



แผนการเรียนรู้

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

สาขาวิชาไฟฟ้า

กลุ่มอาชีพพลังงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม

รหัสวิชา ๓๐๑๐๐-๐๑๒๐ วิชาการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์

ภาคเรียนที่ ๑ ปีการศึกษา ๒๕๖๔

จัดทำโดย

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร

สาขาวิชาไฟฟ้า

วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

อาชีวศึกษาจังหวัดประจวบคีรีขันธ์
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

แผนการสอนราย วิชาการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๒๐ เล่มนี้ จัดทำขึ้นเพื่อให้ครู - อาจารย์ผู้สอน ได้มีเอกสาร แนวแนวทาง ในการเรียนการสอน ที่เป็นระบบสอดคล้อง สัมพันธ์กับทุกเรื่อง รวมทั้งแสดงขั้นตอน กระบวนการเรียน การสอนที่ก่อให้เกิดผลสัมฤทธิ์ ที่มีแก่นักเรียนและผู้สอน

แผนการสอนเล่มนี้มีทั้งหมด ๙ หน่วย ใช้เวลาในการสอน ๑๕ สัปดาห์ มี การวัดผลเน้น ด้านความรู้ ด้านทักษะ ด้านเจตคติ ด้านบุรณา การต่างๆ เศรษฐกิจพอเพียง บุรณาการแบบ ๓D สำหรับเอกสารประกอบการสอนเล่มนี้ จะได้ผสมบูรณ์ที่สุด ผู้ใช้ต้องเป็นผู้มีความรู้ ด้านคอมพิวเตอร์ พอสมควรจึงจะทำให้เอกสารประกอบการสอน เล่มนี้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณผู้ที่มีส่วนร่วม และเกี่ยวข้องกับงานทุกอย่างที่ทำให้เอกสารประกอบการสอนเล่มนี้สมบูรณ์

นายอาทิตย์ ศุภมงคลสถาพร
สาขาวิชาไฟฟ้า
วิทยาลัยเทคนิคบางสะพาน



สารบัญ

คำนำ	หน้า
สารบัญ	
ลักษณะรายวิชา	๔
มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)	๖
หน่วยการเรียนรู้	๑๖
การวางแผนการจัดการเรียนรู้	
หน่วยที่ ๑ งานหลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์	
แผนการจัดการเรียนรู้	๑๗
ใบความรู้	๒๑
ใบงาน	๕๑
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	๕๗
หน่วยที่ ๒ งานการเขียนผังวงจรนิวแมติกส์	
แผนการจัดการเรียนรู้	๖๑
ใบความรู้	๖๕
ใบงาน	๘๖
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	๘๘
หน่วยที่ ๓ งานการออกแบบและเขียนวงจรนิวแมติกส์เชิงกล	
แผนการจัดการเรียนรู้	๘๙
ใบความรู้	๙๓
ใบงาน	๑๐๘
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	๑๑๐
หน่วยที่ ๔ หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	
แผนการจัดการเรียนรู้	๑๑๑
ใบความรู้	๑๑๖
ใบงาน	๑๓๑
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	๑๓๓
หน่วยที่ ๕ งานอุปกรณ์ต้นกำลังระบบไฮดรอลิกส์	
แผนการจัดการเรียนรู้	๑๓๔
ใบความรู้	๑๓๙
ใบงาน	๑๕๒
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	๑๕๔
หน่วยที่ ๖ งานวาล์วและอุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์	
แผนการจัดการเรียนรู้	๑๕๔
ใบความรู้	๑๕๘
ใบงาน	๑๗๔
แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ	๑๗๖

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

หน่วยที่ ๗ งานการออกแบบและเขียนวงจรไฮดรอลิกส์เชิงกล

แผนการจัดการเรียนรู้

๑๗๗

ใบความรู้

๑๘๑

ใบงาน

๑๙๕

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ

๑๙๗

หน่วยที่ ๘ งานการออกแบบและเขียนวงจรนิวแมติกส์ไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้

๑๙๘

ใบความรู้

๒๐๔

ใบงาน

๒๒๖

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ

๒๒๘

หน่วยที่ ๙ งานการออกแบบและเขียนวงจรนิวแมติกส์ไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า

แผนการจัดการเรียนรู้

๒๒๙

ใบความรู้

๒๓๔

ใบงาน

๒๖๑

แบบประเมินความสามารถในการปฏิบัติงาน/ผลลัพธ์การเรียนรู้/สมรรถนะ

๒๖๓



ลักษณะรายวิชา

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม กลุ่มอาชีพพลังงานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิชาไฟฟ้า

รหัส ๓๐๑๐๐-๑๐๒๐ ชื่อวิชา การควบคุมนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์

ทฤษฎี.....๒.....ชั่วโมง/สัปดาห์ ปฏิบัติ.....๓.....ชั่วโมง/สัปดาห์ จำนวน.....๓.....หน่วยกิต

อ้างอิงมาตรฐาน

๑. มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส ME๖๑, ME๖๒ สาขาวิชาชีพหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ สาขาระบบอัตโนมัติ อาชีพช่างเทคนิคการทอนิกส์ ระดับ ๔

๒. ตามคำแนะนำของ อ.กรอ.อศ. กลุ่มอาชีพเทคนิคการทอนิกส์ หุ่นยนต์ และระบบอัตโนมัติ

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา

สามารถทดสอบและปรับตั้งการทำงานของระบบจ่ายและควบคุม การทำงานของระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ได้อย่างปลอดภัย

จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

๑. รู้และเข้าใจเกี่ยวกับการควบคุมระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์
๒. ทดสอบและปรับตั้งการทำงานของอุปกรณ์ในวงจรการควบคุมนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์
๓. มีเจตคติและกิจนิสัยที่ดีในการทำงานด้วยความละเอียดรอบคอบ ปลอดภัย
๔. ประยุกต์ด้านพัฒนาบุคลิกภาพสุขอนามัยและคุณลักษณะเหมาะสมการปฏิบัติงานด้วยความเป็นระเบียบ สะอาด ตรงต่อเวลามีความซื่อสัตย์ รับผิดชอบและรักษาสภาพแวดล้อม

สมรรถนะรายวิชา

๑. ประมวลความรู้เกี่ยวกับหลักการควบคุมระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์
๒. ทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ในวงจรการควบคุมนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์
๓. ปรับตั้งการทำงานของอุปกรณ์ในวงจรการควบคุมนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์
๔. ทดสอบและปรับตั้งวงจรควบคุมด้วยลม น้ำมัน และไฟฟ้า
๕. ออกแบบและเขียนโปรแกรมควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ อัตโนมัติ ด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับ ทดสอบและปรับตั้งการทำงานของระบบจ่ายลม ระบบดักฝุ่นและน้ำในลม และระยะชักของกระบอกลมและวาล์วควบคุม ทดสอบการรั่วของซีลกระบอกลมและวาล์วของระบบนิวเมติกส์ ทดสอบและปรับตั้งการทำงานของวงจรควบคุมวาล์วด้วยลม (Pure Pneumatic control) และไฟฟ้า (Electro Pneumatic control) ในการควบคุมความเร็วและความดันของกระบอกลม ออกแบบระบบควบคุม แบบกึ่งอัตโนมัติอัตโนมัติ และควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม ปฏิบัติงาน ทดสอบและปรับตั้งการทำงานของระบบนิวเมติกส์ได้อย่างปลอดภัย ทดสอบและปรับตั้งการทำงานของ ปมน้ำมันไฮดรอลิกส์ กรองน้ำมันและถังน้ำมัน ระยะชักของกระบอกไฮดรอลิกส์ ทดสอบการรั่วของซีลของ กระบอกไฮดรอลิกส์ และทำการไล่อากาศออกจากวงจรไฮดรอลิกส์ ทดสอบและปรับตั้งทิศทางการหมุนและ ความเร็วรอบของมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ ทดสอบและปรับตั้งการทำงานของวงจรที่ควบคุมวาล์วด้วยไฟฟ้า (Electro-Hydraulic control) วงจรที่ควบคุมวาล์วด้วยน้ำมัน (Hydraulic Pilot control) ในการควบคุม ความเร็วและความดันของกระบอกไฮดรอลิกส์ ทดสอบและปรับตั้งการทำงานของวงจรที่ควบคุมวาล์วด้วยไฟฟ้า (Electro- Hydraulic control) วงจรที่ควบคุม

วาล์วควบแน่น (Hydraulic Pilot control) ในการควบคุม ความเร็วรอบและแรงบิด ความดันของมอเตอร์ไฮดรอลิกส์ ทดสอบและปรับตั้งการทำงานของวงจรสะสม ความดันของวงจรไฮดรอลิกส์ ปฏิบัติงาน ทดสอบและปรับตั้งระบบรวมของวงจรไฮดรอลิกส์ ประยุกต์ใช้ต้นกำลัง ของอุปกรณ์ระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์โดยตระหนักความปลอดภัย



มาตรฐานอาชีพ (ถ้ามี)
 หน่วยงานรับรองมาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ
 มาตรฐานอาชีพ สาขาวิชาชีพไฟฟ้า
 อาชีพ อาชีพช่างแมคคาทรอนิกส์ ระดับ ๔

หน่วยสมรรถนะ		สมรรถนะย่อย		เกณฑ์การปฏิบัติงาน	วิธีประเมิน
รหัส	คำอธิบาย	รหัส	คำอธิบาย		
ME๑๒๑	หน่วยสมรรถนะนี้เป็นหน่วยที่อธิบายถึงความรู้และทักษะที่จำเป็นของช่างแมคคาทรอนิกส์ ในการตรวจสอบและประเมินผลงานโดยจะครอบคลุมถึง ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการและประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน	ME๑๒๑.๐ ๑	ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ	๑.๑ สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้	๑. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี
		ME๑๒๑.๐ ๒		๑.๒ สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้	๒. สาธิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการในการปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง
		ME๑๒๑.๐ ๓		๑.๓ สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการรื้อถอน เคลื่อนย้ายขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้	๓. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึงวิธีการปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติคู่มือในการปฏิบัติการ

		ME๑๒๒.๐ ๑	ประเมินผล งานตาม แผนงาน หรือแผน กระบวนการ เพื่อใช้ในการ ปรับเปลี่ยน แผนงาน	๒.๑ สามารถ ประเมินผลงานตาม แผนงานหรือแผน กระบวนการเพื่อใช้ ในการปรับเปลี่ยน แผนงานในการ ดัดแปลงชิ้นส่วนทาง กลได้ ๒.๒ สามารถ ประเมินผลงานตาม แผนงานหรือแผน กระบวนการเพื่อใช้ ในการปรับเปลี่ยน แผนงานในการติดตั้ง ถอดประกอบ อุปกรณ์ทางกลและ อุปกรณ์ไฟฟ้าภายใน เครื่องจักรได้ ๒.๓ สามารถ ประเมินผลงานตาม แผนงานหรือแผน กระบวนการเพื่อใช้ ในการปรับเปลี่ยน แผนงานในการรื้อ ถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและ ระบบต่างๆได้	๑. สอบข้อเขียน ทางทฤษฎี ๒. สาธิตการ ปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการ สังเกตการ ปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการ ในการปฏิบัติงาน จริง หรือการสังเกต การจำลองการ ปฏิบัติงานจริง ๓. หลักฐานการ ปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสาร ประกอบการ พิจารณาที่ เหมาะสม รวมถึง วิธีการปฏิบัติงานใน สถานที่ทำงาน กฎ ข้อบังคับ มาตรการ ในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการ ปฏิบัติการ
--	--	--------------	---	---	---

ตารางวิเคราะห์หน่วยการเรียนรู้

ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา การควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ สามารถทดสอบและปรับตั้งการทำงานของระบบจ่ายและควบคุม การทำงานของระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ได้อย่างปลอดภัย				
งานหลัก	งานย่อย	สมรรถนะย่อย (มาตรฐานอาชีพ)	ความรู้ ในการปฏิบัติงาน	ทักษะ ในการปฏิบัติงาน
งานหลัก ๑ หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์	•	- ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ - ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ใน	- เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของระบบนิวเมติกส์เบื้องต้น - มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของระบบนิวเมติกส์เบื้องต้น - มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของระบบนิวเมติกส์เบื้องต้น - มีเจตคติและกีนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบต่อรอบคอบ	- มีทักษะในการควบคุมนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ - มีเจตคติและกีนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ
งานหลัก ๒ การเขียนผังวงจรนิวแมติกส์	•	ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ	- เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของระบบนิวเมติกส์เบื้องต้น - มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของ	- มีทักษะในการควบคุมนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ - มีเจตคติและกีนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงาน

		ประเมินผล งานตาม แผนงานหรือ แผน กระบวนการ เพื่อใช้ใน	ระบบนิวแมติกส์ เบื้องต้น - มีความสามารถ ประยุกต์ใช้ หลักการทำงานของ ระบบนิวแม ติกส์เบื้องต้น - มีเจตคติและก ิณนิสัยที่ดีในการ ปฏิบัติงานหวั ยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอีย ดรอบคอบ	ด้วยความ ละเอียด รอบคอบ
งานหลัก ๓ การออกแบบ และเขียนวงจร นิวแมติกส์ เชิงกล		- ตรวจสอบ และควบคุม ผลการ ทำงานตาม แผนงานหรือ แผน กระบวนการ - ประเมินผล งานตาม แผนงานหรือ แผน กระบวนการ เพื่อใช้ใน	- เข้าใจแนวคิด และหลักการ ทำงานของ ระบบนิวแมติกส์ เบื้องต้น - มีทักษะในการ บอกหลักการ ทำงานของ ระบบนิวแมติกส์ เบื้องต้น - มีความสามารถ ประยุกต์ใช้ หลักการทำงานของ ระบบนิวแม ติกส์เบื้องต้น - มีเจตคติและก ิณนิสัยที่ดีในการ ปฏิบัติงานหวั ยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอีย ดรอบคอบ	- มีทักษะในการ ควบคุมนิวแม ติกส์และไฮ ดรอลิกส์ - มีเจตคติและ กิณนิสัยที่ดีใน การปฏิบัติงาน ด้วยความ ละเอียด รอบคอบ

งานหลัก ๔ หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	•	• ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ใน	• เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น • มีทักษะในการบอกหลักการการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น • มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น • มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ •	• มีทักษะในการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ • มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ
งานหลัก ๕ อุปกรณ์ต้นกำลังระบบไฮดรอลิกส์	•	• ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ • ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ใน	• เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น • มีทักษะในการบอกหลักการการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น • มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น	• มีทักษะในการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ • มีเจตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ

			● มีจิตคติและกีนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานห้วยความรับผิดชอบซื่อสัตย์ ละเอียดรอบคอบ ●	
งานหลัก ๖ วาล์วและอุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์	●	● ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ ● ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ใน	● เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น ● มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น ● มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น ● มีจิตคติและกีนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานห้วยความรับผิดชอบซื่อสัตย์ ละเอียดรอบคอบ ●	● มีทักษะในการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ● มีเจตคติและกีนิสัยที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความละเอียดรอบคอบ
งานหลัก ๗ การออกแบบและเขียนวงจรไฮดรอลิกส์เชิงกล	●	● ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือ	● เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น ● มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของ	● มีทักษะในการควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ ● มีเจตคติและกีนิสัยที่ดีใน

