

แผนการสอนรายคาบ

คาบที่ 2 เรื่องที่สอนการผลิตและจัดเก็บลมอัด โดยอาจารย์ อุดม หิรัญพันธุ์

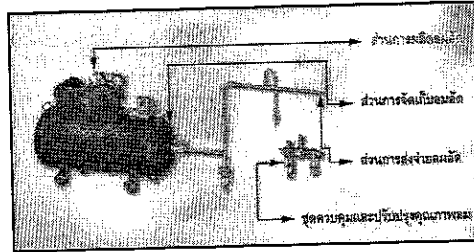
1. จุดประสงค์การสอน

1. อธิบายโครงสร้างของระบบจ่ายลมได้
2. สามารถเลือกชนิดของเครื่องอัดลมให้เหมาะสมกับงานได้

2. สาระสำคัญ

โครงสร้างของระบบจ่ายลม

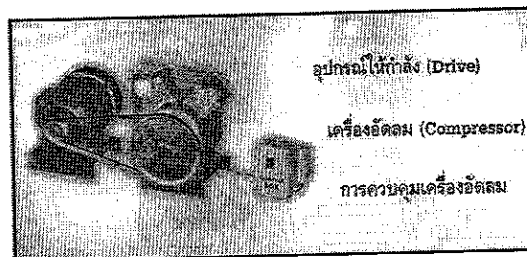
แบ่งออกเป็น 4 ส่วน ด้วยกัน คือ



1. ส่วนการผลิตลมอัด
2. ส่วนการจัดเก็บลมอัด
3. ส่วนการส่งจ่ายลมอัด
4. ชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลม

1. ส่วนการผลิตลมอัด

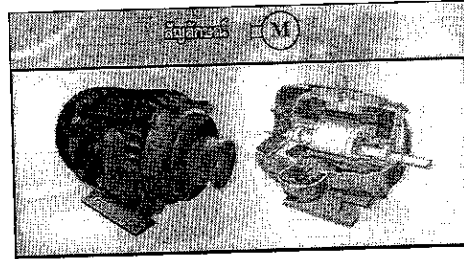
ส่วนการผลิตลมอัดนั้นถือว่าเป็นหัวใจของระบบนิวแมติกส์ มีหน้าที่อัดอากาศให้ได้ความดันตามที่ต้องการและปริมาณที่เพียงพอต่อการใช้งาน ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ทำงานร่วมกันอยู่ 3 ส่วน คือ



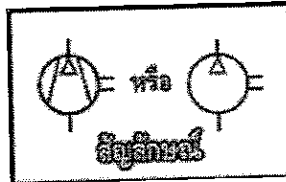
- 1.1 อุปกรณ์ให้กำลัง (Drive)
- 1.2 เครื่องอัดลม (Compressor)
- 1.3 การควบคุมเครื่องอัดลม

1.1 อุปกรณ์ให้กำลัง

อุปกรณ์ที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องอัดลมขึ้นอยู่กับความสะดวกของสถานที่ทำงาน คือ ใช้เครื่องยนต์ในงานสนาม หรือใช้มอเตอร์ไฟฟ้าในโรงงาน



1.2 เครื่องอัดอากาศ (compressor)



ในระบบนิวเมติกส์นั้น ใช้ลมอัดเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานกล ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อัดอากาศจากความดันบรรยากาศให้มีความดันสูงขึ้นตามต้องการ อุปกรณ์นั้นก็คือ เครื่องอัดลม (Compressor) นั่นเอง ซึ่งปัจจุบันมีอยู่หลายแบบให้เลือกใช้ตามลักษณะงาน ความดันใช้งานและปริมาณการจ่ายลม เครื่องอัดลมแบบลูกสูบชักที่มีอยู่ในปัจจุบันมีดังนี้

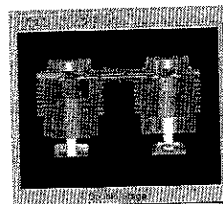
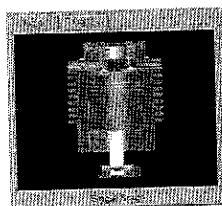
เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชัก

1.2.1 เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบ

1.2.2 เครื่องอัดอากาศแบบไดอะแฟรม

เครื่องอัดลมแบบลูกสูบ (Piston Compressor)

ปัจจุบันนิยมใช้กันมาก เพราะสามารถให้ความดันตั้งแต่ระดับต่ำถึงระดับสูง ถ้าต้องการความดันสูงๆ ควรเลือกใช้เครื่องอัดลมแบบลูกสูบที่อัดหลายๆ ชั้น (Multistage Compressor)

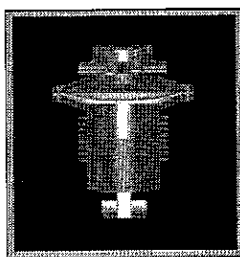


แบบอัด 1 ชั้น (Single Stage) 4-10 Bar

แบบอัด 2 ชั้น (double Stage) 15-30 Bar

แบบอัด 3 ชั้น (Triple Stage) 150-300 Bar

เครื่องอัดลมแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Compressor)



ในกรณีที่เราต้องการลมอัดที่ไม่มีสิ่งเจือปน เช่น น้ำมันหล่อลื่น เครื่องอัดลมชนิดนี้ส่วนใหญ่เหมาะสำหรับใช้ในโรงงานผลิตอาหาร เคมีภัณฑ์และยารักษาโรค

เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบหมุน

ในระบบนิวแมติกส์นั้น เราใช้ลมอัดเปลี่ยนรูปเป็นพลังงานกล ดังนั้นจึงต้องมีอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่อัดอากาศจากความดันบรรยากาศให้มีความดันสูงขึ้นตามต้องการ อุปกรณ์นั้นก็คือเครื่องอัดลม (Compressor) นั่นเอง ซึ่งปัจจุบันมีอยู่หลายแบบให้เลือกใช้ตามลักษณะงาน ความดันใช้งานและปริมาณการจ่ายลมเครื่องอัดลมแบบลูกสูบหมุนที่มีอยู่ในปัจจุบันมีดังนี้

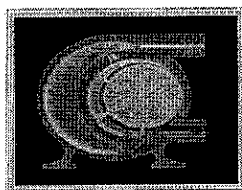
1.2.3 เครื่องอัดอากาศแบบใบพัดเลื่อน

1.2.4 เครื่องอัดอากาศแบบใบพัดหมุน

1.2.5 เครื่องอัดอากาศแบบสกรู

เครื่องอัดลมแบบใบพัดเลื่อน (Slide Vane Rotary Compressor)

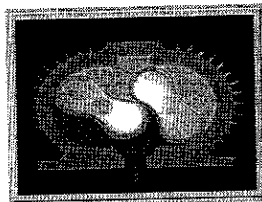
การทำงานของเครื่องอัดลมแบบนี้ไม่เสียงดัง การผลิตส่งลมอัดคงที่เป็นห่วง ๆ อัตราการจ่ายลมสามารถทำได้ตั้งแต่ 4-100 m³/min ความดันที่ทำได้



แบบอัด 1 ชั้น (Single Stage) 1-7 Bar

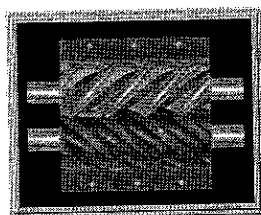
แบบอัด 2 ชั้น (Double Stage) 1-10 Bar

เครื่องอัดลมแบบใบพัดหมุน (Roots Compressor)



การทำงานของเครื่องอัดลมแบบนี้ มีเสียงไม่ดัง อากาศจะถูกรีดจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่ง โดยที่ไม่ถูกเปลี่ยนแปลงปริมาตร แต่อากาศจะถูกอัดตัวดันกับความต้านทานที่เกิดขึ้นอีกด้านหนึ่งซึ่งหมายถึงอากาศที่ถูกอัดเก็บอยู่ภายในถังเก็บนั่นเอง

เครื่องอัดลมแบบสกรู (Screw Compressor)

