บทที่ 2

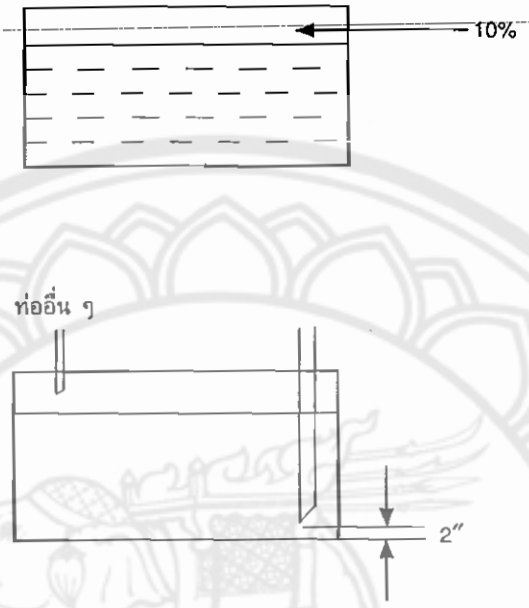
หลักการและทฤษฎี

เนื่องจากปัจจุบันนี้ระบบไฮดรอลิกมีบทบาทสำคัญมากในอุตสาหกรรมดังนั้นวิชาไฮดรอลิกจึงถูกบรรจุในวิชาเรียนจึงจำเป็นต้องใช้สื่อสารการสอนเพื่อให้เกิดความเข้าใจในการเรียนซึ่งผู้ทำการวิจัยได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับระบบไฮดรอลิกและได้พัฒนาขีดความสามารถต่างๆให้ดียิ่งขึ้นโดยใช้โปรแกรม PLC ควบคุมระบบไฮดรอลิกซึ่งทำให้ง่ายต่อการควบคุม ปรับปรุง ดัดแปลง แก้ไขระบบไฮดรอลิกให้ดียิ่งขึ้น ซึ่งได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับส่วนต่างๆ ของระบบไฮดรอลิก และระบบควบคุมPLC ดังนี้

ส่วนของไฮดรอลิก
ถังน้ำมันไฮดรอลิกและการกรองน้ำมัน

2.1 <u>หน้าที่ของถังน้ำมันไฮโดรลิกมีดังต่อไปนี้</u>

1. เป็นที่เก็บและพักน้ำมัน
2. เป็นที่ขจัดสิ่งสกปรกต่างๆ เช่น เศษผงชิ้นส่วนของอุปกรณ์ไฮดรอลิก น้ำหรือเศษผงอื่นๆ ที่ติดมากับไฮดรอลิก
3. เป็นที่ระบายความร้อนของไฮดรอลิก
4. **เป็นที่ขจัดฟองอากาศที่เกิดจากน้ำมันไหลพุ่งกลับลงถังน้ำมัน การออกแบบขนาดของตัวถังน้ำมัน**

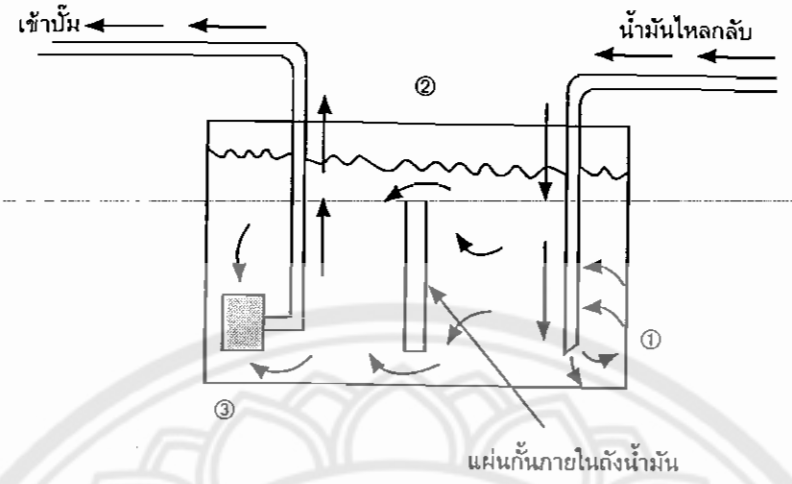


รูปที่ 2.1 ถังน้ำมันไฮดรอลิก

การออกแบบขนาดของถังน้ำมันไฮดรอลิกนั้นไฮดรอลิกนั้นควรจะเผื่อขนาดของถังน้ำมันไว้สำหรับเป็นพื้นที่ว่างด้านบนของถังน้ำมันประมาณ 10% ของปริมาณน้ำมันทั้งนี้เพื่อให้ฟองอากาศเล็ดลอดตัวหนีขึ้นออกจากน้ำมัน

ท่อไหลกลับของไฮดรอลิก ควรอยู่สูงจากพื้นด้านล่างของถังน้ำมันประมาณ 2 นิ้ว และที่ปลายท่อไฮดรอลิกควรเป็นรูปปากเฉียงเข้าหาผนังของถังน้ำมันทั้งนี้เพราะว่าเมื่อน้ำมันไหลกลับมานั้นจะได้วิ่งเข้าหาผนังก่อนวิ่งทำให้สิ่งสกปรกต่าง ๆ ที่ติดมากับน้ำมันไฮดรอลิกกระทบกับผนัง และตกลงด้านล่าง ต่อจากนั้นน้ำมันซึ่งได้สิ่งสกปรกออกแล้วบางส่วนไหลเวียนไปอีกด้านหนึ่งของถังน้ำมันและถูกปั๊มดูดเอาไปใช้งานต่อไป

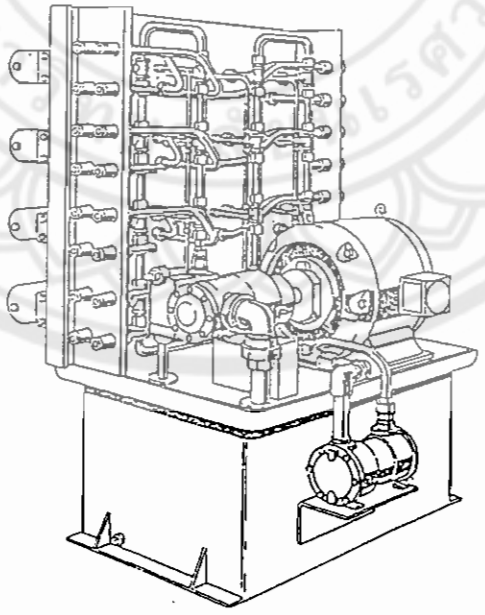
สำหรับท่อขนาดเล็กๆอื่นๆนั้น ควรอยู่เหนือระดับน้ำมัน เพื่อป้องกันการเกิดกาลักน้ำในขณะถอดเพื่อซ่อมแซมหรือเปลี่ยนท่อ ท่อดังกล่าวนี้คือ ท่อจากวาล์วควบคุมความดันต่างๆเป็นต้น



รูปที่ 2.2 ทิศทางการไหลของน้ำมัน

จากรูปที่ 2.2

1. น้ำมันที่ไหลลงกลับลงถังน้ำมัน จะกระทบกับผนังของถังน้ำมันโดยตรง
2. น้ำมันที่ไหลวนจะกระทบกับแผ่นกั้นก่อนที่จะถูกปั๊มดูดไปใช้งานต่อไป
3. ทำให้น้ำมันที่เข้าท่อดูดนั้นเย็นตัวลง และสิ่งสกปรกถูกกำจัดออกส่วนหนึ่ง



รูปที่ 2.3 แสดงถังน้ำมันและการเดินท่อน้ำมัน

2.2 อุปกรณ์ที่อยู่บนถังน้ำมันไฮดรอลิก

ตามปกติแล้วจะประกอบไปด้วยสิ่งต่อไปนี้คือ

2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้า

ใช้สำหรับขับปั๊มไฮดรอลิก วิธีการต่อเข้ากับปั๊มส่วนมากมักใช้คัพปลิ้ง ชนิดยืดหยุ่นได้

2.2.2 ปั๊มไฮดรอลิก

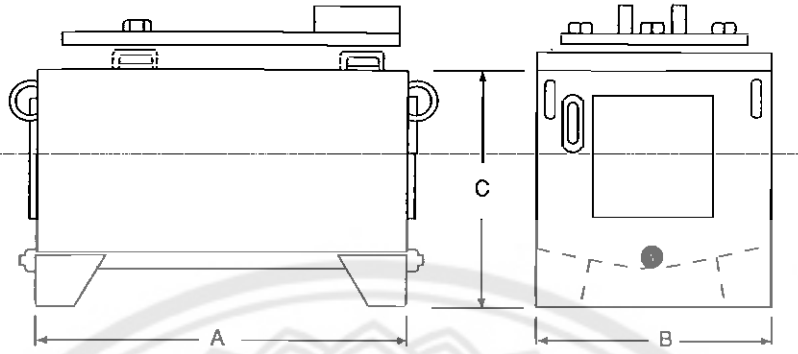
ทำหน้าที่ดูด และส่งน้ำมันไฮดรอลิกเข้าไปในระบบ

2.2.3 วาล์วควบคุมความดัน

ส่วนมากมักจะเป็นรีลีฟวาล์ว หรือบางครั้งอาจจะมีวาล์วควบคุมทิศทาง หรืออาจจะมีวาล์วอื่น ๆ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าจะออกแบบวงจรให้มีลำดับการทำงานหรือให้เหมาะสมกับงานที่ต้องการอย่างไรบางครั้งอาจจะต้องออกแบบก้อนแมนนิโฟล์ดซึ่งทำหน้าที่ให้วาล์วต่าง ๆ ยึดจับ โดยภายในของก้อนแมนนิโฟล์ดนี้ต้องเจาะรูน้ำมันไว้ให้น้ำมันไหลผ่านได้สะดวกแทนการเดินท่อน้ำมันภายนอกดังนั้นปัญหาการรั่วของน้ำมันไฮดรอลิกที่เกิดจากการขันข้อต่อในระบบการเดินท่อไม่แน่นก็จะหมดไป แต่การใช้ก้อนแมนนิโฟล์ดก็มีปัญหามากเช่นกัน ถ้าหากว่าผู้ออกแบบหรือในระบบการเดินท่อไม่แน่นก็จะหมดไป แต่การใช้ก้อนแมนนิโฟล์ดก็มีปัญหามากเช่นกัน ถ้าหากว่าผู้ออกแบบหรือผู้เจาะเจาะรูน้ำมันที่ก้อนแมนนิโฟล์ดไม่ดี เช่นออกแบบหรือเจาะรูให้ชิดกันมากเกินไปหรือเหล็กที่นำมาเจาะนั้นแตกหรือเป็นรอยร้าวซึ่งเป็นสาเหตุให้น้ำมันที่มีความดันสูงๆ เช่น ที่ความดัน 5,000 หรือ 6,000 ปอนด์ต่อตารางนิ้วแทรกตัวถึงกันได้เป็นผลให้การทำงานของระบบผิดพลาด ปัญหาที่เกิดขึ้นนี้บางครั้งหาสาเหตุการทำงานของวงจรที่ผิดพลาดไม่เจอ บางครั้งก็ต้องทิ้งก้อนแมนนิโฟล์ดนี้ แล้วเจาะก้อนใหม่ก็ยังมี

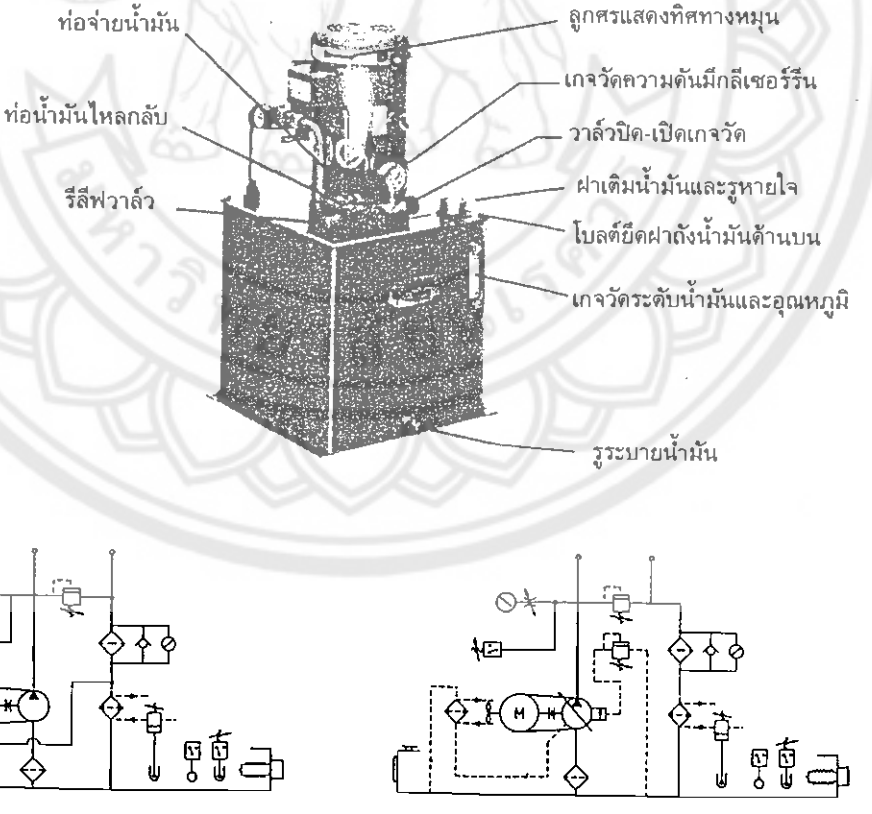
2.2.4 อุปกรณ์หล่อเย็น

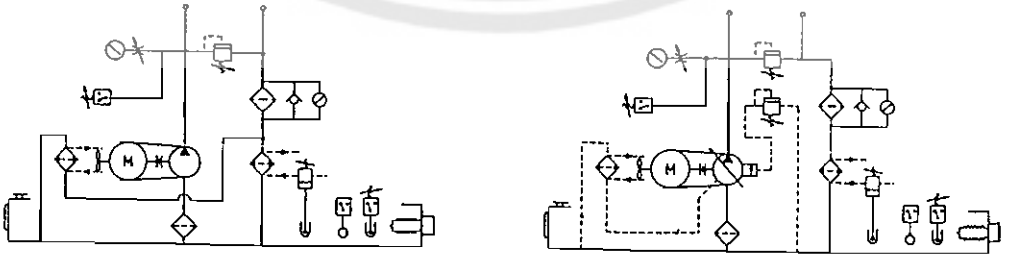
ทำหน้าที่ระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิกที่มีอุณหภูมิที่สูงเกิน 60 องศาเซลเซียสพอจะสรุปได้ว่าถังน้ำมันไฮดรอลิกจะต้องรองรับอุปกรณ์เหล่านี้ รวมทั้งน้ำมันไฮดรอลิกได้ ฉะนั้น **โครงสร้างจึงต้องแข็งแรง และสามารถเคลื่อนย้ายไปในที่ต่างๆ ได้ จะต้องมีหูหิ้วสำหรับใช้ยกด้วยลอกหรืออุปกรณ์ทุ่นแรงอื่นๆได้สะดวกด้านล่างของถังน้ำมันจะต้องมีช่องว่างเพื่อให้อากาศไหลผ่านเพื่อถ่ายเทความร้อนของน้ำมันให้อากาศรอบๆบริเวณนั้นได้**



รูปที่ 2.4 ขนาดของถังน้ำมันไฮดรอลิก

2.3 ถังน้ำมันไฮดรอลิกที่มีโครงสร้างแบบตั้ง





รูปที่ 2.5 ถังน้ำมันแบบตั้ง

ตารางที่ 2.1

ปริมาตร(แกลลอน)	15	30	45	60	100	150	200	350	500
A(นิ้ว)	26	29	36	44.5	54	60	64	72.5	96
B(นิ้ว)	17	24	24	27	30	32.5	34	40.5	40
C(นิ้ว)	18	20	22	23.5	25.5	29	33	41.5	34

รายละเอียดจากตารางที่ 2.1

โครงสร้างของถังน้ำมันแบบตั้งหมายถึง ถังน้ำมันไฮดรอลิกที่ใช้มอเตอร์ไฟฟ้าจุ่มหัวลงเพราะฉะนั้นถังน้ำมันไฮดรอลิกแบบนี้จึงต้องให้ปั๊มอยู่ภายในถังน้ำมัน ทำให้ลดเสียงดังของปั๊มลงเมื่อทำงานได้ จำนวนหนึ่ง ที่แสดงในรูปที่ 2.5 มีขนาดตั้งแต่ 5 แกลลอน ถึง 40 แกลลอนขนาดแรงม้ามีตั้งแต่ ¼ แรงม้า-20 แรงม้า ที่ความดันตั้งแต่ 2,500 –3,000ปอนด์ต่อตารางนิ้ว

2.4 การกรองในระบบไฮดรอลิก

การกรองในระบบไฮดรอลิกจะมีอยู่ 2 ชนิดคือ

1. การกรองอย่างหยาบ
2. การกรองอย่างละเอียด

การกรองเหล่านี้จะมีหน่วยวัดเป็น 2 อย่างคือ หน่วยวัดที่วัดค่าเป็น เมช และหน่ายวัดเป็นไมครอนแต่ส่วนมากแล้วเรามักจะพบหน่ายวัดที่หน่วยไมครอนมากกว่าหน่วยวัดที่เป็นเมช ไมครอนคือขนาดรูของไส้กรองที่มีขนาดดังต่อไปนี้

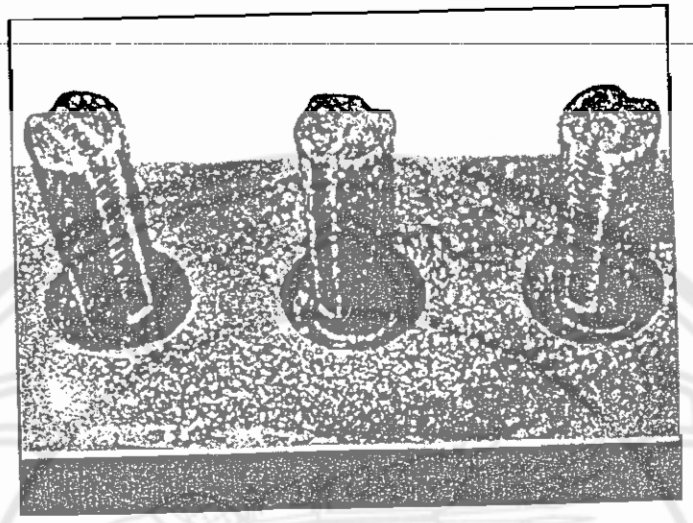
1 ไมครอน = 1/1,000 มิลลิเมตร

= 1/1,000,000 เมตร

= 0.00003937 นิ้ว

หรือเพื่อจำได้ง่ายๆ คือ

1. **25 ไมครอน = 0.001 นิ้ว**
2. **สิ่งที่เล็กที่สุดที่สามารถมองเห็นได้ด้วยตาเปล่ามีขนาดประมาณ 40 ไมครอนขึ้นไป**
3. **เส้นผมของมนุษย์เรามีขนาด ประมาณ 70 ไมครอน**



รูปที่ 2.6 แท่งแม่เหล็กภายในถังน้ำมัน

รูปที่ 2.6 แสดงการใช้แท่งแม่เหล็กติดตั้งไว้ในถังน้ำมันไฮดรอลิก เพื่อใช้สำหรับดูดเศษผงต่างๆ ที่เป็นเหล็กได้จำนวนหนึ่งแต่ต้องไม่ลืมว่าต้องถอดออกมาล้างทำความสะอาดเป็นระยะๆด้วย

