



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การแก้ไขปรับปรุง เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500

Modification Automatic paper cutter, Megtec Model D500

โดย

นาย สราวุธ สีทำบุญ 5405800001

นาย เกล้า วัฒนวิทย์กรรม 5605800001

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของภาควิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2560



รายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

การแก้ไขปรับปรุง เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500

Modification Automatic paper cutter, Megtec Model D500

โดย

นาย ศราวุธ สีทำบุญ 5405800001

นาย เกล้า วัฒนวิทย์กรรม 5605800001

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของภาควิชาสหกิจศึกษา

ภาควิชาวิศวกรรมการพิมพ์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ภาคเรียนที่ 1 ปี การศึกษา 2560

หัวข้อโครงการ การแก้ไขปรับปรุง เครื่องตัดกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500

Project title Modification Automatic paper cutter, Megtec Model D500

รายชื่อผู้จัดทำ นาย ศราวุธ สีท่าบุญ 5405800001

นาย เกล้า วัฒนวิทย์กรรม 5605800001

ภาควิชา วิศวกรรมการพิมพ์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์พิทักษ์พงษ์ บุญประสม

อนุมัติให้โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการปฏิบัติงานสหกิจศึกษาภาควิชา วิศวกรรมการพิมพ์ สถาบันวิศวกรรมการพิมพ์ ประจำภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2560



..... ผู้ช่วยอธิการบดีและผู้อำนวยการ
(ผ.ศ. ดร. มารุจ ลิ้มปะวัฒน์) การสำนักสหกิจศึกษา

ชื่อโครงการ : การแก้ไขปรับปรุง เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500
ผู้จัดทำ : นายศราวุธ สีทาบุญ 5405800001
นายเกล้า วัฒนวิทย์กรรม 5605800001
อาจารย์ที่ปรึกษา : อาจารย์พิทักษ์พงษ์ บุญประสม
ระดับการศึกษา : ปริญญาตรี
สาขาวิชา : วิศวกรรมกราฟิมพ์
คณะ : วิศวกรรมศาสตร์
ภาคการศึกษา/ปีการศึกษา : 1/2560

บทคัดย่อ

บริษัท ไทยร่มเกล้า จำกัด เป็นบริษัทที่ผลิตและจัดจำหน่ายสิ่งพิมพ์ที่เป็นที่รู้จักอย่างแพร่หลาย ในด้านการพิมพ์หนังสือเรียนและแบบเรียนต่างๆ มาเป็นเวลานาน จากการปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษาของ มหาวิทยาลัยสยาม สาขา วิชาวิศวกรรมกราฟิมพ์ การดำเนินงานภายในบริษัท มีการวางแผนทานุบำรุงรักษาเครื่องจักรทางการพิมพ์ซึ่งควบคุมและดูแลโดยแผนกซ่อมบำรุงรักษาของบริษัท และได้มีการมอบหมายให้มีการแก้ไขปรับปรุง เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500 ให้กลับมาใช้งานได้ตามปกติ

คำสำคัญ : ปรับปรุง, เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500

Project Title : Modification Automatic Paper Cutter, Megtec Model D500
By : Mr.Saravuth Sithaboon 5405800001
Mr.Klao Wathanavikan 5605800001
Advisor : Mr.Pitagpong Boonprasom
Degree : Bachelor of Engineering
Major : Printing Engineering
Faculty : Engineering

Semester/Academic year : 1/2017

Abstract

Thai Romklao Co., Ltd. is a company that produces and distributes well-known publications. In the field of printing books and classes. From the operation of the cooperative program of Siam University, Faculty of Printing Engineering, it was found that the maintenance of the printing machinery was controlled and supervised by the maintenance department. It improved the automatic paper cutter Megtec Brand D500 Model to normal operation.

Keywords : Repairable, Megtec Automatic Paper Cutter D500, Modification

Approved by

.....

จดหมายนำส่งรายงาน

วันที่ 24 เดือน มกราคม พ.ศ. 2561

เรื่องขอส่งรายงานการปฏิบัติงานสหกิจศึกษา

เรียนอาจารย์ที่ปรึกษาสหกิจศึกษาภาควิชาวิศวกรรมการพิมพ์

อาจารย์พิทักษ์พงษ์ บุญประสม

ตามที่คณะผู้จัดทำ นายศราวุธ สีท่าบุญ และนายเกล้า วัฒนวิทย์กรรม นักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมการพิมพ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ได้ไปปฏิบัติงานสหกิจศึกษาระหว่างวันที่ 21 สิงหาคม 2560 ถึงวันที่ 8 ธันวาคม 2560 ในตำแหน่งเจ้าหน้าที่เทคนิคซ่อมบำรุง ณ บริษัท ไทยร่วมเกล้า จำกัด และได้รับมอบหมายจาก พนักงานที่ปรึกษาให้ศึกษาและทำรายงานเรื่อง

“ การแก้ไขปรับปรุง เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติยี่ห้อ Megtec รุ่น D500 ”

บัดนี้การปฏิบัติงานสหกิจได้สิ้นสุดแล้ว คณะผู้จัดทำ จึงขอส่งรายงานดังกล่าวมาพร้อมกันนี้จำนวน 1 เล่มเพื่อขอรับคำปรึกษาต่อไป

จึงเรียนมาเพื่อโปรดพิจารณา

ขอแสดงความนับถือ

นายศราวุธ สีท่าบุญ

นายเกล้า วัฒนวิทย์กรรม

นักศึกษาสหกิจภาควิชาวิศวกรรมการพิมพ์

กิตติกรรมประกาศ

(Acknowledgement)

การที่คณะผู้จัดทำได้มาปฏิบัติงานในโครงการสหกิจศึกษา ณ บริษัท ไทยร่วมเกล้า จำกัด ตั้งแต่วันที่ 21 สิงหาคม 2560 ถึงวันที่ 8 ธันวาคม 2560 ส่งผลให้คณะผู้จัดทำได้รับความรู้และประสบการณ์ต่างๆ ที่มีค่ามากมายสำหรับรายงานสหกิจศึกษาระดับนี้สำเร็จลงได้ด้วยดีจากความร่วมมือและสนับสนุนจากหลายฝ่ายดังนี้

1. คุณ วรสิทธิ์ เทวอักษร กรรมการผู้จัดการ
2. คุณ สโรชา ทวีวงศ์สมบูรณ์ ผู้จัดการฝ่ายสำนักอำนวยการ
3. คุณ อำนาจ ชันทอง ผู้จัดการฝ่ายการพิมพ์
4. คุณ อุดลย์ ดิษฐเทศ หัวหน้าหน่วยซ่อมบำรุง
5. อ. พิทักษ์พงษ์ บุญประสม อาจารย์ที่ปรึกษา

และบุคคลท่านอื่นๆ ที่ไม่ได้กล่าวมาทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำช่วยเหลือในการจัดทำรายงาน

คณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณผู้ที่มีส่วนเกี่ยวข้องทุกท่านที่มีส่วนร่วมในการให้ข้อมูลและเป็นที่ปรึกษาในการทำรายงานฉบับนี้จนเสร็จสมบูรณ์ตลอดจนให้การดูแลและให้ความเข้าใจกับชีวิตของการทำงานจริงซึ่งคณะผู้จัดทำขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ด้วย

คณะผู้จัดทำ

นาย สราวุธ สีท่าบุญ

นาย เกล้า วัฒนวิทย์กรรม

มกราคม 2561

สารบัญ

	หน้า
จดหมายนำส่งรายงาน	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงการ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
1.4 ขอบเขตของโครงการ	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ระบบการพิมพ์ออฟเซต	3
2.1.1 หลักการพิมพ์แบบออฟเซต (Offset)	4
2.1.2 สิ่งพิมพ์ที่เหมาะสมกับ Offset	5
2.1.3 ข้อดีของการพิมพ์แบบออฟเซต (Offset)	5
2.1.4 เพลทพิมพ์ (Plate)	5
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับนิวเมติกส์	6
2.2.1 ระบบนิวเมติกส์	6
2.2.2 นิวเมติกส์	6
2.2.3 ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ	7
2.2.4 การใช้อากาศอัดเป็นตัวกลาง	7
2.2.5 ส่วนประกอบของระบบนิวเมติกส์	10
2.2.6 ข้อดีของลมอัด	11
2.2.7 ข้อเสียของลมอัด	11
2.2.8 หลักการเบื้องต้นทางด้านฟิสิกส์ของระบบนิวเมติกส์	11
2.2.9 ความดัน	12
2.2.10 แรง (Force)	13

สารบัญ

	หน้า
2.2.11 อุณหภูมิ (Temperature)	14
2.2.12 ความชื้น (Humidity)	14
2.2.14 เครื่องอัดอากาศ (Compressor)	15
2.2.15 ชนิดของเครื่องอัดอากาศ สามารถแบ่งออกเป็น 6 ชนิด	15
2.2.16 เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบ	15
2.2.17 เครื่องอัดอากาศชนิดไดอะแฟรม (Diaphragm Compressor)	16
2.2.18 เครื่องอัดอากาศชนิดสกรู (Screw Compressor)	16
2.2.19 เครื่องอัดอากาศชนิดใบพัดเลื่อน (Sliding vane rotary compressor)	17
2.2.20 เครื่องอัดอากาศชนิดใบพัดหมุน (Root Compressor)	18
2.2.21 เครื่องอัดอากาศชนิดกึ่งหันหรือกระแเสอากาศ	18
2.2.22 การควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ	19
2.2.23 การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ	20
2.2.24 ระบบทำความสะอาดลมอัด	20
2.2.25 การบำรุงรักษาชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด	21
2.2.26 อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวเมติกส์	22
2.2.27 กระบอกสูบทางเดียว (Single Acting Cylinder)	22
2.2.28 กระบอกสูบสองทาง (Double Acting Cylinder)	23
2.2.29 กระบอกสูบสองทางชนิดมีตัวกันกระแทก (Cushioned Cylinder)	23
2.3 ทฤษฎีเกี่ยวกับโซลินอยด์วาล์ว	25
2.3.1 วาล์วและอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม	25
2.3.2 วาล์วในระบบนิวเมติกส์	25
2.3.3 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด	25
2.3.4 สัญลักษณ์และการเรียกชื่อวาล์ว	25
2.3.5 การเลื่อนวาล์วควบคุม	29
2.3.6 การกำหนดให้อุปกรณ์หรือวิธีแสดงขั้นตอนการทำงานในวงจรนิวเมติกส์	35
2.3.6.1 การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวเลข	35
2.3.6.2 การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวอักษร	35

สารบัญ

	หน้า
3.1.2 วัสดุอุปกรณ์	53
3.1.3 เครื่องมือช่าง	54
3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน	55
3.2.1 สภาพเครื่องจักรก่อนการฟื้นฟู	55
3.2.2 ทำการตรวจสอบอุปกรณ์ระบบนิวแมติกส์ โซลินอยด์วาล์ว	56
3.2.3 ก่อนฟื้นฟูและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เบรก	58
3.2.4 ฟื้นฟูและการตรวจสอบการทำงานของ กระบอกไฮดรอลิก และหม้อลมเบรก	60
บทที่ 4 ขั้นตอนทดสอบผลการดำเนินงาน	68
4.1 ขั้นตอนการทดสอบ	68
4.2 ผลการดำเนินงาน	71
บทที่ 5 สรุปผลและเสนอแนะ	73
5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน	73
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ	73
5.3 ข้อเสนอแนะ	73
บรรณานุกรม	74
ภาคผนวก ก.	75
ประวัติผู้จัดทำ	

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบระบบนิวแมติกส์กับระบบไฮดรอลิก	9
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบระบบนิวแมติกส์กับระบบไฟฟ้า	9
ตารางที่ 2.3 การเขียนสัญลักษณ์แทนตำแหน่งวาล์ว	26
ตารางที่ 2.4 การกำหนดรหัสทางต่อลมวาล์วควบคุม	27
ตารางที่ 2.5 เส้นและหัวลูกศรที่เขียนเป็นสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง	27
ตารางที่ 2.6 (ต่อ) เส้นและหัวลูกศรที่เขียนเป็นสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง	28
ตารางที่ 2.6 (ต่อ) เส้นและหัวลูกศรที่เขียนเป็นสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง	29
ตารางที่ 2.7 การเลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้กล้ามเนื้อ	30
ตารางที่ 2.8 การเลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้กลไก	31
ตารางที่ 2.9 การเลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้ลมควบคุม	32
ตารางที่ 2.10 การเลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้ไฟฟ้า	33
ตารางที่ 2.11 การเลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้วิธีแบบผสม	34
ตารางที่ 3.1 ตารางการซ่อมบำรุงและตรวจสอบ	66
ตารางที่ 3.2 ระยะเวลาในการดำเนินงาน	67

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ขบวนการพิมพ์ web-offset Blanket to Blanket	3
รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของการพิมพ์ระบบออฟเซต	4
รูปที่ 2.3 ภาพประกอบคำอธิบายเกี่ยวกับความดัน	12
รูปที่ 2.4 เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบ (piston compressor)	16
รูปที่ 2.5 เครื่องอัดอากาศชนิดไดอะแฟรม (diaphragm compressor)	16
รูปที่ 2.6 เครื่องอัดอากาศชนิดสกรู (screw compressor)	17
รูปที่ 2.7 เครื่องอัดอากาศชนิดใบพัดเลื่อน(sliding vane rotary compressor)	17
รูปที่ 2.8 เครื่องอัดอากาศชนิดใบพัดหมุน (root compressor)	18
รูปที่ 2.9 เครื่องอัดอากาศชนิดกังหันหรือกระแสอากาศ (turbo compressor or flow compressor)	19
รูปที่ 2.10 โครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานทางเดียว	22
รูปที่ 2.11 โครงสร้างของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง	23
รูปที่ 2.12 กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทางมีอุปกรณ์ป้องกันการกระแทก	24
รูปที่ 2.13 แสดงตัวอย่างสัญลักษณ์ของวาล์ว	26
รูปที่ 2.14 มอเตอร์ไฮดรอลิก (Hydraulic Motor)	36
รูปที่ 2.15 กระบอกไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder)	37
รูปที่ 2.16 เปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ไฮดรอลิกและอุปกรณ์ทางกล	38
รูปที่ 2.17 การใช้งานระบบไฮดรอลิก	38
รูปที่ 2.18 อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบไฮดรอลิก	39
รูปที่ 2.19 เปรียบเทียบการควบคุมทางกลไกและไฮดรอลิก	39
รูปที่ 2.20 วาล์วปลดแรงดัน (Relief Valve)	40
รูปที่ 2.21 จุดต่อฟ่วงสำหรับใส่อุปกรณ์เพิ่ม	40
รูปที่ 2.22 แรงดันในระบบกระทำเท่ากันทุกทิศทาง	41
รูปที่ 2.23 แรงที่เกิดขึ้นในระบบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่กระบอกสูบ	41
รูปที่ 2.24 แสดงการไหลของของไหล	42
รูปที่ 2.25 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบต่างขนาด	42
รูปที่ 2.26 เปรียบเทียบระบบไฮดรอลิกกับร่างกายของเรา	43
รูปที่ 2.27 บี้มไฮดรอลิก	44
รูปที่ 2.28 เกียร์บี้ม (Gear Pump) แบบต่าง ๆ	45

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.29 ปัมแบบลูกสูบ (Displacement Volume Pump) แบบต่าง ๆ	45
รูปที่ 2.30 Cam Plate Pump	46
รูปที่ 2.31 ปัมแบบใบเวน (Vane Pump) แบบต่าง ๆ	47
รูปที่ 2.32 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Hydraulic Cylinder)	47
รูปที่ 2.33 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงมุมหรือหมุน (Hydraulic Motor)	47
รูปที่ 2.34 กระบอกลูกสูบแบบ Single Acting	48
รูปที่ 2.35 กระบอกลูกสูบแบบ Double Acting	48
รูปที่ 2.36 ส่วนประกอบหลักของกระบอกลูกสูบไฮดรอลิก	50
รูปที่ 2.37 มอเตอร์ไฮดรอลิกแบบต่าง ๆ	51
รูปที่ 2.38 ถังน้ำมันไฮดรอลิก	52
รูปที่ 3.1 สภาพเครื่องจักร ก่อนการฟื้นฟู	55
รูปที่ 3.2 สภาพเครื่องจักร ก่อนการฟื้นฟู	55
รูปที่ 3.3 ตรวจสอบระบบลม โซลินอยด์วาล์ว และข้อต่อสายลมต่างๆ	56
รูปที่ 3.4 หลังจากถอดโซลินอยด์ วาล์วของเดิมออก	56
รูปที่ 3.5 กำลังทำการเปลี่ยนโซลินอยด์วาล์ว ใหม่เข้าไป	57
รูปที่ 3.6 หลังจากทำการเปลี่ยนโซลินอยด์วาล์ว ใหม่ยกชุด	57
รูปที่ 3.7 ก่อนฟื้นฟูระบบเบรก ผ้าเบรกและจานเบรก	58
รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการถอดและเปลี่ยนจานเบรกใหม่	58
รูปที่ 3.9 หลังจากถอดผ้าเบรกของเดิมออก	59
รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการเปิดครอบผ้าเบรก เพื่อที่จะใส่ผ้าเบรก	59
รูปที่ 3.11 ก่อนถอดกระบอกลูกสูบไฮดรอลิกส์ และตรวจสอบ	60
รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการอัดน้ำมันไฮดรอลิกส์	60
รูปที่ 3.13 ก่อนการฟื้นฟูหม้อลมเบรก	61
รูปที่ 3.14 ไคอะแฟมของหม้อลมเบรกที่รั่ว ที่ถอดออกมาแล้ว	61
รูปที่ 3.15 ประกอบไคอะแฟมใส่ในหม้อลมเบรกเสร็จแล้ว เตรียมใส่กลับเครื่องอย่างเดิม	62
รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการปรับตั้งเบรกตรง หม้อลมเบรก	62
รูปที่ 3.17 ตรวจสอบกระปุกลมเบรก และเช็คสายลมของกระปุกเบรก	63
รูปที่ 3.18 ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเบรกให้ครบและปิดฝาครอบ	63

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 3.19 ตรวจสอบเช็คเช็คปั๊มกด	64
รูปที่ 3.20 ตรวจสอบเช็คแม่กเนติก	64
รูปที่ 3.21 ทำการแก้ไขปรับปรุงเครื่องตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500 เสร็จสิ้น	65
รูปที่ 4.1 ทดสอบสวิทช์ต่างๆ	68
รูปที่ 4.2 ขึ้นกระดาศ เครื่องตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ	68
รูปที่ 4.3 ทดสอบกด ขึ้น-ลง เครื่องตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ	69
รูปที่ 4.4 ร้อยกระดาศจากเครื่องตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ	69
รูปที่ 4.5 ทดสอบปล่อยกระดาศจากเครื่องตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ	70
รูปที่ 4.6 กำลังทำการตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ	70
รูปที่ 4.7 ตัดต่อกระดาศอัตโนมัติเสร็จสมบูรณ์	71
รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบงานพิมพ์ก่อนการแก้ไขปรับปรุง	72
รูปที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบงานพิมพ์หลังการแก้ไขปรับปรุง	72



บทที่ 1

บทนำ

- 1.1 ความเป็นมาของโครงการ
- 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ
- 1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ
- 1.4 ขอบเขตของโครงการ

1.1 ความเป็นมาของโครงการ

จากการฝึกปฏิบัติงานสหกิจศึกษาตามโครงการสหกิจศึกษาของสถาบันวิศวกรรมการพิมพ์ มหาวิทยาลัยสยาม คณะนักศึกษาได้ไปอยู่แผนกหน่วยซ่อมบำรุง ตำแหน่งเจ้าหน้าที่ซ่อมบำรุง เครื่องจักรภายในโรงงาน ทำหน้าที่ซ่อมบำรุงและปรับปรุงแก้ไข เครื่องจักรทางการพิมพ์ และ ฟื้นฟูเครื่องจักรต่างๆ ที่ทาง บริษัท ไทยรมเกล้า จำกัด ซึ่งเป็นบริษัทที่พิมพ์สื่อสิ่งพิมพ์ ประเภทแบบเรียนหนังสือเรียน ด้วยระบบเว็บออฟเซต และ ซีตออฟเซต จากการปฏิบัติงานพบปัญหาว่า เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500 ได้ใช้งานมาเป็นเวลานาน จึงเกิดการชำรุด และเสียหาย ทางบริษัทจึงมอบหมายให้นักศึกษา ทำโครงการฟื้นฟู เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500 ให้ใช้งานได้สมบูรณ์ตามปกติ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของเครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500
2. เพื่อฟื้นฟูและปรับปรุงแก้ไข เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงการ

1. มีความรู้และความเข้าใจในระบบการทำงานของเครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ
2. สามารถเพิ่มความรู้และประสบการณ์ในการทำงานมากขึ้น

1.4 ขอบเขตของโครงการ

1. ซ่อมและปรับปรุงเครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500
2. ทดสอบระบบการทำงานของเครื่องตัดต่อกระดาษ อัตโนมัติ หลังจากฟื้นฟูเสร็จแล้ว

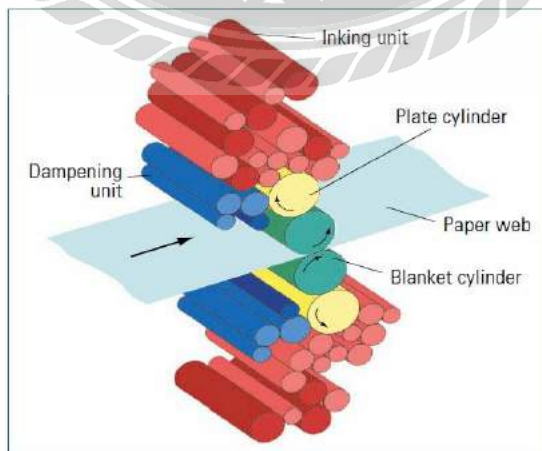


บทที่ 2

ทฤษฎีเกี่ยวข้อง

1.1. ระบบการพิมพ์ออฟเซต

“ การพิมพ์ offset “ ในปัจจุบันการพิมพ์ระบบออฟเซตเป็นมาตรฐานการพิมพ์ที่นิยมใช้กันทั่วไป เป็นการพิมพ์พื้นราบ มีต้นกำเนิดจากการพิมพ์ด้วยการค้นพบของ อลัวส์เซนเฟลเดอร์(Alois Senefelder) ด้วยการใช้น้ำมันเขียนลงบนแผ่นหินขัดเรียบ ใช้น้ำบางๆ หรือความเปียกชื้นลงไปคลุมพื้นที่ซึ่งไม่ต้องการให้เกิดภาพก่อน แล้วจึงคลึงหมึกตามลงไป น้ำมันที่เขียนเป็นภาพจะรับหมึกและผลึกคั่นน้ำ และน้ำก็ผลึกคั่นหมึกมิให้ปนกันเมื่อนำกระดาษไปทาบบและใช้น้ำหนักกดพิมพ์พอควร กระดาษนั้นจะรับและถ่ายโอนหมึกที่เป็นภาพจากแผ่นหิน ปัจจุบันการพิมพ์พื้นราบที่รู้จักกันในนามพิมพ์หินได้พัฒนาจากการใช้คนดึงแผ่นหินที่หนาและหนักกลับไปกลับมา เพื่อทำการพิมพ์ได้ชั่วโมงละไม่กี่แผ่นได้มีความเปลี่ยนแปลงเป็นลำดับ จากการใช้แรงคนเป็นเครื่องจักร ใช้น้ำและจากเครื่องจักร ใช้น้ำเป็นเครื่องยนต์พร้อมกับเปลี่ยนแปลงลักษณะของแผ่นภาพพิมพ์จากหินเป็นโลหะที่บางเบาสามารถโค้งโอบรอบไม้ได้และได้ใช้เป็นผืนผ้ายาง (rubber printing) กระดาษหรือวัสดุพิมพ์จะไม่สัมผัสกับแม่พิมพ์(plate cylinder)โดยตรง แต่จะอยู่ในระหว่างผืนผ้ายาง (blanket cylinder)กับหมึกพิมพ์ (impression cylinder) ชื่อของวิธีนี้ เคยเรียกเมื่อเริ่มแรกว่า " ลิโธกราฟี" (Lithography) อันเป็นภาษากรีก ที่มีความหมายว่าเขียนบนหิน ได้เปลี่ยนแปลงเพิ่มเติมคำว่า เซตออฟ (set-off) หรือ "ออฟเซต" (offset) ซึ่งหมายถึงการพิมพ์ได้รับหมึกจากแม่พิมพ์ไปหมดแต่ละแผ่น แล้วเตรียมรับหมึกพิมพ์ในแผ่นต่อไป ชื่อของวิธีพิมพ์นี้จึงเรียกว่า "ออฟเซตลิโธกราฟี"(offset lithography) ในปัจจุบันสามารถพิมพ์ลงบนวัสดุพิมพ์หลายชนิดไม่ว่าจะเป็นกระดาษผิวหยาบ พลาสติก ผ้าแพร หรือแผ่นโลหะ



