

พิมพ์เขียวสถาปัตยกรรมไซเบอร์-ฟิสิกัล:
พิมพ์เขียวสถาปัตยกรรมไซเบอร์-ฟิสิกัล: คู่มือวิศวกรรมการติดตั้ง MELSEC iQ-F FX5U
ยกระดับมาตรฐานตู้คอนโทรลด้วยการออกแบบระบบไฟฟ้าที่สมบูรณ์แบบ ปลอดภัย และไร้สัญญาณรบกวน

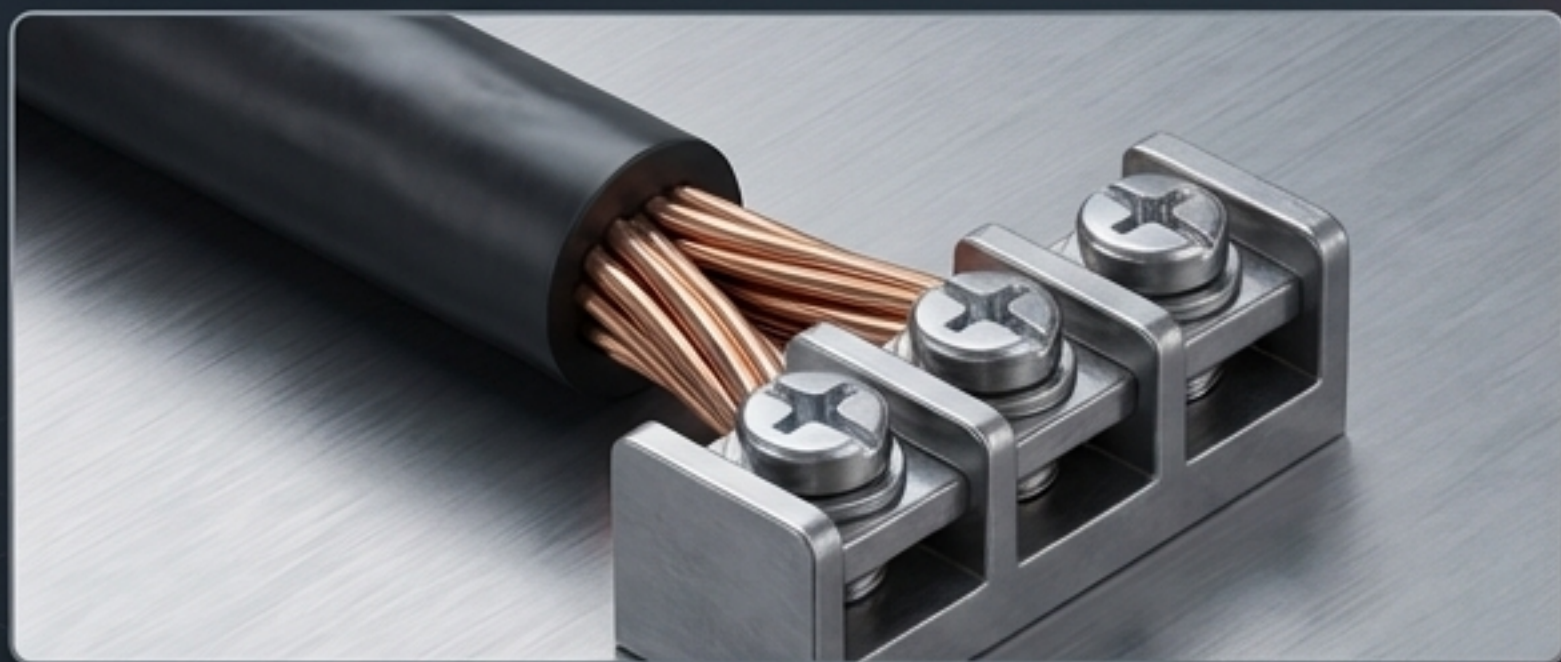
การปกป้องระบบระบายอากาศ:
ห้ามให้เศษโลหะหรือเศษสายไฟ
หลุดร่วงเข้าช่องระบายอากาศ
เด็ดขาด

การยึดเกาะที่มั่นคง:
ต้องติดตั้งบนพื้นผิวเรียบหรือ
ราง DIN Rail อย่างแน่นหนา
เพื่อป้องกันแรงเค้นเชิงกลที่
แผงวงจร (PC Board)

กฎของแผ่นกันฝุ่น:
ต้อง 'ปิด' แผ่นกันฝุ่นไว้
เสมอระหว่างเจาะรู/เดินสายไฟ
และต้อง 'ถอดออก' ทันทีเมื่อ
เสร็จสิ้นเพื่อระบายความร้อน

สภาพแวดล้อมตู้คอนโทรล:
ปิดมิดชิด ป้องกันฝุ่นนำไฟฟ้า
เขม่าควันน้ำมัน และก๊าซกัดกร่อน

ระบบจ่ายไฟ AC - FX5U-xxMR/ES



แรงดันไฟฟ้า: 100-240 V AC (ยอมรับได้ 85-264 V)



กระแสกระชาก (Rush Current):
สูงสุด 50 A (ระยะเวลา < 5 ms)
สำหรับแรงดัน 200 V AC

ความทนทานไฟตก:
ทำงานต่อเนื่องได้ 10 ms

ระบบจ่ายไฟ DC - FX5UC / DC Models



แรงดันไฟฟ้า: 24 V DC (ยอมรับได้ 20.4-28.8 V)

กระแสกระชาก (Rush Current): ต่ำกว่าแบบ AC
ควบคุมได้ง่ายกว่า

ความทนทานไฟตก: ทำงานต่อเนื่องได้ 5 ms

กระแสกระชากสูงสุดถึง 50A ของรุ่น AC คือปัจจัยชี้วัดในการเลือกขนาดเบรกเกอร์ของระบบไฟฟ้าหลัก

