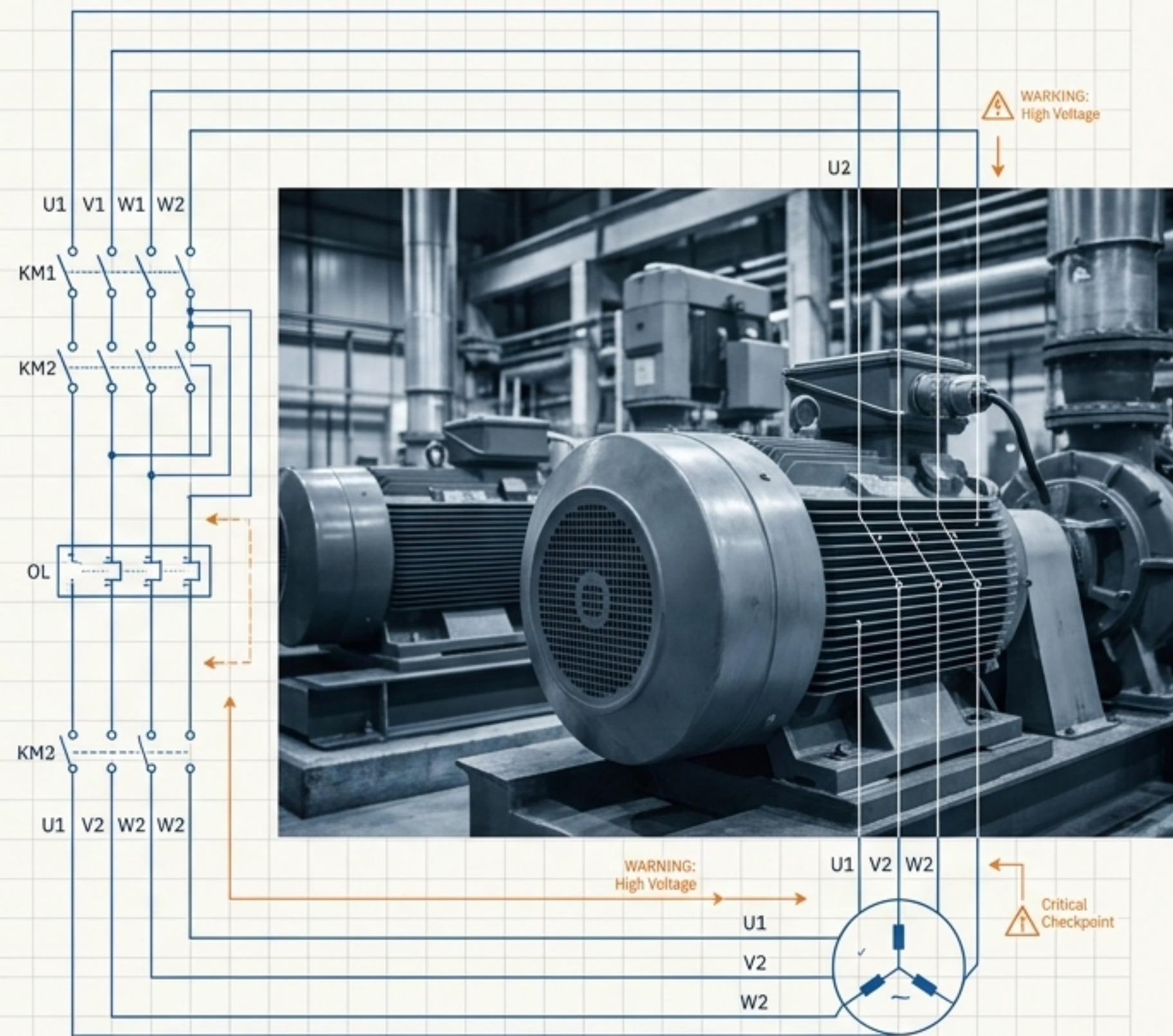


คู่มือเจาะลึก: เครื่องกลไฟฟ้าและ การควบคุมมอเตอร์

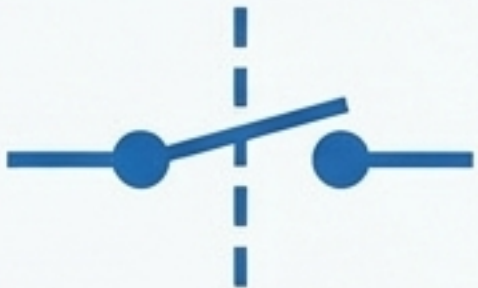
จากสัญลักษณ์มาตรฐานสากล
สู่การถอดรหัสวงจรสตาร์ท-เดลต้า
หน้างานจริง





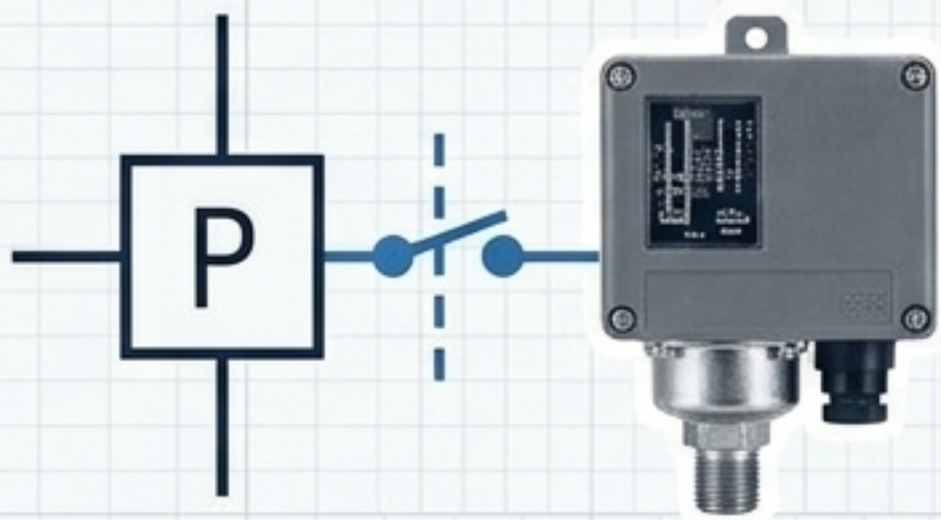
การเข้าใจระบบควบคุมไฟฟ้า ไม่ใช่แค่การต่อสายไฟให้มอเตอร์หมุน แต่คือการออกแบบระบบที่แม่นยำ ปลอดภัย และแก้ปัญหาในอุตสาหกรรมได้จริง

สัญลักษณ์หน้าสัมผัส (The Alphabet of Control)

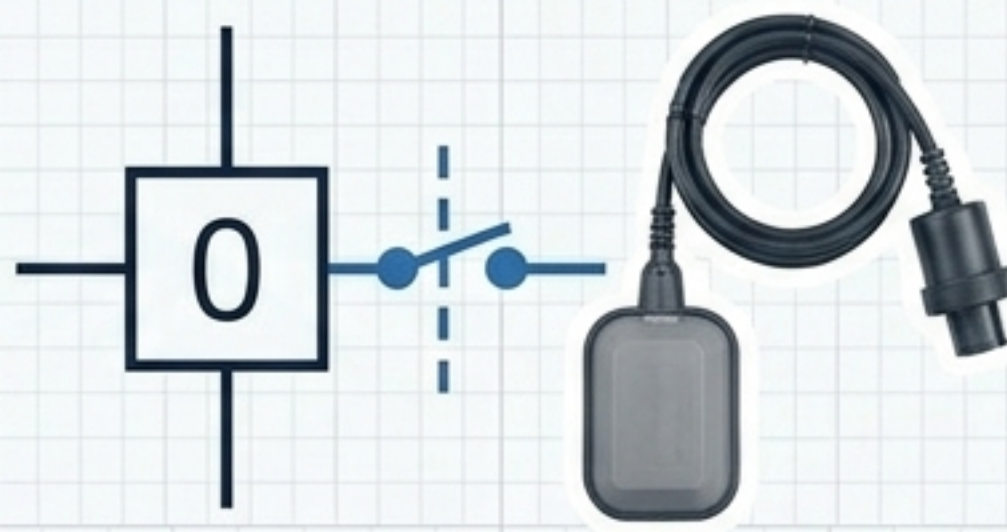
	DIN (เยอรมัน)	IEC (ยุโรป/สากล)	ANSI (อเมริกา)
Normally Open - NO (ปกติเปิด)			
Normally Closed - NC (ปกติปิด)			

