# แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 8

## หัวข้อเนื้อหา

หลักการเบื้องต้นของวาล์วควบคุมความดัน
การปรับค่าของความดัน
วิธีการควบคุมการไหลของน้ำมัน
วงจรควบคุมความเร็วของกระบอกสูบ

## วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 8 จบแล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายการทำงานและปรับค่าความดันของวาล์วควบคุมความดันได้
2. บอกวิธีการควบคุมการไหลของน้ำมันแต่ละวิธีได้
3. อธิบายหลักการทำงานของวงจรควบคุมความเร็วของกระบอกสูบได้

## วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. วิธีสอน
   1.1 วิธีสอนแบบบรรยาย
   1.2 วิธีสอนแบบอภิปราย
   1.3 วิธีสอนแบบสาธิต
   1.4 วิธีสอนแบบศึกษาค้นคว้าด้วยตนเอง
2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 จัดแบ่งกลุ่มเพื่อทำการต่อวงจรไฮดรอลิกส์ตามแบบปฏิบัติการ 9 และ 10 ที่ได้รับมอบหมายจากผู้สอน

2.2 ตัวแทนกลุ่มนำเสนอปัญหาจากการปฏิบัติการต่อวงจรไฮดรอลิกส์จากชุดสาธิต พร้อมอธิบายวิธีการแก้ปัญหา แล้วนำเสนอรายงานและตอบคำถาม

## สื่อการเรียนการสอน

1. ชุดสาธิตไฮดรอลิกส์
2. เครื่องฉายภาพสามมิติ
3. แผ่นภาพโปร่งใส
4. แบบปฏิบัติการไฮดรอลิกส์
5. หนังสือและเอกสารประกอบการสอน

## การวัดและการประเมินผล

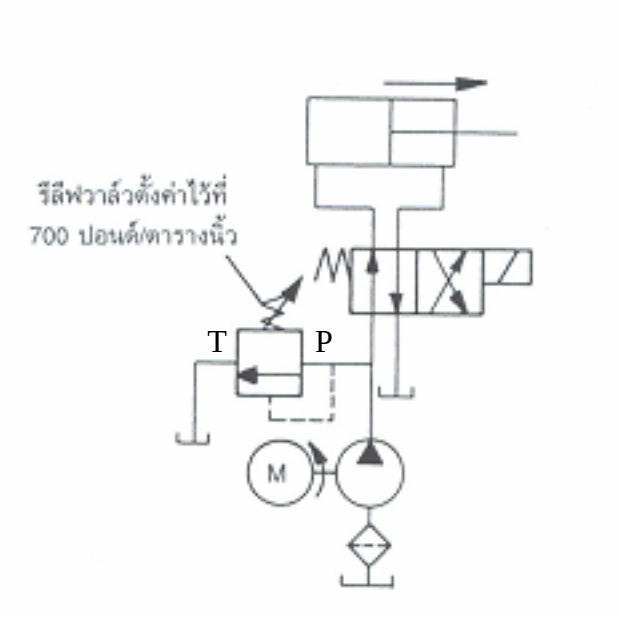
1. ใช้วิธีการสังเกตและบันทึกผล
   1.1 จากการเข้าร่วมกิจกรรมกลุ่ม
   1.2 จากการมีส่วนร่วมในการอภิปรายและตอบคำถาม
2. ใช้วิธีตรวจผลงาน
   2.1 ตรวจผลงานการปฏิบัติงาน
   2.2 ตรวจรายงาน

# บทที่ 8
# วาล์วควบคุมความดันและควบคุมการไหล

วาล์วเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ควบคุมการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในท่อภายใต้ความดันให้เป็นไปตามสภาพงานเพื่อให้เกิดความปลอดภัย โดยการควบคุมอัตราการไหล การควบคุมความดันถ้าจะทำให้วาล์วมีความดันสูงหรือต่ำขึ้นอยู่กับความต้องการของงาน ในการควบคุมน้ำมันไฮดรอลิกส์ให้ได้ผลนั้น เราจะต้องควบคุม 3 ส่วนนี้ให้ได้คือ ทิศทาง ความดันและอัตราการไหล แต่ละส่วนจะมีวาล์วเพื่อทำหน้าที่ควบคุมซึ่งจะแตกต่างกัน เช่น ถ้าควบคุมทิศทางเพื่อให้กระบอกสูบเคลื่อนที่ออกและเข้าหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกส์มีการหมุนซ้ายหรือหมุนทางขวา จะใช้วาล์วควบคุมทิศทาง ส่วนการจะควบคุมความเร็วของกระบอกสูบและมอเตอร์ไฮดรอลิกส์นั้นจะต้องควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันที่ส่งมาจากปั๊มให้ได้ โดยใช้อุปกรณ์ที่เรียกว่า วาล์วควบคุมการไหล ซึ่งจะมีการปรับขนาดช่องทางของวาล์วที่ให้น้ำมันไหลผ่าน

## หลักการเบื้องต้นของวาล์วควบคุมความดัน

ต่อไปนี้จะได้กล่าวถึงหลักการทำงานของวาล์วควบคุมความดันอย่างง่าย ๆ ถ้าจะให้คำจำกัดความของวาล์วควบคุมความดันแล้ว คงจะกล่าวได้ว่าวาล์วควบคุมความดันคือ วาล์วที่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่กระทำอยู่กับความดันของสปริง ซึ่งณรงค์ ตันชีวะวงศ์ (2540, หน้า 85-86) กล่าวว่า เราสามารถทำให้ระบบมีความดันสูงสุดได้โดยการใช้วาล์วควบคุมความดันซึ่งปกติมีตำแหน่งปิดโดยใช้รู P ต่อกับความดันในระบบ ส่วนรูน้ำมันไหลออกจากวาล์วให้ต่อจากรู T ของวาล์วกับถังน้ำมันและให้สปูลของวาล์วทำงานด้วยความดันภายในระบบเอง หมายถึงเมื่อมีความดันสูงกว่าแรงสปริงภายในของวาล์ว จะทำให้วาล์วตัวนี้เปิดให้น้ำมันไหลจากรู P ไปยังรู T ดังแสดงในภาพที่ 8.1




ภาพที่ 8.1 วงจรการใช้รีลีฟวาล์ว
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2540, หน้า 85)

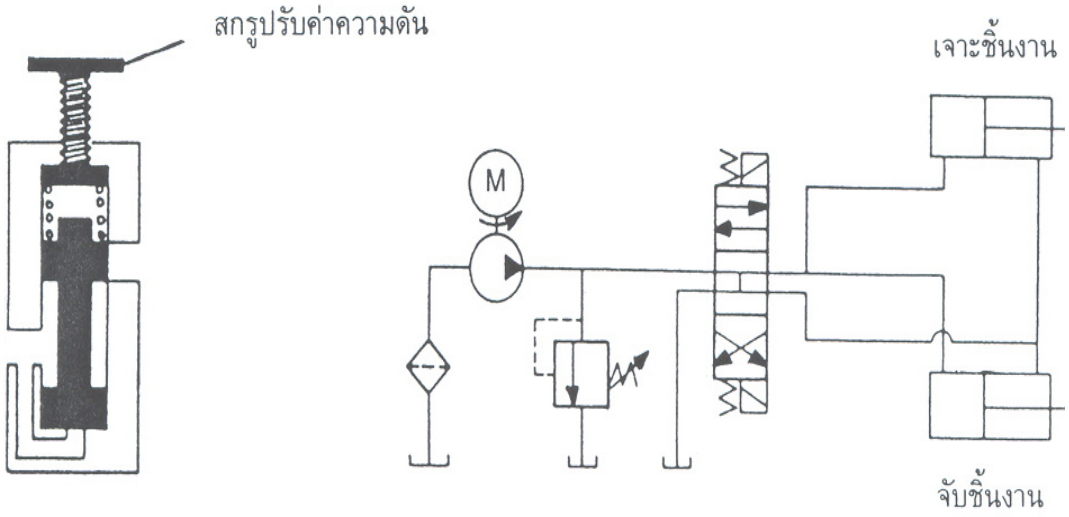
จากหลักการดังกล่าวนี้คือหลักการทำงานของรีลีฟวาล์ว ถ้าพิจารณาในภาพที่ 8.1 จะเห็นได้ว่ารีลีฟวาล์วตัวนี้ตั้งค่าความดันไว้ที่ 700 ปอนด์/ตารางนิ้ว เมื่อกระบอกสูบทำงาน (วิ่งออก) สุดช่วงชักแล้ว จะทำให้ค่าความดันภายในระบบเพิ่มสูงขึ้นเรื่อย ๆ จนในที่สุดมีค่าเท่ากับ 700 ปอนด์/ตารางนิ้ว เท่ากับความดันของสปริงที่รีลีฟวาล์ว เป็นผลให้รีลีฟวาล์วเปิด ทำให้น้ำมันวิ่งผ่านจากรู P ไปยังรู T ได้ เมื่อความดันในระบบยังคงที่อยู่ที่ 700 ปอนด์/ตารางนิ้ว รีลีฟวาล์วก็ยังคงเปิดอยู่ตลอด แต่เมื่อใดก็ตามที่ความดันลดลงต่ำกว่า 700 ปอนด์/ตารางนิ้ว จะทำให้รีลีฟวาล์วปิด

## การปรับค่าของความดัน

การปรับค่าของความดันนั้นจะเป็นการควบคุมความดันของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในวงจร เพื่อเป็นการป้องกันอันตรายจากแรงดันของน้ำมันที่สูงเกินกว่าความจำเป็นที่ได้กำหนดเอาไว้ ภายในวาล์วควบคุมความดันจะมีสปริงซึ่งถูกควบคุมภายในวาล์วควบคุมความดัน จะมีสปริงซึ่งถูกควบคุมโดยการหมุนสกรูที่ใช้ปรับความดันของวาล์วจากภายนอก ทำให้วาล์วมีความดันสูงหรือต่ำแล้วแต่ความต้องการได้

**1. การใช้วาล์วควบคุมความดันชนิดปกติปิด** (use of a normally closed pressure valve)

เป็นวาล์วที่นิยมใช้กันมากในระบบไฮดรอลิกส์นอกเหนือจากการใช้รีลีฟวาล์ว แล้วยังใช้เป็นวาล์วควบคุมความดันชนิดอื่น ๆ ได้อีก เช่น ซีเควนซ์วาล์ว เป็นต้น