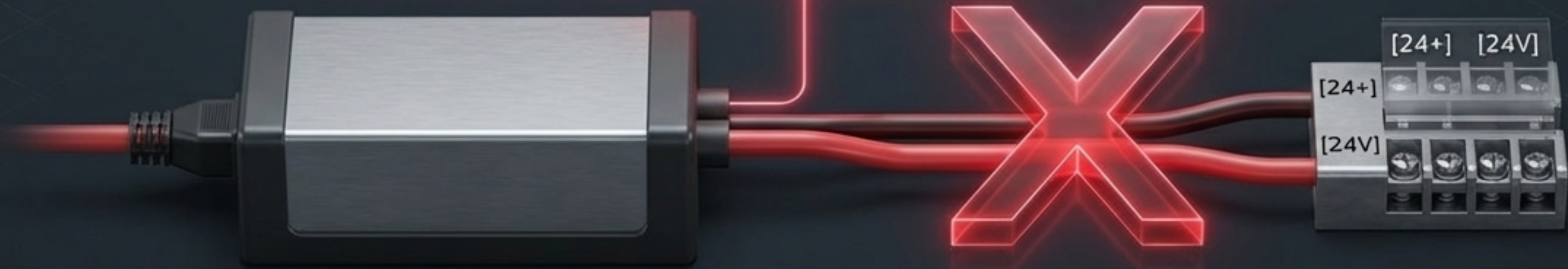
FX5U-32M



FX5U-64M



FX5U-80M



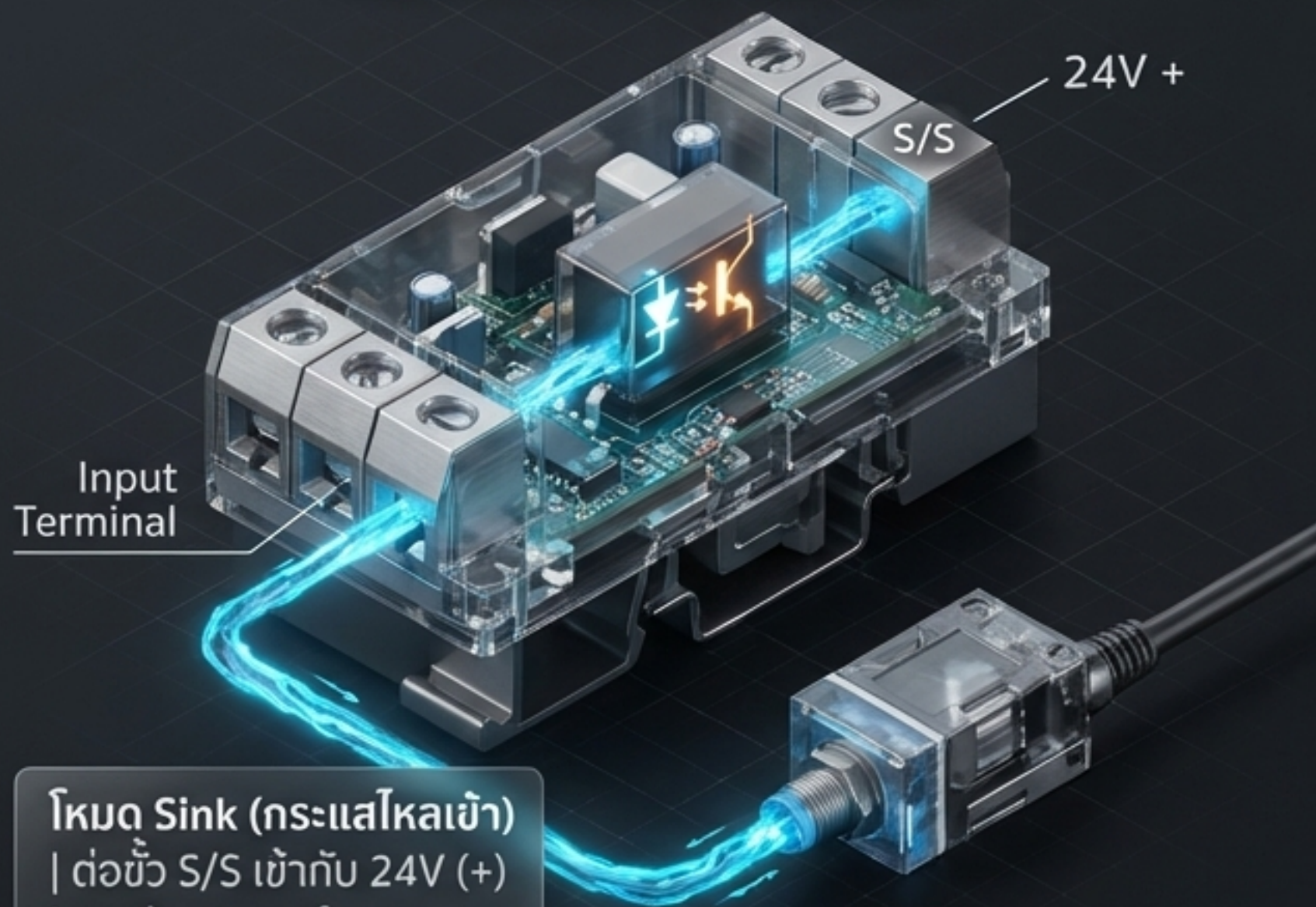
Service Power Supply: แหล่งจ่ายไฟ 24 V DC ภายในตัวสำหรับเซนเซอร์

ข้อควรระวังขั้นวิกฤต (Overload): หากใช้กระแสเกินพิกัด แรงดันจะตกลง อินพุตจะถูกปิด และเอาต์พุตทั้งหมดจะหยุดทำงานทันที

กฎข้อห้าม: ห้ามจ่ายไฟ 24V จากภายนอกย้อนกลับเข้าขั้ว [24+] และ [24V] เด็ดขาด อุปกรณ์จะเสียหายถาวร

