สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดทดสอบไฮดรอลิก
HYDRAULIC EXPERIMENTAL SETUP

T103996

โดย

นายกฤต กังวานพรศิริ 48010017

นายคฑายุทธ ธนาดำรงศักดิ์ 48010084

นายปรวิชญ์ ปรีชาวุฒิเดช 48010502

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 103996
วัน,เดือน,ปี 28 ต.ค. 2552

.b.....
.i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2551

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดสอบไฮดรอลิก

HYDRAULIC EXPERIMENTAL SETUP

โดย

นายกฤต	กังวานพรศิริ	48010017
นายคฑายุทธ	ธนาดำรงศักดิ์	48010084
นายปรวิชญ์	ปรีชาวุฒิเดช	48010502

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร. อุนนัต พิณโสภณ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2551

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ชุดทดสอบไฮดรอลิก

HYDRAULIC EXPERIMENTAL SETUP

ผู้จัดทำ

1.นายกฤต	กังวานพรศิริ	รหัสประจำตัว 48010017
2.นายคฑายุทธ	ธนาดำรงศักดิ์	รหัสประจำตัว 48010084
3.นายปรวิชญ์	ปรีชาวุฒิเดช	รหัสประจำตัว 48010502

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร. อุนนัต พิณโสภณ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดทดสอบไฮดรอลิก

นายกฤต	กังวานพรศิริ	48010017
นายคฑายุทธ	ธนาดำรงศักดิ์	48010084
นายปรวิชญ์	ปรีชาวุฒิเดช	48010502
ผศ.ดร. อุนนัต	พิณโสภณ	อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2551

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการสร้างชุดการทดลองของระบบไฮดรอลิก โดยมีการต่อวงจรไฮดรอลิกในแบบต่าง ๆ เช่น การต่อหนึ่งวาล์วหนึ่งกระบอกสูบ การต่อหนึ่งวาล์วสองกระบอกสูบแบบอนุกรม หรือขนานกัน โดยทำการทดลองที่สภาวะโหลดต่างกัน จากนั้นทำการสังเกตการเปลี่ยนแปลงที่แต่ละกระบอกสูบ และทำการวิเคราะห์ค่าต่าง ๆ ที่วัดได้จากชุดการทดลอง เช่น ค่าความดันที่ตำแหน่งหัวและท้ายของกระบอกสูบแต่ละกระบอกสูบ ค่าภาระโหลดที่กระทำต่อกระบอกสูบ เพื่อเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎี โดยในการทำงานของชุดทดลองใช้การควบคุมระบบผ่านโปรแกรม Lab View

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HYDRAULIC EXPERIMENTAL SETUP

Mr.Krit	Kangwanpornsiri	48010017
Mr.Katayuth	Tanadumrongsak	48010084
Mr.porawit	Preechawuttidet	48010502
Dr.Unnat	Pinsopon	Adviser

Abstract

This project is the building of the testing unit of a hydraulic system with various hydraulic connections such as "one valve with one cylinder" and "one valve with two cylinders both in series and in parallel". The made the test on different inserted load. Giving that load, we observe the changes made onto each cylinder in the testing unit. To analyzed all the different measurements from the testing unit which includes pressure at top end and bottom end of each cylinder. We also measure the subjective loads which are asserted onto the cylinders. We then compare the measuring value with theoretical calculated value. We also test the hydraulic unit by using the controlling program "Lab View".

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับได้จัดทำเพื่อประกอบการเรียนวิชา Project Study ซึ่งนับว่าเป็นโอกาสอันดีที่ทำให้นักศึกษา ได้นำความรู้ในภาคทฤษฎีมาปฏิบัติจริง ซึ่งเป็นการเพิ่มพูนความรู้และประสบการณ์ให้นักศึกษา

ข้าพเจ้าขอการบขอบพระคุณ ผศ.ดร. อุนนัต พิณโสภณ อาจารย์ผู้ดูแลและควบคุมปริญญานิพนธ์เป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำแนะนำและคำปรึกษาเกี่ยวกับการทำโครงงานนี้

ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณบุคคลที่สำคัญที่สุดที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ คือ บิดา และ มารดา ซึ่งให้การเลี้ยงดูข้าพเจ้ามาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งสนับสนุนและให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ ข้าพเจ้าขอรำลึกในพระคุณอันสุดประเสริฐ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

นายกฤต กังวานพรศิริ
นายคฑายุทธ ธนาดำรงศักดิ์
นายปรวิชญ์ ปรีชาวุฒิเดช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและแรงจูงใจ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของการศึกษา	1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของระบบไฮดรอลิก	
2.1 ระบบไฮดรอลิก	2
2.2 การใช้งานระบบไฮดรอลิก	2
2.3 ข้อดีของระบบไฮดรอลิก	3
2.4 น้ำมันไฮดรอลิก	3
2.5 ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic Pump)	4
2.6 กระบอกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder)	4
2.7 พรอพอร์ชันนัลวาล์ว (Proportional Valve)	4
2.8 การขยายสัญญาณ (Amplifier Devices)	6
บทที่ 3 อุปกรณ์และระบบควบคุมชุดทดลองไฮดรอลิก	
3.1 ชุดทดลองไฮดรอลิก	7
3.2 การทำงานของชุดทดลองไฮดรอลิก	7
3.3 Block Diagram การทำงานของระบบไฮดรอลิก	8
3.4 การจำลองของระบบไฮดรอลิก	8
3.4.1 สมการคณิตศาสตร์เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ลง	9
3.4.2 สมการคณิตศาสตร์เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้น	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 สมการคณิตศาสตร์เมื่อต่อวงจรแบบอนุกรม เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ลง 11
3.4.4 สมการคณิตศาสตร์เมื่อต่อวงจรแบบอนุกรม เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้น 12
3.4.5 สมการคณิตศาสตร์เมื่อต่อวงจรแบบขนาน เคลื่อนที่ขึ้น และมีภาระโหลดเท่ากัน 13
3.4.6 สมการคณิตศาสตร์เมื่อต่อวงจรแบบขนาน เคลื่อนที่ขึ้น และมีภาระโหลดต่างกัน 14

3.5 อุปกรณ์ในการควบคุมชุดทดลองไฮดรอลิก 16
3.5.1 กระบอกสูบไฮดรอลิก 16
3.5.2 พรอพอร์ชันนัลวาล์ว (Proportional Value) 16
3.5.3 Wire Sensor 17
3.5.4 คอมพิวเตอร์ (Computer) 17
3.5.5 Data Acquisition Card 18
3.5.6 Pressure Gauge 18

บทที่ 4 ขั้นตอนและผลการทดลอง
4.1 ขั้นตอนการทำงานของชุดทดลอง 21
4.2 การทดลอง 21
4.2.1 การหา Modulation Curve 21
4.2.2 การหาพื้นที่หน้าตัด Valve 21
4.3 ตัวอย่างแผ่นบันทึกข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง 25
4.4 ผลการทดลอง 35
4.5 วิจารณ์ผลการทดลอง 36
4.6 สรุปผลการทดลอง 36

บรรณานุกรม 37

ภาคผนวก 38
1. การใช้กล่องเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้า 38
2. เฉลยผลการทดลอง 40
2.1 การทดลองที่ 1 42
2.2 การทดลองที่ 2 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของ Proportional Valve	5
รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของ Proportional Directional Control valves	5
รูปที่ 3.1 แสดงระบบชุดทดสอบไฮดรอลิก	7
รูปที่ 3.2 Block Diagram แสดงการทำงานของวงจร Open Loop	9
รูปที่ 3.3 กระบอกสูบ	16
รูปที่ 3.4 พรอพอร์ชันนัลวาล์วที่ใช้ในการทดลอง	16
รูปที่ 3.5 วงจร Buffer ของเซนเซอร์	17
รูปที่ 3.6 แสดงคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบ	18
รูปที่ 3.7 Data Acquisition Card	18
รูปที่ 3.8 Pressure Gauge	19
รูปที่ 3.9 วงจรออปแอมป์แปลงกระแสไฟฟ้า (4-20 mA) เป็นความต่างศักย์ (0-10V)	19
รูปที่ 3.10 อุปกรณ์แปลงกระแสให้เป็นความต่างศักย์	20
รูปที่ 4.1 Modulation Curve	21
รูปที่ 4.2 Area Curve	22
รูปที่ 4.3 วงจร Low pass filter	23
รูปที่ 4.4วงจรไฮดรอลิกแบบหนึ่งกระบอกสูบ	23
รูปที่ 4.5 วงจรไฮดรอลิกแบบ 2 กระบอกสูบ ต่อขนานกัน	24
รูปที่ 4.6 วงจรไฮดรอลิกแบบ 2 กระบอกสูบ ต่ออนุกรมกัน	24

ภาคผนวก

รูปที่ 1 แสดงลักษณะของกล่องเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าด้าน Input	38
รูปที่ 2 แสดงลักษณะของกล่องเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าด้าน Output	38
รูปที่ 3 แสดงการต่อ pressure gauge เข้าทางด้าน Input ที่ pressure gauge จะได้สัญญาณไฟฟ้าเป็นโวลต์ออกมาที่ด้าน Output ของ pressure gauge 2-10 V เพื่อนำไปใช้งาน	39
รูปที่ 4 กราฟผลการทดลองที่ 1 ไม่มีภาระที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลต์	41
รูปที่ 5 กราฟผลการทดลองที่ 1 มีภาระลูกเหล็ก 5 ลูก ที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลต์	41
รูปที่ 6 กราฟผลการทดลองที่ 2 มีภาระลูกเหล็ก 3 ลูกที่กระบอกสูบ 1 และมีภาระลูกเหล็ก 1 ลูกที่กระบอกสูบ 2 ที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลต์ โดยใช้ ข้อต่อ 3 ทางแบบพิเศษ	43
รูปที่ 7 กราฟผลการทดลองที่ 2 มีภาระลูกเหล็ก 3 ลูกที่กระบอกสูบ 1 และมีภาระลูกเหล็ก 1 ลูกที่กระบอกสูบ 2 ที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลต์ โดยใช้ ข้อต่อ 3 ทางแบบธรรมดา	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 8 กราฟผลการทดลองที่ 3ไม่มีภาระ ที่แรงดันไฟฟ้า 6 โวลต์ 45
รูปที่ 9 กราฟผลการทดลองที่ 3มีภาระลูกเหล็ก 4 ลูกที่กระบอกสูบ 1 และมรภาระลูกเหล็ก 1 ลูก ที่กระบอกสูบ 2 ที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลต์ 45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและแรงจูงใจ

ในปัจจุบันมีการใช้งานระบบไฮดรอลิกอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรม มีการใช้งานทั้งในอุตสาหกรรมหนักและอุตสาหกรรมเบาทั่วไป และส่วนใหญ่ถูกควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติ ดังนั้นเครื่องจักรที่ควบคุมด้วยระบบไฮดรอลิกจึงมีความสำคัญในการทำงานอย่างมากในระบบควบคุม ในโครงงานนี้จึงได้ทำการศึกษาการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ของระบบไฮดรอลิก โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรต่างๆ เช่น ความเร็ว ความดัน และ ที่ภาระต่างๆแล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎีเพื่อค่าที่ถูกต้องและแม่นยำมากที่สุดในการควบคุม

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทดลองวิเคราะห์ผลและการเปรียบเทียบผลที่ได้จากวงจรไฮดรอลิกพื้นฐานและผลจากการจำลองในคอมพิวเตอร์รวมถึงการศึกษาการควบคุมการทำงานของระบบไฮดรอลิก
2. ชุดการทดลองนี้สามารถใช้เป็นสื่อการเรียนการสอนในวิชา Fluid Power Control และ Automatic Control เพื่อให้นักศึกษาได้เข้าใจทฤษฎีพื้นฐานได้อย่างครบถ้วน

1.3 ขอบเขตของการศึกษา

ทดลองชุดทดสอบไฮดรอลิกแบบ 2 กระบอกสูบ เคลื่อนที่ขึ้นลงในแนวดิ่ง โดยทดลองต่อวงจรไฮดรอลิกแบบต่างและภาระโหลดต่างๆ แล้วศึกษาการเปลี่ยนแปลงความดัน ในการทดลองแบบต่างๆ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาการทำงานและออกแบบชุดทดลองของระบบไฮดรอลิก
2. ศึกษารายละเอียดการทำงานของอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
3. สร้างชุดทดลองของระบบไฮดรอลิกและอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้อง
4. จำลองระบบเพื่อหาค่าตัวแปรต่างๆตามทฤษฎี
5. ทดลองการทำงานของชุดทดลองและเปรียบเทียบการทำงานระหว่างชุดทดลองและทฤษฎี
6. สรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เพิ่มขึ้นเกี่ยวกับระบบไฮดรอลิก การควบคุมอัตโนมัติและในด้านต่างๆที่เกี่ยวข้อง
2. ได้นำความรู้ที่เรียนมาประยุกต์ใช้งานได้จริง
3. เปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากผลการทดลองกับทฤษฎี และเข้าใจในทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของระบบไฮดรอลิก

2.1 ระบบไฮดรอลิก

คำว่า hydraulic มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ hydro หมายถึงน้ำ และ aulis ซึ่งหมายถึงท่อ (pipe) เดิมคำว่า hydraulic จึงหมายถึงเฉพาะการไหลของน้ำในท่อเท่านั้น แต่ปัจจุบันคำนี้หมายถึงการไหลของของเหลวทุกชนิดที่ใช้ในระบบ เพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังงานในการเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลเป็นกำลังงานกลคือทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกและมอเตอร์ไฮดรอลิกทำงาน ตัวอย่างงาน เช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิก เครื่องอัด เกียร์อัตโนมัติ เครน กว้าน รถแทรกเตอร์ และเครื่องจักรในโรงงานอุตสหกรรมต่างๆ

1. อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิก ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการขับปั๊มน้ำมันไอดรอลิกเพื่อส่งจ่ายให้แก่ระบบไฮดรอลิก ประกอบด้วยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า

2. อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิก ทำหน้าที่เป็นที่พักของน้ำมัน ขจัดสิ่งสกปรกขจัดฟองอากาศและระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิก ประกอบด้วยถังพักน้ำมันไฮดรอลิก ไส้กรองน้ำมันไฮดรอลิก และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆที่ใช้กับถังพักน้ำมัน

3. อุปกรณ์สร้างการไหล ทำหน้าที่สร้างอัตราการไหล ประกอบด้วยปั๊มไฮดรอลิก ชนิดต่างๆ

4 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึง วาล์วควบคุมชนิดต่างๆ ในระบบไฮดรอลิก เช่น วาล์วควบคุมทิศทางการไหลใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของก้านสูบ วาล์วควบคุมอัตราการไหลใช้จำกัดปริมาณน้ำมันที่เข้าลูกสูบเพื่อควบคุมความเร็วของก้านสูบ วาล์วควบคุมความดันใช้ควบคุมความดันระบบ

5. อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังกล เช่น กระบอกสูบ ไฮดรอลิก หรือมอเตอร์ไฮดรอลิก

6. อุปกรณ์ในระบบท่อทาง ทำหน้าที่เป็นท่อทางการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกในระบบประกอบ ด้วย แปบ (pipe), ข้องอ (bending), ท่อ (tube), สายน้ำมันไฮดรอลิก (hoses), และข้อต่อชนิดต่างๆ (fittings)

2.2 การใช้งานระบบไฮดรอลิก

1. ระบบไฮดรอลิกในโรงงานอุตสาหกรรม ในงานอุตสาหกรรมได้มีการนำระบบไฮดรอลิกไปใช้ในเครื่องมือต่างๆ เช่น เครื่องฉีดพลาสติก เครื่องฉีดอลูมิเนียม แท่นอัดชิ้นงาน เครื่องปั๊มและเครื่องตัดชิ้นงาน เครื่องประกอบขึ้นรูปชิ้นงาน เครื่องจักรขนาดใหญ่ เครื่องกลึงและเจียระไน

2. ระบบไฮดรอลิกในอุตสาหกรรมเหล็กกล้า ในปัจจุบันงานอุตสาหกรรมเหล็กกล้าส่วนใหญ่จะต้องมีการใช้งานอุปกรณ์ไฮดรอลิกตัวอย่าง เช่น ใช้กับแท่นเลื่อย แขนโยน ฐานปั๊มและส่ง เครื่องปรับขนาดลูกกลิ้ง อุปกรณ์แยกและส่ง อุปกรณ์ควบคุมท่อหล่อเย็น เป็นต้น

3. ระบบไฮดรอลิกในงานวิศวกรรมโยธา ตัวอย่างงานที่ใช้ในระบบนี้ เช่น ระบบปิดเปิดประตูกั้นน้ำ เขื่อนกั้นน้ำ การควบคุมการปิดเปิดช่องทางเดินเรือ การควบคุมปิดเปิดสะพาน

