

บทเรียนที่

2



อุปกรณ์ ในระบบนิวเมติกส์



2.1 เครื่องอัดอากาศหรือคอมเพรสเซอร์

เครื่องอัดอากาศหรือคอมเพรสเซอร์ (Air Compressor) ทำหน้าที่ผลิตลมอัดในระบบจ่ายลมอัด โดยดูดอากาศจากบรรยากาศแล้วอัดให้มีแรงดันสูงขึ้น

แล้วจ่ายลมอัดที่มีแรงดันและปริมาตรเพียงพอ ให้กับอุปกรณ์ในระบบขนาดของเครื่องอัดอากาศ หรือขนาดของคอมเพรสเซอร์ ขึ้นอยู่กับปริมาณลมอัดที่ต้องการ

และยังขึ้นอยู่กับชนิดของการติดตั้งด้วยว่าจะติดตั้งแบบถาวรหรือแบบเคลื่อนย้ายได้

การติดตั้งเครื่องอัดอากาศแบบเคลื่อนย้ายได้ส่วนใหญ่จะสร้างรวมเป็นชุดเดียวพร้อมกับถังเก็บลมและอุปกรณ์อื่น ๆ หรืออยู่รวมในเครื่องจักรประเภทที่ต้องเคลื่อนย้ายบ่อย ๆ ปริมาตรของลมอัดชนิดแบบเคลื่อนย้ายได้จึงมีขีดจำกัด

เนื่องจากไม่สามารถเพิ่มขนาดของตัวเครื่องได้มากนัก ส่วนเครื่องอัดอากาศแบบติดตั้งถาวร

ส่วนใหญ่จะมีปริมาณการจ่ายลมไปสู่จุดต่างๆ ของโรงงานแบบคงที่ ซึ่งควรมีห้องโดยเฉพาะที่ปราศจากฝุ่นละออง แห้ง และสะอาด



2.2 การเลือกเครื่องอัดอากาศ

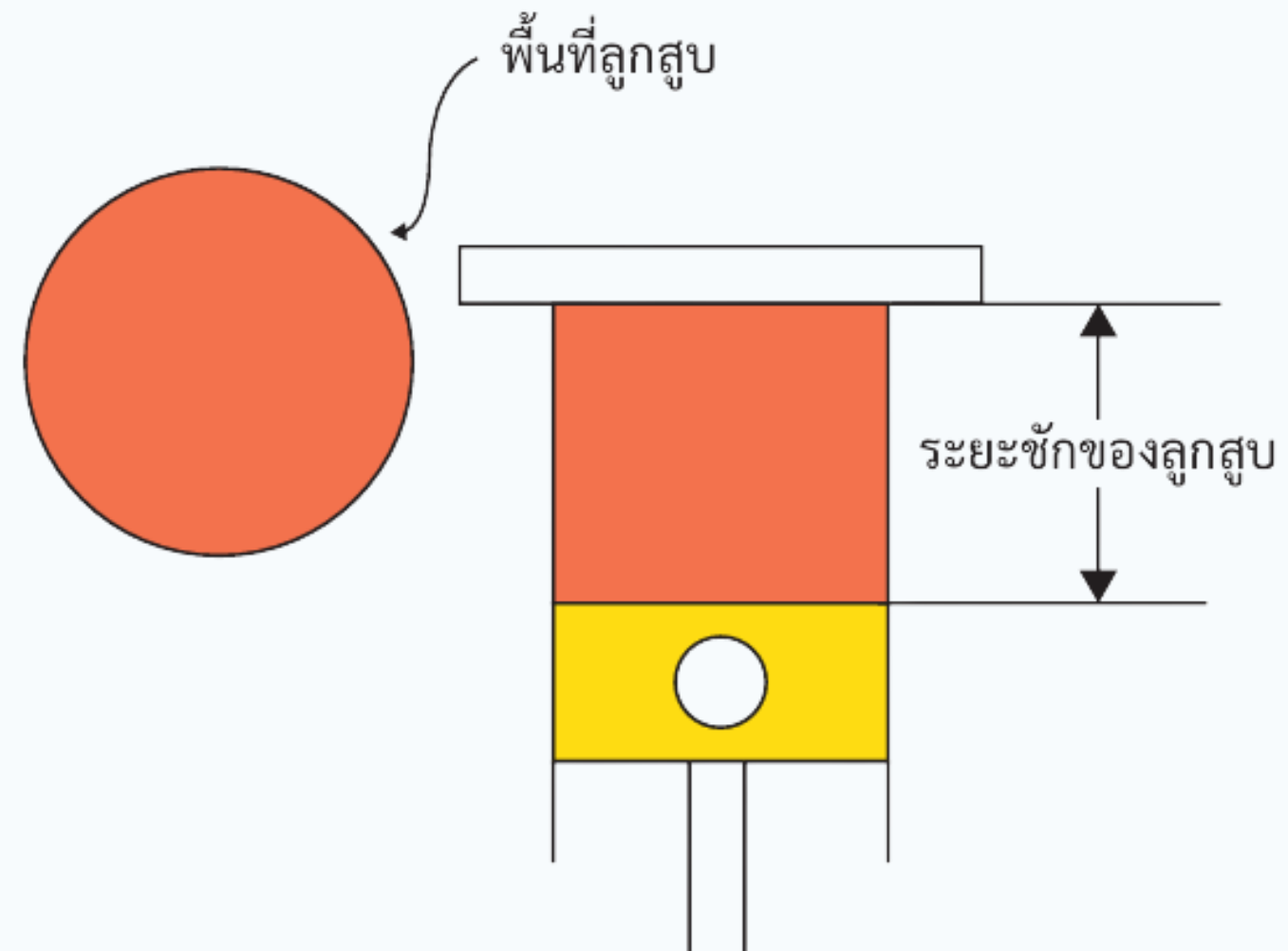
ควรพิจารณาเลือกเครื่องอัดอากาศ ดังปัจจัยต่อไปนี้





○ ปริมาณการผลิต

1) ปริมาณการผลิตทางทฤษฎี = ผลคูณของปริมาตรช่วงชักกับจำนวนความเร็วรอบ (RPM) ดังรูป





2) ปริมาณการผลิตจริง = ผลคูณของปริมาณการผลิตทางทฤษฎีกับประสิทธิภาพเชิงปริมาตร

ปริมาณการผลิตจริงจะไม่เท่ากับปริมาณการผลิตทางทฤษฎี (จากการคำนวณ)

เนื่องจากปริมาณการผลิตจริงจะต่ำกว่าทางทฤษฎี

และจะขึ้นอยู่กับประสิทธิภาพเชิงปริมาตร (Volumetric Efficiency)

ซึ่งมีค่าอยู่ระหว่าง 40-95% ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับคุณภาพและโครงสร้างของเครื่องอัดอากาศ

เครื่องอัดอากาศสามารถผลิตได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$V_{\text{compressor}} = V \cdot N \cdot n$$

$$V_{\text{compressor}} = \frac{\pi d^2}{4} \times L \times N \times n$$



แต่สมการทั้ง 2 สมการเป็นการคำนวณหาปริมาตรทางทฤษฎี จะนำมาใช้ในงานจริงไม่ได้ เพราะปริมาตรลมอัดที่ออกมาจากเครื่องอัดอากาศจะมีค่าน้อยกว่าการคำนวณ ทั้งนี้เนื่องมาจากการสูญเสียในการดูดอากาศเข้ามาในเครื่องอัดอากาศ ดังนั้น ในทางปฏิบัติจึงใช้ปริมาตรที่เครื่องอัดอากาศผลิตได้จริง ซึ่งสามารถหาค่าได้จากสมการ

$$V_{\text{actual}} = V_{\text{th}} \times \eta_v$$

○ ความดันใช้งาน (Working Pressure)

ความดันใช้งานที่จะต้องเกิดจากการอัดอากาศของเครื่องอัดอากาศชนิดอัดขึ้นเดี่ยวหรือแบบอัดหลายชั้น ความดันที่เกิดขึ้นจากการอัดของเครื่องอัดอากาศ ควรสูงกว่าความดันที่นำออกไปใช้งาน โดยทั่วไปความดันที่นำออกไปใช้งานประมาณ 6-8 บาร์ และมีค่าของความดันช่วงใช้งานต่ำสุดถึงสูงสุดอยู่ระหว่าง 1.5-10 บาร์



2.3 ชนิดของเครื่องอัดอากาศ

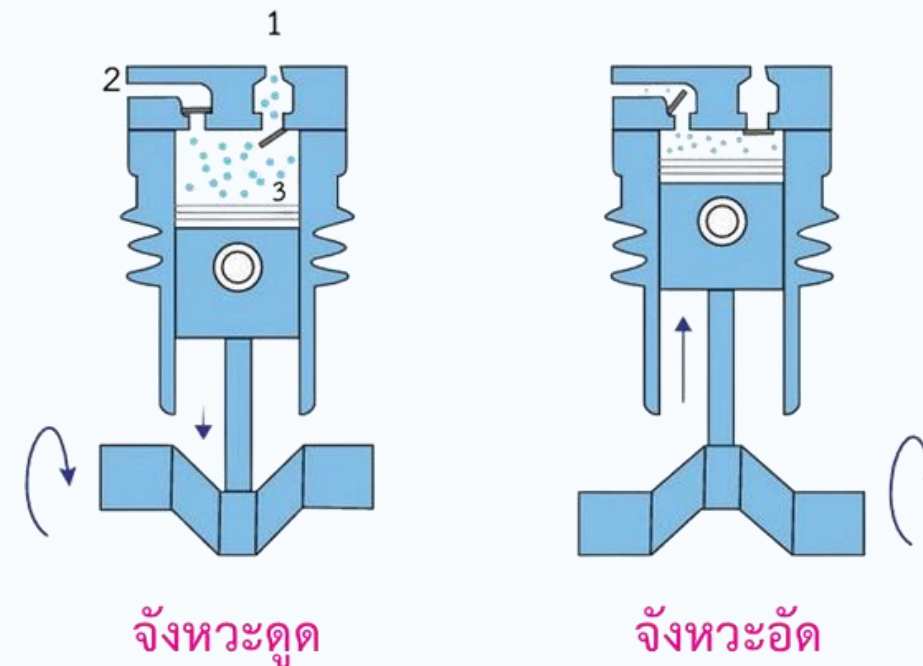
เครื่องอัดอากาศที่ถูกแบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่

2.3.1 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชัก (Piston Compressor)

1

เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชักชั้นเดียว (Single Stage Air Compressor)

เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความดันอยู่ระหว่าง 4-10 บาร์ โดยมีหลักการทำงานแบ่งเป็น 2 จังหวะ คือ จังหวะดูดและจังหวะอัด

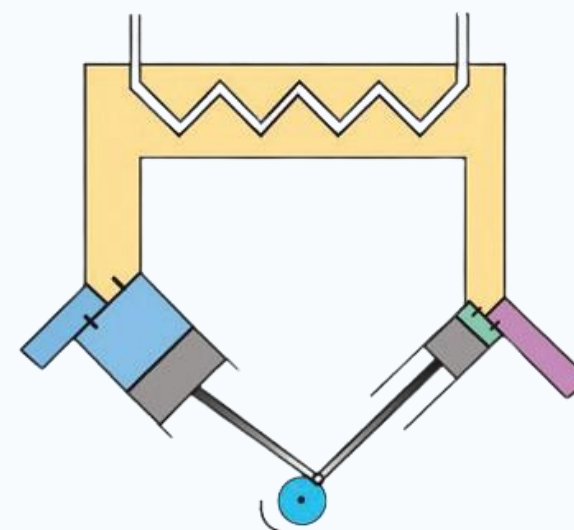




2

เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชัก 2 ชั้น (Double stage air compressor)

เหมาะสำหรับงานที่ต้องการใช้ความดันสูงกว่า 10 บาร์ สามารถอัดอากาศได้สูงถึง 30 บาร์ โดยมีการทำงานของลูกสูบ 2 ด้าน ที่จะทำงานสลับกัน คือ จังหวะที่ 1 ลูกสูบตัวที่ 1 ด้านซ้าย จะดูดอากาศจากภายนอกเข้ามาภายในห้องสูบ ส่วนลูกสูบตัวที่ 2 ด้านขวา จะอัดอากาศเข้าเก็บในถังเก็บลม และจังหวะที่ 2 ลูกสูบตัวที่ 1 จะอัดอากาศผ่านชุดระบบความร้อนเข้าไปภายในห้องสูบของลูกสูบตัวที่ 2 ซึ่งเป็นจังหวะดูดอากาศ การทำงานของลูกสูบทั้งสองจะสลับกัน