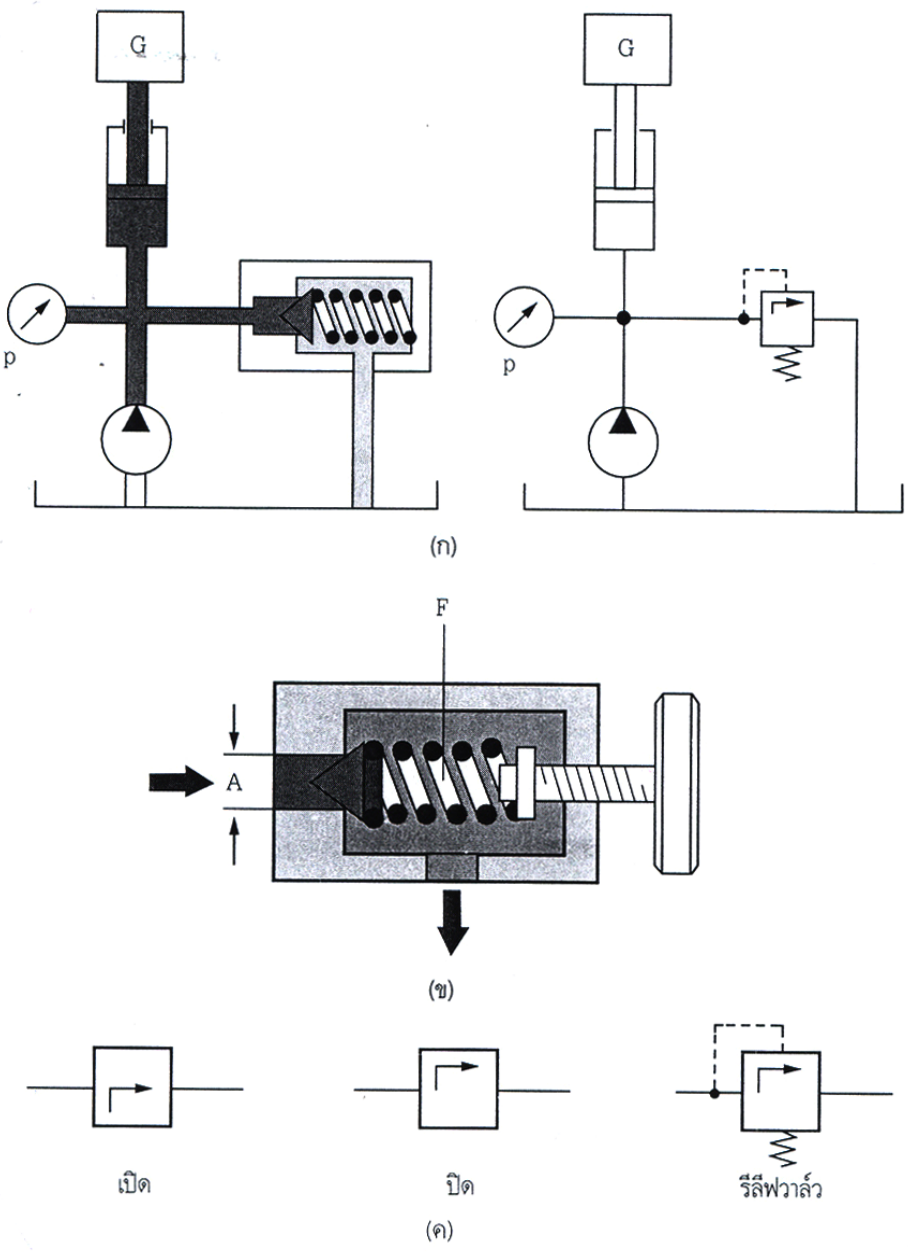



ภาพที่ 8.2 วาล์วควบคุมความดันชนิดปกติปิด
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2540, หน้า 86)

**2. รีลีฟวาล์ว** (pressure relief valve)

หน้าที่หลักของวาล์วชนิดนี้คือ จำกัดความดันในระบบหรือป้องกันอันตรายจากความดันในระบบที่สูงเกินไปให้มีค่าตามกำหนด ตามภาพที่ 8.3 (ก) ถ้าความดัน (p) มีค่าสูงกว่าค่าสปริงของรีลีฟวาล์วทำให้รีลีฟวาล์วเปิดให้ความดันที่สูงนั้นลงถังน้ำมัน ดังแสดงในภาพที่ 8.3

รีลีฟวาล์วมีโครงสร้าง 2 ลักษณะคือ โครงสร้างแบบพอพเพตและโครงสร้างแบบสปูล ข้อดีของโครงสร้างแบบพอพเพตคือมีช่วงชักสั้น จึงมีผลทำให้การตอบสนองต่อการทำงานได้รวดเร็วและป้องกันการกระพือของพอพเพตจึงติดตั้งอุปกรณ์ต้านการกระพือที่เรียกว่า แดมปิ้ง พลันเจอร์ (damping plunger) สำหรับโครงสร้างแบบสปูลจะมีความละเดียดในการควบคุมมากกว่า ถ้าด้านขอบของตัวควบคุมทำเป็นร่องบากเล็ก ๆ เอาไว้




ภาพที่ 8.3 รีลีฟวาล์ว

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2544, หน้า 168)

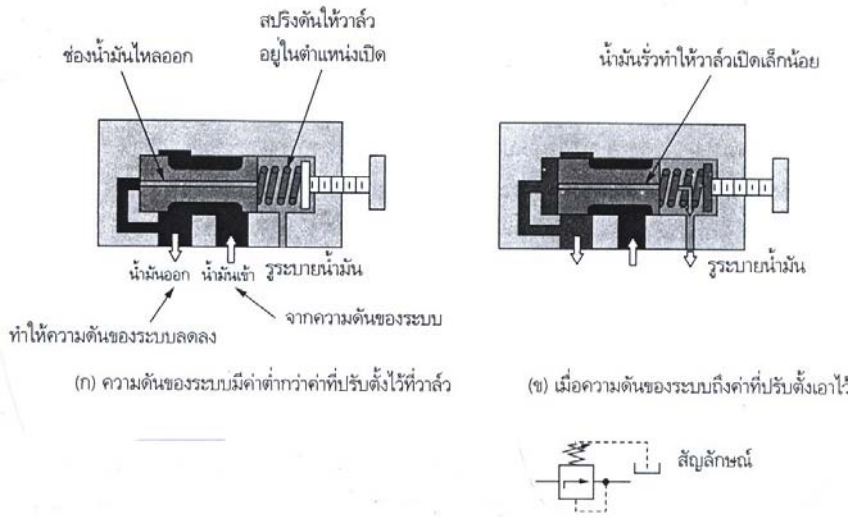
รีลีฟวาล์วชนิดทำงานโดยตรง

ตามภาพที่ 8.3 (ข) เป็นรีลีฟวาล์วชนิดทำงานโดยตรง (directly - operated pressure - relief valves) เมื่อความดัน P เข้ามาในวาล์วจะกระทำกับพื้นที่ A ทำให้เกิดแรง F (F = PA) และแรง F นี้จะเปรียบเทียบกับแรงของสปริง ถ้าแรง F มากกว่าแรงของสปริงที่ตั้ง

เอาไว้ ทำให้วาล์วเปิดเป็นผลให้น้ำมันจากทางเข้าต่อกับทางออกไหลลงถังน้ำมัน เมื่อแรง F นี้มีค่าต่ำกว่าแรงสปริง ทำให้วาล์วปิดทางน้ำมันที่ไหลลงถังน้ำมันทันที จึงทำให้ค่าความดัน p มีค่าคงที่อยู่ตลอดเวลา

ตามภาพที่ 8.3 (ค) เป็นสัญลักษณ์ของรีลีฟวาล์ว ซึ่งใช้รูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสที่ภายในมีเครื่องหมายลูกศรแสดงทิศทางไหลของน้ำมัน ถ้าลูกศรตรงกับเส้นที่แสดงด้านนอกของสี่เหลี่ยมจัตุรัส แสดงว่าวาล์วอยู่ในตำแหน่งเปิด ถ้าลูกศรไม่ตรง แสดงว่าวาล์วปิด และลูกศรจะเคลื่อนที่ต้านอยู่กับสปริงด้วยความดันจากเส้นประ (เส้นไพลอต)

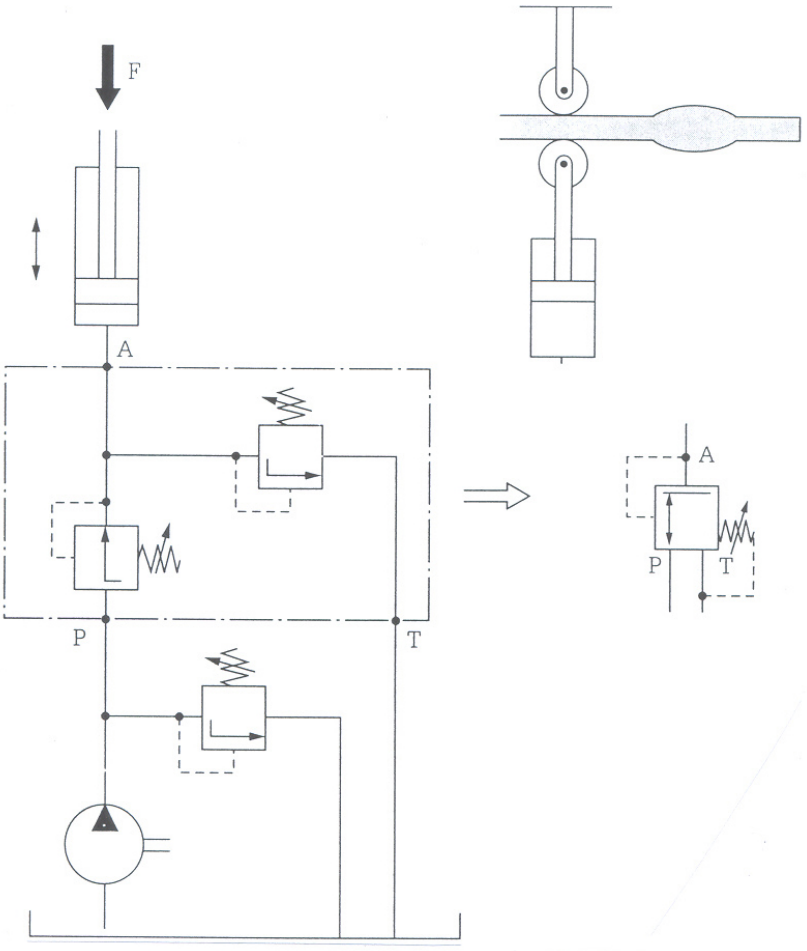
**3. วาล์วลดความดัน** (directly-operated pressure reducing valve)




ภาพที่ 8.4 วาล์วลดความดันชนิด 2 ทิศทาง
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์ , 2544 , หน้า 173)

จากภาพที่ 8.4 เป็นตำแหน่งปกติของวาล์วลดความดัน สปริงจะดันให้ลูกสูบ (สปูล) อยู่ในตำแหน่งเปิด ทำให้น้ำมันที่เข้าในวาล์วออกไปทางออกและอีกทางหนึ่งไปดันสปูล ซึ่งมีแรงสปริงดันอยู่ เมื่อความดันของน้ำมันด้านออกจากวาล์วที่ค่าสูงขึ้นถึงค่าที่ปรับตั้งสปริงเอาไว้ ทำให้สปูลวาล์วเคลื่อนที่ปิดทางออกของน้ำมันบางส่วน เพื่อให้น้ำมันไหลออกเพียงพอกับความต้องการและรักษาค่าความดันที่ปรับตั้งไว้เท่านั้น น้ำมันที่รั่วไหลเข้าไปในห้องสปริงจะต้องระบายออกทิ้งภายนอกวาล์ว ดังนั้นวาล์วลดความดันจะทำหน้าที่ลดความดันตามที่ปรับตั้งสปริงเอาไว้

ในกรณีที่ต้องการให้น้ำมันไหลย้อนทิศทาง จะต้องเลือกวาล์วลดความดันชนิดมีวาล์วกันกลับ ไม่เช่นนั้นแล้วน้ำมันจะไม่สามารถไหลย้อนทิศทางได้




ภาพที่ 8.5 วาล์วลดความดันชนิด 3 ทิศทาง
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2544, หน้า 175)