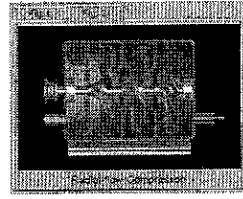
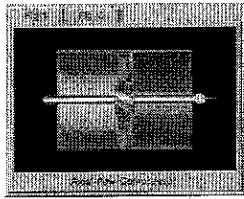


เครื่องอัดลมแบบนี้มีเพลลาอยู่ 2 แกน เพลลาตัวหนึ่งมีฟันสกรูรูปนูน และเพลลาอีกอันหนึ่งมีฟันสกรูเว้าวางขบกันและมีทิศทางการหมุนเข้าหากันซึ่งดูดอัดลมจากด้านหนึ่งไปสู่อีกด้านหนึ่ง มีอัตราการจ่ายลมได้ถึง $170 \text{ m}^3 / \text{min}$ และให้ความดันได้ถึง 10 bar

เครื่องอัดลมแบบกังหัน (Flow Compressor)

เครื่องอัดลมแบบนี้ ใช้หลักการของกังหันใบพัด ซึ่งลมถูกดูดผ่านใบกังหันจะถูกเปลี่ยนจากพลังงานจลน์เป็นพลังงานกล ให้อัตราการจ่ายลมตั้งแต่ 170 ถึง $8000 \text{ m}^3 / \text{min}$ และให้ความดันได้ไม่สูงนักประมาณ 4-10 bar เครื่องอัดลมแบบนี้มี 2 ชนิด ได้แก่

- Axial - flow Compressor
- Radial - flow Compressor



การควบคุมเครื่องอัดลม



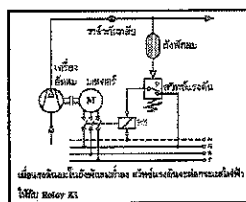
เนื่องจากลมอัดมีความจำเป็นมากในการใช้งานระบบนิวแมติกส์ จึงจำเป็นต้องมีการควบคุมเครื่องอัดลมให้ผลิตลมอัดให้มีปริมาณเพียงพอต่อความต้องการ การควบคุมทำได้หลายแบบ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องอัดลม ซึ่งมี 2 แบบ คือ

1.3.1 การควบคุมแบบ Start – Stop

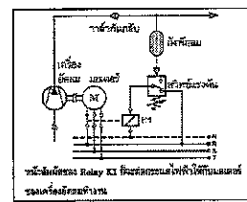
1.3.2 การควบคุมแบบ Unlading Regulation

การควบคุมแบบ Start – Stop

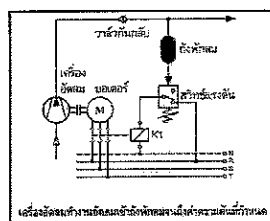
การควบคุมวิธีนี้เหมาะกับเครื่องอัดลมขนาดเล็ก มอเตอร์ของเครื่องอัดลมจะถูกควบคุมการสตาร์ท และหยุดโดยผ่านสวิทช์แรงดัน (Pressure Switch) ที่ต่ออยู่ถึงพักลมการทำงานของวงจรควบคุม



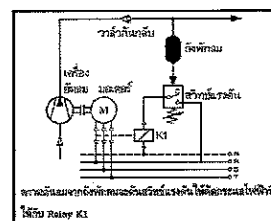
ขั้นที่ 1



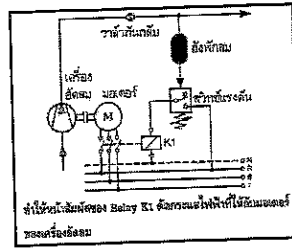
ขั้นที่ 2



ขั้นที่ 3



ขั้นที่ 4



ขั้นที่ 5

การควบคุมแบบ Unloading Regulation

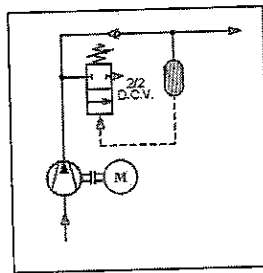
การควบคุมแบบ Unloading Regulation แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. การควบคุมแบบระบายลมอัด
2. การควบคุมแบบปิด