2.5 อัตราการกรอง

สเตรนเนอร์หนึ่งกรองสิ่งสกปรกขนาด 25 ไมครอนได้เกือบทั้งหมด แสดงว่าสเตรนเนอร์ตัวนี้เป็นแบบปกติ ถ้าสิ่งสกปรกโตขึ้นเป็นขนาด 40 ไมครอน ทำให้สเตรนเนอร์ตัวนี้สามารถกรองได้ 100 % เรียกสเตรนเนอร์ตัวนี้ว่า สเตรนเนอร์ที่มีอัตราการกรองที่สัมบูรณ์ (จะต้องใช้สเตรนเนอร์ที่มีสภาพใหม่ในการทดสอบ)

การกรองในระบบไฮดรอลิกนั้น ส่วนมากแล้วจะมีอยู่ 3 จุดด้วยกันคือ

1. **การกรองที่ท่อดูด**
2. **การกรองที่ท่อความดัน**
3. **การกรองที่ท่อน้ำมันไหลกลับ**

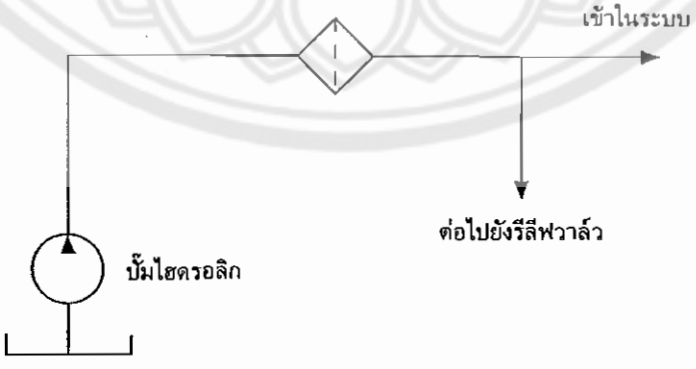
2.5.1 <u>การกรองที่ท่อดูด</u>

การกรองที่ท่อดูดนี้มักใช้สเตรนเนอร์ทำหน้าที่การกรองสิ่งสกปรก โดยมีอัตราการกรองตั้งแต่ขนาด 75 ไมครอน ถึง 240 ไมครอน แต่โดยรวมแล้วมักใช้ที่ขนาด 125 ไมครอน ซึ่งไส้กรองทำด้วยลวดทองแดง

รูปที่ 2.7 กรองท่อน้ำมันที่ท่อดูด

2.5.2 <u>การกรองที่ท่อความดัน</u>

เนื่องจากสิ่งสกปรกที่เป็นเศษโลหะที่เกิดขึ้นในระบบไฮดรอลิกนั้น มักจะเกิดจากการเสียดสีของชิ้นส่วนของปั๊มไฮดรอลิกเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นตำแหน่งการกรองที่ดีที่สุดก็น่าจะอยู่ที่ทางออกของปั๊ม โดยติดตั้งกรองน้ำมันไว้ก่อนที่จะถึงรีลีฟวาล์ว ไส้กรองชนิดนี้จะต้องทำต่อค่าความดันที่สูงๆได้ ปกติดความดันลดคร่อมควรน้อยกว่า 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว แต่ถ้ามีมากกว่า 30 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ควรเปลี่ยนไส้กรองนี้ใหม่

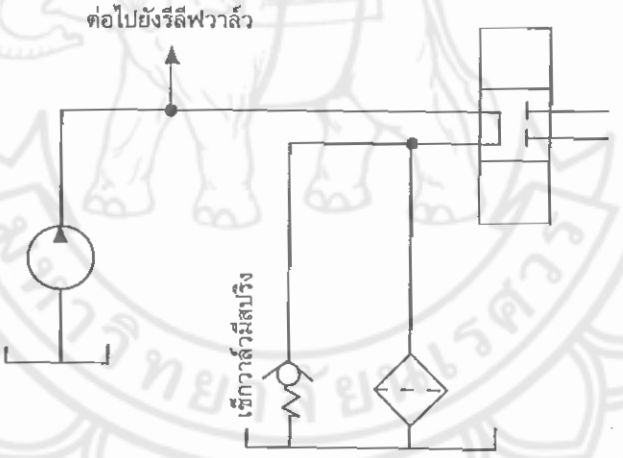


รูปที่ 2.8 กรองน้ำมันที่ท่อความดัน

ขนาดของไส้กรองน้ำมันที่ท่อความดันใช้ขนาด 10 –25 ไมครอน วัสดุที่ใช้ทำไส้กรองมักจะเป็นกระดาษ ไส้กรองแบบนี้มักใช้กับระบบที่ใช้เซอร์โววาล์ว หรือพรอพพอร์ชันนัลวาล์ว ซึ่งมีราคาค่อนข้างสูง

2.5.3 การกรองที่ท่อน้ำมันไหลกลับ

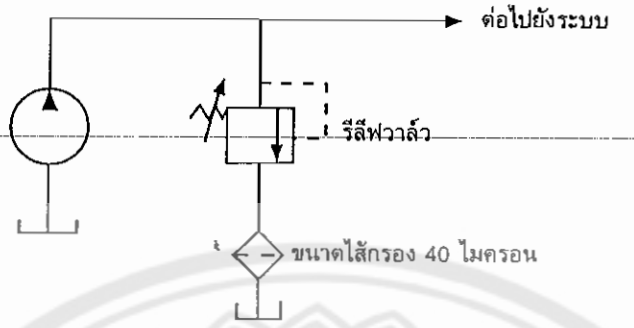
1. เป็นการกรองน้ำมันทันทีที่ไหลกลับถึงน้ำมัน
2. ไส้กรองไม่ต้องทนความดันสูงๆมากนัก ทำให้ราคาของกรองน้ำมันถูกลง
3. ไส้กรองต้องมีขนาดใหญ่เพียงพอ เพื่อให้การระบายน้ำมันลงสู่ถังน้ำมันได้สะดวกและเพียงพอมักจะมีเช็กวาล์วติดตั้งเป็นแบบขนานกับกรองน้ำมันไว้เสมอ เหตุผลก็คือเมื่อกรองน้ำมันอุดตันเมื่อไรก็ตามน้ำมันที่ไหลลงกลับถังน้ำมันได้สะดวกและเพียงพอมักจะเช็กวาล์วติดตั้งเป็นแบบขนานกับกรองน้ำมันไว้เสมอ เหตุผลก็คือกรองน้ำมันอุดตันเมื่อไรก็ตามน้ำมันที่ไหลลงกลับถังน้ำมันก็จะได้ไหลทางเช็กวาล์วตัวนี้แทน ขนาดของไส้กรอง ใช้ขนาด 10-25 ไมครอน และมักทำด้วยกระดาษ



รูปที่ 2.9 กรองน้ำมันที่ท่อความดัน

2.5.4 **การกรองน้ำมันที่ท่อระบายหลังรีลีฟวาล์ว**

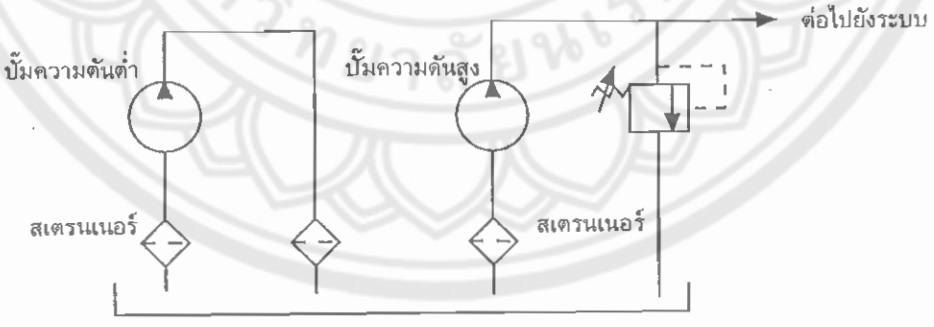
ไส้กรองที่ใช้ในตำแหน่งนี้เหมาะสำหรับการระบายน้ำมันที่ผ่านรีลีฟวาล์วตลอดเวลา ขนาดของไส้กรองจะมีขนาดเล็กลงได้และไม่ต้องทนต่อค่าความดันมากๆ เพราะอัตราการไหลมีน้อยกว่าจุดอื่น ความดันลดคร่อมไม่ควรเกิน 3-5 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ขนาดของกรองน้ำมันประมาณ 40 ไมครอน



รูปที่ 2.10 กรองน้ำมันหลังรีลีฟวาล์ว

2.5.5 <u>การกรองในวงจรกรองแบบแยกอิสระ</u>

การกรองแบบนี้จะแยกวงจรการกรองออกเป็นอิสระ โดยมีปั๊มความดันต่ำส่งน้ำมันที่ผ่านการกรองแล้วให้ปั๊มความดันสูงเอาไปใช้งานต่อไป (กรองเสร็จแล้วส่งลงถังน้ำมันอย่างเดิน ในอัตรา 5-10% ของอัตราที่ปั๊มตัวทำงานจริงส่งให้ระบบ) การกรองแบบนี้เหมาะสำหรับระบบใหญ่ๆเท่านั้น



รูปที่ 2.11 กรองน้ำมันแบบแยกอิสระ

2.6 เทคโนโลยีการกรองน้ำมันไฮดรอลิก

จากประสบการณ์ของผู้ออกแบบวงจรไฮดรอลิก และผู้ที่ทำงานเกี่ยวกับน้ำมันหล่อลื่น กล่าวว่า การทำงานของระบบไฮดรอลิกที่ล้มเหลวเกิดจากความไม่สะอาดของน้ำมันไฮดรอลิกถึง 75% ซึ่งผลจากการล้มเหลวของเครื่องจักรนี้จะทำให้เกิดผลเสียต่อโรงงานหรือผู้ประกอบการ เช่น ผลิตภัณฑ์ที่ได้ลดน้อยลง มีค่าใช้จ่ายจากการซ่อมบำรุงและค่าอุปกรณ์เพิ่มมากขึ้น

การเลือกใช้กรองน้ำมันที่ถูกต้องและเหมาะสมกับอุปกรณ์ จึงมีความสำคัญในอันที่จะทำให้เกิดผลผลิตสูงขึ้น และขณะเดียวกันเป็นการลดค่าใช้จ่ายในส่วนของเครื่องจักรที่ใช้ในการผลิตอีกด้วย

2.7 ทำไมความสกปรกของน้ำมันไฮดรอลิกจึงทำให้ระบบล้มเหลว

ความสกปรกของน้ำมันไฮดรอลิกจะเกี่ยวข้องกับหน้าที่หลักๆ ของน้ำมันหล่อลื่นอยู่ 4 ประการด้วยกันคือ

1. ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการส่งกำลังงาน
2. ทำหน้าหล่อลื่นชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ของอุปกรณ์
3. ทำหน้าที่เป็นตัวกลางในการระบายความร้อน
4. ทำหน้าที่ซีลการรั่วของส่วนต่างๆที่เคลื่อนที่

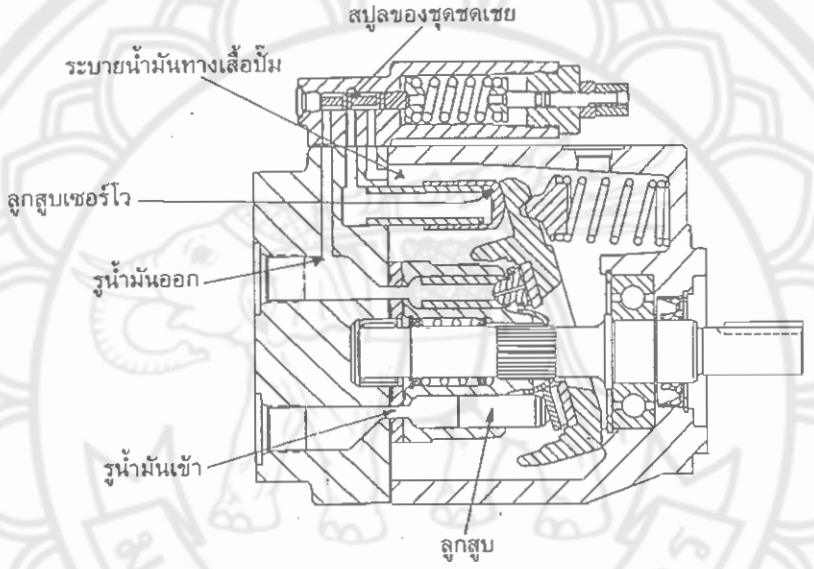
หน้าที่หลักๆ ของ 4 ประการดังกล่าวนี้จะทำให้เกิดความสกปรกขึ้นในหลายๆรูปแบบด้วยกัน แต่ที่เกิดมากที่สุดได้แก่ ความสกปรกในรูปของเศษผลหรือมีน้ำเป็นส่วนผสมสิ่งสกปรกที่เป็นผงก้อนเล็กๆ จะเป็นตัวช่วยส่งเสริมให้การสึกหรอของชิ้นส่วนเพิ่มมากขึ้น กล่าวคือ มักจะเข้าไปสอดอยู่ภายในชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่ เช่น ชุดเฟืองที่ขบกัน หรือที่สปูลวาล์ว ทำให้การทำงานของการควบคุมหรือทิศทางการไหลของน้ำมันผิดไป หรืออาจทำให้ชิ้นส่วนยึดติดกันหรือไม่เคลื่อนที่

ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบขนาดของช่องว่าง

ช่องว่างของอุปกรณ์ต่าง ๆ			
อุปกรณ์	ไมโครเมตร	อุปกรณ์	ไมโครเมตร
แบริ่งเคลื่อนที่(เวนปั๊ม)	0.5	เกียร์ปั๊ม(ยอดเฟืองกับเรือนปั๊ม)	0.5 ถึง 5
ใบเวน(วาล์วควบคุม)	0.5	เวนปั๊ม(ใบเวน)	0.5 ถึง 1
ลูกปืนของแบริ่ง	0.1 ถึง 1	ปั๊มลูกสูบ(ลูกสูบกับเสื้อสูบ)	5 ถึง 40

ปั๊มไฮดรอลิกและระบบการควบคุม

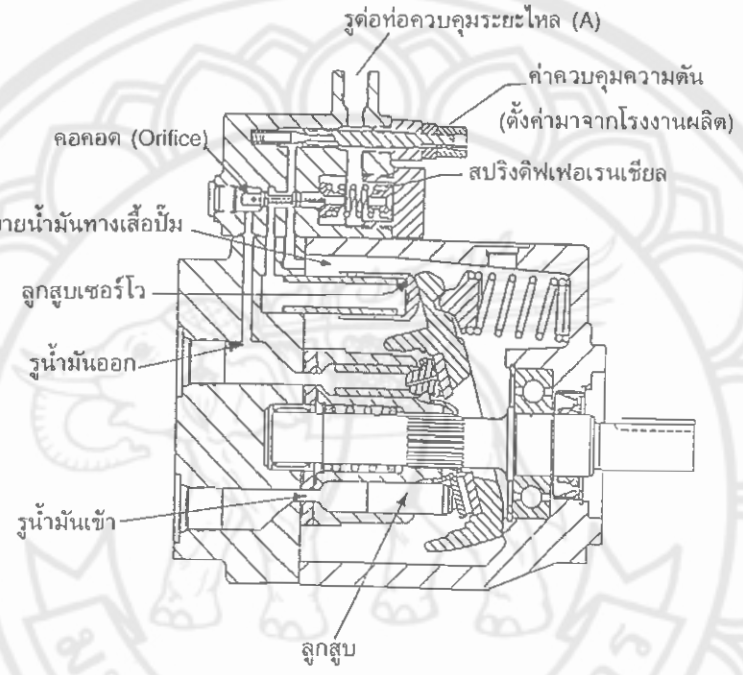
2.8 การควบคุมปั๊มด้วยวิธีควบคุมความดัน



รูปที่ 2.12 การควบคุมปั๊มด้วยวิธีชดเชยความดัน

ปั๊มลูกสูบ ชนิดปรับปริมาตรได้ ตามรูปนี้จะมีแผ่นเอียง เป็นตัวควบคุมการไหลออกของน้ำมันจากปั๊มไฮดรอลิก ความดันด้านเอาต์พุตของปั๊มจะต่ออยู่กับลูกสูบเซอร์โว โดยผ่านทางชุดสปูลชดเชย ในจังหวะปกติสปริงจะดันให้แผ่นเอียงมีมุมเอียงสูงสุดแต่เมื่อความดันด้านเอาต์พุตสูงขึ้นทำให้ความดันนี้ขนะแรงสปริงของชุดชดเชย และยอมให้น้ำมันผ่านสปูล ออกไปเข้าลูกสูบเซอร์โว ทำให้ความดันน้ำมันจากลูกสูบเซอร์โวไปดันให้แผ่นเอียงมีมุมเอียงลดน้อยลง เป็นผลให้การส่งน้ำมันออกจากปั๊มลดน้อยลงไปตามไปด้วย น้ำมันภายในของลูกสูบเซอร์โวจะถูกระบายออกทางช่อง เมื่อความดันทางด้านเอาต์พุตลดน้อยลงกว่าค่าแรงสปริง ทำให้แรงสปริงดันให้แผ่นเอียงมีมุมเอียงมากขึ้นอีกครั้ง และการส่งน้ำมันก็เพิ่มขึ้นอีกครั้งเช่นกัน สำหรับความดันของน้ำมันภายในห้องชดเชยจะมีรูภายในต่อเข้ากับช่องระบายน้ำมันออกทิ้ง

2.9 การควบคุมความดันของน้ำมันด้วยความดันจากรีโมท

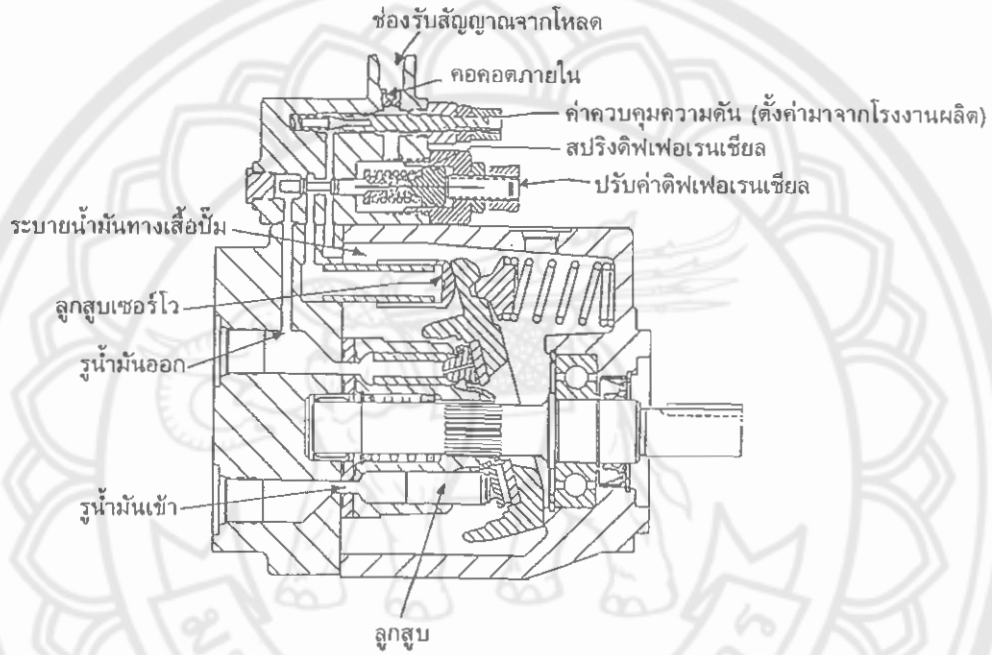


รูปที่ 2.13 การควบคุมความดันด้วยรีโมท

ปั๊มสูกสูบชนิดที่มีการควบคุมความดันด้วยรีโมท จะมีหลักการทำงานทั้งหมดเหมือนกับรุ่นมาตรฐานของปั๊มแบบชดเชยความดันดังกล่าวมาแล้วเพียงแต่เพิ่มระบบการควบคุมด้วยรีโมทเข้ามาเท่านั้น