4. ระบบไฮดรอลิกในยานยนต์อุตสาหกรรม ตัวอย่างของการใช้ระบบไฮดรอลิกที่ใช้ในยานยนต์อุตสาหกรรม เช่น รถแทรกเตอร์ รถเทร์เลอร์ ปั้นจั่น รถยก รถขุด เครน รถกว้าน รถตัก เครื่องจักรกลการเกษตร รถกระเช้า รถขนย้ายวัสดุ และเครื่องจักรที่ใช้ในการก่อสร้างอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ระบบไฮดรอลิกในเรือเดินทะเล เช่น ระบบนำร่องอัตโนมัติ ระบบหางเสือเรือทั้งแบบธรรมดาและแบบอัตโนมัติ การควบคุมการปล่อยอวน การควบคุมระบบระบายน้ำใต้ท้องเรือ เป็นต้น

6. ระบบไฮดรอลิกในงานเฉพาะอย่าง งานที่นำเอาระบบไฮดรอลิกมาใช้นั้น ตัวอย่างเช่น กล้องเทเลสโคป ระบบสื่อสารทางอากาศ ทุ่นเก็บข้อมูลด้านสมุทรศาสตร์ และอุตุนิยมศาสตร์ในทะเล เครื่องขุดเจาะน้ำมันในทะเล เครื่องเจาะสำรวจแหล่งแร่ เครื่องมือสำรวจชั้นดิน

2.3 ข้อดีของระบบไฮดรอลิก

ระบบไฮดรอลิกมีข้อได้เปรียบหลายประการดังนี้

1. ง่ายต่อการควบคุม โดยปกติแล้วการส่งกำลังโดยกลไกจะมีความยุ่งยากเกี่ยวกับโครงสร้างที่จะควบคุมให้เกิดการเคลื่อนที่ทำงานทั้งแบบหมุนและแนวเส้นตรงแต่ระบบไฮดรอลิกทำงานได้ง่ายและดีทั้งในแนวตรงและในแนวหมุน เพียงแต่ใช้กำลังงานจากของไหลไปเปลี่ยนแปลงเป็นกำลังกลเพื่อทำงานที่ต้องการแรงผลักดันหรือแรงบิดมากๆได้

2. การปรับเปลี่ยนความเร็วของลูกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกกระทำได้ง่าย สามารถปรับเปลี่ยนความเร็วได้ทุกระดับโดยปรับที่วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมัน ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์นั้นควรทำงานที่ความเร็วคงที่มากกว่า

3. แรงคงที่ ระบบไฮดรอลิกที่จะให้แรงคงที่ได้โดยที่ไม่จำกัดความเร็ว

4. ตั้งขนาดของแรงที่ต้องการใช้งานได้ เพราะปริมาณน้ำมันที่ความดันส่วนเกินไหลออกไปทางวาล์วจำกัดความดันหมด

5. การทำงานกลับทิศไปมาได้ กระบอกสูบและมอเตอร์ไฮดรอลิกสามารถทำงานกลับทิศได้ โดยไม่ต้องรอให้หยุด โดยอาศัยวาล์วทิศทางการไหลส่วนปัญหาการโอเวอร์โหลดขณะทำงานกลับทิศจะไม่มีเช่น ก้านสูบเลื่อนออกสุดระยะชักแล้ว แต่ปั๊มยังคงส่งอัตราการไหลไปในระบบความดันที่เกิดขึ้นแต่จะถูกจำกัดโดยวาล์วปลดความดัน

6. ควบคุมการทำงานได้เที่ยงตรง แม่นยำและถูกต้อง เพราะมีวาล์วที่ใช้ควบคุมทั้งความเร็วและความดัน

7. กะทัดรัด กินเนื้อที่ในการติดตั้งและมีน้ำหนักน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดกำลังเดียวกัน เช่น ปั๊มหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกขนาด 9 แรงม้า จะมีน้ำหนักเพียง 5 กิโลกรัมเท่านั้น ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 10 แรงม้า จะมีน้ำหนักที่มากกว่าหลายสิบกิโลกรัม และในบริเวณที่ไม่เหมาะสมก็สามารถที่จะติดตั้งได้เพียงแต่มีที่ว่างให้ท่อเท่านั้น

8. สามารถหยุดชะงัก เนื่องจากการรับโอเวอร์โหลดนานๆได้ เมื่อโหลดลดลงก็ทำงานต่อไปได้ทันที ไม่มีปัญหาจากการฟิวส์ขาดเหมือนมอเตอร์ไฟฟ้า เมื่อรับโอเวอร์โหลดนานๆ ระบบก็ยังคงทำงานต่อไปได้เพียงแต่ความดันน้ำมันส่วนเกินจะไหลออกทางวาล์วจำกัดความดัน

9. ปลอดภัย ระบบไฮดรอลิกจะมีความปลอดภัยสูง แม้ว่าจะรับโหลดนานๆ ไม่มีปัญหาไฟฟ้าลัดวงจรเหมือนระบบไฟฟ้า จึงทำให้เป็นที่สนใจและนำไปใช้ในโรงงานได้ดีกว่าระบบอื่นๆ

2.4 น้ำมันไฮดรอลิก

น้ำมันไฮดรอลิกมีหน้าที่เป็นตัวกลางในการถ่ายทอดกำลังงานจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่งในระบบเพื่อเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงาน เป็นตัวหล่อลื่น และลดแรงเสียดทานระหว่างผิวสัมผัสของอุปกรณ์ต่างๆ น้ำมันไฮดรอลิกทำหน้าที่เป็น seal ด้วย เพื่อให้มีการรั่วซึมเกิดขึ้นน้อยที่สุดภายในชิ้นส่วนของอุปกรณ์ การไหลเวียนของน้ำมันไฮดรอลิกขณะทำงานจะช่วยถ่ายเทความร้อนที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์ต่างๆ อันเนื่องมาจากการสูญเสียกำลังงานในระบบ ถ้าเลือกใช้น้ำมันผิดประเภท ไม่เหมาะสมกับเครื่องจักร ที่บริษัทผู้ผลิตได้กำหนดไว้ เครื่องจักรก็อาจทำงานไม่เต็มประสิทธิภาพหรืออาจจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขัดข้องไปทั้งระบบเนื่องจากเครื่องจักรต่างๆ ที่ใช้ระบบไฮดรอลิกมีลักษณะของการใช้แรงไม่เท่ากันและระยะเบียดของชิ้นส่วนอุปกรณ์ต่างๆภายใต้เครื่องจักรไม่เท่ากันรวมทั้งอุณหภูมิในการทำงานของเครื่องจักรแต่ละชนิด

ดังนั้นการเลือกใช้น้ำมันไฮดรอลิกแต่ละชนิดต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับลักษณะงานตามที่บริษัท ผู้ ผลิตได้กำหนดไว้ ถึงแม้ว่าเราจะเลือกใช้ชนิดของน้ำมันไฮดรอลิกได้อย่างถูกต้องแล้วก็ตาม ในขณะใช้งานก็ยังต้องบำรุงดูแลรักษาน้ำมันไฮดรอลิกให้อยู่ในสภาพดี คือ สะอาด มีอุณหภูมิพอเหมาะและเปลี่ยนใหม่เมื่อถึงอายุการใช้งานรวมทั้งควรตรวจสอบให้มีน้ำมันไฮดรอลิกอยู่ในระดับพอเพียงสำหรับการใช้งานในระบบ

2.5 ปั๊มไฮดรอลิก (Hydraulic Pump)

ปั๊มไฮดรอลิกทำหน้าที่เป็นตัวแปลงพลังงานกลให้เป็นพลังงานของไหลภายใต้ความดัน กล่าวคือ เมื่อป้อนกำลังกลไปที่เพลาขับ (rotating shaft) ของปั๊มให้ทำงาน ปั๊มก็จะเปลี่ยนพลังงานกลนั้นให้เป็นพลังงานจลน์ในของเหลว น้ำมันไฮดรอลิกก็จะถูกดูดออกจากถังพักแล้วส่งออกไปตามท่อทางในระบบ การไหลของน้ำมันจะต้องมีพลังงานศักย์มากเพียงพอที่จะผ่านแรงต้านทานของระบบ แรงต้านทานการไหลของระบบนี้เองที่ทำให้เกิดความดันในระบบไฮดรอลิกขึ้น ซึ่งจะถูกนำไปใช้งาน ณ จุดต่างๆของระบบในโรงงานอุตสาหกรรมกำลังงานกลที่ใช้ขับปั๊มส่วนมากได้จากมอเตอร์ไฟฟ้า แต่ถ้าไม่ใช่โรงงานอุตสาหกรรมหรือในที่ที่มีกระแสไฟฟ้าก็จะใช้เครื่องยนต์เป็นตัวขับ โดยการแบ่งประเภทของปั๊มเราพิจารณาจากลักษณะโครงสร้าง และหลักการขั้นพื้นฐานในการทำงานซึ่งแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือ

1. ปั๊มประเภทดูดเหวี่ยง (Non-position displacement pump) คือ ปั๊มโดยอาศัยแรงเหวี่ยงของใบพัด แรงดันที่เกิดขึ้นภายในตัวปั๊มขึ้นอยู่กับความเร็วของปั๊ม

2. ปั๊มประเภทดูดอัด (Position displacement pump) เป็นปั๊มที่มีหลักการทำงานในแบบที่เรียกว่า ไฮโดรสแตติก (hydrostatic) ได้แก่ ปั๊มแบบฟันเฟือง แบบสกรู แบบเวน ปั๊มแบบดูด-อัด นี้โครงสร้างภายในที่ทำงานมีการ seal แบบกลไกซึ่งเป็นชนิดโลหะสัมผัสซึ่งกันและกัน กั้นไม่ให้ท่อทางเข้าและทางออกต่อถึงกันซึ่งช่วยลดปริมาณการรั่วซึมภายได้ดีจึงเหมาะสำหรับใช้ในความดันสูงๆ แม้ว่าอัตราความดันภายในระบบไฮดรอลิกจะขึ้นหรือลง ก็ไม่มีผลกระทบต่อการทำงานในทุกๆระยะชักหรือทุกรอบของการหมุนของปั๊ม

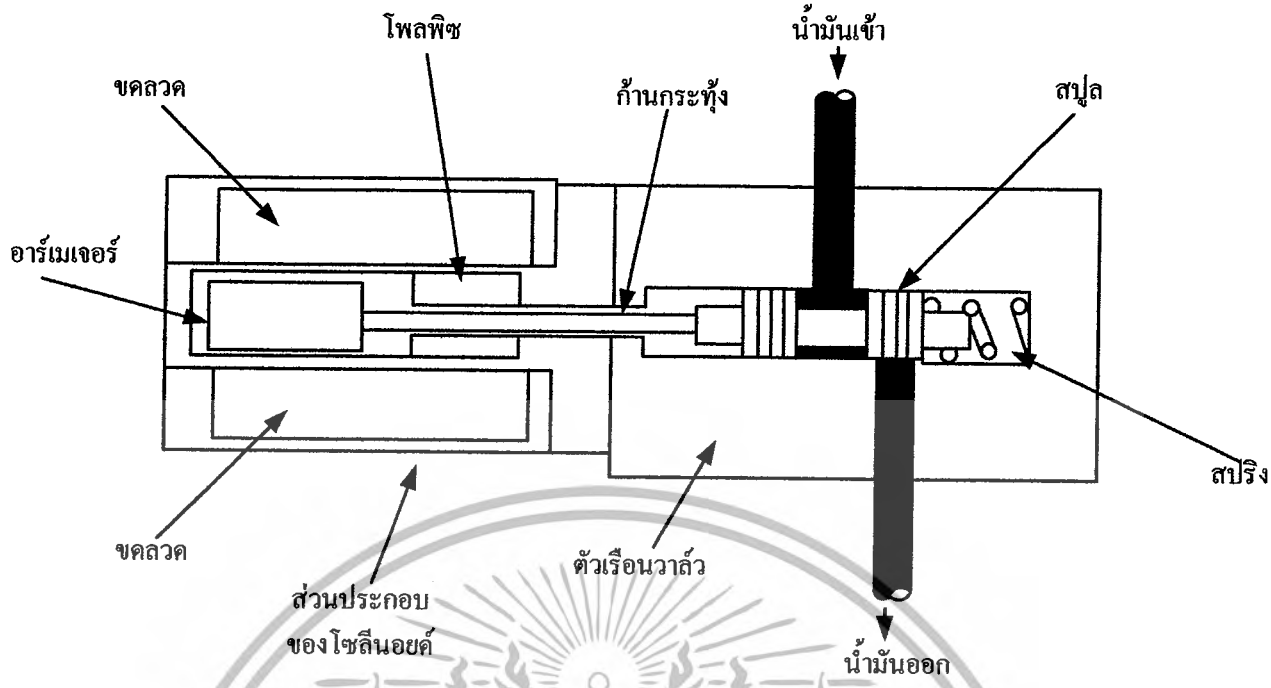
2.6 กระบอกสูบไฮดรอลิก (Hydraulic Cylinder)

กระบอกสูบไฮดรอลิกมีหน้าที่รับน้ำมันไฮดรอลิกที่มาจากปั๊มและวาล์วควบคุมต่างๆเพื่อเปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกให้เป็นกำลังงานกล โดยการเปลี่ยนความดันและความเร็วของน้ำมันไฮดรอลิกในท่อทางให้เป็นการเคลื่อนที่ของลูกสูบ เมื่อน้ำมันป้อนเข้าสู่กระบอกสูบทำให้เกิดแรงดันขึ้นโดยอัตราการไหลของน้ำมันจะเป็นตัวกำหนดความเร็วของลูกสูบ กำลังกล (แรงม้า) ที่เกิดขึ้นที่กระบอกสูบโดยทั่วๆไปมีลักษณะคือ แบบทำงานสองทาง (double acting cylinder) และแบบทำงานทางเดียว (simple acting cylinder) โดยกระบอกสูบแบบมาตรฐานส่วนใหญ่เป็นแบบทำงานได้สองทาง แล้วตัวกระบอกทำจากเหล็กชุบโครเมี่ยม

2.7 พรอพอร์ชันนัลวาล์ว (Proportional Valve)

พรอพอร์ชันนัลวาล์ว เป็นวาล์วที่มีคุณสมบัติที่อยู่ระหว่างชนิดธรรมดากับเซอร์โววาล์ว พรอพอร์ชันนัลวาล์วจะถูกออกแบบให้ทำงานได้ง่ายๆและซ่อมบำรุงได้ง่ายด้วย แต่อย่างไรก็ตาม วาล์วนี้ก็ไม่ใช่โซลินอยด์ที่ทำงานเป็นแบบปิด – เปิดเหมือนกับโซลินอยด์วาล์วทั่วๆไปแต่เป็นวาล์วที่สามารถให้สปูลเคลื่อนที่ได้หลายๆตำแหน่ง โดยการปรับกระแสไฟฟ้า แต่เนื่องจากเป็นวาล์วที่มีโครงสร้างค่อนข้างจะซับซ้อนจึงต้องใช้น้ำมัน ไฮดรอลิกที่มีความสะอาดพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

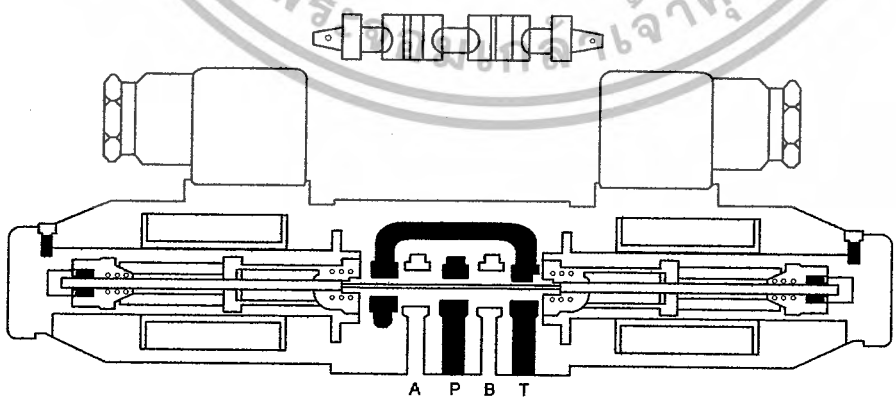


รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของ Proportional Valve

วาล์วในระบบไฮดรอลิกนั้นมีอยู่ 3 กลุ่มใหญ่ๆ ด้วยกันคือ วาล์วควบคุมทิศทาง วาล์วควบคุมอัตราการไหล (ความเร็ว) และวาล์วควบคุมความดัน (แรง) พรอพอร์ชันนัลวาล์วก็สามารถแบ่งประเภทออกได้ในลักษณะทำนองเดียวกัน แต่ในโครงงานนี้จะใช้แบบวาล์วควบคุมทิศทาง

2.7.1 วาล์วควบคุมทิศทางแบบพรอพอร์ชันนัล (Proportional Directional Control Valves)

วาล์วควบคุมทิศทางแบบนี้สามารถควบคุมจำนวนของน้ำมันที่ไหลเข้ากระบอกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกได้จากสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนเข้าโซลินอยด์ แบ่งออกได้ 3 ชนิด คือ แบบทำงานโดยตรงไม่มีสัญญาณย้อนกลับ แบบทำงานโดยตรงมีสัญญาณย้อนกลับ และแบบทำงานโดยอ้อม



