



# วงจรไฟฟ้าเครื่องปรับอากาศ: เส้นประสาทแห่งความเย็น

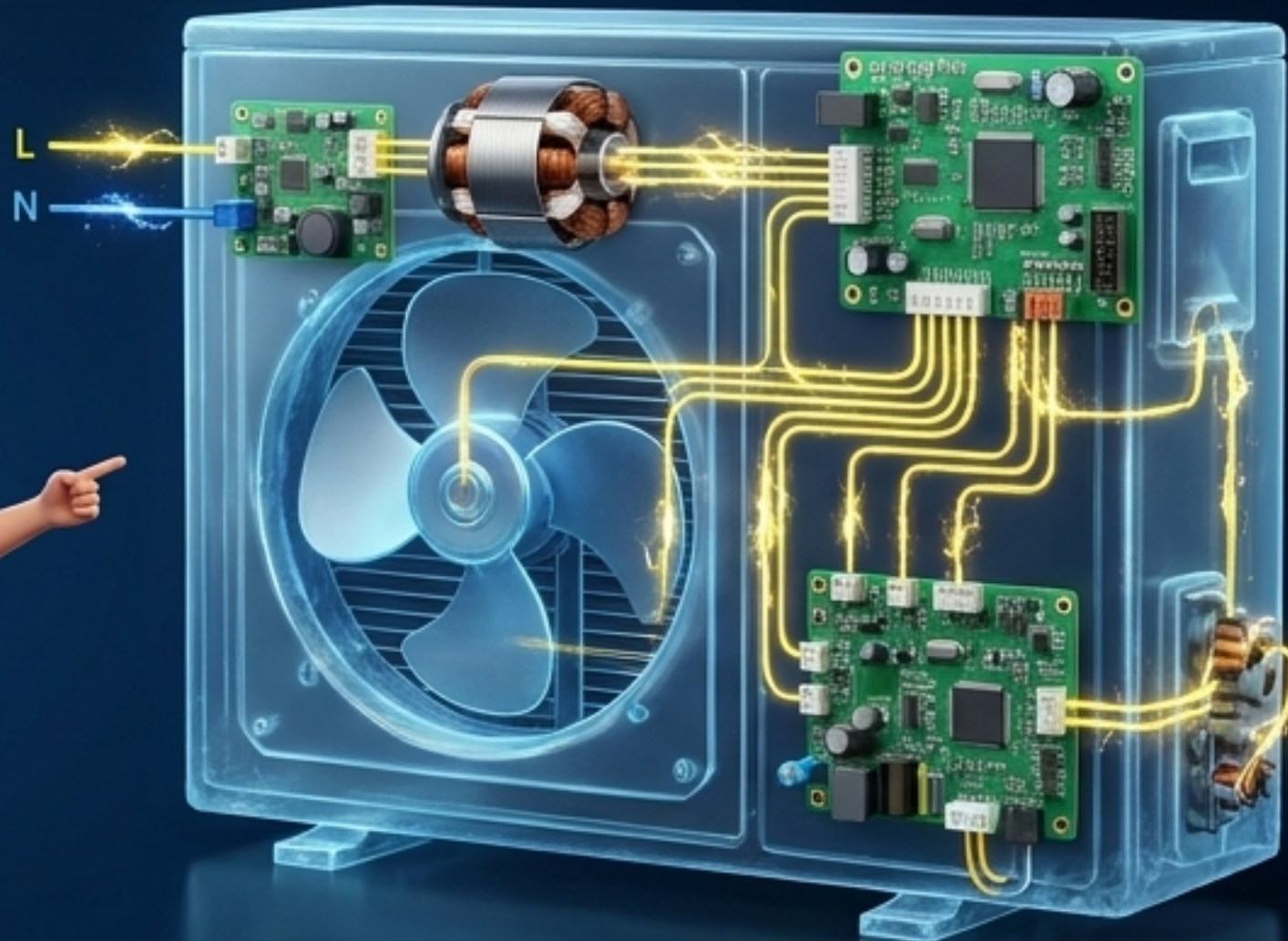
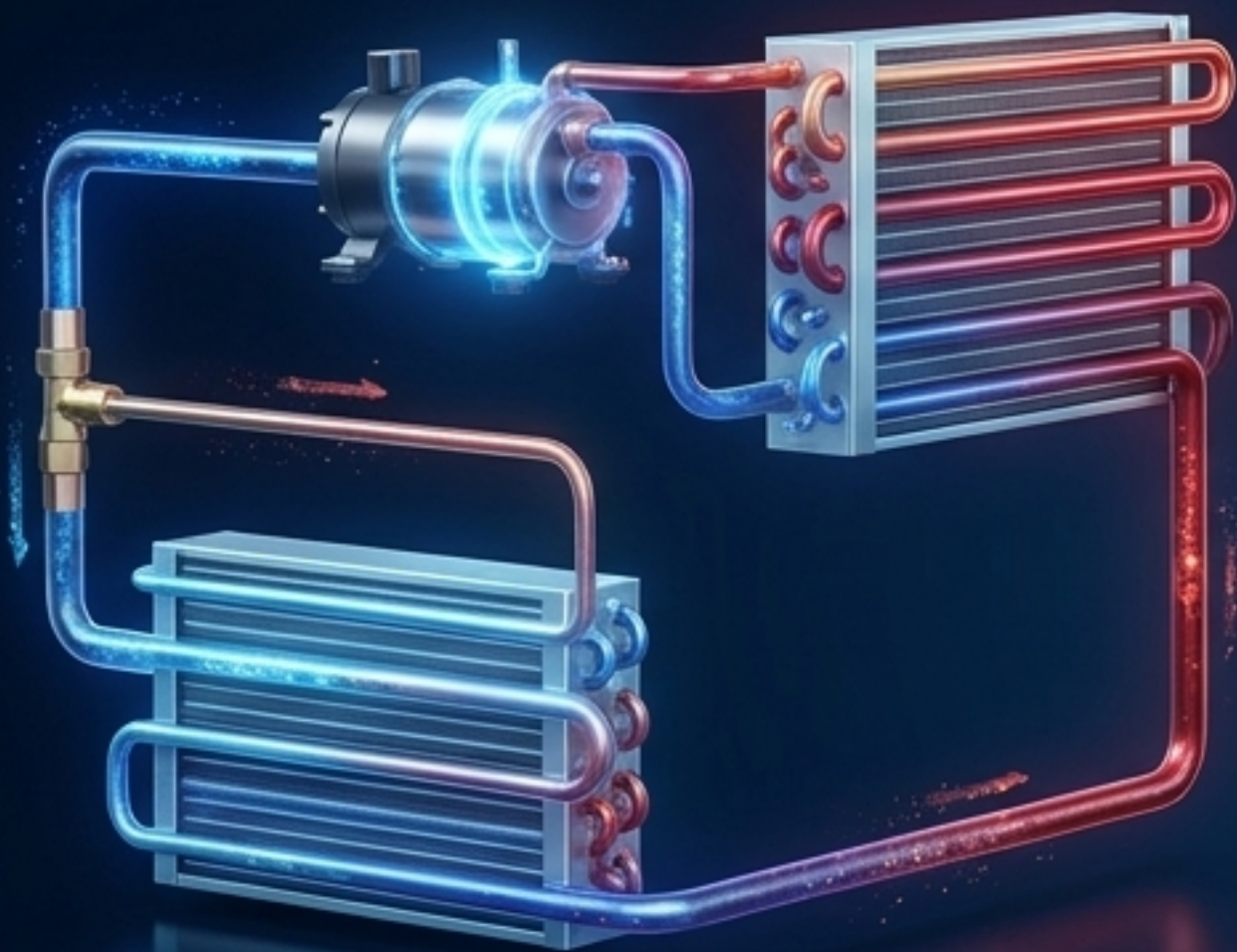
เจาะลึกระบบควบคุมจาก Fix-Speed สู่ Inverter

