



นายเอ็นจิเนียร์ ขอขอบคุณอย่างยิ่งสำหรับ

อ. วารุณี ศรีสงคราม (waruneesri@hotmail.com) มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ
และ yuttana_doktian@hotmail.com

ที่ได้กรุณามอบบทความนี้ให้แก่ www.9engineer.com

ระบบไฮดรอสแตติก หัวใจแห่งการขับเคลื่อน

วารุณี ศรีสงคราม

waruneesri@hotmail.com

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล สุวรรณภูมิ

HEAVY KORAT

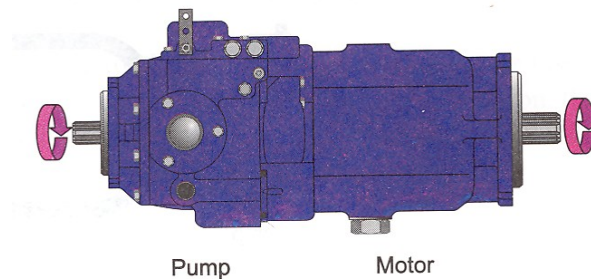
yuttana_doktian@hotmail.com

เครื่องจักรกลหนักที่รู้จักกันดี อาทิเช่น รถขุดหลัง รถดั๊กหน้า รถแทรกเตอร์ ดินตะขาบ ล้วนมีระบบส่งกำลังและขับเคลื่อนโดยใช้ระบบไฮดรอลิกแบบไฮดรอสแตติกด้วยกันทั้งสิ้น ดังนั้นจึงมาศึกษาถึงรูปลักษณะ ส่วนประกอบ คุณสมบัติ และการทำงานของระบบไฮดรอสแตติก ซึ่งมีการนำมาใช้อย่างยาวนานจนถึงปัจจุบันก็ยังมีใช้กันอยู่

รูปลักษณะของระบบไฮดรอสแตติก

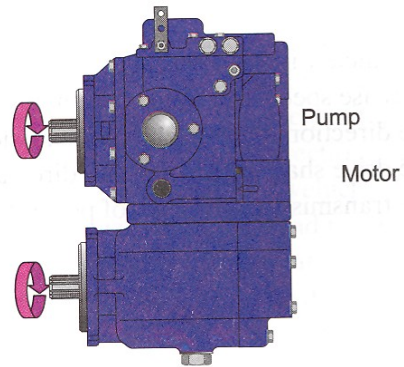
อุปกรณ์พื้นฐานของระบบไฮดรอลิกสแตติก คือ การนำเอาปั๊มและมอเตอร์ไฮดรอลิกมาต่อกันเป็นวงจรน้ำมันซึ่งมีรูปลักษณะของระบบด้วยกัน 4 แบบ คือ

1. รูปลักษณะแบบแนวตรง (In-line) ดังรูปที่ 1



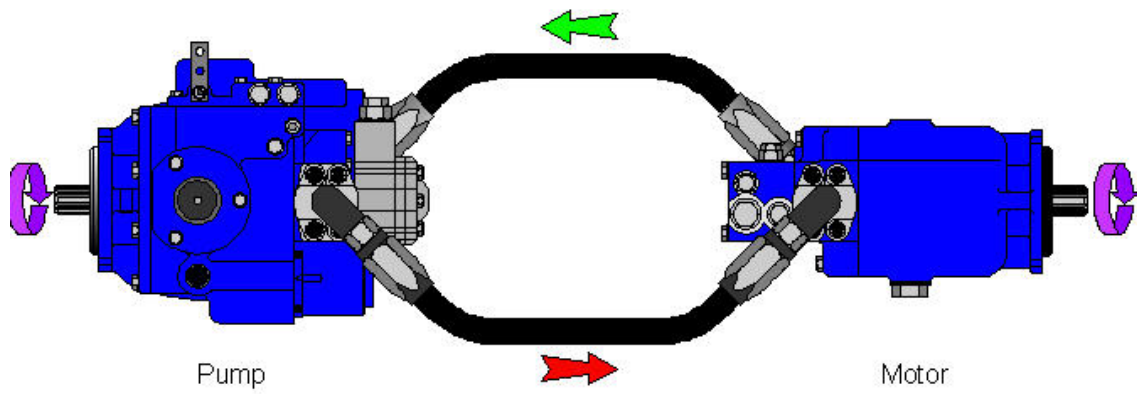
รูปที่ 1

2. รูปลักษณะแบบตัวยู (U-Shape) ดังรูปที่ 2



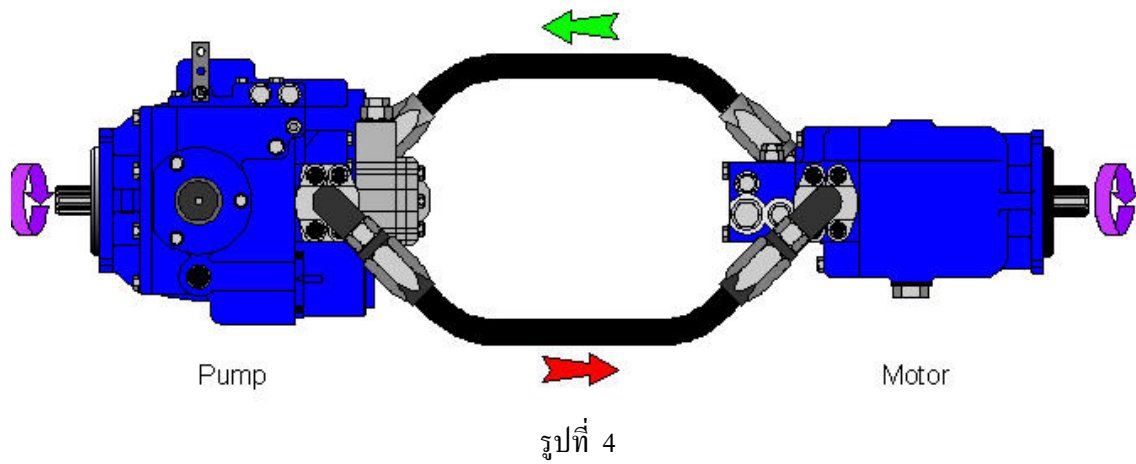
รูปที่ 2

3. รูปลักษณะแบบตัวเอส (S-Shape) ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3