รูปที่ 2.1 ขบวนการพิมพ์ web-offset Blanket to Blanket

2.1.1 หลักการพิมพ์แบบออฟเซต (Offset)

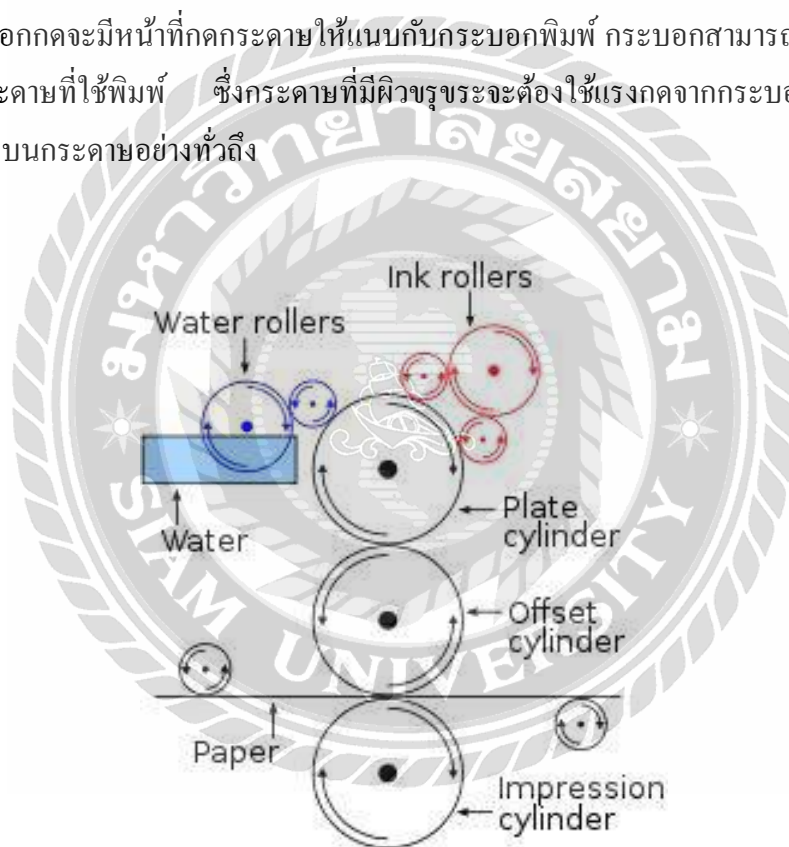
หลักการสำคัญคือน้ำและน้ำมันจะไม่ผสมเข้าด้วยกัน โดยเพลตที่ผลิตขึ้นจะอบด้วยน้ำยาเคมีที่ทำให้ตัวเพลตอมหมึกแต่ไม่อมน้ำ

ขั้นตอนแรก แผ่นเพลตจะถูกม้วนกับกระบอกลูกเพลตที่หมุนได้ ซึ่งจะหมุนไปรับน้ำหมึกก่อน

ขั้นตอนที่สอง หมึกจะถูกส่งต่อไปยังกระบอกลูกพิมพ์ที่มีลักษณะเป็นยาง

ขั้นตอนที่สาม กระบอกลูกพิมพ์จะส่งน้ำหมึกลงไปบนกระดาษที่ป้อนเข้ามา

และสุดท้ายกระบอกลูกจะมีหน้าที่กดกระดาษให้แนบกับกระบอกลูกพิมพ์ กระบอกลูกสามารถปรับแรงกดได้ตามความหนาของกระดาษที่ใช้พิมพ์ ซึ่งกระดาษที่มีผิวขรุขระจะต้องใช้แรงกดจากกระบอกลูกมากเป็นพิเศษ เพื่อให้สีติดลงบนกระดาษอย่างทั่วถึง



รูปที่ 2.2 องค์ประกอบของการพิมพ์ระบบออฟเซต

2.1.2 สิ่งพิมพ์ที่เหมาะสมกับ offset

ระบบออฟเซต เป็นระบบการพิมพ์ที่ใช้กันมากที่สุดในโลกในปัจจุบันเพราะให้งานพิมพ์ที่สวยงามมีความคล่องตัวในการจัดอาร์ตเวิร์ค และไม่ว่าจะออกแบบอย่างไรการพิมพ์ก็ไม่ยุ่งยากมากเกินไป ประกอบกับ ความก้าวหน้าในการทำฟิล์มและการแยกสีในปัจจุบัน ทำให้ยังพิมพ์จำนวนมากเท่าไรก็จะยังถูกลง สิ่งพิมพ์ที่จะพิมพ์ด้วยระบบออฟเซตควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

สิ่งพิมพ์ที่เหมาะสมกับการพิมพ์ Offset

1. มีจำนวนพิมพ์ตั้งแต่ 3,000 ชุด ขึ้นไป
2. มีภาพประกอบหรืองานประเภทกราฟมาก
3. ต้องการความรวดเร็วในการจัดพิมพ์
4. ต้องการความประหยัด สวยงาม
5. เป็นการพิมพ์ หลายสี หรือภาพ ลี่สีที่ต้องการความสวยงามมากๆ
6. มีงานอาร์ตเวิร์คที่มีความยุ่งยากสลับซับซ้อนมาก
7. มีงบประมาณในการจัดพิมพ์เพียงพอ

2.1.3 ข้อดีของการพิมพ์แบบออฟเซต (Offset)

- มีคุณภาพการพิมพ์สูง เนื่องจากมีความละเอียดของเม็ดสกรีนถึง 175-200 เส้น/นิ้ว เหมาะกับงานที่ภาพที่สลับซับซ้อน และตัวหนังสือที่มีขนาดเล็กมาก
- สามารถพิมพ์ได้บนเกือบทุกพื้นผิว และยังสามารถพิมพ์ได้ที่ความหนาตั้งแต่ 55-600 แกรม
- พิมพ์งานปริมาณมากด้วยเวลาอันรวดเร็ว เพราะเครื่องออฟเซตมีความเร็วในการพิมพ์ถึง 160 แผ่น/นาที
- ค่าใช้จ่ายในการพิมพ์ลดลง เมื่อจำนวนสิ่งพิมพ์เพิ่มขึ้น

2.1.4. เพลตพิมพ์ (Plate)

เพลตพิมพ์จะถูกอัดแยกสีมาแต่ละเพลตโดยใช้หลักการแยกสีแบบ CMYK การพิมพ์งานสี่สีจึงต้องใช้แผ่นเพลตจำนวน 4 เพลตในการพิมพ์ และยังมีเพลตพิเศษเพื่อรับหน้าที่พิมพ์สีพิเศษโดยเฉพาะ เช่น สีทอง สีเงิน สีสะท้อนแสง และสีแพนโทน เป็นต้น

2.2. ทฤษฎีเกี่ยวกับนิวแมติกส์

2.2.1. ระบบนิวแมติกส์ หมายถึง ระบบทำงานโดยใช้อากาศเป็นตัวส่งกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ทำงานของเครื่องจักรต่างๆ เช่น กระบอกลูกสูบ หรือมอเตอร์ลม เป็นต้น

2.2.2. นิวแมติกส์ (pneumatic) มาจากคำว่า นิวมา (pneuma) เป็นภาษากรีกโบราณ หมายถึง ลมหรือลมหายใจ ทางปรัชญา หมายถึง วิญญาณ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับลมและลมที่เคลื่อนที่ ลมอัดจึงเป็นพลังงานเก่าแก่ที่มนุษย์รู้จักนำมาใช้ประโยชน์เป็นเวลาหลายพันปีมาแล้ว

ประมาณ 3,000 ปี ก่อนคริสต์ศักราช มนุษย์ได้รู้จักวิธีการถลุงแร่ ทองคำ ทองแดง ดีบุก และใช้ลูกสูบเป่าไฟในการช่วยถลุงแร่ ต่อมาทฤษฎี (Ktesibios) ชาวกรีกโบราณได้สร้างปืนใหญ่โดยใช้ลมอัดเป็นตัวส่งกำลังเมื่อ 2,000 กว่าปีมาแล้ว และคนป่าได้ใช้ลมอัดเป่าลูกดอกจากกระบอกลูกสูบสำหรับหาอาหารหรือป้องกันตัว

ในส่วนของพัฒนาทางอุตสาหกรรม มีการคิดค้นเครื่องมือใช้ลมอัดเป็นตัวส่งกำลัง เช่น การทำเหมืองแร่ การเจาะอุโมงค์ การสร้างทางรถไฟ ก่อนปี ค.ศ. 1860 เจอร์เมน ซัมเมิลเลอร์ (Grmain Soommeiller) ได้ประดิษฐ์เครื่องเจาะหินสร้างอุโมงค์ที่เมาท์ซีนิส (Mt. Cenes) ประเทศสวิตเซอร์แลนด์

นอกจากนี้ปี ค.ศ. 1927 บริษัท มาสซิเนเฟบริค เอสลิงเจน (Maschinenfabrick Esslengen) ประเทศเยอรมนี ได้สร้างรถจักร ดีเซลที่ใช้นิวแมติกส์เป็นตัวส่งกำลัง โดยใช้มอเตอร์ชนิดดีเซลขับเคลื่อนไปยังกระบอกลูกสูบ 2 ตัวโดยผ่านตัวปรับความดันทำงานองเดียวกับแรงอัดของเครื่องไอน้ำ แต่มีปัญหายุ่งยากมากจึงไม่มีการสร้างรถจักรดีเซลชนิดนิวแมติกส์ ปัจจุบันรถจักรดีเซลจะทำงานโดยใช้ไฮดรอลิกเป็นตัวส่งกำลัง และยังมีเครื่องมือขนาดเล็กที่ใช้หลักการอัดลม เช่น ค้อนลม เครื่องไสไม้ สว่าน เครื่องขัดกระดาษทราย เครื่องเลื่อย เป็นต้น

การใช้เครื่องจักรแทนแรงคน ทำให้ลมอัดเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม โดยวิวัฒนาการจากการใช้ระบบการทำงานง่ายๆ แบบธรรมดาเป็นการทำงานโดยอัตโนมัติ เช่น เบรกลมของรถไฟ การจับยึดชิ้นงาน สายพานลำเลียง แขนกล (robot) และอื่นๆ

และใน ปัจจุบันได้ มีการนำลมอัดมาใช้สำหรับงานต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ได้แก่ งานการประกอบชิ้นส่วนในโรงงานอุตสาหกรรม งานการบรรจุหีบห่อ งานด้านกระบวนการผลิตอาหาร งานเชื่อมโลหะ งานขนย้ายวัสดุที่มีน้ำหนักเบา งานพิมพ์ และงานอื่น ๆ อีกมากมาย

2.2.3. ลักษณะเฉพาะที่สำคัญ

ลักษณะเฉพาะที่สำคัญทางนิวแมติกส์สามารถนำมาเปรียบเทียบกับระบบไฮดรอลิกได้ดังต่อไปนี้

1. โดยทั่วไปวงจรนิวแมติกส์มีค่าความดันระหว่าง 4-7 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf-cm²) ซึ่งมีค่าน้อยกว่าความดันที่ใช้ในวงจรไฮดรอลิก ดังนั้น จึงเหมาะสำหรับงานเบา ๆ
2. แม้ว่ากำลังทางนิวแมติกส์จะมีประสิทธิภาพน้อยกว่ากำลังทางไฮดรอลิกในเรื่องการควบคุมความเร็วรอบหมุนและการหมุนระหว่างกลาง เพราะคุณสมบัติอัดตัวได้ง่ายของลม แต่พลังงานนิวแมติกส์สามารถเก็บไว้ได้ในถังเก็บ ในกรณีของการทำงานแบบเป็นช่วง อาจใช้เครื่องอัดอากาศที่มีความจุขนาดเล็กแล้วเก็บพลังงาน นิวแมติกส์ไว้ใช้งานหนักในระยะเวลาอันสั้น
3. ลมอัดมีค่าความต้านทานในการไหลน้อย จึงสามารถทำงานได้เร็วกว่ากำลังในระบบไฮดรอลิก
4. พลังงานในระบบนิวแมติกส์จะถูกส่งผ่านท่อเพื่อขับให้กลไกทำงานที่ความเร็วที่ต้องการได้อย่างอิสระโดยเครื่องควบคุมความเร็ว และที่แรงขับเคลื่อนที่ต้องการ โดยวาล์วควบคุมความดัน
5. ระบบไฮดรอลิกมักมีการรั่วไหลของน้ำมัน ซึ่งอาจจะทำให้เกิดไฟไหม้ และ/หรือ ทำให้เกิดสิ่งสกปรกขึ้น ในขณะที่ในระบบลมอัดไม่มีปัญหาดังกล่าวเกิดขึ้นถ้าวงจรถูกสร้างขึ้นอย่างถูกต้อง
6. ในโรงงานส่วนใหญ่ ลมอัดถูกนำมาใช้ประโยชน์สำหรับงานอื่นอยู่แล้ว แต่สำหรับระบบไฮดรอลิกจำเป็นต้องมีชุดต้นกำลัง (Power Unit)
7. ระบบไฮดรอลิกมีขอบเขตอุณหภูมิการทำงานต่ำ คือ ระหว่าง 60-70 องศาเซลเซียส เมื่อเปรียบเทียบกับระบบลมอัดแล้ว ระบบลมอัดมีความสามารถในการใช้งานโดยที่อุณหภูมิสูงถึง 160 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับ การเลือกอุปกรณ์การทำงานที่เหมาะสม

2.2.4. การใช้อากาศอัดเป็นตัวกลาง

เนื่องจากระบบอัตโนมัติ โดยเฉพาะในระบบอัตโนมัติเล็ก ๆ มีปัญหาบางอย่างทำให้พบว่าไม่มีตัวกลางการทำงานใดที่สามารถนำมาใช้ได้ง่ายกว่าและประหยัดกว่าระบบนิวแมติกส์ดังนั้นข้อดี ของระบบนี้อาจแบ่งหัวข้อได้ดังต่อไปนี้

1. อากาศมีปริมาณที่ไม่จำกัดในทุก ๆ แห่ง
2. อากาศอัดสามารถส่งผ่านไปตามท่อได้ง่าย แม้ว่าจะมีระยะทางไกลก็ตาม
3. อากาศอัดสามารถกักเก็บไว้ได้
4. อากาศอัดไม่มีความจำเป็นจะต้องส่งกลับมา สามารถระบายทิ้งไปในบรรยากาศได้หลังจากการใช้งานแล้ว

5. อากาศอัดไม่มีความรู้สึกไวต่อความเบี่ยงเบนของอุณหภูมิ ซึ่งทำให้การทำงานมีความแน่นอนสูง แม้ว่าจะอยู่ในสภาวะ อุณหภูมิสูงมาก ๆ ก็ตาม
6. อากาศอัดไม่เกิดการระเบิดง่าย ดังนั้นจึงไม่มีความจำเป็นต้องมีอุปกรณ์พิเศษราคาแพงอื่น ๆ เพื่อใช้ป้องกันการระเบิด
7. อากาศมีความสะอาดในระดับหนึ่ง ซึ่งมีความสำคัญมาก โดยเฉพาะในกรณีอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับอาหาร การทอผ้า ฝ้ายขนสัตว์ และเครื่องหนัง
8. ชิ้นส่วนของการทำงานสำหรับอากาศอัดเป็นแบบง่าย ๆ และมีราคาถูกในการสร้าง
9. อากาศอัดมีความเร็วสูง ดังนั้นอัตราความเร็วของการทำงานจะสูงด้วย
10. ความเร็วและแรงของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ สามารถปรับแต่งได้ตามต้องการ
11. เครื่องมือและอุปกรณ์ทำงานระบบนิวแมติกส์ สามารถป้องกันงานเกินกำลังได้
12. การเคลื่อนที่ในทางตรง สามารถทำงานได้โดยตรง

นอกจากข้อดีดังกล่าวมาแล้วนั้น ระบบที่ใช้อากาศอัดก็มีข้อเสียเช่นเดียวกัน ดังตัวอย่างดังต่อไปนี้

1. อากาศอัดเป็นตัวกลางที่ค่อนข้างแพงเมื่อเปรียบเทียบกับ การแปลงของพลังงานอื่นๆ (อย่างไรก็ตามจะ ถูกชดเชยจากราคาของอุปกรณ์ที่มีราคาถูกและเป็นแบบง่าย ๆ)
2. อากาศอัดต้องการสภาวะแวดล้อมที่ดี ต้องไม่มีฝุ่นหรือความชื้น
3. เป็นไปได้ยากที่จะได้ความเร็วของกระบอกสูบให้มีค่าคงที่สม่ำเสมอ
4. อากาศอัดจะประหยัดเฉพาะที่ใช้แรงขยายถึงจุดหนึ่งเท่านั้น โดยปกติแล้วใช้ความดันที่ 600 kPa (6bar) ข้อจำกัดของแรงอยู่ที่ประมาณ 20,000-30,000 นิวตัน ขึ้นอยู่กับความเร็วและระยะทางที่ทำงาน ถ้าต้องการแรงมากกว่านี้ควรใช้ระบบไฮดรอลิก
5. การระบายออกของอากาศมีเสียงดัง (ปัจจุบันมีทางแก้ไขคือ ใช้อุปกรณ์เก็บเสียง (silencer))
6. ละอองของน้ำมันผสมกับอากาศ ที่ใช้สำหรับหล่อลื่นในระบบนิวแมติกส์จะถูกระบายออกสู่บรรยากาศทำให้เกิดมลภาวะ (ปัจจุบันสามารถหลีกเลี่ยงได้ โดยใช้อุปกรณ์ชนิดที่ไม่ต้องการสารหล่อลื่น (non-lubricated)

ตารางที่ 2.1 เปรียบเทียบระบบนิวแมติกส์กับระบบไฮดรอลิก

ระบบนิวแมติกส์	ระบบไฮดรอลิก
1. ความดันใช้งานประมาณ 6 บาร์ (bar) ไม่เกิน 10 บาร์ (bar) ถ่ายทอดกำลังงานได้น้อย	1. ความดันใช้งาน 60 บาร์ (bar) ถ่ายทอดกำลังงานได้มาก
2. ลมอัดมีการยุบตัวเมื่อมีอุณหภูมิเปลี่ยนแปลงหรือถูกแรงกด ทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ	2. น้ำมันมีความหนาแน่นมากกว่า โอกาสยุบตัวมีน้อย
3. ลมอัดสะอาดไม่ต้องมีท่อไหลกลับ	3. อาจมีการรั่วไหลของน้ำมัน ทำให้เกิดอันตรายได้และมีท่อไหลกลับลงถัง
4. อุปกรณ์มีขนาดเล็ก ราคาถูก	4. อุปกรณ์มีขนาดใหญ่ ราคาแพง
5. ไม่เกิดอันตรายเมื่อเกิดอุบัติเหตุ เพราะลมอัดไม่ติดไฟและไม่ระเบิด	5. เมื่อเกิดอุบัติเหตุจากท่อแตกและเกิดอันตรายมากเพราะน้ำมันไฮดรอลิก ติดไฟได้
6. อุณหภูมิใช้งานสูง ประมาณ 160 องศาเซลเซียส	6. อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส
7. ต้องมีอุปกรณ์ช่วยผสมน้ำมันหล่อลื่น	7. อุปกรณ์หล่อลื่นด้วยตนเอง

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบระบบนิวแมติกส์กับระบบไฟฟ้า

หัวข้อเปรียบเทียบ	ระบบนิวแมติกส์	ระบบไฟฟ้า
ต้นกำลัง	เครื่องอัดอากาศหรือคอมเพรสเซอร์	เครื่องกำเนิดไฟฟ้า
อุปกรณ์ควบคุม	วาล์วควบคุมทิศทาง วาล์วปรับอัตราการไหล วาล์วควบคุมความดัน	สวิตช์ รีเลย์
อุปกรณ์ทำงาน	กระบอกสูบ มอเตอร์ลม	มอเตอร์ไฟฟ้า หลอดไฟ
อุปกรณ์ส่งกำลัง	ท่อลม	สายไฟ

2.2.5. ส่วนประกอบของระบบนิวแมติกส์

1. ต้นกำลัง คือ มอเตอร์หรือเครื่องยนต์
2. เครื่องอัดอากาศ (compressor) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแรงดัน (ลมอัด) ที่มีความดันสูง
3. เครื่องระบายความร้อนลมอัด (heat exchange) ทำหน้าที่ระบายความร้อนลมอัดก่อนนำไปใช้งาน เนื่องจากอากาศ ที่ถูกอัดให้มีความดันสูงจะทำให้อุณหภูมิอากาศสูงขึ้นตามไปด้วย
4. เครื่องกรองลมท่อส่งลมอัด (main air filter) ทำหน้าที่กรองลมอัดก่อนนำไปใช้งาน เนื่องจากอากาศมีความชื้นและ ฝุ่นละออง
5. ถังเก็บลมอัด ทำหน้าที่เก็บกักลมที่ทำการอัด และจ่ายลมออกด้วยความดันสม่ำเสมอ
6. เครื่องทำอากาศแห้ง (air dryer) ทำหน้าที่กำจัดความชื้นออกจากลมอัด ป้องกันการเกิดหยดน้ำกลั่นตัวในระบบซึ่งจะทำความเสียหายให้อุปกรณ์อื่นได้
7. อุปกรณ์กรองลม (air filter) ทำหน้าที่คล้ายเครื่องกรองลมท่อส่งลมอัด
8. ชุดควบคุมและปรับคุณภาพลมอัด (service unit) ติดตั้งใกล้กับอุปกรณ์ทำงานหรือเครื่องจักร เพื่อกรองความชื้น ปรับความดันของลมอัด และผสมน้ำมันหล่อลื่นก่อนใช้งาน ประกอบด้วย
 1. อุปกรณ์กรองลม (air filter) ทำหน้าที่กรองลมให้สะอาดและดักความชื้น
 2. อุปกรณ์ควบคุมความดันลมอัด (pressure regulating value) ทำหน้าที่รักษาความดันใช้งานให้อยู่คงที่ ถึงแม้ความดันต้นทางจะเปลี่ยนแปลง
 3. อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (oil lubricator) ทำหน้าที่ผสมน้ำมันหล่อลื่นให้กับลมอัด เพื่อป้องกันการเสียดสีของ อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่ในระบบ
9. อุปกรณ์ควบคุมทิศทางการลมอัด ได้แก่ วาล์วชนิดต่างๆ ทำหน้าที่เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่หรือเปลี่ยนทิศทางการทำงานของระบบ ประกอบด้วย
 1. วาล์วควบคุมทิศทาง ทำหน้าที่ควบคุมลูกสูบเคลื่อนที่เข้าหรือเคลื่อนที่ออก
 2. วาล์วปรับความเร็ว ทำหน้าที่ควบคุมลมอัดให้มีปริมาณมากน้อยตามต้องการ ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ช้า หรือ เร็ว ได้แก่ วาล์วปรับอัตราการไหลและวาล์วคายไอเสีย
10. อุปกรณ์ทำงาน (working element) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแรงดัน(ลมอัด)เป็นพลังงานกล ได้แก่ กระบอกสูบ มอเตอร์ลม
11. อุปกรณ์เก็บเสียงหรือตัวเก็บเสียง (air silencer) ทำหน้าที่กรองเสียงลมหรือเก็บเสียงลมอัดที่ออกจากชุดระบายลมทิ้งไม่มีเสียงดัง

