5 กระบอกสูบลม (Cylinder) [1 : หน้า 78 -96]

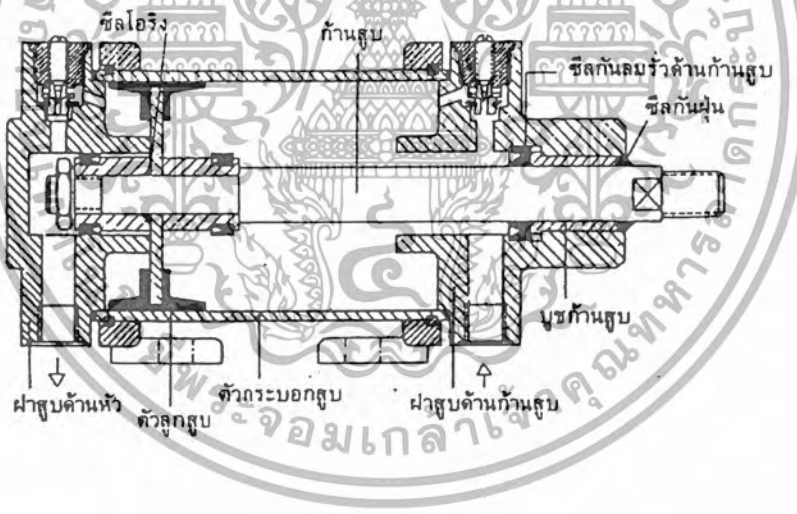
กระบอกสูบลมจะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานลมอัดให้เป็นพลังงานกล ลักษณะในการเคลื่อนที่เป็นการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงในสมัยก่อนที่ลูกสูบจะเข้ามามีบทบาท ในงานอุตสาหกรรมยังใช้กลไกทางกลและทางไฟฟ้า มีความยุ่งยากในการควบคุมและปัญหาของช่วงชักจำกัด ดังนั้นในอุตสาหกรรมสมัยใหม่จึงพัฒนาลูกสูบมาใช้ในงานจนถึงปัจจุบัน

ตัวกระบอกสูบลมมักจะทำด้วยท่อชนิดไม่มีตะเข็บ เช่น เหล็ก อะลูมิเนียม ทองเหลือง สแตนเลส ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้ ภายในท่อจะต้องเจียรนัยให้เรียบ เพื่อลดการสึกหรอของซีลที่จะเกิดขึ้น และยังลดแรงเสียดทานภายในกระบอกสูบอีกด้วย ตัวฝาสูบทั้งสองด้านส่วนใหญ่นิยมการหล่อขึ้นรูป บางแบบอาจใช้การอัดขึ้นรูป การยึดตัวกระบอกสูบลมเข้ากับฝาอาจใช้เกลียวขัน เหมาะสำหรับกระบอกสูบที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางต่ำกว่า 25 มิลลิเมตรลงมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าโตกว่านี้นิยมใช้สกรูร้อยขันรัดหัวท้ายไว้ สำหรับก้านสูบอาจทำด้วยสแตนเลสหรือเหล็กชุบผิวโครเมียม ที่เกลียวปลายก้านสูบจะทำด้วยกรรมวิธีรีดขึ้นรูป

การทำงานของกระบอกสูบลมตามรูปที่ 2.20 เป็นกระบอกสูบแบบมีระบบลมกันกระแทก ซึ่งส่วนใหญ่จะนิยมใช้กระบอกสูบลมแบบดังกล่าวในงานอุตสาหกรรมอย่างมาก อาจจะมีด้านเดียวหรือสองด้านก็ตาม เพื่อช่วยลดความเร็วหรือลดอัตราหน่วงของลูกสูบเมื่อสุดระยะชัก เป็นการป้องกันการกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบกับฝากระบอกสูบลม โดยการใช้วาล์วเข็ม (Needle Valve) กับวาล์วกันกลับ (Check Valve) ทำให้เกิดเบาะลมขึ้นระหว่างลูกสูบกับฝากระบอกสูบลม ลมที่มีความดันสูงก็จะทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ต่อไปด้วยความลำบาก และจะเป็นการหน่วงความเร็วของลูกสูบลงตอนใกล้สุดระยะชัก ทำให้ไม่เกิดการกระแทก โดยทั่วไประยะกันกระแทกจะอยู่ระหว่าง 15 ถึง 40 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกระบอกสูบตามตารางที่ 2.5 ที่ตัวกระบอกสูบจะมีวาล์วเข็ม เมื่อก้านสูบเลื่อนไปถึงช่องกันกระแทกลมที่อยู่หน้าลูกสูบไม่สามารถผ่านออกไปได้อิสระ จะต้องผ่านออกไปทางวาล์วเข็มเท่านั้น ความเร็วของลูกสูบก็จะถูกหน่วงให้ลดลงตอนใกล้สุดระยะชัก ในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ออกลมส่วนหนึ่งจะผ่านวาล์วกันกลับเข้ามาได้ ทำให้ลมไปกระทำกับหน้าตัดของลูกสูบได้เต็มที่ลูกสูบจะเคลื่อนที่ไปอย่างรวดเร็วแต่พอใกล้จะสุดระยะชัก คือเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ไปถึงเบาะลมลูกสูบก็จะเคลื่อนที่ช้าอีกเช่นเคย การทำให้เกิดแรงกระแทกได้มากน้อยสามารถปรับได้โดยการปรับวาล์วเข็มที่อยู่ตรงปลายกระบอกสูบลมนั่นเอง



รูปที่ 2.20 ลักษณะโครงสร้างของกระบอกสูบลม

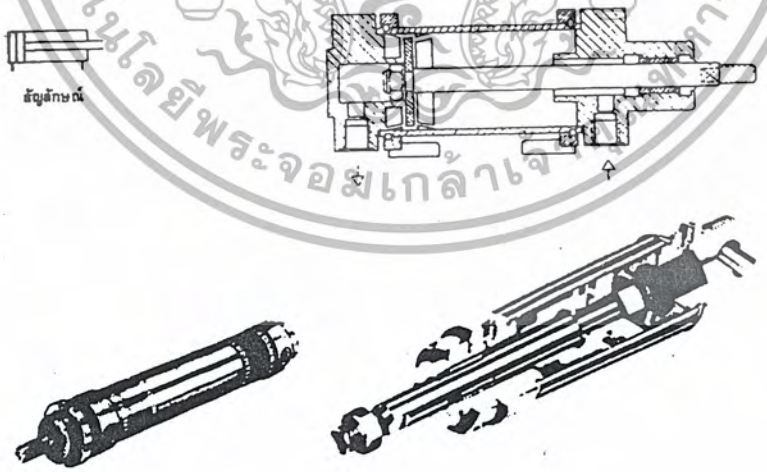
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.5 ระยะกันกระแทกตามขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง

เส้นผ่านศูนย์กลางกระบอกสูบลม (mm)	ระยะกันกระแทก (mm)
10	15-20
50	
63	
80	20-30
100	
125	
140	25-40
160	
180	

2.3.5.1 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง (Double Acting Cylinder)

จะใช้ลมดันหัวลูกสูบทั้งตอนเคลื่อนที่ออกและตอนเคลื่อนที่กลับ ทำให้ได้แรงทั้งสองทิศทาง เหมาะกับงานที่จะต้องการใช้แรงในตอนลูกสูบเลื่อนออกและเลื่อนเข้ารวมทั้งลักษณะงานที่ต้องการช่วงชักยาวเกินไปจะทำให้ก้านลูกสูบเกิดการโก่งงอได้ ดังนั้นช่วงชักของกระบอกสูบแบบนี้จะต้องมีการคำนวณหาระยะช่วงชักที่อนุญาตให้ใช้งานได้ ซึ่งจะกล่าวในตอนท้ายของบทนี้ นอกจากปัญหาดังกล่าวถ้ากระบอกสูบมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางโตเกินไปจะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองลมมาก



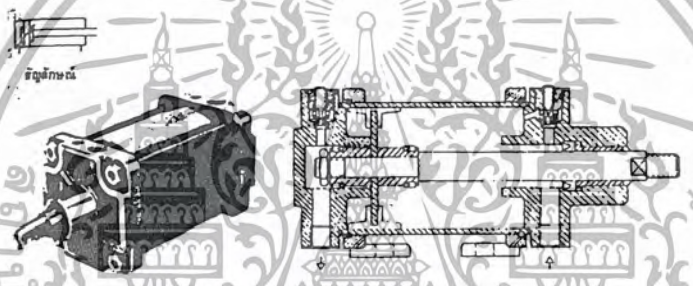
รูปที่ 2.21 ลักษณะของกระบอกสูบแบบสองทาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะของกระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางที่ใช้ในวงการอุตสาหกรรมมีอยู่หลายชนิด เช่น

1. กระบอกสูบลมชนิดที่ไม่มีเบาะลมกันกระแทก กระบอกสูบลมแบบนี้ดังรูปที่ 2.21 เป็นกระบอกสูบลมที่มีราคาถูก เหมาะกับงานที่ใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ไม่มากนัก ถ้านำไปใช้กับงานที่มีการเคลื่อนที่เร็ว จะทำให้ในปลายช่วงชักและตอนกลับสุดของลูกสูบเกิดการกระแทกกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบทำให้เกิดความเสียหายได้

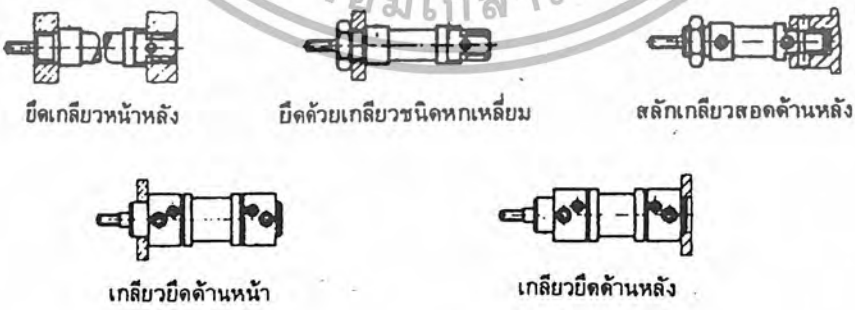
2. กระบอกสูบลมชนิดที่มีเบาะลมกันกระแทก ถูกสร้างขึ้นเพื่อแก้ปัญหาของกระบอกสูบลมชนิดไม่มีเบาะลมกันกระแทกดูรูปที่ 2.22 เบาะกันกระแทกมีไว้เพื่อช่วยลดความเร็วหรือลดอัตราหน่วงของลูกสูบเมื่อสุดระยะชัก เป็นการป้องกันการกระแทกที่เกิดขึ้นระหว่างลูกสูบกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบโดยการปรับสกรูกันกระแทกที่ติดตั้งไว้ที่หัวท้ายของกระบอกสูบ เมื่อหัวลูกสูบเคลื่อนที่เข้ามาถึงเบาะกันกระแทก ลมที่ถูกระบายทิ้งจะผ่านออกไปได้ยากมากจะต้องผ่านทางสกรูปรับการกันกระแทกได้ทางเดียวเท่านั้น ทำให้เกิดความดันด้านกลับ ในตำแหน่งนี้ลูกสูบจะเคลื่อนที่ช้าลงเนื่องจากความดันด้านกลับ ในทำนองเดียวกันถ้าลูกสูบเคลื่อนที่กลับเมื่อใกล้สุดระยะชักเข้าก็จะเกิดอาการเช่นเดียวกันขึ้น โดยทั่วไประยะกันกระแทกจะอยู่ประมาณ 10 ถึง 30 มิลลิเมตร ขึ้นอยู่กับเส้นผ่านศูนย์กลางของระยะชักของกระบอกสูบ



รูปที่ 2.22 ลักษณะของกระบอกสูบลมแบบสองทางมีเบาะลมกันกระแทก

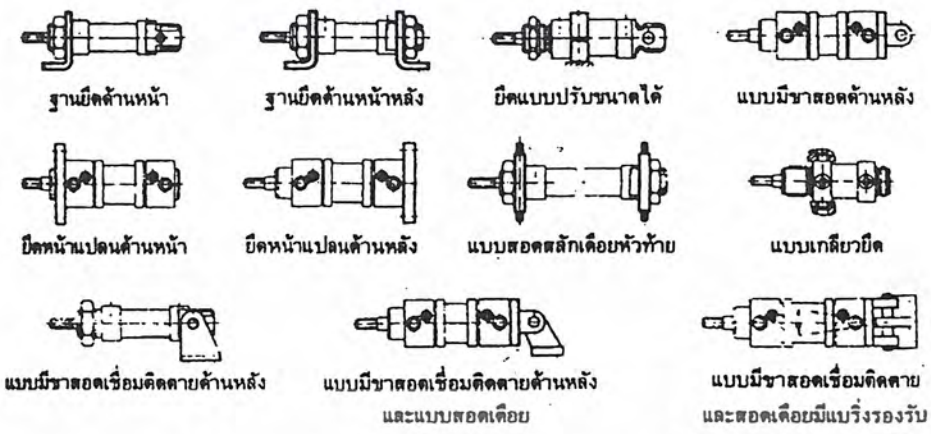
2.3.5.2 ลักษณะการจับยึดกระบอกสูบ

การนำเอากระบอกสูบลมไปติดตั้งกับเครื่องจักรที่ใช้ระบบนิวแมติกส์ไปบังคับในการทำงาน มีการจับยึด 2 วิธี คือ การจับยึดโดยใช้สกรูดูรูปที่ 2.23 และการจับยึดโดยใช้ตัวจับยึดตามลักษณะของงานดูรูปที่ 2.24