จากภาพที่ 8.5 งานบางอย่างเช่นภาพบนขวามือท่อขนาดโต ถ้าลดความดันของน้ำมันที่เข้ากระบอกสูบทำได้ตามต้องการแล้ว ถ้าหากกระบอกสูบมีแรงภายนอกมากระทำ จะทำให้น้ำมันที่ทางออกของวาล์วเพิ่มสูงขึ้นมาถึงทางน้ำมันเข้ารู P ทำให้ปั๊มส่งน้ำมันถูกขัดขวางในเบื้องต้น แต่หลังจากนั้นน้ำมันจากกระบอกสูบก็จะถูก เปิดออกลงถังทางรีลีฟวาล์ว ซึ่งวาล์วลดความดันและวาล์วควบคุมความดันจะอยู่ในชุดเดียวกัน

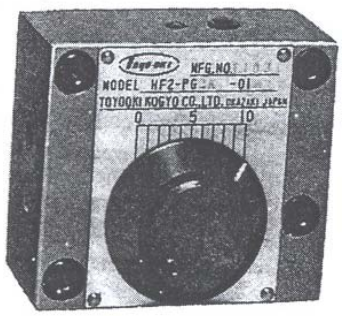
สรุปหลักการทั่ว ๆ ไปของวาล์วควบคุมความดันคือ

1. ทางน้ำมันออกของวาล์วควบคุมความดัน (seconddary ports) มักจะมีความดันและมีการระบายน้ำมันเป็นชนิดระบายภายนอก มีวาล์วต่อไปนี้คือ ซีเควนซ์วาล์วและรีดิวซิ่งวาล์ว

2. ทางน้ำมันออกของวาล์วควบคุมความดัน (secondary ports) ที่ต่อกับถังน้ำมันมักจะเป็นชนิดระบบน้ำมันภายใน มีวาล์วดังต่อไปนี้คือ รีลีฟวาล์ว วาล์วลดโหลด เคาน์เตอร์บาลานซ์วาล์วและเบรกวาล์ว

3. เพื่อที่จะให้น้ำมันไหลกลับทางได้ วาล์วควบคุมความดันทั้งหมดต้องมีเช็กวาล์ว

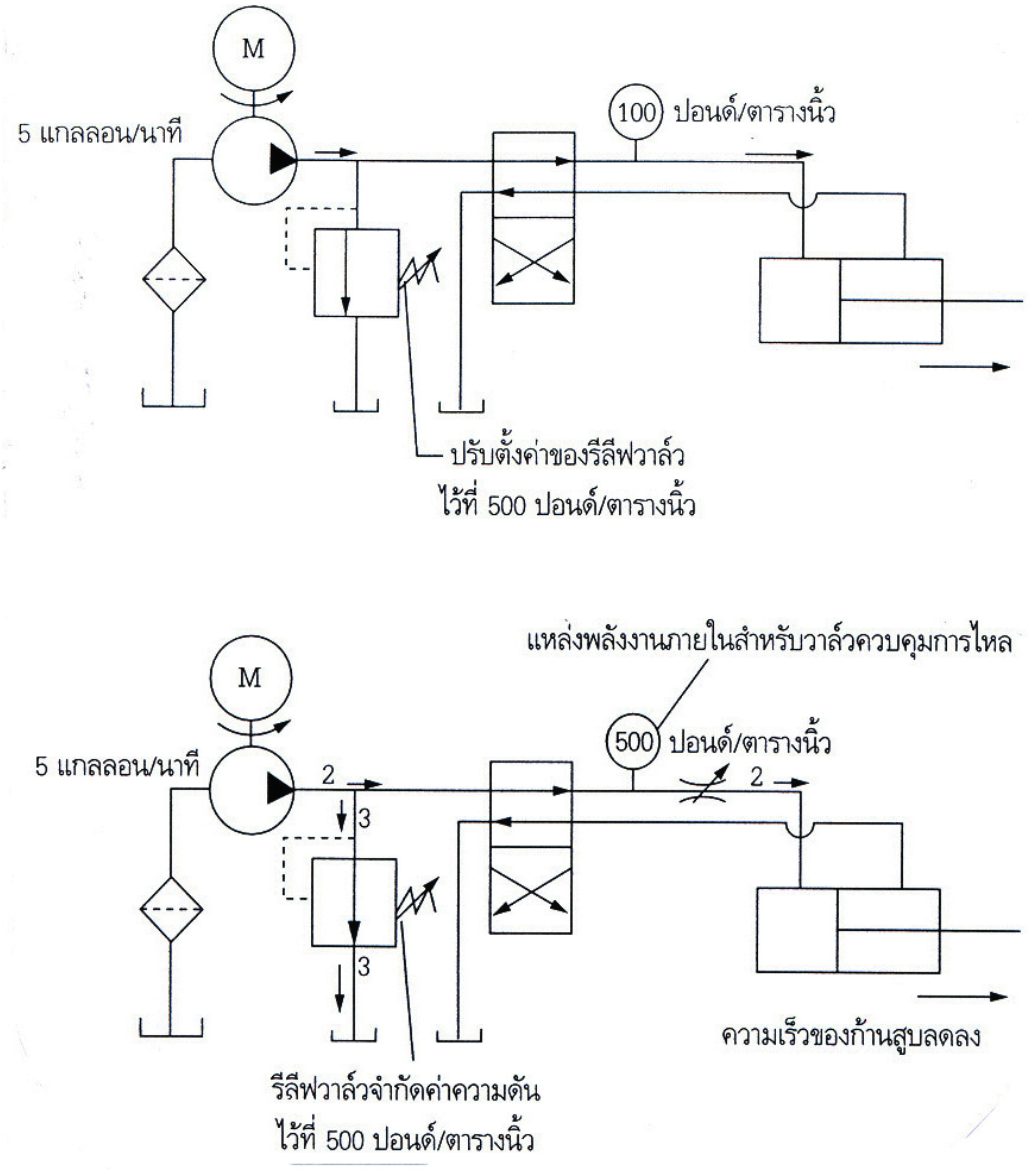
**4. วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมัน** (flow control valves)



สัญลักษณ์

ภาพที่ 8.6 วาล์วควบคุมอัตราการไหล
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2544, หน้า 186)

วาล์วควบคุมอัตราการไหล สามารถที่จะควบคุมปริมาณของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในระบบไฮดรอลิกส์นั้นจะทำให้จำนวนน้ำมันที่เข้าไปยังกระบอกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกส์น้อยลง จึงทำให้ความเร็วของลูกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ลดลง หรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นวาล์วที่กีดขวางการไหลของน้ำมัน (restriction) ดังภาพที่ 8.7 ถ้าให้ปั๊มส่งน้ำมันออกไปได้ 5 แกลลอน/นาที ในกรณีที่กระบอกสูบไม่มีภาระเลย ภายในระบบก็จะมีความดันเพิ่มขึ้น 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว ค่าความดัน 100 ปอนด์/ตารางนิ้วนี้เกิดจากค่าความดันเสียดทาน หรือค่าความหนืดของน้ำมันเป็นต้น และค่าต่าง ๆ ที่กล่าวนี้จะเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำมันมีความร้อนเกิดขึ้น

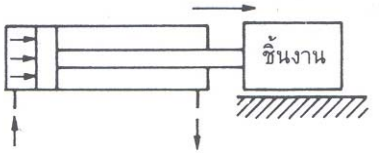



ภาพที่ 8.7 วงจรการใช้วาล์วควบคุมการไหล

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2540, หน้า 110)

เมื่อติดตั้งวาล์วควบคุมการไหลเข้าไปจะทำให้ความดันในระบบมีความดันเพิ่มมากขึ้น สมมติให้เป็น 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว สาเหตุเป็นเพราะจำนวนน้ำมันถูกกักตัวเอาไว้ 3 แกลลอน/นาที (การไหลมีสิ่งกีดขวางทำให้เกิดความดัน) ให้ไหลกลับถังน้ำมัน ส่วนที่เหลืออีก 2 แกลลอน/นาที จะยอมให้ผ่านออกไปได้เพื่อเข้าไปในกระบอกสูบจึงทำให้ความเร็วของลูกสูบลดลง (ความเร็ว (V) = $\frac{Q}{A}$ เมื่อ Q น้อยลง V จึงน้อยลง)

โดยปกติอุปกรณ์ทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ ซึ่งได้แก่ กระบอกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ทำงานด้วยความเร็วช้ากว่าระบบนิวแมติกส์หรือระบบการทำงานอื่นอยู่แล้ว แต่เนื่องจากว่าบางครั้งในการทำงานยังต้องการความนิ่มนวลเพื่อไม่ให้งานที่จะทำเกิดการแตกเสียหายหรือถูกกระทบกระเทือนจึงจำเป็นต้องทำการควบคุมให้การทำงานนั้นช้างลงไปอีก การที่จะทำให้ตัวทำงานเคลื่อนตัวช้าลงได้ กระทำได้โดยการควบคุมให้น้ำมันที่ไหลเข้าอุปกรณ์ทำงานมีปริมาณน้อยลง




จาก $Q = A \cdot V$ หรือ $V = \frac{Q}{A}$

Q คือปริมาณการไหลของน้ำมัน (quanlity flow)

A คือพื้นที่หน้าตัดของลูกสูบ (area)

V คือความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบ (velocity speed)

จากสูตร ถ้าลดปริมาณการไหลของน้ำมันที่เข้ากระบอกสูบโดยที่ใช้กระบอกสูบตัวเดิม ความเร็วในการเคลื่อนที่ของลูกสูบจะช้าลง

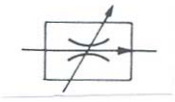
อุปกรณ์ที่จะทำหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำมันเรียกว่าวาล์วควบคุมอัตราไหล วาล์วปรับอัตราไหล หรือลิ้นหรี่ (flow control valve) แบ่งออกได้หลายชนิดดังสัญลักษณ์และชื่อเรียกต่อไปนี้

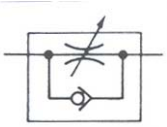
1. วาล์วคอคอด (throttle valve)

2. วาล์วช่องแคบ (orifice valve)

3. วาล์วคอคอดแบบปรับได้ (variable throttle valve)

4. วาล์วช่องแคบแบบปรับได้ (variable orifice valve)

5.  วาล์วควบคุมอัตราไหลแบบปรับอัตราไหลได้คงที่ (2-way flow control valve)

6.  วาล์วควบคุมอัตราไหลแบบปรับได้มีวาล์วกันกลับภายใน (one-way flow control valve)