รูปที่ 2.2 แสดงโครงสร้างของ Proportional Directional Control valves

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเลือกชนิดของวาล์วควบคุมทิศทางไปใช้งาน

1.วาล์วควบคุมทิศทางแบบกระทำโดยตรงไม่มีสัญญาณย้อนกลับเหมาะกับลักษณะงานที่ต้องการตำแหน่งทำงานที่เที่ยงตรงไม่มากนัก

2.วาล์วควบคุมทิศทางแบบกระทำโดยตรงมีสัญญาณย้อนกลับเหมาะกับลักษณะงานที่ต้องการตำแหน่งงานที่ต้องการความเที่ยงตรงมากขึ้นกว่าแบบไม่มีสัญญาณย้อนกลับ

3.วาล์วควบคุมทิศทางแบบไพลอตมีสัญญาณย้อนกลับเหมาะกับลักษณะงานที่ต้องการทำงานที่เที่ยงตรงและมีอัตราการไหลของน้ำมันมากกว่าแบบกระทำโดยตรง

2.8 การขยายสัญญาณ (Amplifier Devices)

1.อิเล็กทรอนิกส์ ออป-แอมป์ (Electronics OP-AMPS)

อุปกรณ์ในระบบอิเล็กโตรไฮดรอลิก (Electro hydraulic) เช่น พรอพอร์ชันนัล เซอร์โวปั๊ม วาล์วควบคุมความดัน การไหลและวงจรควบคุมความเร็ว มีความต้องการสัญญาณไฟฟ้าที่จะต้องสูงเพียงพอสำหรับควบคุมหรือกำหนดตำแหน่งอย่างสม่ำเสมอ

ตัวอย่างอินพุท จากแหล่งต่างๆ ที่ใช้สำหรับควบคุมพรอพอร์ชันนัลวาล์วเช่น

1. โพเทนซิโอมิเตอร์ (Potentiometer)
2. เซ็นเซอร์จับอุณหภูมิ (Temperature Sensor)
3. เครื่องแปลงความดัน (Pressure transducer)
4. แทคโคเจนเนอร์เรเตอร์ (Tachogenerator)
5. อุปกรณ์ควบคุมไมโครโปรเซสเซอร์ (Microprocessor Controller Device)

แต่อุปกรณ์เหล่านี้จะให้สัญญาณอินพุทต่ำ ดังนั้นจึงต้องเพิ่มสัญญาณ โดยผ่านเข้าไปยังแอมพลิไฟเออร์ซึ่งทำให้โวลต์และกระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นก่อนที่จะ ไปขับพรอพอร์ชันนัลวาล์ว

2.แอมพลิไฟเออร์ (Amplifier)

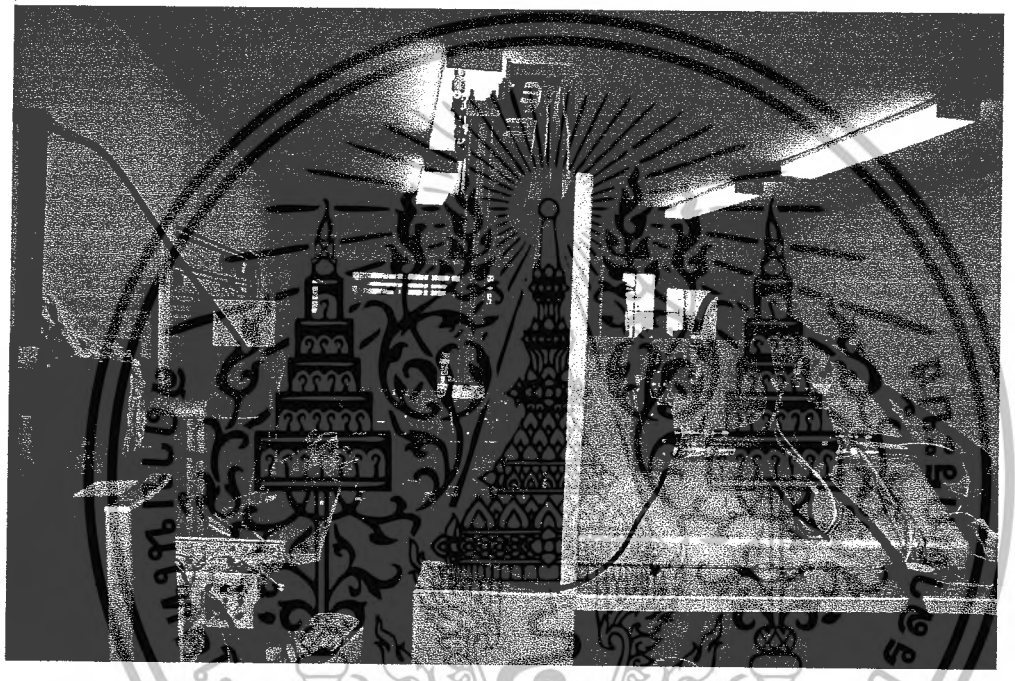
แอมพลิไฟเออร์คือวงจรหนึ่งที่ใช้สำหรับเพิ่มระดับสัญญาณของอิเล็กทรอนิกส์แอมพลิไฟเออร์ใช้ทราน ซิสเตอร์เป็นตัวขยายสัญญาณ ขั้ว collector จะต่ออยู่กับขั้วบวก ส่วนขั้ว emitter จะต่ออยู่กับขั้วลบ สำหรับขั้ว base จะต่อสัญญาณไฟเข้าที่โวลต์มีค่าสูงกว่า emitter โดยให้ base ทำหน้าที่ควบคุม การทำงานของแอมพลิไฟเออร์นั้นจะให้สัญญาณที่มีกระแสไฟฟ้าต่ำจ่ายให้กับ base control

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
อุปกรณ์และระบบควบคุมชุดทดลองไฮดรอลิก

3.1 ชุดทดลองไฮดรอลิก

โครงงานนี้ได้จัดทำชุดทดลองแบบ 2 กระบอกสูบ โดยเงื่อนไข ภาระโหลดต่างๆ โดยใช้ร่วมกับอุปกรณ์ต่างๆเช่น พรอพอร์ชันนัล วาล์ว, แอมปลิไฟเออร์, ปั๊ม, Pressure Gauge ฯลฯ และจับความเร็วด้วย Wire Sensor จากนั้นส่งค่ากลับมาประมวลผลโดยผ่านการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด



รูปที่ 3.1 แสดงระบบชุดทดสอบไฮดรอลิก

จากรูปที่ 3.1 ส่วนประกอบของชุดทดสอบไฮดรอลิกมีดังนี้

1) คอมพิวเตอร์
2) กล่องวงจรแปลงสัญญาณไฟฟ้า
3) ปั๊มไฮดรอลิก
4) เกจวัดความดันจากปั๊ม
5) พรอพอร์ชันนัลวาล์ว
6) เกจวัดความดันที่ด้านหัวกระบอกสูบ
7) เกจวัดความดันที่ด้านท้ายกระบอกสูบ
8) กระบอกสูบไฮดรอลิก
9) ข้อต่อสามทางธรรมดา
10) ข้อต่อสามทางพิเศษ(Flow Divider)

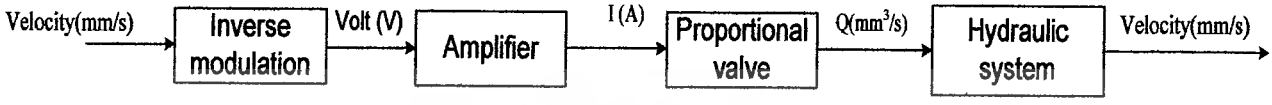
3.2 การทำงานของชุดทดลองไฮดรอลิก

การควบคุมการเคลื่อนที่ (Motion Control) ของกระบอกสูบไฮดรอลิกนั้น สิ่งที่ต้องป้อนเข้าไปในระบบคือสัญญาณทางไฟฟ้า เพื่อที่นำค่าความเร็วและความดันที่ได้ออกมาไปคำนวณหาความผิดพลาดทางตำแหน่ง ความเร็วและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความดัน ความเร็วของกระบอกสูบจะเปลี่ยนแปลงไปตามอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกเข้ากระบอกสูบ มีพรอพอร์ชันนัลวาล์ว (Proportional Valve) ทำหน้าที่ควบคุมการไหลของน้ำมันซึ่งอัตราการไหลจะเป็นสัดส่วนกับสัญญาณควบคุมที่เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ที่เราป้อนให้กับพรอพอร์ชันนัลวาล์ว (Proportional Valve)

3.3 Block Diagram การทำงานของระบบไฮดรอลิก



รูปที่ 3.2 Block Diagram แสดงการทำงานของวงจร Open Loop

การควบคุมแบบ Open Loop นั้นจะควบคุมได้โดยเมื่อสั่งการทำงานผ่านอุปกรณ์เป็นความเร็ว (m/s) ที่ต้องการ อุปกรณ์จะเปลี่ยนความเร็วที่สั่งค่าเข้ามาเป็นความต่างศักย์ (Volts) โดยเปลี่ยนตาม Modulation Curve แบบย้อนกลับเรียก Inverse Modulation โดย Modulation Curve คือ กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความต่างศักย์ (Volts) และความเร็วของกระบอกสูบ (m/s) ความต่างศักย์ที่ได้จะผ่านเข้า Amplifier เพื่อเปลี่ยนเป็นกระแสไฟฟ้า (Amp) กระแสไฟฟ้าที่ได้จะผ่านเข้าขดลวดโซลินอยด์เพื่อเหนี่ยวนำให้วาล์วเปิดปิดตามขนาดที่ต้องการ ทำให้น้ำมันที่ไหลจากปั๊มผ่านเข้าวาล์วได้และไหลออกจากวาล์วในอัตราการไหลหนึ่ง (mm^3/s) เข้าสู่ระบบไฮดรอลิกทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่เป็นความเร็วตามต้องการได้ (m/s)

3.4 การจำลองของระบบไฮดรอลิก

การออกแบบระบบไฮดรอลิกเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบไฮดรอลิก จะศึกษาโดยการสร้างชุดการทดลอง ในชุดการทดลองนี้จะมีวงจรไฮดรอลิกซึ่งประกอบไปด้วย กระบอกสูบ ปั๊มไฮดรอลิก วาล์วควบคุมทิศทาง ซึ่งเป็นดังรูปที่ 3.2 สำหรับการทดลองนี้เราจำเป็นที่จะทราบสมการคณิตศาสตร์ของระบบไฮดรอลิกเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบกับการทดลองจริงว่ามีผลใกล้เคียงกันกับสมการคณิตศาสตร์หรือไม่

โดยสมการคณิตศาสตร์ของระบบไฮดรอลิกแบ่งกรณีการเคลื่อนที่เป็น 2 แบบคือ เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้นและเมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ลง สมการคณิตศาสตร์เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ สมการต่างๆจะถูกแบ่งออกเป็น 3 ประเภท คือ

1. **สมการการไหลเมื่อของไหลไหลผ่าน Orifice**

เนื่องจากเป็นการไหลผ่านพื้นที่หน้าตัดวาล์วซึ่งในโครงงานนี้สมมุติให้มีลักษณะคล้ายกับการไหลผ่าน Orifice โดยอัตราการไหลของปั๊มนั้นขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของมอเตอร์และ Volume Displacement

2. **สมการการเคลื่อนที่ของนิวตัน**

สมการการเคลื่อนที่นี้เป็นความสัมพันธ์แทนการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบเนื่องจากมวลและแรงที่กระทำที่กระบอกสูบ โดยในกรณีของโครงงานนี้จะไม่คิดแรงต้านเนื่องจากแรงเสียดทานเนื่องจากเป็นระบบอย่างง่าย

3. **สมการ Bulk Modulus**

เป็นสมการเนื่องมาจากความดันในระบบที่เปลี่ยนไปซึ่งเป็นผลมาจากการเปลี่ยนแปลงปริมาตรในระบบ หรือ Bulk Modulus นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 สมการคณิตศาสตร์เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ลง

- สมการการไหลเมื่อของไหลไหลผ่าน orifice

สมการการไหลผ่านออริฟิชจะใช้แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการไหลของน้ำมันผ่านพื้นที่หน้าตัดของสปูลวาล์วและความแตกต่างของความดัน ซึ่งมีสมการดังนี้

$$Q_p = V_D * \omega \tag{3.1}$$

$$Q_{pc} = C_d * \sqrt{2/\rho} * A_{pc} \sqrt{X_3 - X_4} \tag{3.2}$$

$$Q_{ct} = C_d * \sqrt{2/\rho} * A_{ct} \sqrt{X_5 - P_t} \tag{3.3}$$

-สมการการเคลื่อนที่ของนิวตัน

สมการการเคลื่อนที่จะใช้แทนพฤติกรรมการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบซึ่งในที่นี้จะไม่คิดแรงเนื่องจากความเสียดทานจากการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ ซึ่งมีสมการดังนี้

$$\dot{X}_1 = X_2 \tag{3.4}$$

$$\dot{X}_2 = \frac{1}{M} * [-X_4 * H_{area} + X_5 * R_{area} - F_{ext}] \tag{3.5}$$

-สมการ Bulk modulus

สมการ Bulk modulus จะแสดงพฤติกรรมการอัดตัวของน้ำมันภายในระบบไฮดรอลิก ซึ่งมีสมการดังนี้

$$\dot{X}_3 = \frac{\beta}{V_{hose}} * [Q_p - Q_{pc}] \tag{3.6}$$

$$\dot{X}_4 = \frac{\beta}{X_1 * H_{area}} * [Q_{pc} + X_2 * H_{area}] \tag{3.7}$$

$$\dot{X}_5 = \frac{\beta}{(l_{stroke} - X_1) * R_{area}} * [-Q_{ct} - X_2 * R_{area}] \tag{3.8}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 สมการคณิตศาสตร์เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้น

- สมการการไหลเมื่อของไหลไหลผ่าน orifice

$$Q_p = V_D * \omega \tag{3.9}$$

$$Q_{pc} = C_d * \sqrt{2/\rho} * A_{pc} \sqrt{X_3 - X_5} \tag{3.10}$$

$$Q_{ct} = C_d * \sqrt{2/\rho} * A_{ct} \sqrt{X_4 - P_t} \tag{3.11}$$

-สมการการเคลื่อนที่ของ Newton

$$\dot{X}_1 = X_2 \tag{3.12}$$

$$\dot{X}_2 = \frac{1}{M} * [-X_4 * H_{area} + X_5 * R_{area} - F_{ext}] \tag{3.13}$$

- สมการ Bulk modulus

$$\dot{X}_3 = \frac{\beta}{V_{hose}} * [Q_p - Q_{pc}] \tag{3.14}$$

$$\dot{X}_4 = \frac{\beta}{X_1 * H_{area}} * [-Q_{ct} + X_2 * H_{area}] \tag{3.15}$$

$$\dot{X}_5 = \frac{\beta}{(l_{stroke} - X_1) * R_{area}} * [Q_{pc} - X_2 * R_{area}] \tag{3.16}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 สมการคณิตศาสตร์เมื่อต่อวงจรแบบอนุกรม เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ลง

$$X_1 = \frac{A_{HE}}{A_{RE}} X_6 \tag{3.17}$$

$$\dot{X}_1 = X_2 \tag{3.18}$$

$$\dot{X}_6 = X_7 \tag{3.19}$$

$$\dot{X}_2 = \frac{A_{HE}X_4 - A_{RE}X_5 + F_{ext1} + M_{pis1}g}{M_{pis1}} \tag{3.20}$$

$$\dot{X}_3 = \beta \frac{V_d E_{pump} - Q_{pc}}{V_{line}} \tag{3.21}$$

$$\dot{X}_4 = \beta \frac{Q_{pc} - X_2 A_{RE}}{(l_{stroke} - X_1)A_{RE}} \tag{3.22}$$

$$\dot{X}_5 = \dot{X}_8 \tag{3.23}$$

$$\dot{X}_8 = \beta \frac{-X_7 A_{RE} + X_2 A_{RE}}{X_6 A_{RE}} \tag{3.24}$$

$$\dot{X}_9 = \beta \frac{-Q_{ct} + X_7 A_{HE}}{X_6 A_{HE}} \tag{3.25}$$

$$Q_{ct} = C_d A_{valve} \sqrt{\frac{2}{\rho}(P_{pump} - X_4)} \tag{3.26}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 สมการคณิตศาสตร์เมื่อต่อวงจรแบบอนุกรม เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้น

$$X_1 = \frac{A_{HE}}{A_{RE}} X_6 \tag{3.27}$$

$$\dot{X}_1 = X_2 \tag{3.28}$$

$$\dot{X}_6 = X_7 \tag{3.29}$$

$$X_7 = \frac{A_{HE}}{A_{RE}} \dot{X}_2 \tag{3.30}$$

$$\dot{X}_2 = \frac{A_{RE}X_5 - A_{HE}X_4 - F_{ext1} - M_{pis1}g}{M_{pis1}} \tag{3.31}$$