		แผน กระบวนการ ประเมินผล งานตาม แผนงาน หรือแผน กระบวนการ เพื่อใช้ใน	ระบบนิวแมติกส์ เบื้องต้น - มีความสามารถ ประยุกต์ใช้ หลักการทำงานของ ระบบนิวแม ติกส์เบื้องต้น - มีเจตคติและก ิณนิสัยที่ดีในการ ปฏิบัติงานหวั ยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอีย ดรอบคอบ	การปฏิบัติงาน ด้วยความ ละเอียด รอบคอบ
งานหลัก ๘ การออกแบบ และเขียนวงจร นิวแมติกส์ ไฮดรอลิกส์ ไฟฟ้า		- ตรวจสอบ และควบคุม ผลการ ทำงานตาม แผนงานหรือ แผน กระบวนการ - ประเมินผล งานตาม แผนงานหรือ แผน กระบวนการ เพื่อใช้ใน	- เข้าใจแนวคิด และหลักการ ทำงานของ ระบบนิวแมติกส์ เบื้องต้น - มีทักษะในการ บอกหลักการ ทำงานของ ระบบนิวแมติกส์ เบื้องต้น - มีความสามารถ ประยุกต์ใช้ หลักการทำงานของ ระบบนิวแม ติกส์เบื้องต้น - มีเจตคติและก ิณนิสัยที่ดีในการ ปฏิบัติงานหวั ยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอีย ดรอบคอบ	- มีทักษะในการ ควบคุมนิวแม ติกส์และไฮ ดรอลิกส์ - มีเจตคติและ กิณนิสัยที่ดีใน การปฏิบัติงาน ด้วยความ ละเอียด รอบคอบ

งานหลัก ๙ วงจรนิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์ ควบคุมด้วย โปรแกรมเมเบิล ลอจิกคอนโทรล (PLC)การ บำรุงรักษาและ แก้ไขปัญหาของ ระบบนิวแมติกส์ และไฮดรอลิกส์		• ตรวจสอบ และควบคุม ผลการ ทำงานตาม แผนงานหรือ แผน กระบวนการ • ประเมินผล งานตาม แผนงานหรือ แผน กระบวนการ เพื่อใช้ใน	• เข้าใจแนวคิด และหลักการ ทำงานของ ระบบนิวแมติกส์ เบื้องต้น • มีทักษะในการ บอกหลักการ ทำงานของ ระบบนิวแมติกส์ เบื้องต้น • มีความสามารถ ประยุกต์ใช้ หลักการทำงานของ ระบบนิวแม ติกส์เบื้องต้น • มีเจตคติและก ินิสัยที่ดีในการ ปฏิบัติงานหวั ยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอีย ดรอบคอบ •	• มีทักษะในการ ควบคุมนิวแม ติกส์และไฮ ดรอลิกส์ • มีเจตคติและ กิณนิสัยที่ดีใน การปฏิบัติงาน ด้วยความ ละเอียด รอบคอบ
---	--	---	---	---

ตารางวิเคราะห์พฤติกรรมการเรียนรู้

หน่วยการเรียนรู้	ความสามารถที่คาดหวัง									รวม	จำนวน ชั่วโมง ท/ป
	พุทธิพิสัย						ทักษะ พิสัย	จิต พิสัย	ประยุกต์ ใช้		
	ความรู้	ความเข้าใจ	การนำไปใช้	การวิเคราะห์	การประเมินค่า	การสร้างสรรค์					
๑.หลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์ เบื้องต้นและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์	๑	๒	๒	๑	-	-	๑	๑	๒	๑๐	๒/๓
๒.การเขียนผังวงจรนิวแมติกส์	๑	๒	๑	๒	-	-	๑	๑	๒	๑๐	๒/๓
๓.การออกแบบและเขียนวงจรนิวแมติกส์เชิงกล	๑	๒	๑	๒	-	-	๑	๑	๒	๑๐	๒/๓
๔.หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์ เบื้องต้น	๑	๒	-	๒	-	-	๑	๒	๒	๑๐	๒/๖
๕.อุปกรณ์ต้นกำลังระบบไฮดรอลิกส์	๑	๒	๑	๒	-	-	๒	๒	๒	๑๒	๒/๖
๖.วาล์วและอุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์	๑	๒	๑	๒	-	-	๑	๒	๒	๑๑	๒/๖
๗.การออกแบบและเขียนวงจรไฮดรอลิกส์เชิงกล	๑	๒	๑	๒	-	-	๒	๒	๒	๑๒	๒/๓
๘.การออกแบบและเขียนวงจรนิวแมติกส์ไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า	๑	๒	๑	๒	-	-	๒	๒	๒	๑๒	๒/๖
๙.วงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC)และการบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาของระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	๑	๒	๒	๑	-	-	๓	๒	๒	๑๓	๒/๖
รวม	๘	๑๖	๑๓	๑๕	-	-	๑๖	๑๖	๑๖	๑๐๐	๖๐
ประเมินผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา (อาชีพนักพัฒนาซอฟต์แวร์ด้านอุปกรณ์เคลื่อนที่ ระดับ ๔)											
รวมทั้งรายวิชา										๑๐๐	๖๐

หน่วยการเรียนรู้

หน่วย ที่	หน่วยการเรียนรู้	เวลาเรียน (ชม.)		
		ทฤษฎี	ปฏิบัติ	รวม
๑	๑.หลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้นและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์	๒	๓	๕
๒	๒.การเขียนผังวงจรนิวแมติกส์	๒	๓	๕
๓	๓.การออกแบบและเขียนวงจรนิวแมติกส์เชิงกล	๒	๓	๕
๔	๔.หลักการทำงานของระบบไฮดรอลิกส์เบื้องต้น	๒	๖	๘
๕	๕.อุปกรณ์ต้นกำลังระบบไฮดรอลิกส์	๒	๖	๘
๖	๖.วาล์วและอุปกรณ์ทำงานในระบบไฮดรอลิกส์	๒	๖	๘
๗	๗.การออกแบบและเขียนวงจรไฮดรอลิกส์เชิงกล	๒	๓	๕
๘	๘.การออกแบบและเขียนวงจรนิวแมติกส์ไฮดรอลิกส์ไฟฟ้า	๒	๖	๘
๙	๙.วงจรนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์ควบคุมด้วยโปรแกรมเมเบิลลอจิกคอนโทรล (PLC) และการบำรุงรักษาและแก้ไขปัญหาของระบบนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	๒	๖	๘
	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา	๑๘	๔๒	๖๐
	รวม	๑๘	๔๒	๖๐

	แผนการจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ ... ๑
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๐-๑๐๒๐ ชื่อวิชา การควบคุมนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์	สอนครั้งที่ ๑
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์	ทฤษฎี ๒ ชม. ปฏิบัติ ๓ ชม.
ชื่อเรื่อง/งาน หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์		

๑. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

สามารถทดสอบและปรับตั้งการทำงานของระบบจ่ายและควบคุม การทำงานของระบบนิวเมติกส์และ ไฮดรอลิกส์ได้อย่างปลอดภัย

๒. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

๒.๑ มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ (องค์การมหาชน)

สมรรถนะย่อย

ตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการ ประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการปรับเปลี่ยนแผนงาน

๑) เกณฑ์การปฏิบัติงาน

๑.๑ สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือ แผนกระบวนการในการ ดัดแปลงชิ้นส่วนทางกลได้

๑.๒สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการ ติดตั้ง ถอดประกอบอุปกรณ์ทางกลและอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในเครื่องจักรได้

๑.๓สามารถตรวจสอบและควบคุม ผลการทำงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการในการ รื้อถอน เคลื่อนย้าย ขนส่งเครื่องจักรและระบบต่าง ๆ ได้

๒) วิธีประเมิน

๑. สอบข้อเขียนทางทฤษฎี

๒. สาคิตการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) ประเมินจากการสังเกตการปฏิบัติงาน ณ สถานประกอบการ ใน

การปฏิบัติงานจริง หรือการสังเกตการจำลองการปฏิบัติงานจริง

๓. หลักฐานการปฏิบัติงาน (ถ้ามี) เอกสารประกอบการพิจารณาที่เหมาะสม รวมถึง วิธีการ ปฏิบัติงานในสถานที่ทำงาน กฎข้อบังคับ มาตรการในการฝึกปฏิบัติ คู่มือในการปฏิบัติการ

๓) หลักฐานการปฏิบัติงาน (Performance Evidence)

๑. บันทึกการปฏิบัติงาน

๒. Portfolio

๔) หลักฐานความรู้ (Knowledge Evidence)

๑. ใบบันทึกการอบรมการตรวจสอบและควบคุมผลการทำงานตามแผนงานหรือแผน กระบวนการ

๒. ใบบันทึกการอบรมการประเมินผลงานตามแผนงานหรือแผนกระบวนการเพื่อใช้ในการ ปรับเปลี่ยนแผนงาน

๒.๒ บุคลากรกลุ่มอาชีพ อาชีพช่างแมคคาทรอนิกส์ ระดับ ๔

๓. สมรรถนะประจำหน่วย

๓.๑ แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์

๓.๒ แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดและกฎการส่งผ่านความดัน

๔. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เข้าใจแนวคิดและหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น

๒. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น

๓. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น

๔. มีจิตตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

๕. สารการเรียนรู้

๑. ความหมายของระบบนิวแมติกส์

๒. ข้อดีและข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

๓. หลักการพื้นฐานของระบบนิวแมติกส์

๔. ชนิดของความดัน (Pressure)

๕. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

๖. กฎการส่งผ่านความดัน

๖. กิจกรรมการเรียนรู้

๖.๑ การนำเข้าสู่บทเรียน

ลำดับ ที่	กิจกรรมครูผู้สอน	กิจกรรมนักศึกษา
๑	ชี้แจงทำข้อตกลงเบื้องต้นก่อนเรียน	ซักถามข้อสงสัย
๒	นำเข้าสู่บทเรียนเรื่องหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น	ตอบคำถาม
๓	อธิบายความหมายของระบบนิวแมติกส์	ตอบคำถาม
๔	อธิบายข้อดีและข้อเสียของระบบนิวแมติกส์	ร่วมแสดงความคิดเห็น
๕	อธิบายหลักการพื้นฐานของระบบนิวแมติกส์	ซักถามข้อสงสัย
๖	อธิบายความสัมพันธ์ของอุณหภูมิกับความชื้น	ฟังอย่างตั้งใจ
๗	คำนวณหาค่าความดัน ปริมาณจากกฎการส่งผ่านความดัน	คิด คำนวณตาม
๘	อธิบายคำถามแบบฝึกหัดที่ ๑	ทำแบบฝึกหัดที่ ๑
๙	ครูคอยดูแลและถาม	ทำแบบฝึกหัดที่ ๑
๑๐	เฉลยแบบฝึกหัด	เฉลยแบบฝึกหัดร่วมกับครู
๑๑	อธิบายใบปฏิบัติงานที่ ๑	ปฏิบัติตามขั้นตอนใบปฏิบัติงานที่ ๑
๑๒	ตรวจตามแบบประเมินผลการปฏิบัติงาน	ฟังข้อเสนอแนะที่ควรปรับปรุง
๑๓	อธิบายใบประเมินผลการเรียนหน่วยที่ ๑	ทำใบประเมินผลการเรียนหน่วยที่ ๑
๑๔	ร่วมกันสรุปบทเรียน	ร่วมกันสรุปบทเรียน
๑๕	บันทึกหลังสอน	

๖.๒ การเรียนรู้

๖.๒.๑ นักเรียนร่วมกันตอบคำถามในชั้นเรียน

๖.๒.๒ ผู้สอนอธิบายเพิ่มเติม พร้อมชี้แจงรายละเอียดต่างๆ เกี่ยวกับ หลักการของระบบฐานข้อมูล และวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์

๖.๒.๓ ทบทวนเนื้อหาโดยการทำแบบฝึกหัดท้ายบท

๖.๒.๔ ครูมอบหมายงานให้หาข้อมูลเพิ่มเติม

๖.๓ การสรุป

๖.๓.๑ สรุปทบทวนส่วนที่เป็นสาระสำคัญ

๖.๔ การวัดและประเมินผล

๖.๔.๑ แบบประเมินผลการปฏิบัติงานและแบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม

๗. สื่อและแหล่งการเรียนรู้

๑. ใบเนื้อหาเรื่องหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น

๒. แบบฝึกหัดหน่วยที่ ๑

๓. สื่อออนไลน์ : <https://sites.google.com/site/krulnw๕๕>

๘. หลักฐานการเรียนรู้

๘.๑ หลักฐานความรู้

๑. เอกสารรับรองจากการทดสอบความรู้

๘.๒ หลักฐานการปฏิบัติงาน

๑. บันทึกการสอนของผู้สอน

๒. ใบเช็ครายชื่อ

๓. แผนจัดการเรียนรู้

๔. การตรวจประเมินผลงาน

๙. การวัดและประเมินผล

วิธีวัดผล

๑. การเข้าเรียน

๒. สังเกตพฤติกรรมรายบุคคล

เครื่องมือวัดผล

ใบประเมินผลการเรียนหน่วยที่ ๑

เกณฑ์การประเมินผล

๑. มีเวลาเข้าเรียนไม่น้อยกว่าร้อยละ ๘๐

๒. มีระดับคะแนนว่าด้วยการจัดการศึกษาและการประเมินผลการเรียนหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ

ชั้นสูง พุทธศักราช ๒๕๕๗ ดังนี้

ตั้งแต่ ๘๐ คะแนน ขึ้นไป ระดับผลการเรียน ๔.๐ หมายถึง อยู่ในเกณฑ์ดีเยี่ยม

๗๕ - ๗๙ คะแนน ระดับผลการเรียน ๓.๕ หมายถึง อยู่ในเกณฑ์ดีมาก

๗๐ - ๗๔ คะแนน ระดับผลการเรียน ๓.๐ หมายถึง อยู่ในเกณฑ์ดี

๖๕ - ๖๙ คะแนน ระดับผลการเรียน ๒.๕ หมายถึง อยู่ในเกณฑ์พอใช้

๖๐ - ๖๔ คะแนน ระดับผลการเรียน ๒.๐ หมายถึง อยู่ในเกณฑ์พอใช้

๕๕ - ๕๙ คะแนน ระดับผลการเรียน ๑.๕ หมายถึง อยู่ในเกณฑ์อ่อน

๕๐ - ๕๔ คะแนน ระดับผลการเรียน ๑.๐ หมายถึง อยู่ในเกณฑ์อ่อนมาก

ต่ำกว่า ๕๐ คะแนน ระดับผลการเรียน ๐ หมายถึง ผลการเรียนต่ำกว่าเกณฑ์ (ตก)

ขร. หมายถึง ขาดเรียน ไม่มีสิทธิ์เข้าสอบวัดผลปลายภาคเรียน

มส. หมายถึง ไม่สมบูรณ์ เนื่องจากไม่ส่งงานอันเป็นองค์ประกอบของการเรียน

๓. มีคุณลักษณะอันพึงประสงค์ ๑๐ ประการ

- | | |
|--------------------|------------------|
| ๑. รับผิดชอบ | ๖. สามัคคี |
| ๒. ขยัน | ๗. มีวินัย |
| ๓. ประหยัด | ๘. สะอาด |
| ๔. ซื่อสัตย์สุจริต | ๙. สุขภาพ |
| ๕. จิตอาสา | ๑๐. ละอ่อนบายนมข |

๑๐. บันทึกผลหลังการจัดการเรียนรู้

๑๐.๑ ข้อสรุปหลังการจัดการเรียนรู้

.....