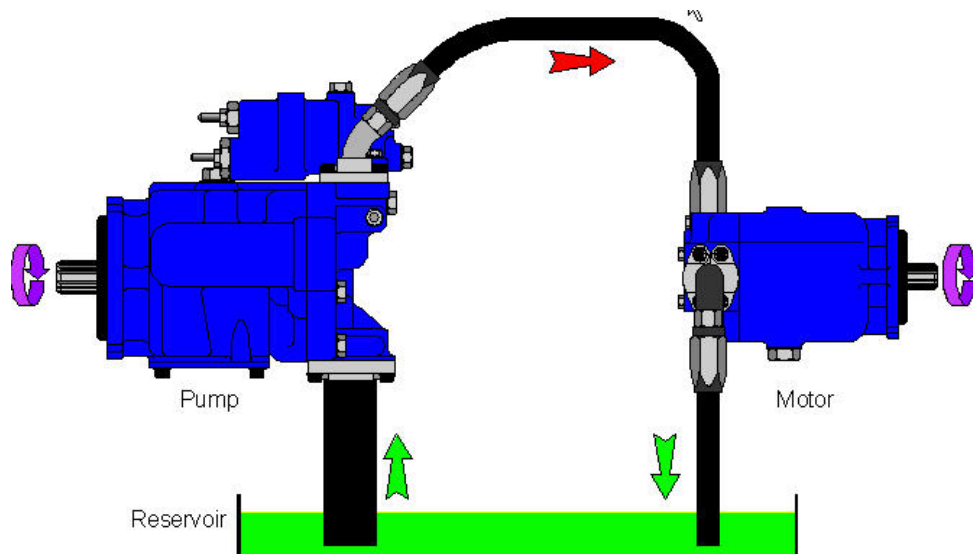
4. รูปลักษณะแบบแยก (Split) ดังรูปที่ 4



แต่ปัจจุบันมักนิยมการใช้รูปลักษณะแบบแยกซึ่งมีรายละเอียดวิธีการทำงานดังต่อไปนี้

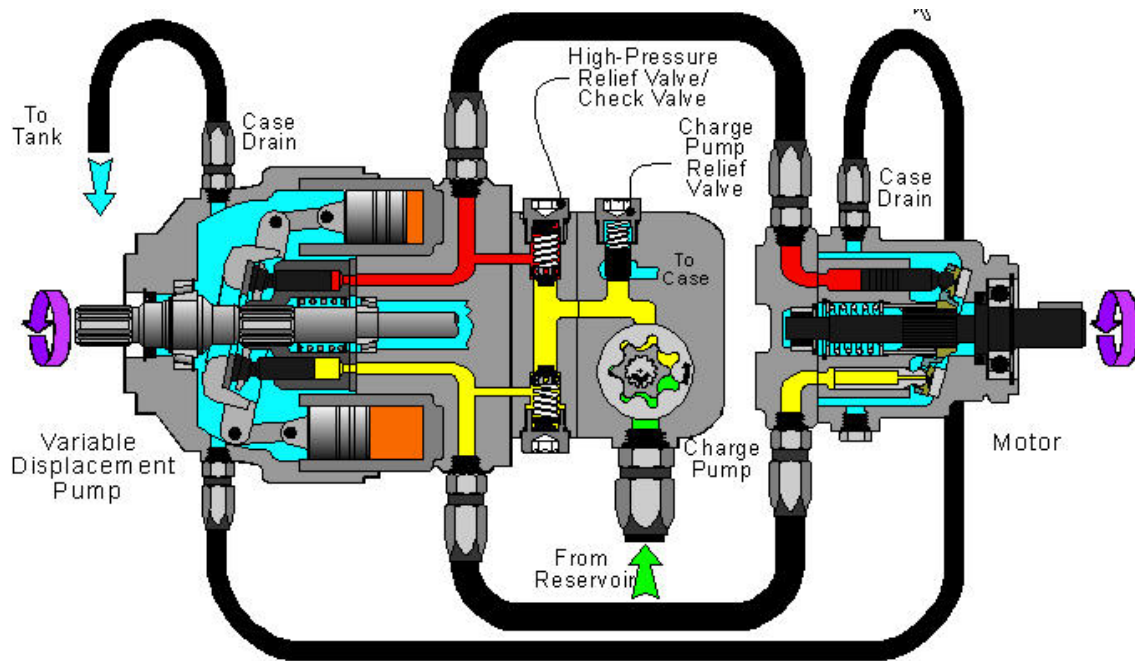
ชนิดของระบบไฮดรอลิกแบบแยก ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 ชนิด

1. ชนิดวงจรน้ำมันเปิด (Open Circuit) ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5

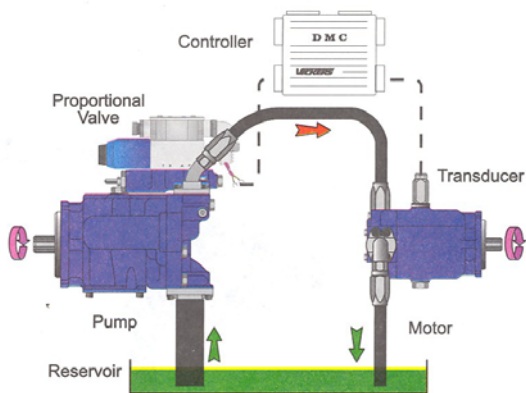
2. ชนิดวงจรน้ำมันปิด (Closed Circuit) ดังรูปที่ 6



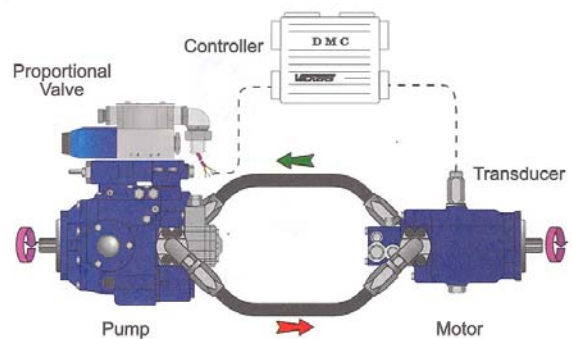
รูปที่ 6

จากรูปที่ 6 ลักษณะการทำงานของวงจรน้ำมันปิดโดยสังเขป คือ ป้อนน้ำมันจะจ่ายน้ำมันไปยังมอเตอร์ไฮดรอลิก เมื่อน้ำมันออกจากมอเตอร์จะไหลกลับไปยังปั้มน้ำมันอีกครั้งหนึ่ง

นอกจากนี้ยังสามารถนำระบบไฟฟ้ามาใช้ควบคุมระบบไฮดรอสแตติกทั้ง 2 ชนิด ได้อีกด้วย ถ้าต้องการให้ระบบมีประสิทธิภาพควบคุมสูงขึ้นต้องใช้ระบบไฟฟ้าชนิดวงรอบปิด (Closed loop Electro Hydraulic) ดังแสดงในรูปที่ 7 และ 8



รูปที่ 7

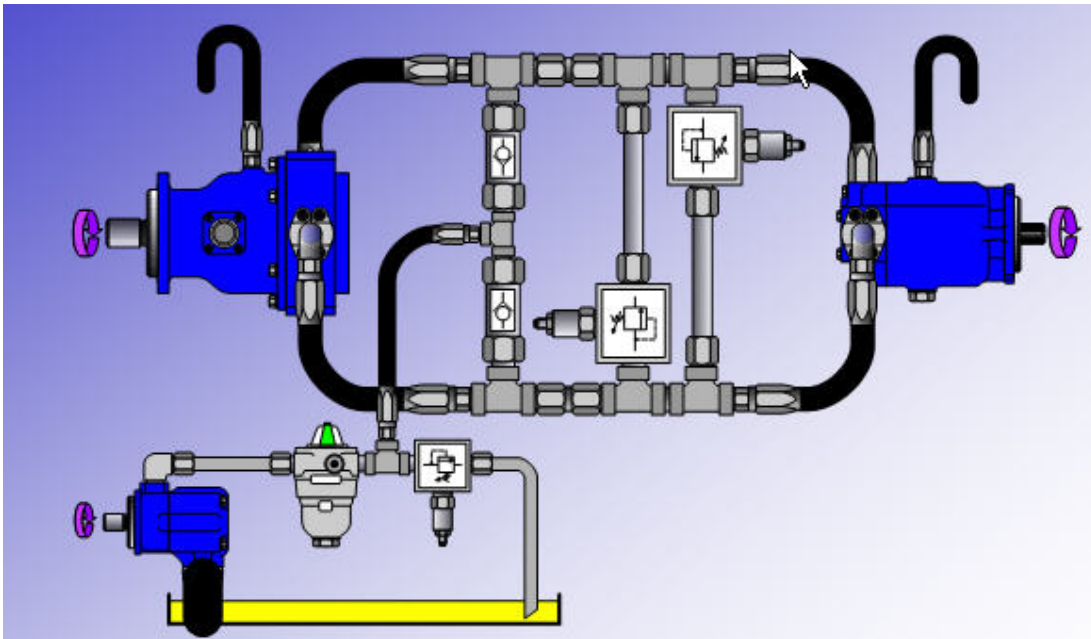


รูปที่ 8

จากการที่นำเอาระบบไฟฟ้าแบบวงจรรอบปิดมาใช้ควบคุมระบบไฮดรอลิกนั้น จึงมีชื่อเรียกทั้งระบบว่า ระบบไฮดรอลิกไฟฟ้าแบบวงจรรอบปิด (Closed loop Electro-Hydraulic) ซึ่งผลของการควบคุมของระบบดังกล่าวสามารถทำให้ระบบไฮดรอสแตติกทำงานเหมาะสมและสัมพันธ์กับภาระงาน ดังนั้นจึงสามารถช่วยประหยัดพลังงานของชุดต้นกำลัง อีกทั้งยังสามารถควบคุมระบบไฮดรอสแตติกให้มีการทำงานที่รวดเร็วและแม่นยำอีกด้วย