รูปที่ 2.23 ลักษณะการจับยึดกระบอกสูบโดยใช้สกรู

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 ลักษณะการจับยึดกระบอกสูบโดยใช้ตัวจับยึดตามลักษณะงาน

2.3.5.3 การเลือกขนาดกระบอกสูบ

การเลือกหาขนาดกระบอกสูบลมให้มีขนาดพอเหมาะกับงานในระบบนิวแมติกส์ มีองค์ประกอบในการพิจารณาอยู่หลายประการด้วยกัน เช่น

1. ความดันของลมที่ใช้ในระบบ
2. น้ำหนักของงานที่กระบอกสูบจะต้องไปทำ
3. ความยาวช่วงชักของก้านสูบที่จะรับภาระ
4. ความเร็วของลูกสูบที่ต้องการใช้
5. ลักษณะงานที่จะนำกระบอกสูบไปใช้งาน

เมื่อจะนำกระบอกสูบไปใช้งาน ควรรู้เรื่องเกี่ยวกับผลการเปลี่ยนแปลงเมื่อค่าใดค่าหนึ่งเปลี่ยนแปลงจะมีผลทำให้ค่าอื่นๆ เปลี่ยนไปอย่างไรซึ่งแสดงไว้ในตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ความสัมพันธ์เกี่ยวกับผลของการเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆ

ข้อมูลที่เปลี่ยน	ความเร็ว	แรงที่ได้รับ
เพิ่มความดันใช้งาน	ไม่มีผล	เพิ่มขึ้น
ลดความดันใช้งาน	ไม่มีผล	ลดลง
เพิ่มเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบ	ลดลง	เพิ่มขึ้น
ลดเส้นผ่านศูนย์กลางลูกสูบ	เพิ่มขึ้น	ลดลง

การเลือกขนาดกระบอกสูบให้เหมาะสมกับความต้องการใช้งาน หรือขนาดของแรงที่ได้จากลูกสูบ สามารถหาได้จากการคำนวณจากสมการหรือจากการเปิดตารางซึ่งจะกล่าวต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณหาขนาดของกระบอกสูบลม แรงที่ได้รับจากลูกสูบเพื่อดันให้ก้านสูบไปกระทำกับโหลดให้เคลื่อนที่จะขึ้นอยู่กับความดันลมที่ใช้ เส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบและแรงเสียดทานของซีลที่กระทำต่อกระบอกสูบ ซึ่งสามารถหาได้จากสมการตาม กฎของปาสคาล

$$F_{th} = 10(A \times P) \tag{2.17}$$

เมื่อ F_{th} คือ แรงที่ได้จากลูกสูบทางทฤษฎี (N)
A คือ พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ (cm^2)
P คือ ความดันใช้งาน (bar)

แรงที่ได้จากการคำนวณในสมการที่ 2.18 นั่นเป็นแรงทางทฤษฎี แต่ในทางปฏิบัตินั้นขณะที่ทำงานแรงจะลดลงเนื่องจากค่าความเสียดทานมีค่าประมาณร้อยละ 3 ถึง 10 ของแรงที่คำนวณได้ตามทฤษฎี (ในกรณีที่ค่าความดันลมอัดที่ใช้งานอยู่ระหว่าง 4 ถึง 8 บาร์) นั่นคือ แรงในทางปฏิบัติจะมีค่า

$$F_n = 10(AxP) - F_R \tag{2.18}$$

เมื่อ F_n คือ แรงที่ได้สุทธิในการทำงาน (N)
F_R คือ แรงที่เกิดจากการเสียดทาน (N)

เนื่องจากลักษณะของกระบอกสูบในการใช้งานมีอยู่หลายแบบด้วยกันดังได้กล่าวไว้ตอนต้น แต่ในการคำนวณนี้จะขอกล่าวเฉพาะกระบอกสูบแบบทำงานสองทางเท่านั้น

สำหรับลูกสูบชนิดทำงานสองทาง

ในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่ออก

$$F_{n1} = 10(A \times P) - F_R$$
$$F_n = 10(\pi/4)D^2 \times P) - F_R \tag{2.19}$$

ในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า

$$F_{n2} = 10(A' \times P) - F_R$$

เมื่อ A' คือ พื้นที่วงแหวนของลูกสูบ (cm^2)

แต่ $A' = \pi/4 (D^2 - d^2)$

นั่นคือ $Fn = 10[\pi/4(D^2 - d^2) \times P] - F_R$ (2.20)

เมื่อ d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางก้านสูบ (cm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

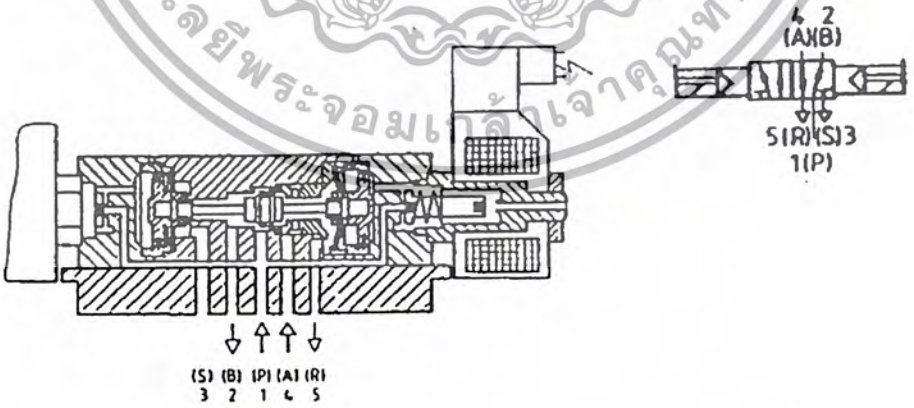
ค่าความต้านทานจากการเสียดทานจะมีค่ามากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความดันที่ใช้งาน ความดันของลูกสูบ คุณภาพการหล่อลื่น คุณภาพของผิวภายในกระบอกสูบ ชนิดของซีลที่ใช้กระทำกระบอกสูบลม รวมทั้งก้านสูบด้วย

2.3.6 วาล์วควบคุมด้วยโซลินอยด์ (Solinoid Valve)

ในการควบคุมอุปกรณ์การทำงานในระบบนิวแมติกส์ให้ทำงานตามที่ต้องการนั้นอุปกรณ์ที่สำคัญที่ทำให้อุปกรณ์ทำงานเปลี่ยนตำแหน่งได้ก็คือ วาล์ว ซึ่งในการเลื่อนวาล์วควบคุมนั้นสามารถทำได้หลายวิธีด้วยกัน เช่น การเลื่อนวาล์วโดยใช้กล้ามเนื้อ การเลื่อนโดยใช้กลไก การเลื่อนโดยใช้ลมควบคุม การเลื่อนโดยใช้ไฟฟ้าควบคุม หรือการเลื่อนโดยใช้วิธีใดวิธีหนึ่งร่วมกัน ซึ่งในที่นี้กล่าวถึงวาล์วที่ใช้ไฟฟ้าเป็นตัวควบคุมในการเปลี่ยนตำแหน่งหรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่าโซลินอยด์วาล์ว

รูปที่ 2.25 วาล์ว5/2ควบคุมด้วยโซลินอยด์วาล์ว

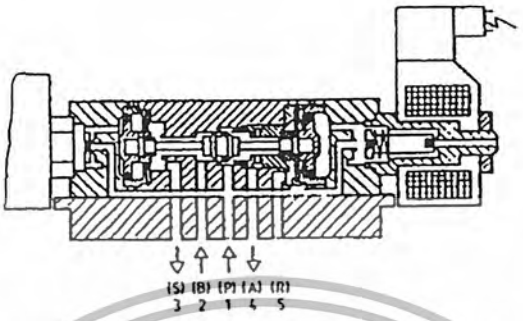
วาล์ว 5/2 โซลินอยด์เปิดทางลมเป็นตัวเลื่อนวาล์วทั้งสองด้าน



รูปที่ 2.26 แสดงสภาวะการทำงานด้านซ้ายมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สภาวะการทำงาน : เมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ด้านซ้ายมือ จะทำให้โซลินอยด์เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นเล็กด้านซ้ายมือให้เปิดทางลม ลมจาก P จะไหลผ่านลิ้นเล็กไปเลื่อนลิ้นของเมนวาล์วให้เลื่อนไปทางขวามือ เป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P ต่อถึง B และ A จะต่อถึง R ส่วนรู S จะถูกปิด



รูปที่ 2.27 แสดงสภาวะการทำงานด้านขวามือ

สภาวะการทำงาน : เมื่อมีกระแสไฟไหลผ่านขดลวดโซลินอยด์ด้านขวามือ จะทำให้โซลินอยด์เกิดแรงดูดจากอำนาจแม่เหล็กเลื่อนลิ้นเล็กด้านขวามือให้เปิดทางลม ลมจาก P จะไหลผ่านลิ้นเล็กไปเลื่อนลิ้นของเมนวาล์วให้เลื่อนไปทางซ้ายมือ เป็นผลทำให้แรงดันลมจาก P เปลี่ยนทิศทางการไหล คือ รู P ต่อถึงรู A รู B ต่อถึงรู S ส่วนรู R จะถูกปิด

2.3.7 การควบคุมการทำงานของระบบนิวแมติกส์ด้วยไฟฟ้า [1 : หน้า 283-286]

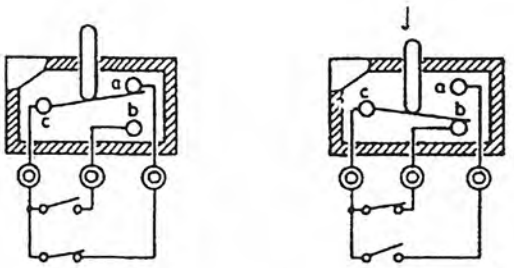
ระบบนิวแมติกส์ควบคุมการทำงานด้วยระบบไฟฟ้า จะใช้วงจรไฟฟ้ามาควบคุมการทำงานของวาล์วต่างๆ โดยใช้หลักการทำงานของแม่เหล็กไฟฟ้าและรีเลย์มาควบคุมการทำงานของวาล์ว

กระแสไฟฟ้าจะเคลื่อนที่ไปได้ต้องอาศัยพลังของตัวเองในการเคลื่อนที่ และจะเคลื่อนที่ไปในทางที่สะดวกโดยผ่านตัวนำไฟฟ้า เราสามารถบังคับทิศทางกระแสไฟฟ้าได้โดยใช้สวิตช์ไฟฟ้า ซึ่งประกอบไปด้วยวัสดุที่ใช้ทำหน้าสัมผัส (contact) จะต้องเป็นตัวนำไฟฟ้าที่ดี เช่นทองแดง และทองเหลือง ส่วนตัวโครงสร้างของสวิตช์ไฟฟ้าจะเป็นฉนวน การควบคุมการทำงานของสวิตช์ไฟฟ้าอาจจะใช้ปุ่มกด หรือบิดให้ทำงานตามความต้องการ

2.3.7.1 ลิมิตสวิตช์ (Limit Switch)

ลิมิตสวิตช์ก็คล้ายกับสวิตช์ไฟฟ้าทั่วไป ซึ่งหลักการทำงานสามารถดูได้จากรูปที่ 2.28 ในตำแหน่งปกติหมายถึงตำแหน่งที่ยังไม่มีอะไรมากระทำปุ่มกดบนลิมิตสวิตช์ขณะทำงาน ซึ่งตำแหน่งนี้หน้าสัมผัสจะต่ออยู่ระหว่างจุด c กับจุด a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.28 โครงสร้างภายในของลิมิตสวิตช์

เมื่อมีก้านสูบมากดหรือมีอะไรมากระทำที่ปุ่มกด จะทำให้หน้าสัมผัสต่อระหว่างจุด c กับจุด b จะสังเกตได้ว่าหน้าสัมผัสระหว่างจุด c กับจุด a จะเป็นปกติปิด และหน้าสัมผัสระหว่างจุด c กับจุด b จะเป็นปกติเปิด หน้าสัมผัสในลิมิตสวิตช์มีลักษณะการทำงานอยู่ 2 แบบคือ

1. หน้าสัมผัสชนิดทำงานช้า ดูรูปที่ 2.29 เมื่อมีการกระทำที่ขาบังคับของลิมิตสวิตช์ จะบังคับหน้าสัมผัสหลุดจากจุด a แต่ในขณะเดียวกันก็ยังไม่ต่อจุด b ทันที จะมีระยะอยู่ช่วงหนึ่งถึงจะทำให้หน้าสัมผัสต่อระหว่างจุด c กับจุด b แต่ถ้าปล่อยขาปุ่มกดก่อนที่หน้าสัมผัสจะต่อจุด b ก็จะทำให้หน้าสัมผัสกลับไปต่อระหว่างจุด c กับจุด a อีก

รูปที่ 2.29 การทำงานของหน้าสัมผัสชนิดทำงานช้า

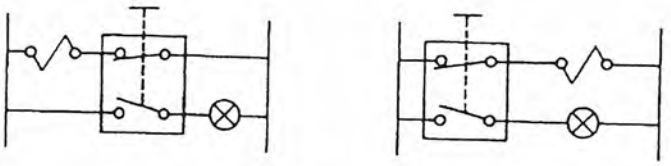
2. หน้าสัมผัสชนิดทำงานทันที แบบนี้จะต่างจากแบบแรก คือเมื่อมีการกระทำที่ขาบังคับของลิมิตสวิตช์จะบังคับหน้าสัมผัสหลุดจากจุด a มาต่อจุด b ทันทีด้วยความเร็วของสปริงในตัวของลิมิตสวิตช์ไม่เกี่ยวข้องกับความเร็วของขาบังคับของลิมิตสวิตช์