2.2.6. ข้อดีของลมอัด

1. ลมอัดสะอาดและมีความปลอดภัย หากมีการรั่วก็ไม่เป็นอันตราย สามารถปล่อยสู่บรรยากาศได้โดยไม่มีผลเสียต่อ สิ่งแวดล้อมและไม่ก่อให้เกิดอันตราย
2. มีปริมาณไม่จำกัด
3. การเก็บลมอัดไว้ในถัง ทำให้สามารถใช้งานได้ตามต้องการและอุปกรณ์ทำงานได้อย่างต่อเนื่อง
4. ไม่เกิดการระเบิดหรือติดไฟกรณีมีการรั่วซึม ทำให้ไม่ต้องมีอุปกรณ์ป้องกันราคาแพง
5. อุณหภูมิใช้งานสูง
6. อุปกรณ์มีโครงสร้างง่าย ราคาถูก ทนทาน ซ่อมบำรุงรักษาง่าย
7. สามารถส่งถ่ายไคระยะทางไกลๆ ไม่ต้องมีท่อลมกลับสามารถปล่อยทิ้งได้เลยเมื่อใช้แล้ว
8. สามารถควบคุมความเร็ว ความดัน ด้วยอุปกรณ์ที่ง่ายและราคาถูก
9. สามารถใช้งานเกินกำลัง (over load) โดยอุปกรณ์ไม่เกิดความเสียหาย
10. ระบบสามารถทำให้อุปกรณ์ทำงาน(ลูกสูบ)สามารถเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูงได้ประมาณ 1-2 เมตร/วินาที หรือ 10 เมตร/วินาที สำหรับลูกสูบแบบพิเศษ

2.2.7. ข้อเสียของลมอัด

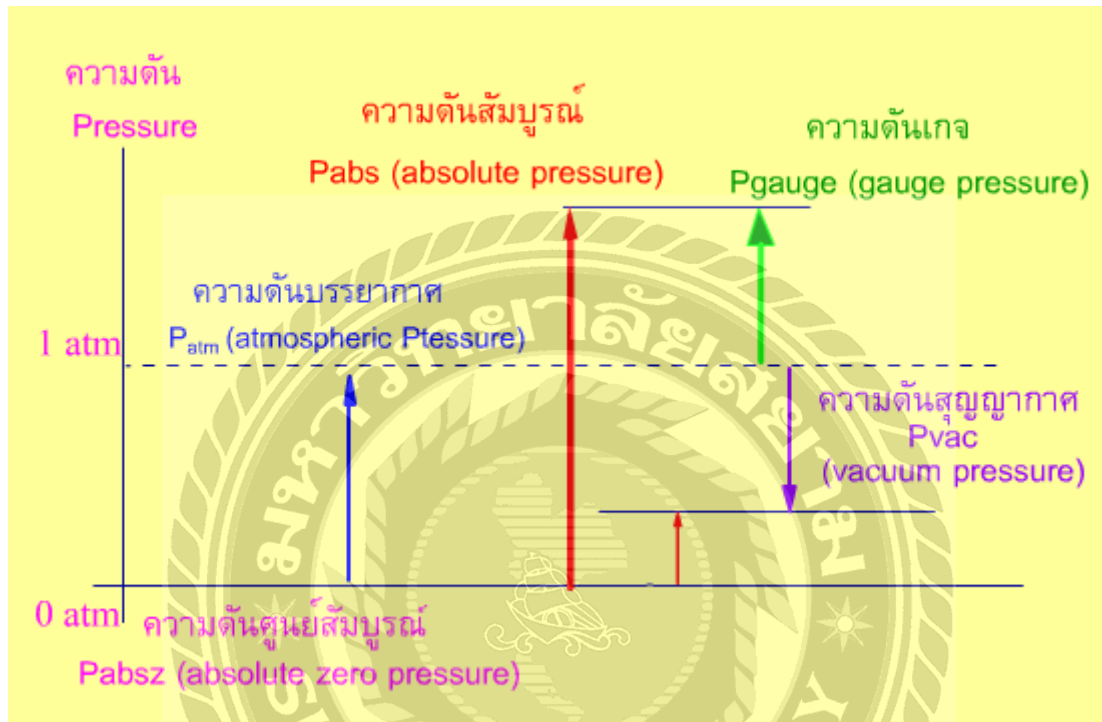
1. ลมอัดมีความชื้นและฝุ่นละออง จึงต้องมีอุปกรณ์กรองความชื้นและฝุ่นละอองก่อนนำไปใช้งาน
2. ลมอัดมีเสียงดังขณะระบายทิ้ง จึงต้องมีอุปกรณ์เก็บเสียง
3. ความดันของลมอัดเปลี่ยนแปลงตามอุณหภูมิ ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ
4. ลมอัดทำงานได้ที่ความดันจำกัด ประมาณ 7 bar หรือ ได้แรงในช่วง 20,000 - 30,000 นิวตัน
5. ลมอัดเป็นตัวกลางที่ราคาแพงเมื่อเปรียบเทียบกับระบบเปลี่ยนแปลงพลังงานอื่น ๆ แต่ก็ได้รับการชดเชยจากราคาของอุปกรณ์บางชิ้นที่มีราคาถูกและมีสมรรถนะ (จำนวนรอบของการทำงานที่สูงกว่า)

2.2.8. หลักการเบื้องต้นทางด้านฟิสิกส์ของระบบนิวแมติกส์

อากาศมีสถานะเป็นก๊าซ วัดที่ความดัน 1 บรรยากาศ (เชิงปริมาตร) ประกอบด้วยไนโตรเจน 78% ออกซิเจน 21% ที่เหลือเป็น 1% เป็นคาร์บอนไดออกไซด์ อาร์กอน ฮีเลียม คริปทอนและซีออน นอกจากนี้ยังมีความชื้นหรือไอน้ำผสมอยู่ประมาณ 1% โดยน้ำหนัก

2.2.9. ความดัน (pressure)

ความดัน หมายถึง แรงกดดันของบรรยากาศต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ เครื่องมือที่ใช้วัด ได้แก่ มานอ มิเตอร์ เกจวัดความดัน เป็นต้น หน่วยการวัดความดันมีหลายหน่วย เช่น นิวตันต่อตารางเมตร (N/m^2) (N/m^2) หรือปาสคาล (Pa) (Pa) ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (Ib/in^2) (Ib/in^2)



รูปที่ 2.3 ภาพประกอบคำอธิบายเกี่ยวกับความดัน

1. ความดันบรรยากาศ P_{atm} (atmospheric pressure) คือ ความดันสภาวะบรรยากาศปกติมีค่าเท่ากับ 1.013 บาร์ ($1.013 \times 10^5 \text{ N/m}^2$) ในระบบ SI และ 14.7 ปอนด์/ตารางนิ้ว (lb/in^2) ในระบบเมตริก

2. ความดันสัมบูรณ์ P_{abs} (absolute pressure) คือ ความดันจริงซึ่งอาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าความดันบรรยากาศ ขึ้นอยู่กับความดันที่เกจวัดได้ ความดันเกจมีค่าเป็นบวก (+) หากความดันขณะนั้นมากกว่าความดันบรรยากาศ และความดันเกจมีค่าเป็นลบ (-) หากความดันขณะนั้นน้อยกว่าความดันบรรยากาศ จะได้ว่า

$$\text{ความดันสัมบูรณ์ } P_{abs} = P_{atm} + P_{gauge}$$

3. ความดันเกจ P_{gauge} (gauge pressure) คือ ความดันที่อ่านได้จากเกจวัดความดัน ซึ่งมีความดันมากกว่าความดันบรรยากาศ โดยให้ความดันบรรยากาศเป็นความดันเริ่มต้นศูนย์ของความดันเกจ เท่ากับ $P_{gauge} = P_{abs} - P_{atm}$

4. ความดันสุญญากาศ P_{vac} (vacuum pressure) คือ ความดันที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศ (เกจวัดมีค่าเป็นลบ) แต่มากกว่าความดันศูนย์สัมบูรณ์

5. ความดันศูนย์สัมบูรณ์ P_{absz} (absolute zero pressure) คือ ความดันที่มีค่าเป็นศูนย์จริง คือ ไม่มี ความดันอยู่เลยถือว่าเป็นความดันสัมบูรณ์ต่ำสุด

2.2.10. แรง (force)

แรง หมายถึง การกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีกวัตถุหนึ่ง โดยพยายามให้วัตถุที่ถูกกระทำเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงนั้น แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ การบอกคุณลักษณะเฉพาะอย่างสมบูรณ์ของแรงต้องประกอบด้วย ขนาด ทิศทาง และจุดที่แรงกระทำจาก

$$\text{สูตร } \mathbf{F} = m\mathbf{a}$$

เมื่อ F = แรง มีหน่วยเป็น นิวตัน(N) หรือกิโลกรัมเมตร/วินาที² ($\text{kg}\cdot\text{m}/\text{sec}^2$)

m = มวลของวัตถุ มีหน่วยเป็น กิโลกรัม (kg)

a = ความเร่ง มีหน่วยเป็น เมตร/วินาที² (m/sec^2)

2.2.11. อุณหภูมิ (temperature)

อุณหภูมิ หมายถึง ระดับความร้อนที่มีอยู่ของสารในสภาวะต่างๆ เครื่องมือที่ใช้วัด คือ เทอร์โมมิเตอร์ มีหน่วยเป็น องศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) ($^{\circ}\text{C}$) และองศาเคลวิน ($^{\circ}\text{K}$) ($^{\circ}\text{K}$)

$$0 \text{ องศาเซลเซียส } (^{\circ}\text{C}) \text{ } (^{\circ}\text{C}) = 273 \text{ องศาเคลวิน } (^{\circ}\text{K}) \text{ } (^{\circ}\text{K})$$

$$\text{องศาเคลวิน } (^{\circ}\text{K}) \text{ } (^{\circ}\text{K}) = \text{องศาเซลเซียส } (^{\circ}\text{C}) \text{ } (^{\circ}\text{C}) + 273$$

2.2.12. ความชื้น (humidity)

1. ความชื้น หมายถึง จำนวนไอน้ำที่ปนอยู่ในอากาศและสามารถกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้ขึ้นอยู่กับความชื้นสัมพัทธ์และสภาวะอากาศ

2. ความชื้นสัมพัทธ์ (relative humidity) คือ ความสัมพันธ์ระหว่างความชื้นสัมบูรณ์ต่อปริมาณความอึดตัวของไอน้ำในอากาศ คิดเป็นเปอร์เซ็นต์ มีสูตรการคำนวณ ดังนี้

$$\text{relative, humidity} = \frac{\text{absolute, humidity} \times 100\%}{\text{saturate, quantity}}$$

$$\text{relative, humidity} = \frac{\text{absolute, humidity} \times 100\%}{\text{saturate, quantity}}$$

เมื่อ relative humidity คือ ความชื้นสัมพัทธ์

absolute humidity คือ ความชื้นสัมบูรณ์ มีหน่วยเป็น กรัม/เมตร³ (g/m^3)

saturate quantity คือ ปริมาณความอึดตัวของไอน้ำ มีหน่วยเป็น กรัม/เมตร³ (g/m^3)

3. ความชื้นสัมบูรณ์ (absolute humidity) คือ ปริมาณไอน้ำที่อยู่ขณะนั้น มีหน่วยเป็น กรัม/เมตร³ (g/m^3)

4. ปริมาณความอึดตัวของไอน้ำ (saturate quantity) คือ จำนวนไอน้ำที่อากาศสามารถรับไว้ได้จนถึงจุดอิ่มตัว มีหน่วยเป็น กรัม/เมตร³ (g/m^3)

2.2.14. เครื่องอัดอากาศ (compressor)

เครื่องอัดอากาศ คือ เครื่องจักรกลที่ทำหน้าที่อัดอากาศที่ดูดเข้ามาที่มีความดันปกติให้มีความดันสูงขึ้นแล้วเก็บไว้ในถังเก็บลมอัด เพื่อนำไปใช้งานโดยการจ่ายไปตามท่อลมให้กับเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ทำงานต่างๆต่อไป

2.2.15. ชนิดของเครื่องอัดอากาศสามารถแบ่งออกเป็น 6 ชนิด ได้แก่

1. เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบ (piston compressor)
2. เครื่องอัดอากาศชนิดไดอะแฟรม (diaphragm compressor)
3. เครื่องอัดอากาศชนิดสกรู (screw compressor)
4. เครื่องอัดอากาศชนิดใบพัดเลื่อน (sliding vane rotary compressor)
5. เครื่องอัดอากาศชนิดใบพัดหมุน (root compressor)
6. เครื่องอัดอากาศชนิดกังหันหรือกระแสอากาศ (turbo compressor or flow compressor)

2.2.16. เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบ (piston compressor)

เป็นชนิดที่นิยมใช้มากที่สุด สามารถอัดอากาศได้จาก 4-300 บาร์ มีราคาถูก ประสิทธิภาพดี ส่งลมได้ 2-500 ลูกบาศก์เมตร/นาที สามารถจำแนกชนิดตามจำนวนขั้นของการอัดอากาศได้อีก เช่น ชนิดลูกสูบอัดขั้นเดียว(single stage) ความดัน 4-10 บาร์ ชนิดลูกสูบอัดสองขั้น(double stage) ความดัน 15-30 บาร์ ชนิดลูกสูบอัดสามขั้น(triple stage or multistage) ความดัน 250 บาร์ขึ้นไปซึ่งเป็นแรงดันสูง ใช้ทั้งชนิดลูกสูบอัดสามขั้น ชนิดลูกสูบอัดสี่ขั้น(four stage) หรือชนิดลูกสูบอัดหลายขั้น(multi-stage)

เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบนั้นลมอัดจะมีอุณหภูมิสูงเนื่องจากลมโดนอัดให้มีความดันสูง จึงมีการลดอุณหภูมิของลมอัดด้วย มี 3 วิธี คือ

1. ระบายความร้อนตามธรรมชาติ โดยการทำให้ระบายความร้อนที่กระบอกสูบ
2. ระบายความร้อนโดยใช้พัดลมระบายความร้อนอยู่ภายนอกท่อ นิยมใช้กับเครื่องอัดอากาศที่มีขนาดใหญ่
3. ระบายความร้อนด้วยน้ำ โดยการให้ท่อน้ำอยู่ภายในท่อลมทำการแลกเปลี่ยนความร้อนโดยการให้น้ำพาความร้อนจากอากาศไป ถ่ายเทออกภายนอก



รูปที่ 2.4 เครื่องอัดอากาศชนิดลูกสูบ (piston compressor)

2.2.17. เครื่องอัดอากาศชนิดไดอะแฟรม (diaphragm compressor)

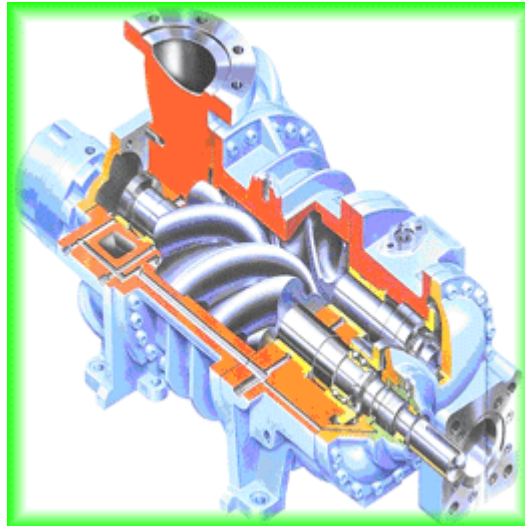
การทำงานคล้ายกับชนิดลูกสูบเพียงแต่ใช้แผ่นไดอะแฟรมในการดูดและอัดอากาศแทนการใช้ลูกสูบ



รูปที่ 2.5 เครื่องอัดอากาศชนิดไดอะแฟรม (diaphragm compressor)

2.2.18. เครื่องอัดอากาศชนิดสกรู (screw compressor)

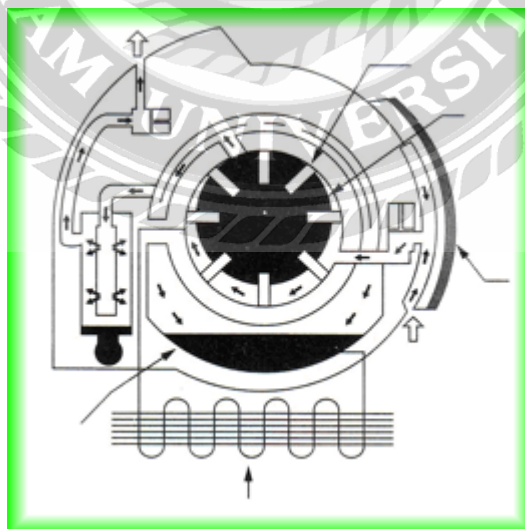
การทำงานใช้การหมุนขบกันของเพลลาที่มีลักษณะเป็นสกรู 2 เพลลา โดยตัวหนึ่งมีฟันเป็นเส้นนูน อีกตัวหนึ่งเป็นเส้นเว้า ฟันเพลลาหมุนขบเข้าหากันทำให้เกิดการอัดอากาศ



รูปที่ 2.6 เครื่องอัดอากาศชนิดสกรู (screw compressor)

2.2.19. เครื่องอัดอากาศชนิดใบพัดเลื่อน(sliding vane rotary compressor)

การทำงานใช้แรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางในการทำให้ใบพัดเลื่อนเกิดการเคลื่อนเข้าออกในร่องใบพัด โดยเมื่อเพลาลมวนจนใบพัดเลื่อนออกจากร่องเกิดห้องที่มีปริมาตรหนึ่งรับอากาศเข้ามาเต็มห้อง แล้วเพลาลมวนต่อจนใบพัดเลื่อนเข้าไปเรื่อยๆ ปริมาตรของห้องที่รับอากาศเล็กลงแต่ปริมาณอากาศเดิม อากาศจึงถูกอัดให้มีความดันสูงขึ้น เครื่องอัดอากาศชนิดนี้หมุนเรียบ ไม่มีเสียงดัง ผลิตรวมอัดได้สม่ำเสมอ ไม่ขาดเป็นห้วงๆ เหมือนชนิดลูกสูบ



รูปที่ 2.7 เครื่องอัดอากาศชนิดใบพัดเลื่อน(sliding vane rotary compressor)

2.2.20. เครื่องอัดอากาศชนิดใบพัดหมุน (root compressor)

การทำงานใช้การหมุนเข้าหากันของใบพัด 2 เพลลา โดยใบพัดทั้งสองเพลลาจะรับอากาศจากทางลมเข้าแล้วกวาดลมไปด้านทางลมออก แต่ปริมาตรด้านทางลมออกจะเท่ากับด้านทางลมเข้าไม่เกิดการอัดจากการลดปริมาตรเหมือนชนิดใบพัดเลื่อน แต่เกิดการอัดอากาศเนื่องจากการเพิ่มปริมาณอากาศให้กับด้านทางลมออกจนมีปริมาณและความดันที่มากพอที่เอาชนะความดันด้านทางลมออกที่มีอยู่แล้ว

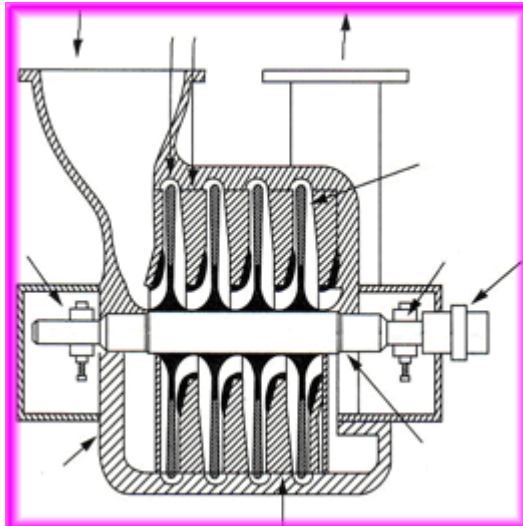


รูปที่ 2.8 เครื่องอัดอากาศชนิดใบพัดหมุน (root compressor)

2.2.21. เครื่องอัดอากาศชนิดกังหันหรือกระแสอากาศ (turbo compressor or flow compressor)

การทำงานอาศัยหลักการใช้กังหันในการเปลี่ยนความเร็วลม(พลังงานจลน์)เป็นลมอัด(พลังงานความดัน) มี 2 ชนิด ได้แก่

1. เครื่องอัดอากาศชนิดเรเดียลโฟลว์ หรือ เซนทริฟิวกัล (radial-flow or centrifugal compressor) อาศัยแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางในการทำให้อากาศเกิดความดัน
2. เครื่องอัดอากาศชนิดแอกเซียลโฟลว์ (axial-flow compressor)



รูปที่ 2.9 เครื่องอัดอากาศชนิดกังหันหรือกระแสอากาศ (turbo compressor or flow compressor)

2.2.22. การควบคุมและบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ

เนื่องจากถังเก็บลมไม่สามารถเก็บลมที่อัดไว้ได้ เพราะอาจเกิดอันตรายได้ จึงต้องมีการควบคุมการทำงานของเครื่องอัดอากาศและการจ่ายลมอัดให้มีความเหมาะสม

1. การควบคุมแบบ เปิด-ปิด (on-off or stop-start) คือ การใช้สวิทช์ความดันทำการต่อวงจรไฟฟ้าให้เครื่องอัดอากาศทำงานเมื่อความดันภายในถังลดลงน้อยกว่าความดันที่ตั้งไว้ และตัดวงจรไฟฟ้าให้เครื่องอัดอากาศหยุดทำงานเมื่อความดันภายในถังถึงหรือมากกว่าความดันที่ตั้งไว้ ใช้ควบคุมเครื่องอัดอากาศขนาดเล็ก

2. การควบคุมแบบอันโหลดดิ้งเรกูลชัน (unloading regulation) คือ หลักการทำงานคล้ายวิธีเปิด-ปิด แต่ไม่มีการตัดวงจรไฟฟ้าโดยมอเตอร์ยังคงทำงานปกติ คือ หมุนตัวเปล่า ใช้ในกรณีตั้งระดับความดันช่วงแคบๆ

2.1 การควบคุมวิธีระบายลมอัด (exhaust regulation) คือ การใช้ลมอัดไปดันวาล์ว 2/2 ให้ปล่อยแรงดันลมออกเมื่อแรงดันลมสูงกว่าแรงดันของสปริงวาล์วที่ตั้งไว้ เมื่อความดันต่ำลงแล้ววาล์ว 2/2 ก็ จะเลื่อนกลับตำแหน่งปิดด้วยแรงดันของสปริง

2.2 การควบคุมวิธีปิด (shut-off regulation) คือ การให้ลมอัดไปดันวาล์ว 3/2 ไว้เมื่อลมอัดสูงมากกว่าความดันสปริง วาล์ว 3/2 จะถูกเลื่อน ทำให้ลมอัดหมุนเวียนจากเครื่องอัดอากาศเข้าสู่ระบบผ่านวาล์ว 3/2 และเมื่อความดันต่ำลงวาล์ว 3/2 จะเลื่อนกลับตำแหน่งเดิม

2.2.23. การบำรุงรักษาเครื่องอัดอากาศ

1. ควรติดตั้งในบริเวณที่ไม่มีฝุ่นละออง แห้งและมีอุณหภูมิต่ำ เพราะอากาศที่เย็นจะได้ปริมาณลมอัดที่มาก
2. ติดตั้งชุดกรองอากาศด้านดูดเข้าและทำความสะอาดไส้กรองสม่ำเสมอ
3. ตรวจสอบระดับน้ำมันหล่อลื่นและเปลี่ยนถ่ายน้ำมันหล่อลื่นทุก 500 ชั่วโมงการทำงาน
4. ตรวจสอบหารอยรั่วตามข้อต่อต่างๆอย่างน้อยปีละครั้ง
5. ระบายน้ำในถังเก็บลมอัดหรือในท่อออกเมื่อเลิกงาน

2.2.24. ระบบทำความสะอาดลมอัด

เนื่องจากการมีความชื้นและละอองน้ำทำให้อุปกรณ์ภายในที่เป็นโลหะเกิดสนิม ฝุ่นละอองหรือเศษของแข็งทำให้อุปกรณ์ที่มีการเคลื่อนที่เกิดการเสียดสีและสึกหรอ และปัญหาอื่นอีกมากมายจึงจำเป็นต้องมีการทำความสะอาดลมอัดเพื่อยืดอายุของอุปกรณ์ทำงานด้วยอุปกรณ์ป้องกันดังนี้

