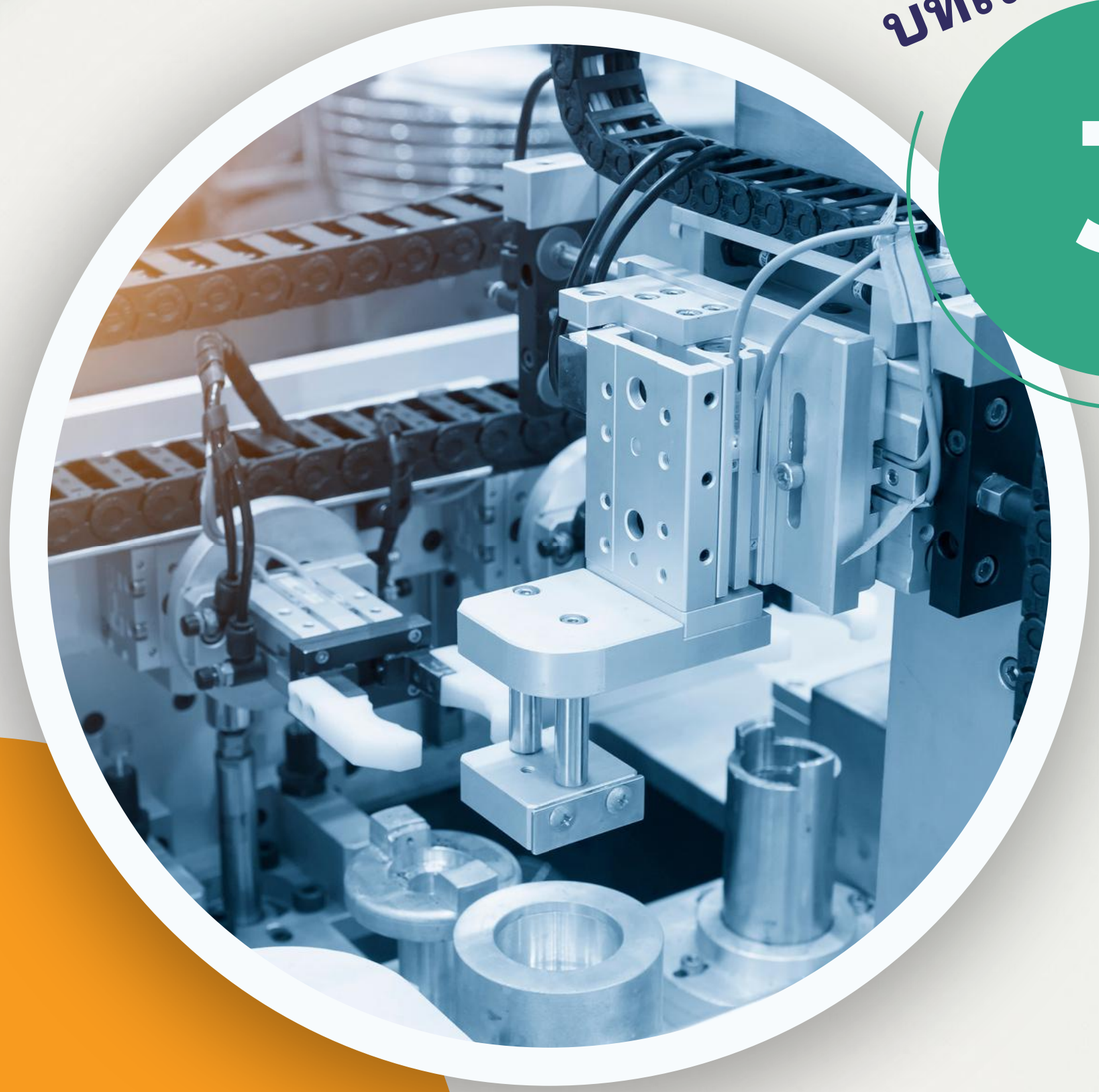


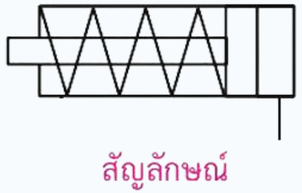
บทเรียนที่

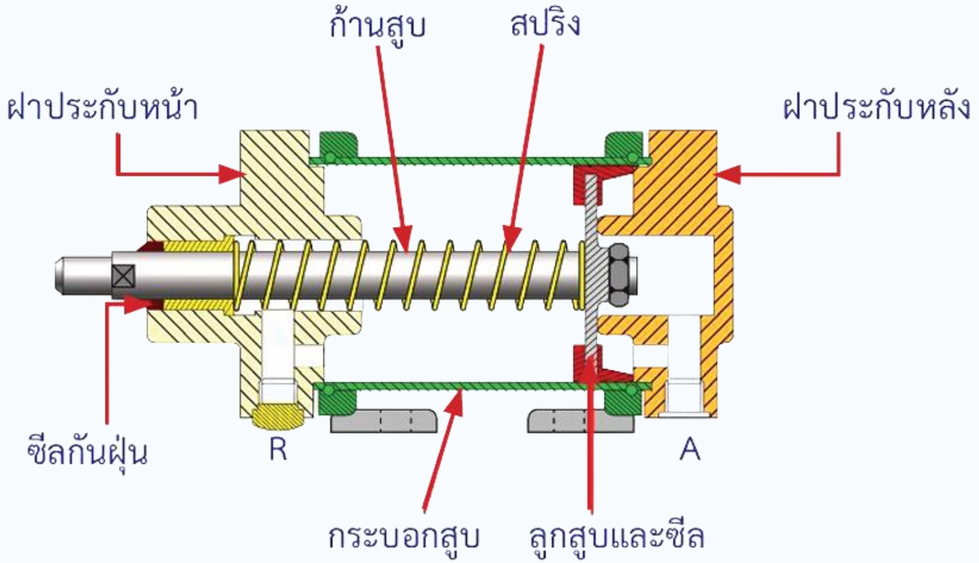
3

อุปกรณ์ทำงานและวาล์วควบคุม ในระบบนิวเมติกส์

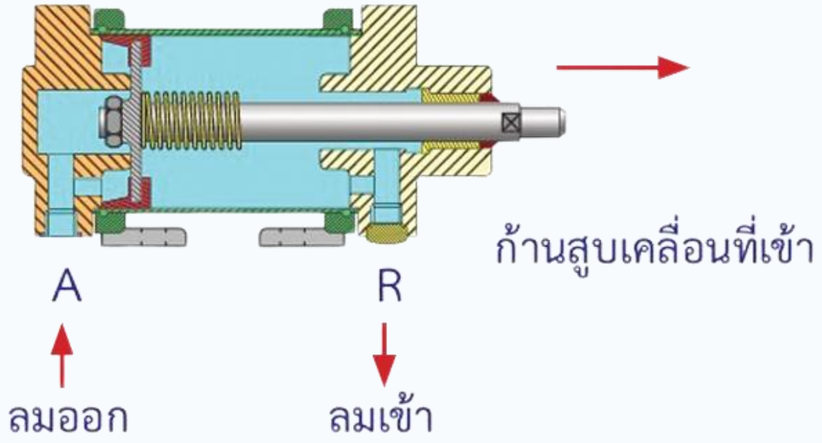
3.1 กระบอกสูบลมชนิดทำงานทางเดียว

กระบอกสูบลมชนิดทำงานทางเดียว จะเคลื่อนที่ออกด้วยลมดันด้านหัวลูกสูบ ดังนั้น จึงทำงานได้ทิศทางเดียว ในจังหวะเลื่อนออก ส่วนในจังหวะเลื่อนกลับสามารถเลื่อนกลับได้โดยสปริงซึ่งอยู่ภายในกระบอกสูบ เมื่อลูกสูบเลื่อนออกหรือก้านสูบเลื่อนออกจากกระบอกสูบ เรียกว่า การเคลื่อนที่ทิศทางบวก (Positive Movement) ในทางตรงข้าม ถ้าเลื่อนเข้ารียกว่า การเคลื่อนที่ทิศทางลบ (Negative Movement)

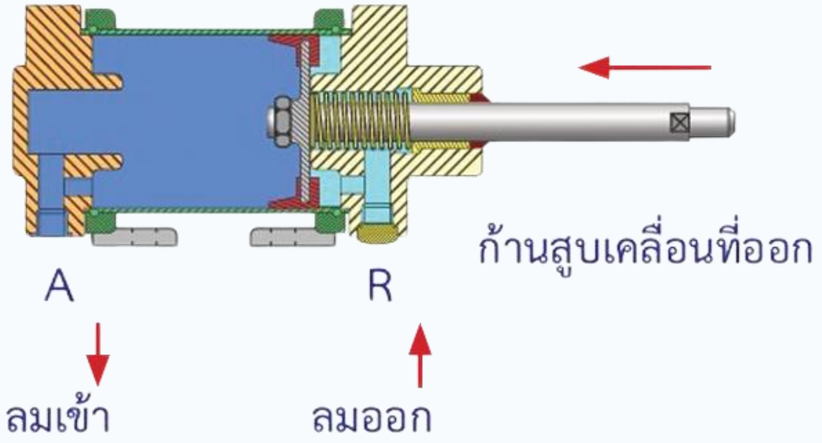


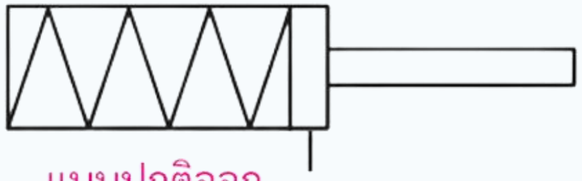


กระบอกสูบลมชนิดทำงานทางเดียวมีให้เลือก 2 ลักษณะ คือ แบบปกติเข้าและแบบปกติออก
ซึ่งการเข้าหรือออกขึ้นอยู่กับตำแหน่งสปริงภายใน