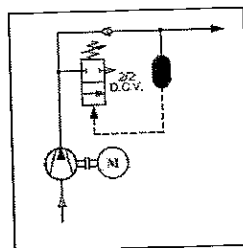
การทำงานของวงจรควบคุมแบบระบายลมอัด

การควบคุมวิธีนี้เหมาะกับเครื่องอัดลมขนาดใหญ่ โดยอาศัยความดันลมจากถังพักลมที่สูงขึ้นจนถึงจุดที่กำหนดไว้ทำให้ $2/2$ D.C.V. เปิดระบายลมจากเครื่องอัดลมออกสู่บรรยากาศ แต่มอเตอร์จะทำงานอยู่ตลอดเวลา

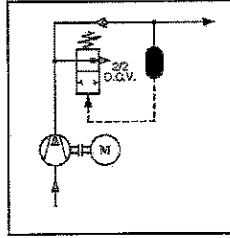
ขั้นที่ 1 เมื่อแรงดันลมในถังพักลมต่ำลงแรงสปริงของวาล์ว $2/2$ D.C.V. เอาชนะแรงดันลมดันลิ้นวาล์วให้ปิดเพื่อให้เครื่องอัดลม อัดลมเข้าถังพักลม



ขั้นที่ 2 เครื่องอัดลมทำการอัดลมเข้าถังพักลมจนถึงค่าความดันที่กำหนด



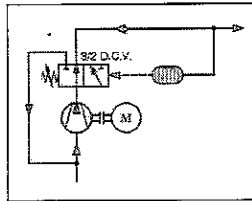
ขั้นที่ 3 แรงดันลมจากถังพักลมเอาชนะแรงสปริงของ 2/2 D.C.V. เคลื่อนถัน 2/2 D.C.V. เปิดให้ลมจากเครื่องอัดลมออกสู่บรรยากาศ



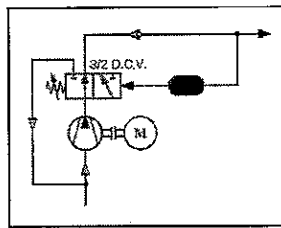
การทำงานของวงจรควบคุมแบบปิด

การควบคุมวิธีที่เหมาะสมกับอัดลมขนาดใหญ่ โดยอาศัยความดันลมจากถังพักลม ที่สูงขึ้นจนถึงจุดที่กำหนดไว้ทำให้ 3/2 D.C.V. เปลี่ยนทางลมเข้าและออกของเครื่องอัดลมให้วนถึงกัน แต่มอเตอร์จะทำงานอยู่ตลอดเวลา

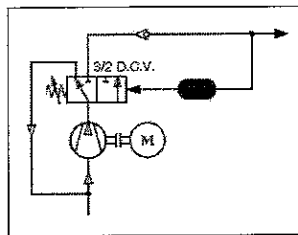
ขั้นที่ 1 เมื่อแรงดันลมมีถึงพักลมต่ำลงแรงจากสปริงของ 3/2 D.C.V. เอาชนะแรงดันลมเปลี่ยนทางลมให้อัดเข้าถังพักลม



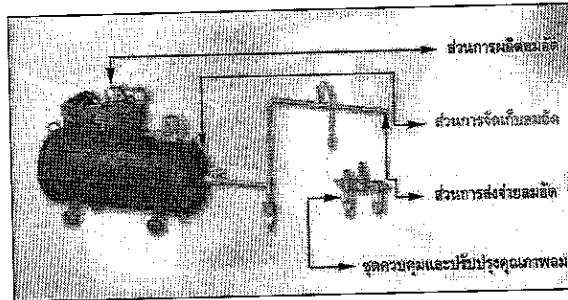
ขั้นที่ 2 เครื่องอัดลมทำงานอัดลมเข้าถังพักลมจนถึงค่าความดันที่กำหนด



ขั้นที่ 3 ความดันจากถังพักลมเอาชนะแรงสปริงของ 3/2 D.C.V. เปลี่ยนทางลมเข้าและออกของเครื่องอัดลมให้วนถึงกัน