จากรูปที่ 7 และ 8 จะพบว่ามี การตรวจจับความเร็วรอบของมอเตอร์ไฮดรอลิก และจากการตรวจจับนี้จะส่งสัญญาณป้อนกลับไปยังชุดกล่องอิเล็กทรอนิกส์ (Controller) ที่ใช้ควบคุมได้รับสัญญาณเข้ามาแล้วจะทำการประมวลผลแล้วส่งสัญญาณไปยังวาล์วที่ควบคุมการปรับเปลี่ยนปริมาณของปั๊มมีผลทำให้ปั๊มไฮดรอลิกแบบปรับอัตราการไหลได้จ่ายอัตราการไหลของน้ำมันไปยังมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ให้สัมพันธ์กับความเร็วและแรงบิดซึ่งเกิดจากภาระการทำงาน

คุณลักษณะและการทำงานของระบบไฮดรอลิกชนิดวงจรน้ำมันปิด



จากรูปที่ 6 และ 9 จะพบว่าระบบไฮดรอสแตติกชนิดวงจรน้ำมันปิดมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ประกอบกันดังต่อไปนี้

1. ปั๊มไฮดรอลิกหลัก (Main Pump)

เป็นปั๊มที่ใช้สำหรับระบบไฮดรอสแตติกชนิดวงจรน้ำมันปิด หมายถึง รูจ่ายน้ำมันต้องสามารถมีคุณสมบัติเป็นทั้งรูจ่ายน้ำมันและต้องมีคุณสมบัติเป็นรูดูดน้ำมันเมื่อต้องการทำให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทาง ส่วนรูดูดน้ำมันก็ต้องมีคุณสมบัติทั้ง 2 แบบเช่นกัน นอกจากนั้นปั๊มไฮดรอลิกต้องมีคุณลักษณะปรับอัตราการไหลได้ การที่จะควบคุมให้ปั๊มมีสภาวะการทำงานเปลี่ยนแปลงทิศทางการจ่ายน้ำมันหรือปรับอัตราการไหลกระทำได้โดยควบคุมวาล์วเพื่อปรับเปลี่ยนมุมเอียงของสวอทเพลท วิธีการปรับเปลี่ยนมุมของสวอทเพลทนี้สามารถมีวิธีการทำได้หลายวิธีเช่น ใช้น้ำมันจากวาล์วกลไก (Manual Valve) ใช้น้ำมันจากวาล์ว มือโยก (Joystick or Remote Control)

2. มอเตอร์ไฮดรอลิก (Hydraulic Motor)

คุณลักษณะของมอเตอร์ไฮดรอลิกในส่วนของรูน้ำมันยังคงเหมือนกับปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกแต่คุณลักษณะด้านปริมาตรจุสามารถใช้ได้ทั้งปริมาตรคงที่และหรือปรับค่าได้ ซึ่งวิธีการปรับปริมาตรจุนั้นขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์ที่นำมาประยุกต์ใช้ระบบ

3. ระบบจ่ายน้ำมันชดเชย

วัตถุประสงค์ของระบบจ่ายน้ำมันชดเชยมีอยู่ 2 ประเภทคือ

- ก. เพื่อชดเชยน้ำมันที่รั่วออกมาจากระบบวงจรน้ำมันปิด ซึ่งการรั่วนี้เกิดจากรั่วภายในอุปกรณ์หลักนั่นเอง นอกจากนี้ยังนำไปชดเชยน้ำมันที่นำเอาไปใช้การหล่อลื่นในจุดต่าง ๆ เช่น สวอทเพลท ดินลูกสูบ และลูกสูบ เป็นต้น
- ข. เพื่อสร้างอัตราการไหลในการระบายความร้อน เพราะความร้อนเกิดจากการรั่วภายในอุปกรณ์และความเสียดทานระหว่างชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่

ส่วนประกอบของระบบจ่ายน้ำมันชดเชย

3.1 ปั๊มป้อน (Charge pump)

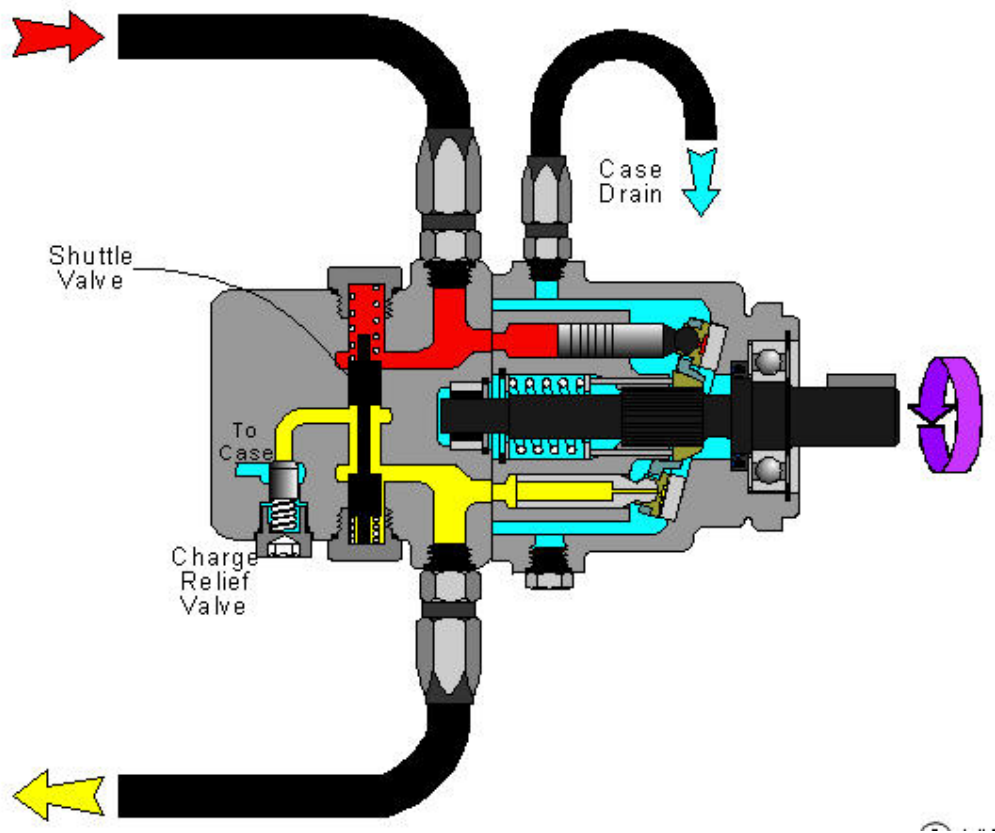
คุณลักษณะของปั๊มป้อนจะมีขนาดเล็ก มีอัตราการจ่ายน้ำมันคงที่ประมาณ 15-20% ของปั๊มหลักสามารถออกแบบแยกจากปั๊มหลักหรือออกแบบให้เป็นส่วนเดียวกันกับปั๊มหลัก (Built in) ก็ได้ ซึ่งในกรณีที่ปั๊มแบบ Built in นี้มักจะมีโครงสร้างเป็นแบบฟันเฟืองในเพราะมีความสะดวกในการส่งกำลังทางเพลท และความสมดุลขณะหมุน

