แผนบริหารการสอนประจำบทที่ 1

หัวข้อเนื้อหา

ระบบนิวแมติกส์
ระบบไฮดรอลิกส์
ความดัน
กฎเบื้องต้นของลมอัด
หลักการพื้นฐานของระบบไฮดรอลิกส์
การส่งผ่านแรงด้วยระบบไฮดรอลิกส์

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อศึกษาบทที่ 1 จบแล้วนักศึกษาสามารถ

1. อธิบายหลักการเบื้องต้นในระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ได้
2. อธิบายความหมายระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ได้
3. บอกอุปกรณ์พื้นฐานของนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์
4. อธิบายกฎทางฟิสิกส์ที่สัมพันธ์กับระบบของไหล
5. อธิบายการถ่ายโอนพลังงานด้วยระบบไฮดรอลิกส์ได้

วิธีสอนและกิจกรรมการเรียนการสอน

1. วิธีสอน
   1.1 การบรรยาย
   1.2 การมีกิจกรรมในชั้นเรียน
   1.3 การสอนแบบเน้นการเรียนรู้ด้วยตนเอง
2. กิจกรรมการเรียนการสอน

2.1 การเข้าร่วมกิจกรรมในชั้นเรียน โดยการตั้งคำถาม ความสำคัญและการนำนิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์ไปใช้งานในด้านต่าง ๆ เพื่อนำไปสู่การบรรยายถึงกระบวนการศึกษาทางลมอัดและน้ำมันอัด

2.2 ผู้เรียนศึกษาค้นคว้าจากเอกสาร ตำรา และหนังสือที่เกี่ยวข้องแล้วสรุปเนื้อหาเพื่อนำเสนอกับผู้สอน

สื่อการเรียนการสอน

1. เอกสารประกอบการเรียนการสอน
2. แผ่นโปร่งใส
3. วีดิทัศน์
4. ชุดสาธิตนิวแมติกส์

การวัดผลและการประเมินผล

1. สังเกตจากความสนใจขณะบรรยาย
2. สังเกตจากกิจกรรมถาม – ตอบและให้เหตุผล
3. ตรวจงานจากการทำแบบฝึกหัดท้ายบท

บทที่ 1
ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ในอดีตมนุษย์รู้จักกำลังของไหล และรู้วิธีนำกำลังงานจากธรรมชาติมาใช้งานให้เกิดประโยชน์โดยนำน้ำและลมจากพลังงานธรรมชาติมาเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล และได้คิดค้นหาวิธีที่จะเอาชนะธรรมชาติ จึงได้พัฒนาพลังงานของไหลมาใช้แทนกลไกลและระบบไฟฟ้า

นิวแมติกส์เป็นระบบการทำงานโดยใช้ลมเป็นตัวส่งกำลังในการขับเคลื่อนอุปกรณ์ทำงานในอุตสาหกรรม การนำลมอัดมาเป็นวัสดุใช้งาน มนุษย์รู้จักวิธีการเวลาหลายร้อยปีแต่รูปแบบการนำมาใช้งานมีความแตกต่าง กันออกไปในสมัยโบราณ เราเร่งไฟให้ติดได้เร็วด้วยระบบลมธรรมชาติ แต่ถ้าจะสร้างลมขึ้นเอง โดยใช้การพัดหรือการโบกไฟก็จะติดเร็วขึ้นหรือการนำลมมาหมุนกังหันและต่อกำลังจากเพลาของกังหันไปใช้งานในลักษณะต่าง ๆ เช่น วิดน้ำ สีข้าว ตำข้าว และโม่แป้ง เป็นต้น ปัจจุบันมีการนำเอาลมอัดมาใช้งานอย่างกว้างขวางกับเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมบรรจุหีบห่อ งานด้านขบวนการผลิต งานขนถ่ายวัสดุ งานอัดกรอบไม้ เป็นต้น การนำลมอัดมาใช้งานนั้นวัตถุประสงค์เพื่อทำให้เกิดการประหยัดแรงงาน ทั้งนี้เนื่องจากมีข้อดีหลายอย่างอาทิเช่นมีโครงสร้างของอุปกรณ์แบบง่าย ๆ ค่าใช้จ่ายต่ำ มีความสะดวกต่อการบำรุงรักษา เมื่อเปรียบเทียบกับระบบไฮดรอลิกส์

ไฮดรอลิกส์เป็นระบบที่มีการควบคุมของเหลวให้เป็นตัวส่งถ่ายกำลังงานผ่านท่อทางทำให้เกิดแรง การค้นพบไฮดรอลิกส์ เริ่มจากการค้นพบความดันที่กระทำต่อของเหลวในภาชนะปิดโดย พาสคัล เมื่อกว่า 300 ปีมาแล้ว ต่อมาได้มีการพัฒนาไฮดรอลิกส์มาตลอดจนถึงปี พ.ศ. 2393 เกิดการปฏิวัติอุตสาหกรรมขึ้นในประเทศอังกฤษได้มีการนำเอาพลังงานของเหลวมาใช้แทนระบบกลไก เช่น เครื่องอัด เครื่องเจาะและเครื่องขุด เป็นต้น

ในปัจจุบันนี้กำลังของไหลก็ยังเป็นที่นิยมใช้กันมาก และคงต้องใช้ต่อไปโดยได้พัฒนาขีดความสามารถให้ดีขึ้นเช่น ได้พัฒนาการควบคุมของอุปกรณ์ทำงานให้ทำงานได้เที่ยงตรงมากยิ่งขึ้น ซึ่งกำลังของไหลที่นำมาใช้งานในปัจจุบันยังแบ่งออกเป็น 2 ระบบคือ

1. ระบบนิวแมติกส์ (pneumatics)
2. ระบบไฮดรอลิกส์ (hydraulics)

ระบบนิวแมติกส์

คำว่า pneumatics เป็นคำที่มาจากภาษากรีก คือ pneuma มีความหมายว่า “ก๊าซที่มองไม่เห็น” ในสมัยนั้นรู้จักนิวแมติกส์เพียงหมายถึงการไหลของอากาศเท่านั้น แต่ในปัจจุบันนิวแมติกส์หมายถึงระบบที่ใช้อากาศอัดส่งไปตามท่อลมเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังของไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น การทำให้กระบอกสูบลมหรือมอเตอร์ทำงาน ตัวอย่างงาน เช่น งานบรรจุหีบห่อสินค้า งานขนถ่ายวัสดุเครื่องมือลมทุกชนิดและการจับ ยึด เจาะ อัดปั๊ม ขึ้นรูปในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร (2541, หน้า 11) ได้กล่าวว่า ระบบนิวแมติกส์จะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

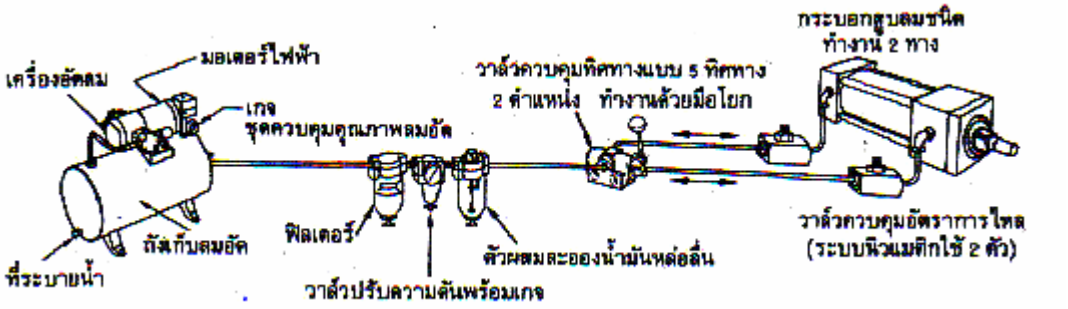
อุปกรณ์ต้นกำลังนิวแมติกส์ (power unit)

อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพลมอัด (treatment component)

อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (controlling component)

อุปกรณ์การทำงาน (actuator or working component)

อุปกรณ์ในระบบท่อทาง (piping system)



ภาพที่ 1.1 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบนิวแมติกส์
ที่มา (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2541, หน้า 10)

1. อุปกรณ์ต้นกำลังนิวแมติกส์ ทำหน้าที่สร้างลมอัดที่มีคุณภาพเพื่อใช้ในงานระบบนิวแมติกส์ประกอบด้วย

1.1 อุปกรณ์ขับ (driving unit) ทำหน้าที่ขับเครื่องอัดอากาศได้แก่ เครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า แต่ในงานอุตสาหกรรมนิยมใช้มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ขับเนื่องจากความเร็วรอบคงที่

1.2 เครื่องอัดอากาศ (air compressor) ทำหน้าที่อัดอากาศที่ความดันบรรยากาศให้มีความดันสูงกว่าบรรยากาศปกติ

1.3 เครื่องกรองอากาศขาเข้า (intake filter) ทำหน้าที่กรองอากาศก่อนที่จะนำไปเข้าเครื่องอัดอากาศ เพื่อให้อากาศที่จะอัดปราศจากฝุ่นละออง เพราะถ้าอากาศที่อัดมีฝุ่นละอองจะทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องอัดอากาศและจะทำให้ระบบมีประสิทธิภาพต่ำ