$$\dot{X}_3 = \beta \frac{V_d E_{pump} - Q_{pc}}{V_{line}} \tag{3.32}$$

$$Q_{pc} = C_d A_{valve} \sqrt{\frac{2}{\rho}(P_{pump} - X_9)} \tag{3.33}$$

$$Q_{ct} = C_d A_{valve} \sqrt{\frac{2}{\rho}(X_4 - P_{tank})} \tag{3.34}$$

$$\dot{X}_9 = \beta \frac{Q_{pc} - X_7 A_{HE}}{(l_{stroke} - X_6)A_{HE}} \tag{3.35}$$

$$\dot{X}_8 = \dot{X}_5 \tag{3.36}$$

$$\dot{X}_5 = \beta \frac{X_7 A_{HE} - X_2 A_{HE}}{(l_{stroke} - X_1)A_{HE}} \tag{3.37}$$

$$\dot{X}_4 = \beta \frac{-Q_{ct} + X_2 A_{RE}}{X_1 A_{RE}} \tag{3.38}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5 สมการคณิตศาสตร์เมื่อต่อวงจรแบบขนาน เคลื่อนที่ขึ้น และมีภาระโหลดเท่ากัน

$$\dot{X}_1 = X_2 \tag{3.39}$$

$$\dot{X}_2 = \frac{A_{RE}X_5 - A_{HE}X_4 - F_{ext1} - M_{pis1}g}{M_{pis1}} \tag{3.40}$$

$$X_6 = X_1 \tag{3.41}$$

$$\dot{X}_6 = X_7 \tag{3.42}$$

$$\dot{X}_7 = X_9A_{RE} - X_8A_{HE} - F_{ext2} - M_{pis2}g \tag{3.43}$$

$$Q_{pc} = C_dA_{valve}\sqrt{\frac{2}{\rho}[P_{pump} - (X_5 or X_9)]} \tag{3.44}$$

$$Q_{ct} = C_dA_{valve}\sqrt{\frac{2}{\rho}[(X_4 or X_8) - P_{tank}]} \tag{3.45}$$

$$from: \beta = -\frac{\Delta P}{\Delta V / V}$$

$$\dot{X}_3 = \beta\frac{V_dE_{pump} - Q_{pc}}{V_{line}} \tag{3.46}$$

$$\dot{X}_5 = \dot{X}_9 \tag{3.47}$$

$$\dot{X}_9 = \beta\frac{(Q_{pc}/2) - X_7A_{HE}}{l_{stroke} - X_6)A_{HE}} \tag{3.48}$$

$$\dot{X}_4 = \beta\frac{(-Q_{ct}/2) + X_2A_{RE}}{X_1A_{RE}} \tag{3.49}$$

$$\dot{X}_8 = \beta\frac{(-Q_{ct}/2) + X_7A_{RE}}{X_6A_{RE}} \tag{3.50}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6 สมการคณิตศาสตร์เมื่อต่อวงจรแบบขนาน เคลื่อนที่ขึ้น และมีภาระโหลดต่างกัน

$$\dot{X}_1 = X_2 \tag{3.51}$$

$$\dot{X}_2 = \frac{A_{RE}X_5 - A_{HE}X_4 - F_{ext1} - M_{pis1}g}{M_{pis1}} \tag{3.52}$$

$$\dot{X}_6 = X_7 \tag{3.53}$$

$$\dot{X}_7 = \frac{A_{RE}X_9 - A_{HE}X_8 - F_{ext2} - M_{pis2}g}{M_{pis2}} \tag{3.54}$$

$$from: \beta = -\frac{\Delta P}{\Delta V / V}$$

$$\dot{X}_3 = \beta \frac{V_d E_{pump} - Q_{pc}}{V_{line}} \tag{3.55}$$

$$\dot{X}_5 = \dot{X}_9 \tag{3.56}$$

$$\dot{X}_9 = \beta \frac{Q_{pc} - X_7 A_{HE}}{(l_{stroke} - X_6)A_{HE}} \tag{3.57}$$

$$\dot{X}_8 = \beta \frac{-Q_{ct} + X_7 A_{RE}}{X_6 A_{RE}} \tag{3.58}$$

$$\dot{X}_4 = \dot{X}_8 \tag{3.59}$$

$$from: \dot{X}_5 = \dot{X}_9, \dot{X}_4 = \dot{X}_8$$

$$when: F_{ext2} \rangle F_{ext1}$$

$$\sum F = 0$$

$$cylinder1: F_{ext1} + M_{pis1}g = A_{RE}X_5 - A_{HE}X_4 \tag{3.60}$$

$$cylinder2: F_{ext2} + M_{pis2}g = A_{RE}X_9 - A_{HE}X_8 \tag{3.61}$$

$$\therefore (A_{RE}X_9 - A_{HE}X_8) \rangle (A_{RE}X_5 - A_{HE}X_4) \tag{3.62}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย

A_{pt} - พื้นที่หน้าตัดของ spool จาก pumpไป tank

A_{pc} - พื้นที่หน้าตัดของ spool จาก pumpไป cylinder

A_{ct} - พื้นที่หน้าตัดของ spool จาก cylinderไป tank

Q_p - อัตราการไหลของน้ำมันที่เกิดจาก pump

Q_{pc} - อัตราการไหลของน้ำมันจาก pump ไปยัง cylinder

Q_{ct} - อัตราการไหลของน้ำมันจาก cylinder ไปยัง tank

M - มวลของลูกสูบ

H_{area} - พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ

R_{area} - พื้นที่หน้าตัดของลูกสูบทางด้านก้านสูบ

l_{stroke} - ระยะที่กระบอกสูบเคลื่อนที่ได้มากที่สุด

V_{hose} - ปริมาตรของท่อไฮดรอลิกจาก pump ไปยัง tank

V_D - ปริมาตรของน้ำมันขณะที่ปั๊มหมุน 1 รอบ

ω - รอบการหมุนของปั๊ม

$X_1 = x$ - ระยะที่ลูกสูบเคลื่อนที่

$X_2 = x^{\bullet}$ - ความเร็วของลูกสูบ

X_3 - ความดันที่เกิดจากปั๊ม

X_4 - ความดันที่ลูกสูบทางด้านหัวกระบอกสูบ1

X_5 - ความดันที่ลูกสูบทางด้านก้านสูบ1

X_6 - ระยะทางกระบอกสูบ 2

X_7 - ความเร็วกระบอกสูบ 2

X_8 - ความดันที่หัวกระบอกสูบ 2

X_9 - ความดันที่ท้ายกระบอกสูบ 2

V_{line} - ปริมาตรสายต่อ

V_d -Volume Displacement ของปั๊ม

E_{pump} - Engine Speed ของปั๊ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 อุปกรณ์ในการควบคุมชุดทดลองไฮดรอลิก

ระบบในการควบคุมชุดทดสอบไฮดรอลิก ประกอบด้วยองค์ประกอบรายละเอียด ดังนี้

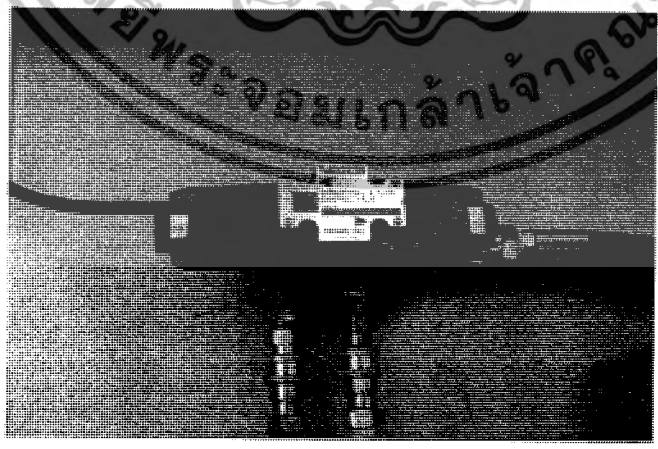
3.5.1 กระบอกสูบไฮดรอลิก

กระบอกสูบที่ใช้เป็นแบบทำงาน 2 ทาง มีความยาวระยะชัก 500 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางภายในของกระบอกสูบ 40 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลางก้านสูบ 28 มิลลิเมตร การติดตั้งกระบอกสูบเข้ากับชุดการทดลอง แสดงได้ดังรูปที่ 3.3

รูปที่ 3.3 กระบอกสูบ

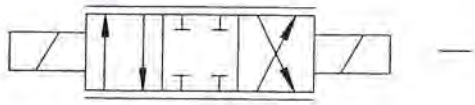
3.5.2 พรอพอร์ชันนัลวาล์ว (Proportional Value)

พรอพอร์ชันนัลวาล์ว (Proportional Value) ที่ใช้เป็นวาล์วแบบควบคุมทิศทางที่สามารถควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกได้ พรอพอร์ชันนัลวาล์ว ที่ใช้รับกระแสได้สูงสุด 1.67 แอมแปร์ โดยใช้แรงดันไฟฟ้า 24 โวลต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



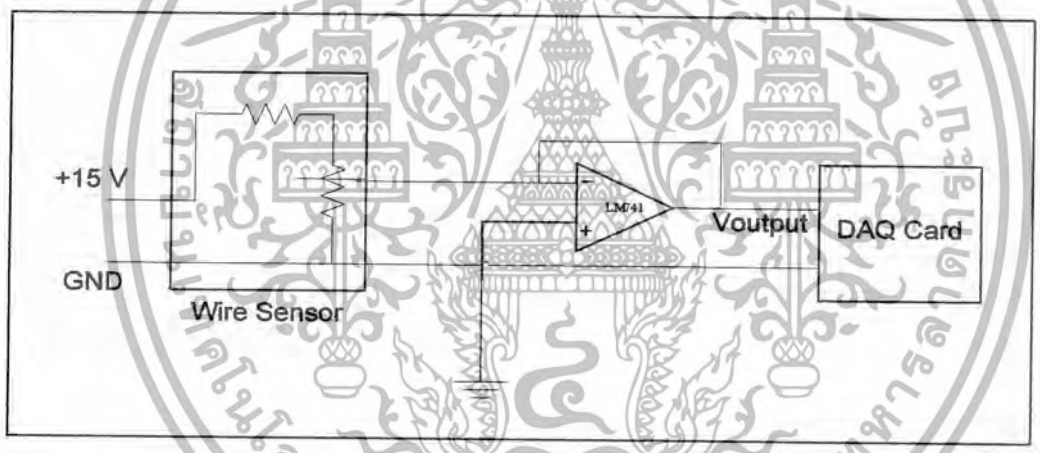
รูปที่ 3.4 พรอพอร์ชันนัลวาล์วที่ใช้ในการทดลอง

3.5.3 Wire Sensor

Wire Sensor (DLS Series P60) มีหน้าที่วัดระยะทางตามแนวเส้นตรงที่เปลี่ยนไปตามการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบในชุดทดสอบไฮดรอลิก ซึ่งจะแปลงระยะการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า ให้คอมพิวเตอร์รับค่าแรงดันไฟฟ้าและทำการประมวลผลต่อไป สัญญาณเอาท์พุทที่ได้จาก Wire Sensor จะมีลักษณะเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าที่ทำงานโดยการเปลี่ยนค่าความต้านทานภายในอุปกรณ์

ซึ่ง Wire Sensor มีระยะการทำงาน 0 -750 mm. โดย มีสัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ออกมามีค่า 0-10 โวลต์

วงจร Buffer ของเซนเซอร์ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าในวงจรมากเกินกว่า 30 mA ซึ่งจะเกินค่ากระแสไฟฟ้าที่เซนเซอร์รองรับได้ วงจร Buffer ใช้ออปแอมป์เบอร์ 741 ต่อในวงจรซึ่งมีความสามารถรับค่ากระแสสูงสุดที่ 30 mA

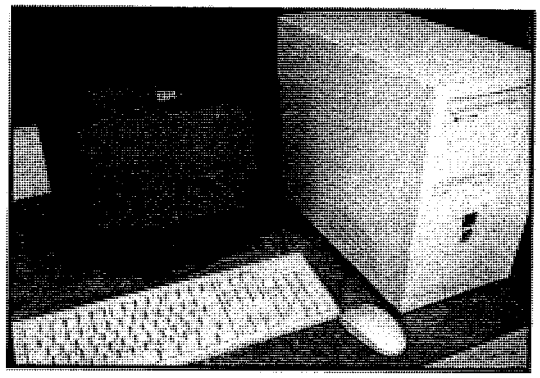


รูปที่ 3.5 วงจร Buffer ของเซนเซอร์

3.5.4 คอมพิวเตอร์ (Computer)

คอมพิวเตอร์เป็นศูนย์กลางในการควบคุมและประมวลผล ทำหน้าที่ส่งข้อมูลหรือสัญญาณควบคุมไปสั่งงานให้พรอพอร์ชันนัลวาล์วทำงานและรับค่าจากชุดทดลองกลับมา

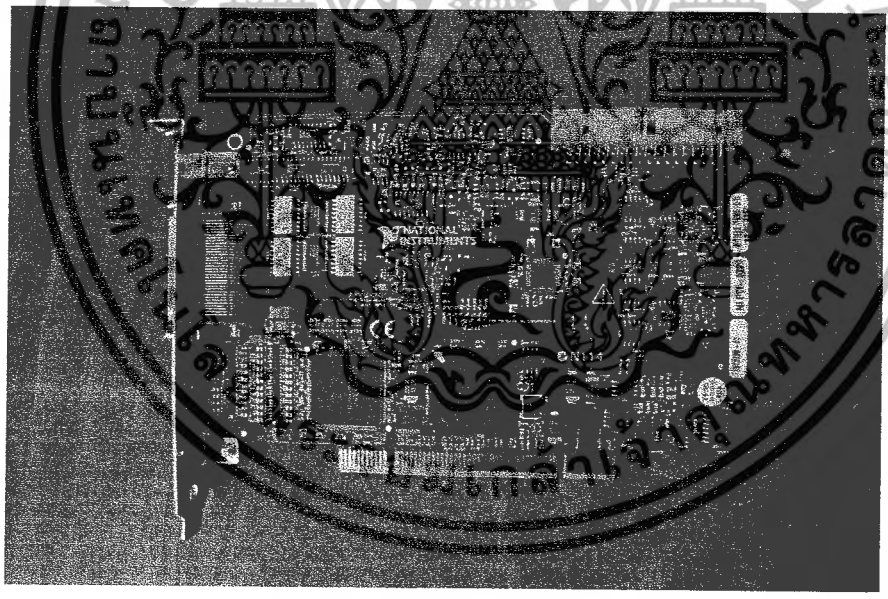
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
103996



รูปที่ 3.6 แสดงคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในระบบ

3.5.5 Data Acquisition Card

Data Acquisition Card เป็นการ์ดที่ทำหน้าที่ทั้งแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล (Analog to Digital) และแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาลอก (Digital to Analog) ในตัวเดียวกัน เมื่ออุปกรณ์ภายนอกที่เป็นสัญญาณอนาลอก (Analog) จำเป็นต้องทำงานประมวลผลในคอมพิวเตอร์อุปกรณ์นั้นจำเป็นต้องต่อเข้ากับการ์ดนี้เพื่อแปลงสัญญาณเพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถประมวลผลได้ Data Acquisition Card ติดตั้งร่วมกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางสล๊อตของ PCI นอกจากจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณ A/D , D/A แล้วยังทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุท เอาท์พุต (Input Output Port)อีกด้วย การ์ดที่ใช้คือ NI PCI-6229



รูปที่ 3.7 Data Acquisition Card

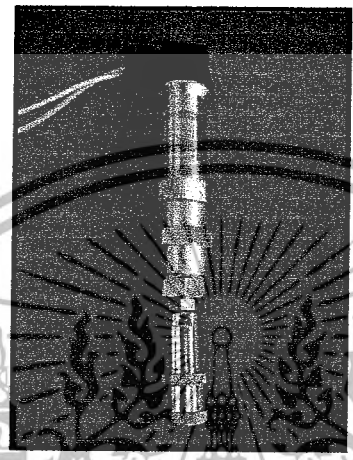
3.5.6 Pressure Gauge

Pressure Gauge เป็นอุปกรณ์ในการวัดความดันจากนั้นจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ในโครงงานนี้จะใช้ Pressure Gauge ทั้งหมด 3 ตัว โดยติดที่ขาออกของ Pump เพื่อวัดแรงดันที่ออกจาก Pump ส่วนอีก 2 ที่เหลือติดที่ทางเข้าและทางออกของกระบอกสูบ เพื่อวัดความดันในขณะที่ลูกสูบเคลื่อนที่