3.2 กรอง (Filter)

3.3 วาล์วจำกัดความดัน (Pressure limiting Valve) คุณลักษณะของวาล์วเป็นแบบวาล์วระบายความดัน (Relief Valve) มีหน้าที่จำกัดความดันในระบบจ่ายน้ำมันชดเชย

3.4 วาล์วกันกลับ (Check Valve) ทำหน้าที่ป้องกันมิให้น้ำมันภายในวงจรน้ำมันปิดไหลเข้ามายังระบบจ่ายน้ำมันทดเชย

4. ชัตเทิลวาล์ว (Shuttle Valve) ตำแหน่งติดตั้งอยู่บริเวณท้ายของมอเตอร์ดังรูปที่ 10 ทำหน้าที่เป็นตัวจัดช่องน้ำมันที่ไหลจากวงจรน้ำมันปิดทางด้านความดันต่ำ จากนั้นน้ำมันจะผ่านวาล์วระบายความดัน (Charge relief Valve) เพื่อไปรวมกับน้ำมันที่รั่วภายในมอเตอร์ไฮดรอลิกแล้วไหลกลับดังต่อไป จากคำอธิบายข้างต้นจะพบว่าต้องการให้น้ำมันในวงจรน้ำมันปิดระบายความร่อนนั่นเอง

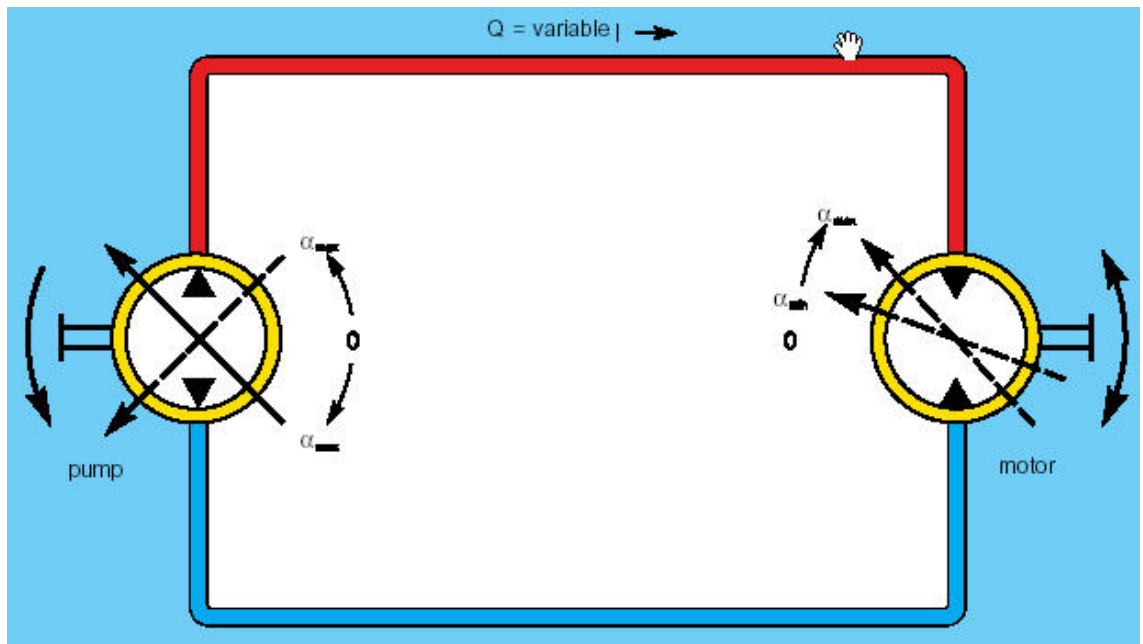


รูปที่ 10

5. วาล์วระบายข้ามความดัน (Cross over Relief Valves) มีคุณลักษณะเป็นวาล์วระบายความดันทำหน้าที่ควบคุมความดันแต่ละด้านของวงจรน้ำมันปิดขณะที่มีความดันสูง (Stall Load) และเมื่อวาล์วดังกล่าวเปิดระบายความดันแล้วน้ำมันจะไหลข้ามไปยังอีกด้านหนึ่งของวงจรซึ่งมีความดันต่ำกว่า

การทำงานของระบบวงจรน้ำมันปิด

จากรูปที่ 9 เมื่อปั๊มไฮดรอลิกได้รับการขับเคลื่อนจากชุดต้นกำลังส่วนใหญ่จะเป็นเครื่องยนต์ทำให้ปั๊มจ่ายน้ำมันขึ้นไปทางด้านบน (เป็นการกำหนดของผู้เขียนเอง) จากนั้นน้ำมันจะไหลไปยังมอเตอร์ไฮดรอลิกทำให้มอเตอร์หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ดังรูป จากนั้นน้ำมันจะไหลออกจากมอเตอร์กลับไปยังปั๊ม ถ้าต้องการเปลี่ยนทิศทางการหมุนของมอเตอร์กระทำได้โดยปรับเปลี่ยน Swash Plate ในกรณีที่ปั๊มแบบแผ่นเอียงหรือชุดลูกสูบใน Swivel Housing ในกรณีที่ปั๊มลูกสูบแบบแกนงอ (Bent Axis) ดังนั้นปั๊มจะจ่ายน้ำมันออกมาที่รูด้านล่างจากนั้นก็ไหลไปยังมอเตอร์ไฮดรอลิกมีผลทำให้มอเตอร์ไฮดรอลิกหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาแต่ น้ำมันยังคงไหลจากมอเตอร์กลับไปยังปั๊มอีกเช่นเดิม สำหรับการปรับเปลี่ยนความเร็วของมอเตอร์ไฮดรอลิกกระทำได้โดยปรับปริมาณดูดของปั๊มโดยการปรับมุมเอียงหรือเลื่อนชุดลูกสูบในกรณีที่ปั๊มแบบลูกสูบแผ่นเอียงและแกนงอตามลำดับ หรือจะปรับที่ปริมาณของมอเตอร์ไฮดรอลิกก็ได้ โดยมีวิธีการเช่นเดียวกับปั๊มสำหรับอัตราทดที่เกิดขึ้นนั้นมีความละเอียดในการปรับได้เป็นแบบอนินิติ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11

เมื่อเกิดสภาวะ Stall Load ขึ้นมีผลทำให้ท่อทางด้านที่มีความดันสูงจะเปิด Cross over Relief Valve ระบายน้ำมันด้านที่มีความดันสูงไปสู่ด้านที่มีความดันต่ำ ดังนั้นจึงเป็นการป้องกันความเสียหายของระบบเมื่อมีความดันสูงเกิดขึ้นในระบบ

