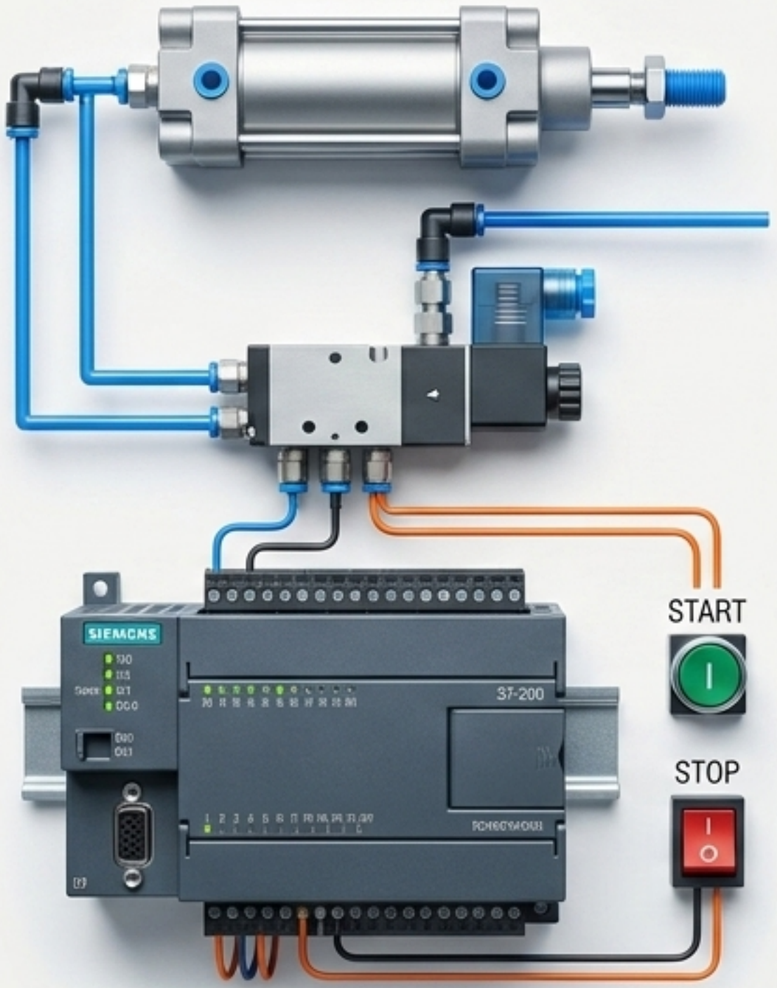
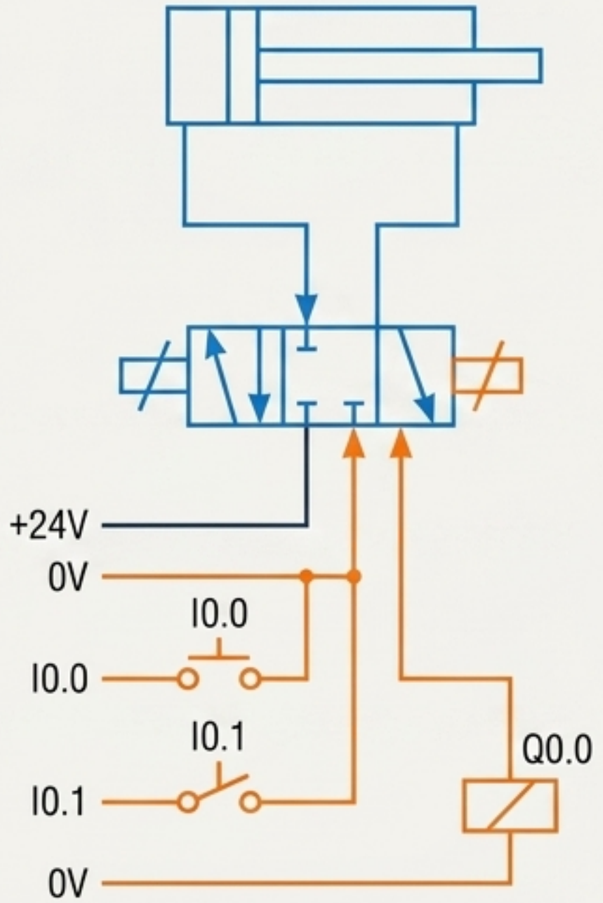
กายวิภาคถึงสมองกล: ถอดรหัสระบบนิวเมติกส์และการควบคุมด้วย PLC

