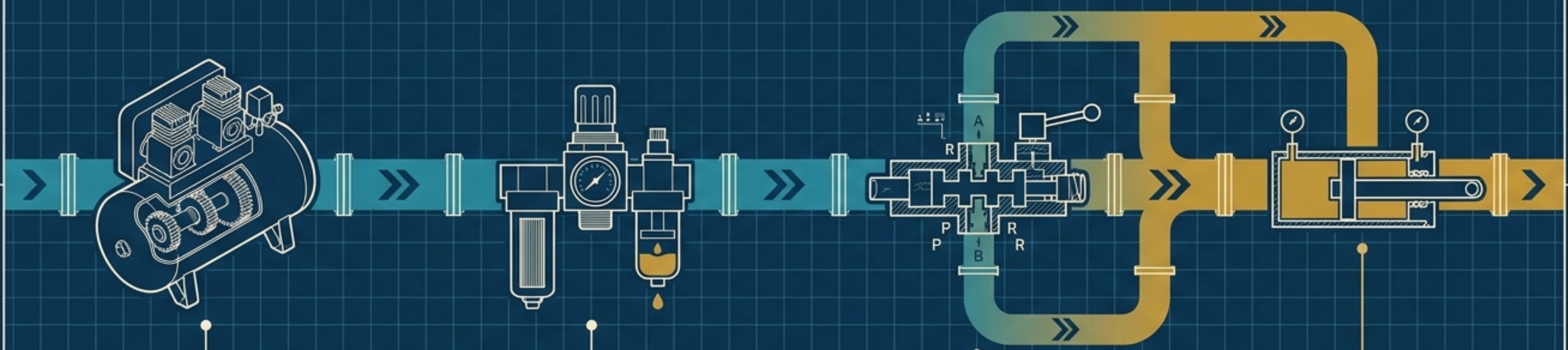


กายวิภาคของระบบกำลังของไหล



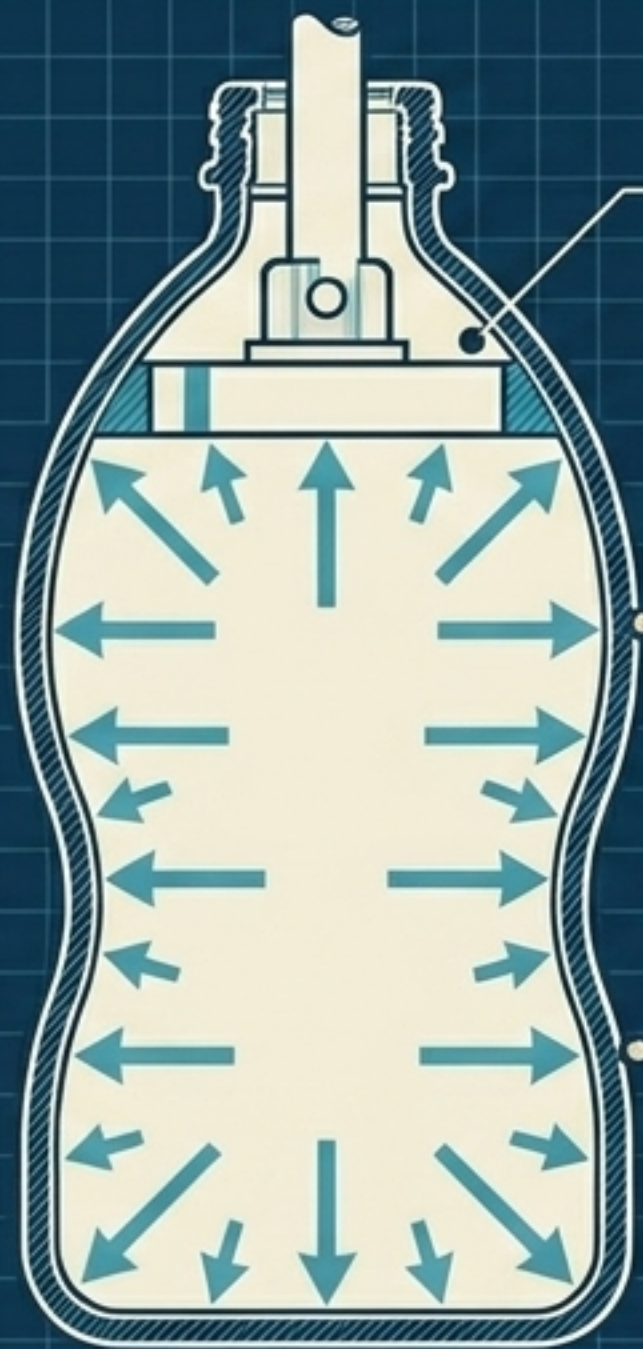
ต้นกำลัง (Generation)
สร้างแรงดันลม/น้ำมัน (ปั๊ม/คอมเพรสเซอร์)

ปรับปรุงคุณภาพ (Preparation)
กรองฝุ่น ริดน้ำ และหล่อลื่น (FRL & ตั้งพัก)

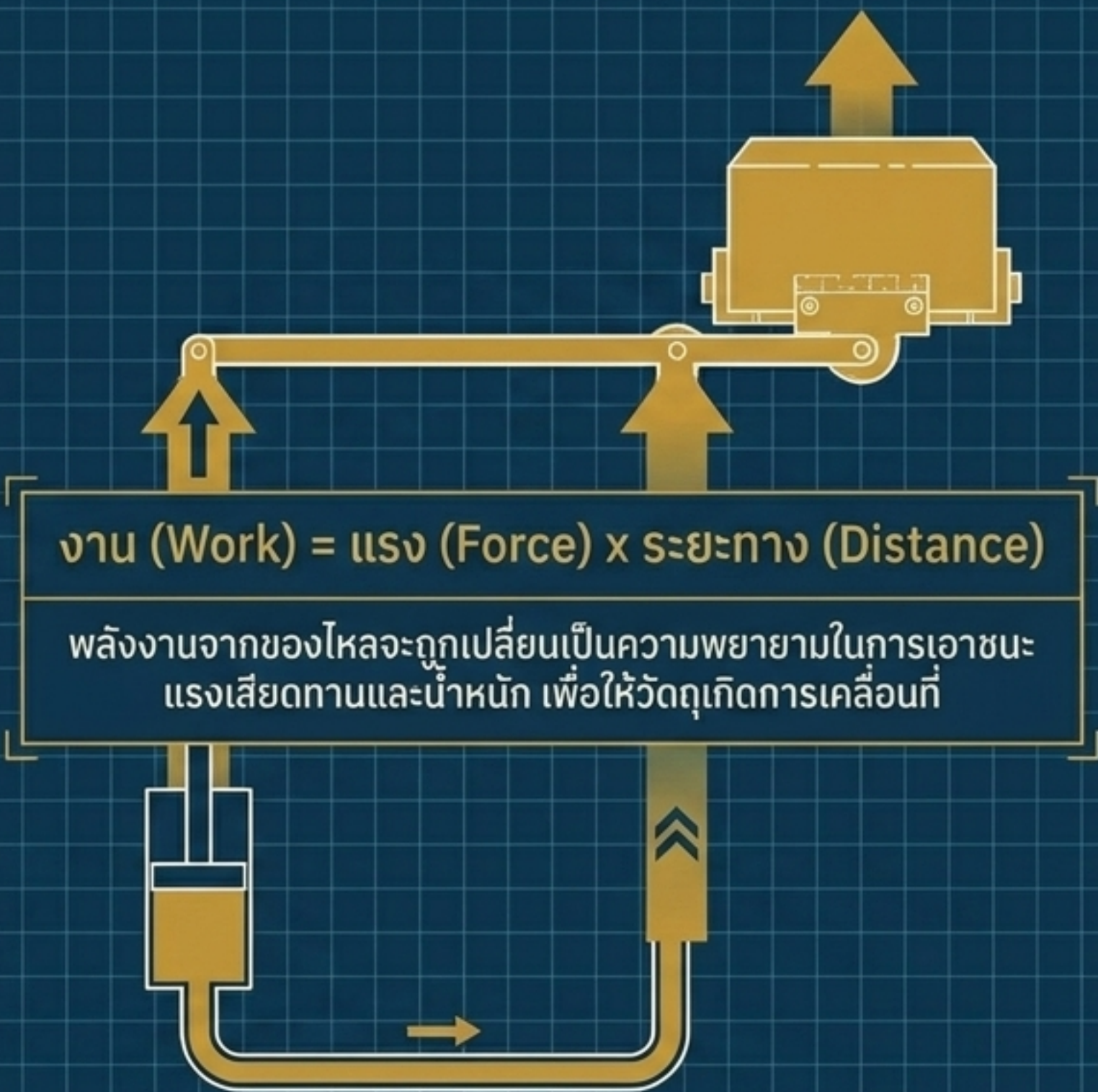
ควบคุม (Control)
สั่งการทิศทาง อัตราการไหล และความดัน (วาล์ว)