 Insight

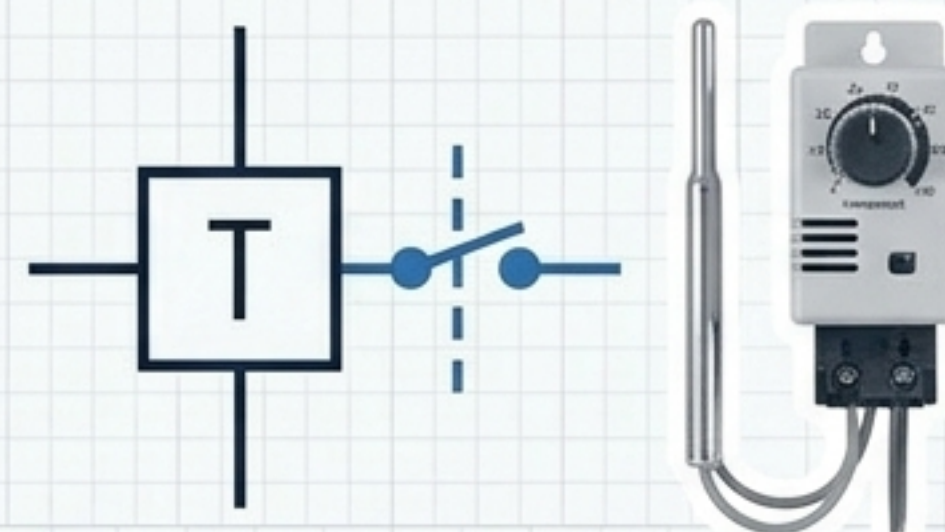
วิศวกรต้องอ่านแบบได้ทุกมาตรฐาน
เพราะหน้างานจริงคุณอาจเจอ
เครื่องจักรที่นำเข้าจากคนละซีกโลก
ในตู้คอนโทรลเดียวกัน