จากฮาร์ดแวร์และการไหลของลม สู่ภาษามาตรฐานและลอจิกดิจิทัล





NotebookLM

สถาปัตยกรรมระบบนิวเมติกส์
(The 5 Fundamental Components)

แหล่งจ่ายพลังงาน
(Source Power)

ควบคุมการทำงาน
(Control Valves)

ระบบท่อทาง
(Piping & Fittings)

1

แหล่งจ่ายพลังงาน
(Source Power)

อุปกรณ์ขับและเครื่องอัดลม
สร้างแรงดันลมอัด

2

ควบคุมคุณภาพลมอัด
(Air Preparation)

กรองฝุ่น ปรับแรงดัน
และผสมน้ำมันหล่อลื่น

3

ควบคุมการทำงาน
(Control Valves)

ควบคุมทิศทาง อัตราการไหล
และความดันลม

4

อุปกรณ์ทำงาน
(Actuators)

เปลี่ยนพลังงานลมเป็นพลังงานกล
(เคลื่อนที่/หมุน)

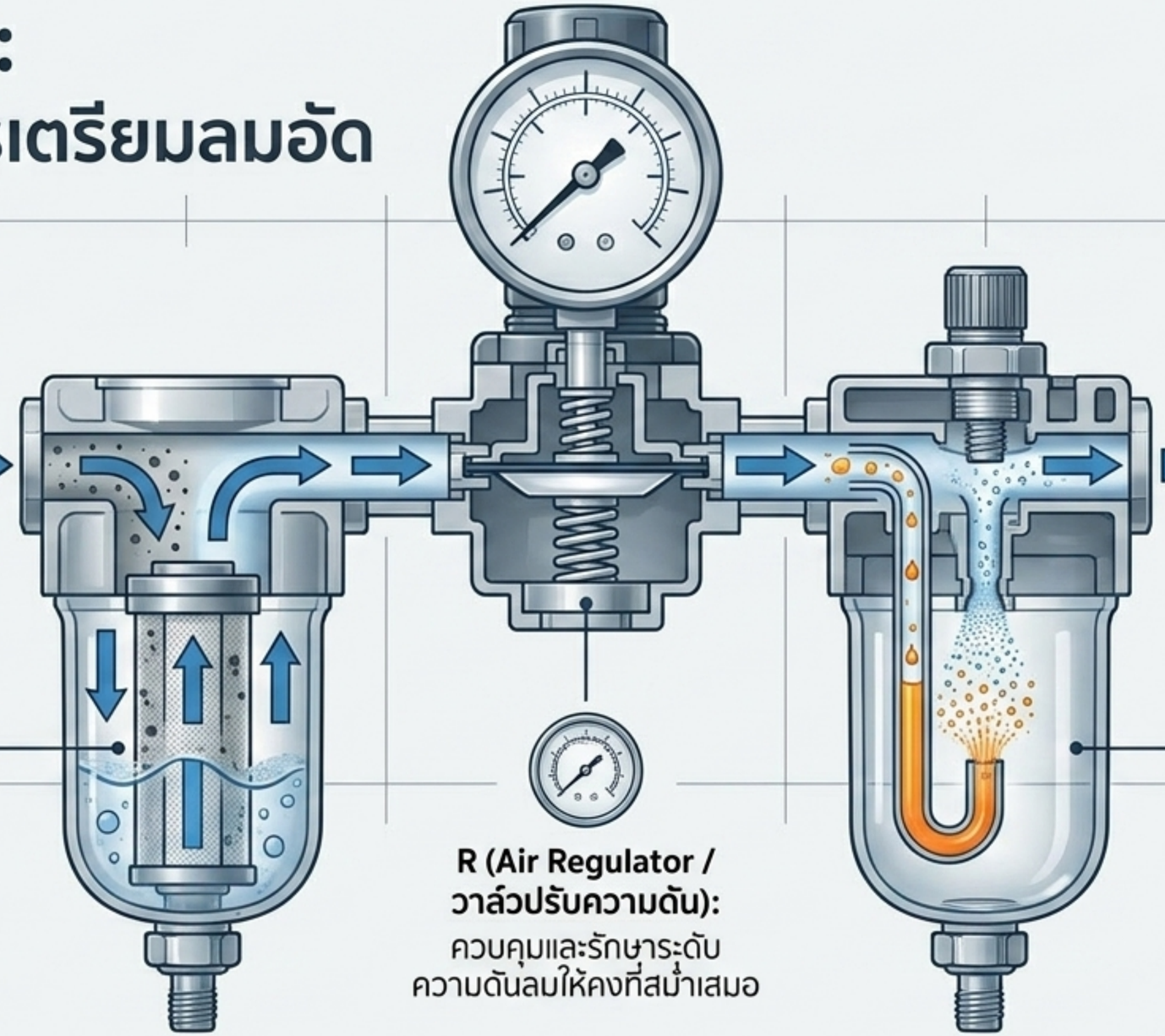
5

ระบบท่อทาง
(Piping & Fittings)

เชื่อมต่อและลำเลียงลมอัดในระบบ

NotebookLM

F.R.L. Unit: หัวใจของการเตรียมลมอัด