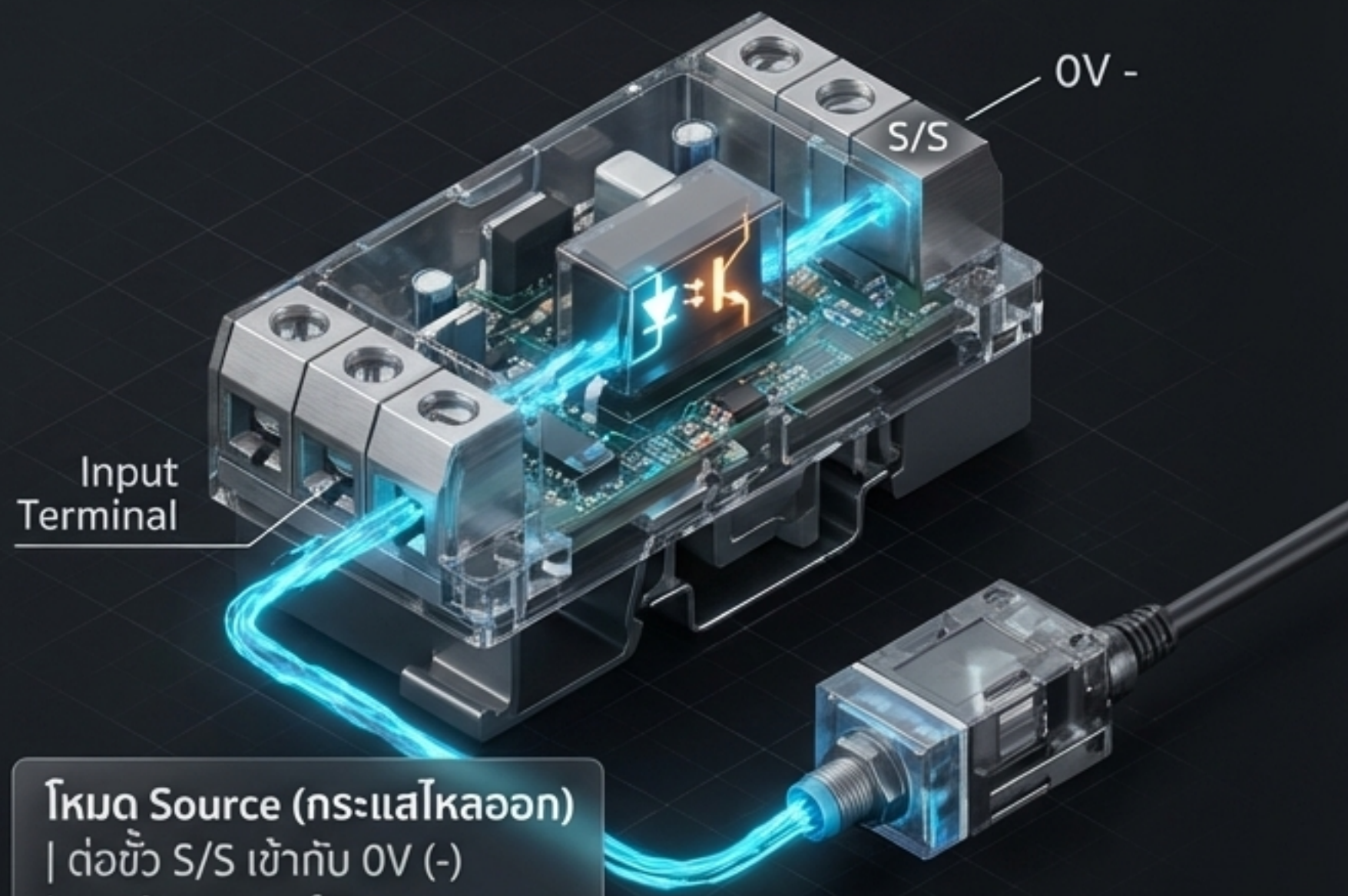
กลไกโฟโต้คัปเปิลอร์

โหมด Sink / NPN



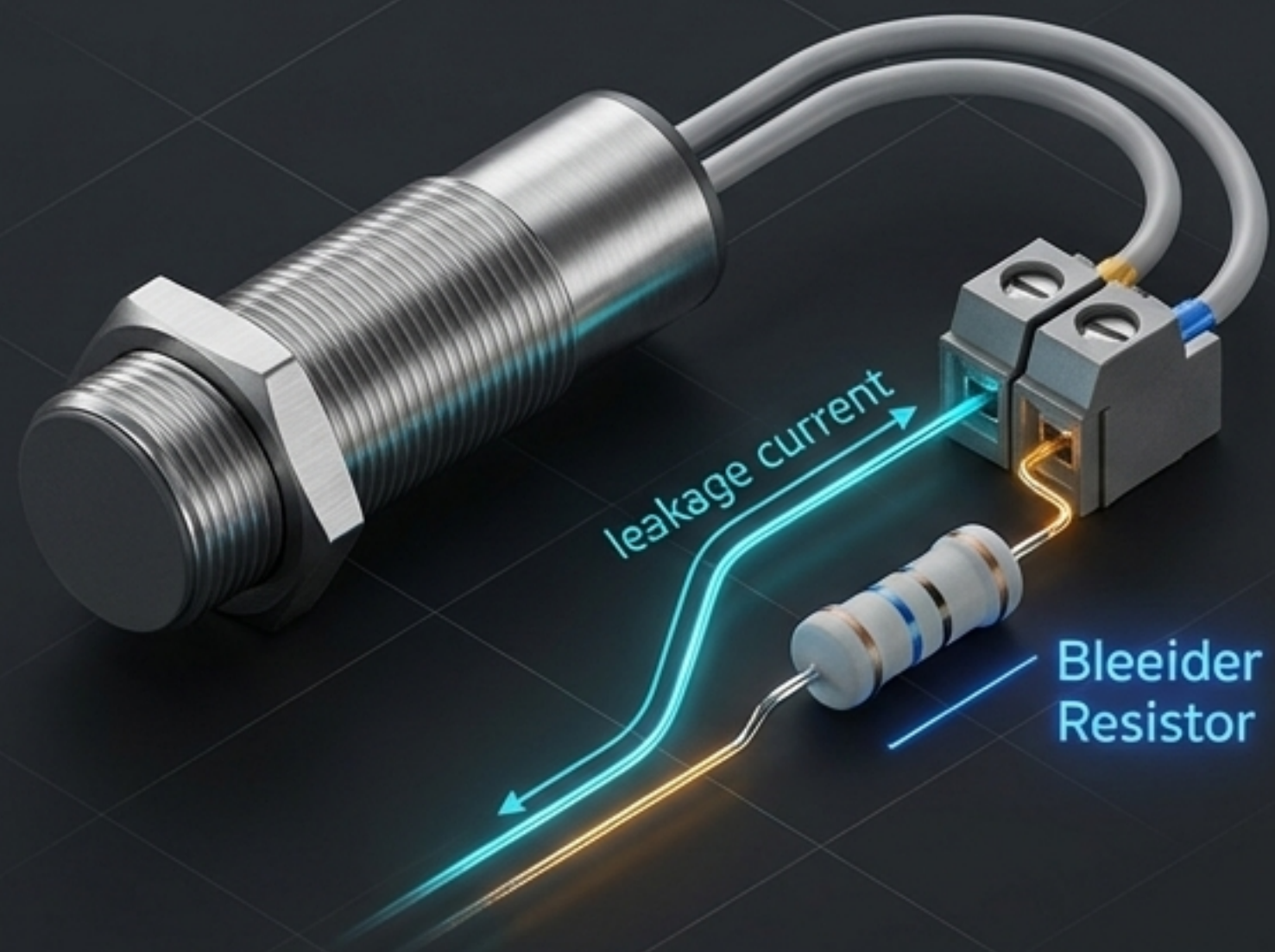
โหมด Sink (กระแสไหลเข้า)
| ต่อขั้ว S/S เข้ากับ 24V (+)
| รองรับเซนเซอร์ NPN

โหมด Source / PNP