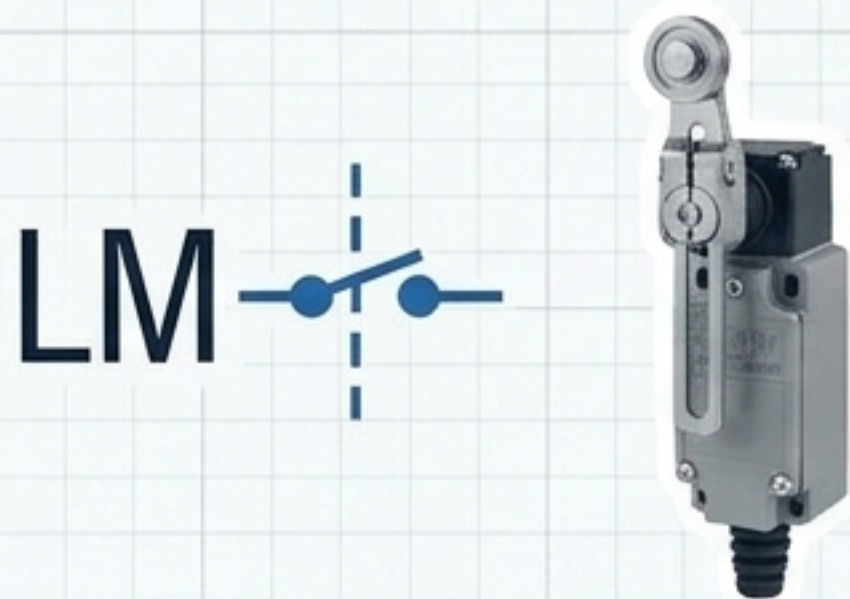
Pressure Switch



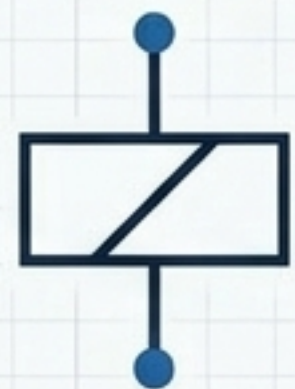
Float Switch



Temp Switch



Limit Switch

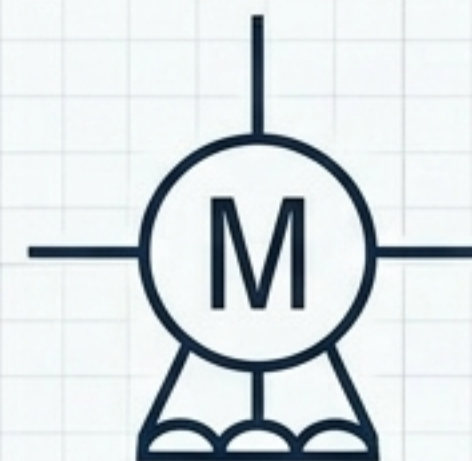


DIN/IEC

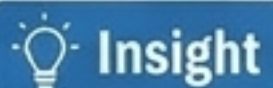


ANSI

Relays & Coils



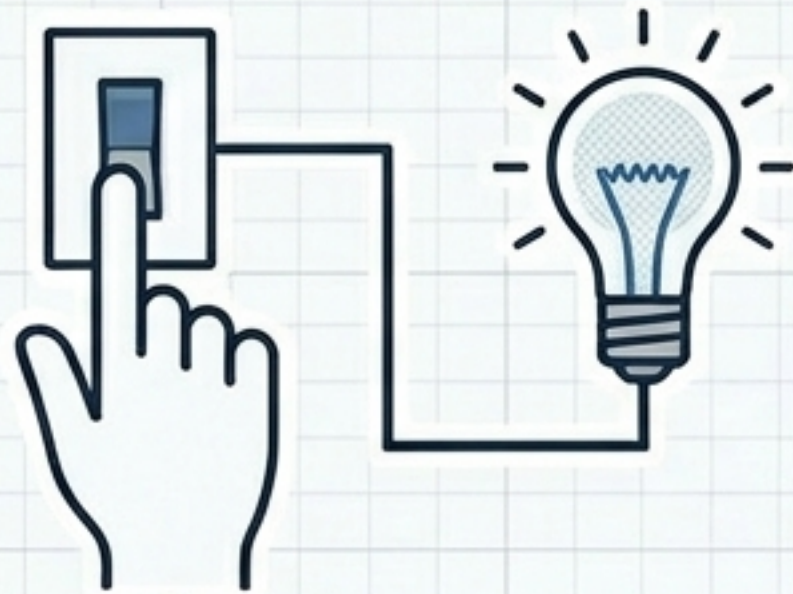
3-Phase Motor



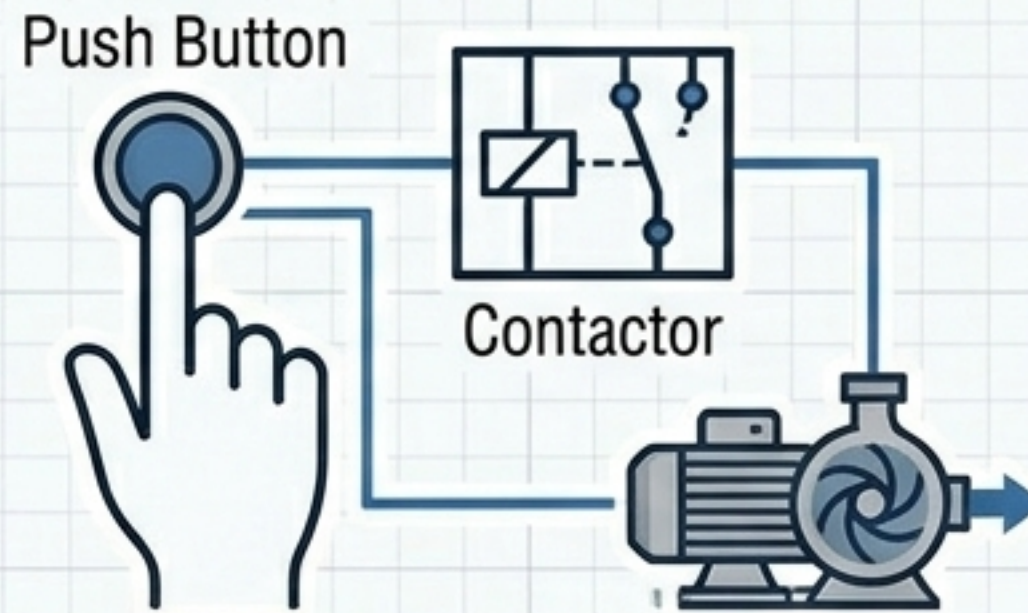
Insight

ข้อสังเกต: สวิตช์ควบคุมอัตโนมัติเกือบทั้งหมด จะแสดงผลสถานะ ปกติเปิด (Normally Open - NO) เสมอในพิมพ์เขียว

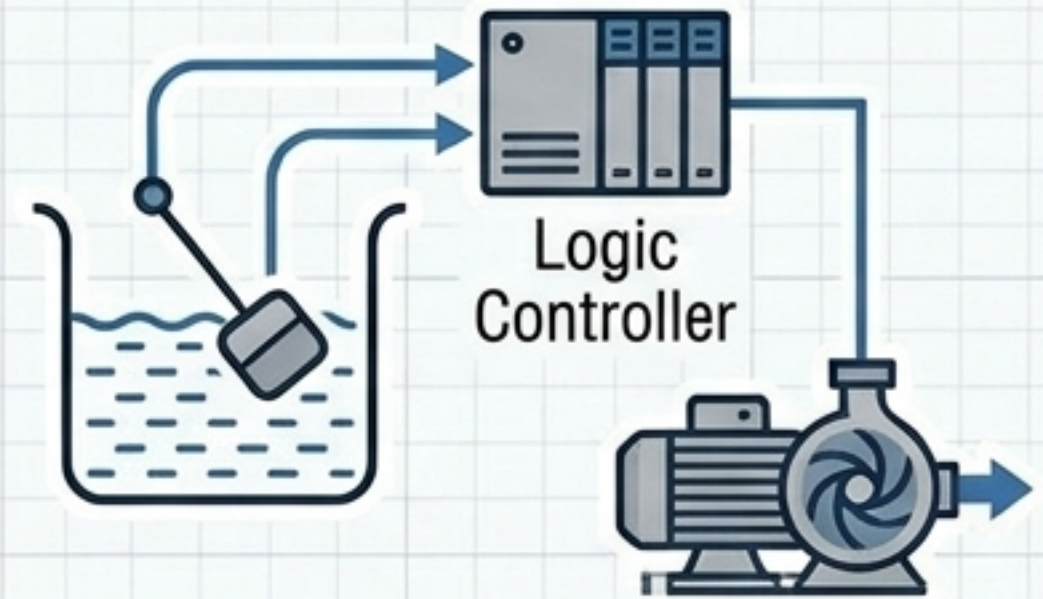
3-Premium Engineering Document



(การใช้มือเปิดสวิตช์ควบคุมมอเตอร์โดยตรง — โบราณและอันตรายสำหรับไฟแรงสูง)



(คนกด Push Button สั่งการ Magnetic Contactor ให้จ่ายไฟ — ปลอดภัยขึ้น)



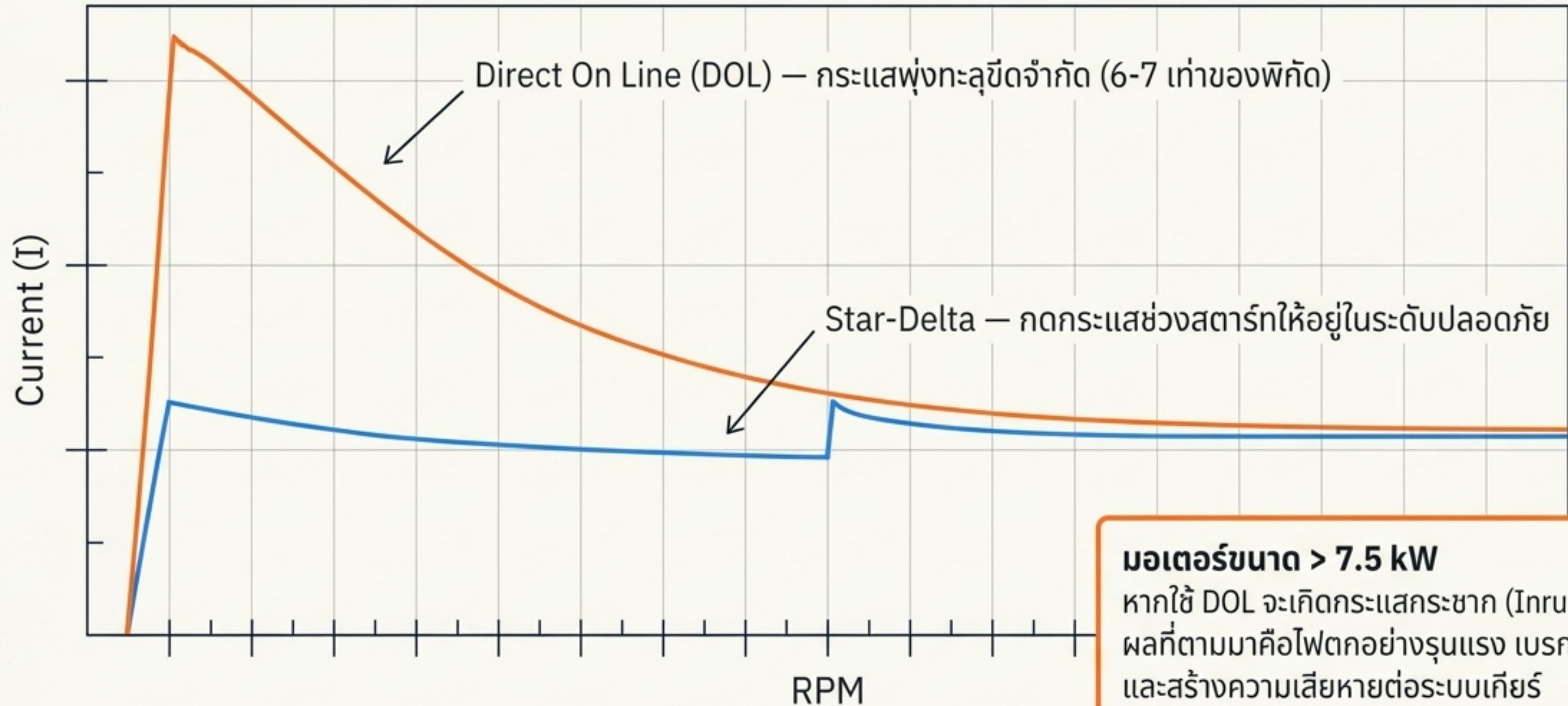
(ใช้ Float Switch ตรวจจับระดับน้ำ สั่งปัมทำงานเองโดยปราศจากมนุษย์)

💡 Synthesis

วิวัฒนาการของการควบคุม คือการโอนย้าย “การตัดสินใจ” จากมนุษย์ ไปสู่อุปกรณ์ลอจิกและเซนเซอร์

วิกฤตกระแสชาก: ทำไมต้องสตาร์ทแบบ Star-Delta?