.....

.....

๑๐.๒ ปัญหาที่พบ

.....

.....

.....

๑๐.๓ แนวทางแก้ปัญหา

.....

.....

.....

	ใบความรู้ ที่ ๑	หน่วยที่ ... ๑
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๐-๑๐๒๐ ชื่อวิชา การควบคุมนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์	สอนครั้งที่ ๑
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์	ทฤษฎี ๒ ชม. ปฏิบัติ ๓ ชม.
	ชื่อเรื่อง/งาน หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์	

๑. ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับหน่วยการเรียนรู้

สามารถทดสอบและปรับตั้งการทำงานของระบบจ่ายและควบคุม การทำงานของระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ได้อย่างปลอดภัย

๒. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส ME๖๑, ME๖๒ สาขาวิชาชีพหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ สาขาระบบอัตโนมัติ อาชีพช่างแมคคาทรอนิกส์ ระดับ ๔

๓. สมรรถนะประจำหน่วย

๑. แสดงความรู้เกี่ยวกับหลักการการทำงานของระบบนิวเมติกส์
๒. แสดงความรู้เกี่ยวกับชนิดและกฎการส่งผ่านความดัน

๔. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

๑. เข้าใจแนวคิดและหลักการการทำงานของระบบนิวเมติกส์เบื้องต้น

๒. มีทักษะในการบอกหลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น
๓. มีความสามารถประยุกต์ใช้หลักการทำงานของระบบนิวแมติกส์เบื้องต้น
๔. มีจิตคติและกิริยาที่ดีในการปฏิบัติงานด้วยความรับผิดชอบ ซื่อสัตย์ ละเอียด รอบคอบ

๕. เนื้อหาสาระ

ความหมายของระบบนิวแมติกส์

คำว่า นิวแมติกส์ (Pneumatics) มาจากรากศัพท์คำภาษากรีกโบราณของคำว่า Pneuma ซึ่งหมายถึง ลมหายใจ หรือลมพัด ต่อมามนุษย์รู้จักนำเอาลมพัด หรือการเคลื่อนที่ของอากาศมาใช้ประโยชน์ต่าง ๆ ในรูปของลมอัด หรือนิวแมติกส์การนำลมอัดหรือนิวแมติกส์มาใช้ประโยชน์นั้น เราพอจะนิยามความหมาย ของระบบนิวแมติกส์ในการทำงานด้านอุตสาหกรรมได้ว่า “ระบบการทำงานที่นำลมอัดมาใช้เป็น ตัวกลางในการควบคุม การส่งกำลัง เพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงาน” เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ลม หัวจับสุญญากาศ เป็นต้น ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของระบบด้านกลไก ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รวมเรียกว่า ระบบนิวแมติกส์

ข้อดีและข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

ข้อดีของระบบนิวแมติกส์

- ๑.ทนต่อการระเบิด ลมอัดไม่ติดไฟ จึงไม่มีอันตรายจากการระเบิด
- ๒.กระบอกสูบมีความรวดเร็วในการทำงาน โดยทั่วไปมีความเร็วในการทำงานประมาณ ๑ ถึง ๒ เมตรต่อวินาที
- ๓.ส่งถ่ายกำลังได้ง่าย สามารถเดินท่อส่งลมอัดไปใช้งานได้ในระยะทางไกลและไกล
- ๔.การส่งถ่ายลมอัดเป็นระบบเปิด ลมอัดที่ใช้งานแล้วปล่อยสู่บรรยากาศได้
- ๕.การเก็บลมอัดง่าย สามารถเดินเครื่องอัดลมเพื่อเก็บลมอัดไว้ในถังเก็บลมเพื่อนำไปใช้งานได้ทันที และใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง
- ๖.มีความปลอดภัยจากการทำงานเกินกำลัง (Over Load) อุปกรณ์ไม่เกิดการเสียหาย
- ๗.ควบคุมอัตราความเร็วของกระบอกสูบได้ง่าย โดยใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหล
- ๘.ควบคุมความดันของลมอัดได้ง่าย โดยใช้วาล์วควบคุมความดัน
- ๙.ระบบสะอาด อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในระบบมีความสะอาด
- ๑๐.โครงสร้างอุปกรณ์ง่ายต่อการใช้งาน ราคาไม่แพง และดูแลรักษาง่าย

๒.๒ ข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

- ๑.ลมอัดสามารถอัดตัวได้ทำให้การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงานไม่สม่ำเสมอเมื่อใช้งานไปในเวลานาน
- ๒.เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำเป็นหยดน้ำในระบบ เมื่อลมอัดถูกทำให้เย็นตัวลง จะทำให้ในระบบ มีน้ำผสมอยู่ด้วย
- ๓.เมื่อต้องการใช้กำลังมากขึ้น ต้องใช้กระบอกสูบ หรืออุปกรณ์ทำงานที่มีขนาดใหญ่ เพราะโดยทั่วไปลมอัด และอุปกรณ์ทำงาน ใช้กับความดันไม่เกิน ๑๐ บาร์
- ๔.เมื่อระบายลมออกจากอุปกรณ์ทำงาน จะทำให้เกิดเสียงดัง ต้องใช้ตัวเก็บเสียง
- ๕.ความดันของลมอัดเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิโดยเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น จะทำให้ความดันเพิ่มขึ้นตาม และเมื่ออุณหภูมิลดลง ความดันจะลดลงด้วย
- ๖.ความดันตกเมื่ออุปกรณ์ทำงานติดตั้งไว้ในระยะทางไกลจากถังเก็บลม

๓. หลักการพื้นฐานของระบบนิวแมติกส์

๓.๑ หน่วยวัดพื้นฐานทางฟิสิกส์

หน่วยวัดพื้นฐานทางฟิสิกส์ที่เป็นที่นิยมใช้กันโดยแพร่หลาย จะใช้ระบบหน่วยวัดระหว่างประเทศ หรือระบบเอสไอ (SI, International System of Units) คือ ระบบหน่วยที่องค์การระหว่างประเทศว่าด้วยมาตรฐาน (ISO หรือ International Organization for Standardization) กำหนดขึ้น ให้ทุกประเทศใช้ เพื่อให้การใช้หน่วยเป็นมาตรฐานเดียวกันทั่วโลก โดยเฉพาะในด้านวิศวกรรมศาสตร์ หน่วย หลักของระบบเอสไอนี้ทั้งหมด ๗ หน่วย ซึ่งเรียกว่า หน่วยฐาน (Base Units)

ตารางที่ 1.1 แสดงหน่วยวัดพื้นฐาน ในระบบเอสไอ

ปริมาณ	ชื่อหน่วย	สัญลักษณ์
ความยาว Length	เมตร Metre	m
มวล Mass	กิโลกรัม Kilogram	kg
เวลา Time	วินาที Second	s
กระแสไฟฟ้า Electric Current	แอมแปร์ Ampere	A
อุณหภูมิพลวัต Thermodynamic Temperature	เคลวิน Kelvin	K
ปริมาณสาร Amount Substance	โมล Mole	mol
ความเข้มของการส่องสว่าง Luminous Intensity	แคนเดลา Candela	cd

๓.๒ แรงและน้ำหนัก

แรง (Force) หมายถึง การกระทำที่ใช้พลังงานแล้วทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระบบที่ ถูกกระทำ และในความหมายของเซอร์ไอแซก นิวตัน (Sir Isaac Newton)

1. กฎของความเฉื่อย
2. กฎของแรง
3. กฎของแรงปฏิกิริยา

$\Sigma \vec{F} = m\vec{a}$

เมื่อ $\Sigma \vec{F}$ = ผลรวมของแรงที่กระทำต่อวัตถุ หน่วย นิวตัน (N)
 m = มวลของวัตถุ หน่วย กิโลกรัม (kg)
 a = ความเร่ง หน่วย เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s²)

น้ำหนัก (Weight) หมายถึง แรงซึ่งเกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกเมื่อค่าของแรงโน้มถ่วงของโลก(g) เป็นค่าความเร่งที่มีค่าคงที่เท่ากับ ๙.๘๑ เมตรต่อวินาทีกำลังสอง ซึ่งจะได้ความสัมพันธ์ของแรงและ น้ำหนักดังสมการ

$W = mg$

เมื่อ W = น้ำหนักของวัตถุ หน่วย นิวตัน (N) หรือ กิโลกรัมแรง (kgf)
 m = มวลของวัตถุ หน่วย กิโลกรัม (kg)
 g = อัตราเร่งจากแรงโน้มถ่วงของโลก = 9.81 เมตรต่อวินาทีกำลังสอง (m/s²)

ชนิดของความดัน



๔.๑ ความดันบรรยากาศ (Atmosphere Pressure) คือ ค่าความดันของอากาศในสภาวะปกติ หรืออากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา ใช้ตัวย่อคือ P_{atm} มีหน่วยวัดคือ atm มีค่าดังนี้

$$P_{atm} = 1 \text{ atm} = 14.7 \text{ psi} = 1.013 \text{ bar}$$

๔.๒ ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure) คือ ค่าความดันตั้งแต่ความดันสุญญากาศถึง ความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ใช้ตัวย่อ P_{abs}

$$P_{abs} = P_{gauge} + P_{atm}$$

๔.๓ ความดันศูนย์สัมบูรณ์ (Absolute Zero Pressure) คือ ค่าความดันที่ต่ำกว่าความดันต่ำสุดซึ่งเท่ากับศูนย์ แต่ความดันศูนย์สัมบูรณ์ใช้ตัวย่อ P_{absz}

๔.๔ ความดันสุญญากาศ (Vacuum Pressure) คือค่าความดันตั้งแต่ความดันศูนย์สัมบูรณ์ถึง ความดันบรรยากาศ ความดันสุญญากาศใช้ตัวย่อ P_{vac}

๔.๕ ความดันเกจ (Gauge Pressure) คือค่าความดันตั้งแต่ความดันบรรยากาศถึงความดันเกจ ใช้ตัวย่อว่า P_{gauge}

$$P_{gauge} = P_{abs} - P_{atm}$$

ตัวอย่างที่ 1.1 ถ้าความดันบรรยากาศมีค่า 1 atm ความดันเกจมีค่าเท่าไร

$$\begin{aligned} P_{gauge} &= P_{abs} - P_{atm} \\ P_{gauge} &= 14.7 \text{ psi} - 14.7 \text{ psi} \end{aligned}$$

ดังนั้นจะได้ความดันเกจ $P_{gauge} = 0 \text{ psi}$

อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์

อุณหภูมิ T (Temperature)

อุณหภูมิ T เป็นหน่วยที่ใช้วัดความร้อน ความเย็นของวัตถุและของไหลต่าง ๆ หน่วยวัดอุณหภูมิสัมบูรณ์ (T_{abs}) ที่ใช้กันในปัจจุบัน คือ เคลวิน (Kelvin) ใช้สัญลักษณ์ K เคลวิน และองศาเซลเซียส (Degree Celsius, ใช้สัญลักษณ์ $^{\circ}\text{C}$) เป็นหน่วยวัดอุณหภูมิหน่วยหนึ่งในระบบเอสไอ เมื่อนำนิยามขององศาเซลเซียสกับนิยามหน่วยเคลวิน มาเปรียบเทียบกับ โดยขนาดของสเกลหน่วยองศาเซลเซียสจะเท่ากับของเคลวิน ดังนี้

$$0 \text{ K} = -273.15 \text{ }^{\circ}\text{C} \quad \text{และ} \quad 0 \text{ }^{\circ}\text{C} = 273.15 \text{ K}$$

การเปลี่ยนอุณหภูมิสัมบูรณ์ (T_{abs}) จากหน่วยเคลวิน (K) เป็นหน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$)

$$T \text{ (}^{\circ}\text{C)} = (K - 273.15) \text{ }^{\circ}\text{C}$$

การเปลี่ยนอุณหภูมิจากหน่วยองศาเซลเซียส ($^{\circ}\text{C}$) เป็นอุณหภูมิสัมบูรณ์ (T_{abs}) หน่วยเคลวิน (K)

$$T_{abs} = (^{\circ}\text{C} + 273.15) \text{ K}$$

ความชื้นสัมพัทธ์ (Relative Humidity)

ความชื้นสัมพัทธ์ คือ อัตราส่วนร้อยละของความชื้นสัมบูรณ์ต่อปริมาณการอิ่มตัวของไอน้ำ เป็น หน่วยที่นิยมใช้วัดระดับความชื้นในอากาศใช้สัญลักษณ์ RH หรือนิยามได้ว่าเป็นค่าอัตราส่วนโดยมวลของ ไอน้ำในอากาศต่อไอน้ำสูงสุดที่อากาศ (ที่อุณหภูมิในขณะนั้น) สามารถแบกรับไว้ได้

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ความชื้นสัมบูรณ์}}{\text{ปริมาณการอิ่มตัวของไอน้ำ}} \times 100$$

ตารางที่ 1.2 แสดงค่าปริมาณการอิ่มตัวของไอน้ำในอากาศที่อุณหภูมิต่าง ๆ

อุณหภูมิ ($^{\circ}\text{C}$)	-10	-5	-1	0	4	8	10	15	20	25	30	35	40	50
อุณหภูมิ (K)	263	268	272	273	277	281	283	288	293	298	303	308	313	323
ปริมาณ (g/m^3)	2.35	3.4	4.5	4.85	6.7	8.3	9.4	12.8	17.3	23	30.3	39.5	51	82.7

ตัวอย่างที่ 1.3 อากาศมีความชื้นสัมพัทธ์ 70% ที่อุณหภูมิ 35 °C จงคำนวณหาความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์ (\%)} = \frac{\text{ความชื้นสัมบูรณ์}}{\text{ปริมาณการอิ่มตัวของไอน้ำ}} \times 100$$

เมื่อ ความชื้นสัมบูรณ์ คือ ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ จะได้

$$\text{ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ} = \frac{\text{ความชื้นสัมพัทธ์ (\%)} \times \text{ปริมาณการอิ่มตัวของไอน้ำ}}{100}$$

จากตารางที่ 1.2 ปริมาณการอิ่มตัวของไอน้ำ ที่ 35 °C เท่ากับ 39.5 g/m³ จะได้

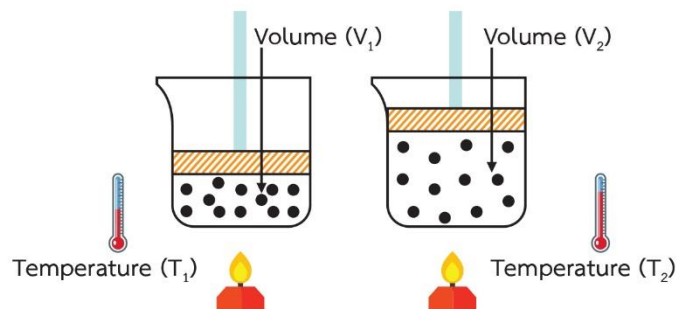
$$\text{ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ} = \frac{70 \times 39.5 \text{ g/m}^3}{100}$$