อุปกรณ์ทำงาน (Actuation)
เปลี่ยนพลังงานไหลเป็นพลังงานกล (กระบอกสูบ/มอเตอร์)

กฎของปาสคาล: พลังที่มองไม่เห็น



1. แรงดันกระทำเท่ากันทุกทิศทางในภาชนะปิด
2. แรงกระทำตั้งฉากกับพื้นที่ผิวเสมอ
3. ความดันมีค่าเท่ากันในระดับความสูงเดียวกัน



งาน (Work) = แรง (Force) x ระยะทาง (Distance)
พลังงานจากของไหลจะถูกเปลี่ยนเป็นความพยายามในการเอาชนะแรงเสียดทานและน้ำหนัก เพื่อให้วัตถุเกิดการเคลื่อนที่

หัวใจของระบบ: การสร้างลมอัด



แบบลูกสูบ
(Piston)

- อัดอากาศด้วยลูกสูบ (Single to Triple stage)
- ใช้งานทั่วไป รองรับความดันต่ำถึงสูงสุด (3,000 Bar)



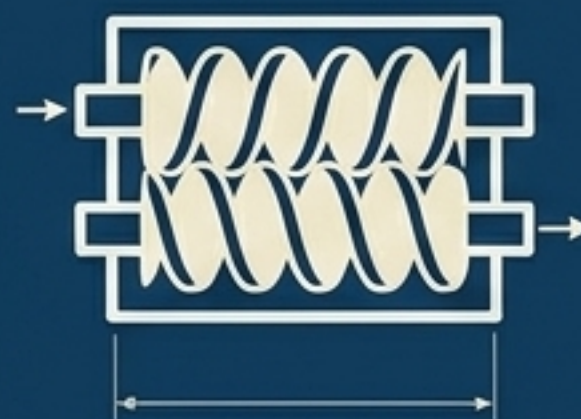
แบบไดอะแฟรม
(Diaphragm)

- แผ่นยางกั้นอากาศไม่ให้สัมผัสน้ำมัน
- อุตสาหกรรมอาหาร ยา และเคมี (Air remains 100% pure)



แบบใบพัดเลื่อน
(Vane)

- โรเตอร์เยื้องศูนย์กลางกวาดอากาศตามแรงเหวี่ยง
- เสียงเงียบ หมุนราบเรียบ สม่ำเสมอ



แบบสกรู
(Screw)

- เพลาเกสียวสองตัว ขบเข้าหากัน
- งานที่ต้องการปริมาณลมสูงต่อเนื่อง

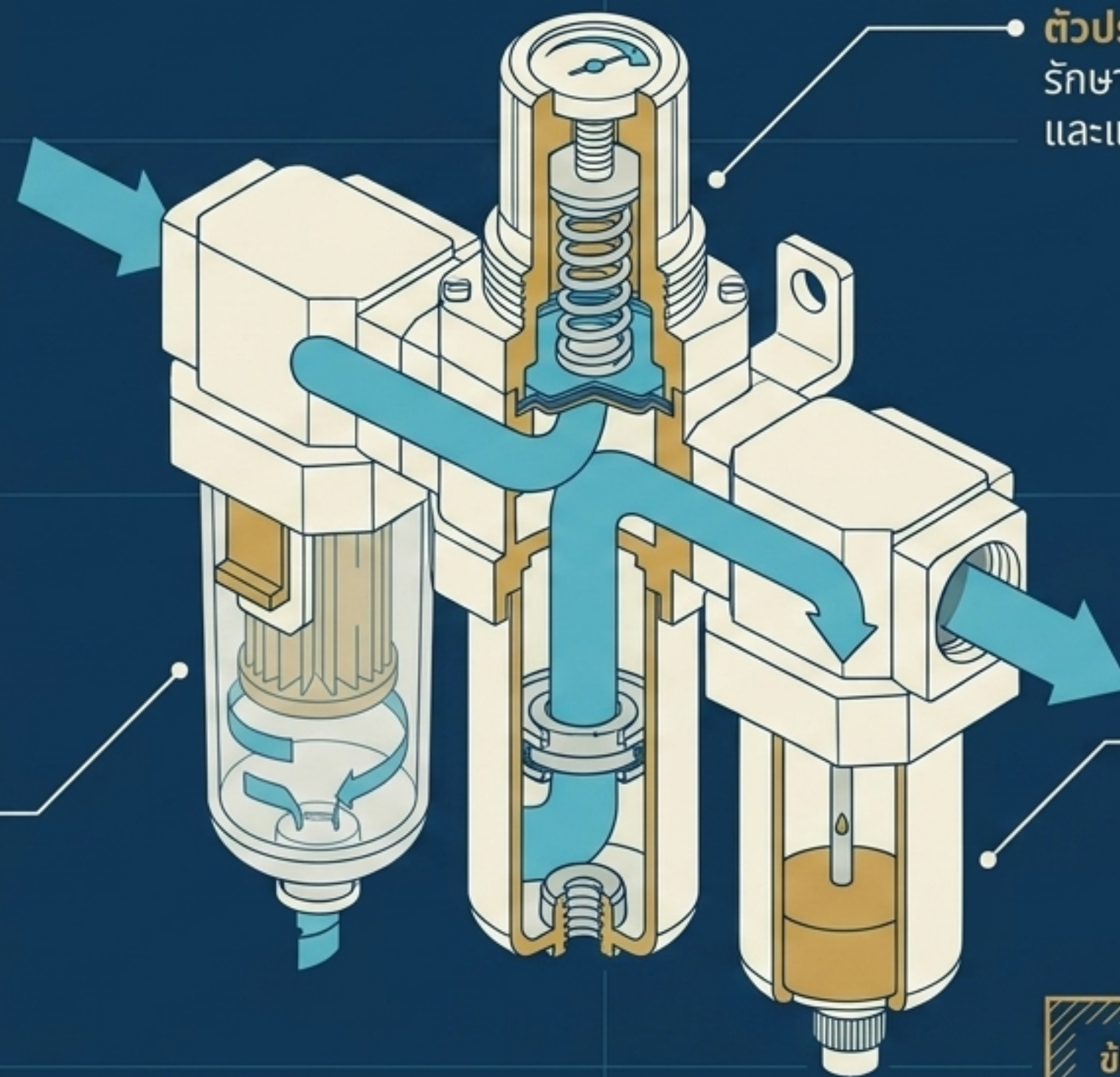


แบบกังหัน
(Turbine)

- ใบพัดความเร็วสูงเหวี่ยงอากาศ
- ต้องการอัตราการจ่ายลมมหาศาล (2,000 m³/min)

การกรองและปรับสมดุล: ชุดปรับปรุงคุณภาพลมอัด

ตัวกรองลมอัด (Filter - F)
ลมหมุนวนเหวียงละองน้ำและ
ฝุ่นตกลงด้านล่าง ไล่ ไล่กรองดักจับ
สิ่งสกปรกชั้นสุดท้าย



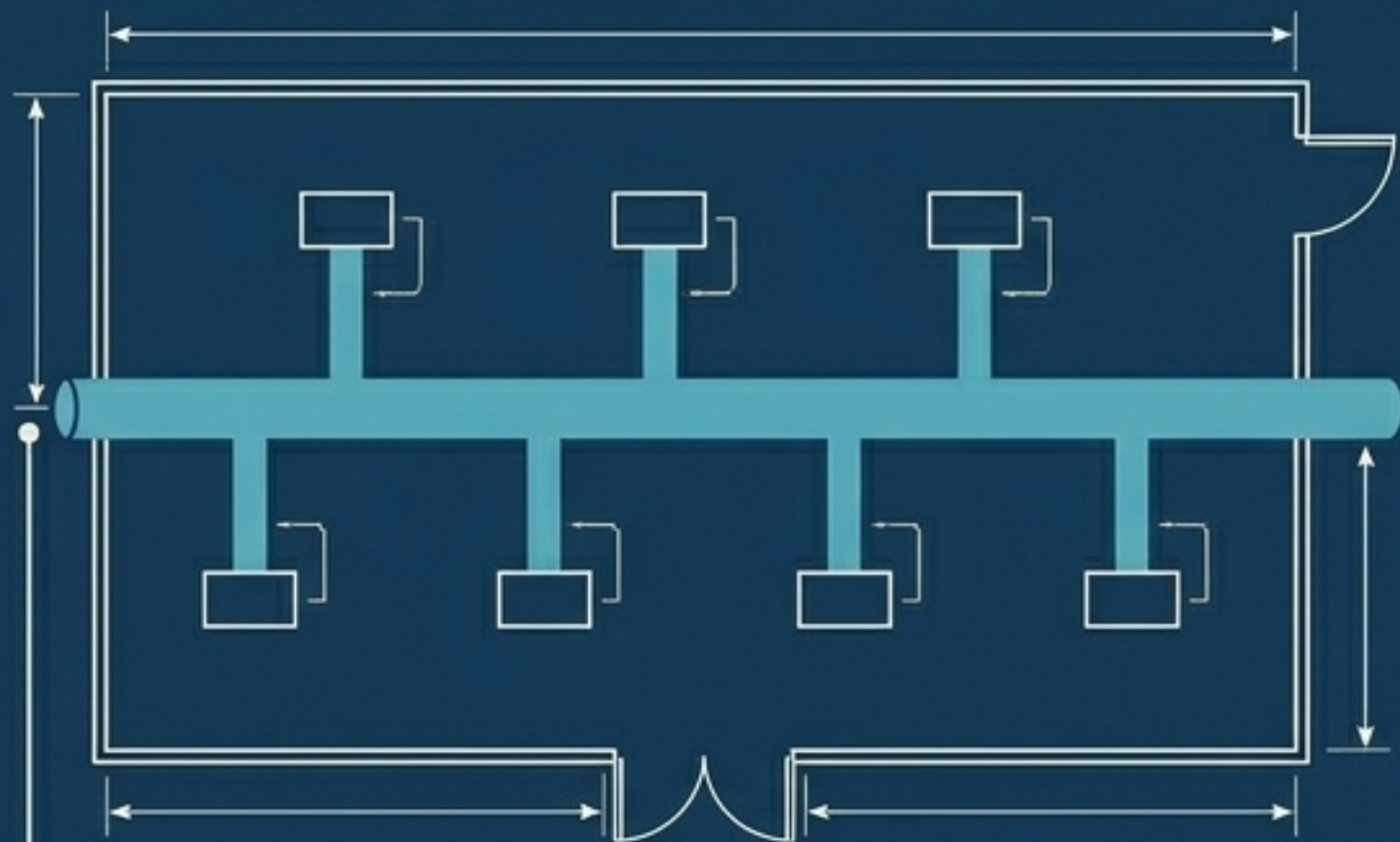
ตัวปรับความดัน (Regulator - R)
รักษาระดับความดันขาออกให้คงที่ด้วยชุดสปริง
และแผ่นไดอะแฟรม (Diaphragm)