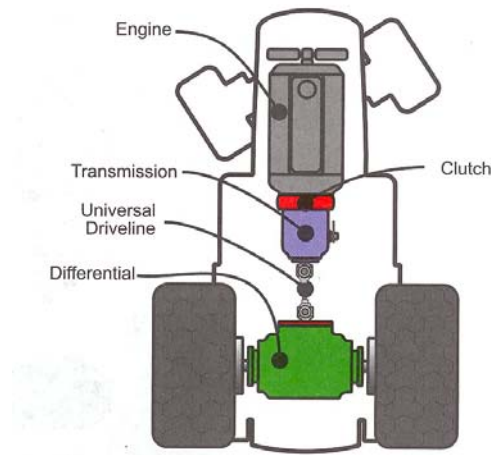
ข้อได้เปรียบของระบบไฮดรอสแตติก

ถึงแม้ว่าประสิทธิภาพของระบบส่งกำลังขับเคลื่อนแบบกลไกจะมีค่าสูงถึง 92% ซึ่งสูงกว่าประสิทธิภาพของระบบส่งกำลังขับเคลื่อนแบบไฮดรอสแตติก ซึ่งมีค่าเท่ากับ 80%-85% อีกทั้งระบบไฮดรอสแตติกยังมีราคาสูงกว่า แต่ระบบไฮดรอสแตติกก็ยังมีข้อได้เปรียบอีกหลายประการดังนี้

1. ระบบไฮดรอสแตติกสามารถสร้างย่านอัตราทดของการส่งกำลังได้กว้างและเปลี่ยนแปลงอัตราทดได้อย่างต่อเนื่องทำให้มีการขับเคลื่อนที่ราบเรียบไม่เกิดการกระตุก ขณะทำการเปลี่ยนอัตราทด เช่น ขณะที่เครื่องจักรเคลื่อนที่ขึ้นทางชัน
2. ระบบไฮดรอสแตติก ให้กำลังการส่งกำลังขับเคลื่อนได้สูงเมื่อเปรียบเทียบกับปริมาตรของปั๊มและมอเตอร์ไฮดรอลิกนอกจากนั้นยังเกิดความเฉื่อยต่ำขณะเปลี่ยนความเร็ว
3. ระบบไฮดรอสแตติกสามารถทำให้เกิดสภาวะ Dynamic Braking สภาวะดังกล่าวคือ ถ้าต้องการหยุดการขับเคลื่อนอย่างรวดเร็วยิ่งขึ้น กระทำได้โดยเปลี่ยนทิศทางการจ่ายน้ำมันของปั๊ม ดังนั้นจะเกิดการดันการไหลของน้ำมันที่มาจากมอเตอร์ไฮดรอลิกเนื่องจากน้ำมันที่ไหลออกจากปั๊มทำให้มอเตอร์มีความเร็วรอบลดลงและหยุดหมุนเร็วขึ้น
4. ระบบไฮดรอสแตติกสามารถป้องกันการเสียหายที่จะเกิดขึ้นในระบบได้ขณะมีการสต่อลไหลโดยมีอุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว

วิวัฒนาการของระบบส่งกำลังขับเคลื่อนของเครื่องจักรกลหนัก

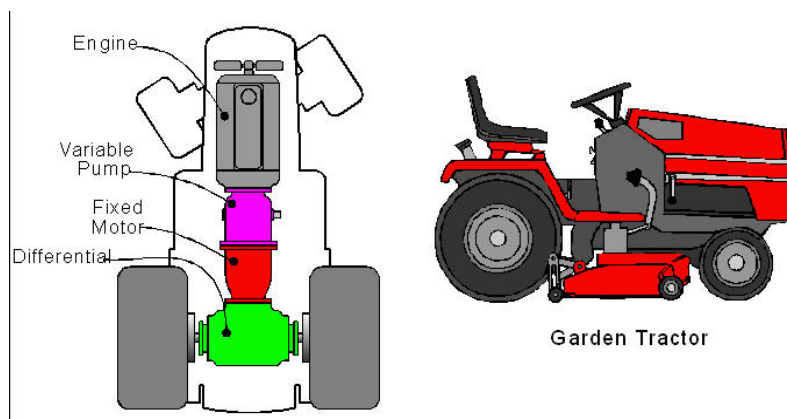
จากรูปที่ 12 เป็นระบบส่งกำลังขับเคลื่อนล้อหลังของยานพาหนะชนิดหนึ่งโดยใช้กลไกทั้งหมด ถ้าหากต้องการเพิ่มความเร็วของเครื่องจักรกลกระทำได้โดยการเปลี่ยนอัตราทดคู่ขับของกระปุกเกียร์ให้มีอัตราทดรอบสูงขึ้นและถ้าต้องการเปลี่ยนทิศทางเคลื่อนที่ของยานพาหนะกระทำได้โดยการเปลี่ยนคู่ขับที่ทำให้เพลาหมุนกลับทาง ซึ่งการเปลี่ยนความเร็วและทิศทางเคลื่อนที่ของระบบกลไกนั้นต้องมาเสียเวลาในการตัดต่อกำลังจากเครื่องยนต์กับกระปุกเกียร์ นอกจากนี้ยังต้องมีการออกแบบที่ยุ่งยาก สำหรับการป้องกันการเสียความทรงตัวขณะที่ล้อสั่นไถล



รูปที่ 12

จากข้อเสียของการส่งกำลังขับเคลื่อนด้วยระบบกลไกจึงได้มีการพัฒนานำระบบไฮดรอสแตติกมาใช้แทนโดยมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบดังต่อไปนี้

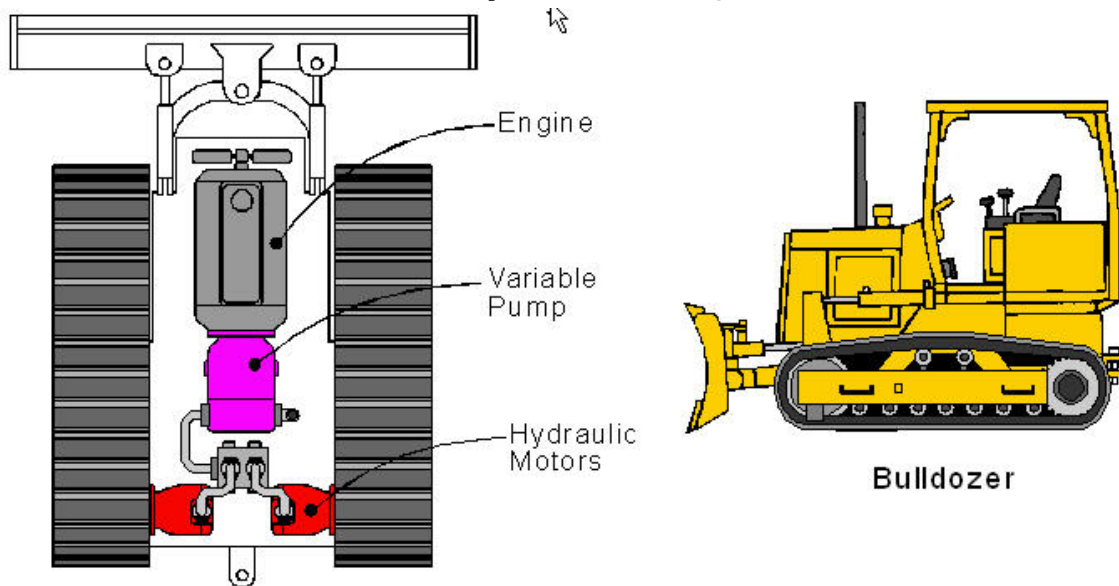
1. การนำระบบไฮดรอสแตติก มาติดตั้งแทนที่กระปุกเกียร์