จะได้ ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ = 27.65 กรัม/ลูกบาศก์เมตร

กฎการส่งผ่านความดัน

กฎของชาร์ล (Charles's Law)

ชาก อะเล็กซอง เซซา-ชาร์ล (Jacques Alexandre César-Charles) นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศส
นิยามว่า ถ้าความดันคงตัว ปริมาตรของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิพลวัตของแก๊สนั้น ๆ หรือผลหารของ
ปริมาตรกับอุณหภูมิพลวัตจะมีค่าคงที่เสมอเมื่อความดันคงที่



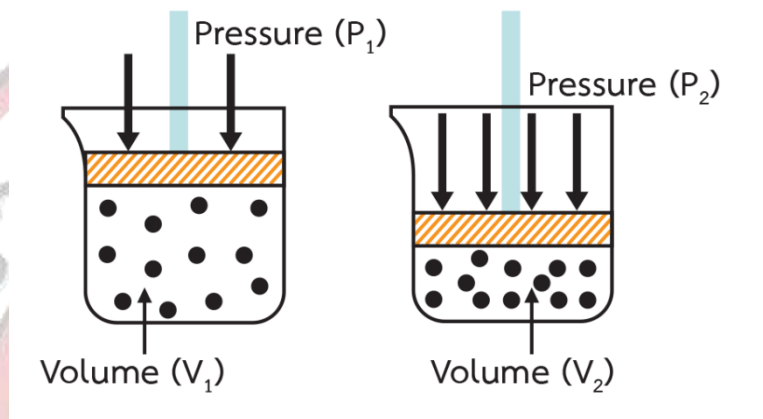
กฎของชาร์ลความสัมพันธ์ของอุณหภูมิและปริมาตรจะได้สมการดังนี้

$$\frac{V_1}{T_1} = \frac{V_2}{T_2}$$

เมื่อ T_1 คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ (T_{abs}) เริ่มต้น
 T_2 คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ (T_{abs}) สุดท้าย
 V_1 คือ ปริมาตรเริ่มต้น
 V_2 คือ ปริมาตรสุดท้าย

กฎของบอยล์ (Boyle's Law)

โรเบิร์ต บอยล์ (Robert Boyle) นักปรัชญา นักเคมี นักฟิสิกส์ และนักประดิษฐ์ชาวอังกฤษเป็นผู้คิดค้นกฎของบอยล์ ซึ่งเขาได้ทำการทดลองค้นพบว่าอากาศมีรูปทรงที่ไม่แน่นอน เปลี่ยนแปลงไปตามรูปทรงของภาชนะ และอากาศมีคุณสมบัติยุบตัวและขยายตัวออกได้ ทำให้ความดันเปลี่ยนแปลงโดยบอยล์นิยามว่า ณ จุดที่อุณหภูมิคงที่ ปริมาตรแก๊สจะเปลี่ยนแปลงเป็นอัตราส่วนผกผันกับความดันแก๊สนั้น หรือผลคูณของความดันและปริมาตรของแก๊สจะมีค่าคงที่เสมอ เมื่ออุณหภูมิคงที่ ดังภาพที่ ๑.๓



กฎของบอยล์เกี่ยวกับความดันและปริมาตร

กฎของบอยล์เกี่ยวกับความดันและปริมาตรจะได้สมการดังนี้

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

เมื่อ	P_1 คือ ความดันสัมบูรณ์ (P_{abs}) เริ่มต้น	หน่วย kgf/cm ²
	P_2 คือ ความดันสัมบูรณ์ (P_{abs}) สุดท้าย	หน่วย kgf/cm ²
	V_1 คือ ปริมาตรเริ่มต้น	หน่วย ลิตร หรือ 1000 cm ³
	V_2 คือ ปริมาตรสุดท้าย	หน่วย ลิตร หรือ 1000 cm ³

ตัวอย่างที่ 1.4 ปริมาตรของอากาศที่อยู่ใต้อากาศ 1 ลิตร หรือ 1000 cm^3 ที่ความดันบรรยากาศ ซึ่งมีค่าเท่ากับความดันเกจ 0 kgf/cm^2 จงคำนวณหาความดันเกจ P_2 ที่เกิดจากการลดปริมาตรลงเหลือ 100 cm^3 ที่อุณหภูมิคงที่

วิธีทำ จากสมการ
$$P_2 = \frac{V_1 P_1}{V_2}$$

ความดันสัมบูรณ์ ($P_{1 \text{ abs}}$) = ความดันเกจ (P_{gauge}) + ความดันบรรยากาศ (P_{atm})

$$P_{1 \text{ abs}} = (0 + 1.0332) \text{ kgf/cm}^2$$

 จะได้
$$P_{1 \text{ abs}} = 1.0332 \text{ kgf/cm}^2$$

แทนค่าในสมการเพื่อหาคำตอบจะได้
$$P_{2 \text{ abs}} = \frac{100 \text{ cm}^3 \times 1.0332 \text{ kgf/cm}^2}{100 \text{ cm}^3}$$

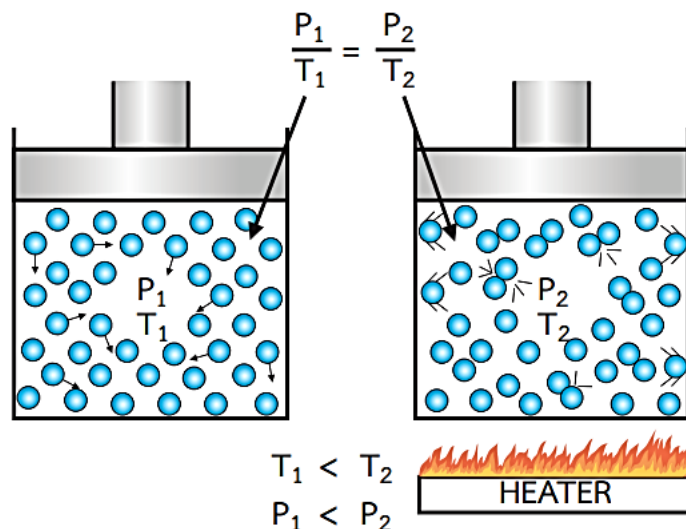
จะได้ความดันสัมบูรณ์ (P_{abs}),
$$P_{2 \text{ abs}} = 1.0332 \text{ kgf/cm}^2$$

 และจะได้ค่าความดันเกจ
$$P_{\text{gauge}} = (10.332 - 1.0332) \text{ kgf/cm}^2$$

$$P_{2 \text{ gauge}} = 9.299 \text{ kgf/cm}^2$$

กฎของเก-ลุซซัค (Gay-Lussac's Law)

โฌแซ็ฟ หลุยส์ เก-ลุซซัค (Joseph Louis Gay-Lussac) นักเคมี นักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส นิยามว่า “ถ้าปริมาตรคงที่ ความดันของแก๊สจะแปรผันตรงกับอุณหภูมิพลวัตของแก๊สนั้น ๆ หรือผลหารของความดันกับอุณหภูมิพลวัตจะมีค่าคงที่เสมอ เมื่อปริมาตรคงที่” ดังภาพที่ ๑.๔



กฎของเก-ลุซซัคเกี่ยวกับอุณหภูมิพลวัตและความดัน

กฎของเก-ลุซักเกี่ยวกับอุณหภูมิพลวัตและความดันจะได้สมการดังนี้

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

เมื่อ P_1 คือ ความดันสัมบูรณ์ (P_{abs}) เริ่มต้น
 P_2 คือ ความดันสัมบูรณ์ (P_{abs}) สุดท้าย
 T_1 คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ (T_{abs}) เริ่มต้น
 T_2 คือ อุณหภูมิสัมบูรณ์ (T_{abs}) สุดท้าย

เมื่อนำเอากฎของบอยล์ และกฎของเก-ลุซัก มารวมกันจะได้สูตรรวมแก๊สและสามารถเขียนสมการใหม่ได้ดังนี้

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

วาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์

๑. เครื่องอัดอากาศ



ชนิดของเครื่องอัดอากาศ

๑.๑ ชนิดเครื่องอัดอากาศ

๑. เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชัก (Piston Compressor)

๑) เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชักชั้นเดียว (Single Stage Air Compressor) เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชักอัดชั้นเดียว เหมาะสำหรับงานที่ต้องการความดัน อยู่ระหว่าง ๔-๑๐ บาร์ โดยมี หลักการทำงานแบ่งเป็น ๒ จังหวะ คือ จังหวะดูดและจังหวะอัด ดังภาพ



๒) เครื่องอัดอากาศแบบลูกสูบชัก ๒ ชั้น (Double Stage Air Compressor) เหมาะกับ งานที่ต้องการใช้ความดันสูงกว่า ๑๐ บาร์ สามารถอัดอากาศได้สูงถึง ๓๐ บาร์ โดยมีการทำงานของลูกสูบ ๒ ด้านที่จะทำงานสลับกันคือ จังหวะที่ ๑ ลูกสูบตัวที่ ๑ ด้านซ้าย จะดูดอากาศจากภายนอกเข้ามาภายใน ห้องสูบ ส่วนลูกสูบตัวที่ ๒ ด้านขวา จะอัดอากาศเข้าเก็บในถังเก็บลม และจังหวะที่ ๒ ลูกสูบตัวที่ ๑ จะอัด อากาศผ่านชุดระบบความร้อนเข้าไปภายในห้องสูบของลูกสูบตัวที่ ๒ ซึ่งเป็นจังหวะดูดอากาศ การทำงาน ของลูกสูบทั้งสองจะสลับกัน ดังภาพ



๓) เครื่องอัดอากาศแบบไดอะแฟรม (Diaphragm Air Compressor) เป็นเครื่อง อัดอากาศแบบลูกสูบที่ใช้แผ่นไดอะแฟรมเป็นตัวดูดหรืออัดอากาศและทำให้ลูกสูบกับห้องดูดอากาศแยก ออกจากกัน จึงปราศจากน้ำมันหล่อลื่น เหมาะสำหรับใช้งานอุตสาหกรรมผลิตอาหาร อุตสาหกรรมยา รักษาโรค และอุตสาหกรรมเคมีภัณฑ์ ดังภาพ



๒.เครื่องอัดอากาศแบบหมุน (Rotary Compressor)

๑) เครื่องอัดอากาศแบบแวนโรตารี (Vane Rotary Air Compressor) มีหลักการ ทำงานโดยใช้ใบพัดเลื่อนที่ติดอยู่กับโรเตอร์หรือตัวหมุน ซึ่งวางเยื้องศูนย์กลางในเรือนสูบ เมื่อโรเตอร์เริ่มทำงาน แผ่นใบพัดที่อยู่ใน

ร่องจะกวาดลมอัดไปรอบ ๆ ตามแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง ทำให้ห้องอัดอากาศในเรือนสูบ เปลี่ยนจากห้องแคบเป็นห้องกว้าง และเปลี่ยนจากห้องกว้างเป็นห้องแคบ ทำให้เกิดการดูดและการอัด อากาศจากทางลมเข้าไปยังทางด้านลมออกเพื่อเก็บไว้ในถังเก็บลมต่อไป ดังภาพ



การทำงานของเครื่องอัดอากาศแบบสกรู

๒) เครื่องอัดอากาศแบบสกรู (Screw Air Compressor) เครื่องอัดอากาศแบบสกรู มีเพลายู่ ๒ แกน เพลาดำหนึ่งมีฟันสกรู และเพลาดำอีกตัวหนึ่งมีฟันสกรูเว้าวางขบกัน และมีทิศทาง การหมุนเข้าหากัน ซึ่งดูดอัดลมจากด้านหนึ่งไปอีกด้านหนึ่ง มีอัตราการจ่ายลมได้มากถึง ๑๗๐ ลูกบาศก์เมตร ต่อนาที สร้างความดันได้ประมาณ ๑๐ บาร์ ดังภาพ



การทำงานของเครื่องอัดอากาศแบบสูบ

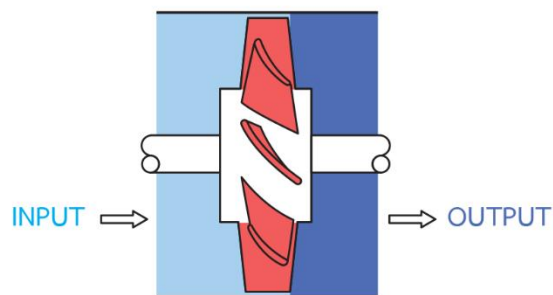
๓) เครื่องอัดอากาศแบบใบพัดหมุน (Roots Air Compressor) เครื่องอัดอากาศแบบ ใบพัดหมุน ประกอบด้วยใบพัด ๒ ใบ ๒ ตัว ขบกัน หมุนด้วยความเร็วรอบเท่ากัน เช่นเดียวกับแบบสกรู มีหลักการ ทำงานคือ เมื่อโรเตอร์ทั้งสองหมุนสวนทางกัน จะทำให้อากาศถูกดูดจากด้านหนึ่งไปยังอีกด้านหนึ่ง โดยที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงปริมาตรทำให้อากาศไม่ถูกอัดตัว แต่อากาศที่เคลื่อนที่จะถูกอัดเข้าไปในถังเก็บลม นั่นเอง เครื่องอัดอากาศแบบใบพัดหมุนมีอัตราการจ่ายลมได้ตั้งแต่ ๑๐๐ ลูกบาศก์เมตรต่อนาที สร้างความดัน ได้ประมาณ ๔-๑๐ บาร์ ดังภาพ



การทำงานของเครื่องอัดอากาศแบบใบพัดหมุน

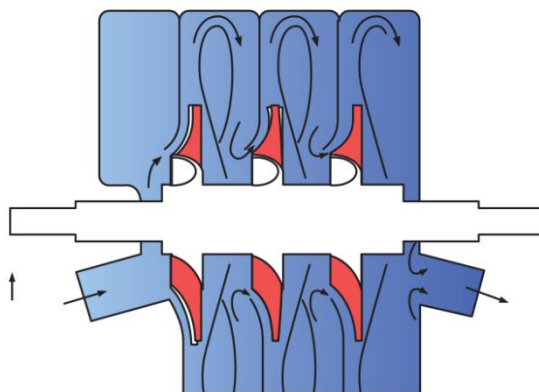
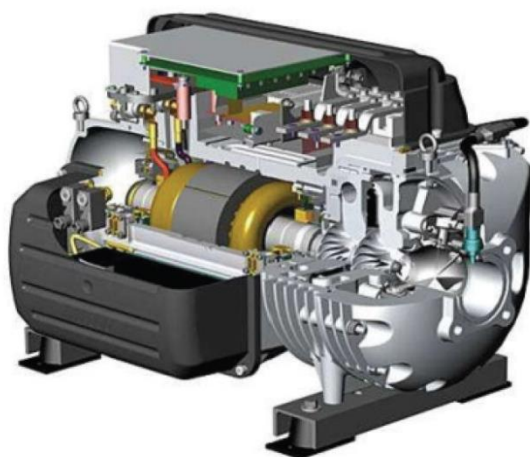
๓. เครื่องอัดอากาศแบบกระแสน้ำวน