ตัวผสมน้ำมันหล่อลื่น (Lubricator - L)
ปล่อยละองน้ำมัน (เบอร์ SAE 10)
ผสมในลมอัดเพื่อลดการสึกหรอ
และกันสนิม

ข้อควรระวัง: หากน้ำหลุดรอดไปผสมในกระเปาะ น้ำมัน
จะเปลี่ยนเป็นสีขาวขุ่น ต้องรีบล้างทำความสะอาดทันที

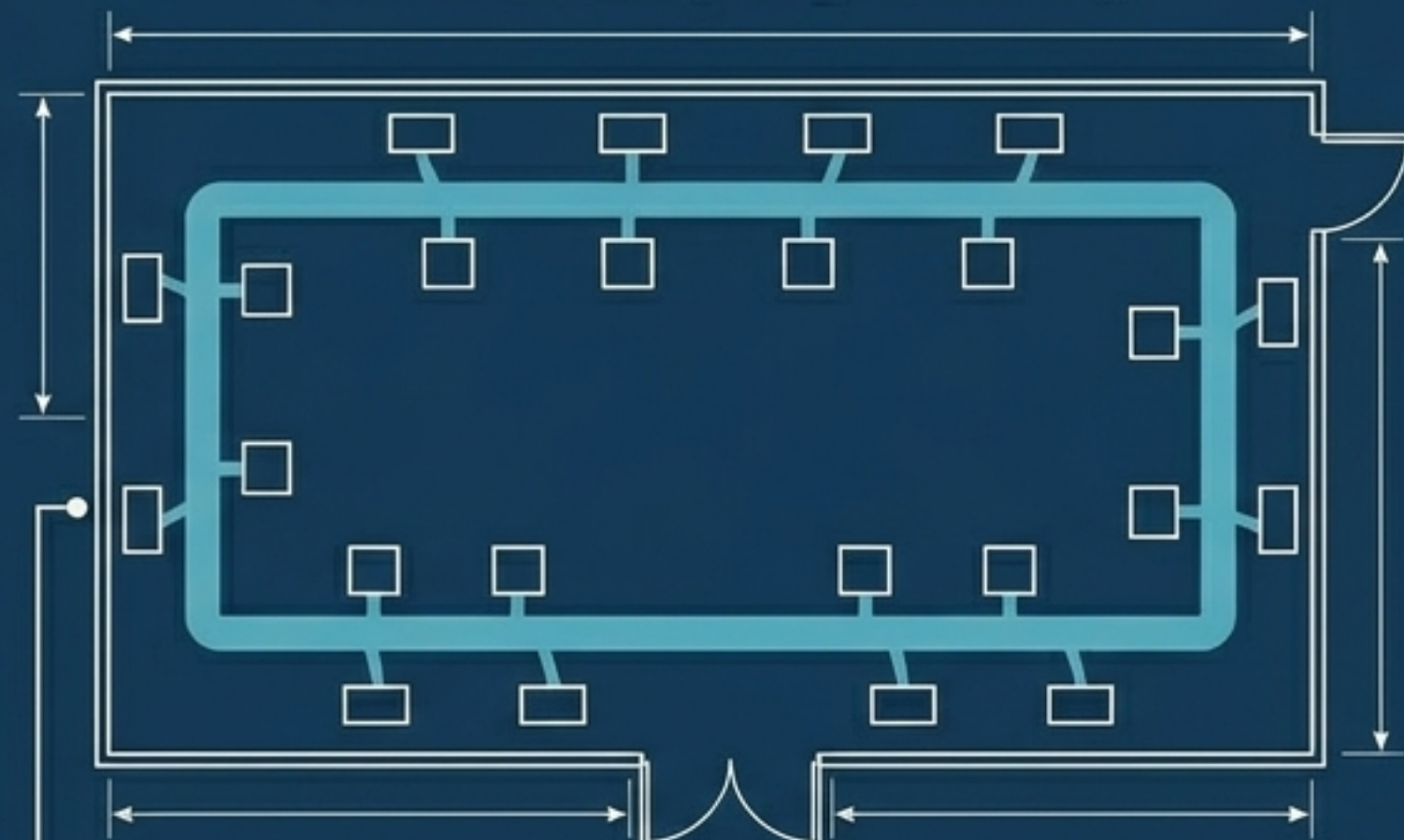
โครงข่ายเส้นเลือดใหญ่: การเดินท่อลมอัด

แบบแตกกิ่ง (Branching Network)



เหมาะสำหรับโรงงานขนาดเล็ก
ข้อเสียคือเมื่อซ่อมท่อหลัก ต้องตัดลมทั้งระบบ
ความดันปลายท่ออาจตก

แบบวงแหวน (Ring Network)



เหมาะสำหรับโรงงานขนาดใหญ่
รักษาระดับความดันได้สมดุลทั่วทั้งระบบ
สามารถปิดวาล์วซ่อมแซมเป็นจุดๆ ได้โดยระบบอื่นยังทำงานต่อ

กฎการติดตั้งท่อ: ท่อหลักต้องมีความลาดเอียง 1-2% ตามทิศทางลม เพื่อป้องกันน้ำตกค้าง และท่อแยกย่อยต้องต่อตั้งลมขึ้นด้านบนบนท่อหลักเสมอ

อาณาจักรของวาล์วควบคุม



ทิศทาง (Directional Control)

เปิด ปิด หรือเปลี่ยนเส้นทางลมหัด (เช่น 3/2, 5/2 วาล์ว)



อัตราการไหล (Flow Control)

ควบคุมปริมาณลมหเพื่อกำหนดความเร็วการทำงาน (ปรับช้า/เร็ว)



กันกลับ (Non-Return)

บังคับลมหทางเดียว หรือสร้างเงื่อนไขลอจิก (Logic)



ความดัน (Pressure Control)

