แบบจำลองแขนกลไฮดรอลิก

HYDRAULIC ARM MODEL

โดย

นาย ธนพร สุมาลีศรีวงศ์

นาย สรรพวุฒิ เสรีวัตตนะ

วัน เดือน ปี 29 ก.ย. 2541

เลขทะเบียน 038076

เลขเรียกหนังสือ T 9906 16 ธ 131 ม

ปริญญานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมเกษตร

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2539

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ปีการศึกษา 2539

แบบจำลองแขนกลไฮดรอลิก
HYDRAULIC ARM MODEL

โดย

นาย ธนพร สุมาลีศรีวงศ์

นาย สรรพวุฒิ เสรีวัตตนะ

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. พิชิต กิตตินนท์

อ. วีระชัย ลิ้มชัยเจริญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2539

ภาควิชาวิศวกรรมเกษตร

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง แบบจำลองแขนกลไฮดรอลิก

ผู้จัดทำ

1. นาย ธนพร สุมาลีศรีวงศ์
2. นาย สรรพวุฒิ เสรีวัตตนะ

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. พิชิต กิตตินนท์)

_____ อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. วีระชัย ลิ้มพรชัยเจริญ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญรูป	III
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	2
2.1 นิยามของหุ่นยนต์	2
2.2 ลักษณะของแขนกลมนุษย์	3
2.3 การแบ่งประเภทของแขนกล	4
2.4 ระบบไฮดรอลิก	5
2.5 การออกแบบโครงสร้างแขนกล	9
บทที่ 3 การคำนวนและการสร้าง	10
3.1 การออกแบบส่วนต่าง ๆ ของแขนกล	10
3.2 การคำนวณ	21
บทที่ 4 การทดลองและผลจากการทดลอง	23
4.1 การทดลอง	23
4.2 ผลการทดลอง	23
4.3 ปัญหาและการแก้ไขปัญหา	23
บทที่ 5 วิจารณ์และสรุป	25
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
เอกสารอ้างอิง	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบจำลองแขนกลไฮดรอลิก

ธนพร สุมาลีศรีวงศ์
สรรพวุฒิ เสรีวัตตนะ
อ. พิชิต กิตตินนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
อ. วีระชัย ลิ้มพรชัยเจริญ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2539

บทคัดย่อ

แบบจำลองแขนกลไฮดรอลิกมีส่วนประกอบ 3 ส่วน คือ ฐาน,ตัวแขนทั้งสองทอน และ หัวยกวัสดุ ซึ่งที่ส่วนของฐานจะถูกควบคุมการเคลื่อนที่โดยใช้มอเตอร์ไฮดรอลิก (HYDRAULIC MOTOR) ที่แขนทั้งสองท่อนจะถูกควบคุมโดยกระบอกสูบไฮดรอลิก (HYDRAULIC CYLINDER)และที่ปลายของแขนจะมีห้วยกวัสดุอยู่ซึ่งทิ้งตัวตามแนวดิ่งอย่างอิสระ มอเตอร์ไฮดรอลิก และ กระบอกสูบไฮดรอลิกจะถูกควบคุมการทำงานโดยวาล์วควบคุม (DIRECTIONAL VALVE) ทั้ง 3 ตัว โดยวาล์วตัวที่ 1 จะควบคุมการหมุนของฐาน วาล์วตัวที่ 2 และตัวที่ 3 เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนทั้งสองท่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HYDRAULIC ROBOT ARM MODEL

Thanaporn Sumaleesriwong
Suppavoot Serevattana
Pichit Kittinon Advisor
Veerachai Limpporchaijalearn Advisor
1996

Abstract

"Hydraulic Arm Model" consists of base , two parts of arm and the terminal arm. Motion of base is controled by Hydraulic motor.Hydraulic cylinder controls two parts of arm . The Terminal arm has setup the hook ,the movement of the hook is free by the gravity . Hydraulic motor and hydraulic cylinder are controled by three directional valves . The first valve controls the base. The other valves control two parts of arm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 3.1 แขนส่วนบน	10
รูปที่ 3.2 หัวยกวัสดุ	11
รูปที่ 3.3 แขนส่วนล่าง	12
รูปที่ 3.4 สลักข้อหมุน	13
รูปที่ 3.5 เพลากลาง	14
รูปที่ 3.6 ตลับลูกปืน	15
รูปที่ 3.7 ฐานประกอบกับเฟือง	15
รูปที่ 3.8 เฟือง	16
รูปที่ 3.9 มอเตอร์ไฮดรอลิก	17
รูปที่ 3.10 ชุดส่งกำลัง	18
รูปที่ 3.11 ปั๊มไฮดรอลิก	18
รูปที่ 3.12 วาล์ว	19
รูปที่ 3.13 วาล์วควบคุมปริมาณน้ำมัน(THROTTLE VALVE)	19
รูปที่ 3.14 แขนกลไฮดรอลิก	20
รูปที่ 3.15 แขนกลไฮดรอลิก	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันเทคโทคโนโลยี(Technology)ด้านหุ่นยนต์ ได้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วอันเป็นผลสืบเนื่องมาจาก ความต้องการความสะดวกสบายของมนุษย์ ทำให้มนุษย์มีความพยายามที่จะสร้างสิ่งต่าง ๆ ขึ้นมาใช้ และ วิทยาการสมัยใหม่ก็อำนวยให้การสร้างหุ่นยนต์ไม่ใช่เรื่องยากอีกต่อไป อีกทั้งการที่ใช้คนทำงานในด้านการเกษตรกรรมก็มีปัญหา และ ประสิทธิภาพในการทำงานก็จำกัด จึงเริ่มมีการหันมาใช้เครื่องทุ่นแรงบางอย่างมากขึ้น เช่น เครื่องพ่นยาเป็นต้น จากเหตุผลที่กล่าวมาข้างต้น ทำให้สามารถคาดได้ว่าในอนาคตอันใกล้นี้ หุ่นยนต์อาจเข้ามามีบทบาทในงานทางด้านเกษตรกรรมมากขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีเครื่องมือ ทั้งทางทฤษฎีและปฏิบัติ ที่สามารถใช้งานได้จริงในเกษตรกรรม เพื่อรองรับความเจริญของการใช้หุ่นยนต์ที่จะเกิดขึ้นในอนาคตหุ่นยนต์ ที่จะถูกพัฒนามาใช้กับงานด้านการเกษตรนั้น ได้รับแนวคิดมาจากหุ่นยนต์ใช้งานด้านอุตสาหกรรม

1.1 วัตถุประสงค์

1. เพื่อเป็นแบบทดลองของระบบไฮดรอลิก ทำให้เข้าใจได้ง่าย
2. เพื่อเป็นการเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระบบไฮดรอลิกกับระบบนิวแมติก
3. สามารถนำไปพัฒนาใช้เป็นเครื่องทุนแรงในงานด้านการเกษตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

2.1 นิยามของหุ่นยนต์

ในปัจจุบันเรามีนิยามที่เกี่ยวกับหุ่นยนต์มากมายหลายนิยาม ซึ่งผู้ผลิตและผู้ใช้ยอมรับนิยามบางตัวเท่านั้น แต่ไม่มีนิยามใดได้รับการยอมรับว่าเป็นมาตราฐาน ดังนั้นจึงมีหลายสมาคมพยายามที่จะตั้งนิยามของหุ่นยนต์ขึ้น เช่น

สมาคมหุ่นยนต์แห่งประเทศอังกฤษ กำหนดนิยามของหุ่นยนต์อุตสาหกรรมไว้ว่า

"***หุ่นยนต์***" คือ อุปกรณ์ที่มีอย่างน้อย 4 องศาแห่งอิสระ ที่สามารถโปรแกรมใหม่ได้ ซึ่งได้รับการออกแบบมาสำหรับการจับย้ายและขนส่ง สิ้นส่วนเครื่องมือหรือส่วนประกอบพิเศษ โดยการอาศัยการเคลื่อนที่ที่ได้รับการโปรแกรมไว้สำหรับงานเฉพาะอย่าง และโปรแกรมนี้ยังสามารถเปลี่ยนแปลงได้

สิ่งหนึ่งที่สำคัญมากในการกำหนดนิยามของ สมาคมหุ่นยนต์แห่งประเทศอังกฤษ คือ สิ่งที่เป็นหุ่นยนต์จะต้องมี 4 องศาแห่งอิสระเป็นอย่างน้อย

สถาบันทางหุ่นยนต์ของอเมริกา(America) ให้นิยามว่า

"หุ่นยนต์ เป็นมือจับ หลายหน้าที่การทำงาน ที่สามารถโปรแกรมใหม่ได้ ได้รับการออกแบบเพื่อการเคลื่อนย้ายวัสดุ ชิ้นงาน เครื่องมือ หรืออุปกรณ์พิเศษโดยอาศัยการเคลื่อนที่ที่ได้รับการโปรแกรมไว้ใช้งานเฉพาะอย่าง"

นิยามของสถาบันทางหุ่นยนต์ของอเมริกานี้ได้รับการยอมรับกันอย่างแพร่หลายในฐานะที่เป็นนิยามของหุ่นยนต์อุตสาหกรรม

สมาคมหุ่นยนต์อุตสาหกรรมแห่งประเทศญี่ปุ่น และ คณะกรรมการมาตราฐานอุตสาหกรรมแห่งประเทศญี่ปุ่น ให้นิยามหุ่นยนต์ในระดับต่าง ๆ ว่า

แขนจับ เครื่องจักรซึ่งมีหน้าที่การทำงานคล้ายคลึงกับส่วนที่เหนือเอวมนุษย์ขึ้นมา และสามารถเคลื่อนย้ายวัตถุจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หุ่นยนต์ที่ทำงานตามที่กำหนด มือจับที่สามารถทำงานได้โดยการอ่านข่าวสารซึ่งสามารถจดจำได้สำหรับการทำงานเป็นลำดับขั้น หรือรวมทั้งการที่มันเรียนรู้จากการที่เราสั่งงานด้วยมือ

หุ่นยนต์ที่มีไหวพริบ หุ่นยนต์ที่สามารถกำหนดพฤติกรรมและการปฏิบัติของตัวเองได้ โดยผ่านทางตัวรับความรู้สึก และหน่วยความจำของมัน

โดยทั่ว ๆ ไปสิ่งที่ได้รับการยอมรับว่าเป็นหุ่นยนต์นั้น จะต้องตอบสนองต่อสิ่งกระตุ้นที่รับมาจากสิ่งแวดล้อมได้ หุ่นยนต์สามารถเข้าใจในผลตอบสนองได้ถึงแม้ว่าจะมองไม่เห็นก็ตาม เพื่อความกระจ่างว่าอะไรคือลักษณะธรรมชาติที่แท้จริง เราจะแยกหน้าที่การทำงานของหุ่นยนต์ออกเป็น 3 กลุ่มคือ การรับความรู้สึก ทำการตัดสินใจ และ กระทำตามที่ตัดสินใจ

2.2 ลักษณะของแขนกลมนุษย์

ในเมื่อเราต้องการที่จะสร้างแขนกลให้มีคุณลักษณะเหมือนมนุษย์ เราจึงมีความจำเป็นที่จะต้องศึกษาโครงสร้างและลักษณะการเคลื่อนไหวของแขนมนุษย์ก่อน

แขนของมนุษย์ประกอบด้วยส่วน 2 ส่วนที่เห็นแยกกันอย่างชัดเจน คือ ส่วนที่เป็นข้อมือซึ่งมีข้อต่อหลักอยู่ 3 ข้อต่อ และอีกส่วนคือแขน ซึ่งมีข้อต่อหลักอยู่ 2 ต่อ(หัวไหล่และข้อศอก) ก่อนอื่นเรามาดูที่ส่วนแรกก่อน ข้อมือของมนุษย์มีลักษณะดังต่อไปนี้

การหมุนข้อมือ สามารถหมุนได้ -180<>0<>+90=270

การพับข้อมือ สามารถหมุนได้ -90<>0<>+50=140

การบิดข้อมือ สามารถหมุนได้ -45<>0<>+15=60

การเคลื่อนที่ของข้อมือทั้ง 3 แบบ มีการเคลื่อนที่ที่เป็นอิสระต่อกัน ดังนั้นเราจึงให้การเคลื่อนที่แต่ละแบบเป็น 1 องศาแห่งอิสระ

ส่วนที่สองคือ แขน ประกอบด้วยข้อต่อหลัก 2 ข้อต่อ แต่มี 3 องศาแห่งอิสระคือ 2 องศาแห่งอิสระที่หัวไหล่ และอีก 1 องศาอิสระที่ข้อศอก แต่หัวไหล่ของแขนกลจะมีเพียง 1 องศาอิสระ ลักษณะหนึ่งที่สำคัญของโครงสร้างของแขนคือ แขนท่อนล่างจะต้องสั้นกว่าแขนท่อนบน ถ้าเราออกแบบให้แขนท่อนล่างยาวกว่าแขนท่อนบน จะทำให้ประสิทธิภาพการทำงานของแขนกลลดลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การแบ่งประเภทของแขนกล

เราสามารถแบ่งประเภทของแขนกลโดยพิจารณาจากพื้นฐานใหญ่ ๆ ดังนี้

1. โครงสร้างภายนอกและการเคลื่อนที่ของแขนกล
2. ทางเดินของแขนกลนั้นขึ้นอยู่กับการควบคุมการเคลื่อนที่
3. ประสิทธิภาพในการทำงานของแขนกล