Activation Curve



มอเตอร์ขนาด > 7.5 kW

หากใช้ DOL จะเกิดกระแสชาก (Inrush Current) ผลที่ตามมาคือไฟตกอย่างรุนแรง เบรกเกอร์ทริป และสร้างความเสียหายต่อระบบเกียร์

การประเมินความคุ้มค่าและข้อจำกัด (Trade-offs)

Diagnostic Table

ข้อดี	ข้อเสีย
✓ ลดกระแส Inrush Current ได้อย่างมีประสิทธิภาพ ✓ ไม่สร้างสัญญาณรบกวน (Harmonics) ในระบบไฟฟ้า ✓ อุปกรณ์หาซื้อง่าย ซ่อมบำรุงรักษาไม่ซับซ้อน	⚠ ไม่เหมาะกับโหลดที่ต้องการแรงบิดเริ่มต้นสูง (Constant Load) ⚠ การหยุดกะทันหันในระบบปั๊มน้ำ อาจทำให้เกิด Water Hammer (ท่อระเบิด/ใบพัดหัก)

Engineering Solution Box

หากต้องคุมแรงบิดตลอดเวลา หรือปรับลดความเร็วรอบ
ควรพิจารณาอัปเกรดไปใช้ระบบ VFD (Variable Frequency Drive)

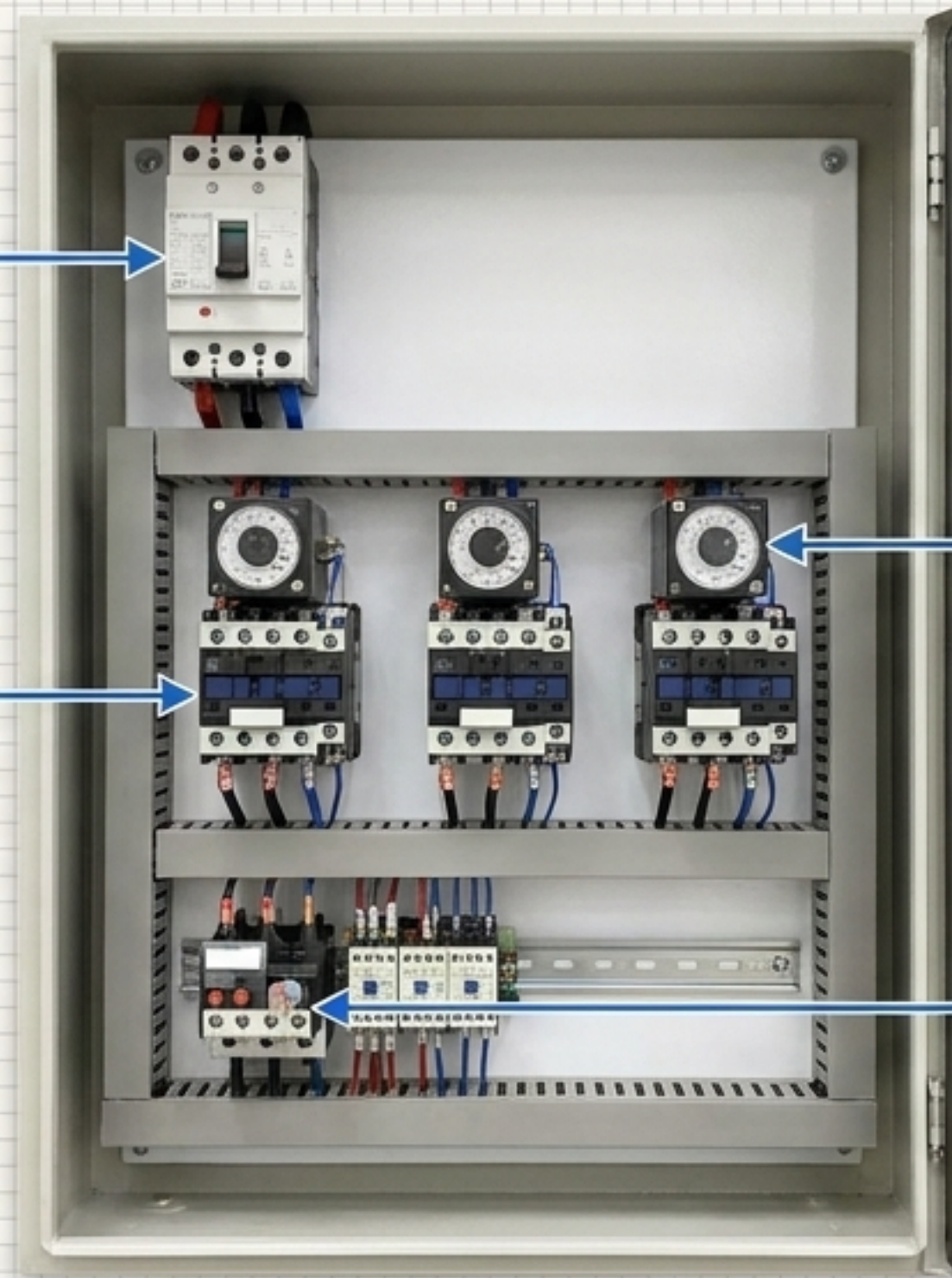
ผ่าตู้คอนโทรลภายในวิภาคของระบบ Star-Delta

MPCB / MCCB
(เบรกเกอร์หลัก: ป้องกันลัดวงจร
และมี Overload ในตัว)

Magnetic Contactors
(KM = Main, KD = Delta, KS = Star)
— Tip: ควรใช้พิกัดเดียวกันทั้ง 3 ตัว
เพื่อให้สลับอะไหล่ได้ทันที