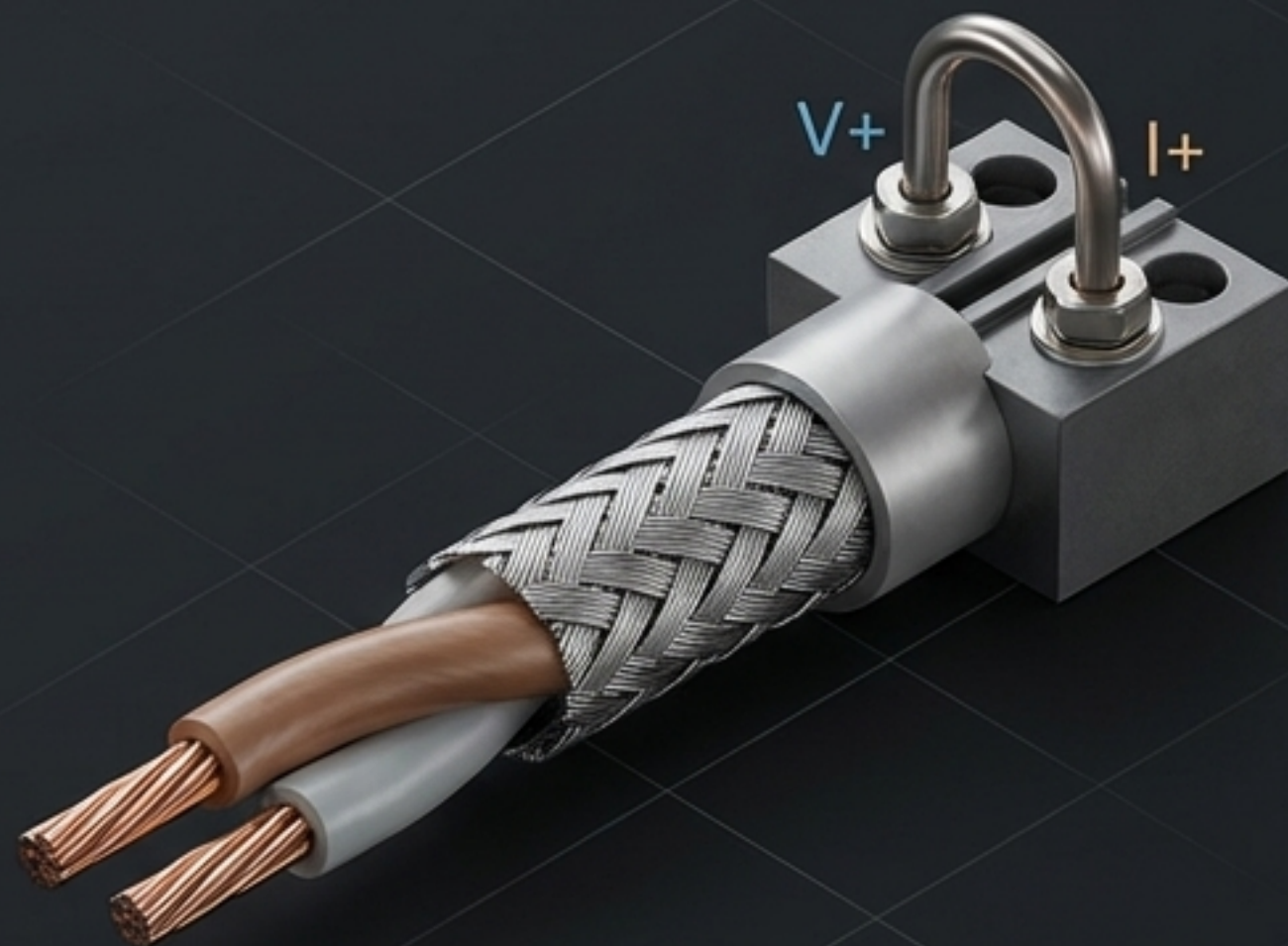


โหมด Source (กระแสไหลออก)
| ต่อขั้ว S/S เข้ากับ 0V (-)
| รองรับเซนเซอร์ PNP

ทิศทางการไหลของอิเล็กตรอนถูกกำหนดโดยการผูกขั้ว S/S (Sink/Source Terminal) อินพุตแต่ละกลุ่มสามารถกำหนดโหมดแยกอิสระได้