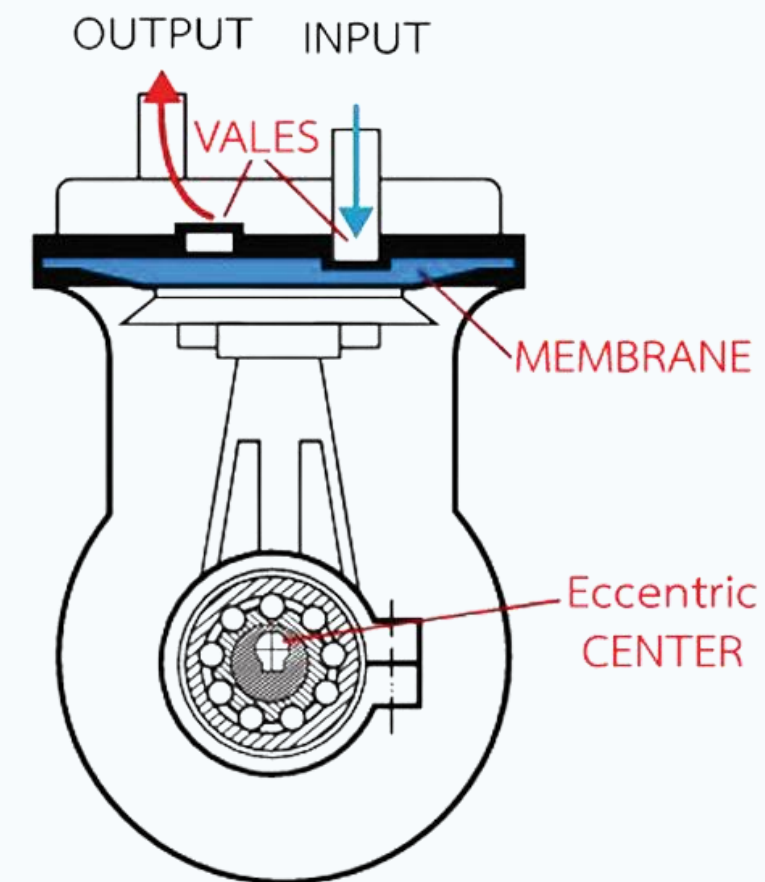




3

เครื่องอัดอากาศแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Air Compressor)

เป็นเครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบที่ใช้แผ่นไดอะแฟรมเป็นตัวดูดหรืออัดอากาศ และทำให้ลูกสูบกับห้องดูดอากาศแยกออกจากกัน จึงปราศจากน้ำมันหล่อลื่น เหมาะสำหรับใช้งานอุตสาหกรรมผลิตอาหาร อุตสาหกรรมยารักษาโรค และอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์





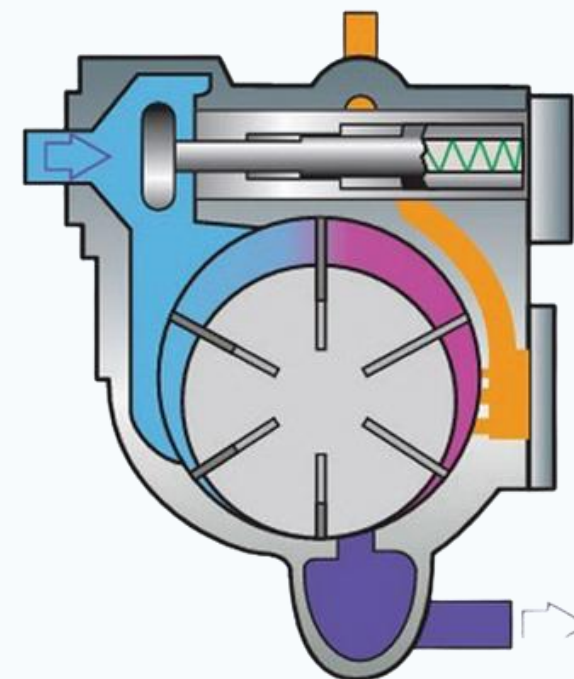
2.3.2

เครื่องอัดอากาศแบบหมุน (Rotary Compressor)

1

เครื่องอัดอากาศแบบแวนโรตารี (Vane Rotary Air Compressor)

มีหลักการทำงาน โดยใช้ใบพัดเล็กๆ ที่ติดอยู่กับโรเตอร์หรือตัวหมุน ซึ่งวางเยื้องศูนย์กลางในเรือนสูบ เมื่อโรเตอร์เริ่มทำงาน แผ่นใบพัดที่อยู่ในร่องจะกวาดลมอัดไปรอบๆ ตามแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ทำให้ห้องอัดอากาศในเรือนสูบเปลี่ยนจากห้องแคบเป็นห้องกว้าง และเปลี่ยนจากห้องกว้างเป็นห้องแคบ ทำให้เกิดการดูดและการอัดอากาศจากทางลมเข้ายังทางด้านลมออกเพื่อเก็บไว้ในถังเก็บลมต่อไป

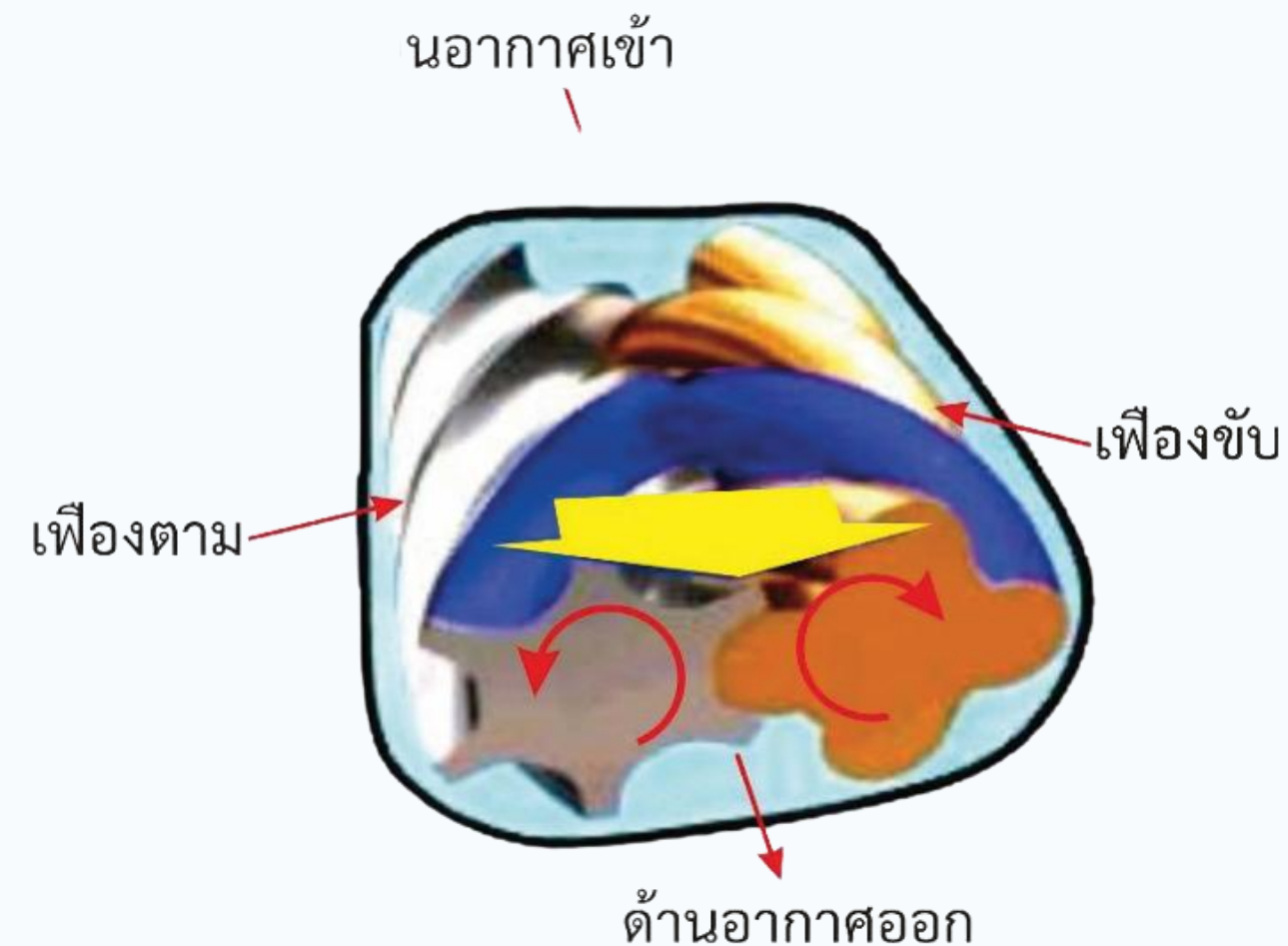




2

เครื่องอัดอากาศแบบสกรู (Screw Air Compressor)

มีเพลาอยู่ 2 แกน เพลาตัวหนึ่ง มีฟันสกรุนูน และเพลาอีกตัวหนึ่งมีฟันสกรูเว้าวางขั้บกัน และมีทิศทางการหมุนเข้าหากัน ซึ่งดูดอัดลม จากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง มีอัตราการจ่ายลม ได้มากถึง 170 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที สร้างความดันได้ประมาณ 10 บาร์

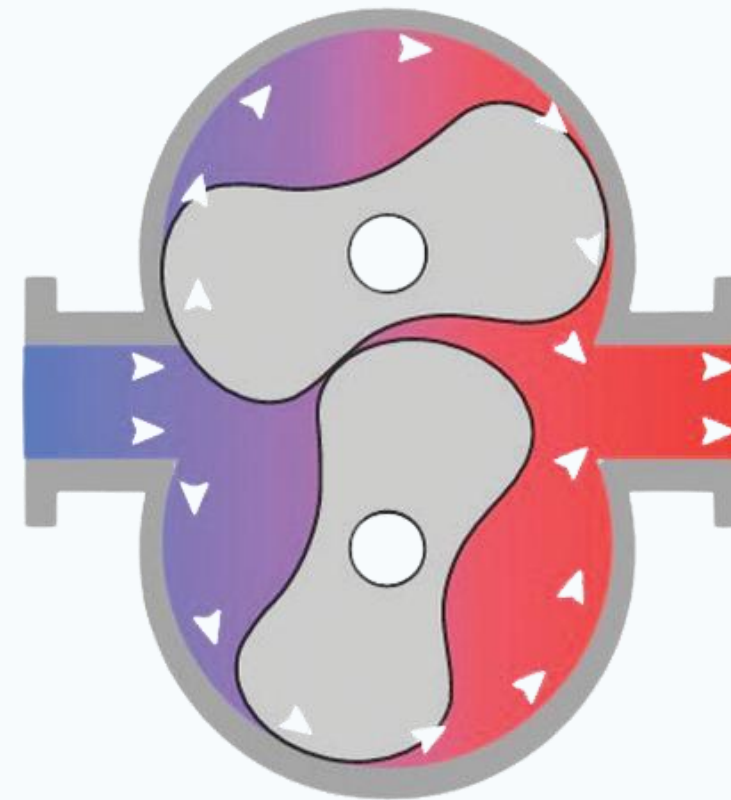




3

เครื่องอัดอากาศแบบใบพัดหมุน (Roots Air Compressor)

ประกอบด้วยใบพัด 2 อัน ขั้วกัน หมุนด้วยความเร็วรอบเท่ากัน เช่นเดียวกับแบบสกรู มีหลักการทำงานคือ เมื่อโรเตอร์ทั้งสองหมุนสวนทางกัน จะทำให้อากาศถูกดูดจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตร ทำให้อากาศไม่ถูกอัดตัวแต่อากาศที่เคลื่อนที่จะถูกอัดเข้าไปในถังเก็บลม เครื่องอัดอากาศแบบใบพัดหมุนมีอัตราการจ่ายลมได้ตั้งแต่ 100 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที สร้างความดันได้ประมาณ 4-10 บาร์