การพิจารณาแบ่งประเภทของแขนกลในชั้นนี้ เราจะอาศัยเฉพาะพื้นฐานข้อ 1 และ 2 เท่านั้นแม้ว่าข้อ 3 จะมีความสำคัญมากที่สุดแต่จะต้องอาศัยความรู้ขั้นสูงทางด้านอื่น ๆ อีกมาก การแบ่งประเภทของแขนกลในระดับจึงจะไม่นำพื้นฐานข้อ 3 มาพิจารณา

การแบ่งประเภทของแขนกลโดยอาศัยการเคลื่อนที่และโครงสร้างภายนอกเราจะต้องเข้าใจถึงการเคลื่อนที่ของแขนกลเสียก่อน แขนกลมีการเคลื่อนที่อยู่ 3 แบบ แบบแรกคือการหมุนรอบแกนลองติจูดของตัวเชื่อม ระหว่างข้อต่อ 2 ข้อต่อ แบบที่ 2 คือการหมุนข้อต่อรอบแกนนอน แบบที่ 3 คือการเคลื่อนที่แบบเส้นตรงในทิศทางของแกนลองติจูดอาจยืดออกไปเฉพาะบางส่วนหรือโครงสร้างทั้งหมด หากเราแบ่งประเภทของแขนกลตามการเคลื่อนที่ของข้อต่อ จะสามารถแบ่งแขนกลเป็นแบบต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. แขนกลที่มีลักษณะคล้ายแขนมนุษย์
2. แขนกลที่มีการเคลื่อนที่เป็นทรงกลม
3. แขนกลที่มีการเคลื่อนที่เป็นทรงกระบอก
4. แขนกลแบบคาร์ทีเซียนชนิดเลื่อน
5. แขนกลแบบคาร์ทีเซียนชนิดมีโครง
6. แขนกลแบบผสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบไฮดรอลิก

คำว่า hydraulic มาจากคำในภาษากรีก2คำคือ hydro หมายถึงน้ำ และ aulis ซึ่งหมายถึงท่อ(pipe) เดิมคำว่า hydraulic จึงหมายถึงเฉพาะการไหลของน้ำในท่อเท่านั้น แต่ในปัจจุบันคำนี้หมายถึงการไหลของของเหลวทุกชนิดที่ใช้ในระบบเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายถอดกำลังงานในการเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล คือ ทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกและมอเตอร์ไฮดรอลิกทำงาน ตัวอย่างเช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิก เครื่องอัด เกียร์อัตโนมัติเครน กว้าน รถแทรกเตอร์ และ เครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ ระบบไฮดรอลิกจะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

1. **อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิก** (primary component) ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำมันไฮดรอลิก เพื่อส่งจ่ายให้แก่ระบบไฮดรอลิก ประกอบด้วยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า
2. **อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิก** (storage and treatment component) ทำหน้าที่เป็นที่พักของน้ำมันขจัดสิ่งสหปรก ขจัดฟองอากาศ และระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิก ประกอบด้วยถังพักน้ำมันไฮดรอลิก ไส้กรองน้ำมันไฮดรอลิก และอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ที่ใช้กับถังพักน้ำมัน
3. **อุปกรณ์สร้างการไหล** (transferring component) ทำหน้าที่สร้างอัตราการไหล ประกอบด้วยปั๊มไฮดรอลิกชนิดต่างๆ
4. **อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน** (controlling component) หมายถึงวาล์วควบคุมชนิดต่างๆ ในระบบไฮดรอลิก เช่น วาล์วควบคุมทิศทางการไหลใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของก้านสูบ วาล์วควบคุมอัตราการไหลใช้จำกัดปริมาณน้ำมันที่เข้าลูกสูบเพื่อควบคุมความเร็วของก้านสูบ วาล์วควบคุมความดันในระบบ
5. **อุปกรณ์การทำงาน** (actuator or working component) ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของการไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น กระบอกสูบไฮดรอลิกหรือมอเตอร์ไฮดรอลิก
6. **อุปกรณ์ในระบบท่อทาง** (piping system) ทำหน้าที่เป็นท่อการไหลของน้ำมันไฮดรอลิก ประกอบด้วยแป๊ป (pipe) ท่อ (tube) สายน้ำมันไฮดรอลิก (hoses) ข้องอ (bendling) และข้อต่อชนิดต่างๆ (fittings)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 การใช้งานระบบไฮดรอลิก

ขอบข่ายงานต่างๆ ที่นำเอาระบบไฮดรอลิกไปใช้งานนั้น แบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนคือ

1. **ระบบไฮดรอลิกในโรงงานอุตสาหกรรม** (industrial hydraulics)
2. **ระบบไฮดรอลิกในอุตสาหกรรมเหล็กกล้า งานวิศวกรรมโยธา และสถานีกำเนิดไฟฟ้า** (hydrulic draulics in steelworks,civil engineering and generations)
3. **ระบบไฮดรอลิกในยานยนตร์อุตสาหกรรม** (mobile machinery hydraulics)
4. **ระบบไฮดรอลิกในเรือเดินทะเล** (hydraulics for marine applications)
5. **ระบบไฮดรอลิกในงานอุตสาหกรรมเฉพาะอย่าง** (hydraulics in apecial tecnical applications)

2.4.2 ข้อได้เปรียบของระบบไฮดรอลิก

ระบบไฮดรอลิกมีข้อได้เปรียบหลายประการดังนี้

1. **ง่ายต่อการควบคุม** โดยปกติแล้วการส่งกำลังโดยกลไกจะมีความยุ่งยากเกี่ยวกับโครงสร้างที่จะควบคุมให้เกิดการเคลื่อนที่ทำงานทั้งแบบหมุนและแบบในแนวตรง แต่ระบบไฮดรอลิกทำงานได้ง่ายและดีทั้งแบบหมุนและในแนวตรง เพียงแต่ใช้กำลังงานจากของไหลไปเปลี่ยนเป็นพลังงานกลเพื่อทำงานที่ต้องการแรงผลักดันและแรงบิดมากๆ ได้
2. **การเปลี่ยนความเร็วของลูกสูบหรือมอเตอร์** สามารถปรับเปลี่ยนความเร็วได้ทุกระดับ โดยปรับที่วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมัน ส่วนมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์นั้นควรทำงานที่ความเร็วคงที่มากกว่า
3. **แรงทวีคูณ** ในระบบกลไกเราจะเพิ่มแรงแล้วส่งผ่านชุดเกียร์ รอก คานและอื่นๆ ทำให้พลังงานจำนวนต้องสูญเสียไปกับแรงต้านทานในส่วนต่างๆ แต่ในระบบไฮดรอลิกเพิ่มแรงเป็นทวีคูณได้โดยไม่จำกัด และใช้ส่วนที่เคลื่อนที่เพียงเล็กน้อย
4. **แรงคงที่** ระบบไฮดรอลิกสามารถจะให้แรงที่คงที่ได้ โดยไม่จำกัดความเร็ว และ ยังให้ประสิทธิภาพสูง ถึงในระบบจะมีการรั่วไหลแต่ ความดันยังคงที่
5. **ตั้งขนาดของแรงที่ต้องการใช้งานได้** เพราะปริมาณน้ำมันที่ความดันส่วนเกินจะไหลออกไปทางวาล์วจำกัดความดันหมด
6. **การทำงานกลับทิศไปมา** กระบอกสูบและมอเตอร์ไฮดรอลิกสามารถทำงานกลับทิศไปมาโดยไม่ต้องรอให้หยุด โดยอาศัยวาล์วควบคุมทิศทางการไหล ส่วนปัญหาการโอเวอร์โหลดขณะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงานกลับไม่มี เช่น ก้านสูบเลื่อนออกจนสุดระยะชักแล้ว แต่ปั๊มยังคงส่งอัตราการไหลไปในระบบ ความดันจะเพิ่มขึ้นแต่ถูกกำจัดโดยวาล์วปลดความดัน

7. **ควบคุมการทำงานได้เที่ยงตรง** แม่นยำ และถูกต้อง เพราะมีวาล์วที่จะคอยควบคุมทั้งความเร็วและความดัน

8. **กะทัดรัด** กินเนื้อที่ในการติดตั้งและมีน้ำหนักน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับขนาดเดียวกัน เช่น ปั๊มหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกขนาด 9 แรงม้า จะมีน้ำหนักเพียง 5 กิโลกรัมเท่านั้น ในขณะที่มอเตอร์ไฟฟ้าขนาด 10 แรงม้าจะมีน้ำหนักมากกว่าหลายสิบกิโลกรัม และในบริเวณที่ไม่เหมาะสมก็สามารถติดตั้งได้เพียงแต่ให้มีที่วางท่อเท่านั้น

9. **สามารถหยุดชะงัก** เนื่องจากการรับโอเวอร์โหลดได้นาน เมื่อโหลดลงก็ทำงานต่อไปได้ ทำงานอยู่ต่อไปได้ เพียงแต่ความดันน้ำส่วนเกินจะไหลออกไปทางวาล์วจำกัดความดัน

10. ปลอดภัย ระบบไฮดรอลิกจะมีความปลอดภัยสูง แม้ว่าจะรับภาระโหลดนานๆ ไม่มีปัญหาเนื่องจากไฟฟ้าช็อตเหมือนระบบไฟฟ้า จึงทำให้เป็นที่สนใจทำให้เป็นที่สนใจและนำไปใช้ในโรงงานได้ดีกว่าระบบอื่นๆ

2.4.3 กระบอกสูบไฮดรอลิก

กระบอกไฮดรอลิกเป็นตัวทำงานของระบบไฮดรอลิก ซึ่งจะเปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกให้เป็นในรูปของความดันและปริมาณการไหลของน้ำมัน ไฮดรอลิกให้เป็นแรงและการเคลื่อนที่ โดยความเร็วของการทำงานของกระบอกสูบไฮดรอลิกจะขึ้นอยู่กับปริมาณการไหลของน้ำมัน ถ้าปริมาณการไหลของน้ำมันเข้ากระบอกสูบมาก กระบอกไฮดรอลิกก็ทำงานได้เร็ว ส่วนแรงกระทำของกระบอกไฮดรอลิกก็จะขึ้นอยู่กับความดันของน้ำมันไฮดรอลิก ถ้าระบบไฮดรอลิกสามารถรับความดันได้สูง แรงกระทำของกระบอกสูบก็จะมากด้วย

กระบอกสูบไฮดรอลิกที่นิยมใช้กันมีอยู่ 2 แบบคือ กระบอกแบบลูกสูบ(pistontype cylinder) และกระบอกไฮดรอลิกแบบใบพัด(vane-type cylinder)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบอกไฮดรอลิกแบบลูกสูบ

กระบอกไฮดรอลิกแบบลูกสูบจะเปลี่ยนกำลังงานไฮดรอลิกให้เป็นการเคลื่อนที่ในแนวตรงเส้นตรง ซึ่งจะประกอบด้วยตัวกระบอก ลูกสูบพร้อมก้านสูบ และทางเข้าและทางออกของน้ำมัน กระบอกไฮดรอลิกแบบนี้มีอยู่ 2 แบบคือ

1. แบบที่ทำงานด้านเดียว (single-action cylinder) กระบอกไฮดรอลิกชนิดนี้น้ำมันจะไหลเข้าไปดันลูกสูบเพียงด้านเดียว ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่และให้แรงกระทำในทิศทางเดียวดังนั้นในการดันลูกสูบกลับก็จะต้องลดความดันของน้ำมันโดยเปิดน้ำมันไหลกลับที่พักหรือถัง แล้วใช้สปริงหรือน้ำหนักลูกสูบให้ถอยกลับ

2. แบบที่ทำงานสองทิศทาง (double-action cylinder) กระบอกไฮดรอลิก ชนิดนี้น้ำมันจะไหลเข้าไปดันลูกสูบทั้งสองด้าน ซึ่งจะให้แรงกระทำทั้งสองทิศทางทั้งดันออกและดันเข้า ถ้าจะดันออกน้ำมันก็จะถูกส่งเข้าของลูกสูบ ดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออก น้ำมันด้านหลังของลูกสูบก็จะถูกดันให้ไหลกลับไปยังถัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 การออกแบบโครงสร้างแขนกล

ในการออกแบบโครงสร้างแขนกลสามารถแบ่งออกเป็น 4 ส่วน ซึ่งประกอบด้วย

1. ลักษณะโครงสร้างของแขนกล
2. ลักษณะการเคลื่อนที่ของแขนกล
3. วงจรไฮดรอลิกที่ใช้ควบคุมแขนแต่ละส่วน
4. การควบคุมการหมุนที่ฐานของแขนกล

ลักษณะโครงสร้างของแขนกล

การออกแบบแขนกลนั้นจะต้องรู้ถึงลักษณะการทำงานและหน้าที่ที่ใช้งานก่อนจึงจะสามารถออกแบบได้ และโครงสร้างนี้ต้องออกแบบให้แขนกลมีการเคลื่อนที่คล้ายทรงกลม เนื่องจากการออกแบบแขนกลลักษณะนี้จะมีการเคลื่อนที่ที่เป็นอิสระและสามารถนำไปประยุกต์กับงานด้านอื่น ๆ ได้ง่าย

