

บทที่ 1

หลักการเบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์

สาระสำคัญ

นิวเมติกส์ เป็นระบบที่ใช้ลมอัดส่งไปตามท่อลม เพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดของไหลให้เป็นพลังงานกลในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ ซึ่งอุปกรณ์พื้นฐานในระบบนิวเมติกส์ ประกอบด้วย กระจบอกสูบ วาล์วควบคุมทิศทาง วาล์วควบคุม และชุดจ่ายลมอัด ประกอบเป็นวงจรควบคุมการทำงานตามลักษณะงานที่ต้องการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจนิวเมติกส์เบื้องต้น
2. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจพื้นฐานทางฟิสิกส์ของนิวเมติกส์
3. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจกฎเบื้องต้นของลมอัด
4. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจชนิดและหน้าที่อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของนิวเมติกส์
5. เพื่อให้มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับสัญลักษณ์อุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์
6. เพื่อให้มีความสนใจใฝ่รู้ มีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของนิวเมติกส์ได้ถูกต้อง
2. อธิบายพื้นฐานทางฟิสิกส์ของนิวเมติกส์ได้ถูกต้อง
3. บอกกฎเบื้องต้นของลมอัดได้ถูกต้อง
4. บอกชนิดของอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวเมติกส์ได้ถูกต้อง
5. อธิบายหน้าที่ของอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวเมติกส์ได้ถูกต้อง
6. บอกชื่อและเขียนสัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกส์ตามมาตรฐาน DIN 24300 และ DIN 1219 ได้ถูกต้อง
7. ปฏิบัติงานด้วยความขยันอดทนและรับผิดชอบด้วยจิตสำนึกในเรื่องความประหยัด

สมรรถนะการเรียนรู้

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับนิวเมติกส์พื้นฐานทางฟิสิกส์ และกฎเบื้องต้นของลมอัด
2. เขียนสัญลักษณ์อุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์
3. แสดงความรู้เกี่ยวกับอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวเมติกส์

หัวข้อการเรียนรู้

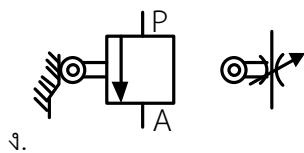
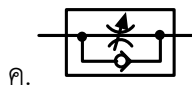
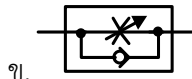
- 1.1 ความหมายของนิวเมติกส์
- 1.2 พื้นฐานทางฟิสิกส์ของนิวเมติกส์
- 1.3 กฎเบื้องต้นของลมอัด
- 1.4 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวเมติกส์
- 1.5 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกส์

แบบทดสอบก่อนเรียน บทที่ 1 หลักการเบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์

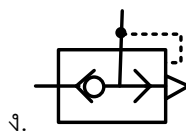
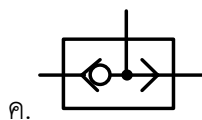
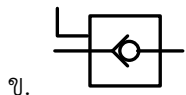
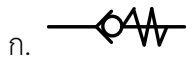
- คำชี้แจง** 1. ข้อสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ
2. ห้ามนำตำราหรือเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบโดยเด็ดขาด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) หน้าตัวเลือกที่ถูกต้องที่สุด

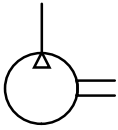
1. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของชุดบริการลมอัด



2. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของวาล์วกันกลับสองทาง

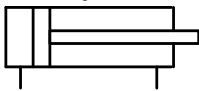


3. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ใด



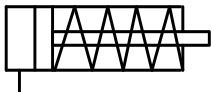
- ก. เครื่องอัดอากาศ
- ข. เครื่องทำสุญญากาศ
- ค. มอเตอร์ลม ชนิดทำงานทางเดียวปรับความเร็วได้
- ง. มอเตอร์ลม ชนิดทำงานทางเดียวปรับความเร็วไม่ได้

4. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ใด



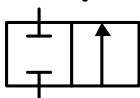
- ก. ระบายสองทางมีสปริง
- ข. ระบายสองทางเดียวมีสปริง
- ค. สวิตช์ควบคุมการเปิดและปิดลม
- ง. ระบายสองทางไม่มีเบาะลมกันกระแทก

5. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ใด



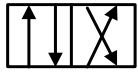
- ก. ระบายสองทางมีสปริง
- ข. ระบายสองทางเดียวมีสปริง
- ค. สวิตช์ควบคุมการเปิดและปิดลม
- ง. ระบายสองทางไม่มีเบาะลมกันกระแทก

6. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ใด



- ก. วาล์ว 2/2 ปกติปิด
- ข. วาล์ว 4/3 ปกติปิด
- ค. วาล์ว 4/2 ปกติเปิด
- ง. วาล์ว 3/2 ปกติเปิด ใช้ปุ่มกดถอยกลับด้วยสปริง

7. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ใด



- ก. วาล์ว 3/2 ปกติปิด
 - ข. วาล์ว 4/2 ปกติปิด
 - ค. วาล์ว 4/2 ปกติเปิด
 - ง. วาล์ว 5/2 ปกติเปิด
8. ลมอัดเป็นการใช้งานในระบบใด
- ก. ไฟฟ้า
 - ข. แบบผสม
 - ค. นิวเมติกส์
 - ง. ไฮดรอลิกส์
9. ข้อใดต่อไปนี้อีกกล่าวได้ถูกต้องที่สุด
- ก. ระบบนิวเมติกส์เปลี่ยนพลังงานกลเป็นของเหลว
 - ข. ระบบนิวเมติกส์เปลี่ยนของเหลวเป็นพลังงานกล
 - ค. ระบบนิวเมติกส์เปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานกล
 - ง. ระบบนิวเมติกส์เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานลม
10. การทำงานใด**ไม่ใช่**ระบบนิวเมติกส์
- ก. รถเครน
 - ข. สายพานลำเลียง
 - ค. เครื่องพิมพ์เอกสาร
 - ง. เครื่องทำลายคอนกรีต
11. ข้อใดคือหมายถึงความดันอากาศ
- ก. ความดันแท้จริงที่วัดเปรียบเทียบกับความดันสุญญากาศ
 - ข. อากาศที่กดลงมายังพื้นโลก เนื่องจากพื้นโลกสูงต่ำไม่เท่ากัน
 - ค. แรงดันของอากาศที่กระทำต่อวัตถุในลักษณะกดหรือดันลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ในแนวตั้งฉากกับพื้นที่
 - ง. ถูกทุกข้อ
12. ข้อใดคือหน่วยของความดันอากาศ
- ก. kg, bar, PSI, N/m², kg/cm²
 - ข. Pa, bar, PSI, N/m², kg/cm²
 - ค. Pabar, m/s², N/m², kg/cm²
 - ง. m/s², bar, PSI, N/m², kg/cm²
-

13. มวลที่ถูกกระทำโดยอัตราเร่งใด ๆ มีหน่วยเป็นนิวตัน หมายถึงข้อใด
- แรง
 - ความดันเกจ
 - ความดันสัมบูรณ์
 - ความดันบรรยากาศ
14. ความดันแท้จริงที่วัดเปรียบเทียบกับความดันสุญญากาศ หมายถึงข้อใด
- ความดันเกจ
 - ความดันอากาศ
 - ความดันสัมบูรณ์
 - ถูกทุกข้อ
15. ข้อใดคือ ความสัมพันธ์ของความดันที่ถูกต้อที่สุด
- $P_a = 17.4 + P_g$
 - $P_a = 1.10 + P_g$
 - $P_a = P_{atm} + P_g$
 - $P_a = 1.033 + P_{atm}$
16. ข้อใด คือความหมายของความชื้นอิมตัว
- ความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ
 - ปริมาณของไอน้ำที่ปะปนอยู่ในอากาศ
 - สัดส่วนของความชื้นสัมบูรณ์ต่อความชื้นอิมตัว
 - ระดับความชื้นสูงสุดที่อากาศสามารถดูดซับไว้ได้ ณ ระดับอุณหภูมิต่ำลง และค่าความชื้นจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
17. ข้อใด คือความหมายของความชื้นสัมพัทธ์
- ความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ
 - ปริมาณของไอน้ำที่ปะปนอยู่ในอากาศ
 - ระดับความชื้นสูงสุดที่อากาศสามารถดูดซับไว้ได้ ณ ระดับอุณหภูมิต่ำลง
 - สัดส่วนของความชื้นสัมบูรณ์ต่อความชื้นอิมตัว ค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง และค่าความชื้นจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น
18. ข้อใดคือกฎของปาสคาลที่ถูกต้อ
- ความดันของไหลในระบบเดียวกันจะมีค่าต่างกัน
 - ทิศทางความดันของไหลจะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวนอน
 - ความดันที่เกิดจากการไหลซึ่งบรรจุในภาชนะปิดจะมีค่าเท่ากันทุกทิศทาง
 - ถูกทุกข้อ