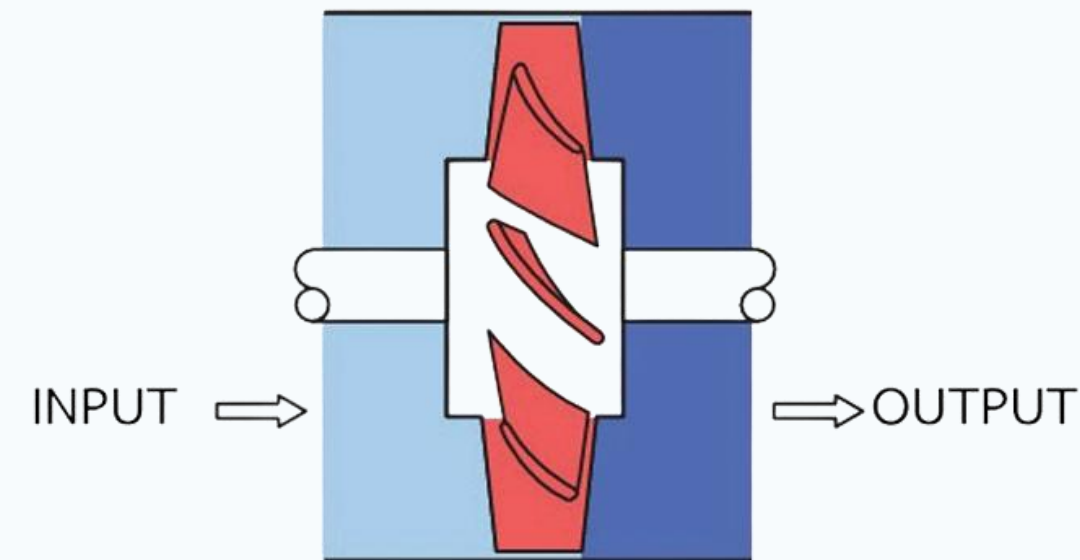
2.3.3

เครื่องอัดอากาศแบบกระแสน้ำวน (Centrifugal Compressor)

1

เครื่องอัดอากาศแบบอากาศวนรอบกังหัน (Radial Flow Air Compressor)

มีหลักการทำงาน โดยใช้หลักการของกังหันใบพัด ซึ่งลมจะถูกดูดผ่านไปยังใบกังหันที่เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ผ่านใบพัดด้านหนึ่ง และจะอัดลมวนรอบใบพัดกังหันไปยังอีกด้านหนึ่ง เพื่อผลิตลมอัดเข้าเก็บไว้ในถังเก็บลม

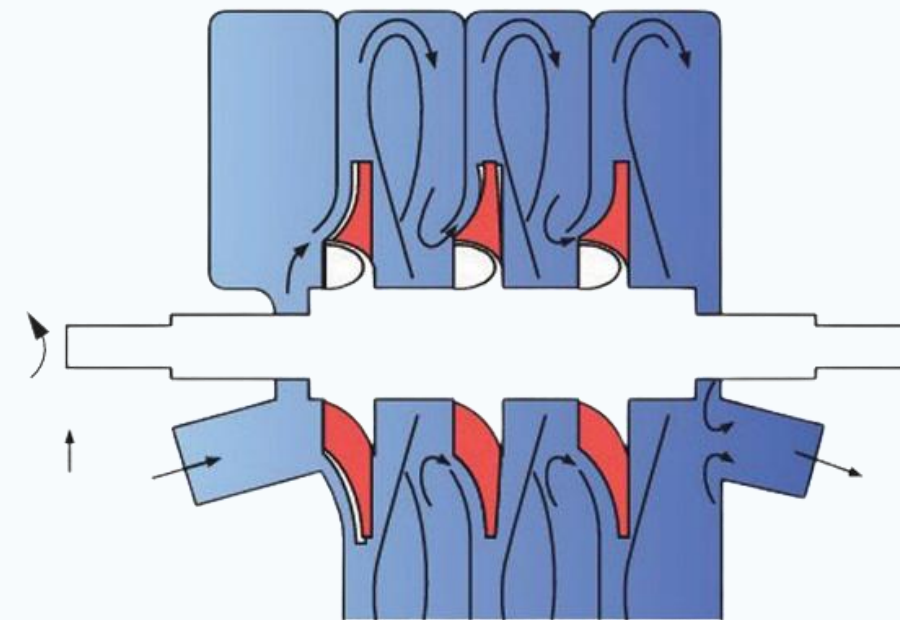
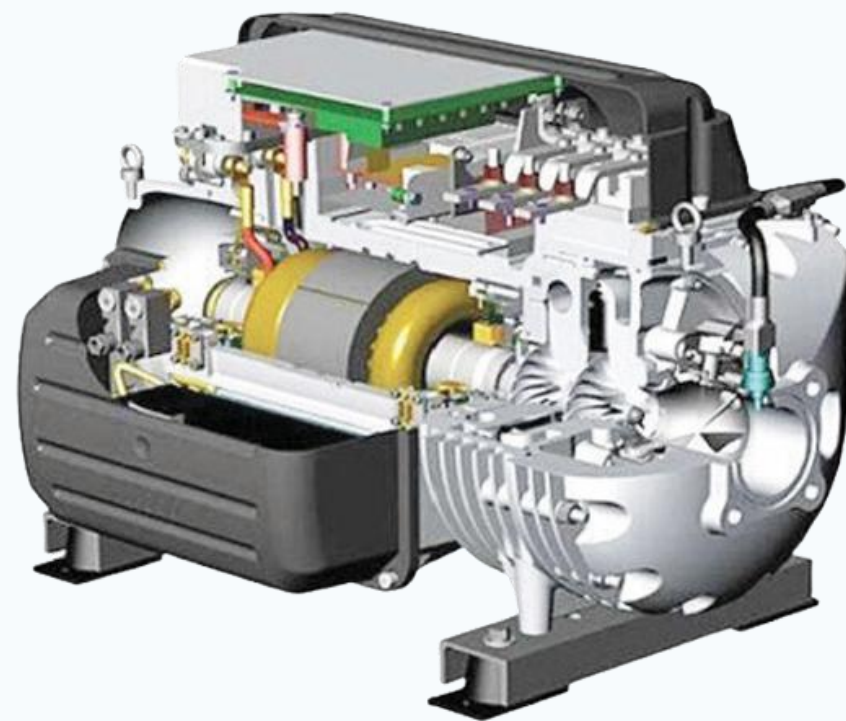




2

เครื่องอัดอากาศแบบอากาศตามแกนเพลลา (Axial Flow Air Compressor)

เครื่องอัดอากาศที่ใช้หลักการของใบพัดกังหัน โดยการเคลื่อนที่ของใบพัดกังหันจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ลมจะถูกดูดผ่านใบพัดด้านหนึ่ง และจะอัดลมตามแกนเพลลาของใบพัดไปยังอีกด้านหนึ่ง เครื่องอัดอากาศแบบนี้เหมาะสำหรับงานที่ต้องการอัตราการไหลของลมสูง คือสามารถผลิตอัตราการจ่ายลมได้ตั้งแต่ 170-20,000 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที แต่ความดันลมไม่สูงมากนักประมาณ 4-10 บาร์





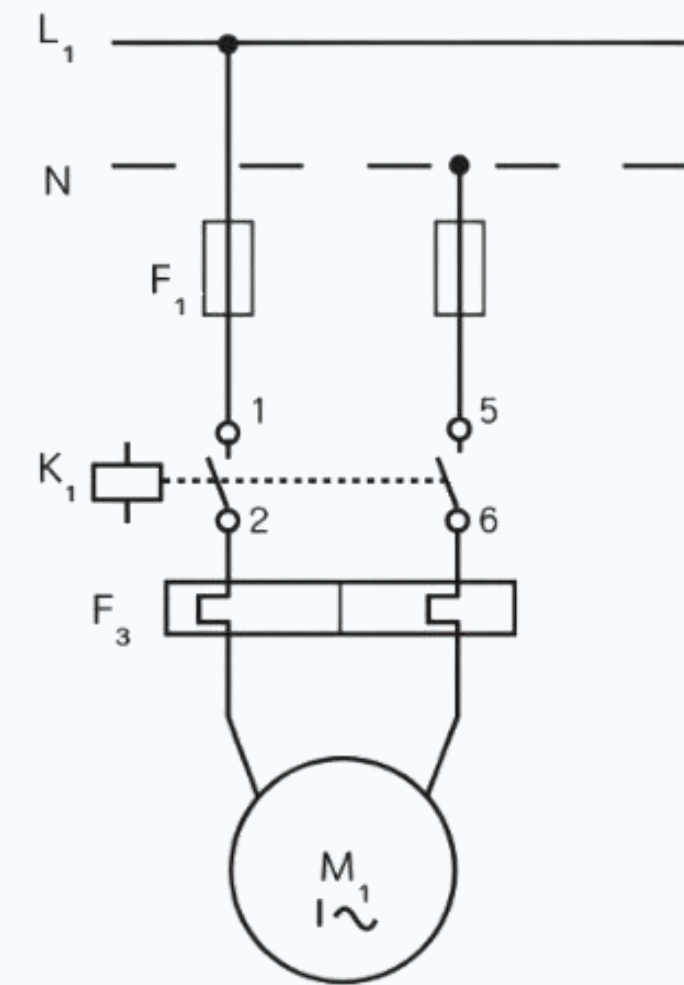
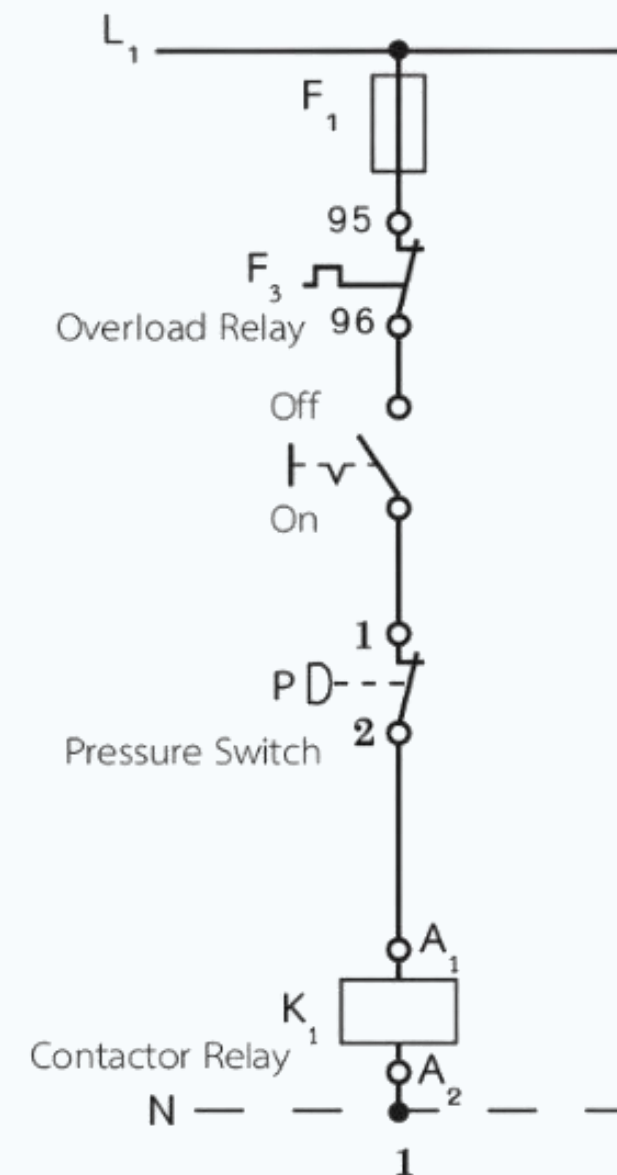
2.4 การควบคุมเครื่องอัดอากาศ

2.4.1 การควบคุมแบบเปิด-ปิด (On-Off Control)