ลมอัดที่ไม่สะอาด
(Dirty Air)

ลมอัดที่สะอาด
และพร้อมใช้งาน
(Clean, Working Air)

F
(Air Filter / ตัวกรองลม):
แยกเอาความชื้น ละอองน้ำ
และฝุ่นละอองออกจากอากาศอัด

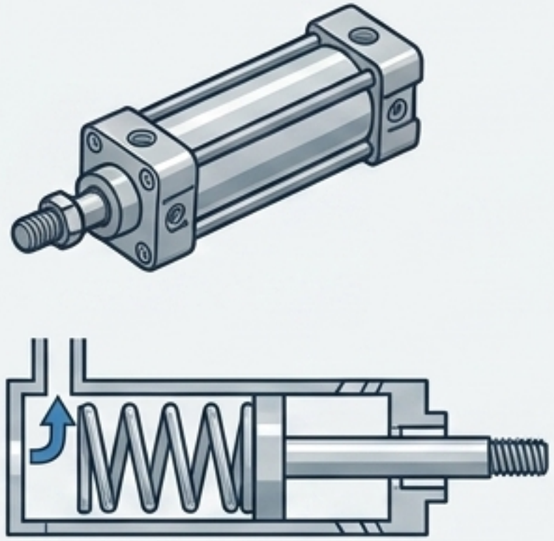
R (Air Regulator /
วาล์วปรับความดัน):
ควบคุมและรักษาระดับ
ความดันลมให้คงที่สม่ำเสมอ

L (Air Lubricator /
อุปกรณ์ผสมน้ำมันหล่อลื่น):
ผสมละอองน้ำมันเพื่อหล่อลื่น
และลดการสึกหรอของอุปกรณ์
กระบอกสูบและวาล์ว

NotebookLM

The Actuator Matrix (ประเภทของกระบอกสูบ)

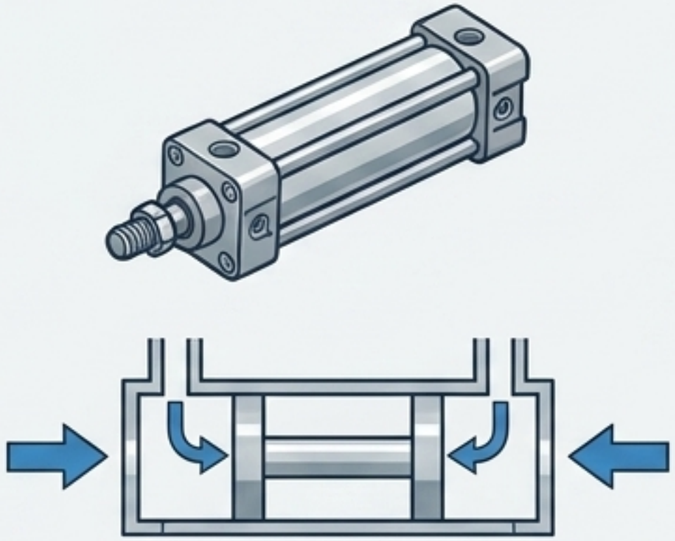
กระบอกลมทำงานทางเดียว (Single-Acting)



กลไก: ลมดันออก, สปริงดันกลับ (Air push, Spring return).

การใช้งาน: งานที่ต้องการแรงกระทำทิศทางเดียว (เช่น หนีบ, ดันชิ้นงาน).