1.4 เครื่องหล่อเย็น (after cooler) ทำหน้าที่หล่อเย็นอากาศให้เย็นตัวลง

1.5 เครื่องแยกน้ำมันและความชื้น (seperator) อุปกรณ์นี้จะช่วยแยกเอาความชื้นและละอองน้ำมันที่แฝงมากับอากาศ ก่อนที่อากาศอัดจะถูกเก็บลงในถังเก็บลม

1.6 ถังเก็บลมอัด (air receiver) เป็นอุปกรณ์ใช้เก็บอากาศอัดที่ได้จากเครื่องอัดอากาศและจ่ายอากาศอัดคงที่สม่ำเสมอให้แก่ระบบนิวแมติกส์ ถังเก็บลมอัดจะต้องมีลิ้นระบายความดัน (pressure relief valve) เพื่อระบายความดันที่เกินสู่บรรยากาศเป็นการป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นเมื่อความดันสูงกว่าปกติ ส่วนสวิทช์ควบคุมความดัน (pressure switch) ใช้ควบคุมการเปิด-ปิดการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ขับเครื่องอัดลมเมื่อความดันของอากาศถึงค่าที่ตั้งไว้

2. อุปกรณ์ปรับปรุงคุณภาพลมอัด ทำให้อากาศอัดปราศจากฝุ่นละอองคราบน้ำมันและน้ำก่อนที่จะนำไปใช้ในระบบนิวแมติกส์ ประกอบด้วยกรองลมอัด (air filter) วาล์วปรับความดันพร้อมเกจ (pressure regulator) อุปกรณ์ผสมละอองน้ำมันหล่อลื่น (lubricator oiler)

3. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึง ลิ้นควบคุมชนิดต่าง ๆ ในระบบนิวแมติกส์ ซึ่งทำหน้าที่ควบคุมการเริ่มและหยุดการทำงานของวงจร ควบคุมทิศทางการไหลของลมอัด ควบคุมอัตราการไหลของลมอัดและควบคุมความดัน

4. อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังกล เช่น กระบอกสูบลมชนิดต่าง ๆ และมอเตอร์ลม

5. อุปกรณ์ในระบบท่อทาง ใช้เป็นท่อทางไหลของลมอัดในระบบนิวแมติกส์ระบบท่อนี้รวมถึงท่อส่งลมอัดและข้อต่อชนิดต่าง ๆ ด้วย

ระบบไฮดรอลิกส์

คำว่า hydraulics มาจากคำในภาษากรีก 2 คำ คือ hydro หมายถึง น้ำ และ aulis ซึ่งหมายถึง ท่อ (pipe) เดิมคำว่า hydraulics จึงหมายถึงเฉพาะการไหลของน้ำในท่อเท่านั้น แต่ปัจจุบันคำนี้หมายถึงการไหลของของเหลวทุกชนิดที่ใช้ในระบบเพื่อเป็นตัวกลางการถ่ายทอดกำลังงานในการเปลี่ยนแปลงกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล คือ ทำให้กระบอกสูบไฮดรอลิกส์และมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ทำงาน ตัวอย่างงานเช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิกส์ เครื่องอัด

เกียร์อัตโนมัติ เครน กว้าน รถแทรกเตอร์และเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ซึ่งขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร (2541, หน้า 11) ได้กล่าวว่า ระบบไฮดรอลิกส์จะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้

อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิกส์ (primary component)

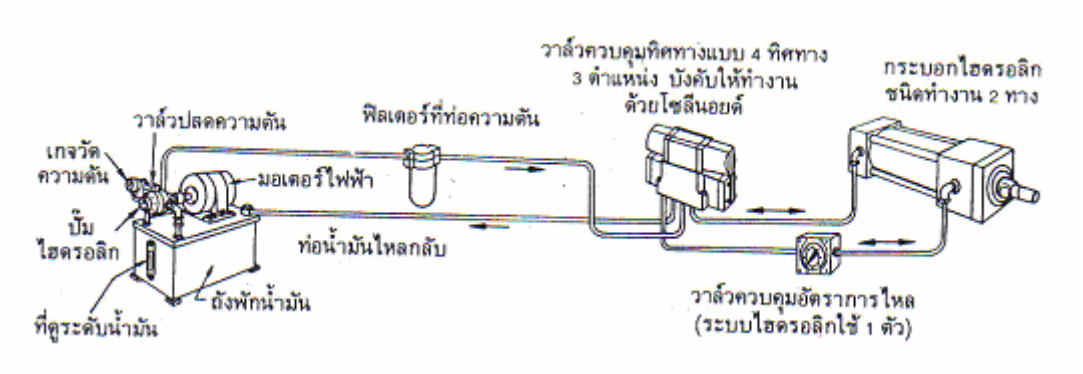
อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิกส์ (storage and treatment component)

อุปกรณ์สร้างการไหล (transferring component)

อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน (controlling component)

อุปกรณ์การทำงาน (actuator or working component)

อุปกรณ์ในระบบท่อทาง (piping system)



ภาพที่ 1.2 อุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์
ที่มา (ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร, 2541, หน้า 12)

1. อุปกรณ์ต้นกำลังไฮดรอลิกส์ ทำหน้าที่เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนปั๊มน้ำมันไฮดรอลิกส์เพื่อส่งจ่ายให้แก่ระบบไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วยเครื่องยนต์หรือมอเตอร์ไฟฟ้า

2. อุปกรณ์เก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมันไฮดรอลิกส์ ทำหน้าที่เป็นที่พักของน้ำมัน ขจัดสิ่งสกปรก ขจัดฟองอากาศ และระบายความร้อนของน้ำมันไฮดรอลิกส์ ประกอบด้วยถังพักน้ำมัน ไฮดรอลิกส์ ไส้กรองน้ำมันไฮดรอลิกส์ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่ใช้กับถังพักน้ำมัน

3. อุปกรณ์สร้างการไหล ทำหน้าที่สร้างอัตราการไหล ประกอบด้วยปั๊มไฮดรอลิกส์ชนิดต่าง ๆ

4. อุปกรณ์ควบคุมการทำงาน หมายถึง วาล์วควบคุมชนิดต่าง ๆ ในระบบไฮดรอลิก เช่น วาล์วควบคุมทิศทางการไหล ใช้ควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่ของก้านสูบ วาล์วควบคุมอัตรา

การไหลใช้จำกัดปริมาณน้ำมันที่เข้าลูกสูบเพื่อควบคุมความเร็วของก้านสูบ วาล์วควบคุมความดันใช้ควบคุมความดันในระบบ

5. อุปกรณ์การทำงาน ทำหน้าที่เปลี่ยนกำลังงานของไหลให้เป็นกำลังงานกล เช่น กระบอกสูบไฮดรอลิกส์หรือมอเตอร์ไฮดรอลิกส์

6. อุปกรณ์ในระบบท่อทาง ทำหน้าที่เป็นท่อทางการไหลของน้ำมันไฮดรอลิกส์ในระบบ ประกอบด้วยแป๊ป (pipe) ท่อ (tube) สายน้ำมันไฮดรอลิกส์ (hoses) ข้องอ (bendling) และข้อต่อชนิดต่าง ๆ (fittings)

อุปกรณ์ในระบบไฮดรอลิกส์แต่ละอย่างมีความสำคัญด้วยกันทั้งนั้นและสามารถนำไปใช้งานอุตสาหกรรมต่าง ๆ ดังนี้

1. ระบบไฮดรอลิกส์ในโรงงานอุตสาหกรรม (industrial hydraulics)
2. ระบบไฮดรอลิกส์ในโรงงานอุตสาหกรรมเหล็กกล้า งานวิศวกรรมโยธา และสถานีกำเนิดไฟฟ้า (hydraulics in steelworks, civil engineering and generating stations)
3. ระบบไฮดรอลิกส์ในยานยนต์อุตสาหกรรม (mobile machinery hydraulics)
4. ระบบไฮดรอลิกส์ในเรือเดินทะเล (hydraulics for marine applications)
5. ระบบไฮดรอลิกส์ในงานเทคนิคเฉพาะอย่าง (hydraulics in special technical application)

ความดัน

ความดัน (pressure; P) หมายถึง แรงกดดันบรรยากาศต่อพื้นที่ 1 หน่วยพื้นที่ เครื่องมือวัดความดัน ได้แก่ แมนนอมิเตอร์ บารอมิเตอร์ ใช้เป็นเกจ (gauge) วัดความดัน

หน่วยวัดความดันทางเทคนิคหรือวัดเป็นบรรยากาศทางเทคนิค [(at) atmospherel] มีหลายหน่วย เช่น กิโลปอนด์/ตารางเซนติเมตร (kp/cm^2) หรือนิวตัน/ตารางเมตร (N/m^2) หรือปอนด์/ตารางนิ้ว (lb/in^2) หรือพาสคัล (Pascal) หรือกิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf/cm^2)

ความดันอากาศที่วัดเทียบกับสุญญากาศสัมบูรณ์ เรียกว่า “ความดันสัมบูรณ์” (absolute pressure) ส่วนความดันอากาศที่วัดเทียบกับความดันอากาศ “ความดันเกจ (gauge pressure) โดยทั่วไปจะใช้ความดันสัมบูรณ์เมื่อใช้สมการด้านทฤษฎีทางนิวแมติกส์ ในขณะที่โดยปกติจะใช้ความดันสัมบูรณ์เมื่อสมการด้านทฤษฎีทางนิวแมติกส์ ในขณะที่โดยปกติจะใช้ความดันเกจแสดงค่าความดันอากาศ ดังนั้นเกจวัดความดันจะแสดงค่าความดันที่เทียบกับความดันอากาศ ดังนั้นเกจวัดความดันจะแสดงค่าความดันที่เทียบกับความดันบรรยากาศ ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร

ภาพที่ 1.3 การอ่านค่าความดันแบบต่าง ๆ
ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 38)

1. ความดันบรรยากาศ P_{atm} (atmospheric pressure) คือ ความดันสภาวะบรรยากาศปกติ ที่มีค่าเท่ากับ 1.013 บาร์ ในระบบเอสไอ หรือ 1.033 กิโลกรัมแรง/ตารางเซนติเมตร (kgf/cm^2) ในระบบเมตริก หรือ 14.7 ปอนด์/ตารางนิ้ว (lb/in^2) ในระบบอังกฤษ ความดันที่เกิด ณ จุดต่าง ๆ บนผิวโลกจะแตกต่างกันตามระดับความสูงและภูมิอากาศ

2. ความดันสัมบูรณ์ P_{abs} (absolute pressure) คือ ความดันบรรยากาศตั้งแต่ความดันสุญญากาศถึงความดันเกจ

3. ความดันเกจ P_{gage} (gauge pressure) คือ ค่าที่อ่านได้จากเกจวัดความดันของของไหลที่ต่อกับเกจและความดันบรรยากาศ เป็นความดันที่แสดงค่าสูงกว่าความดันบรรยากาศจะมีค่าเป็นศูนย์ในสภาวะปกติหรือความดันบรรยากาศ

4. ความดันสูญญากาศ P_{vac} (vacumm pressure) คือ ความดันจากความดันศูนย์สัมบูรณ์ [(0 atm)(absolute zero pressure)] ไปจนถึงความดันบรรยากาศ เป็นค่าซึ่งต่ำกว่าความดันบรรยากาศ เกจวัดความดันมีค่าเป็นลบ

5. ความดันศูนย์สัมบูรณ์ P_{absz} (absolute zero pressure) คือ ความดันที่มีค่าเป็นศูนย์ ซึ่งถือว่าความดันสัมบูรณ์ต่ำสุด

ตาราง 1.1 การเปรียบเทียบปริมาณ สัญลักษณ์ หน่วยที่ใช้ในระบบเอสไอ

ปริมาณ	สัญลักษณ์	หน่วย	การเปลี่ยนหน่วย	สูตร
ความยาว (length)	l	เมตร หรือ ม. (m)	ม. = 100 ซม.	
พื้นที่ (area)	A	ตารางเมตร หรือ ม.^{2} (m^2)	1 ม.^{2} = 10000 ซม.^{2}	□ A = a × b A = π $D^2/4$
ปริมาตร (volume)	V	ลูกบาศก์เมตร หรือ ม.^{3} (m^3)	1 ลิตร = 0.03 ฟุต^3 1 ม.^{3} = 10^6 ซม.^{3} 1 ม.^{3} = 35.31 ลูกบาศก์ฟุต 1 ฟุต^3 = 0.02 ม.^{3} 1 ฟุต^3 = 28.31 ลิตร	V = A × h
เวลา (time)	t	วินาที (s) นาที (min)	1 วินาที = 1/60 นาที	
ความเร็ว (speed/velocity)	v	เมตร/วินาที (m/s)		v = s/t v = $\frac{Q}{A}$
อัตราเร่ง (acceleration)	a	เมตร/วินาที^{2} (m/s^2)	g = 9.81 เมตร/วินาที^{2}	
อัตราการไหล (volumetric flow)	Q	ลูกบาศก์เมตร/วินาที หรือ ม.^{3}/วินาที (m^3/s) ลูกบาศก์ฟุต/นาที (cubic foot per minute ; cfm) [เทคนิค]	1 ฟุต^3/นาที = 0.00047 เมตร^3/วินาที 1 ลิตร/วินาที = 2.11 ฟุต^3/นาที 1 เมตร^3/วินาที = 2119 ฟุต^3/นาที	Q = v/t Q = AV Q = As/t
การหมุนด้วยความเร็ว (speed of rotation)	n	รอบ/วินาที หรือ รอบ/นาที (1/s, 1/min) rpm	1 วินาที = 60/นาที	

ตาราง 1.1 การเปรียบเทียบปริมาณ สัญลักษณ์ หน่วยที่ใช้ในระบบเอสไอ (ต่อ)

ปริมาณ	สัญลักษณ์	หน่วย	การเปลี่ยนหน่วย	สูตร
มวล (mass)	m	กิโลกรัม (kg) กิโลปอนด์วินาที^{2}/เมตร (kps^2/m) [เทคนิค]	1 กิโลกรัม = 1/9.81 กิโลปอนด์วินาที^{2}/เมตร (kps^2/m)	
แรง (force)	F	นิวตัน (N) กิโลปอนด์ (kp) [เทคนิค]	1 นิวตัน = 0.102 กิโลปอนด์ (kp) 1 นิวตัน = 1 กิโลกรัมเมตร/วินาที^{2} (kgm/sec^2)	$F = m \times a$ $F = ma$
ความดัน (pressure)	P	นิวตัน/ตารางเมตร หรือ นิวตัน/ม.^{2} (N/m^2)	1 นิวตัน/ม.^{2} = 10^{-5} บาร์ = 1 พาสคัล 1 บาร์ = 10 นิวตัน/ซม.^{2} = 10^5 นิวตัน/ม.^{2} = 14.5 psi = 10^5 พาสคัล 1.01 บาร์ = 14.69 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว [(pound per square inch) : psi]	$P = F/A$
		กิโลปอนด์/ตารางเซนติเมตร (kp/cm^2) [เทคนิค]	1 psi = 0.07 กิโลปอนด์/เซนติเมตร^2 (kp/cm^2) 1 พาสคัล (Pa) = 10^{-5} บาร์ 1 กิโลกรัม/ซม.^{2} = 98.06 กิโลพาสคัล (kpa)	
		พาสคัล (Pa)	1 นิวตัน = 0.1 กิโลกรัมแรง (kgf) 1 กิโลกรัมแรง (kgf) = 10 นิวตัน(N) 1 บาร์ = 1.02 กิโลกรัมแรง/ซม.^{2} (kgf/cm^2) 1 กิโลกรัมแรง/ซม.^{2} = 0.981 บาร์	

ตาราง 1.1 การเปรียบเทียบปริมาณ สัญลักษณ์ หน่วยที่ใช้ในระบบเอสไอ (ต่อ)

ปริมาณ	สัญลักษณ์	หน่วย	การเปลี่ยนหน่วย	สูตร
อุณหภูมิ (temperature)	T	องศาฟาเรนไฮต์ (^{o}F) องศาเซลเซียส (^{o}C) แรงคิน (R) เคลวิน (K)	$^{o}C = \left(\frac{100}{180} \times {}^{o}F\right) - 32$ $^{o}F = \left(\frac{180}{100} \times {}^{o}C\right) + 32$	$K = {}^{o}C + 273$ $R = {}^{o}F + 419.67$

ที่มา (ฐิฑารีย์ ถมยา, 2546, หน้า 36-37)

หน่วยพาสคัล

แต่เดิมหน่วยต่าง ๆ ที่ใช้กันทั่วโลกมีทั้งระบบหลา (yard system) ระบบปอนด์ (pound system) ระบบเมตริก (metric system) และระบบความถ่วงจำเพาะ (specific gravity system) หน่วยต่าง ๆ เหล่านี้ก็ใช้กันในสาขาวิศวกรรมในยุคที่ไม่มีระบบเป็นสากลที่เป็นแบบเดียวกัน อย่างไรก็ตามในปี ค.ศ. 1960 จากการประชุมนานาชาติเรื่องน้ำหนักและการวัด ได้ตกลงเรื่องการนำระบบหน่วยเอสไอ (international system of units) มาใช้เป็นหน่วยระหว่างชาติ และประเทศญี่ปุ่นเริ่มใช้หน่วยเอสไอนี้ในปี ค.ศ. 1974

หน่วยเอสไอนี้ มีรากฐานมาจากหน่วยของแรงนิวตัน (N) ซึ่งคิดค้นโดยเซอร์ ไอแซก นิวตัน (นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษผู้มีชื่อเสียงในด้านกฎความโน้มถ่วงสากล ระหว่างปี ค.ศ. 1642 – 1727)

1 พาสคัล คือ ความดันที่เกิดจากการใช้แรง 1 นิวตัน กดลงบนพื้นที่ 1 ตารางเมตร อย่างสม่ำเสมอ

$$1 \text{ Pascal} = \frac{1 \text{ Newton}}{1 \text{ square meter}}$$

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N} / \text{m}^2$$

$$= 1 \text{ kg} - \text{m} / \text{s}^2 . \text{m}^2$$

เนื่องจากหน่วยพาสคัลเป็นหน่วยเล็กมากเวลาเขียนต้องใช้ตัวเลขหลายหลัก จึงมีหน่วยบาร์ (bar) เพื่อใช้เขียนแทนหน่วยพาสคัล คือ

$$1 \text{ bar} = 10^5 \text{ Pa}$$
$$= 100{,}000 \text{ Pa}$$

หน่วยของบาร์ (bar) เปลี่ยนให้เป็นหน่วยของความดัน (kgf/cm^2) ได้ดังต่อไปนี้

$$1 \text{ kgf}/\text{cm}^2 = 0.980665 \text{ bar}$$
$$= 0.981 \text{ bar}$$
$$1 \text{ bar} = 1.01972 \text{ kgf}/\text{cm}^2$$
$$= 1.02 \text{ kgf}/\text{cm}^2$$