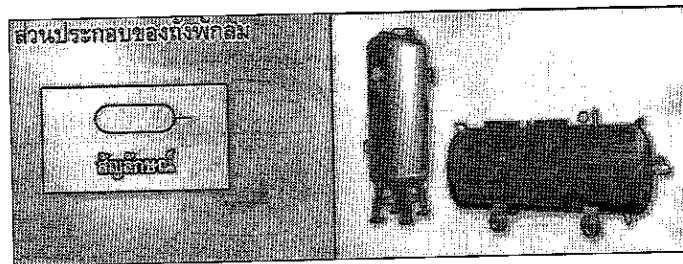


2. ส่วนการจัดเก็บลมอัด



ถังพักลม

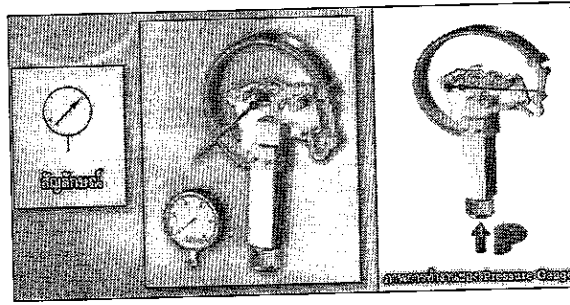
ใช้เก็บสะสมลมอัดที่มาจากเครื่องอัดลมเพื่อช่วยให้ปริมาณลมใช้งานที่เพียงพอในจังหวะที่ต้องการใช้ลมอัดมากช่วยลดสภาวะการทำงานของเครื่องอัดลม คือ เครื่องอัดลมมีช่วงพักการทำงาน และทำให้ลมอัดมีอุณหภูมิลดลง



1. ถังพักลม (Air receiver)
2. ทางลมเข้า (Inlet Port)
3. ทางลมออก (Outlet port)
4. ช่องทำความสะอาด (Manhole)
5. วาล์วระบายน้ำ (Drain valve)
6. เกจวัดความดัน (Pressure gauge)
7. วาล์วระบายลม (Safety valve)
8. วาล์วปิด - เปิด (Shut off valve)

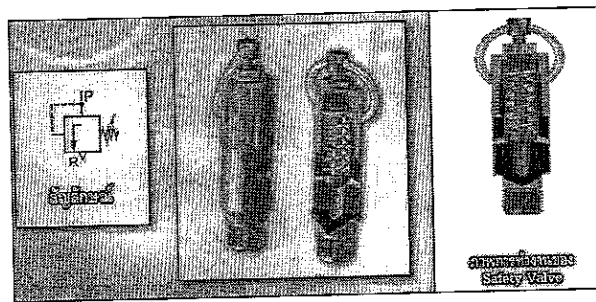
เกจวัดความดัน

ทำหน้าที่วัดความดันลมอัดในระบบนิวแมติกส์ หรือในตำแหน่งที่ต้องการทราบค่าความดันของลมอัด เช่น ถังพักลม ท่อจ่ายลม เป็นต้น



วาล์วระบายลมอัด

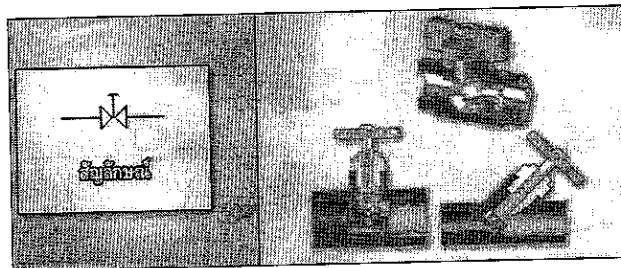
ทำหน้าที่ระบายลมอัดในถังพักลมออกสู่บรรยากาศภายนอก เมื่อค่าความดันของลมอัดในถังพักลมเกินความต้องการ