1. เครื่องระบายความร้อน มี 2 ชนิด คือ
 - 1.1 เครื่องระบายความร้อนชนิดระบายความร้อนด้วยอากาศ คือ การให้ลมอัดไหลในท่อผ่านเครื่องระบายความร้อนซึ่งมีกริลและพัดลมเป่าอากาศ เมื่อลมอัดระบายความร้อนออกไอน้ำที่ปนอยู่จะกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ
 - 1.2 เครื่องระบายความร้อนชนิดระบายความร้อนด้วยน้ำ คือ การให้น้ำพาความร้อนออกจากลมอัด โดยให้ท่อน้ำอยู่ในท่อลมอัด
2. เครื่องทำอากาศแห้ง มี 3 ชนิด คือ
 - 2.1 เครื่องทำอากาศแห้งชนิดใช้สารดูดความชื้น (absorption drying) คือ การใช้แคลเซียมคลอไรด์ โซเดียมคลอไรด์หรือลิเทียมคลอไรด์ ดูดความชื้น ของเหลว เศษของแข็งเล็กๆและน้ำมัน ให้กลายเป็นสารละลาย แล้วระบายทิ้งด้านนอก
 - 2.2 เครื่องทำอากาศแห้งชนิดใช้สารดูดซับความชื้น (absorption drying) คือ การใช้ซิลิกาเจล (silica gel) แอกติเวตอะลูมินา (activated alumina) เป็นเม็ดเล็กๆมีรูพรุน เมื่อดูดซับความชื้นแล้วจะเปลี่ยนสีสามารถนำกลับมาใช้ใหม่ได้ สารดูดความชื้นบรรจุอยู่ในถัง 2 ถังโดยจะทำงานสลับกันตามเวลาที่ตั้งไว้โดยใช้ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าในการเปิดปิดวาล์ว
 - 2.3 เครื่องทำอากาศแห้งชนิดลดอุณหภูมิให้ต่ำ (low temperature drying) หรือชนิดใช้เครื่องทำความเย็น (drying by refrigeration) คือ การใช้เครื่องทำความเย็นแบบอัดไอ (compression) ในการทำให้อุณหภูมิลมอัดลดลง ให้ความชื้นที่ปนมากกลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

3. เครื่องกรองลมท่อส่งลมอัด (main filter) คือ ถังที่มีไส้กรองละเอียดประมาณ 0.01-3 ไมครอน ทำจากโลหะซินเทอร์ กระดาษไวโรโคลท ไหมเทียม หรือผ้า ทำหน้าที่กรองสิ่งสกปรกและความชื้นที่หลงเหลือหรือตกค้างในท่อส่งลมอัด

4. ชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด (service unit) ประกอบด้วย

4.1 อุปกรณ์กรองอากาศ (compressed air filter) ทำหน้าที่กรองฝุ่นละอองและสิ่งสกปรกต่างๆ ความชื้นหรือน้ำที่กลั่นตัวเป็นหยดน้ำ

4.2 อุปกรณ์ควบคุมความดัน (regulator) ทำหน้าที่ปรับความดันลมให้คงที่และเหมาะสมกับระบบ มี 2 แบบคือ

4.2.1 อุปกรณ์ควบคุมความดันชนิดไม่มีการระบายความดันออกสู่บรรยากาศ ทำงานโดยเมื่อความดันเกิน ไคอะแฟรมจะถูกดันให้ตั้งก้านวาล์วลงมาปิดทางลมเข้าและจะเปิดอีกที่เมื่อความดันลมทางออกเหลือน้อยจนไม่สามารถดันสปริงแผ่นไคอะแฟรมลงต่อไปได้

4.2.2 อุปกรณ์ควบคุมความดันชนิดไม่มีการระบายความดันออกสู่บรรยากาศ ทำงานโดยเมื่อความดันทางออกสูงมากจะดัน ไคอะแฟรมลง ทำให้เค็ยเปิดระบายลมตรงกลางแผ่นไคอะแฟรมให้เกิดการระบายลมอัดที่เกินออก และเมื่อแรงดันน้อยลงสปริงไคอะแฟรมจะดันให้ไคอะแฟรมเลื่อนขึ้นระบายจึงถูกปิดด้วยเค็ยตามเดิม

4.3 อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (compressed air lubricator) ทำการผสมน้ำมันโดยอาศัยหลักการความดันที่แตกต่างกันบริเวณคอขวด โดยน้ำมันหล่อลื่นที่ใช้เป็นประเภทเดียวกับน้ำมันไฮดรอลิก ความหนืด 2-4^oE อุณหภูมิ 20^oC หรือ SAE 10 ในโรงงานที่มีอุปกรณ์นิวแมติกส์จำนวนมากได้มีการติดตั้งอุปกรณ์ เติม น้ำมันหล่อลื่นแบบอัตโนมัติ โดยใช้ลูกกลอยในการควบคุมการป้อนน้ำมัน

4.4 เกจวัดความดัน (pressure gauge) ใช้วัดความดันในระบบนิวแมติกซึ่งมีความดันไม่เกิน 10 บาร์ เกจที่นิยมใช้ คือ บูร์ดอง เกจ (bour gauge)

2.2.25. การบำรุงรักษาชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด

1. อุปกรณ์กรองอากาศ

- ระบายน้ำในหลอดแก้วทุกวัน (กรณีระบายน้ำด้วยมือ)
- ทำความสะอาดไส้กรองตามกำหนดเวลา
- ล้างชิ้นส่วนพลาสติกด้วยน้ำยาทำความสะอาดพลาสติก

2. อุปกรณ์ควบคุมความดัน

- หมุนปรับตั้งความดันให้ถูกต้องทิศทาง ไม่ควรใช้เข็มหรือของแข็งบิดเกลียว

3. เกจวัดความดัน

- ค่อยๆหมุนวาล์วตั้งความดันให้เข็มค่อยๆขยับช้าๆเพื่อป้องกันเข็มเสียหายและยืดอายุการใช้งาน
- ไม่ตั้งความดันสูงกว่าที่ใช้งานจริง

4. อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น

- เติมน้ำมันหล่อลื่นในหลอดแก้วให้อยู่ในระดับที่ใช้งาน
- เปลี่ยนและตรวจสอบระบบเติมน้ำมันหล่อลื่น หากน้ำมันมีสีขาวขุ่น ขึ้น เนื่องจากมีสิ่งสกปรกปะปนในน้ำมัน

2.2.26. อุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์

อุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์ (Air Cylinders) ครอบคลุมที่ใช้กันมากในระบบนิวแมติกส์แบ่งออกได้ 2 ชนิด คือ ครอบคลุมชนิดทำงานทางเดียว (single acting air cylinder) และครอบคลุมชนิดทำงานสองทาง (double acting air cylinder)

2.2.27. ครอบคลุมทางเดียว (SINGLE ACTING CYLINDER)

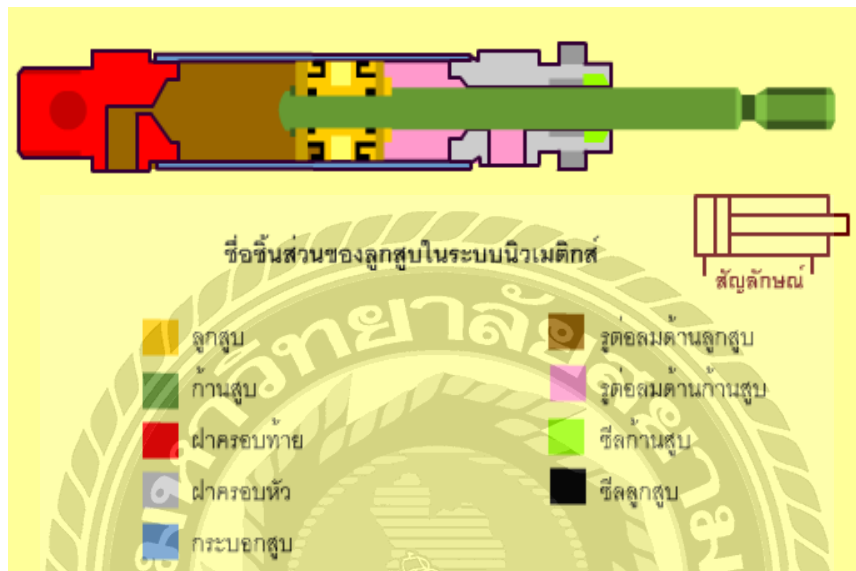
ครอบคลุมทางเดียวใช้แรงดันลมอัดกระทำกันสูบให้เคลื่อนที่เพียงด้านเดียว ส่วนการเคลื่อนที่กลับจะอาศัยแรงสปริง ครอบคลุมแบบนี้จะใช้กับงานที่ต้องการแรงกระทำไม่มากนัก เนื่องจากแรงที่กระทำกับโหลดจะถูกต้านด้วยแรงสปริง ขนาดของครอบคลุมประเภทนี้ที่นิยมผลิตกันจะมีขนาดไม่โตกว่า 10 เซนติเมตรและระยะชักไม่เกิน 10 เซนติเมตร



รูปที่ 2.10 โครงสร้างของครอบคลุมชนิดทำงานทางเดียว

2.2.28. กระบอกลูกสูบสองทาง (DOUBLE ACTING CYLINDER)

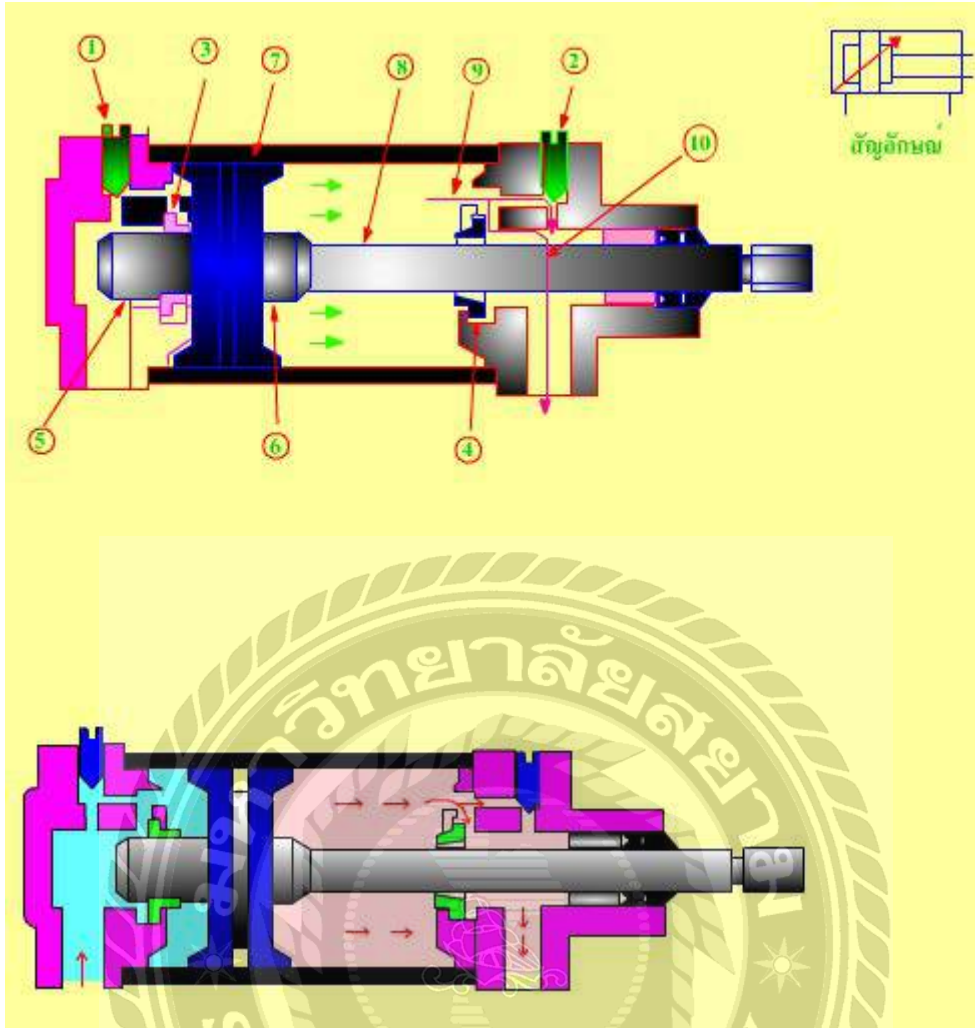
กระบอกลูกสูบแบบสองทางจะใช้แรงดันลมกระทำทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่เข้า และออกทั้งสองทาง แรงกระทำที่ได้จากกระบอกลูกสูบชนิดนี้จะมากกว่ากระบอกลูกสูบแบบทางเดียวเพราะไม่มีแรงสปริงเป็นตัวต้าน จึงเหมาะสำหรับงานแทบทุกประเภทที่ต้องการการเคลื่อนที่ในลักษณะที่เป็นแนวเส้นตรง



รูปที่ 2.11 โครงสร้างของกระบอกลูกสูบชนิดทำงานสองทิศทาง

2.2.29. กระบอกลูกสูบสองทางชนิดมีตัวกันกระแทก (CUSHIONED CYLINDER)

ในงานบางอย่างการเคลื่อนที่เข้าและออกของก้านสูบจะเคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่งและความเร็วสูงจะทำให้เกิดการกระแทกระหว่างลูกสูบกับฝาสูบ งานลักษณะนี้ถ้าไม่มีการป้องกันแล้วจะทำให้กระบอกลูกสูบชำรุด หรือมีอายุการใช้งานสั้นลงได้ ดังนั้นจึงต้องออกแบบให้มีเบาะลมคอยต้านการกระแทกของลูกสูบก่อนจะสุดช่วงชัก



รูปที่ 2.12 กระบอกสูบชนิดทำงานสองทิศทางมีอุปกรณ์ป้องกันการกระแทก

หลักการทำงาน

เมื่อลูกสูบ 7 ถูกดันให้วิ่งออกจำทำให้ลมอัดที่อยู่ด้านก้านสูบถูกดันให้ออกจากกระบอกสูบทางหมายเลข 9 และ 10 ซึ่งขณะนี้ความเร็วของลูกสูบ 7 ก็ยังมีความเร็วปกติจนกระทั่งเมื่อ 6 ดันซีล 4 ให้ปิดทางออกของลมอัดหมายเลข 10 (ซึ่งเป็นทางออกปกติของลมในกระบอกสูบ) ทำให้ความดันลมมีทางออกเพียงทางเดียวเท่านั้นคือ ทางหมายเลข 9 แต่ทางออกหมายเลข 9 จะต้องผ่านวาล์วปรับขนาดของช่องทางหมายเลข 2 ทำให้ลมอัดในกระบอกสูบวิ่งออกจากกระบอกสูบได้น้อยลง ถ้าปรับวาล์ว 2 ให้แคบลงไปอีกความเร็วของลูกสูบก็จะยิ่งลดน้อยลงไปอีก(ความเร็วของลูกสูบขึ้นอยู่กับการระบายลมอัดให้ออกมาจากกระบอกสูบได้รวดเร็วมากน้อยเพียงไร) ถ้าดูในรูปที่ 4 ในขณะนี้เป็นตำแหน่งหดกลับของลูกสูบที่ปิดทางออกของลมอัดในทางออกปกติแต่จะเปิดทางออกลมอัดให้ออกทางวาล์วเข็มหมายเลข 1 เท่านั้นทำให้ความเร็วของลูกสูบลดน้อยลง การกระแทกกระหว่างลูกสูบกับฝาครอบทั้งด้านหัวและท้ายก็เล็กน้อยตามไปด้วย

2.3. ทฤษฎีเกี่ยวกับโซลินอยด์วาล์ว

2.3.1. วาล์วและอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุม

ส่วนประกอบในการทำงานของระบบนิวแมติกส์จะประกอบไปด้วย ชุดต้นกำลังซึ่งทำหน้าที่ส่งลมอัดให้กับอุปกรณ์ทั้งหมด อุปกรณ์ให้สัญญาณ อุปกรณ์ควบคุม และอุปกรณ์ทำงาน การที่อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบ จะเคลื่อนที่เข้าออกได้ตามความต้องการก็ต่ออาศัยอุปกรณ์ให้สัญญาณและอุปกรณ์ควบคุม ซึ่งได้แก่วาล์วต่างๆ นั่นเอง วาล์วมีอยู่หลายชนิดด้วยกันแต่ละชนิดก็มีหน้าที่แตกต่างกันออกไป เช่น ควบคุมการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงาน ควบคุมปริมาณการไหลของลมอัด ควบคุมความดันที่ใช้ ควบคุมการเริ่มและหยุดการทำงานของวงจรมิวเมติกส์ เป็นต้น

วาล์วในระบบนิวแมติกส์สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทด้วยกันตามลักษณะหน้าที่และการใช้งาน กล่าวคือ

2.3.2. วาล์วในระบบนิวแมติกส์

- 1) วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)
- 2) วาล์วชนิดลมไหลทางเดียว (Non-return Valve)
- 3) วาล์วควบคุมความดัน (Pressure control Valve)
- 4) วาล์วควบคุมอัตราไหล (Flow control Valve)
- 5) วาล์วเปิด-ปิดและวาล์วผสม (Shut-off Valve and Valve combination)

2.3.3. วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด

วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัดมีหน้าที่เลือกทิศทางการไหลของลมอัดให้ไปตามทิศทางที่ต้องการ ทั้งนี้เพื่อให้อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ลม สามารถทำงานและเคลื่อนที่ในทิศทางที่ถูกต้องตามความต้องการ โดยใช้หลักการเปิดปิดลมอัดจากรูลมอัดหนึ่งไปยังรูลมอัด อีกรูหนึ่ง

2.3.4. สัญลักษณ์และการเรียกชื่อวาล์ว

ในงานอุตสาหกรรมนิยมใช้สัญลักษณ์เพื่อความสะดวก รวดเร็วและง่ายต่อการทำความเข้าใจ การทำงานของเครื่องจักรที่ใช้ระบบนิวแมติกส์ก็เช่นเดียวกันมีสัญลักษณ์ที่ใช้อยู่หลายระบบด้วยกัน เช่น ASAm (American Standard Association) ISO (International Standard Organization) JIS (Japanese Industrial Standard) JIC (Joint Industry Conference) DIN (Deutsche Industrie Norm) ซึ่งแต่ละระบบ จะแตกต่างกันไม่มากนัก หากเข้าใจถึงสัญลักษณ์ของระบบใดระบบหนึ่งแล้วในระบบอื่นก็สามารถทำได้ไม่ยากนัก

ตำแหน่งการทำงานของวาล์ว : สัญลักษณ์ที่ใช้แทนตำแหน่งการทำงานของวาล์วจะแทนด้วยรูป
 สี่เหลี่ยมดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.3 การเขียนสัญลักษณ์แทนตำแหน่งวาล์ว

สัญลักษณ์	ความหมาย
□	วาล์ว 1 ตำแหน่ง
1 0	วาล์ว 2 ตำแหน่ง
1 1 2	
1 0 3 2	

การเขียนสัญลักษณ์ จะใช้รูปสี่เหลี่ยมหนึ่งรูปแทนตำแหน่งของวาล์ว 1 ตำแหน่ง ถ้าวาล์วควบคุมมีตำแหน่ง
 การทำงานหลายตำแหน่งก็จะมีรูปสี่เหลี่ยมหลายรูปต่อกัน เช่น วาล์วควบคุม 2 ตำแหน่งก็จะมีรูป
 สี่เหลี่ยม 2 รูปติดต่อกัน ในลักษณะสี่เหลี่ยมที่แสดงตำแหน่งของวาล์วนี้นี้จะประกอบด้วยตำแหน่งปกติ หรือ
 ตำแหน่งที่วาล์วยังไม่ถูกเลื่อนและตำแหน่งการทำงานของวาล์ว ซึ่ง

รูปที่ 2.13 แสดงตัวอย่างสัญลักษณ์ของวาล์ว



สามารถแสดงให้เห็นด้วยตัวเลขที่กำหนดภายในช่องสี่เหลี่ยม โดยเลข 0 หมายถึงตำแหน่งปกติ
 หมายเลขอื่น หมายถึงตำแหน่งทำงาน ซึ่งอาจเป็นตำแหน่งที่ 1,2 หรือ 3 เรียงลำดับกันไปแล้วแต่ว่าวาล์วจะมี
 กี่ตำแหน่ง

ทางต่อลมของวาล์วควบคุมทิศทางในระบบนิวแมติกส์จะมีการกำหนดรหัสทางต่อลม เพื่อให้เกิด
 ความสะดวก และเข้าใจตรงกันในการออกแบบ และต่อวงจร การกำหนดรหัสทางต่อลมของวาล์วควบคุม
 ทิศทางโดยทั่วไปสามารถกระทำดังต่อไปนี้

ตารางที่ 2.4 การกำหนดรหัสทางต่อลมวาล์วควบคุม

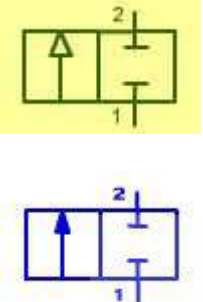
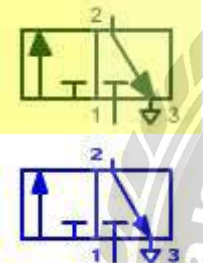
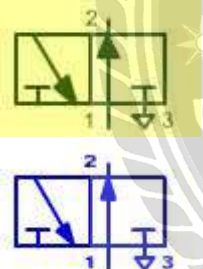
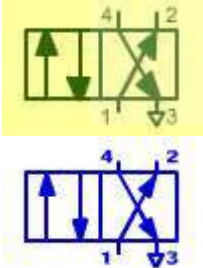
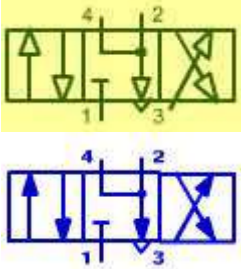
ตัวเลข	ตัวอักษร	ตัวอักษรต่อ	หน้าที่
1	P	Sub	รูระบายลมอัดเข้าวาล์ว
2,4	A,B	Out	รูต่อลมอัดไปใช้งาน
3,5	R,S	Ex	รูระบายลมทิ้ง
12,14	X,Y,Z	Signal In	รูต่อเข้าวาล์วควบคุมการบังคับให้วาล์วทำงาน

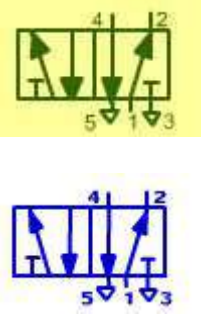
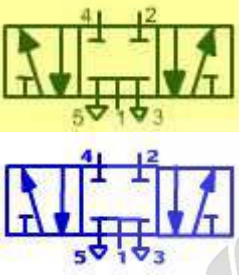

ตารางที่ 2.5 เส้นและหัวลูกศรที่เขียนเป็นสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ทิศทางหัวลูกศรจะหมายถึง ท่อทางภายในวาล์วซึ่งจะทำให้ลมผ่านตลอดตามทิศทางหัวลูกศร
	ท่อทางของวาล์วที่ถูกปิดกั้นไม่ให้ลมผ่านไป
	ท่อลมของวาล์วต่อถึงกันแสดงด้วยจุดต่อจุดใหญ่
	สัญลักษณ์ Ñ แสดงว่าการระบายลมอัดภายในตัวของวาล์วเอง
	สัญลักษณ์รูป Ñ แสดงว่าการระบายลมอัดสามารถต่อท่อหรือติดตัวเก็บเสียงได้
	สัญลักษณ์ คือแหล่งจ่ายลมที่ต่อเข้ากับวาล์วควบคุม

การเรียกชื่อวาล์วควบคุมทิศทาง : การเรียกชื่อวาล์วควบคุมทิศทางในระบบนิวแมติกส์จึงเรียกชื่อ โดยเรียก
ทางต่อลมก่อนแล้วตามด้วยตำแหน่งการทำงานดังจะกล่าวต่อไปนี้

ตารางที่ 2.6 (ต่อ) เส้นและหัวลูกศรที่เขียนเป็นสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทาง

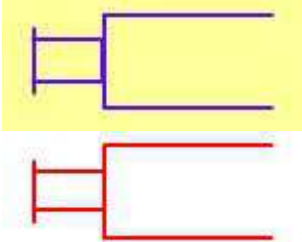
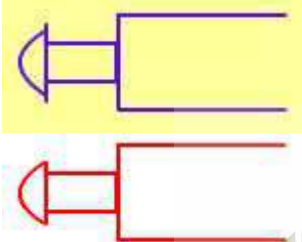
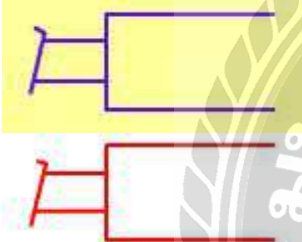
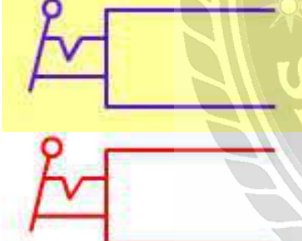
สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วควบคุม 2 ทาง 2 ตำแหน่งปกติปิด (2/2 D.C. Valve Normally Closed)
	วาล์วควบคุม 2 ทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด (2/2 D.C. Valve Normally Opened)
	วาล์วควบคุม 3 ทาง 2 ตำแหน่ง ปกติปิด (3/2 D.C. Valve Normally Closed)
	วาล์วควบคุม 4 ทาง 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด (3/2 D.C. Valve)
	วาล์วควบคุม 4 ทาง 3 ตำแหน่ง (4/2 D.C. Valve Closed Center) สำหรับตำแหน่งกลางนี้มีอยู่หลายแบบแล้วแต่ลักษณะของการนำไปใช้งาน