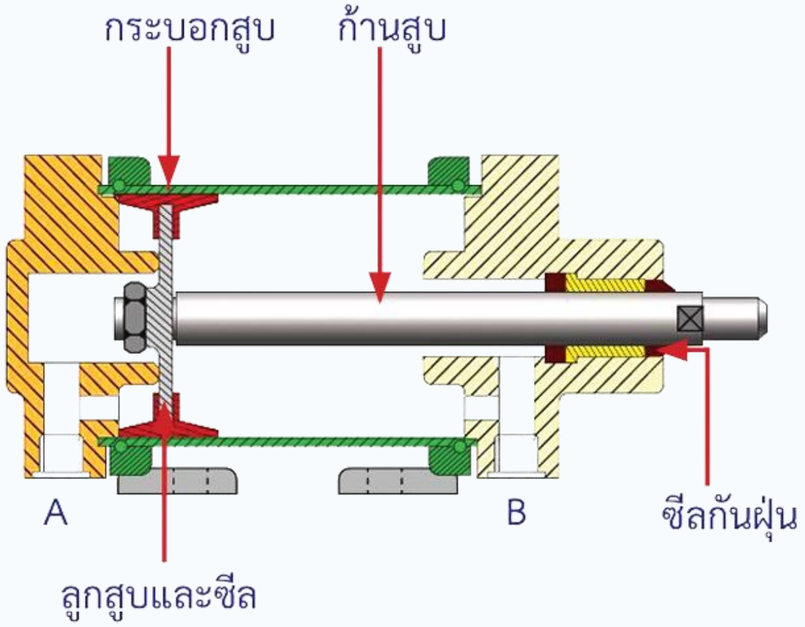
แบบปกติเข้า

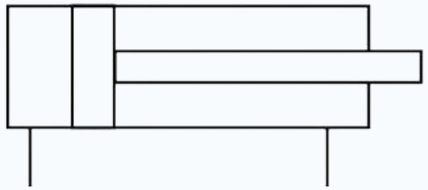



แบบปกติออก

3.2 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง

กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทาง ลมอัดจะดันในจังหวะเลื่อนออกและเลื่อนเข้า ทำให้มีแรงทำงานได้ทั้งสองทิศทาง กระบอกสูบลมชนิดนี้ส่วนใหญ่ใช้กับงานที่ต้องการช่วงชักยาว ๆ หรืองานที่ต้องการใช้แรงทั้งจังหวะเลื่อนออกและเลื่อนเข้า

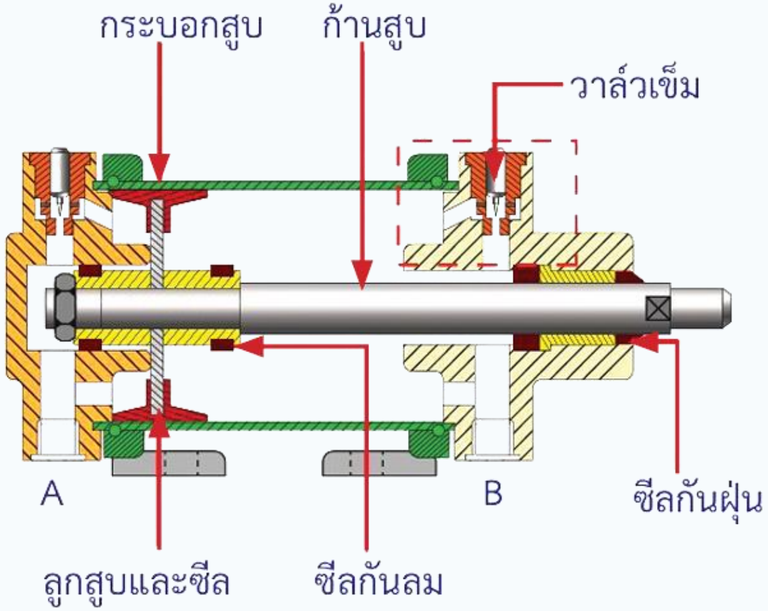


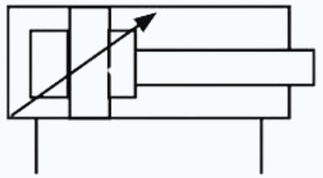


สัญลักษณ์

3.3 กระบอกสูบลมชนิดทำงานสองทางแบบมีเบาะลมกันกระแทก

กระบอกสูบลมชนิดมีเบาะลมกันกระแทก ใช้ในกรณีที่ก้านสูบต้องรับภาระในการเคลื่อนที่ออกและเข้าด้วยอัตราเร่งและความเร็วสูง ดังนั้นตอนปลายช่วงชักของลูกสูบจึงต้องออกแบบให้มีเบาะลมคอยต้านการกระแทกของลูกสูบก่อนจะสุดช่วงชัก เพื่อป้องกันความเสียหายของลูกสูบจากการกระแทกกับผนังหัวท้ายของกระบอกสูบ





สัญลักษณ์

3.4 กระบอกสูบลมชนิดมีก้านสูบสองข้าง

กระบอกสูบลมชนิดมีก้านสูบสองข้าง คือ
กระบอกสูบที่มีก้านสูบยาวทะลุทั้งสองด้าน โดยก้านสูบจะเคลื่อนที่เข้าและออกสลับด้านกันเสมอ
กระบอกสูบลมชนิดนี้ การเคลื่อนที่ไปหรือกลับ
แรงที่ได้ทั้งสองข้างจะมีค่าเท่ากัน เนื่องจากพื้นที่หน้าตัดทั้งสองข้างมีค่าเท่ากัน

สัญลักษณ์

3.5 อุปกรณ์ทำงานในแนวหมุนรอบแกนเพลา

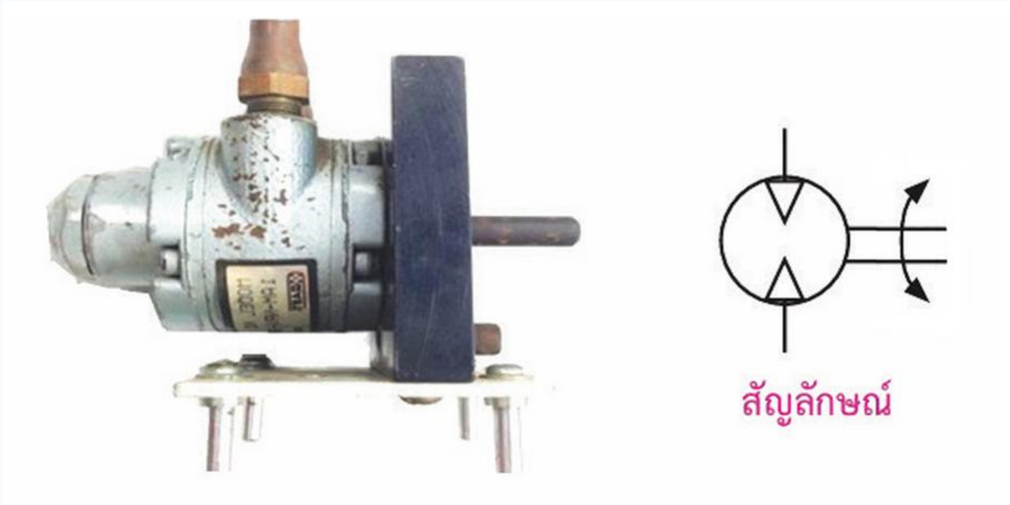
อุปกรณ์ทำงานในแนวหมุนรอบแกนเพลา จะมีการทำงานในลักษณะการหมุนไปมาในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา โดยทั่วไปที่นิยมใช้กัน คือ กระบอกสูบโรตารี่และมอเตอร์ลม

3.5.1 กระบอกสูบโรตารี่ (Rotary Actuator)

กระบอกสูบโรตารี่ มีการทำงานในลักษณะการหมุนไปมาในทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา เมื่อจ่ายลมอัดเข้าภายใน ก้านสูบจะเกิดการหมุนไปมาได้แต่ไม่สามารถหมุนรอบตัว 360 องศาได้ สามารถควบคุมการหมุนได้ทั้งสองทิศทาง คือ ตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา ในการเลือกใช้งานสามารถกำหนดมุมในการกวาดด้วยการปรับตั้งสลักที่ฐานหมุน

3.5.2 มอเตอร์ลม (Air Motor)

มอเตอร์ลม เป็นอุปกรณ์ที่มีแกนกลางหมุนได้ด้วยลมอัด นิยมใช้ในงานที่มีการกระแทกสูง
เช่น สว่านเจาะปูนซีเมนต์ หรือในบริเวณที่ไม่ต้องการให้เกิดประกายไฟจากมอเตอร์ไฟฟ้า
โดยข้อแตกต่างระหว่างมอเตอร์ลมกับกระบอกสูบโรตารี่คือ กระบอกสูบโรตารี่ไม่สามารถหมุนเกิน 360 องศาได้
แต่มอเตอร์ลม สามารถหมุนรอบตัวได้เหมือนกับมอเตอร์ไฟฟ้า



สัญลักษณ์

3.6 การคำนวณหาแรงของกระบอกสูบ

แรงของลูกสูบ แรงที่เกิดขึ้นภายในกระบอกสูบและส่งผลมายังก้านสูบนั้นขึ้นอยู่กับ
ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของลูกสูบ ความดันของลมอัด และแรงต้านทานจากความเสียดทานของอุปกรณ์
และซีลต่าง ๆ สามารถคำนวณค่าแรงลูกสูบได้ตามสูตรดังต่อไปนี้

$$F = (P \times A) - F_R$$

ในทางปฏิบัติ แรงที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าแรงที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎี
เนื่องจากแรงต้านทาน (FR) ในสภาพการใช้งานปกติอยู่ที่ระดับความดันประมาณ 4-8 บาร์
โดยแรงเสียดทานมีค่าระหว่าง 3-10% ของแรงที่คำนวณได้ทางทฤษฎี

สูตรการคำนวณหาแรงของกระบอกสูบชนิดทำงานทางเดียว (Single Acting Cylinder)