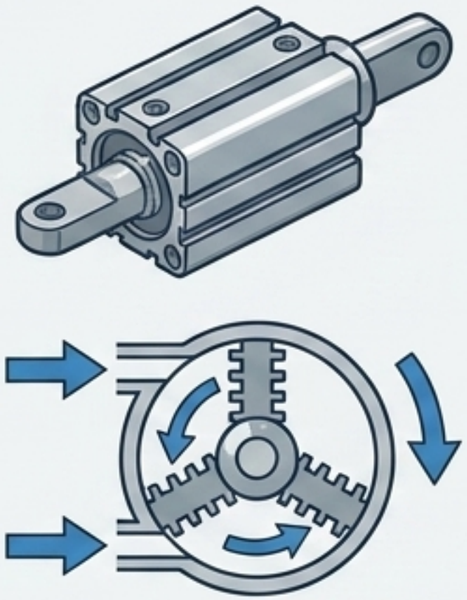
กระบอกลมทำงานสองทาง (Double-Acting)



กลไก: ลมดันออก, ลมดันกลับ (Air push, Air return).

การใช้งาน: งานที่ต้องการควบคุมแรงและการเคลื่อนที่ทั้งไปและกลับ.

กระบอกลมแบบหมุน/แกว่ง (Rotary/Oscillating)



กลไก: เปลี่ยนแรงดันลมเป็นการเคลื่อนที่แบบหมุนรอบ.

การใช้งาน: งานจับยึดแบบหมุน, บิดชิ้นงาน.

NotebookLM

เส้นเลือดของระบบ: ท่อลมและข้อต่อ (Piping & Fittings)

tracker

ตำแหน่ง: ระบบท่อทาง

ท่อลม (Tubes)

- Nylon: เหนียว ทนต่อการสึกหรอ (Abrasion resistant). เหมาะสำหรับระบบทั่วไป.
- Polyurethane (PU): น้ำหนักเบา ยืดหยุ่นสูง ทนการสั่นสะเทือน โค้งงอได้ดี (Tight Bend Radius). เหมาะสำหรับพื้นที่จำกัดเช่นในตู้ควบคุมไฟฟ้า.

ข้อต่อลม (Air Fittings)

หน้าที่: เชื่อมต่ออุปกรณ์กับสายลม มีทั้งแบบพลาสติก, โลหะ และแบบสวมเร็ว (Quick Coupler) เพื่อความคล่องตัวในการบำรุงรักษา.

NotebookLM

The Translation Layer: ภาษามาตรฐานสากล (ISO/DIN)

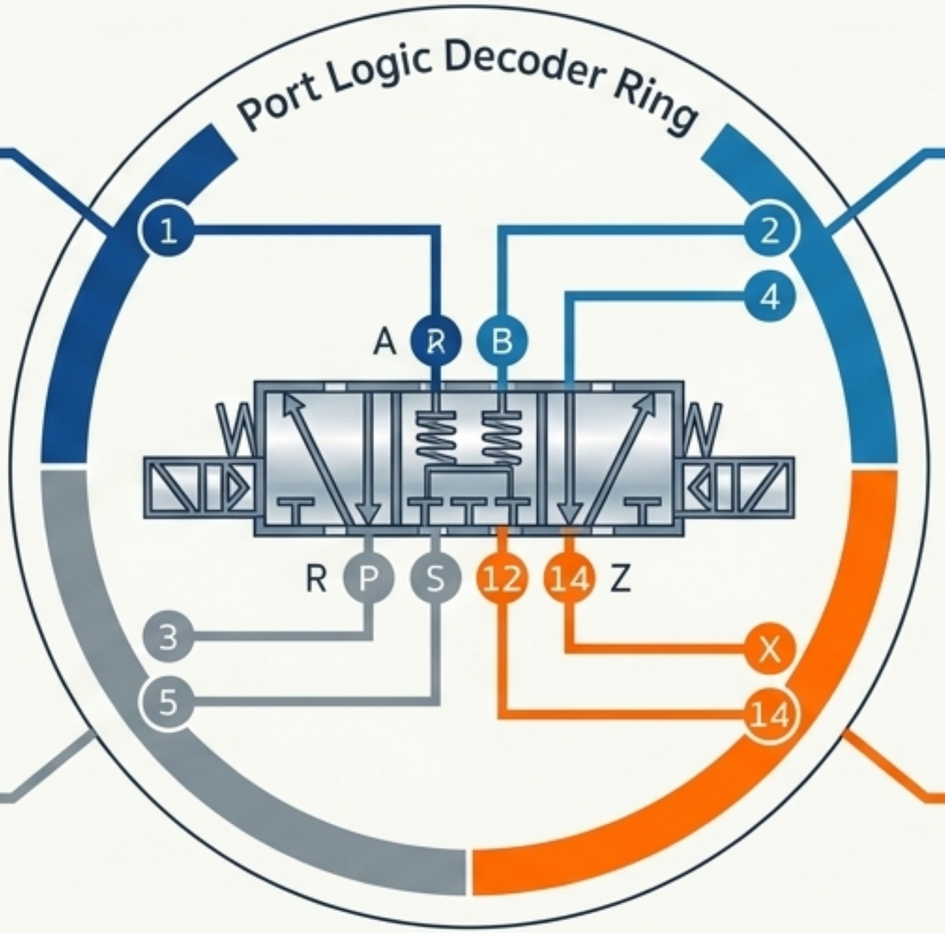
ก่อนจะเขียนโปรแกรมควบคุม ต้องเข้าใจ สัญลักษณ์และจุดต่อ