รายวิชาเครื่องปรับอากาศ | แผนกช่างไฟฟ้ากำลัง

ผู้สอน: นายรังสรรค์ ลอยแก้ว

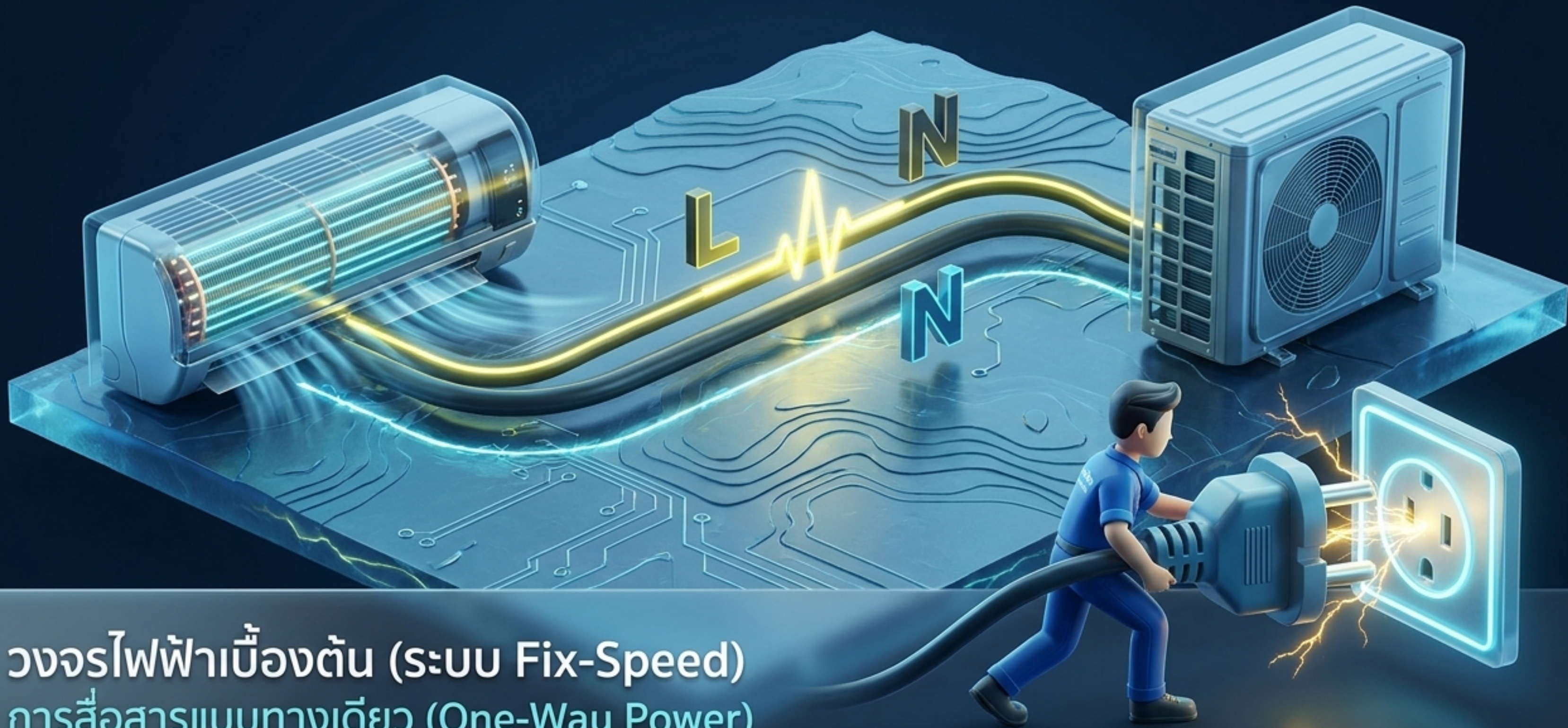
วิทยาลัยการอาชีพนครปฐม | ระดับชั้น ปวช.2 สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง

# 2 ขุมพลังหลัก: หัวใจและระบบประสาทของเครื่องปรับอากาศ



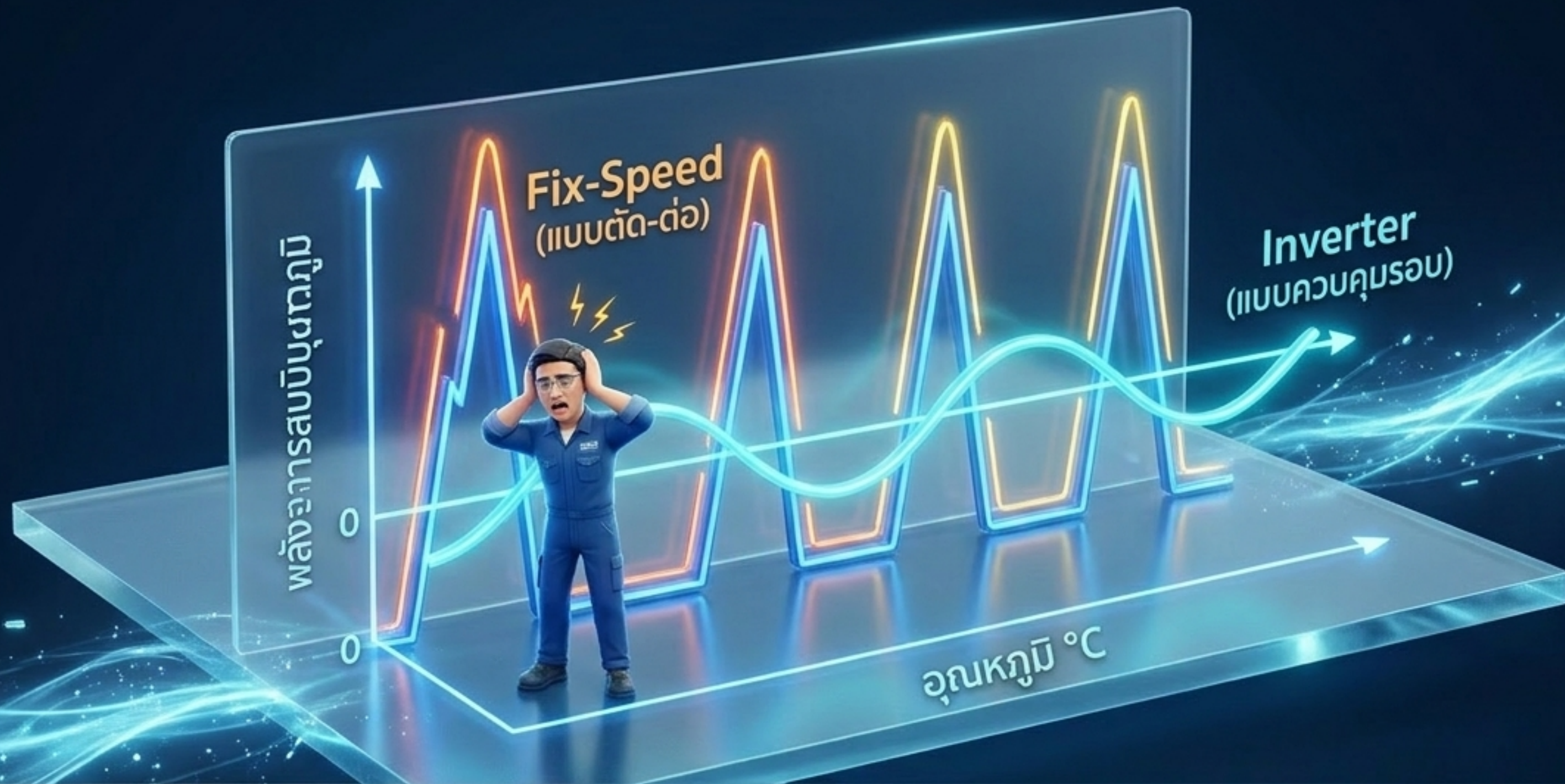
**ระบบน้ำยา (Refrigerant Cycle)**  
ทำหน้าที่ดูดและคายความร้อน  
เปรียบเสมือน "ระบบเลือดและกล้ามเนื้อ"  
ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์, คอยล์ร้อน, ท่อ Capillary, และคอยล์เย็น

**ระบบไฟฟ้า (Electrical System)**  
ทำหน้าที่สั่งการ ตัดต่อ และควบคุมอุณหภูมิ  
เปรียบเสมือน "ระบบสมองและเส้นประสาท"  
จ่ายพลังงานให้ทุกชิ้นส่วนกลไกเคลื่อนไหวได้



## วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น (ระบบ Fix-Speed) การสื่อสารแบบทางเดียว (One-Way Power)

- เส้นทางไฟหลัก: จุดเชื่อมต่อ L (Line) และ N (Neutral) จ่ายไฟ 220V จากคอยล์เย็นออกไปสั่งการคอยล์ร้อน
- การตัดต่อแบบ 100%: คอมเพรสเซอร์ทำงานเต็มกำลังจนกว่าห้องจะเย็นถึงจุดที่ตั้งไว้ (Thermostat ตัด) จากนั้นจะตัดไฟหยุดการทำงานทั้งหมด
- สัญลักษณ์กำกับ: มีการเขียนบอกชัดเจนที่คอยล์ร้อนและคอยล์เย็น ต่อแค่สายไฟเข้า L และ N ระบบก็สามารถทำงานได้ทันที