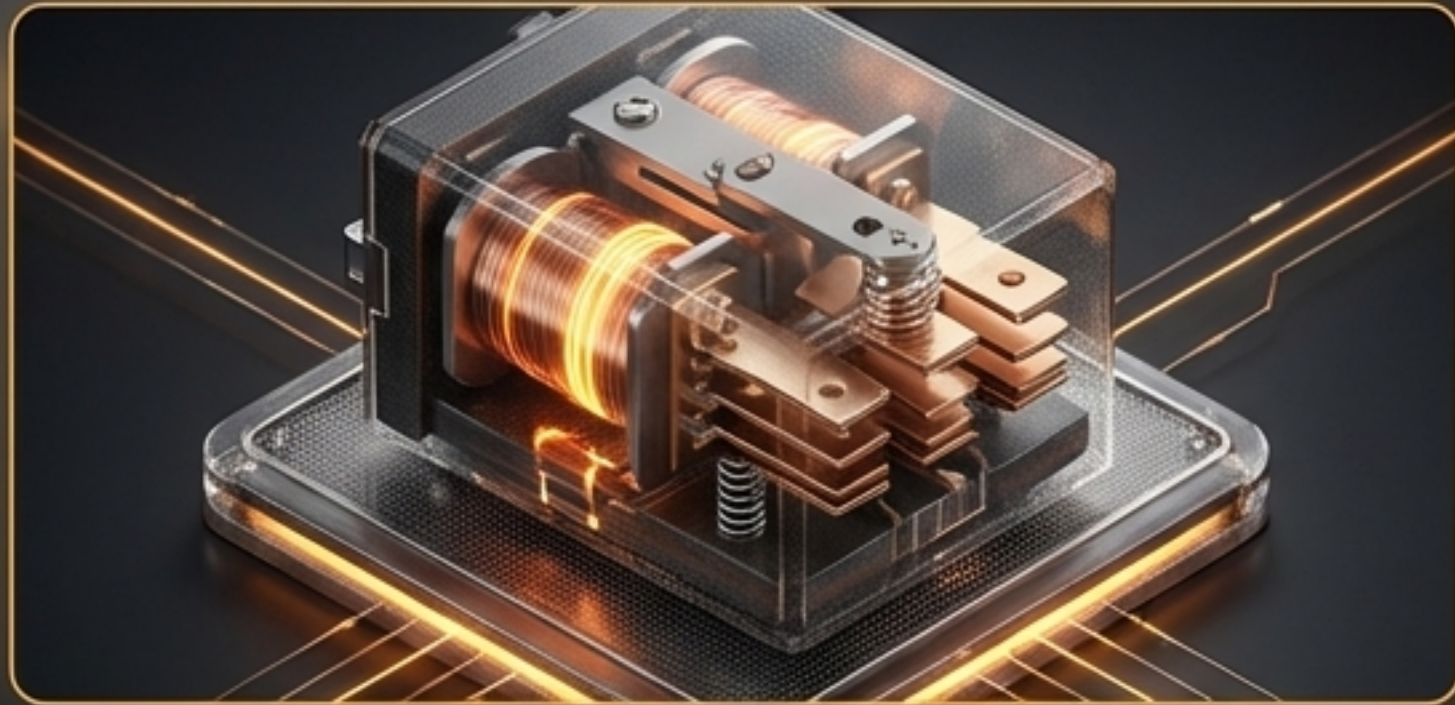
เซนเซอร์แบบ 2 สาย: หากมีกระแสรั่วไหล (Leakage Current) ในสถานะ OFF สูงเกินไป อินพุตจะค้างสถานะ ON เสมอ ต้องติดตั้ง 'Bleeder Resistor' ตัวต้านทานคร่อมเพื่อดึงกระแสส่วนเกินทิ้ง



อนาล็อกอินพุต: ต้องใช้สายคู่ตีเกลียวมีชีลด์ สำหรับการวัดกระแส (4-20mA) ต้องเชื่อมต่อขั้ว 'V+' และ 'I+' เข้าด้วยกันเสมอเพื่อให้วงจรทำงานสมบูรณ์

The Actuator Matrix

เอาต์พุตแบบรีเลย์ (Relay - MR)