19. ข้อใดคือกฎของบอยล์ที่ถูกต้อง

ก. ณ อุณหภูมิคงที่ ปริมาณก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันก๊าซ

ข. ณ ค่าความดันอากาศที่ค่าหนึ่ง ปริมาตรของอากาศจำนวนหนึ่งแปรผันเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของอากาศ

ค. ความดันที่กระทำต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของของไหลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด จะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวตั้งฉาก

ง. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิของก๊าซในภาชนะปิดว่า ถ้าควบคุมความดันให้คงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

20. ข้อใดคือกฎของเกย์-ลูสแซกที่ถูกต้อง

ก. ณ อุณหภูมิคงที่ ปริมาณก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันก๊าซ

ข. ณ ค่าความดันอากาศที่ค่าหนึ่ง ปริมาตรของอากาศจำนวนหนึ่งแปรผันเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของอากาศ

ค. ความดันที่กระทำต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของของไหลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด จะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวตั้งฉาก

ง. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิของก๊าซในภาชนะปิดว่า ถ้าควบคุมความดันให้คงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

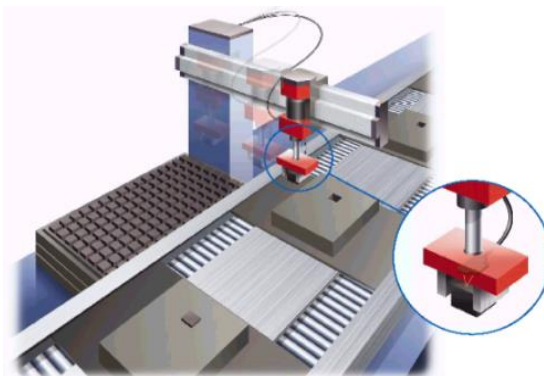
เนื้อหาสาระ

การนำลมที่มีแรงดันแล้วควบคุมให้ไหลไปตามท่อมาใช้ในงานอุตสาหกรรมอย่างจริงจังเกิดขึ้นเมื่อประมาณปี ค.ศ.1950 เนื่องจากการขาดแคลนแรงงาน และปัญหาแรงงานด้านอื่น ๆ รวมทั้งความต้องการลดต้นทุนการผลิต จึงทำให้ระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้ระบบนิวเมติกส์เป็นพลังงานขับเคลื่อนได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย

1.1 ความหมายของนิวเมติกส์

นิวเมติกส์ (Pneumatics) แผลงมาจากคำว่า Pneuma เป็นคำในภาษากรีกโบราณ มีความหมายว่า ลมหรือลมหายใจ หรือก๊าซที่มองไม่เห็น

ปัจจุบันนิวเมติกส์ หมายถึงระบบการส่งกำลังจากต้นทางไปยังปลายทาง โดยอาศัยลมเป็นตัวกลางในการส่งกำลังและควบคุมการทำงานด้วยระบบลม เช่น การควบคุมให้มอเตอร์ลมหมุนทวนเข็มนาฬิกาหรือหมุนตามเข็มนาฬิกา การใช้ส่งกำลังให้วาล์วเลื่อนไปเลื่อนมา เพื่อควบคุมให้ลูกสูบเลื่อนเข้าและออก ตัวอย่างของการประยุกต์นำไปใช้งาน ได้แก่ งานขนถ่ายลำเลียงวัสดุ งานบรรจุหีบห่อสินค้า เครื่องมือกลที่ใช้พลังงานลมขับเคลื่อน การจับยึดเพื่อเจาะชิ้นงาน การประทับตราลงบนตัวชิ้นงาน เครื่องปั๊มชิ้นงาน เครื่องเชื่อมแผ่นเหล็ก และการประยุกต์ใช้งานด้านอื่น ๆ



รูป 1.1 การประทับตราลงบนตัวชิ้นงาน

สรุป นิวเมติกส์ หมายถึงระบบที่นำลมเข้ามาใช้เป็นตัวกลางในการเคลื่อนที่ของเครื่องจักร ทั้งชนิดที่ใช้มนุษย์ควบคุม และชนิดที่ทำงานอัตโนมัติ ซึ่งสามารถดัดแปลงหรือแก้ไขได้ง่าย มีค่าใช้จ่ายต่ำ ดูแลรักษาได้ง่าย ที่สำคัญคือเป็นระบบที่ปลอดภัยเมื่อเทียบกับระบบควบคุมอื่น ๆ

1.2 พื้นฐานทางฟิสิกส์ของนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์เป็นระบบที่ใช้ลมอัดหรืออากาศเป็นต้นกำลัง จึงมีความสัมพันธ์กับความดัน แรง อุณหภูมิ ปริมาตร ความชื้น และกฎต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับอากาศ

1.2.1 ความดัน (Pressure; P)

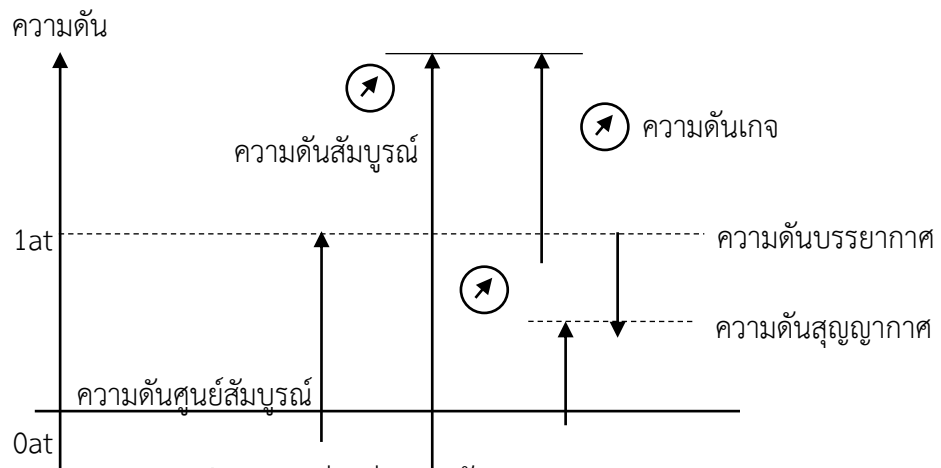
ความดัน หมายถึงแรงกดดันของอากาศที่กระทำต่อพื้นที่ 1 ตารางหน่วย มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตร (N/m²), ปาสคาล (Pascal), กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm²), ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI), บาร์ (bar) แต่ละหน่วยสามารถเปรียบเทียบค่าได้ ดังนี้

$$\begin{aligned}
 1 \text{ Pa} &= 1 \text{ N/m}^2 \\
 1 \text{ bar} &= 10^5 \text{ N/m}^2 &= 10^5 \text{ Pa} &= 100 \text{ KPa} \\
 1 \text{ kg/cm}^2 &= 0.987 \text{ bar} \\
 1 \text{ bar} &= 14.5 \text{ PSI} \\
 P &= \frac{F}{A} && 1.1
 \end{aligned}$$

เมื่อ P คือความดันอากาศ มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตร (N/m²)

F คือแรงกระทำตั้งฉาก มีหน่วยเป็นนิวตัน (N)

A คือพื้นที่ มีหน่วยเป็นตารางเมตร (m²)