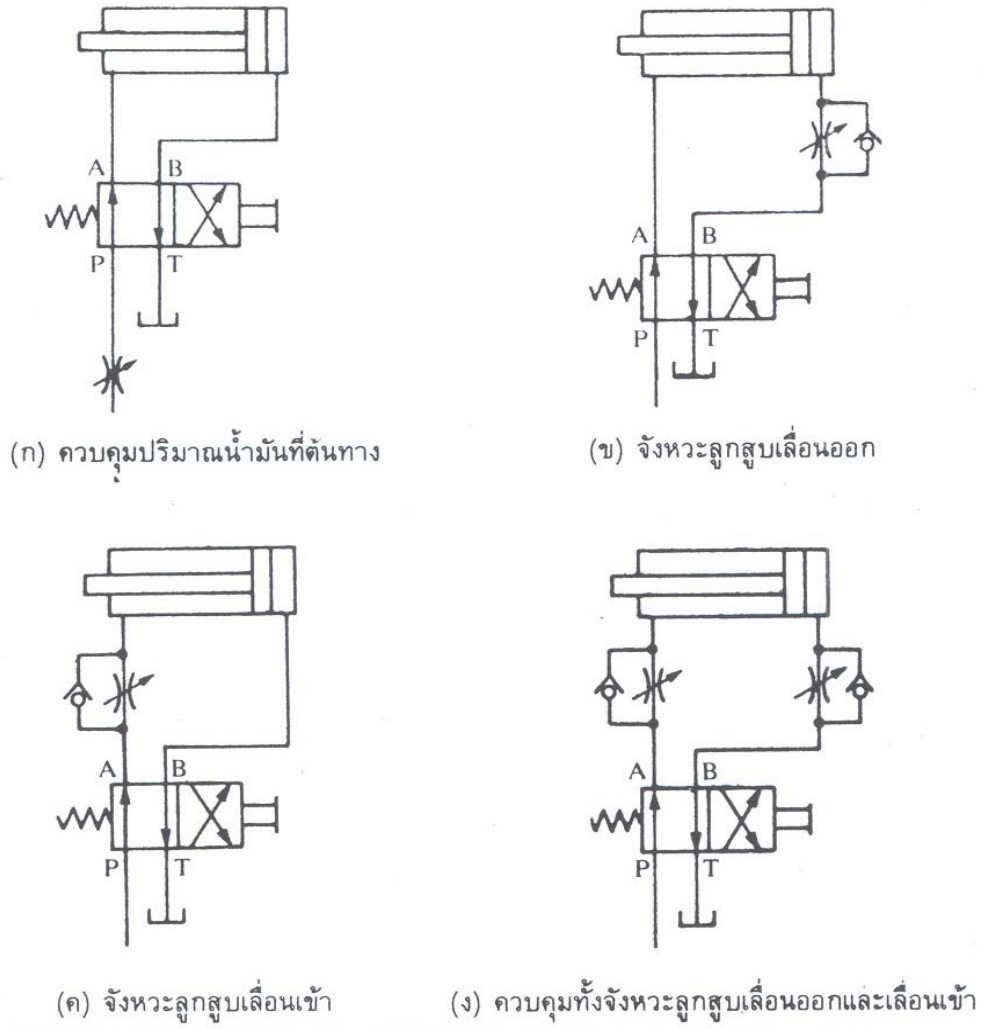
## วงจรควบคุมความเร็วลูกสูบโดยวิธีการควบคุมการไหลของน้ำมัน

การควบคุมความเร็วของอุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์ทำได้โดยควบคุมปริมาณการไหลของน้ำมันที่ส่งไปยังอุปกรณ์ที่ต้องควบคุม โดยใช้วาล์วควบคุมน้ำมันเปิดให้น้ำมันไหลเข้ามากจะให้ความเร็วสูงถ้าเปิดน้อยความเร็วจะลดลง ซึ่ง ณรงค์ ตันชีวะวงศ์ (2540, หน้า 151-153) กล่าวว่า การควบคุมการไหลของน้ำมันมี 3 วิธีด้วยกัน คือ

1. การควบคุมปริมาณน้ำมันก่อนเข้ากระบอกสูบ
2. การควบคุมปริมาณน้ำมันที่ออกจากกระบอกสูบ
3. การควบคุมโดยระบายน้ำมันออกจากวงจร

การควบคุมการไหลของน้ำมันทั้งการควบคุมปริมาณน้ำมันก่อนเข้ากระบอกสูบ ควบคุมน้ำมันที่ออกจากกระบอกสูบจะให้ความแม่นยำ แต่ประสิทธิภาพไม่ดีมากนัก แต่การควบคุมโดยระบายน้ำมันออกจากวงจรจะมีประสิทธิภาพแต่ไม่มีความแม่นยำ การควบคุมปริมาณน้ำมันออกจากกระบอกสูบ สามารถควบคุมอาการภาระวิ่งหนีได้ดี ส่วนการควบคุมปริมาณน้ำมันก่อนเข้ากะบอกสูบและการควบคุมโดยระบายน้ำมันออกจากวงจร จะควบคุมได้ดีเมื่อมีภาระด้านตรงข้ามเท่านั้น ดังนั้นการเลือกใช้และตำแหน่งการติดตั้งของวาล์วควบคุมการไหลจึงขึ้นอยู่กับชนิดของงานที่ใช้

**1. การควบคุมปริมาณน้ำมันก่อนเข้ากระบอกสูบ (meter in)**



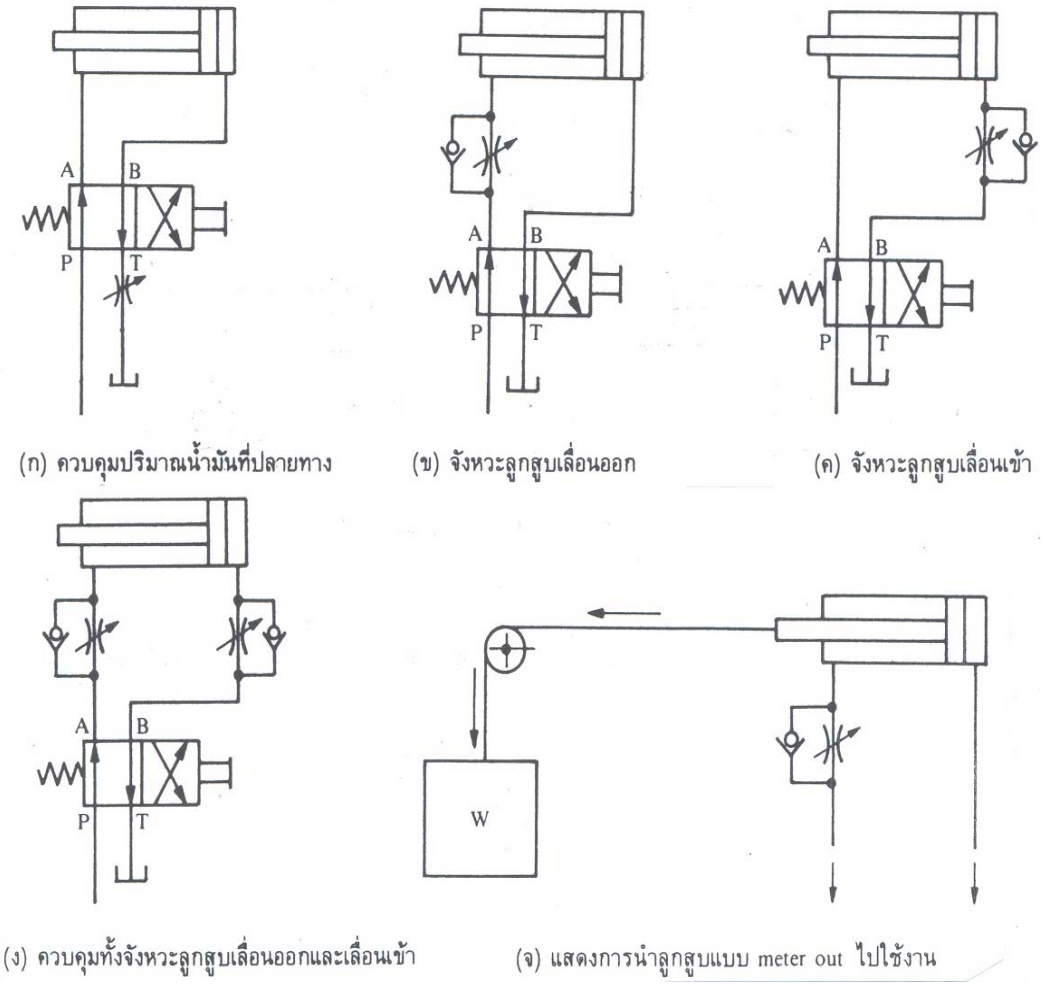

ภาพที่ 8.8 การควบคุมปริมาณน้ำมันก่อนเข้ากระบอกสูบ
ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์ และชนินทร์ นุ่มศิริ, 2545, หน้า 110)

**การนำไปใช้งาน**

วิธีการควบคุมปริมาณน้ำมันก่อนเข้ากระบอกสูบ เหมาะสำหรับการควบคุมความเร็วของลูกสูบที่อยู่ในแนวราบทำให้การควบคุมการเลื่อนของลูกสูบราบเรียบ นิ่มนวล ชิ้นงานไม่เกิดการกระแทก ดังแสดงในภาพที่ 8.8

ข้อดีของการควบคุมน้ำมันแบบนี้คือ ที่ลูกสูบจะไม่รับภาระมากนักเนื่องจากมีความดันของน้ำมันกระทำกับลูกสูบเพียงด้านเดียว การควบคุมได้ประสิทธิภาพสูง

**2. การควบคุมปริมาณน้ำมันที่ออกจากกระบอกสูบ (meter out)**

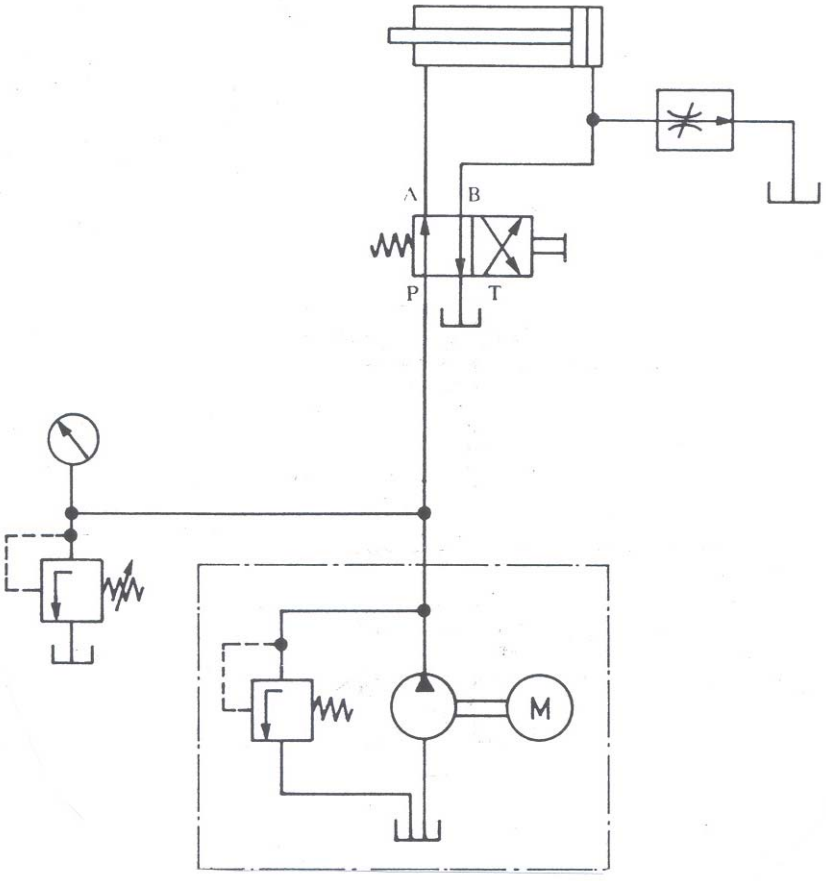



ภาพที่ 8.9 การควบคุมปริมาณน้ำมันที่ออกจากกระบอกสูบ
ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์ และชนินทร์ นุ่มศิริ, 2545, หน้า 132)