๑) เครื่องอัดอากาศแบบกระแสน้ำวน (Vane Air Compressor) เครื่องอัดอากาศแบบ กระแสน้ำวนรอบกึ่งหนึ่ง มีหลักการการทำงาน คือรอบกึ่งหนึ่งของกลไกจะดูดอากาศเข้า และจะอัดอากาศเข้าถังเก็บลมต่อไปยังใบกังหันที่ เคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ผ่านใบพัดด้านหนึ่ง และจะอัดลมวนรอบใบพัดกึ่งหนึ่ง ไปยังอีกด้านหนึ่งเพื่อผลิตลมอัดเข้า ถังเก็บไว้ในถังเก็บลม ดังภาพ



เครื่องอัดอากาศแบบอากาศวนรอบกังหัน

๒) เครื่องอัดอากาศแบบอากาศตามแกนเพลลา (Axial Flow Air Compressor) เป็นเครื่องอัดอากาศที่ใช้หลักการของใบพัดกังหัน โดยการเคลื่อนที่ของใบพัดกังหันจะเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง ลมจะถูกดูดผ่านใบพัดด้านหนึ่ง และจะอัดลมตามแกนเพลลาของใบพัดไปยังอีกด้านหนึ่ง ดังภาพ



การทำงานของเครื่องอัดอากาศแบบอากาศตามแกนเพลลา

๑.๒ การเลือกเครื่องอัดอากาศ

๑. บริเวณที่จะนำลมอัดไปใช้งาน
๒. ปริมาณความต้องการใช้ลมอัดในปัจจุบัน และอนาคต
๓. คุณภาพของลมอัดที่ต้องการใช้งาน
๔. สถานที่และขนาดห้อง สำหรับติดตั้งเครื่องอัดลม
๕. ระบบการหล่อเย็นของลมอัด ในโรงงานมีระบบหล่อเย็นเดิมอยู่หรือไม่
๖. ระบบไฟฟ้า และขนาดของหม้อแปลงไฟฟ้าในโรงงาน

๗. ค่ากำลังไฟฟ้าต่อหน่วย ในแต่ละช่วงเวลา
๘. ข้อจำกัดทางด้านเสียง และการสั่นสะเทือน
๙. จำนวนเครื่องอัดอากาศที่ต้องการใช้

๑.๓ การควบคุมเครื่องอัดอากาศ

๑.๓.๑ การควบคุมแบบเปิดปิด (On-Off Control)

- การควบคุมแบบเปิดปิดสำหรับมอเตอร์หนึ่งเฟส
- การควบคุมแบบเปิดปิดสำหรับมอเตอร์สามเฟส
- การควบคุมแบบเลือกการทำงานสองตำแหน่ง (Two Wire Control)

๑.๓.๒ การควบคุมแบบระบายอากาศ (Unloading Regulation Control)

๑.๔ การควบคุมคุณภาพลมอัด

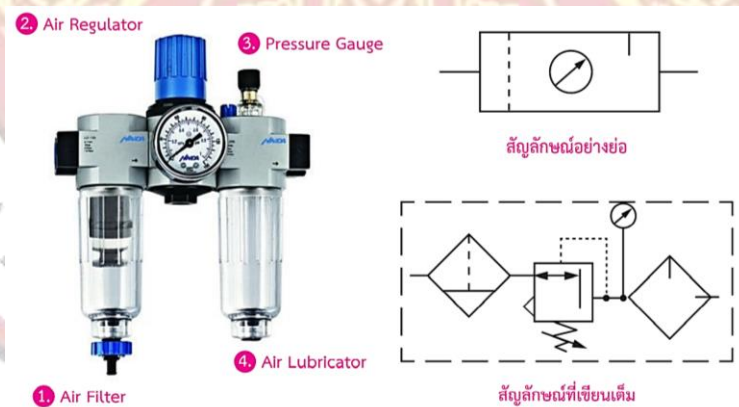
การทำให้ลมอัดมีคุณภาพคือการทำให้ อากาศแห้งเนื่องจากอากาศที่ถูกเพิ่มความดันจากเครื่องอัดอากาศจะมีอุณหภูมิสูงขึ้น และมีไอน้ำปะปนอยู่ เมื่อระยะเวลาผ่านไปไอน้ำจะเย็นตัวลงและกลั่นตัวเป็นหยดน้ำที่อุณหภูมิห้อง วิธีทำให้อากาศแห้ง มี ๓ วิธีคือ

1. การใช้สารเคมีดูดความชื้น (Chemical Absorption Drying)

2. การใช้กระบวนการทางฟิสิกส์ (Absorption Drying)

3. ระบบทำความเย็นให้อากาศแห้ง (Low Temperature Drying)

๑.๕ ชุดควบคุมและปรับปรุงคุณภาพลมอัด (Air Service Unit)



๒. ระบบจ่ายลมอัด

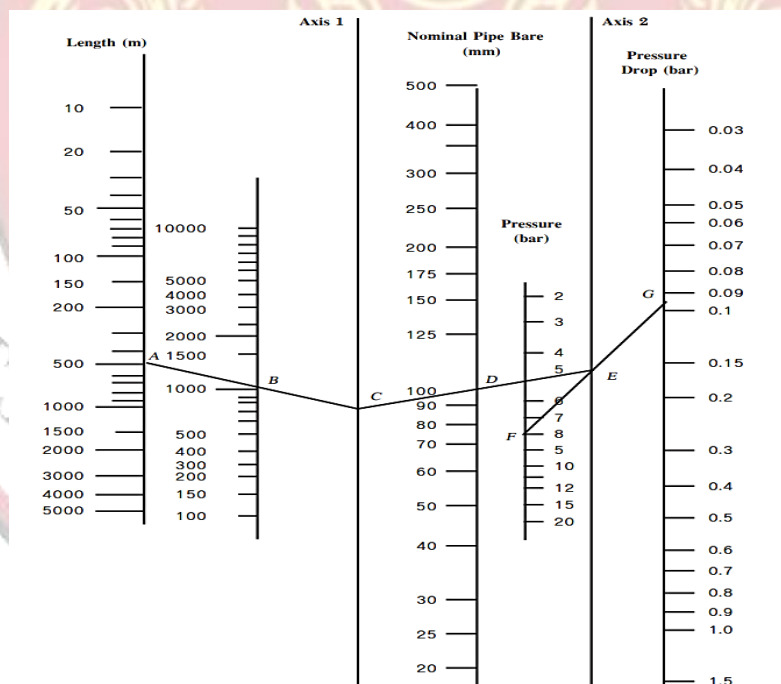
๒.๑ ถังเก็บลม (Air Receiver) ใช้เก็บสะสมลมอัดที่มาจากเครื่องอัดลม ถังเก็บลมมีอยู่ ๒ แบบ มีลักษณะดังในภาพ

๑. ถังเก็บลมแบบนอน (Horizontal Model) จะใช้กับเครื่องอัดอากาศขนาดเล็ก
๒. ถังเก็บลมแบบตั้ง (Vertical Model) จะใช้กับเครื่องอัดอากาศขนาดกลางไปจนถึงขนาดใหญ่



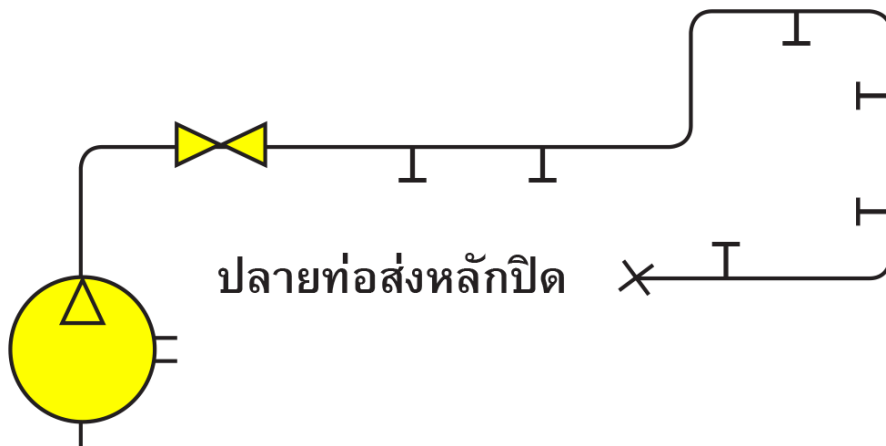
๒.๒ การติดตั้งท่อส่งลม (Installation of Pipe Line)

๑) การเลือกขนาดท่อส่งลม (Determination of the Pipe Line)



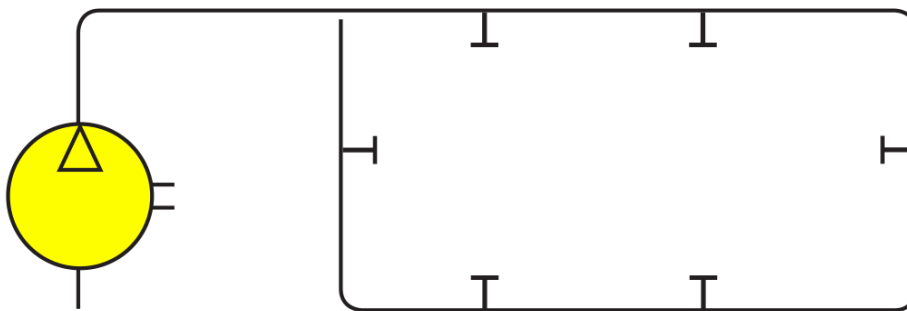
๒) การวางท่อส่งลมอัด

- แบบปิดปลายท่อส่ง โดยปิดท่อส่งหลักด้านหนึ่งและเดินท่อแยกออกจากท่อส่งหลักเป็น จุด ๆ ที่ปลายท่อจะมีความดันตกคร่อมสูง ดังภาพ



- แบบวงแหวน ท่อส่งหลักและท่อแยกจะเดินมาบรรจบกันเป็นวงแหวน ลมอัดสามารถไหลวน ถึงกันได้ตลอดทั้งสองปลาย เพื่อลดความดันตกคร่อมและทำให้ความดันเฉลี่ยในท่อมียค่าใกล้เคียงกันมาก ที่สุด ดังภาพ

ท่อส่งหลักแบบวงแหวน



๓. วาล์วในระบบนิวแมติกส์

๓.๑ วาล์วควบคุมทิศทาง (Directional Control Valve)

๑) การบอกชื่อวาล์วควบคุมทิศทาง

ตารางที่ 2.1 การกำหนดรหัสท่อทางต่อลม

ตัวเลข	ตัวอักษร	ความหมาย
1	P	ท่อต่อลมอัดเข้าวาล์ว
2, 4	A, B	ท่อต่อลมออกจากวาล์วไปใช้งาน
3, 5	R, S	ท่อต่อลมระบายลมทิ้งสู่อากาศ
10, 12, 14	X, Y, Z	ท่อต่อลมอัดเข้าเลื่อนวาล์ว

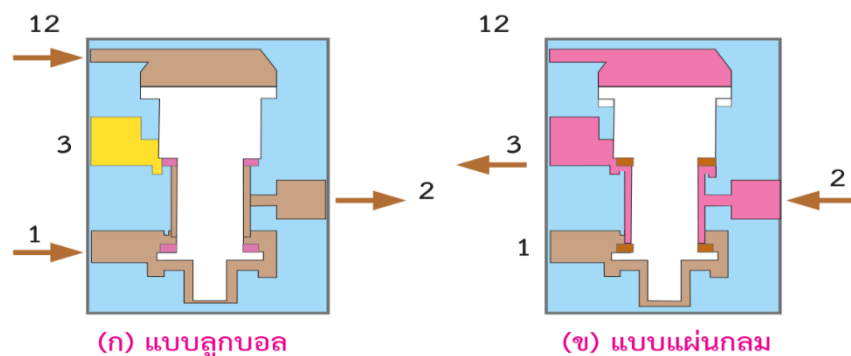
๒) การบังคับการเลื่อนวาล์วควบคุมทิศทาง

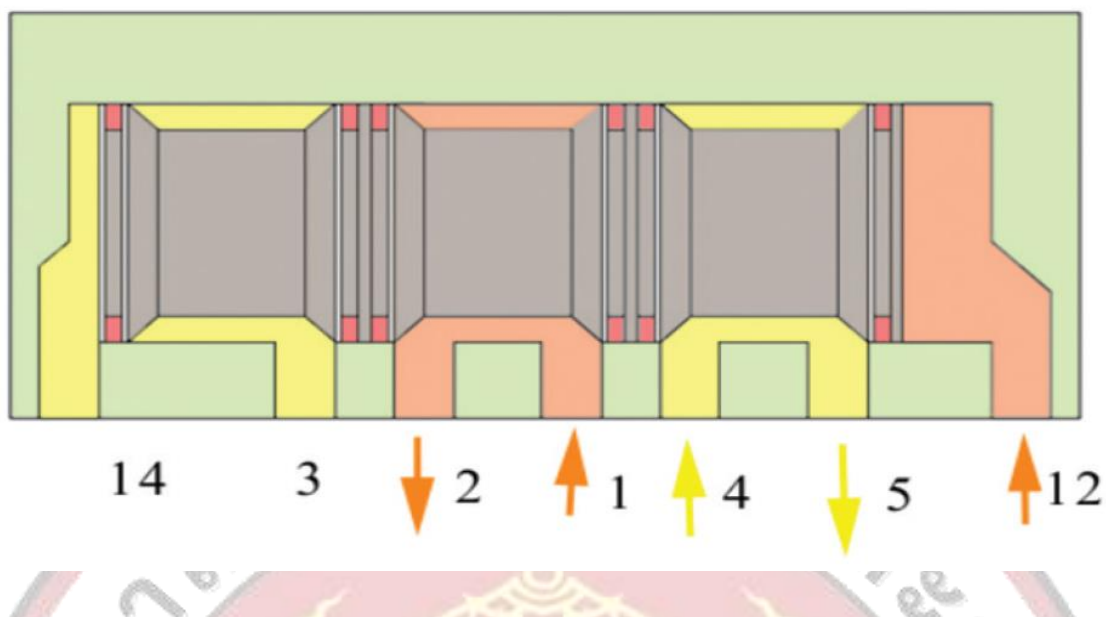
ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์และความหมายการบังคับการเลื่อนวาล์วควบคุมทิศทาง

