



ใบความรู้/ใบเนื้อหา (งานตรวจซ่อมเตาแม่เหล็กไฟฟ้า)

รายวิชา: อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (งานตรวจซ่อมเตาแม่เหล็กไฟฟ้า)

หัวข้อเรื่อง: เจาะลึกหลักการทำงานเตาแม่เหล็กไฟฟ้า และคู่มือเทคนิควิเคราะห์อาการเสีย (Advanced Induction Stove Theory & Troubleshooting)

สถานศึกษา: โรงเรียนฝึกอາชีพรุงเทพมหานคร (ประเทศ)



ภาคที่ 1: ไขความลับ "เตาแม่เหล็กไฟฟ้า" (How Induction Works?)

เตาแม่เหล็กไฟฟ้า (Induction Cooker) ไม่ได้สร้างความร้อนด้วยฮีตเตอร์เหมือนเตาไฟฟ้ายุคเก่า แต่ใช้หลักการทางฟิสิกส์ที่เรียกว่า "การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Induction)" เปลี่ยนกันหม้อให้เป็นแหล่งกำเนิดความร้อนเสียเอง



กระบวนการทำงาน 4 ขั้นตอน (จากปลั๊กไฟสู่กันหม้อ):

1. Rectification (แปลงไฟ): ไฟบ้าน 220V AC (ความถี่ 50Hz) จะถูกแปลงโดย ไดโอดบริดจ์ ให้เป็นไฟกระแสตรง (DC) และถูกกรองให้เรียบด้วยวงจร LC Filter จนได้แรงดันไฟ 310V DC
2. High Frequency Switching (สับสวิตช์ความถี่สูง): ไฟ 310V จะถูกส่งเข้าขดลวด โดยมี IGBT ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ ปิด-เปิด อย่างรวดเร็วด้วยความถี่ประมาณ 20,000 - 30,000 เฮิรตซ์ (20-30 kHz)
3. Magnetic Field Generation (สร้างสนามแม่เหล็ก): กระแสความถี่สูงที่วิ่งผ่าน ขดลวดทองแดง (Heating Coil) จะสร้าง "สนามแม่เหล็กไฟฟ้า" ที่เปลี่ยนแปลงทิศทางไปมาอย่างรุนแรง พุ่งทะลุผ่านกระจกหน้าเตาขึ้นไป
4. Eddy Current & Heat (เกิดความร้อน): เมื่อวาง หม้อเหล็ก หรือ สแตนเลส (สารแม่เหล็ก) สนามแม่เหล็กจะพุ่งทะลุเข้าเนื้อโลหะกันหม้อ ทำให้เกิด กระแสไฟฟ้าไหลวน (Eddy Current) ภายในเนื้อกันหม้อ และเนื่องจากเหล็กมีความต้านทานไฟฟ้า กระแสไหลวนจึงเปลี่ยนสภาพกลายเป็น "ความร้อน" ทำให้น้ำเดือดตุ๋นๆ ในขณะที่ตัวเตาไม่ได้อุ่นเลย!

(💡 **วิชาช่างวิเคราะห์:** ทำไมใช้หม้ออลูมิเนียมไม่ได้? เพราะอลูมิเนียมมีความต้านทานไฟฟ้าต่ำมาก กระแสไหลวนจึงไม่เกิดความร้อน และมันไม่ยอมดูดซับสนามแม่เหล็ก ทำให้พลังงานตกลบลงมาที่บอร์ด บอร์ดจึงจับได้ว่าผิดปกติและสั่งตัดการทำงาน โชว์ Error ทันที)



ภาคที่ 2: ถอดรหัส 7 ขุนพล (ส่วนประกอบหลักของเมนบอร์ด)

การจะซ่อมเตาได้ ช่างต้องรู้หน้าที่ของอะไหล่หัวใจหลักทั้ง 7 ส่วนเสียก่อน:

1. ไดโอดบริดจ์ (Bridge Rectifier): อะไหล่ตัวแบน 4 ขา ยึดติดกับซิงค์ ทำหน้าที่แปลงไฟ AC เป็น DC
2. วงจรฟิลเตอร์กำลังสูง (Filter Choke & 5μF Capacitor):
 - a. Filter Choke: ขดลวดทองแดงพันบนแกนแม่เหล็กวงแหวน ทำหน้าที่กั้นสัญญาณรบกวน
 - b. Capacitor 5μF 400V: ตัวบล็อกสีดำ/เทา ทำหน้าที่เก็บประจุและกรองไฟ DC ให้เรียบ 310V (⚠️ จุดนี้มีไฟแรงสูงค้าง ต้องคายประจุก่อนซ่อมเสมอ)
3. IGBT (Insulated Gate Bipolar Transistor): พระเอกจอมพลังทำหน้าที่เป็นสวิตช์สับไฟ 310V จ่ายเข้าขดลวดด้วยความเร็วสูง