รูปที่ 13

จากรูปที่ 13 เป็นการนำระบบไฮดรอสแตติกที่มีรูปลักษณะแบบ in-line มาประยุกต์ใช้ในส่วนดังกล่าว โดยมีลักษณะที่มีส่วนประกอบง่าย ๆ คือ มีปั๊มติดตั้งต่อกับมอเตอร์ไฮดรอลิก ซึ่งไม่ต้องใช้สายและข้อต่อจึงทำให้ประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง นอกจากนี้ยังไม่ต้องใช้ระบบตัดต่อการส่งกำลังจากเครื่องยนต์ (Clutch) เพราะความสามารถปรับให้ปั๊มไฮดรอลิกมีปริมาตรดูดได้น้อย ดังนั้นจึงมีโมเมนต์ความเฉื่อยต่ำขณะเริ่มต้นหมุนปั๊มไฮดรอลิก จึงสามารถนำปั๊มไฮดรอลิกต่อการส่งกำลังได้ตรงกับเพลาขับของเครื่องยนต์ แต่ภายในรวมทั้งหมดของระบบขับเคลื่อนแบบนี้ยังมีข้อเสียบริเวณชุดเฟืองท้าย (Differential) เพลาขับท้าย เพลาขับและข้อต่อก่อนซึ่งเป็นกลไก

2. การนำระบบไฮดรอสแตติก 1 ยูนิต มาติดตั้งแทนที่ชุดเฟืองท้าย



รูปที่ 14

จากรูปที่ 14 เป็นการนำระบบไฮดรอสแตติกที่มีรูปลักษณะแบบ Split เพื่อทดแทนข้อจำกัดของข้อต่ออ่อน เพลาขับ มาประยุกต์ใช้ในส่วนดังกล่าวโดยนำมอเตอร์ไฮดรอลิกไปติดตั้งที่ล้อขับ เฟืองท้ายและเพลาขับท้าย ดังนั้นจึงสามารถประหยัดราคาและน้ำหนักของชิ้นส่วนของเครื่องจักรได้

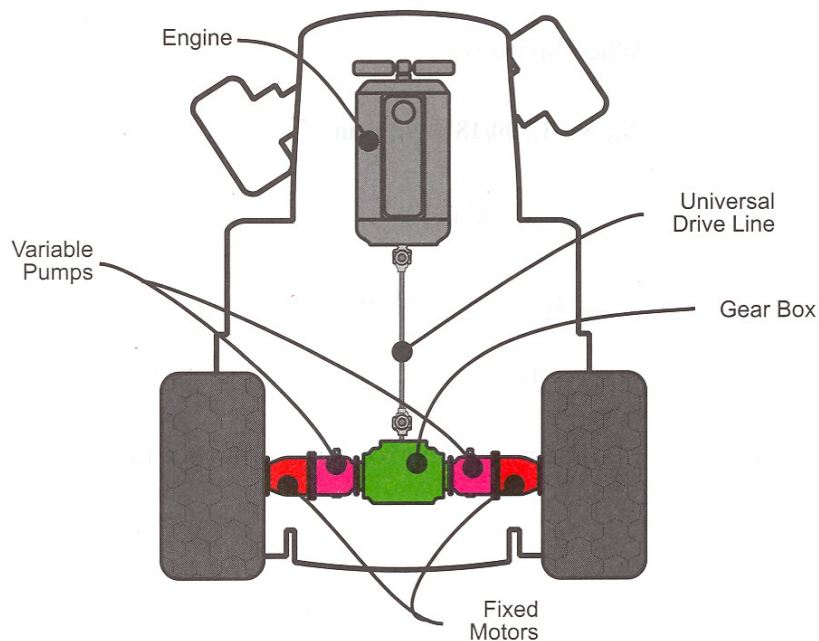
ซึ่งหลักการทำงานของระบบส่งกำลังขับเคลื่อนจะมีลักษณะที่มอเตอร์ไฮดรอลิกทั้ง 2 ได้รับน้ำมันจากปั๊มไฮดรอลิกผ่านข้อต่อ 3 ทาง โดยใช้ท่อและสายอ่อนเป็นตัวนำพาน้ำมันไฮดรอลิก เมื่อต้องการจะบังคับให้เครื่องจักรกลเลี้ยวเปลี่ยนทิศทางระบบจะทำการจ่ายน้ำมันไปยังมอเตอร์ไฮดรอลิกของล้อด้านนอกให้มากกว่าด้านในเช่นในรูปถ้าต้องการจะเลี้ยวซ้ายจะต้องจ่ายน้ำมันไปยังมอเตอร์ไฮดรอลิกของล้อหลังขวาให้มากกว่ามอเตอร์ไฮดรอลิกของล้อหลังซ้าย จึงทำให้ล้อหลังขวามีความเร็วกว่าและจะเกิดผลการเลี้ยวซ้ายในที่สุด

แต่อย่างไรระบบดังกล่าวจะได้รับความเร็วจากมอเตอร์ไฮดรอลิกเพียงกึ่งหนึ่งเท่านั้น เพราะว่ปั๊มต้องแบ่งน้ำมันไปยังมอเตอร์ทั้ง 2 เพื่อต้องการให้เกิดแรงบิดทั้ง 2 ข้าง ขณะเคลื่อนที่ไปในแนวตรง ดังนั้นเครื่องจักรจะเคลื่อนที่ได้ช้าแต่ให้แรงบิดในการขับเคลื่อนมากถ้าต้องการให้แรงบิดหรือความเร็วใน

การเคลื่อนที่มีมากกว่านี้โดยใช้ชุดขับเคลื่อนสุดท้าย (Final Drive) ต่อกับมอเตอร์ไฮดรอลิกกับล้อขับก็ได้เช่นกัน

ระบบส่งกำลังลักษณะดังกล่าวจะใช้มอเตอร์ไฮดรอลิกที่แตกต่างจากมาตรฐานทั่วไปคือจะต้องมีความแข็งแรงมาก ๆ เพราะจะต้องต่อโดยตรงกับล้อขับ นอกจากนั้นอุปกรณ์รองอื่น (Bearings) ของมอเตอร์จะต้องเป็นชนิดรับแรงในแนวแกน (Axle bearings) อีกด้วย

3. การนำระบบไฮดรอสแตติก 2 ยูนิต มาติดตั้งแทนชุดเฟืองท้าย

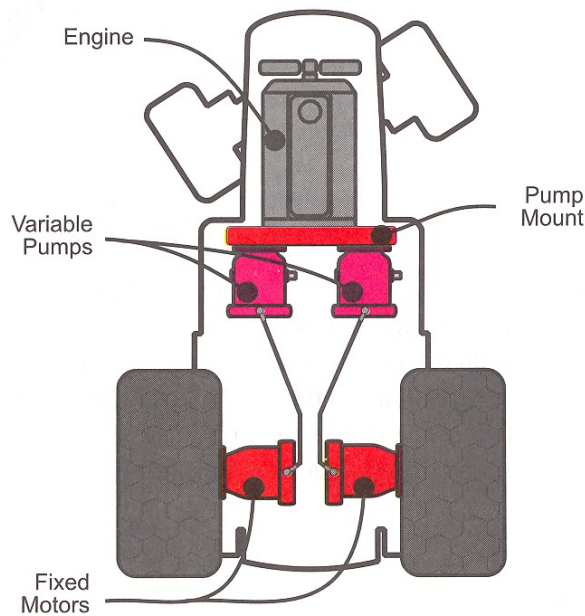


รูปที่ 15

จากรูปที่ 15 เป็นการนำระบบไฮดรอสแตติกที่มีรูปลักษณะแบบ In-line จำนวน 2 ยูนิตมาประยุกต์ใช้ในส่วนดังกล่าว โดยที่ปั้มน้ำมันไฮดรอลิกจะรับกำลังขับเคลื่อนจากกระปุกเกียร์ส่วนมอเตอร์ไฮดรอลิกจะติดตั้งกับล้อขับโดยตรงหรือจะผ่านชุด Final Drive ก็ได้ขึ้นอยู่กับสมรรถนะของเครื่องจักรกล