ลักษณะการเคลื่อนที่ของแขนกล

การออกแบบแขนกลจะต้องกำหนดแนวทางการเคลื่อนที่ของแขนกลขึ้นมาเพื่อให้แขนกลสามารถทำงานได้ตามความมุ่งหมาย และแนวทางการเคลื่อนที่ที่กำหนดขึ้นมานี้จะต้องพิจารณาดูแล้วว่าเมื่อสร้างขึ้นมาแล้วจะสามารถทำงานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การคำนวณและการสร้าง

3.1 การออกแบบส่วนต่าง ๆ ของแขนกล

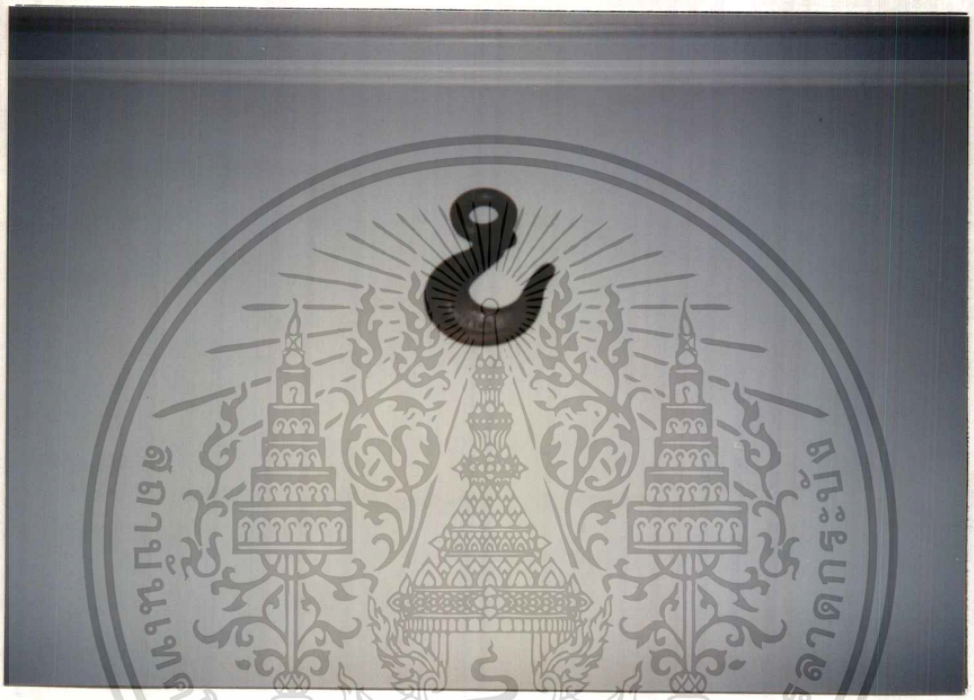
1. แขนส่วนบน

1.1 โครงเหล็ก ทำจากเหล็กแผ่นหนา 8 มม. ตัดแผ่นเหล็กด้วยแก๊สเป็นลักษณะดังรูป จำนวน 2 แผ่น ซึ่งมีน้ำหนัก 10 กิโลกรัม แล้วเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. จำนวน 2 รู (ที่ตำแหน่งปลายยึดห้วยกวัสดุและที่ตำแหน่งข้อต่อตรงจุดหมุนที่ยึดระหว่างแขนส่วนบนและแขนสวนล่าง) และ ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. จำนวน 1 รู (ที่ตำแหน่งปลายที่ยึดกับกระบอกลูกสูบส่วนบน) แล้วเชื่อมต่อแผ่นเหล็กทั้งสองแผ่นให้มีระยะห่าง 90 มม.

รูปที่ 3.1 แขนส่วนบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ห้วยกวัสดุ สามารถถอดเปลี่ยนได้ ขึ้นอยู่กับความเหมาะสมในแต่ละชนิดของงาน โดยมีสลักข้อต่อเป็นตัวยึดห้วยกวัสดุ ซึ่งสามารถถอดเปลี่ยนได้ง่าย ในโครงงานนี้ได้เลือกใช้หัวตะขอเป็นห้วยกวัสดุเพราะง่ายต่อการใช้งานและจัดหาได้ง่าย



รูปที่ 3.2 ห้วยกวัสดุ

1.3 กระบอกลูกสูบไฮดรอลิก

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเสื้อสูบ 2.5 นิ้ว
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแกนลูกสูบ 1 นิ้ว
- ระยะชัก 6 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แขนส่วนล่าง

2.1 โครงเหล็ก ทำจากเหล็กแผ่นหนา 8 มม. ตัดด้วยแก๊สให้เป็นลักษณะดังรูป จำนวน 2 แผ่น ซึ่งมีน้ำหนัก 25 กิโลกรัม แล้วเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. จำนวน 3 รู (ที่ตำแหน่งปลายที่เป็นข้อต่อหมุนระหว่างแขนส่วนบนกับแขนส่วนล่าง , ที่ตำแหน่งตรงกลางเพื่อใช้ยึดกับกระบอกสูบล่าง และ ที่ตำแหน่งปลายที่เป็นข้อต่อหมุนที่เป็นแขนส่วนล่างกับส่วนฐาน) และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. (ที่ตำแหน่งกลางเพื่อใช้ยึดกับกระบอกลูกสูบบน)

รูปที่ 3.3 แขนส่วนล่าง

2.2 กระบอกลูกสูบไฮดรอลิก

- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเสื้อสูบ 2.5 นิ้ว
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางแกนลูกสูบ 1 นิ้ว
- ระยะชัก 8 นิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. สลักข้อต่อหมุน

- ทำจากเหล็กเพลาขาวขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 นิ้ว แล้วทำการกลึงให้เหลือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 20 มม. มีความยาวทั้งหมด 150 มม. จำนวน 5 ชิ้น

- ทำจากเหล็กเพลาน้ำเงินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 นิ้ว แล้วทำการกลึงให้เหลือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 มม. มีความยาวทั้งหมด 150 มม. จำนวน 2 ชิ้น

- จากนั้น ทำการเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. กับสลักทั้งสองขนาดทุกชิ้น เพื่อใช้สำหรับใส่ลิ่มยึดดังรูป

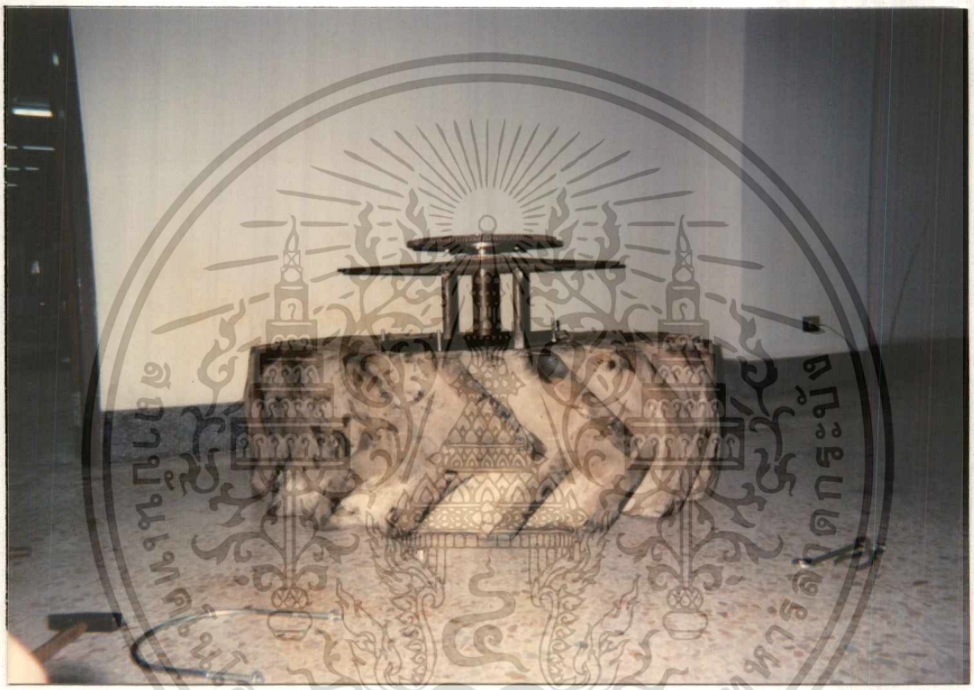
รูปที่ 3.4 สลักข้อต่อหมุน

4. ส่วนฐาน

4.1 โครงเหล็ก ทำจากเหล็กแผ่นหนา 8 มม. ทำการตัดด้วยแก๊สให้มีขนาดดังรูป จำนวน 2 แผ่น แล้วทำการเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. (ใช้ใส่สลักเพื่อเป็นข้อต่อหมุนระหว่างโครงเหล็กส่วนฐานกับโครงเหล็กส่วนแขน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 เพลากลาง ทำจากเหล็กเพลาน้ำเงินขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 3 นิ้ว แล้วทำการกลึงให้เหลือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 มม. และที่ส่วนปลายของเพลากลางกลึงเหล็กให้เหลือขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 33 มม. และ ที่ส่วนปลายของส่วน 33 มม. ทำการกลึงเกลียวเพื่อที่จะใช้ใส่นอตยึด



รูปที่ 3.5 เพลากลาง

4.3 ตลับลูกปืน ใช้ตลับลูกปืนขนาด

- SKF ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใน 55 มม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก 72 มม. และ หนา 15 มม. จำนวน 1 ตลับ (ใช้สำหรับรับแรงส่วนบนของเพลา)
- SKF ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงใน 33 มม. ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางวงนอก 62 มม. และ หนา 15 มม. จำนวน 1 ตลับ (ใช้สำหรับรับแรงส่วนล่างของเพลา)
- ใช้เหล็กแผ่นหนา 8 มม. ตัดด้วยแก๊สขนาด 500 X 500 มม. จำนวน 2 แผ่น (เพื่อใช้สำหรับทำเป็นบ่ารองรับตลับลูกปืน) ทำการเจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 55 มม. ที่แผ่นแรก และ เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 33 มม. ที่ตรงกลางแผ่นที่สอง (เพื่อใช้สำหรับใส่เพลากลาง) ดังรูป

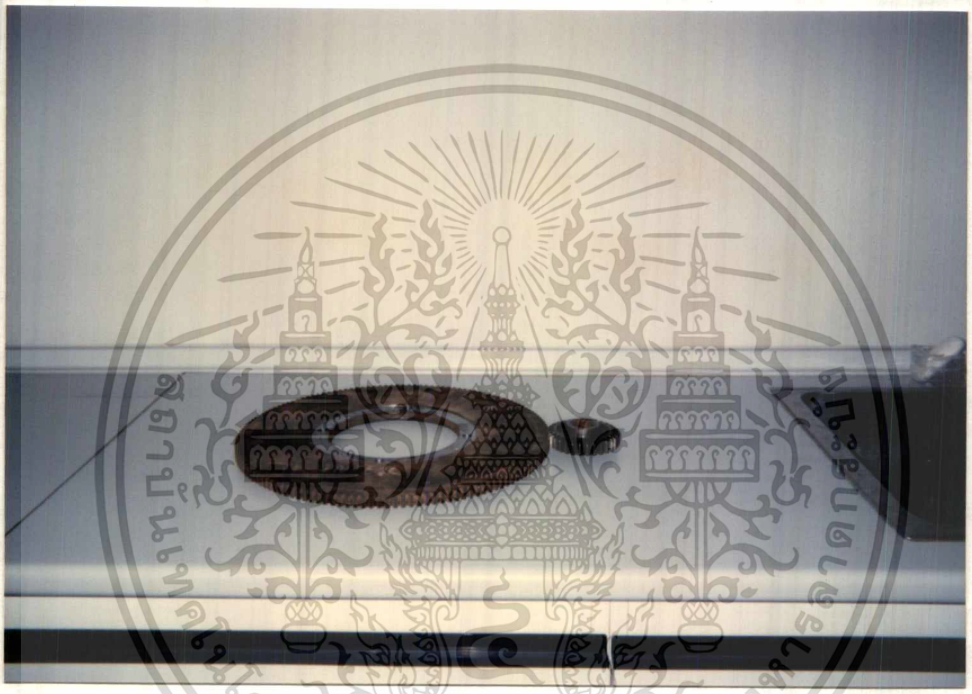
เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 ตลับลูกปืน

รูปที่ 3.7 ฐานที่ประกอบกับเฟือง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