รูป 1.2 การอ่านค่าความดัน

1) ความดันบรรยากาศ (Atmospheric Pressure; P_{atm})

ความดันบรรยากาศ คือความดันสภาวะบรรยากาศปกติ มีค่าเท่ากับ 1.013 บาร์ ในระบบ SI หรือ 1.033 กิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm²) ในระบบเมตริก หรือ 14.7 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSI) ในระบบอังกฤษ ความดันที่เกิด ณ จุดต่าง ๆ บนผิวโลกจะแตกต่างกันตามระดับความ

สูงและภูมิอากาศ เนื่องจากพื้นโลกสูงต่ำไม่เท่ากัน ความดันบรรยากาศจึงเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยที่ระดับความสูงเพิ่มขึ้นความดันบรรยากาศจะลดลง จึงได้กำหนดเอาระดับน้ำทะเลเป็นมาตรฐานในการวัดค่าความดันบรรยากาศ

2) ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure; Pabs)

ความดันสัมบูรณ์ คือความดันบรรยากาศตั้งแต่ความดันสุญญากาศถึงความดันเกจ

3) ความดันเกจ (Gauge Pressure; Pg)

ความดันเกจ คือค่าความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ที่ความดันบรรยากาศ อ่านได้จากเกจวัดความดันของของไหลที่ต่อกับเกจและความดันบรรยากาศ เป็นความดันที่แสดงค่าสูงกว่าความดันบรรยากาศ จะมีค่าเป็นศูนย์ในสภาวะปกติ หรือความดันบรรยากาศ ความดันที่วัดเปรียบเทียบกับความดันบรรยากาศจะมีค่าเป็นบวกเมื่อมีความดันสูงกว่าความดันบรรยากาศ และความดันเกจที่ต่ำกว่าความดันบรรยากาศจะมีค่าเป็นลบ

4) ความดันสุญญากาศ (Vacuum Pressure; Pvac)

ความดันสุญญากาศ คือความดันจากความดันศูนย์สัมบูรณ์ (0at) ไปจนถึงความดันบรรยากาศ เป็นค่าซึ่งต่ำกว่าความดันบรรยากาศ เกจวัดความดันมีค่าเป็นลบ

5) ความดันศูนย์สัมบูรณ์ (Absolute zero Pressure; Pabsz)

ความดันศูนย์สัมบูรณ์ คือความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ซึ่งถือว่าความดันสัมบูรณ์ต่ำสุด

1.2.2 แรง (Force; F)

แรง หมายถึงการกระทำของวัตถุหนึ่งต่ออีกวัตถุหนึ่ง ซึ่งแรงจะพยายามผลักหรือดึงให้วัตถุเคลื่อนที่ไปตามทิศทางของแรงนั้น โดยที่แรงเป็นปริมาณเวกเตอร์ และการบอกคุณลักษณะเฉพาะอย่างสมบูรณ์ของแรงจะต้องประกอบด้วย ขนาด ทิศทาง และจุดที่แรงกระทำ ดังนั้น

$$\text{แรง } 1 \text{ N} = 1 \text{ kg}\cdot\text{m}/\text{s}^2$$

$$F = m \times a$$

1.2

เมื่อ F คือแรง มีหน่วยเป็นนิวตัน (N) หรือกิโลกรัม-เมตรต่อวินาที² (kg·m/s²)

m คือมวล มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)

a คืออัตราเร่ง มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที² (m/s²)

1.2.3 อุณหภูมิ (Temperature; T)

อุณหภูมิ หมายถึงระดับความร้อนที่มีอยู่ของสสารที่สภาวะต่าง ๆ มีหน่วยเป็น องศาเคลวิน (K) กับองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) และองศาฟาเรนไฮต์ ($^{\circ}\text{F}$) และองศาแรงคิน (R)

$$0^{\circ}\text{C} = 273 \text{ K}$$

$$-273^{\circ}\text{C} = 0\text{K}$$

$$\text{K} = 273 + ^{\circ}\text{C} \quad 1.3$$

$$^{\circ}\text{C} = \frac{100}{180} \times (^{\circ}\text{F} - 32) \quad 1.4$$

$$^{\circ}\text{F} = \left(\frac{180}{100} \times ^{\circ}\text{C} \right) + 32 \quad 1.5$$

$$\text{R} = ^{\circ}\text{F} + 460 \quad 1.6$$

การเปลี่ยนแปลงค่าอุณหภูมิทุก 1°C จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลง 1 K เช่นกัน และอุณหภูมิมี่ความสัมพันธ์กับปริมาตรของอากาศ เมื่ออุณหภูมิสูงอากาศจะขยายตัว ปริมาตรจะมากขึ้น หากอุณหภูมิต่ำอากาศจะหดตัวปริมาตรจะลดลง

1.2.4 ความชื้น (Humidity)

ความชื้น หมายถึงปริมาณของไอน้ำที่ปะปนอยู่ในอากาศ ความชื้นสามารถรวมตัวกัน และกลั่นตัวเป็นหยดน้ำได้ ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและสภาวะของอากาศในขณะนั้น ๆ มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (g/m^3)

1.2.5 ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์ หมายถึงสัดส่วนของความชื้นสัมบูรณ์ต่อความชื้นอิ่มตัว ค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง และค่าความชื้นจะลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น ค่าความชื้นสัมพัทธ์ มีหน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์ หาได้จากสมการ ดังนี้

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์} = \frac{\text{ค่าความชื้นสัมบูรณ์}}{\text{ความชื้นอิ่มตัว}} \times 100 \quad 1.7$$

1.2.6 ความชื้นอิ่มตัว (Saturation quantity)

ความชื้นอิ่มตัว หมายถึงระดับความชื้นสูงสุดที่อากาศสามารถดูดซับไว้ได้ ณ ระดับอุณหภูมิหนึ่ง มีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (g/m^3) เช่น ที่ระดับอุณหภูมิ 95°C อากาศสามารถดูดซับความชื้นได้สูงสุด $496.6 \text{ g}/\text{m}^3$

1.2.7 ความชื้นสัมบูรณ์ (Absolute humidity)

ความชื้นสัมบูรณ์ หมายถึงความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศมีหน่วยเป็นกรัมต่อลูกบาศก์เมตร (g/m^3)

1.3 กฎเบื้องต้นของลมอัด

อากาศและก๊าซทุกชนิดจะสามารถอัดตัวและขยายตัวได้ ซึ่งจะมีรูปทรงที่เป็นอิสระ ไม่นั่นนอน และมีรูปร่างเปลี่ยนแปลงตามภาชนะที่บรรจุ

1.3.1 กฎของปาสคาล (Pascal's law)

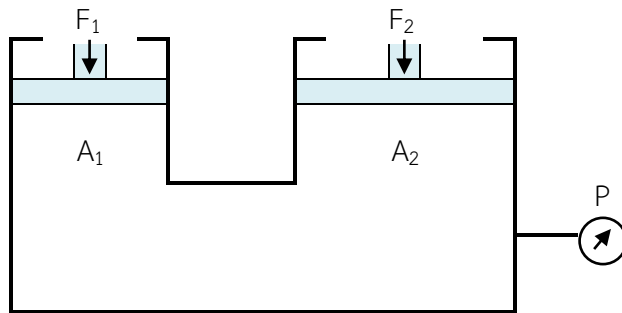
กฎของปาสคาล กล่าวว่า การส่งผ่านความดันสถิต หรือความดันที่ไม่เคลื่อนที่ พบว่า ความดันที่กระทำต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของของไหลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด จะกระทำต่อทุกส่วนของ ภาชนะในแนวตั้งฉาก

$$\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2} = P \text{ N/m}^2$$

นั่นคือ

$$F_2 = \frac{F_1 \times A_2}{A_1} \text{ N} \tag{1.8}$$

ถ้าพื้นที่หน้าตัด A_1 น้อยกว่า A_2 แรง F_1 จะน้อยกว่า F_2

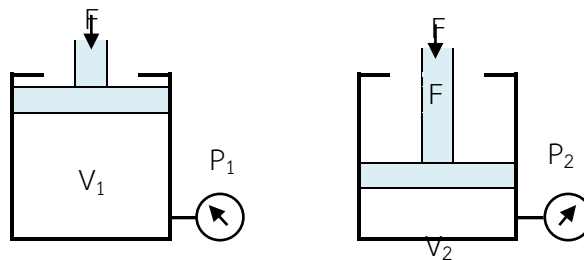


รูป 1.3 กฎของปาสคาล

1.3.2 กฎของบอยล์-แมริออต (Boyle-Marriott's law)