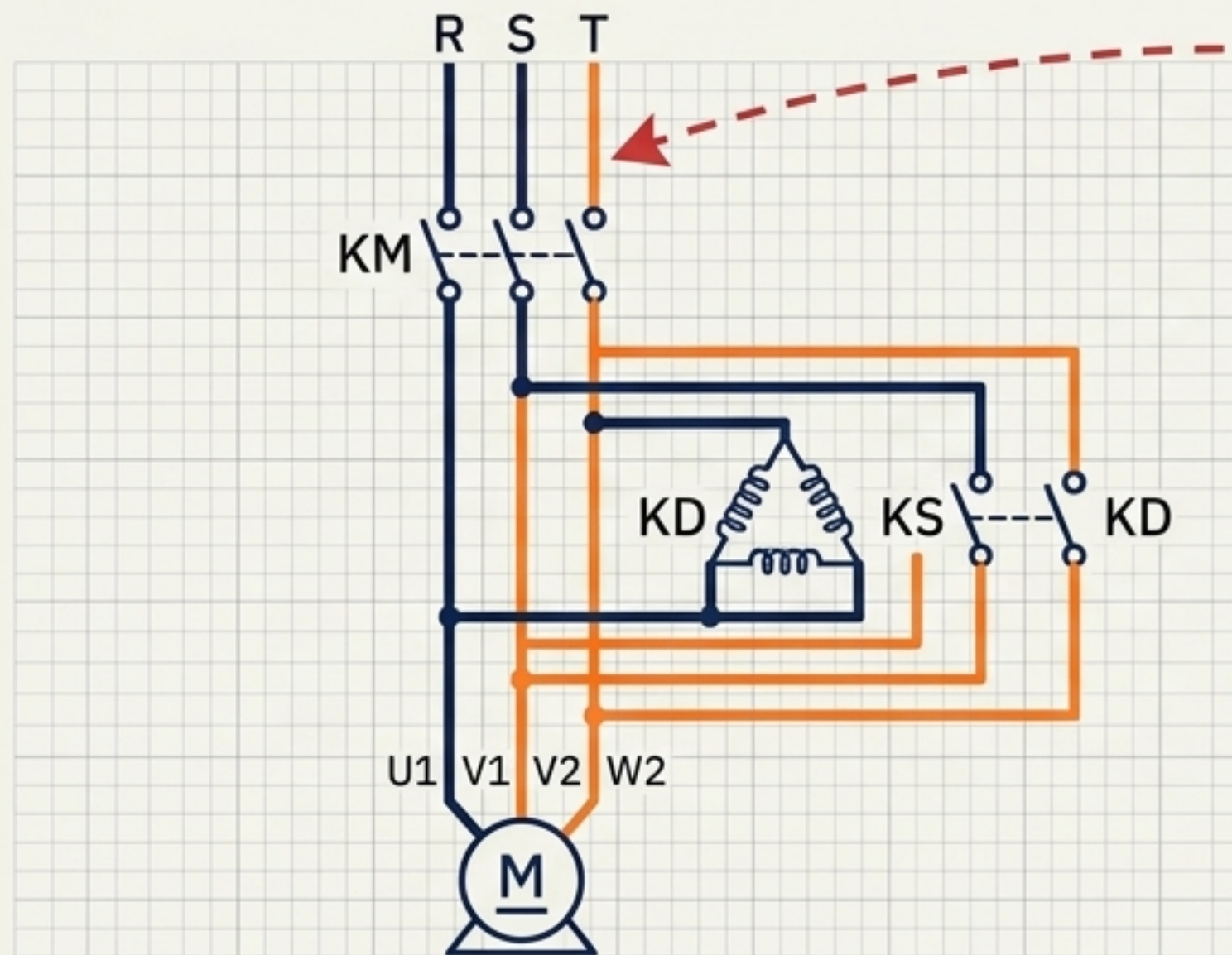
Star-Delta Timer
(หัวใจสำคัญในการหน่วงเวลา
เปลี่ยนวงจร)

Overload Relay
(ปรการด่านสุดท้าย ป้องกัน
มอเตอร์ไหม้เมื่อทำงานเกินพิกัด)

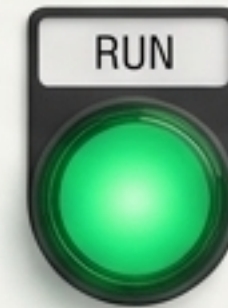
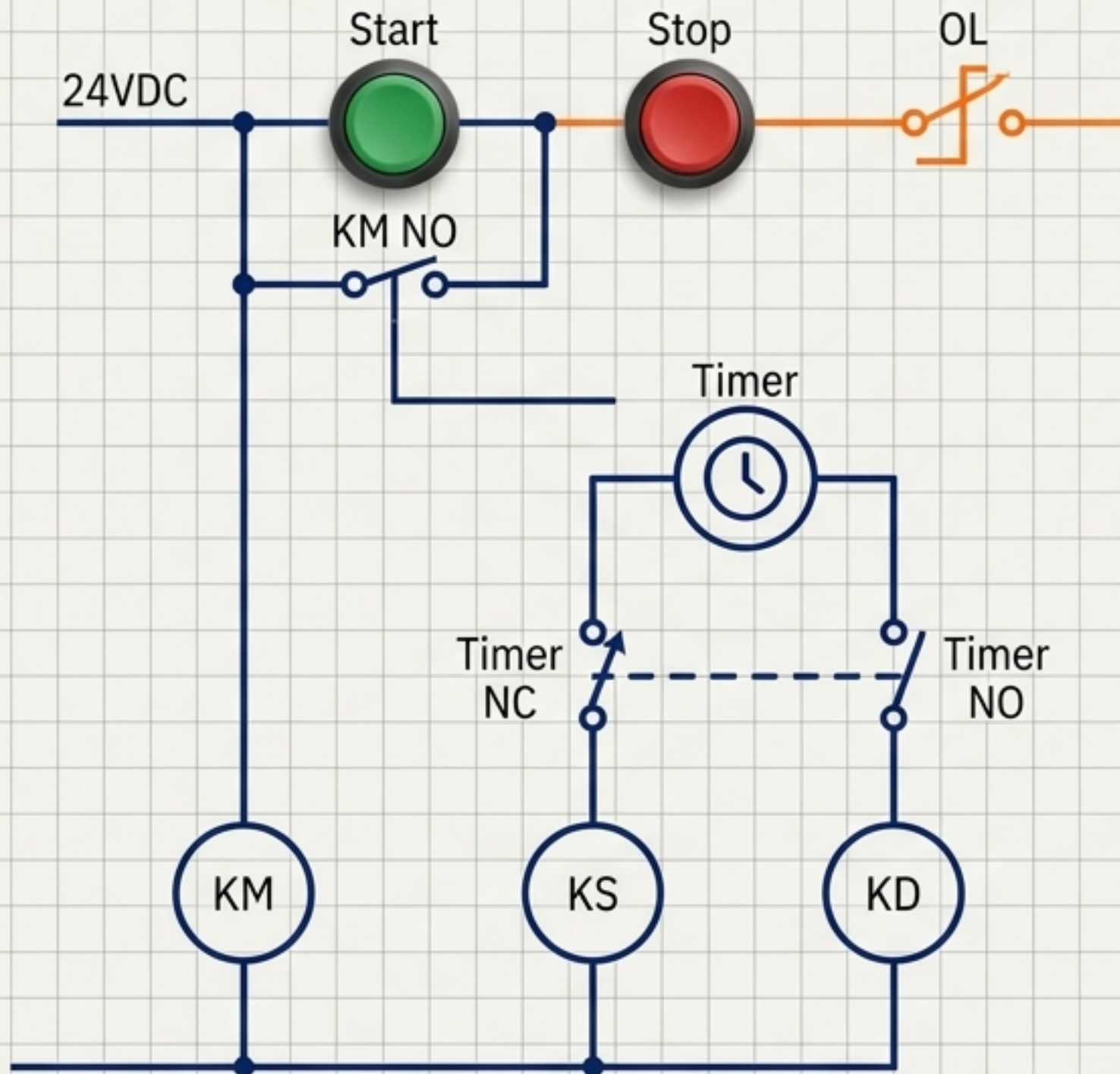


Power Circuit (วงจรกำลัง: กล้ามเนื้อของระบบ)

หน้าที่หลักคือการส่งกระแสไฟฟ้า 3 เฟส (R-S-T) จากแหล่งจ่ายไฟเข้าสู่ขดลวดมอเตอร์โดยตรง กระแสจะถูกบังคับให้ผ่าน Main Contactor (KM) ตลอดเวลา และจะถูกสลับเส้นทางไปที่ Star (KS) หรือ Delta (KD) ตามคำสั่งจากสมองกล (วงจรควบคุม)



Control Circuit (วงจรควบคุม: สมองสังการ)