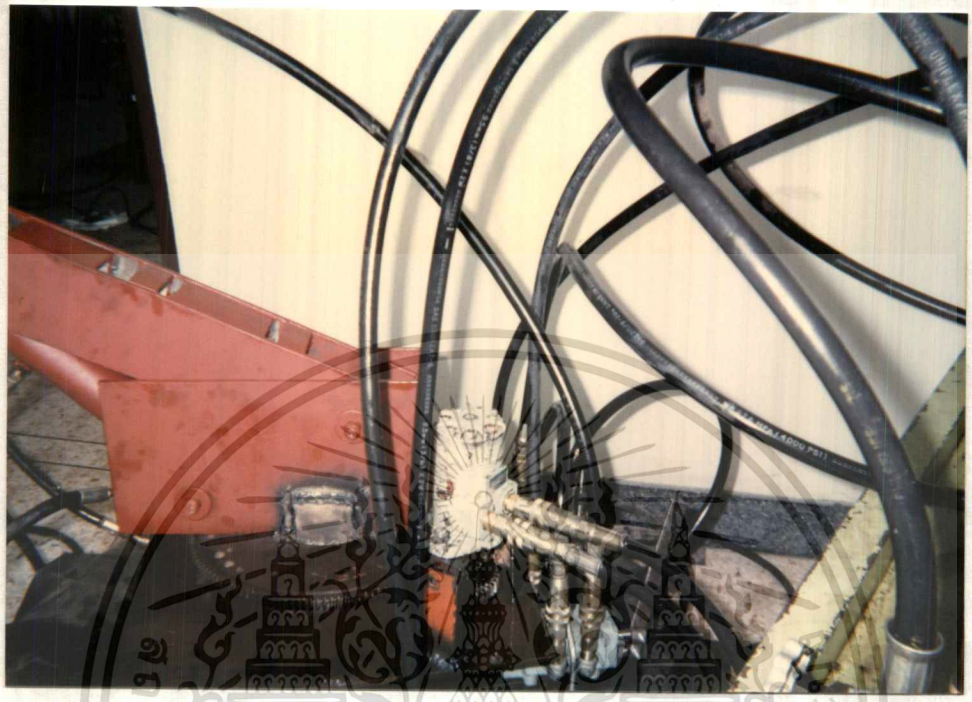
4.4 เฟือง ใช้เฟืองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 60 มม. (เป็นต้นกำลังต่อกับมอเตอร์) และเฟืองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 350 มม. (เชื่อมต่อกับเพลา และ ส่วนแขน) โดยใช้เฟืองเล็กทดเฟืองใหญ่



รูปที่ 3.8 เฟือง

4.5 ต้นกำลัง ใช้มอเตอร์ไฮดรอลิก ควบคุมความเร็วรอบด้วย วาลว์ควบคุมปริมาณน้ำมัน และ ใช้เฟืองทดในการส่งกำลังไปที่ฐาน เพื่อทำให้แขนไฮดรอลิกหมุนได้อย่างอิสระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 มอเตอร์ไฮดรอลิก

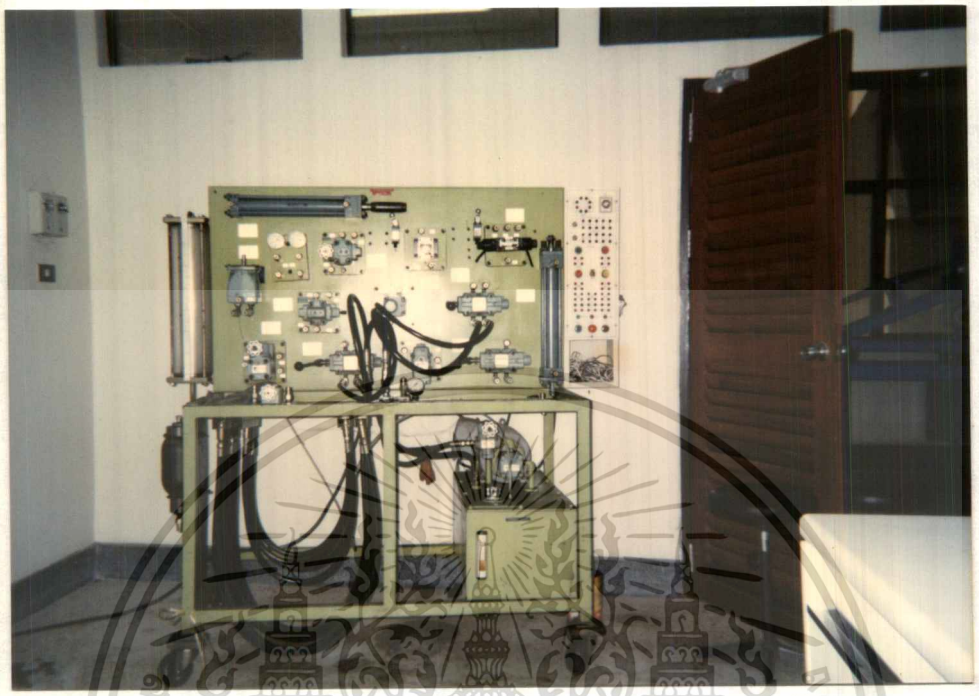
5 ชุดควบคุม และ ชุดส่งกำลัง

5.1 ชุดส่งกำลัง ใช้ปั๊มที่มีขนาดแรงดัน 250 Psi

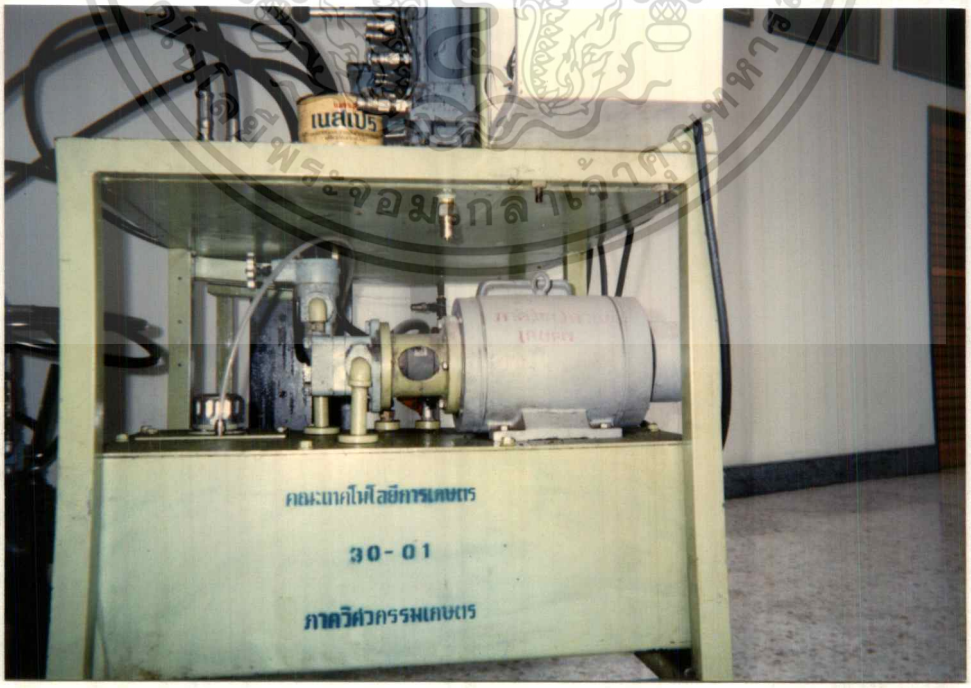
5.2 มอเตอร์ ใช้มอเตอร์ไฮดรอลิก ควบคุมความเร็วรอบด้วย วาล์วควบคุมปริมาณน้ำมัน และ ใช้เฟืองทดในการส่งกำลังไปที่ฐานเพื่อให้แขนไฮดรอลิกหมุนได้อย่างอิสระ

5.3 วาล์ว ใช้วาล์วควบคุมการทำงานของการะบอกสูบทั้งสอง และ ควบคุมการหมุนของเฟือง โดยใช้ วาล์วควบคุม แบบ 4/3 จำนวน 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

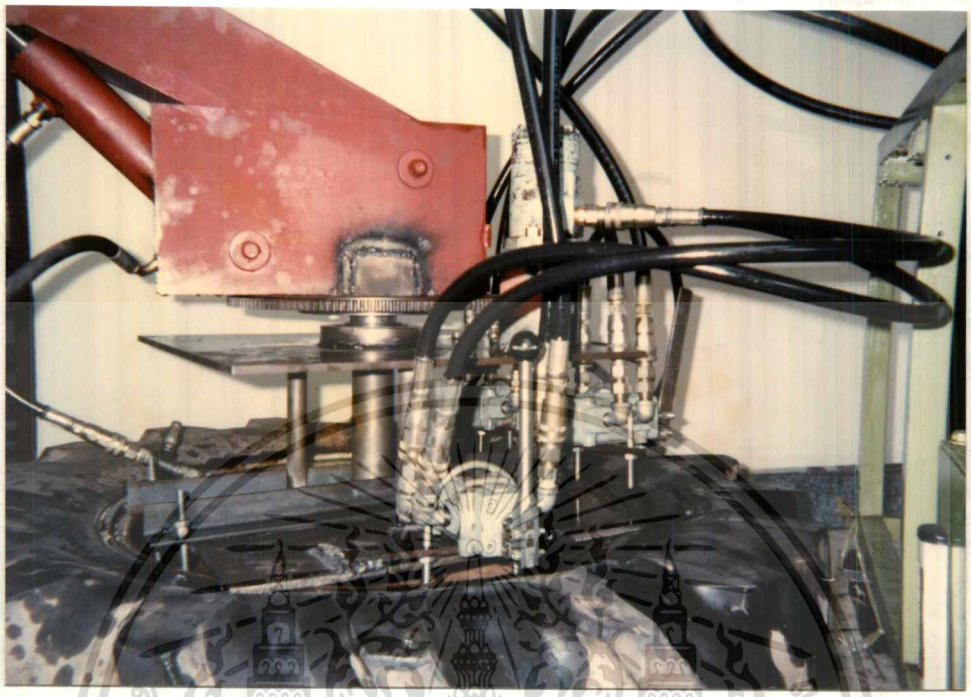


รูปที่ 3.10 ชุดส่งกำลัง

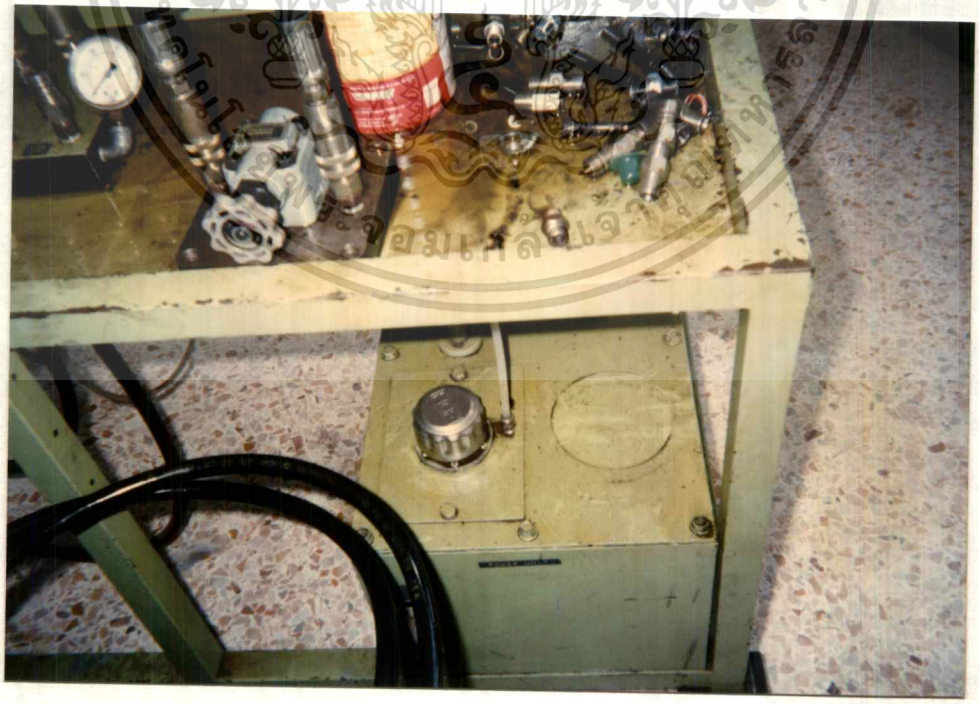


รูปที่ 3.11 ปั๊มไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

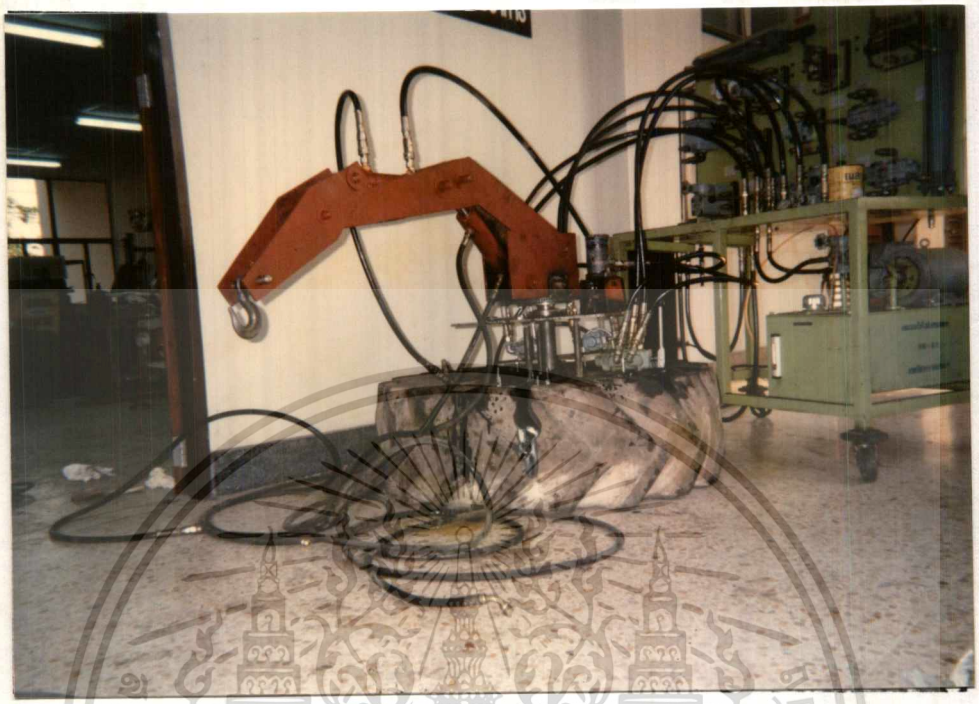


รูปที่ 3.12 วาล์ว



รูปที่ 3.13 วาล์วควบคุมปริมาณน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
038076