วาล์วปิด - เปิด

โครงสร้างของวาล์วเปิด - ปิด (Shut-off valve) โดยทั่วไปมีอยู่ 2 ชนิด คือ

1. **Ball slide valve** ทำงานโดยใช้การหมุนให้รูเจาะในลูกบอลไปตรงกับรูจ่ายลม
2. **Disc seat valve** ทำงานโดยใช้เกลียวขันอัดแผ่นกลมให้เลื่อนลงปิดปาก



แผนการสอนรายคาบ

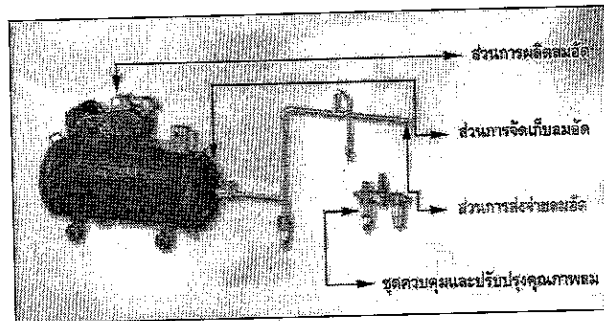
คาบที่ 3 เรื่องที่สอนการส่งจ่ายและควบคุมคุณภาพลมอัด โดยอาจารย์ อุดม หิรัญพันธ์

1. จุดประสงค์การสอน

1. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ในระบบจ่ายลมได้
2. อธิบายวิธีการเดินท่อลมแบบต่าง ๆ ได้

2. สาระสำคัญ

ส่วนการส่งจ่ายลมอัด

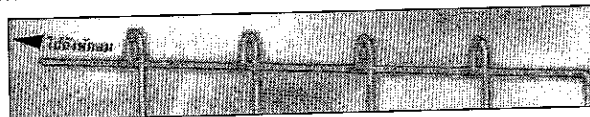


หลักการเดินท่อจ่ายลม

1. การเดินท่อจะต้องให้ลาดเอียงลงอย่างน้อย 1-2 % ของความยาวท่อ
2. การต่อแยกท่อเพื่อใช้งานจะต้องต่อกับด้านบนของท่อ Main เสมอ
3. ปลายสุดของท่อควรมีกับดักน้ำเพื่อระบายน้ำออกจากท่อ

ลักษณะการเดินท่อจ่ายลม

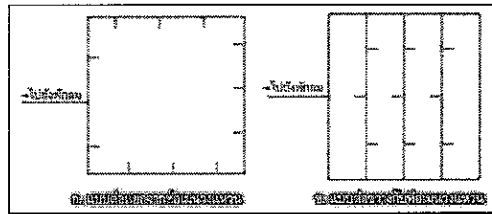
การเดินแบบแยกสาขา



การเดินท่อจ่ายแบบนี้ เหมาะสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมที่มีการใช้งานอุปกรณ์นิวแมติกส์ไม่มากนัก ถ้าเพิ่มอุปกรณ์นิวแมติกส์ โดยไม่คำนึงถึงความสามารถของเครื่องอัดลมจะทำให้อุปกรณ์นิวแมติกส์ตัวสุดท้ายในระบบมักจะทำงานไม่ได้

การเดินทางท่อแบบวงแหวน

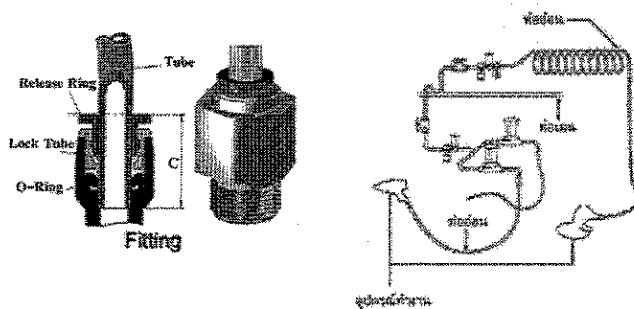
เป็นการวางท่อเป็นรอบโรงงาน เพื่อให้ความดันลมในท่อสม่ำเสมอในทุกจุดแม้จะมีการใช้ปริมาณลมอัดที่มากก็ตาม แบ่งเป็น 2 แบบคือ