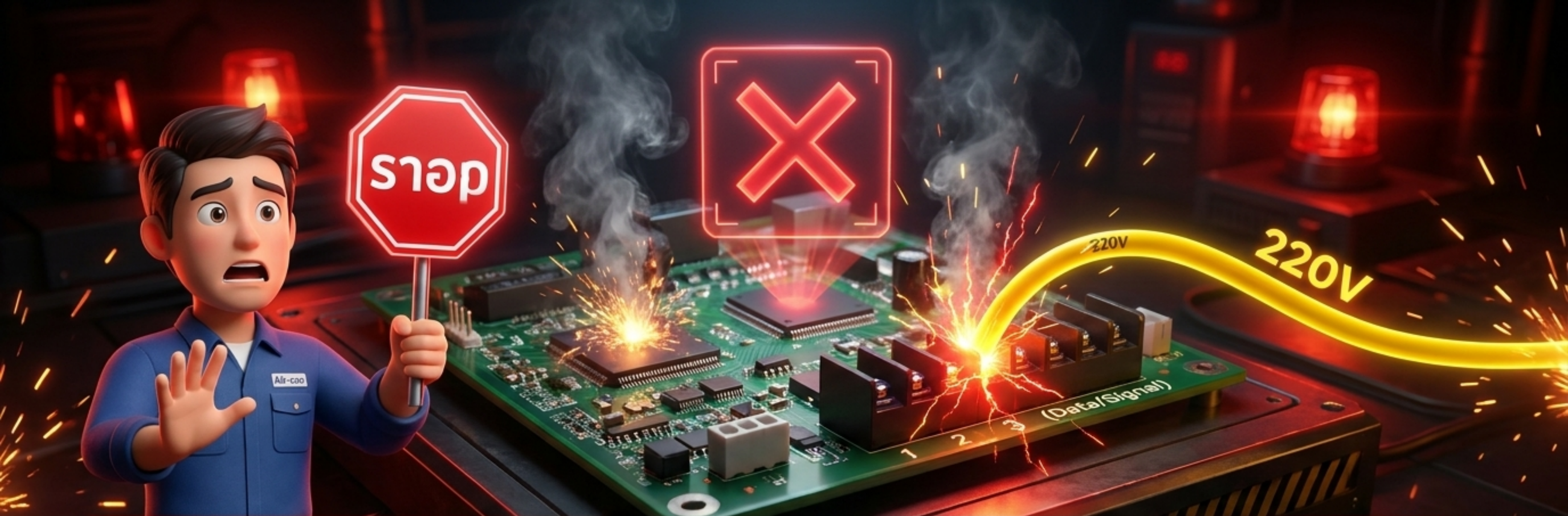
## วิวัฒนาการสู่ระบบ Inverter: จากการ 'ตัด-ต่อ' สู่การ 'ควบคุมรอบ'

- ลดการกระชากไฟ: ระบบ Inverter ไม่มีการตัด-ต่อคอมเพรสเซอร์แบบ 100% -> 0% แต่จะลดรอบการหมุนลงเพื่อรักษาระดับอุณหภูมิ
- การประหยัดพลังงาน: การให้มอเตอร์ทำงานต่อเนื่องด้วยรอบต่ำ ประหยัดไฟกว่าการหยุดและกระชากไฟสตาร์ทใหม่ถึง 1 เท่าตัว
- ความชื้นที่เพิ่มขึ้น: เพื่อให้คอมเพรสเซอร์รู้ว่าต้องหมุนเร็วหรือช้า บอร์ดคอยล์เย็นและคอยล์ร้อนจึงต้อง 'คุ้ยกันตลอดเวลา'



## หัวใจของ Inverter: สาย Data สัญญาณสื่อสาร





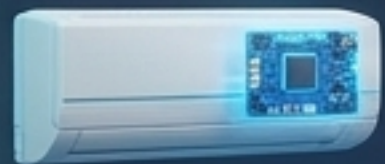

- **เทอร์มินอล 1 (L) และ 2 (N):**  
จ่ายไฟ 220V เป็นแหล่งพลังงานหลัก
- **เทอร์มินอล 3 (Signal/Data):**  
สายคอนโทรลส่งสัญญาณข้อมูล  
ระหว่างบอร์ดคอยล์เย็นและ  
บอร์ดคอยล์ร้อน
- **การพูดคุยภาษาอิเล็กทรอนิกส์:**  
สาย Data ทำหน้าที่รายงานอุณหภูมิห้อง  
และสั่งการให้บอร์ดคอยล์ร้อนปรับเพิ่ม/  
ลดรอบมอเตอร์คอมเพรสเซอร์อย่าง  
แม่นยำ



## ข้อควรระวังขั้นวิกฤต! อันตรายจากความเคยชึน

- ความผิดพลาดคลาสสิก: ช่างที่ชินกับระบบ Fix-Speed อาจเผลอเข้าใจว่าเทอร์มินอล 3 คือจุดจ่ายไฟ 220V
- ผลลัพธ์: หากจ่ายไฟ 220V เข้าสาย Data (สายข้อมูล) แผงวงจร (บอร์ด) ของระบบ Inverter จะลัดวงจรและเสียหายอย่างหนักทันที!
- อาการเสีย: หากสาย Data หลวม, หลุด, ขาด, หรือฉีก ระบบจะแสดง Error Code (เช่น ไฟสีส้มกระพริบ 6 ครั้ง) และคอยล์ร้อนจะไม่ทำงานเลย