จะเห็นว่าหน่วย bar และ kgf/cm^2 มีค่าใกล้เคียงกันมาก ดังนั้นจึงอนุโลมให้ใช้ในกรณีของระบบนิวแมติกส์ว่า $1 \text{ bar} = 1 \text{ kgf}/\text{cm}^2$

สำหรับหน่วยปอนด์ (pounds) หรือปอนด์แรงต่อตารางนิ้ว [pounds-force/square inch (psi)] เปลี่ยนให้เป็นหน่วย เอสไอ ได้ดังต่อไปนี้

$$1 \text{ bar} = 14.5 \text{ psi}$$
$$1 \text{ psi} = 0.0695 \text{ bar}$$
$$= 0.07 \text{ bar}$$
$$= 7000 \text{ Pa}$$

หน่วยของแรงซึ่งใช้เป็นกิโลกรัมแรง (kilogram-force) (kgf) นั้น ถ้าเป็นหน่วยใน SI แล้ว ใช้เป็นนิวตัน (Newton) (N) เมื่อต้องการเปลี่ยนหน่วยเป็นกิโลกรัมแรงให้เป็นหน่วยนิวตัน

$$1 \text{ N} = 0.102 \text{ kgf}$$
$$1 \text{ kgf} = 9.81 \text{ N}$$

ในทางปฏิบัติจริงของระบบนิวแมติกส์ จะอนุโลมค่า N และ kgf ดังต่อไปนี้

$$1 \text{ N} = 0.1 \text{ kgf}$$
$$1 \text{ kgf} = 10 \text{ N}$$

หน่วยของงาน (work) ที่เป็น kgf-m หรือ kgf-cm เช่น หน่วยของแรงบิดหรือทอร์ก (torque) นั้นเปลี่ยนให้เป็นหน่วย เอสไอ แทนด้วยจูล (Joule) (J) ดังต่อไปนี้

$$1\ J = 1\ N\text{-}m$$
$$= 1\ m^2\ kg / s^2$$

ในทำนองเดียวกันการเปลี่ยนหน่วยจาก kgf-m หรือ kgf-cm เป็นหน่วย Joule นั้นจะเกิดค่าผิดพลาดได้ประมาณ 2 เปอร์เซ็นต์ ดังต่อไปนี้

$$1\ J = 0.102\ kgf\text{-}m$$
$$1\ kgf\text{-}m = 9.81\ J$$

ในทางปฏิบัติของระบบนิวแมติกส์จะอนุโลมค่า Joule และ kgf-m ดังต่อไปนี้

$$1\ J = 0.01\ kgf\text{-}m$$
$$1\ kgf\text{-}m = 10\ J$$

หน่วยของกำลัง (power) ในสมัยก่อนใช้เป็นกำลังม้า (horse power) (hp) แต่หน่วยเอสไอ แทนด้วย Watt (W) ดังต่อไปนี้

$$1\ W = 1\ N\text{-}m / s$$
$$= 1\ m^2\ kg / s^3$$

หน่วยของความหนืดจลน์ (kinematic viscosity) ที่ใช้ในระบบนิวแมติกส์เป็นหน่วย [stokes (St)] หรือเซนทิสโตก [centistokes (cSt)] หน่วย เอสไอ จะแทนด้วยตารางเซนติเมตร/วินาที [square meters per second (m^2/s)] ดังต่อไปนี้

$$1\ cSt = 1/10^6 \times m^2/s$$
$$1\ m^2/S = 10^6\ cSt$$
$$= 10^4\ St$$

กฎเบื้องต้นของลมอัด

กฎเบื้องต้นของลมอัด ได้แก่ กฎการส่งผ่านความดันของพาสคัล กฎปริมาตรและความดันลมของบอยล์

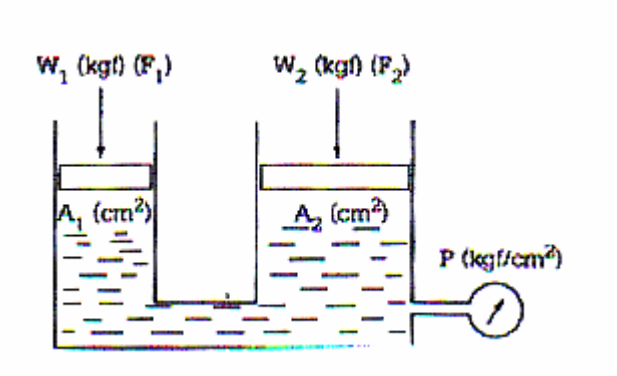
1. กฎของพาสคัล (กฎส่งผ่านความดัน)

แบลส์ พาสคัล (ชาวฝรั่งเศส ระหว่างปี ค.ศ. 1623-1662) ได้ทำการทดลองพิสูจน์กฎพาสคัลซึ่งเกี่ยวกับการส่งผ่านความดันสถิตหรือความดันนิ่ง (static pressure) กฎนี้กล่าวว่า "ความดันที่กระทำต่อส่วนใดส่วนหนึ่งของของไหลที่อยู่นิ่งในภาชนะปิด ความดันที่เพิ่มขึ้นจะถูกถ่ายโอนไปยังทุก ๆ จุดในของไหลและจะกระทำต่อทุกส่วนของภาชนะในแนวตั้งฉาก" ในภาพที่ 1.4 ในกรณีที่ลูกสูบมีพื้นที่หน้าตัด A_1 (cm^2) และ A_2 (cm^2) ถ้ามีแรง F_1 หรือน้ำหนัก W_1 (kgf) กระทำบนลูกสูบ A_1 แล้ว จะมีแรงเกิดขึ้นเป็น W_2 หรือ F_2 (kgf) ขึ้นที่ลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด A_2 ดังนี้

$$\frac{W_1}{A_1} = \frac{W_2}{A_2} = P \text{ (kgf/cm}^2\text{)}$$

ดังนั้น $W_2 = \dfrac{W_1 \times A_2}{A_1}$ (kgf)

ถ้าพื้นที่หน้าตัด A_1 เล็กกว่า A_2 แรง W_2 จะมากกว่า W_1



ภาพที่ 1.4 กฎของพาสคัล

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 16)

ตัวอย่าง 1.1 กำหนดให้ W_1 หรือ $F_1 = 15$ kgf กระทำกับพื้นที่หน้าตัด $A_1 = 2\ cm^2$ จงหาค่า W_2 หรือ F_2 ที่กระทำกับพื้นที่ A_2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ $18\ cm^2$ และความดัน P เท่าไร

วิธีทำ สูตร $\frac{W_1}{A_1} = \frac{W_2}{A_2} = P\ (kgf/cm^2)$

$$W_2 = \frac{W_1 \times A_2}{A_1} \quad (kgf)$$

$$= \frac{15\ kgf \times 18\ cm^2}{2\ cm^2}$$

$$= 135\ kgf$$

น้ำหนักหรือแรงที่กระทำกับพื้นที่ $A_2 = 135$ kgf

$$P = \frac{W_1}{A_1} = \frac{W_2}{A_2}$$

$$= \frac{15}{2} = \frac{135}{18}$$

$$= 7.5\ kgf/cm^2$$

2. กฎของบอยล์

กฎนี้คิดค้นขึ้นโดยโรเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle ชาวอังกฤษ ระหว่างปี ค.ศ. 1627-1691) กล่าวว่า ถ้าลูกสูบในกระบอกสูบซึ่งมีแก๊สบรรจุอยู่ภายใน ปริมาตรแก๊สจะลดลงในขณะที่ความดันแก๊สเพิ่มขึ้น หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งว่า “ณ อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรของแก๊สจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันแก๊สนั้น”

นั่นคือ $P_1 \times V_1 = P_2 \times V_2 =$ คงที่

เมื่อ P_1 คือ ความดันสัมบูรณ์เริ่มต้น มีหน่วยเป็น kgf/cm^2. abs

P_2 คือ ความดันสัมบูรณ์สุดท้าย มีหน่วยเป็น kgf/cm^2. abs

V_1 คือ ปริมาตรเริ่มต้น มีหน่วยเป็น litre

V_2 คือ ปริมาตรสุดท้าย มีหน่วยเป็น litre

หลักการพื้นฐานของระบบไฮดรอลิกส์

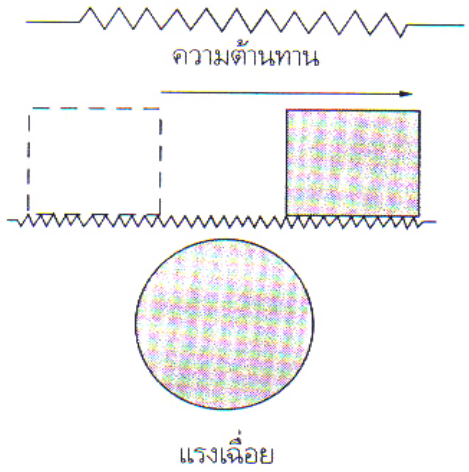
ระบบไฮดรอลิกส์มีการพัฒนาและได้ประยุกต์มาใช้งานมาตลอด หรือกล่าวได้ว่าระบบไฮดรอลิกส์เป็นปัจจัยสำคัญในการช่วยเหลือมนุษย์ ทั้งการขนส่ง การโยธา สามารถพบเห็นได้ทั่วไปในชีวิตประจำวัน วรุณ คุณวารี (2541, หน้า 13) อธิบายว่า วิชาไฮดรอลิกส์เป็นวิชาที่เกี่ยวกับกฎเกณฑ์ที่ครอบคลุมถึงความดันและการไหลของของไหล ตลอดจนการนำกฎเกณฑ์เหล่านี้ไปประยุกต์กับงานทางด้านวิศวกรรม คำว่าของไหล (fluid) ในที่นี้คือ ของเหลว (liquids) จึงจำเป็นต้องทราบหลักการพื้นฐานดังนี้