เมื่ออุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดัน

สัมบูรณ์



รูป 1.4 ปริมาตรของก๊าซภายในถึงเปลี่ยนแปลงตามความดัน

จะได้

$$P_1V_1 = P_2V_2 = C \tag{1.9}$$

- เมื่อ P_1 คือความดันสัมบูรณ์เริ่มต้น หน่วยเป็นบาร์ (bar)
- P_2 คือความดันสัมบูรณ์สุดท้าย หน่วยเป็นบาร์ (bar)
- V_1 คือปริมาตรเริ่มต้น หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m^3)
- V_2 คือปริมาตรสุดท้าย หน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m^3)
- C คือค่าคงที่

1.3.3 กฎของเกย์-ลูสแซก (Gay-Lussac's law)

กฎของเกย์-ลูสแซก กล่าวว่า ถ้าปริมาตรคงที่ในขณะที่ก๊าซหรืออากาศจำนวนหนึ่งมีการเปลี่ยนแปลงสภาพ ความดันจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ เขียนสมการได้ดังนี้

1. ถ้าความดันของก๊าซคงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ หรือ } \frac{T_1}{V_1} = \frac{T_2}{V_2} = C$$

2. ถ้าปริมาตรของก๊าซคงที่ความดันของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิสัมบูรณ์

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1}{T_2} \text{ หรือ } \frac{T_1}{P_1} = \frac{T_2}{P_2} = C$$

ถ้านำเอากฎของบอยล์และกฎของเกย์-ลูสแซกรวมเข้าด้วยกัน สภาพของก๊าซหรืออากาศนี้เรียกว่า ไอdeal ก๊าซ ซึ่งเป็นการรวมสูตรของก๊าซโดยทั่วไป เขียนสมการได้ดังนี้

$$\frac{P_1 V_1}{T_1} = \frac{P_2 V_2}{T_2} = \frac{PV}{T} = C$$

$$\therefore PV = mRT \quad 1.10$$

- เมื่อ P_1 คือความดันของอากาศ มีหน่วยเป็นบาร์ (bar)
 V คือปริมาตรของอากาศ มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m^3)
 m คือมวลของอากาศ มีหน่วยเป็นกิโลกรัม (kg)
 R คือค่าคงที่ของก๊าซ มีหน่วยเป็นกิโลจูลต่อกิโลกรัมองศาเคลวิน (kJ/kgK)
 C คือค่าคงที่

การเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิทำให้ปริมาตรของอากาศเปลี่ยนไปจากเดิม เช่น ถ้าอุณหภูมิเพิ่มขึ้น 1K ปริมาตรของอากาศจะเปลี่ยนไป $1/273$ เท่าของปริมาตรเดิม โดยมีเงื่อนไขว่า จะต้องมีความดันคงที่ เขียนสมการได้ดังนี้

$$V_2 = V_1 + \frac{V_1}{273} (T_2 - T_1) \quad 1.11$$

- เมื่อ V_1 คือปริมาตรของอากาศที่อุณหภูมิ T_1 มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m^3)
 V_2 คือปริมาตรของอากาศที่อุณหภูมิ T_2 มีหน่วยเป็นลูกบาศก์เมตร (m^3)
 T_1 คืออุณหภูมิของอากาศที่สภาวะปกติ มีหน่วยเป็นองศาเคลวิน (K)
 T_2 คืออุณหภูมิของอากาศที่สภาวะเปลี่ยนแปลง มีหน่วยเป็นองศาเคลวิน (K)

อากาศในบรรยากาศมีสภาวะเป็นก๊าซ ประกอบไปด้วยก๊าซไนโตรเจนประมาณ 78% และก๊าซออกซิเจน 20% ก๊าซเฉื่อย 2% ซึ่งเป็นสัดส่วนโดยปริมาตร อุณหภูมิแต่ละช่วงของบรรยากาศ

มีอิทธิพลต่อลมอัดมาก นอกจากนี้ความชื้นในบรรยากาศก็มีผลต่ออุปกรณ์ของลมอัดเช่นกัน (ความชื้นของน้ำที่ผสมอยู่ในบรรยากาศมีประมาณ 1% โดยน้ำหนัก)

1.4 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวเมติกส์

ระบบนิวเมติกส์มีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงาน ดังนี้

1.4.1 ชุดอุปกรณ์ผลิตลมต้นกำลังนิวเมติกส์ (Power unit) ทำหน้าที่สร้างลมอัดที่มีคุณภาพเพื่อใช้งานในระบบนิวเมติกส์ ประกอบด้วย

1) อุปกรณ์ขับ (Driving unit) ทำหน้าที่ขับเคลื่อนเครื่องอัดอากาศ ได้แก่ เครื่องยนต์ หรือมอเตอร์ไฟฟ้า



รูป 1.5 มอเตอร์ไฟฟ้า

2) เครื่องอัดอากาศ (Air compressor) ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานลมอัดที่มีความดันสูงและมีปริมาตรตามต้องการ สามารถแบ่งขนาดของเครื่องอัดลมได้ 3 ขนาด คือ ขนาดใหญ่ (75kW) ขนาดกลาง (7.5-75kW) และขนาดเล็ก (0.2-7.5kW)



รูป 1.6 เครื่องอัดอากาศ

3) เครื่องระบายความร้อนลมอัด (Heat exchanger) เครื่องระบายความร้อนมักจะติดตั้งอยู่ถัดจากเครื่องอัดอากาศหรือคอมเพรสเซอร์ ทำหน้าที่หล่อเย็นลมอัดให้เย็นตัวลงเนื่องจากลมถูกอัดให้มีความดันสูงทำให้อุณหภูมิสูงตามไปด้วย ถ้านำลมอัดนี้ไปทำงานโดยตรงจะสร้างความ

เสียหายแก่ซีลต่าง ๆ ของอุปกรณ์ จึงจำเป็นต้องลดอุณหภูมิของลมอัดด้วยเครื่องระบายความร้อนก่อนนำไปใช้งาน



รูป 1.7 เครื่องระบายความร้อนลมอัด
ที่มา : www.mte.kmutt.ac.th

4) ตัวกรองลมหลัก (Main line air filter) จะทำหน้าที่เป็นตัวกรองน้ำ ฝุ่นละออง สนิม เขม่า คาร์บอน และสารประกอบประเภทเกลือที่มีปะปนมากับลมอัดให้สะอาดก่อนที่จะนำไปใช้งาน



รูป 1.8 ตัวกรองลมหลัก
ที่มา : www.pneumax.co.th

5) เครื่องกำจัดความชื้น (Separators) ลมอัดที่ออกจากเครื่องอัดลมจะมีความชื้นปะปนอยู่มาก ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำลมอัดให้เย็นลงเพื่อจะตัดเอาความชื้นออกจากลมอัด หรืออาจจะใช้สารเคมีในการจับความชื้นออกจากลมอัดก็ได้ ความชื้นที่ถูกดูดออกมาจะกลั่นตัวเป็นน้ำ และถูกนำออกมาทิ้งจากระบบด้วยกับดักน้ำ ก่อนที่อากาศอัดจะถูกนำไปใช้งาน