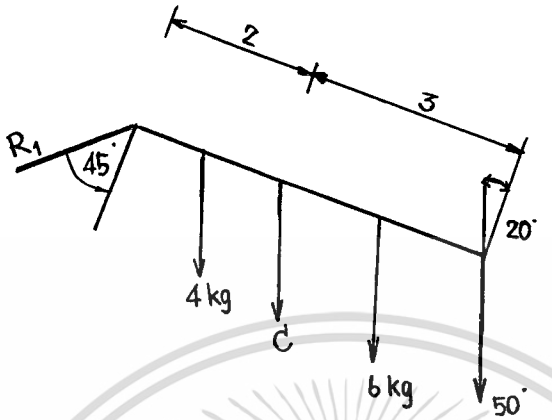


รูปที่ 3.14 แขนกลไฮดรอลิก

รูปที่ 3.15 แขนกลไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การคำนวณ



$\Sigma Mc = 0$

โมเมนต์ตาม = โมเมนต์ทวน

(50)cos 20(3) + (6)cos 20(1.5) = (R1) sin 45(2) + 4cos 20

150(0.94) + 9(0.94) = 1.414(R_1) + 4(0.94)

R_1 = 103 Kg

แรงที่ลูกสูบที่ 1 เป็นแรงดึงมีค่า 103 Kg

กระบอกสูบ 1 * safety factor(2) = 206 Kg

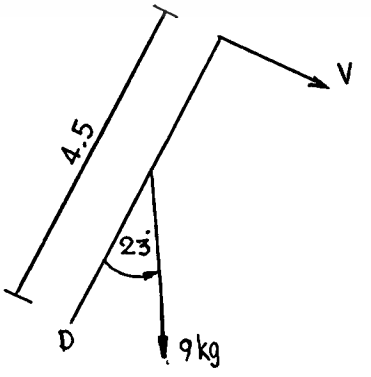
$\Sigma Mb = 0$

(4)cos 20 + C(2) +(6)cos (3.5) + (50)cos 20 (5) = 0

4(0.94) + 2C + 21(0.94) + 250(0.94) = 0

C = -129.25 Kg

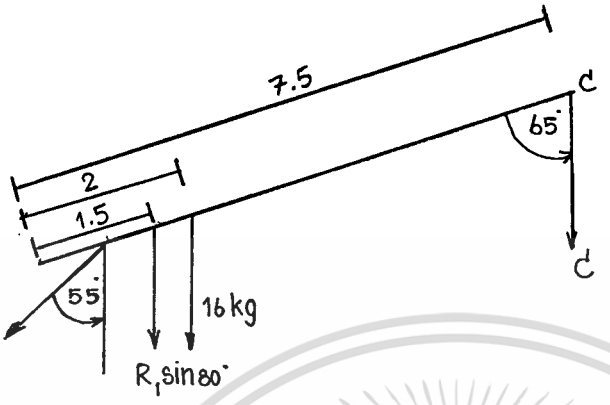
แสดงว่าที่จุด C แรงจะต้องมีทิศ ↑ และมีขนาด 130 Kg



$\Sigma Md = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$V(4.5) + (9)\sin 23\,(2.25) = M$ ————1



$\Sigma M_{r2} = 0$

$(-130)\sin 65(6)+(16)\sin 65(2.25)+(R_1)\sin 80(0.5)+V(1.5)+M = 0$ ——2

แทน 1**ลงใน** 2; $-707 + 32.63 + 101.44 + 1.5V + 4.5V + 8 = 0$

$6V = 565$

$V = 95 \Rightarrow M = 436$

$\Sigma M_{r2} = 0$

$(-C)\sin 65(7.5) + (16)\sin 65(3.75) + (R_1)\sin 80(2) + (R_2)\sin 55(1.5) + M = 0$

$-884 + 55 + 203 + (1.3)R_2 + 436 = 0$

$R_2 = 146$

แรงที่ลูกสูบที่ 2 **เป็นแรงดันมีค่า** 146 Kg

คูณด้วย safety factor(2) = 292 Kg $\Rightarrow$ 300 Kg

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การทดลองและผลจากการทดลอง

4.1 การทดลอง

เมื่อปั๊มจ่ายน้ำมันไปยังวาล์วควบคุม (โดยมีวาล์วควบคุมปริมาณน้ำมัน เป็นตัวควบคุมแรงดัน และ ส่งต่อไปยังมอเตอร์ไฮดรอลิก (ที่ใช้ควบคุมการเคลื่อนที่ของฐาน และ กระบอกสูบที่ควบคุมการเคลื่อนที่ของแขน)

เมื่อปั๊มจ่ายน้ำมันไปยังวาล์วควบคุมแล้งส่งต่อไปยังกระบอกสูบทั้ง 2 ที่ควบคุมแขนทั้ง 2 ท่อนจะเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง

และเมื่อรวมแนวทางการเคลื่อนที่ของฐาน และ แขนทั้ง 2 ท่อน จะพบว่าแนวทางการเคลื่อนที่ของโครงงานที่สร้างขึ้นนี้เป็นดังรูปที่ได้ออกแบบไว้

4.2 ผลการทดลอง

- ความเร็วมากสุดของเฟือง 10 วินาที/รอบ
- ความเร็วสามารถปรับให้ช้าได้ด้วยวาล์วควบคุม
- ระยะเวลาในการยกแขนขึ้นจากตำแหน่งต่ำสุดไปตำแหน่งสูงสุด 10 วินาที
- ระยะเวลาในการลดแขนลงจากตำแหน่งสูงสุดไปตำแหน่งต่ำสุด 5 วินาที
- ระยะเวลาการยืดแขนจากตำแหน่งใกล้สุดไปไกลสุด 5 วินาที
- ระยะเวลาการหดแขนจากตำแหน่งไกลสุดไปใกล้สุด 5 วินาที
- แขนสามารถหมุนได้มากสุด 300 องศา

4.3 ปัญหาและการแก้ไขปัญหา

1. เนื่องจากน้ำหนักส่วนแขนและวัสดุที่ยกมีน้ำหนักสูง จึงต้องทำให้ฐานมีน้ำหนักและความแข็งแรงเป็นพิเศษจึงจะพอเหมาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเชื่อมและการเจาะรูแผ่นเหล็ก จะเกิดความร้อน ซึ่งจะทำให้เหล็กเกิดการโก่งงอ ดังนั้นจึงต้องระมัดระวังในขั้นตอนดังกล่าวเป็นพิเศษ

3. ข้อต่อวาล์ว จะต้องมีการขันให้แน่นหนา และ สนิทพอที่จะไม่ทำให้เกิดการรั่วไหลขึ้นได้

4. การหาอุปกรณ์ เนื่องจากอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในโครงงานนี้ส่วนใหญ่เป็นของเก่า (ที่ใช้ของเก่าเพราะต้องการลดต้นทุนในการผลิต) ดั้งนั้นก่อนที่จะนำมาใช้ต้องมีการทดสอบประสิทธิภาพของอุปกรณ์ดังกล่าวทุกชิ้นก่อนที่จะนำมาใช้ ซึ่งทำให้เสียเวลาในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
วิจารณ์และสรุป

โครงงานแบบจำลองแขนกลไฮดรอลิกนี้ เป็นโครงงานที่จัดทำขึ้นเพื่อเป็นชุดทดลองที่ใช้ในการศึกษาถึงระบบไฮดรอลิกให้เข้าใจง่ายขึ้น และ ยังเป็นข้อเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างระบบไฮดรอลิกกับระบบนิวแมติก และ ยังสามารถนำโครงงานนี้ไปพัฒนาใช้เป็นเครื่องทุ่นแรงในงานด้านการเกษตรอื่นๆได้ต่อไป

อุปกรณ์ที่ใช้งานการควบคุมการเคลื่อนที่ของแขนประกอบด้วย มอเตอร์ไฮดรอลิก และ กระบอกสูบไฮดรอลิก การติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆได้แสดงไว้ด้วยรูป

จากรูป จะเห็นได้ว่ามีมอเตอร์ไฮดรอลิก 1 ตัว ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนของฐาน ส่วนที่แขนทั้ง 2 ท่อน จะมีกระบอกสูบไฮดรอลิก 2 กระบอก ควบคุมการเคลื่อนที่ และ ใช้ตะขอเป็นห้วยกวัสดุ

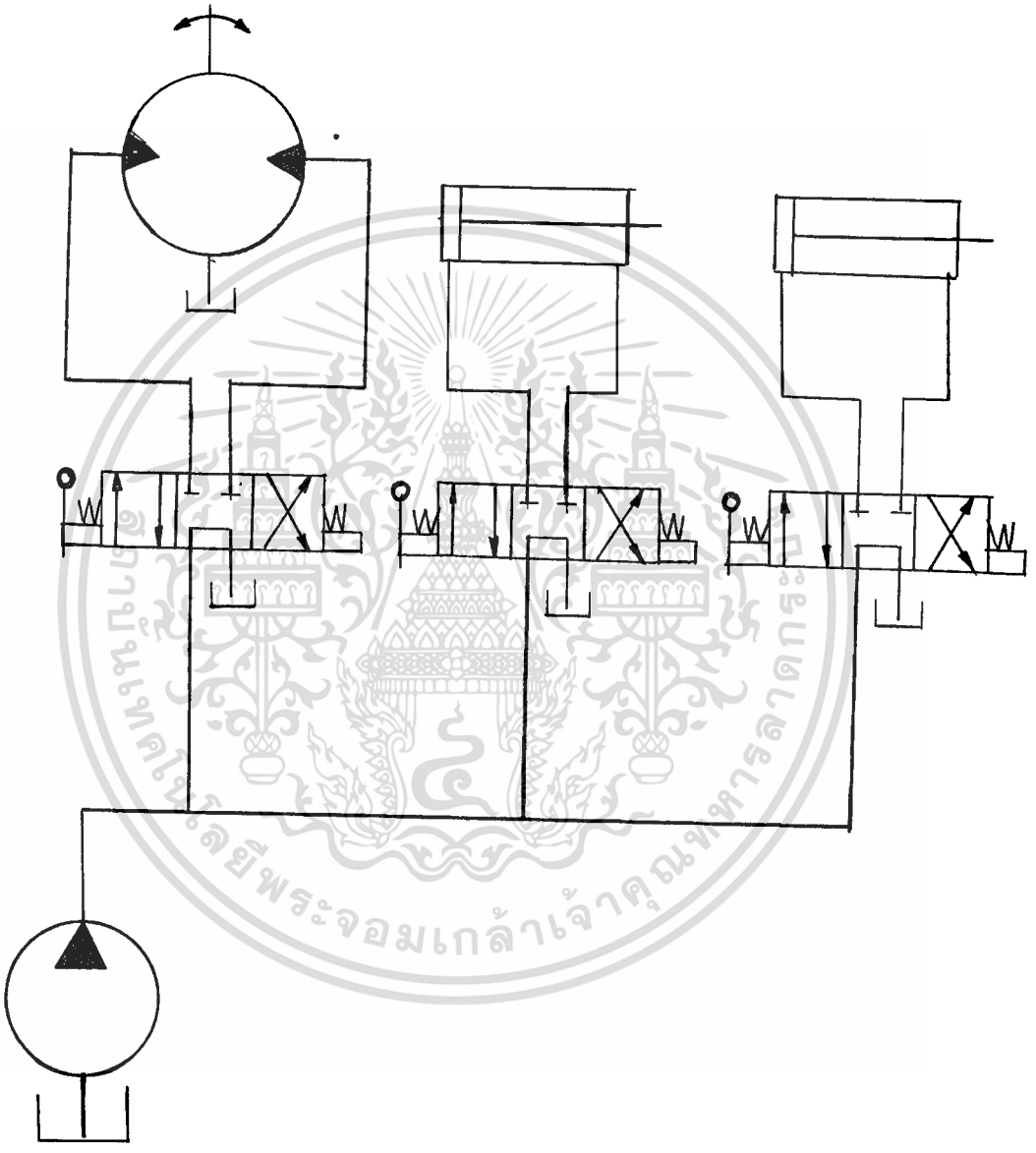
ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากการหมุนของแขนกลไฮดรอลิกไม่มีข้อจำกัดในการหมุน ซึ่งสามารถทำให้เกิดอันตราย และความเสียหายขึ้นได้ ดังนั้นควรมีปุ่มตัดการทำงานของมอเตอร์ไฮดรอลิกไปติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่ต้องการจำกัดการหมุน