# เปรียบเทียบโครงสร้างทางไฟฟ้า: Fix-Speed vs Inverter

	Fix-Speed	Inverter
จุดเชื่อมต่อสายไฟ	 2 สายหลัก (L, N)	 3 สายหลัก (1-L, 2-N, 3-Data)
ลักษณะการจ่ายไฟคอมเพรสเซอร์	 ตัด-ต่อ 100% หรือ 0% (ใช้ Magnetic Contactor)	 กระแสสลับปรับความถี่ได้ (ใช้ Inverter Board)
แผงวงจรควบคุม (PCB)	 มีบอร์ดเดียวที่คอยล์เย็น	 มีบอร์ดประมวลผลทั้งที่คอยล์เย็นและคอยล์ร้อน



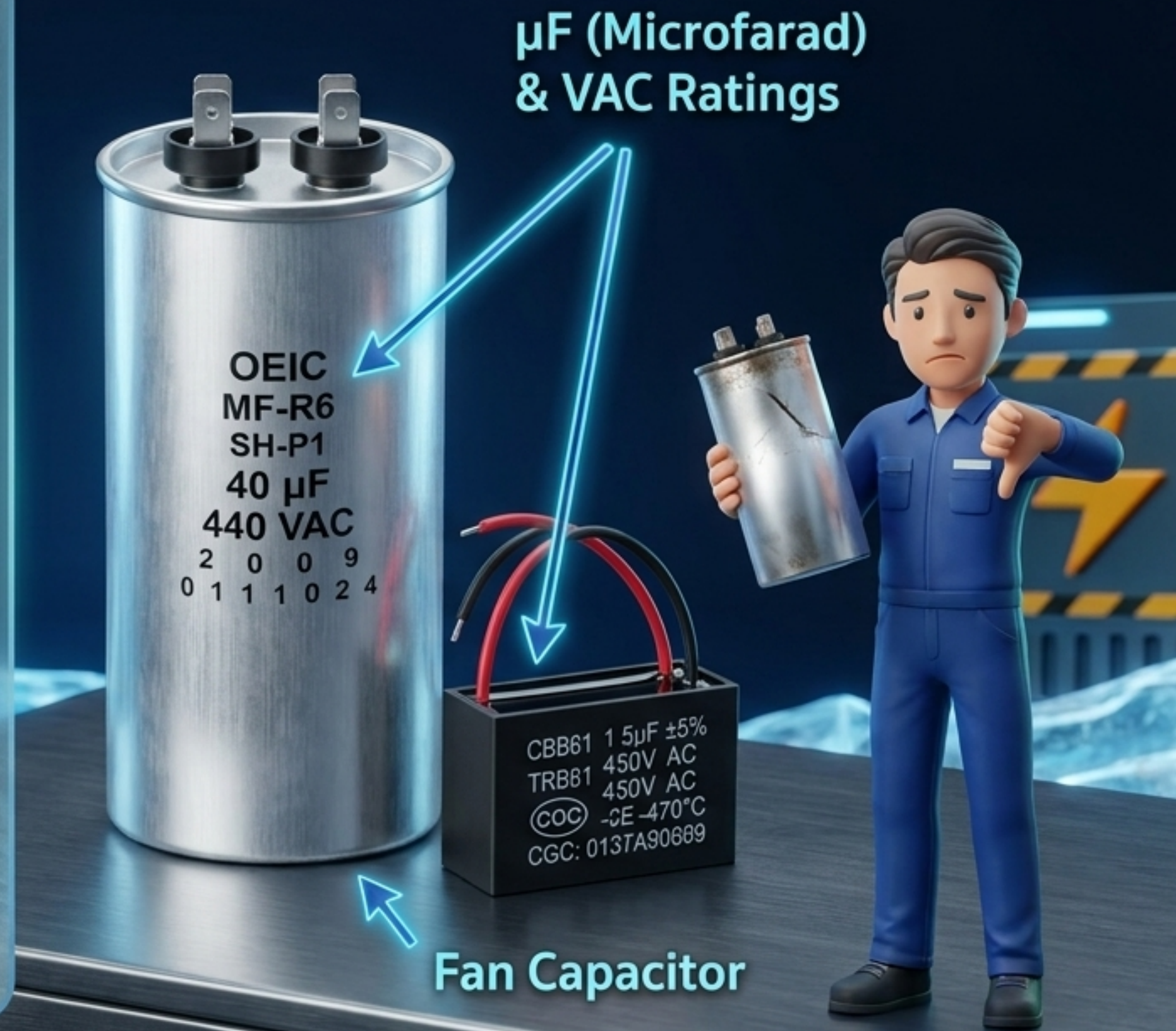
## แมกเนติกคอนแทกเตอร์: สวิตช์ตรงพลังสำหรับโหลดหนัก

- **หน้าที่หลัก:** สวิตช์ทางไฟฟ้าที่ใช้แม่เหล็กดูดหน้าสัมผัสให้ติดกันเพื่อจ่ายไฟ 220V ไปยังคอมเพรสเซอร์
- **การทำงาน:** เมื่อบอร์ดจ่ายไฟ (24V หรือ 220V) เข้ามาที่ขดลวด (Coil) จะเกิดสนามแม่เหล็กดูดอาร์เมเจอร์ให้หน้าสัมผัสต่อวงจร
- **อันตรายหากเสื่อมสภาพ:** หากหน้าสัมผัสหลวมหรือมีเขม่า จะเกิดความร้อนสูง กระแสไฟไหลผ่านยาก เป็นสาเหตุยอดฮิตที่ทำให้เกิดอัคคีภัย (แอร์ไฟไหม้)