2.3.7.2 หลักการเลือกใช้ลิมิตสวิตช์

การเลือกใช้ลิมิตสวิตช์จะต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องกับงานที่ใช้ เพื่อป้องกันความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น ให้พิจารณาตามหลักการดังต่อไปนี้

1. ห้ามต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าคนละด้านกับหน้าสัมผัส จะต้องต่อเข้ากับลิมิตสวิตช์เสียก่อนจึงจะต่อเข้ากับอุปกรณ์อื่นๆได้

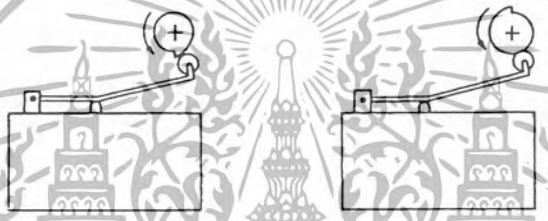
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.30 ลักษณะการต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าเข้ากับลิมิตสวิตช์

2. ห้ามใช้ลิมิตสวิตช์เกินกำลังจากบริษัทผู้ผลิตกำหนดเอาไว้ ตัวอย่างเช่น ลิมิตสวิตช์ถูกออกแบบเพื่อทนกระแสไฟฟ้า 10 แอมแปร์ ไม่ควรนำมาใช้กับมอเตอร์หรืออุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต้องการกระแส 10 แอมแปร์พอดี เพราะบางครั้งกระแสไฟฟ้าจะสูงเกินกว่ากำหนด ซึ่งเป็นสาเหตุให้หน้าสัมผัสไหม้ได้

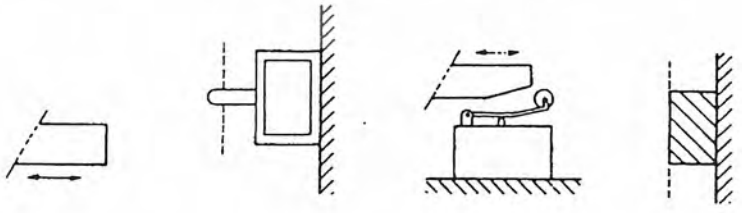
3. การติดตั้งลิมิตสวิตช์ไม่ควรให้เกิดการกระแทกหรือการดีกลับอย่างทันทีทันใด ซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของการสึกหรอของกลไกในลิมิตสวิตช์และชำรุดเร็วกว่าปกติดัง รูปที่ 2.31



รูปที่ 2.31 การเลือกกลไกในการบังคับการทำงานของลิมิตสวิตช์

4. จะต้องแน่ใจว่ากลไกบังคับปุ่มกดให้ลิมิตสวิตช์ทำงานมีแรงกระทำเพียงพอที่จะทำให้ลิมิตสวิตช์ทำงานได้ โดยปกติทั่วไปลิมิตสวิตช์จะใช้เวลาในการทำงานประมาณ 1 ใน 5 วินาที ในการส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้า บางครั้งในเครื่องจักรถ้าต้องการเร่งการทำงานเพื่อเพิ่มผลผลิตโดยการปรับความเร็วในการผลิตให้เร็วขึ้น เครื่องจักรอาจจะทำงานได้ไม่ดีเท่าเดิม เพราะลิมิตสวิตช์ไม่สามารถส่งสัญญาณได้นานเพียงพอในการกระตุ้นให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานได้ทัน

5. อย่าให้ลิมิตสวิตช์เป็นที่หยุดของก้านสูบหรือกลไกต่างๆ ถ้าต้องการให้มีที่หยุดควรจะใช้กลไกทางกลเป็นตัวหยุดเพื่อความแม่นยำในการหยุดชิ้นงานในจังหวะสุดช่วงชักพอดีโดยที่ไม่มีผลเสียหายกับลิมิตสวิตช์อีกด้วย



รูปที่ 2.32 การหยุดกลไกต่างๆโดยวิธีที่ถูกต้อง

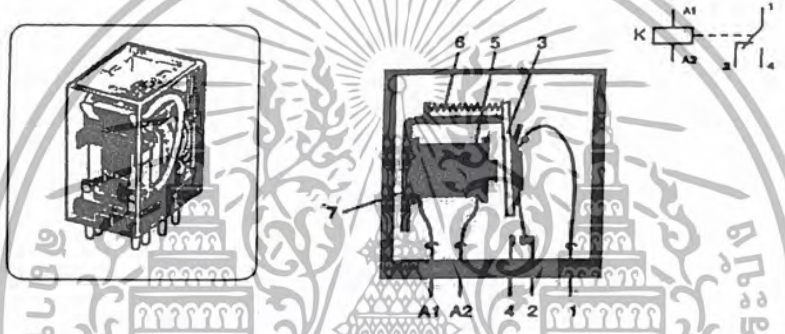
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. อย่าใช้กลไกบังคับการทำงานลิมิตสวิตช์ที่หนักหรือยาวเกินไป ควรใช้กลไกที่บริษัทผู้ผลิตออกแบบมาให้ ถ้าระยะระหว่างลิมิตสวิตช์และชิ้นงานที่กระทบขาของลิมิตสวิตช์ห่างเกินไปที่จะใช้ลิมิตสวิตช์มาตรฐานได้ อาจใช้วิธีติดตั้งลิมิตสวิตช์ให้ใกล้เข้ามาหรือออกแบบชิ้นส่วนใหม่จะทำให้ลิมิตสวิตช์มีอายุการใช้งานได้มากขึ้น

7. การนำลิมิตสวิตช์มาใช้งานแต่ละอย่างควรจะศึกษาเกี่ยวกับขนาดและทิศทางของแรงที่มากระทำกับสวิตช์ รวมทั้งแรงที่เกิดจากการเสียดทานที่เกิดขึ้นด้วย วิธีที่ทำให้ลิมิตสวิตช์ปลอดภัยจากการใช้งานควรจะใช้กลไกแบบลูกกลิ้งเป็นตัวรับแรงกระทำ

2.3.7.3 รีเลย์ (Relay)

ในวงจรควบคุมที่ยุ่งยากในระบบนิวแมติกส์ไฟฟ้า จะไม่สามารถใช้สวิตช์เพียงอย่างเดียวในการควบคุม จำเป็นต้องมีการนำรีเลย์เข้ามาช่วย เพราะภายในตัวของรีเลย์จะมีหน้าสัมผัสจำนวนหลายชุดอยู่ภายในจึงสามารถใช้ควบคุมในงานที่ยุ่งยากได้ รีเลย์เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยอาศัยอำนาจแม่เหล็กไฟฟ้าช่วยให้เกิดการตัดต่อวงจรควบคุม



รูปที่ 2.33 ภาพองค์ประกอบของรีเลย์

โครงสร้างของรีเลย์ ประกอบด้วยแกนเหล็ก 2 ชุด ชุดหนึ่งถูกยึดติดอยู่กับที่โดยจะมีขดลวดพันอยู่รอบๆ เพื่อสร้างสนามแม่เหล็กในกรณีที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดและจะทำให้เกิดแรงดูดได้ สำหรับแกนเหล็กอีกชุดหนึ่งจะเป็นส่วนที่เคลื่อนที่ได้โดยแกนเหล็กชุดนี้จะมีหน้าสัมผัสยึดติดอยู่

หลักการทำงาน : ในสภาวะปกติแกนเหล็กทั้งสองชุดจะถูกดันออกมาจากกันด้วยแรงสปริง ชุดของหน้าสัมผัสในสภาวะนี้จะเรียกว่า ชุดหน้าสัมผัสปกติเปิดในกรณีที่หน้าสัมผัสแยกออกจากกัน และหน้าสัมผัสปกติปิดในกรณีที่หน้าสัมผัสต่อถึงกัน เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลเข้าขดลวดที่พันอยู่รอบๆ แกนเหล็ก จะทำให้แกนเหล็กกลายเป็นแม่เหล็กดูดแกนเหล็กชุดเคลื่อนที่ ทำให้ขุดของหน้าสัมผัสเปลี่ยนการทำงานทันที คือ ชุดหน้าสัมผัสที่ถึงกันจะแยกออกจากกัน และชุดหน้าสัมผัสที่แยกจากกันก็จะต่อถึงกัน หรืออาจจะสรุปง่ายๆ ได้ว่า ชุดหน้าสัมผัสเปิดจะเปลี่ยนเป็นปิดจากปิดจะเปลี่ยนเป็นเปิด และหากไม่มีกระแสไฟไหลเข้าขดลวดชุดหน้าสัมผัสก็จะคืนกลับสู่ตำแหน่งเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.7.4 ไมโครคอนโทลเลอร์

คุณสมบัติของ MCS-51

- ใช้เทคโนโลยีชั้นสูงในการสร้าง โดยมีทั้งประเภท HMOS, CMOS และ CHMOS ทำงานด้วยแหล่งจ่ายไฟ +5 VDC เพียงแหล่งเดียว
- มีหน่วยประมวลผลขนาด 8 บิต
- สามารถติดต่อกับหน่วยความจำทั้งภายนอกทั้งหน่วยความจำโปรแกรม และหน่วยความจำข้อมูลได้สูงสุด 64 Kbytes
- มีพอร์ต I/O แบบขนาด 2 ทิศทางจำนวน 4 พอร์ตๆ ละ 8 บิต รวมทั้งหมดเป็น 32 บิตแต่จะเหลือเพียง 16 บิตสำหรับเบอร์ 8031/8032 เนื่องจากพอร์ต 0 และพอร์ต 2 รวม 16 บิต จะใช้ในการเข้าถึงแอดเดรสและข้อมูลสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก
- พอร์ตใช้งานทุกพอร์ตจะมีลักษณะเป็นพอร์ตแลตช์(Latch) คงสภาวะ
- มีขาพอร์ตที่ใช้รับส่งข้อมูลแบบอนุกรม
- 1 Machine Cycle จะใช้เวลา 1 ไมโครวินาที ขณะทำงานด้วย Clock 12 MHz
- ภายในหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบเขียนใหม่ได้ 1,000 ครั้ง

โครงสร้างของ MCS-51 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับโครงสร้างภายใน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในแบบ ROM บางเบอร์เป็นแบบ EPROM บางเบอร์มี RAM ภายใน 128 ไบต์ บางเบอร์มี 256 ไบต์ เป็นต้น ลักษณะขาต่างๆ จะเหมือนกัน คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51 มีดังนี้

- มีหน่วยความจำ ROM 4Kbytes
- มีหน่วยความจำ RAM 128 bytes
- มีพอร์ต I/O ขนาด 8 บิต 4 พอร์ต
- มี Timer 16 บิต 2 ตัว
- สามารถรับ interrupt ได้ 5 แหล่ง
- มีวงจร Oscillator และวงจรนาฬิกาบนชิพ
- มีพอร์ตอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ full duplex ความเร็วสูง
- อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64K
- อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64K
- สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
- หนึ่งวัฏจักรคำสั่งกินเวลาประมาณ 1 ไมโครวินาที ขณะทำงานด้วย Clock 12 MHz

โครงสร้างและการทำงานของพอร์ต ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชพอร์ตให้ใช้งานทั้งสิ้น 4 พอร์ตคือ พอร์ต 0 ถึงพอร์ต 3 แต่ละพอร์ตมีขนาด 8 บิต เป็นพอร์ตแบบ 2 ทิศทาง กล่าวคือ สามารถเป็นได้ทั้งอินพุตสำหรับรับสัญญาณข้อมูลเข้า และ เอาต์พุตสำหรับส่งสัญญาณข้อมูลออก ทุกพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชมีวงแลตช์และวงจรขับตลอดจนบัฟเฟอร์อินพุต ดังแสดงให้เห็นในสถาปัตยกรรมรูปที่ 2.1 ที่พอร์ต 0 และพอร์ต 2 จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุตสำหรับงานทั่วไป และใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับพอร์ต 3 ทั้งพอร์ตและพอร์ต 1 บางขานอกจากจะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุตเอาต์พุตตามปกติแล้ว ยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษได้อีก ขึ้นอยู่กับว่าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์แบบแฟลชเบอร์ใด

การใช้งานเป็นพอร์ตอินพุต เนื่องจากพอร์ตทั้งหมดของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชสามารถเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตดังนั้นจึงมีความจำเป็นอย่างยิ่งต้องทำความเข้าใจถึงการกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลช

ในการกำหนดให้เป็นพอร์ตอินพุท ต้องเริ่มต้นด้วยการเขียนข้อมูล "1" มาที่แต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการใช้งานเป็นอินพุตเพื่อหยุดการทำงานของเฟตชที่ใช้ในการขับสัญญาณเอาต์พุตของบิตนั้นๆ ทำให้ขาสัญญาณของพอร์ตเชื่อมต่อเข้ากับวงจรพูลอัปภายในโดยตรง ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีลอจิกเป็น "1" สามารถรับสัญญาณลอจิก "0" จากอุปกรณ์ภายนอกได้ง่าย สัญญาณข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกจะถูกส่งเข้ามาแล้วเก็บไว้ในวงจรบัฟเฟอร์ภายในพอร์ต แล้วรอให้ซีพียูมาอ่านค่าเข้าไป เมื่อเป็นเช่นนี้ อุปกรณ์ภายนอกที่เชื่อมต่อกับพอร์ตอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชควรกำหนดให้ทำงานในสภาวะลอจิก "0" จะดีและสะดวกที่สุด (ซึ่งในปัจจุบันอุปกรณ์อินพุตที่เชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์แทบทั้งหมดทำงานที่ลอจิก "0" แล้ว)