1. แรง (force)

แรง หมายถึง การกระทำของวัตถุกับวัตถุ ซึ่งอาจเป็นการผลักหรือการฉุดที่สามารถสร้างการเปลี่ยนแปลงโดยการเคลื่อนที่ของวัตถุ ซึ่งอาจพยายามที่จะเปลี่ยนสภาวะการหยุดนิ่งให้เกิดการเคลื่อนที่หรือสภาวะการเคลื่อนที่ของวัตถุให้หยุดเคลื่อนที่ได้

2. ความต้านทาน (resistance)

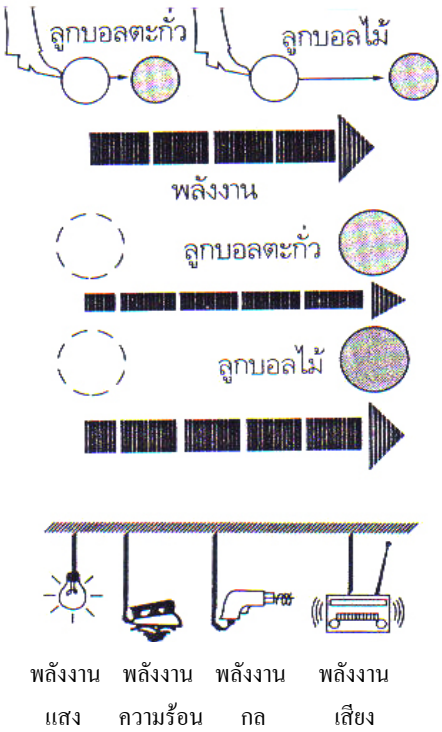
ความต้านทาน เป็นแรงที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่หยุดนิ่งหรือเกิดการหน่วง เช่น ความต้านทาน (friction) แรงเฉื่อย (intertia force) ลูกบอลตะกั่วจะมีแรงเฉื่อยมากกว่าลูกบอลไม้ ถ้าลูกบอลทั้งสองเคลื่อนที่ด้วยแรงเท่ากัน ลูกบอลไม้จะเคลื่อนที่ไปไกลและเร็วกว่าลูกบอลตะกั่ว เนื่องจากลูกบอลตะกั่วมีความต้านทานในการเคลื่อนที่มากกว่าดังภาพที่ 1.5



ภาพที่ 1.5 ความต้านทานและแรงเฉื่อย
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 2)

3. พลังงาน (energy)

พลังงาน คือ ความสามารถในการทำงานหรือการใช้กำลังให้เกิดงาน ซึ่งแรงเฉื่อยก็เป็นพลังงานอย่างหนึ่ง เช่น ถ้าให้ลูกบอลไม้และตะกั่วว่ิงด้วยความเร็วเท่ากัน ลูกบอลตะกั่วจะหยุดว่ิงได้ยากกว่าลูกบอลไม้เนื่องจากมีความเฉื่อยมากกว่า ตัวอย่างของพลังงานคือ พลังงานกล พลังงานไฟฟ้า พลังงานความร้อน พลังงานแสง พลังงานเคมี พลังงานเสียง พลังงานที่กล่าวมานี้ไม่สามารถสร้าง ทำลายหรือไม่สูญหาย แต่จะเปลี่ยนเป็นพลังงานรูปอื่นดังภาพที่ 1.6



ภาพที่ 1. 6 พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 2)

4. พลังงานจลน์และพลังงานศักย์ (kinetic energy & potential energy)

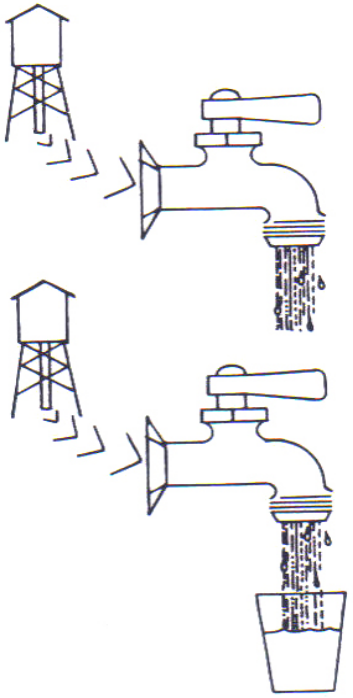
พลังงานจลน์ เป็นพลังงานที่ทำให้โมเลกุลภายในของวัตถุเกิดการเคลื่อนที่ เช่น น้ำที่ไหลจากถังน้ำประปามาตามท่อทางทำให้เกิดการเคลื่อนที่

พลังงานศักย์ เป็นการเก็บน้ำประปาเอาไว้ในถังหรือเป็นน้ำไหลจากก๊อก และถูกเก็บเอาไว้ในแก้วน้ำ ดังแสดงภาพที่ 1.7

5. งาน (work) **และกำลัง** (power)

งาน คือแรงที่ไปกระทำให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่ไปในทิศทางที่แรงกระทำ ฉะนั้นจำนวนของงานจะแสดงอยู่ในรูปของแรงและระยะทาง หน่วยของงานคือนิวตัน-เมตร เช่น รถฟอร์กลิฟต์ใช้แรง 2,500 นิวตัน ยกน้ำหนักในแนวดิ่งเป็นระยะทาง 2 เมตร จะได้งานเท่ากับ 5,000 นิวตัน-เมตร

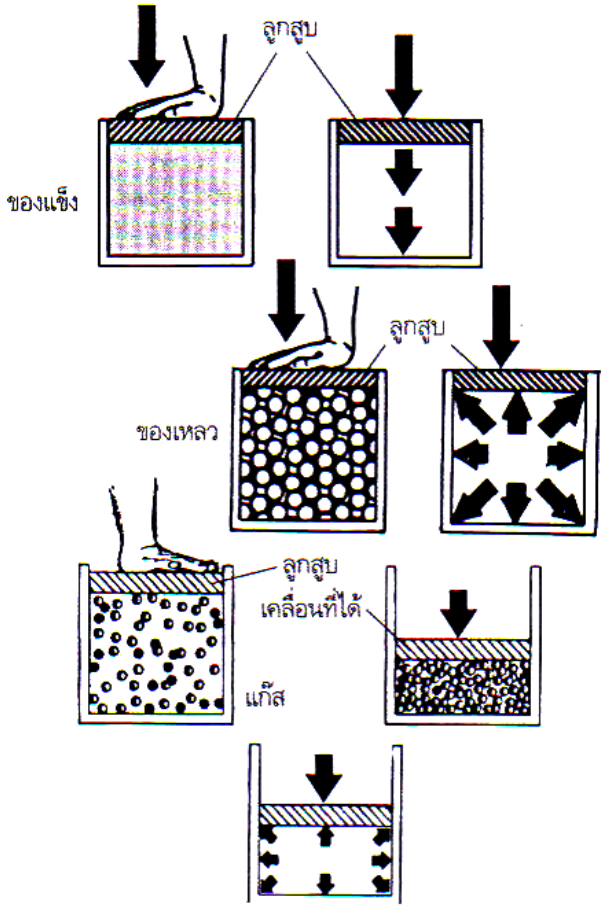
กำลัง คือระยะทางที่ทำให้วัตถุเคลื่อนที่มีหน่วยเป็นเมตรคูณด้วยแรงที่ใช้มีหน่วยเป็นนิวตัน หารด้วยเวลาที่ใช้มีหน่วยเป็นวินาที เช่น ใส่งานให้กับรถบรรทุกของเท่ากับ 1,400 นิวตัน-เมตรต่อวินาที โดยทั่วไปหน่วยของกำลังวัดเป็นกำลังม้า (horse power, hp หรือวัตต์)



ภาพที่ 1.7 พลังงานจลน์และพลังงานศักย์
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 3)

6. การส่งผ่านแรง (force transmission)

เมื่อมีแรงมากระทำกับลูกสูบที่ภาชนะใส่ของแข็งเอาไว้จะเกิดการส่งผ่านแรงจากของแข็งไปยังทิศทางตรงกันข้ามเพียงแรงเดียว แต่ถ้ามีแรงมากระทำกับลูกสูบที่ภาชนะใส่ของเหลวจะมีแรงกระทำในรูปของความดัน ในทุกทิศทุกทางเท่า ๆ กัน แต่ถ้าเป็นแก๊สจะทำให้เกิดความดันในทุกทิศทางเท่า ๆ กัน เหมือนกับของเหลว แต่แก๊สนั้นทำให้ลูกสูบเคลื่อนที่ได้ดังภาพที่ 1.8 ซึ่งมีภาพอยู่ 7 ภาพ จะแสดงถึงใช้แรงกดลงบนลูกสูบนั้นจะประกอบด้วย ของแข็ง ของเหลวและแก๊ส