เมื่อความดันทางด้านออกของน้ำมันส่งน้ำมันออกไป น้ำมันจะเข้าไปยังห้องสปริงโดยผ่านทางคอคอด ซึ่งห้องสปริงนี้จะถูกดันไปทางขวามือ และขณะเดียวกันเมื่อความดันของปั๊มเพิ่มสูงขึ้นจนถึงค่าที่ตั้งไว้ (ค่าของรีลีฟวาล์ว) ทำให้ความดันทั้งสองรวมกันให้สปูลของชุดชดเชยเปิดให้น้ำมันเข้าไปยังชุดเซอร์โวได้ เป็นผลให้แผ่นเอียงถูกควบคุมการส่งน้ำมันได้ตามต้องการ จะเห็นว่าสามารถควบคุมแผ่นเอียงทางรีโมทได้เช่นกัน ส่วนป๊อปเป็ตด้านบนทำหน้าที่ควบคุมน้ำมันที่เหลือให้ห้องสปริงให้ระบายทิ้งทางช่องระบายเมื่อความดันสูงเพียงพอ

2.10 การควบคุมการไหล



รูปที่ 2.14 การควบคุมการไหล

เป็นปั๊มชนิดลูกสูบรุ่นที่ปรับช่วงการไหลได้ ช่อง A จะต่อกับคอคอด ที่ปรับค่าได้หรือปรับค่าไม่ได้เพื่อรับสัญญาณของความดันที่ทำงานที่แท้จริง และความดันที่แท้จริงนี้บวกกับแรงสปริงแตกต่าง กระทำกับสปูลของชุดชดเชยให้เคลื่อนที่ไปทางด้านซ้ายมือ จนกระทั่งความดันทางออก ซึ่งกระทำทางด้านซ้ายมือของสปูลมีความสมดุลกัน และอัตราความดันแตกต่างระหว่างคอคอดด้านความดันออก และที่รับจากโหลดจะมีค่าคงที่ตลอด ฉะนั้นเมื่อที่รับจากโหลดเพิ่มขึ้น ก็ทำให้ความดันออกเพิ่มขึ้นด้วย(เพื่อรักษาความดันแตกต่างระหว่างคอคอดให้คงที่การไหลคงที่) ความดันสูงสุดจะกำหนดโดยการตั้งเข็มปรับ ภายใน และค่าความดันสูงสุดที่ปรับได้นี้จะสามรถปรับได้จนถึงค่าสูงสุดที่ผู้ผลิตกำหนดไว้

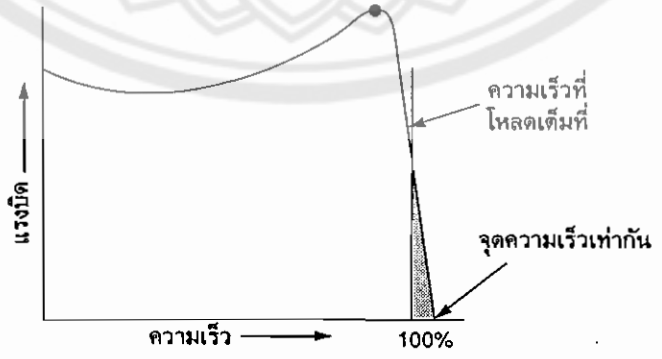
2.11 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตรของปั๊ม

รูปที่ 2.15 ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

1. ประสิทธิภาพเชิงปริมาตร เป็นการเปรียบเทียบกันระหว่างอัตราการไหลที่แท้จริงกับอัตราการไหลทางทฤษฎี

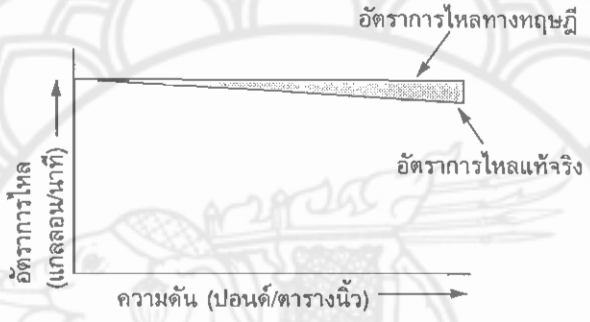
$$\text{สูตรการหาค่าประสิทธิภาพเชิงปริมาตร } \% = \frac{\text{เอาต์พุตที่แท้จริง (แกลลอน/นาที)}}{\text{เอาต์พุตทางทฤษฎี (แกลลอน/นาที)}} \times 100$$

2. จากรูปที่ 2.15 อ่านค่าได้ดังนี้ เมื่อความดัน (ปอนด์/ ตารางนิ้ว) เพิ่มสูงขึ้นจะทำให้ค่าการไหล (แกลลอน/ นาที) ลดต่ำลง เพราะเกิดจากการลื่น ของมอเตอร์ไฟฟ้าและการรั่วของปั๊มดังได้กล่าวมาแล้ว



รูปที่ 2.16 เปรียบเทียบค่าของความเร็วและแรงบิด

3. จากรูปที่ 2.16 เป็นค่าการเปรียบเทียบความเร็ว และแรงบิด ในสภาวะที่ปั๊มไม่มีโหลด จะได้ค่าความเร็วเป็น 100% แต่เมื่อมีโหลดเต็มที่ ค่าของความเร็วจะลดลง ส่วนแรงบิดจะอ่านได้ว่า เมื่อความเร็วเพิ่มขึ้นค่าของแรงบิดก็เพิ่มขึ้นด้วย



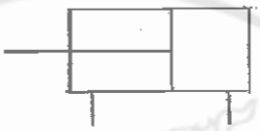
รูปที่ 2.17 เปรียบเทียบค่าการไหลกับค่าของความดัน

4. รูปที่ 2.17 อ่านได้ว่า เมื่อค่าความดันเพิ่มขึ้น จะทำให้ค่าของอัตราการไหลลดลง โดยค่าการไหลทางทฤษฎีไม่คิดค่าการสูญเสีย สำหรับเส้นด้านล่าง เป็นค่าอัตราการไหลที่ได้จริงจากการวัดด้วยมิเตอร์วัดการไหล

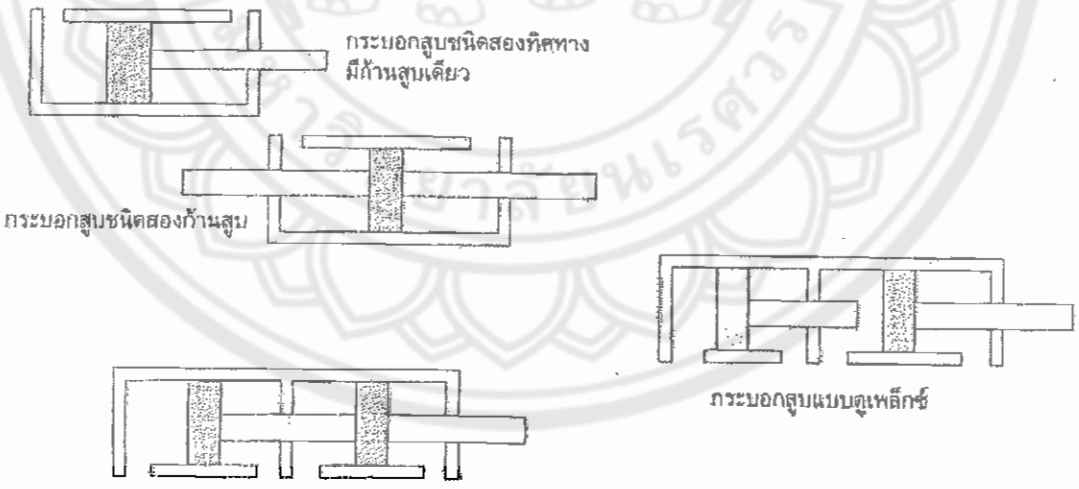
กระบอกสูบไฮดรอลิก

(Hydraulic Cylinder)

2.12 ชนิดของกระบอกสูบ



รูปที่ 2.18 สัญลักษณ์ของกระบอกสูบ



รูปที่ 2.19 กระบอกสูบชนิดต่างๆ

1. กระบอกสูบชนิดแรก (Double Acting, Single Rod Cylinder) คือกระบอกสูบชนิดสองทิศทาง มีก้านสูบเดียววิ่งเข้า-ออกภายในกระบอกสูบ

2. กระบอกสูบชนิดที่สอง (Double Rod Cylinder) เป็นแบบสองทิศทาง แต่มีก้านสูบสองข้างต่อออกจากลูกสูบตรงกลางตัวเดียว

3. กระบอกสูบชนิดที่สาม (Tandem Cylinder) เป็นแบบสองทิศทาง ที่มีลูกสูบตั้งแต่สองลูกขึ้นไป แต่มีก้านสูบเพียงอันเดียวสำหรับใช้ทำงาน

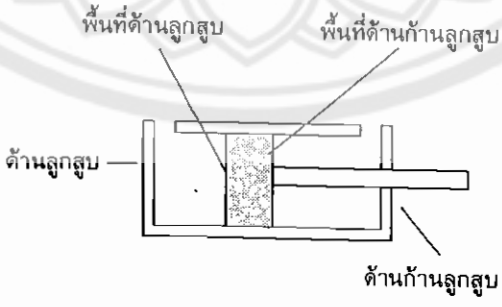
4. กระบอกสูบชิ้นที่สี่ เป็นกระบอกสูบชนิดสองทิศทาง แต่ก้านสูบไม่ต่อกัน (Duplex Cylinder)

2.13 กระบอกสูบชนิดสองทิศทางมีก้านสูบเดียว (Double Acting Single Rod Cylinder)

กระบอกสูบชนิดนี้เป็นที่นิยมใช้กันทั่วๆไปในวงการอุตสาหกรรม ทำหน้าที่เปลี่ยนแกลลอน/นาที (GPM) และปอนด์/ตารางนิ้ว (PSI) ให้เป็นพลังงานกล และได้ความเร็วของก้านสูบตามต้องการ

ข้อมูลต่อไปนี้จะแสดงให้เห็นว่า ความเร็วของก้านสูบชนิดนี้ถูกตัดสินด้วยแกลลอน/นาที และแรงจะถูกตัดสินด้วยปอนด์/ตารางนิ้ว ซึ่งค่าทั้งสองนี้มีผลต่อพื้นที่ของลูกสูบด้านลูกสูบ (Major Area) และพื้นที่ลูกสูบด้านก้านสูบ (Minor Area)

Major Area คือพื้นที่ของลูกสูบด้านลูกสูบ (Cap End) ส่วน Minor Area เป็นพื้นที่ของลูกสูบด้านก้านสูบ (Rod End) หรือ Heat End ตามปกติแล้วพื้นที่ลูกสูบด้านก้านสูบจะมีค่าน้อยกว่าพื้นที่ลูกสูบด้านลูกสูบ



รูปที่ 2.20 กระบอกสูบสองทิศทางก้านสูบเดียว

2.14 ความเร็วของก้านสูบขณะที่สูบวิ่งออก

ความเร็วของก้านสูบขึ้นอยู่กับว่า ให้มีการบรรจุน้ำมันเข้าลูกสูบด้านลูกสูบได้รวดเร็ว เพียงใด ปกติมักวัดกันเป็นหน่วยฟุตต่อนาที (ft/min) ใช้สูตรคำนวณได้ดังต่อไปนี้

$$\textit{ความเร็วของก้านสูบ (Rod Speed ,ft/min)} = \frac{\textit{แกลลอน/นาที x 19.25}}{\textit{พื้นที่ลูกสูบ (ตารางนิ้ว)}}$$

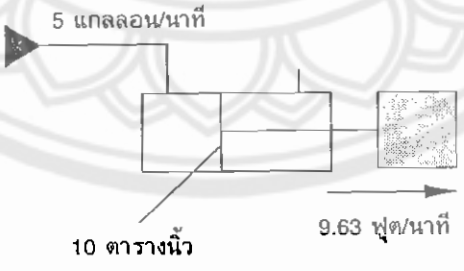
สมมติว่ากระบอกสูบมีพื้นที่ของลูกสูบ 10 ตารางนิ้ว และรับอัตราการไหลของน้ำมันที่อัตรา 5 แกลลอน/นาที ถ้าใช้สูตรข้างบนคำนวณก็จะได้ความเร็วของก้านสูบเท่ากับ 9.63 ฟุต/นาที

$$\textit{ความเร็วของก้านสูบ (Rod Speed ,ft/min)} = \frac{\textit{แกลลอน/นาที x 19.25}}{\textit{พื้นที่ก้านสูบ (ตารางนิ้ว)}}$$

$$= \frac{5 \times 19.25}{10}$$

$$= \frac{96.25}{10}$$

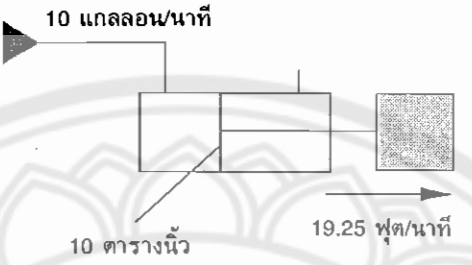
$$= 9.63 \text{ ฟุต/นาที}$$



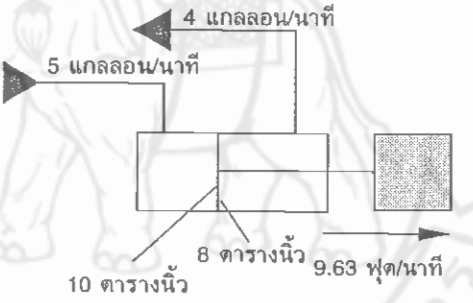
รูปที่ 2.21 ความเร็วของก้านสูบ

จะเห็นว่าเมื่อมีน้ำมันไหลเข้า กระบอกสูบ 5 แกลลอน/นาที จะได้ความเร็ว 9.63 ฟุต/นาที ถ้ากำหนดให้พื้นที่ของลูกสูบเท่าเดิม แต่เพิ่มอัตราการไหลเป็นสองเท่า ก็จะได้ความเร็วของก้านสูบเป็นสองเท่าด้วย

2.15 อัตราการไหลของน้ำมันของลูกสูบด้านก้านสูบ (Rod End)



รูปที่ 2.22 ความเร็วเพิ่มขึ้นเมื่อการไหลเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.23 อัตราการไหลของน้ำมันของลูกสูบด้านก้านสูบ

อัตราการไหลของน้ำมันของลูกสูบด้านก้านสูบจะได้เท่ากับเท่าไร ยังคงต้องใช้สูตรเดียวกับที่กล่าวข้างต้นคือ

$$\textit{ความเร็วของก้านสูบ (ฟุต/นาที)} = \frac{\textit{แกลลอน/นาที} \times 19.25}{\textit{พื้นที่ของลูกสูบด้านก้านสูบ (ตารางนิ้ว)}}$$

$$\text{9.63 ฟุต/นาที} = \frac{\text{แกลลอน/นาที} \times 19.25}{\text{8 ตารางนิ้ว}}$$

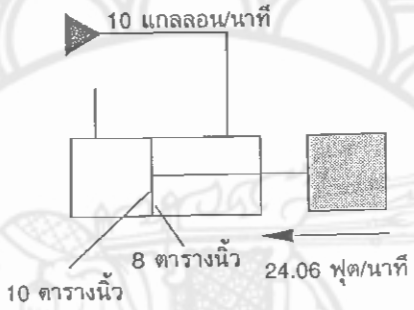
$$\text{แกลลอน/นาที} = \frac{\text{9.63 ฟุต/นาที} \times \text{8 ตารางนิ้ว}}{19.25}$$

$$= \frac{77.04}{19.25}$$

$$= 4 \text{ แกลลอน/นาที}$$

แสดงว่า ถ้าให้น้ำมันเข้ากระบอกสูบด้านพื้นที่ด้านลูกสูบ 5 แกลลอน/นาที จะมีน้ำมันไหลออกด้านพื้นที่ก้านสูบเท่ากับ 4 แกลลอน/นาที

2.16 ความเร็วของก้านสูบขณะลูกสูบหดกลับ



รูปที่ 2.24 ความเร็วของก้านสูบขณะหดตัวกลับ

จากค่าต่างๆที่กำหนดมาให้ข้างต้น ยังคงต้องใช้สูตรอย่างเดิมเพื่อหาค่าความเร็วของก้านสูบขณะหดกลับได้ดังต่อไปนี้

$$\text{ความเร็วของก้านสูบ (ฟุต/นาที)} = \frac{\text{แกลลอน/นาที} \times 19.25}{\text{พื้นที่ของลูกสูบด้านก้านสูบ (ตารางนิ้ว)}}$$

$$= \frac{10 \text{ แกลลอน/นาที} \times 19.25}{8 \text{ ตารางนิ้ว}}$$

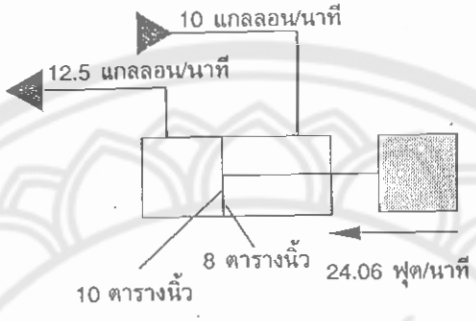
$$= \frac{192.5}{8}$$

$$= 24.06 \text{ ฟุต/นาที}$$

เป็นที่น่าสังเกตว่าความเร็วขังหวะสูบหดกลับนั้นมีมากกว่าขังหวะที่สูบวิ่งออก

TC
160
ว 5411
2541
28 ม.ค. 2543
4340078
สำนักหอสมุด

2.17 อัตราการไหลของน้ำมันจังหวะที่สูบหดกลับ



รูปที่ 2.25 อัตราการไหลของน้ำมันจังหวะสูบหดกลับ

ถ้าให้ปั๊มส่งน้ำมันเข้ากระบอกสูบด้านก้านสูบเท่ากับ 10 แกลลอน/นาที จะได้อัตราการไหลของน้ำมันออกด้านลูกสูบมากกว่าน้ำมันไหลเข้า พิสูจน์จากการใช้สูตรต่อไปนี้

$$\text{แกลลอน/นาที} = \frac{\text{ความเร็วก้านสูบ(ฟุต/นาที)} \times \text{พื้นที่สูบด้านลูกสูบ(ตารางนิ้ว)}}{19.25}$$

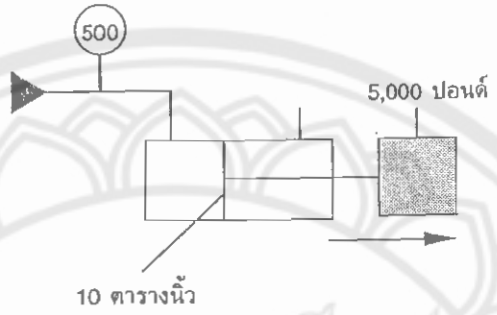
$$= \frac{24.06 \text{ (ฟุต/นาที)} \times 10 \text{ (ตารางนิ้ว)}}{19.25}$$

$$= \frac{240.6}{19.25}$$

$$= 12.5 \quad \text{แกลลอน/นาที}$$

จะสรุปได้ว่า กระบอกสูบชนิดสองทิศทางแบบมีก้านสูบเดียว ถ้าวิ่งในจังหวะหดกลับนั้นจะได้อัตราการไหลมากกว่าน้ำมันเข้า (เข้า 10 แกลลอน/นาทีทางด้านก้านสูบ น้ำมันออก 12.5 แกลลอน/นาทีทางด้านลูกสูบ) ฉะนั้นการออกแบบวงจรควรคำนึงอัตราการไหลของน้ำมันในจังหวะสูบหดกลับด้วย ด้วยเหตุนี้จึงเป็นเหตุผลว่าทำไมขนาดของท่อน้ำมันต่างๆ ขนาดของกรองน้ำมัน หรือวาล์วขนาดต่างๆจึงต้องมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของอุปกรณ์ในจังหวะสูบวิ่งออก