4. C-Resonance (0.27 μ F / 0.3 μ F 1200V): ตัวเก็บประจุทนโวลต์สูงที่ต่อคร่อมขดลวด ทำงานคู่กับ IGBT เป็นวงจร Resonance หากตัวนี้ค่าแรงต้านความถี่จะเพี้ยน และ IGBT จะระเบิดทันที
5. เซ็นเซอร์กระแส (Current Transformer - CT): หม้อแปลงตัวเล็กๆ ใกล้เคียงๆ ไดโอดบริดจ์ ทำหน้าที่ตรวจจ่ายกระแสไฟ 220V ขาเข้าเพื่อดูว่าเตากำลังกินไฟเท่าไร (ใช้เช็คว่ามีหม้อวางอยู่ไหม และตัดไฟเมื่อกระแสเกินขีดจำกัด)
6. ภาควัดจ่ายไฟต่ำ (Switching Power Supply): ใช้ไอซี (เช่น VIPer12A, AP8012) ตึงไฟ 310V มาแปลงเป็นไฟเลี้ยงบอร์ด 5V (เลี้ยงสมองกล MCU) และ 18V (เลี้ยงพัดลม และ วงจรขับเกต IGBT)
7. วงจรขับเกต (Gate Driver): กลุ่มทรานซิสเตอร์ตัวเล็กๆ (S8050 / S8550) ที่รับสัญญาณ 5V จาก MCU มาขยายเป็นสัญญาณ 18V เพื่อไปกระตุ้นเปิดประตูขา Gate ของ IGBT ให้ทำงานได้อย่างสมบูรณ์

ภาคที่ 3: คลินิกช่างวิเคราะห์อาการเสียเชิงลึก (Troubleshooting Master Guide)

เมื่อเจองานซ่อม ให้ช่างแยกแยะอาการ และพุ่งเป้าตรวจเช็คตามสายทางต่อไปนี้:

อาการที่ 1: "เปิดไม่ติด เสียไฟเลี้ยงบนสวิตช์ พิวส์ขาดค่า/แตก"

- สาเหตุหลัก: วงจรไฟกำลังสูงลัดวงจร (Short Circuit)
- สเต็ปซ่อม:  ห้ามใส่ฟิวส์ใหม่ทันที! ให้ถอด IGBT และ ไดโอดบริดจ์ ออกมาวัดนอกบอร์ด 90% ของอาการนี้คือ IGBT ช็อตทะลุก้อน แล้วดึงกระแสจนไดโอดบริดจ์ช็อตตามไฟบ้านจึงลัดวงจร

อาการที่ 2: "เปิดไม่ติด พิวส์เมนไม่ขาด (กระจุกใส)"

- สาเหตุหลัก: สมองกลไม่มีไฟ 5V ไปเลี้ยง (ภาควัดจ่ายไฟต่ำ Switching เสีย)
- สเต็ปซ่อม: ให้เช็ค ตัวต้านทานฟิวส์ (R-Fuse 10 Ω - 22 Ω) ที่จ่ายไฟเข้าไอซีสวิตช์ หาก R ตัวนี้ขาด ให้ฟันธงเลยว่า ไอซีสวิตช์ (VIPer12A/AP8012) ช็อตระเบิดไปแล้ว ต้องเปลี่ยนใหม่แพ็คคู่

อาการที่ 3: "เปิดติด สักงานได้ พัดลมหมุน... แต่เตาไม่ร้อน (ไม่กินกระแส / ไม่โชว์ Error)"

- สาเหตุหลัก: คำสั่งจากสมองกลไปไม่ถึง IGBT
- สเต็ปซ่อม: เช็คเส้นทางขา Gate ของ IGBT! มักพบว่า R-Gate (10 Ω - 47 Ω) ไหมขาด หรือ ซีเนอร์ไดโอด 18V ช็อตทะลุลงกราวด์ ทำให้ไฟคำสั่งถูกดึงทิ้งหมด IGBT จึงไม่ยอมเปิดวาล์ว

อาการที่ 4: อาการปราบเซียน "เปลี่ยน IGBT ปูบ เสียบบั๊กระเบิดตูมทันที!"