การควบคุมแบบเปิด-ปิด เหมาะสำหรับ
เครื่องอัดอากาศขนาดเล็ก
โดยมอเตอร์ของเครื่องอัดอากาศ
จะถูกควบคุมการสตาร์ท
ด้วยสวิตช์แรงดันที่ต่ออยู่กับถังเก็บลม
และสามารถแบ่งการควบคุม
ตามการใช้งานได้ดังนี้

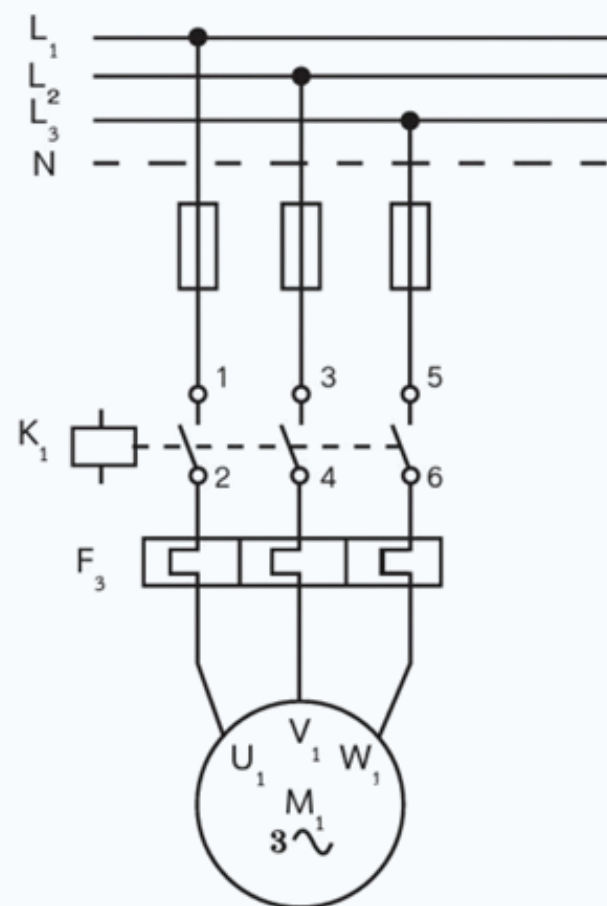
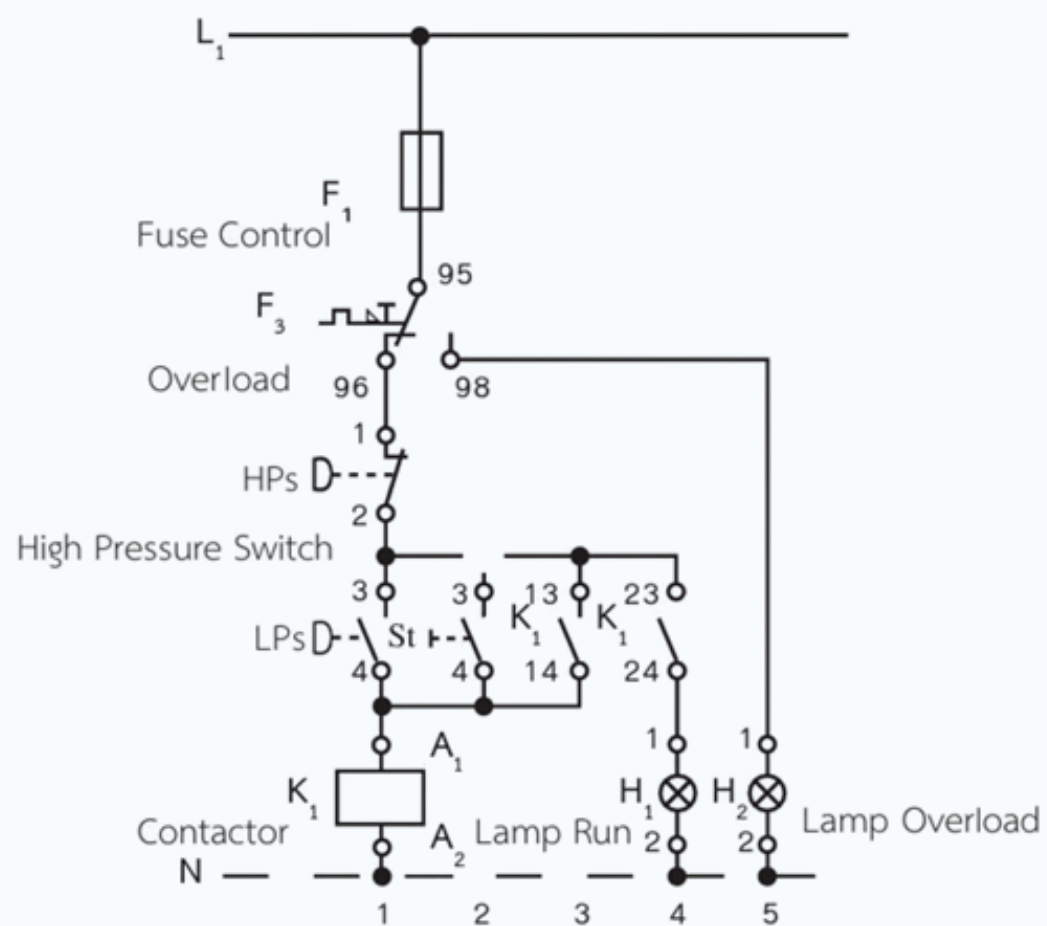
1

การควบคุมแบบเปิด-ปิดสำหรับมอเตอร์หนึ่งเฟส

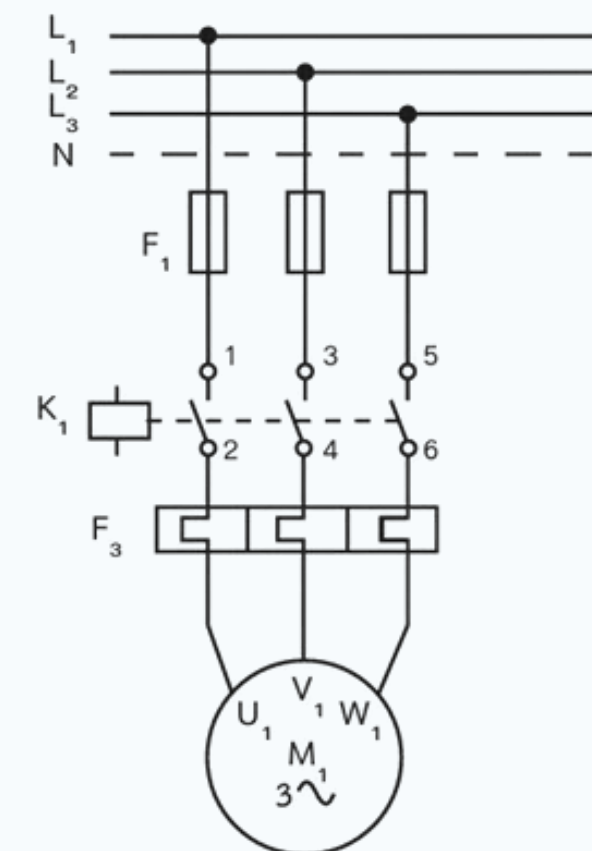
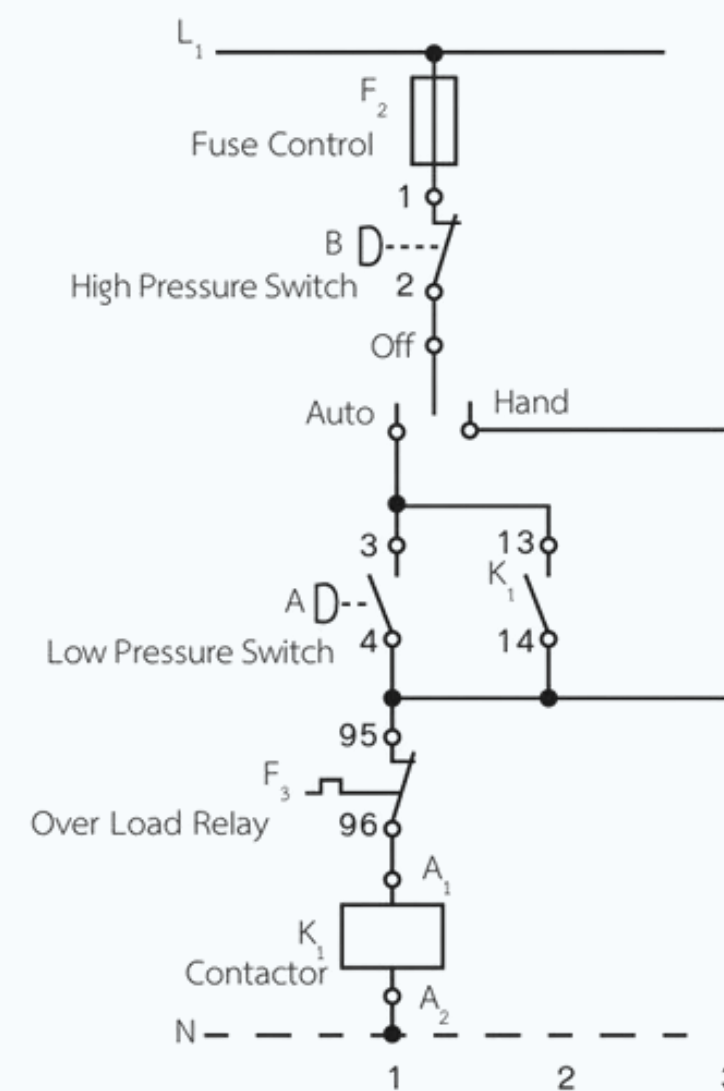




2 การควบคุมแบบเปิด-ปิด สำหรับมอเตอร์สามเฟส



3 การควบคุมแบบเลือกการทำงานสองตำแหน่ง





2.4.2

การควบคุมแบบระบายอากาศ (Unloading Regulation Control)

การควบคุมเครื่องอัดอากาศขนาดใหญ่ ถ้าใช้วิธีควบคุมแบบเปิด-ปิดในการควบคุมการทำงาน จะทำให้มอเตอร์ตัดต่อการทำงานบ่อยครั้งเกินไป

เพราะช่วงที่มอเตอร์เริ่มทำงานจะใช้กระแสไฟฟ้าประมาณ 3-5 เท่าของกระแสไฟฟ้าปกติ

เมื่อเครื่องอัดอากาศมีขนาดใหญ่ก็จะทำให้ใช้กระแสไฟฟ้ามากเกินไป

ทำให้สิ้นเปลืองในส่วนของค่ากระแสไฟฟ้าและอุปกรณ์ป้องกันไฟฟ้า

ดังนั้น เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวจึงแก้ไขโดยให้มอเตอร์ไฟฟ้าทำงานตลอดเวลา