2.18 แรงของกระบอกสูบจังหวะดันออก (Extending)



รูปที่ 2.26 แรงของกระบอกสูบ

เมื่อน้ำมันไหลเข้ากระบอกสูบจะเกิดความดันกระทำบนพื้นที่ของลูกสูบ เป็นผลให้เกิดแรงของกระบอกสูบ หรือคำนวณได้จากสูตรดังต่อไปนี้

แรง (ปอนด์) = *ความดัน (ปอนด์/ตารางนิ้ว) x พื้นที่ (ตารางนิ้ว)*

ตัวอย่าง ต้องการให้น้ำหนักขนาด 5,000 ปอนด์เคลื่อนที่ด้วยแรงของลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ 10 ตารางนิ้ว จะต้องใช้ความดันเท่าไร

$$\text{ความดัน (ปอนด์/ตารางนิ้ว)} = \frac{\text{แรง (ปอนด์)}}{\text{พื้นที่ (ตารางนิ้ว)}}$$

$$= \frac{5000 \text{ (ปอนด์)}}{10 \text{ (ตารางนิ้ว)}}$$

$$= 500 \text{ ปอนด์/ตารางนิ้ว}$$

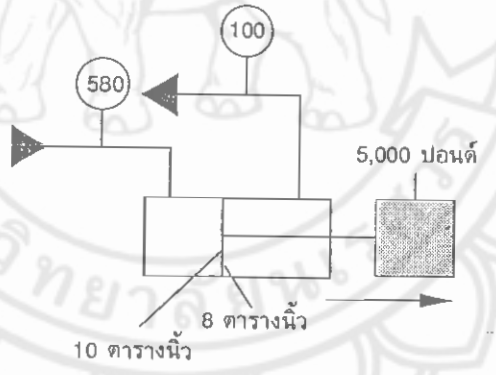
ถ้าทางออกของน้ำมันต่อให้ไหลลงถังน้ำมัน ความดันด้านนี้จะเท่ากับศูนย์ แต่แท้ที่จริงแล้วจะมีความดันย้อนกลับประมาณ 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว (รวมกับค่าความต้านทานแล้ว)

ฉะนั้นจากตัวอย่างที่กล่าวมานี้ ถ้าให้พื้นที่ด้านก้านสูบเท่ากับ 8 ตารางนิ้ว และมีความดันย้อนกลับเท่ากับ 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว จะได้แรงต้านเท่ากับ 100 x 8 = 800 ปอนด์ ความดันที่ให้กับกระบอกสูบด้านลูกสูบจึงต้องบวกความดันนี้เข้าไปด้วย

$$\text{ความดัน (ปอนด์/ตารางนิ้ว)} = \frac{\text{แรง (ปอนด์)}}{\text{พื้นที่ (ตารางนิ้ว)}}$$

$$= \frac{5800 \text{ (ปอนด์)}}{10 \text{ (ตารางนิ้ว)}}$$

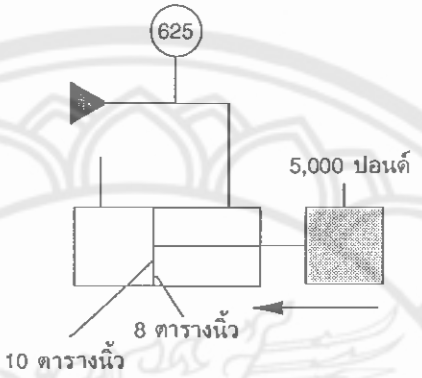
$$= 580 \text{ ปอนด์/ตารางนิ้ว}$$



รูปที่ 2.27 ความดันภายในกระบอกสูบ

ทุกครั้งที่ให้โหลดเคลื่อนที่ด้วยแรงกระบอกสูบด้วยความเร็วที่กำหนด จะต้องบวกด้วยค่าความดันย้อนกลับทุกครั้ง

2.19 แรงของกระบอกสูบขณะหดกลับ



รูปที่ 2.28 แรงของกระบอกสูบขณะหดกลับ

ความดันที่กระทำกับลูกสูบที่ด้านก้านสูบ สามารถอธิบายได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\textit{แรง (ปอนด์)} = \textit{ความดัน (ปอนด์/ตารางนิ้ว)} \times \textit{พื้นที่ (ตารางนิ้ว)}$$

ถ้าให้มีการโหลดขนาด 5,000 ปอนด์ พื้นที่ลูกสูบด้านก้านสูบเท่ากับ 8 ตารางนิ้ว ความดันของระบบเท่ากับ 625 ปอนด์/ตารางนิ้ว จึงเป็นค่าที่ทำให้สมดุลกับโหลดได้ พิสูจน์โดยใช้สูตรดังต่อไปนี้

$$\textit{ความดัน (ปอนด์/ตารางนิ้ว)} = \frac{\textit{แรง (ปอนด์)}}{\textit{พื้นที่ (ตารางนิ้ว)}}$$

$$= \frac{5000 \text{ (ปอนด์)}}{8 \text{ (ตารางนิ้ว)}}$$

$$= 625 \quad \text{ปอนด์/ตารางนิ้ว}$$

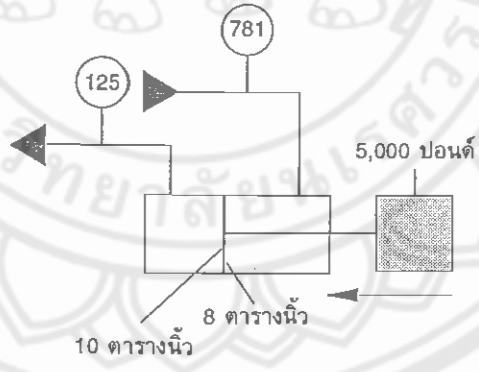
ถ้าให้มีความดันย้อนกลับเท่ากับ 125 ปอนด์/ตารางนิ้วในด้านพื้นที่ลูกสูบด้านก้านสูบ เพื่อที่จะเคลื่อนที่โหลด 5,000 ปอนด์

ฉะนั้นค่าความต้านทานทั้งหมดที่เกิดจากการเคลื่อนที่โหลด 5,000 ปอนด์จึงเท่ากับ 125 ปอนด์/ตารางนิ้ว x 10 ตารางนิ้ว = 1,250 ปอนด์ + 5,000 ปอนด์ = 6,250 ปอนด์/ตารางนิ้ว และความดันด้านพื้นที่ลูกสูบด้านก้านสูบจึงเท่ากับ

$$\text{ความดัน (ปอนด์/ตารางนิ้ว)} = \frac{\text{แรง (ปอนด์)}}{\text{พื้นที่ (ตารางนิ้ว)}}$$

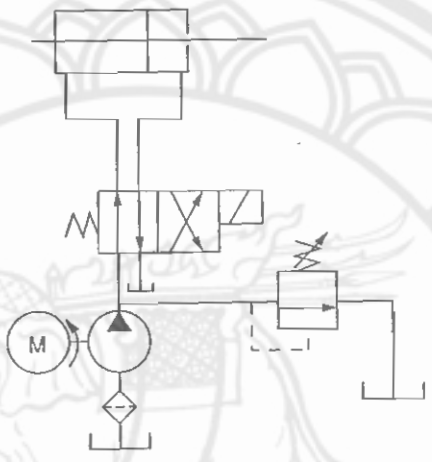
$$= \frac{5000 \text{ (ปอนด์)}}{8 \text{ (ตารางนิ้ว)}}$$

$$= 625 \text{ ปอนด์/ตารางนิ้ว}$$



รูปที่ 2.29 ความดันย้อนกลับ

2.20 วงจรของกระบอกสูบชนิดมีสองก้านสูบ(Double Rod)



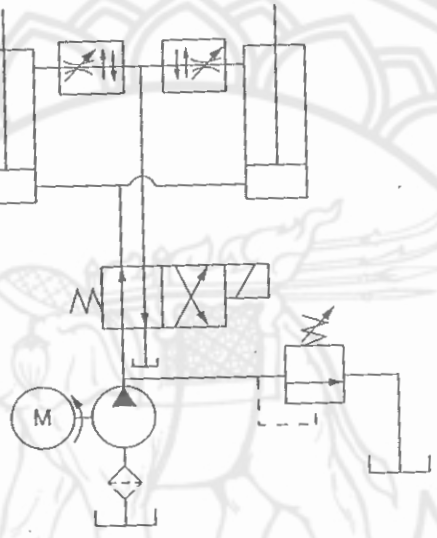
รูปที่ 2.30 วงจรกระบอกสูบชนิดมีสองก้านสูบ

2.20.1 ผลกระทบเรื่องความเร็วของกระบอกสูบชนิดสองก้านสูบ

กระบอกสูบชนิดสองทิศทางก้านสูบเดียว ความเร็วของก้านสูบในจังหวะหดกลับนั้นมีความเร็วมากกว่าในจังหวะก้านสูบวิ่งออก ลักษณะของงานบางอย่างมีความจำเป็นต้องใช้ความเร็วของลูกสูบทั้งจังหวะวิ่งออกและจังหวะหดกลับให้มีความเร็วเท่ากัน จึงจำเป็นต้องใช้กระบอกสูบชนิดที่มีก้านสูบสองก้านสูบ(Double Rod) เพราะว่าพื้นที่ของก้านสูบมีค่าเท่ากัน ดังนั้นการคำนวนหาค่าของ GPM ที่กระทำต่อพื้นที่จึงเท่ากัน เป็นผลให้มีความเร็วเท่ากัน สูตรการหาค่าความเร็วคือ

$$\text{ความเร็ว } (V) = \frac{\text{อัตราการไหล } (Q) \text{ แกลลอน/นาที } (GPM)}{\text{พื้นที่ } (A) \text{ ตารางนิ้ว}}$$

2.20.2 <u>การควบคุมให้ลูกสูบทำงานพร้อมกัน</u>



รูปที่ 2.31 การควบคุมให้กระบอกสูบทำงานพร้อมกัน

อุปสรรคอย่างหนึ่งในระบบไฮดรอลิก คือ การควบคุมให้ลูกสูบทำงานพร้อมๆ กัน การแก้ไขโดยการใช้วาล์วควบคุมการไหลอย่างเดียวดีแล้วก็ตามก็ยังคงแก้ปัญหานี้ไม่ได้การควบคุมความเร็วให้เป็นค่าที่พอใจได้คือ ที่ความยาวช่วงชัก 5 ฟุต ต้องมีระยะความเร็วเท่ากับ $\pm$ 1/8 นิ้ว และถ้ามีช่วงชักเพียง 1 ฟุต ต้องมีระยะห่างของความเร็วเท่ากับ $\pm$ 1/6 นิ้ว วิธีการที่จะทำให้กระบอกสูบทำงานพร้อมกันจริงๆ นั้นต้องใช้ระบบกลไกจากภายนอกมาช่วย เช่น ใช้เหล็กยึดก้านสูบ หรือวิธีต่อวงจรโดยเอาน้ำมันที่ออกจากกระบอกสูบหนึ่งไปเข้าอีกกระบอกสูบหนึ่งแต่วิธีนี้ยังคงไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ถ้ามีการรั่วของน้ำมัน ต้องใช้วาล์วให้ทำหน้าที่เสริมน้ำมันเข้าไปในระบบเพื่อชดเชยน้ำมันที่รั่วออก

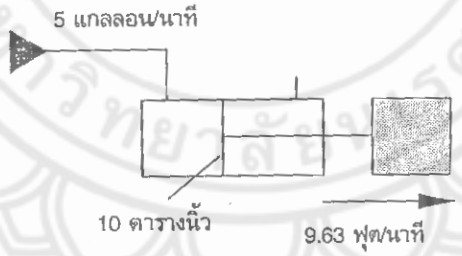
2.21 การรั่วของซีลลูกสูบมีผลต่อความเร็วของก้านสูบ

ซีลของกระบวกสูบทำมาจากแหวนเหล็กหล่อหรือจากยางสังเคราะห์ ถ้าซีลเหล่านี้สึกหรอจะมีผลต่อความเร็วของกระบอกสูบได้อย่างไร จากที่กล่าวมาแล้วว่า ความเร็วของก้านสูบขึ้นอยู่กับว่ามีอัตราการส่งน้ำมันจากปั๊มเข้าไปยังกระบอกสูบได้รวดเร็วเพียงใด ในกรณีที่ซีลรั่ว ก็หมายถึงยอมให้น้ำมันผ่านลูกสูบออกไปได้โดยไม่ขัดตัวอยู่ภายในห้องสูบ และไม่ได้ช่วยดันให้ลูกสูบเคลื่อนที่ ถ้าดูตามรูป ที่ 2.32 จะเห็นว่า พื้นที่ของลูกสูบด้านลูกสูบเท่ากับ 10 ตารางนิ้ว มีน้ำมันไหลเข้าเท่ากับ 5 แกลลอน / นาที ด้านลูกสูบจึงได้ความเร็วของก้านสูบ ดังนี้

$$\text{ความเร็วก้านสูบ (ฟุต/นาที)} = \frac{\text{แกลลอน/นาที}}{\text{พื้นที่ของลูกสูบ ตารางนิ้ว}}$$

$$= \frac{5 \times 19.25}{10}$$

$$= 9.63 \quad \text{(ฟุต/นาที)}$$



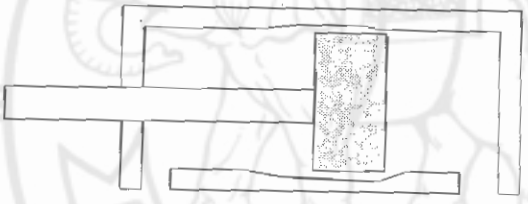
รูปที่ 2.32 การรั่วของกระบอกสูบทำให้ความเร็วลดลง

แต่ถ้าซีลของกระบอกสูบรั่วหรือสึกหรอก็จะทำให้จำนวนของน้ำมันลดน้อยลงจาก 5 แกลลอน / นาที เป็นผลให้ความเร็วของลูกสูบช้าลง สมมติให้น้ำมันรั่วออกไปได้เท่ากับ 0.5 แกลลอน / นาที พิสูจน์ได้จากสูตรดังต่อไปนี้

$$\text{ความเร็วก้านสูบ (ฟุต/นาที)} = \frac{\text{แกลลอน/นาที}}{\text{พื้นที่ของลูกสูบ (ตารางนิ้ว)}}$$

$$= \frac{4.5 \times 19.25}{10}$$

$$= 8.66 \quad \text{ฟุต/นาที}$$



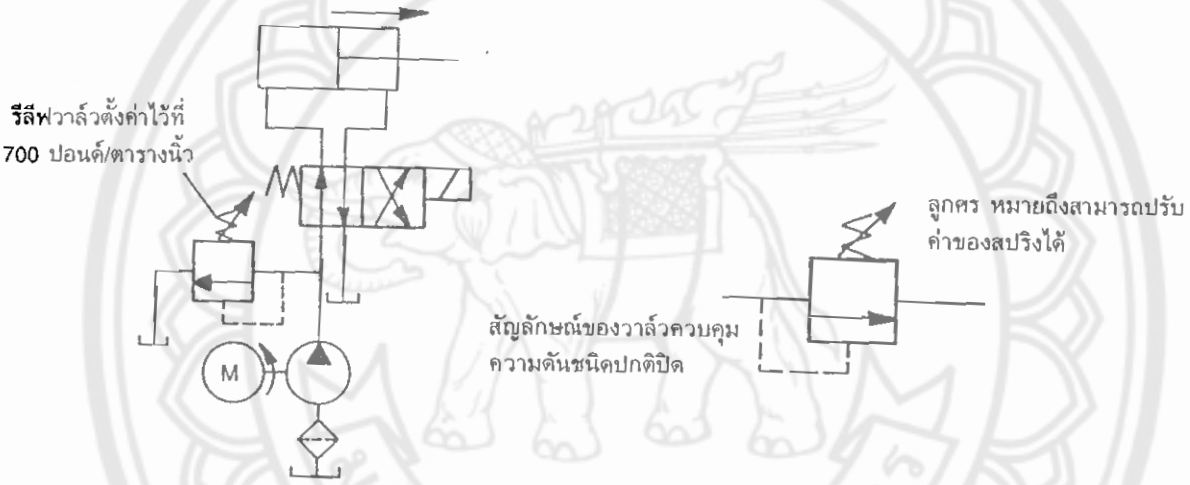
รูปที่ 2.33 การสึกหรอของกระบอกสูบในตำแหน่งกลาง

ถ้าซีลของลูกสูบรั่วเป็นผลให้ความเร็วของก้านสูบลดลง ถึงแม้ว่าให้ปั๊มทำงานที่จำนวนของแกลลอน / นาทีเท่าเดิมก็ตาม จึงต้องใช้เวลาเพิ่มมากขึ้นเพื่อให้ได้ระยะของช่วงชักเท่าเดิม และค่าการเกิดความร้อนก็เพิ่มมากขึ้นด้วย อันเนื่องมาจากน้ำมันไหลผ่านส่วนที่สึกหรอของลูกสูบซึ่งทำให้เกิดการเสียดสีของน้ำมัน ถ้าการสึกหรอของกระบอกสูบเกิดขึ้นเฉพาะส่วนใดส่วนหนึ่ง โดยเฉพาะอย่างยิ่งในส่วนที่ลูกสูบเคลื่อนที่เข้า – ออกเป็นประจำ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ถึงในส่วนนั้นจะทำให้ความเร็วลดลง แต่พอเลยระยะนั้นออกไปจะได้ความเร็วปกติอีกครั้งหนึ่ง

วาล์วควบคุมความดันและควบคุมการไหล

2.22 หลักการเบื้องต้นของวาลวควบคุมความดัน (Simple pressure Control Valve)

หลักการทำงานของวาล์วควบคุมความดันอย่างง่าย ๆ ถ้าจะให้คำจำกัดความของวาล์วควบคุมความดันแล้ว คงจะกล่าวได้ว่าวาล์วควบคุมความดัน คือ วาล์วที่มีชิ้นส่วนที่เคลื่อนที่กระทำอยู่กับความดันของสปริง