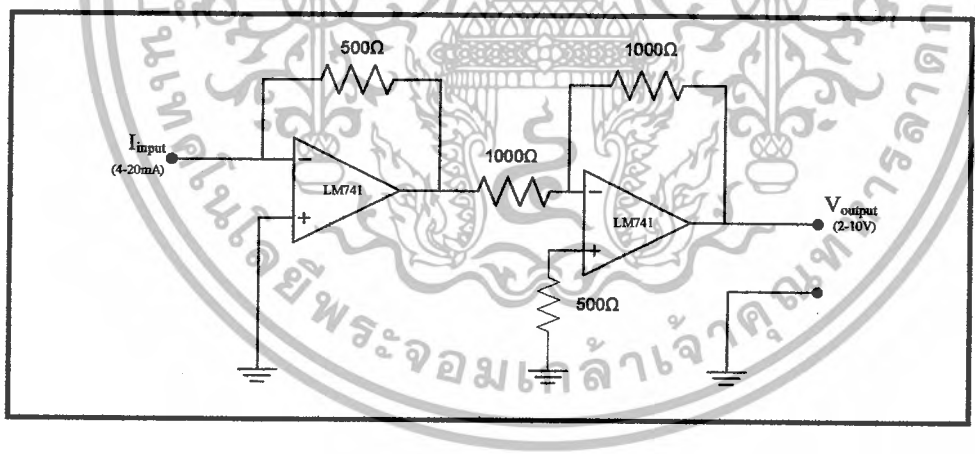
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pressure Gauge ที่ใช้ในโครงงานคือ BOURDON HAENNI รุ่น E913 โดยรับค่าความดัน 0 - 400 Bar สัญญาณขาออก (Output) เท่ากับ 4 - 20 mA และSupply Voltage เท่ากับ 11 – 40 Vdc
แต่เนื่องจากสัญญาณที่เข้าคอมพิวเตอร์นั้นเป็นความต่างศักย์ (Volts) ฉะนั้นจึงมีวงจรแปลงค่ากระแสให้เป็นความต่างศักย์ ซึ่งวงจรที่ใช้เป็นวงจรออปแอม ซึ่งจะแปลง 4 - 20 mA ให้เป็น 2-10 V

วงจรที่ใช้นั้นเป็นวงจรออปแอมป์ 2 วงจร ใช้ออปแอมป์เบอร์ 741 จำนวน 2 ตัว ค่าความต้านทาน 500 โอห์ม 1 ตัวและ 1000 โอห์ม 2 ตัว ดังรูปที่ 3.12 โดยอินพุทจาก pressure gauge และเอาร์พุทจะออกมาและเข้าไปที่คอมพิวเตอร์

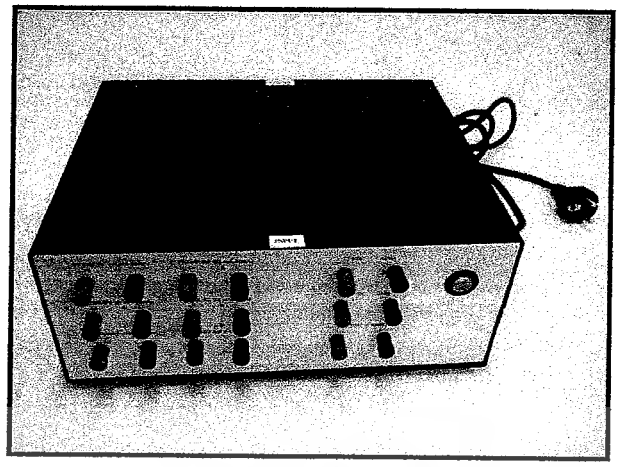


รูปที่ 3.8 Pressure Gauge



รูปที่ 3.9 วงจรออปแอมป์แปลงกระแสไฟฟ้า (4-20 mA) เป็นความต่างศักย์ (2-10V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 อุปกรณ์แปลงกระแสให้เป็นความต่างศักย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ขั้นตอนและผลการทดลอง

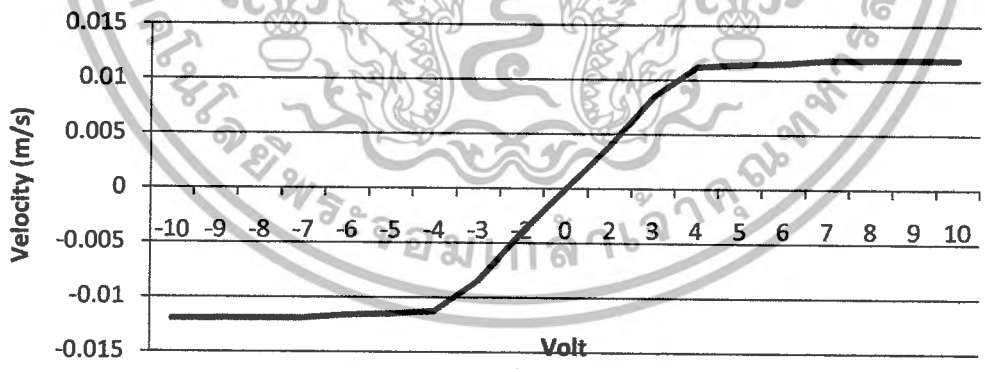
4.1 ขั้นตอนการทำงานของชุดทดลอง

การควบคุมการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบนั้นเป็นการควบคุมตำแหน่งและความดัน โดยการสั่งงานผ่านคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการสั่งงานเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ในขั้นตอนแรกนั้น เราจะทำการป้อนแรงดันไฟฟ้าที่ต้องการจากนั้นคอมพิวเตอร์จะทำการประมวลผลออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าส่งไปยังแอมปลิไฟเออร์ เพื่อขยายสัญญาณ จากนั้นสัญญาณจะถูกส่งไปที่วาล์วเพื่อทำให้กระบอกสูบเคลื่อนที่ เมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ เกจวัดความดันที่ติดอยู่ที่กระบอกสูบจะส่งค่าเป็นความต่างศักย์ไฟฟ้าเข้าคอมพิวเตอร์จากนั้นคอมพิวเตอร์จะประมวลผลเป็นความดัน (MPa) ของกระบอกสูบและนำไปเปรียบเทียบกับการเคลื่อนที่ทางทฤษฎี ซึ่งทำการจำลองการเคลื่อนที่ด้วยโปรแกรม MATLAB ซึ่งจะทดลองที่ภาระโหลดต่างๆ เพื่อให้เห็นความแตกต่างว่า ที่ภาระโหลดต่างๆ มีค่าต่อความดัน ณ จุดต่างๆที่เปลี่ยนแปลงไป

4.2 การทดลอง

4.2.1 การหา Modulation Curve

Modulation Curve นั้นเป็นกราฟระหว่าง ความเร็ว (Velocity) กับ แรงดันไฟฟ้า (Volt) ขั้นแรกในการหาความเร็วจะป้อนสัญญาณไฟฟ้าเข้าไป จากนั้นเมื่อกระบอกสูบเคลื่อนที่ก็ทำการจับเวลาจนกระทั่งกระบอกสูหยุดการเคลื่อนที่ ก็จะสามารถหาความเร็วได้ เนื่องจากทราบว่าระยะการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบคือ 500 มิลลิเมตร หลังจากนั้นจะสามารถทราบค่าความเร็วที่เวลาต่างๆ จากนั้นนำค่าความเร็วที่ได้มาหาค่าเฉลี่ย ฉะนั้นความเร็วใน Modulation Curve จะเป็นความเร็วเฉลี่ย ซึ่งความเร็วเฉลี่ยกับเวลาจะออกมาในรูปของกราฟดังนี้



รูปที่ 4.1 Modulation Curve

4.2.2 การหาพื้นที่หน้าตัด Valve

ในการ Simulation ระบบในคอมพิวเตอร์นั้นเป็นการนำค่าตัวแปรต่างๆมาหาค่าในสภาวะอุดมคติในเงื่อนไขเดียวกันกับชุดทดลองจริงแต่สิ่งหนึ่งที่การจำลองด้วยคอมพิวเตอร์ต้องใช้จากการทดลองคือ พื้นที่หน้าตัดวาล์ว ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องหาพื้นที่หน้าตัดวาล์ว ในการ Simulation ขั้นตอนการหาพื้นที่ดังนี้

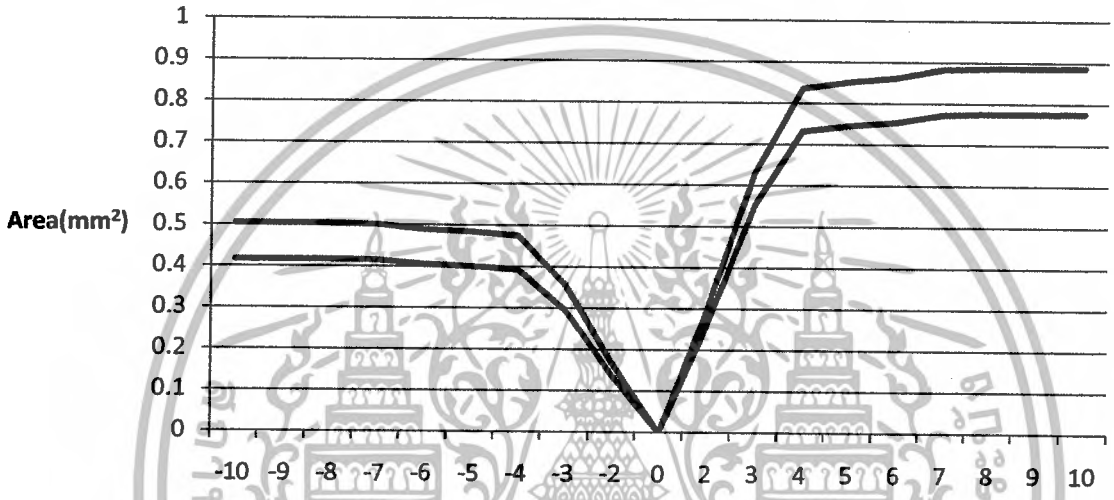
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. ทำการหาค่าความดันจาก Pressure Gauge ที่ 3 จุดคือ ที่ด้าน Head, ด้าน Rod และทางที่น้ำมันวิ่งออกจาก Pump
2. หาอัตราการไหลที่จุดต่างๆ จากความสัมพันธ์ $Q = VA$

   โดย V = ความเร็วเฉลี่ยจาก Modulation Curve

   A = พื้นที่ด้าน Head หรือพื้นที่ด้าน Rod แล้วแต่กรณี
3. หาค่าพื้นที่หน้าตัด Valve จาก ความสัมพันธ์ของของไหลเมื่อไหลผ่านออริฟิสซึ่งเป็นไปตามสมการความพันธ์

   $$Q = C_d \sqrt{\frac{2}{\rho}} A \sqrt{\Delta p}$$
4. เมื่อแทนค่าความสัมพันธ์นั้นจะได้ค่าพื้นที่หน้าตัด Valve ออกมาตามแต่ละค่าแรงดันไฟฟ้า

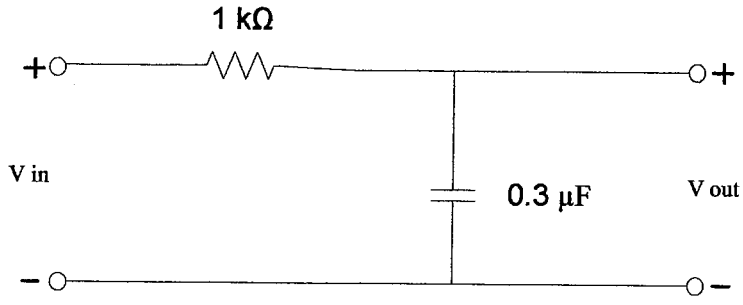


รูปที่ 4.2 Area Curve

เส้นกราฟสีน้ำเงินหมายถึงพื้นที่การเปิดของวาล์วในจังหวะที่น้ำมันจากปั๊มวิ่งไปที่กระบอกสูบ(Ain) และเส้นกราฟสีแดงหมายถึงพื้นที่การเปิดของวาล์วในจังหวะที่น้ำมันจากลูกสูบวิ่งไปที่แท็งก์ (Aout) จากกราฟแสดงว่าในช่วงจังหวะลูกสูบวิ่ง (สัญญาณไฟฟ้าเป็นลบ) พื้นที่ที่เปิดเมื่อน้ำมันจากปั๊มไปที่กระบอกสูบมากกว่าพื้นที่ที่น้ำมันวิ่งจากกระบอกสูบไปที่แท็งก์ ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะส่งผลต่อตัวแปรอื่นๆตามมา หลังจากได้ค่าพื้นที่หน้าตัดวาล์วแล้วจะทำการทดลอง

ตามที่กล่าวไว้ในตอนต้น โครงงานนี้จะทำการทดลองจากชุดการทดลองจริงและจากการจำลองระบบในคอมพิวเตอร์ จากนั้นจะทำการเปรียบเทียบค่าตัวแปรที่ได้มา ซึ่งจะสังเกตการณ์เปลี่ยนแปลงที่ภาระโหลดต่างๆ ในการต่อวงจรไฮดรอลิกในแบบอนุกรมและแบบขนาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

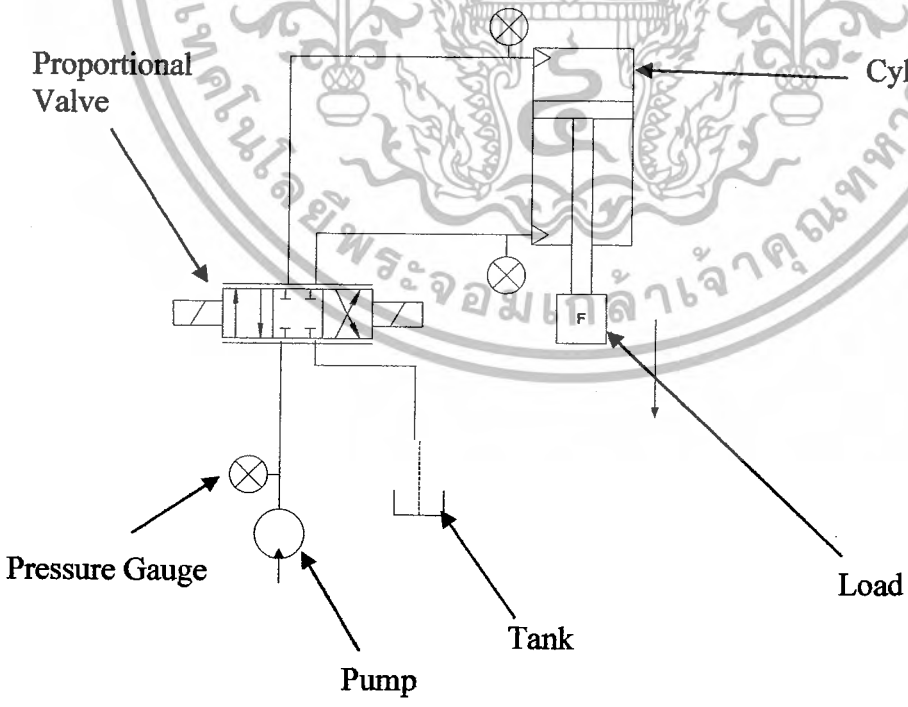


รูปที่ 4.3 วงจร Low pass filter

วงจร Low pass filter ที่ใช้นั้นจะนำไว้ไปกรองสัญญาณของความดัน เนื่องจากสัญญาณรบกวนมักจะมาพร้อมกับสัญญาณจากค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องมือวัด เมื่อคอมพิวเตอร์รับค่าสัญญาณเข้ามาจะทำให้สัญญาณที่ได้รับหาค่าที่ช่วงคงที่ได้ยาก โดยกำหนด Cut-Off Frequency ที่ต้องการ คือ 100 Hz โดยค่าความถี่ของสัญญาณรบกวนที่วัดจากเครื่องออสซิโลสโคปมีค่าประมาณ 800 Hz ส่วนสัญญาณที่ได้จากเครื่องมือวัดมีค่าความถี่ไม่เกิน 50 Hz .