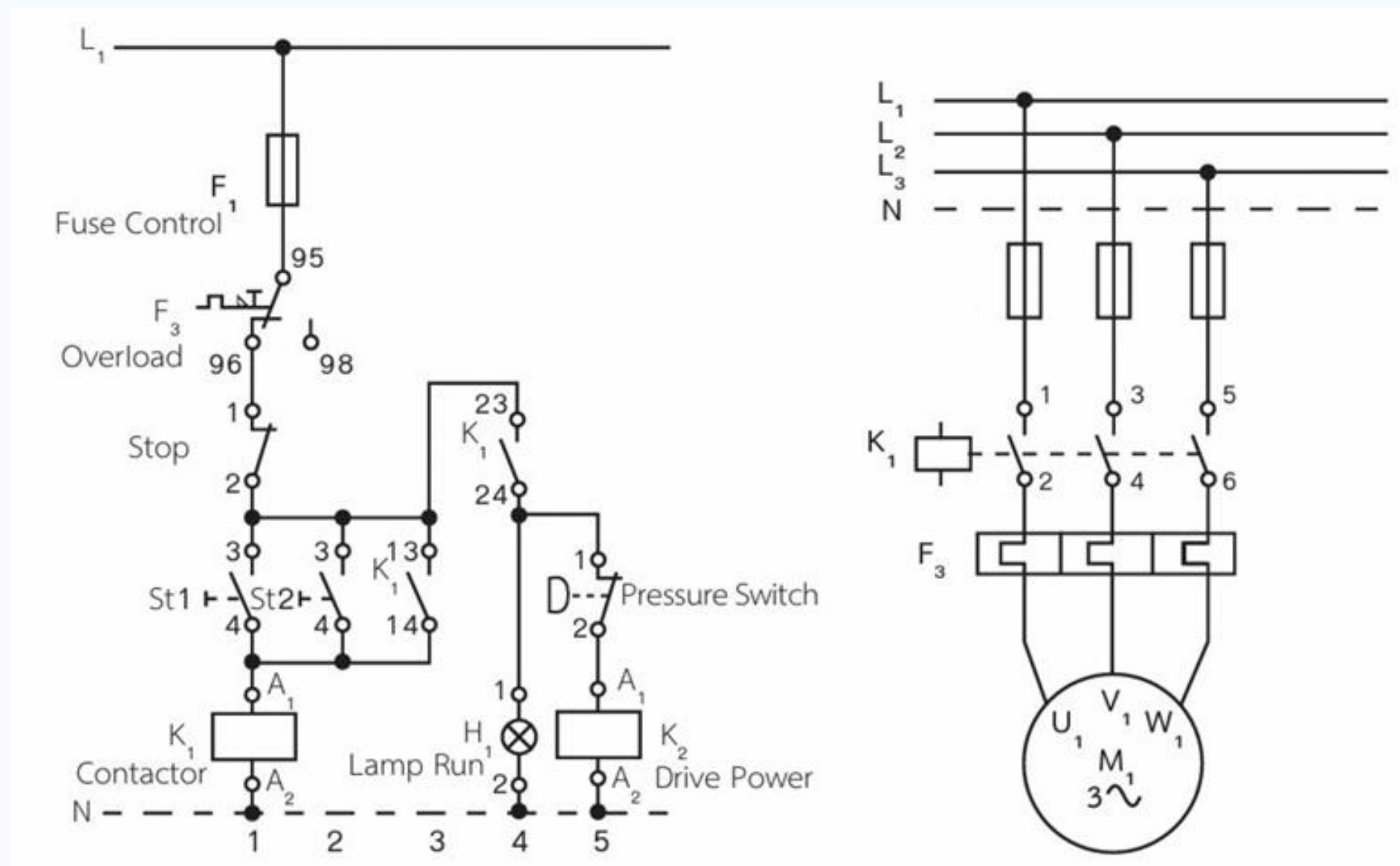
เมื่อความดันที่ถังเก็บลมสูงถึงค่าที่กำหนด มอเตอร์จะยังทำงานอยู่

แต่จะไม่ส่งกำลังหรือไม่ต่อวงจรให้รีเลย์ชุดขับ (Drive Power, K2) เครื่องอัดอากาศ

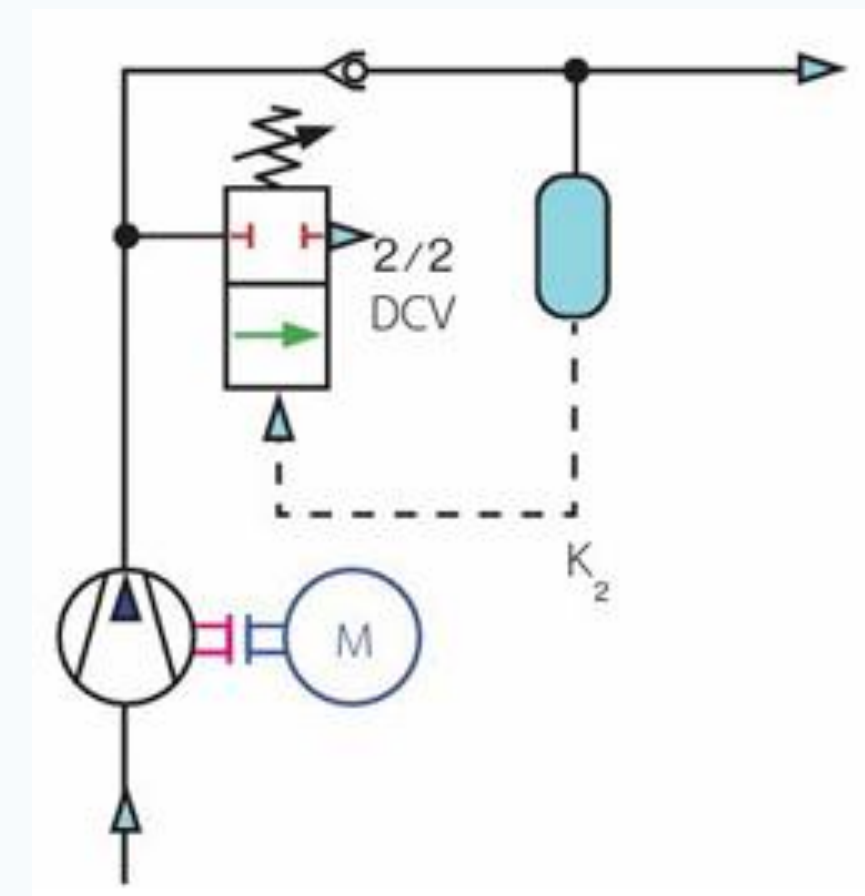
โดยใช้สวิตช์ความดัน (Pressure Switch) ตัดวงจรชุดขับออก

ทำให้ในช่วงนี้มอเตอร์ไม่มีโหลดและกินกระแไฟฟ้าน้อย เพื่อปรับความดันให้ได้ค่าตามที่กำหนด

โดยในการทำงานทั่วไปจะใช้วงจรควบคุมแบบ 3 Wire Control



แสดงการควบคุมแบบระบายอากาศ



แสดงการควบคุมเครื่องอัดอากาศ
ต่อท่อลมอัดเข้าวาล์ว 2/2 D.C.V.



2.5

การควบคุมคุณภาพลมอัด

การทำงานในระบบนิวเมติกส์จะใช้ลมอัดเป็นตัวส่งถ่ายกำลังทั้งในระบบควบคุมและระบบกำลัง ดังนั้น ลมอัดที่ใช้จะต้องมีคุณภาพที่ดี ไม่มีไอน้ำผสมอยู่ในระบบ การทำให้ลมอัดมีคุณภาพคือ การทำให้อากาศแห้ง เนื่องจากอากาศที่ถูกเพิ่มความดันจากเครื่องอัดอากาศจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และมีไอน้ำปะปนอยู่ เมื่อระยะเวลาผ่านไปไอน้ำจะเย็นตัวลงและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่อุณหภูมิห้อง

วิธีทำให้อากาศแห้ง

การใช้สารเคมีดูดความชื้น
(Chemical Absorption
Drying)

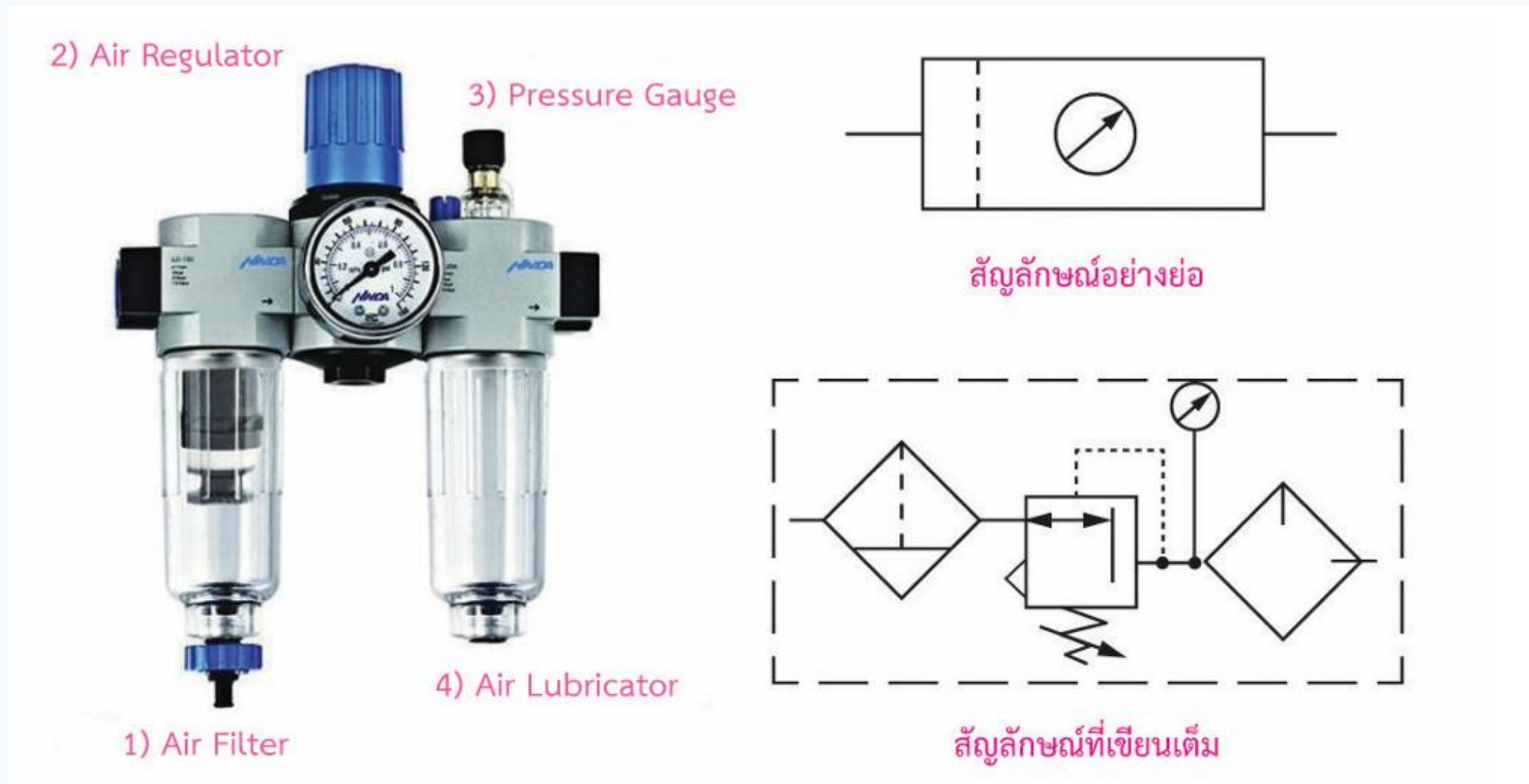


ระบบทำความเย็นให้อากาศแห้ง
(Low Temperature Drying)

การใช้กระบวนการทางฟิสิกส์
(Absorption Drying)



ชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด มีสัญลักษณ์และส่วนประกอบ



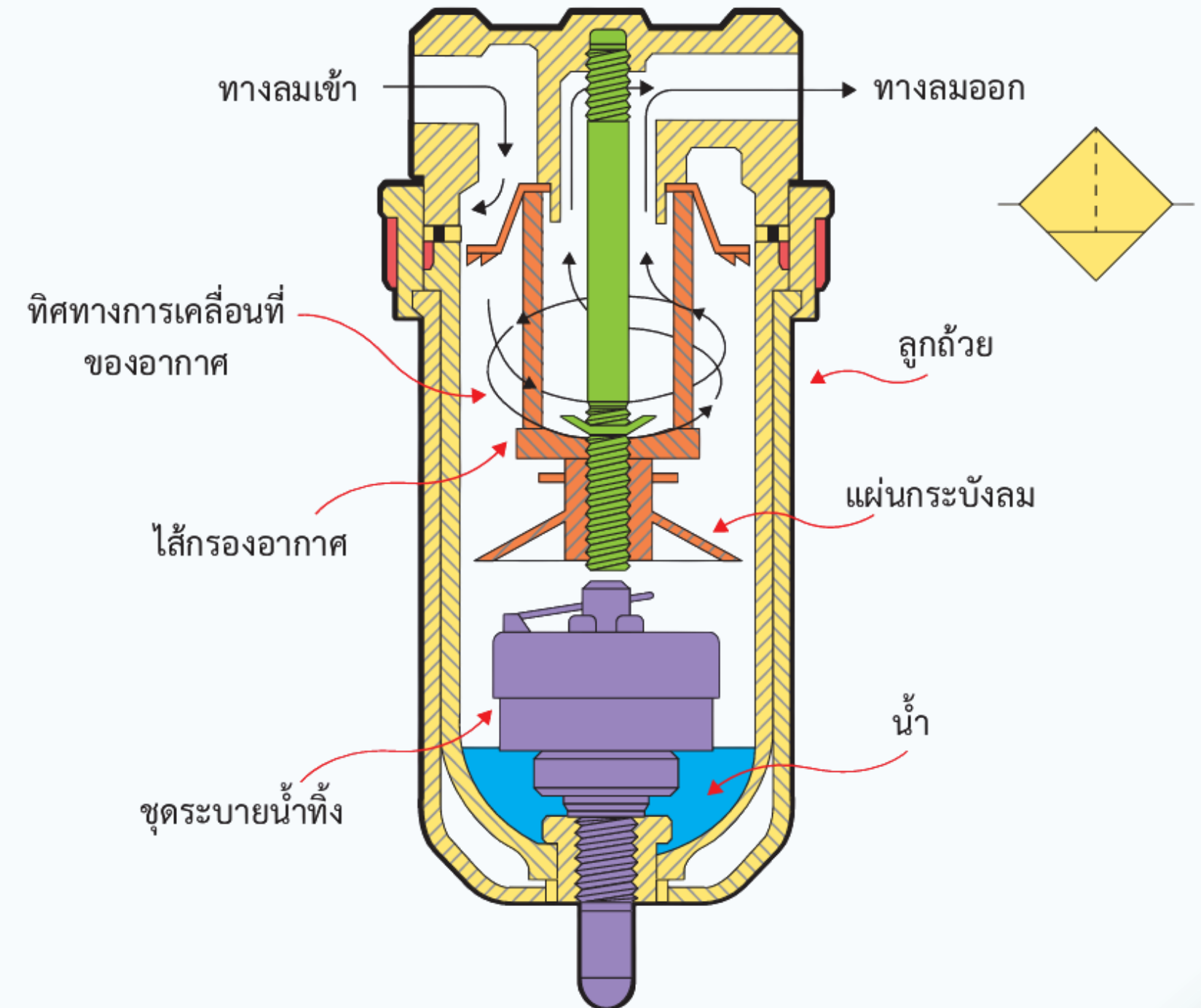


ส่วนประกอบชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด

1

ชุดกรองลมอัด (Air Filter)

ตัวกรองจะทำหน้าที่กรองฝุ่นละอองและน้ำ ลมอัดจะผ่านเข้ามาทางท่อเข้า ลมอัดที่เข้ามานี้ จะมีความดันเท่ากับความดันที่ออกจากถังเก็บลมอัด และไหลผ่าน เกิดการหมุนเวียนของลมลงไป ในตัวกรองที่เป็นรูปกรวย ทำให้ลมอัดวิ่งหมุนวน เพื่อเหวี่ยงฝุ่นละอองและน้ำที่ปนมากับลมอัดออก และน้ำจะตกลงสู่ด้านล่างของถ้วย ส่วนฝุ่นละออง จะตกค้างอยู่ที่ไส้กรอง และปล่อยให้อากาศที่สะอาด ไหลผ่านออกไปใช้งาน

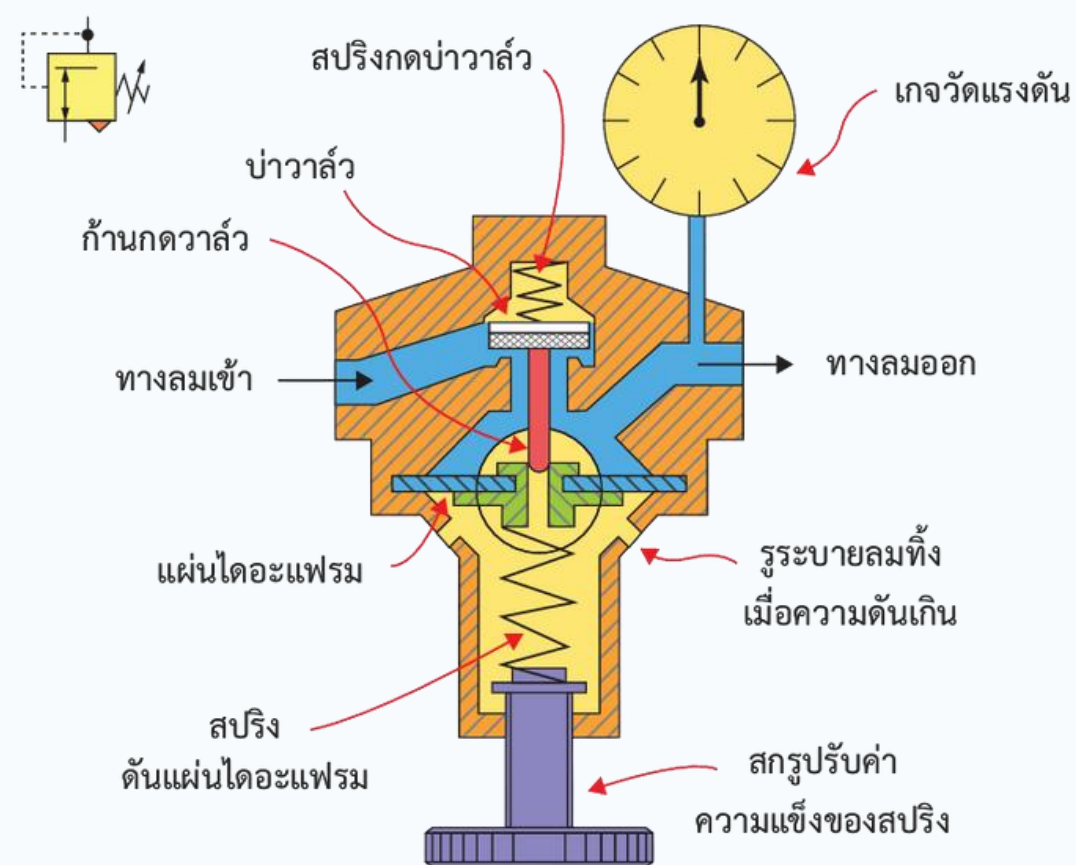




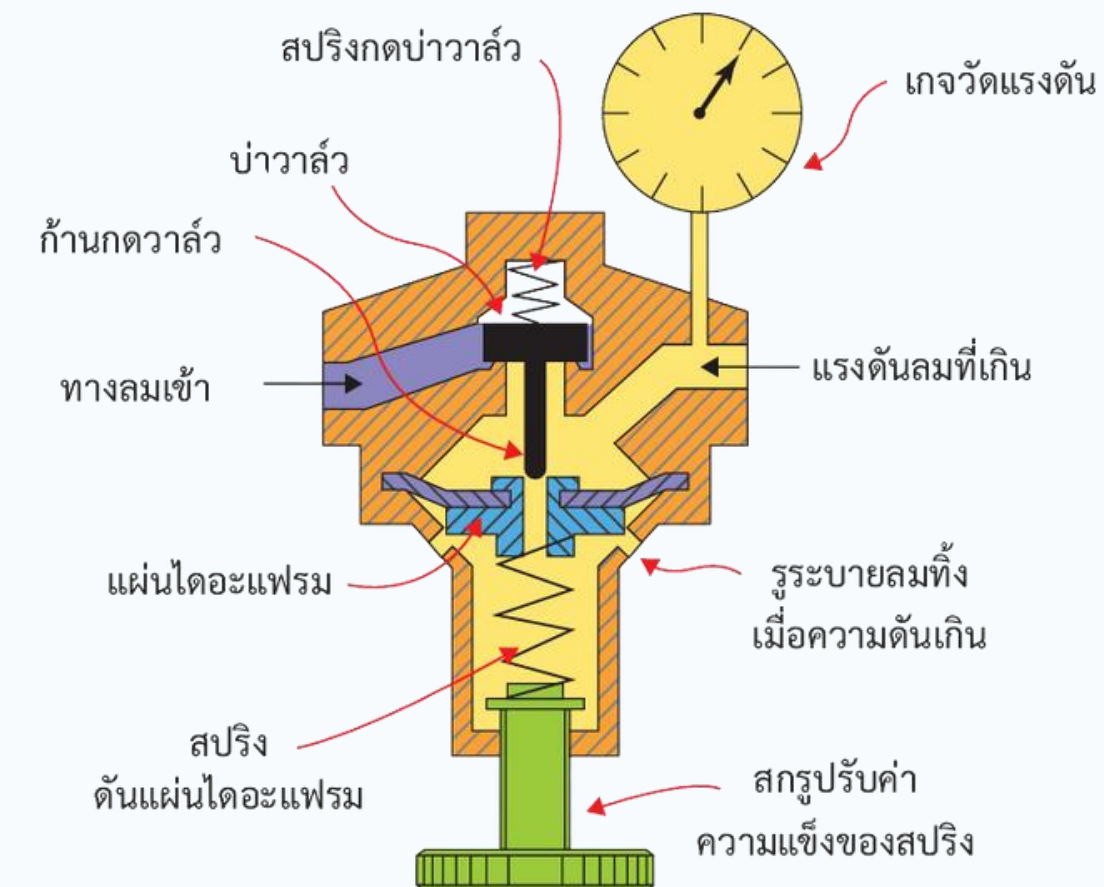
2

วาล์วควบคุมความดัน (Air Regulator)

โดยปกติเครื่องอัดลมจะป้อนลมอัดให้มีค่าความดันสูงกว่าระดับของความดันใช้งาน ทำหน้าที่ปรับให้ค่าความดันของลมมีความดันเท่ากับความดันใช้งานในระบบนิวเมติกส์ เพราะถ้าไม่ปรับความดันก่อนนำไปใช้งาน อุปกรณ์ต่างๆ อาจเกิดการชำรุดเสียหาย หรืออาจจะทำให้อายุการใช้งานของอุปกรณ์นิวเมติกส์สั้นลง



แสดงวาล์วควบคุมความดันลมให้คงที่



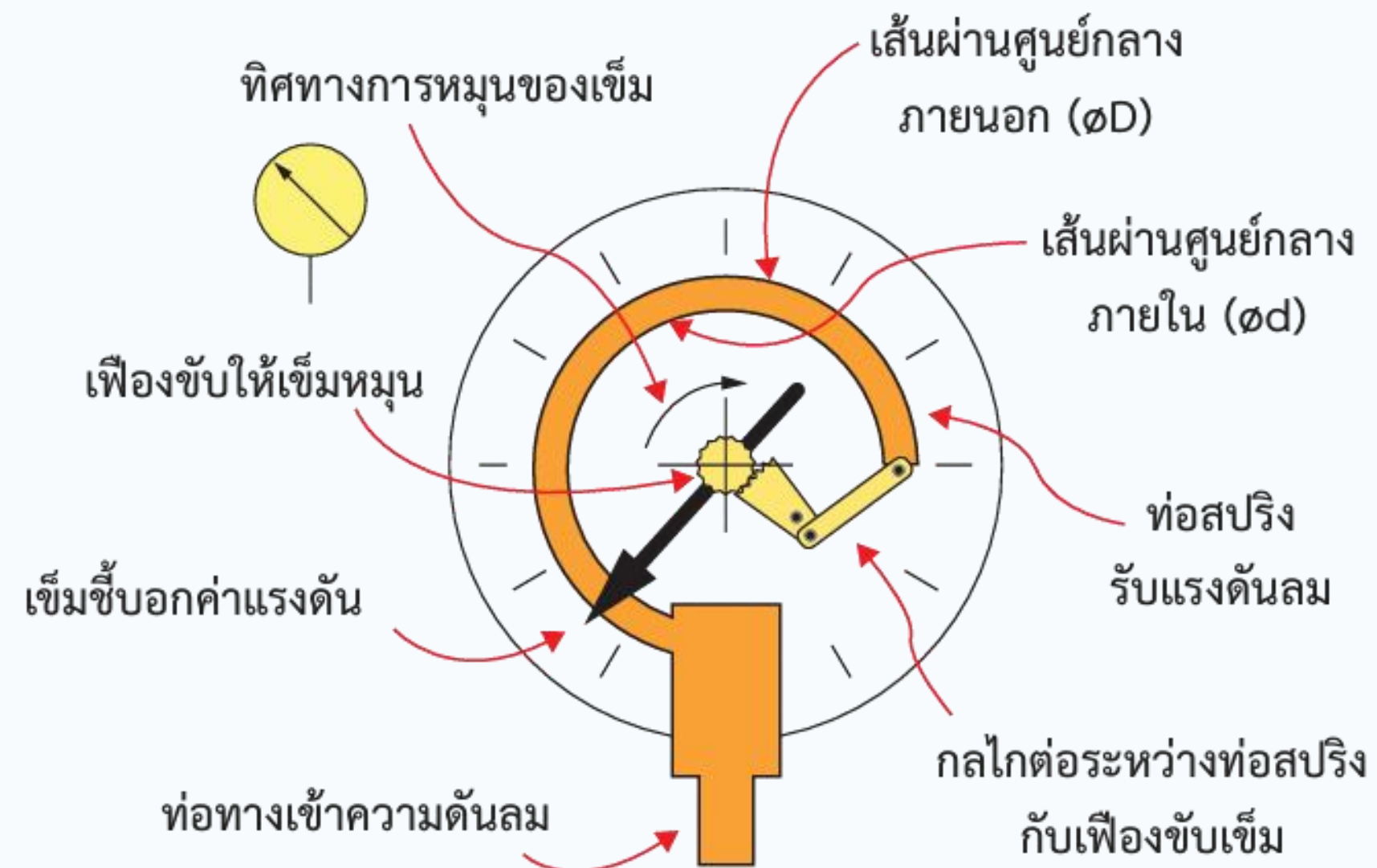
แสดงการทำงานเมื่อความดันในระบบเกิน



3

เกจวัดความดันลมอัด (Pressure Gauge)