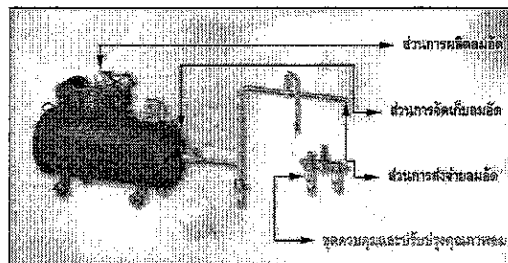
การจ่ายลมด้วยท่ออ่อน

การจ่ายลมด้วยท่ออ่อนนั้น ใช้ต่อระหว่างอุปกรณ์จ่ายลม หรืออุปกรณ์ควบคุมกับอุปกรณ์ทำงานโดยใช้ Fitting ต่อเพื่อความสะดวกรวดเร็วท่ออ่อนนั้น แบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ

1. ทำจากยางเป็นชั้น และเสริมใยสังเคราะห์ เพื่อความแข็งแรงทนทานในการใช้งาน
2. ทำจากพลาสติก เช่น Nylon, Soft nylon เป็นต้น



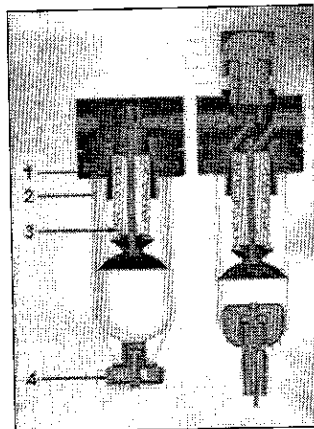
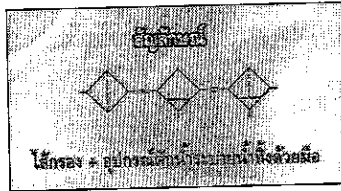
ชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลม



อุปกรณ์กรองลมอัด

ไส้กรอง(3) ทำมาจากวัสดุที่มีรูพรุนละเอียด เช่น กระดาษ, พงโลหะอัดติดกัน โดยใช้

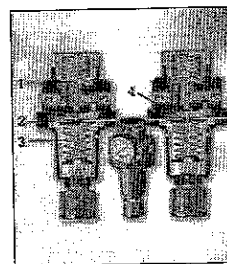
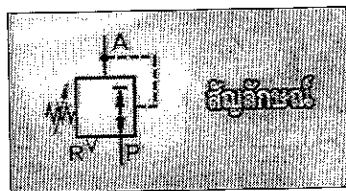
ความร้อน



การทำงานของอุปกรณ์กรองลม (Filter)

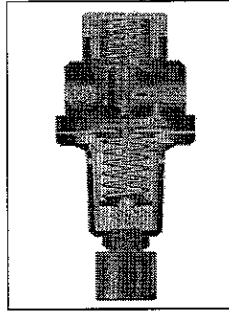
ลมไหลเข้าทางซ้ายผ่านแหวนจ่ายลม(1) ซึ่งมีลักษณะเอียงจะทำให้ลมที่ไหลผ่านเกิดการหมุนวน น้ำซึ่งมีน้ำหนักมากกว่าลมจะถูกเหวี่ยงไปปะทะกับหลอดแก้ว(2) แล้วไหลลงไปรวมกันอยู่ด้านล่าง ลมที่สลัดน้ำออกแล้วจะไหลผ่าน Filter (3) ออกไปทางด้านขวา ฝุ่นละอองที่ปนกับลมจะติดอยู่ที่ Filter การระบายน้ำออกทำได้โดยหมุนสกรู(4) เรียกว่าแบบ Manual drain และอีกแบบใช้ระดับน้ำกลูกลอยหรือใช้มีกอดลิ้นด้านล่างเพื่อเปิดลิ้นระบายน้ำเรียกว่าแบบ Auto drain