	วาล์วควบคุม 5 ทาง 2 ตำแหน่ง (5/2 D.C Valve)
	วาล์วควบคุม 5 ทาง 3 ตำแหน่ง (5/3 D.C. Valve)
	วาล์วควบคุม 5 ทาง 4 ตำแหน่ง (5/4 D.C. Valve)

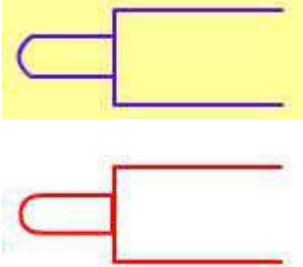
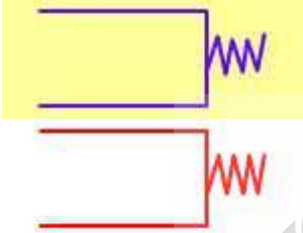
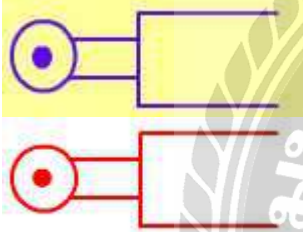
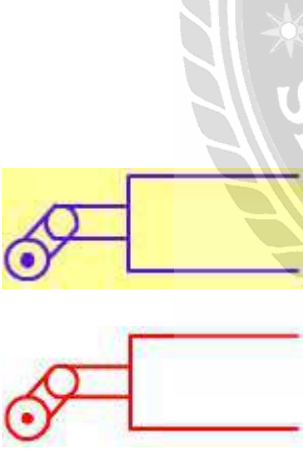
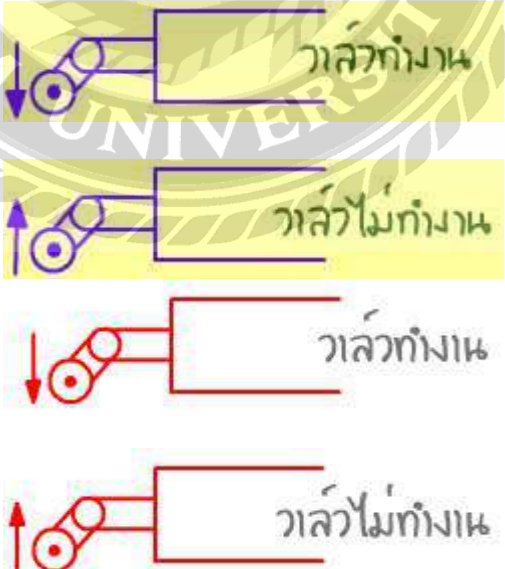
2.3.5. การเลื่อนวาล์วควบคุม

การเลื่อนให้วาล์วควบคุมเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่นั้นสามารถทำได้หลายลักษณะขึ้นอยู่กับลักษณะของวงจรที่ออกแบบ เพื่อใช้ในงานที่แตกต่างกันออกไป โดยที่ลักษณะของการเลื่อนวาล์วควบคุมทิศทางแบ่งออกได้เป็น 5 ประเภทด้วยกันดังต่อไปนี้

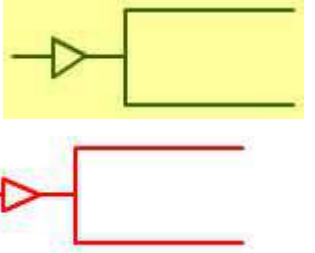
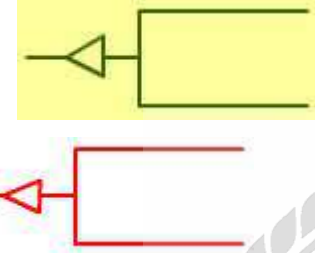
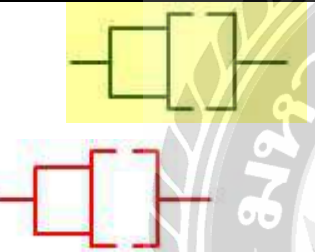
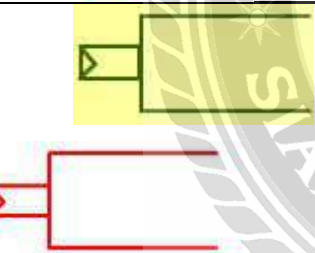
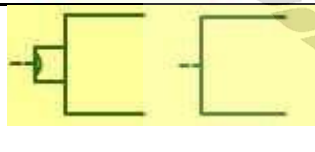
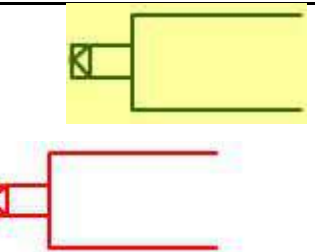
ตารางที่ 2.7 การเลื่อนน้ำหนักควบคุมโดยใช้กล้ามเนื้อ

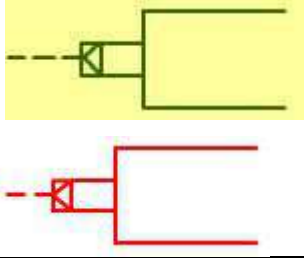
สัญลักษณ์	ความหมาย
	ใช้กล้ามเนื้อในการเลื่อน (สัญลักษณ์ทั่วไป)
	ใช้มือกด
	ใช้เท้าเหยียบ
	ใช้มือดึง ดัน มีตัวล็อกตำแหน่ง

ตารางที่ 2.8 การเลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้กลไก

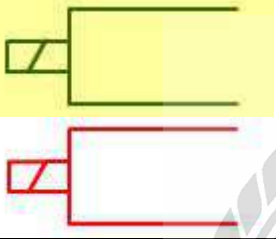
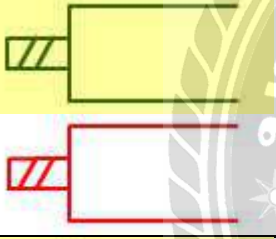
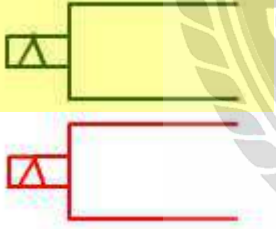
สัญลักษณ์	ความหมาย
	ใช้กลไกภายนอก
	ใช้สปริงดันให้อยู่ตำแหน่งปกติ
	ใช้กลไกภายนอกกดทำงานสองทิศทาง เช่น ใช้ก้านสูบกด
	<p>ใช้กลไกภายนอกกดแต่ทำงานในทิศทางเดียวกัน ส่วนอีกทิศทางหนึ่งจะไม่ทำงาน</p> 

ตารางที่ 2.9 การเลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้ลมควบคุม

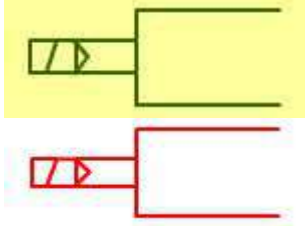
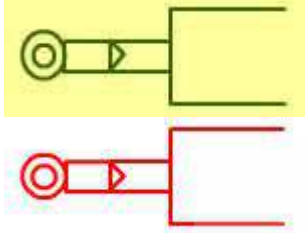
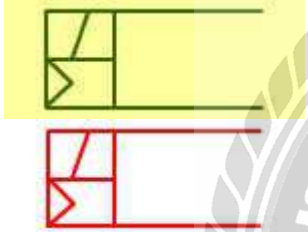
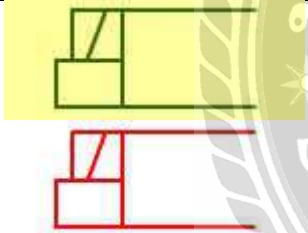
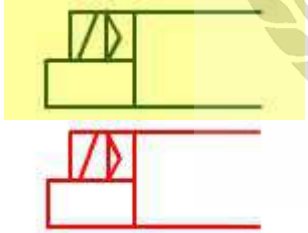
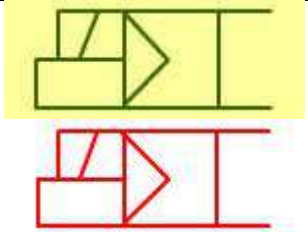
สัญลักษณ์	ความหมาย
	ใช้สัญลักษณ์มดคันให้วาล์วเลื่อนไป และเลื่อนกลับ
	ใช้สัญลักษณ์ระบายทิ้งให้วาล์วเลื่อนไป และเลื่อนกลับ
	ใช้สัญลักษณ์มดคันให้วาล์วเลื่อนโดยใช้ความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดของวาล์ว
	ใช้สัญลักษณ์ควบคุมทางอ้อม คือใช้ลมไปดันวาล์วให้ผ่านลิ้นช่วย (Pilot Valve) ที่อยู่ในตัววาล์วไปดันเมนวาล์วให้เคลื่อนที่
	ใช้ลมเข้าดันแบบรีโมด
	ใช้ลมระบายทิ้งไปเลื่อนวาล์ว โดยผ่านลิ้นช่วยที่อยู่ในตัววาล์ว

	<p>แบบระบายลมออกสู่บรรยากาศ</p>
---	---------------------------------

ตารางที่ 2.10 การเลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้ไฟฟ้า

สัญลักษณ์	ความหมาย
	<p>ใช้โซลินอยด์จำนวน 1 ชุด ทำให้วาล์วเลื่อน</p>
	<p>ใช้โซลินอยด์จำนวนมากกว่า 1 ชุด ทำงานทิศทางเดียวกันเพื่อให้วาล์วเลื่อน</p>
	<p>ใช้โซลินอยด์จำนวนมากกว่า 1 ชุด ทำงานทิศทางตรงข้ามกันเพื่อให้วาล์วเลื่อน</p>

ตารางที่ 2.11 การเลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้วิธีแบบผสม

สัญลักษณ์	ความหมาย
	ใช้โซลีนอยด์เปิดทางลม และลมเป็นตัวเลื่อนวาล์ว
	ใช้ลูกกลิ้งไปเปิดทางลมให้เป็นตัวเลื่อนวาล์ว
	ใช้โซลีนอยด์ หรือแรงดันลมอย่างใดอย่างหนึ่ง ในการเลื่อนวาล์ว
	ใช้โซลีนอยด์ หรือมือกดในการเลื่อนวาล์ว
	ใช้โซลีนอยด์เปิดทางลมให้ลมไปเลื่อนวาล์ว
	ใช้โซลีนอยด์เปิดทางลม หรือใช้มือกดไปเปิดทางลมเพื่อให้ลมไปเลื่อนวาล์ว

2.3.6. การกำหนดหรือให้อุปกรณ์หรือวิธีแสดงขั้นตอนการทำงานในวงจรนิวแมติกส์

การกำหนดหรือให้รหัสอุปกรณ์หรือวิธีแสดงขั้นตอนการทำงานในวงจรนิวแมติกส์มี 2 วิธีคือ

2.3.6.1. การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวเลข

การใช้ตัวเลขแทนอุปกรณ์มี 2 วิธีคือ

1. การเรียงลำดับตัวเลข ไม่มีการแยกกลุ่มการทำงานโดยจะนับจากแถวล่างขึ้นไปซึ่งเป็นอุปกรณ์ให้สัญญาณจนถึงอุปกรณ์ทำงานโดยเริ่มตั้งแต่อุปกรณ์ให้สัญญาณจะเป็น 0.1 0.2 อุปกรณ์ควบคุมการทำงานเริ่มจาก 1.1 จากซ้ายไปขวา จากล่างขึ้นบนจนครบทุกตัว ทำให้ยุ่งยากถ้าวงจรมีกระบอกสูบจำนวนมาก เพราะไม่ทราบว่าแต่ละตัวทำหน้าที่อะไร จึงไม่นิยมใช้

2. การแบ่งเป็นกลุ่มตัวเลขเรียงตามลำดับ การวางอุปกรณ์ในวงจรนิวแมติกส์จะวางเป็นแถวมีแถวหลักอยู่ 4 แถว และมีอุปกรณ์ช่วย 1 แถว เรียงตามลำดับจากบนลงล่างวิธีนี้นิยมใช้เพราะเป็นหมวดหมู่อ่านเข้าใจง่าย

2.3.6.2. การเขียนรหัสอุปกรณ์โดยใช้ตัวอักษร

การใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษแทนอุปกรณ์ในวงจรที่กระบอกสูบทำงานเป็นระบบ และอุปกรณ์สัญญาณไม่แบ่งเป็นกลุ่มตามสัญญาณบังคับกระบอกสูบ โดยใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์ใหญ่แทนอุปกรณ์การทำงาน คือกระบอกสูบ มอเตอร์ลมการแสดงขั้นตอนการทำงานของกระบอกสูบต่างๆ โดยใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษผสมกับเครื่องหมาย + และ - มีหลักเกณฑ์ดังนี้

อักษรตัวพิมพ์ใหญ่ หมายถึง อุปกรณ์การทำงาน เช่น กระบอกสูบใดทำงานก่อนจะได้รับตัวอักษรก่อน เช่น กระบอกสูบ A,B,C ตามลำดับ

เครื่องหมาย + หมายถึง ลูกสูบเคลื่อนที่ออก เช่น A+B+

เครื่องหมาย - หมายถึง ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า เช่น A+B-

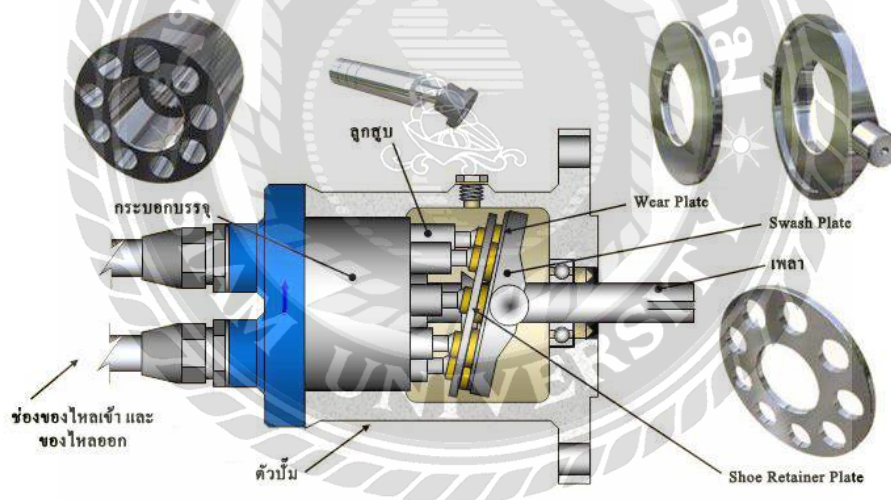
2.4. ทฤษฎีเกี่ยวกับไฮดรอลิก

2.4.1. ไฮดรอลิก (Hydraulic) คืออะไร

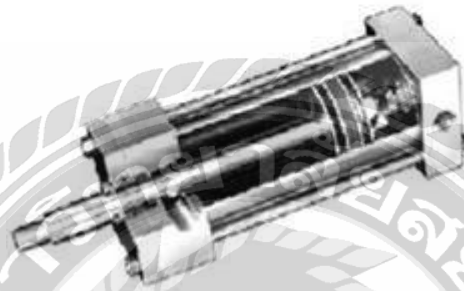
ไฮดรอลิก เป็นเรื่องที่ว่าด้วยคุณสมบัติทางกลของของไหล ในทางวิศวกรรมนั้นจะเกี่ยวข้องกับกำลังของของไหล (Fluid power) แต่ไฮดรอลิกที่เราจะกล่าวถึงในที่นี้ก็คือเรื่องที่ว่าด้วย “ การส่งถ่ายกำลังในเชิงกลด้วยของไหลที่เป็นของเหลวหรือน้ำมันไฮดรอลิก ” การส่งกำลังในระบบไฮดรอลิกส่วนใหญ่ใช้อุปกรณ์ทำงาน (Actuator) จะมีสองประเภทใหญ่ ๆ คือ

- กระบอกไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder) เป็นอุปกรณ์ทำงานที่เคลื่อนที่ในแนวเส้นตรง (Linear)
- มอเตอร์ไฮดรอลิก (Hydraulic Motor) เป็นอุปกรณ์ทำงานที่เคลื่อนที่ในแนวรัศมี (Radius)

ในระบบไฮดรอลิก ที่เราเห็นกันส่วนมากนั้นสิ่งที่เราจะนำไปใช้ คืองาน (Work,W) หรือแรง (Force, F) ที่เกิดจากระบบไฮดรอลิก เช่น การเอาแรงจากกระบอกไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder) ไปกดอัดหรือตัดชิ้นงาน และการขับ เช่นการหมุนจากมอเตอร์ไฮดรอลิก ไปหมุนขับให้เกิดการหมุนของอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องจักร



รูปที่ 2.14 มอเตอร์ไฮดรอลิก (Hydraulic Motor)



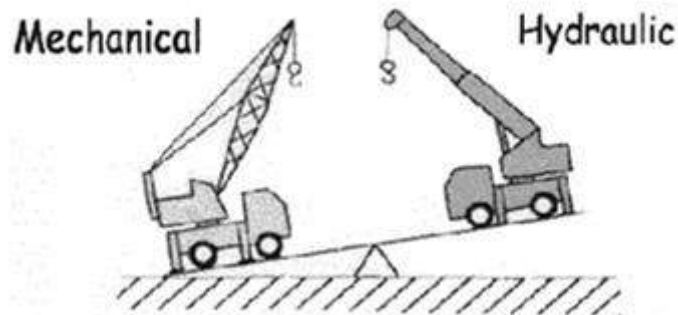
รูปที่ 2.15 กระบอกลไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder)

2.4.2. ข้อดีของระบบไฮดรอลิก

เครื่องจักรที่ใช้อุปกรณ์ไฮดรอลิกเป็นส่วนประกอบนั้นมีมากมายหลากหลายชนิด ทั้งนี้เป็นเพราะข้อดีของอุปกรณ์ไฮดรอลิกบางตัวที่มีดังต่อไปนี้คือ

2.4.3. อุปกรณ์ทำงาน (Actuator)

มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบากว่าอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและกลไก อีกทั้งไม่มีความสลับซับซ้อนดัง รูปที่ 2.16 และสามารถออกแบบให้ตัวเครื่องมีแรงมากได้เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดของเครื่องจักร โดยออกแบบให้แรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกสูง ในกรณีที่ต้องการแรงมาก ดังรูปที่ 4 เป็นตัวอย่างความคิดในการออกแบบระบบของแขนยกของเครนไฮดรอลิกที่ต้องการยกน้ำหนักด้วยลูกสูบไฮดรอลิก



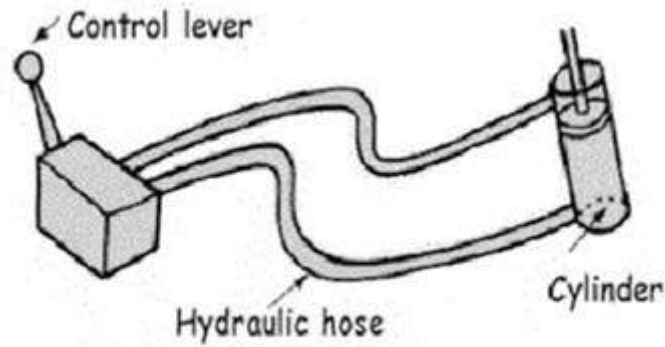
รูปที่ 2.16 เปรียบเทียบระหว่างอุปกรณ์ไฮดรอลิกและอุปกรณ์ทางกล



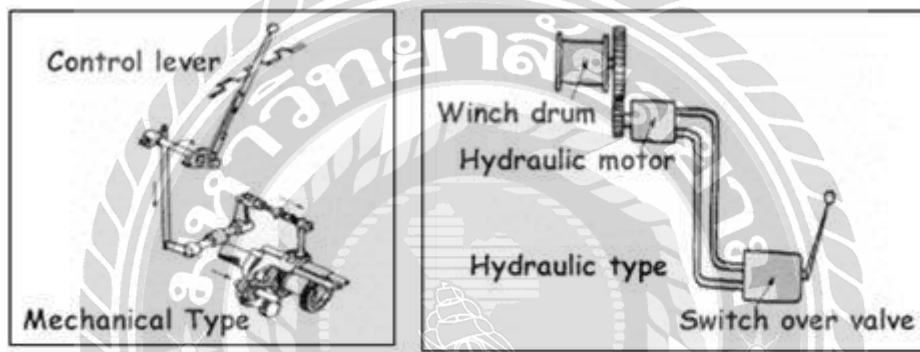
รูปที่ 2.17 การใช้งานระบบไฮดรอลิก

2.4.4. มีความง่ายต่อการควบคุม (Easy to Control)

เพราะว่าระบบการควบคุมในทางกลไกนั้นจะต้องมีจุดหมุน จุดต่อต่าง ๆ มาก อาจต้องใช้ข้อต่อและโซ่มากมาย ทำให้ยากต่อการสร้างแก้ไขและตัดแปลง แต่สำหรับระบบไฮดรอลิกแล้วต้องการแค่แหล่งกำเนิดแรงดัน (Pump Unit), วาล์วเปลี่ยนทิศทาง (Directional Control Valve), อุปกรณ์ทำงาน (Actuator), และท่อทาง (Hose and Piping) ซึ่งทำให้การควบคุมระยะไกลทำได้ง่ายมาก รูปที่ 5 แสดงอุปกรณ์ที่จำเป็นที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบไฮดรอลิก



รูปที่ 2.18 อุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบไฮดรอลิก

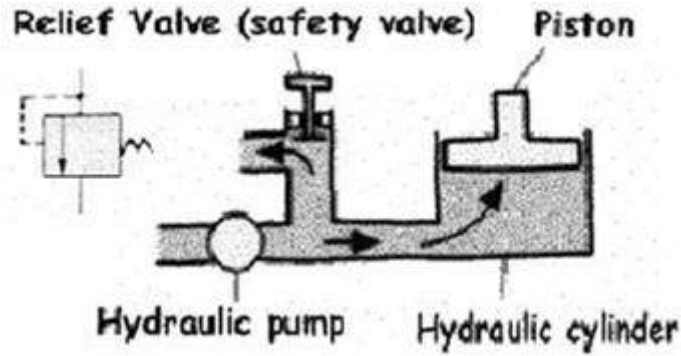


รูปที่ 2.19 เปรียบเทียบการควบคุมทางกลไกและไฮดรอลิก

2.4.5. ง่ายต่อการควบคุมโหลด (Easy to Load Control)

ถ้าหากเราติดตั้งวาล์วปลดแรงดัน (Relief Valve) ลงไปในวงจรก็จะสามารถช่วยป้องกันแรงดันที่สูงผิดปกติในวงจรได้และยังทำให้การควบคุมแรงดันเป็นไปได้อย่างดี ป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับอุปกรณ์ไฮดรอลิกที่เกิดจากแรงดันสูงและควบคุมแรงดันให้คงที่อันจะเป็นผลให้แรงที่ได้จากอุปกรณ์ทำงาน (Actuator) มีความคงที่

จากรูปที่ 2.20 คือวาล์วปลดแรงดันจะเป็นตัวที่ทำให้สามารถควบคุมแรงดันภายในระบบไม่ให้เกินไปจากที่ต้องการได้ ซึ่งจากโครงสร้างของอุปกรณ์แล้วสามารถที่จะสร้างและติดตั้ง ซ่อมและแก้ไขได้ง่ายกว่าอุปกรณ์ทางกล



รูปที่ 2.20 วาล์วปลดแรงดัน (Relief Valve)

2.4.6. ง่ายต่อการเพิ่มอุปกรณ์ทำงาน

สามารถที่จะเพิ่มอุปกรณ์ทำงานได้ง่ายเพียงแค่เพิ่มจุดต่อพ่วงแล้วก็ใส่อุปกรณ์ (Actuator) ทำงานพ่วงไปก็สามารถใช้งานได้ทันทีโดยไม่ต้องแก้ไขทั้งหมดของวงจรให้ยุ่งยากดังรูปที่ 2.21