พลังงานเข้า:
รูต่อลมอัดเข้าวาล์ว (Supply)

→ หมายเลข 1
(ตัวอักษร P)

ระบายทิ้ง:
รูระบายลมทิ้ง (Exhaust)

→ หมายเลข 3, 5
(ตัวอักษร R, S)



พลังงานออกไปทำงาน:
รูต่ออัดไปใช้งาน (Out)

→ หมายเลข 2, 4
(ตัวอักษร A, B)

สัญญาณควบคุม:
รูต่อลมเข้าเพื่อบังคับวาล์ว (Signal In)

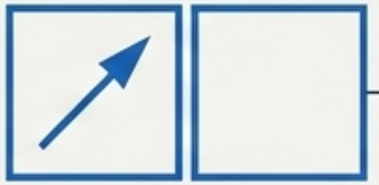
→ หมายเลข 12, 14
(ตัวอักษร X, Y, Z)

NotebookLM

ถอดรหัสการทำงานของ Directional Control Valves

โครงสร้างกล่องและลูกศร

1 กล่องสี่เหลี่ยม =
1 ตำแหน่งการทำงาน
(Positions)

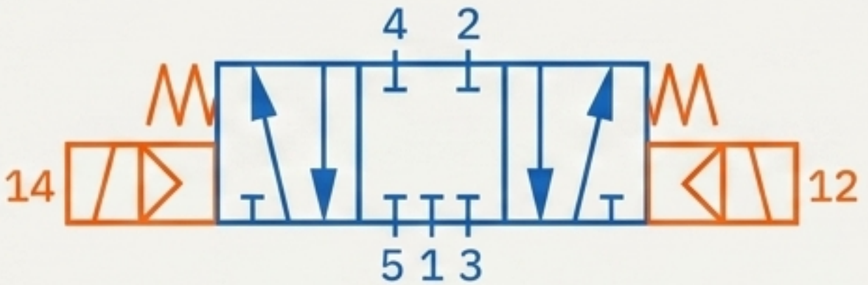


ลูกศรแสดงทิศทาง
ที่ลมอัดไหลผ่าน

เส้นขีดขวาง (T) คือลมถูกปิดกั้น

ตัวอย่าง: วาล์ว 5/2

‘5/2’ หมายถึง
5 รูต่อ (Ports)
และ 2 ตำแหน่งการทำงาน
(Positions)



NotebookLM

The Valve Actuation Matrix (กลไกบังคับวาล์ว)

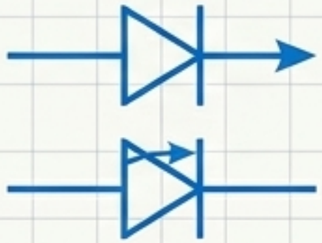
ใช้มือหรือเท้า (Manual)

ใช้กล้ามเนื้อมนุษย์สั่งการ

ใช้กลไก (Mechanical)

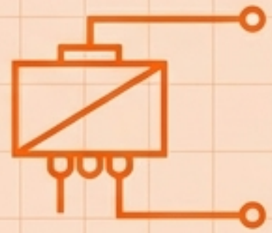
ทำงานจากการสัมผัสทางกายภาพของชิ้นส่วน

ใช้ลมอัด (Pneumatic)