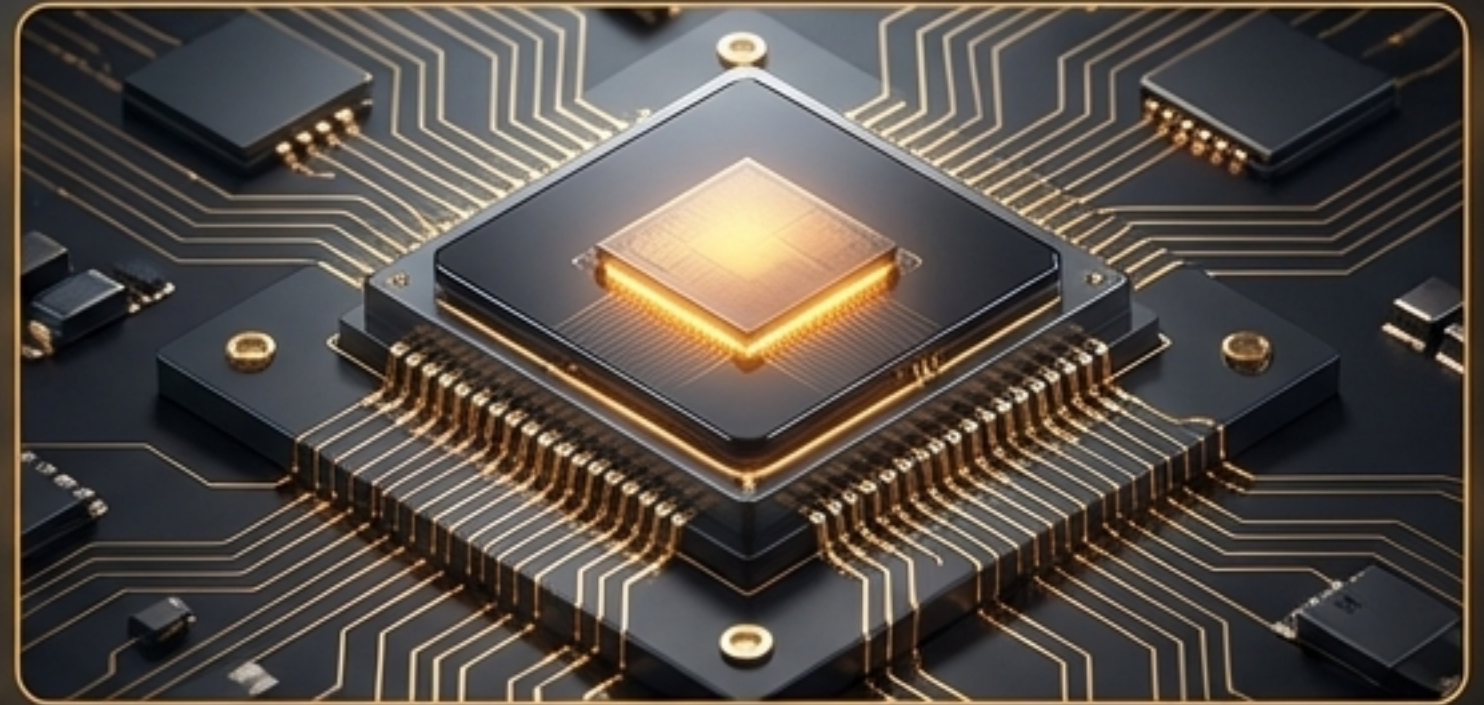
Load Capacity MAX (2 A/จุด)

Response Speed LOW (~10 ms)

Lifespan FINITE (มีขีดจำกัดทางท)

รองรับ 240V AC / 30V DC

เอาต์พุตแบบทรานซิสเตอร์ (Transistor - MT)



Load Capacity LOW (0.5 A/จุด)

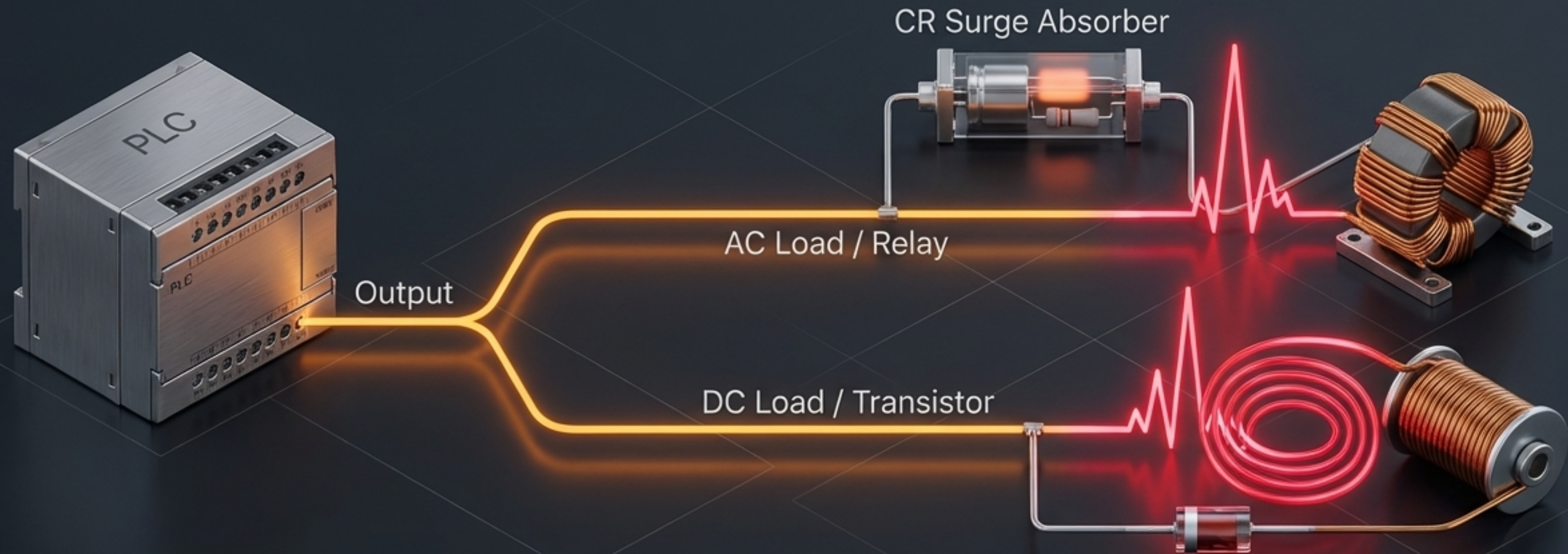
Response Speed MAX (< 2.5 μ s สำหรับ Y0-Y3)

Lifespan INFINITE (กึ่งตัว)

รองรับ 5-30 V DC (Sink/Source)

เลือกรีเลย์สำหรับโหลดพลังงานสูงทั่วไป เลือกทรานซิสเตอร์สำหรับงานความถี่สูงและเซอร์โวมอเตอร์ (Positioning)

The Inductive Kickback Shield



อันตรายจากโหลดในดักที่ฟ: การตัดวงจรคอยล์หรือคอนแทคเตอร์จะสร้างแรงดันย้อนกลับที่ทำลายหน้าสัมผัส (Welding) หรือเพาทรานซิสเตอร์