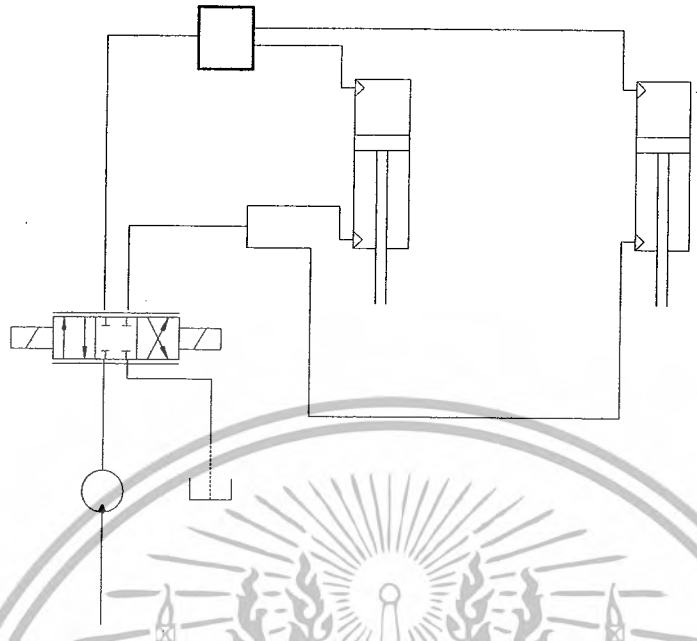
โครงงานนี้จะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 แบบคือ การต่อวงจรไฮดรอลิกแบบหนึ่งวาล์วหนึ่งกระบอกสูบ การต่อวงจรไฮดรอลิกแบบหนึ่งวาล์ว 2 กระบอกสูบแต่เปลี่ยนการต่อวงจรไฮดรอลิกแบบอนุกรมของกระบอกสูบ และการต่อวงจรไฮดรอลิกแบบขนาน ซึ่งการต่อวงจรไฮดรอลิกทุกแบบจะทำการทดลองที่ภาระโหลดหลายค่า เพื่อสังเกตการเปลี่ยนแปลงและการเคลื่อนที่ของกระบอกสูบ

โดยค่าที่ส่งกลับมา คือ ค่าความดันที่ ปั๊ม ด้านหัวกระบอกสูบ และด้านท้ายกระบอกสูบ ซึ่งสามารถเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎีที่ได้จากการคำนวณได้

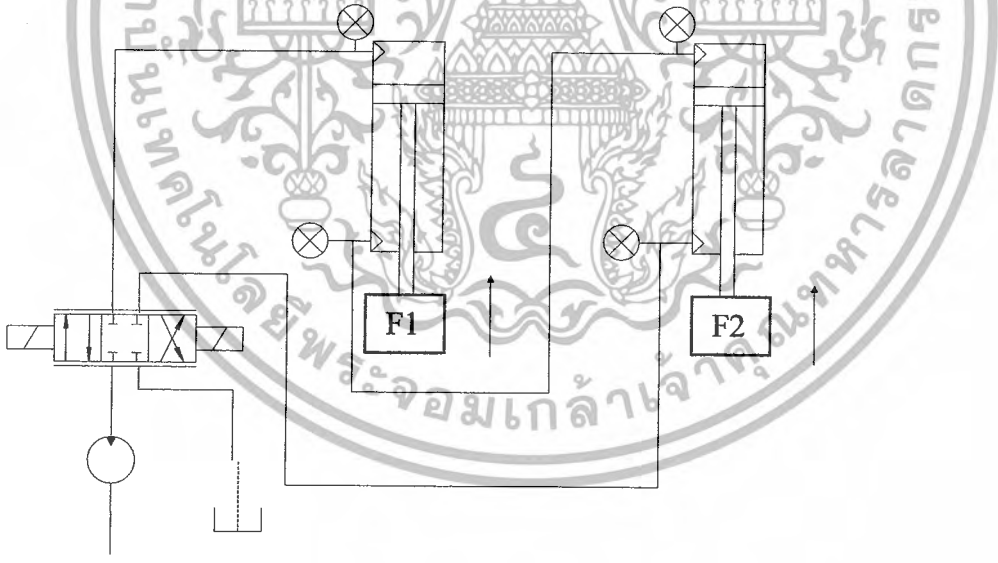


รูปที่ 4.4 วงจรไฮดรอลิกแบบหนึ่งกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 วงจรไฮดรอลิกแบบ 2 กระบอกสูบ ต่อขนานกัน



รูปที่ 4.6 วงจรไฮดรอลิกแบบ 2 กระบอกสูบ ต่ออนุกรมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 แผ่นบันทึกข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

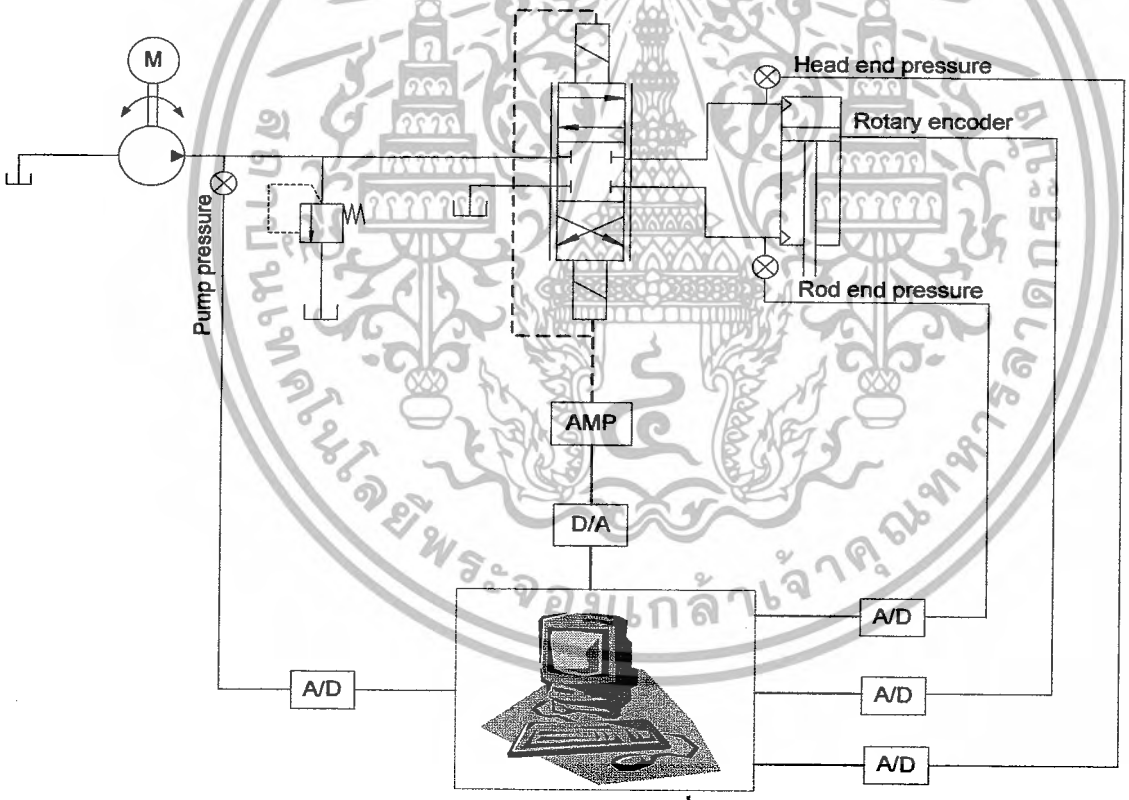
การทดสอบการต่อวงจรไฮดรอลิกแบบต่าง ๆ

1. วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาการทดลอง วิเคราะห์ผลและการเปรียบเทียบผลที่ได้จากวงจรไฮดรอลิกพื้นฐานที่ภาระต่างๆ และผลจากการจำลองในคอมพิวเตอร์ รวมถึงการศึกษาการควบคุมการทำงานของพรอพอร์ชันนัลวาล์วในระบบไฮดรอลิก

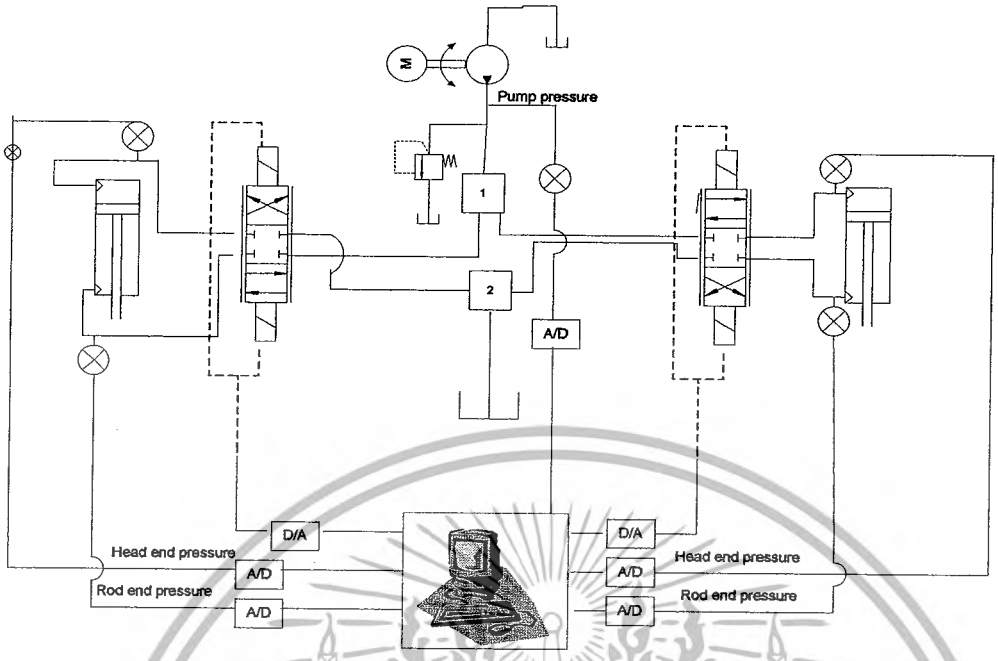
2.ทฤษฎี

การออกแบบระบบไฮดรอลิกเพื่อศึกษาพฤติกรรมของระบบไฮดรอลิก จะศึกษาโดยการสร้างชุดการทดลอง ในชุดการทดลองนี้จะมีวงจรไฮดรอลิกซึ่งประกอบไปด้วย กระบอกสูบ ปั๊มไฮดรอลิก วาล์วควบคุมทิศทาง ซึ่งเป็นดังรูป

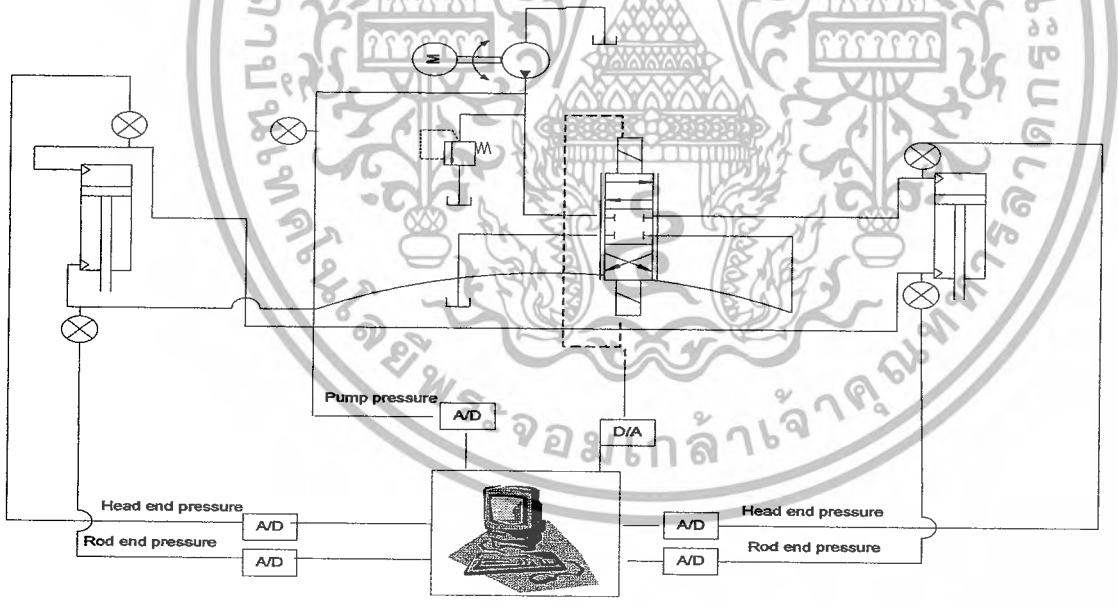


วงจรการต่อกระบอกลูกสูบแบบหนึ่งกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

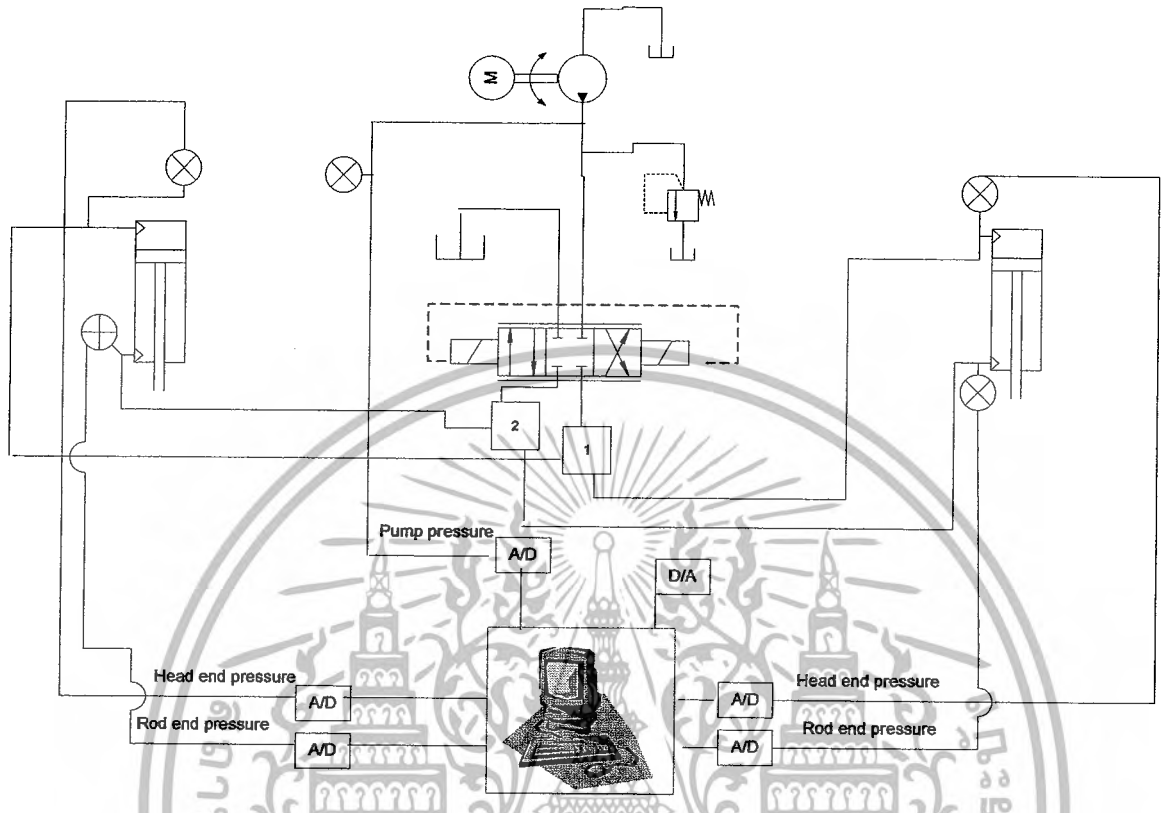


วงจรการต่อกระบอกลูกสูบแบบขนานและมี 2 วาล์ว



วงจรการต่อกระบอกลูกสูบแบบอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



การต่อกระบอกลูกสูบแบบขนานโดยมีวาล์วเดียว

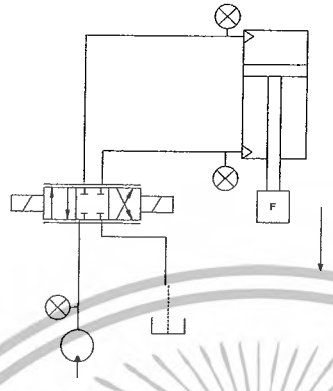
3.วิธีการทดลอง

1.ต่อสายไฮดรอลิกให้เป็นวงจร ตามรูปในการทดลองต่างๆ

2.จดบันทึกค่าที่ได้จากการทดลองลงในตาราง และสรุปผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดลองที่ 1</u> – วงจรไฮดรอลิก แบบ 1 วาล์ว 1 กระบอกสูบ



สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$Q = VA \quad \text{..... (1)}$$
$$F = PA \quad \text{..... (2)}$$

โดย A ในสมการ(1) คือ พื้นที่ในการเปิด-ปิดของวาล์ว

A ในสมการ(2) คือ พื้นที่ด้าน Rod และ Head ของกระบอกสูบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลองที่ 1