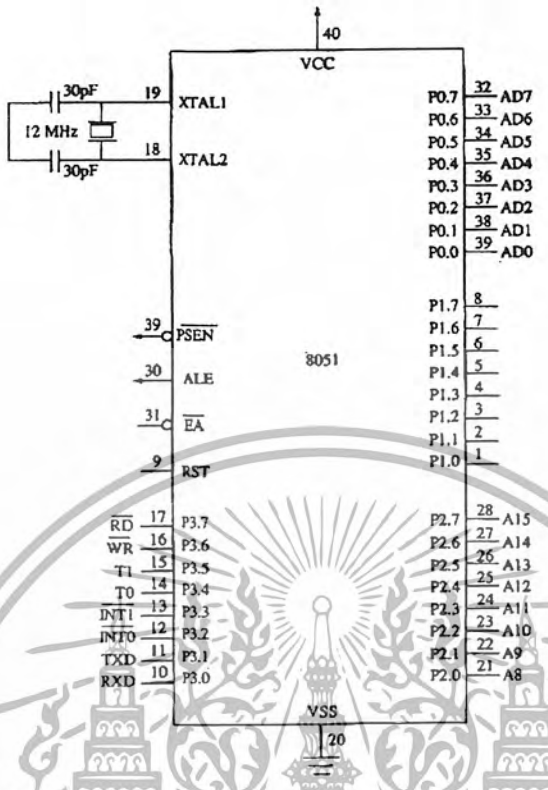
การใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุต โดยปกติแล้ว ขาพอร์ตจะกำหนดให้มีลักษณะเป็นเอาต์พุตอยู่แล้ว ดังนั้นจึงสามารถส่งข้อมูลออกไปได้อย่างง่ายดายและตรงไปตรงมากล่าวคือ เมื่อต้องการส่งข้อมูล "0" ออกไปทางเอาต์พุตก็ให้เขียนข้อมูล "0" ไปยังวงจรแลตช์ ซึ่งก็จะส่งต่อไปขับเฟต ทำให้เฟตทำงาน ที่ขาพอร์ตที่กำหนดให้ทำงานก็จะเกิดลอจิก "0" ขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากต้องการส่งข้อมูล "1" ไปยังวงจรแลตช์ วงจรขับก็จะหยุดทำงาน ทำให้ที่ขาพอร์ตเชื่อมต่อกับวงจรพูลอัปภายในเกิดเป็นลอจิก "1" ที่ขาพอร์ตนั้น ซึ่งจะคล้ายกับการกำหนดให้เป็นขาอินพุตมาก เพียงแต่แตกต่างกันที่กระบวนการในการเคลื่อนย้ายข้อมูล โดยถ้าเป็นอินพุตจะมีสัญญาณมาอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์ แต่ถ้าเป็นเอาต์พุตจะไม่มีการอ่านข้อมูลที่บัฟเฟอร์แต่อย่างใด เว้นแต่ในกรณีที่ต้องการตรวจสอบข้อมูลที่ส่งออกมาทางเอาต์พุต

เมื่อใช้งานพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชเป็นพอร์ตเอาต์พุต แต่ละขา(หรือแต่ละบิต)ของแต่ละพอร์ตมีความสามารถในการจ่ายกระแสหรือที่เรียกว่า กระแสซอร์ส (source current) ได้สูงสุด 10 mA และทุกขารวมกันในแต่ละพอร์ต (ทั้ง 8 บิต) สูงสุด 26 mA สำหรับพอร์ต 0 และ 15 mA สำหรับพอร์ต 1-3 ในกรณีที่ใช้งานทุกพอร์ตเอาต์พุตจะสามารถจ่ายกระแสได้รวมกันสูงสุด 71 mA ดังนั้นในการใช้งานเป็นพอร์ตเอาต์พุตเพื่อไม่ให้เกิดปัญหาเกี่ยวกับความสามารถในการจ่ายกระแสจึงควรต่อวงจรบัฟเฟอร์ทางเอาต์พุตเพื่อช่วยในการขับกระแสอีกทางหนึ่ง

การจัดขาต่างๆ ของ MCS-51 ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ เบอร์ 8051 โครงสร้าง IC เป็นแบบ DIP (Dual-in-line package) มีขาทั้งหมด 40 ขาโดยขาต่างๆ จะใช้เป็นพอร์ตอินพุต, เอาต์พุต, ขาสัญญาณควบคุม, ขาตำแหน่งหน่วยความจำและขาข้อมูลดังรูปที่ 2.3 ความหมายของขาต่างๆ มีดังนี้

1. พอร์ต 0 (Port 0) มี 8 บิต ได้แก่ บิต P0.0-P0.7 เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตต้องทำการเซ็ตค่า 1 ไปยังพอร์ต เมื่อต้องการใช้งานพอร์ตนั้นทั้งพอร์ตเป็นอินพุตในระดับบิตก็สามารถกระทำได้โดยการเซ็ตค่า 1 ไปยังแต่ละบิตที่ต้องการใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตระดับบิต เพื่อกำหนดให้ขาพอร์ตหรือแต่ละบิตเหล่านั้นอยู่ในสถานะปล่อยลอย ซึ่งในสถานะนี้เองที่นำมาใช้เป็นพอร์ตอินพุตอิมพีแดนซ์สูงได้ นอกจากนี้พอร์ตนี้จะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแล้วยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก (EPROM, RAM) ได้อีกด้วย โดยทำหน้าที่ในการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7) ซึ่งจะใช้งานเป็นแบบมัลติเพล็กซ์สำหรับการรับส่งข้อมูลขนาด 8 บิต (D0-D7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.34 แสดงขาต่างๆ ของ 8051

2. พอร์ต 1 (Port 1) มี 8 บิต ได้แก่ บิต P1.0-P1.7 เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตหรืออินพุตระดับบิต สามารถกระทำได้โดยวิธีเช่นเดียวกันกับพอร์ต 0 ข้างต้น

3. พอร์ต 2 (Port 2) มี 8 บิต ได้แก่ บิต P2.0-P2.7 เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตหรืออินพุตในระดับบิต สามารถกระทำได้เช่นเดียวกับพอร์ต 0 นอกจากใช้งานเป็นอินพุตเอาต์พุตแล้ว มันยังถูกใช้งานในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก (EPROM, RAM) ได้อีกด้วย โดยทำหน้าที่ในการอ้างตำแหน่งแอดเดรสไบต์สูง (A8-A15)

4. พอร์ต 3 (Port 3) มี 8 บิต ได้แก่ บิต P3.0-P3.7 เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแบบ 2 ทิศทางสำหรับใช้งานทั่วไป โดยถ้าใช้งานเป็นอินพุตพอร์ตหรืออินพุตระดับบิต สามารถกระทำได้เช่นเดียวกับพอร์ต 0 ข้างต้น นอกจากจะใช้งานเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตแล้วมันยังสามารถใช้งานในหน้าที่พิเศษต่างๆ ดังตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.7 แสดงบิตและหน้าที่ต่างๆ ของพอร์ต 3

บิต	ชื่อ	หน้าที่พิเศษ
P3.0	RXD	ใช้รับข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม
P3.1	TXD	ใช้ส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรม
P3.2	INT0	อินเทอร์รัพท์ภายนอกหมายเลข 0
P3.3	INT1	อินเทอร์รัพท์ภายนอกหมายเลข 1
P3.4	T0	ตัวจับเวลา/ตัวนับ ตัวที่ 0
P3.5	T1	ตัวจับเวลา/ตัวนับ ตัวที่ 1
P3.6	WR	สัญญาณเขียนข้อมูลหน่วยความจำภายนอก
P3.7	RD	สัญญาณอ่านข้อมูลหน่วยความจำภายนอก

5. ขารีเซต (Reset) ใช้สำหรับการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการรีเซตต้องคงสภาวะ high อย่างน้อยนาน 2 Machine cycle ในขณะที่ Oscillator ยังทำงานอยู่

6. ALE/PROG (Address Latch Enble/Program Pulse input) เป็นขาสัญญาณเพื่อทำหน้าที่ควบคุมการแล็ช (Latch) ค่าตำแหน่งแอดเดรสไบต์ต่ำ เมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก นอกจากนี้ขานี้ยังทำหน้าที่เป็นอินพุตรับพัลส์ในการโปรแกรม (Program Pulse Input) ในส่วนของหน่วยความจำ EPROM สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ในตระกูล MCS-51 ที่มีหน่วยความจำโปรแกรมภายในเป็น EPROM

7. PSEN (Program Store Enable) ทำหน้าที่เป็นสัญญาณสโตรบ (Strobe) เพื่ออ่านคำสั่งจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอก ขานี้จะส่งสัญญาณสโตรบจำนวน 2 ครั้งในแต่ละ Machine Cycle แต่ในขณะที่ติดต่อกับหน่วยความจำกับข้อมูลภายนอก จะไม่มีการส่งสัญญาณสโตรบแต่อย่างใด

8. EA/Vcc(External Access Enable/Vcc) เป็นขาสำหรับการเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรมจากภายในหรือจากภายนอกโดยมีสถานะเป็น 0 หรือ 1 จะหมายถึงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกและภายในตามลำดับ อย่างไรก็ตามถ้าบิตป้องกัน (Security Bit) ในหน่วยความจำ EPROM ถูกโปรแกรมไว้ ไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่รับคำสั่งจากหน่วยความจำภายนอกเลยนอกจากนี้ ขานี้ยังทำหน้าที่รับแรงดันไฟสำหรับการโปรแกรม (Vcc) ขนาด 12 โวลต์ เพื่อใช้ในระหว่างการโปรแกรมหน่วยความจำโปรแกรม (EPROM) ภายในตัว MCU

9. ขา XTAL1 และขา XTAL2 เป็นขาที่ใช้งานของวงจรอินเวอร์สติ้งออสซิเลเตอร์แอมปลิไฟเออร์ (Inverting Oscillator Amplifier) สำหรับติดต่อกับคริสตอลภายนอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การดำเนินงาน และ การออกแบบ

3.1 แผนการดำเนินงาน

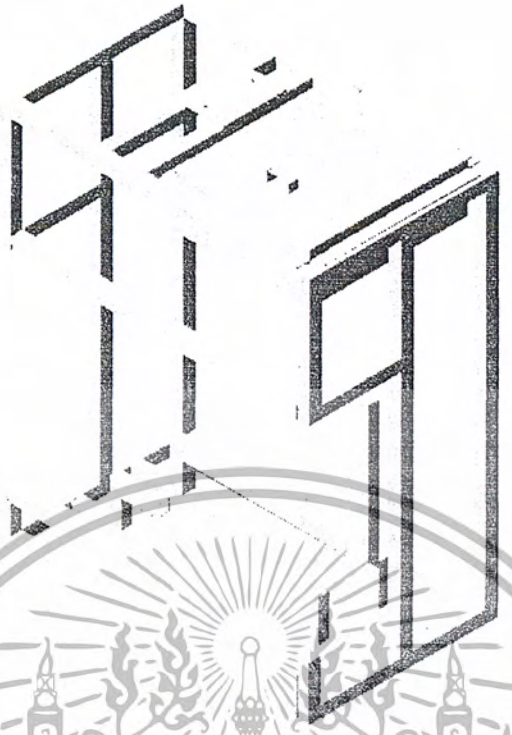
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบโครงสร้าง

รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะโดยรวมของตัวเครื่องทั้งหมด

จากรูปที่ 3.1 แสดงลักษณะโดยรวมทั้งหมดของตัวเครื่องที่ได้ทำการออกแบบ ในส่วนของขนาดและชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆสามารถดูได้จากภาคผนวก ซึ่งในการออกแบบจะคำนึงถึงการเลือกใช้ระบบการทำงานและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องที่ปราศจากการเกิดสนิม เนื่องจากเป็นเครื่องที่ทำการผลิตที่เกี่ยวกับเครื่องดื่ม ตัวเครื่องมีขนาดที่ไม่ใหญ่มาก สามารถย้ายไปในสถานที่ต่างๆได้โดยสะดวก และที่สำคัญคือการศึกษาหาข้อมูลที่จำเป็นเกี่ยวกับส่วนต่างๆของตัวเครื่อง ทั้งทางด้าน โครงสร้าง ระบบนิวแมติกส์ และอุปกรณ์ควบคุมทางด้านไฟฟ้า

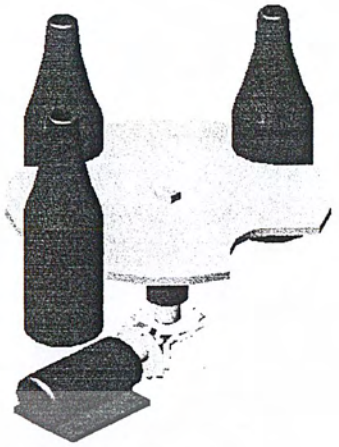
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงแบบของโครงสร้าง

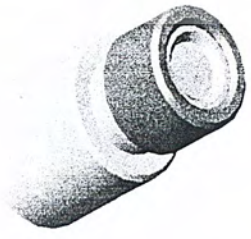
รูปที่ 3.3 แสดงแบบของชุดสายพานลำเลียงขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงแบบของชุดจานพาขวด

รูปที่ 3.5 แสดงแบบของชุดนิวแมติกส์อัดฝา



รูปที่ 3.6 แสดงแบบของชุดหัวกดอัดฝา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การหาแรงในการปิดฝา