Step-by-Step Logic Panel

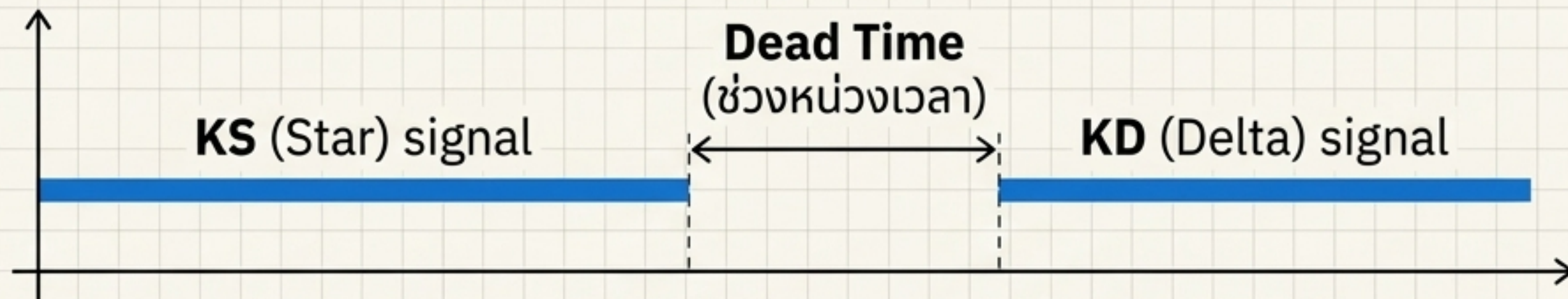
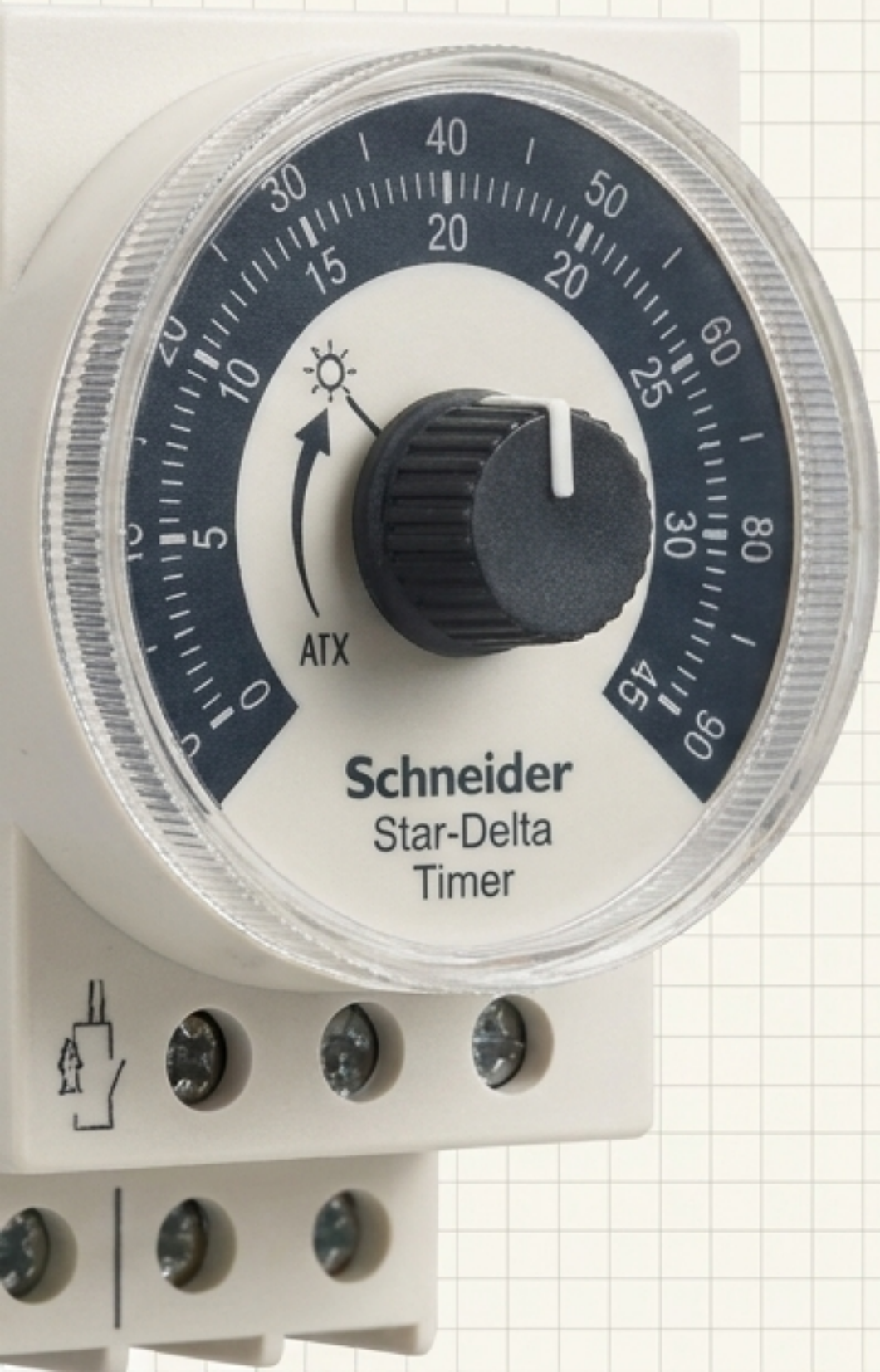
1. กดปุ่ม Start (NO) →
กระแสไหลเข้าคอยล์ KM (Main) และ
KS (Star) มอเตอร์เริ่มหมุนแบบดาว

2. Interlock Circuit →
หน้าสัมผัสช่วยของ KM
จะล็อกตัวเอง (Self-holding)
ให้ระบบทำงานต่อแม้ปล่อยมือ

3. Timer นับเวลา →
เมื่อถึงความเร็ว 75-80% Timer
สั่งตัดวงจร KS และต่อวงจร KD
(Delta) มอเตอร์รับเต็มกำลัง

หลอดไฟเขียว = มอเตอร์รัน, หลอดไฟแดง = Overload Trip

วินาทีชี้ชะตา: ทำไมต้องใช้ "Star-Delta Timer" โดยเฉพาะ?



ความเสี่ยงร้ายแรง: ปัญหาใหญ่ที่สุดของการสตาร์ทวิธีนี้คือ "การช็อตกันของแมกเนติก" หากสลับวงจรผิดจังหวะ