รูป 1.9 เครื่องกำจัดความชื้น
ที่มา : www.dutypoint.com

6) ถังเก็บลม (Air receiver) เป็นอุปกรณ์ใช้เก็บลมอัดที่ได้จากเครื่องอัดลมและจ่ายลมความดันคงที่สม่ำเสมอให้แก่ระบบนิวเมติกส์ป้องกันการลดลงของความดันลมอัดอย่างรวดเร็ว เมื่อลมอัดถูกนำไปใช้ในปริมาณมากภายในช่วงระยะเวลาสั้น ๆ ให้ความดันลมอัดได้ในช่วงเวลาหนึ่งในกรณีฉุกเฉิน และทำการแยกน้ำจากลมที่ถูกลดโดยการทำให้ลมอัดเย็นลงด้วยอากาศที่อยู่รอบ ๆ ถังเก็บลม ถังเก็บลมจะประกอบด้วยอุปกรณ์ต่าง ๆ เช่น เกจวัดความดัน วาล์วนิรภัย และสวิตช์ความดัน เป็นไปตามกฎเกณฑ์ต่าง ๆ เหมือนกับภาชนะทนความดันอื่น ๆ



รูป 1.10 ถังเก็บลม
ที่มา : www.aci2010.com

1.4.2 ชุดบริการลมอัด (Service unit)

ติดตั้งไว้ในบริเวณใกล้กับอุปกรณ์ทำงานหรือเครื่องจักร เพื่อกรองความชื้น ปรับความดันของลมอัด และผสมน้ำมันหล่อลื่นก่อนนำไปใช้ในระบบนิวเมติกส์ ประกอบด้วย ตัวกรองลม (Air filter) อุปกรณ์ควบคุมความดันลมอัด (Pressure regulator valve) อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น (Oil lubricator)



รูป 1.11 ชุดบริการลมอัด

1.4.3 อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (Controlling component)

อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึงวาล์วชนิดต่าง ๆ ในระบบ ทำหน้าที่ควบคุมการเริ่มและหยุดการทำงานของวงจรควบคุมทิศทางการไหล ควบคุมอัตราการไหลของลม และควบคุมความดัน

1) วาล์วควบคุมทิศทางทางลม (Air flow control valve) ทำหน้าที่ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่อุปกรณ์การทำงานของระบบนิวเมติกส์



รูป 1.12 วาล์วควบคุมทิศทางลม

2) วาล์วบังคับความเร็ว (Speed control valve) ทำหน้าที่บังคับลมอัดให้เคลื่อนที่เร็วหรือช้า โดยการปรับปริมาตรลมอัดให้ได้มากหรือน้อยตามความต้องการ ซึ่งมีผลทำให้ก้านสูบเคลื่อนที่ออกเร็วหรือช้า รวมทั้งการหมุนของมอเตอร์นิวเมติกส์



รูป 1.13 วาล์วบังคับความเร็ว

1.4.4 อุปกรณ์การทำงาน (Actuator or working component)

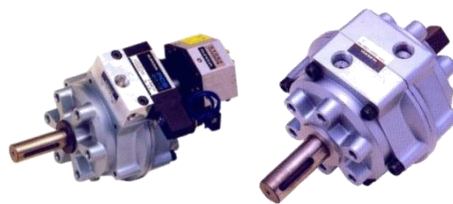
อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานของของไหลให้เป็นพลังงานกล เช่น กระบอกสูบชนิดต่าง ๆ และมอเตอร์ลม

1) กระบอกสูบลม (Air cylinder) ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปของพลังงานลมอัดให้อยู่ในรูปของพลังงานกล โดยทั่วไปกระบอกสูบอัดมีอยู่หลายชนิด



รูป 1.14 กระบอกสูบลม

2) มอเตอร์ลม (Air motor) ทำหน้าที่เปลี่ยนรูปของพลังงานลมอัดให้อยู่ในรูปของพลังงานกล ซึ่งเคลื่อนที่ในแนวหมุน เช่น มอเตอร์ลมแบบลูกสูบ มอเตอร์ลมแบบใบพัด มอเตอร์ลมแบบเฟือง



รูป 1.15 มอเตอร์ลม

1.4.5 อุปกรณ์ในระบบท่อทาง (Piping system)

ระบบท่อทางในระบบนิวเมติกส์ จะมีส่วนประกอบสำคัญที่ทำให้เกิดระบบท่อ อุปกรณ์ในระบบท่อทางใช้เป็นท่อทางไหลของลมในระบบ เช่น ท่อส่งลมหลัก สายลม และข้อต่อชนิดต่าง ๆ

1) ท่อส่งลมหลัก (Main circuit) ในการวางท่อเมนจะต้องพิจารณาถึงขนาด ปริมาณการใช้ลมอัด ค่าความดันตกไม่ควรเกิน 5% ของความดันใช้งาน ความเร็วการไหลของลมอัดในท่อควรอยู่ระหว่าง 6-10 m/s และทุก ๆ จุดในท่อลมไม่ควรให้มีการไหลในท่อของลมเกิน 10 m/s เมื่ออัตราการไหลในวงจรมีเต็ม



รูป 1.16 ท่อส่งลมหลัก

2) สายลม (Air hose) ทำหน้าที่นำลมอัดไปยังอุปกรณ์อื่น ๆ ภายในระบบ สายลมที่นิยมใช้งานส่วนใหญ่ ได้แก่ โพลียูรีเทน หรือท่อพียู ไนลอน โพลีเอทิลีน พีวีซี เทฟลอน มีน้ำหนักเบา ทนทาน ไม่รั่วซึมง่าย เหมาะสำหรับใช้กับงานลมทุกประเภท



รูป 1.17 สายลม

3) ข้อต่อ (Fitting) เป็นข้อต่อสำหรับประกอบสายลมในระบบนิวเมติกส์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเดินท่อตรง เลี้ยว ลด หรือแยก จะใช้เพื่อปรับให้เข้ากับขนาดที่แตกต่างกันหรือรูปแบบต่าง ๆ และเพื่อวัตถุประสงค์อื่น ๆ เช่น การควบคุมหรือการวัดปริมาณการไหลของลมอัด



รูป 1.18 ข้อต่อ

4) อุปกรณ์เก็บเสียง (Air silencer) ทำหน้าที่กรองเสียงหรือเก็บเสียงลมอัดที่ออกจากรูระบายลมทิ้งไม่ให้มีเสียงดัง



รูป 1.19 อุปกรณ์เก็บเสียง

5) เทปพันเกลียว (Thread Seal Tape) มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบาง ๆ ทำจากพลาสติกชนิด Polytetrafluoroethylene เพื่อใช้ซีลที่เกลียวท่อและข้อต่อท่อ เพื่อกันรั่วของงานระบบท่อ โดยเอาเทปพันเกลียวพันไปรอบ ๆ ของเกลียวตัวผู้ก่อนที่จะขันเข้าไปในเกลียวตัวเมีย



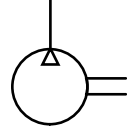
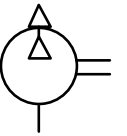
รูป 1.20 เทปพันเกลียว

ในปัจจุบันได้นำระบบนิวเมติกส์มาใช้แทนระบบการควบคุมด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากันอย่างแพร่หลาย เนื่องจากการควบคุมด้วยระบบนิวเมติกส์ มีข้อดีหลายอย่างเมื่อเปรียบเทียบกับระบบมอเตอร์ไฟฟ้า เช่น การส่งด้วยกำลังงานทำได้ง่าย การเคลื่อนที่ในแนวตรงไม่ต้องมีระบบแมคคานิกส์เข้ามาช่วย การปรับความเร็ว สามารถทำได้ง่าย ระบบเบรกไม่ยุ่งยาก บำรุงรักษาง่าย และมีความปลอดภัยสูง

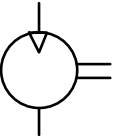
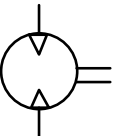
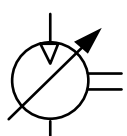
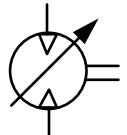
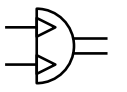
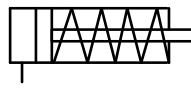