ใช้ความดันลมสั่งการทางอ้อม

ใช้ไฟฟ้า (Electrical)



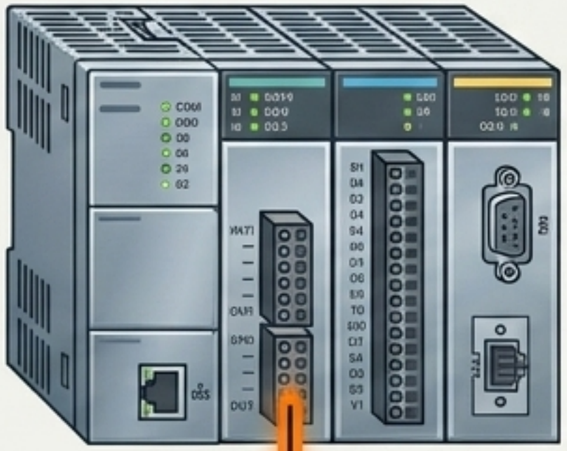
ประตูตเชื่อมต่อสู่โลกดิจิทัล (PLC) - ควบคุมด้วยขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า

NotebookLM

การควบคุมแบบอิเล็กโทร-นิวเมติกส์ (Electro-Pneumatics)

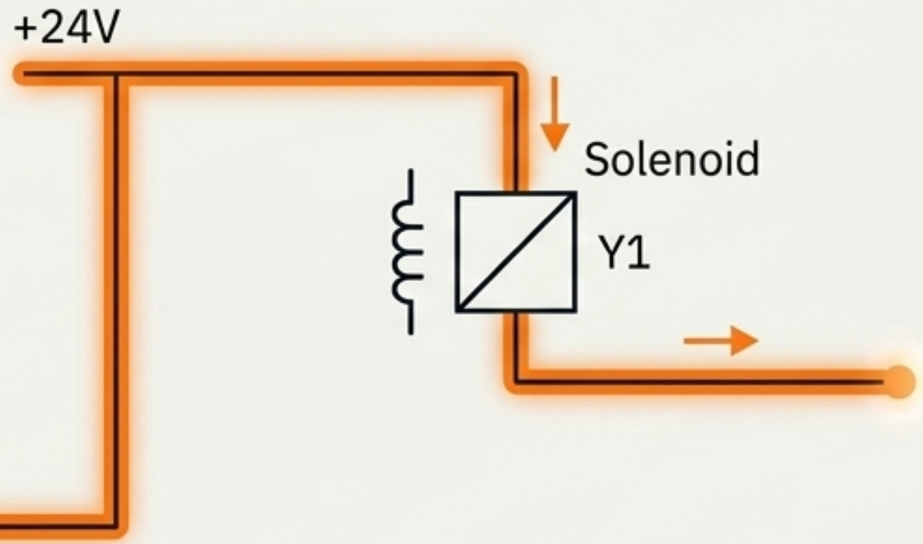
เชื่อมต่อโลกดิจิทัลกับโลกกายภาพด้วย Solenoid

The Brain
(สมองสั่งการ)



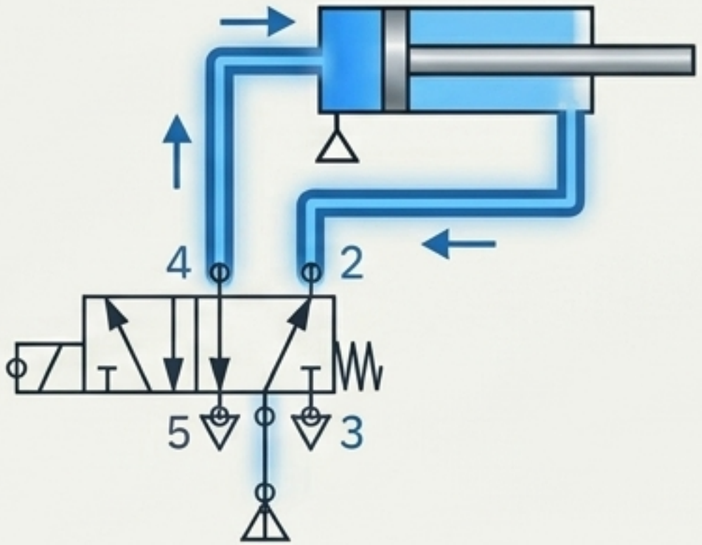
วงจรไฟฟ้า/โปรแกรมเมเบิลคอนโทรลเลอร์
(Electric Circuit/Ladder Diagram).

The Nerve & Synapse
(เส้นประสาทและจุดเชื่อมต่อ)



นำสัญญาณ Output (Q0.0)
จ่ายกระแสไฟให้ขดลวดโซลินอยด์
(Solenoid Y1).

The Muscle
(กล้ามเนื้อปฏิบัติการ)

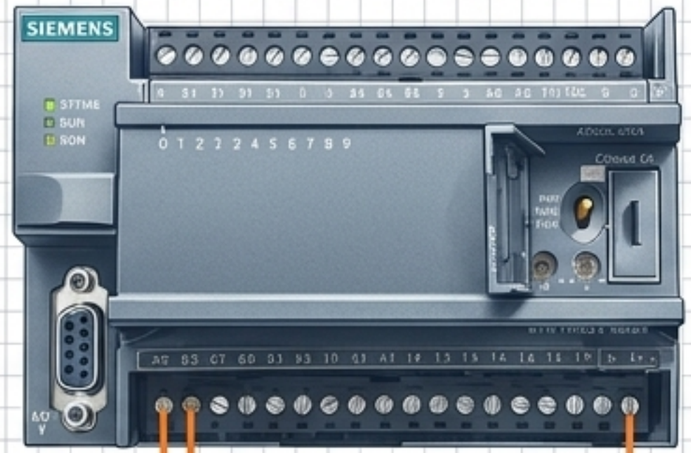


วงจรกำลัง (Pneumatic Circuit)
ลมอัดถูกปล่อยไปขับเคลื่อนกระบอกสูบ.

NotebookLM

The Digital Twin: จากการเดินสายไฟ สู่ Ladder Logic

Physical & Electrical Wiring



+24V

S1

Input Mapping

Solenoid Y1

Y1

Output Mapping

START
S1

0V

Software Logic (PLC)

Network 1 Network Title

I0.0 Q0.0

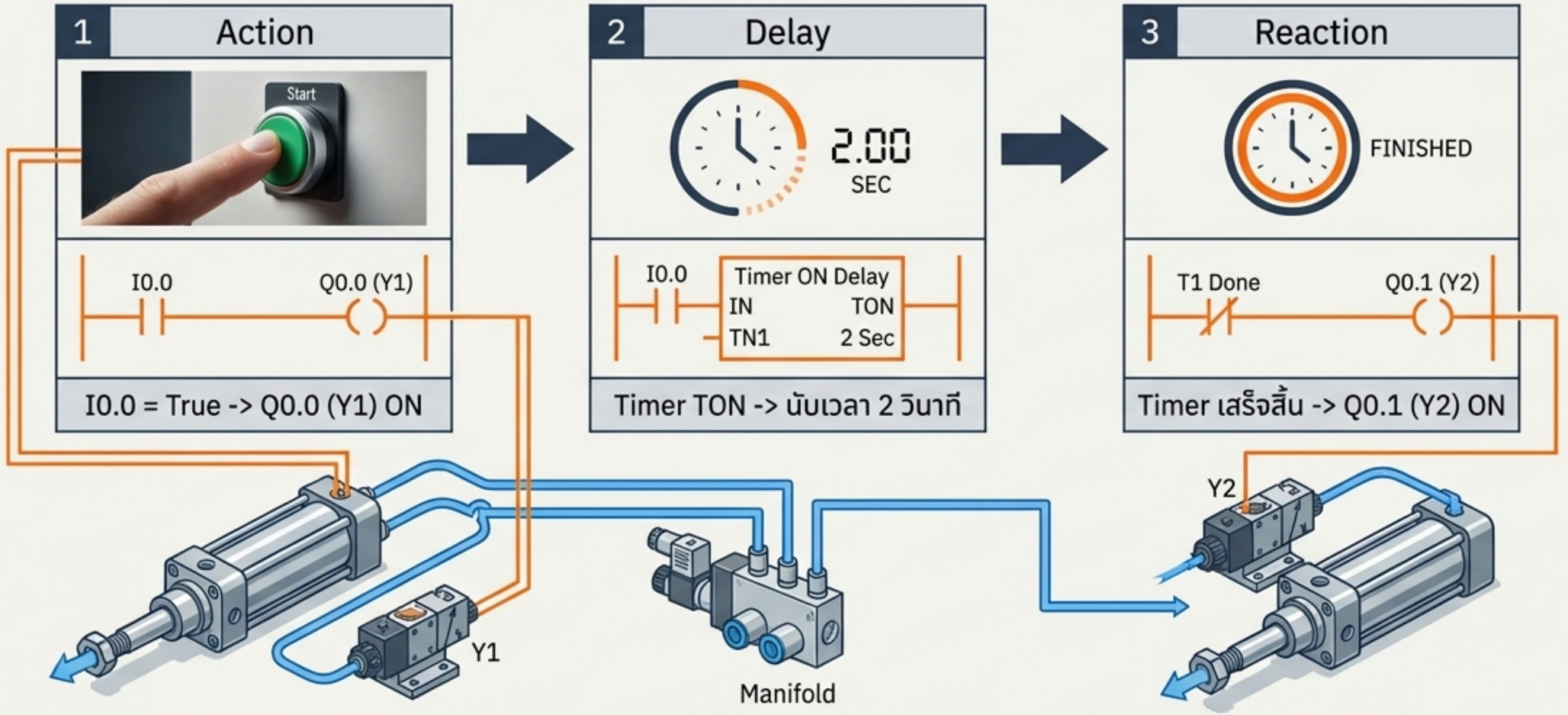
สรุป: เมื่อกดปุ่ม Start (I0.0) โปรแกรมจะประมวลผลให้ Output (Q0.0) ทำงาน ส่งไฟ 24V ไปสั่งโซลินอยด์วาล์ว