**การนำไปใช้งาน**

วิธีการควบคุมปริมาณน้ำมันออกจากกระบอกสูบเหมาะสำหรับการควบคุมความเร็วของลูกสูบที่กระทำกับภาระงานในแนวดิ่ง เนื่องจากต้องคำนึงถึงแรงดึงดูดของโลกที่จะทำให้ลูกสูบเลื่อนออกได้เอง ดังภาพที่ 8.9 (จ) ซึ่งไม่อาจใช้วิธีการควบคุมแบบ meter in ได้ การควบคุมแบบ meter out มีข้อเสียคือ จะเกิดภาระกับลูกสูบมาก เพราะทั้งสองด้านของลูกสูบจะมีความดันน้ำมันกระทำต้านกันอยู่

**3. การควบคุมโดยระบายน้ำมันออกจากวงจร (bleed-off circuit)**




ภาพที่ 8.10 การควบคุมโดยการระบายน้ำมันออกจากวงจร

ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์ และชนินทร์ นุ่มศิริ, 2545, หน้า 133)

**การนำไปใช้งาน**

วงจรนี้ใช้ควบคุมความเร็วของตัวทำงาน โดยการควบคุมอัตราไหลของน้ำมันผ่านวาล์วควบคุมทิศทางไปสู่กระบอกสูบ (อุปกรณ์ทำงาน) โดยให้น้ำมันระหว่างวาล์วควบคุมทิศทางกับอุปกรณ์ทำงานแยกไหลผ่านวาล์วปรับ อัตราไหลแบบปรับค่าได้ให้น้ำมันไหลลงสู่ถังเก็บน้ำมัน

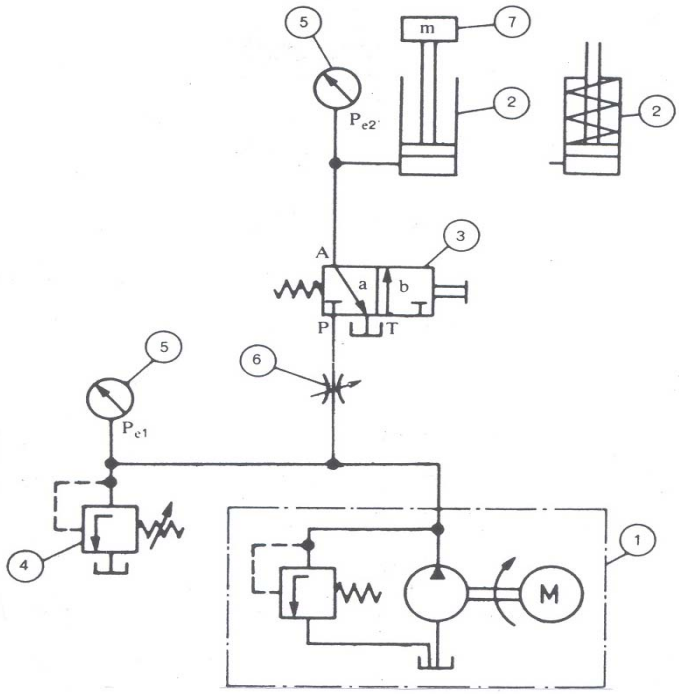
จากการทำงานของวงจรนี้จะทำให้อัตราการไหลของน้ำมันที่ป้อนเข้าสู่อุปกรณ์ทำงานลดลงเป็นผลให้ความเร็วของอุปกรณ์ทำงานลดลงด้วย

ลักษณะเด่นของวงจรนี้คือ วงจรนี้ให้ประสิทธิภาพสูงแต่ความเร็วของอุปกรณ์ทำงานจะเกิดการเปลี่ยนแปลงได้ เนื่องจากการที่ปั๊มจ่ายน้ำมันไม่คงที่สม่ำเสมอ

## วงจรควบคุมความเร็วของกระบอกสูบ

การควบคุมความเร็วของอุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์ ทำได้โดยควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันที่ส่งไปยังอุปกรณ์ตัวที่ต้องการควบคุม โดยใช้วาล์วควบคุมน้ำมัน (flow control valve) เปิดให้น้ำมันไหล

**วงจรที่ 8.1** การควบคุมความเร็วของกระบอกสูบทางเดียวด้วยวาล์วคอคอดแบบปรับได้




ภาพที่ 8.11 แสดงแผนภาพวงจรที่ 8.1
ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์ และชนินทร์ นุ่มศิริ, 2545, หน้า 134)

**อุปกรณ์ประกอบด้วย**

1. ชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์
2. กระบอกสูบทางเดียว
3. วาล์วควบคุมทิศทางชนิด 3/2
4. วาล์วควบคุมความดันน้ำมัน
5. เกจวัดความดัน
6. วาล์วคอคอดแบบปรับได้
7. ตุ้มน้ำหนัก

**การทำงานของวงจร**

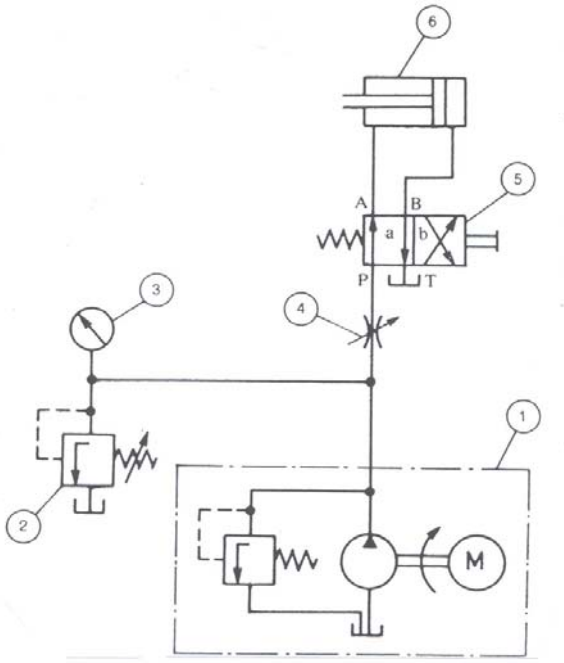
ปกติก่อนเริ่มต้นการทำงานของวงจรนี้ ลูกสูบจะอยู่ในตำแหน่งเข้าสุด

เมื่อป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ไฟฟ้า มอเตอร์หมุนขับปั๊มน้ำมันดูดน้ำมันจากถังผ่านวาล์วคอคอด (6) ไปหยุดที่ช่อง P ของวาล์วควบคุมทิศทาง 3/2 (3) ฉะนั้นจึงเกิดการอุดตันของทางน้ำมันขึ้นและเกิดความดันขึ้นภายในระบบ วาล์วระบายความดันน้ำมัน (4) เปิดทางให้น้ำมันไหลผ่านลงถัง

เมื่อกดวาล์วควบคุมทิศทาง 3/2 (3) ไปใช้ช่อง b น้ำมันจะไหลผ่านไปออกรู A ได้ผ่านต่อไปเข้ากระบอกสูบ ลูกสูบเลื่อนขึ้น แต่ปริมาณน้ำมันที่ไหลผ่านวาล์วคอคอดจะมีปริมาณน้อยลงตามที่ปรับ ฉะนั้นลูกสูบจะเลื่อนยกตุ้มน้ำหนักขึ้นอย่างช้า ๆ ส่วนปริมาณน้ำมันจากปั๊มที่เหลือจะไหลผ่านลงถังทางวาล์วระบายความดันน้ำมัน (4) ให้สังเกตความดัน $P_{e1} > P_{e2}$

เมื่อปล่อยให้วาล์วควบคุมทิศทาง 3/2 (3) กลับสู่ช่อง a น้ำมันภายในกระบอกสูบจะถูกดันย้อนกลับลงถังด้วยน้ำหนักของลูกตุ้ม

**วงจรที่ 8.2** การควบคุมความเร็วของกระบอกสูบสองทางด้วยวาล์วคอคอดแบบปรับได้




ภาพที่ 8.12 แสดงแผนภาพวงจรที่ 8.2

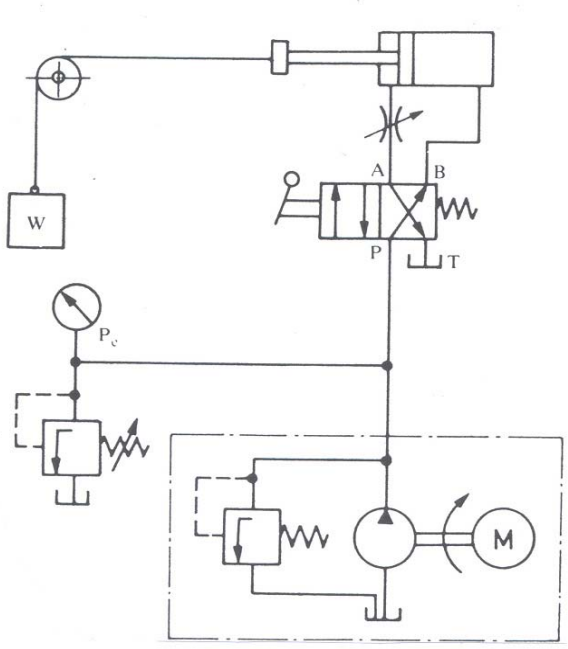
ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์ และชนินทร์ นุ่มศิริ, 2545, หน้า 135)

**อุปกรณ์ประกอบด้วย**

1. ชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์
2. วาล์วระบายความดันน้ำมัน
3. เกจวัดความดัน
4. วาล์วคอคอดแบบปรับได้
5. วาล์วควบคุมทิศทางชนิด 4/2
6. กระบอกสูบสองทาง

วงจรที่ 8.2 นี้ เป็นการติดตั้งวาล์วคอคอดที่ตำแหน่งควบคุมน้ำมันก่อนเข้าวาล์วควบคุมทิศทางและเป็นวิธีการควบคุมแบบปริมาณน้ำมันก่อนเข้ากระบอกสูบ การเคลื่อนที่ของลูกสูบจะช้าลง ทั้งจังหวะเลื่อนออกและเลื่อนเข้า ข้อดีของวงจรนี้คือ ประหยัดอุปกรณ์ ข้อเสียคือ ถ้าลูกสูบกระทำกับภาระงานเฉพาะจังหวะเลื่อนออก จะเป็นการเสียเวลาและสิ้นเปลืองพลังงานในจังหวะเลื่อนเข้า

**วงจรที่ 8.3** การควบคุมความเร็วกระบอกสูบสองทางด้วยวาล์วคอคอดแบบปรับได้ โดยติดตั้งวาล์วคอคอดที่ตำแหน่งควบคุมปริมาณน้ำมันออกจากกระบอกสูบ (meter out) ในจังหวะลูกสูบเลื่อนออก




ภาพที่ 8.13 แสดงแผนภาพวงจรที่ 8.3
ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์ และชนินทร์ นุ่มศิริ, 2545, หน้า 136)

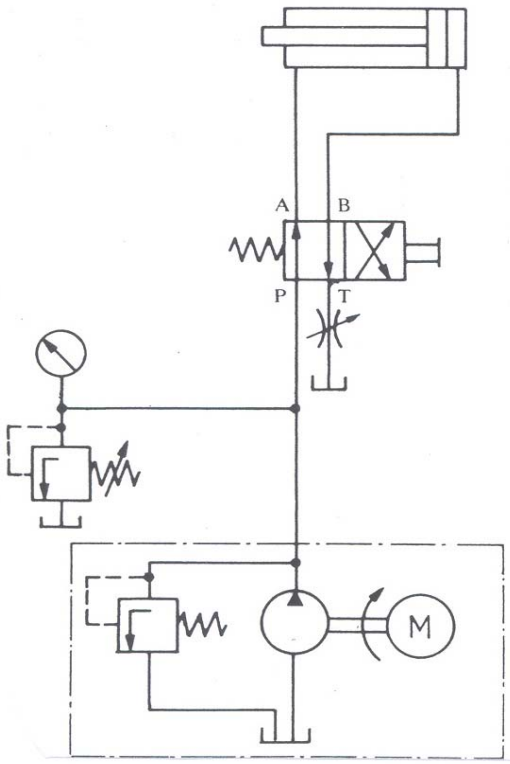
**อุปกรณ์ประกอบด้วย**

1. ชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์
2. วาล์วระบายความดันน้ำมัน
3. เกจวัดความดัน
4. วาล์วควบคุมทิศทางชนิด 4/2
5. วาล์วคอคอดแบบปรับได้
6. กระบอกสูบสองทาง