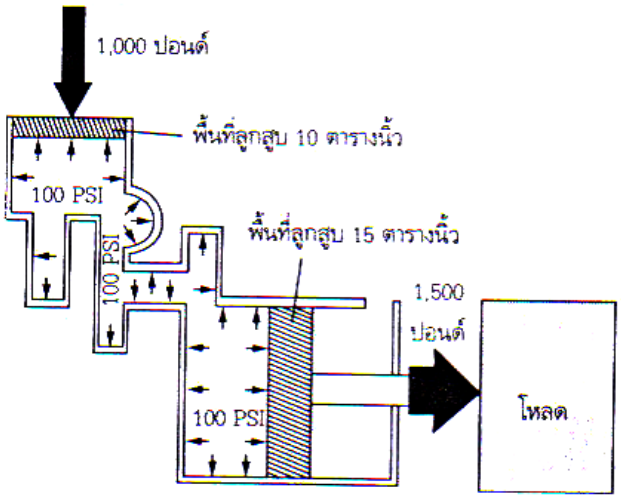
ภาพที่ 1.8 การส่งผ่านแรง

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 3)

7. ความดัน (pressure) **แรง** (force) **และพื้นที่** (area)

$$\text{ความดัน (P)} = \frac{\text{แรง (F)}}{\text{พื้นที่ (A)}}$$

อธิบายภาพที่ 1.9 ได้ว่า ถ้าใช้แรง 1,000 ปอนด์ กดลงไปที่ลูกสูบขนาดพื้นที่ 10 ตารางนิ้ว จะทำให้เกิดความดันของน้ำมันภายในภาชนะเท่ากับ 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว (P = F/A = 1,000/10) และความดัน 100 ปอนด์/ตารางนิ้วนี้ กระทำกับพื้นที่ลูกสูบขนาด 15 ตารางนิ้ว ก็จะได้แรงเท่ากับ 1,500 ปอนด์ ออกไปดันภาระ (F = PA = 100 x 15)



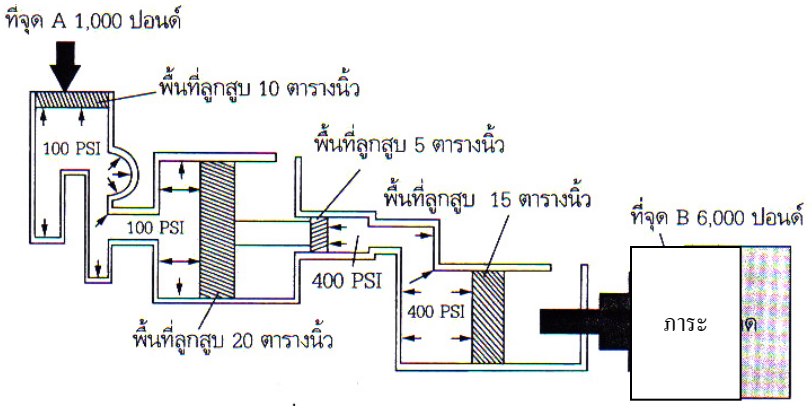
ภาพที่ 1.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง ความดันและพื้นที่

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 5)

8. การเพิ่มแรง (intensifer)

อธิบายภาพที่ 1.10 ได้ดังต่อไปนี้

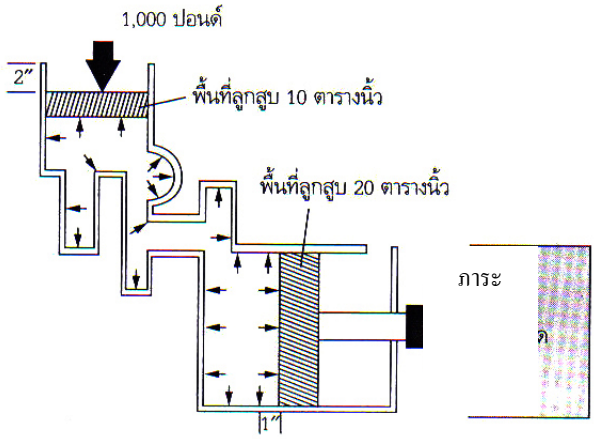
ที่จุด A ออกแรง 1,000 ปอนด์กดบนลูกสูบขนาดพื้นที่ 10 ตารางนิ้ว จะได้ความดันของน้ำมันเท่ากับ 100 ปอนด์/ตารางนิ้ว กระทำในทุกทิศทุกทางเท่า ๆ กัน ถ้าไปกระทำพื้นที่ขนาด 20 ตารางนิ้ว ก็จะได้แรงเท่ากับ 100 x 20 เท่ากับ 2,000 ปอนด์ไปกระทำบนพื้นที่ 5 ตารางนิ้ว ทำให้เกิดความดันเท่ากับ 400 ปอนด์/ตารางนิ้ว (2,000/5) และความดันขนาด 400 ปอนด์/ตารางนิ้ว ไปกระทำกับพื้นที่ขนาด 15 ตารางนิ้ว จึงได้แรงออกไปดันภาระเท่ากับ 6,000 ปอนด์ (400 x 15)



ภาพที่ 1.10 การเพิ่มแรง

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 5)

ถ้าให้ลูกสูบซึ่งมีพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางนิ้ว เคลื่อนที่ไปในระยะทาง 2 นิ้ว จะทำให้ลูกสูบขนาดพื้นที่หน้าตัด 20 ตารางนิ้วเคลื่อนที่ได้เพียง 1 นิ้ว เท่านั้น ปริมาตรกระบอกสูบเท่ากับพื้นที่หน้าตัดลูกสูบคูณด้วยระยะชักดังแสดงในภาพที่ 1.11

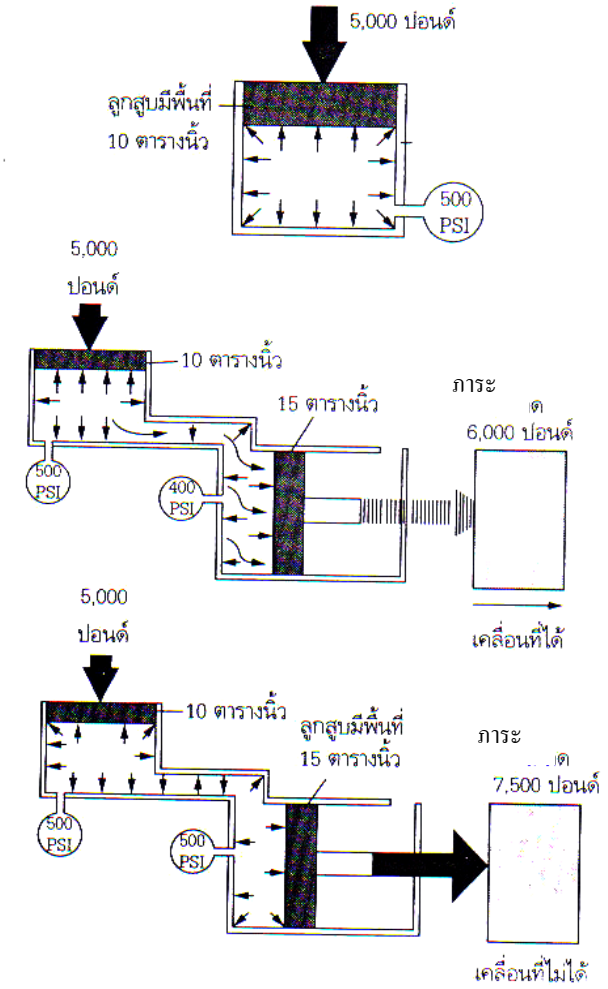


ภาพที่ 1.11 ปริมาตรของของเหลว

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 5)