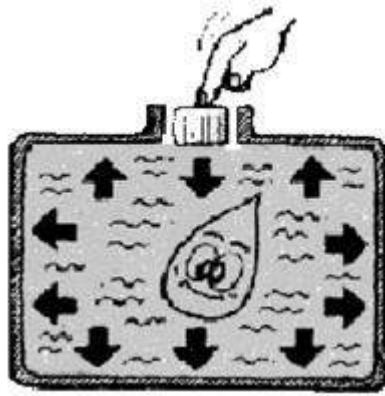


รูปที่ 2.21 จุดต่อพ่วงสำหรับใส่อุปกรณ์เพิ่ม

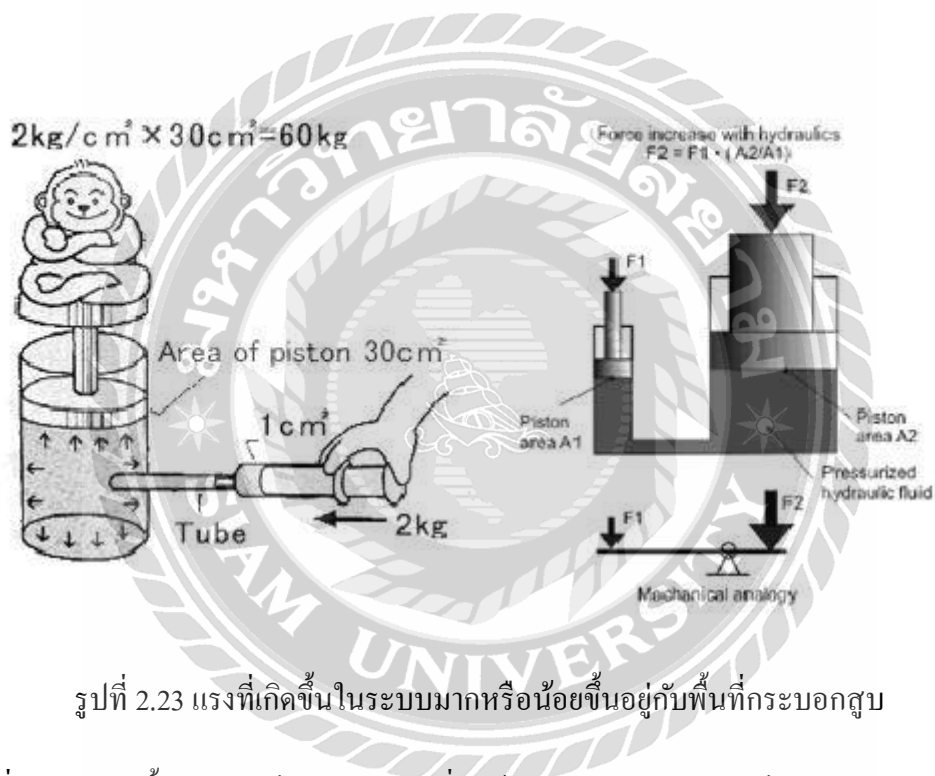
2.4.7. หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิก (Hydraulic Principle of Operation)

2.4.7.1. แรงดันในระบบปิดจะมีค่าเท่ากันทุกทิศทาง

แรงดันที่เกิดขึ้นกับของไหลที่ส่งผ่านไปกระทำยังผนังของภาชนะปิดจะมีค่าเท่ากันทุกทิศทุกทางไม่ว่ารูปร่างของภาชนะนั้นจะมีรูปร่าง ๆ หรือสลับซับซ้อนแค่ไหนดังรูปที่ 2.22 ถ้าเราใช้เข็มฉีดยาที่มีพื้นที่ 1 ตร.ซม. กดที่ลูกสูบของเข็มฉีดยาด้วยแรง 2 กก.แรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกที่ได้ จากการกระทำนี้คือ 2 กก./ตร.ซม. และถ้าแรงดันนี้ส่งผ่านท่อไปยังกระบอกไฮดรอลิกที่มีพื้นที่ลูกสูบของกระบอกไฮดรอลิก 30 ตร.ซม.จากการที่แรงดันในกระบอกสูบเท่ากันทุกทิศทางจะทำให้ลูกสูบบมีแรงถึง 60 กก.



รูปที่ 2.22 แรงดันในระบบกระทำเท่ากันทุกทิศทาง



รูปที่ 2.23 แรงที่เกิดขึ้นในระบบมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับพื้นที่กระบอกสูบ

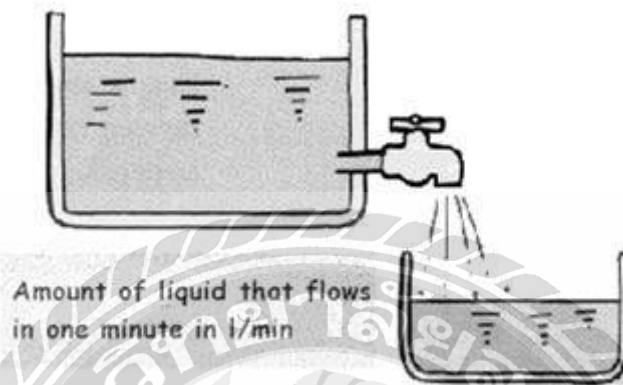
ดังรูปที่ 2.23 ดังนั้นในระบบไฮดรอลิกที่เราต้องการแรงจากกระบอกไฮดรอลิกมากขึ้นก็ทำได้โดยการออกแบบกระบอกสูบให้มีพื้นที่หน้าตัดมากขึ้นตามต้องการหรือใช้ปั๊มที่มีแรงดันสูงจากรูปความสัมพันธ์ระหว่างแรงของกระบอกสูบและเข็มนัดยาจะอยู่ในรูป

$$P = F_1 A_1 = F_2 A_2 = \text{ค่าคงที่} \dots\dots\dots (1)$$

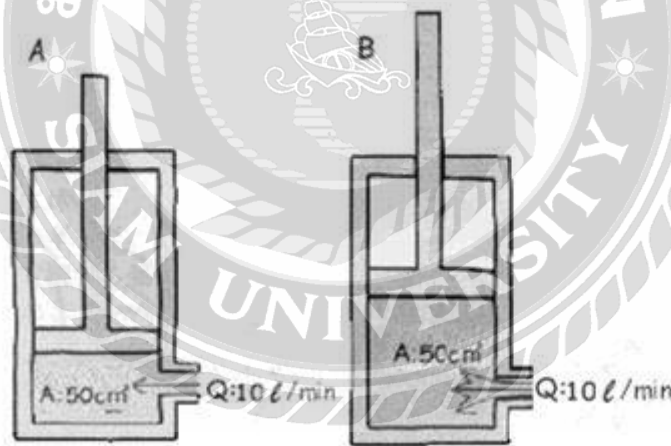
เมื่อ F_1 , A_1 และ F_2 , A_2 คือแรงที่กระทำกับก้านสูบ (F) และพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ (A) ในกระบอกเข็มนัดยาตามตัวอย่าง และกระบอกสูบตามลำดับถ้าเราต้องการให้แรงที่เกิดขึ้นในกระบอกสูบมากกว่าเดิมก็ทำได้โดยการเพิ่มพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบให้มากกว่าเดิมหรือเพิ่มแรงกดตรงกระบอกเข็มนัดยาตามตัวอย่าง

2.4.7.2. อัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิก (Flow Rate of Hydraulic System)

อัตราการไหล (Flow Rate, Q) คือ อัตราการเคลื่อนที่ของน้ำมันไฮดรอลิกในอัตราส่วนปริมาตรหรือน้ำหนักต่อหน่วยเวลา ดังแสดงในรูปที่ 11 โดยทั่วไปจะวัดเป็นปริมาตรของการไหลต่อหน่วยเวลาเป็นนาทีหรือวินาที แต่ที่นิยมใช้คือ ลิตร/นาที ถ้ากระบอกสูบมีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากัน กระบอกสูบที่มีอัตราการไหลมากกว่าจะเคลื่อนที่เร็วกว่า เราสามารถเปรียบเทียบความเร็วของที่มีอัตราการไหลแตกต่างกัน



รูปที่ 2.24 แสดงการไหลของของไหล



รูปที่ 2.25 เปรียบเทียบการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบต่างขนาด

จากรูปที่ 2.25 เป็นการเปรียบเทียบความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบของสองกระบอกสูบที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดเท่ากัน แต่อัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกไม่เท่ากันจากสมการ

$$V = \frac{Q_1}{A_1} = \frac{Q_2}{A_2} = \text{ค่าคงที่} \dots \dots \dots (2)$$

โดยที่ V คือความเร็วของกระบอกสูบ Q คืออัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกและ A คือพื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ

ดังนั้นความเร็วของลูกสูบของกระบอกสูบเมื่ออัตราการไหลของกระบอกเท่ากับ 10 ลิตร/นาที
พื้นที่หน้าตัดของ กระบอกสูบ 50 ตารางเซนติเมตร จะเท่ากับ

$$V_a = \frac{Q_a}{A_a} = \frac{\frac{10 \times 1000}{60}}{50} = 3.33 \text{ ซม./วินาที}$$

แต่ถ้าเราเพิ่มอัตราการไหลเป็น 30 ลิตร/นาที เราจะได้ความเร็วของลูกสูบเป็น

$$V_a = \frac{Q_a}{A_a} = \frac{\frac{30 \times 1000}{60}}{50} = 10 \text{ ซม./วินาที}$$

ซึ่งเราจะเห็นได้ว่าเมื่อเราเพิ่มอัตราการไหลให้กับระบบจะทำให้ความเร็วของลูกสูบเพิ่มขึ้น

2.4.8. เปรียบเทียบระบบไฮดรอลิกกับร่างกายของคน

ในร่างกายมนุษย์เรามีหัวใจเปรียบเสมือนปั๊มตัวใหญ่ เรามีปอดที่เปรียบเป็นตัวฟอกเลือดเสมือนตัวกรอง
เลือดจากเลือดดำเป็นเลือดแดงที่สะอาด เรามีแขนมีขาที่สามารถหยิบจับสิ่งต่าง ๆ และทำงานต่าง ๆ เรามี
สมองที่คอยคิดและสั่งการว่าจะให้แขนขาเคลื่อนที่ไปทางไหนอย่างไรเสมือนกับระบบของไฮดรอลิกดังรูป
ที่ 2.26



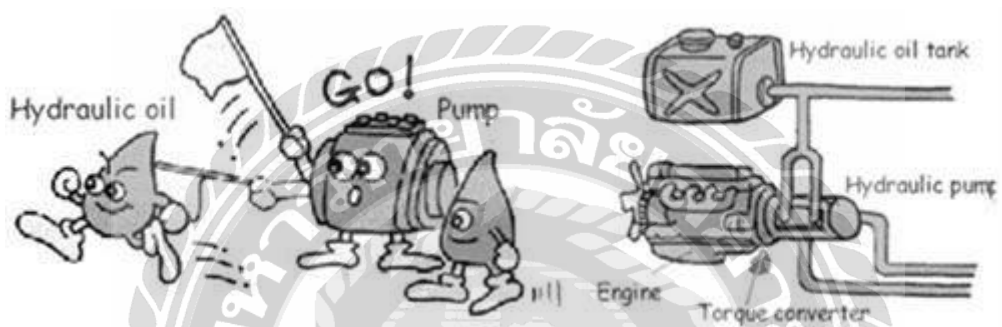
รูปที่ 2.26 เปรียบเทียบระบบไฮดรอลิกกับร่างกายของคนเรา

2.4.9. อุปกรณ์และส่วนประกอบของระบบไฮดรอลิก

อุปกรณ์ไฮดรอลิกหรือส่วนประกอบของระบบไฮดรอลิก คือส่วนที่นำมาประกอบกันเป็นระบบไฮดรอลิกซึ่งที่สำคัญ ๆ ก็มีดังต่อไปนี้

2.4.10. ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic Pump)

ปั๊มไฮดรอลิกคือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจากการหมุนซึ่งขับเคลื่อนโดยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นแรงดันน้ำมันไฮดรอลิกเข้าสู่วงจรไฮดรอลิก ปั๊มที่ใช้เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้าขับเคลื่อนโดยตรง เมื่อใดก็ตามที่เครื่องยนต์หรือมอเตอร์หมุนปั๊มก็จะทำงานไปด้วยดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 ปั๊มไฮดรอลิก

2.4.11. ชนิดของปั๊มไฮดรอลิก

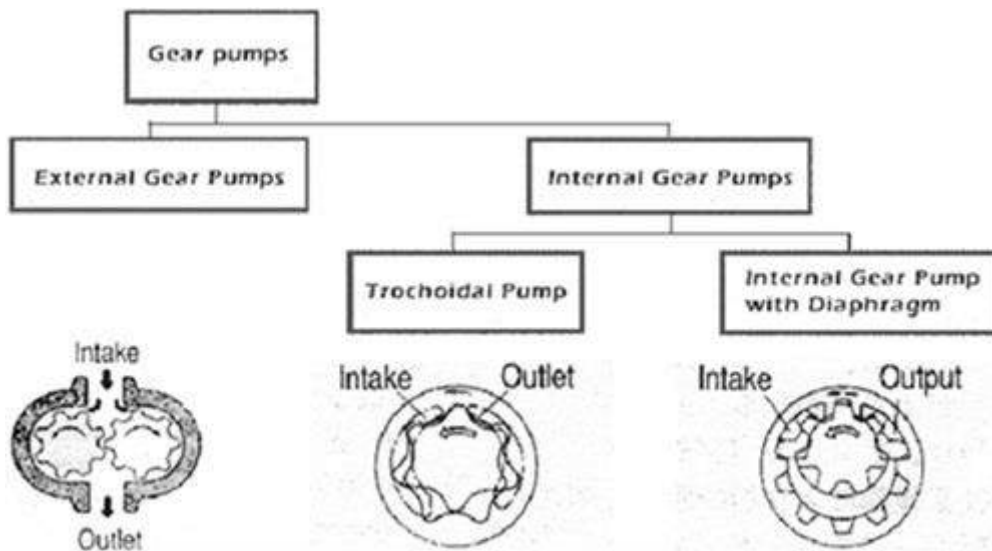
* เกียร์ปั๊ม (Gear Pump) เป็นปั๊มที่นิยมใช้งานมากในปัจจุบัน จุดเด่นของปั๊มชนิดนี้คือ

- มีโครงสร้างง่าย ๆ ไม่สลับซับซ้อน
- มีขนาดเล็กและน้ำหนักเบา
- ไม่ค่อยเสีย และง่ายต่อการดูแลรักษาและซ่อมบำรุง มีหลายรุ่นให้เลือกตั้งแต่แรงดันน้อย ๆ จนไปถึงแรงดันมาก ๆ และราคาไม่แพง

เกียร์ปั๊มยังแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ได้อีกดังต่อไปนี้

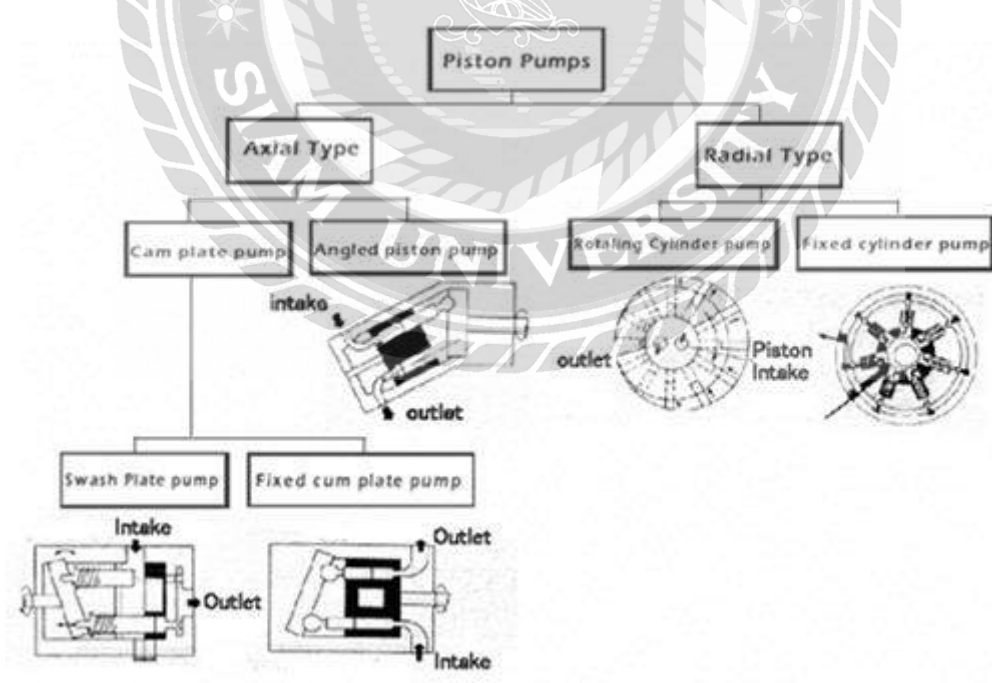
เกียร์ปั๊มยังแบ่งเป็นประเภทต่าง ๆ ได้อีกดังต่อไปนี้

- **External Gear Pump** คือ ปั๊มที่มีเกียร์สองตัวโดยที่ฟันของเกียร์ทั้ง สองตัวนั้นขบกัน
- **Internal Gear Pump** คือปั๊มที่เกียร์จะขบอยู่กับตัวเรือนปั๊มดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 เกียร์ปั๊ม (Gear Pump) แบบต่าง ๆ

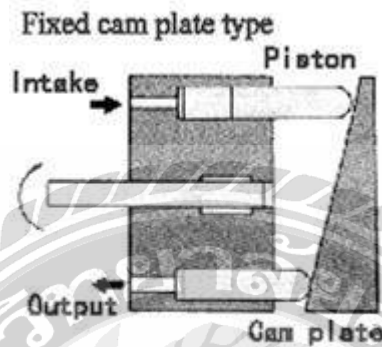
- * ปั๊มแบบลูกสูบ (Displacement Volume Pump) คุณลักษณะที่สำคัญของปั๊มลักษณะนี้มีดังนี้
 - มีประสิทธิภาพสูงเพราะว่าปั๊มแบบนี้มีการรั่วที่เกิดขึ้นภายในน้อย
 - ปั๊มบางแบบสามารถที่จะปรับปริมาณการไหลได้โดยใช้ความเร็วรอบเท่าเดิมเหมาะกับงานที่ต้องการแรงดันสูงและน้ำมันที่รั่วต่อรอบน้อยกว่า



รูปที่ 2.29 ปั๊มแบบลูกสูบ (Displacement Volume Pump) แบบต่าง ๆ

2.4.12. Cam Plate Pump

จะมีใช้กับเครื่องยนต์โรติกมาก หลักการทำงานของปั๊มแบบนี้ก็เหมือนกับปั๊มแบบลูกสูบธรรมดา ซึ่งส่วนที่บังคับให้ลูกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงก็คือ แผ่นเอียงหรือ (Cam Plate) ซึ่งจะหมุนไปรอบ ๆ เมื่อส่วนที่สูงของแผ่นเอียงไปสัมผัสกับด้านล่างของลูกสูบมันก็จะดันลูกสูบขึ้น กลายเป็นจังหวะอัดของลูกสูบ เมื่อแผ่นเอียงหมุนต่อไปจนถึงส่วนที่ต่ำของแผ่นเอียงสัมผัสกับด้านล่างของลูกสูบ ก็จะทำให้ลูกสูบเริ่มเคลื่อนที่ลง กลายเป็นจังหวะดูดของลูกสูบ การทำงานก็จะสลับอย่างนี้เรื่อยไป



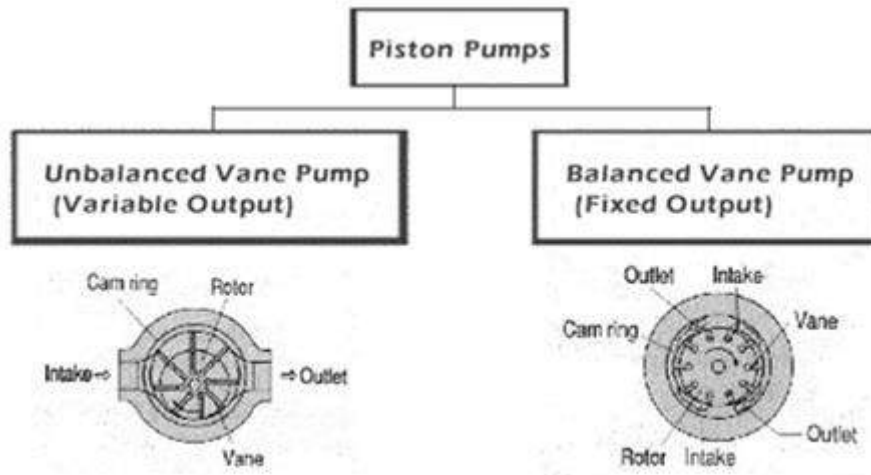
รูปที่ 2.30 Cam Plate Pump

2.4.13. ปั๊มแบบใบเวน (Vane Pump)

คุณลักษณะที่สำคัญของปั๊มลักษณะนี้มีดังนี้

1. สามารถทำงานได้ที่ความเร็วรอบสูง
2. เหมาะสำหรับงานที่ใช้แรงดันต่ำจนถึงแรงดันขนาดปานกลาง
3. ราคาถูก

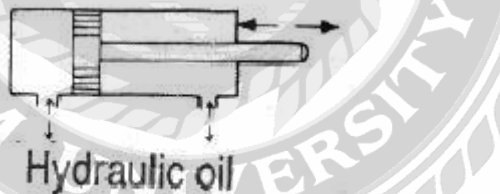
หลักการทำงานของเวนปั๊มก็คือเมื่อปั๊มหมุนก็จะสลัดใบเวนให้ออกมาสัมผัสกับตัวเรือนปั๊ม โดยที่แกนของใบพัดจะติดอยู่กับศูนย์กลางภายในตัวเรือนปั๊ม จากการที่แกนของใบพัดที่ติดตั้งอยู่อย่างเอียงศูนย์กลางจึงทำให้เวลาที่ใบพัดของปั๊มหมุนไปรอบ ๆ เรือนปั๊ม ปริมาตรช่องว่างระหว่างใบพัดของแต่ละช่วงไม่เท่ากัน โดยที่ในช่วงจังหวะดูดช่องว่างของใบพัดจะถูกขยายออกจนกระทั่งช่องว่างมากที่สุด หลังจากนั้นช่องว่างจะเริ่มลดลงก็เป็นจังหวะอัด การทำงานของปั๊มชนิดนี้จะเงียบ ไม่มีเสียงดัง



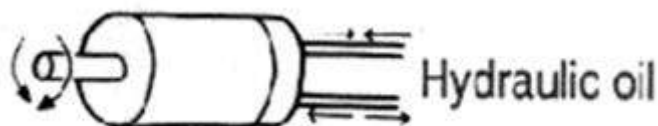
รูปที่ 2.31 ปั๊มแบบใบเวน (Vane Pump) แบบต่าง ๆ

2.4.14. อุปกรณ์ทำงาน (Actuator)

คือ อุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานจากแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกไปเป็นเคลื่อนที่ในเชิงเส้นดังรูปที่ 2.30 หรือการหมุนดังรูปที่ 18 อุปกรณ์ทำงานเป็นเสมือนกับกล้ามเนื้อแขนขาในร่างกายของคนเรา อุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกก็คือ กระบอกสูบ (Hydraulic Cylinder) และมอเตอร์ไฮดรอลิก (Hydraulic Motor)



รูปที่ 2.32 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงเส้น (Hydraulic Cylinder)



รูปที่ 2.33 อุปกรณ์ทำงานที่มีการเคลื่อนที่เชิงมุมหรือหมุน (Hydraulic Motor)

2.4.15. กระบอกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder)