ในการกำหนดขนาดของกระบอกสูบที่จะใช้ในการปิดฝาของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติหาได้จากสูตร

$$F_{th} = 10(A.P) - F_R \qquad (3.1)$$

เมื่อ F_{th} คือ แรงที่ได้จากลูกสูบทางทฤษฎี (N)

A คือ พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ (cm^2)

P คือ ความดันใช้งาน (bar)

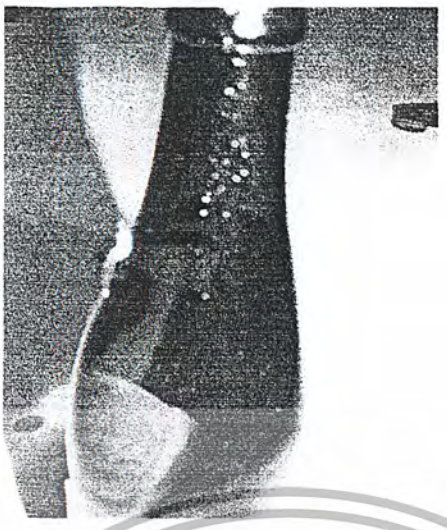
F_R คือ แรงเสียดทาน (N)

แต่ในทางปฏิบัติเราไม่สามารถหาแรงที่ใช้ในการปิดฝาได้จึงต้องทำการทดลองหาแรงที่ใช้ในการปิดฝาโดยใช้กระบอกสูบขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางขนาด 80 มิลลิเมตร โดยต่อเข้ากับวาล์วปรับแรงดันเพื่อปรับแรงดันที่ระดับความดันต่างๆ ที่สามารถทำให้กระบอกสูบปิดฝาขวดได้ หลังจากการทดลองสามารถความดันที่เหมาะสมที่สามารถปิดฝาขวดได้สนิทไม่มีรอยรั่วเกิดขึ้นที่บริเวณปากขวดคือ 5.5 bar ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 รูปจากการทดลองปิดโดยใช้ความดัน 5.5 bar

และเพื่อเพิ่มความมั่นในการทดลองหาแรงที่ใช้ในการทดลองในการปิดฝาด้วยการบรรจุโซดาก่อนแล้วจึงทำการทดลองปิดฝาและทิ้งไว้ระยะเวลาหนึ่งก่อนเปิดเพื่อดูว่าโซดาจะยังมีฟองอยู่หรือไม่ถ้าไม่มีฟองแสดงว่าขวดที่ทำการทดลองปิดฝานั้นเกิดการรั่วซึมที่ฝา ดังรูปที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 รูปแสดงฟองโซดาหลังการเปิดขวด

หลังจากการทำการทดลองหาความดันในการปิดฝาขวดจนได้ความดันที่ปิดฝาขวดได้แล้วสามารถนำมาคำนวณหาแรงที่ใช้ปิดฝาได้ดังนี้

$A = 3.1416(D^2 - d^2)/4$

$= 3.1416(8^2 - 2.5^2)/4$

$= 45.35\ cm^2$

$F_{th} = 10(A.P)$

$= 2494\ N.$

$F_R = 0.1 \times F_{th}$

$= 249.4\ N$

$F = 10(A.P) - F_R$

$= 2244.85\ N.$

3.4 หลักการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝากึ่งอัตโนมัติ

การออกแบบการทำงานของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาขวดแบบกึ่งอัตโนมัติ แบ่งการทำงานออกเป็น 4 ขั้นตอน ขั้นตอนที่หนึ่ง ลำเลียงขวดจากจุดรับขวดเพื่อเข้าสู่จานพา เพื่อเปลี่ยนตำแหน่งของขวดไปที่ตำแหน่งการทำงานต่างๆของระบบ ขั้นตอนที่สองบรรจุน้ำใส่ขวด ขั้นตอนที่สามปิดฝาขวด ขั้นตอนที่สี่เอาขวดออกจากระบบสู่สายพานลำเลียงดังรูปที่ 3.9

ขั้นตอนที่ 1 เริ่มต้นจากสายพานลำเลียงจะทำงานตลอดโดยอาศัยแหล่งพลังงานจากมอเตอร์ลำเลียงขวดเปล่าจากตำแหน่งที่วางไว้บนสายพานลำเลียง สายพานลำเลียงจะพาขวดหยุดอยู่ที่จานพาและเมื่อทำการกดสวิตช์แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้นจานพาจะหมุนไป 90 องศา โดยการควบคุมมอเตอร์ เพื่อนำขวดไปเติมน้ำ โดยปั๊มน้ำจะถูกสั่งงานให้ทำงานหลังจากการหมุนมาที่องศาที่ 90 ของมอเตอร์ ชนกับลิมิตสวิตช์สั่งให้มอเตอร์หยุด

ขั้นตอนที่ 2 เมื่อขวดมาถึงตำแหน่งที่สองแล้วปั๊มจะถูกสั่งให้ทำงานเพื่อเติมน้ำใส่ขวดและจะมีเซนเซอร์จับระดับน้ำเมื่อระดับน้ำได้ระดับที่ต้องการ ระบบจะหยุดการทำงานของปั๊ม

ขั้นตอนที่ 3 หลังจากนั้นจานพาจะหมุนไปอีก 90 องศา (องศาที่ 180) โดยการสั่งให้มอเตอร์ทำงานหลังจากที่เซนเซอร์จับว่าน้ำเต็มขวดแล้วเพื่อทำการปิดฝา ในขั้นตอนการปิดฝานั้นกระบอกสูบ A จะเคลื่อนที่ออกเพื่อพากระบอกสูบ B ไปรับฝาจากชุดเก็บฝาโดยอาศัยแรงดูดจากแม่เหล็กทำให้ฝานั้นติดอยู่กับหัวกดปิดฝา เมื่อได้ฝาแล้วกระบอกสูบ A จะเคลื่อนที่เข้าสู่ตำแหน่งเดิม จากนั้นกระบอกสูบ B จะเคลื่อนที่นำหัวกดไปปิดฝาขวด และจะเคลื่อนที่กลับสู่ตำแหน่งเดิม

ขั้นตอนที่ 4 จานพาจะหมุนอีก 90 องศา (องศาที่ 270) เพื่อให้ขวดหยุดอยู่ในตำแหน่งที่ลำเลียงขวดออกจากจานพาโดยชุดสายพานลำเลียงจะลำเลียงขวดออกจากจานพา แล้วจึงใช้มือหยิบขวดออกจากสายพานลำเลียง

ส่วนประกอบของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝา

- กระบอกสูบ A ทำหน้าที่เป็นตัวพาให้กระบอกสูบ B เคลื่อนที่ไปที่จุดรับฝาและเคลื่อนที่กลับ
- กระบอกสูบ B ยึดติดกับกระบอกสูบ A ทำหน้าที่เป็นตัวกำเนิดแรงส่งผ่านไปยังหัวกด โดยจะมีชุดหัวกดยึดติดกับปลายกระบอกสูบเป็นตัวกดปิดฝา
- ชุดสายพานลำเลียง ทำหน้าที่ลำเลียงให้ขวดเคลื่อนที่เข้าสู่การทำงานโดยที่จะลำเลียงขวดมาเข้ามาที่จานพาและเป็นตัวลำเลียงขวดออกจากจานพาหลังจากที่ทำการได้ทำการเติมน้ำและปิดฝาเสร็จแล้ว
- ชุดหัวกด ทำจาก สแตนเลส โดยจะถูกออกแบบมาให้มีแม่เหล็กติดอยู่กับส่วนปลายของชุดหัวกดเพื่อให้แม่เหล็กดูดฝาติดกับหัวกดและเคลื่อนที่พาฝาไปอยู่ในตำแหน่งที่กระบอกสูบ B จะทำการกดปิดฝา
- ชุดจานพา เป็นตัวขับเคลื่อนพาขวดไปที่ตำแหน่งการทำงานการบรรจุน้ำ ตำแหน่งการปิดฝาและตำแหน่งที่พาขวดออกจากจานพา โดยทำจากอลูมิเนียมเพราะมีน้ำหนักเบา
- โครงเครื่อง ทำหน้าที่รองรับและยึดชุดการทำงานของเครื่อง ทำจากสแตนเลสกล่องขนาด 30 x 30 มิลลิเมตร
- ชุดเก็บน้ำ เป็นถังที่ทำจากสแตนเลสเพื่อป้องกันการเป็นสนิม ทำหน้าที่เก็บน้ำที่จะถูกนำไปเติมในขวด
- ชุดเก็บฝา ถูกออกแบบมาเพื่อสามารถให้ฝาไหลได้อย่างต่อเนื่อง ทำหน้าที่เก็บฝาที่และบังคับฝาให้อยู่ในตำแหน่งที่หัวกดจะดูดฝาติดกับแม่เหล็ก

3.5 การออกแบบวงจรควบคุม

การทำงานของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาขวดแบบกึ่งอัตโนมัติใช้หลักการควบคุมการทำงาน โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 ในการสั่งการและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์เพื่อให้การทำงานของเครื่องทำงานตามที่ได้ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 แผนการทดลอง

1. เริ่มจากการตรวจสอบการทำงานของเครื่องให้อยู่ในสภาพที่พร้อมทำงาน

2. นำขวดเปล่าขนาด 760 cm^3 วางเรียงที่จุดลำเลียง พร้อมกับนำฝา (ฝาจีบ) เรียงใส่ในจุดรองรับฝาของตัวเครื่อง

3. เปิดสวิตช์หลักเพื่อจ่ายไฟเข้าสู่ระบบงาน พร้อมกับเปิดสวิตช์เพื่อสั่งให้มอเตอร์ขับสายพานลำเลียงทำงาน

4. เมื่อขวดถูกลำเลียงสู่จานพาเมื่อกดลิมิตสวิตช์ จะสั่งให้มอเตอร์ ซึ่งทำหน้าที่ขับจานพาขวดทำงาน พร้อมทั้งพาขวดไปยังตำแหน่งเติมน้ำ

5. เมื่อจานพาขวดพาขวดไปยังจุดเติมน้ำ ซึ่งมีลิมิตสวิตช์ติดตั้งอยู่ เมื่อขวดเคลื่อนที่ชนลิมิตสวิตช์ จะทำการสั่งให้มอเตอร์ซึ่งขับจานพาขวดหยุด ณ. ตำแหน่งเติมน้ำพร้อมทั้งสั่งให้ปั๊มน้ำทำงานเพื่อทำการเติมน้ำลงสู่ขวด

6. ในจุดเติมน้ำจะมีการติดตั้งเซ็นเซอร์แสง เพื่อทำการจับละดับของน้ำให้ได้ระดับที่ต้องการที่เราทำการตั้งค่าไว้

7. เมื่อน้ำที่เติมเข้าสู่ขวดได้ระดับที่ตั้งค่าไว้แล้ว เซ็นเซอร์แสงจะทำการสั่งงานเพื่อสั่งให้มอเตอร์ขับจานพาขวดทำงานต่อ พร้อมทั้งสั่งให้ปั๊มน้ำหยุดการทำงาน ซึ่งมอเตอร์ขับจานพาขวดจะหมุนไปยังจุดที่จะทำการปิดฝาขวด

8. เมื่อขวดเคลื่อนที่มายังจุดที่จะทำการปิดฝา จะมีลิมิตสวิตช์ติดตั้งอยู่ เมื่อขวดเคลื่อนที่ชนลิมิตสวิตช์ จะทำการสั่งให้มอเตอร์ขับจานพาขวดหยุด ณ. ตำแหน่งปิดฝา

9. เมื่อขวดหยุด กระบอกสูบ A จะเคลื่อนที่ผลักกระบอกสูบ B ออกไปยังจุดรับฝา เพื่อทำการรับฝา พร้อมกับเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งเดิม ก่อนที่กระบอกสูบ B จะเคลื่อนที่ลงมาเพื่อทำการปั๊มฝาเพื่อปิดขวด

10. เมื่อทำการปิดฝาขวดแล้ว มอเตอร์ขับจานพาขวดจะทำงานพร้อมกับพาขวดออกสู่สายพานลำเลียงขวด นำขวดที่ทำการบรรจุเสร็จเรียบร้อยแล้วออกสู่ระบบ

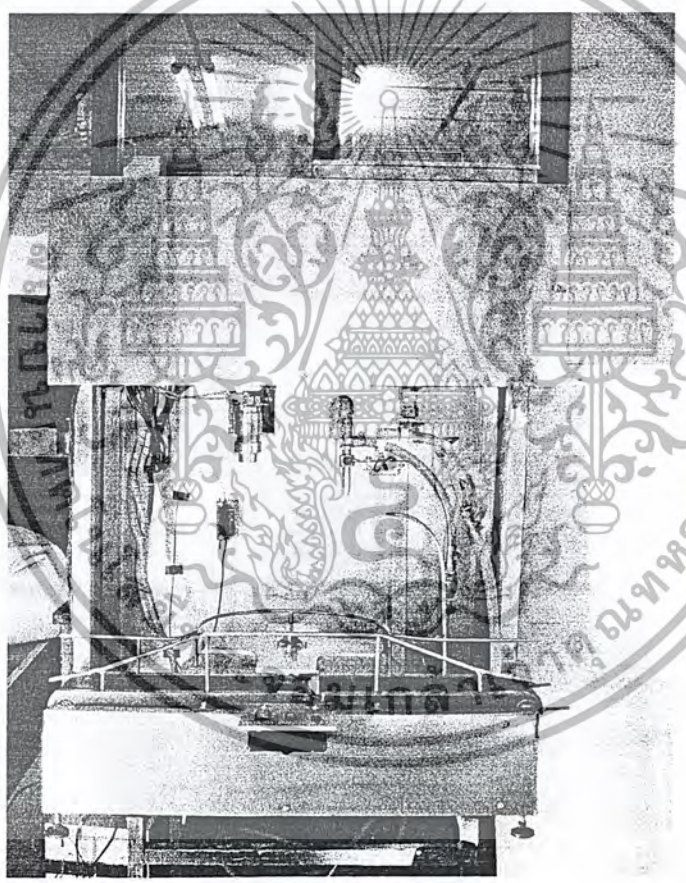
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