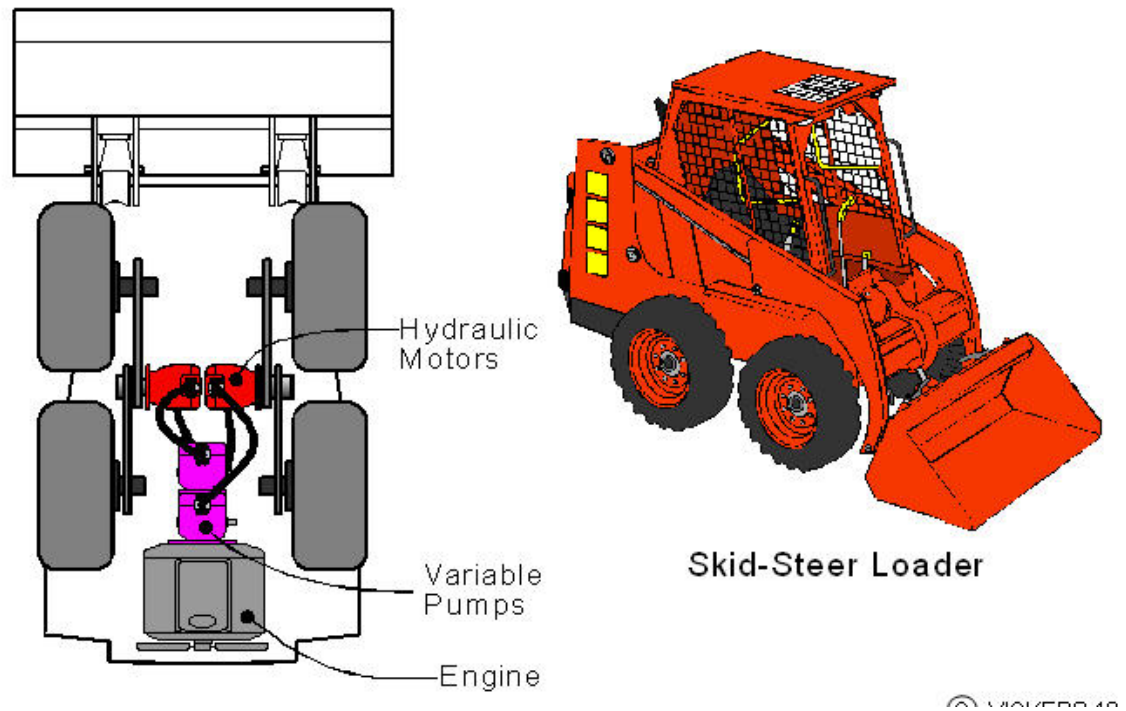
ถึงแม้ว่าขับเคลื่อนชนิดที่ 2 และ 3 จะมีหลักการใช้มอเตอร์ไฮดรอลิก 2 ตัวต่อกับล้อขับเหมือนกันแต่วิธีการบังคับเลี้ยวจะไม่เหมือนกันโดยวิธีที่ 3 จะมีรายละเอียดของโครงสร้างและการทำงานดังนี้ ส่วนล้อหน้าจะทำหน้าที่บังคับเลี้ยว ส่วนล้อหลังจะทำหน้าที่ขับเคลื่อน โดยใช้มอเตอร์ไฮดรอลิกทั้ง 2 โดยแต่ละตัวได้รับน้ำมันมาจากปั๊มทั้ง 2 ซึ่งแยกกัน แต่อัตราการไหลที่ออกมาจากปั๊มทั้งนี้จะเท่ากันตลอดเวลา เมื่อต้องการจะเปลี่ยนทิศทางโดยการเลี้ยว ล้อหลังจะพยายามขับเคลื่อนล้อหน้าด้านที่ต้องการเลี้ยวให้ไถลไป ดังนั้นจะเกิดการเลี้ยวได้ในที่สุด ขณะที่ทำการเลี้ยวอยู่นั้น สามารถทำให้ระบบไฮดรอสแตติกทั้ง 2 มีความเร็วเปลี่ยนแปลงได้หรือมีทิศทางตรงกันข้ามได้เช่นกัน

ดังนั้นถ้าหากให้ระบบไฮดรอสแตติกของล้อขับเคลื่อนด้านนอกทิศทางขับเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ส่วนระบบไฮดรอสแตติกของล้อขับเคลื่อนด้านใน (ด้านที่ต้องการเลี้ยว) มีทิศทางการขับเคลื่อนไปด้านหลังจะทำให้เครื่องจักรสามารถเคลื่อนที่เป็นวงกลมแคบ ๆ ได้อย่างช้า ๆ นอกจากนี้ถ้าต้องการนำเอาระบบไฮดรอสแตติกแบบ 2 ชุดมาใช้ในระบบขับเคลื่อนดังกล่าวแต่ไม่ต้องใช้ชุดกลไกคือเพลาลำดับขับเคลื่อนและกระปุกเกียร์ก็สามารถทำได้โดยใช้ระบบไฮดรอสแตติกที่มีรูปลักษณะแบบ Split มาประยุกต์ใช้ดังรูปที่ 16



รูปที่ 16

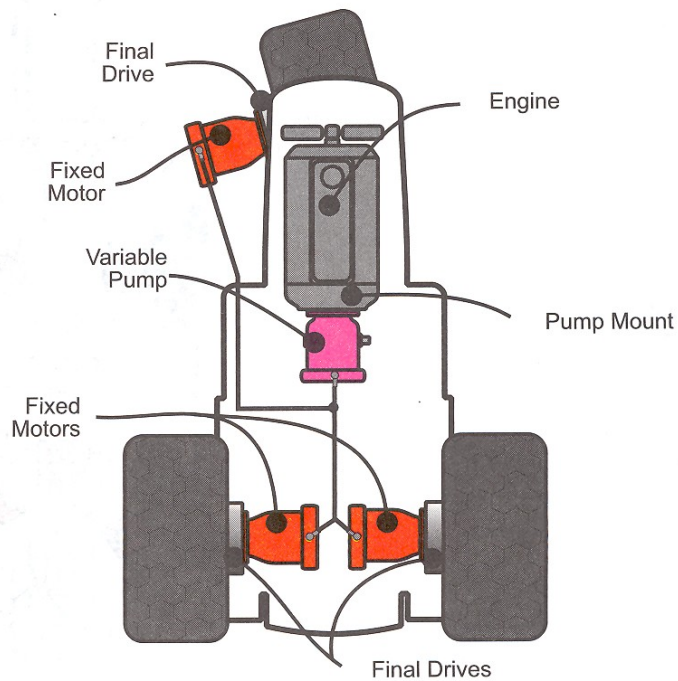
แต่อย่างไรก็ตามระบบกำลังขับเคลื่อนแบบรูปที่ 15 และ 16 ต้องใช้พื้นที่ในการติดตั้งปั๊มไฮดรอลิกมาก แต่เมื่อวิวัฒนาการการสร้างปั๊มมีมากขึ้นโดยสามารถนำปั๊มไฮดรอลิกหลาย ๆ ตัวมาต่อกัน (Through Drive) และขับเคลื่อนโดยใช้เพลาดียวกัน ดังนั้นจึงสามารถลดขนาดพื้นที่ในการติดตั้งปั๊มได้ดังรูปที่ 17