1.5 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกส์


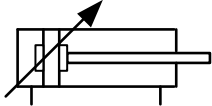
สัญลักษณ์ (Symbol) เป็นสิ่งที่กำหนดขึ้นแทนสิ่งหนึ่งสิ่งใด เพื่อสะดวกในการเขียนแบบอ่านแบบ การออกแบบวงจร และการนำไปใช้งาน ตลอดจนการตรวจเช็ควงจร จะทำได้สะดวก เพราะในระบบนิวเมติกส์ถ้าจะเขียนวงจรต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปของอุปกรณ์งานจริงจะทำให้เสียเวลายุ่งยาก จำเป็นต้องกำหนดสัญลักษณ์ขึ้นมาแทนอุปกรณ์งานจริง เอกสารฉบับนี้จะใช้สัญลักษณ์ของ DIN 24300 และ ISO 1219 ดังนี้

ตาราง 1-1 อุปกรณ์แหล่งจ่ายพลังงานและอุปกรณ์ทำงาน

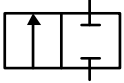
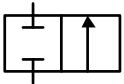
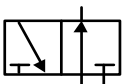
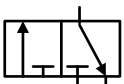
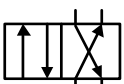
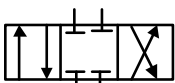
สัญลักษณ์	ความหมาย
	เครื่องอัดอากาศ
	เครื่องทำสุญญากาศ

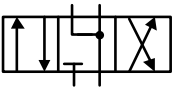
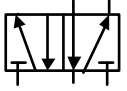
ตาราง 1-1 อุปกรณ์แหล่งจ่ายพลังงานและอุปกรณ์ทำงาน (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานทางเดียวปรับความเร็วไม่ได้
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานสองทางปรับความเร็วไม่ได้
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานทางเดียวปรับความเร็วได้
	มอเตอร์ลม ชนิดทำงานสองทางปรับความเร็วได้
	มอเตอร์ลม ชนิดจำกัดมุมในการหมุน
	กระบอกสูบทำงานทางเดียว เคลื่อนที่กลับด้วยสปริง
	กระบอกสูบทำงานสองทาง ก้านสูบเดี่ยว

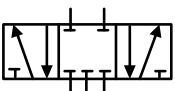
	<p>กระบอกสูบทำงานสองทาง ก้านสูบสองด้าน</p>
	<p>กระบอกสูบทำงานสองทาง มีกั้นกระแทกปรับได้สองทาง</p>

ตาราง 1-2 วาล์วควบคุมทิศทางการทำงาน

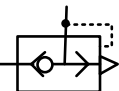
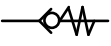
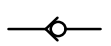
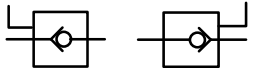
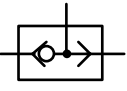
สัญลักษณ์	ความหมาย
	<p>วาล์ว 2 รู 2 ตำแหน่ง ปกติปิด ; วาล์ว 2/2 ปกติปิด</p>
	<p>วาล์ว 2 รู 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด ; วาล์ว 2/2 ปกติเปิด</p>
	<p>วาล์ว 3 รู 2 ตำแหน่ง ปกติเปิด ; วาล์ว 3/2 ปกติเปิด</p>
	<p>วาล์ว 3 รู 2 ตำแหน่ง ปกติปิด ; วาล์ว 3/2 ปกติปิด</p>
	<p>วาล์ว 4 รู 2 ตำแหน่ง ; วาล์ว 4/2 ปกติปิด</p>
	<p>วาล์ว 4 รู 3 ตำแหน่ง ปกติปิด ; วาล์ว 4/3 ปกติปิด</p>

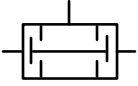
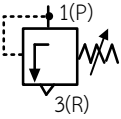
	<p>วาล์ว 4 รู 3 ตำแหน่ง ปกติอิสระ ; วาล์ว 4/3 ปกติอิสระ</p>
	<p>วาล์ว 5 รู 2 ตำแหน่ง ; วาล์ว 5/2 ปกติปิด</p>

ตาราง 1-2 วาล์วควบคุมทิศทางการทำงาน (ต่อ)

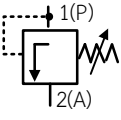
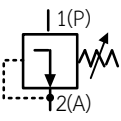
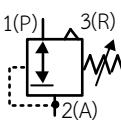



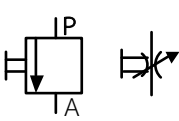
สัญลักษณ์	ความหมาย
	<p>วาล์ว 5 รู 3 ตำแหน่ง ปกติปิด ; วาล์ว 5/3 ปกติปิด</p>

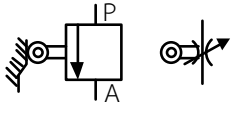

ตาราง 1-3 วาล์วควบคุมการไหล

สัญลักษณ์	ความหมาย
	<p>วาล์วคายไอเสียเร็ว</p>
	<p>วาล์วกันกลับ ชนิดมีสปริง</p>
	<p>วาล์วกันกลับ</p>
	<p>วาล์วกันกลับ ชนิดไฟลोट</p>
	<p>วาล์วกันกลับสองทาง</p>



	<p>วาล์วความดันสองทาง</p>
	<p>วาล์วระบายความดัน ชนิดปรับค่าได้</p>

ตาราง 1-3 วาล์วควบคุมการไหล (ต่อ)

สัญลักษณ์	ความหมาย
	<p>วาล์วจำกัดระดับชั้นการทำงาน ชนิดปรับค่าได้</p>
	<p>วาล์วลดความดัน ชนิดปรับค่าได้</p>
	<p>วาล์วควบคุมความดัน ชนิดปรับค่าได้</p>
	<p>วาล์วลดการไหล ชนิดคอคอด</p>
	<p>วาล์วลดการไหล ชนิดช่องแคบ</p>
	<p>วาล์วลดการไหล ชนิดคอคอดปรับค่าได้</p>
	<p>วาล์วหน่วงการเคลื่อนที่ ชนิดปรับด้วยมือ</p>

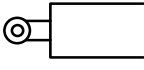
	วาล์วหน่วงการเคลื่อนที่ ชนิดปรับด้วยกลไก
	วาล์วควบคุมอัตราการไหล ชนิดทางเดียว

ตาราง 1-3 วาล์วควบคุมการไหล (ต่อ)

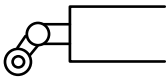
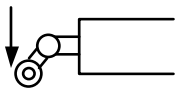
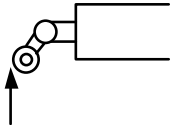
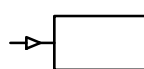
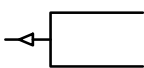
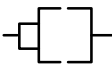
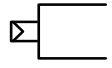
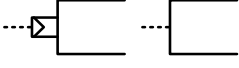
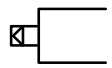
สัญลักษณ์	ความหมาย
	วาล์วควบคุมอัตราการไหล ชนิดช่องแคบปรับค่าได้
	ชุดบริการลมอัด

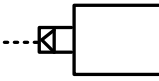
ตาราง 1-4 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกส์

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	ใช้กล้ำเนื้อในการเลื่อน
	ใช้มีอกด
	ใช้เท้าเหยียบ
	ใช้กลไกภายนอกกด
	ใช้สปริงดันให้อยู่ในตำแหน่งปกติ

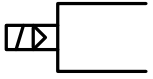
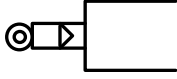







	ใช้กลไกภายนอก เช่น ก้านสูบ สามารถทำให้ทำงานได้ทั้งสองทิศทาง
---	---

ตาราง 1-4 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกส์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	<p>ใช้กลไกภายนอกกด เช่น ก้านสูบ สามารถทำงานได้ทิศทางเดียว</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div data-bbox="718 795 893 884">  <p>วาล์วทำงาน</p> </div> <div data-bbox="718 929 893 1052">  <p>วาล์วไม่ทำงาน</p> </div> </div>
	ใช้สัญญาณลมดันให้วาล์วเลื่อนไปและเลื่อนกลับ
	ใช้สัญญาณลมระบายทิ้งให้วาล์วเลื่อนไปและเลื่อนกลับ
	ใช้สัญญาณลมดันให้วาล์วเลื่อน โดยใช้ความแตกต่างของพื้นที่หน้าตัดของวาล์ว
	ใช้ลมดันวาล์วให้เลื่อนผ่านลิ้นช่วยที่อยู่ภายในตัววาล์วต้นให้เมนวาล์วเคลื่อนที่
	ใช้ลมเข้าดันแบบรีโมต
	ใช้ลมระบายทิ้งไปเลื่อนวาล์วโดยผ่านลิ้นช่วยที่อยู่ภายในตัววาล์ว