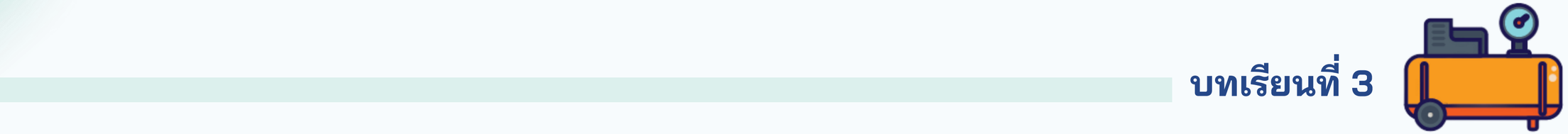
$$F = (P \times A) - (F_R + F_{sp})$$

สูตรการคำนวณหาแรงของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทางตอนเลื่อนออก (Double Acting Cylinder)

$$F = (P \times A) - F_R$$

สูตรการคำนวณหาแรงของกระบอกสูบชนิดทำงานสองทางตอนเลื่อนเข้า (Double Acting Cylinder)

$$F = (P \times A') - F_R$$

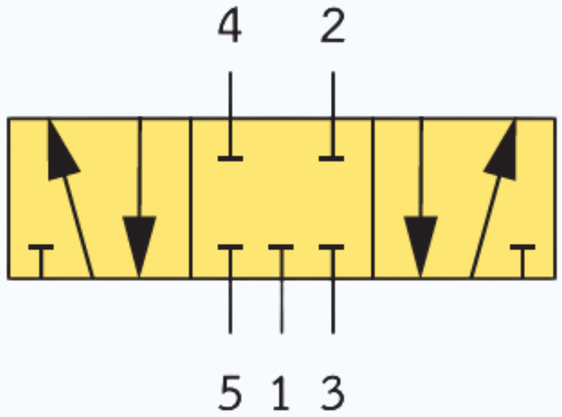


3.7 สัญลักษณ์วาล์วควบคุมทิศทางการไหล

สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางการไหล ในวงการอุตสาหกรรมนั้น นิยมใช้สัญลักษณ์เพื่อแสดงการทำงานของวงจรนิวเมติกส์ เพราะทำให้เกิดความรวดเร็วและง่ายต่อการอ่าน การกำหนดสัญลักษณ์มักกำหนดจากหลักการทำงานที่เป็นจริงของอุปกรณ์นั้น ๆ สำหรับสัญลักษณ์ที่จะเขียนลงไปนี้ จะเป็นการแสดงให้เห็นเพียงเฉพาะหน้าที่การทำงานเท่านั้น ไม่ได้แสดงถึงโครงสร้างภายใน โดยการเขียนแทนด้วยรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัส ภายในมีเส้นและลูกศรแสดงทิศทางการไหล และกำหนดสัญลักษณ์ของรูที่ตัววาล์วด้วย เพื่อเป็นการแสดงทิศทางการทำงาน หรือแสดงลักษณะการควบคุมการทำงานในวงจร

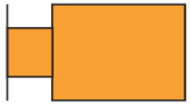
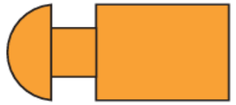
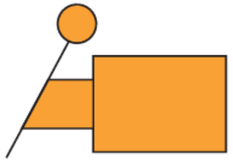
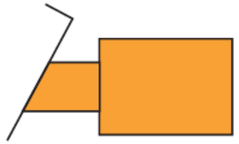
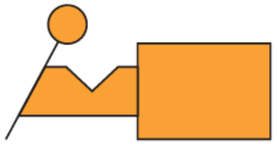
3.8 การกำหนดโคดของวาล์วควบคุม

เนื่องจากตำแหน่งของวาล์วแทนด้วยกรอบสี่เหลี่ยมจัตุรัส
และภายในกรอบมีทางเดินของรูลมภายในวาล์วนั้นๆ อยู่ อาจมี 2, 3, 4 หรือ 5 รูต่อหนึ่งกรอบขึ้นอยู่กับชนิดของวาล์ว
เช่น วาล์วตัวหนึ่งมีรูภายในวาล์ว 5 รูต่อหนึ่งกรอบ และมีจำนวนกรอบติดกันอยู่ 3 กรอบ
เรียกรหัสของวาล์วชนิดนี้ว่า วาล์ว 5/3

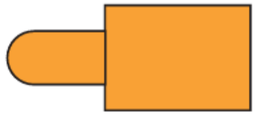
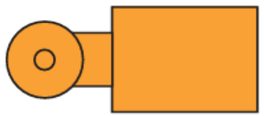
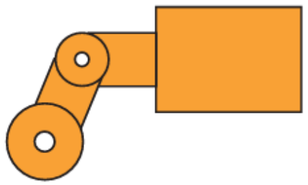


3.9 การบังคับการเลื่อนวาล์วควบคุมทิศทาง

3.9.1 เลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้กล้ามเนื้อ (Manual Actuation)

ก) โดยทั่วไปใช้กล้ามเนื้อในการเลื่อน (General)	ข) ใช้มือกด (Push Button)
	
ค) ใช้มือบิดหรือหมุนหรือคันโยก (Lever)	ง) ใช้เท้าเหยียบ (Pedal)
	
จ) ใช้มือดึงหรือดันแบบมีตัวล็อก (Detent)	
	

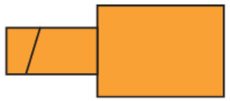
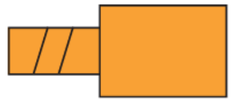
3.9.2 เลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้กลไก

ก) ใช้กลไกภายนอกเป็นตัวกด ทำงานได้สองทิศทาง (Plunger)	ข) ใช้สปริงเป็นตัวดันวาล์วให้กลับตำแหน่งปกติ โดยทั่วไปสปริงจะอยู่ภายในวาล์ว คอยดันตลอดเวลา (Spring)
	
ค) ใช้กลไกภายนอกเป็นตัวกด ทำงานได้สองทิศทาง (Roller Lever)	ง) ใช้กลไกภายนอกเป็นตัวกด ทำงานได้เพียงทิศทางเดียว (Roller Trip)
	

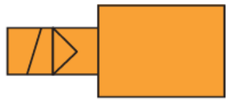
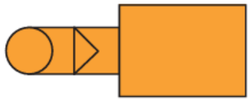
3.9.3 เลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้ลมควบคุม

ก) ใช้ลมดันให้วาล์วเลื่อนโดยตรง (Apply Pressure)	ข) ปล่อยลมให้วาล์วเลื่อนโดยตรง (Release Pressure)

3.9.4 เลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้ไฟฟ้า

ก) ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า มีขดลวด 1 ขด	ข) ใช้แม่เหล็กไฟฟ้า มีขดลวดหลายขด ทำงานในทิศทางเดียวกัน
	

3.9.5 เลื่อนวาล์วควบคุมโดยใช้วิธีแบบผสม

ก) ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าและลมดันช่วยภายในวาล์ว (Solenoid and Pilot Valve)	ข) ใช้กลไกลูกกลิ้งและลมดันช่วยภายในวาล์ว (Roller and Pilot Valve)
	

3.10 วาล์วในระบบนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์จะเคลื่อนที่ได้ตามความต้องการหรือควบคุมการทำงานได้ต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมลมอัด ได้แก่ วาล์วต่าง ๆ ที่มีใช้ในระบบนิวเมติกส์ วาล์วแต่ละชนิดมีหน้าที่ที่แตกต่างกันออกไป เช่น ควบคุมการเริ่มและหยุดการทำงานของวงจรนิวเมติกส์ ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัดให้เคลื่อนที่ไปบังคับอุปกรณ์นิวเมติกส์ ควบคุมปริมาณการไหลของลมอัดให้ได้ตามความต้องการ ควบคุมความดันที่ใช้ในระบบนิวเมติกส์ จากหน้าที่ต่าง ๆ ของวาล์วนิวเมติกส์ จึงสามารถแบ่งประเภทของวาล์วนิวเมติกส์ได้ 6 ประเภท ดังนี้

3.10.1 วาล์วควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด (Directional Control Valve: D.C.V.)

มีหน้าที่เลือกทิศทางการไหลของลมอัดให้ไปตามทิศทางที่ต้องการเพื่อให้ อุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบลม มอเตอร์ลม สามารถทำงานและเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง โดยใช้หลักการเปิด-ปิดลมอัดจากรูลมอัด (Port) รูหนึ่งไปยังรูลมอัดอีกรูหนึ่ง

โครงสร้างและหลักการทำงานของวาล์วควบคุมทิศทาง

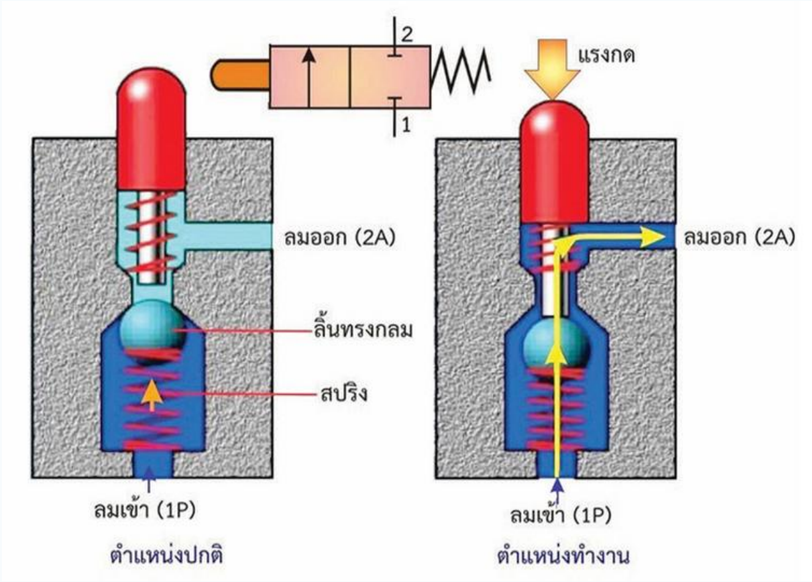
1

วาล์วชนิดนั่งบ่า (POPPET VALVE หรือ SEAT VALVE)

ข้อดี คือ ปัญหาเรื่องซีลชำรุดมีน้อย

ข้อด้อย คือ แรงที่ใช้ในการเลื่อนวาล์วมากเนื่องจากต้องเอาชนะแรงสปริงและแรงดันลม

ตัวอย่าง วาล์ว 2/2 ตำแหน่งปกติปิด เลื่อนโดยกลไกภายนอกเป็นตัวกด เลื่อนกลับโดยสปริง