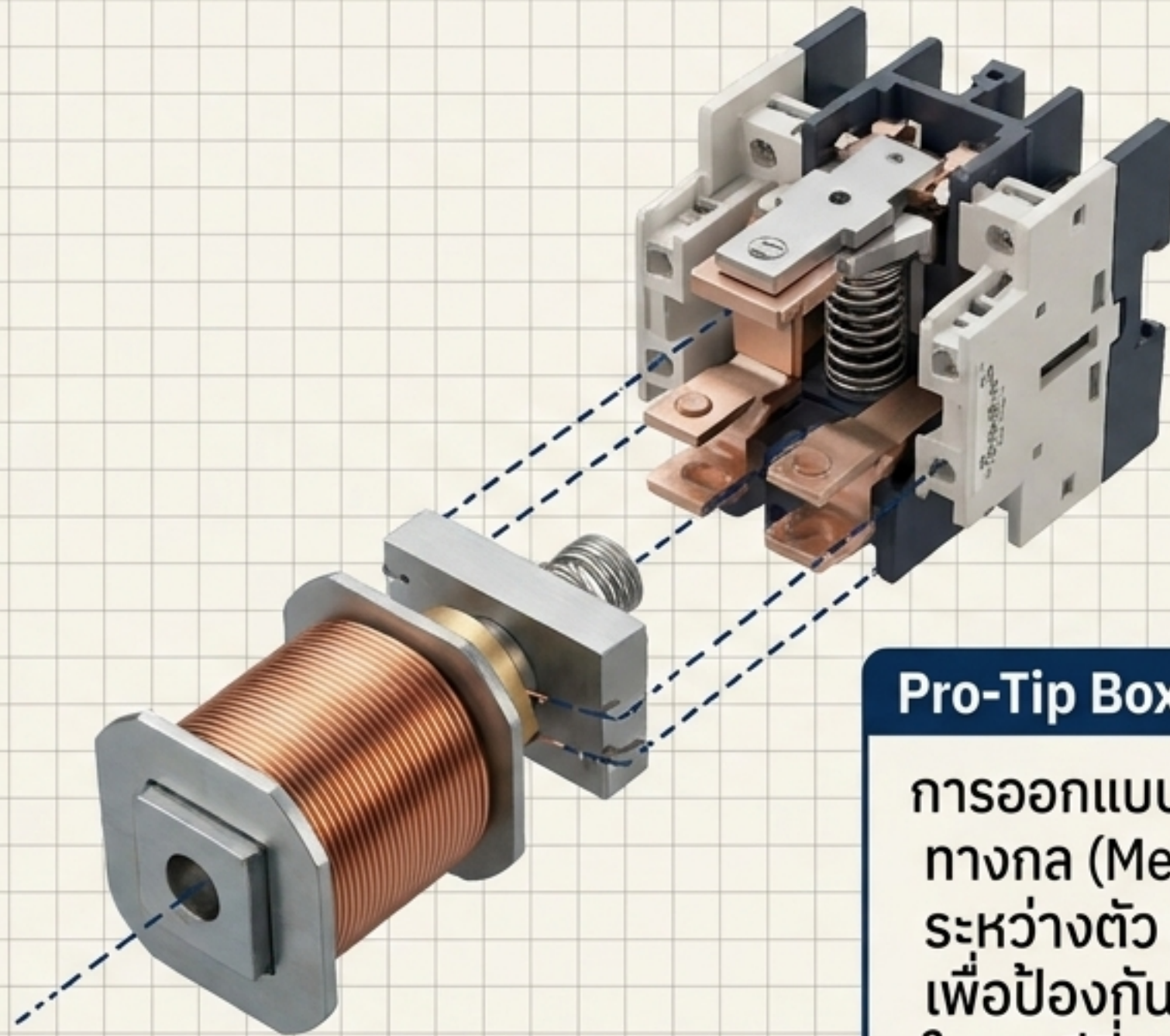
การใช้ Timer อเนกประสงค์ทั่วไป อาจทำให้สถานะ ON/OFF ทำงานทับซ้อนกัน

Timer แบบเฉพาะนี้จะมี Dead Time (ช่วงหน่วงเวลา) เสียวินาที เพื่อกำหนดว่าหน้าสัมผัสของ KS (Star) ตัดออกสนิทแล้วจริงๆ ก่อนที่ KD (Delta) จะสับเข้า ป้องกันการระเบิดอย่างสมบูรณ์แบบ

Magnetic Contactor (หัวใจของการตัดต่อวงจร)

สวิตช์อัจฉริยะที่ใช้
“อำนาจแม่เหล็กไฟฟ้า”
(Electromagnetism)
ในการดึงหน้าสัมผัสให้ติดกัน
เพื่อจ่ายกระแสไฟหลัก

ออกแบบมาเพื่อทนทานต่อ
อาร์คไฟฟ้า (Electrical Arc)
และการตัดต่อกระแสสูง
นับแสนครั้ง