NotebookLM

เพิ่มความฉลาดด้วย PLC: การควบคุมแบบลำดับขั้น (Sequential Control)

ตัวอย่างกระบอกสูบทำงานตามเวลาโดยใช้ Timer (TON)

เงื่อนไข: กด Start -> กระบอกสูบ A ออก -> หน่วงเวลา 2 วินาที -> กระบอกสูบ B ออก



Key Insight: วงจรลอจิกซอฟต์แวร์สามารถปรับเปลี่ยนเงื่อนไขและเวลาได้ทันที โดยไม่ต้องเดินสายไฟนิวเมติกส์ใหม่ทั้งหมด

NotebookLM

The Complete Loop: วัฏจักรการทำงานแบบครบวงจร (From Finger to Factory)

1. Input (มนุษย์):
กดปุ่ม Start Button (I0.0)

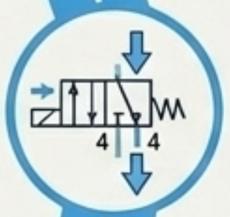
2. Digital Logic (สมองกล):
PLC ประมวลผลลอจิก
I0.0 -> Q0.0

3. Electrical Output (สัญญาณ):
PLC จ่ายไฟ +24V

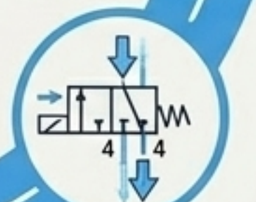
4. Electro-Mechanical (สะพานเชื่อม):
ขดลวดแม่เหล็ก Solenoid (Y1) ทำงาน

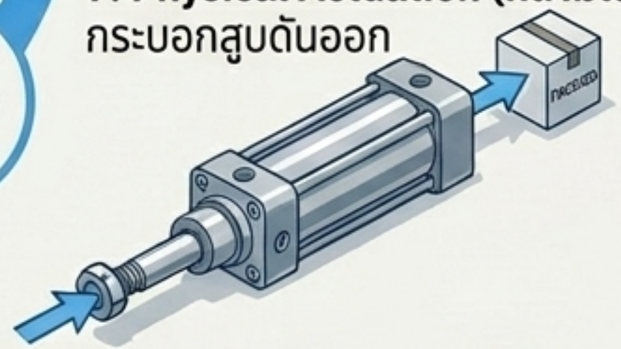
4. Eltectro-Mechanical (สะพานเชื่อม):
ขดลวดแม่เหล็ก Solenoid (Y1) ทำงาน
เลื่อนวาล์ว 5/2

6. Fluid Power (พลังงานลม):
ลมอัดสะอาดไหลผ่านพอร์ต 4



7. Physical Actuation (กล้ามเนื้อ):
กระบอกสูบดันออก





ทฤษฎี สัญลักษณ์ และการเขียนโปรแกรม ทั้งหมดผสานกันเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ทางกายภาพอย่างแม่นยำ

NotebookLM