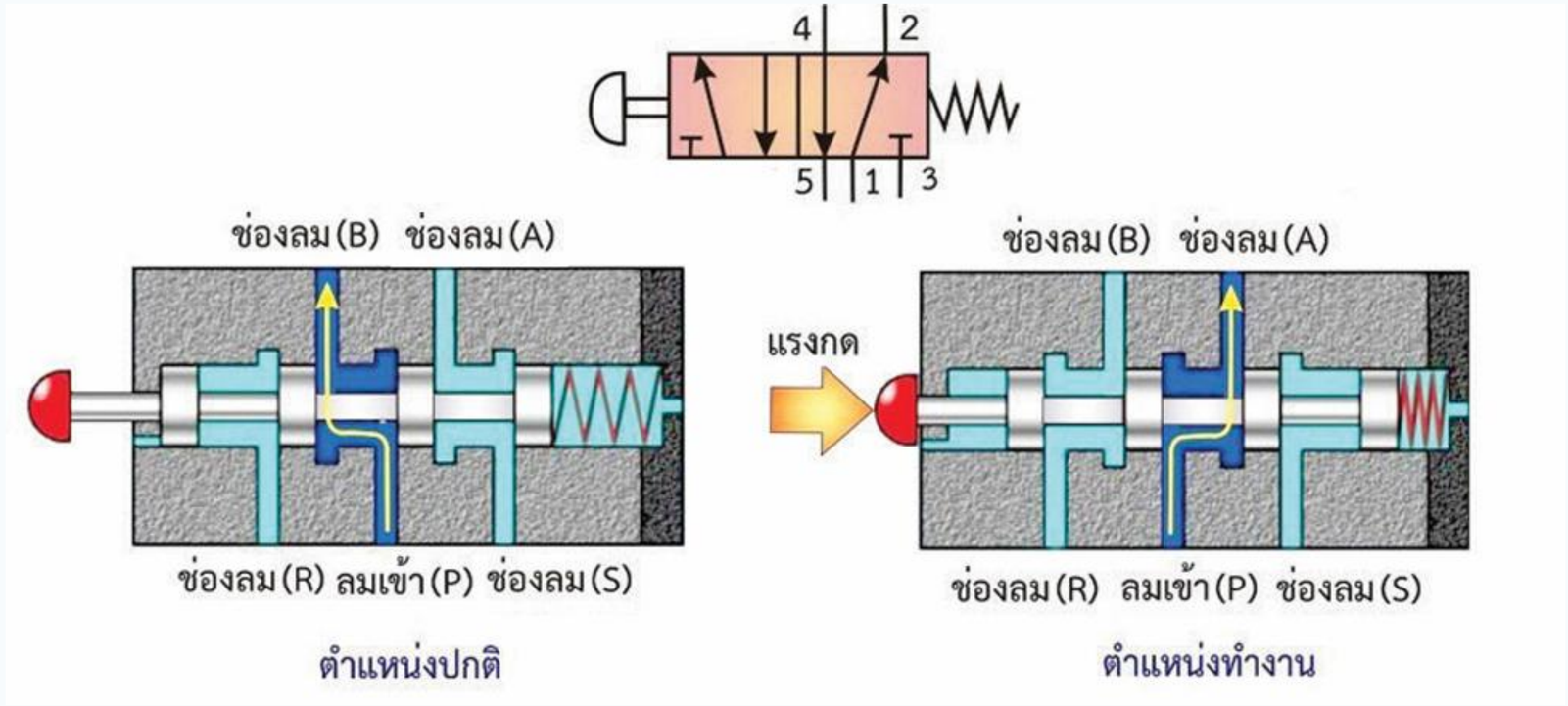


2 วาล์วชนิดเลื่อน (SLIDE VALVE)

ข้อดี คือ แรงที่ใช้ในการเลื่อนวาล์วน้อยกว่าชนิดนั่งบ่า

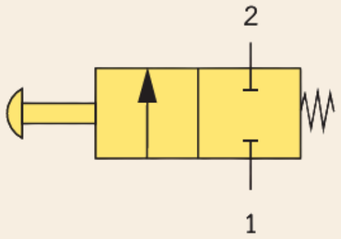
ข้อด้อย คือ ซีลของวาล์วเสียดสีกับเรือนวาล์วเสมอเมื่อมีการเลื่อนวาล์วทำให้ซีลสึกหรอเร็ว

ตัวอย่าง วาล์ว 5/2 เลื่อนโดยมืออกด เลื่อนกลับโดยสปริง

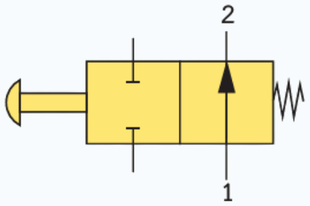


สัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมทิศทางที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม

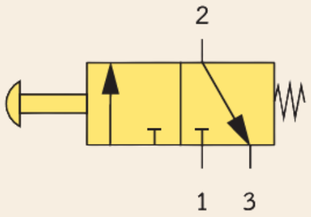
1. วาล์วควบคุมทิศทาง 2/2 ตำแหน่งปกติปิด เลื่อนวาล์วโดยมือกด เลื่อนกลับโดยสปริง หรือวาล์ว 2/2 D.C.V. Normally Closed Set by Push Button Reset by Spring (2/2 N.C.)



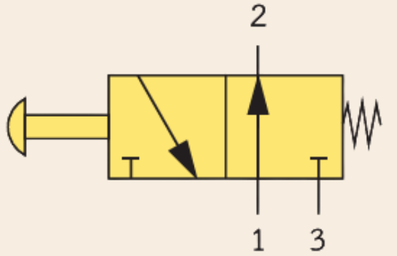
2. วาล์วควบคุมทิศทาง 2/2 ตำแหน่งปกติเปิด เลื่อนวาล์วโดยมือกด เลื่อนกลับโดยสปริง หรือวาล์ว 2/2 D.C.V. Normally Opened Set by Push Button Reset by Spring (2/2 N.O.)



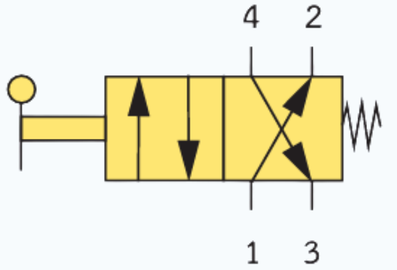
3. วาล์วควบคุมทิศทาง 3/2 ตำแหน่งปกติปิด เลื่อนวาล์วโดยมือกด เลื่อนกลับโดยสปริง หรือวาล์ว 3/2 D.C.V. Normally Closed Set by Push Button Reset by Spring (3/2 N.C.)



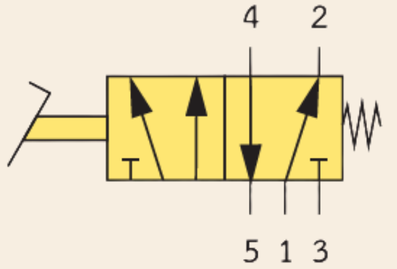
4 วาล์วควบคุมทิศทาง 3/2 ตำแหน่งปกติเปิด เลื่อนวาล์วโดยมือกด เลื่อนกลับโดยสปริง หรือวาล์ว 3/2 D.C.V. Normally Opened Set by Push Button Reset by Spring (3/2 N.O.)



5 วาล์วควบคุมทิศทาง 4/2 ตำแหน่งปกติเปิด เลื่อนวาล์วโดยคันโยก เลื่อนกลับโดยสปริง หรือวาล์ว 4/2 D.C.V. Normally Opened Set by Lever Reset by Spring (4/2 N.O.)



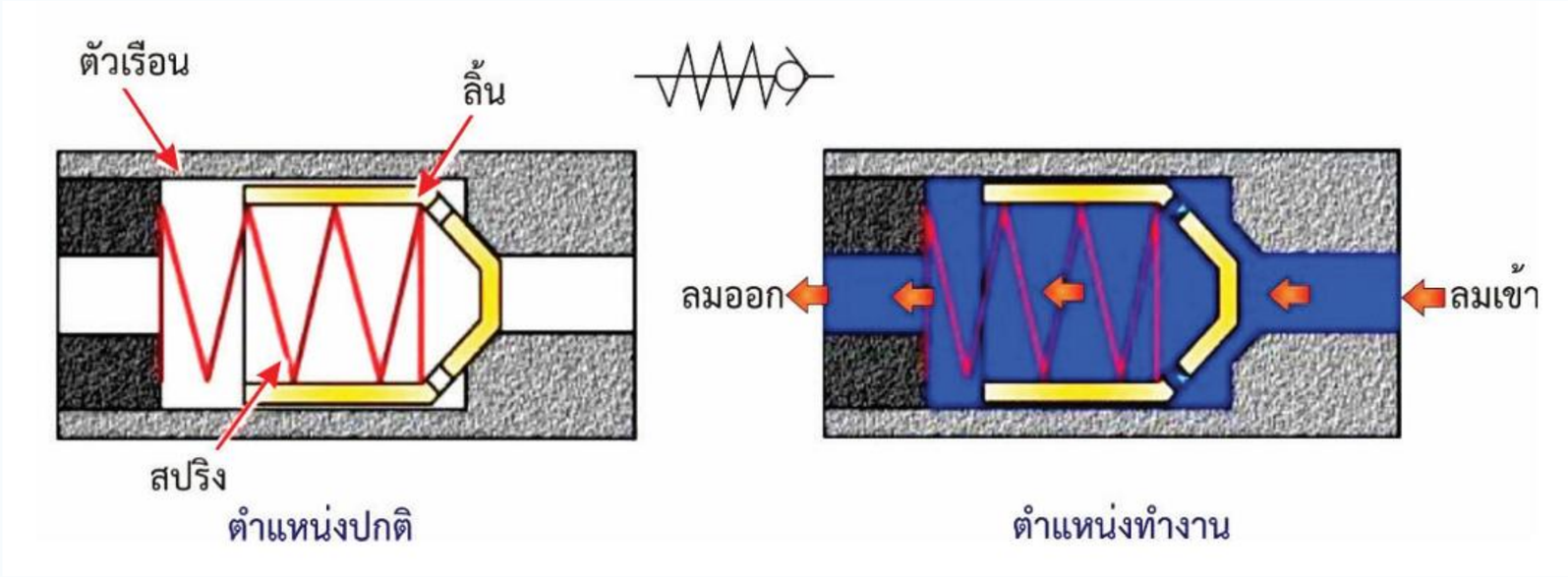
6 วาล์วควบคุมทิศทาง 5/2 ตำแหน่งปกติเปิด เลื่อนวาล์วโดยเท้าเหยียบ เลื่อนกลับโดยสปริง หรือวาล์ว 5/2 D.C.V. Normally Opened Set by Pedal Reset by Spring (5/2 N.O.)