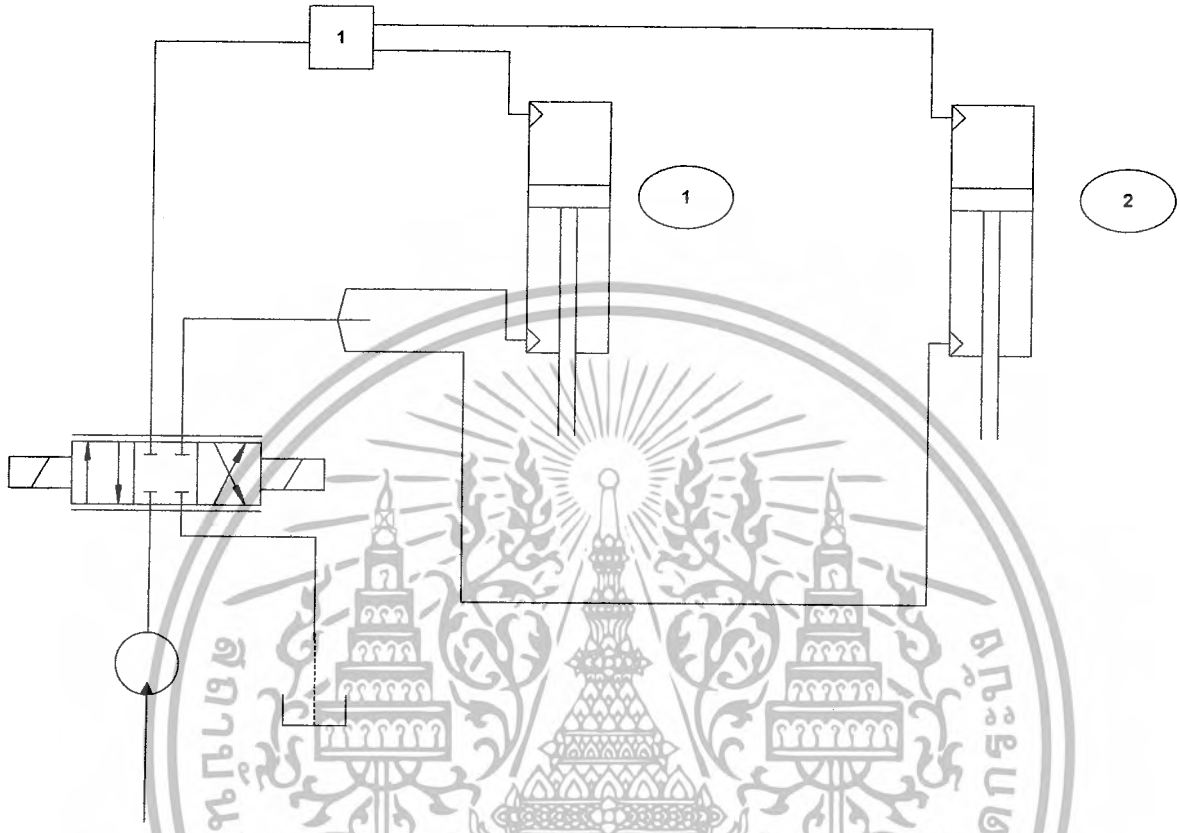
จำนวนลูกเหล็ก	VOLTที่ป้อนให้วาล์ว	P_{pump} (MPa)	P_{HE} (MPa)	P_{RE} (MPa)
0	-10			
	-8			
	-6			
	-4			
	-2			
	2			
	4			
	6			
	8			
	10			
2	-10			
	-8			
	-6			
	-4			
	-2			
	2			
	4			
	6			
	8			
	10			
4	-10			
	-8			
	-6			
	-4			
	-2			
	2			
	4			
	6			
	8			
	10			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดลองที่ 2</u> – วงจรไฮดรอลิกแบบ 1 วาล์วกับ 2 กระบอกสูบ ต่อขนานกัน



แบ่งเป็น 2 กรณี คือ

2.1 ใช้ เป็น 3 ทางแบบธรรมดา

2.2 ใช้ เป็น 3 ทางแบบ Flow Divider

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

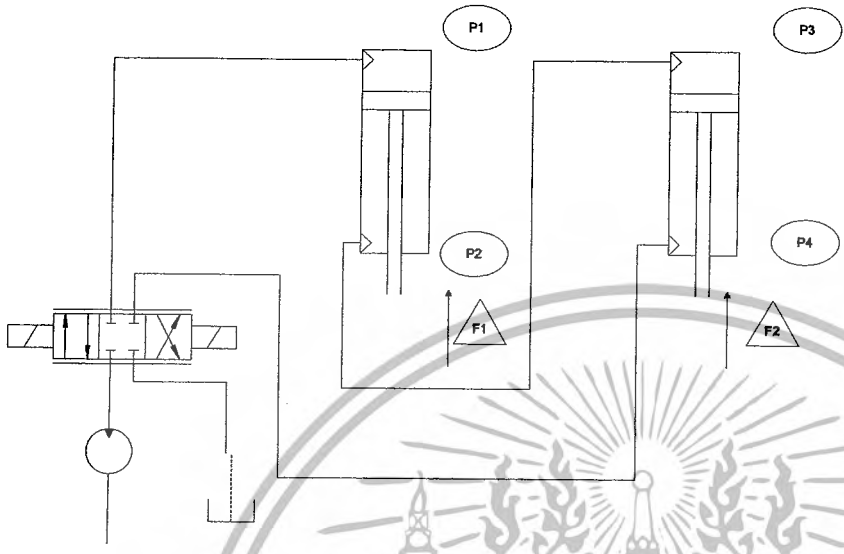
ตารางผลการทดลองที่ 2

จำนวนลูกเหล็กที่กระบอกสูบ1	จำนวนลูกเหล็กที่กระบอกสูบ2	ข้อต่อสามทาง	volt	กระบอกสูบ 1 P_{RE} (MPa)	กระบอกสูบ 2 P_{RE} (MPa)
0	0	แบบธรรมดา	2		
			4		
			6		
			8		
			10		
		แบบพิเศษ	2		
			4		
			6		
			8		
			10		
1	3	แบบธรรมดา	2		
			4		
			6		
			8		
			10		
		แบบพิเศษ	2		
			4		
			6		
			8		
			10		

สรุปผลการทดลองที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>การทดลองที่ 3</u> – วงจรไฮดรอลิกแบบ 1 วาล์ว 2 กระบอกสูบต่อแบบอนุกรม



ให้ $A_{HE} = \prod R^2 = \prod(20)^2 = 1257.143\ mm^2$

$A_{RE} = \prod R^2 - \prod r^2 = \prod(20)^2 - \prod(14)^2 = 640.885\ mm^2$

$A_{HE} / A_{RE} = 1.96$

โดย

$F_1 = P_1A_1 - P_2A_2$ .....(1)

$F_2 = P_3A_3 - P_4A_4$ .....(2)

(1)+(2) ;

$F_1 + F_2 = P_1A_1 - P_2A_2 + P_3A_3 - P_4A_4$

$= P_1A_1 - P_2A_2 + 1.96P_2A_2$ โดยที่ $P_4=0$ และ $P_2 = P_3$

$= P_1 A_{HE} + 0.96P_2A_{RE}$

และ

$Q_{out(cyl1)} = Q_{in(cyl2)}$

$A_{RE1}V_{cyl1} = A_{HE2}V_{cyl2}$

$A_{RE1}V_{cyl1} = 1.96\ A_{RE2}\ V_{cyl2}$ โดยที่ $A_{RE1} = A_{RE2}$

$V_{cyl1} = 1.96\ V_{cyl2}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลองที่ 3

			กระบอกสูบ 1			กระบอกสูบ 2	
จำนวนลูกเหล็กที่กระบอกสูบ1	จำนวนลูกเหล็กที่กระบอกสูบ2	volt	P_{pump} (MPa)	P_{HE} (MPa)	P_{RE} (MPa)	P_{HE} (MPa)	P_{RE} (MPa)
0	0	-10					
		-8					
		-6					
		-4					
		-2					
		2					
		4					
		6					
		8					
		10					
1	2	-10					
		-8					
		-6					
		-4					
		-2					
		2					
		4					
		6					
		8					
		10					
4	1	-10					
		-8					
		-6					
		-4					
		-2					
		2					
		4					
		6					
		8					
		10					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลการทดลองที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 วิจารณ์ผลการทดลอง

1. วงจรไฮดรอลิก แบบ 1 วาล์ว 1 กระบอกสูบ
   - จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าโหลดจะมีผลต่อความดันของกระบอกสูบ แต่ขนาดพื้นที่การเปิด-ปิดของวาล์ว ไม่มีผลต่อความดัน
   - ที่การทำงานของวาล์วจะเกิดความดันที่เกิดขึ้นทางด้านเข้ากระบอกสูบ และทางออกจากกระบอกสูบ จะเกิดความดันย้อนกลับทำให้ความดันทางด้านเข้ากระบอกสูบขณะเคลื่อนที่มากกว่าความเป็นจริง
2. วงจรไฮดรอลิกแบบ 1 วาล์วกับ 2 กระบอกสูบ ต่อขนานกัน
   - จากผลการทดลอง การใช้ข้อต่อสามทางแบบธรรมดาจะเห็นได้ว่าที่โหลดไม่เท่ากัน กระบอกสูบทั้งสองจะเคลื่อนที่ไม่พร้อมกัน โดยกระบอกสูบที่มีโหลดน้อยกว่าจะเคลื่อนที่ที่ความดันน้อยกว่าซึ่งจะเคลื่อนที่ก่อนจนกระบอกสูบแรกเคลื่อนที่สุด ความดันทางด้านเข้าของกระบอกสูบทั้งสองซึ่งจะเท่ากันเสมอจะมีความดันเพิ่มขึ้นจนถึงค่าความดันที่ทำให้กระบอกสูบที่มีโหลดมากกว่าเคลื่อนที่
   - จากการใช้ข้อต่อสามทางแบบพิเศษ จะทำให้กระบอกสูบทั้งสองเคลื่อนที่พร้อมๆ กันที่ค่าความดันด้านเข้ากระบอกสูบที่เท่ากัน แม้ว่าโหลดของทั้งสองกระบอกสูบจะมีค่าเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ตาม
3. วงจรไฮดรอลิกแบบ 1 วาล์ว 2 กระบอกสูบต่อแบบอนุกรม
   - จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่ากระบอกสูบทั้งสองเริ่มเคลื่อนที่พร้อมๆกันถึงแม้ว่าแต่ละกระบอกสูบจะมีโหลดที่เท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ตาม แต่มีความเร็วและระยะทางในการเคลื่อนที่ของแต่ละกระบอกสูบไม่เท่ากัน เนื่องจากพื้นที่ทางด้านหัวและท้ายของกระบอกสูบมีค่าไม่เท่ากัน
   - จากการนำค่าความดันที่ได้จากผลการทดลองมาคำนวณหาค่าโหลดของทั้งสองกระบอกสูบ จะไม่เป็นตามทฤษฎีเนื่องจากระบบมีค่าความดันย้อนกลับ และมีน้ำหนักของก้านกระบอกสูบรวมอยู่ด้วย

4.5 สรุปผลการทดลอง

ทำการสร้างชุดการทดลอง 2 กระบอกสูบเคลื่อนที่ขึ้นลงตามแนวดิ่งเพื่อเป็นสื่อการเรียนการสอนได้สำเร็จ โดยชุดทดลองนี้สามารถทดลองวงจรไฮดรอลิกแบบกระบอกสูบเดียวแต่เปลี่ยนโหลด วงจรไฮดรอลิกแบบสองกระบอกสูบ 1 วาล์ว โดยต่อแบบอนุกรมและขนานที่โหลดต่างๆ ได้ โดยค่าที่นำมาเปรียบเทียบกับค่าทางทฤษฎี คือ ค่าความดัน โดยค่าความดันที่ได้มีค่าใกล้เคียงกับค่าทางทฤษฎี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] **Pinsopon U.**: Velocity control of open center hydraulic system using neural network algorithm.The 13 th National Mechanical Engineering Conference,1999.
[2] **Cobo M.,Ingram R.,Cetinkunt S.**: Model,identification,and real time control of bucket hydraulic system for a wheel type loader earth moving equipment.Mechatronic,1998.
[3] **Tahmeen M.,Yamada H.,Kato H.,Maehata K.,Muto T.**: A study on simulation of hydraulic construction machine.SICE Annual Conference,2003.
[4] **James A. Sullivan**.:Fluid Power Theory and Application,1989(Prentice-Hall,Inc).
[5] **Russell W. Henke,P.E.**: Fluid Power System&Circuits,1986 (Hydraulic&Pneumatics Magazine).
[6] **E. Anthony**.: Fluid Mechanics with Applications,1988 (Prentice Hall, Inc).
[7] **Centinkunt S.**: Mechatronic,2005(John Wiley & Sons,Inc.)
[8] **วิฑูรย์ วิสัชนา ,อิทธิพล วัฒนากร, เอกลักษณ์ พรมเผือก** : การควบคุมคอมพิวเตอร์ของแขนกลไฮดรอลิก (สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง,กรุงเทพ,2547)

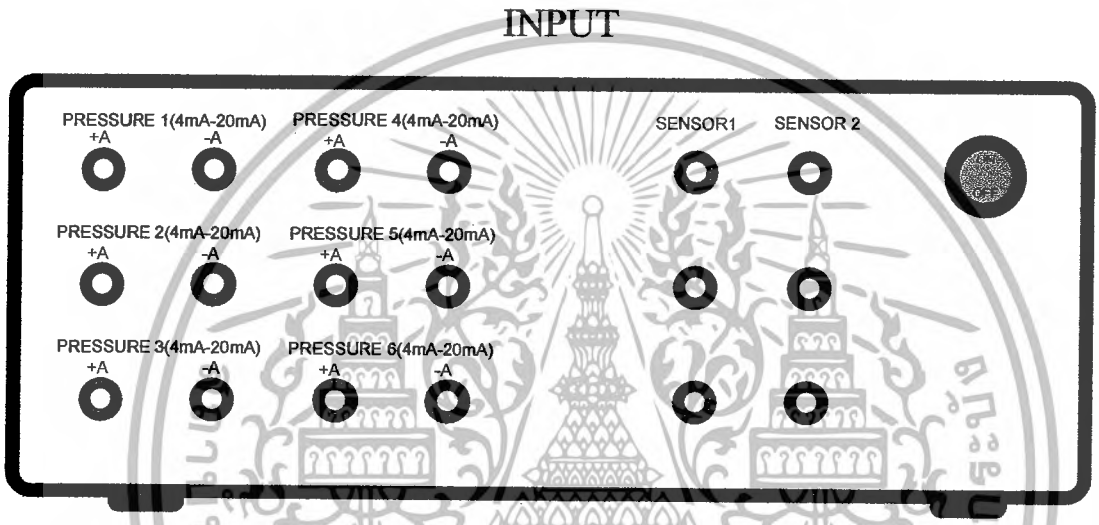
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

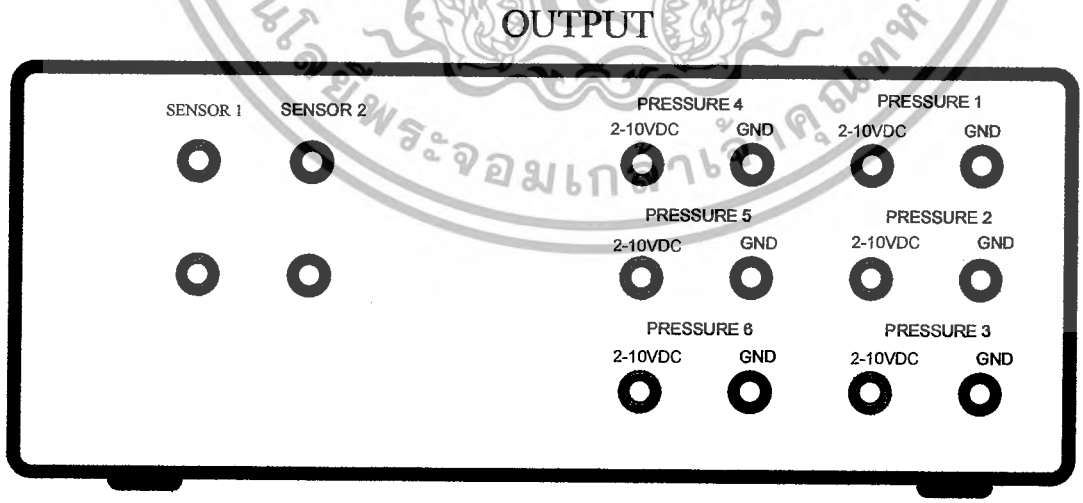
1.การใช้กล่องเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้า

กล่องนี้สร้างขึ้นเพื่อเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อนำสัญญาณนั้นมาใช้ประโยชน์ ซึ่งกล่องนี้ประกอบด้วย 2วงจร คือ

1. วงจรแปลงกระแสไฟฟ้าที่ 4 mA-20 mA เป็นความต่างศักย์ที่ 2-10 V เราใช้วงจรนี้สำหรับ การเปลี่ยนสัญญาณของ Pressure gauge ซึ่งสามารถต่อได้ทั้งหมด 6 ตัว
2. วงจรป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับเซนเซอร์ และรับค่าเอาท์พุทจากเซนเซอร์



รูปที่ 1 แสดงลักษณะของกล่องเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าด้าน Input