อุปกรณ์ควบคุมความดันลม



การทำงานของ Regulator แบบไม่มีระบาย

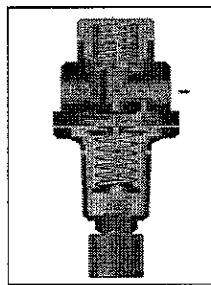
ลมที่ไหลเข้าทาง P1 ไหลผ่านลิ้น (1) ซึ่งจะถูกลบสปริง (3) ดันให้เปิด แล้วไหลออกไปทางด้าน P2 เมื่อความดันด้าน P2 สูงขึ้น ก็จะดันแผ่นไดอะแฟรม (2) ให้เลื่อนลง ทำให้ลิ้น (1) ปิด



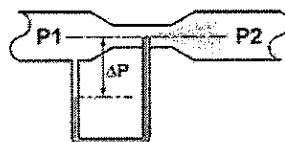
การทำงานของ Regulator แบบมีระบาย

ลมที่ไหลเข้าทาง P1 ไหลผ่านลิ้น (1) ซึ่งจะถูกลบสปริง (3) ดันให้เปิด แล้วไหลออกไปทางด้าน P2 เมื่อความดันด้าน P2 สูงขึ้น ก็จะดันแผ่นไดอะแฟรม (2) ให้เลื่อนลง ทำให้ลิ้น (1) ปิด

เมื่อความดันด้าน P2 สูงขึ้นจนเกินความต้องการความดันส่วนที่เกินจะถูกระบายออกสู่บรรยากาศทางระบาย(4)

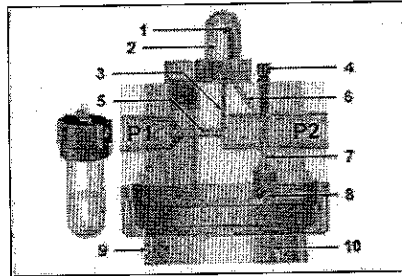


อุปกรณ์จ่ายน้ำมันหล่อลื่น



Lubricator นั้นทำงานโดยอาศัยหลักการของ Venturi ลักษณะเดียวกับกระบอกฉีด ยุงคือ เมื่อลมไหลจาก P1 ไหลผ่านทางแคบทำให้ความเร็วลมสูงขึ้นแต่ความดันลมลดลงน้ำมันก็ถูกดูดไหลขึ้นไปตามท่อและถูกเป่าให้เป็นฝอยละของผสมไปกับลมออกที่ P2 ลมไหลเข้าที่ P1 ผ่านไปบริเวณ

ปลายทางแคบ(5) ซึ่งมีความดันต่ำ แต่ความเร็วลมสูงอากาศจากห้องบน(2) จะถูกดูดออกมาที่ท่อ(3) ทำให้ห้องบน(2) มีความดันต่ำลงไปอีกในขณะที่ในกระเปาะแก้ว(9) มีความดันสูงกว่าดังนั้นน้ำไหลขึ้นไปตามท่อ(10) ผ่าน Check valve(8) ผ่านท่อ(7) ผ่านสกรู(4) ปรับปริมาณน้ำมันไหลไปตามท่อ(6 และ 1) หยดลงมาในห้องบน(2) ไหลลงไปตามท่อ(3) ถูกลมจาก P1 เป่าให้กระจายเป็นฝอยละอองออกไปทาง P2



แผนการสอนรายคาบ

คาบที่ 4 เรื่องที่สอนอุปกรณ์ทำงานในแนวเส้นตรง โดยอาจารย์ อุดม หิรัญพันธุ์

1. จุดประสงค์การสอน

1. บอกชนิดของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ได้
2. อธิบายการทำงานของอุปกรณ์ทำงานในระบบนิวแมติกส์ได้
3. คำนวณหาแรงของอุปกรณ์ทำงานได้
4. สามารถเลือกอุปกรณ์ทำงานให้เหมาะสมกับงานได้

2. สาระสำคัญ

อุปกรณ์ทำงานเป็นตัวออกแรงเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่
ลักษณะการเคลื่อนที่ได้ดังนี้

โดยใช้ลมอัดเป็นต้นกำลังแบ่งตาม

1. อุปกรณ์ทำงานในแนวเส้นตรง (Linear Motion)