3.10.2 วาล์วควบคุมลมอัดไหลทางเดียว (Non-Return Valve)

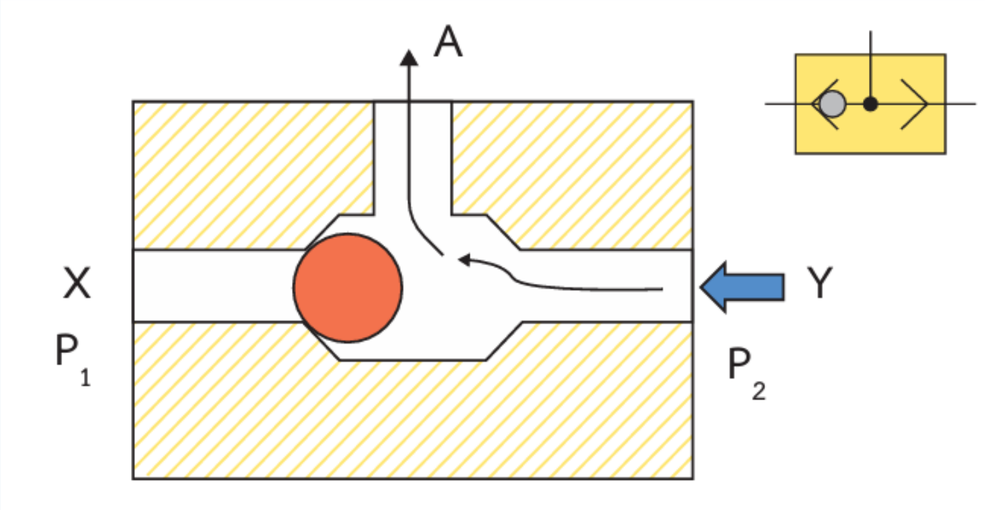
1 วาล์วกั้นทางไหลของลม (Check Valve)

มีคุณสมบัติยอมให้ลมผ่านไปได้ทางเดียวโดยลม จะไหลย้อนกลับไม่ได้

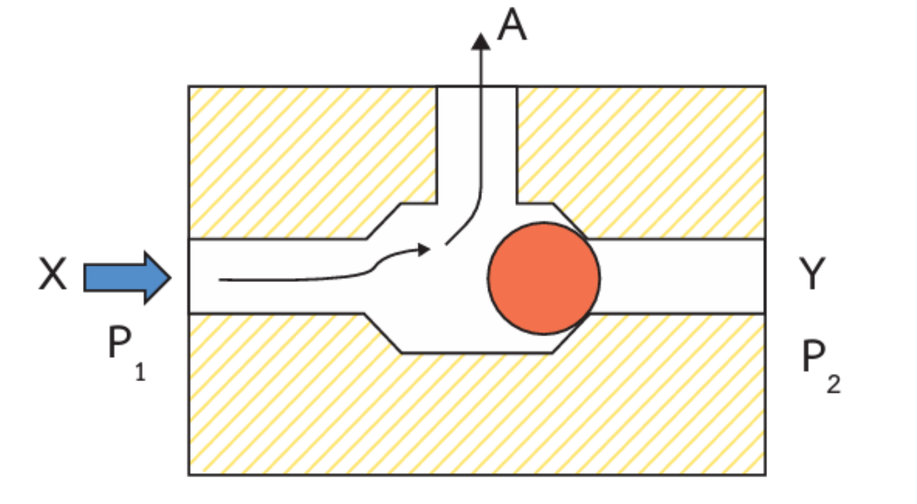


2 วาล์วลมเดี่ยว (Shuttle Valve)

มีทางต่อลมเข้าสองทาง และมีทางออกลมเพียงทางเดียว มีคุณสมบัติยอมให้ลมผ่านได้เมื่อมีสัญญาณลมเข้ามาด้านใดด้านหนึ่ง



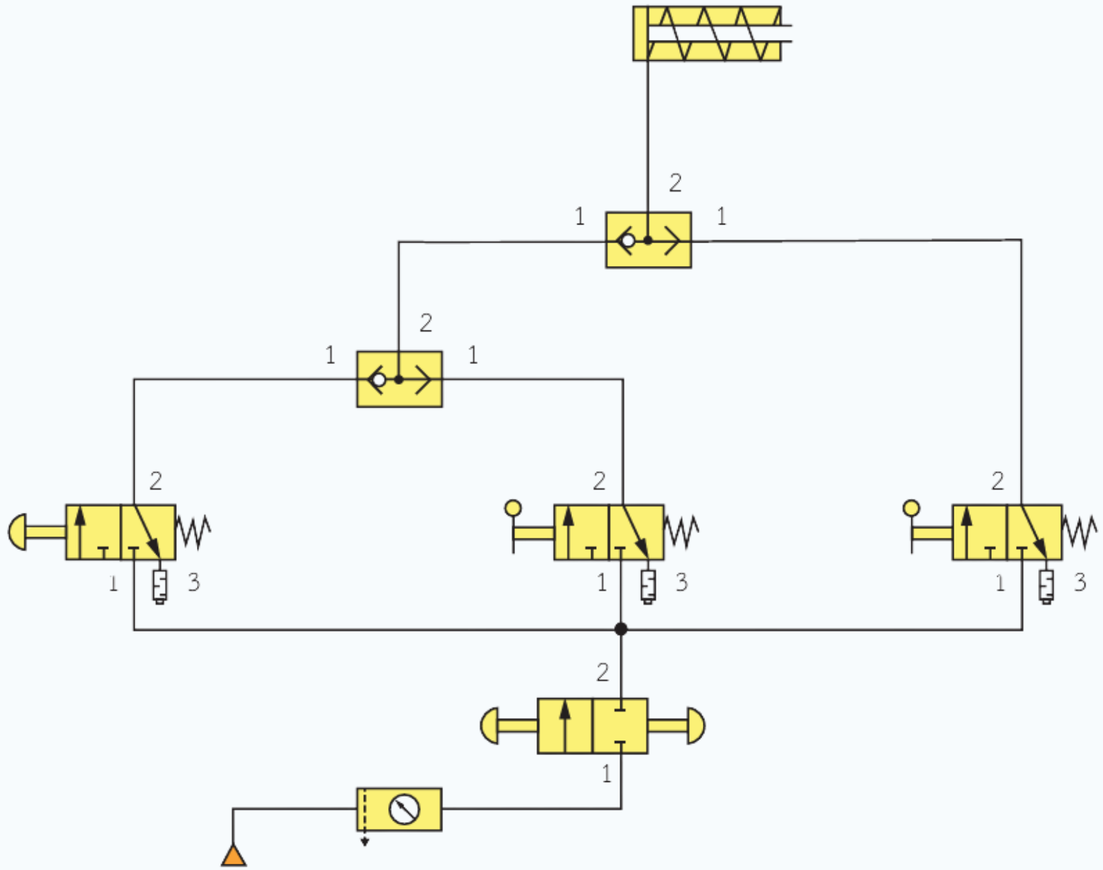
แสดงวาล์วลมเดี่ยวเมื่อป้อนลมเข้าทางรู P2



แสดงวาล์วลมเดี่ยวเมื่อป้อนลมเข้าทางรู P1

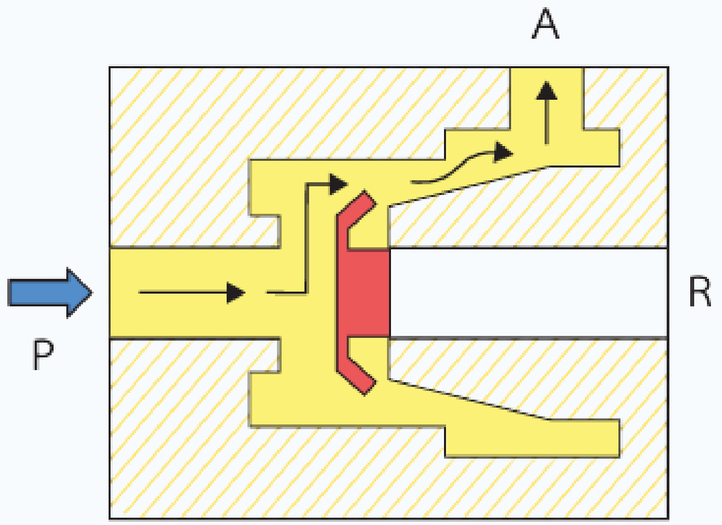
ตัวอย่างการใช้งานของวาล์วลมเดี่ยว

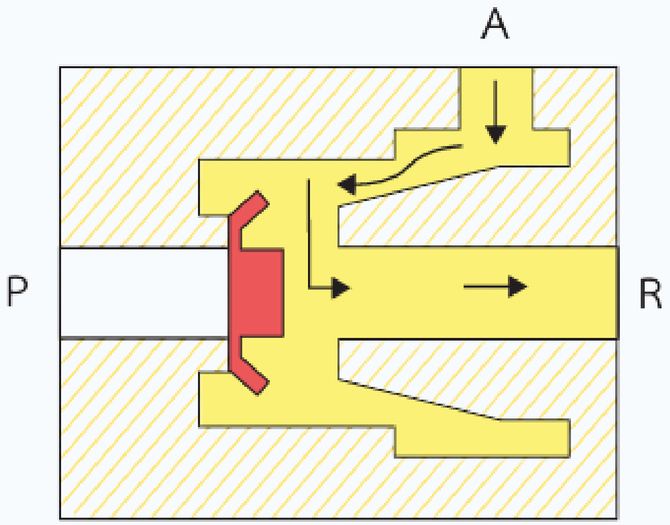
วงจรชนิดควบคุมลูกสูบทำงานทางเดียว ใช้งานวาล์วลมเดี่ยวเพื่อต้องการควบคุมให้กระบอกสูบทำงานทางเดียวได้ทั้งสามทาง