รักษาความดัน หรือเป็นวาล์วนิรภัยระบายลมหทั้ง

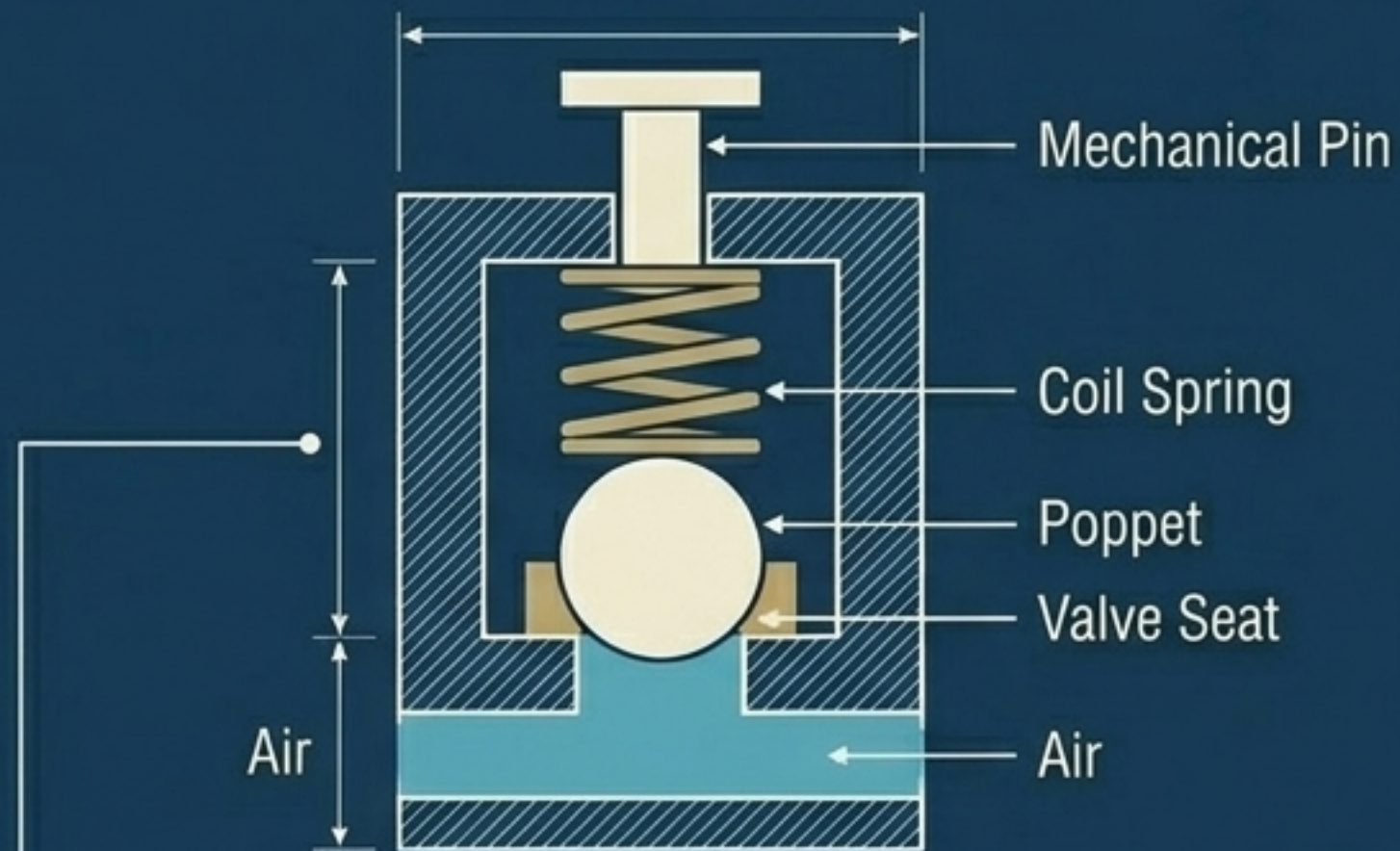


เปิด-ปิด (Shut-off)

ตัดวงจรมลมหทั้งเหมือนก๊อกน้ำหลัก

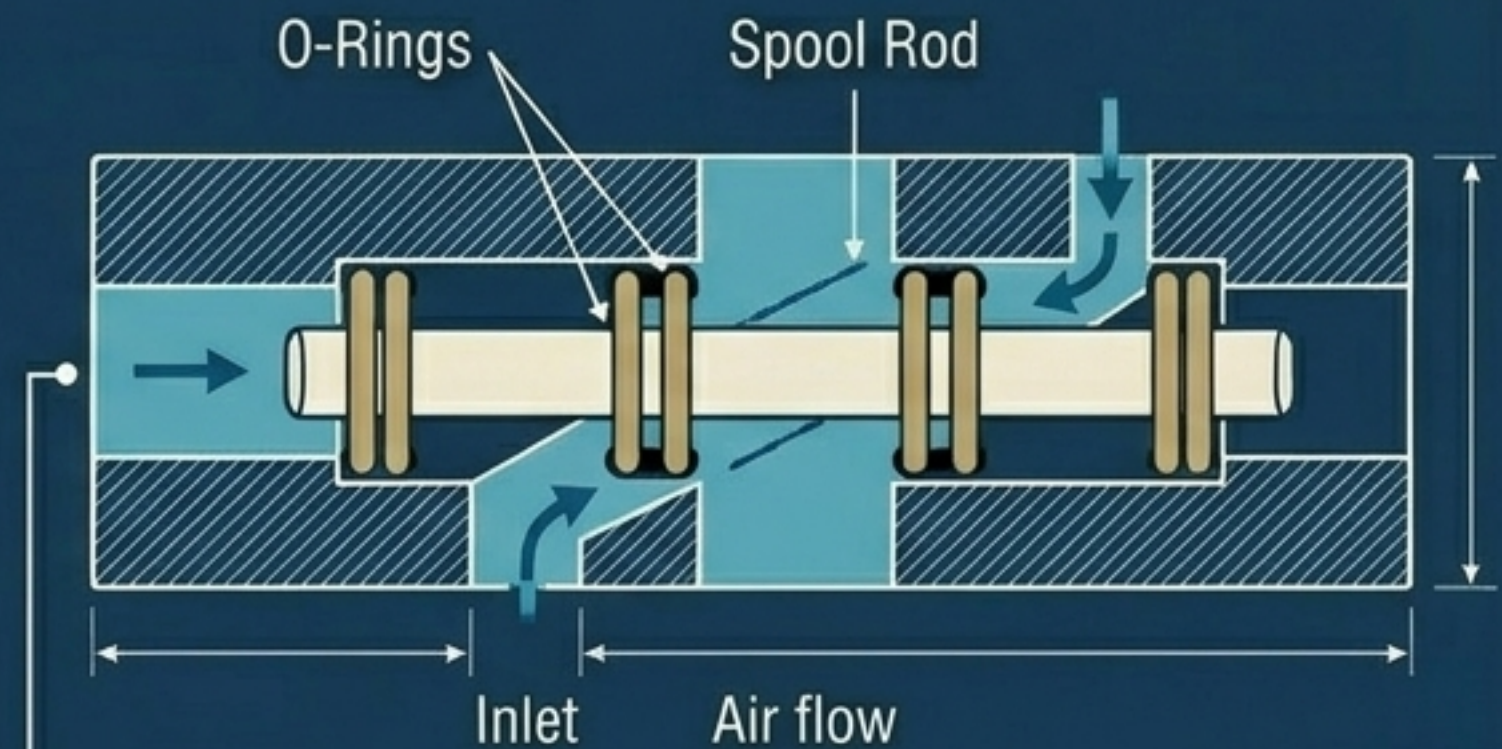
กลไกภายใน: วาล์วแบบกด vs. แบบเลื่อน

แบบการกด (Poppet Valve)



ใช้ลูกบอลหรือแผ่นกลมอุดรูลม (เหมือนฝาจุก)
มักใช้เป็นสวิตช์กลไก (Limit Switch)
ที่ทำงานรวดเร็วและแม่นยำ

แบบเลื่อน (Slide/Spool Valve)



ใช้แกนลูกสูบสไลด์เปิด-ปิดช่องว่างระหว่างห้อง
นิยมใช้เป็นวาล์วหลักในการควบคุมอุปกรณ์ทำงาน
เพราะสลับเส้นทางได้หลากหลาย