ชนิดการเลื่อนวาล์ว	สัญลักษณ์	ความหมาย
ใช้กล้ามเนื้อ (Manual Actuation)		ใช้กล้ามเนื้อ (สัญลักษณ์ทั่วไป) (General)
		ใช้มือกด (Pushbutton)
		ใช้มือจับโยก (Lever Operated)
		ใช้เท้าเหยียบ (Foot Pedal)
		ใช้มือจับโยก มีตัวล็อกตำแหน่ง (Detent Lever)
ใช้กลไก (Mechanical)		ใช้สปริงดันกลับ (Spring Return)
		ใช้กลไกภายนอกกด (Plunger)
		ใช้กลไกภายนอกกด ทำงานสองทิศทาง เช่น ใช้ก้านสูบกด (Roller Operated)
		ใช้กลไกภายนอกกด แต่ทำงานในทิศทางเดียว ส่วนอีกทิศทางไม่ทำงาน (Idle Return , Roller Trip)
ใช้ลม (Pneumatic Actuation)		ใช้สัญญาณลมเลื่อนวาล์ว (Direct Pneumatic Actuation)
		ใช้ลมไปดันวาล์วให้ผ่านลิ้นช่วย (Pilot Valve) เพื่อให้ลมไปดันเมนวาล์วเคลื่อนที่ (Indirect Pneumatic Actuation)
		ลมอัดทั้งสองด้านมีความแตกต่างกัน
		ลมอัดควบคุมโดยทางอ้อม

๓) โครงสร้างของวาล์วควบคุมทิศทาง

- วาล์วชนิดนั้งป่า (Poppet Valve)



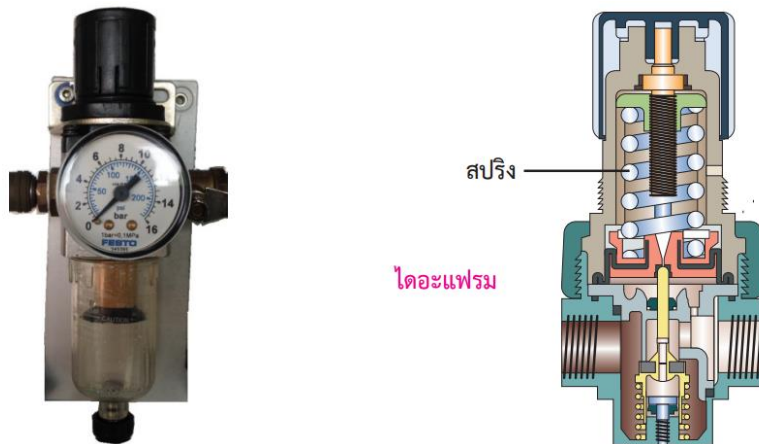


ตารางที่ 2.4 ภาพถ่าย สัญลักษณ์ และชื่อของวาล์วควบคุมทิศทาง

ภาพถ่าย	สัญลักษณ์	ชื่อ
		วาล์ว 2/2 แบบปุ่มกด ปกติปิด (2/2-way valve with push button spring return, normally closed)
		วาล์ว 3/2 ปกติปิด แบบปุ่มกด กลับด้วยสปริง (3/2 way valve with push button actuation and spring return, normally closed)
		วาล์ว 3/2 ปกติเปิด แบบปุ่มกด กลับด้วยสปริง (3/2 way valve with push button actuation and spring return, normally closed)
		วาล์ว 3/2 แบบลูกกลิ้งกดทำงานสองทิศทาง ปกติปิด (3/2 way roller lever valve and spring return, normally closed)

๓.๒ วาล์วควบคุมความดัน (Pressure Control Valves)

๑) วาล์วควบคุมความดัน (Pressure Regulator) หน้าที่ ควบคุมความดันลมอัดด้านใช้งานในระบบนิวแมติกส์ให้มีค่าคงที่ โดยความดันลมอัดด้านเข้าจะมีค่าสูงกว่าหรือเท่ากับความดันลมอัดด้านใช้งานเสมอ

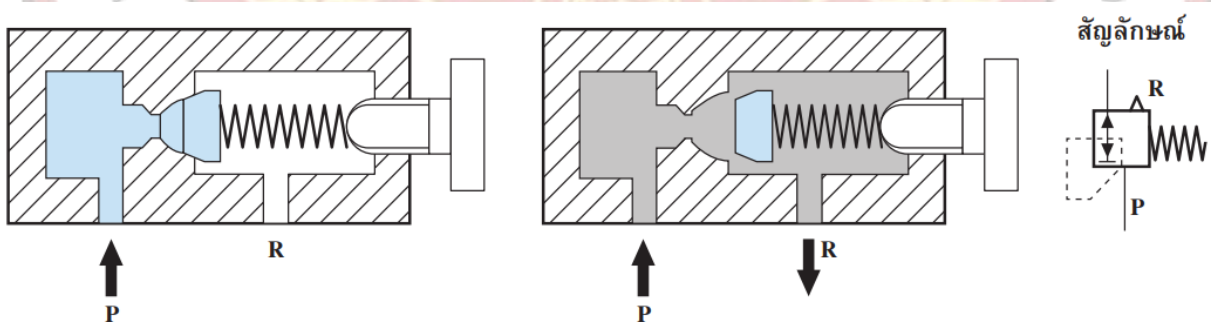


๒) วาล์วจำกัดความดัน (Pressure Limiting Valve หรือ Safety Valve)

หน้าที่ ใช้ควบคุมความดันลมอัดให้ได้ค่าตามที่กำหนดและวาล์วระบายลมอัดส่วนที่ความดัน ลมอัด เกินกว่าค่าที่กำหนดออกจากระบบ กำหนดค่าความดันด้วยการปรับสปริง

สภาวะปกติ เมื่อความดันของลมอัดมีค่าน้อยกว่าแรงของสปริงที่ตั้งไว้ความดันลมอัดจากท่อ ต่อลม P จึงไม่สามารถเอาชนะแรงสปริงได้

สภาวะการทำงาน เมื่อความดันลมอัดของระบบมีค่าสูงกว่าแรงสปริงที่ตั้งไว้ความดันลมอัด จากท่อ ต่อลม P จะเอาชนะแรงสปริงแล้วไปเลื่อนลิ้นของวาล์วให้เปิดออก เป็นผลให้ความดันลมอัดของ ระบบที่ เกินค่าที่กำหนดถูกระบายทิ้งที่ท่อต่อลม R ดังในภาพ



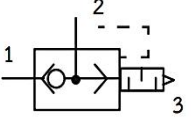
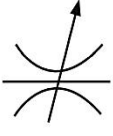
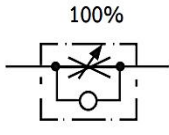
๓.๓ วาล์วควบคุมอัตราการไหล (Flow Control Valve)

๑) การทำงานของวาล์วระบายลมเร็ว (Quick Exhaust Valve)

๒) การทำงานของวาล์วหริ่ปรับค่าได้ (Throttle Valve Adjustable)

๓) การทำงานของวาล์วควบคุมอัตราการไหลทางเดียว (One Way Flow Control Valve)

ตารางที่ 2.5 ชนิด ภาพถ่าย และสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมอัตราการไหล

ชนิดของวาล์ว	ภาพถ่าย	สัญลักษณ์
วาล์วระบายลมเร็ว (Quick Exhaust Valve)		
วาล์วห้ปรับค่าได้ (Throttle Valve Adjustable)		
วาล์วควบคุมอัตราการไหลทางเดียว (One Way Flow Control Valve)		

๓.๔ วาล์วปิดเปิดและวาล์วผสม

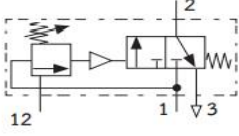
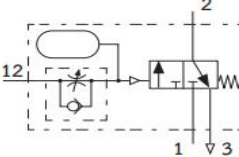
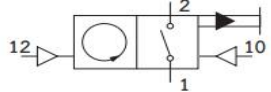
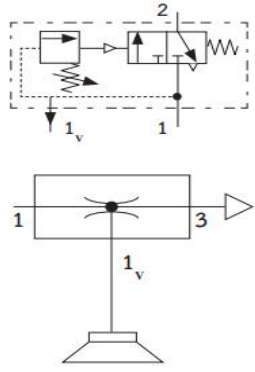
๑) วาล์วปิดเปิด (Shut-off Valves)



๒) วาล์วผสม (Combination Valves)

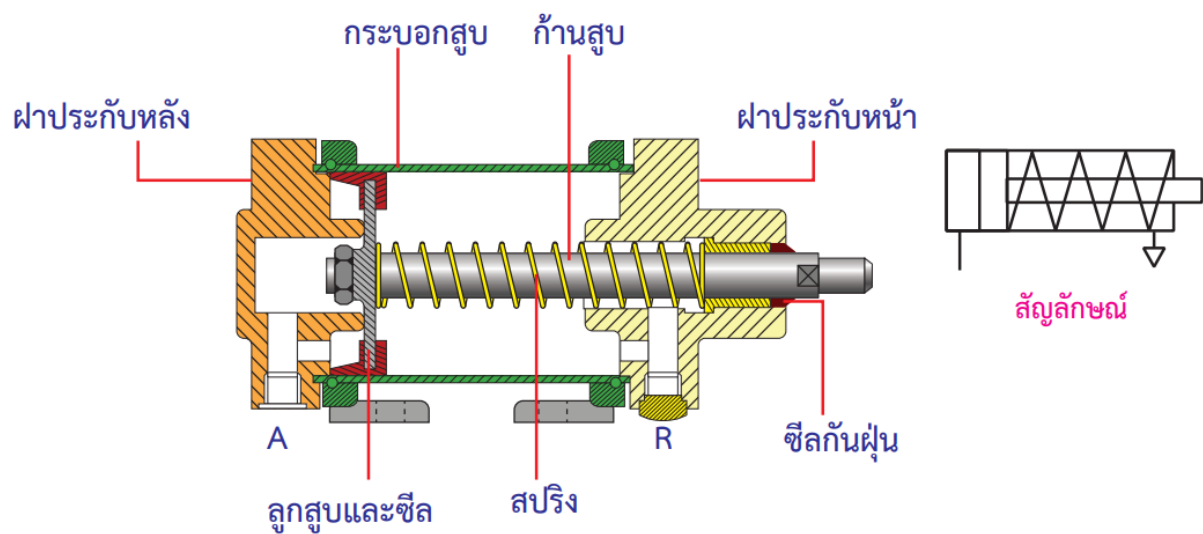
- ◆ วาล์วจัดลำดับ (Adjustable Pressure Sequence Valve)
- ◆ วาล์วหน่วงเวลา (Time Delay Valve)
- ◆ วาล์วนับจำนวน (Pneumatic Counter Valve)
- ◆ วาล์วควบคุมสุญญากาศ (Adjustable Vacuum Control System)

ตารางที่ 2.6 ชนิด ภาพถ่าย และสัญลักษณ์ของวาล์วควบคุมแบบผสม

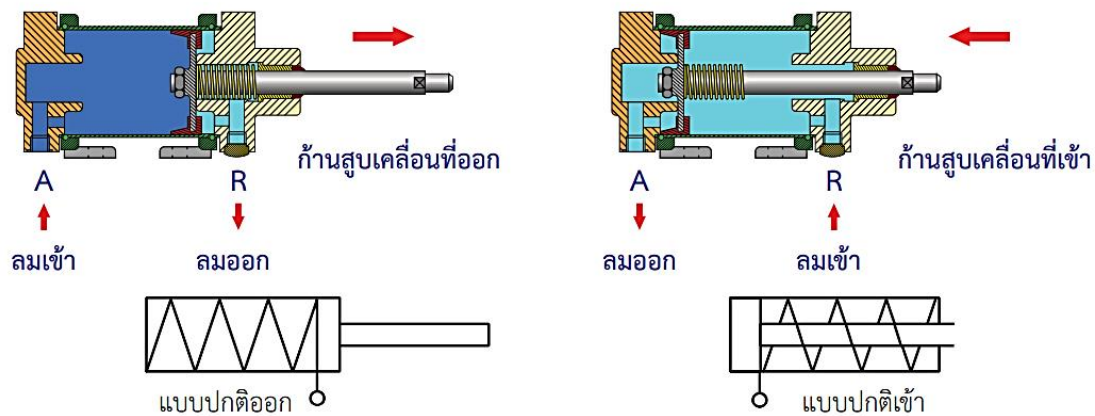
ชนิด	ภาพถ่าย	สัญลักษณ์
วาล์วจัดลำดับ (Adjustable Pressure Sequence Valve)		
วาล์วหน่วงเวลาปกติปิด (Time Delay Valve, Normally Closed)		
วาล์วนับจำนวน (Pneumatic Counter Valve)		
วาล์วควบคุมสุญญากาศ (Adjustable Vacuum Actuator) และชุดดูดจับชิ้นงานสุญญากาศ (Vacuum Generator/ Suction Cup)		

๔. อุปกรณ์ทำงานนิวแมติกส์ (Pneumatic Actuators)

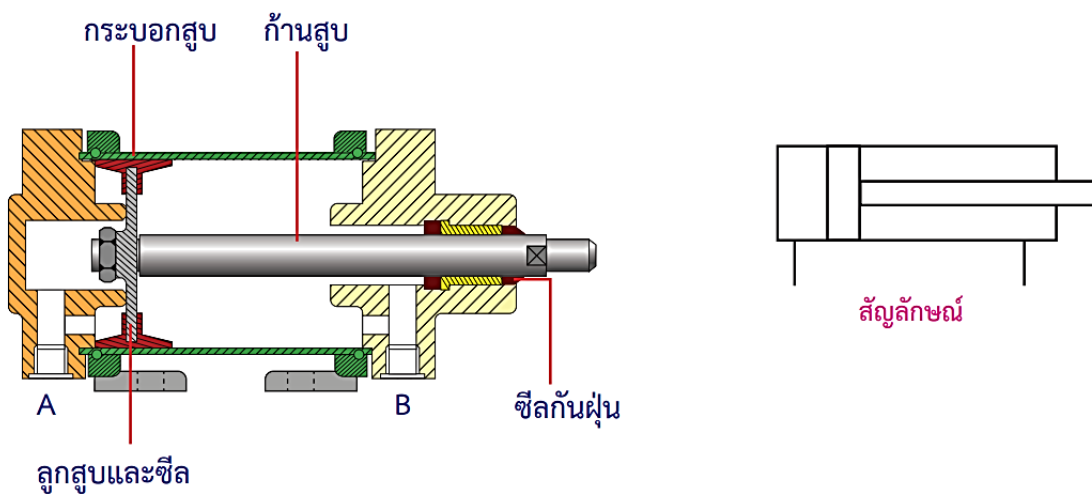
๔.๑ กระบอกสูบทางเดียว (Single Acting Cylinder)