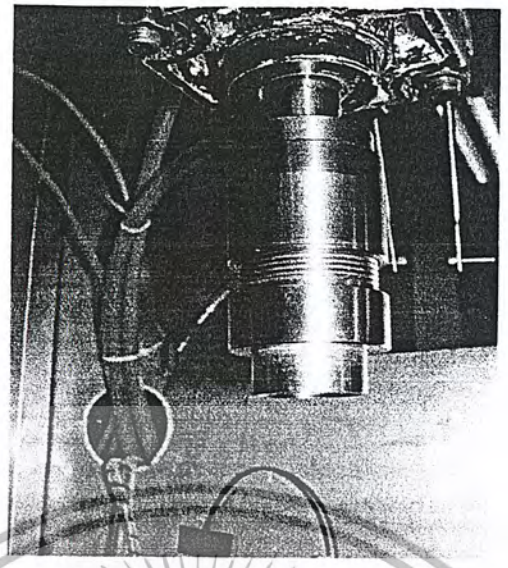
4.1 ผลการดำเนินงานด้านตัวเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาขวดกึ่งอัตโนมัติ

ลักษณะโดยรวมของตัวเครื่องที่ได้ดำเนินการออกแบบและสร้างขึ้นจะมีขนาดความกว้าง 750 มิลลิเมตร ยาว 450 มิลลิเมตร สูง 940 มิลลิเมตร ใช้แรงดันกระแสไฟฟ้าสลับ 220 โวลต์ในการจ่ายให้กับตัวเครื่องก่อนที่จะทำการแปลงแรงดันไฟฟ้าให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 โวลต์ เพื่อนำไปใช้ในการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว และลิมิตสวิตช์ ซึ่งลักษณะของตัวเครื่องสามารถที่จะทำการเคลื่อนย้ายหรือยกไปในสถานที่ต่างๆ ได้โดยง่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.1

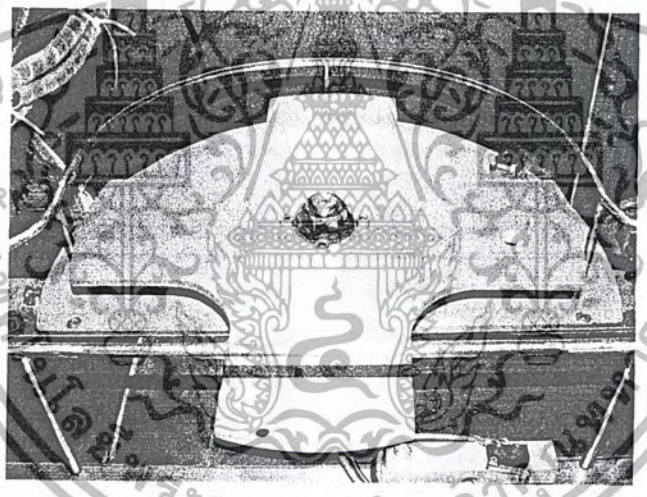


รูปที่ 4.1 แสดงรูปร่างของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาขวดกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

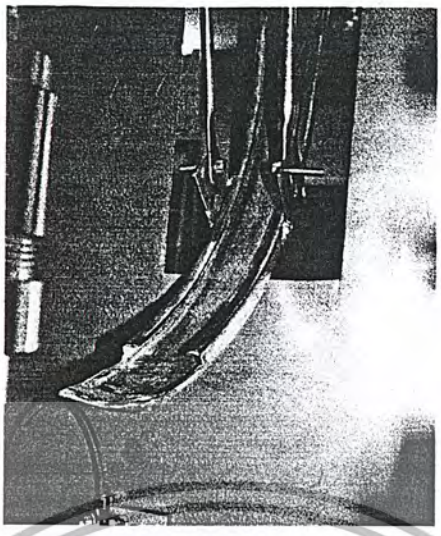


รูปที่ 4.2 แสดงชุดหัวกดปิดฝา



รูปที่ 4.3 แสดงชุดจานพาขวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



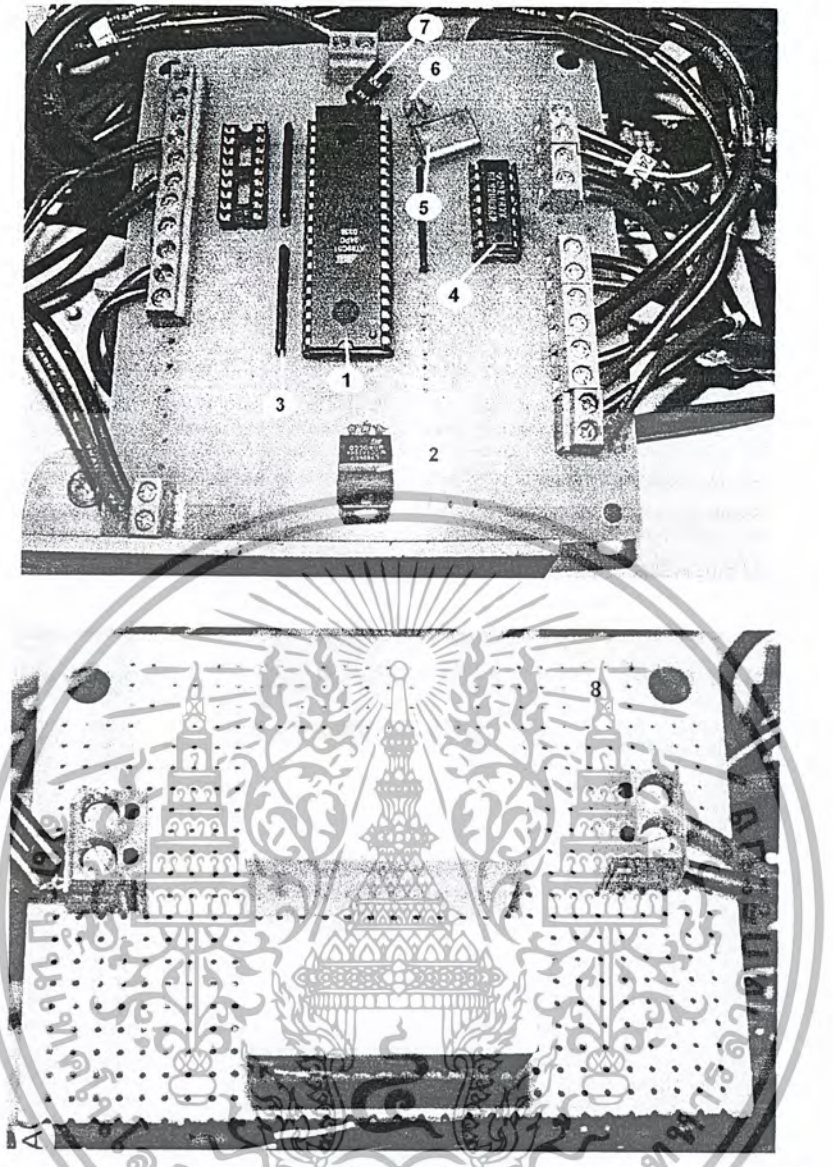
รูปที่ 4.4 แสดงชุดลำเรียงฝา

4.2 ผลการดำเนินการด้านวงจรไฟฟ้าควบคุมการทำงาน

การทำงานของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาขวดกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งใช้แรงจากลม ใช้ระบบนิวแมติก ,ปั๊มน้ำ เป็นตัวทำงานและทำการควบคุมด้วยอุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งมีการอธิบายการทำงานไว้ในบทที่ 3 โดยอุปกรณ์ทางไฟฟ้าจะถูกติดตั้งอยู่ตามจุดต่างๆ ตามที่อธิบายไว้ในบทที่ 3 ซึ่งมีการต่อวงจร และจุดที่ติดตั้งต่างๆดังรูปที่จะแสดงดังนี้

รูปที่ 4.5 แสดงลักษณะการติดตั้งโซลินอยด์วาล์ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



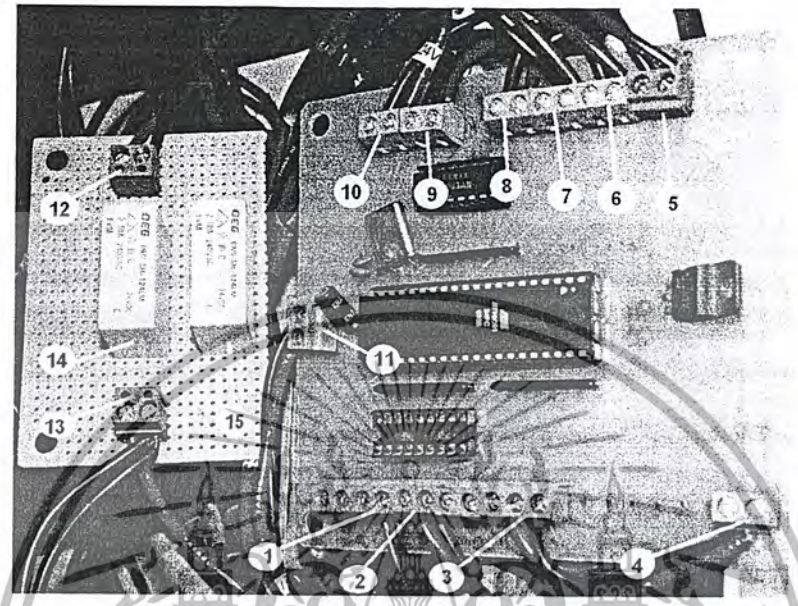
รูปที่ 4.6 รูปแสดงวงจรอิเลคทรอนิกส์

รูปที่ 4.6 แสดงถึงส่วนประกอบของวงจรอิเลคทรอนิกส์

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51
2. Regulator
3. R-Pack 10 kΩ
4. ULN 2003
5. Crystal
6. Capacitor 33μF
7. Capacitor 10 F
8. รีเลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาขวดนั้นต้องอาศัยต้องโปรแกรมสั่งการให้ Port และแต่ละ Bit ส่งสัญญาณเพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์อิเลคทรอนิกส์ตามที่ได้ทำการเขียนโปรแกรม ดังนั้นรูปที่ 3.11 แสดงการต่อสายไฟจาก Port และ Bit ต่างๆ

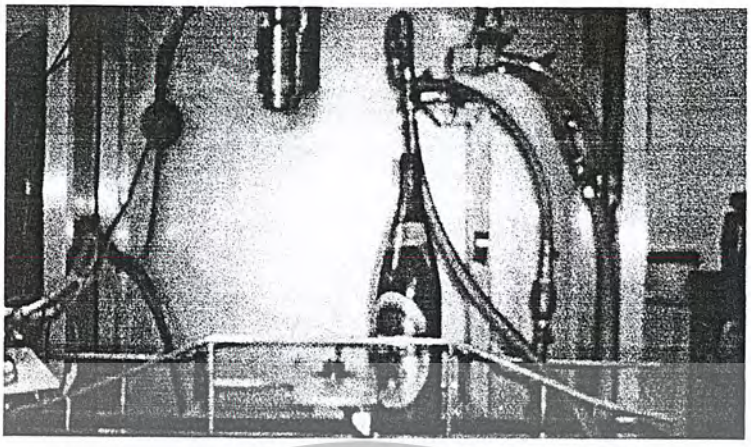


รูปที่ 4.7 แสดงการต่อสายไฟและสายสัญญาณ

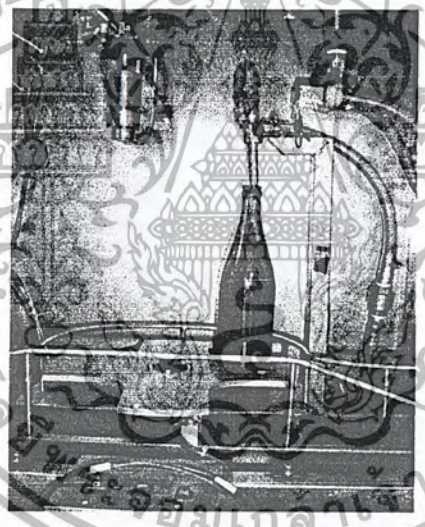
รูปที่ 4.7 แสดงการต่อสายไฟที่ Port ในบิตเพื่อนำไปใช้งาน