## คาปาซิเตอร์ (Capacitor): ขุมพลังช่วยสตาร์ท

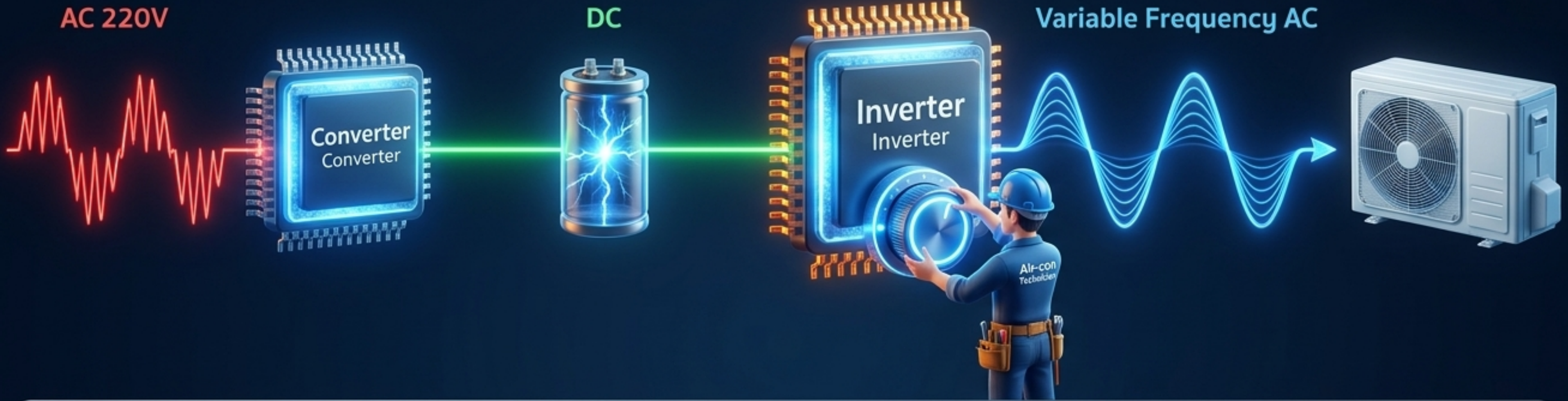
- **ทำไมต้องมี?:** คอมเพรสเซอร์ 1 เฟส กินกระแสสูงตอนเริ่มหมุน ต้องใช้ 'ตัวเก็บประจุ' จ่ายพลังงานเสริมเพื่อสร้างแรงบิดสตาร์ท (Cap Start / Cap Run)
- **หน่วยวัดค่า:** อ่านค่าความจุเป็นไมโครฟาราด ( $\mu\text{F}$  / Microfarad)
- **อาการเสียอดฮิต:**
  - **แคปรันบวม/เสื่อม:** แอร์มีแต่ลม ไม่เย็น คอมเพรสเซอร์ครางแต่ไม่หมุน
  - **แคปพัดลมเสีย:** พัดลมคอยล์ร้อนไม่หมุน คอมน็อกเพราะระบายความร้อนไม่ได้



## ระบบอินเตอร์ล๊อคกิ้ง (Interlocking Control)

- เพื่อป้องกันกระแสกระชาก (Starting Current): หากมอเตอร์ทั้ง 3 ตัวสตาร์ทพร้อมกัน กระแสไฟจะสูงมากจนเบรกเกอร์ทริป
- ลำดับการทำงานเชิงตรรกะ:
  1. บลัดเวอร์ (พัดลมคอยล์เย็น) ต้องทำงานก่อน
  2. สั่งการพัดลมระบายความร้อน (คอยล์ร้อน) ให้เริ่มหมุน
  3. คอมเพรสเซอร์จึงจะได้รับการปลดล๊อคให้สตาร์ทได้
- หากพัดลมตัวใดตัวหนึ่งไม่ทำงาน ระบบจะไม่ยอมให้คอมเพรสเซอร์เดินเครื่องเพื่อป้องกันความเสียหาย