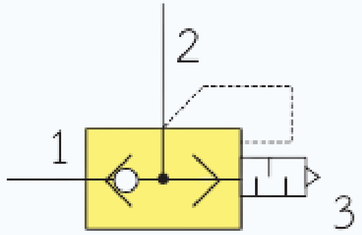


3 วาล์วเร่งระบาย (Quick Exhaust Valve)

เป็นวาล์วที่ควบคุมให้ลมระบายเร็วขึ้น เพื่อลดแรงต้านในการเคลื่อนที่ของลูกสูบ ทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่เร็วกว่าปกติ ประโยชน์ของวาล์วเร่งระบายคือ ระบายลมออกได้เร็ว

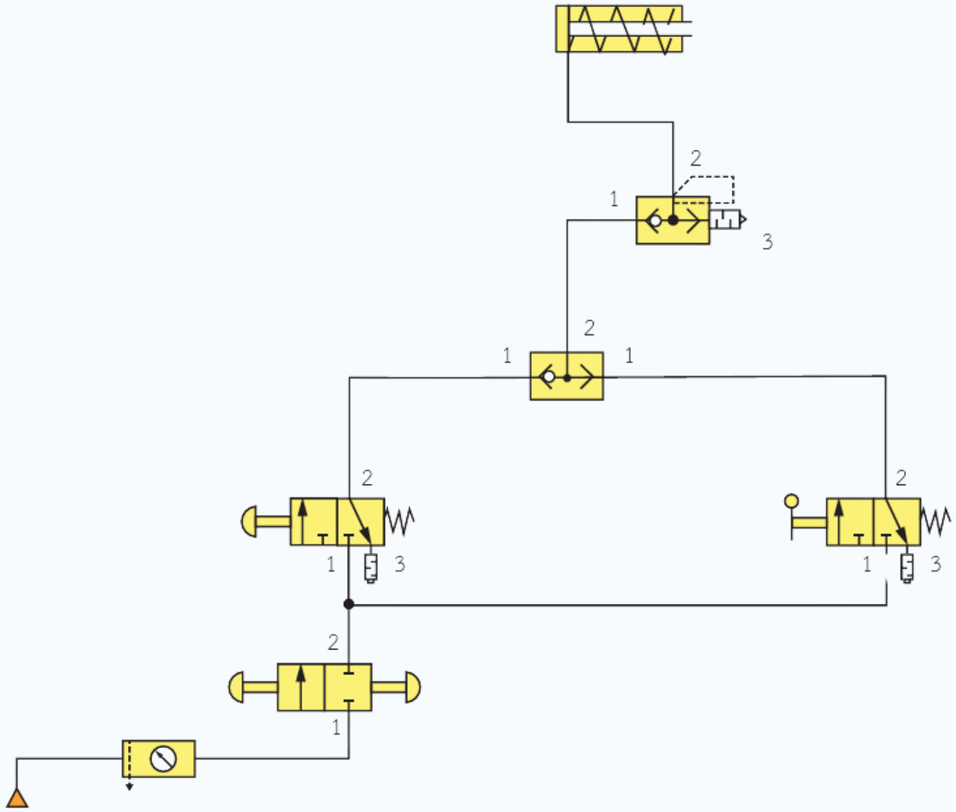






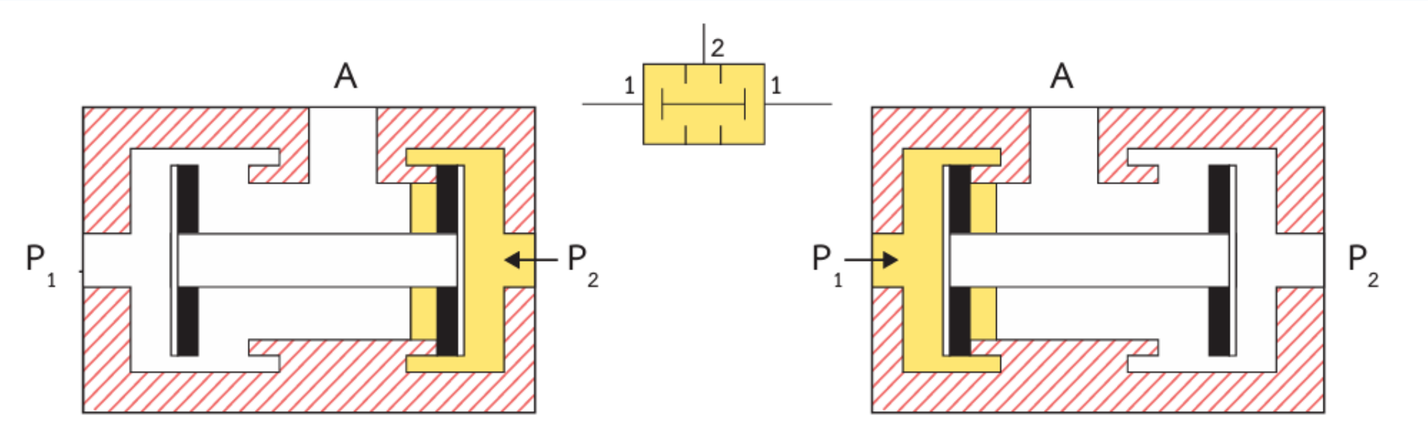
ตัวอย่างการใช้งานของวาล์วเร่งระบาย

วงจรชนิดควบคุมลูกสูบทำงานทางเดียว ใช้งานวาล์วเร่งระบายเพื่อต้องการให้ลูกสูบเคลื่อนที่กลับด้วยความเร็วมากกว่าปกติ

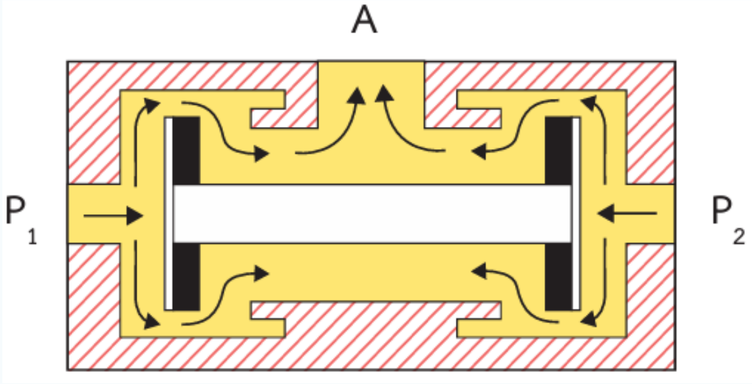


4 วาล์วลมคู่ (Two Pressure Valve)

เป็นวาล์วที่ต้องมีลมป้อนเข้าสองทางจึงจะได้ลมออกไปใช้งาน ซึ่งเป็นประโยชน์ในด้านความปลอดภัยในการทำงาน หรือเป็นสัญญาณเตือนในกระบวนการทำงานบางอย่าง



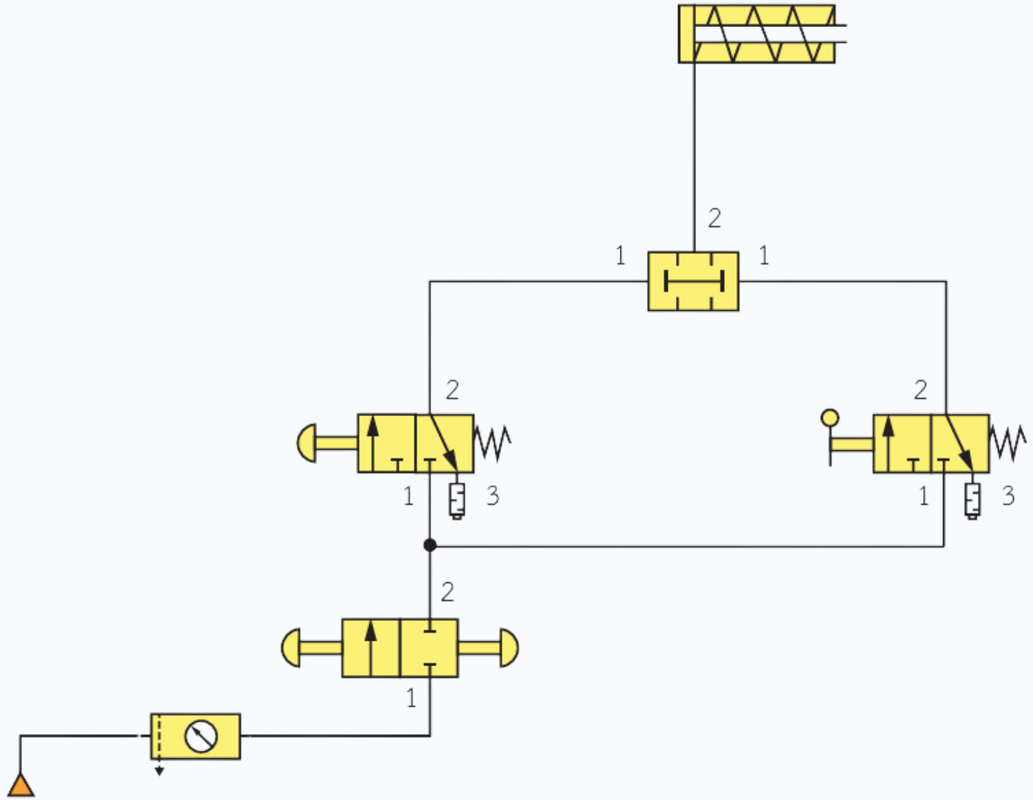
แสดงวาล์วลมคู่



แสดงวาล์วลมคู่เมื่อป้อนเข้าทางรู P1 และ P2 พร้อมกัน ลมจะผ่านออกทางรู A

ตัวอย่างการใช้งานของวาล์วลมคู่

วงจรชนิดควบคุมลูกสูบทำงานทางเดียว ใช้งานวาล์วลมคู่เพื่อต้องการให้ลูกสูบทำงานได้ จะต้องป้อนลมเข้าทั้งสองทางพร้อมกัน