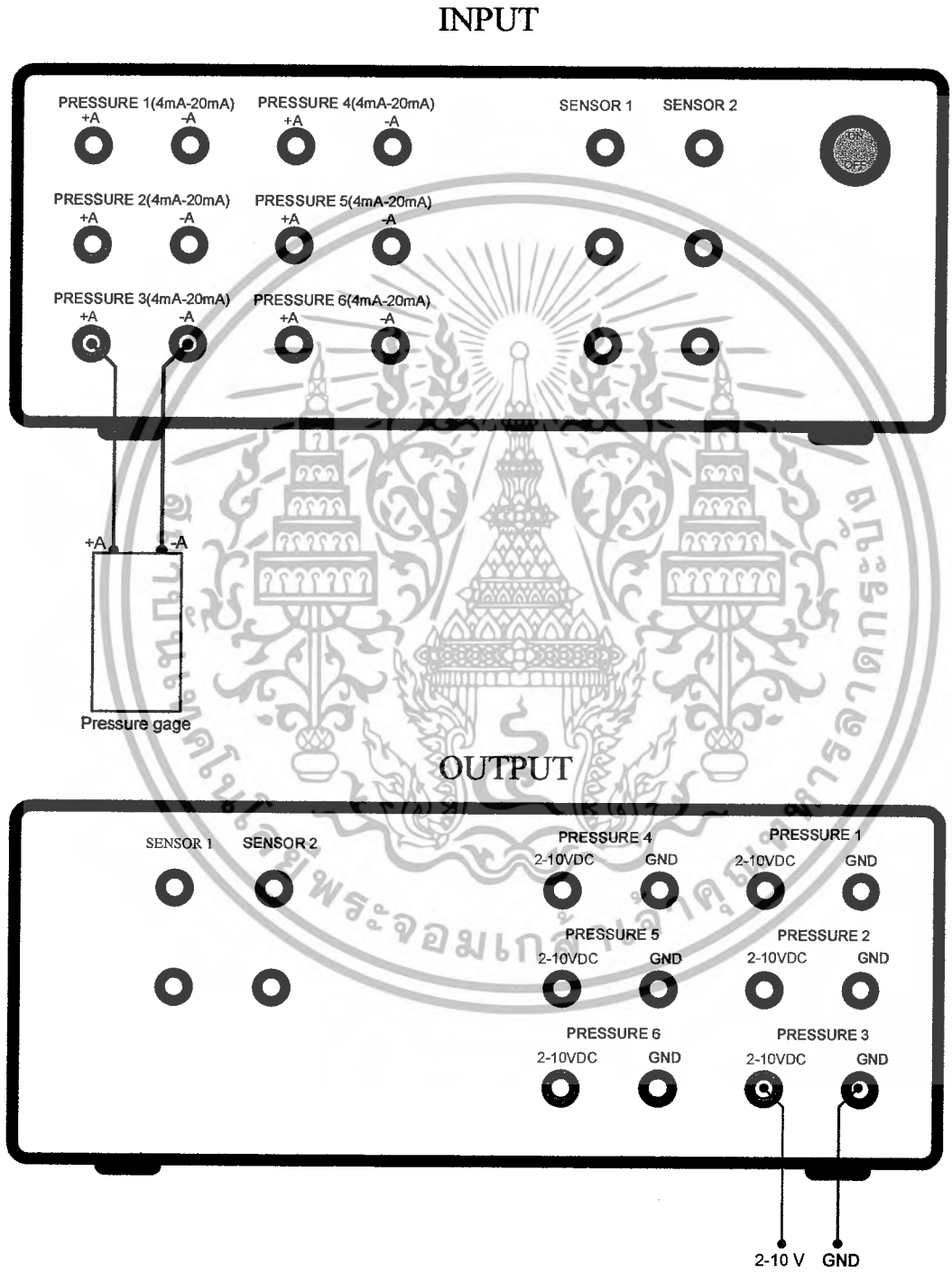


รูปที่ 2 แสดงลักษณะของกล่องเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้าด้าน Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานเพื่อเปลี่ยนกระแสไฟฟ้า (4-20 mA) ที่ออกจาก Pressure gauge เป็นความต่างศักย์ที่ 2-10 V

ทำการต่อสายไฟที่ขั้วของ Pressure gauge โดยเราใช้เพียง 2 ขั้วเท่านั้น นั่นก็คือ ขั้ว +A และ –A โดยนำขั้วทั้งสองต่อเข้าทางด้าน Input ของกล่อง ที่ขั้ว +A และ –A ซึ่งเราสามารถต่อ pressure gauge ได้ถึง 6 ตัวพร้อมกัน ลักษณะการต่อเป็นดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 แสดงการต่อ pressure gauge เข้าทางด้าน Input ที่ pressure gauge จะได้สัญญาณไฟฟ้าเป็นโวลต์ออกมาที่ด้าน Output ของ pressure gauge 2-10 V เพื่อนำไปใช้งาน

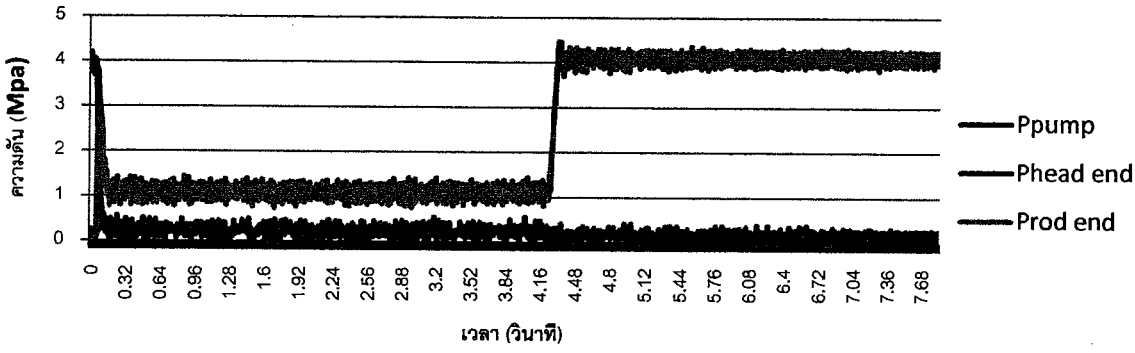
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เฉลยผลการทดลอง

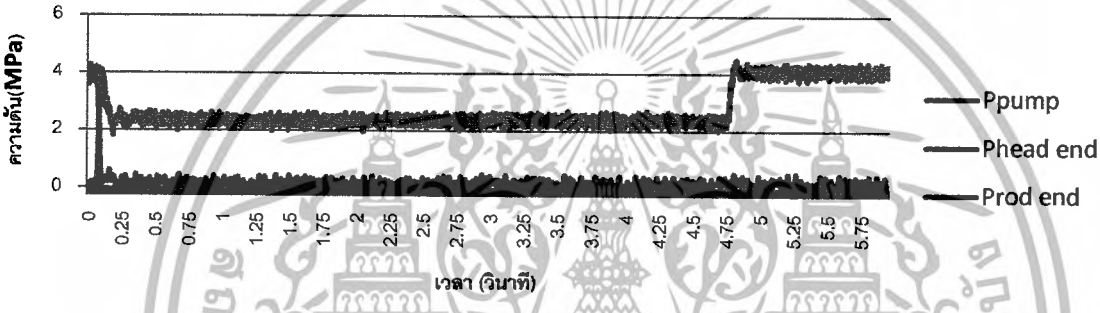
2.1การทดลองที่ 1

จำนวนลูกเหล็ก	VOLTที่ป้อนให้วาล์ว	P_{pump} (MPa)	P_{HE} (MPa)	P_{RE} (MPa)
0	2	4.08	1.189	3.173
	4	2.477	0.741	2.122
	6	1.499	0.3	1.402
	8	1.328	0.399	1.173
	10	1.233	0.276	1.112
2	2	3.901	1.199	3.15
	4	2.485	0.744	2.17
	6	1.459	0.425	1.273
	8	1.253	0.39	1.265
	10	1.319	0.286	1.173
5	2	3.999	0.688	3.49
	4	3.34	0.587	3.114
	6	2.687	0.435	2.52
	8	2.481	0.461	2.42
	10	2.436	0.116	2.301

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4 กราฟผลการทดลองที่ 1 ไม่มีภาระ ที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลต์



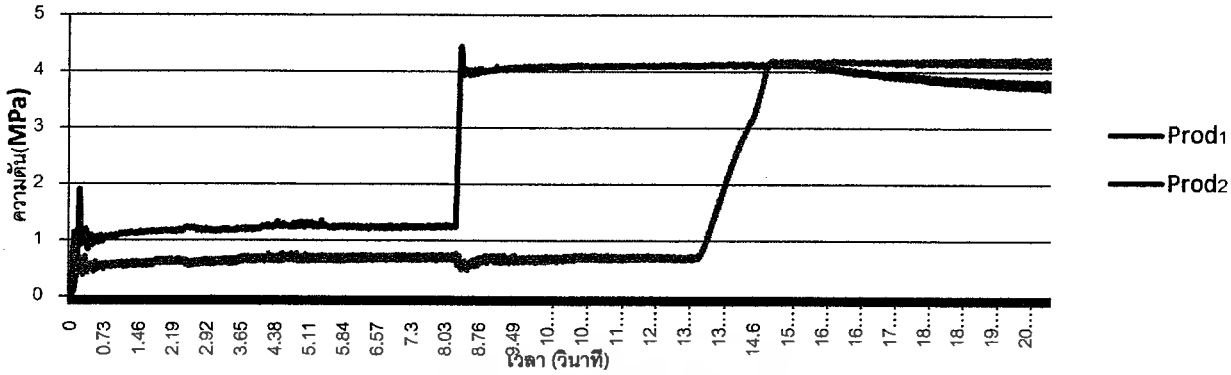
รูปที่ 5 กราฟผลการทดลองที่ 1 มีภาระลูกเหล็ก 5 ลูก ที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

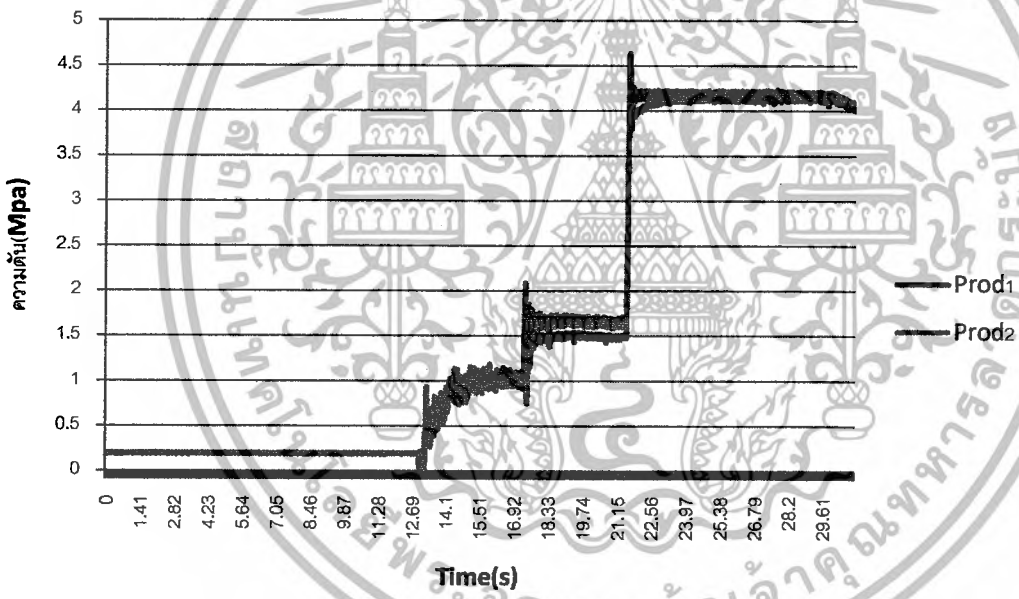
2.2 การทดลองที่ 2

ลูกเหล็กกระบอกสูบ1	ลูกเหล็กกระบอกสูบ2	ข้อต่อสามทาง	volt	กระบอกสูบ 1 P_{RE} (MPa)	กระบอกสูบ 2 P_{RE} (MPa)
0	0	แบบธรรมดา	2	0.3278063	0.348442
			4	0.31432	0.33674
			6	0.32422	0.31765
			8	0.3278063	0.31432
			10	0.33674	0.31432
		แบบพิเศษ	2	0.202673	0.203939
			4	0.32831	0.386168
			6	0.31378	0.37536
			8	0.315953	0.393206
			10	0.3198	0.383713
1	3	แบบธรรมดา	2	0.653771	1.195605
			4	0.99478	1.641037
			6	0.580774	1.660514
			8	1.001749	1.584447
			10	1.028374	1.650366
		แบบพิเศษ	2	1.15215	0.643214
			4	1.245852	0.712611
			6	1.239205	0.689042
			8	1.240287	0.694689
			10	1.261401	0.619727

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 6 กราฟผลการทดลองที่ 2 มีภาระลูกเหล็ก 3 ลูกที่กระบอกสูบ 1 และมีภาระลูกเหล็ก 1 ลูกที่กระบอกสูบ 2 ที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลต์ โดยใช้ ข้อต่อ 3 ทางแบบพิเศษ



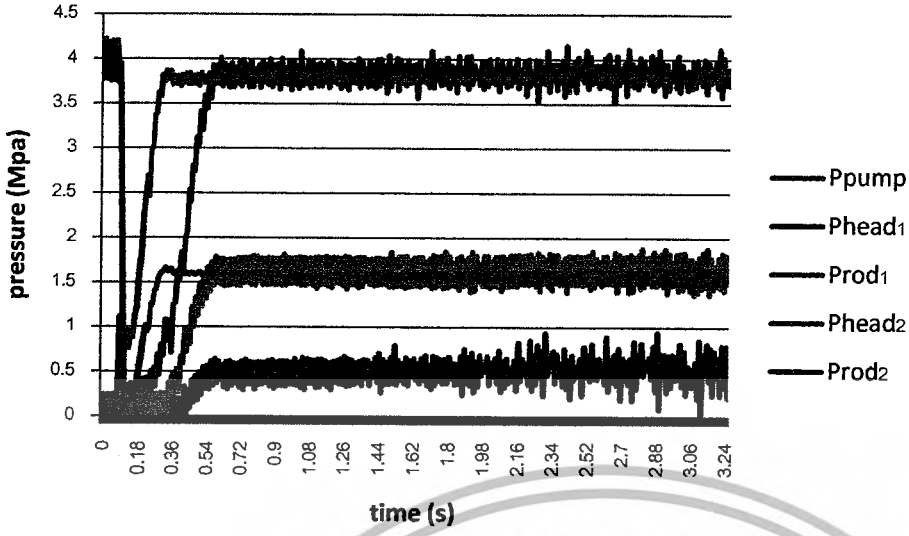
รูปที่ 7 กราฟผลการทดลองที่ 2 มีภาระลูกเหล็ก 3 ลูกที่กระบอกสูบ 1 และมีภาระลูกเหล็ก 1 ลูกที่กระบอกสูบ 2 ที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลต์ โดยใช้ ข้อต่อ 3 ทางแบบธรรมดา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

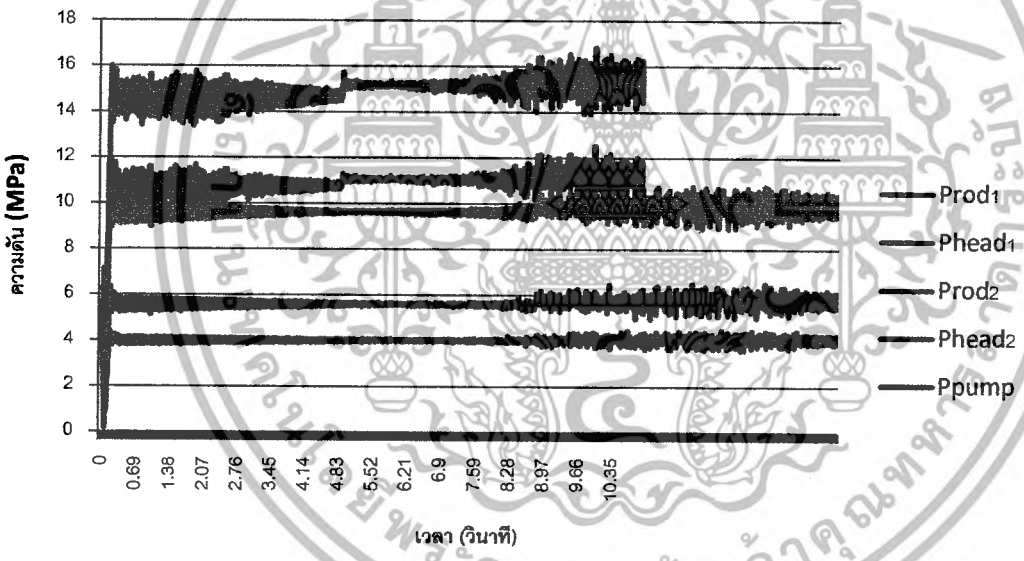
2.3 การทดลองที่ 3

จำนวนลูกเหล็กที่กระบอกสูบ1	จำนวนลูกเหล็กที่กระบอกสูบ2	volt	P_{pump} (bar)	กระบอกสูบ 1		กระบอกสูบ 2	
				P_{HE} (bar)	P_{RE} (bar)	P_{HE} (bar)	P_{RE} (bar)
0	0	2	39.7078	5.48263	16.12937	0.594277	5.968782
		4	38.18452	4.267248	14.99502	2.630535	4.996477
		6	36.75847	4.072787	15.01122	2.500894	5.968782
		8	37.92524	4.267248	14.99502	2.111972	4.996477
		10	39.28647	5.48263	16.12937	2.630535	5.968782
4	1	2	39.28647	10.99236	39.28647	0.626687	9.27462
		4	38.34657	10.1497	37.74699	1.739255	9.809388
		6	37.92524	8.966723	36.36955	0.102542	9.631132
		8	39.28647	10.1497	39.28647	1.5497	9.27462
		10	38.34657	8.966723	37.74699	1.611	9.809388

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 กราฟผลการทดลองที่ 3ไม่มีภาระ ที่แรงดันไฟฟ้า 6 โวลต์



รูปที่ 9 กราฟผลการทดลองที่ 3มีภาระลูกเหล็ก 4 ลูกที่กระบอกสูบ 1 และมีภาระลูกเหล็ก 1 ลูกที่กระบอกสูบ 2 ที่แรงดันไฟฟ้า 8 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้