ข้อดีของวงจรที่ 8.3 คือประหยัดอุปกรณ์และตุ้มน้ำหนักเลื่อนลงได้อย่างนิ่มนวลในจังหวะลูกสูบเลื่อนออก

ข้อเสีย คือเสียเวลาและสิ้นเปลืองพลังงานมากโดยเปล่าประโยชน์ในจังหวะลูกสูบเลื่อนเข้า

**วงจรที่ 8.4** การควบคุมความเร็วกระบอกสูบทำงานสองทาง โดยติดตั้งวาล์วคอคอดที่ตำแหน่งควบคุมน้ำมันออกจากวาล์วควบคุมทิศทางก่อนลงถัง (meter out)




ภาพที่ 8.14 แสดงแผนภาพของวงจรที่ 8.4
ที่มา (มนตรี โชติวรวิทย์ และชนินทร์ นุ่มศิริ, 2545, หน้า 137)

**อุปกรณ์ประกอบด้วย**

1. ชุดต้นกำลังไฮดรอลิกส์
2. วาล์วระบายความดันน้ำมัน
3. เกจวัดความดัน
4. วาล์วควบคุมทิศทาง 4/2
5. วาล์วคอคอดแบบปรับได้
6. กระบอกสูบสองทาง

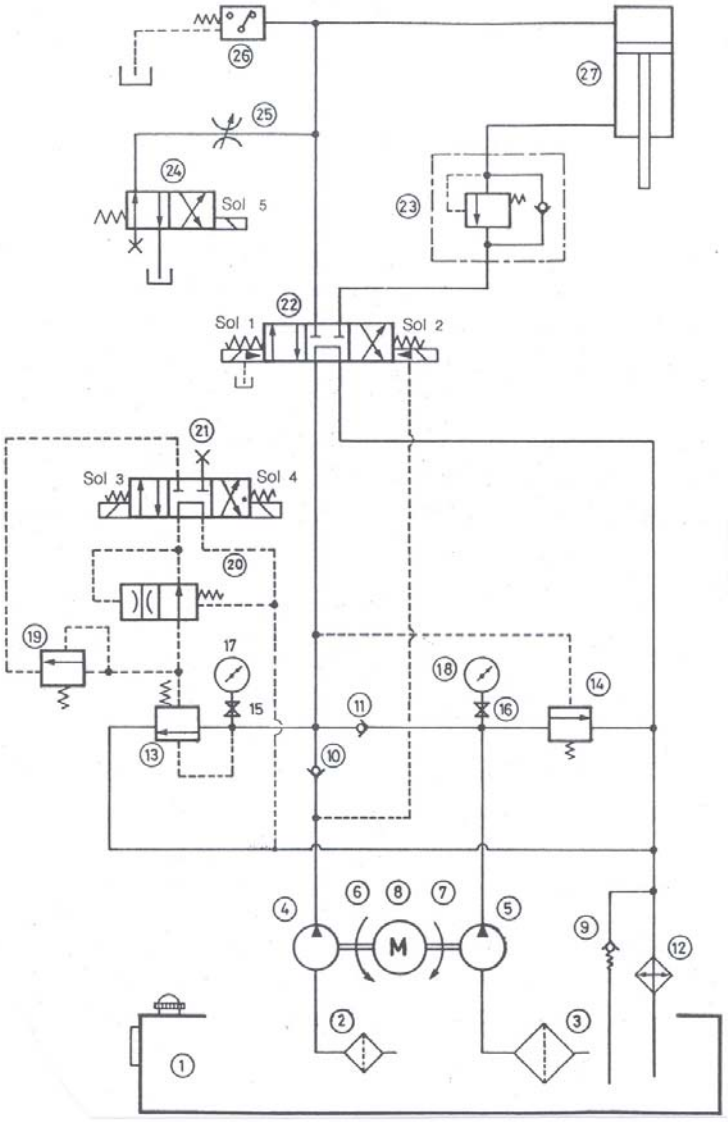
**การทำงานของวงจร**

เมื่อกดวาล์วควบคุมทิศทาง 4/2 เลื่อนไปทางซ้ายมือน้ำมันจะถูกส่งจากช่อง P ไปยังช่อง B เข้าทางด้านหัวลูกสูบส่วนน้ำมันจากช่อง A จะส่งไปยังช่อง T ผ่านวาล์วคอคอดแบบปรับได้ ซึ่งจะทำให้น้ำมันไหลผ่านได้ช้าจึงทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ออกช้า เมื่อปล่อยมือจากวาล์วควบคุมทิศทาง 4/2 วาล์วจะกลับมาอยู่ในตำแหน่งดังภาพที่ 8.14 น้ำมันจากช่อง P ไปยังช่อง A ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า ส่วนทางด้านน้ำมันไหลออกทางด้านหัวลูกสูบจะไหลผ่านช่องทาง B ไปยังช่องทาง T ผ่านวาล์วคอคอดที่เป็นตัวควบคุมปริมาณน้ำมันจะทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ช้า ซึ่งการควบคุมปริมาณน้ำมันแบบนี้เป็นการควบคุมปริมาณน้ำมันที่ไหลออกจากกระบอกสูบนั่นเอง

การควบคุมแบบนี้เป็นการสิ้นเปลืองพลังงาน เนื่องจากจะมีแรงต้านทานของน้ำมันที่ถูกควบคุมจากวาล์วคอคอดแบบปรับได้

**วงจรเครื่องอัดไฮดรอลิกส์**

เครื่องอัดไฮดรอลิกส์ขนาดใหญ่ซึ่งต้องการแรงอัดตั้งแต่ 100 ตันขึ้นไป ในวงจรจะมีกระบอกสูบทำหน้าที่อัดชิ้นงานขนาดใหญ่ จึงใช้ชุดต้นกำลังเป็นแบบปั๊ม 2 ตัว ทำงานที่ความดันสูงและต่ำ ทำให้ลดภาระในการทำงานด้วยการควบคุมที่ช่องปล่อยระบบของวาล์วปลดความดันแบบไพลอต ช่วยประหยัดกำลังงาน ในขณะอัดชิ้นงาน ได้มีส่วนของชุดทำงาน ทำการลดแรงอัดระบายน้ำมันที่ความดันสูง เป็นการป้องกันการช๊อคซึ่งทำให้เกิดเสียงดังในขณะบังคับวาล์วควบคุมทิศทางเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่ง โดยมีรายละเอียดของวงจรดังภาพที่ 8.15




ภาพที่ 8.15 วงจรเครื่องอัดไฮดรอลิกส์

ที่มา (ขวัญชัย สินทิพย์ และปานเพชร ชินินทร, 2539, หน้า 505)

**1. รายละเอียดอุปกรณ์ในวงจร** ในภาพที่ 8.15

(1) ถังพักน้ำมัน

(2) และ (3) สเตรนเนอร์ที่ปลายท่อดูด

(4) ปั๊มทำงานที่ความดันสูง มีปริมาณการส่งต่ำ (ปั๊มตัวเล็ก)

(5) ปั๊มทำงานที่ความดันต่ำ มีปริมาณการส่งสูง (ปั๊มตัวใหญ่)

(6) และ (7) คัปปลิ้งหรือยอยที่ใช้ต่อระหว่างเพลาขับของปั๊มกับเพลาของมอเตอร์ไฟฟ้า

(8) มอเตอร์ไฟฟ้า

(9) , (10) และ (11) วาล์วกันกลับ

(12) ถังถ่ายเทความร้อน

(13) วาล์วปลดความดันแบบไพลอต

(14) วาล์วลดภาระหรืออันโหลดติ้งวาล์ว

(15) และ (16) วาล์วปิด - เปิด

(17) และ (18) เกจวัดความดัน

(19) วาล์วปลดความดันแบบไดเรกแอกติ้ง

(20) โช้ก

(21) วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง ทำงานด้วยโซลีนอยด์กระทำโดยตรง ใช้ควบคุมการทำงานของวาล์วปลดความดันแบบไพลอตด้วยวิธีรีโมทคอนโทรล

(22) วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง ควบคุมการทำงานด้วยโซลีนอยด์และดันให้วาล์วเลื่อน ทำงานด้วยความดันไพลอต ใช้ควบคุมการทำงานของกระบอกสูบอัดชิ้นงาน

(23) วาล์วกันตกใช้ควบคุมน้ำมันที่ออกจากปลายกระบอกสูบเพื่อให้กระบอกสูบอัดชิ้นงานเลื่อนออกทำงานได้อย่างนิ่มนวล

(24) วาล์วควบคุม 4 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง ทำงานด้วยโซลีนอยด์กระทำโดยตรง กลับตำแหน่งเดิมด้วยสปริงใช้ปล่อยระบายน้ำมันเพื่อลดแรงอัดเนื่องจากความดันสูงขณะอัดชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว ซึ่งสามารถควบคุมการปล่อยระบายได้ที่วาล์ว (25)

(25) วาล์วควบคุมอัตราการไหลชนิดปรับค่าได้ ใช้ควบคุมการปล่อยระบายน้ำมันที่วาล์ว (24)

(26) สวิตซ์ความดันใช้เป็นตัวตัดต่อวงจรไฟที่จะควบคุมการทำงานของโซลีนอยด์วาล์ว (24) เพื่อการทำงานลดแรงอัด

(27) กระบอกสูบอัดชิ้นงาน

**2. การทำงานของวงจรเครื่องอัดไฮดรอลิกส์** เมื่อสตาร์ตให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงาน ปั๊มทั้ง 2 ตัวจะส่งน้ำมันกลับถังพักได้ที่ความดันต่ำ น้ำมันจะผ่านวาล์ว (22) และรูระบายที่วาล์วปลดความดันแบบไพลอตถูกต่อให้ลงถังพักได้ ความดันสมดุลย์ในวาล์วจะเสียไป วาล์วปลดความดันหลักของวงจรจึงเปิดได้ที่ความดันต่ำ เพื่อเป็นการช่วยลดภาระของปั๊มในขณะเดินตัวเปล่า