ความดันลมที่ออกจากวาล์วควบคุมความดันจะถูกแสดงค่าความดันด้วยเกจวัดความดัน

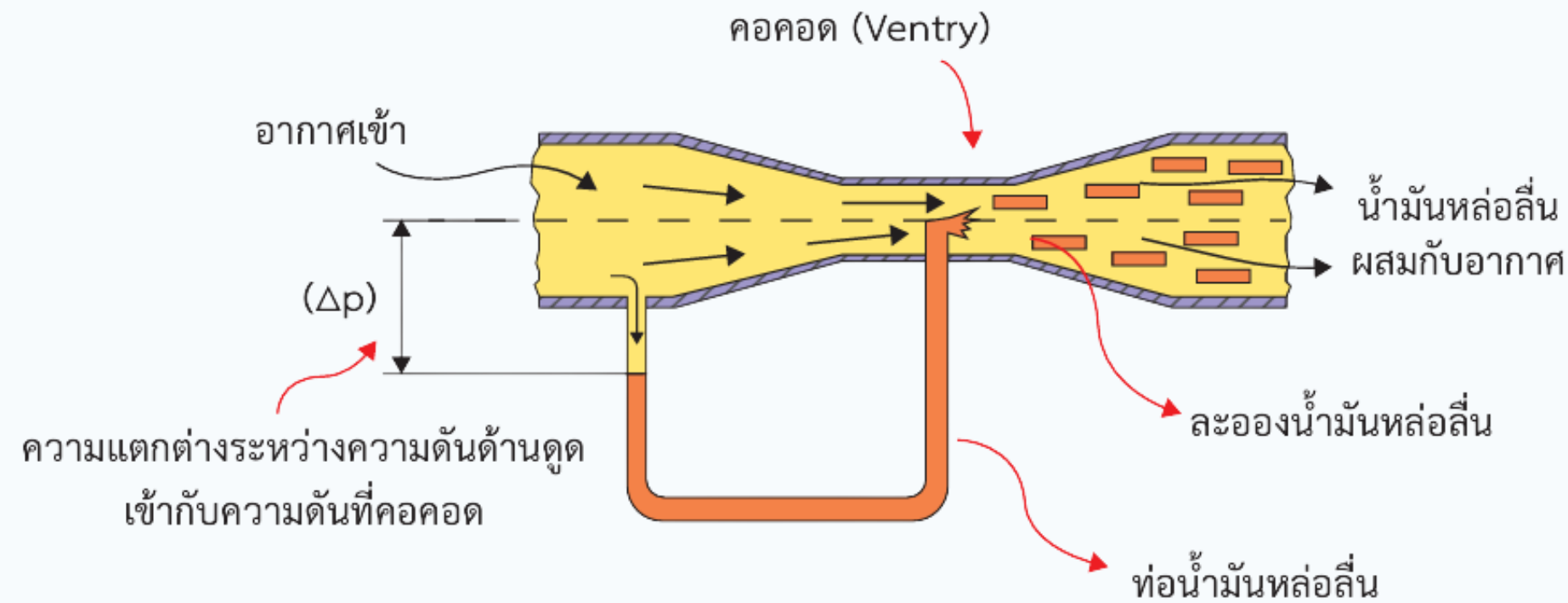




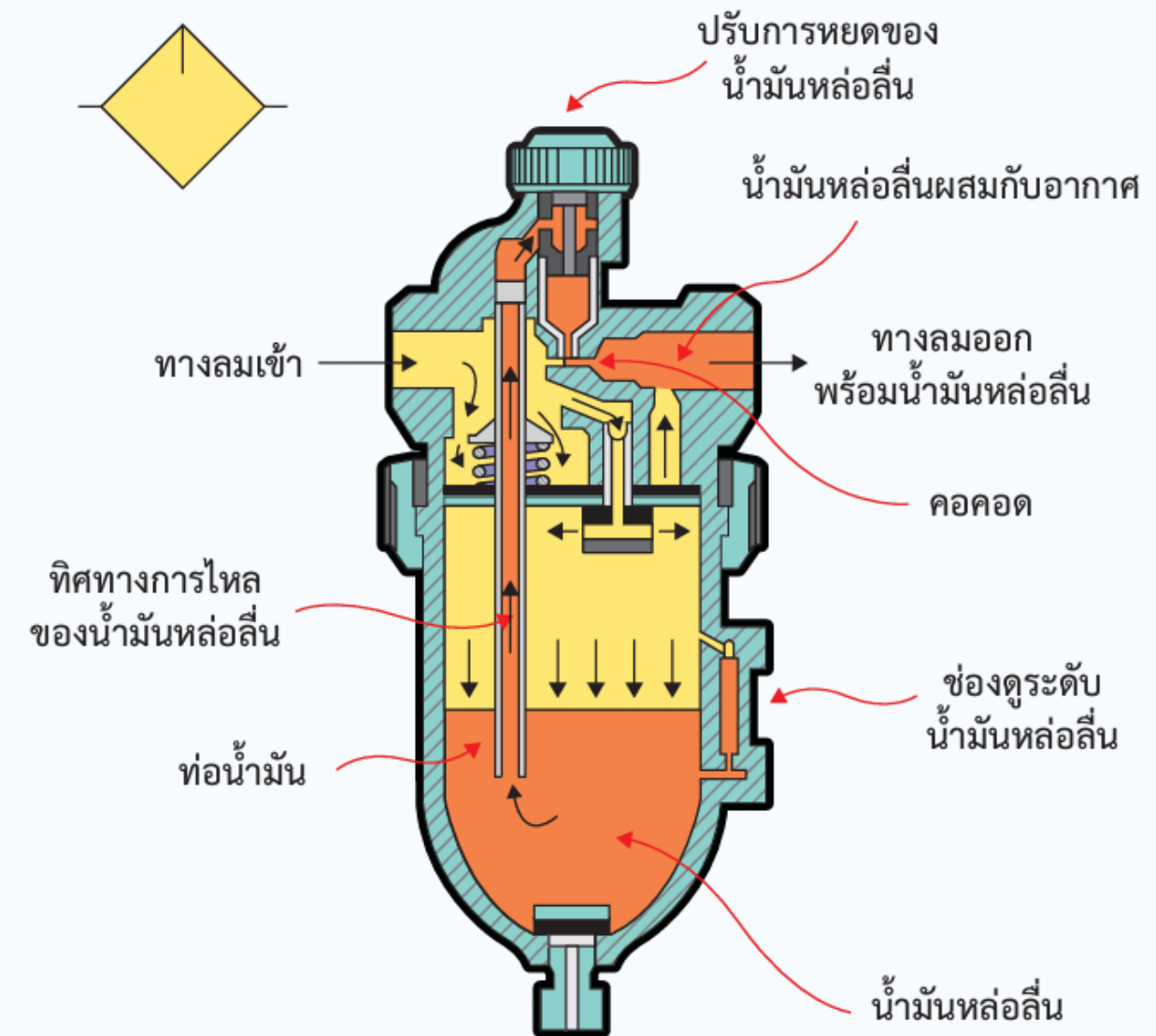
4

ชุดผสมน้ำมันหล่อลื่นลมอัด (Air Lubricator)

ชุดผสมน้ำมันหล่อลื่นกับลมอัดทำหน้าที่ช่วยหล่อลื่น ลดการสึกหรอ และลดความฝืดให้กับ อุปกรณ์นิวเมติกส์ ลมอัดที่ผ่านชุดผสมน้ำมันหล่อลื่น จะพาเอาละอองน้ำมันเข้าสู่ระบบโดยอาศัยหลักการ ทำงานของคอขวด (Ventury)



แสดงการทำงานของคอขวด



แสดงการทำงานชุดผสมน้ำมันหล่อลื่นลมอัด



2.6 การบำรุงรักษาชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด

กฎที่ต้องปฏิบัติอยู่เป็นประจำในการบำรุงรักษาชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด มีดังนี้

2.6.1 ชุดกรองลมอัด

1

ตรวจระดับน้ำในกระเปาะทุก ๆ วัน ไม่ให้สูงเกินขีดที่กำหนด

2

ต้องทำความสะอาดไส้กรองอากาศสม่ำเสมอ ตามระยะเวลาที่ผู้ผลิตกำหนด

3

กระเปาะและชิ้นส่วนภายในที่เป็นพลาสติก ห้ามล้างทำความสะอาดด้วยสารที่ทำลาย



2.6.2 เกจวัดความดัน

1

อย่าตั้งความดันสูงเกินขีดที่กำหนดให้

2

ก่อนจ่ายลมผ่านเข้าในวงจร ควรคลายสกรู
ตัวตั้งความดันให้ต่ำสุด แล้วค่อย ๆ ปรับ
เพิ่มขึ้นจนถึงค่าที่ต้องการ เพื่อป้องกันการ
การสับัดกระแทกของเข็มวัด
และชุดกลไกภายใน





2.6.3

ชุดผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น

1

ตรวจสอบระดับน้ำมันภายในกระป๋องเป็นประจำ และเติมให้ได้ระดับที่ต้องการเสมอ

2

น้ำมันหล่อลื่นที่ใช้ ควรใช้น้ำมันไฮดรอลิกส์ที่มีความหนืด เท่ากับ SAE 10 หรือเบอร์ที่ผู้ผลิตแนะนำ