การส่งผ่านแรงด้วยระบบไฮดรอลิกส์

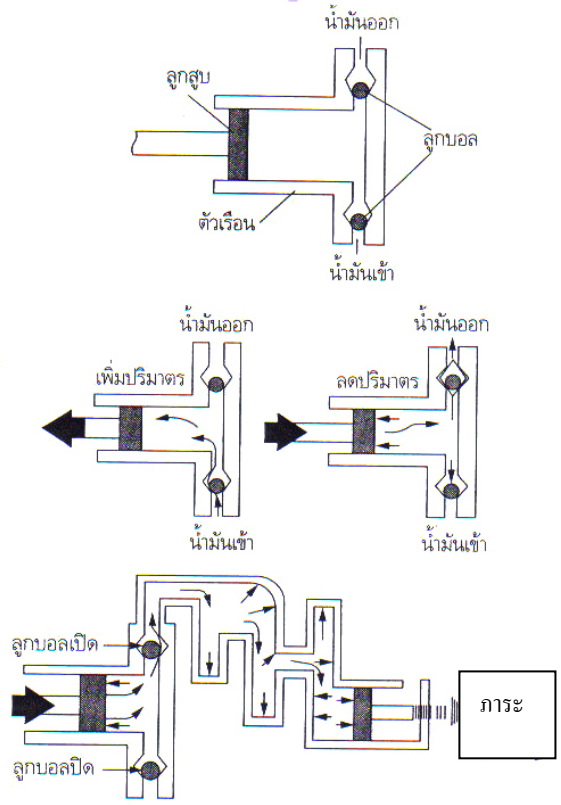
จากภาพที่ 1.12 เป็นวิธีการทดความดันในระบบไฮดรอลิกส์ให้ได้ความดันมากขึ้น เพื่อ ให้กระบอกไฮดรอลิกส์ที่ใช้งานเกิดแรงได้มากขึ้น โดยใช้กระบอกไฮดรอลิกส์ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เท่ากันติดต่อกันเป็นตัวสร้างความดัน ตัวอย่างเช่น ใช้แรงขนาด 5,000 ปอนด์ กระทำลงไปที่ลูกสูบขนาดพื้นที่หน้าตัด 10 ตารางนิ้ว ในภาชนะที่มีของเหลวอยู่เต็ม จะทำให้เกิดความดันของน้ำมันเท่ากับ 500 ปอนด์/ตารางนิ้ว ภาชนะที่เก็บพลังงานศักย์นี้เรียกว่าถังสะสมความดัน (accumulator) ซึ่งสามารถเปลี่ยนไปเป็นรูปของพลังงานการทำงาน (ความดันและการไหล) ได้ ถ้าหากมีภาระขนาด 6,000 ปอนด์ กระทำอยู่กับลูกสูบที่มีพื้นที่ 15 ตารางนิ้ว จะเกิดความดันเท่ากับ 400 ปอนด์/ตารางนิ้ว ในกรณีนี้ภาระสามารถเคลื่อนที่ไปได้ แต่ถ้าหากเพิ่มค่าภาระเป็น 7,500 ปอนด์ ให้กระทำกับพื้นที่ลูกสูบขนาด 15 ตารางนิ้วเท่าเดิม ถ้าจะให้ภาระเคลื่อนที่นั้นจะต้องใช้ความดันมากกว่า 500 ปอนด์/ตารางนิ้วในกรณีนี้ภาระจึงเคลื่อนที่ไม่ได้



ภาพที่ 1.12 ถังสะสมความดัน

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2547, หน้า 7)

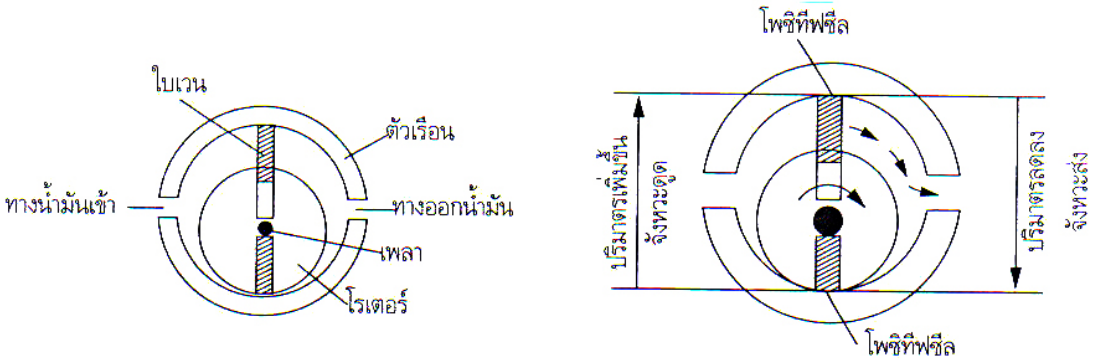
จากหลักการของถังสะสมความดัน ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้นจะไม่สามารถสร้างการไหลของน้ำมันได้อย่างต่อเนื่องได้จึงทำให้ไม่สามารถดันให้ภาระเคลื่อนที่ต่อไปได้ ซึ่งวิธีการแก้ปัญหาจึงใช้ปั๊มแบบโพซิทิฟ (positive) ดังภาพที่ 1.13 คือ เมื่อลูกสูบเคลื่อนที่ออกจะทำให้ปริมาตรในห้องลูกสูบเพิ่มขึ้นทำให้ความดันลดน้อยลง ความดันทางท่อน้ำมันเข้าที่มีแรงดันสูงกว่าจึงเข้ามาแทนที่ ขณะเดียวกันเมื่อลูกสูบเคลื่อนที่กลับจะส่งน้ำมันออกตามทิศทางน้ำมันออก



ภาพที่ 1.13 การทำงานของปั๊มแบบโพซิทีฟ

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 8)

ปั๊มแบบโพซิทีฟมีการทำงานแบบให้ลูกสูบเคลื่อนที่ไป-กลับ แล้วยังมีปั๊มแบบโรตารี่ ซึ่งเป็นแบบโพซิทีฟ เพราะมีการหมุนต่อเนื่องสามารถขับได้ด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าหรือเครื่องยนต์ดัง ภาพที่ 1.14

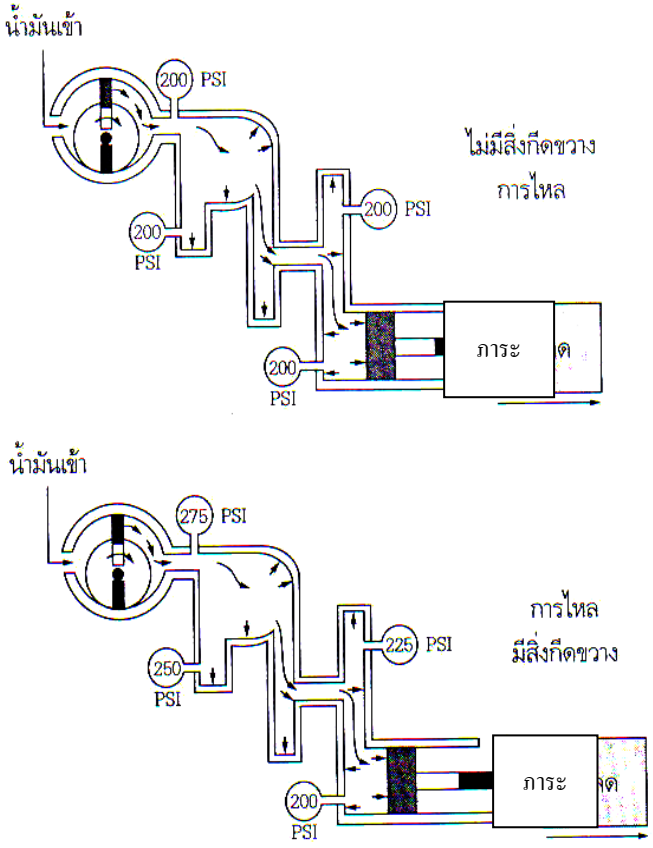


ภาพที่ 1.14 ปั๊มแบบโรตารีชนิดโพซิทิฟ

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 8)

ปั๊มแบบโรตารีมีการทำงานโดยใช้หลักในการเพิ่มและลดปริมาตรเช่นเดียวกับปั๊มแบบลูกสูบทั่ว ๆ ไป เมื่อโรเตอร์หมุนจะทำให้ใบเวนหมุนกวาดน้ำมันไปด้วย (จุดศูนย์กลางของโรเตอร์กับเรือนปั๊มอยู่คนละจุด) จึงเป็นการเพิ่มปริมาตรทำให้ความดันลดลงจึงเป็นจังหวะดูดน้ำมัน แต่ใบเวนหมุนต่อไปถึงจุดที่ต้องลดปริมาตร ซึ่งเป็นจังหวะส่งน้ำมันและมีท่อส่งน้ำมันออกอยู่ในบริเวณนั้น

ในระบบไฮดรอลิกส์จะมีความสัมพันธ์ระหว่างความดันและความต้านทานดังภาพที่ 1.15 ความดันจะเกิดจากการไหลมีสิ่งกีดขวาง ถ้าสิ่งกีดขวางมีค่ามาก ความดันก็ยิ่งมากตามไปด้วย ดังนั้น ถ้าค่าความต้านทานสูง ปั๊มก็ต้องมีความดันสูง ทำนองเดียวกันถ้าค่าความต้านทานต่ำ ปั๊มก็จะมีความดันต่ำซึ่ง ณรงค์ ตันชะวงศ์ (2544, หน้า 9) ได้กล่าวถึงค่าความต้านทานในระบบไฮดรอลิกส์เกิดจาก 2 แหล่งด้วยกัน คือ



ภาพที่ 1.15 ความดันและความต้านทาน

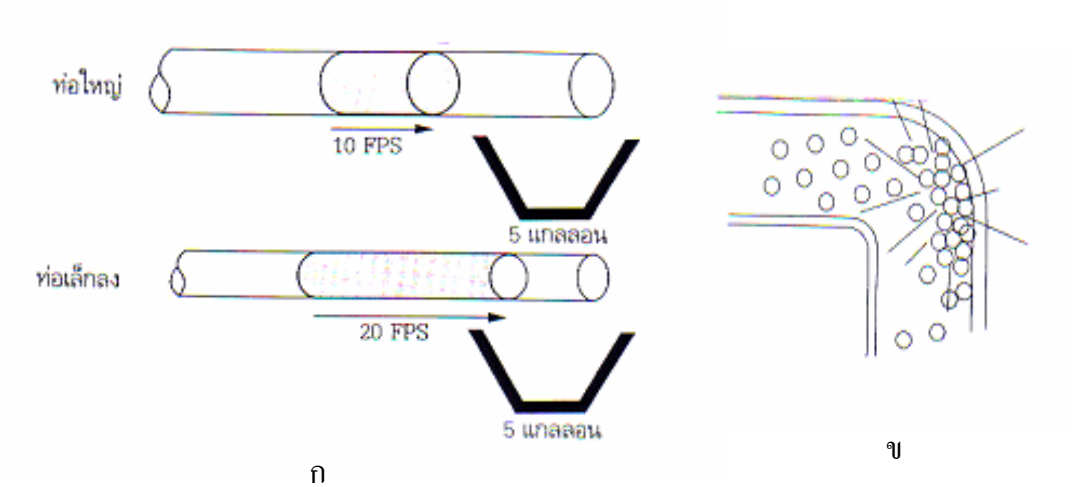
ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 9)