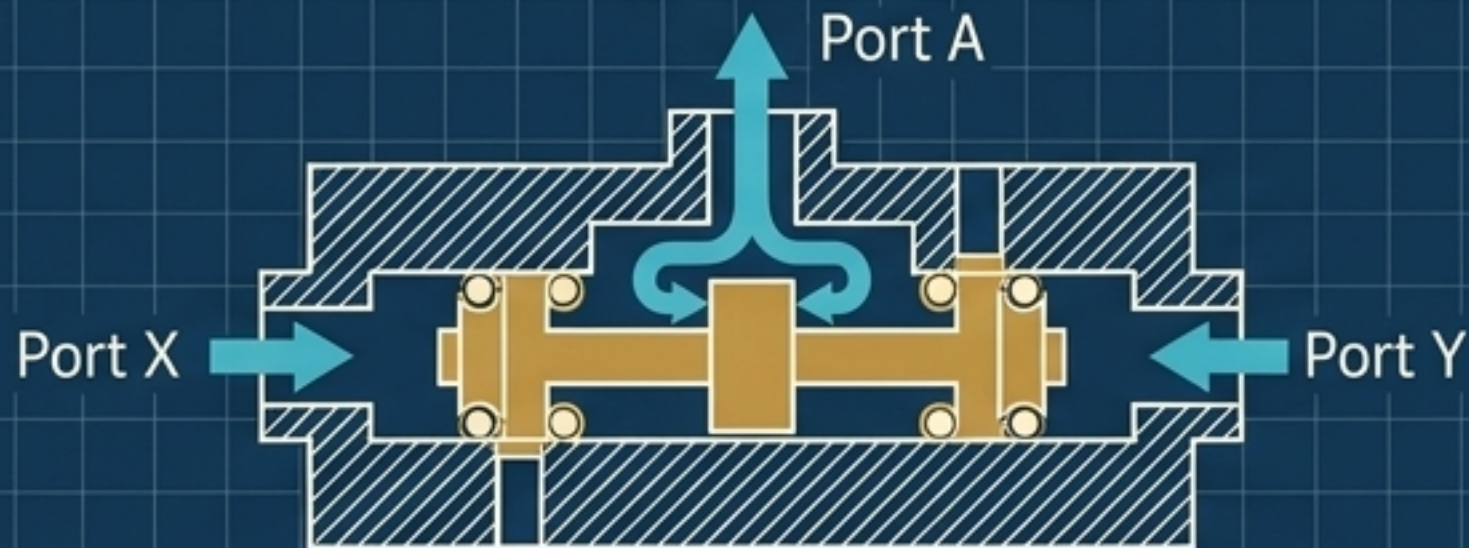
ลอจิกเกตทางนิวเมติกส์

วาล์วกันกลับสองทาง (Shuttle Valve) = OR Gate



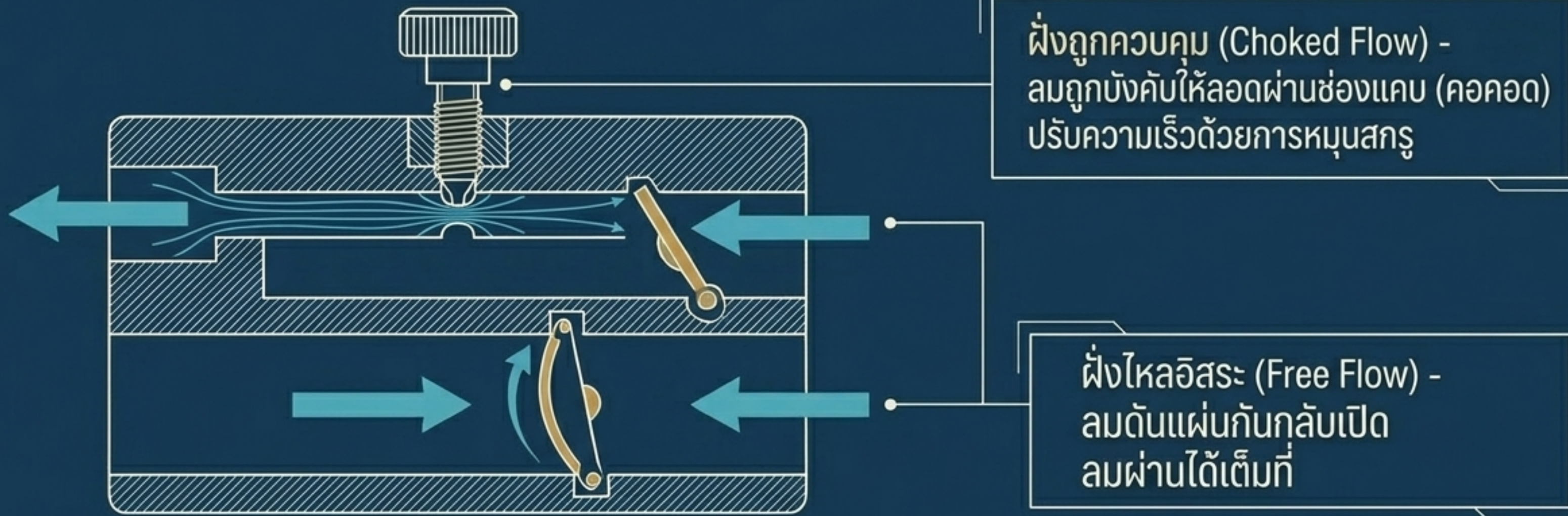
สัญญาณลมเข้าทาง X หรือ Y ทางใดทางหนึ่ง จะส่งลมอัดไปทำงานได้
เหมาะสำหรับจุดควบคุมเครื่องจักรที่สั่งการได้จาก 2 ตำแหน่ง

วาล์วความดัน 2 ทาง (Two-Pressure Valve) = AND Gate



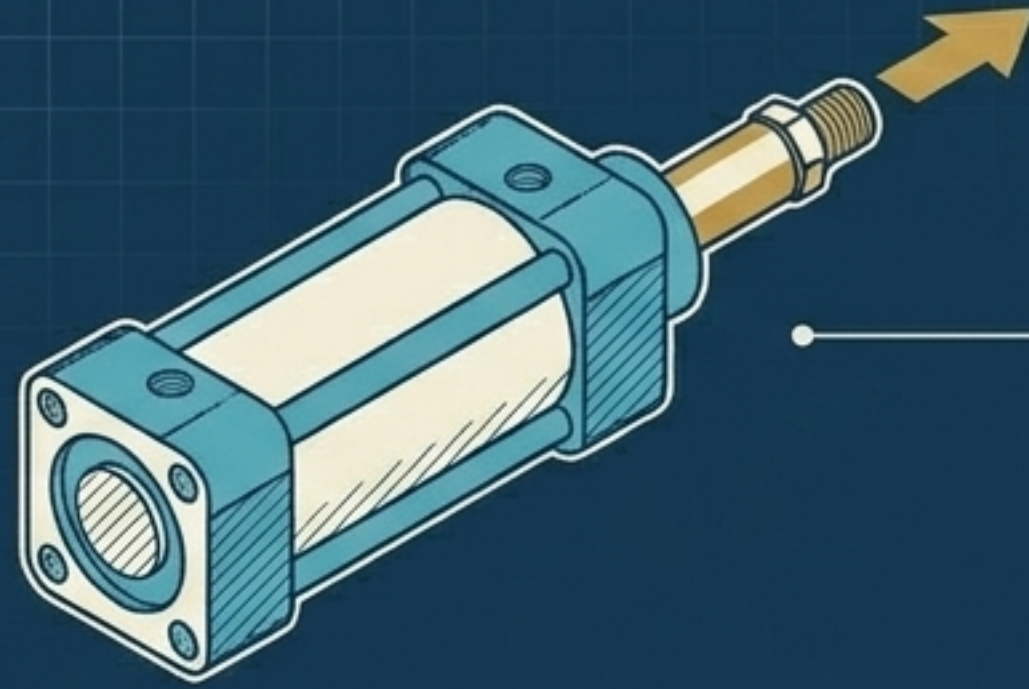
ต้องมีสัญญาณลมเข้าทาง X และ Y พร้อมกันเท่านั้นลมจึงจะผ่านได้
ออกแบบมาเพื่อ Safety (เช่น เครื่องบีบตัดเหล็กที่บังคับให้พนักงาน
ต้องใช้มือสองข้างกดปุ่มพร้อมกัน)

การควบคุมความเร็ว: การบีบอัดอัตราการไหล



เคล็ดลับวิศวกร (Meter-Out Principle): การควบคุมความเร็วลูกสูบที่เสถียรที่สุด
คือการบีบอัดลม **ซีบอัดราลมออก (Exhaust)** แทนการบีบ
ลมเข้า เพื่อรักษาแรงดันขับเคลื่อนให้เต็มกำลังและป้องกันการกระตุก