	<p>แบบระบายลมออกสู่อากาศ</p>
---	------------------------------

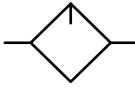
ตาราง 1-4 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกส์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	<p>ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าไปเปิดลมให้ไปดันวาล์วเคลื่อนที่</p>
	<p>ใช้ลูกกลิ้งไปเปิดลมให้ไปดันวาล์วเคลื่อนที่</p>
	<p>ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าหรือลมดัน อย่างไม่อย่างหนึ่งเพื่อไปเลื่อนวาล์ว</p>
	<p>ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าหรือมือกดในการเลื่อนวาล์ว</p>
	<p>ใช้แม่เหล็กไฟฟ้าไปเปิดลม หรือมือกดในการเลื่อนวาล์ว</p>
	<p>ท่อทางที่มาจากแหล่งจ่ายลมอัด</p>
	<p>ท่อลมที่มีลมเข้าปกติ</p>
	<p>ท่อลมที่เป็นสัญญาณสั่ง</p>
	<p>ท่อลม ชนิดยึดหยุ่นตัวได้</p>

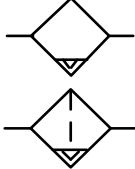
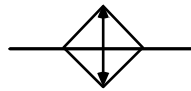
	ท่อลมต่อถึงกัน
--	----------------

ตาราง 1-4 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกส์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	ท่อลมตัดกัน
	ท่อลมที่ถูกอุด
	ข้อต่อลม
	ข้อต่อลม ชนิดต่ออย่างรวดเร็ว
	ข้อต่อลม ชนิดต่ออย่างรวดเร็วมีวาล์วกันกลับ
	อุปกรณ์เก็บเสียง
	ถังสะสมลมอัด
	อุปกรณ์ดักน้ำ
	อุปกรณ์ทำให้ลมอัดแห้ง

	อุปกรณ์ผสมน้ำมันกับลมอัด
---	--------------------------

ตาราง 1-4 สัญลักษณ์อุปกรณ์นิวเมติกส์ (ต่อ)

สัญลักษณ์	ลักษณะการทำงาน
	อุปกรณ์ค้ำน้ำและระบายทิ้งอัตโนมัติ
	อุปกรณ์ระบายความร้อน

การนำลมอัดมาประยุกต์ใช้งานนั้นมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อการทำงานอย่างอัตโนมัติ และเพื่อการประหยัดแรงงาน โดยระบบนิวเมติกส์มีข้อดีและข้อเสีย ดังนี้

ข้อดี

1. ลมอัดสะอาดมีความปลอดภัยต่อชีวิตและทรัพย์สิน
2. มีปริมาณมากไม่จำกัด สามารถปล่อยลมอัดสู่บรรยากาศได้ไม่มีผลต่อสิ่งแวดล้อมหรือก่อให้เกิดอันตราย
3. การเก็บลมอัดไว้ในถัง ทำให้สามารถนำไปใช้งานได้ตามต้องการ และอุปกรณ์ทำงานต่อเนื่องตลอดเวลา
4. ไม่เกิดการระเบิด หรือติดไฟเมื่อเกิดการรั่วซึมทำให้ไม่ต้องมีค่าใช้จ่ายเกี่ยวกับการป้องกันความปลอดภัย
5. อุณหภูมิใช้งาน สามารถทำงานได้ดีในช่วงอุณหภูมิที่กว้าง
6. อุปกรณ์มีโครงสร้างที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อน ราคาถูก ทนทาน ซ่อมบำรุงและดูแลรักษาได้ง่าย
7. สามารถส่งถ่ายไปตามท่อได้ในระยะทางไกล ๆ และไม่ต้องมีท่อลมกลับเพราะใช้แล้วปล่อยทิ้งสู่บรรยากาศได้เลย
8. สามารถควบคุมความเร็ว ความดัน และแรงของลมอัดได้โดยใช้อุปกรณ์ที่ง่ายและราคาถูก
9. อุปกรณ์นิวเมติกส์สามารถใช้งานเกินกำลังได้โดยไม่เกิดความเสียหาย
10. ลมอัดมีความเร็วในการทำงานสูง สามารถทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็วประมาณ 1-2 เมตรต่อวินาที

ข้อเสีย

1. ลมอัดมีความชื้นและฝุ่นละออง จึงต้องมีอุปกรณ์กรองความชื้นและฝุ่นละอองก่อนนำไปใช้งาน
2. ลมอัดเมื่อระบายทิ้งจะมีเสียงดัง ครอบคลุมการทำงานจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เก็บเสียง
3. ความดันของลมอัดจะเปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไม่สม่ำเสมอ
4. ลมอัดจะสามารถทำงานได้ที่แรงขนาดหนึ่งเท่านั้น ที่ความดันใช้งานปกติ 7 บาร์ ขึ้นอยู่กับระยะทางและความเร็วจำกัด แรงอยู่ในช่วง 20,000 นิวตัน และ 30,000 นิวตัน
5. ลมอัดต้องการเนื้อที่มากด้วยกระบอกสูบจะมีขนาดใหญ่ ถ้าต้องการใช้แรงจำนวนมาก ๆ

ใบมอบหมายงาน บทที่ 1 หลักการเบื้องต้นของระบบนิวแมติกส์

จุดประสงค์

- เพื่อให้นักเรียนได้ศึกษาค้นคว้าด้วยตนเองนอกเวลาเรียนและมีความสนใจใฝ่รู้
- เพื่อให้นักเรียนมีความคิดริเริ่มสร้างสรรค์และมีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ

คำสั่ง ให้นักเรียนศึกษาค้นคว้าเพิ่มเติมจากแหล่งข้อมูล และจัดทำรายงานเป็นรูปเล่มในหัวข้อ ดังนี้

- การเดินทางท่องเที่ยวของลมนัดในโรงงานอุตสาหกรรม
- ชุดบริการลมนัด

เอกสาร/แหล่งข้อมูลค้นคว้า

ฐิตารีย์ ภูมิยา. **นิวแมติกส์และนิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2545.

ณรงค์ ต้นชีวะวงศ์. **นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2552.

ทักษิณ โสภานิช. **งานนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น**. กรุงเทพฯ : วังอักษร, 2552.

เดชฤทธิ์ มณีธรรม. **คัมภีร์งานนิวแมติกส์ (Pneumatic System)**. กรุงเทพฯ : เคทีพี, 2548.

ปานเพชร ชินินทร, ขวัญชัย สิ้นทรัพย์สมบูรณ์. **นิวแมติกอุตสาหกรรม**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2535.

ไพรวรรณ พ่อธานี, บุษกร มาลา. **งานนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น**. นนทบุรี : ศูนย์หนังสือเมืองไทย, 2556.

ภัทร พงศ์กิตติกุล. **นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์**. กรุงเทพฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น, 2555.