3

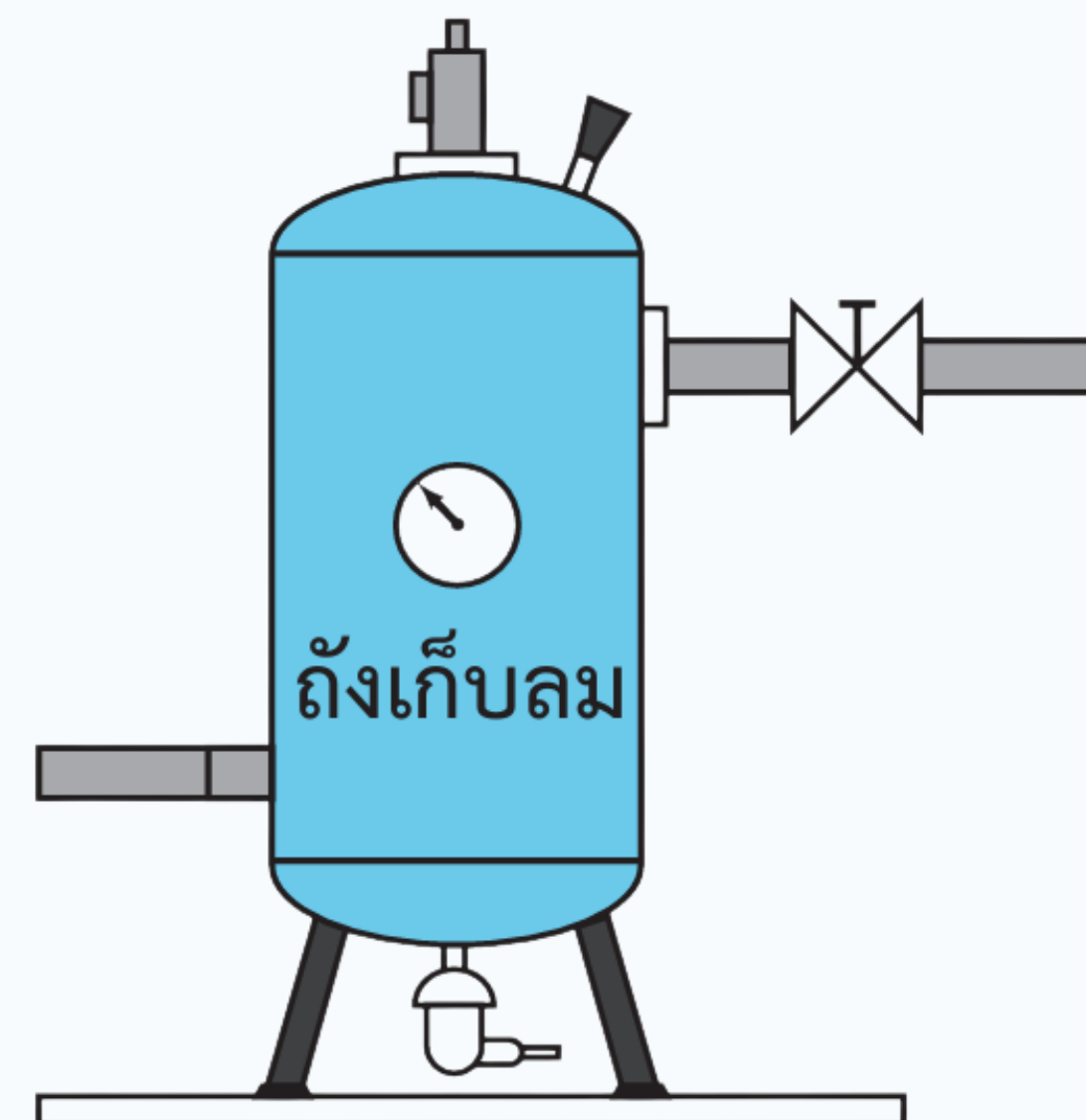
เมื่อน้ำมันผสมเข้ากับน้ำมันหล่อลื่นภายในกระป๋อง น้ำมันจะเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่นหรือเทา ให้รีบล้าง และเปลี่ยนน้ำมันใหม่ทันที





2.7 ถังเก็บลมอัด

ถังเก็บลมอัด (Air Compressor Receiver)
เป็นอุปกรณ์ช่วยให้การจ่ายลมอัดสม่ำเสมอ
นอกจากนี้ยังช่วยให้มีปริมาณลมเพียงพอ
สำหรับจ่ายไปสู่สายงานของวงจร
ในถังเก็บลมอัดยังมีไอน้ำที่มากับลมอัด
บางส่วนจะถูกกลั่นตัวเป็นหยดน้ำอยู่ภายในถังเก็บลมอัด
ในถังเก็บลมอัดจำเป็นต้องมีวาล์วควบคุมความปลอดภัย
(Safety Valve) เพื่อระบายความดันที่เกินออกสู่บรรยากาศได้
วาล์วระบายน้ำที่กลั่นตัว
และเกจวัดความดันจำเป็นต้องติดตั้งที่ถังเก็บลมอัดด้วย





2.8 การติดตั้งท่อส่งลม

วัสดุทำท่อลม (Pipeline) ควรทำด้วยวัสดุที่แข็งแรงทนทาน เพื่อให้อายุการใช้งานยาวนาน การต่อท่อโดยการเชื่อมต่อ เป็นวิธีที่ประหยัดและแน่นที่สุด แต่ปัญหาที่เกิดขึ้นคือ การกัดกร่อน และสะเก็ดของเหล็กภายในท่อหลังจาก การเชื่อม วัสดุที่ดีที่สุดคือ ท่อแบบไม่มีตะเข็บ ทำจากเหล็กดัดขึ้นรูป หรือสแตนเลสไร้ตะเข็บ รอยต่อสามารถทำได้ด้วยปลอกแหวนสวมอัด หรือใช้ชุดข้อต่อเฟอ์รูล





การติดตั้งท่อส่งลม (Installation of Pipeline)

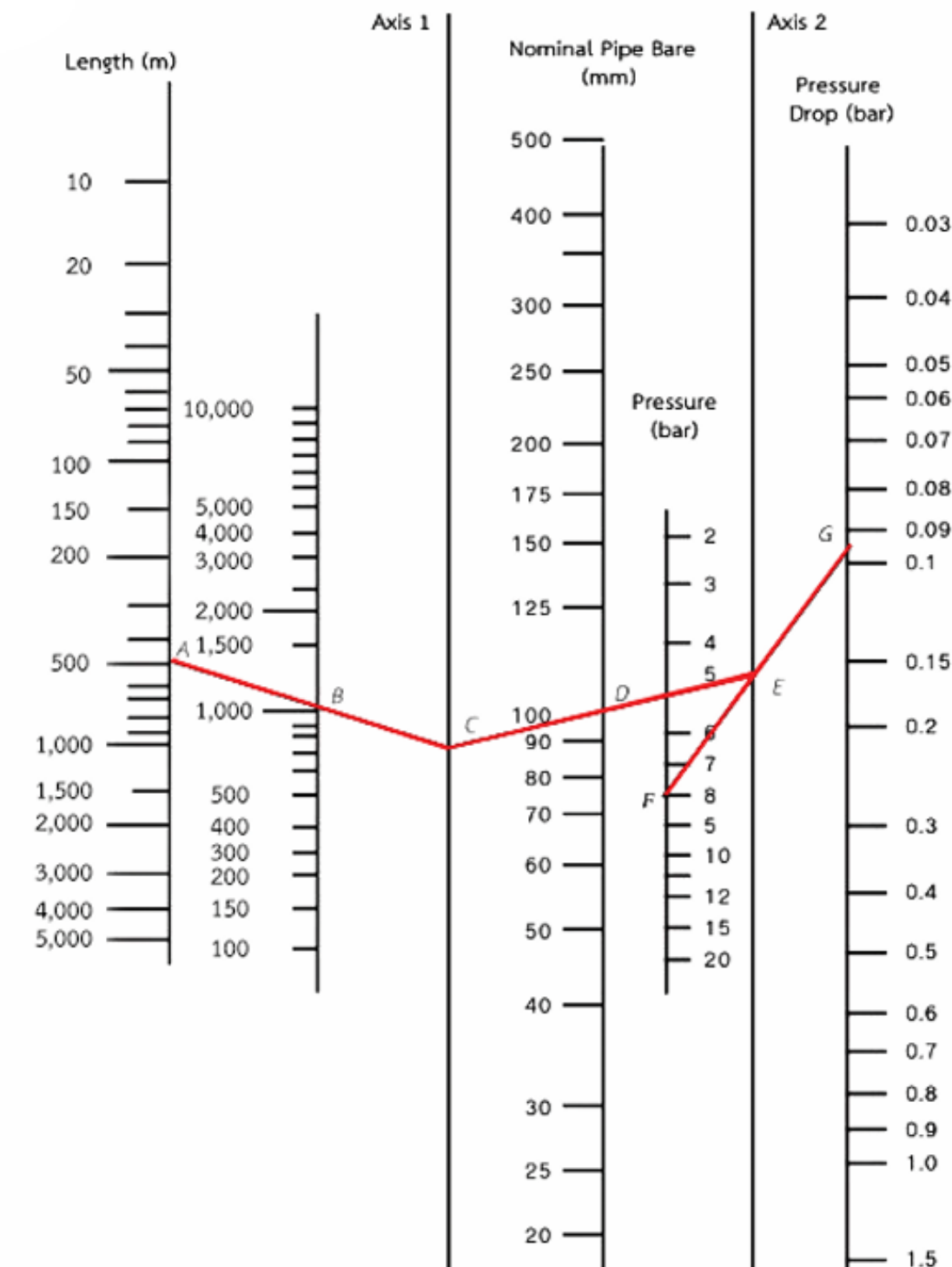
จะต้องพิจารณาองค์ประกอบต่อไปนี้ไปด้วย

1

การเลือกขนาดท่อส่งลม การเลือกขนาดของท่อส่งลม จะใช้เส้นกราฟเทียบเพื่อเลือกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของท่อส่งลม ดังรูป

2

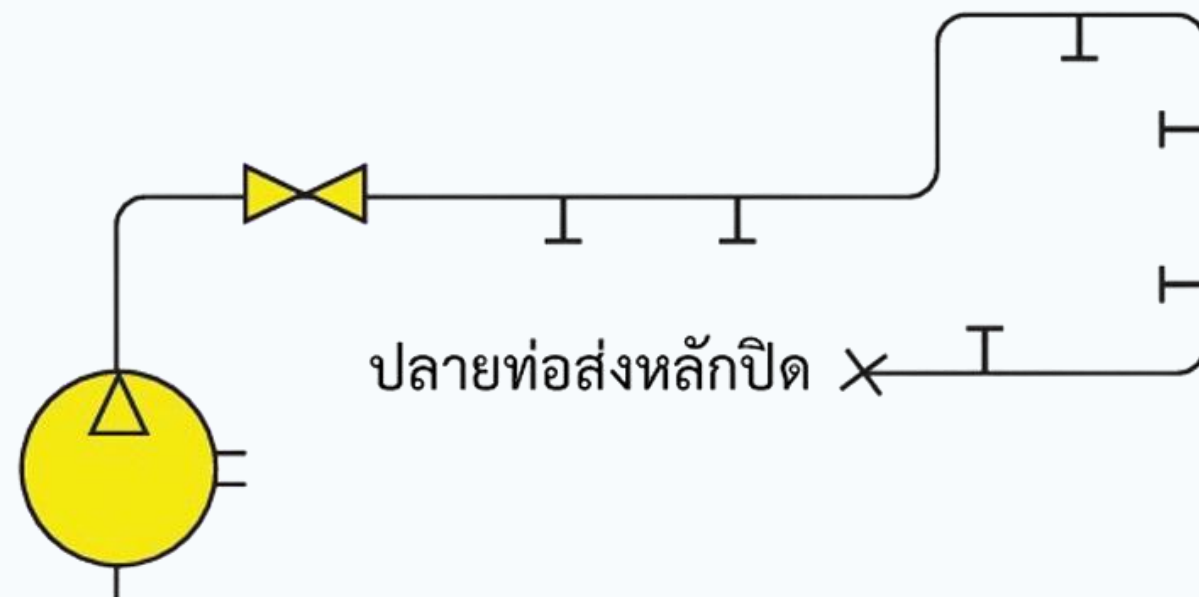
ค่าความดันตกคร่อม นอกจากการเลือกขนาดของท่อส่งลมแล้ว จะต้องพิจารณาถึงปริมาณการใช้ลมในวงจร เมื่อมีอัตราการใช้ภายในระบบเต็มที่แล้ว ไม่ควรเกิน 5% ของความดันใช้งาน





การวางท่อส่งลมอัด ที่นิยมใช้มี 2 วิธี ดังนี้

- 1 แบบปิดปลายท่อส่ง โดยปิดท่อส่งหลักด้านหนึ่ง และเดินท่อแยกออกจากท่อส่งหลักเป็นจุด ๆ ที่ปลายท่อจะมีความดันตกคร่อมสูง



- 2 แบบวงแหวน ท่อส่งหลักและท่อแยกจะเดินมาบรรจบกันเป็นวงแหวน ลมอัดสามารถไหลวนถึงกันได้ตลอดทั้งสองปลาย เพื่อลดความดันตกคร่อมและทำให้ความดันเฉลี่ยในท่อมีค่าใกล้เคียงกันมากที่สุด