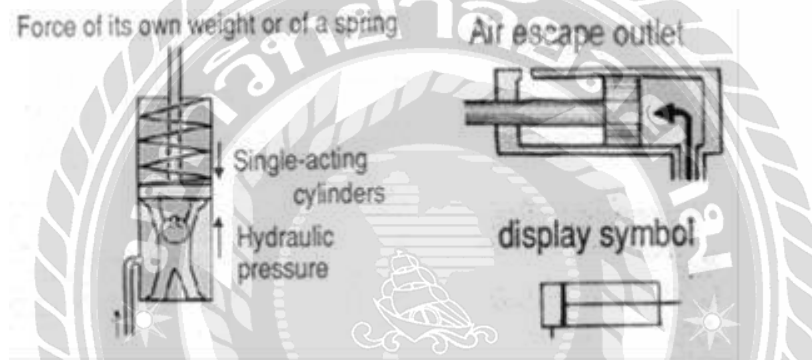
กระบอกไฮดรอลิกนั้นเราสามารถที่จะแบ่งได้เป็นสองประเภทตามทิศทางของแรงที่กระทำบนลูกสูบคือ Single Acting Cylinder และ Double Acting Cylinder

*** Single Acting Cylinder**

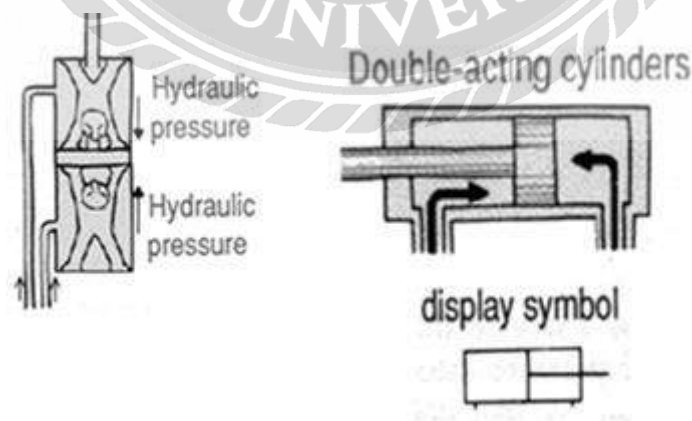
กระบอกสูบไฮดรอลิกชนิดนี้มีรูทางเข้าและทางออกของน้ำมันไฮดรอลิกนั้นมีเพียงรูเดียวหรือมีรูที่ด้านเดียวของกระบอกสูบ แรงที่เกิดจากการกระทำของแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกนั้นเกิดในทิศทางเดียวดังรูป การกลับสู่ตำแหน่งเดิมของลูกสูบจะใช้แรงดันของสปริงหรือน้ำหนักของโพลดที่ดันกลับดังรูปที่ 2.34

*** Double Acting Cylinder**

ลูกสูบชนิดนี้จะมีรูเข้าออกของน้ำมันไฮดรอลิกสองทางหรือทั้งสองด้านของลูกสูบ ทิศทางการเคลื่อนที่ไปมาของลูกสูบไฮดรอลิกในกระบอกสูบนั้นเป็นผลมาจากแรงดันของน้ำมันทั้งสองทางดังรูปที่ 2.35 ส่วนประกอบหลัก ๆ ของกระบอกสูบไฮดรอลิกนั้นจะประกอบด้วย ลูกสูบ, กระบอกสูบ, ก้านสูบ, Oil Seal, Packing, และตัวกันฝุ่น (Dust Seal) ดังรูปที่ 2.36



รูปที่ 2.34 กระบอกสูบแบบ Single Acting



รูปที่ 2.35 กระบอกสูบแบบ Double Acting

2.4.16. แรงที่เกิดจากลูกสูบไฮดรอลิก

แรงที่ได้จากกระบอกสูบไฮดรอลิกนั้นจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับการออกแบบของกระบอกสูบนั่น ๆ ในระบบที่มีแรงดันน้ำมันไฮดรอลิกเท่า ๆ กัน ถ้ากระบอกสูบลูกไหนมีพื้นที่หน้าตัดมากกว่าก็จะมีแรงมากกว่า จากสมการที่ 1

$$P = \frac{F}{A} \text{ ดังนั้น } F = PA$$

โดยที่ F คือ แรงที่ได้จากกระบอกสูบ

P คือ แรงดันในกระบอกสูบที่มาจากระบบหรือปั๊ม

A คือ พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ

ดังนั้นในระบบที่มีแรงดันเท่า ๆ กัน กระบอกสูบที่มีขนาดพื้นที่หน้าตัดมากกว่าจะมีแรงมากกว่า

ตัวอย่าง

กระบอกไฮดรอลิกที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร ($A = 1 \text{ cm}^2$) ทำงานอยู่กับระบบที่มีแรงดัน 100 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ($P = 100 \text{ kg/cm}^2$) แรงที่เกิดขึ้นกับลูกสูบก็จะเท่ากับ $F = 1 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ kg/cm}^2$,
 $= 100 \text{ kg}$

เช่นเดียวกัน ถ้าหากเราใช้กระบอกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางเซนติเมตร ($A = 10 \text{ cm}^2$) ทำงานในระบบเดียวกัน แรงที่ได้จากลูกสูบคือ $F = 10 \text{ cm}^2 \times 100 \text{ kg/cm}^2 = 1,000 \text{ kg}$

2.4.17. ความเร็วของลูกสูบ

ความเร็วที่ได้จากการเคลื่อนที่ของลูกสูบนั้น จะขึ้นอยู่กับอัตราการไหล (Flow Rate: Q) ของน้ำมันในระบบ จากสมการที่ 2 คือ $Q = AV$ โดยที่ Q คืออัตราการไหลของน้ำมัน (Liters/Min), A คือ พื้นที่หน้าตัดของกระบอกสูบ (cm^2) และ V คือความเร็วของการเคลื่อนที่ของลูกสูบ (cm/Sec) จากสมการจะเห็นว่ายิ่งพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบยิ่งมาก หรือลูกสูบยิ่งมีขนาดใหญ่จะทำให้การเคลื่อนที่ของลูกสูบนั้นช้าลง

ตัวอย่าง

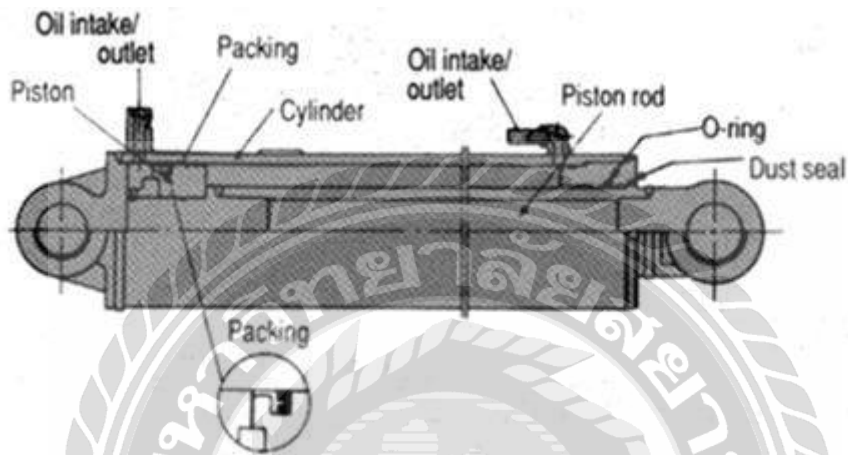
กระบอกไฮดรอลิกที่มีพื้นที่หน้าตัด 1 ตารางเซนติเมตร ($A = 1 \text{ cm}^2$) มีอัตราการไหลที่ 100 ลิตร/นาที ความเร็วของลูกสูบก็จะเป็น

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{100/60}{1} = \frac{1,600 \text{ cm}^3}{1 \text{ cm}^2} = 16.66 \text{ เซนติเมตร/วินาที (cm/s)}$$

แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นกระบอกสูบที่มีพื้นที่หน้าตัดเป็น 10 ตารางเซนติเมตร ($A = 10 \text{ cm}^2$) ความเร็วที่ได้ก็จะ
เป็น

$$V = \frac{100/60}{10} = \frac{1,600 \text{ cm}^3}{10 \text{ cm}^2} = 1.66 \text{ เซนติเมตรวินาที (cm/s)}$$

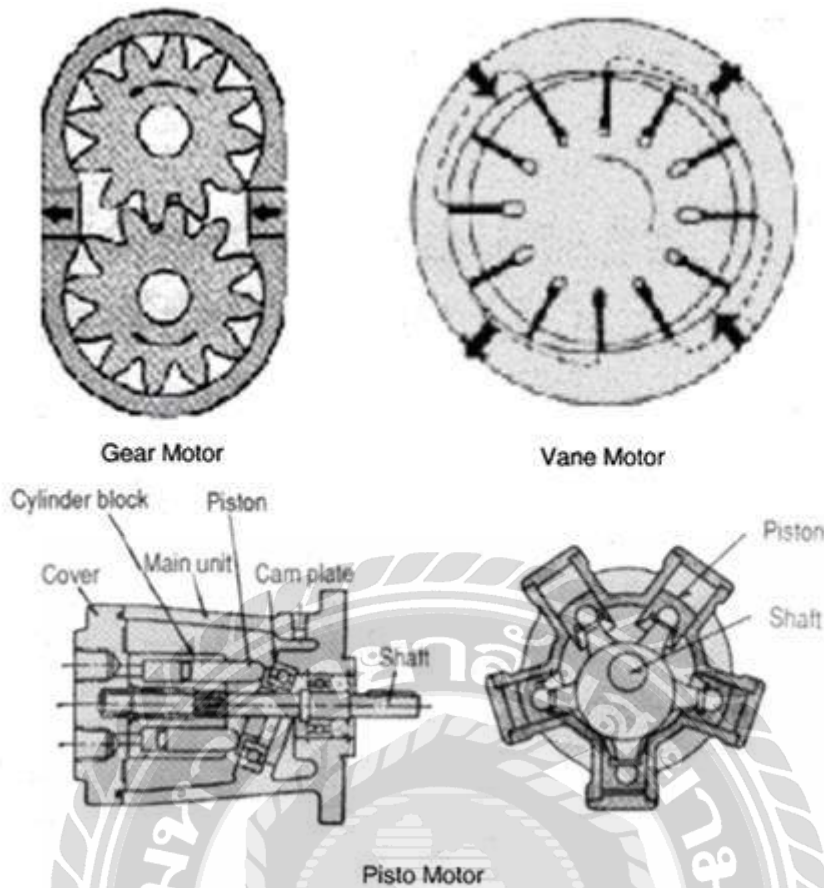
จะเห็นว่ายิ่งกระบอกสูบมีพื้นที่หน้าตัดยิ่งมากความเร็วของลูกสูบจะลดลงตามสัดส่วนในกรณีที่มี
อัตราการไหลที่เท่า ๆ กัน



รูปที่ 2.36 ส่วนประกอบหลักของกระบอกสูบไฮดรอลิก

2.4.18. มอเตอร์ไฮดรอลิก (Hydraulic Motor)

มอเตอร์ไฮดรอลิกคือ อุปกรณ์ทำงานที่ทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันของน้ำมันไฮดรอลิกไปเป็นการ
หมุน ส่วนโครงสร้างภายในจะเหมือนกันกับปั๊มไฮดรอลิก แต่การทำงานจะกลับด้านหรือตรงกันข้าม
มอเตอร์ไฮดรอลิกก็จะเปลี่ยนแรงดันเป็นพลังงานกล แต่ปั๊มไฮดรอลิกเปลี่ยนพลังงานกลเป็นแรงดัน



รูปที่ 2.37 มอเตอร์ไฮดรอลิกแบบต่าง ๆ

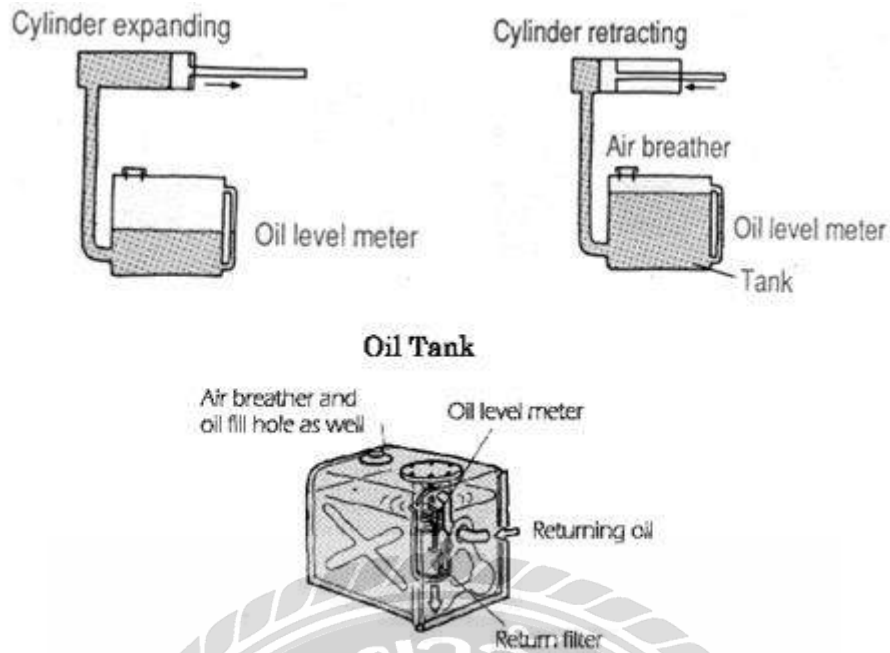
2.4.19. ถังน้ำมันไฮดรอลิก

คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กักเก็บน้ำมันไฮดรอลิกเพื่อใช้หมุนเวียนในระบบ

2.4.20. หน้าที่ของถังน้ำมันไฮดรอลิก

1. กักเก็บน้ำมันไฮดรอลิกไว้เพื่อจ่ายให้แก่ระบบอย่างเพียงพอกับความต้องการ
2. กำจัดสิ่งสกปรกและสิ่งปนเปื้อนที่มีอยู่ในน้ำมันไฮดรอลิก
3. กำจัดน้ำออกจากระบบไฮดรอลิก ระบายความร้อนให้กับน้ำมันไฮดรอลิกในระบบขนาดเล็ก

ปริมาณของน้ำมันจะมากขึ้นเมื่อก้านสูบหดตัว และจะลดลงเมื่อก้านสูบหดตัว



รูปที่ 2.38 ถังน้ำมันไฮดรอลิก

อุปกรณ์ตัวหนึ่งที่จะต้องมีความคู่กับถังน้ำมันไฮดรอลิกคือตัวระบายอากาศ (Air Breathe) มีไว้เพื่อให้
 อากาศเข้าและออกเพื่อทดแทนกับปริมาณน้ำมันที่ลดลงและเพิ่มขึ้นตามจังหวะการทำงานของลูกสูบและลด
 แรงต้านทานการเคลื่อนที่ของลูกสูบ

สรุป

จากบทความที่กล่าวมาในรายละเอียดของระบบไฮดรอลิกเบื้องต้น หลักการทำงานของระบบ อุปกรณ์ที่
 สำคัญ ๆ ในบางส่วนในฉบับหน้าจะกล่าวถึงเรื่องอุปกรณ์ที่สำคัญของระบบไฮดรอลิกที่เหลือ เช่น กรอง
 วาล์วชนิดต่าง ๆ ตลอดจนน้ำมันไฮดรอลิก

บทที่ 3

ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 วัสดุและอุปกรณ์ที่ใช้

3.1.1 เครื่องมือวัด

มัลติมิเตอร์	(Multimeter)
เวอร์เนียคาลิปเปอร์	(Vernier Calipers)
ตลับเมตร	(Measurement tape)

3.1.2 วัสดุอุปกรณ์

ผ้าเบรก	(Brake pads)
จานเบรก	(Brake discs)
โซลินอยด์วาล์ว	(Solenoid Valve)
สายลม,ท่อลม	(Tube)
ข้อต่อลม	(Fittings)
กระดาษทราย	(Sandpaper)
น้ำมันไฮดรอลิก	(Hydraulic Oil)
น้ำมันก๊าด	(Gas Oil)
ยางไดอะแฟรม	(Diaphragm Tire)

3.1.3 เครื่องมือช่าง

ประแจหกเหลี่ยม	(Allen Wrenches)
ประแจปากตาย	(Open-end Wrenches)
ประแจแหวน	(Ring Wrenches)
ตะไบ	(Rasp)
คีมถ่างแหวน	(Swing Ring)
ไขควงชุด	(Screwdriver Set)
กาพ่นน้ำมัน	(Oil Sprayer)
สว่าน	(Drill)
หินเจียร	(Grinder)
ค้อน	(Hammer)
คีม	(Pliers)
คีมล็อก	(Locking Pliers)
เครื่องอัดน้ำมันไฮดรอลิก	(Hydraulic Compressor)

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.2.1 สภาพเครื่องจักร ก่อนการฟื้นฟู

ทำการตรวจสอบอุปกรณ์ต่างๆ ของเครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ บริเวณภายนอก และภายใน



รูปที่ 3.1 สภาพเครื่องจักร ก่อนการฟื้นฟู

ก่อนการฟื้นฟู สภาพเครื่องมีความสกปรก และมีคราบน้ำมันจำนวนมาก ต้องทำความสะอาด บริเวณภายในเครื่องจักร และภายนอกของเครื่องจักรก่อนทำการตรวจเช็คอุปกรณ์ที่เหลือของเครื่องจักร



รูปที่ 3.2 สภาพเครื่องจักร ก่อนการฟื้นฟู

3.2.2 ทำการตรวจสอบอุปกรณ์ระบบนิวเมติกส์ โซลินอยด์วาล์ว

ทำการตรวจสอบระบบลมของโซลินอยด์วาล์ว ว่าทำงานปกติหรือไม่ และทำการเปลี่ยนโซลินอยด์ใหม่ เพื่อให้มีประสิทธิภาพในการทำงาน



รูปที่ 3.3 ตรวจสอบระบบลม โซลินอยด์วาล์ว และข้อต่อสายลมต่างๆ

ทำการถอดโซลินอยด์ วาล์ว ทั้งหมดเพื่อเปลี่ยนใหม่ทั้งหมด เนื่องจากตรวจสอบการใช้งานแล้วเกิดปัญหา มีลมรั่วของตัวโซลินอยด์ วาล์ว และมีอายุการใช้งานมานาน จึงเสื่อมสภาพตามกาลเวลา



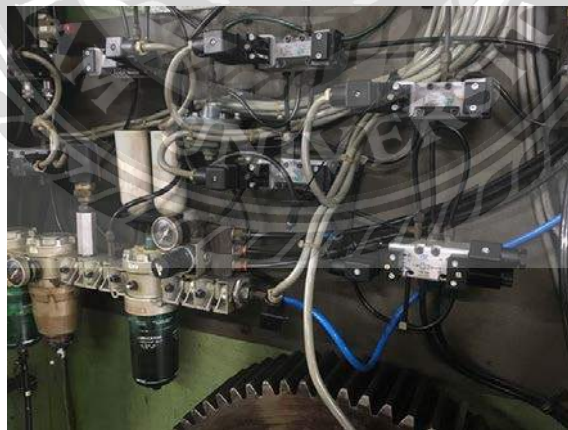
รูปที่ 3.4 หลังจากถอดโซลินอยด์ วาล์วของเดิมออก

หลังจากที่ทำการตรวจสอบระบบนิวเมติกส์ของโซลินอยด์วาล์ว ต่างๆ ครบทุกจุดและได้ถอดของเดิมออกแล้ว ก็ทำการเปลี่ยนใส่ชุดใหม่เข้าไป มีชนิด Pilot กับ Direct



รูปที่ 3.5 กำลังทำการเปลี่ยนโซลินอยด์ วาล์ว ใหม่เข้าไป

หลังจากทำการเปลี่ยนโซลินอยด์วาล์ว ทั้งหมดแล้ว จึงทำการตรวจสอบความเรียบร้อย



รูปที่ 3.6 หลังจากทำการเปลี่ยนโซลินอยด์ วาล์ว ใหม่ยกชุด

3.2.3 ก่อนฟื้นฟูและปรับเปลี่ยนอุปกรณ์เบรก

ได้ตรวจเช็คและทดสอบระบบเบรก งานเบรก ผ้าเบรก ต่างๆ เพื่อให้พร้อมกับการทดสอบ และปฏิบัติงาน



รูปที่ 3.7 ก่อนฟื้นฟูระบบเบรก ผ้าเบรกและงานเบรก

ทำการตรวจสอบและเตรียมฟื้นฟูและปรับปรุง อุปกรณ์ต่างๆ ของเบรก อย่างเช่น งานเบรก ผ้าเบรก เป็นต้น หลังจากทำการเช็คว่า ทำงานได้ปกติหรือไม่ และได้พบว่า งานเบรกหน้าสัมผัสบางเกินไป และผ้าเบรกมีปัญหา จึงทำให้เบรกไม่อยู่ จึงต้องทำการถอดแล้วเปลี่ยนใหม่



รูปที่ 3.8 ขั้นตอนการถอดและเปลี่ยนงานเบรกใหม่

หลังจากที่ทำการเปลี่ยนไส้งานเบรคใหม่ เรียบร้อยแล้ว ก็ทำการตรวจสอบผ้าเบรคเก่า แล้วทำการถอดแล้วเปลี่ยนผ้าเบรคของใหม่ที่สั่งทำมาแทนของเดิมเข้าไป



รูปที่ 3.9 หลังจากถอดผ้าเบรคของเดิมออก

ทำการใส่ผ้าเบรคและประกอบให้กลับเข้าสู่สภาพเดิม ที่พร้อมใช้งาน เพื่อที่จะไปตรวจสอบจุดอื่นต่อไปตามขั้นตอน



รูปที่ 3.10 ขั้นตอนการเปิดครอบผ้าเบรค เพื่อที่จะใส่ผ้าเบรค

3.2.4 ฟื้นฟูและตรวจสอบการทำงานของ ระเบิดไฮดรอลิก และหม้อลมเบรก

ตรวจสอบการทำงานของระเบิดไฮดรอลิก ว่าทำงานปกติหรือไม่ และทำการถอดมาทดสอบ ว่าน้ำมันไฮดรอลิกรั่วหรือไม่



รูปที่ 3.11 ก่อนถอดระเบิดไฮดรอลิกส์ และตรวจสอบ

หลังจากถอดระเบิดไฮดรอลิกแล้ว ก็ทำการทดสอบและอัดน้ำมันไฮดรอลิกใหม่ จนแน่ใจแล้วว่า ไม่มีการรั่วและใช้งานได้ปกติ ก็ทำความสะอาด เพื่อที่จะได้นำกลับไปใส่แบบเดิม



รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการอัดน้ำมันไฮดรอลิกส์

เมื่อทำการทดสอบและติดตั้งกระบอกไฮดรอลิก เข้าไปแล้ว ก็ทำการตรวจสอบหม้อลัมเบรก ว่าเวลาเบรก เบรคมีอาการปกติหรือไม่ หรือมีอาการโยกไปมา ตรวจสอบแล้วว่าพบปัญหา เบรคโยก ไม่นิ่งเป็นสาเหตุให้เวลาวิ่งงานพิมพ์ไม่นิ่งภาพเบลอล จึงต้องจำเป็นที่ถอดออกมาตรวจสอบ



รูปที่ 3.13 ก่อนการฟื้นฟูหม้อลัมเบรก

เมื่อถอดออกมาตรวจสอบแล้ว พบว่าต้องเปลี่ยนยางไดอะแฟมใหม่ เพราะเป็นตัวรับแรงอัดลมด้านใน เพราะไดอะแฟมเกิดอาการรั่ว จึงจำเป็นต้องให้บริษัทส่งมาใหม่ เพื่อทำการเปลี่ยน ให้กลับมาใช้ได้ปกติเหมือนเดิม



รูปที่ 3.14 ไดอะแฟมของหม้อลัมเบรกที่รั่ว ที่ถอดออกมาแล้ว

เมื่อทำการถอดและเปลี่ยนไดอะแฟมของหม้อลมเบรกเสร็จแล้ว ก็เตรียมใส่กลับไปที่เดิม



รูปที่ 3.15 ประกอบไดอะแฟมใส่ในหม้อลมเบรกเสร็จแล้ว เตรียมใส่กลับเครื่องอย่างเดิม

เมื่อใส่กลับเข้าไปในเครื่องตัดต่อกระดวยอัตโนมัติเสร็จแล้ว ต้องทำการปรับตั้งขาเบรก ที่หม้อลม เพื่อให้ไม่เบรกเยอะเกินไป หรือน้อยเกินไป เบรกเยอะเกินไปจะทำให้กระดวยขาด เมื่อตัดต่อ เบรคน้อยเกินไป จะให้เบรกโยกไปมา เป็นผลทำให้ตัดต่อไม่ติดและขาดนั่นเอง