กำหนดส่งงาน สัปดาห์ที่ 2 ของภาคเรียน

แบบฝึกหัด
บทที่ 1 หลักการเบื้องต้นของระบบนิเวติิกส์

คำสั่ง จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงบอกความหมายของนิเวติิกส์

ตอบ

2. จงเขียนรูปแสดงตำแหน่ง ความดันสัมบูรณ์ ความดันเกจ ความดันบรรยากาศ และความดันสุญญากาศ

ตอบ

3. ความดันบรรยากาศคืออะไร

ตอบ

4. ความดันสัมบูรณ์ คืออะไร

ตอบ

5. กฎของปาสคาล กล่าวอย่างไร

ตอบ

6. จงบอกหน้าที่ของกระบอกสูบ

ตอบ

7. จงบอกหน้าที่ของมอเตอร์ลม

ตอบ

8. จงเขียนสัญลักษณ์เครื่องอัดอากาศ

ตอบ

9. จงบอกข้อดีระบบนิวเมติกส์ 3 ข้อ

ตอบ

10. จงบอกข้อเสียระบบนิวเมติกส์ 3 ข้อ

ตอบ

แบบทดสอบหลังเรียน

บทที่ 1 หลักการเบื้องต้นของระบบนิวเมติกส์

- คำชี้แจง**
1. ข้อสอบปรนัยจำนวน 20 ข้อ
 2. ห้ามนำตำราหรือเอกสารใด ๆ เข้าห้องสอบโดยเด็ดขาด

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) หน้าตัวเลือกที่ถูกที่สุด

1. ลมอัดเป็นการใช้งานในระบบใด
 - ก. ไฟฟ้า
 - ข. แบบผสม
 - ค. นิวเมติกส์
 - ง. ไฮดรอลิกส์
2. ข้อใดต่อไปนี้อาจกล่าวได้ถูกต้องที่สุด
 - ก. ระบบนิวเมติกส์เปลี่ยนพลังงานกลเป็นของเหลว
 - ข. ระบบนิวเมติกส์เปลี่ยนของเหลวเป็นพลังงานกล
 - ค. ระบบนิวเมติกส์เปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานกล
 - ง. ระบบนิวเมติกส์เปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานลม
3. การทำงานใด**ไม่ใช่**ระบบนิวเมติกส์
 - ก. รถเครน
 - ข. สายพานลำเลียง
 - ค. เครื่องพิมพ์เอกสาร
 - ง. เครื่องทำลายคอนกรีต
4. ข้อใดคือหมายถึงความดันอากาศ
 - ก. ความดันแท้จริงที่วัดเปรียบเทียบกับความดันสุญญากาศ
 - ข. อากาศที่กดลงมายังพื้นโลก เนื่องจากพื้นโลกสูงต่ำไม่เท่ากัน
 - ค. แรงดันของอากาศที่กระทำต่อวัตถุในลักษณะกดหรือดันลงบนหนึ่งหน่วยพื้นที่ในแนวตั้งฉากกับพื้นที่
 - ง. ถูกทุกข้อ
5. ข้อใดคือหน่วยของความดันอากาศ
 - ก. kg, bar, PSI, N/m², kg/cm²
 - ข. Pa, bar, PSI, N/m², kg/cm²
 - ค. Pabar, m/s², N/m², kg/cm²
 - ง. m/s², bar, PSI, N/m², kg/cm²

6. มวลที่ถูกกระทำโดยอัตราเร่งใด ๆ มีหน่วยเป็นนิวตัน หมายถึงข้อใด
- แรง
 - ความดันเกจ
 - ความดันสัมบูรณ์
 - ความดันบรรยากาศ
7. ความดันแท้จริงที่วัดเปรียบเทียบกับความดันสุญญากาศ หมายถึงข้อใด
- ความดันเกจ
 - ความดันอากาศ
 - ความดันสัมบูรณ์
 - ถูกทุกข้อ
8. ข้อใดคือ ความสัมพันธ์ของความดัน ที่ถูกต้องที่สุด
- $P_a = 17.4 + P_g$
 - $P_a = 1.10 + P_g$
 - $P_a = P_{atm} + P_g$
 - $P_a = 1.033 + P_{atm}$
9. ข้อใด คือความหมายของความชื้นอิ่มตัว
- ความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ
 - ปริมาณของไอน้ำที่ปะปนอยู่ในอากาศ
 - สัดส่วนของความชื้นสัมบูรณ์ต่อความชื้นอิ่มตัว
 - ระดับความชื้นสูงสุดที่อากาศสามารถดูดซับไว้ได้ ณ ระดับอุณหภูมิต่ำลง
10. ข้อใด คือความหมายของความชื้นสัมพัทธ์
- ความชื้นที่มีอยู่จริงในอากาศ
 - ปริมาณของไอน้ำที่ปะปนอยู่ในอากาศ
 - ระดับความชื้นสูงสุดที่อากาศสามารถดูดซับไว้ได้ ณ ระดับอุณหภูมิต่ำลง
 - สัดส่วนของความชื้นสัมบูรณ์ต่อความชื้นอิ่มตัว ค่าความชื้นจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิต่ำลง และค่าความชื้นจะลดลงเมื่ออุณหภูมิต่ำลง
11. ข้อใดคือกฎของปาสคาลที่ถูกต้อง
- ความดันของไหลในระบบเดียวกันจะมีค่าต่างกัน
 - ทิศทางความดันของไหลจะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวนอน
 - ความดันที่เกิดจากการไหลซึ่งบรรจุในภาชนะปิดจะมีค่าเท่ากันทุกทิศทาง
 - ถูกทุกข้อ
12. ข้อใดคือกฎของบอยล์ที่ถูกต้อง
- ณ อุณหภูมิคงที่ ปริมาณก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันก๊าซ
 - ณ ค่าความดันอากาศที่ค่าหนึ่ง ปริมาตรของอากาศจำนวนหนึ่งแปรผันเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของอากาศ

ค. ความดันที่กระทำต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของของไหลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด จะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวตั้งฉาก

ง. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิของก๊าซในภาชนะปิดว่า ถ้าควบคุมความดันให้คงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

13. ข้อใดคือกฎของเกย์-ลูสแซกที่ถูกต้อง

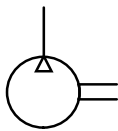
ก. ณ อุณหภูมิคงที่ ปริมาณก๊าซจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดัน

ข. ณ ค่าความดันอากาศที่ค่าหนึ่ง ปริมาตรของอากาศจำนวนหนึ่งแปรผันเป็นสัดส่วนกับอุณหภูมิสัมบูรณ์ของอากาศ

ค. ความดันที่กระทำต่อส่วนหนึ่งส่วนใดของของไหลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด จะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวตั้งฉาก

ง. ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาตรกับอุณหภูมิของก๊าซในภาชนะปิดว่า ถ้าควบคุมความดันให้คงที่ ปริมาตรของก๊าซจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิ

14. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ใด



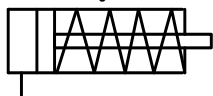
ก. เครื่องอัดอากาศ

ข. เครื่องทำสุญญากาศ

ค. มอเตอร์ลม ชนิดทำงานทางเดียวปรับความเร็วได้

ง. มอเตอร์ลม ชนิดทำงานทางเดียวปรับความเร็วไม่ได้

15. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ใด



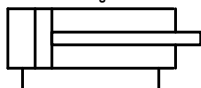
ก. กระบอกสูบสองทางมีสปริง

ข. กระบอกสูบทางเดียวมีสปริง

ค. สวิตช์ควบคุมการเปิดและปิดลม

ง. กระบอกสูบสองทางไม่มีเบาะลมนักันกระแทก

16. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ใด



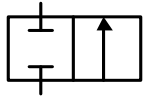
ก. กระบอกสูบสองทางมีสปริง

ข. กระบอกสูบทางเดียวมีสปริง

ค. สวิตช์ควบคุมการเปิดและปิดลม

ง. กระบอกสูบสองทางไม่มีเบาะลมกันกระแทก

17. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ใด



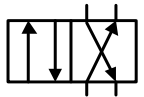
ก. วาล์ว 2/2 ปกติปิด

ข. วาล์ว 4/3 ปกติปิด

ค. วาล์ว 4/2 ปกติเปิด

ง. วาล์ว 3/2 ปกติเปิด ใช้ปุ่มกดถอยกลับด้วยสปริง

18. จากรูปเป็นสัญลักษณ์ของอุปกรณ์ใด



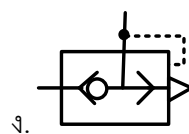
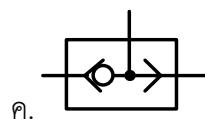
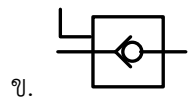
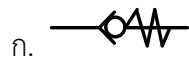
ก. วาล์ว 3/2 ปกติปิด

ข. วาล์ว 4/2 ปกติปิด

ค. วาล์ว 4/2 ปกติเปิด

ง. วาล์ว 5/2 ปกติเปิด

19. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของวาล์วกันกลับสองทาง



20. ข้อใดคือสัญลักษณ์ของชุดบริการลมอัด