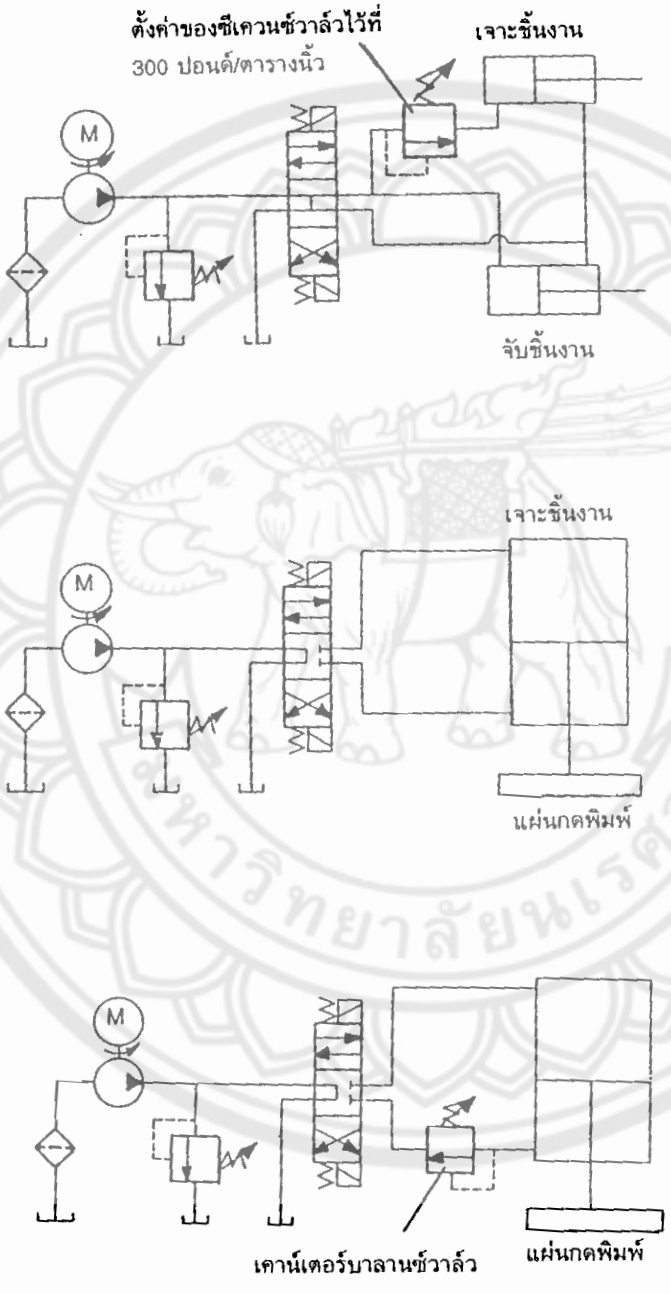


รูปที่ 2.34 วงจรการใช้รีลีฟวาล์ว

เราสามารถทำให้ระบบมีความดันสูงสุดได้โดยการใช้วาล์วควบคุมความดันซึ่งปกติมีตำแหน่งปิดโดยใช้รู P ต่อกับความดันให้ระบบ ส่วนรูน้ำมันไหลออกจากวาล์วให้ต่อจากรู T ของวาล์วกับถังน้ำมันและให้สปูลของวาล์วทำงานด้วยความดันภายในระบบเอง หมายถึง เมื่อมีความดันสูงกว่าแรงสปริงภายในของวาล์ว จะทำให้วาล์วตัวนี้เปิดให้น้ำมันไหลจากรู P ไปยังรู T

จากหลักการดังกล่าวนี้คือหลักการทำงานของรีลีฟวาล์ว ถ้าพิจารณาในรูปที่ 2.34 จะเห็นได้ว่ารีลีฟวาล์วตัวนี้ตั้งค่าความดันไว้ที่ 700 ปอนด์ /ตารางนิ้ว และเมื่อกระบอกสูบทำงาน (วิ่งออก) สุดช่วงชักแล้ว จะทำให้ค่าความดันภายในระบบเพิ่มสูงขึ้นเรื่อยๆ จนในที่สุดมีค่าเท่ากับ 700 ปอนด์/ตารางนิ้ว เท่ากับความดันของสปริงที่รีลีฟวาล์วเป็นผลให้รีลีฟวาล์วเปิด ทำให้น้ำมันวิ่งผ่านจากรู P ไปยังถังน้ำมัน (T) ได้เมื่อความดันในระบบยังคงที่อยู่ที่ 700 ปอนด์/ตารางนิ้ว รีลีฟวาล์วก็ยังคงเปิดอยู่ตลอดแต่เมื่อใดก็ตามที่ความดันลดต่ำลงกว่า 700 ปอนด์/ตารางนิ้ว จะทำให้รีลีฟวาล์วปิด

2.23 การใช้วาล์วควบคุมความดันชนิดปกติปิด (Use of a Normally Closed Pressure Valve)

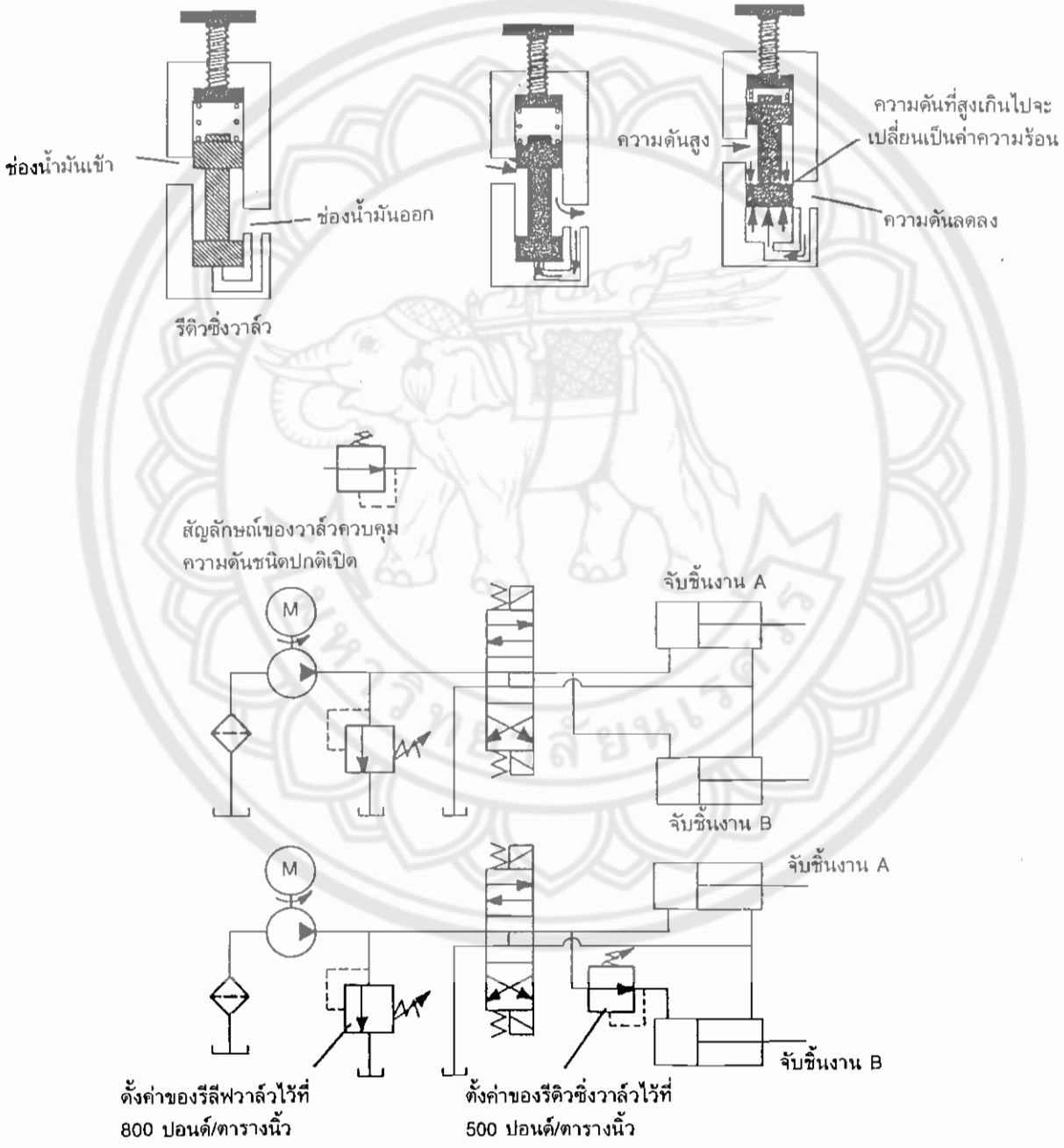


รูปที่ 2.35 วาล์วควบคุมความดันชนิดปกติปิด

วาล์วควบคุมความดันชนิดปกติปิดนิยมใช้กันมากในระบบไฮดรอลิก นอกเหนือจากใช้เป็นรีลีฟวาล์วแล้วยังใช้เป็นวาล์วควบคุมความดันชนิดอื่นๆ ได้อีกเช่น ซีเควนซ์วาล์ว (Sequence Valve) เคาน์เตอร์บาลานซ์วาล์ว (Couterbalance) เป็นต้น

2.24 วาล์วควบคุมความดันชนิดปกติเปิด

วาล์วชนิดนี้จะเปิดให้น้ำมันผ่านออกไปได้ในจังหวะปกติ แต่เมื่อมีความดันไพลอตเข้ามากระทำจะทำให้วาล์วปิด



รูปที่ 2.36 วงจรการใช้วาล์วควบคุมความดันชนิดปกติเปิด

2.24.1 วาล์วลดค่าความดัน

เป็นวาล์ว ในตระกูลควบคุมความดันชนิดหนึ่งที่ตำแหน่งปกติเปิดหลักการทำงานมี ดังต่อไปนี้

เมื่อความดันผ่านไปแล้ว จะมีความดันจำนวนหนึ่งเข้ามาทางช่องไพลอต เข้ามากระทำต้านอยู่กับสปริงของวาล์ว ถ้าความดันทางด้านออกสูงกว่าหรือเท่ากับความดันทางด้านเข้าจะทำให้วาล์วเริ่มปิด และเมื่อความดันทางด้านออกสูงขึ้นอีกจนชนะแรงสปริงที่ตั้งค่าเอาไว้ในตัววาล์วจะทำให้วาล์วปิดสนิท แต่เมื่อความดันลดลงต่ำกว่าค่าของแรงสปริง ดังกล่าวจะทำให้วาล์วเริ่มเปิดอีกครั้งหนึ่ง

ตามวงจรแรกของรูปที่ 2.37 เป็นวงจรจับชิ้นงานของกระบอกสูบ 2 ตัว ซึ่งแรงของกระบอกสูบทั้งสองจะมีเท่ากัน ส่วนวงจรอีกวงจรหนึ่งมีรีดิวซิ่งวาล์วเพิ่มเข้ามาในวงจรจะทำให้แรงของกระบอกสูบมีต่างกัน กระบอกสูบ A จะไม่มี รีดิวซิ่งวาล์วติดตั้งอยู่ แรงที่ได้ก็จะ เท่ากับค่าความดันของระบบ (ค่าความดันที่ตั้งค่าไว้รีลีฟวาล์ว) ส่วนความดันของกระบอกสูบ B ซึ่งมีรีดิวซิ่งวาล์วติดตั้งอยู่ด้วยนั้น ในขณะนี้ได้ลดค่าความดันลงมาเหลือเพียง 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว จึงให้แรงออกมาน้อยกว่ากระบอกสูบ A

มีข้อพิจารณาเกี่ยวกับรีดิวซิ่งวาล์ว คือ เมื่อมีความดันสูงเกินกว่าค่าของวาล์วที่ตั้งเอาไว้ ค่าความดันเหล่านั้นจะกลายเป็นค่าความต้านทาน ซึ่งจะทำให้เกิดค่าพลังงานความร้อน ทำให้ความร้อนในระบบเพิ่มมากยิ่งขึ้น

2.25 การระบายน้ำมันออกจากวาล์ว (Drain)

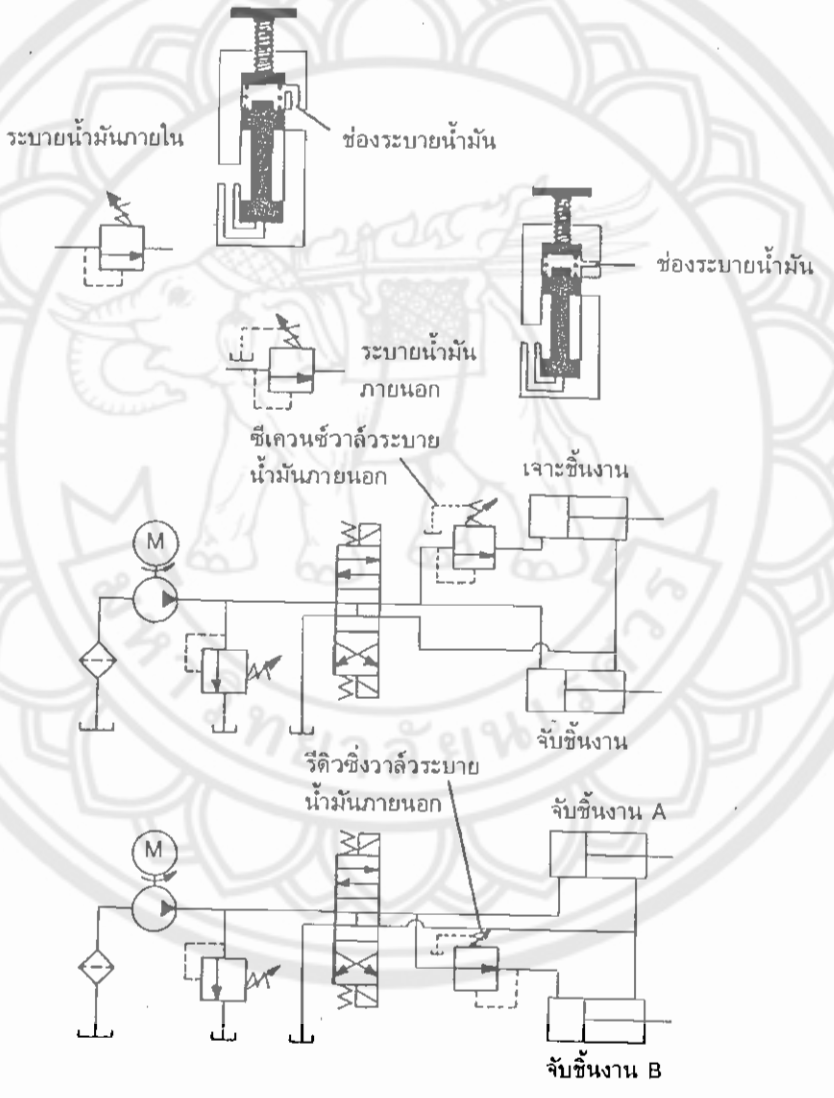
โดยปกติแล้วสปูลของวาล์วจะเคลื่อนที่อยู่ภายในช่องภายในวาล์ว ฉะนั้นจะมีน้ำมันบางส่วนรั่วไหลเข้าไปในช่องว่างของสปูลดังกล่าวได้ซึ่งน้ำมันที่รั่วเข้าไปนี้จะทำหน้าที่เป็นน้ำมันที่ใช้ หล่อลื่นตัวสปูลด้วย แต่เพื่อให้วาล์วทำงานได้ถูกต้องแน่นอน จึงต้องระบายน้ำมันที่รั่วออก **ไปโดยการต่อท่อน้ำมันทั้งชนิดภายนอกและชนิดภายในต่อเข้ากับถังน้ำมัน**

2.25.1 การระบายน้ำมันชนิดระบายภายใน

ถ้าช่องทางน้ำมันไหลออกของวาล์วต่อเข้าถังน้ำมันเช่น รีลีฟวาล์ว เคาน์เตอร์บาลานซ์วาล์ว การระบายน้ำมันจะเป็นชนิดการระบายภายใน

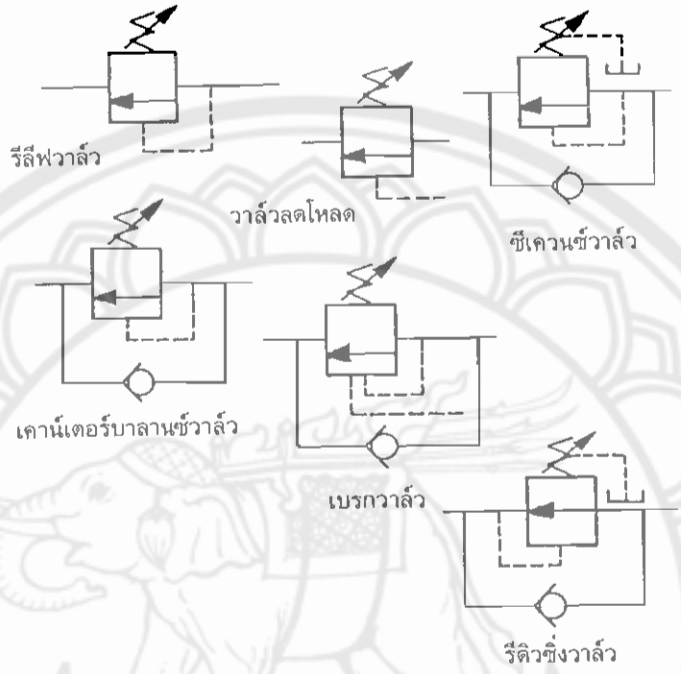
2.25.2 <u>การระบายน้ำมันชนิดระบายภายนอก</u>

ถ้าด้านน้ำมันออกจากวาล์วเป็นด้านที่มีความดัน เช่น ซีเควนซ์วาล์ว รีดิวซ์ซิ่งวาล์ว จะต้องมีท่อน้ำมันต่อออกจากช่องระบายแยกลงถังน้ำมันไว้ต่างหาก การระบายน้ำมันชนิดนี้เรียกว่าการระบายน้ำมันชนิดภายนอก



รูปที่ 2.37 การระบายน้ำมันทั้งชนิดภายในและภายนอก

2.26 หลักการทั่วๆไปของวาล์วควบคุมความดัน



รูปที่ 2.38 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมความดัน

หลักการทั่ว ๆ ไปของวาล์วควบคุมความดัน

1. ทางน้ำมันออกของวาล์วควบคุมความดันมักจะมีความดันและมีการระบายน้ำมันเป็นชนิดระบายภายนอก มีวาล์วต่อไปนี้คือ ซีเควนซ์วาล์ว และรีดิวซิ่งวาล์ว

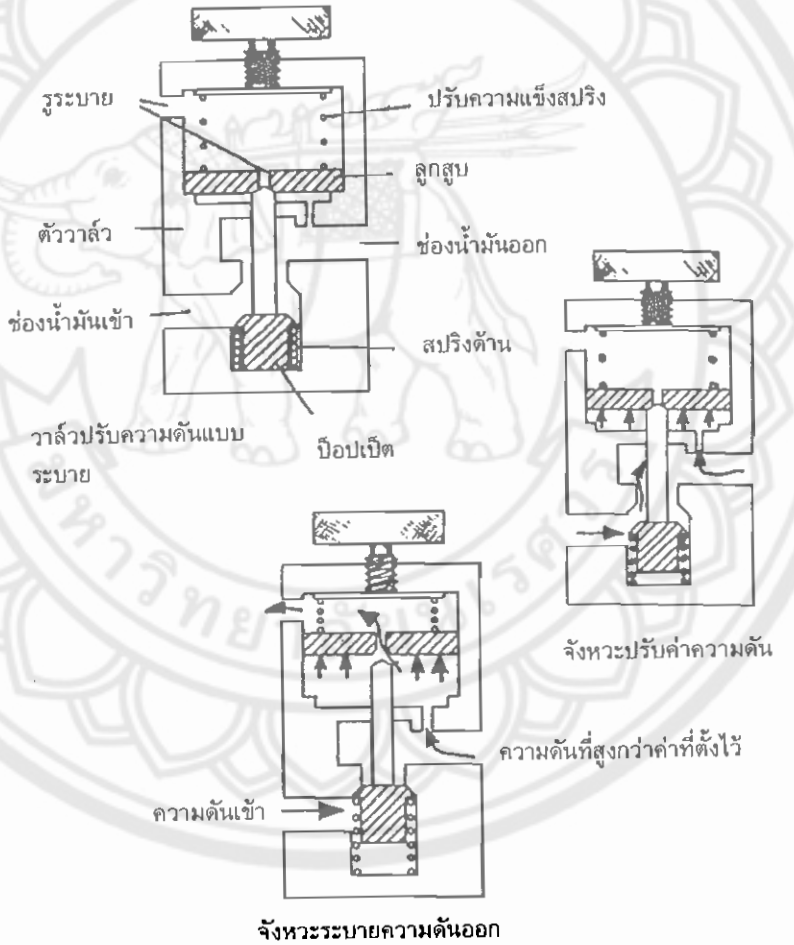
2. ทางน้ำมันออกของวาล์วควบคุมความดันที่ต่อกับถังน้ำมันมักจะเป็นชนิดระบายน้ำมันภายใน มีวาล์วดังต่อไปนี้คือ รีลีฟวาล์ว วาล์วลดโหลด เคาน์เตอร์บาลานซ์วาล์ว และเบรกวาล์ว