แปลงแรงดันเป็นการเคลื่อนที่



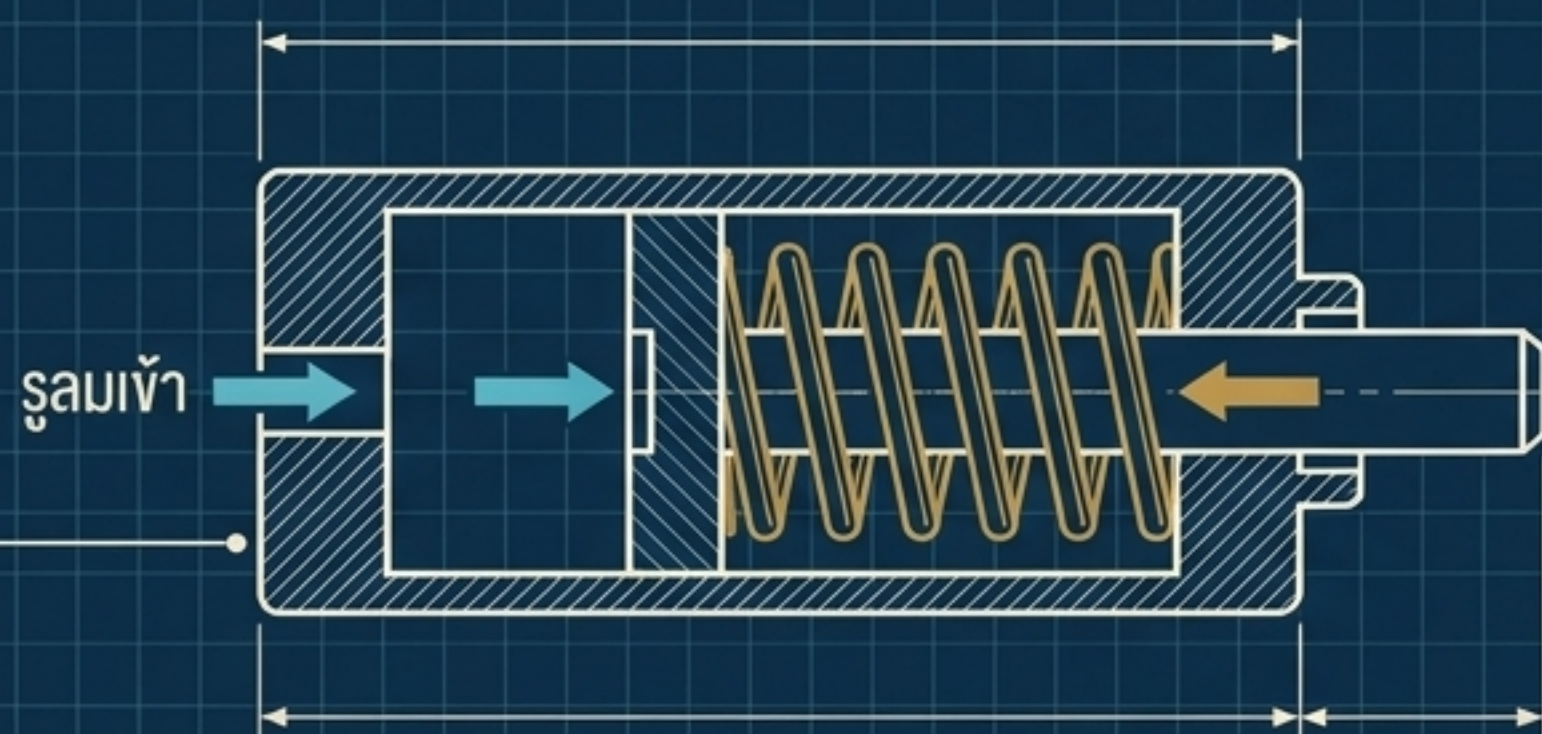
การเคลื่อนที่แนวเส้นตรง (Linear Motion)
สร้างแรงผลักและดึง
(กระบอกสูบ - Pneumatic Cylinders)



การเคลื่อนที่แนวหมุน (Rotary Motion)
สร้างแรงบิดแบบต่อเนื่องหรือแบบแกว่งจำกัดองศา
(มอเตอร์ลม - Air Motors / Rotary Cylinders)

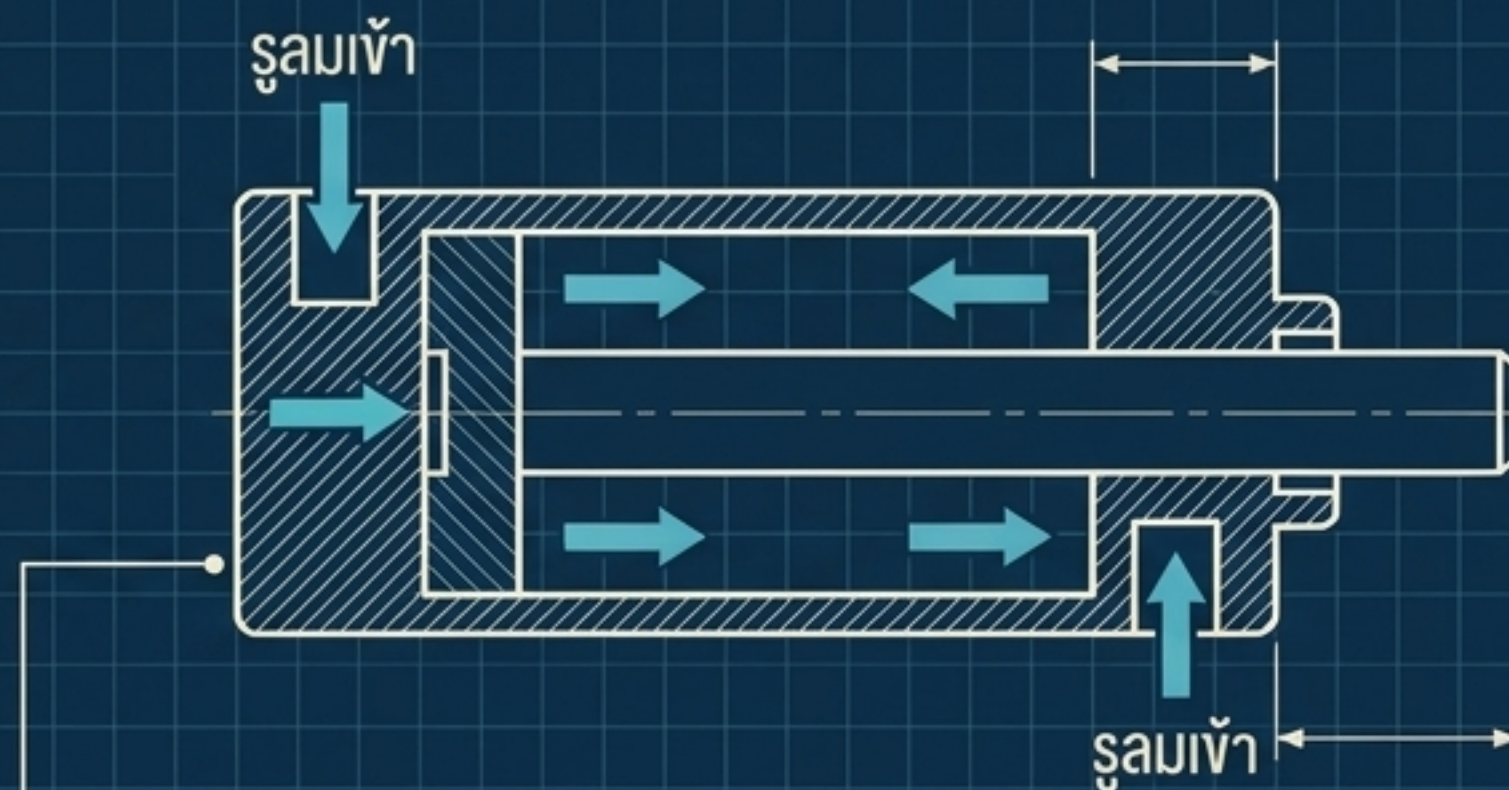
กล้ามเนื้อเส้นตรง: กระบอกสูบลม

กระบอกสูบทางเดียว (Single-Acting Cylinder)



- รูมเข้า (Ports): 1 ทาง
- กลไกทำงาน: ลมดันออก / สปริงดันกลับ (Push only)
- การใช้งาน: เหมาะสำหรับงานผลักหรือจับชิ้นงานที่ไม่ต้องการแรงตอนดึงกลับ (ช่วงชักมักไม่เกิน 100 mm)

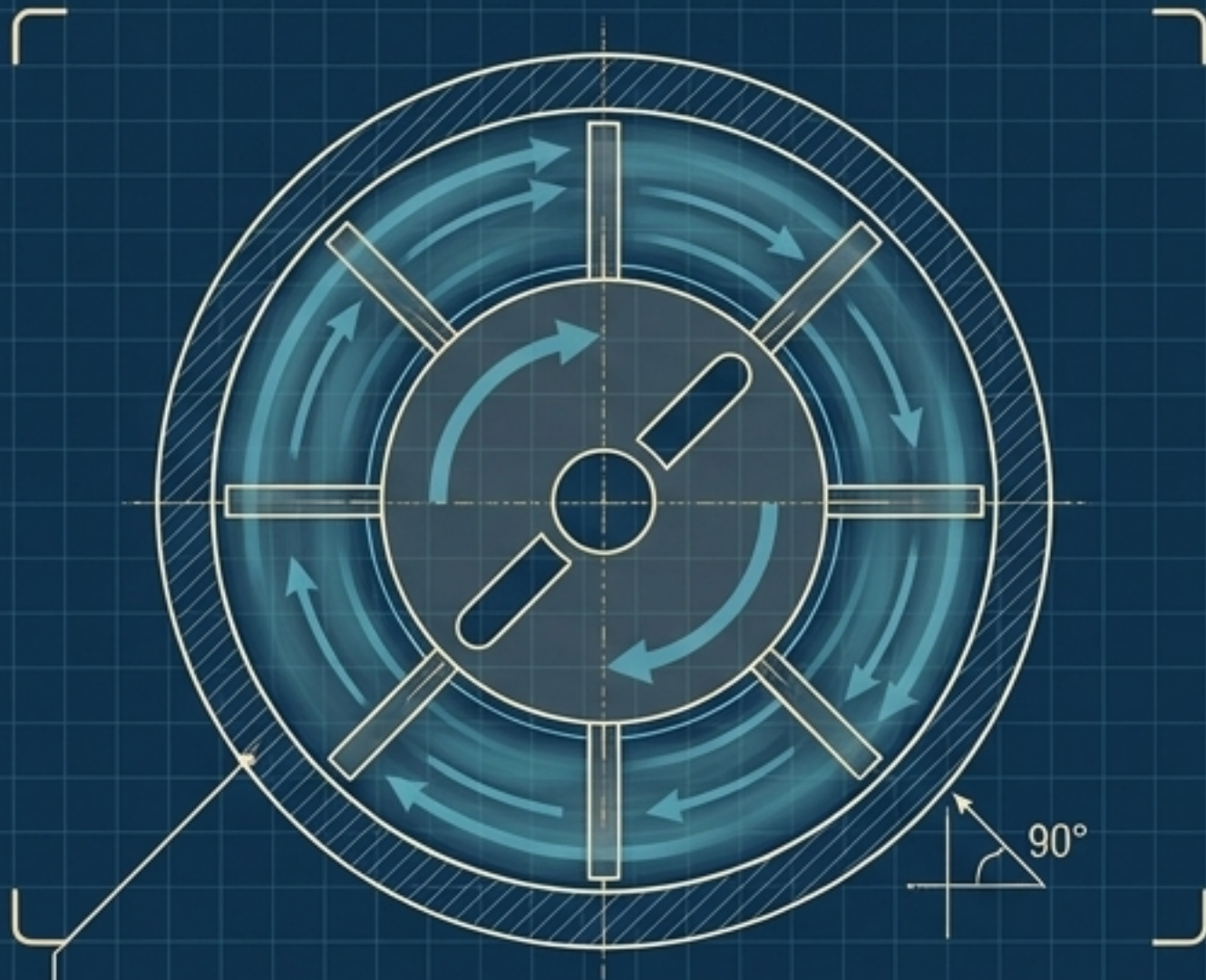
กระบอกสูบสองทาง (Double-Acting Cylinder)