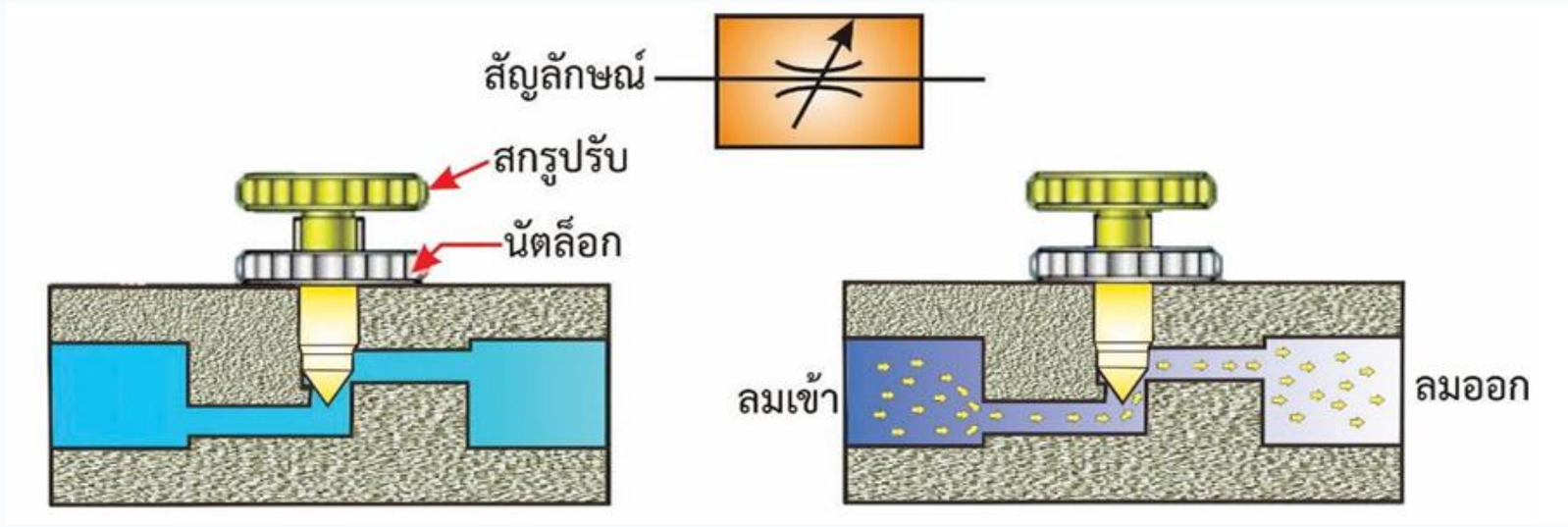


3.10.3 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลม (Flow Control Valve)

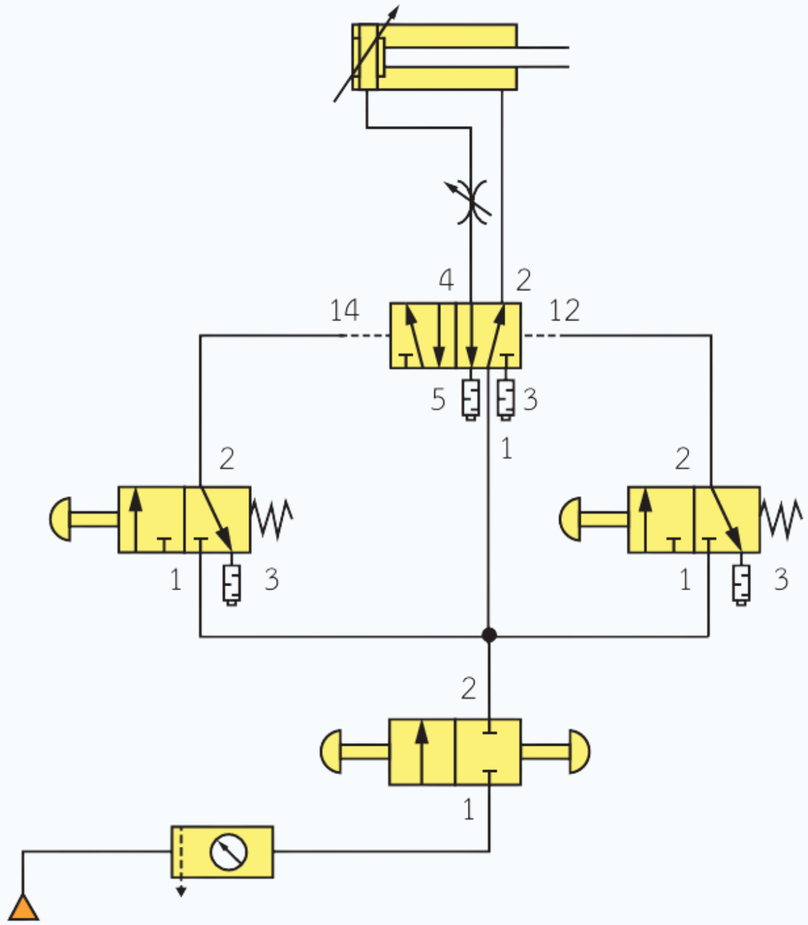
1

วาล์วหรี่ปรับค่าได้ (Throttle Valve Adjustable)

มีคุณสมบัติควบคุมปริมาณการไหลของลมได้ทั้งสองด้าน ตัวอย่างการใช้งานวาล์วหรี่ปรับค่าได้

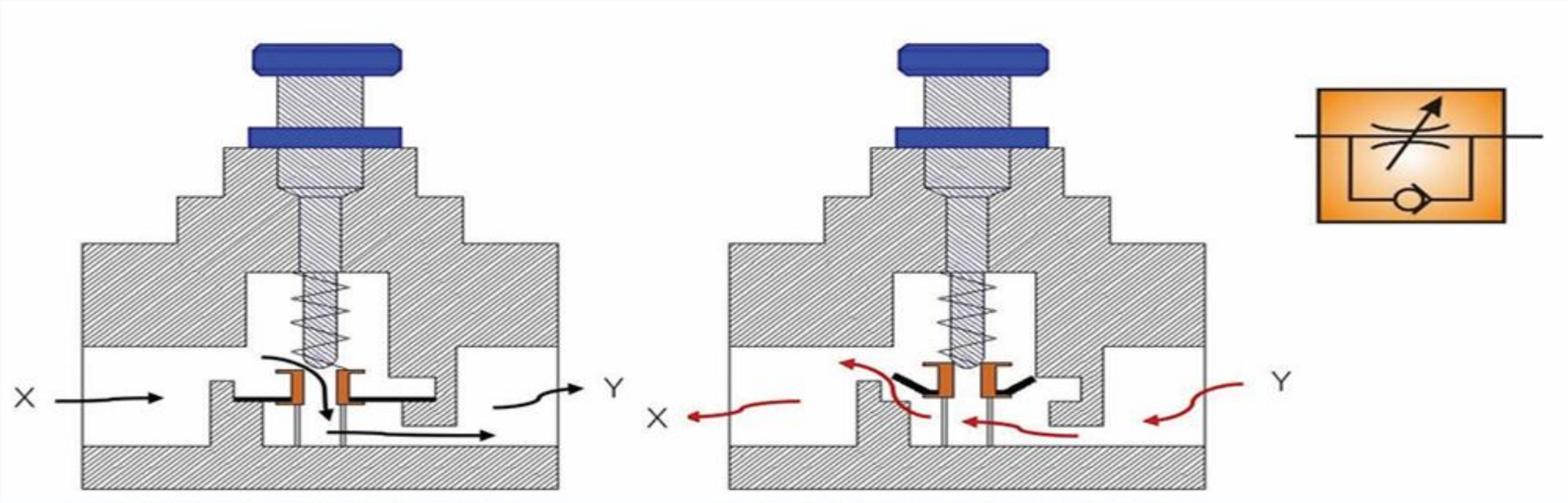


ตัวอย่างการใช้งานวาล์วหรี่ปรับค่าได้

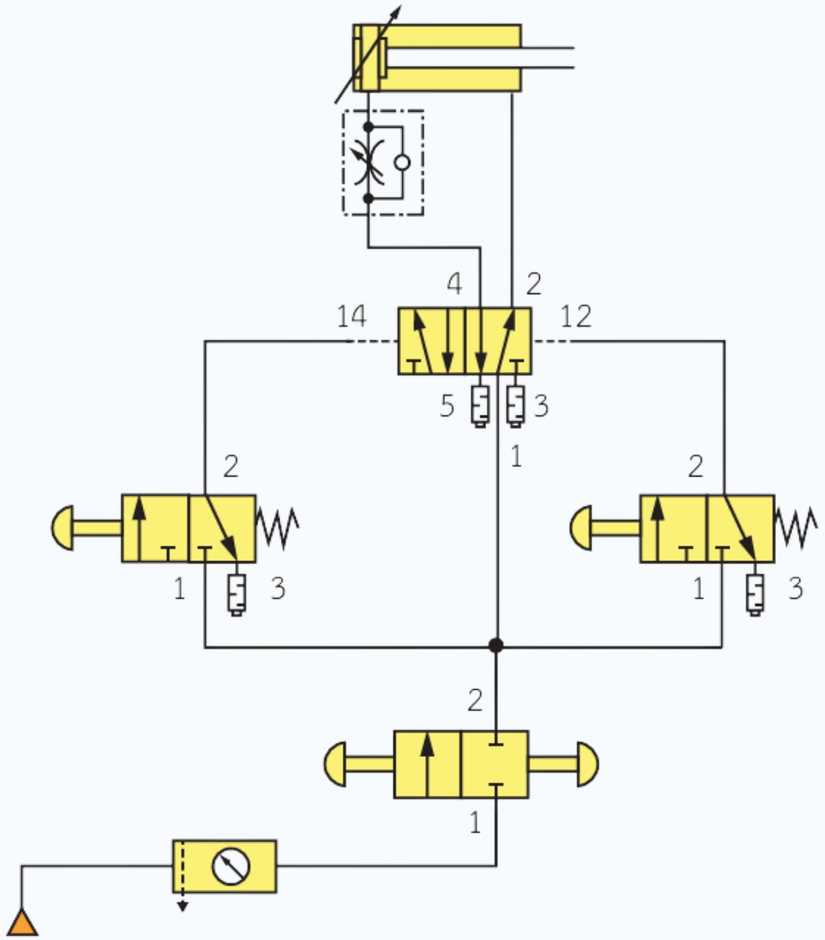


2 วาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียว (One Way Flow Control Valve)

สามารถควบคุมอัตราการไหลของแรงดันลมได้เพียงทิศทางเดียว ดังนั้น จึงเป็นวาล์วที่ควบคุมความเร็วของลูกสูบตอนเคลื่อนที่เข้า-ออกได้อย่างอิสระ