3. เพื่อที่จะให้น้ำมันไหลกลับทางได้ วาล์วควบคุมความดันทั้งหมดต้องมีเช็กวาล์ว

วาล์วควบคุมความดันแบบระบายความดัน

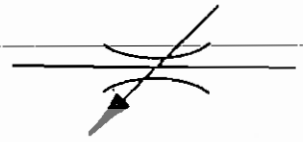
1. ส่วนประกอบของวาล์วชนิดนี้ประกอบด้วย ตัวเรือนของวาล์ว ช่องลมเข้า –ออก ป็อปเป็ต สปริง ลูกสูบที่มีรูระบาย และมือปรับค่าความดันของสปริง

2. หลักการทำงานของวาล์วชนิดนี้มีดังต่อไปนี้ คือ วาล์วจะระบายความดันที่สูงกว่าค่าความดันที่ปรับตั้งไว้ เมื่อความดันเข้ามาจากด้านลมออกจะมากระทำพื้นที่ของลูกสูบ ถ้าชนะแรงสปริงที่ปรับ ค่าไว้จะทำให้ลูกสูบและป็อปเป็ตถูกยกขึ้น และควบคุมไม่ให้มีความดันลมทางด้านออกเพิ่มขึ้น และ ความดันที่สูงเกินไปจะถูกระบายออกทิ้งทางรูระบาย เมื่อความดันด้านออกมีค่าลดต่ำลงตามที่ตั้งค่า ไว้ รูระบายจะถูกปิด



รูปที่ 2.39 วาล์วควบคุมความดันแบบระบายความดัน

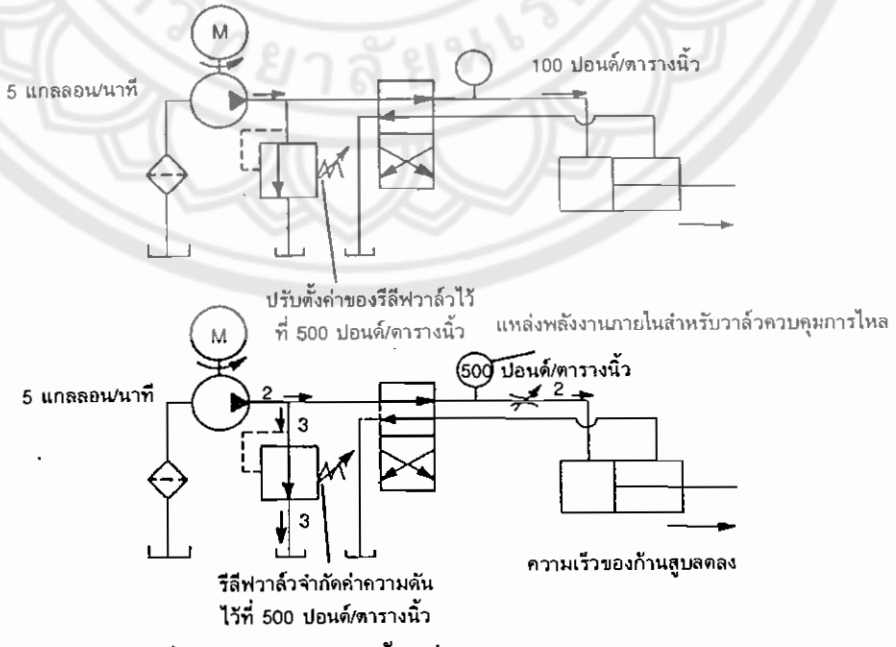
2.27 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมัน



รูปที่ 2.40 สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมการไหล

วาล์วควบคุมอัตราการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกให้ระบบไฮดรอลิกนั้น จะทำให้ลดจำนวนน้ำมันที่เข้าไปยังกระบอกสูบหรือมอเตอร์ไฮดรอลิก จึงทำให้ความเร็วของลูกสูบ หรือ มอเตอร์ไฮดรอลิกลดลงหรือกล่าวอีกอย่างหนึ่งว่าเป็นวาล์วที่กีดขวางการไหลของน้ำมัน รูปที่ 2.41 ถ้าให้ปั๊มส่งน้ำมันออกไปได้ 5 แกลลอน/ นาที ในกรณีที่กระบอกสูบไม่มีโหลดเลย ภายในระบบก็จะมีความดันเพิ่มขึ้น 100 ปอนด์/ ตารางนิ้ว ค่าความดัน 100 ปอนด์ / ตารางนิ้ว นี้เกิดจากค่าความดันเสียดทาน หรือค่าความหนืดของน้ำมัน เป็นต้น และค่าต่างๆ ที่กล่าวนี้จะเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำมันมีความร้อนเกิดขึ้น

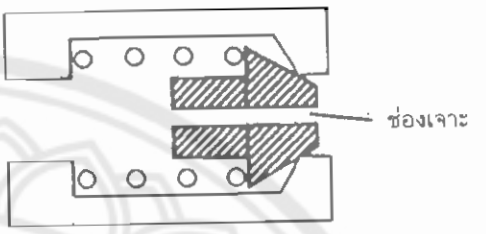
เมื่อติดตั้งวาล์วควบคุมการไหลเข้าไป จะทำให้ความดันในระบบมีความดันเพิ่มมากขึ้นเป็น 500 ปอนด์/ ตารางนิ้ว สาเหตุเป็นเพราะจำนวนน้ำมันถูกกักตัวเอาไว้ 3 แกลลอน / นาที ให้ไหลกลับถังน้ำมันส่วนที่เหลืออีก 2 แกลลอน/ นาที จะยอมให้ผ่านออกไปได้เพื่อเข้าไปในกระบอกสูบจึงทำทำให้ ความเร็วของลูกสูบลดลง



รูปที่ 2.41 วงจรการใช้วาล์วควบคุมการไหล

2.28 ก๊อกอด

รูปที่ 2.42 สัญลักษณ์คอคอด(Orifice)



รูปที่ 2.43 เช็กวาล์ว

เมื่อน้ำมันไหลผ่านคอคอด จะมีผลกระทบ 3 ข้อดังต่อไปนี้

1. ขนาดของคอคอด
2. ความดันแตกต่างที่เกิดขึ้นที่คอคอด
3. อุณหภูมิของน้ำมัน

2.28.1 คอคอดชนิดปรับไม่ได้

เป็นวาล์วควบคุมการไหลอย่างหนึ่งซึ่งปรับขนาดของคอคอดไม่ได้ ตัวอย่างในระบบไฮดรอลิก เช่น ปลั๊กอุดหรือเช็กวาล์วที่มีรูเจาะตรงกลาง

2.28.2 คอคอดชนิดปรับค่าได้

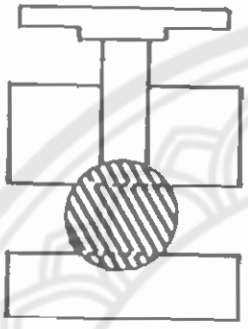
ปกติแล้วการเลือกใช้วาล์วควบคุมการไหลมักจะเลือกชนิดที่ปรับค่าได้ ทั้งนี้เพราะสามารถใช้งานอย่างยืดหยุ่นได้มากกว่าแบบปรับไม่ได้ เช่น บอลล์วาล์ว โกลบวาล์วและวาล์วเข็ม เป็นต้น

1. บอลล์วาล์ว

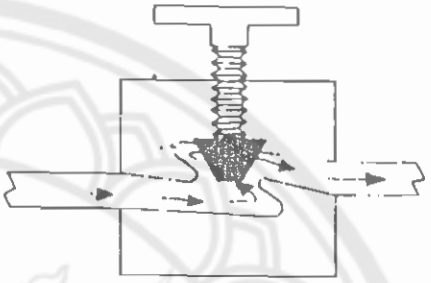
ลักษณะการไหลของน้ำมันผ่านบอลล์วาล์วนั้นจะไหลผ่านจุดศูนย์กลางขนาดของช่องน้ำมันสามารถปรับเปลี่ยนได้โดยการหมุนมือปรับ

2. โกลบวาล์ว

ลักษณะการไหลของน้ำมันที่ผ่านวาล์วนี้จะไหลในทิศทางตั้งฉากซึ่งมีบ่ารองรับการปิด-เปิด ของตัวโกลบการควบคุมให้ช่องภายในวาล์วเปิด-ปิดมากน้อยเท่าไรจึงขึ้นอยู่กับการหมุนมือหมุน



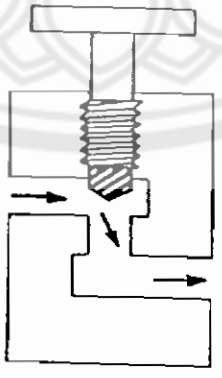
รูปที่ 2.44 บอลล์วาล์ว



รูปที่ 2.45 โกลบวาล์ว

3. วาล์วเข็ม

ลักษณะการไหลของน้ำมันผ่านวาล์วนี้จะเหมือนกับแบบโกลบวาล์ว คือ ไหลตั้งฉากโดยผ่านเข็ม ซึ่งใช้เป็นตัวปิด-เปิดการไหลของน้ำมันและเข็มตัวนี้ถูกควบคุม โดยการหมุนมือหมุน เช่นเดียวกัน และเพื่อให้การปรับค่าของวาล์วให้มีค่าที่ละเอียดมากขึ้นจึงต้องใช้เกลียที่มือหมุนเป็นเกลียวชนิดละเอียดวาล์วชนิดนี้มักใช้ในระบบไฮดรอลิกมากกว่าการใช้โกลบวาล์วและบอลล์วาล์ว



รูปที่ 2.46 วาล์วเข็ม

ส่วนของระบบควบคุม PLC

2.29 โปรแกรมเมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์

PLC เป็นอุปกรณ์ชนิดโซลิก- สเตท ที่ทำงานแบบลอจิก การออกแบบการทำงานของ PLC จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์จากหลังการพื้นฐานแล้ว PLC จะประกอบด้วยอุปกรณ์ที่เรียกว่า solid – state digital element เพื่อให้ทำงานและตัดสินใจแบบ Logic PLC ใช้สำหรับ หรับ ควบคุมกระบวนการทำงานของเครื่องจักรและอุปกรณ์ ในโรงงานอุตสาหกรรม

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อ ได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของ รีเลย์ ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟหรือเรียกว่า Hard – wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือหลักการทำงานใหม่ก็ต้องเดินสายไฟใหม่ซึ่งเสียเวลาและเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการ ผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้นนอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิดเสตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟน้อยกว่า และสะดวก กว่า เมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

การแบ่งขนาด PLC

ปัจจุบัน PLC มีหลายขนาด บริษัทผู้ผลิตทุกแห่งพยายามผลิตให้เหมาะสมกับงาน แต่ละประเภท ทำให้ PLC แต่ละรุ่นมีความแตกต่างกัน เป็นการยากที่จะตัดสินใจเลือก PLC ให้เหมาะสม กับงานที่มีอยู่ในปัจจุบันข้อมูลเกี่ยวกับขนาดของอินพุท/เอ๊าท์พุท และหน่วยความจำไม่เพียงพอที่ใช้ในการตัดสินใจเลือกPLCปัจจุบันPLCแบ่งเป็น4ขนาดตามขนาดของอินพุท/เอ๊าท์พุ พุท คือ

1 PLC ขนาดเล็ก จำนวนหน่วยอินพุท/เอ๊าท์ ไม่เกิน 128 จุด

2 PLC ขนาดเล็ก จำนวนหน่วยอินพุท/เอ๊าท์ ไม่เกิน 1024 จุด

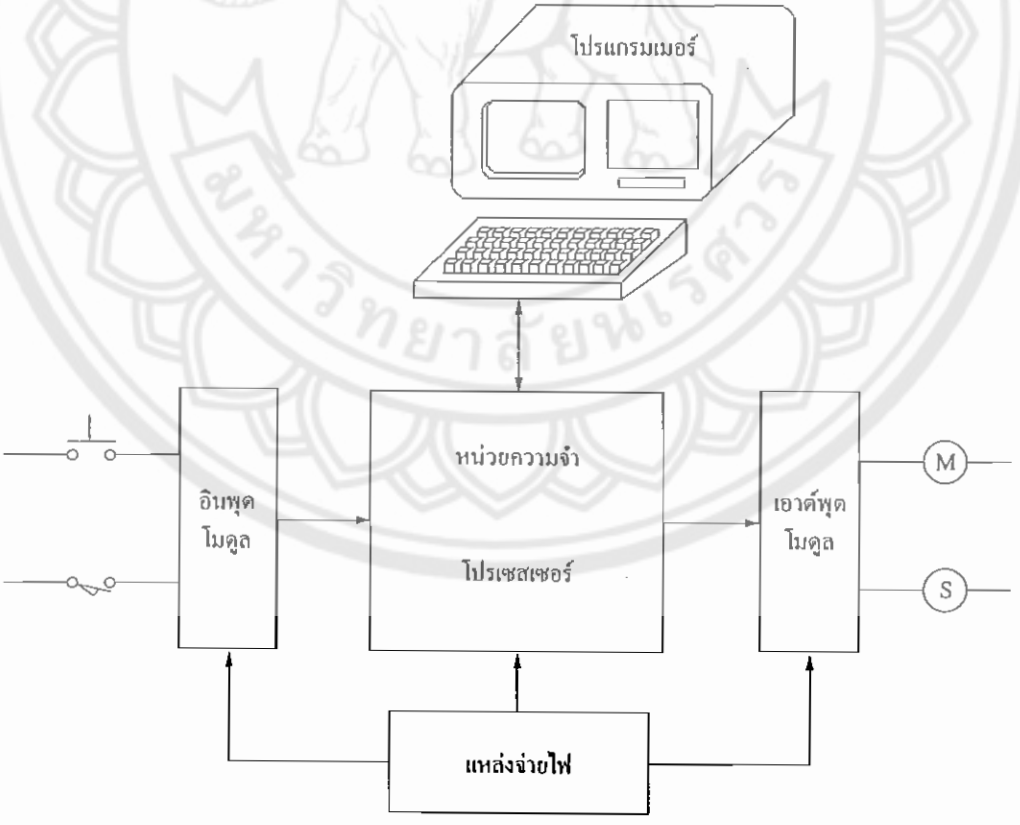
3 PLC ขนาดเล็ก จำนวนหน่วยอินพุท/เอ๊าท์ ไม่เกิน 4096 จุด

4 PLC ขนาดเล็ก จำนวนหน่วยอินพุท/เอ๊าท์ ไม่เกิน 8192 จุด

2.30 โครงสร้างของ PLC

PLC เป็นอุปกรณ์คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในงานอุตสาหกรรม PLC ประกอบด้วย หน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำ หน่วยรับข้อมวล หน่วยส่งข้อมูล และหน่วยป้อนโปรแกรม PLC ขนาดเล็ก ส่วนประกอบทั้งหมดของPLC จะรวมกันเป็นเครื่องเดียว แต่ถ้าเป็นขนาดใหญ่ สามารถแยกออกเป็นส่วนประกอบย่อย ๆ ได้

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลสำหรับใช้ใน การปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรม ของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้



รูปที่ 2.47 โครงสร้างของ PLC

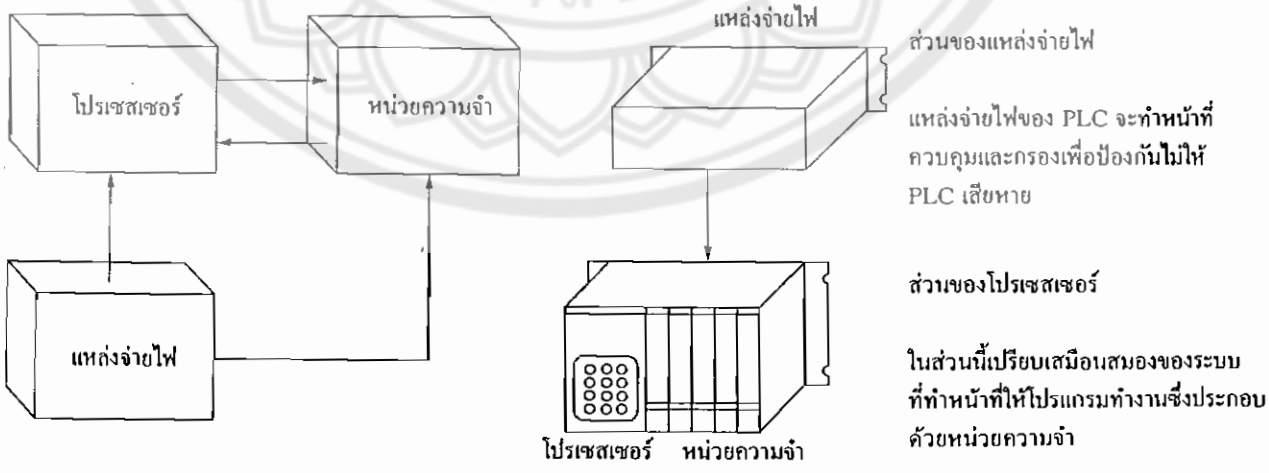
2.31 ส่วนประกอบของ PLC

PLC แบ่งออกได้ 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง
2. หน่วยความจำเก็บโปรแกรมและข้อมูล
3. ส่วนที่เป็นอินพุต / เอาต์พุต
4. ส่วนที่เป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมและข้อมูล

1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวลผลกลาง

CPU จะทำหน้าที่ควบคุม และจัดการระบบการทำงานทั้งหมดภายใน PLC เช่น การสั่งให้ PLC ทำงานตามคำสั่งซึ่งถูกโปรแกรมไว้ในหน่วยความจำ, ควบคุมการรับ-ส่งข้อมูลภายใน PLC ควบคุมการถ่ายข้อมูลเข้าไปหรือออกจาก CPU เป็นต้น โดยที่ตัว CPU จะมีสัญญาณนาฬิกาจากภายนอกป้อนเข้าไปเพื่อควบคุมการทำงานของมันโดยที่ความเร็วของสัญญาณนาฬิกาจะเป็นตัวกำหนดความเร็วการทำงานของ PLC และทำให้เวลาการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ของระบบสามารถทำงานได้อย่างสอดคล้องกัน



รูปที่ 2.48 ส่วนประกอบของ CPU

2. หน่วยความจำเก็บโปรแกรมและข้อมูล

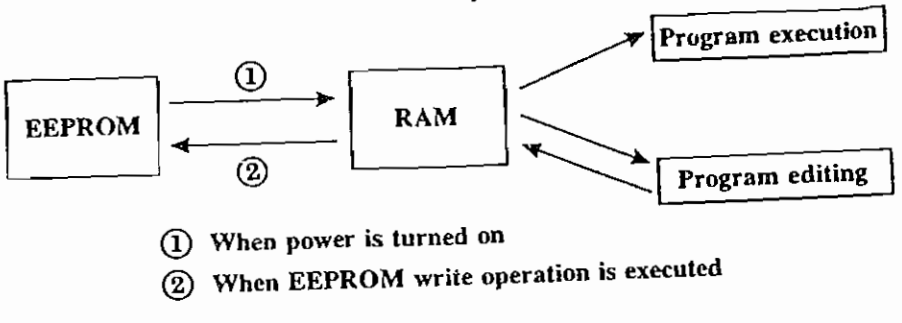
ในเครื่อง PLC สมัยใหม่โดยทั่วไปแล้วจะใช้หน่วยเก็บโปรแกรมจำพวกอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ เช่น RAM (RANDOM ACCES MEMORY) และ EEPROM (ELECTRIC ERASABLE PROGRAMMABLE READ ONLY MEMORY)