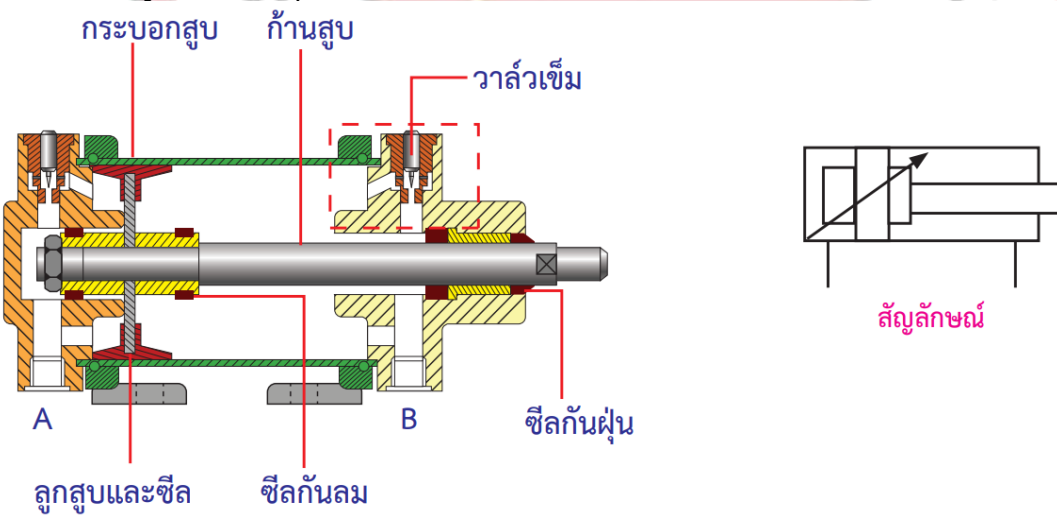
กระบอกสูบแบบทำงานทางเดียวมีให้เลือก ๒ ลักษณะคือแบบปกติเข้าและแบบปกติออกซึ่งการ เข้าหรือ ออกขึ้นอยู่กับตำแหน่งสปริงภายใน แสดงดังภาพ



๔.๒ กระบอกสูบสองทาง (Double Acting Cylinder)



๔.๓ กระบอกสูบสองทางมีอุปกรณ์กันกระแทก



๔.๔ กระบอกลูกสูบสองก้านสูบ (Double Rod End Cylinder)

กระบอกลูกสูบสองก้านสูบ คือกระบอกลูกสูบที่มีก้านสูบยาวทะลุทั้งสองด้าน โดยก้านสูบจะเคลื่อนที่เข้าและออกสลับด้านกันเสมอ ดังแสดงในภาพ



๔.๕ อุปกรณ์ทำงานในแนวหมุนรอบแกนเพล

๑) กระบอกลูกสูบโรตารี (Rotary Actuator)

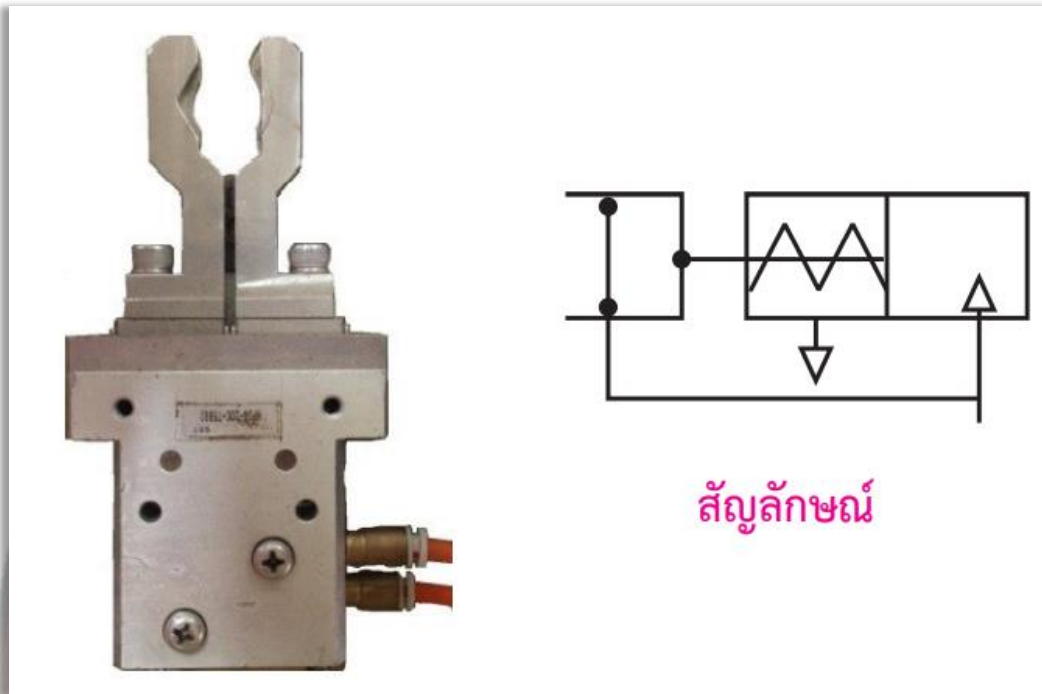


๒) มอเตอร์ลม (Air Motor)



๔.๖ อุปกรณ์หยิบจับ (Grippers)

เป็นอุปกรณ์ในการจับยึดชิ้นงานโดยใช้กลไกและกระบอกสูบทำงานร่วมกัน สามารถหยิบจับชิ้นงานรูปร่างต่าง ๆ ดังภาพ นิยมใช้งานร่วมกับระบบอัตโนมัติในงานอุตสาหกรรม



๔.๗ การคำนวณหาแรงของกระบอกสูบ

แรงของกระบอกสูบคำนวณได้จากความดันของลมอัดคูณกับพื้นที่หน้าตัดของหัวสูบหรือความโตของกระบอกสูบ และลบด้วยแรงเสียดทานจากซีลของกระบอกสูบ โดยทางทฤษฎีแรงของกระบอกสูบ คำนวณได้ดังนี้

$$F = P \times A$$

เมื่อ F = แรงของกระบอกสูบ (kgf)

P = ความดันของลมอัด (kg/cm^2)

A = พื้นที่หน้าตัดลูกสูบที่รับความดัน (cm^2)

ในทางปฏิบัติ แรงที่เกิดขึ้นจะน้อยกว่าแรงที่ได้จากการคำนวณทางทฤษฎีเนื่องจากแรงเสียดทาน (F_r) ค่าแรงเสียดทานในสภาพการใช้งานปกติซึ่งอยู่ที่ระดับความดันประมาณ 6-8 บาร์ โดยแรงเสียดทานมีค่าระหว่าง 5-25% ของแรงที่คำนวณได้ทางทฤษฎี ดังนั้นจะได้สมการ ดังนี้

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

เมื่อ F_r = แรงเสียดทาน (N หรือ kgf)

๖. แบบฝึกหัด/แบบทดสอบ

แบบฝึกหัดที่ ๑ หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์

ข้อ ๑. จงบอกความหมายของระบบนิวแมติกส์

.....

.....

.....

ข้อ ๒. จงบอกข้อดีและข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

ข้อดีของระบบนิวแมติกส์

.....

.....

.....

ข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

.....

.....

.....

ข้อ ๓. หน่วยฐาน (Base unit) ของหน่วยวัดพื้นฐานทางฟิสิกส์มีอะไรบ้าง

.....

.....

.....

ข้อ ๔. ชนิดของความดันที่เกิดขึ้นมีชื่อเรียกอย่างไรบ้าง (พร้อมอธิบายชื่อความดันที่เรียก)

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

ข้อ ๕. จงแสดงวิธีหาค่าความดันที่ใช้งานในระบบนิวแมติกส์ หรือค่าความดันเกจ ที่ค่าความดัน
สัมบูรณ์ ๑๐ Psi

.....

.....

.....

ข้อ ๖. จงแสดงวิธีคำนวณหาค่าแรงที่ใช้ผลักดันวัตถุที่มีมวล ๒๐ กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่ง

.....

.....

.....

ข้อ ๗. จงแสดงวิธีคำนวณหาค่า ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศที่มีชื้นสัมพัทธ์ ๕๐ %

.....

.....

.....

ข้อ ๘. จงแสดงวิธีการคำนวณหาปริมาตรสุดท้ายของอากาศ เมื่ออากาศมีปริมาตรเริ่มต้น

.....

.....

.....

ข้อที่ ๙. มีปริมาตรของอากาศที่อยู่ในภาชนะ $V_1 = 5000 \text{ cm}^3$ ที่ความดันบรรยากาศ

ซึ่งมีค่าเท่ากับความดันเกจ (P_{gauge}), $P_1 = 0 \text{ kgf/cm}^2$ จงคำนวณหา P_2

ที่เกิดจากการลดปริมาตรของ V_1 เป็น V_2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1000 cm^3 ที่อุณหภูมิคงที่

.....

.....

.....

ข้อที่ ๑๐. ถังเก็บลมมีความจุหรือปริมาตร 1000 cm^3 บรรจุลมอัดที่มีความดัน 10 kgf/cm^2

และมีอุณหภูมิ 30°C เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศภายในห้อง ทำให้ถังเก็บลมเย็นลงที่
อุณหภูมิ 25°C จงคำนวณหาความดันของลมอัดในถังเก็บลมที่เกิดขึ้นใหม่

.....

.....

.....

๗. เอกสารอ้างอิง (ขึ้นหน้าใหม่)

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

๘. ภาคผนวก (เฉลยแบบฝึกหัด เฉลยแบบทดสอบ ฯ)

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา

เฉลยแบบฝึกหัดที่ ๑ หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวแมติกส์

ข้อ ๑. จงบอกความหมายของระบบนิวแมติกส์

ระบบการทำงานที่นำลมอัดมาใช้เป็นตัวกลางในการควบคุม การส่งกำลัง เพื่อทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงาน เช่น กระบอกสูบ มอเตอร์ลม หัวจับสัญญาณภาค เป็นต้น ซึ่งเป็นการทำงานร่วมกันของระบบด้านกลไก ระบบไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ รวมเรียกว่าระบบนิวแมติกส์

ข้อ ๒. จงบอกข้อดีและข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

ข้อดีของระบบนิวแมติกส์

๑. ทนต่อการระเบิด ลมอัดไม่ติดไฟ จึงไม่มีอันตรายจากการระเบิด
๒. กระบอกสูบมีความรวดเร็วในการทำงาน โดยทั่วไปมีความเร็วในการทำงานประมาณ ๑ ถึง ๒ เมตรต่อวินาที
๓. ส่งถ่ายกำลังได้ง่าย สามารถเดินท่อส่งลมอัดไปใช้งานได้ในระยะทางไกลและใกล้
๔. การส่งถ่ายลมอัดเป็นระบบเปิด ลมอัดที่ใช้งานแล้วปล่อยสู่บรรยากาศได้
๕. การเก็บลมอัดง่าย สามารถเดินเครื่องอัดลมเพื่อเก็บลมอัดไว้ในถังเก็บลมเพื่อนำไปใช้งานได้ทันที และใช้งานได้อย่างต่อเนื่อง
๖. มีความปลอดภัยจากการทำงานเกินกำลัง (Over Load) อุปกรณ์ไม่เกิดการเสียหาย
๗. ควบคุมอัตราความเร็วของกระบอกสูบได้ง่าย โดยใช้วาล์วควบคุมอัตราการไหล
๘. ควบคุมความดันของลมอัดได้ง่าย โดยใช้วาล์วควบคุมความดัน
๙. ระบบสะอาด อุปกรณ์และเครื่องมือที่ใช้ในระบบมีความสะอาด
๑๐. โครงสร้างอุปกรณ์ง่ายต่อการใช้งาน ราคาไม่แพง และดูแลรักษาง่าย

ข้อเสียของระบบนิวแมติกส์

๑. ลมอัดสามารถอัดตัวได้ ทำให้การเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ทำงาน (กระบอกสูบ) ไม่สม่ำเสมอเมื่อใช้งานไปในเวลานานๆ
๒. เกิดการกลั่นตัวของไอน้ำเป็นหยดน้ำในระบบ เมื่อลมอัดถูกทำให้เย็นตัวลง จะทำให้ในระบบมีน้ำผสมอยู่ด้วย
๓. เมื่อต้องการใช้กำลังมากขึ้น ต้องใช้กระบอกสูบ หรืออุปกรณ์ทำงานที่มีขนาดใหญ่ เพราะโดยทั่วไปลมอัด และอุปกรณ์ทำงาน ใช้กับความดันไม่เกิน ๑๐ บาร์
๔. เมื่อระบายลมออกจากอุปกรณ์ทำงาน จะทำให้เกิดเสียงดัง ต้องใช้ตัวเก็บเสียง
๕. ความดันของลมอัดเปลี่ยนแปลงได้ตามอุณหภูมิ โดยเมื่ออุณหภูมิเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้น จะทำให้ความดันเพิ่มขึ้นตาม และเมื่ออุณหภูมิลดลง ความดันจะลดลงด้วย

๖. ความดันตกเมื่ออุปกรณ์ทำงานติดตั้งไว้ในระยะทางไกลจากถังเก็บลม

ข้อ ๓. หน่วยฐาน (Base unit) ของหน่วยวัดพื้นฐานทางฟิสิกส์มีอะไรบ้าง

๑. ความยาว (Length)	มีหน่วย	เมตร (Metre)	อักษรย่อ m
๒. มวล (Mass)	มีหน่วย	กิโลกรัม (Kilogram)	อักษรย่อ kg
๓. เวลา (Time)	มีหน่วย	วินาที (Second)	อักษรย่อ s
๔. กระแสไฟฟ้า (Electric current)	มีหน่วย	แอมแปร์ (Ampere)	อักษรย่อ A
๕. อุณหภูมิจลึงวัตติ (Thermodynamic temperature)	มีหน่วย	เคลวิน (Kelvin)	อักษรย่อ K
๖. ปริมาณสาร (Amount substance)	มีหน่วย	โมล (Mole)	อักษรย่อ mol
๗. ความเข้มของการส่องสว่าง (Luminous intensity)	มีหน่วย	แคนเดลา (Candela)	อักษรย่อ cd

ข้อ ๔. ชนิดของความดันที่เกิดขึ้นมีชื่อเรียกอย่างไรบ้าง (พร้อมอธิบายชื่อความดันที่เรียก)

๔.๑. ความดันบรรยากาศ (Atmosphere Pressure) คือ ค่าความดันของอากาศในสภาวะปกติ หรืออากาศที่อยู่รอบ ๆ ตัวเรา ใช้อักษรย่อคือ P_{atm} มีหน่วยวัดคือ atm มีค่าดังนี้

$$P_{atm} = 1 \text{ atm} = 14.7 \text{ psi} = 1.013 \text{ bar}$$

๔.๒. ความดันสัมบูรณ์ (Absolute Pressure) คือ ค่าความดันตั้งแต่ความดันสุญญากาศถึงความดันเกจ ความดันสัมบูรณ์ใช้อักษรย่อ P_{abs}

$$\text{หรือ } P_{abs} = P_{gauge} + P_{atm}$$

๔.๓. ความดันศูนย์สัมบูรณ์ (Absolute Zero Pressure) คือ ค่าความดันที่ต่ำกว่าความดันต่ำสุดซึ่งเท่ากับศูนย์แท้ ความดันศูนย์สัมบูรณ์ใช้อักษรย่อ P_{absz}

๔.๔. ความดันสุญญากาศ (Vacuum Pressure) คือ ค่าความดันตั้งแต่ความดันศูนย์สัมบูรณ์ถึงความดันบรรยากาศ ความดันสุญญากาศใช้อักษรย่อ P_{vac}

๔.๕. ความดันเกจ (Gauge Pressure) คือ ค่าความดันตั้งแต่ความดันบรรยากาศถึงความดันเกจ ใช้อักษรย่อว่า P_{gauge}

$$\text{หรือ } P_{gauge} = P_{abs} - P_{atm}$$

ข้อ ๕. จงแสดงวิธีหาค่าความดันที่ใช้งานในระบบนิวแมติกส์ หรือค่าความดันเกจ ที่ค่าความดันสัมบูรณ์ ๑๐ Psi