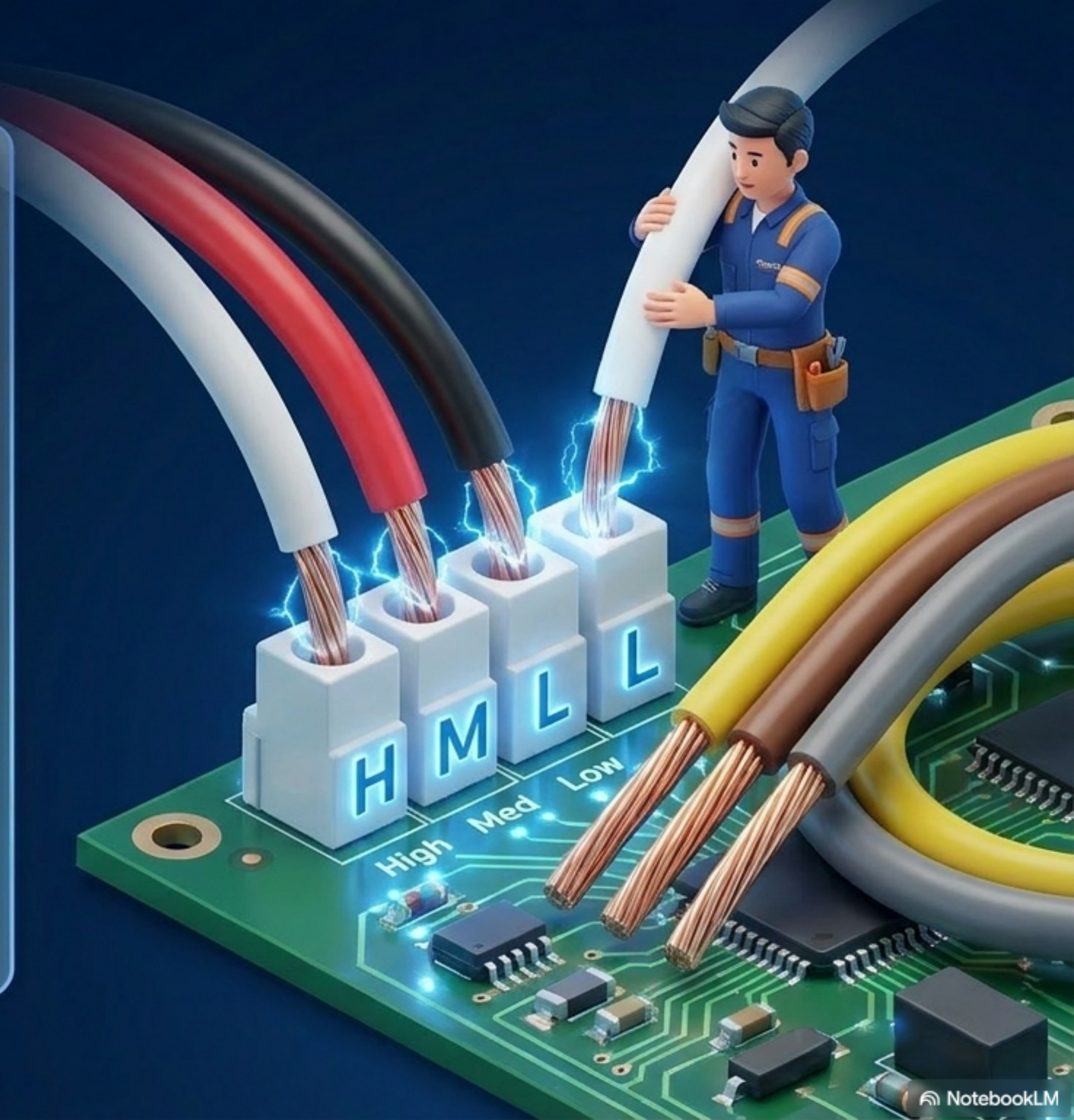


## เวทมนตร์ของบอร์ด Inverter: การแปลงกระแสไฟฟ้า

- Step 1: คอนเวอร์เตอร์ (Converter): แปลงไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) 220V ให้กลายเป็นไฟฟ้ากระแสตรง (DC)
- Step 2: จัดเก็บกระแส: เก็บสะสมประจุไฟ DC ไว้ในคาปาซิเตอร์ตัวใหญ่บนบอร์ดเพื่อรอการจ่ายไฟ
- Step 3: อินเวอร์เตอร์ (Inverter): สับสัญญาณไฟ DC ให้กลับเป็นไฟกระแสสลับ (AC) อีกครั้ง แต่ครั้งนี้ **\*สามารถปรับความถี่ (Hz) และแรงดันได้ตามต้องการ\*** เพื่อควบคุมรอบคอมเพรสเซอร์ให้แรงหรือเบา

## การป้อนคำสั่งมอเตอร์พัดลม (Fan Motor Wiring)

- ชุดปรับสปีดลม (Speed Control):
  - สายสีขาว, สีแดง, สีดำ หรือ สีเหลือง, สีน้ำตาล, สีเทา (ขึ้นอยู่กับยี่ห้อ)
  - เสียบเข้าเทอร์มินอล H (High), M (Medium), L (Low) บนบอร์ด
- ชุดไฟหลัก: สายไฟ Line และ Neutral สำหรับเลี้ยงขดลวดหลักและตัวเก็บประจุ (Capacitor) ของมอเตอร์
- มอเตอร์สวิง (Swing Motor): โดยทั่วไปจะมีสายไฟ 5 เส้น เสียบเข้าตัวรับเฉพาะบนบอร์ด (Stepper Motor Control)





## อุปกรณ์ป้องกันคอมเพรสเซอร์ (Safety Protections)

- **โอเวอร์โหลด (Overload):** ตัดวงจรเมื่อมอเตอร์กินกระแสสูงเกินเกณฑ์หรือมีความร้อนสะสมมากเกินไป ป้องกันขดลวดไหม้
- **ไฮเพรสเชอร์ (High-Pressure Switch):** ตัดการทำงานทันทีหากแรงดันน้ำยาสูงเกิน 350 PSI (มักเกิดจากคอยล์ร้อนสกปรกหรือพัดลมเสีย) ป้องกันคอมฯ เกิดอาการ Lock Rotor
- **โลว์เพรสเชอร์ (Low-Pressure Switch):** ตัดการทำงานเมื่อแรงดันด้านดูดต่ำกว่า 35 PSI (มักเกิดจากน้ำยาแอร์รั่ว) ป้องกันคอมเพรสเซอร์พังจากการเดินเครื่องเปล่าโดยไม่มีน้ำยาหล่อลื่น

# วิเคราะห์อาการเสียยอดฮิตจากระบบไฟฟ้า



แคปรีน (Cap Run)