เกราะป้องกันวงจร: ต้องติดตั้ง CR Absorber สำหรับโหลด AC และ Diode สำหรับโหลด DC เสมอ เพื่อยืดอายุการใช้งานฮาร์ดแวร์

กฎเหล็กแห่งความปลอดภัย:
“ห้ามใช้โปรแกรม PLC เป็นอุปกรณ์ความปลอดภัยเพียงอย่างเดียว”



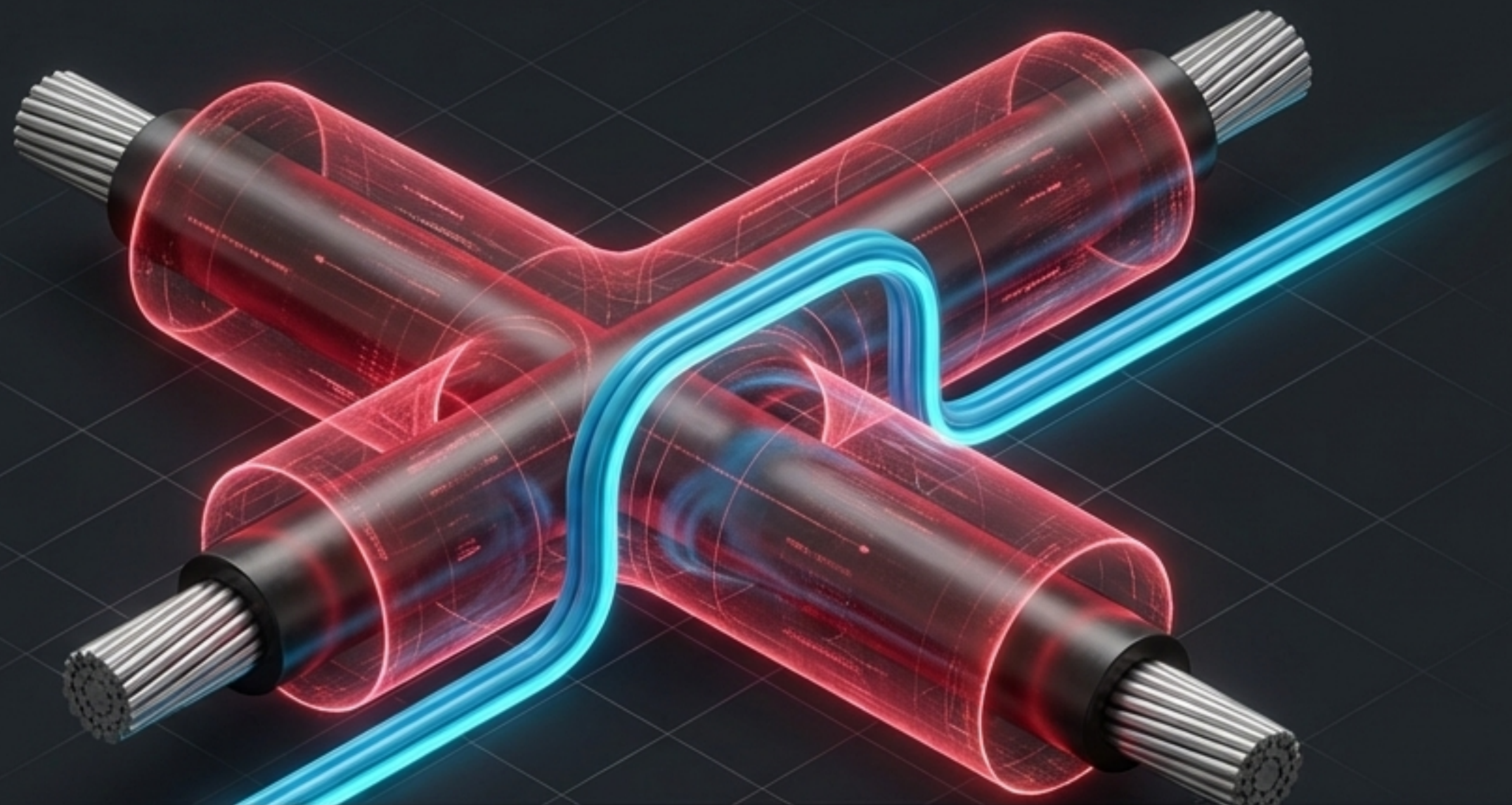
วงจรถัดฉุกเฉิน (E-Stop):
ต้องตัดแหล่งจ่ายไฟไปยัง Actuator โดยตรงด้วยฮาร์ดแวร์ภายนอกเสมอ



การจัดการความร้อน:
เมื่ออุณหภูมิแวดล้อมสูงขึ้น อัตราส่วนการทำงานพร้อมกัน (Simultaneous ON Ratio) จะลดลง ต้องรักษาอุณหภูมิตู้ตู้ที่ 0-55°C

อินเตอร์ล็อกเชิงกล (Hardware Interlock):
สำหรับการทำงานที่ขัดแย้งกัน (เช่น มอเตอร์หมุนเดินหน้า/ถอยหลัง) ต้องมีวงจรป้องกันการลัดวงจรภายนอก

EMC Forcefields



The Golden Rules of EMC

- ระยะห่าง 100 mm: รักษา ระยะห่างสายสัญญาณควมคุมอย่างน้อย 100 มิลลิเมตร จากสายไฟที่มีแรงดันสูงกว่า 100 V
- กฎการตัดข้าม 90 องศา: หากสายสัญญาณต้องตัดกับสายไฟกำลัง ต้องจัดวางให้ตัดกันในมุมฉากเท่านั้นเพื่อลดการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (EMI)
- ห้ามมัดรวม: ห้ามมัดสายไฟกำลังและสายสัญญาณรวมกันในรางเดินสายเดียวกัน (Wire Duct) อย่างเด็ดขาด