- รูมเข้า (Ports): 2 ทาง
- กลไกทำงาน: ลมดันออก / ลมดันกลับ (Push & Pull)
- การใช้งาน: ควบคุมการเคลื่อนที่ได้ทั้งไปและกลับ ใช้งานได้อเนกประสงค์ที่สุด

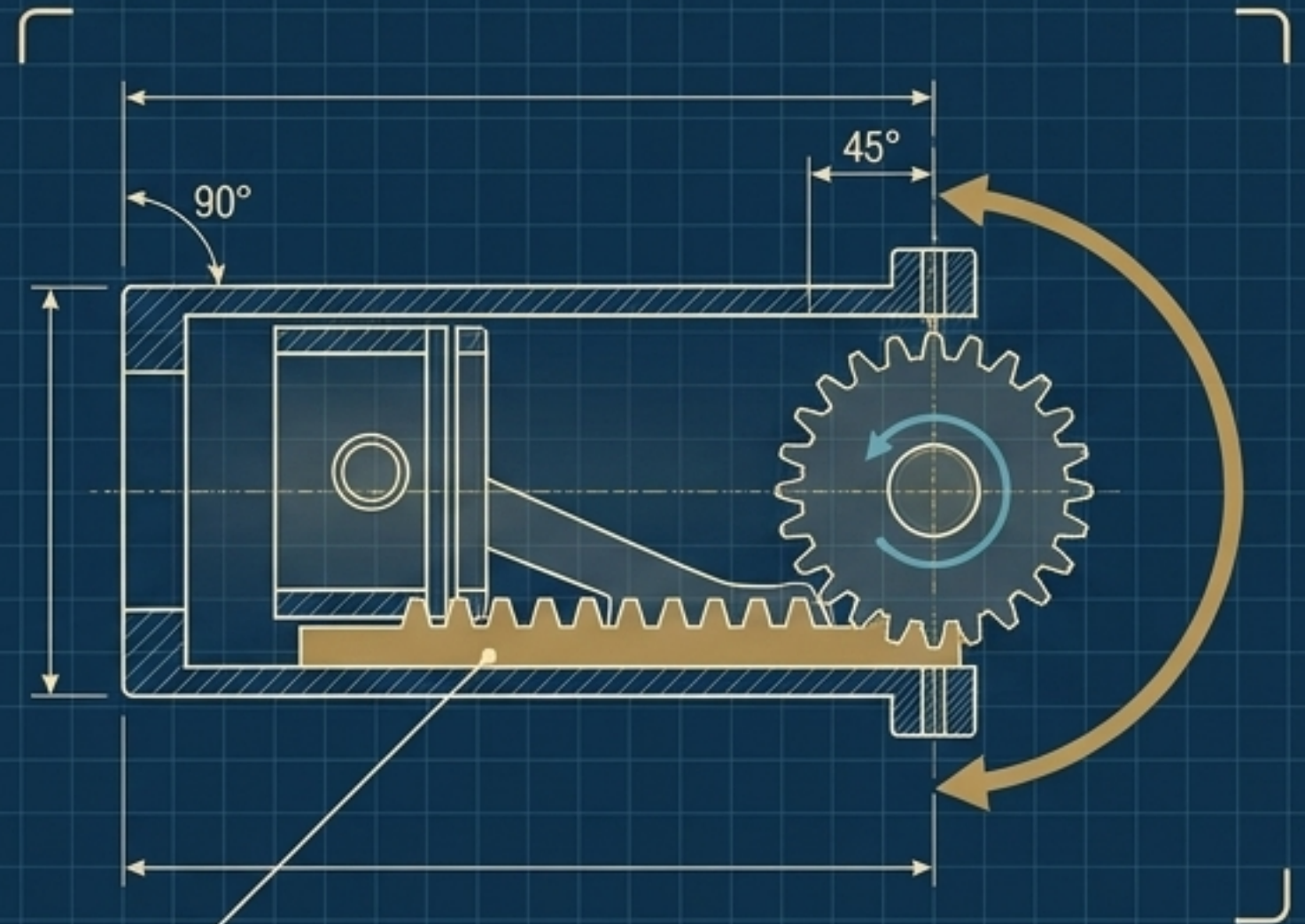
กลไกเนื้อแนวหมุน: มอเตอร์และกระบอกลูกสูบแกว่ง

มอเตอร์ลมแบบใบพัด (Vane Motor)



หมุนต่อเนื่องรอบจัด ให้แรงบิดสูง
เหมาะสำหรับเครื่องมือลม (เช่น บล็อกลมกดล้อ)
ทนทานต่อการโอเวอร์โหลดโดยไม่ไหม้เหมือนมอเตอร์ไฟฟ้า

กระบอกลูกสูบแบบส่งแรงหมุน (Rotary/Oscillating Cylinder)



หมุนแกว่งในองศาที่จำกัด (เช่น 45°, 90°, 180°)
เหมาะสำหรับการพลิกชิ้นงาน
หรือปิดชิ้นงานซ้าย-ขวาอย่างแม่นยำ

ภาษาของวิศวกร: อธิบายรายละเอียดสัญลักษณ์มาตรฐานของวาล์ว

กล่องสี่เหลี่ยม (Squares):
แสดงจำนวนตำแหน่งการทำงานของวาล์ว
แต่ละกล่องแทนหนึ่งสภาวะการไหล
(เช่น 2 กล่อง = 2 ตำแหน่ง, 3 กล่อง = 3 ตำแหน่ง)