- สาเหตุหลัก: ช่างเปลี่ยนอะไหล่ไม่ครบวงจร มีขาดกรรณอยู่
- สเต็ปซ่อม: ก่อนใส่ IGBT ตัวใหม่ ให้เช็ค 4 กฎเหล็ก:
 - ถอด C-Resonance (0.3 μ F) มาวัดค่าความจุ ต้องไม่แห้งหรือลดลง
 - ทรานซิสเตอร์วงจร Gate Driver (8050/8550) ต้องไม่ช็อต
 -  จุดชี้ชะตา: ต้องเปิดเครื่องวัดไฟที่รูบัคกรีขา Gate บนบอร์ด (ตอนยังไม่ใส่ IGBT) ต้องได้แรงดัน 0V เท่านั้น ห้ามมีไฟ 18V ค้างเด็ดขาด
 - ต้องหาซิลิโคนระบายความร้อนใหม่ทุกครั้ง

อาการที่ 5: "เปิดติด วางหม้อเหล็กแท่งๆ แต่เตาร้องดึ๋งๆ (โชว์ Error E0, E1 หาดหม้อไม่เจอ)"

- สาเหตุหลัก: วงจรตรวจจับรูปคลื่น (Voltage Sync / Pan Detection) ตาบอด
- สเต็ปซ่อม: วงจรนี้จะใช้ ตัวต้านทานค่าสูง (240k Ω - 820k Ω) ตัวอ้วนๆ หรือชิป SMD 3-4 ตัวต่ออนุกรมกัน ตึงไฟ 310V มาเข้า MCU อาการยอดฮิตคือ R พวกนี้ "ยัดค่า" (ความต้านทานเพี้ยนสูงขึ้น) ทำให้ไฟส่งไปไม่ถึง MCU
 - (วิชาเขียน: วัด R ค่าสูงคาบอर्ड ถ้าได้ค่า "สูงกว่า" ตัวเลขบนตัวมัน แปลว่าพัง 100% เปลี่ยนได้เลย!)

อาการที่ 6: "ใช้งานไปสักพัก เตาดัด โชว์ Error E2, E3, E4, E5 (ปัญหาความร้อน)"

- สาเหตุหลัก: ระบบระบายความร้อน หรือ เซ็นเซอร์อุณหภูมิผิดปกติ
- สเต็ปซ่อม:
 - เช็ค เซ็นเซอร์อุณหภูมิ (NTC 100k Ω) ทั้งตรงกลางคอยล์ และที่ซึ่งระบายความร้อน ว่าช็อตหรือสายขาดในหรือไม่
 - เช็ค พัดลม 18V หมุนผิด หมุนช้า หรือมีคราบน้ำมันเกาะหรือไม่

กฎเหล็กความปลอดภัยประจำโต๊ะซ่อม (Safety & Testing Rules)

1. กฎการคายประจุ (Discharge Rule):

- a. ถอดปลั๊กทุกครั้งก่อนสัมผัสสายปรี้นท์บอร์ด
- b. "ต้องใช้หลอดไฟไส้ 220V ต่อสายปากคิบ ไปคิบคร่อมตัวเก็บประจุ 5 μ F 400V" เพื่อดูดซับคายประจุไฟ 310V ทั้งอย่างปลอดภัย
- c.  ห้ามใช้ปลายไขควงเขี่ยให้ช็อตดังเปรี้ยะเด็ดขาด เพราะไฟจะกระชากกลับไปทำลาย MCU จนบอร์ดพังถาวร!

2. กฎปลั๊กไฟอนุกรม (Dim Bulb Tester Rule):

- a. หลังเปลี่ยนอะไหล่เสร็จ ห้ามเสียบปลั๊กผนังบ้านตรงๆ ให้เสียบผ่านปลั๊กที่ต่ออนุกรมกับ "หลอดไฟไส้ 100W" เสมอ
- b. ถ้าบอร์ดปกติ: เสียบปลั๊กปั๊บ หลอดไฟ 100W จะสว่างวาบ 1 วินาทีแล้วดับ พร้อมเสียงเตือน "ติ๊ด" (Standby พร้อมใช้งาน)
- c. ถ้าบอร์ดยังช็อตอยู่: หลอดไฟ 100W จะสว่างจ้าค้างไว้ ช่วยเซฟไม่ให้อะไหล่และฟิวส์ระเบิดซ้ำ
- d. ⚠️ ข้อควรระวังขั้นเด็ดขาด: ปลั๊กอนุกรมมีไว้ทดสอบ "สแตนด์บาย" เท่านั้น! ห้ามเอาหม้อไปวางแล้วกดปุ่มต้มน้ำขณะผ่านปลั๊กอนุกรม เพราะไฟจะตกและเตาจะขึ้น Error คัดการทำงาน (ถ้าจะทดสอบน้ำจริง ต้องย้ายไปเสียบปลั๊กผนังบ้านตรงๆ)