RAM

ใน PLC ทั่วไปจะใช้ RAM เป็นหน่วยความจำสำหรับการเริ่มต้นเขียน, การพัฒนาโปรแกรม และการทดสอบการทำงานของโปรแกรม ทั้งนี้เนื่องจาก RAM เป็นหน่วยความจำที่สามารถอ่านและเขียนโปรแกรมได้ง่าย แต่หน่วยความจำประเภทนี้จะต้องมีไฟเลี้ยงอยู่ตลอดเวลา จึงจะสามารถจำข้อมูลไว้ได้ ดังนั้นถ้าต้องการให้ RAM สามารถจำข้อมูลโปรแกรมไว้เมื่อไฟดับก็ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟสำหรับการแบ็คอัพ โดยอาจจะใช้ คาปาซิเตอร์แบ็คอัพ ซึ่งจะสามารถแบ็คอัพได้นานถึง 7 วัน แต่ถ้าระยะเวลาที่ไฟดับนานมากกว่านี้ก็ต้องใช้ แบตเตอรี่แบ็คอัพ ซึ่งจะสามารถแบ็คอัพได้นานถึง 1-2 ปี

EEPROM

หลังจากที่ได้เขียน,แก้ไข,พัฒนา และทดสอบโปรแกรมแล้วจนสามารถใช้งานได้อย่างสมบูรณ์ ดังนั้นเพื่อเป็นการเก็บข้อมูลอย่างถาวร โปรแกรมนั้นจะถูกนำไปเก็บไว้ในหน่วยความจำ แบบ EEPROM ซึ่งเป็นหน่วยความจำที่ไม่ต้องใช้คาร์ปาซิเตอร์ หรือแบตเตอรี่แบ็คอัพ ก็สามารถเก็บข้อมูลไว้ได้ในขณะที่ไฟดับ ในปัจจุบันหน่วยความจำประเภทนี้อาจจะเป็นหน่วยความจำจากภายนอกที่ผู้ใช้สามารถนำมาประกอบเพิ่มเติมเมื่อต้องการ หรือถูกสร้างขึ้นเป็นหน่วยความจำมาตราฐานของเครื่องเลย



รูปที่ 2.49 แสดงโครงสร้างหน่วยความจำของ PLC

3. ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต

ส่วนของอินพุตและเอาต์พุต จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสภาวะและสัญญาณต่าง ๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสภาวะแล้วส่งไปยัง CPU เพื่อประมวลผลเมื่อ CPU ประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่าง ๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็น AC หรือ DC เพื่อส่งสให้ CPU ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้ว CPU จะเสียหายได้

สัญญาณอินพุตที่ดีจะต้องมีคุณสมบัติและหน้าที่ดังนี้

1. ทำให้สัญญาณเข้า ได้ระดับที่เหมาะสมกับ PLC

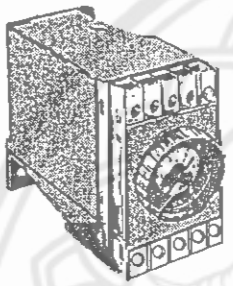
2. การส่งสัญญาณระหว่างอินพุตกับ CPU จะติดต่อกันด้วยลำแสง ซึ่งอาศัยอุปกรณ์ประเภทโฟโตทรานซิสเตอร์ เพื่อต้องการแยกสัญญาณ ทางไฟฟ้าให้ออกจากกัน เป็นการป้องกันไม่ให้ CPU เสียหายเมื่ออินพุตเกิดลัดวงจร

3. หน้าสัมผัสจะต้องไม่สั่นสะเทือน

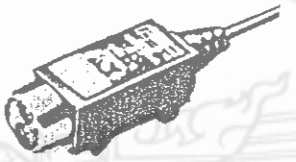
ในส่วนของเอาต์พุต จะทำหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของ CPU แล้วนำค่าเหล่า นี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลีนอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลาง ออกจากอุปกรณ์เอาต์พุตโดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์ หรือคอนแทนเตอร์ เป็นต้น

พรอกซิมิตี้สวิตช์

ลิมิตสวิตช์ต่าง ๆ



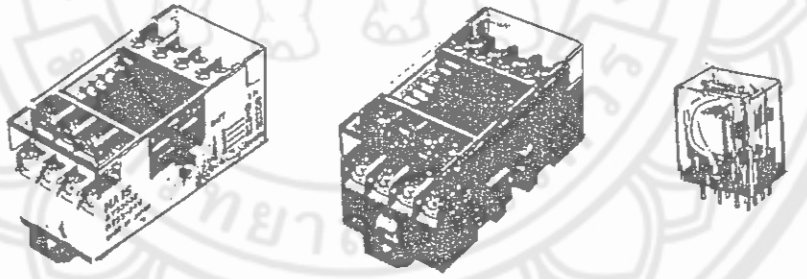
ไทเมอร์



โฟโตอิเล็กทริกสวิตช์

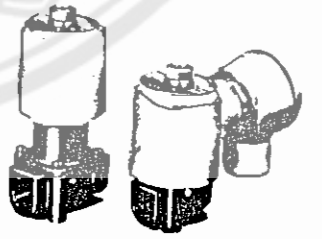
เอนโค้ดเดอร์

รูปที่ 2.50 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสัญญาณอินพุต

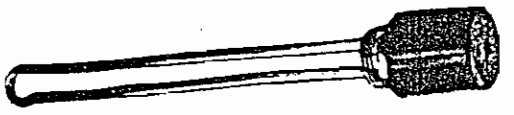


รีเลย์ชนิดต่าง ๆ

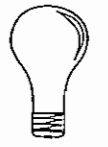
มอเตอร์ไฟฟ้า



โซลีนอยด์วาล์วชนิดต่าง ๆ



ขดลวดความร้อน

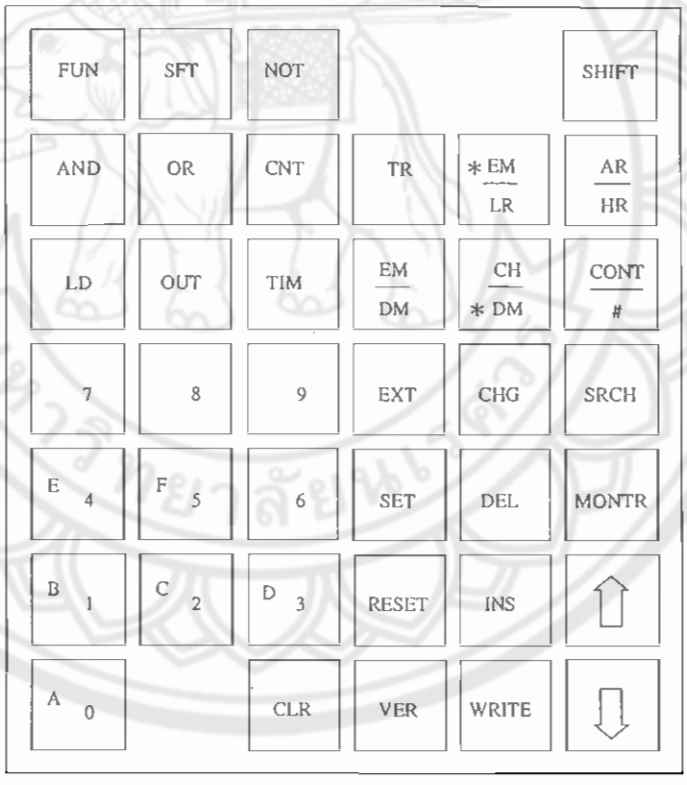


หลอดไฟ

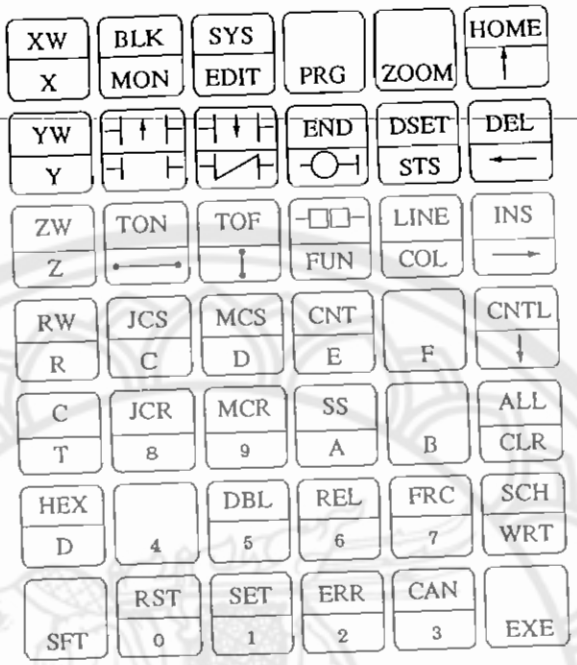
รูปที่ 2.51 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็นส่วนของเอาต์พุต

4. ส่วนที่เป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ใช้ในการป้อนโปรแกรมและข้อมูล

หน้าที่ของเครื่องป้อนโปรแกรมคือควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้สามารถตรวจการปฏิบัติของ PLCและผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) แต่ละยี่ห้อจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์อันเดียวกัน ต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างของเครื่องป้อนโปรแกรมยี่ห้อต่างๆ



รูปที่ 2.52 เครื่องป้อนโปรแกรมของ OMROM



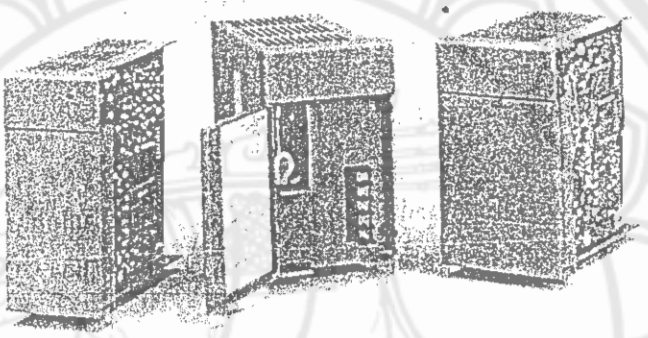
รูปที่ 2.53 เครื่องป้อนโปรแกรมของ TOSHIBA

AUX	MODE	CPU	STAT	SAVE
Z SG	$ STR	SP STRN	GX OUT	GY CNT
U ISG	V AND	W ANDN	X SET	Y MLS
P CV	Q OR	R ORN	S RST	T MLR
K JMP	L ANDST	M ORST	N TMR	O INST#
H 7	I 8	J 9	←	FD REF FIND
E 4	F 5	G 6	→	OFF DEL
B 1	C 2	D 3	PREV	ON INS
A 0	CLR	SHFT	NEXT	ENT

รูปที่ 2.54 เครื่องป้อนโปรแกรม KOYO

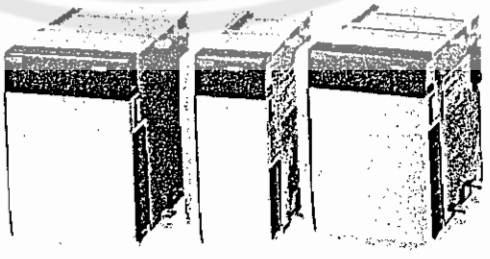
2.32 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

แหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้าให้ CPU และส่วนอื่นๆ ใน PLC ส่วนมากแล้วจะมีให้เลือก 3 แบบ คือ 24 V DC ,120 V AC และ 240V AC



รูปที่ 2.55 ตัวอย่างแหล่งจ่ายไฟของ Allen – Bradley

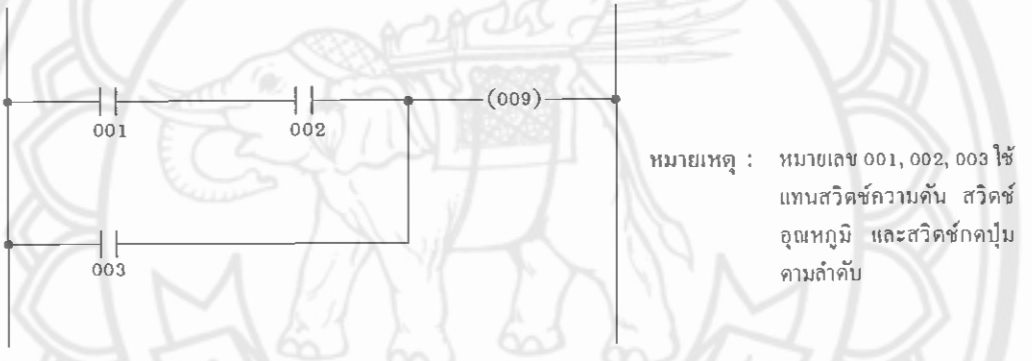
ขนาดของแหล่งจ่ายไฟจะมีอยู่ด้วยกัน 3 แบบดังกล่าวแล้ว ซึ่งต้องเลือกให้เหมาะสมทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดและจำนวนของอินพุตและเอาต์พุต อัตราการกินกระแสไฟฟ้าของ CPC และ I/O Unit ดังตัวอย่าง PLC รุ่น CQM 1 ของ OMIROM



รูปที่ 2.56 ตัวอย่างแหล่งจ่ายไฟของ OMRON

2.33 การทำงานของวงจรแลดเดอร์

เมื่อ PLC อยู่ในสภาวะพร้อมทำงานแล้ว เมื่อโปรแกรมถูกป้อนเข้าไปยังหน่วยความจำของ PLC ทำให้ CPU ประมวลผลและได้ผลลัพธ์เป็นสัญญาณเอาท์พุต หน้าคอนแทคตามรูป 2.5 ซึ่งเป็นชนิดปกติเปิด เพราะฉะนั้น ถ้าคอนแทค 001 และ 002 ต่อกัน ก็จะทำให้เกิดเอาท์พุต 009 หรือหน้าคอนแทค 003 ต่อกัน ก็จะทำให้เกิดเอาท์พุต 009 เช่นกัน ลักษณะเช่นนี้ เรียกว่า รัง (Rung) คือมีสัญญาณอินพุตหนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งที่ทำให้เกิดเอาท์พุตหนึ่งหรือมากกว่า



รูปที่ 2.57 วงจรแลดเดอร์ (PLC Ladder Logic Diagram)

2.33.1 หลักการทำงานของ PLC

อธิบายตามเหตุการร์ต่างๆ มีดังต่อไปนี้คือ เมื่อมีสัญญาณอินพุตเข้ามาจะถูกเก็บเป็นความจำไว้ในส่วนของความจำ (หน้าคอนแทนคที่ต่อกัน เรียกว่า ลอจิก 1 ส่วนคอนแทนที่ไม่ต่อกัน เรียกว่า ลอจิก 0) หลังจากนั้นแลดเดอร์ไดอะแกรมก็จะสรุปผลรวมกับคอนแทค ภายในว่าให้เป็นคอนแทคเปิด หรือปิด ขึ้นอยู่กับการบันทึกของหน่วยความจำ ถ้าหากต้องการสัญญาณเอาต์พุต ค่าของลอจิกต้องเป็นเลข 1 ซึ่งหมายถึงชุดหน้าคอนแทคของโมดูล อินเตอร์เฟสต่อกัน แต่ถ้าไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรทำให้ขดลวดความจำของคอยล์มีค่าเป็นลอจิกเลข 0และโมดูลอินเตอร์เฟส ไม่ต่อกัน

การทำงานของ PLC เมื่อครบ 1 รอบของลำดับดังกล่าวนี้เรียกว่า สแกน ส่วนScan Time คือ เวลาที่ต้องการสำหรับ 1 รอบการทำงาน ซึ่งเป็นตัววัดค่าความเร็วของทำงานของ PLC 1 สแกน ใช้เวลาประมาณ 1-100 ms ขึ้นอยู่กับความยาวของโปรแกรมและชนิดของอินพุต / เอาต์พุต

2.33.2 วงจรตรรก (ลอจิก)

เมื่อได้ทราบหลักการของเลขฐานชนิดต่างๆ แล้ว หลักการทำงานของ PLCก็ยังใช้วงจรตรรก เพื่อให้เกิดสัญญาณเอาต์พุตที่มีเงื่อนไข (สัญญาณอินพุต) ชนิดต่างๆ หลักการของวงจรตรรกมีดังต่อไปนี้

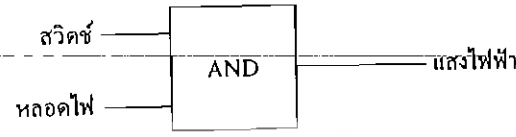
วงจรตรรก หมายถึง วงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ หรือระบบรีเลย์ที่มีสัญญาณเพียง 2 ระดับ หรือ 2 สภาวะเท่านั้นPLC ใช้สัญญาณไฟฟ้า 2 ระดับ แทน 2 เหตุการณ์ที่ต่าง ๆ กัน เช่น การปิดเปิดวาล์ว การปิดเปิดสวิตช์เป็นต้น วงจรตรรก มี 2 ชนิด คือ แบบบวกแบบลบ ลอจิกแบบบวกจะใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับสูงแทนสภาวะลอจิก " 1" และใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับต่ำ แทนสภาวะลอจิก " 0 " ส่วนวงจรลอจิกแบบลบจะใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับต่ำ แทนสภาวะลอจิก " 1" และใช้สัญญาณไฟฟ้าระดับสูง แทนสภาวะลอจิก "0"

สภาวะทางลอจิก คือ สภาวะ "1" หรือ" 0" ใช้แทนการทำงานของอุปกรณ์ที่เปลี่ยนแปลง 2 สภาวะ ระบบควบคุมที่ใช้ระบบ รีเลย์ และPLC จะนำเอาสภาวะของอุปกรณ์เหล่านี้มาปฏิบัติลอจิกด้วยกัน เพื่อให้เข้ากัน กับเงื่อนไขการควบคุม ปฏิบัติการลอจิกประกอบด้วย AND OR และ NOT เพื่อทำให้สภาวะ Input ต่าง ๆ เช่น A ,Bทำให้เกิด Output Y เป็นต้น

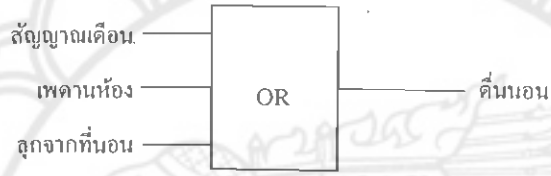
พีชคณิตบูลลีนมีไว้สำหรับอธิบายความสัมพันทางลอจิก ทำให้เข้าใจได้ง่ายยิ่งขึ้นไปยังสมการของรูปที่ 2.57 เขียนได้ว่า Y (แสงไฟฟ้า) = A(สวิตช์)*B(หลอดไฟ) วงจรลอจิกที่ใช้วิธีการเดินสายไฟเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่างๆ เช่น รีเลย์ สวิตช์ ซึ่งมีความยุ่งยากและแก้ไขเพิ่มเติมได้ยาก ส่วน PLC ใช้โปรแกรม ลอจิกกำหนดเงื่อนไขการควบคุม แทนการเดินสายไฟเชื่อมต่ออุปกรณ์ต่าง ๆ ดังกล่าวมาแล้ว จึงทำให้ง่ายขึ้น

PLC แทนวงจรรีเลย์ ด้วยปฏิบัติการทางลอจิก AND OR และ NOT ซึ่งกำหนดตามเงื่อนไขที่ต้องการควบคุมโดยใช้คำสั่งหรือภาษา PC ภาษาพื้นฐานที่ PLC ใช้ในการควบคุม แบบ "ON "หรือ "OFF" คือภาษา แลดเดอร์ และภาษาบูลลีน ภาษาแลดเดอร์ใช้สัญลักษณ์ของหน้าสัมผัสใน **การเขียนโปรแกรม การเปลี่ยนวงจรรีเลย์ให้เป็นโปรแกรม PLC ทำได้โดยใช้หน้าสัมผัสภาษาแลดเดอร์ แทนสัญญาณรีเลย์**

การทำงานของอุปกรณ์ดิจิตอล จะอยู่บนหลักการพื้นฐานของลอจิกพื้นฐาน 3 ตัวคือ AND และNOT แต่ละตัวจะหลักการ ของตัวเองและมีสัญลักษณ์ของตัวเองและมีสัญลักษณ์ของตัวเอง ต่อไปนี้จะให้ Y เป็นเอาต์พุต และสัญญาณอินพุต ให้เป็นตัวอักษร ABC ส่วนเลข 1 หมายถึง มีสัญญาณ เลข 0 หมายถึงไม่มีสัญญาณ