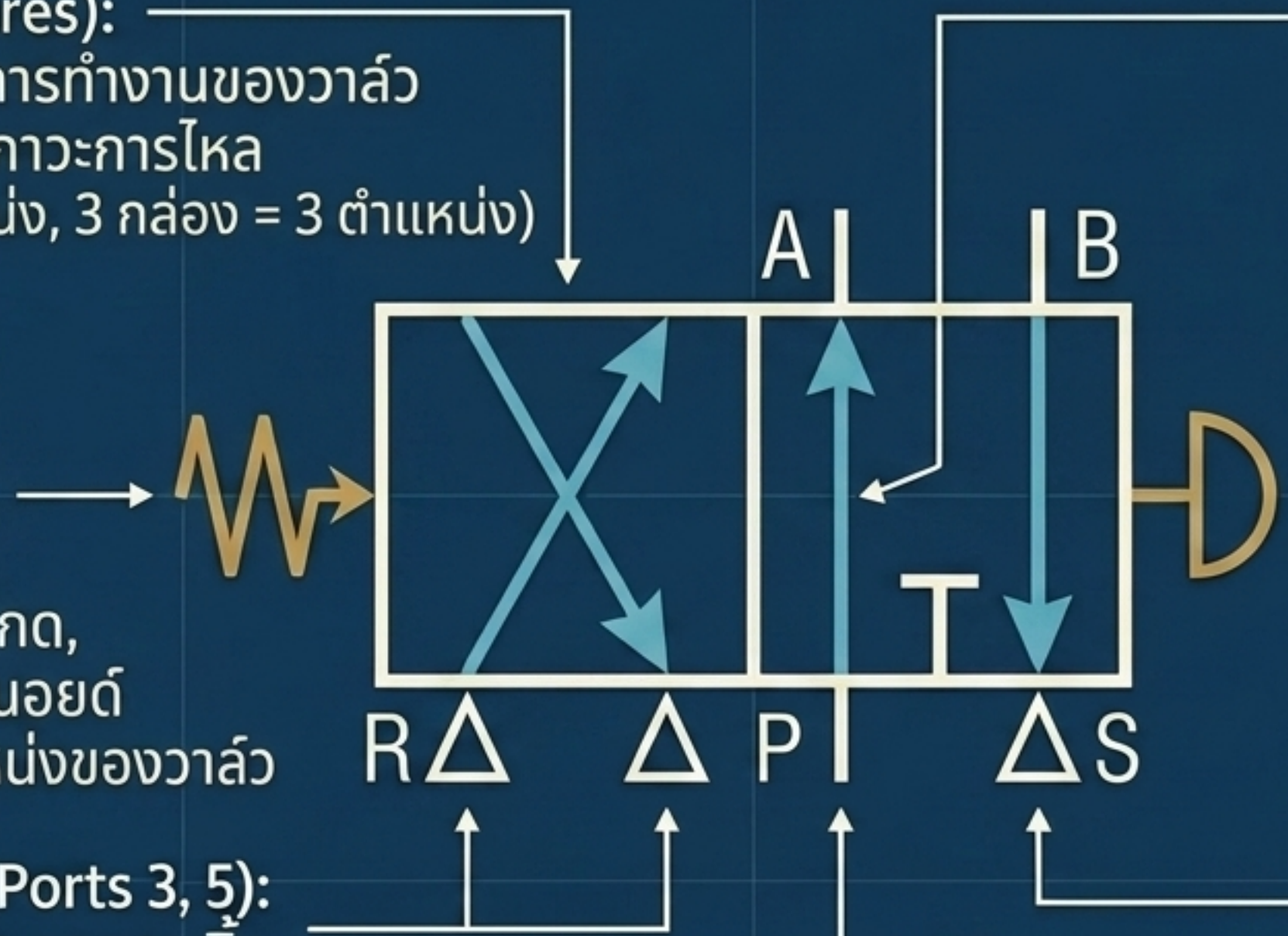
**สัญลักษณ์ด้านข้าง
(Side symbols):**
แสดงกลไกสั่งการและ
กลับสู่สภาวะเดิม
เช่น สปริงดันกลับ, ปุ่มกด,
สั่งด้วยลม (Z/Y), โซลินอยด์
ระบุวิธีการเปลี่ยนตำแหน่งของวาล์ว

ตัวอักษร R, S (Ports 3, 5):
ระบายลมทิ้ง
(Exhaust/สามเหลี่ยมโปร่ง)
ช่องทางสำหรับระบายลม
ออกจากระบบสู่บรรยากาศ

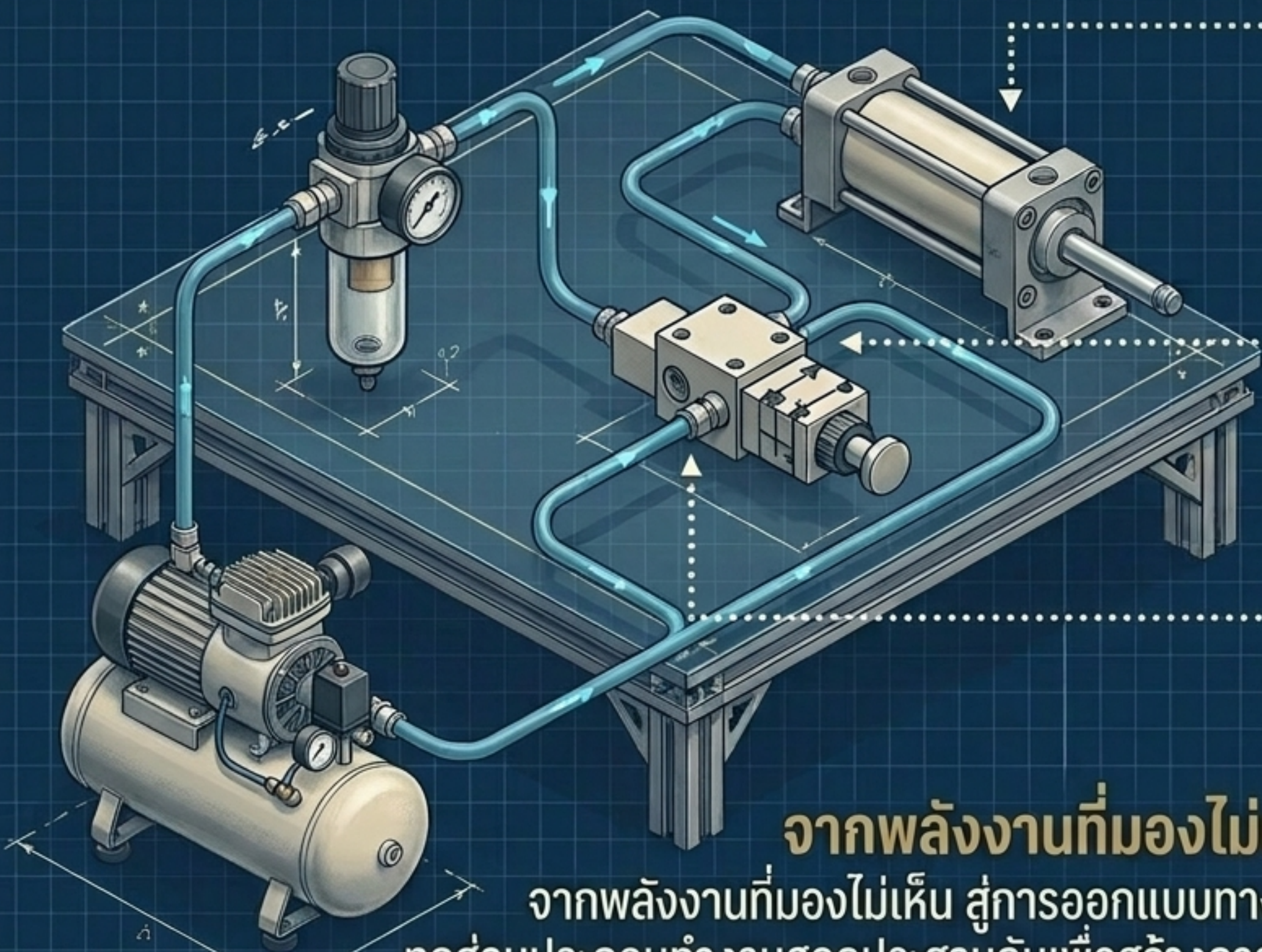
ตัวอักษร P (Port 1):
รับลมเข้าจากแหล่งจ่าย
(Power/Supply)
ช่องทางหลักสำหรับรับลมอัดที่มีแรงดัน

ลูกศร (Arrows):
แสดงทิศทางการไหลของลมอัด
ภายในวาล์วในแต่ละสภาวะ
หัวลูกศรชี้ทิศทางการไหล

ตัวอักษร A, B (Ports 2, 4):
ระบายลมออกไปใช้งาน
(Actuation)
ช่องทางเชื่อมต่อเพื่อส่งลมอัดไปยัง
อุปกรณ์ทำงาน (เช่น กระบอกลูกสูบ)



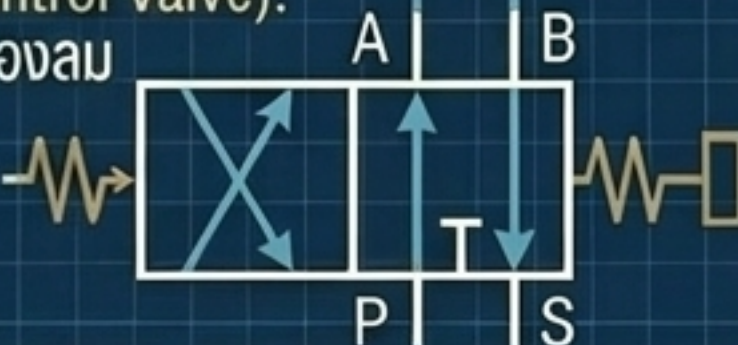
ปั๊มเชิงวมบูรณ์แบบ: ผสานโลกกายภาพและสัญลักษณ์



กระบอกสูบ (Cylinder):
อุปกรณ์สร้างการเคลื่อนที่



วาล์วควบคุมทิศทาง
(Directional Control Valve):
ควบคุมการไหลของลม



วาล์วปรับอัตราการไหลและเช็ควาล์ว
(Flow Control & Check Valve):
ปรับความเร็ว



ชุดกรองลมและปรับแรงดัน
(Air Preparation Unit):
กรองและปรับแรงดัน

มอเตอร์และปั๊มลม
(Motor & Compressor):
แหล่งจ่ายลม



จากพลังงานที่มองไม่เห็น

จากพลังงานที่มองไม่เห็น สู่การออกแบบทางวิศวกรรมที่แม่นยำ
ทุกส่วนประกอบทำงานสอดประสานกันเพื่อสร้างการเคลื่อนที่อย่างสมบูรณ์แบบ