1. เกิดจากความต้านทานภายนอกที่ต้องการให้เคลื่อนที่

2. เกิดจากความต้านทานของน้ำมันเอง ความต้านทานของน้ำมัน หมายถึง ความต้านทานที่เกิดจากท่อไฮดรอลิกส์ เช่น ท่อมีขนาดเล็กเกินไปท่อคดงอมาก เป็นต้น

น้ำมันในท่อไหลด้วยความเร็วที่กำหนด เช่น 10 ฟุตต่อวินาที และจำนวนการไหลของน้ำมันเรียกว่า **อัตราการไหล** หน่วยวัดมีหลายหน่วย เช่น แกลลอนต่อนาทีหรือลิตรต่อนาที เป็นต้น

จากภาพที่ 1.16 ก. เป็นความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของน้ำมันและอัตราการไหลของน้ำมัน คือ ถ้าต้องการบรรจุน้ำมันให้ได้ 5 แกลลอน ภายใน 1 นาที ปริมาตรน้ำมัน 5 แกลลอนที่ไหลในท่อใหญ่จะต้องไหลด้วยความเร็ว 10 ฟุตต่อวินาที แต่ถ้าต้องการบรรจุน้ำมันขนาด 5 แกลลอนเท่ากัน ให้ไหลในท่อขนาดเล็กกว่าจะต้องเพิ่มความเร็วขึ้นเป็น 20 ฟุตต่อวินาที ทั้งสองกรณีสามารถสรุปได้ว่า น้ำมันมีปริมาตรการไหลเท่ากับ 5 แกลลอนต่อนาที ที่ความเร็วต่างกัน



ภาพที่ 1.16 ความเร็วและอัตราการไหล

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 10)

การไหลของน้ำมันในระบบไฮดรอลิกส์จะเกิดความร้อนขึ้น ถ้าการไหลของน้ำมันมีความเร็วความร้อนจะเกิดมากขึ้นตามไปด้วย โดยทั่วไปความเร็วของการไหลน้ำมันจากปั๊มไฮดรอลิกส์ถึงกระบอกสูบควรใช้ที่ความเร็ว 15 ฟุตต่อวินาที ถ้าท่อนั้นมีความโค้งหรือคดงอความร้อนซึ่งเกิดจากการไหลของน้ำมันภายในท่อจะทำให้โมเลกุลวิ่งชนกับโมเลกุลด้วยกัน จึงทำให้แรงเปลี่ยนทิศทาง ดังภาพที่ 1.16 ข.

จากภาพที่ 1.17 เป็นความแตกต่างระหว่างจุด 2 จุด ในระบบจะทำให้ทราบว่าจะเกิดการไหลและเมื่อมีการไหลจะเกิดพลังงานความร้อน เมื่อนำการไหลไปทำให้เกิดพลังงานจะมีความแตกต่าง 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ซึ่งเป็นตัวชี้ให้เห็นว่าพลังงานของการทำงานจะเคลื่อนที่จาก เกจ 1. ไปยังเกจ 2. ขณะ

มีการเคลื่อนที่ระหว่างเกจทั้ง 2 นั้น ความดัน 20 ปอนด์ต่อตารางนิ้วของพลังงานการทำงานจะเปลี่ยนรูปไปเป็นพลังงานความร้อนเนื่องจากของเหลวมีความต้านทาน ดังนั้น ถ้าต้องการให้ระบบไฮดรอลิกส์มีการทำงานที่มีประสิทธิภาพนั้นควรคำนึงถึงการออกแบบของระบบควรหลีกเลี่ยงเรื่องความต้านทานแต่ถ้าหลีกเลี่ยงไม่ได้ก็ต้องให้มีน้อยที่สุด เช่น ความหนืดของน้ำมันควรมีค่าถูกต้อง การใช้ท่อที่มีขนาดถูกต้องและมีความโค้งงอของข้อต่อน้อยที่สุด

ภาพที่ 1.17 ความต้านทาน

ที่มา (ณรงค์ ตันชีวะวงศ์, 2546, หน้า 10)

สรุป

ระบบนิวแมติกส์เป็นระบบที่ใช้อากาศอัดส่งไปตามท่อลมเพื่อเป็นตัวกลางการส่งผ่านแรงให้เป็นงานกล เช่น งานบรรจุหีบห่อสินค้า งานขนถ่ายวัสดุ การจับยึด เจาะ อัดปั๊ม ระบบนิวแมติกส์จะต้องมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานคือ อุปกรณ์ต้นกำลัง ชุดปรับปรุงคุณภาพลม ชุดควบคุมการทำงานและระบบท่อทาง

ระบบไฮดรอลิกส์เป็นระบบที่ใช้น้ำมันไหลภายในระบบเพื่อเป็นตัวกลางการส่งผ่านแรง เพื่อให้ระบบทำงาน เช่น ระบบเบรกในรถยนต์ แม่แรงไฮดรอลิกส์ เกียร์อัตโนมัติ เครน กว้าน รถแทรกเตอร์ และเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม ระบบไฮดรอลิกส์จะมีอุปกรณ์พื้นฐานในการทำงานดังนี้ อุปกรณ์ต้นกำลัง ไฮดรอลิกส์ ชุดเก็บและปรับปรุงคุณภาพน้ำมัน อุปกรณ์สร้างการไหล ชุดควบคุมการทำงานและท่อทาง

ทั้งนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์จะมีบทบาทในงานวิศวกรรมทางด้านต่าง ๆ มากมาย รวมทั้งอุปกรณ์ขนาดเล็กและขนาดใหญ่ในเครื่องจักรอุตสาหกรรมทั่ว ๆ ไป

แบบฝึกหัด

1. ระบบการทำงานที่ใช้ลมอัดเป็นตัวส่งกำลังคือระบบใดและมีหลักการทำงานอย่างไร
2. ระบบไฮดรอลิกส์ หมายถึงอะไรและมีความหมายแตกต่างจากระบบนิวแมติกส์อย่างไร
3. หน่วยงานอุตสาหกรรมใดบ้างที่นำระบบไฮดรอลิกส์มาใช้
4. จงให้ความหมายของข้อความดังต่อไปนี้
   4.1 ความดันสัมบูรณ์และความดันเกจ
   4.2 กฎของพาสคัล
   4.3 กฎของบอยล์
5. ความดันลมอัดที่นำมาใช้ในปัจจุบันแบ่งออกเป็นกี่ระดับ แต่ละระดับมีความดันเท่าไร
6. จงให้นิยามของข้อความดังต่อไปนี้
   6.1 แรง
   6.2 ความต้านทาน
   6.3 พลังงาน
   6.4 งาน
   6.5 ความดัน
7. จงอธิบายถึงการถ่ายทอดพลังงานด้วยระบบไฮดรอลิกส์มาให้เข้าใจ
8. จงอธิบายวิธีการเพิ่มแรง พร้อมวาดภาพประกอบมาให้เข้าใจ
9. กำหนดให้แรง $(W_1) = 20$ kgf กระทำกับพื้นที่หน้าตัด $(A_1) = 1.5\ cm^2$ จงหาแรง (W_2) ที่กระทำกับพื้นที่หน้าตัด $(A_2) = 15\ cm^2$
10. ถังเก็บลมมีปริมาตร 15 litre ที่ความดัน 8 bar ถ้าปริมาตรลดลงเหลือ 10 litre จะต้องใช้ความดันเท่าใด

เอกสารอ้างอิง

ขวัญชัย สินทิพย์สมบูรณ์ และปานเพชร ชินินทร. (2541). **ไฮดรอลิกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ฐิฑารีย์ ถมยา. (2546). **นิวแมติกส์และนิวแมติกส์ไฟฟ้าเบื้องต้น.** กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

ณรงค์ ตันชีวะวงษ์. (2546). **นิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์เบื้องต้น** (พิมพ์ครั้งที่ 6). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).

_____. (2547). **นิวแมติกส์อุตสาหกรรม** (พิมพ์ครั้งที่ 3). กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

ธนะรัตน์ แต้วัฒนา. (2541). **นิวแมติกส์อุตสาหกรรม.** ปทุมธานี: มหาวิทยาลัยศรีนครินทร์วิโรฒ.

ปานเพชร ชินินทร, และขวัญชัย สินทรัพย์สมบูรณ์. (2542). **นิวแมติกส์อุตสาหกรรม.** กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล.

ยงยุทธ มัชฌิมดำรง. (ม.ป.ป.). **ไฮดรอลิกส์และนิวแมติกส์.** กรุงเทพฯ: โรงพิมพ์กล่องพัฒนา

วรุณ คุณวารี. (2541). **ไฮดรอลิกส์.** กรุงเทพฯ: คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

Euthenic. (1991). **Collection of circuit exercises and solutions : pneumatics.** np.: n.p.

_____. (1992). **Collection of circuit exercises and solutions : hydraulics.** np.: n.p.