รูปที่ 2.58 ไฟในห้องจะติดได้ก็ต่อเมื่อต่อสะพานไฟและมีหลอดไฟอยู่ในกล่องเท่านั้น



รูปที่ 2.59 สัญญาณให้ตื่นนอน

มีสัญญาณเตือน 3 อย่างเพื่อให้ตื่นนอน คือ สัญญาณดังขึ้น หรือเพดานห้องขุบลงมาหรือลุกออกจากที่นอน

2.33.3 หลักการของ AND Gate

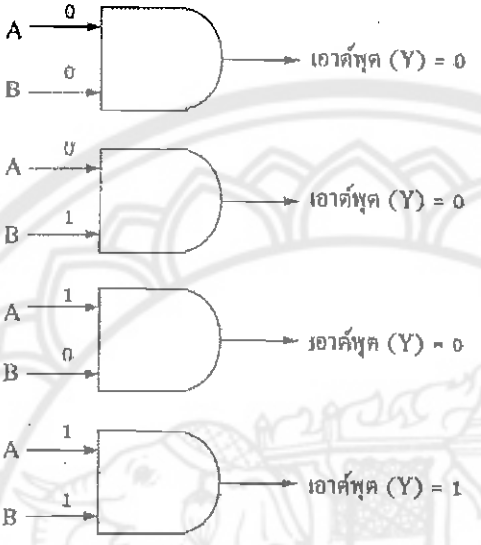
AND Gate ทำให้เกิดสัญญาณเอาต์พุตได้ก็ต่อเมื่อ มีอินพุตทั้ง A และB มีค่า "1"

สัญลักษณ์ของ AND Gate

อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

ตารางตามความเป็นจริงของ AND

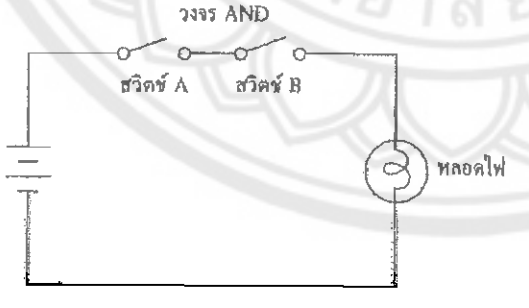
รูปที่ 2.60 สัญลักษณ์ของ AND ที่มีอินพุต 2 ตัว



A	B	Y
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

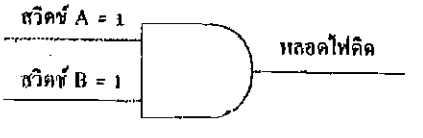
ตารางตามความเป็นจริง

รูปที่ 2.61 ถ้าอินพุตทั้งหมดเป็น 1 จะได้เอาต์พุตเป็น 1 แต่ถ้าอินพุตตัวใดตัวหนึ่งเป็น 0 เอาต์พุตจะเป็น 0 ทันที



สวิตช์ A	สวิตช์ B	หลอดไฟ
เปิด (0)	เปิด (0)	ดับ (0)
เปิด (0)	ปิด (1)	ดับ (0)
ปิด (1)	เปิด (0)	ดับ (0)
ปิด (1)	ปิด (1)	ติด (1)

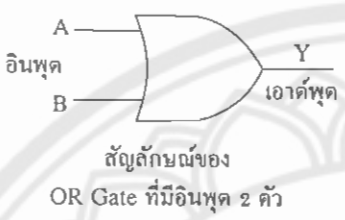
ตารางตามความเป็นจริง



รูปที่ 2.62 หลอดไฟจะติดได้เมื่อสวิตช์ A และ B ปิดเท่านั้น

2.33.4 หลักการของ OR Gate

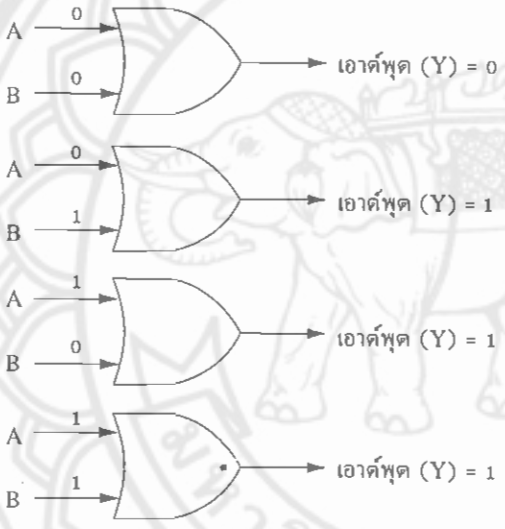
OR Gate สามารถมีอินพุตหลายๆตัวได้ แต่จะมีเอาต์พุตเพียงตัวเดียวเท่านั้น ถ้าเอาต์พุตเท่ากับ 1 แสดงว่ามีอินพุตตัวใดตัวหนึ่ง หรือหลายตัวเท่ากับ 1



สัญลักษณ์ของ OR Gate ที่มีอินพุต 2 ตัว

อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ตารางตามความเป็นจริง

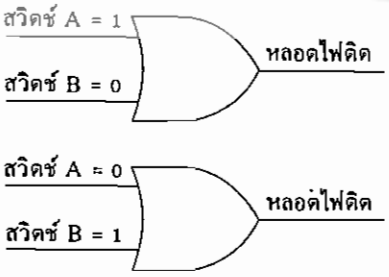


อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

ตารางตามความเป็นจริง

รูปที่ 2.63 สัญญาณของ OR ที่มีอินพุต 2 ตัว

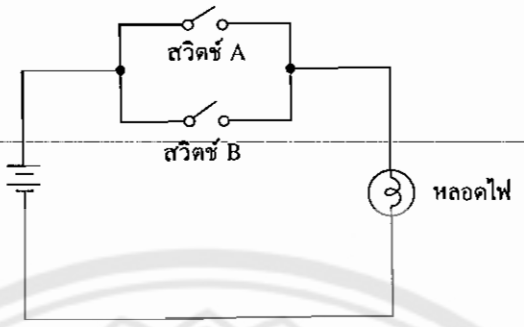
หลักการพื้นฐานคือ ถ้าอินพุต 1 ตัวหรือมากกว่า 1 ตัวมีค่าเป็น 1 เอาต์พุตจะเท่ากับ 1 แต่ถ้าอินพุต ทุกตัวมีค่าเป็น 0 เอาต์พุตจะเท่ากับ 0



สวิตช์ A	สวิตช์ B	หลอดไฟ
เปิด (0)	เปิด (0)	ดับ (0)
เปิด (0)	ปิด (1)	ติด (1)
ปิด (1)	เปิด (0)	ติด (1)
ปิด (1)	ปิด (1)	ติด (1)

ตารางตามความเป็นจริง

รูปที่ 2.64 แสดงสภาวะของหลอดไฟและสวิตช์



รูปที่ 2.65 การทำงานของ OR Gate (OR Gate Function) หลอดไฟจะติดเมื่อสวิตช์ A หรือ B ปิด

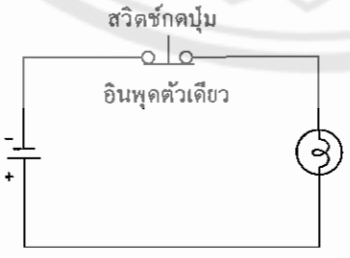
2.33.5 หลักการของ NOT Gate

NOT Gate จะไม่เหมือนกับ AND หรือ OR Gate คือ NoT Gate จะมีอินพุตเพียงตัวเดียวเท่านั้น ถ้าเอาต์พุตเท่ากับ 1 แสดงว่าอินพุตเท่ากับ 0 ถ้าเอาต์พุตเท่ากับ 0 แสดงว่าอินพุตเท่ากับ 1

A	NOT A
0	1
1	0

ตารางตามความเป็นจริงของ NOT

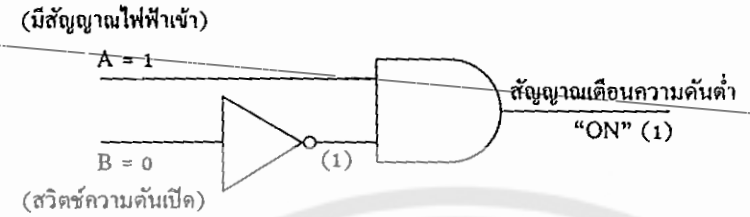
รูปที่ 2.66 สัญลักษณ์ของ NOT Gate



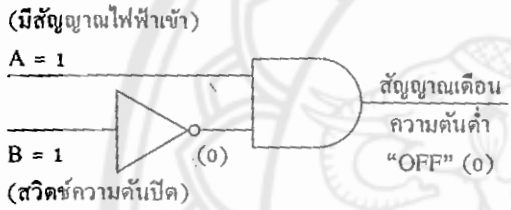
สวิตช์กดปุ่ม	หลอดไฟ
ไม่กดสวิตช์ (0)	ดิด (1)
กดสวิตช์ (1)	ดับ (0)

ตารางตามความเป็นจริง

รูปที่ 2.67 หลอดไฟจะติดถ้าสวิตช์ไม่ถูกกด



รูปที่ 2.68 ถ้ามีสัญญาณไฟฟ้ามีค่าเป็น (1) และสวิตช์ความดันเปิดจะมีสัญญาณเตือนเกิดขึ้น



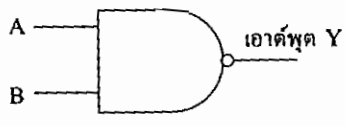
สวิตช์ความดัน	สัญญาณไฟฟ้า	สัญญาณเตือนของความดัน
0	1	1
1	1	0

ตารางตามความเป็นจริง

รูปที่ 2.69 ถ้ามีสัญญาณไฟฟ้ามีค่าเป็น (1) และสวิตช์ความดัน ปิด (1) จะไม่สัญญาณเตือน

2.33.6 <u>หลักการของ NAND Gate</u>

NAND Gate นี้ทำงานตรงกันข้ามกับ AND Gate ที่มีอินพุต 2 ตัว



อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ตารางตามความเป็นจริงของ NAND

รูปที่ 2.70 สัญลักษณ์ของNAND Gate ที่มีอินพุต 2 ตัว

2.33.7 หลักการของ NOR Gate

NOR Gate จะทำหน้าที่ตรงกันข้ามกับ OR Gate

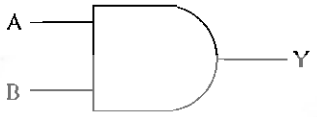
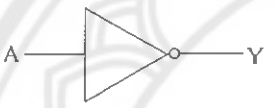
อินพุต		เอาต์พุต
A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

ตารางตามความเป็นจริงของ NOR

รูปที่ 2.71 สัญลักษณ์ของ NOR Gate ที่มีอินพุต 2 ตัว

2.34 บูลีน แอลจิบรา

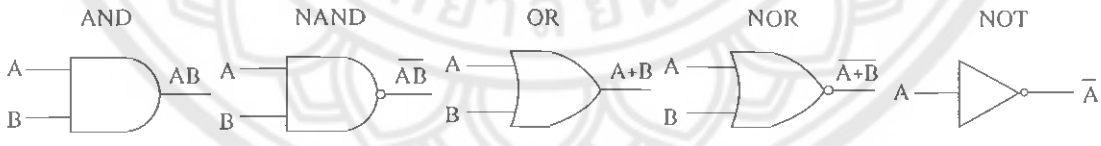
การศึกษาทางพีชคณิตเกี่ยวกับจำนวนของไบนารี่และลอจิก เรียกว่า Boolean Algenbra จุดประสงค์เพื่อหาวิธีการเขียนลอจิกที่ซับซ้อนให้ง่ายยิ่งขึ้นดังในตารางต่อไปนี้ จะเป็นการสรุปพื้นฐานการทำงานของ Boolean Algebra ซึ่งมีความสัมพันธ์กับ AND ,OR และ NOT Gate สัญญาณอินพุตจะเขียนด้วยตัว อักษร A B C เป็นต้น ส่วนสัญญาณเอาต์พุตจะแทนด้วย Y และเครื่องหมายคูณหรือจุด หมายถึง AND เครื่องหมายบวก หมายถึง OR และขีดข้างบนตัวอักษรจะหมายถึง NOT

สัญลักษณ์ของลอจิก	คำอธิบายของลอจิก	สมการบูลลีน
	Y เป็น "1" ถ้า A และ B เป็น "1"	y = A · B หรือ Y = AB
	Y เป็น "1" ถ้า A หรือ B เป็น "1"	Y = A+B
	Y เป็น "1" ถ้า A เป็น "0" Y เป็น "0" ถ้า A เป็น "1"	y = $\overline{A}$

รูปที่ 2.72 สัญลักษณ์ของลอจิกและสมการบูลลีน

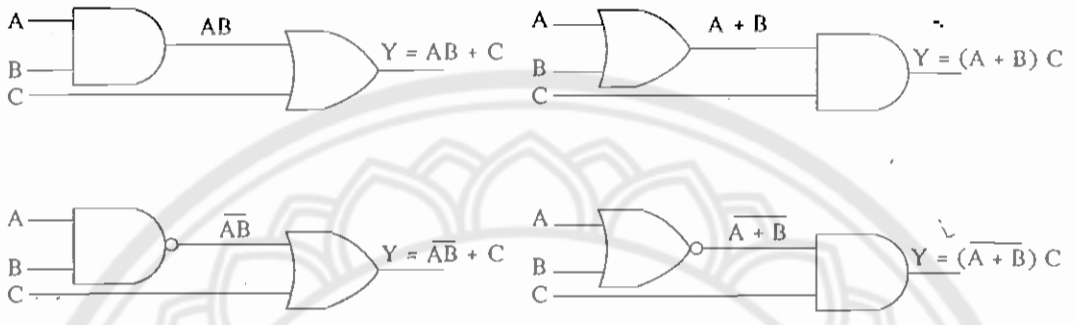
2.35 ลอจิก 5 ชนิด

สมการทั้ง 3 ที่กล่าวมาแล้วใช้สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุม PLC ให้ได้ง่ายขึ้น และต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างของลอจิกทั้ง 5 ชนิดซึ่งเป็นสมการบูลลีน ดังกล่าวมาแล้ว



รูปที่ 2.73 สัญลักษณ์ของลอจิกทั้ง 5 ชนิด

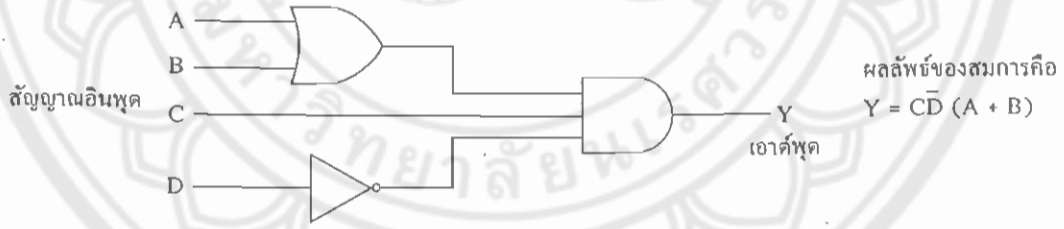
ตัวอย่างของสมการบูลลีนชนิดต่างๆ



รูปที่ 2.74 สมการบูลลีนชนิดต่างๆ

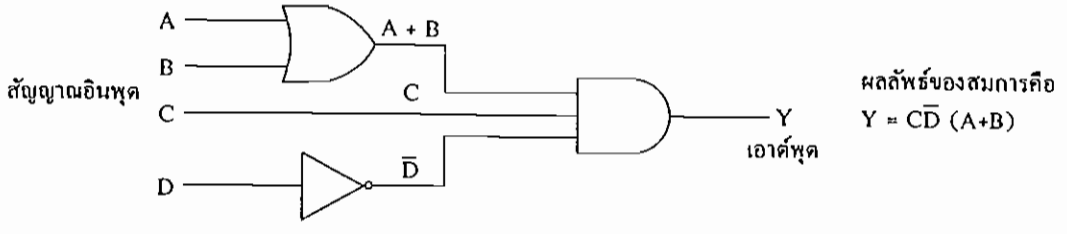
2.36 วงจรในรูปของ Boolean Term

2.36.1 วงจรลอจิก A



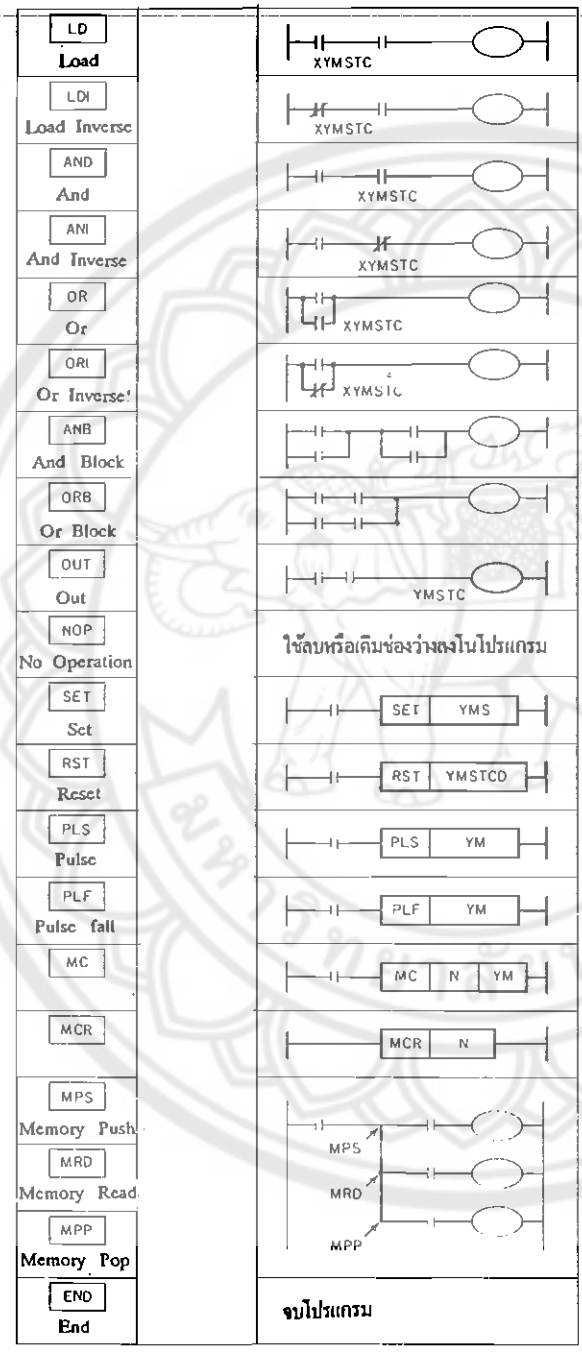
รูปที่ 2.75 วงจรลอจิก A

2.36.2 วงจรในรูปของ Boolean Term จากวงจรลอจิก A



รูปที่ 2.76 วงจรในรูปของ Boolean Term

ตารางที่ 2.3 คำสั่งพื้นฐานทั้งหมด



①:คำสั่งเกี่ยวกับหน้าสัมผัส

LD	LDI
AND	ANI
OR	ORI

ตามด้วยเบอร์อุปกรณ์

② คำสั่งเกี่ยวกับคอยล์

OUT	
PLS	PLF
SET	RST

ตามด้วยเบอร์อุปกรณ์
คำสั่งนี้จะนำหน้าด้วยคำสั่งหน้าสัมผัสเสมอ

③คำสั่งเกี่ยวกับต่อเชื่อม

ANB	ORB	
MPS	MRD	MPP

ไม่มีเบอร์อุปกรณ์

④ คำสั่งอื่น ๆ

MC	MCR
NOP	END