รูปที่ 3.16 ขั้นตอนการปรับตั้งเบรกตรง หม้อลมเบรก

เมื่อประกอบติดตั้งหม้อลมเบรกและกระบอกไฮดรอลิกเสร็จแล้วตรวจสอบความเรียบร้อยเสร็จมา ตรวจสอบกระปุกผ้าเบรกต่อ ว่าหลวมใหม่หรือแน่นดีแล้ว เพราะมีส่วนทำให้เบรกไม่นิ่ง ทำให้เวลาพิมพ์งานออกมาจะมีภาพเบลอบ้าง



รูปที่ 3.17 ตรวจสอบกระปุกลมเบรก และเช็คน้ำมันของกระปุกเบรก

เมื่อตรวจสอบแล้วปกติไม่เกิดปัญหาใดๆ จึงประกอบกลับสภาพเดิมแล้วเช็คความแน่นดีหรือไม่ เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกอย่างใช้งานได้ปกติ



รูปที่ 3.18 ประกอบชิ้นส่วนต่างๆ ของเบรกให้ครบและปิดฝาครอบ

ขั้นตอนสุดท้ายเมื่อประกอบทุกอย่างเสร็จสิ้น ต้องตรวจสอบระบบไฟ และปุ่มกดใช้งานต่างๆ เช็กลีก
ครั้ง ก่อนจะทำการทดสอบเครื่องจริงๆ



รูปที่ 3.19 ตรวจสอบเช็คปุ่มกด

แล้วเช็คความถูกต้องและสมบูรณ์แล้วของระบบไฟต่างๆ ของเครื่องเป็นอันเสร็จสิ้น รอทำการทดสอบ



รูปที่ 3.20 ตรวจสอบเช็คแม่กเนติก



รูปที่ 3.21 ทำการแก้ไขปรับปรุงเครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติยี่ห้อ Megtec รุ่น D500 เสร็จสิ้น

ลำดับ	รายการตรวจสอบ	ผลการตรวจสอบ		ลำดับการแก้ไข		หมายเหตุ
		ผ่าน	ไม่ผ่าน	ซ่อม	เปลี่ยน	
1	solenoid valve	-	√	-	√	ใช้งานมาเป็นเวลานาน จึงมีการชำรุด
2	Rubber Air Brake Chamber	-	√	-	√	(ยางไดอะแฟรมหม้อลมเบรก) รั่ว
3	จานเบรก	-	√	√	-	ส่งไปทำการปาดหน้าจานใหม่
4	ผ้าเบรก	-	√	√	-	ส่งผ้าเบรกเดิมไปเปลี่ยนผ้าหน้าสัมผัสใหม่
5	Diaphragm Regulator	-	√	-	√	ยางไดอะแฟรม ของเรกกูเลเตอร์ รั่ว
6	เพลากระปุกเบรก	-	√	√	-	ส่งไปกิ่งใหม่ และทำการสวมตีปดล็อกให้แน่น
7	สายลม	-	√	-	√	เปลี่ยนใหม่ทั้งหมด เพราะสายแข็งและเสีย
8	ข้อต่อฟิตติ้ง	-	√	-	√	เปลี่ยนใหม่เป็นแบบสวมล็อก
9	กระบอกไฮดรอลิก	-	√	√	-	อัดน้ำมันไฮดรอลิกใหม่
10	ระบบไฟฟ้าเครื่อง	√	-	√	-	ใช้งานได้ปกติ จึงเช็คแล้วทำความสะอาด
11	พิวส์	-	√	-	√	เปลี่ยนใหม่ทั้งหมด ของเก่าขาด
12	สวิตช์ต่างๆ	√	-	-	-	ใช้งานได้ปกติทุกจุด

ตารางที่ 3.1 ตารางการซ่อมบำรุงและตรวจสอบ

ระยะเวลาในการดำเนินงาน

ที่	หัวข้อดำเนินงาน	ช่วงเวลาการทำงาน																			
	สัปดาห์	21-ส.ค.				ก.ย.				ต.ค.				พ.ย.				8-ธ.ค.			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	ศึกษาข้อมูล																				
2	กำหนดวัตถุประสงค์																				
3	การดำเนินงาน																				
4	การทดสอบการทำงาน																				
5	การปรับปรุงแก้ไข																				
6	การจัดทำปฏิญานิพนธ์																				

ตารางที่ 3.2 ระยะเวลาในการดำเนินงาน



บทที่ 4

ขั้นตอนทดสอบผลการดำเนินงาน

4.1 ขั้นตอนการทดสอบ

ทดสอบการทำงานของสวิตช์ต่างๆ เช่น Safety , ปรับ ขึ้น-ลง และสวิตช์ ตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ



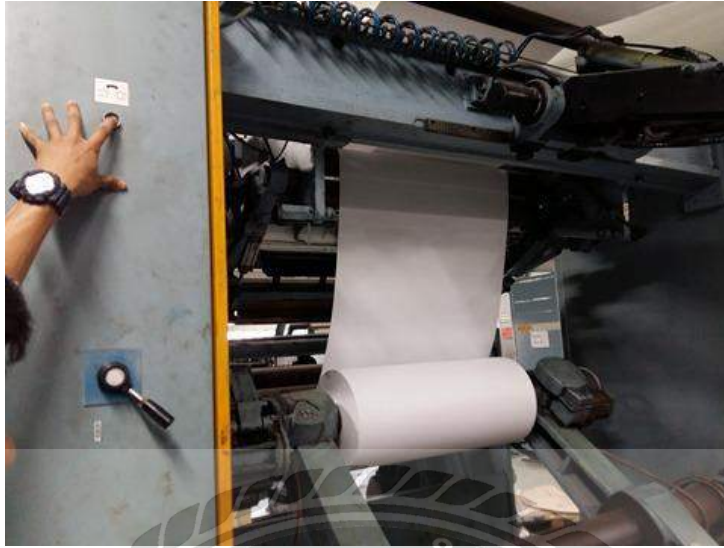
รูปที่ 4.1 ทดสอบสวิตช์ต่างๆ

ทำการนำม้วนกระดาษเพื่อมาใส่เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ เพื่อรอการเตรียมทดสอบ



รูปที่ 4.2 ขึ้นกระดาษ เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ

ทดสอบกด ขึ้น-ลง ของเครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ



รูปที่ 4.3 ทดสอบกด ขึ้น-ลง เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ

เมื่อขึ้นกระดาษ บนเครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ เตรียมรื้อกระดาษจากเครื่องตัดต่อกระดาษ

ไปยังเครื่องพิมพ์



รูปที่ 4.4 รื้อกระดาษจากเครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ

ทดสอบวิ่งเครื่องพิมพ์ เพื่อที่จะใช้งานจริงๆ โดยการวิ่งกระดาษปรีฟ และทดสอบการเบรคของ
เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ



รูปที่ 4.5 ทดสอบปล่อยกระดาษจากเครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ

เมื่อวิ่งกระดาษม้วนแรกใกล้จะหมดแล้ว ถึงขั้นตอนการทดสอบตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ



รูปที่ 4.6 กำลังทำการตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ

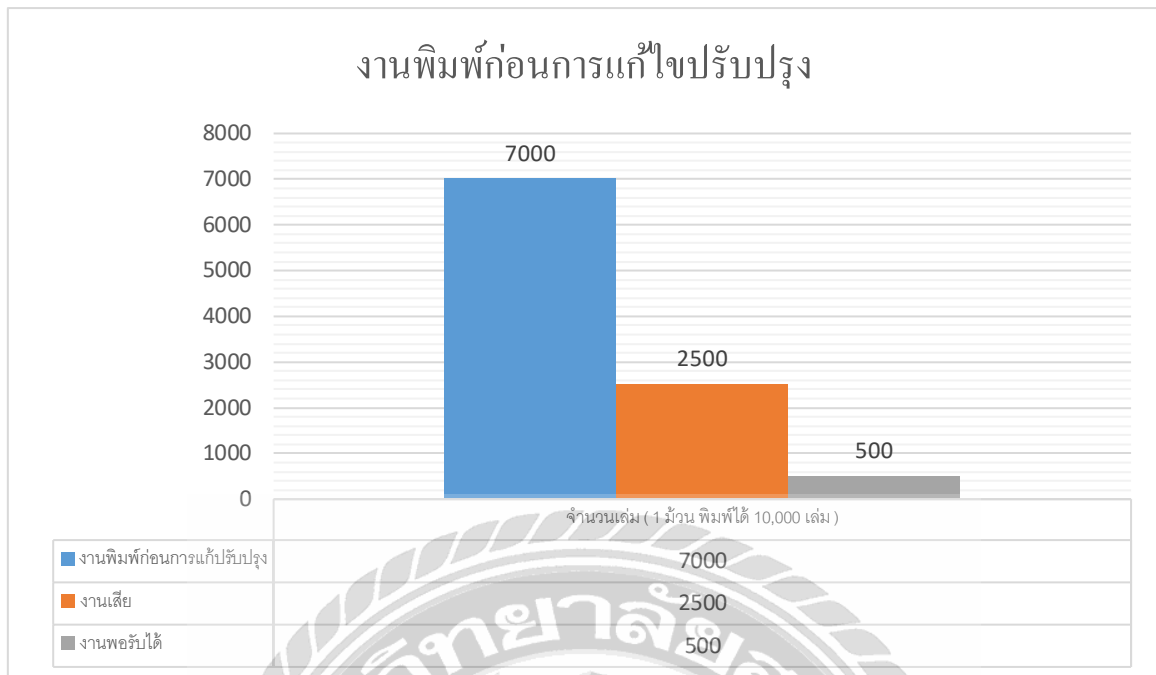


รูปที่ 4.7 ตัดต่อกระดาษอัตโนมัติเสร็จสมบูรณ์

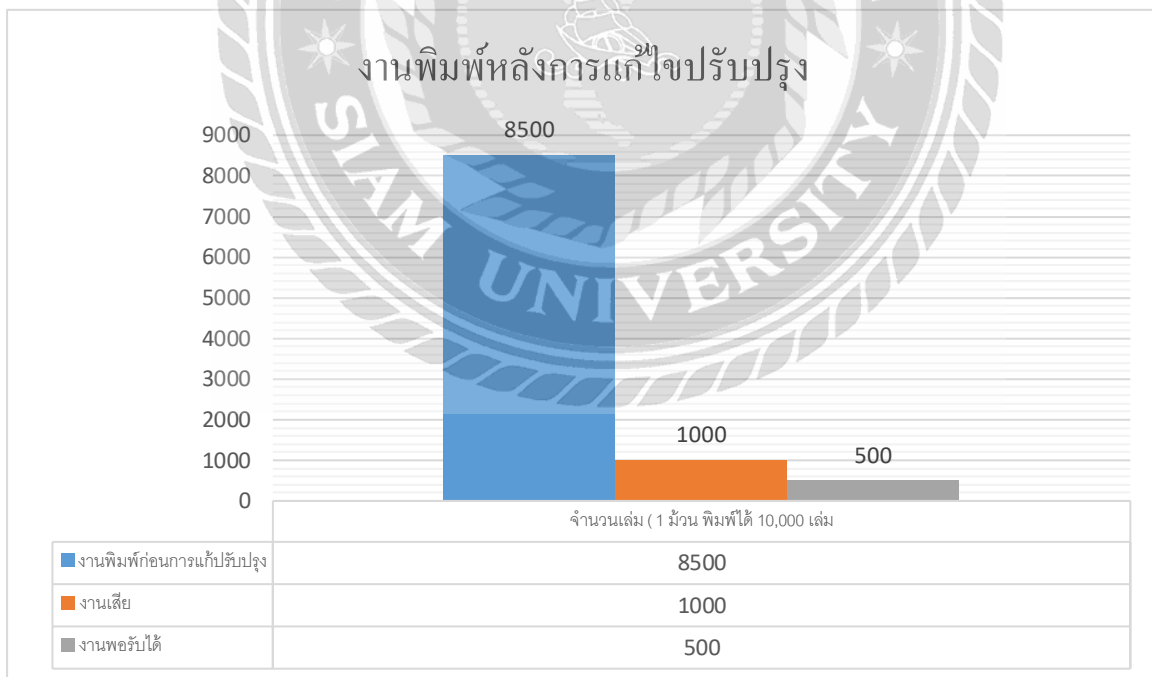
เมื่อทดสอบระบบสวิตช์ควบคุมระบบไฟฟ้า ระบบเบรคไฮดรอลิก-นิวแมติก และการตัดต่อกระดาษอัตโนมัติกลับมาใช้งานได้ปกติอย่างเดิม ตามมาตรฐานของเครื่อง เพื่อมีความพร้อมต่อการทำงาน

4.2 ผลการดำเนินงาน

ผลจากการดำเนินงานพบว่า ขั้นตอนการดำเนินงานที่วางไว้ เป็นไปตามขั้นตอนจึงทำให้การปฏิบัติการแก้ไขและปรับปรุง สำเร็จเป็นอย่างดีเยี่ยม เครื่องจักรจึงกลับมาใช้งานได้ปกติ ตามวัตถุประสงค์ที่บริษัทได้ตั้งไว้ ส่งผลให้บริษัทสามารถใช้ เครื่องตัดต่อกระดาษอัตโนมัติ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ และลดการสูญเสียของงาน และวัสดุพิมพ์น้อยลงอีกด้วย



รูปที่ 4.8 กราฟเปรียบเทียบงานพิมพ์ก่อนการแก้ไขปรับปรุง



รูปที่ 4.9 กราฟเปรียบเทียบงานพิมพ์หลังการแก้ไขปรับปรุง

บทที่ 5

สรุปผลและเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการปฏิบัติงาน

5.1.1 สรุปผลการทดสอบการใช้เครื่องตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ ยี่ห้อ Megtec รุ่น D500

จากการทดสอบการทำงานและการใช้งานเครื่องตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ เครื่องสามารถกลับมาใช้งานได้ตามปกติ ใช้งานได้ค่อนข้างดีและมีประสิทธิภาพในการตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ และสามารถลดของเสียในการตัดต่อกระดาศจากการปฏิบัติงานและลดความเสี่ยงจากอุบัติเหตุในการทำงานเพื่อให้มีความรวดเร็วและมีประสิทธิภาพในการทำงานขึ้นดียิ่งขึ้น

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ

5.2.1 การฟื้นฟูและปรับปรุง เครื่องตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ ในขณะที่ปฏิบัติงานโครงการสหกิจศึกษา ซึ่งมีงานทำประจำตลอดสัปดาห์ ทำให้ค่อนข้างยากต่อการที่จะฟื้นฟูและปรับปรุง เครื่องตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ เนื่องจากการปฏิบัติงานสหกิจศึกษามีหน้าที่การทำงานเหมือนพนักงานประจำของบริษัทซึ่งจำเป็นต้องปฏิบัติซ่อมบำรุง เครื่องจักรต่างๆ และปฏิบัติงานอื่นๆ อยู่เป็นประจำทุกวัน ทำให้เวลาค่อนข้างน้อยที่จะปฏิบัติงานฟื้นฟูและปรับปรุง เครื่องตัดต่อกระดาศอัตโนมัติ และทำให้ล่าช้า ซึ่งจะทำให้เฉพาะเวลาที่ไม่ได้ซ่อมบำรุงติดตั้งเครื่องจักรอื่นๆ ในโรงงานเท่านั้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

5.3.1 จากการปฏิบัติงาน ควรระมัดระวังอุบัติเหตุในการปฏิบัติงานต่างๆ เพราะทำงานกับเครื่องจักร และเครื่องมือปฏิบัติงานมีความเสี่ยง อย่างเช่น หินเจียร สว่าน หรือฆ้อน เป็นต้น ควรตรวจสอบความพร้อมของอุปกรณ์ทุกครั้งก่อนการลงมือปฏิบัติงาน

5.3.2 ควรเตรียมพร้อมสภาพร่างกายก่อนการปฏิบัติ เพื่อให้สุขภาพแข็งแรง และมีความพร้อมของร่างกายก่อนปฏิบัติงานอยู่เสมอ และสวมเครื่องป้องกันทุกครั้ง

บรรณานุกรม

หลักการเบื้องต้นทางด้านฟิสิกส์ของระบบนิวแมติกส์. (2560). *สัญลักษณ์และความหมาย* เข้าถึงได้จาก

http://mte.kmutt.ac.th/elearning/Plc/unit_1.htm

บริษัท นิวมา ซิสเต็มส์ จำกัด. (2560). *โซลินอยส์วาล์วลม* เข้าถึงได้จาก

<https://www.xn--c3cso0bndnb3zczq9nmfd.com/>

โรงพิมพ์ เค เอส วิชั่น. (2558). *ระบบออฟเซต* เข้าถึงได้จาก

http://www.ksvision.co.th/kn_offset.html



ภาคผนวก ก.

รายละเอียดสถานประกอบการ



ภาคผนวก ก.

1.สถานประกอบการ

ชื่อสถานประกอบการ บริษัท ไทยร่วมเกล้า จำกัด ตั้งอยู่เลขที่ 9/9 หมู่ 9 ตำบลบางม่วง อำเภอบางใหญ่ จังหวัดนนทบุรี ทุนจดทะเบียน 50,000,000 บาท (ห้าสิบล้านบาทถ้วน)

กรรมการของบริษัทมี 6 คน ตามรายชื่อดังต่อไปนี้

- | | |
|------------------------|-----------------------------|
| 1.นายตะวัน เทวอักษร | 2.นายชัยณรงค์ ลิ้มปึกตติสิน |
| 3.นายวรสิทธิ์ เทวอักษร | 4.นายวราธร เทวอักษร |
| 5.นายขนาน เทวอักษร | 6.นายธีรวุฒิ สินธวถาวร |

2.นโยบายคุณภาพ

มุ่งเน้นพัฒนาคุณภาพอย่างต่อเนื่อง

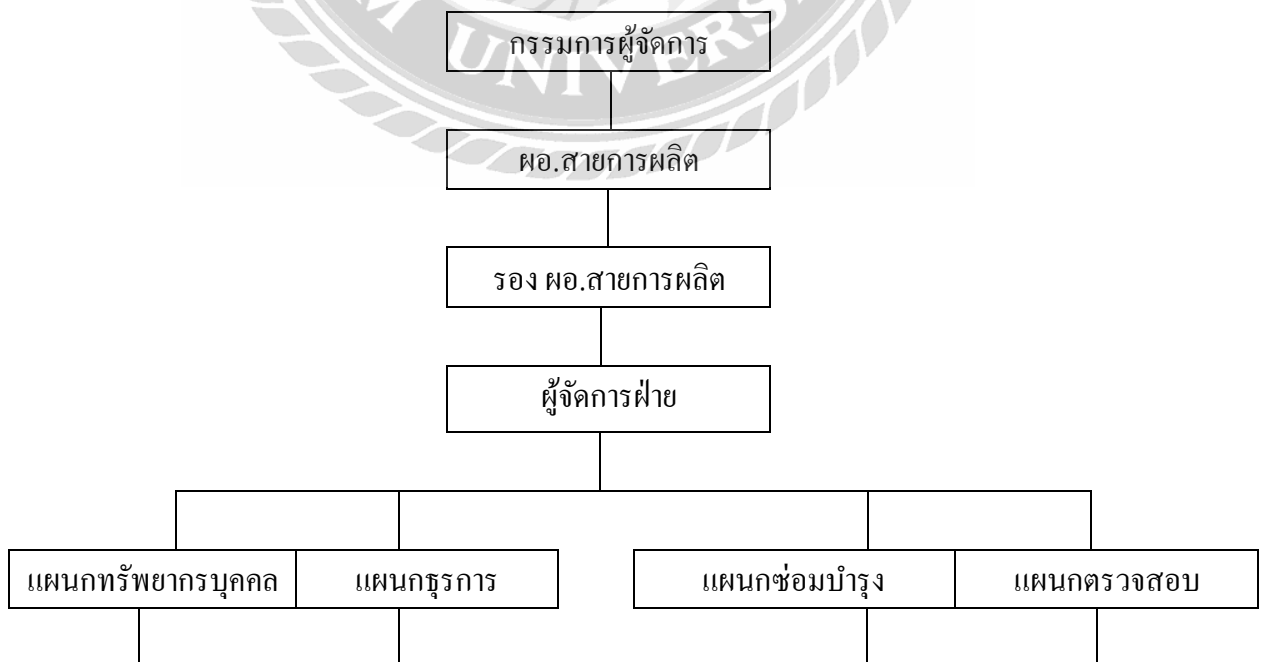
สร้างความพึงพอใจให้ลูกค้าตามหลักการผลิตงานที่มีคุณภาพ

ดำเนินการผลิตบนการควบคุมต้นทุนอย่างมีเหตุผล เพื่อให้เกิดประโยชน์แก่ลูกค้ามากที่สุด

3.ผลิตภัณฑ์และบริการ

- หนังสือเรียน
- งานพิมพ์ เช่น แผ่นพับ โบรชัวร์
- ปฏิทิน
- นิตยสาร
- หนังสือทั่วไป
- งานพิมพ์, งานพับ
- งานเข้าเล่มทุกรูปแบบ
- สิ่งพิมพ์อื่น ๆ

4.รูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร



งานสรรหา	รายรับ-รายจ่าย
งานค่าจ้าง	ธุรการกระดาษ
งานแม่บ้าน	จัดซื้อ-จัดจ้าง-สตอร์

งานบำรุงรักษาเครื่องจักร	ตรวจสอบรายงานต่าง ๆ
--------------------------	---------------------

รูปที่ 1.1 ผังแสดงรูปแบบการจัดองค์กรและการบริหารงานขององค์กร

5. ตำแหน่งและลักษณะงานที่ได้รับมอบหมาย

ตำแหน่งช่างซ่อมบำรุง

ลักษณะงานที่ฝึกปฏิบัติ เป็นการบำรุงรักษาเครื่องจักรทางการพิมพ์ภายในบริษัท และซ่อมแซมเครื่องจักรเมื่อเกิดเหตุขัดข้อง หรือมีการชำรุดเสียหาย โดยลักษณะงานจะเป็นการแก้ไขปัญหาและวิเคราะห์ปัญหาอาการเสียหรืออาการขัดข้องของเครื่องจักรทางการพิมพ์ เพื่อที่จะทำการแก้ไข และซ่อมแซมต่อไป เพื่อให้เครื่องจักรกลับมาทำงานได้อีกครั้ง โดยงานที่ปฏิบัติส่วนใหญ่จะเป็นการแก้ไขและวิเคราะห์ซ่อมแซม

6. ชื่อและตำแหน่งพนักงานที่ปรึกษา และหัวหน้าที่ปรึกษา

1. คุณ ศโรชา ทวีวงศ์สมบูรณ์ ผู้จัดการฝ่ายสำนักอำนวยการ
2. คุณ อคุศลย์ ดิษฐเทศ หัวหน้าหน่วยซ่อมบำรุง

7. ระยะเวลาที่ปฏิบัติงาน วันที่ 21 สิงหาคม พ.ศ. 2560 ถึง วันที่ 08 ธันวาคม พ.ศ. 2560

ประวัติผู้จัดทำ



- ชื่อสกุล นาย ศรารุช สีท่าบุญ
- วันเดือนปีเกิด วันศุกร์ ที่ 23 ตุลาคม 2535
- ที่อยู่ปัจจุบัน 75/8 หมู่ 2 ตำบลหน้าไม้ อำเภอลาดหลุมแก้ว จังหวัดปทุมธานี 12140
- ประวัติการศึกษา**
- ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
- ระดับ ปวช. สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์ โรงเรียนเทคโนโลยีสยาม
- ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนนันทนารวิทย์
- ประสบการณ์การทำงาน**
- เคยทำงานเป็นช่างซ่อมบำรุงที่ บริษัท ไทยร่มเกล้า จำกัด
 - เคยเป็นนักศึกษาฝึกงานที่กระทรวง ICT ระดับ ปวช.

ประวัติผู้จัดทำ



- ชื่อสกุล นาย เกล้า วัฒนวิทย์กรรม์
- วันเดือนปีเกิด วันจันทร์ ที่ 22 พฤศจิกายน 2536
- ที่อยู่ปัจจุบัน 4 หมู่ 7 ตำบลอุทัยเก่า อำเภอหนองฉาง จังหวัดอุทัยธานี 61110
- ประวัติการศึกษา
- ระดับปริญญาตรี วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม
- ระดับ ปวช. สาขาวิชา ช่างกลโรงงาน วิทยาลัยเทคนิคอุทัยธานี
- ระดับมัธยมศึกษา โรงเรียนหนองฉางวิทยาคม
- ประสบการณ์การทำงาน
- เลขทำงานเป็นช่างซ่อมบำรุงที่ บริษัท ไทยรมเกล้า จำกัด