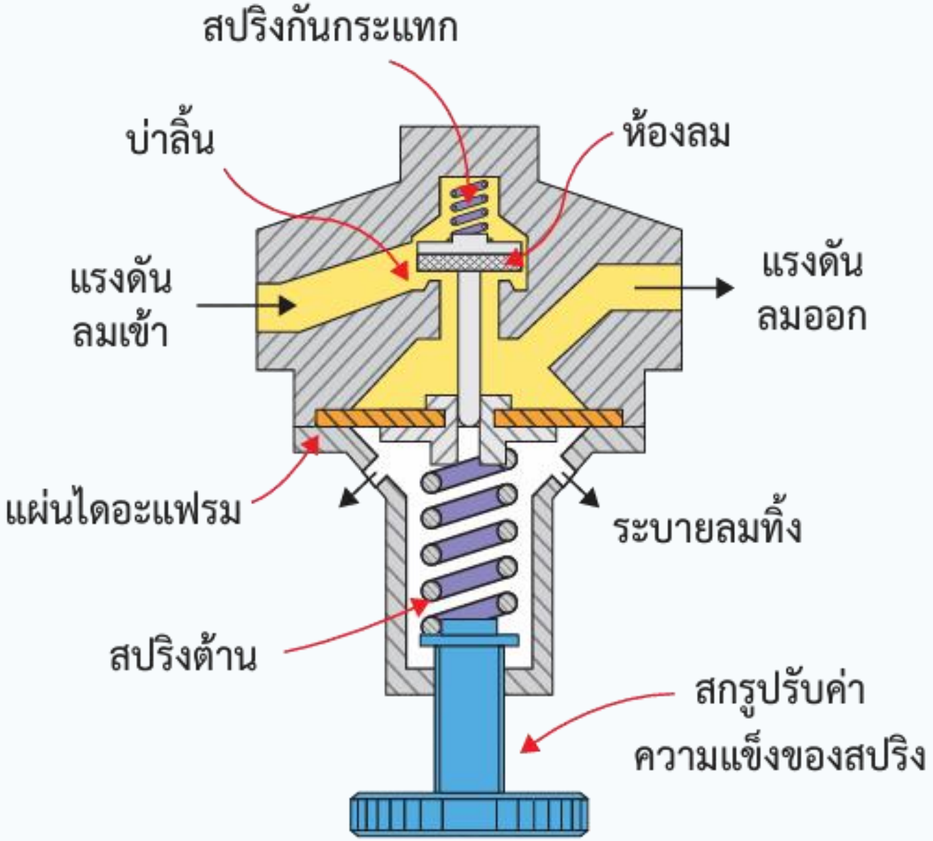
ตัวอย่างการใช้งานวาล์วควบคุมอัตราการไหลของลมทางเดียว



3.10.4 วาล์วควบคุมแรงดันลม (Pressure Control Valve)

1 วาล์วควบคุมแรงดันลมให้คงที่ (Pressure Control Valve)

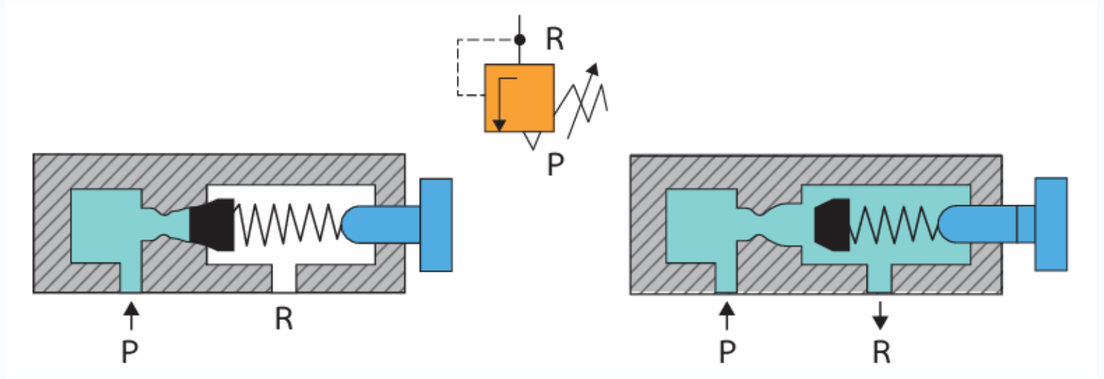
มีหน้าที่ควบคุมแรงดันลมด้านออกไปใช้งานในระบบนิวเมติกส์ให้คงที่อยู่เสมอ โดยแรงดันลมด้านเข้าจะมีค่าสูงกว่าแรงดันลมด้านออกเสมอ



2

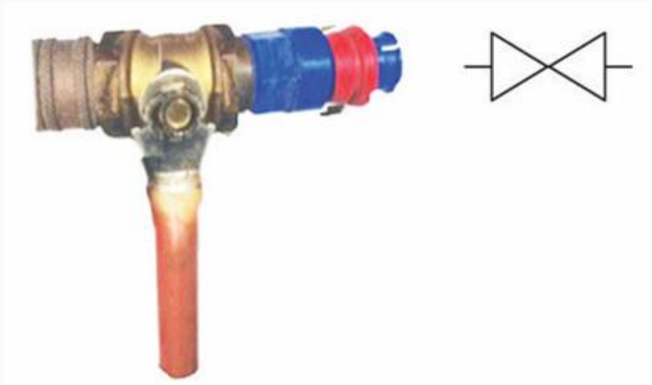
วาล์วจำกัดแรงดัน (Relief Valve)

สามารถตั้งแรงดันลมเพื่อให้วาล์วระบายลมส่วนเกินออกจากระบบ สามารถทำได้โดยการปรับสปริง



3.10.5 วาล์วเปิด-ปิด (Shut-Off Valve)

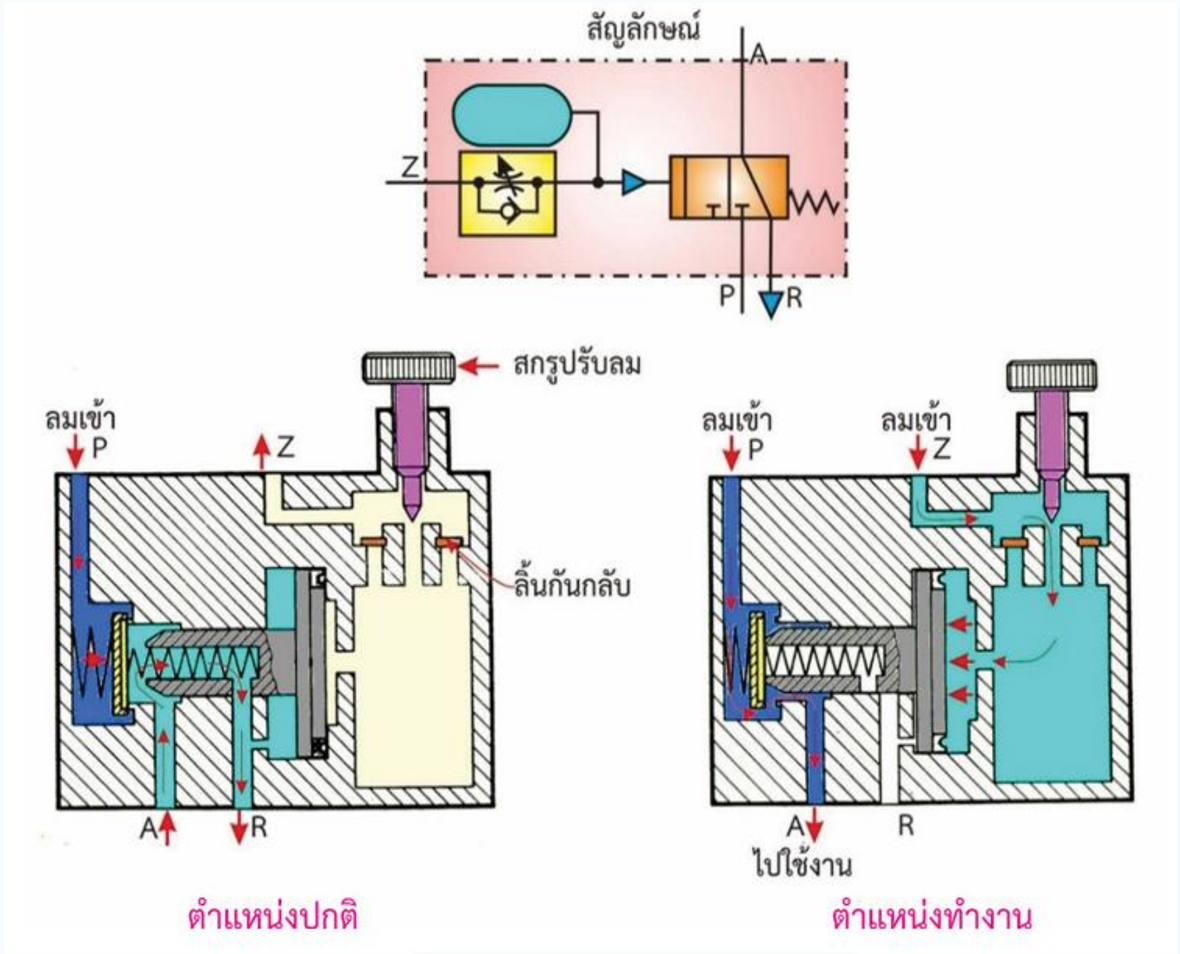
วาล์วเปิด-ปิด มีหน้าที่ปิดและเปิดทางไหลของลมในระบบนิวเมติกส์



3.10.6 วาล์วแบบผสม (Combination Valve)

วาล์วตั้งเวลา

ทำหน้าที่หน่วงเวลาในการสั่งจ่ายลมหรือหน่วงเวลาในการสั่งหยุดลมขึ้นอยู่กับชนิดของวาล์ว ช่วงเวลาในการหน่วงเวลาตั้งได้ตั้งแต่ 1 วินาทีเป็นต้นไป ขึ้นอยู่กับขนาดของห้องหน่วงเวลาที่ใช้กับวาล์วนั้น



ตัวอย่างการใช้งานวาล์วตั้งเวลา