1. Port 2.0 สายไฟรับอินพุทจากสวิตช์ Start
2. Port 2.1 สายรับอินพุทจากลิมิตสวิตช์ที่ติดอยู่ที่จานหมุน
3. Port 2.3 สายรับอินพุทจาก Sensor จับระดับน้ำ
4. ขาที่ 40 รับไฟ 5V จากแหล่งจ่ายไฟ และขาที่ 20 ต่อเข้ากราวน์
5. Port 3.0 จ่ายไฟกระแสตรง 24V ไปที่ รีเลย์เพื่อตัดและต่อกระแสไฟฟ้า 220 V ของปั้มน้ำ
6. Port 3.1 จ่ายไฟกระแสตรง 24V ให้โซลินอยด์วาล์วเพื่อควบคุมกระบอกสูบเคลื่อนที่ปิดฝา
7. Port 3.2 จ่ายไฟกระแสตรง 24V ให้โซลินอยด์วาล์วเพื่อควบคุมกระบอกสูบเคลื่อนที่ไปรับฝา
8. Port 3.3 และ Port 3.4 จ่ายไฟกระแสตรง 24V ไปที่ตัวปรับแรงดันก่อนที่จะจ่ายไฟให้มอเตอร์ขับจาน
9. Port 3.5 และ Port 3.6 จ่ายไฟ 24Vdc ให้มอเตอร์ขับสายพาน
10. ทำหน้าที่จ่ายไฟกระแสตรง24 V ให้ ULN 2003 ตรงตำแหน่ง Port 3.7
11. ขาที่ 9 ทำหน้าที่รีเซต
12. สายที่ต่อมาจาก Port 3.0 เข้ารีเลย์เพื่อตัด / ต่อกระแสไฟของปั้มน้ำ
13. ไฟ 220 V กระแสสลับของปั้มน้ำต่อผ่านรีเลย์
14. รีเลย์ตัด / ต่อกระแสไฟของปั้มน้ำ
15. รีเลย์ตัด / ต่อกระแสไฟของมอเตอร์ขับสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

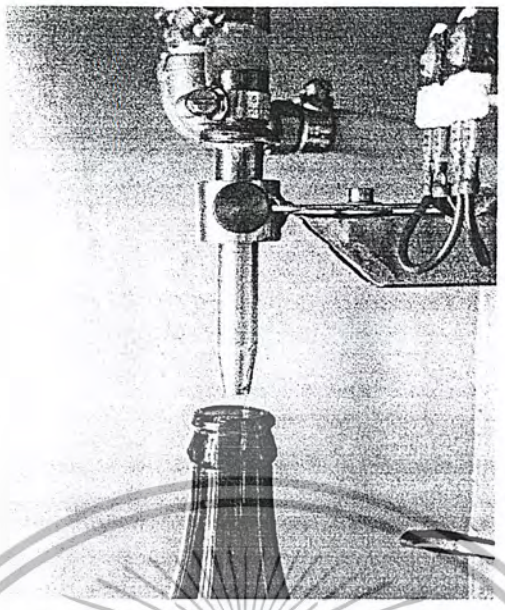


รูปที่ 4.8 แสดงตำแหน่งที่ขวดเคลื่อนที่ชนลิมิตสวิตช์ที่ทำการติดตั้งไว้



รูปที่ 4.9 ขวดเคลื่อนที่เข้าสู่จุดเติมน้ำโดยจานพาขวด

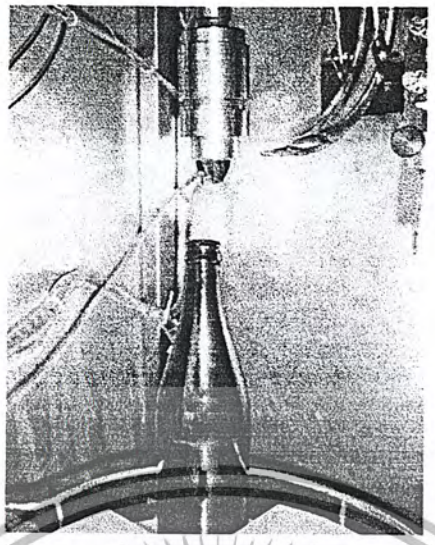
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ขวดที่ทำการรอเติมน้ำ

รูปที่ 4.11 แสดงตำแหน่งของขวดเมื่อเข้าสู่จุดปิดฝา ขณะที่ หัวกดเคลื่อนที่ไปรับฝา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



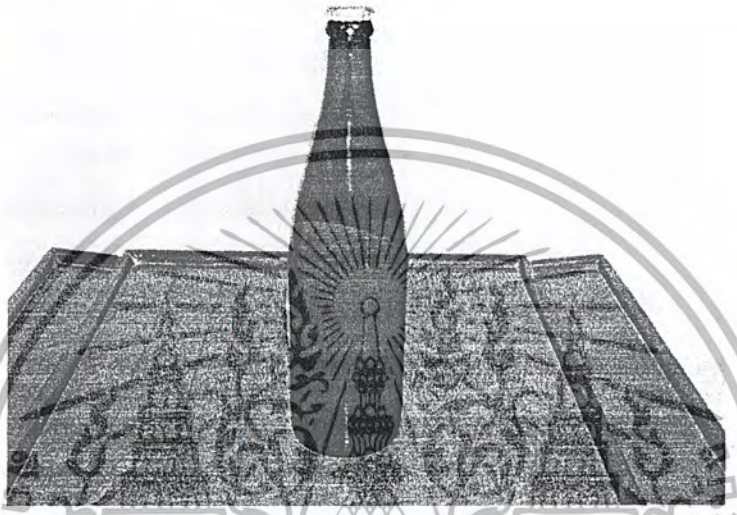
รูปที่ 4.12 แสดงหัวกดอัดฝาเคลื่อนที่มายังตำแหน่งที่จะอัดฝา

รูปที่ 4.13 แสดงการอัดฝาขวด

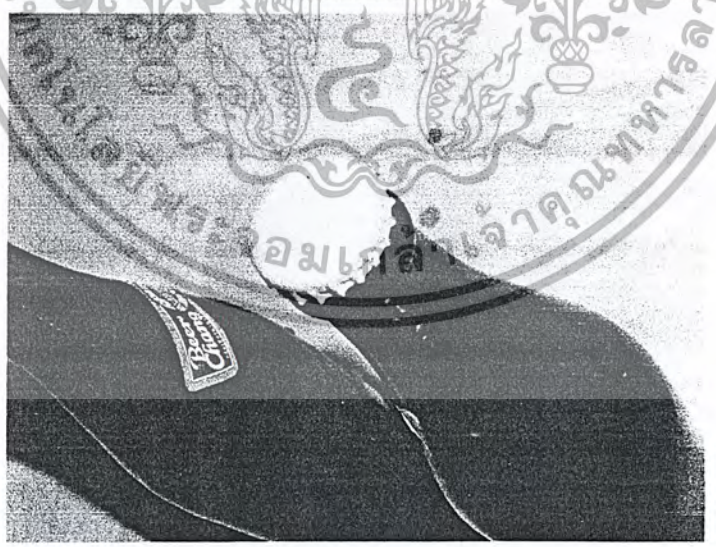
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลอง

การทดลองขั้นต้น เป็นการทดลองขั้นตอนของการทำงานของเครื่อง ซึ่งสามารถทำงานได้ตามการสั่งงานโดยการควบคุมทางวงจรไฟฟ้า และสามารถทำการผลิตได้ในอัตรา 1 ขวด ต่อ 10 วินาที โดยใช้เวลาในการเติมน้ำประมาณ 6-7 วินาทีและใช้เวลาในการปิดฝาประมาณ 3 วินาที เนื่องจากการทำงานของเครื่องเป็นการทำงานแบบไม่ต่อเนื่อง



รูปที่ 4.14 ขวดที่ผ่านการบรรจุ



รูปที่ 4.15 ลักษณะของฝาที่ผ่านการปิดฝา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิเคราะห์ผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

1. สามารถสร้างเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาขวดกึ่งอัตโนมัติได้ตามที่ออกแบบไว้
2. การทำงานของเครื่องเป็นไปตามการควบคุมทางวงจรไฟฟ้าที่ได้ทำการออกแบบไว้
3. ใช้เวลาในการทำงานประมาณ 10 วินาทีต่อขวด
4. ในส่วนของจุดเติมน้ำ และจุดอัดฝา จะต้องมีการวางตำแหน่งของลิมิตสวิตช์ที่แน่นอนกว่านี้ เพื่อไม่ให้เกิดการเติมน้ำ และกดอัดฝาไม่ตรง ตามตำแหน่ง
5. เนื่องจากเครื่องจักรที่ทำการสร้างขึ้นเป็นเครื่องต้นแบบ ยังมีการทำงานที่ผิดพลาดไปในบ้างจุดของการทำงาน จึงต้องมีการพัฒนาและปรับปรุงในบางจุดให้มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพเพิ่มมากขึ้น

5.2 วิเคราะห์ผลการดำเนินการ

โครงงานนี้เป็นการทดลองเพื่อหาอัตราการผลิตของเครื่องจักรที่สร้างขึ้นเป็นเครื่องต้นแบบเทียบกับการใช้แรงงานคนในการผลิต ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในด้านของการลดต้นทุนการผลิต และแรงงานที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน ดังนั้น การดำเนินโครงงานนี้จึงถือเป็นการทำเพื่อแสดงให้เห็นถึงการนำเอาเครื่องจักรมาใช้ประกอบธุรกิจ เพื่อเป็นการลดเวลา ลดต้นทุนในการจ้างแรงงาน และยังสามารถนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องต้นแบบให้ใช้งานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้นในอนาคต และใช้กันอย่างแพร่หลายในธุรกิจการผลิตเครื่องดื่ม

5.3 แนวทางในการปรับปรุงแก้ไข

1. เนื่องจากสายพานในการลำเลียงขวดนั้นทำจากยาง ทำให้มีสัมประสิทธิ์การเสียดทานหรือเกิดแรงเสียดทานสูงส่งผลให้ขวดล้มเมื่อเวลาสายพานหมุน
2. ตำแหน่งของลิมิตสวิตช์ที่จานพาควรทำการติดตั้งให้ได้ระยะเพราะเนื่องจากตำแหน่งของจานหมุนบางช่องของจานหมุนไม่ตรงตำแหน่งของการเติมน้ำและปิดฝา
3. ควรทดรอบของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัวให้หมุนช้าลงอีกเพื่อลดความเร็วของมอเตอร์ขับสายพานและจานพา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

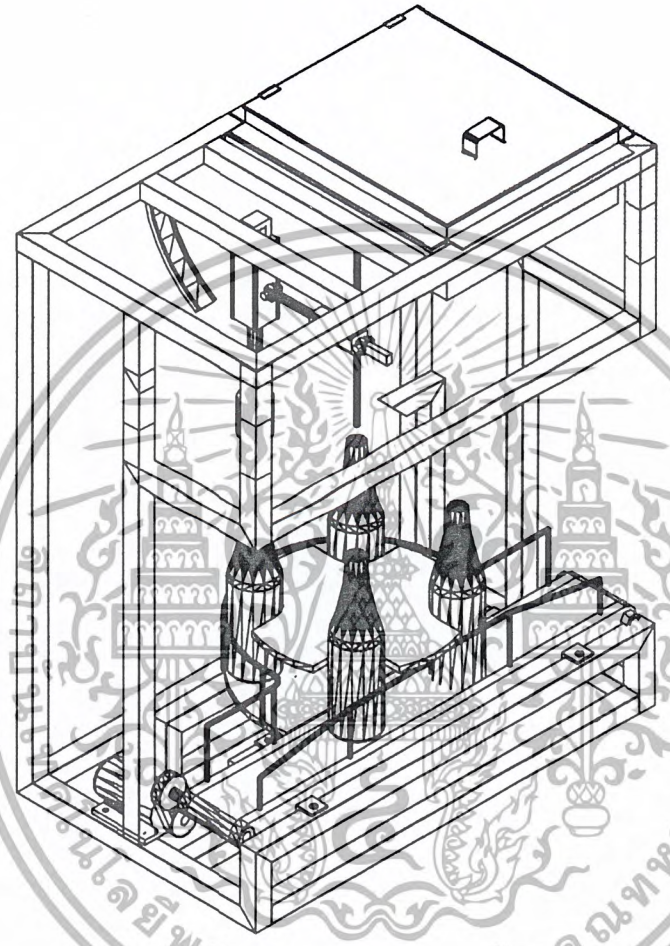
1. ปานเพชร ชินินทร , ขวัญชัย สินทรัพย์สมบูรณ์, นิวแมติกส์อุตสาหกรรม , หจก. เอช.เอ็น การพิมพ์ , 2535
2. พรจิต ปทุมสุวรรณ , การควบคุมนิวแมติกส์ กทม. , 2521
3. วิเชียร ธรรมสุจริต , สัมฤทธิ์ อัตโนรักษ์ , ระบบนิวแมติกส์ อุตสาหกรรมวงจรเบื้องต้น ,โรงพิมพ์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ , 2521
4. ผศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล , การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย – ญี่ปุ่น) , พิมพ์ครั้งที่ 5 , 2544
5. www.Google.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

แบบชิ้นส่วนของเครื่องบรรจุน้ำและปิดฝาแบบกึ่งอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



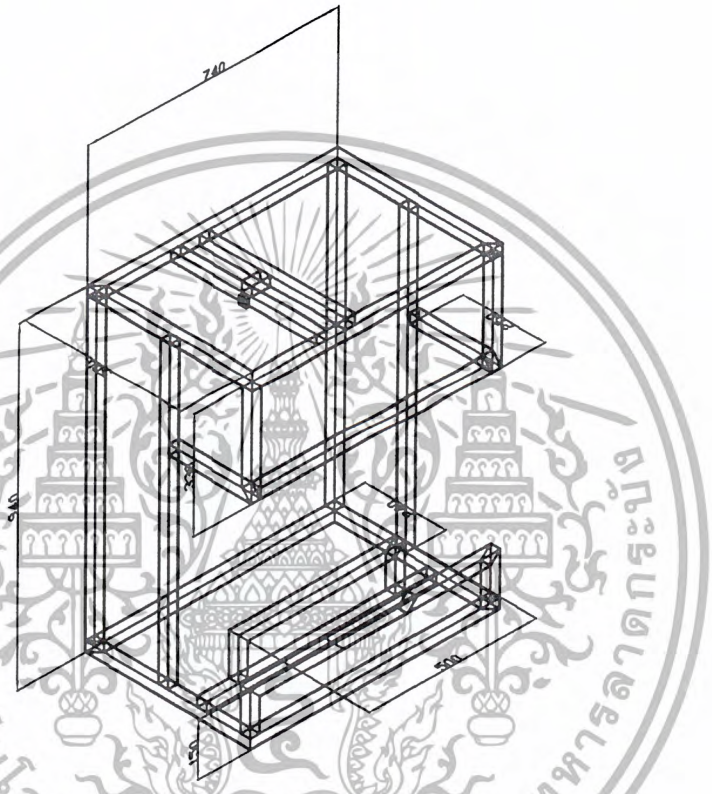
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
01	เครื่องบรรจุน้ำและปิดฝา	500x740x940		1	