เมื่อกดสตาร์ทเพื่อต้องการให้กระบอกสูบอัดชิ้นงานทำงานจะมีไฟป้อนเข้าโซลีนอยด์ (1) ของวาล์ว (22) และโซลีนอยด์ (3) ที่วาล์ว (21) ทำให้รูปล่อยระบายหรือรูรีโมทอุดตันวาล์วปลดความดัน (13) จะปิดและจำกัดความดันสูงสุดของวงจรตามที่ปรับตั้งไว้ การทำงานที่ท่อรีโมทในช่วงนี้ โช้ก (20) จะทำหน้าที่ป้องกันการช็อคในท่อทางและช่วยให้เกิดการตอบสนองของความดันที่วาล์วปลดความดัน (13) ได้ดีขึ้น เมื่อวาล์ว (17) ปิด น้ำมันจากปั๊มทั้ง 2 ตัวจะส่งให้กับกระบอกสูบอัดชิ้นงานทางด้านหัวสูบโดยผ่านทางวาล์ว (22) กระบอกสูบ (27) จะเลื่อนอัดชิ้นงานได้อย่างรวดเร็วตามอัตราการไหลรวมจากปั๊มทั้ง 2 ตัว การเลื่อนออกไปอัดชิ้นงานนี้วาล์ว (23) จะช่วยให้การเลื่อนเป็นไปอย่างนิ่มนวลและไม่กระแทกชิ้นงานเมื่อถึงตำแหน่งอัดชิ้นงาน ตอนนี้ช่วงความดันจะสูงขึ้นเกินกว่าที่ปรับตั้งไว้ที่วาล์วลดภาระ (14) ซึ่งปกติจะปรับตั้งไว้ประมาณ 500 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว วาล์ว (14) ก็จะเปิดให้น้ำมันจากปั๊มตัวใหญ่ (5) ส่งน้ำมันลงถังพักได้ เป็นการประหยัดพลังงานเพราะในช่วงนี้ต้องการเฉพาะความดันสูงไม่ต้องการอัตราการไหลมาก จึงใช้เฉพาะปั๊มเล็ก (4) ทำงานเพียงตัวเดียวในช่วงอัดชิ้นงาน ในช่วงนี้ความดันในท่อทางจะมีค่าสูงถึงที่ปรับตั้งไว้ที่สวิตช์ความดัน หน้าคอนแทคในสวิตช์ความดันจะทำงานตัดสัญญาณไฟที่ป้อนเข้าโซลีนอยด์ (1) และป้อนไฟเข้าโซลีนอยด์ (5) ของวาล์ว (24) ให้วาล์วเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่ง น้ำมันในท่อทางที่มีความดันสูงจะถูกระบายกลับถังพักโดยผ่านทางวาล์ว (24) ได้ เพื่อเป็นการลดความดันลงหลังจากอัดชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว เมื่อป้อนไฟเข้าโซลีนอยด์ (2) ของวาล์ว (22) เพื่อต้องการให้กระบอกสูบถอยกลับตำแหน่งเดิม การเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่งของวาล์วจะไม่ทำให้เกิดเสียงดังในท่อทางและสามารถเคลื่อนที่กลับได้อย่างราบเรียบ ในขณะป้อนไฟเข้าโซลีนอยด์ (2) จะมีไฟป้อนเข้าโซลีนอยด์ (4) ของวาล์ว (21) ด้วย ทำให้ช่องปล่อยระบายของวาล์วปลดความดันหลัก (13) ถูกควบคุมแบบรีโมทคอนโทรลด้วย วาล์วปลดความดันแบบไดเรกแอกติ้ง (19) เพื่อใช้จำกัดความดันสูงสุดตอนกระบอกเลื่อนกลับสุดให้วาล์วปลด ความดันหลัก (13) เปิดระบายน้ำมันจากปั๊มเล็ก (4) ให้ไหลกลับถังพักได้ ตามความดันที่ปรับตั้งไว้ที่วาล์วปลดความดัน (19) ซึ่งปรับตั้งไว้มากกว่าที่ต้องการใช้ขณะกระบอกถอยกลับ ส่วนปั๊มใหญ่ (5) จะไหลกลับถังพักได้โดยผ่านทางวาล์วลดภาระ (14)

**วงจรเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ชนิดเลื่อนอัดเร็วขนาด 180 ตัน**

วงจรแสดงการทำงานของเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ขนาด 180 ตัน ดังแสดงในภาพที่ 8.16 จะสามารถเลื่อนอัดแม่พิมพ์ตัวบนด้วยความเร็ว 130 มิลลิเมตรต่อวินาที จากนั้นจะเลื่อนอัดแม่พิมพ์ตัวล่างต่อไปด้วยความเร็วประมาณ 5.5 มิลลิเมตรต่อวินาที ส่วนตอนเลื่อนถอยกลับก็สามารถถอยกลับได้อย่างรวดเร็วด้วยความเร็วประมาณ 130 มิลลิเมตรต่อวินาที ที่ทำงานเช่นนี้ได้เพราะ

ตอนเลื่อนออกใช้วงจรเพิ่มความเร็ว (regenerative circuit) มาช่วยเพิ่มอัตราการไหล ส่วนตอนเลื่อนกลับใช้ไพลอตเช็ควาล์วช่วยระบายน้ำมันจำนวนมากให้ไหลกลับทางวาล์วควบคุมทิศทาง มีรายละเอียดอุปกรณ์ในวงจรดังภาพที่ 8.16

**1. รายละเอียดของอุปกรณ์ในวงจร** จากภาพที่ 8.16 มีดังนี้

(1) ถังพักน้ำมันขนาด 1500 ลิตร

(2) สเตรนเนอร์ที่ท่อดูดของปั๊มทนความดันสูง (4) (ปั๊มตัวเล็ก)

(3) สเตรนเนอร์สำหรับท่อดูดคู่ของปั๊มทนความดันต่ำ (5) (ปั๊มตัวใหญ่)

(4) ปั๊มไฮดรอลิกส์ส่งอัตราการไหลคงที่ ชนิดใช้งานที่ความดันสูง และจ่ายอัตราการไหลต่ำในวงจรนี้มีขนาด 30 ลิตรต่อนาที ใช้ความดันสูงสุดได้ 210 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

(5) ปั๊มไฮดรอลิกส์ส่งอัตราการไหลคงที่ชนิดใช้งานที่ความดันต่ำ และจ่ายอัตราการไหลมากในวงจรนี้มีขนาด 330 ลิตรต่อนาที ใช้ความดันสูงสุดได้ 60 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

(6), (7) คัปปลิ้งที่ใช้ต่อระหว่างเพลาขับของปั๊มกับมอเตอร์ไฟฟ้า

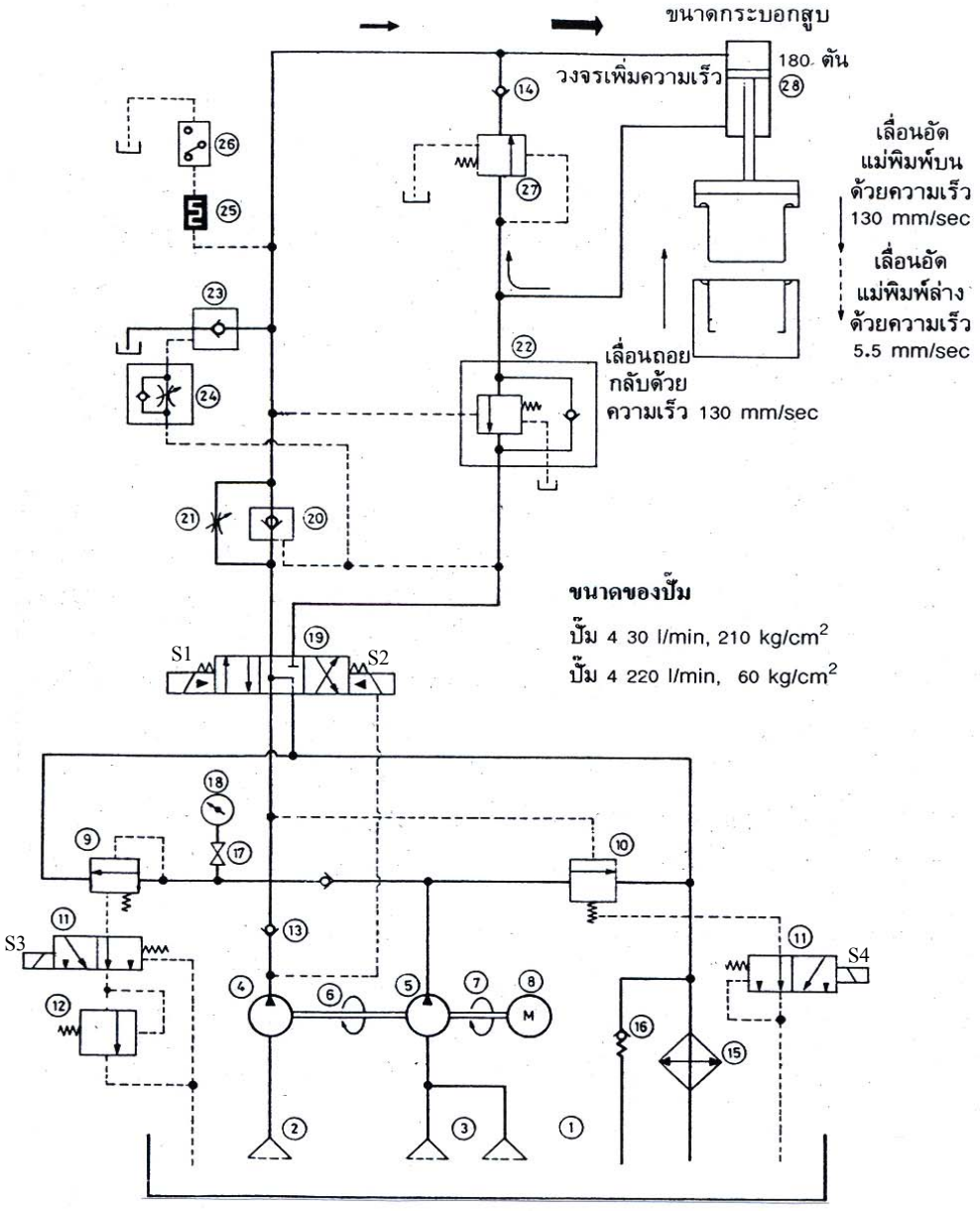
(8) มอเตอร์ไฟฟ้า ขนาด 22 kw-6p

(9) วาล์วปลดความดันแบบไพลอต ขนาด 3/4 นิ้ว ปรับตั้งความดันไว้ที่ 210 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

(10) อันโหลดดิ้งวาล์ว ขนาด 3/4 นิ้ว ปรับตั้งความดันไว้ที่ 30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

(11) วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 3 ทิศทาง 2 ตำแหน่ง บังคับโดยโซลีนอยด์เลื่อนกลับด้วยสปริงขนาด 1/4 นิ้ว ใช้ควบคุมท่อปล่อยระบายของวาล์วปลดความดันแบบไพลอต (โซลีนอยด์ (3)) และอันโหลดดิ้งวาล์ว (โซลีนอยด์ (4)) เพื่อผลในการควบคุมการทำงานแบบรีโมทคอนโทรล

(12) วาล์วปลดความดันแบบไดเรกแอกติ้ง ขนาด 1/4 นิ้ว ปรับตั้งความดันไว้ที่ 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ใช้ควบคุมแบบรีโมทให้วาล์วปลดความดันหลักของวงจรเปิดที่ความดัน 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ได้เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานตอนกระบอกสูบถอยกลับสุด




ภาพที่ 8.16 วงจรเครื่องอัดไฮดรอลิกส์ชนิดเลื่อนอัดเร็ว

ที่มา (ขวัญชัย สินทิพย์ และปานเพชร ชินินทร, 2539, หน้า 508)

(13) วาล์วกันกลับใช้น้ำมันที่ความดันสูงไหลย้อนกลับมาที่ตัวปั๊ม

(14) วาล์วกันกลับใช้กันน้ำมันที่ความดันสูงไหลย้อนกลับมาที่ตัววาล์วจัดลำดับ (23)