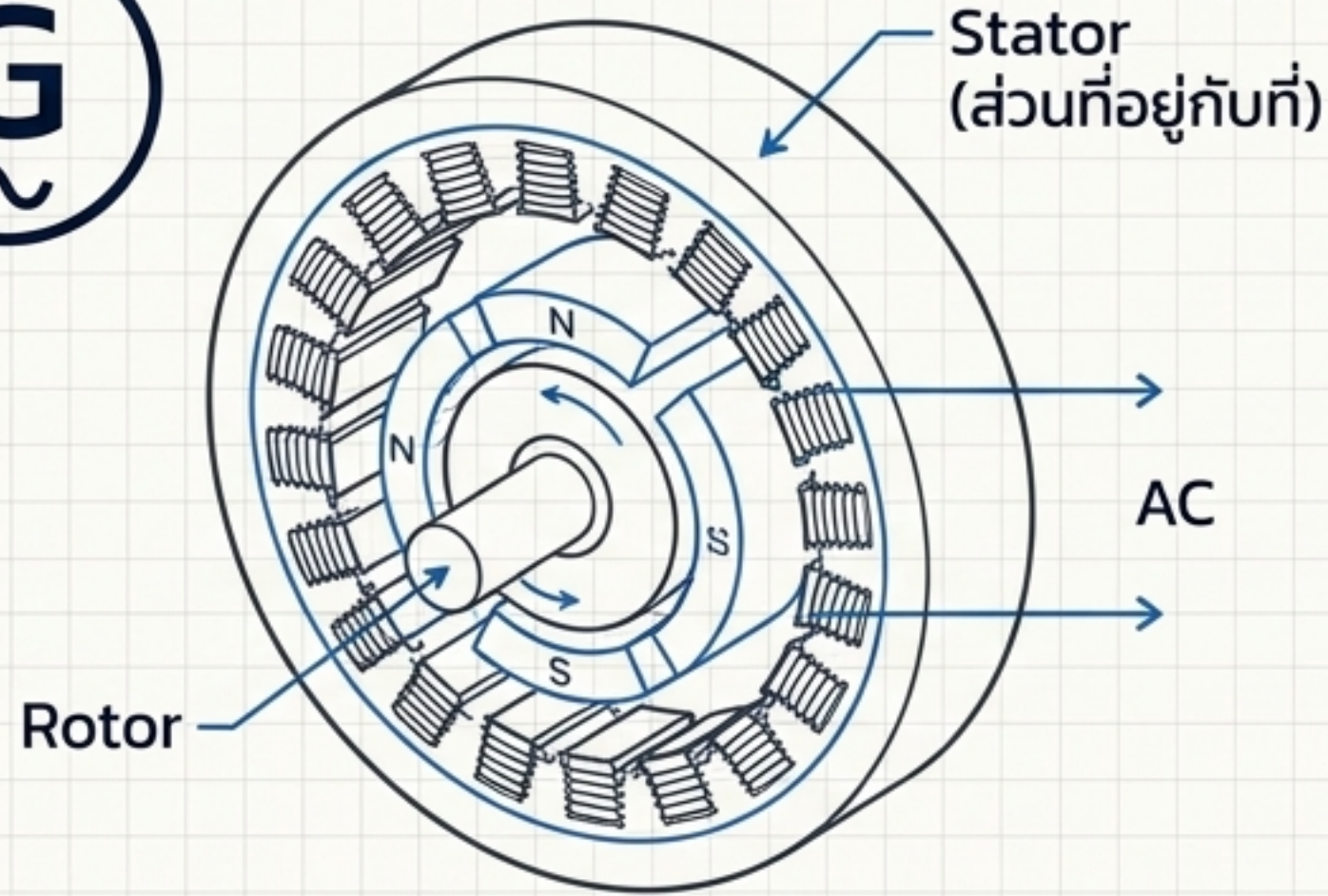


Pro-Tip Box

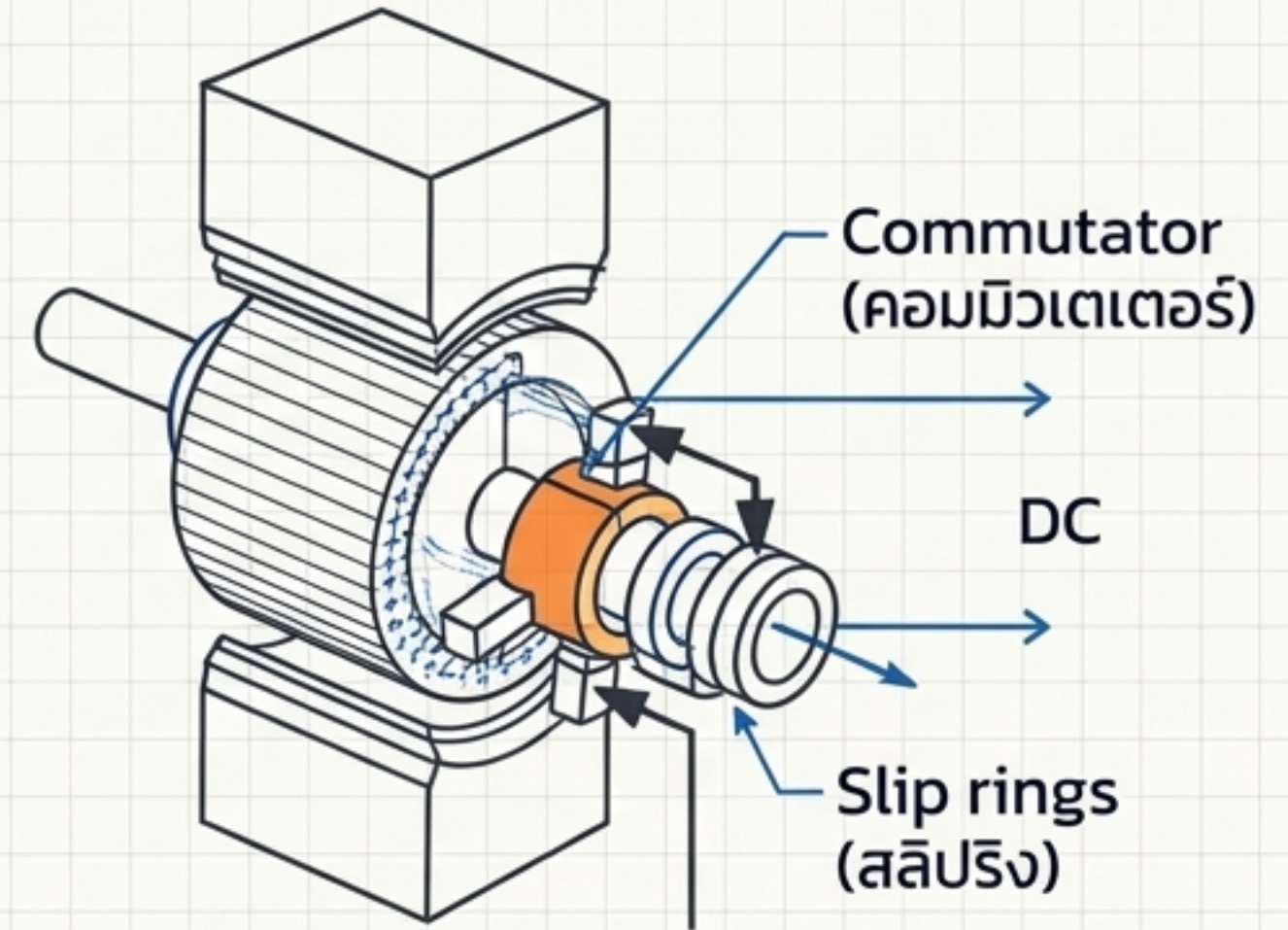
การออกแบบตู้ที่ดี ควรทำ Interlock
ทางกล (Mechanical Interlock)
ระหว่างตัว KS และ KD ไว้ด้วย
เพื่อป้องกันการสับเข้าพร้อมกัน
ในกรณีที่กลไกสปริงค้าง

เกร็ดความรู้วิศวกรรม: AC vs DC Generators

G
~



M
—

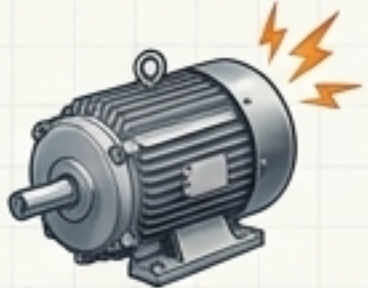
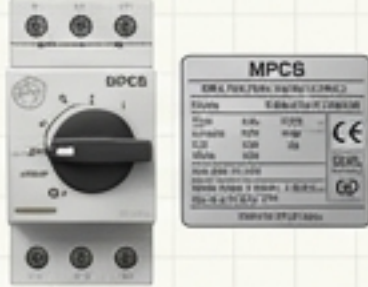


Did You Know?

ทำไมเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ถึงสร้างแรงดันไฟได้สูงกว่ามาก?

เพราะในระบบ AC ขดลวดตัวนำอาร์เมเจอร์คือ "ส่วนที่อยู่กับที่" (Stator) วิศวกรจึงสามารถออกแบบขดลวดให้หนาและทนแรงดันได้สูงมาก โดยไม่ต้องกังวลเรื่องข้อจำกัดทางกายภาพของการหมุน ซึ่งต่างจากระบบ DC ที่ต้องจ่ายไฟฟ้าผ่านสลีปริง (Slip rings) ที่เคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลา

การสังเคราะห์ข้อมูล & วิเคราะห์ปัญหาหน้างาน (Troubleshooting)

Diagnostic Matrix	
 อาการ (Symptom)	 สาเหตุ (Root Cause)
 มอเตอร์กระตุกอย่างรุนแรง ตอนสลับเป็น Delta	 ตั้งเวลา Timer สั้นเกินไป มอเตอร์ยัง ทำความเร็วไม่ถึง 75% ของพิกัด
 แมกเนติกกระเปิด หรือวงจรช็อต ขณะสลับการทำงาน	 ใช้ Timer ผิดประเภท ไม่มีช่วง Dead time ทำให้ KS และ KD ทำงานซ้อนทับกัน
 หลอดไฟ Pilot Lamp สีแดง (Overload) โชว์บ่อย	 กระแสเกินพิกัดจริง หรือตั้งค่าการทน กระแสบน MPCB / Overload ต่ำกว่า สเปก Nameplate ของมอเตอร์

Cheat Sheet & Key Takeaways

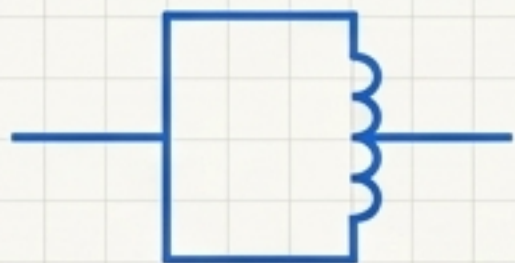
สัญลักษณ์ที่ต้องจำให้ขึ้นใจ



NO (ปกติเปิด - สายไม่ติดกัน)



NC (ปกติปิด - สายเชื่อมติดกัน)



Coil (คอยล์สั่งการ)

กฎเหล็ก 3 ข้อของ Star-Delta

- **Rule 1:** ใช้กับมอเตอร์ **> 7.5 kW** เสมอ เพื่อหยุดยั้งความเสียหายจาก **Inrush Current**
- **Rule 2:** แยกโครงสร้าง "วงจรกำลัง (กล้ามเนื้อ)" และ "วงจรควบคุม (สมอง)" ออกจากกันให้ชัดเจนเวลา ไล่สายไฟ
- **Rule 3:** ห้ามประนีประนอมกับ อุปกรณ์ป้องกัน (**MPCB, Overload, Star-Delta Timer**) เพื่อความปลอดภัยสูงสุด

ดาวน์โหลดเอกสารอ้างอิง



สแกนเพื่ออ่านคู่มือการสตาร์ทมอเตอร์แบบสตาร์-เดลต้า ฉบับสมบูรณ์ (อ้างอิงข้อมูลเชิงลึกจาก Factomart)