Scale : 1:10	Drawn	ANUCHA
	Checked	PHOLCHAI
	Date	

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

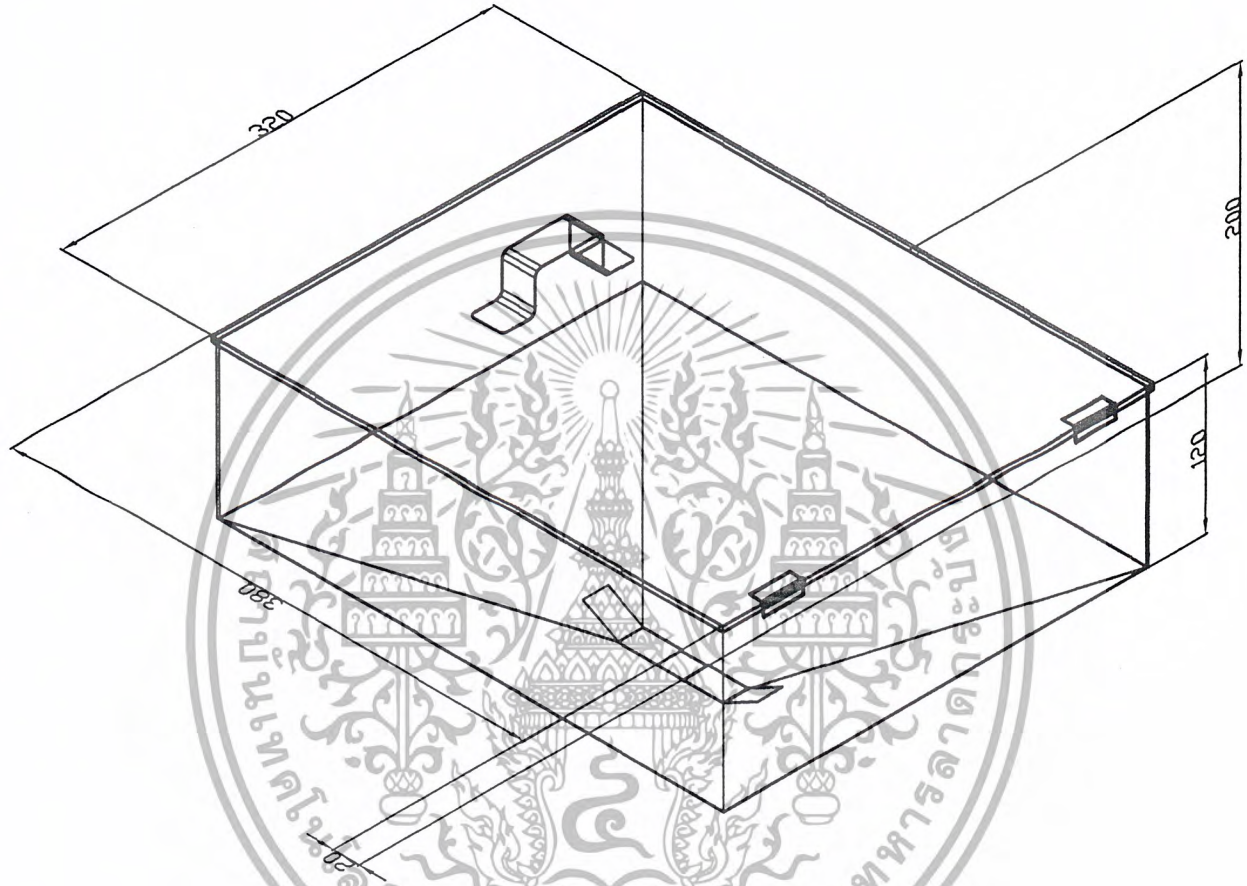
Drawing No.
001



สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
01	โครง	500×750×940	STANLESS	1	

Scale 1:16	Drawn	ANUCHA	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
	Checked	PHOLCHAI	
	Date		
			Drawing No. 001



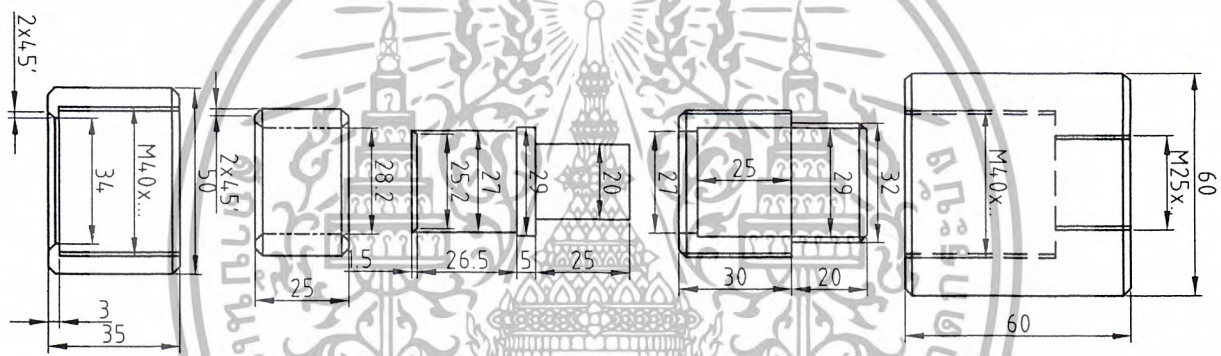
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
01	ถังน้ำ	320×380	AISI 304	1	

Scale 1:4	Drawn	ANUCHA
	Checked	PHOLCHAI
	Date	

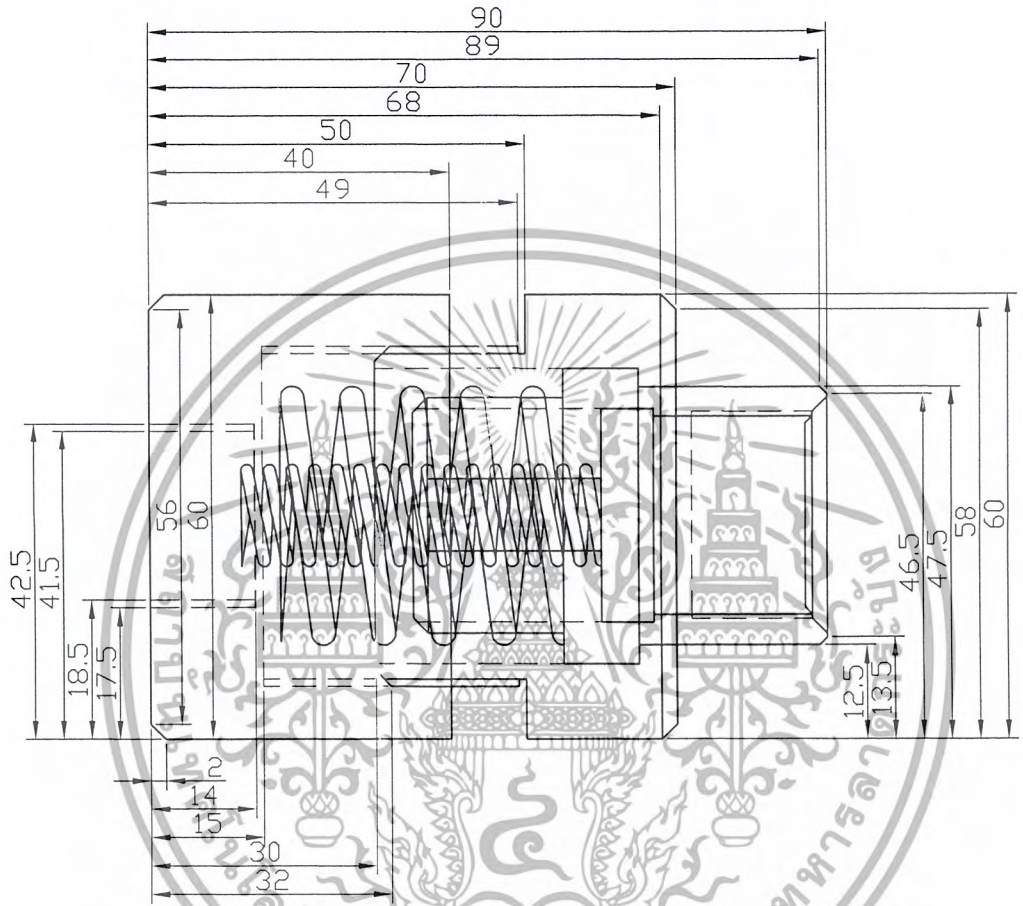
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Drawing No. 001



01	รถหัวลาก		STANLESS	1	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.

Scale : 1:2	Drawn. ANUCHA	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
	Checked PHOLCHAI	
	Date	
		Drawing No. 001



01	[illegible]	ø60X90	STANLESS	1	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.

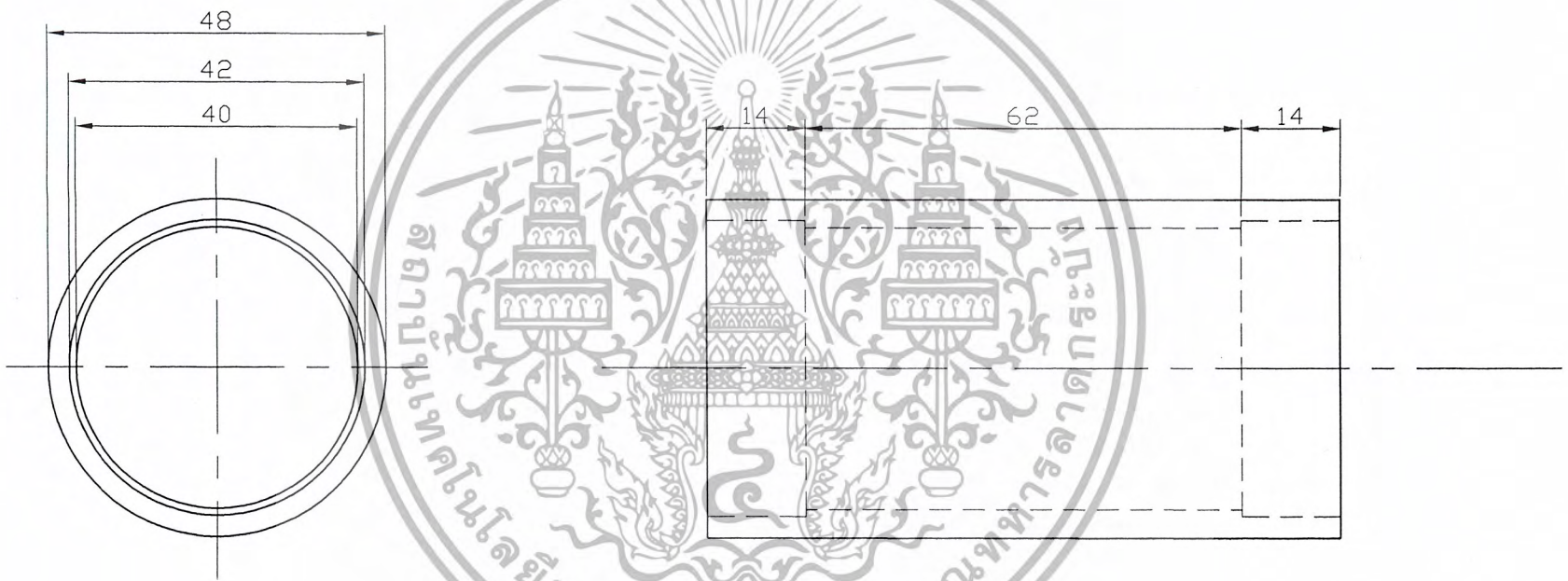
Scale : 1:1	Drawn	ANUCHA	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
	Checked	PHOLCHAI	
	Date		
			Drawing No. 001

01	[illegible]	15X52.5X751	AISI 304	2	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.

Scale 1:1	Drawn	ANUCHA
	Checked	PHOLCHAI
	Date	

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

Drawing No. 001



01	โรงกลึงชาย	ø48X90	STANLESS	1	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.

Scale : 1:1	Drawn	ANUCHA	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
	Checked	PHOLCHAI	
	Date		
			Drawing No. 001

01	จานเพาะเชื้อ	ø300X10	ALUMINIUM	1	
Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.

Scale : 1:4	Drawn	ANUCHA	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
	Checked	PHOLCHAI	
	Date		
			Drawing No. 001

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

Pos.	Part Name and Remark	Dimension	Material	Req.	Drawing No.
01	เพลาประกอบคานรับสายพาน	ø19x141	AISI 304	1	

Scale 1:1	Drawn	ANUCHA	King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
	Checked	PHOLCHAI	
	Date		
			Drawing No. 001