Glassmorphism

มาตรฐาน Class D: ความต้านทานดินต้องต่ำกว่า 100Ω
ใช้สายดินขนาดพื้นที่หน้าตัด 2.0 mm^2 ขึ้นไป

Independent Grounding: ต้องใช้กราวด์แยก
ห้ามใช้กราวด์ร่วมกับอุปกรณ์กำลังสูงเด็ดขาด
เพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนย้อนกลับ

Shield Grounding: สายชีลด์อนาล็อก
ต้องลงกราวด์จุดเดียวที่ฝั่งรับสัญญาณ
เพื่อป้องกันลูปกราวด์ (Ground Loop)

Shield Grounding:
One Point Only

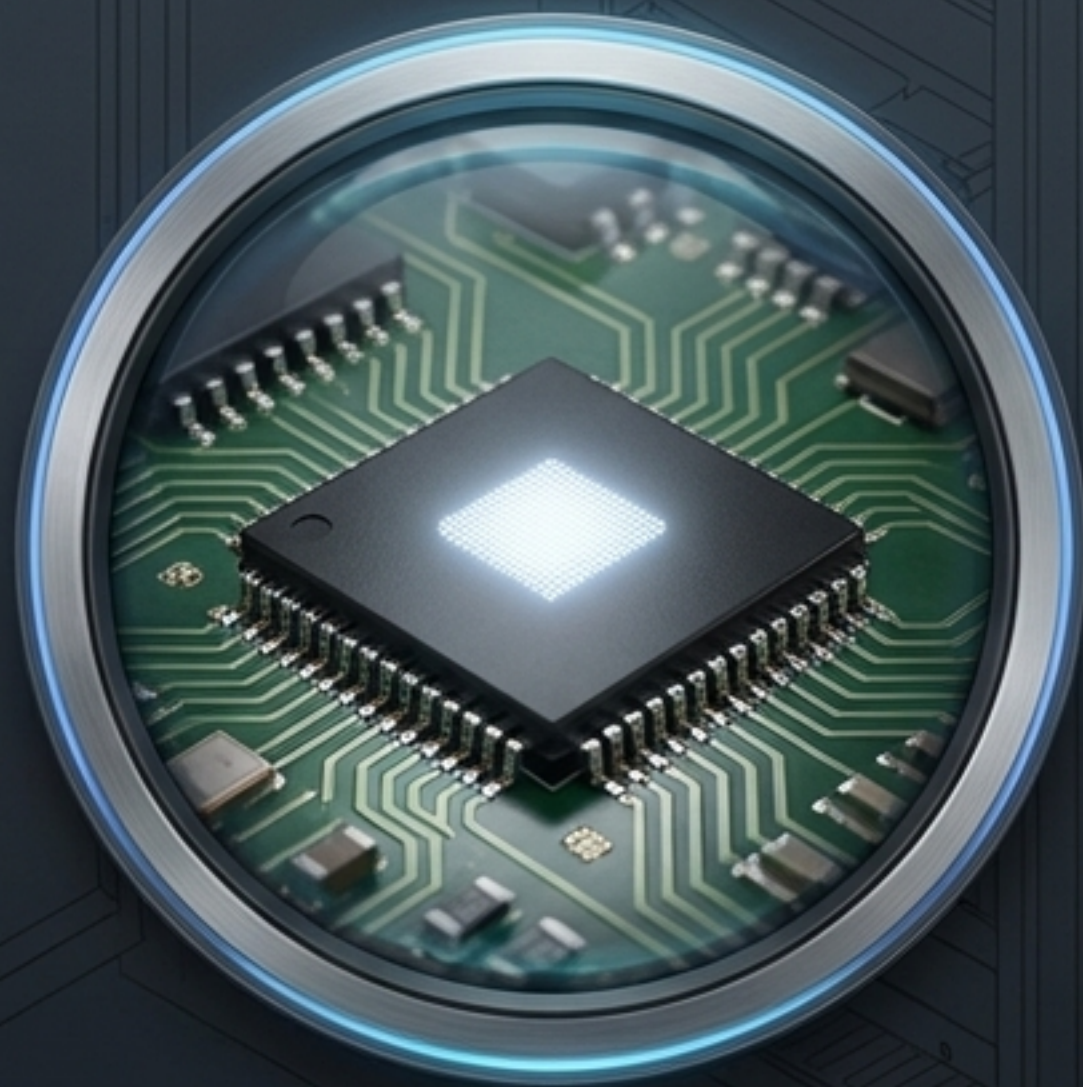
Grounding wire
 2.0 mm^2



**Incorrect:
Shared Grounding**



**Ground Bounce
(EMI/RFI) from VFD**



หัวต่อแบบสปริงกด
ทนทานต่อแรงสั่นสะเทือน /
แบบสกรูต้องขันด้วยแรงบิด 0.2-0.3 N·m

สถาปัตยกรรมไร้แบตเตอรี่
หน่วยความจำเก็บข้อมูลสำคัญได้โดย
ไม่ต้องพึ่งพาแบตเตอรี่

SD Card Data Logging
บันทึกสถานะ I/O แบบ Real-time
เพื่อการวิเคราะห์ Predictive Maintenance

สถาปัตยกรรมตู้คอนโทรลที่สมบูรณ์แบบ

แยกสายกำลังและสัญญาณออกจากกัน
(EMC Shielding)

แยกกระแส Sink/Source
และจัดการ Leakage Current

ใช้อินเตอร์โพลซึ่งรีเลย์แยกโหลดกำลังสูง

$<100 \Omega$

ลงกราวด์ Class D แบบอิสระ
(Independent Ground)

เมื่อทฤษฎีไฟฟ้าประสานกับวิศวกรรมการออกแบบที่รัดกุม FX5U จะกลายเป็นสมองกลอุตสาหกรรมที่มีเสถียรภาพสูงที่สุด
ทนทานต่อทุกสภาวะ และปลอดภัยสำหรับบุคลากรอย่างแท้จริง