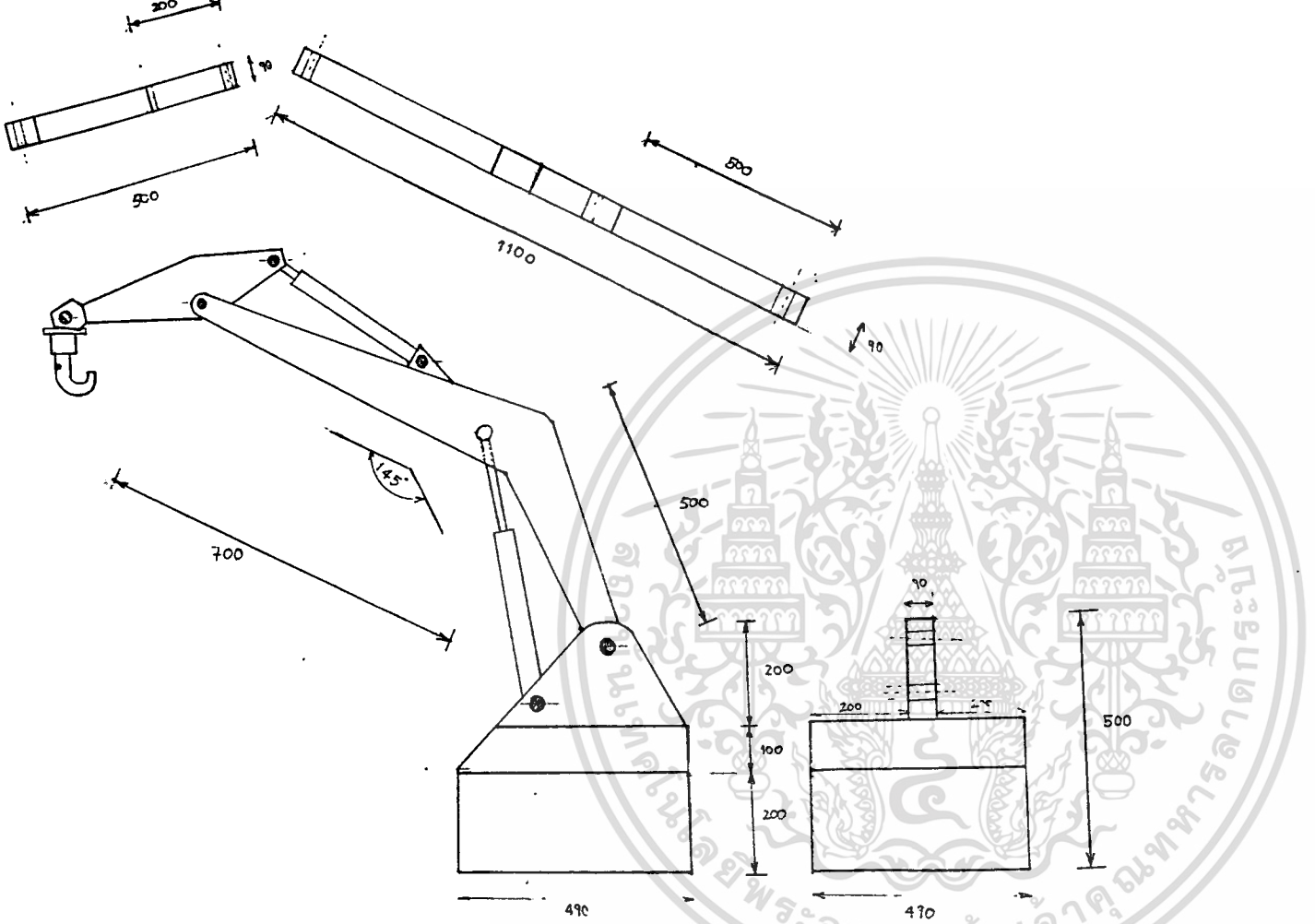
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

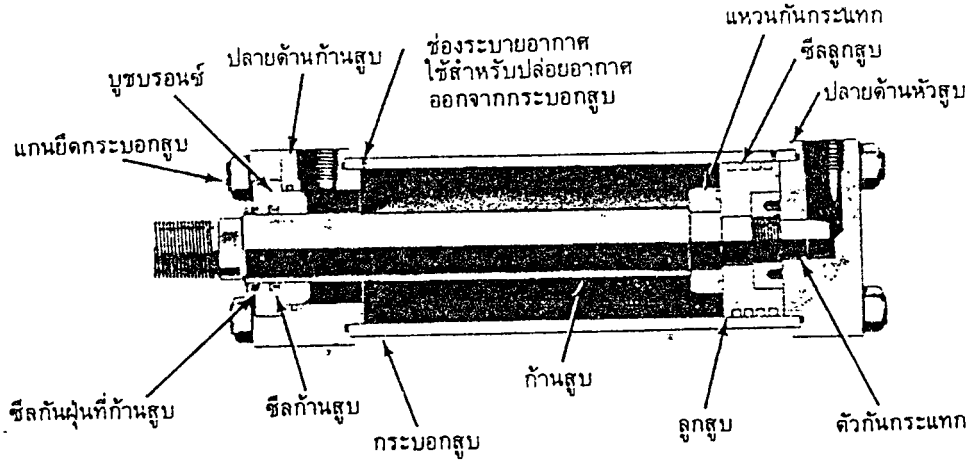


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



145°

No. of Piece	Nomenclature	Pos No.	Mat/Dim/Misc.
List of Parts			
King Mongkut's Institute of Technology		Name:	
Scale		Date:	



ส่วนประกอบต่าง ๆ ของกระบอกสูบแบบทำงาน 2 ทาง

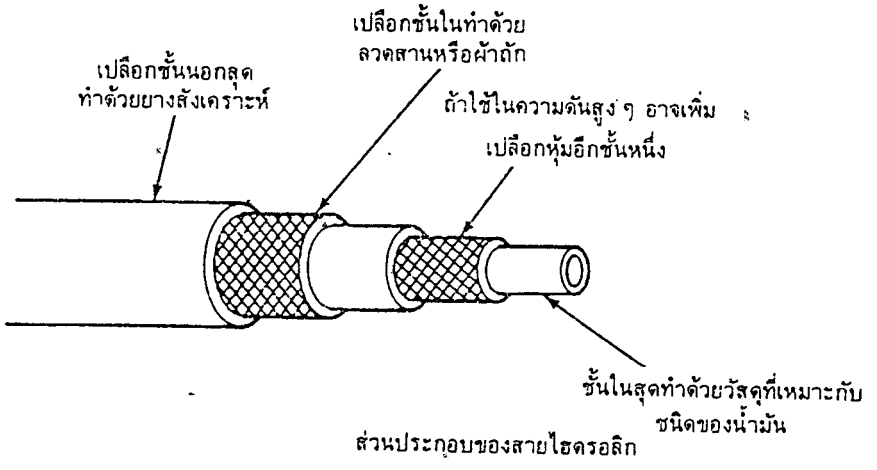
ตารางที่ 7.1 แสดงผลของการเปลี่ยนแปลงความดัน อัตราการไหล และขนาดของกระบอกสูบ

เปลี่ยนแปลง	ความเร็ว	ผลของความดันในการทำงาน	แรงที่ได้
ปรับตั้งความดันให้เพิ่มขึ้น	ไม่มีผล	ไม่มีผล	เพิ่มขึ้น
ปรับตั้งความดันให้ลดลง	ไม่มีผล	ไม่มีผล	ลดลง
อัตราการไหลเพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ไม่มีผล	ไม่มีผล
อัตราการไหลลดลง	ลดลง	ไม่มีผล	ไม่มีผล
ขนาดกระบอกสูบเพิ่มขึ้น	ลดลง	ลดลง	เพิ่มขึ้น
ขนาดกระบอกสูบลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ลดลง

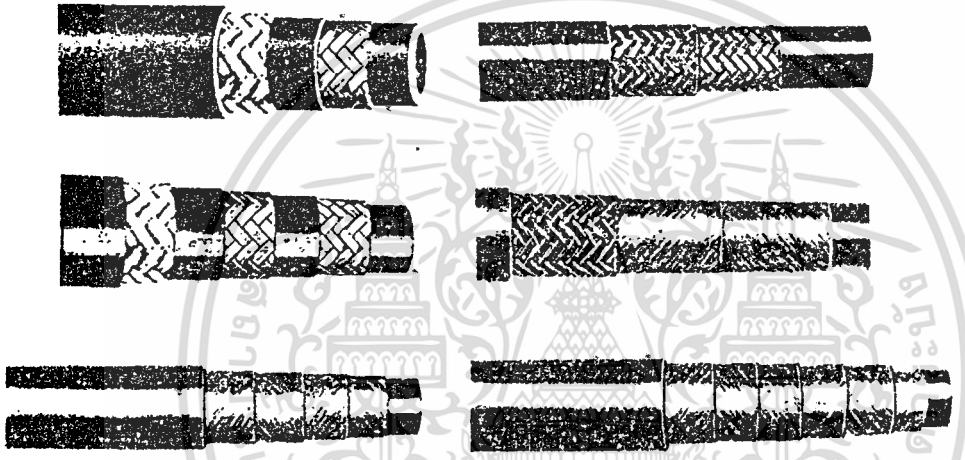
ตารางที่ 7.2 ใช้หาขนาดกระบอกไฮดรอลิก

ปริมาตรจุปลายหัวสูบ			แรง (lbs) ที่ได้จากกระบอกสูบที่ความดัน (psi) ต่าง ๆ									
ขนาดกระบอก	พื้นที่ลูกสูบ (in^2)	แกลลอนต่อความยาว 1 ฟุต ของระยะชัก	100	250	300	500	800	1000	1200	1500	2250	2500
1 ½	1.767	.0918	176.7	441.6	530.1	883.5	1414	1767	2120	2650	3976	4418
2	3.142	.1632	314.2	785.5	942.6	1571	2514	3142	3770	4713	7070	7855
2 ½	4.909	.2550	490.9	1227	1473	2454	3927	4909	5891	7364	—	—
3 ½	8.296	.4309	829.6	2074	2489	4148	6637	8296	9955	12444	18670	—
4	12.566	.6528	1257	3142	3770	6783	10050	12560	15079	18850	—	—
5	19.635	1.020	1963	4908	5890	9817	15708	19635	23567	—	—	—
6	28.274	1.468	2877	7068	8482	14137	22619	28274	33928	—	—	—
8	50.266	2.611	5027	12566	15079	25133	40213	50266	—	—	—	—
10	78.540	4.080	7854	19636	23562	39270	67832	—	—	—	—	—

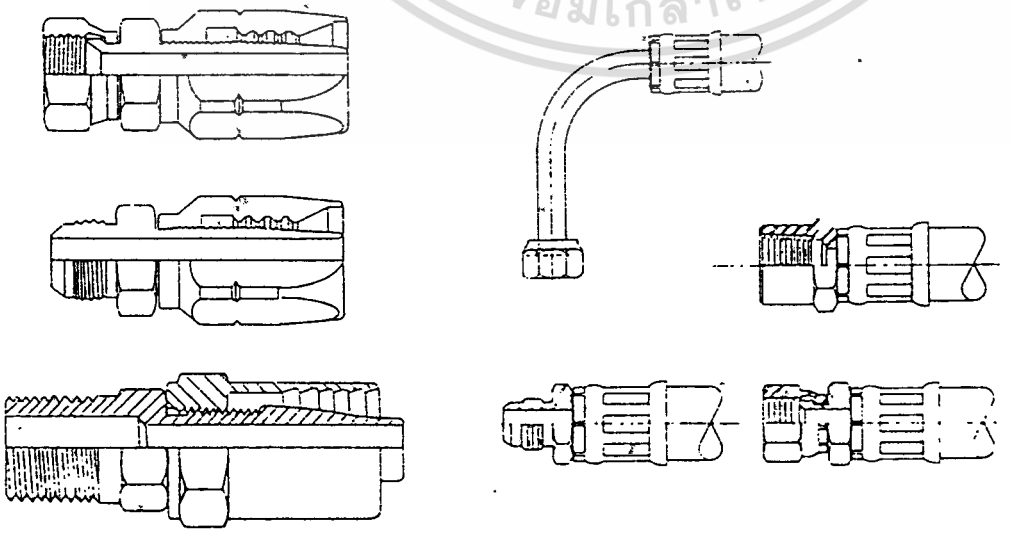
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ส่วนประกอบของสายไฮดรอลิก