(15) ถังถ่ายเทความร้อน ขนาด 10,000 kcal/hr

(16) วาล์วกันกลับใช้บายพาสน้ำมันให้ไหลกลับถังพักได้ ในกรณีที่ถังถ่ายเทความร้อนเกิดการอุดตัน

(17) วาล์วปิด - เปิด

(19) วาล์วควบคุมทิศทางแบบ 4 ทิศทาง 3 ตำแหน่ง ควบคุมด้วยโซลีนอยด์และทำงานด้วยความดันไพลอตกลับตำแหน่งกลางด้วยสปริง ขนาด 2 นิ้ว ใช้ควบคุมการเลื่อนเข้า-ออกของกระบอกสูบอัดชิ้นงาน

(20) ไพลอตเช็ควาล์ว ขนาด 2 นิ้ว ใช้กันน้ำมันที่ความดันสูงให้ค่อย ๆ ไหลกลับทางวาล์วหรี่น้ำมัน (21) เพื่อลดแรงอัดตอนอัดชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว

(21) วาล์วหรี่น้ำมันขนาด 3/8 นิ้ว ใช้ควบคุมน้ำมันที่ระบายกลับถังพักเมื่อวาล์วควบคุมทิศทาง (19) อยู่ตำแหน่งกลาง ขณะอัดชิ้นงานเรียบร้อยแล้ว ช่วยลดเสียงดังในท่อเมื่อวาล์วเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่ง

(22) วาล์วจัดลำดับชนิดมีวาล์วกันกลับอยู่ภายใน ทำงานด้วยความดันไพลอตจากภายนอก ขนาด 2 นิ้ว ใช้ควบคุมน้ำมันที่ปลายกระบอกด้านก้านสูบให้ไหลกลับถังพักได้ตอนเลื่อนอัดแม่พิมพ์ตัวล่าง

(23) ไพลอตเช็ควาล์ว ขนาด 2 นิ้ว ใช้ระบายน้ำมันจำนวนมากตอนกระบอกสูบเลื่อนถอยกลับ

(24) วาล์วปรับอัตราการไหลใช้ควบคุมความดันไพลอตที่ใช้เปิดไพลอตเช็ควาล์ว (23)

(25) ตัวกันน้ำมันกระแทกที่สวิตซ์ความดัน

(26) สวิตซ์ความดัน ปรับตั้งให้ทำงานที่ความดัน 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

(27) วาล์วจัดลำดับทำงานด้วยความดันไพลอตจากภายใน ขนาด 2 นิ้ว ใช้เพิ่มอัตราการไหลให้กระบอกสูบขณะเคลื่อนที่เร็วทำให้เป็นวงจรเพิ่มความเร็ว ปรับตั้งความดันไว้ที่ 30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร

(28) กระบอกสูบอัดชิ้นงาน ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 340 × 240 มิลลิเมตร ทำจากเหล็กที่ทนต่อความเค้นแรงดึงได้ 310 นิวตันต่อตารางมิลลิเมตร

**2. การทำงานของวงจร** เมื่อกดสตาร์ทให้ปั๊มความดันสูง (4) และความดันต่ำ (5) กระบอกสูบเลื่อนออกทำงาน จะมีไฟป้อนเข้าโซลีนอยด์ (1) ของวาล์ว (19) โซลีนอยด์ (3) และ (4) ของวาล์ว (11) วาล์ว (11) จะเลื่อนปิดกั้นช่องระบายของวาล์ว (9) และ (10) วาล์ว (19) เลื่อนเปลี่ยนตำแหน่งให้น้ำมันจากปั๊มทั้ง 2 ตัว (4) และ (5) ถูกส่งเข้ากระบอกสูบ น้ำมันที่ไหลออกจากกระบอกสูบไม่สามารถไหลกลับถังพักได้ จนมีความดันถึง 30 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร วาล์ว (27) จะเปิดให้น้ำมันที่ปลายกระบอกสูบด้านก้านสูบไหลไปเสริมกับอัตราการไหลจากปั๊มทั้ง 2 ตัว (4) และ (5) ทำให้เป็นวงจรเพิ่มความเร็ว กระบอกสูบก็จะสามารถเลื่อนออกได้ด้วยความเร็วประมาณ 130 มิลลิเมตรต่อวินาที เมื่อเลื่อนอัดแม่พิมพ์ตัวบนแล้ว ความดัน

ที่ทางท่อเข้ากระบอกสูบจะมีค่าสูงขึ้นจนถึงค่า 70 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร วาล์วจัดลำดับ (22) ก็จะถูกบังคับให้เปิดยอมให้น้ำมันที่ปลายกระบอกด้านก้านสูบไหลกลับถังพักได้และอันโหลดดิ้งวาล์ว (10) จะถูกบังคับให้เปิดยอมให้น้ำมันจากปั๊มตัวใหญ่ (4) ไหลกลับถังพักได้ เหลือแต่ปั๊มตัวเล็ก (5) ส่งอัตราการไหล 30 ลิตรต่อนาทีให้กระบอกสูบก็จะเลื่อนอัดแม่พิมพ์ตัวล่างด้วยความเร็วต่ำประมาณ 5.5 มิลลิเมตรต่อวินาที เมื่ออัดแม่พิมพ์ตัวล่างเรียบร้อยแล้ว ในขณะนี้ความดันในระบบจะสูงถึง 200 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร สวิตซ์ความดันก็จะทำงานและตัดสัญญาณไฟที่ป้อนเข้าโซลีนอยด์ (1) ของวาล์ว (19) และโซลีนอยด์ (3) ของวาล์ว (11) วาล์ว (19) จะเลื่อนกลับตำแหน่งกลาง ความดันในระบบก็จะค่อย ๆ ลดลงโดยควบคุมน้ำมันที่ระบายกลับถังพักด้วยวาล์ว (21) และขณะนี้วาล์ว (9) สามารถเปิดได้ด้วยความดันเพียง 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร ถึงแม้ปรับตั้งไว้ที่ 210 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรเพราะถูกควบคุมแบบรีโมทที่วาล์ว (12)

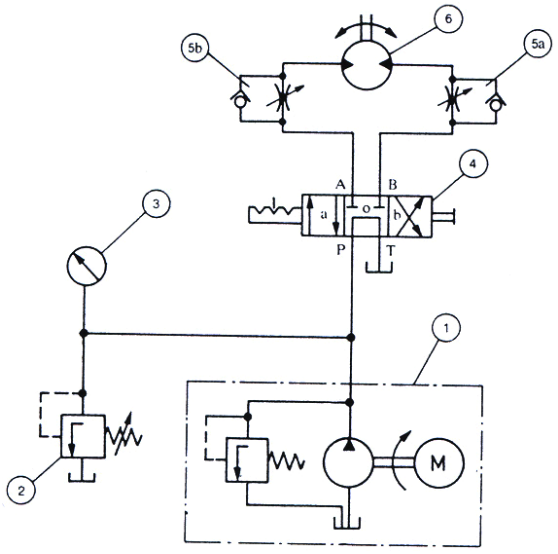
ป้อนไฟเข้าโซลีนอยด์ (2) ของวาล์ว (19) วาล์ว (19) จะเลื่อนเปลี่ยนตำแหน่งได้โดยไม่ทำให้เกิดเสียงดังในท่อทางน้ำมันจากปั๊มทั้ง 2 ตัวจะถูกส่งเข้ากระบอกสูบทางด้านปลายก้านสูบได้โดยผ่านวาล์วกันกลับของวาล์ว (22) ได้อย่างอิสระ และที่ท่อทางนี้จะมีท่อความดันไพลอตของวาล์กันกลับ (20) ต่ออยู่ด้วยจึงมีความดันไพลอตไปดันให้ไพลอตเช็ควาล์วเปิดยอมให้น้ำมันไหลกลับลงถังพักได้ กระบอกสูบก็จึงสามารถถอยกลับได้อย่างรวดเร็ว ด้วยความเร็วประมาณ 130 มิลลิเมตรต่อวินาทีเมื่อถอยกลับสุดระยะชัก และยังมีไฟป้อนโซลีนอยด์ (2) อยู่ความดันจะสูงขึ้นและถูกจำกัดไว้ที่ 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร เพื่อประหยัดพลังงาน น้ำมันจากปั๊มเล็ก (5) จะไหลกลับถังทางวาล์วปลดความดันหลัก (9) ที่ความดัน 40 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตรได้ ส่วนน้ำมันจากปั๊มใหญ่ (4) ก็จะไหลกลับถังพักน้ำมันไฮดรอลิกส์

## สรุป

วาล์วควบคุมความดันเป็นวาล์วที่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ จึงทำหน้าที่จำกัดความดันใช้งานตามค่าที่กำหนดไว้และตั้งค่าความดันสูงสุดในระบบที่ต้องการเพื่อเป็นการป้องกันความดันที่มี ค่าสูง ซึ่งจะก่อความเสียหาย โดยหลักการทำงานแล้ว เมื่อในระบบมีความดันสูงกว่าที่กำหนดตั้งไว้วาล์วควบคุมความดันก็จะทำงานส่วนวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์นั้นจะเป็นตัวลดจำนวนน้ำมันที่เข้าไปยังกระบอกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ซึ่งทำให้ความเร็วของลูกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ลดลง มีผลทำให้ความเร็วของก้านสูบเร็วหรือช้าได้ตามเวลาที่ผู้ควบคุมต้องการ

# แบบฝึกหัด

1. จงอธิบายถึงความแตกต่างระหว่างวาล์วควบคุมความดันและวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์มาให้เข้าใจ
2. รีลีฟวาล์วมีหน้าที่หลักคืออะไร
3. การติดตั้งวาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์จะมีผลอย่างไรกับวงจร
4. การควบคุมปริมาณน้ำมันไฮดรอลิกส์ก่อนเข้ากระบอกสูบมีความเหมาะสมและเป็นผลดีกับวงจรอย่างไร
5. การควบคุมโดยการระบายน้ำมันไฮดรอลิกส์ออกจากวงจรมีการทำงานอย่างไร และลักษณะเด่นเป็นอย่างไร
6. จงอธิบายการควบคุมปริมาณน้ำมันที่ออกจากกระบอกสูบมาให้เข้าใจ
7. จงอธิบายการทำงานของวงจรลดความดัน
8. จงบอกหลักการทั่ว ๆ ไปของวาล์วควบคุมความดัน
9. อุปกรณ์มีหน้าที่ควบคุมปริมาณการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์มีกี่ชนิด อะไรบ้าง
10. จากภาพประกอบเป็นวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ชนิดหมุนได้สองทาง ให้ปฏิบัติดังนี้
    10.1 บอกอุปกรณ์ตามหมายเลขที่กำหนดให้ถูกต้อง
    10.2 อธิบายหลักการทำงานของวงจรมาให้เข้าใจ




ภาพวงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฮดรอลิกส์

# เอกสารอ้างอิง


ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์, และปานเพชร ชินินทร. (2539). **ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ณรงค์ ตันชีวะวงศ์. (2540). **ระบบไฮดรอลิกส์.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

_____. (2544). **ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

_____. (2547). **รวมวงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

มนตรี โชติวรวิทย์, และชนินทร์ นุ่มศิริ. (2545). **หลักการทำงานและเทคนิคการประยุกต์ใช้งานไฮดรอลิกส์.** กรุงเทพฯ: วิทยาลัยเทคนิคปทุมวัน.

Gofz, W. (1984). **Hydraulics:theory and applications from bosch.** Stuttgart, Germany: Robert Bosch Comblt.