รูปที่ 17

จากรูปที่ 17 จะพบว่าถ้าต้องการให้เกิดการขับเคลื่อนได้ทั้ง 4 ล้อ โดยการนำโซ่มาคล้องกับล้อทั้ง 2 (หน้า-หลัง) เข้ากับมอเตอร์ไฮดรอลิก 1 ตัว ส่วนการบังคับเลี้ยวนั้นถ้าต้องการจะเลี้ยวด้านใดให้ระบบไฮดรอสแตติกด้านนั้น (ด้านใน) เคลื่อนที่ถอยหลังส่วนระบบไฮดรอสแตติกด้านนอกจะต้องเคลื่อนที่ไปด้านหน้า ดังนั้นก็จะสามารถทำให้เครื่องจักรเลี้ยวเป็นวงกลมแคบ ๆ ได้เช่นกัน หรือจะใช้บังคับเลี้ยวเหมือนระบบขับเคลื่อนส่งกลางแบบที่ 2 ได้เช่นกัน

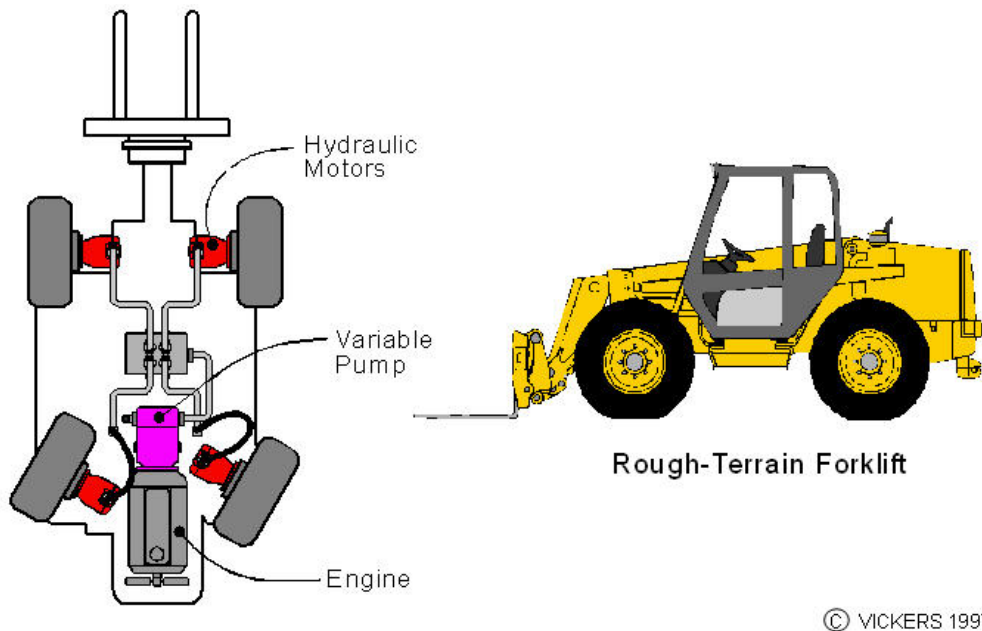
4. การนำระบบไฮดรอสแตติกมาติดตั้งโดยตรงกับล้อขับทั้ง 3



รูปที่ 18

จากรูปที่ 18 เป็นการนำระบบไฮดรอสแตติกแบบ Spilt มาประยุกต์ใช้ในระบบขับเคลื่อนส่งกำลังโดยใช้ปั๊ม 1 ตัว จ่ายน้ำมันไปยังมอเตอร์ไฮดรอลิกที่ติดตั้งกับชุด Final Drive และล้อทั้ง 3 ซึ่งเป็นล้อที่ใช้ขับเคลื่อนทั้งหมดส่วนล้อหน้าจะทำหน้าที่บังคับเลี้ยวด้วย การเลือกขนาดของมอเตอร์ไฮดรอลิกและชุด Final Drive ต้องมีขนาดเท่ากันทั้ง 3 ตัว และในขณะที่อยู่ในสภาวะบังคับเลี้ยวความเร็วรอบวงต้องเท่ากันทั้งล้อหน้าและหลังดังนั้นปั๊มต้องจ่ายน้ำมันให้กับมอเตอร์ทั้ง 3 ให้เท่ากัน นอกจากนี้ความดันตกคร่อมของมอเตอร์แต่ละตัวต้องเท่ากับทุกตัวด้วยเช่นกัน

5. การนำระบบไฮดรอสแตติก มาติดตั้งโดยตรงกับล้อขับเคลื่อนทั้ง 4



รูปที่ 19

จากรูปที่ 19 เป็นการนำระบบไฮดรอสแตติกแบบ Split มาประยุกต์ใช้ในระบบขับเคลื่อนส่งกำลังโดยใช้ปั๊ม 1 ตัว จ่ายน้ำมันไปยังมอเตอร์ไฮดรอลิกที่ติดตั้งกับชุด Final Drive และล้อทั้ง 4 จากคุณลักษณะของการขับเคลื่อนดังกล่าวทำให้การบังคับเลี้ยวสามารถกระทำได้ทั้ง 4 ล้อ เป็นอิสระต่อกัน นอกจากนี้การขับเคลื่อนทั้ง 4 ล้อจะช่วยให้แรงบิดของล้อมีมากขึ้นด้วย โดยส่วนใหญ่การออกแบบความเร็วของล้อขับเคลื่อนหน้าจะมีความเร็วมากกว่าความเร็วล้อขับเคลื่อนหลังอยู่ 1-2% เพื่อเพิ่มแรงขับเคลื่อนในสูงขึ้นขณะบังคับเลี้ยว

สรุป

ระบบไฮดรอสแตติกมีลักษณะอย่างง่าย ๆ คือ ประกอบด้วยปั๊มและมอเตอร์ไฮดรอลิกโดยรูปลักษณะที่นิยมนำมาใช้งานคือ แบบแยกโดยใช้สายและท่อต่อเชื่อมกันระหว่างปั๊มและมอเตอร์ไฮดรอลิกเป็นวงจรน้ำมัน ซึ่งวงจรของระบบไฮดรอสแตติกนี้มีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ คือ แบบวงจรน้ำมันเปิด (open circuit) และแบบวงจรน้ำมันปิด (Closed Circuit) ถ้าต้องการควบคุมให้วงจรน้ำมันทั้ง 2 นี้มีความรวดเร็วแม่นยำ และทำงานสัมพันธ์กับภาระอันมีผลให้ประหยัดพลังงาน กระทำได้โดยออกแบบให้เป็นระบบไฮดรอลิกควบคุมด้วยไฟฟ้าแบบวงจรมันปิด (Closed loop Electronic Hydraulic) ถึงแม้ว่าระบบกลไกจะให้ประสิทธิภาพการส่งกำลังมากกว่าระบบไฮดรอสแตติก (80-85%) แต่ด้วยข้อดีหลาย ๆ อย่างของระบบไฮดรอสแตติก เช่น การปรับเปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วอันมีผลทำให้ ผลผลิตต่อชั่วโมงมีมากกว่าจึงทำให้ระบบไฮดรอสแตติกยังคงมีใช้อยู่ในปัจจุบัน โดยส่วนใหญ่แล้วระบบไฮดรอสแตติกนี้จะ

นำไปประยุกต์ใช้กับระบบขับเคลื่อนส่งกำลังของเครื่องจักรกลหนัก ดังนั้นในการออกแบบระบบดังกล่าว
ในได้ประสิทธิภาพที่ดี ต้องนำวิศวกรด้านวิศวกรรมยานยนต์ และวิศวกรด้านไฮดรอลิก มาออกแบบ
ร่วมกัน

เอกสารอ้างอิง

Mobile Hydraulic visual Aids, 1997

Vickers, Mobile Hydraulic Manual, Rochester Hill Michigan, First Edition 1998

Mannesmann Rexroth, Hydraulic-Training Axial Piston Unit