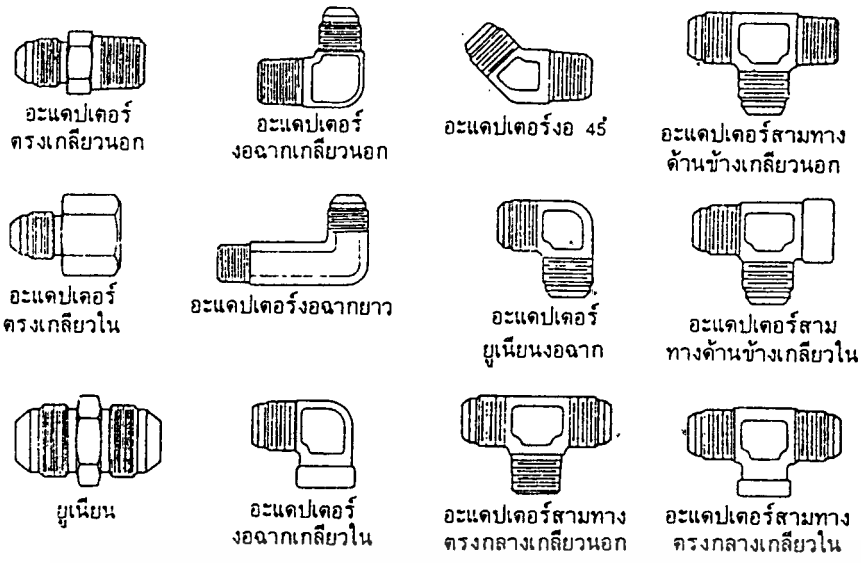


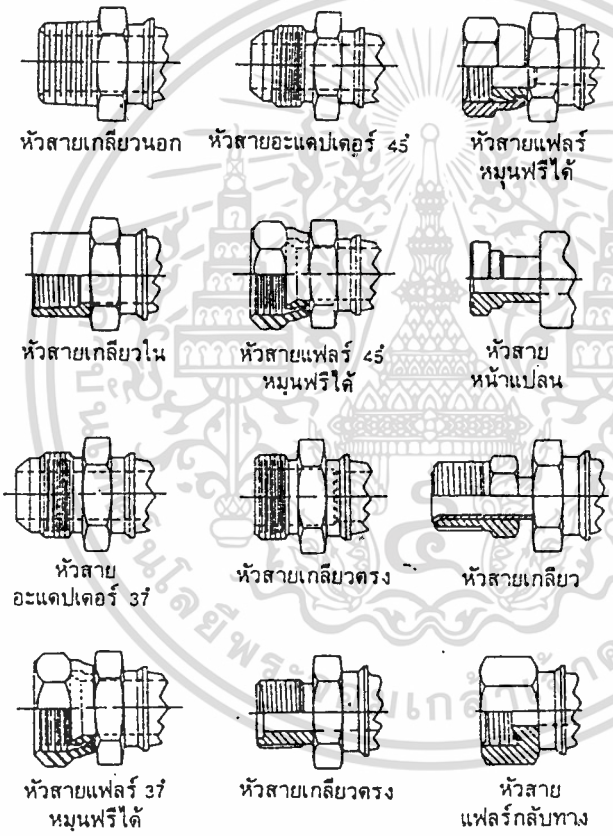
สายไฮดรอลิกขนาดต่าง ๆ

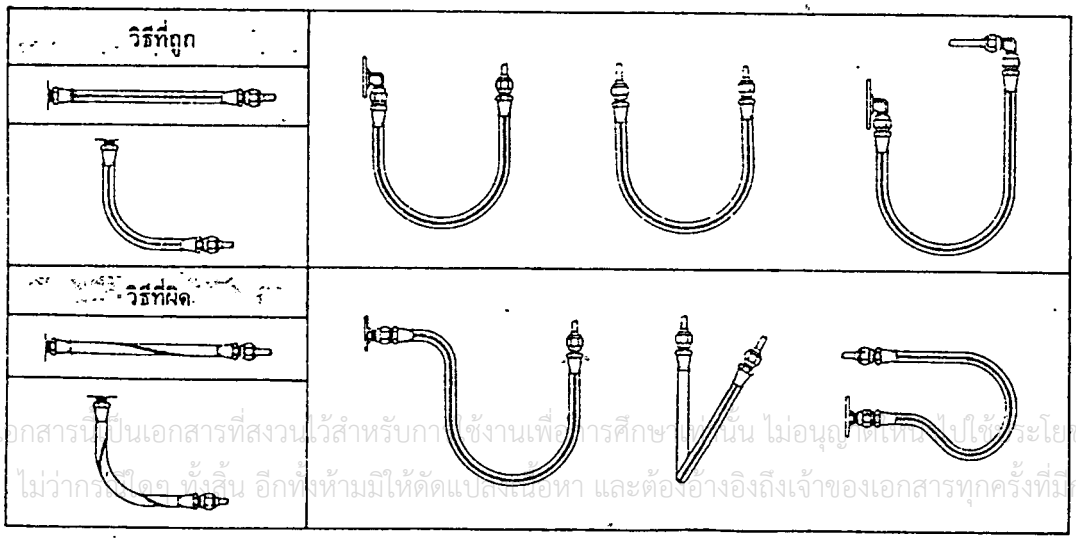


ข้อต่อหัวสายไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้







การติดตั้งสายไฮดรอลิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Solenoid Operated Directional Valves
Solenoid Controlled Pilot Operated Directional Valves

● Graphical Symbol of Spool Type

2 Closed centre all ports	
3 Open centre all ports	
4 Open centre A, B & T	
40 Open centre A, B & T restricted flow	
5 Open centre P, A & T	
6 Open centre P & T closed crossover	
60 Open centre P & T open crossover	
7 Open centre all ports restricted flow	
8 2 way	
9 Open centre P, A & B	
10 Open centre B & T	
11 Open centre P & A	
12 Open centre A & T	

● Dimensions

Directional valve mounting dimensions conform to ISO 4401, Hydraulic fluid power-Four port modular stack valves and directional control valves-Mounting dimensions as listed in the table below.

Series	ISO, Code number
01	ISO 4401-AB-03-4-A
03	ISO 4401-AC-05-4-A
04	ISO 4401-AD-07-4-A
06	ISO 4401-AE-08-4-A
10	ISO 4401-AF-10-4-A

As shown in the table below, Yuken has an extensively wide range of solenoid operated directional valves and solenoid controlled pilot operated directional valves to comply with the diversification of the users' requirements. What is highlighted in this valve series is the newly developed DC solenoid valve which has the following advantages.

● **Three big advantages of YUKEN DC solenoid valves.**

a) Since surge voltage can be controlled to a very low figure, electronic control devices, such as a computer, can be used without any interference, regardless of the surge voltage from the solenoid.

b) There being no spark between contacts, the life of the relay becomes longer.

c) Time lag on de-energization of solenoid valve is reduced considerably, which enables the cycle time of machines to be faster.

Valve size	Coil. type	Model number	Max. pressure kgf/cm²	Max. ★ flow l/min	Features
1/8	Wet	DSGX-01	140	20	● Super mini type ● Low noise ● Low wattage
		DSG-01	315	63	● Mini type ● Low noise ● High pressure, high flow capacity
		S-DSG-01	160	40	● Mini type ● Low noise ● Shockless
3/8	Wet	L-DSWG-03	70	40	● Low wattage ● Low noise
		SL-DSWG-03	70	40	● Low wattage ● Low noise ● Shockless
		DSWG-03	315	100	● High pressure, high flow capacity ● Low noise
		S-DSWG-03	140	80	● Shockless ● Low noise
	Dry	DSG-03	315	100	● High pressure, high flow capacity ● Fast response
1/8	Wet	L-DSHG-01	140	40	● Low wattage ● Low noise
3/8	Wet	L-DSHG-03	140	160	● Low wattage ● Low noise
		DSHG-03	250	160	● High pressure, high flow capacity ● Lower pressure drop ● High quality pilot valve
1/2	Wet	DSHG-04	315	300	
3/4		DSHG-06	315	500	
1-1/4		DSHG-10	315	1100	
2	Dry	DSHF-16	210	500 (Rated flow)	

★The maximum flow means the limited flow without inducing any abnormality to the operation of the valve.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PV2R Single Pumps — Max.Pressure 210kgf/cm²

● Pipe Flange

Model number	Name of port	Flange kit model number		Approx. mass kg
		Threaded connection	For socket welding	
PV2R1	Suction port	F5-08-A	F5-08-B	0.9
	Discharge port	F5-04-A	F5-04-B	0.5
PV2R2	Suction port	F5-10-A	F5-10-B	1.2
	Discharge port	F5-06-A	F5-06-B	0.7
PV2R3	Suction port	F5-16-A	F5-16-B	1.7
	Discharge port	F5-10-A	F5-10-B	1.2
PV2R4	Suction port	F5-24-A	F5-24-B	2.7
	Discharge port	F5-12-A	F5-12-B	1.5

● Model Number Designation

PV2R2 – 26 – F – R A A – *

- Series number
- Delivery designation
- Type of mounting
  L:Foot mounting
  F:Flange mounting
- Shaft rotation (Viewed from shaft end)
  R: Clockwise (Standard)
  L: Anti-clockwise
- Discharge port position (Viewed from shaft end)
- Suction port position (Viewed from shaft end)
- Design number

● Noise Level Characteristics

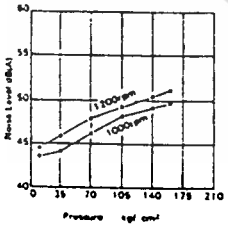
● Measure conditions

Oil viscosity ..... 20 cSt

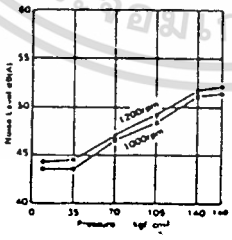
Point of measurement ..... One meter horizontally away from pump head cover.

Back ground noise level ..... 40dB(A)

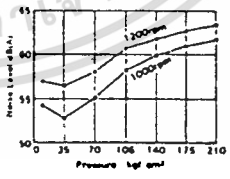
PV2R1–6



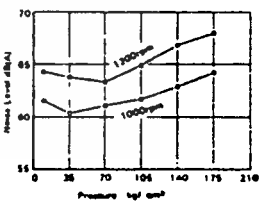
PV2R2–26



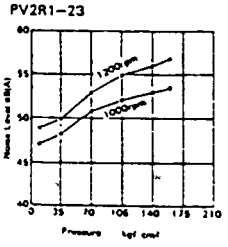
PV2R3–52



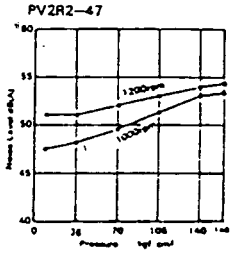
PV2R4–136



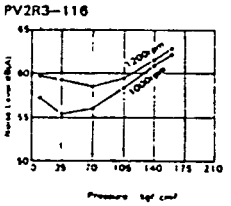
PV2R1–23



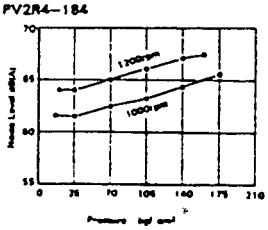
PV2R2–47



PV2R3–116



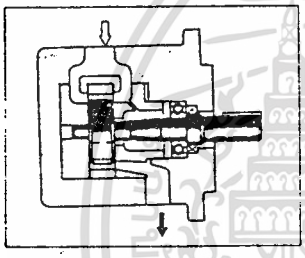
PV2R4–184



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Hydraulic Pumps

PV2R Single Pumps Max.Pressure 210kgf/cm^2



● Graphical Symbol

These high pressure vane pumps are suitable for wide variety of applications and are particularly notable for their low noise level.

Model number	Max. pressure kgf/cm²	Typical characteristics at 1200 rpm with 20 cSt fluid						Max. speed rpm	Approx. mass kg	
		Delivery ℓ/min			Input kw					
		10 kgf/cm²	140 kgf/cm²	210 kgf/cm²	10 kgf/cm²	140 kgf/cm²	210 kgf/cm²		Foot mtg	Flange mtg
PV2R1- 6	210 (175) (160)	7.0	5.1	4.8*	0.3	2.4	2.7*	1800	10.0	7.8
PV2R1- 8		9.6	7.7	7.4*	0.35	3.2	3.6*			
PV2R1- 10		11.3	9.4	9.1*	0.4	3.5	4.0*			
PV2R1- 12		14.8	12.6	12.2*	0.45	4.2	4.8*			
PV2R1- 14		16.4	14.4	14.0*	0.45	4.7	5.3*			
PV2R1- 17		20.1	17.8	17.4*	0.5	5.5	6.2*			
PV2R1- 19		22.5	20.2	19.8*	0.55	6.1	7.0*			
PV2R1- 23	160	27.6	25.3	24.9*	0.65	7.4	8.4*			
PV2R2- 26	210 (175) (140)	31.0	26.2	23.5	1.0	8.6	13.2	1800	22.0	17.7
PV2R2- 33		39.5	34.6	32.0	1.1	10.7	16.0			
PV2R2- 41		49.0	44.0	42.0	1.1	13.0	19.5			
PV2R2- 47		56.4	51.4	49.0	1.2	14.5	21.6			
PV2R3- 52	210 (175) (140)	62.0	49.5	43.0	1.5	17.0	25.0	1800	46.7	36.7
PV2R3- 60		70.5	57.5	50.5	1.9	18.5	27.5			
PV2R3- 66		78.5	65.5	59.0	2.3	20.5	30.5			
PV2R3- 76		90.5	77.5	71.0	2.5	24.0	35.0			
PV2R3- 94		111.0	98.0	90.5	3.0	28.5	42.0			
PV2R3-116	160	137.5	124.0	122.0*	3.5	34.0	39.0*			
PV2R4-136	175 (140)	161	149	145**	4.5	42.5	53.0**	1800	95.0	70.0
PV2R4-153		182	170	166**	5.0	47.0	58.5**			
PV2R4-184		218	206	202**	5.5	57.0	71.0**			
PV2R4-200		238	225	221**	6.0	62.5	78.0**			
PV2R4-237		282	266	261**	7.0	73.0	89.0**			

Note: 1) Max. operating pressure is determined according to the hydraulic fluid selected. Refer to the table below.
2) ★ Mark shows at 160 kgf/cm²
3) ★★ Mark shows at 175 kgf/cm²

● Maximum Pressure (kgf/cm²)

Model number	Specially specified	Anti-wear type	R&O type
PV2R1-6–19	210	175	160
PV2R1-23	160	160	
PV2R2- ✱	210	175	140
PV2R3-52–94	210	175	140
PV2R3-116	160	160	
PV2R4- ✱	175	175	140

● Hydraulic Fluid for High Pressure

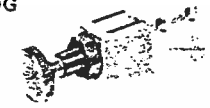
Maker	Name
Mobil	MOBIL DTE24,25,26
Shell	SHELL Tellus32,46,56

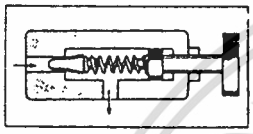
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pressure Control Valves

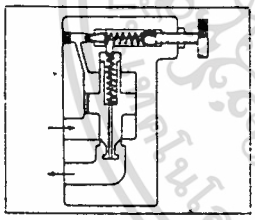
Relief Valves — Max.Pressure 250kgf/cm²

DG

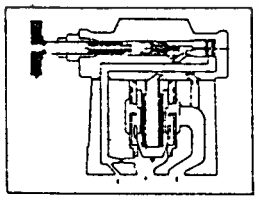




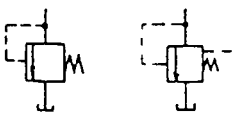
BG



S–BG



● Graphical Symbol



These valves protect the hydraulic system from excessive pressure, and can be used to maintain constant pressure in a hydraulic system.

Valve type	Valve size	Model number	Max.flow l/min	Max. pressure kgf/cm²	Pressure adjustment range kgf/cm²	Approx. mass kg
Remote control relief valve	1/8	DT-01 DG-01	–	250	5–250	1.6 1.4
Direct type relief valve	1/4	DT-02 DG-02	16	210	Refer to model number designation below.	1.5
Pilot operated relief valve	3/8	BT-03 BG-03	100	250	5–250	5.0 4.7
	3/4	BT-06 BG-06	200			5.0 5.6
	1-1/4	BT-10 BG-10	400			8.5 8.7
	2	BF-16	800			13.4
Low noise type pilot operated relief valve	3/8	S-BG-03	100	250	5–250	4.1
	3/4	S-BG-06	200			5.0

● Sub-plate

Valve model number	Piping size	Sub-plate model number	Approx. mass kg
DG-01 DG-02	1/4	DGM-02	0.7
BG-03	3/8	BGM-03	2.4
S-BG-03	1/2	BGM-03X	3.1
BG-06	3/4	BGM-06	4.7
S-BG-06	1	BGM-06X	5.7
BG-10	1-1/4	BGM-10	8.4
	1-1/2	BGM-10X	10.3

● Pipe Flange

Piping size	Flange kit model number: Threaded connection	For socket welding	Approx. mass kg
1-1/2	F3-16W-B	F3-16W-A	2.7
2	F3-16-B	F3-16-A	

● Model Number Designation

DT–02–✱–✱

- Type of connection — T: Threaded; G: Sub-plate mounting
- Valve size
- Pressure adjustment range (kgf/cm²) — B: 5–70, C: 35–140, H: 70–210 (Omit for DG-01 model)
- Design number

S–BT–03–V–L–✱

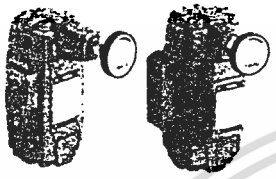
- Low noise type (Omit if not required)
- Type of connection — T: Threaded; G: Sub-plate mounting; F: Flanged
- Valve size
- High venting pressure feauture (Omit if not required)
- Direction of pressure adjustment handle (Viewed from pressure indicating port side) — L: Left (Standard); R: Right (Applicable only for low noise type)
- Design number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

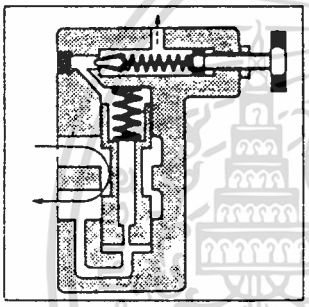
Pressure Control Valves

Pressure Reducing Valves
Pressure Reducing & Check Valves

Max.Pressure 210kgf/cm²



R✱ RC✱

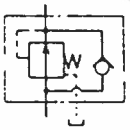


These valves are used to limit the pressure in a part of the circuit to something lower than that required in the main circuit. They are available with integral check valves for use when free reverse flow from the secondary port to the primary port is desired. The valve may be controlled by pilot pressure from a remote control port.

Valve size	Model number	Max.flow: Setting pressure kgf/cm²	Max.flow: Max.flow ℓ/min	Approx. mass kg
3/8	RT-03	7–10	40	4.3
	RG-03			4.5
	RCT-03	10–205	50	4.8
	RCG-03			5.4
3/4	RT-06	7–10	50	6.9
	RG-06	10–15	100	6.8
	RCT-06			7.8
	RCG-06	15–205	125	8.1
1-1/4	RT-10	7–10	130	12.0
	RG-10	10–15	180	11.0
	RCT-10	15–105	220	13.8
	RCG-10	105–205	250	13.8
2	RF-16	7–70	500	35.0
	RCF-16	35–140		40.0
		70–205		

●Graphical Symbol

R✱ series



RC✱ series

●Sub-plate

Valve model number	Piping size	Sub-plate model number	Approx. mass kg
R✱G-03	3/8	HGM-03	1.6
	1/2	HGM-03X	
R✱G-06	3/4	HGM-06	2.4
	1	HGM-06X	3.0
R✱G-10	1-1/4	HGM-10	4.8
	1-1/2	HGM-10X	5.7

●Pipe Flange

Piping size	Flange kit model number: Threaded connection	Flange kit model number: For socket welding	Approx. mass kg
1-1/2	F3-16W-B	F3-16W-A	2.7
2	F3-16-B	F3-16-A	

●Model Number Designation

R C T – 0 3 – B – ✱

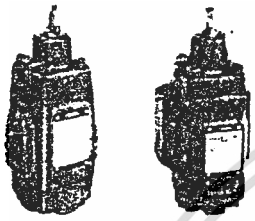
- Series number
  - R: Pressure reducing valve
  - RC: Pressure reducing & check valve
- Type of connection
  - T: Threaded
  - G: Sub-plate mounting
  - F: Flanged
- Valve size
- Pressure adjustment range (kgf/cm²)
  - B: 7–70
  - C: 35–140
  - H: 140–205
- Design number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pressure Control Valves

H type Pressure Control Valves
HC type Pressure Control Valves

Max.Pressure 210kgf/cm²



H✱ HC✱

These valves are hydraulically damped, direct operated, pressure control valves which can be actuated by internal or external pilot pressure. They are available with integral check valves for use when free reverse flow from the secondary port to the primary port is desired. There are various types of valve including sequence, counterbalance and unloading valves, all of which are operated by a pressure rise in the circuit, sensed either internally or remotely.

Valve size	Model number	Max.flow ℓ/min	Approx. mass kg
3/8	HT-03	50	3.7
	HG-03		4.0
	HCT-03		4.1
	HCG-03		4.8
3/4	HT-06	125	6.2
	HG-06		6.1
	HCT-06		7.1
	HCG-06		7.4
1-1/4	HT-10	250	12.0
	HG-10		11.0
	HCT-10		13.8
	HCG-10		
2	HF-16	500	40.0
	HCF-16		

● Sub-plate

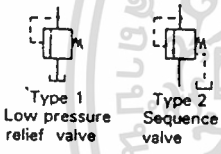
Valve model number	Piping size	Sub-plate model number	Approx. mass kg
H✱G-03	3/8	HGM-03	1.6
	1/2	HGM-03X	
H✱G-06	3/4	HGM-06	2.4
	1	HGM-06X	3.0
H✱G-10	1-1/4	HGM-10	4.8
	1-1/2	HGM-10X	5.7

● Pipe Flange

Piping size	Flange kit model number		Approx. mass kg
	Threaded connection	For socket welding	
1-1/2	F3-16W-B	F3-16W-A	2.7
2	F3-16-B	F3-16-A	

● Graphical Symbol

H✱ series



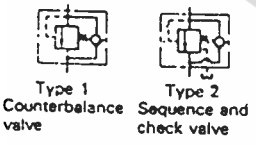
Type 1 Low pressure relief valve

Type 2 Sequence valve

Type 3 Sequence valve

Type 4 Unloading valve

HC✱ series



Type 1 Counterbalance valve

Type 2 Sequence and check valve

Type 3 Sequence and check valve

Type 4 Counterbalance valve

● Model Number Designation

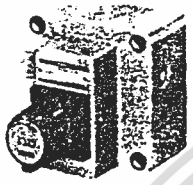
H C T – 0 3 – C 3 – P – ✱

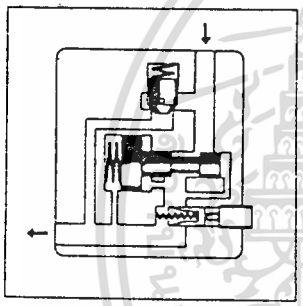
- Series number — H: H type pressure control valve; HC: HC type pressure control valve
- Type of connection — T: Threaded; G: Sub-plate mounting; F: Flanged
- Valve size
- Pressure adjustment range (kgf/cm²) — L: 2.5–4.5; M: 4.5–9; N: 9–18; A: 18–35; B: 35–70; C: 70–140
- Valve type (Refer to graphical symbol)
- With auxiliary pilot pressure (Omit if not required)
- Design number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flow Control Valves
Flow Control & Check Valves

Max.Pressure 210kgf/cm^2





These valves are used to control the flow rates in hydraulic circuits. Control is precise regardless of changes of oil temperature and pressure. Valves with an integral check valve allow free oil flow from the outlet port to the inlet port. The valves have a digital flow adjusting dial by which flow setting of the valve can be done easily.

Valve size	Model number	Max. metered flow capacity l/min	Min. metered flow capacity l/min	Max. pressure kgf/cm²	Approx. mass kg
1/8	FG-01	4	0.02 (0.04)	140	1.3
	FCG-01	8			
1/4	FG-02	30	0.05	210	3.8
	FCG-02				
3/8	FG-03	125	0.2		7.9
	FCG-03				
3/4	FG-06	250	2		23.0
	FCG-06				
1-1/4	FG-10	500	4		52.0
	FCG-10				

Note: Figures in ( ) means min. flow at pressure more than 70kg/cm²

● Sub-plate

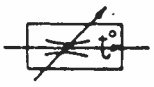
Valve model number	Piping size	Sub-plate model number	Approx. mass kg
F*G-01	1/4	FGM-01X	0.8
F*G-02	1/4	FGM-02	2.3
	3/8	FGM-02X	
	1/2	FGM-02Y	3.1
F*G-03	1/2	FGM-03X	3.9
	3/4	FGM-03Y	5.7
	1	FGM-03Z	
F*G-06	1	FGM-06X	12.5
	1-1/4	FGM-06Y	16
	1-1/2	FGM-06Z	
F*G-10	1-1/2 Flange connection	★FGM-10Y	37

● Pipe Flange

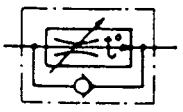
Piping size	Flange kit model number		Approx. mass kg
	Threaded connection	For socket welding	
1-1/2	F3-16W-B	F3-16W-A	2.7
2	F3-16-B	F3-16-A	2.7

★ When ordering, please specify pipe flanges according to the above table.

● Graphical Symbol



FG series



FCG series

● Model Number Designation

F C G – 0 1 – 8 – N – ✱

- Series number (Sub-plate mounting)
  - FG: Flow control valve
  - FCG: Flow control & check valve
- Valve size
- Max. Flow capacity designation
- Pressure compensator stroke adjustment (Omit if not required)
- Design number

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ ก็ได้การสนับสนุนจากบุคคลหลาย ๆ ท่าน ซึ่งผู้จัดทำต้องขอขอบคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบคุณ บิดามารดา ผู้ซึ่งให้การสนับสนุนทางด้านการศึกษา และให้กำลังใจอย่างต่อเนื่องมาโดยตลอด

ขอขอบคุณ อาจารย์ พิชิต และอาจารย์ วีระชัย ผู้ให้คำแนะนำปรึกษาเป็นอย่างดี

ขอขอบคุณ รุ่นพี่และเพื่อน ๆ ที่ให้คำแนะนำ รวมทั้งเพื่อน ๆ ที่ให้กำลังใจช่วยจนงานสำเร็จลงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. สมชัย นรเศรษฐ์โศภน , "กลศาสตร์ของแข็ง" , คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง , พิมพ์ครั้งที่ 1 , 2533
2. ปานเพชร ชนินทร , ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ , "ไฮดรอลิกอุตสหกรรม" , บริษัท ซีเอ็ด ยูเคชั่น จำกัด
3. Gerry B. Andeen , "Robot design Handbook" , Mc Graw - Hill , 1988
4. Jack D. Lane , "Robotic Technology Principles and Practice" , Werner G. Holzbook , 1986

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้