**อาการ:** คอมเพรสเซอร์ครางตืดๆ แล้วตัด ไม่ออกตัว

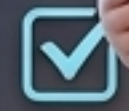


**สาเหตุ:** แคปรีน (Cap Run) เสื่อม/บวม ขาดขุมพลังสตาร์ท

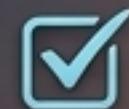


แมกเนติกคอนแทกเตอร์

**อาการ:** เบรกเกอร์ทริป มีกลิ่นเหม็นไหม้ที่คอยล์ร้อน

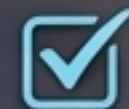


**สาเหตุ:** หน้าสัมผัส แมกเนติกคอนแทกเตอร์ ไหม้ และละลายติดกัน เกิดการลัดวงจร

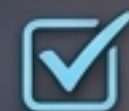


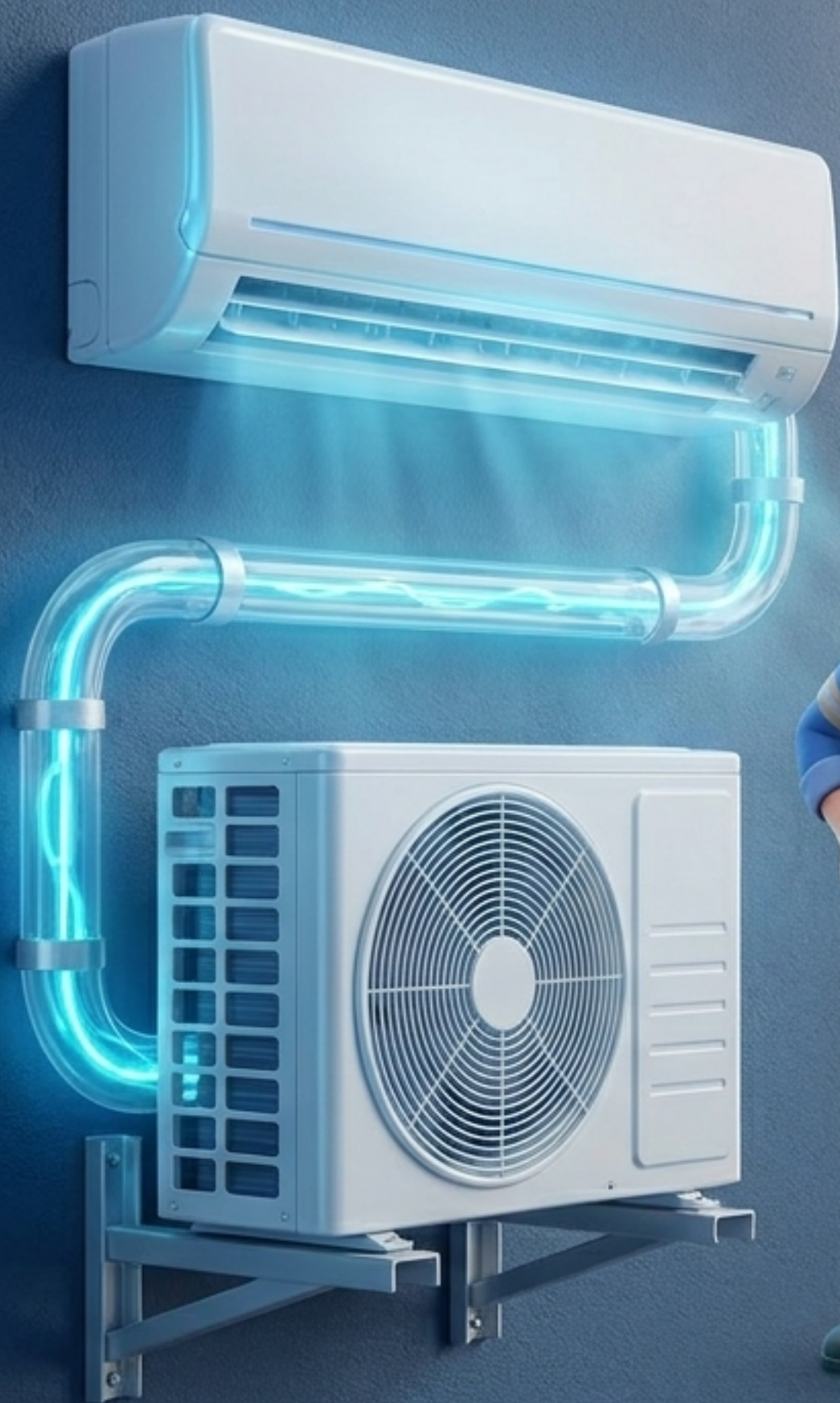
แอร์ Inverter

**อาการ:** แอร์ Inverter ไม่เย็น ไฟสีส้มกะพริบหน้าเครื่อง



**สาเหตุ:** สาย Data (สาย 3) หลวม, ขาด, หรือบอร์ดพัง ทำให้ตัวในและตัวนอกสื่อสารกันไม่ได้





## สรุป: เส้นประสาทที่สมบูรณ์ สู่ความเย็นที่ยั่งยืน

- **เข้าใจความต่าง:** ระบบ Fix-Speed ใช้การตัด-ต่อไฟ 100% ส่วน Inverter ใช้สาย Data เพื่อสื่อสารและปรับลดความถี่ประหยัดพลังงาน
- **ระวังสาย Data:** ห้ามจ่าย 220V เข้าสายคอนโทรล (สาย 3) ของ Inverter เด็ดขาด!
- **ตรวจเช็คจุดอ่อน:** คาปาซิเตอร์, แมกเนติก, และจุดต่อสายไฟ คือจุดที่ต้องรับภาระหนักที่สุด และเสื่อมสภาพเร็วที่สุด
- **ความปลอดภัยอันดับ 1:** ช่างไฟฟ้าที่ดี ไม่เพียงแต่ทำให้แอร์เย็น แต่ต้องมั่นใจว่าระบบอินเทอร์ล็อก และเซ็นเซอร์ป้องกันทุกตัวทำงานอย่างถูกต้อง