วิธีทำ จากสมการที่ ๑.๒ จะได้

$$\text{ความดันเกจ } (P_{gauge}) = \text{ความดันสัมบูรณ์ } (P_{abs}) - \text{ความดันบรรยากาศ } (P_{atm})$$

$$P_{gauge} = (10 \text{ psi}) - (14.7 \text{ psi})$$

ดังนั้นจะได้ความดันเกจ

$$P_{\text{gauge}} = - ๔.๗ \text{ psi}$$

ตอบ

ข้อ ๖. จงแสดงวิธีคำนวณหาค่าแรงที่ใช้ผลักวัตถุที่มีมวล ๒๐ กิโลกรัม ให้เคลื่อนที่ด้วยอัตราเร่ง ๑ เมตรต่อวินาทีที่กำลังสอง

วิธีทำ จากสมการที่ ๑.๓ จะได้

$$F = ma \quad \text{สมการที่ ๑.๓}$$

$$F = ๒๐ \text{ kg} \times ๑ \text{ m/s}^2$$

ดังนั้นจะได้ค่าแรง

$$F = ๒๐ \text{ นิวตัน}$$

ตอบ

ข้อ ๗. จงแสดงวิธีคำนวณหาค่า ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศที่มีชื้นสัมพัทธ์ ๕๐ % ที่อุณหภูมิ ๓๐ °C

วิธีทำ จากสมการที่ ๑.๖ จะได้

$$\text{ความชื้นสัมพัทธ์(\%)} = \frac{\text{ความชื้นสัมบูรณ์}}{\text{ปริมาณการอิ่มตัวของไอน้ำ}} \times (100)$$

เมื่อ ความชื้นสัมบูรณ์ คือความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ จะได้

$$\text{ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ} = \frac{\text{ความชื้นสัมพัทธ์(\%)} \times \text{ปริมาณการอิ่มตัวของไอน้ำ}}{100}$$

จากตารางที่ ๑.๒ ปริมาณการอิ่มตัวของไอน้ำ ที่ ๓๐ °C เท่ากับ ๓๐.๓ g/m^๓ จะได้

$$\text{ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ} = \frac{๕๐ \times ๓๐.๓ \text{ g/m}^3}{100}$$

จะได้ ความหนาแน่นของไอน้ำในอากาศ = ๑๕.๑๕ กรัม / ลูกบาศก์เมตร

ตอบ

ข้อ ๘. จงแสดงวิธีการคำนวณหาปริมาตรสุดท้ายของอากาศ เมื่ออากาศมีปริมาตรเริ่มต้น ๑ ลูกบาศก์เมตร ที่อุณหภูมิ ๓๐ °C แล้วทำให้อุณหภูมิลดลงเหลือ ๒๕ °C

วิธีทำ จากสมการที่ ๑.๙ จะได้

$$V_2 = \frac{V_1 T_2}{T_1}$$

แทนค่าในสมการ

$$= \frac{1 \text{ m}^3 \times (25 + 273.15) \text{ K}}{(30 + 273.15) \text{ K}}$$

จะได้ปริมาตรสุดท้ายของอากาศ $V_2 = 0.48 \text{ m}^3$

ตอบ

ข้อที่ ๙. มีปริมาตรของอากาศที่อยู่ในภาชนะ $V_1 = 5000 \text{ cm}^3$ ที่ความดันบรรยากาศ ซึ่งมีค่าเท่ากับความดันเกจ (P_{gauge}), $P_1 = 0 \text{ kgf/cm}^2$ จงคำนวณหา P_2 ที่เกิดจากการลดปริมาตรของ V_1 เป็น V_2 ซึ่งมีค่าเท่ากับ 1000 cm^3 ที่อุณหภูมิคงที่

วิธีทำ จากสมการที่ ๑.๑๐ จะได้สมการเพื่อหาคำตอบดังนี้

$$P_2 = \frac{V_1 P_1}{V_2}$$

สมการที่ ๑.๒ จะได้

ความดันสัมบูรณ์ (P_{abs}) = ความดันเกจ (P_{gauge}) + ความดันบรรยากาศ (P_{atm})

มความดันสัมบูรณ์ (P_{abs}) = $(0 + 1.0332) \text{ kgf/cm}^2$

จะได้

$$P_1 = 1.0332 \text{ kgf/cm}^2$$

แทนค่าในสมการเพื่อหาคำตอบจะได้

$$P_2 = \frac{V_1 P_1}{V_2}$$

$$P_2 = \frac{5000 \text{ cm}^3 \times 1.0332 \text{ kgf/cm}^2}{1000 \text{ cm}^3}$$

จะได้ความดันสัมบูรณ์ (P_{abs}),

$$P_2 = 5.166 \text{ kgf/cm}^2$$

และจะได้ค่าความดันเกจ P_{gauge} ของ $P_2 = (5.166 - 1.0332) \text{ kgf/cm}^2$

$$P_{2 \text{ gauge}} = 4.133 \text{ kgf/cm}^2$$

ตอบ

ข้อที่ ๑๐. ถังเก็บลมมีความจุหรือปริมาตร ๑๐๐๐ cm^๓ บรรจุลมอัดที่มีความดัน ๑๐ kgf/cm^๒ และมีอุณหภูมิ ๓๐ °C เมื่อเปิดเครื่องปรับอากาศภายในห้อง ทำให้ถังเก็บลมเย็นลงที่อุณหภูมิ ๒๕ °C จงคำนวณหาความดันของลมอัดในถังเก็บลมที่เกิดขึ้นใหม่

วิธีทำ

จากสมการที่ ๑.๑๒ จะได้สมการเพื่อหาคำตอบดังนี้

$$P_2 = \frac{P_1 V_1}{T_1} \times \frac{T_2}{V_2}$$

โดยใช้ความสัมพันธ์ จากสมการที่ ๑.๒ จะได้

$$\text{ความดันสัมบูรณ์ } (P_{\text{abs}}) = \text{ความดันเกจ } (P_{\text{gauge}}) + \text{ความดันบรรยากาศ } (P_{\text{atm}})$$

$$\text{เมื่อความดันเกจ } \circ P_{\text{gauge}} = ๑.๐๓๓๒ \text{ kgf/cm}^๒ \text{ (} P_{\text{abs}} \text{)}$$



	ใบงาน ที่ ๑	หน่วยที่ ... ๑
	รหัสวิชา ๓๐๑๐๐-๑๐๒๐ ชื่อวิชา การควบคุมนิวแมติกส์และไฮดรอลิกส์	สอนครั้งที่ ๑
	ชื่อหน่วยการเรียนรู้ หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์	ทฤษฎี ๒ ชม. ปฏิบัติ ๓ ชม.
ชื่อเรื่อง หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์		

๑. ผลลัพธ์การเรียนรู้จากการปฏิบัติงาน

สามารถทดสอบและปรับตั้งการทำงานของระบบจ่ายและควบคุม การทำงานของระบบนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ได้อย่างปลอดภัย

๒. อ้างอิงมาตรฐาน/เชื่อมโยงกลุ่มอาชีพ

มาตรฐานอาชีพ สถาบันคุณวุฒิวิชาชีพ รหัส ME๖๑, ME๖๒ สาขาวิชาชีพหุ่นยนต์และระบบอัตโนมัติ สาขาระบบอัตโนมัติ อาชีพช่างแมคคาทรอนิกส์ ระดับ ๔

๓. สมรรถนะการปฏิบัติงาน

๑. ความหมายของระบบนิวแมติกส์
๒. ข้อดีและข้อเสียของระบบนิวแมติกส์
๓. หลักการพื้นฐานของระบบนิวแมติกส์
๔. ชนิดของความดัน (Pressure)
๕. อุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์
๖. กฎการส่งผ่านความดัน

๔. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

- ๔.๑) น้อมนำหลักปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียงใช้ในการปฏิบัติงาน
- ๔.๒) แสดงพฤติกรรม ลักษณะนิสัย คุณธรรม จริยธรรม และเจตคติที่ดีต่องานด้านวิชาชีพ

๕. เครื่องมือ วัสดุ และอุปกรณ์

๑. แบบทดสอบก่อนเรียน
๒. ใบความรู้ที่ ๑
๓. แบบประเมินแฟ้มสะสมผลงาน

๖. คำแนะนำ/ข้อควรระวัง

:-

๗. ขั้นตอนการปฏิบัติงาน

ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน

๑. เตรียมความพร้อมก่อนเรียน
๒. ครูนำเข้าสู่บทเรียน

ขั้นสอน

๑. ครูอธิบายหลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์
๒. ครูอธิบายและซักถามเกี่ยวกับหลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์

๓. ครูให้นักเรียนบอกข้อควรระวังการใช้อินเทอร์เน็ตครูสังเกตนักเรียนมีความรอบคอบในการเรียนรู้
๔. ครูให้นักเรียนหาข้อมูลเกี่ยวกับอินเทอร์เน็ตประเทศไทย
๕. ครูให้นักเรียนซักถามข้อสงสัย
๖. ครูเสนอแนะให้นักเรียนค้นคว้าหาข้อมูลเพิ่มเติมเมื่อมีเวลาว่าง

ขั้นสรุป

๑. ครูประเมินการซักถาม
๒. ครูสรุปงาน ให้นักเรียนฟังและให้นักเรียนซักถามเพื่อความเข้าใจ

๘. สรุปและวิจารณ์ผล

อุตสาหกรรมในปัจจุบันและในอนาคตมีแนวโน้มจะใช้เครื่องจักรอัตโนมัติแทนแรงงานคน ทำให้ระบบนิเวศน์อุตสาหกรรม ซึ่งเป็นองค์ประกอบหนึ่งของเครื่องจักรอัตโนมัติเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลายในโรงงานอุตสาหกรรม โดยวิวัฒนาการจากการใช้ระบบการทำงานง่ายๆ จากแบบธรรมดาเป็นการทำงานโดยอัตโนมัติ เช่น เบรกลมของรถไฟ การจับยึดชิ้นงาน สายพานลำเลียง แขนกล (robot) และอื่นๆ และในปัจจุบันได้ มีการนำลมอัดมาใช้สำหรับงานต่าง ๆ อย่างกว้างขวาง ได้แก่ งานการประกอบชิ้นส่วนในโรงงานอุตสาหกรรม งานการบรรจุหีบห่อ งานด้านกระบวนการผลิตอาหาร งานเชื่อมโลหะ งานขนย้ายวัสดุที่มีน้ำหนักเบา งานพิมพ์ และงานอื่น ๆ อีกมากมาย

๙. การประเมินผล

๑. พิจารณาหลักฐานความรู้
๒. พิจารณาหลักฐานการปฏิบัติงาน

แบบประเมินผลการปฏิบัติงาน ใบงานที่ ๑
รายวิชา การควบคุมนิวเมติกส์และไฮดรอลิกส์ รหัสวิชา ๓๐๑๐๐-๑๐๒๐
เรื่อง หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์

ชื่อ.....สกุล.....ระดับชั้น.....สาขาวิชา.....กลุ่ม.....

ลำดับที่	หัวข้อการประเมิน	ระดับคะแนน					หมายเหตุ
		๕	๔	๓	๒	๑	
๑	ด้านคุณธรรม จริยธรรม เข้าเรียนตรงต่อเวลา						
๒	มีวินัย และแต่งกายถูกระเบียบ						
๓	มีความมุ่งมั่น และตั้งใจปฏิบัติงาน						
๔	มีการทำงานร่วมกับผู้อื่น หรือเป็นทีม						
๕	ส่งงานในเวลาที่กำหนด						
๖	ด้านทักษะการปฏิบัติงาน การปฏิบัติงานเป็นไปตามขั้นตอน						
๗	แบบงานมีความประณีต และสวยงาม						
๘	แบบงานถูกต้องตามหลักวิชาการ						
๙	ปฏิบัติงานเสร็จสิ้นตามเวลาที่กำหนด						
๑๐	มีสุขภาพอนามัยของความปลอดภัย						
	รวมคะแนน						

สรุปผลการประเมิน ผ่าน ไม่ผ่าน คะแนนที่ได้.....

ข้อเสนอแนะ

.....

.....

.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
 (.....)
/...../.....

แบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล
หน่วยที่ 1 เรื่อง หลักการของระบบฐานข้อมูลและวาล์วและอุปกรณ์ในระบบนิวเมติกส์

คำชี้แจง ให้ทำเครื่องหมาย ✓ และหากผู้เรียนมีพฤติกรรมนั้น ลงในช่องรายการ

ที่	ชื่อ- นามสกุล	การสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียนในระหว่างเรียน																รวม คะแนน				
		การสนใจเรียน				การแสดงความคิดเห็น				การตอบคำถาม				การยอมรับฟังคนอื่น					ทำงานตามที่ ครูมอบหมาย			
๔	๓	๒	๑	๔	๓	๒	๑	๔	๓	๒	๑	๔	๓	๒	๑	๔	๓	๒	๑			
๑																						
๒																						
๓																						
๔																						
๕																						
๖																						
๗																						
๘																						
๙																						
๑๐																						

เกณฑ์การวัดผล ให้คะแนนระดับคุณภาพของแต่ละพฤติกรรมดังนี้

๑. ดีมาก = ๔ สนใจฟัง ไม่หลับ ไม่พูดคุยในชั้น มีคำถาม ตอบคำถามถูก ทำงานส่งตามเวลาอยู่ในเกณฑ์ประมาณ ๙๐ - ๑๐๐%
๒. ดี = ๓ พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ ๗๐ - ๘๙%
๓. ปานกลาง = ๒ พฤติกรรมการแสดงออกอยู่ในเกณฑ์ประมาณ ๕๐ - ๖๙ %
๔. ปรับปรุง = ๑ เข้าชั้นเรียน แต่การแสดงออกน้อยมาก ส่งงานไม่ครบ ส่งงานไม่ตรงเวลา

เกณฑ์การประเมิน

คะแนนรวมตามแบบสังเกตพฤติกรรมการเรียนรู้รายบุคคล ไม่ต่ำกว่าร้อยละ ๘๐

ลงชื่อครูผู้สอนสังเกต
 (.....)

สัปดาห์ที่

วิทยาลัยการอาชีพบางสะพาน

แบบประเมินด้านคุณธรรม จริยธรรมและคุณลักษณะที่พึงประสงค์

สาขาวิชา.....สาขางาน.....ระดับชั้น.....กลุ่ม.....

ลำดับ ที่	ชื่อ-สกุล	รายการประเมิน										คะแนนรวม	คะแนนเฉลี่ย
		ยึดมั่นในสถาบันฯ	ละเว้นอบายมุข	ความมีวินัย	ความสามัคคี	จิตอาสา	ซื่อสัตย์สุจริต	ประหยัด	สุภาพ	ตรงต่อเวลา			
๑													
๒													
๓													
๔													
๕													
๖													
๗													
๘													
๙													
๑๐													
๑๑													
๑๒													
๑๓													
๑๔													
๑๕													
๑๖													
๑๗													
๑๘													
๑๙													
๒๐													

๑๐. เอกสารอ้างอิง/เอกสารค้นคว้าเพิ่มเติม

ฝ่ายวิชาการสำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด ของสำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา