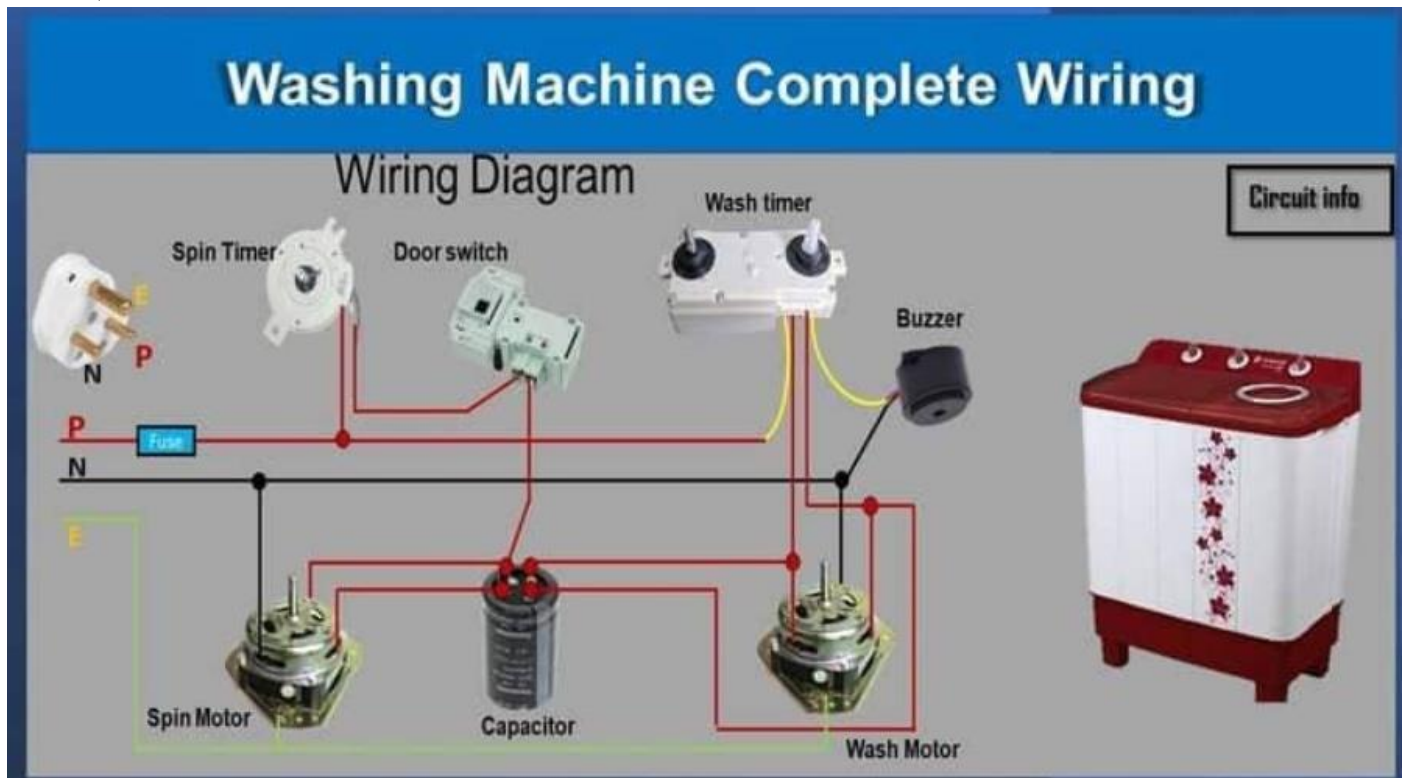


ใบความรู้ที่ 3: ถอดรหัสวงจรไฟฟ้าเครื่องซักผ้า 2 ถัง กึ่งอัตโนมัติ (Twin Tub Washing Machine)

สถานศึกษา: โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (ประเทศ)

รายวิชา: อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (งานตรวจสอบซ่อมเครื่องซักผ้า)



☀ บทนำ:

เครื่องซักผ้าแบบ 2 ถัง (กึ่งอัตโนมัติ) ถือเป็น "เครื่องครุ" ของช่างซ่อมทุกคน เนื่องจากไม่มีบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ วงจรทั้งหมดควบคุมด้วยสวิตช์กลไก (Mechanical) การเข้าใจเส้นทางเดินสายไฟ (Wiring Diagram) จะช่วยให้ช่างเชื่อมโยงภาพในกระดาษเข้ากับอะไหล่จริงในตัวเครื่องได้อย่างแม่นยำ

💡 เกร็ดความรู้ช่าง (จุดเชื่อมโยงวงจรกับของจริง):

บนหน้าปัดเครื่องซักผ้า 2 ถังของจริง มักจะมีลูกบิด 3-4 อัน แต่นักศึกษาอาจสงสัยว่า "ทำไมในวงจรไฟฟ้าถึงมีลานตั้งเวลาแค่ 2 อัน?" คำตอบคือ ลูกบิดตรงกลางที่ใช้ "ระบายน้ำทิ้ง (Drain)" เป็นระบบดึงสายสลิงกลไกล้วนๆ ไม่ได้ใช้ไฟฟ้ามาเกี่ยวข้อง มันจึงไม่ปรากฏอยู่ในไดอะแกรมนั่นเอง!

⚡ ส่วนที่ 1: เจาะลึกหลักการทำงานและเส้นทางกระแสไฟ (Operation Flow)

อ้างอิงจากไดอะแกรม กระแสไฟ AC 220V จะถูกแบ่งการทำงานออกเป็น 2 ระบบอิสระ คือ "ระบบซัก" และ "ระบบปั่นหมาด" โดยมีเส้นทางเดินไฟดังนี้:

สเต็ปที่ 1: การจ่ายไฟและระบบความปลอดภัย (Power & Protection)

🔌 **เส้นทางสายไฟหลัก:** ไฟบ้าน AC 220V จะเข้ามาทางปลั๊ก ประกอบด้วยสาย P (Phase/Live - เส้นสีแดง), สาย N (Neutral - เส้นสีดำ), และสาย E (Earth/Ground - เส้นสีเขียว)

🛡️ **ด้านป้องกัน (Fuse):** สาย P จะต้องวิ่งผ่าน "ฟิวส์ (Fuse)" เป็นด่านแรกเสมอ เพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร จากนั้นสาย P จะแยกเป็น 2 ทาง วิ่งไปรอที่ "ลานซัก" และ "ลานปั่น"

— **สายคอมมอน (Neutral):** สาย N (สีดำ) จะถูกลากยาวแบบขนานไปรอที่ขั้วคอมมอน (Common) ของอุปกรณ์โหลดทุกตัว ได้แก่ มอเตอร์ซัก, มอเตอร์ปั่น, และฮูดเตือน (Buzzer)

✅ **สายดิน (Earth):** สาย E จะถูกลากไปยึดติดกับโครงเหล็กของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว เพื่อตั้งไฟลงดินป้องกันไฟดูดผู้ใช้งาน (ห้ามตัดทิ้งเด็ดขาด)

สเต็ปที่ 2: ระบบซักผ้าและเสียงเตือน (Washing & Buzzer System)

🕒 **ลานซัก (Wash Timer):** เมื่อปิดลานซัก หน้าสัมผัสภายในจะรับไฟ P (สีแดง) แล้วทำหน้าที่ "สลับจ่ายไฟ" ไปที่ขั้วซ้ายและขวาของคาปาซิเตอร์ สลับกันไปมา ส่งผลให้มอเตอร์ซัก (Wash Motor) หมุนสลับซ้าย-ขวา เพื่อถนอมผ้า

🔔 **ฮูดเตือน (Buzzer):** เมื่อลานซักนับเวลาถอยหลังจนจบโปรแกรม หน้าสัมผัสสุดท้ายจะสับไฟ P (เส้นสีแดง) ไปเข้าที่ตัว Buzzer ทำให้วงจรครบและเกิดเสียงเตือนว่าซักเสร็จแล้ว

สแต็ปที่ 3: ระบบปั่นหมาदनिरภัย (Spinning & Safety Switch)

-  ลานปั่น (Spin Timer): เมื่อเปิดลานปั่น ไฟ P จะวิ่งผ่านลานปั่นเพื่อเตรียมไปสตาร์ทมอเตอร์ปั่นหมาदनิ
-  สวิตช์ประตู (Door Switch): ไฟ P จะต้องวิ่งผ่าน "สวิตช์ฝาถังปั่น" ก่อนเสมอ! (ต่อแบบอนุกรม) หากลูกค้าเปิดฝาทรงปั่น หน้าสัมผัสจะจากกัน ตัดไฟ P ทันที มอเตอร์จะหยุดหมุนเพื่อความปลอดภัย
-  การหมุนทางเดียว: มอเตอร์ปั่นหมาदनิ (Spin Motor) จะถูกต่อผ่านคาปาซิเตอร์ไว้แบบตายตัว เพื่อให้หมุนไปในทิศทางเดียวด้วยความเร็วสูง

ส่วนที่ 2: ส่วนประกอบหลักและเทคนิคการวัด/เสียด้วยมัลติมิเตอร์

1. สวิตช์ตั้งเวลาชักและปั่น (Wash & Spin Timer)

หน้าที่: ลานนาฬิกาแบบกลไก (ลานสปริง) ทำหน้าที่สับสะพานไฟตามเวลา

การตั้งค่ามิเตอร์: ย่านเสียงบีบ (Continuity)

วิธีทดสอบงาน: ถอดสายไฟออก ปิดลานตั้งเวลา แล้วเอามิเตอร์วัดคร่อมขั้วสายไฟ

-  สถานะดี: มิเตอร์จะดังบีบตามจังหวะที่หน้าสัมผัสภายในเตะชนกัน (สำหรับลานชัก จะดังสลับขั้วไปมา)
-  สถานะเสีย: ปิดลานแล้วเงียบสนิท (หน้าสัมผัสไหม้ดำ/มดเข้า) หรือลานไม่ยอมตักกลับ (ลานสปริงรูด/ขาด)

2. คาปาซิเตอร์แบบคู่ (Dual Capacitor)

หน้าที่: ตัวเก็บประจุช่วยเพิ่มแรงบิดสตาร์ท (เครื่อง 2 ถังมักใช้กระป๋องเดียวแต่มีสายไฟ 4 เส้น รวม 2 ค่าไว้ด้วยกัน เช่น 10µF สำหรับชัก และ 5µF สำหรับปั่น)

การตั้งค่ามิเตอร์: ย่านวัดตัวเก็บประจุ (F / Capacitance)

วิธีทดสอบงาน: คายประจุไฟที่สายก่อนเสมอ แล้ววัดคู่สายไฟตามลิตี่ระบุบนฉลาก

-  สถานะดี: ค่าที่อ่านได้ต้องใกล้เคียงกับฉลาก (เช่น ระบุ 10µF วัดได้ 9.5µF ถือว่าผ่าน)
-  สถานะเสีย: ค่าไมโครฟารัด (µF) หายไปมาก หรือวัดไม่ขึ้นเลย (มอเตอร์จะครางอืดๆ ต้องใช้มือช่วยหมุนถึงจะไป)

3. มอเตอร์ชักและปั่นหมาदनิ (Wash & Spin Motor)

การตั้งค่ามิเตอร์: ย่านวัดความต้านทาน (โอห์ม / Ω)

วิธีทดสอบงาน: ถอดสายมอเตอร์ทั้ง 3 เส้นออก แล้ววัดเทียบขั้วคอมมอนกับขั้วที่เหลือ

-  สถานะดี (มอเตอร์ชัก): ค่าโอห์มต้อง "เท่ากัน" (เพราะออกแบบให้หมุนซ้าย-ขวาแรงเท่ากัน)
-  สถานะดี (มอเตอร์ปั่น): ค่าโอห์มจะ "ไม่เท่ากัน" (ขดสตาร์ทโอห์มจะสูงกว่าขดรัน เพราะหมุนทางเดียว)
-  สถานะเสีย: วัดขึ้น OL (ขดลวดขาดใน) หรือจัมป์ขั้วใดขั้วหนึ่งเทียบกับโครงมอเตอร์แล้วมิเตอร์ขึ้นค่า (ไฟรั่วลงโครง/มอเตอร์ช็อต)

ส่วนที่ 3: วิชาช่างขั้นเทพ เจาะลึก "จุดสลับ" เครื่องซักผ้า 2 ถัง (Advanced Diagnostic Secrets)

แม้วงจรจะดูง่าย แต่มีคือ 3 อาการยอดฮิตที่หลอกช่างมือใหม่ให้ตกม้าตายหน้างาน:

1. อาการ "มอเตอร์ปั่นหมาदनิช็อตไหม้ซ้ำซาก" (ซีลอุ้มน้ำรั่ว)

ความลับหน้างาน: ลูกค้าแจ้งมอเตอร์ปั่นไม่ทำงาน ช่างจับเปลี่ยนมอเตอร์ลูกใหม่ ใช้ได้ 3 วัน ช็อตไหม้อีก!

จุดสลับ: มอเตอร์ไม่ได้พังเอง แต่รั่วใส่! แกนถังปั่นจะมี "ซีลยางอุ้มน้ำ" (Spin Tub Seal) กันน้ำไว้ เมื่อใช้ไปนานๆ ซีลจะฉีกขาด ทำให้น้ำหยดลงกลางมอเตอร์ปั่นพอดี

วิธีแก้: หากต้องเปลี่ยนมอเตอร์ปั่นหมาदनิ "ต้องเบิกล้างซีลยางอุ้มน้ำตัวใหม่ทุกครั้ง" ห้ามงกอะไหล่เด็ดขาด ไม่งั้นมอเตอร์ตัวใหม่จะพังในไม่กี่วัน

2. อาการ "มอเตอร์ปั่นครางอืดๆ แต่เอามือช่วยหมุนแล้วทำงาน" (ระบบเบรกติด)

ความลับหน้างาน: อาการนี้ช่างมักพุ่งเป้าไปที่ "คาปาซิเตอร์เสื่อม" แต่บางครั้งเปลี่ยนคาปาฯ ตัวใหม่แล้วยังไม่หมุน

จุดสลับ: เครื่อง 2 ถังมี "ระบบเบรกกลไก (Mechanical Brake)" ต่อกับฝาทรงปั่น เมื่อเปิดฝาทรงปั่นจะดึงเบรกมาล็อกคอมมอเตอร์ หาก "สลิงเบรกขาด" หรือ

"ตั้งสลิงหย่อนเกินไป" เบรกจะบีบคอมมอเตอร์ไว้ตลอดเวลา พอเปิดลานปั่นมอเตอร์จึงไม่มีแรงออกตัว

วิธีแก้: ถอดฝาทรงปั่นเครื่อง สังเกตที่ใต้มอเตอร์ปั่น ลองเอามือดึงสายเบรกให้คลายออกแล้วทดสอบดู หากมอเตอร์หมุนฉลุย ให้ปรับตั้งสายสลิงเบรกใหม่ให้ตึงขึ้น

3. อาการ "ฝั่งชักทำงานปกติ แต่ฝั่งปั่นเงียบสนิท" (สวิตช์ประตูชั้เกือวขึ้น)

ความลับหน้างาน: ปิดลานปั่นแล้วเงียบกริบ ไม่มีเสียงมอเตอร์คราง ช่างใช้มิเตอร์วัดลานปั่นก็พบว่าหน้าสัมผัสยังดีอยู่

จุดสลับ: ไฟ P วิ่งผ่านลานปั่นมาแล้ว แต่มาตกม้าตายที่ "สวิตช์ประตู (Door Switch)" ได้ผาลังปั่น เนื่องจากจุดนี้ความชื้นสูง หน้าสัมผัสทองแดงมักจะเกิด

"คราบซีเกลีสีดำ" เกาะจนไฟวิ่งผ่านไม่ได้

วิธีแก้: ถอดฝาครอบด้านบนออก หาดำแหน่งสวิตช์ประตู ใช้กระดาษทรายเบอร์ละเอียดขัดหน้าสัมผัสทองแดงให้กลับมาเงางาม หรือตัดแผ่นทองแดงให้สัมผัสกันแน่นขึ้น เครื่องจะกลับมาทำงานโดยไม่ต้องเปลี่ยนอะไหล่!

📖 ใบความรู้ที่ 1: ถอดรหัสวงจรไฟฟ้าและวิธีตรวจสอบเครื่องซักผ้าฝาบน (Inverter Top Load Wiring & Diagnostics)

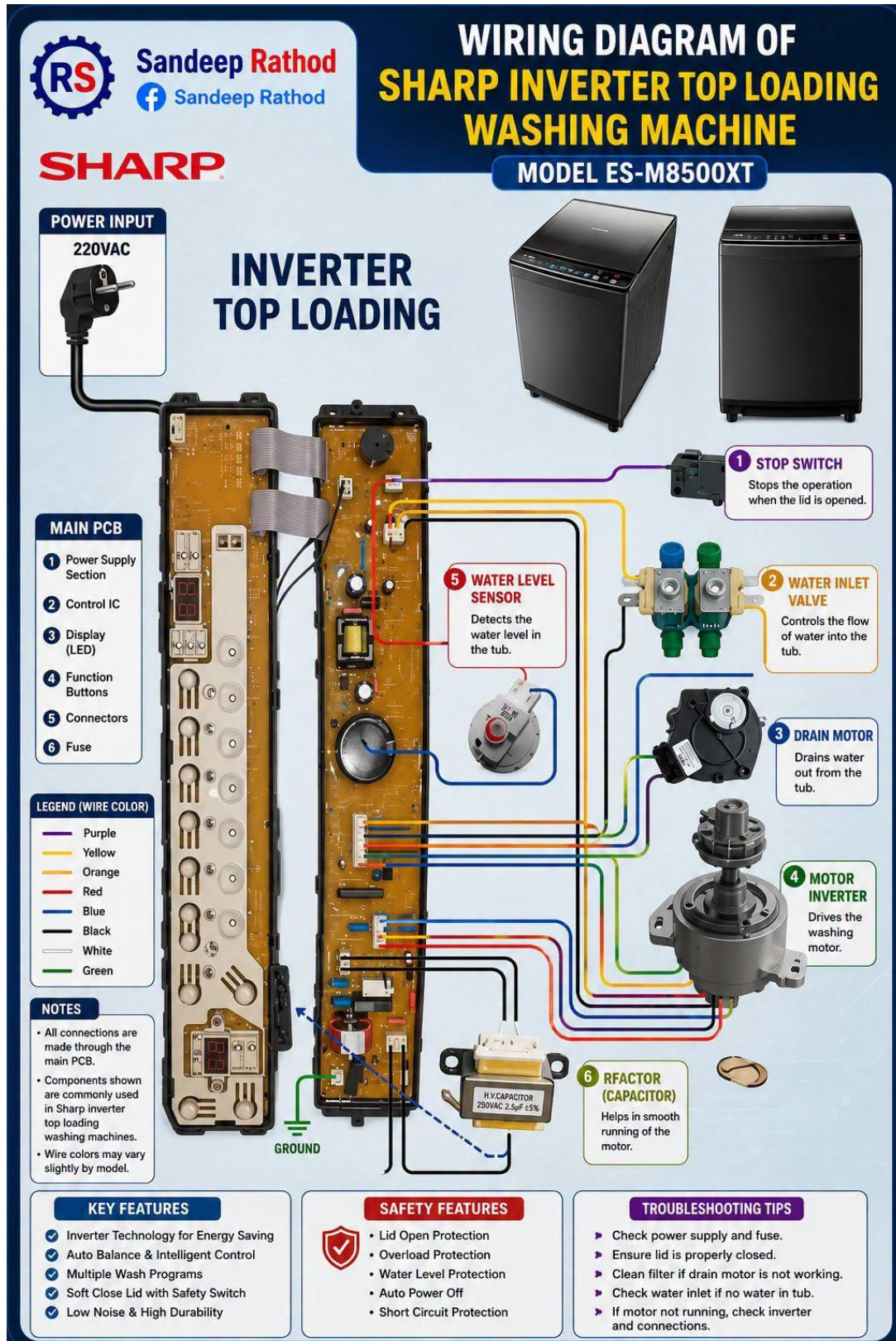
สถานศึกษา: โรงเรียนฝึกอาชีพกรุงเทพมหานคร (ประเทศ)

รายวิชา: อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (งานตรวจสอบซ่อมเครื่องซักผ้า)

☀️ บทนำ:

เครื่องซักผ้าฝาบนระบบอินเวอร์เตอร์ มีการทำงานที่ซับซ้อนกว่าเครื่องธรรมดา โดยมี "บอร์ดคอนโทรล (Main PCB)" เป็นสมองกลศูนย์กลางคอยสั่งการผ่านสายไฟ (Wiring) การทำความเข้าใจวงจรและรู้วิธีวัดอะไหล่แต่ละชิ้นด้วยมัลติมิเตอร์ จึงเป็นอาวุธลับของช่างซ่อมมืออาชีพ!

⚙️ ส่วนประกอบหลัก หน้าที่ และเทคนิคการวัด/เสีย (Diagnostic Guide):



1. สวิตช์ฝาถัง (Lid / Stop Switch)

หน้าที่: ตรวจสอบการปิดฝาถัง หากฝาเปิดขณะปั่นหมาด สวิตช์จะสั่งตัดวงจรทันทีเพื่อป้องกันอันตราย (เป็นสาเหตุหลักของ Error Code ประจุ)

วิธีวัด/เสีย (ถอดปลั๊กไฟ): ตั้งมิเตอร์ย่านเสียงบีบ (Continuity) จิ้มขั้วสวิตช์ทั้งสอง

ขณะปิดฝา: มิเตอร์ต้องดังบีบ (หน้าสัมผัสต่อ)

ขณะเปิดฝา: มิเตอร์ต้องเงียบ/ขึ้น OL (หน้าสัมผัสจาก)

ข้อควรระวัง: หากหน้าสัมผัสมีคราบเกลือ/สกปรก ให้ใช้กระดาษทรายขัดเบาๆ

2. วาล์วน้ำเข้า (Water Inlet Valve)

หน้าที่: โซลินอยด์วาล์วที่รับไฟ 220V จากบอร์ดเพื่อเปิด-ปิดทางน้ำเข้าเครื่อง

วิธีวัด/เสีย (ถอดปลั๊กไฟ): ตั้งมิเตอร์ย่านโอห์ม (Ω) ดึงสายไฟออกจากวาล์ว จิ้มวัดที่ขั้วทั้งสองของตัววาล์ว

วาล์วดี: จะมีค่าความต้านทานประมาณ $4\text{ k}\Omega - 5\text{ k}\Omega$

วาล์วเสีย: ค่าความต้านทานไม่ขึ้น (OL) ขดลวดขาดใน หรือขึ้น $0\text{ }\Omega$ (ช็อต)

ทริก: ถ้าวัดค่าได้ปกติ แต่น้ำไม่เข้า ให้เช็คว่ามีตะกอนกรองฝุ่นตันที่ทางน้ำเข้าหรือไม่

3. มอเตอร์เตรนน้ำ (Drain Motor / Tractor)

หน้าที่: ดึงสลิงเพื่อเปิดวาล์วทิ้งน้ำ และปลดล็อกสลักคลัทช์ (Clutch) เพื่อสลับกลไกไปโหมดปั่นหมาด

วิธีวัด/เสีย (ถอดปลั๊กไฟ): ตั้งมิเตอร์ย่านโอห์ม (Ω) ถอดแจ็คสายไฟ จิ้มวัดที่ขั้วมอเตอร์เตรน

มอเตอร์ดี: ต้องอ่านค่าความต้านทานของขดลวดได้ (หลักร้อยถึงพันโอห์ม ขึ้นอยู่กับรุ่น)

มอเตอร์เสีย: วัดแล้วขึ้น OL (ขดลวดขาด) หรือจ่ายไฟ 220V แล้วมอเตอร์ตรงแต่สลิงไม่ดึง (เพื่องัด)

4. มอเตอร์อินเวอร์เตอร์ (Washing Motor)

หน้าที่: ขับเคลื่อนถังซักทั้งโหมดซักและปั่นหมาด ประหยัดไฟและเดินเงียบ

วิธีวัด/เสีย (ถอดปลั๊กไฟ): ตั้งมิเตอร์ย่านโอห์ม (Ω) ถอดสายแจ็คมอเตอร์ (มักมี 3 ขั้ว U, V, W)

มอเตอร์ดี: วัดคร่อมขั้วคู่ใดๆ (U-V, U-W, V-W) จะต้องได้ค่าความต้านทานเท่ากันเป๊ะๆ ทั้ง 3 คู่ (เช่น $15\text{ }\Omega$ เท่ากันทุกคู่)

มอเตอร์เสีย: ค่าความต้านทานไม่เท่ากัน, วัดไม่ขึ้น (OL), หรือวัดเทียบขั้วกับโครงเหล็กแล้วมีค่าโอห์ม (ไฟรั่วลงโครง/ช็อต)

5. เซ็นเซอร์ระดับน้ำ (Water Level Sensor / Pressure Switch)

หน้าที่: ตรวจสอบแรงดันลมในสายยางเพื่อบอกบอร์ดว่าระดับน้ำถึงจุดที่ตั้งไว้หรือยัง

วิธีวัด/เสีย (แบบมีกระดุม/ขดลวด): ตั้งมิเตอร์ย่านโอห์ม (Ω) หรือย่านวัดความถี่ (Hz) ขึ้นอยู่กับระบบเครื่อง

เซ็นเซอร์เสีย (อาการยอดฮิต): น้ำล้นถังไม่ยอมตัด หรือ เครื่องฟ้อง Error น้ำไม่เต็ม

ทริกการซ่อม: 80% ไม่ได้เสียที่เซ็นเซอร์ แต่เกิดจาก "สายยางหลุด รั่ว หรือมีตะกอนอุดตันตรงข้อต่อกันถัง" ให้เป่าไล่ลมหรือเปลี่ยนสายยางก่อนเปลี่ยนเซ็นเซอร์!

6. คาปาซิเตอร์ (R-Factor / Capacitor)

หน้าที่: ช่วยกรองกระแสไฟ ลดสัญญาณรบกวน และช่วยให้มอเตอร์ทำงานราบรื่น

วิธีวัด/เสีย (ถอดปลั๊กไฟ/ดิสชาร์จไฟก่อน): ตั้งมิเตอร์ย่านวัดตัวเก็บประจุ (F / Capacitance) จิ้มขั้วทั้งสอง

คาปา ดี: ค่าที่อ่านได้ต้องใกล้เคียงกับค่าที่ระบุบนตัวถัง (เช่น $2.5\text{ }\mu\text{F}$)

คาปา เสีย: ค่าลดลงมาก, ไม่ขึ้นค่าเลย (ขาด), หรือตัวถังบวมปริ/มีน้ำยาเยิ้ม

7. การอ่านโค้ดสีสายไฟและสายกราวด์ (Wire Color Legend & Ground)

ความสำคัญ: โดอะแกรมที่ติดระบุสีสายไฟไว้เสมอ ช่างต้องไล่สีให้ตรงกับขั้วบอร์ดเพื่อป้องกันการต่อผิดช็อต

จุดสังเกต: สายไฟเส้นเล็ก (เช่น เหลือง, ส้ม, ขาว) มักเป็นสายสัญญาณ (Signal) หรือไฟ DC แรงดันต่ำ ส่วนสายเส้นใหญ่ (แดง, น้ำเงิน, ดำ) มักเป็นไฟ AC 220V

✓ กฎความปลอดภัยสูงสุด (Grounding): สายสีเขียว (Green) หรือ เขียวแถบเหลือง คือ "สายดิน" ห้ามตัดทิ้งเด็ดขาด! ต้องต่อยึดกับโครงเหล็กของเครื่องซักผ้าเสมอ

เพื่อป้องกันไฟดูดลูกค้ากรณีมีกระแสไฟรั่วไหลจากมอเตอร์หรือปั้มน้ำ

8. การตรวจเช็คสมองกล บอร์ดคอนโทรล (Main PCB & Power Supply)

หน้าที่: รับไฟบ้าน 220VAC เข้ามาแปลงสภาพและแจกจ่ายคำสั่งไปยังอุปกรณ์ต่างๆ

🔧 วิธีวัดดี/เสีย (สแต็ปไฟไม่เข้าเครื่อง):

สแต็ปที่ 1 (Cold Test): ถอดปลั๊ก ตั้งมิเตอร์ย่านเสียงบีบ วัดคร่อม "ฟิวส์ (Fuse)" บนบอร์ด หากเจ็บบแปลว่าฟิวส์ขาด (อย่าเพิ่งใส่ตัวใหม่ ให้หาตัวชดเชยในระบบก่อน)

สแต็ปที่ 2 (Hot Test): เสียบปลั๊ก ตั้งมิเตอร์ย่าน VAC (วัดไฟกระแสสลับ) จั้มวัดที่ขั้ว Power Input บนบอร์ด (มักเป็นสาย L และ N) ต้องมีไฟ 220V มารอ หากไม่มีไฟมา ให้อ่านกลับไปเช็คสายไฟเครื่องซักผ้าและปลั๊กผนังบ้านลูกค้า

⚡ 9. เจาะลึกหลักการทำงานและระบบสมองกล (Deep Dive Operation Flow)

เพื่อให้ช่างมองเห็นภาพรวมทะเลาะปูประว่า "กระแสไฟและคำสั่ง" วิ่งไปทางไหน และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์คุยกันด้วยภาษาอะไร

นี่คือลำดับการทำงานตั้งแต่เสียบปลั๊กจนซักเสร็จจบแบบเจาะลึก:

🔌 สแต็ปที่ 1: รับไฟเข้าและแปลงพลังงาน (Power Supply & Rectification)

เมื่อเสียบปลั๊ก ไฟบ้าน (AC 220V) จะวิ่งเข้าสู่ "บอร์ดคอนโทรล (Main PCB)" เป็นด่านแรก

🛡️ ด่านป้องกัน (Protection): กระแสไฟจะวิ่งผ่าน **วาริสเตอร์ (Varistor)** เพื่อดักจับไฟกระชาก (หากไฟเกิน วาริสเตอร์จะช็อตตัวเองเพื่อตัดไฟ) และผ่าน **เทอร์โมฟิวส์ (Fuse)** ป้องกันกระแสเกิน

🔄 การแปลงไฟ (SMPS): ไฟ AC 220V จะถูกแปลงผ่านวงจรไดโอดบริดจ์ให้เป็นไฟ DC โวลต์สูง จากนั้นวงจรสวิตซิง (Switching IC) หรือหม้อแปลง จะสับย่อยและลดแรงดันลงมา

📡 แยกสายส่ง (DC Distribution): ไฟจะถูกกรองด้วยคาปาซิเตอร์และแบ่งเป็น 2 เส้นทางหลัก คือ DC 5V (จ่ายไปเลี้ยงชิปสมองกล, เซ็นเซอร์, และหน้าจอ) และ DC 12V หรือ 15V (จ่ายไปเลี้ยงคอยล์ของรีเลย์ และวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์)

⚖️ สแต็ปที่ 2: ประมวลผลและซังน้ำหนัก (MCU Logic & Auto Balance)

เมื่อลูกค้ากดปุ่ม Start ชิปสมองกล (Microcontroller - MCU) จะเริ่มทำตามโปรแกรมที่ฝังไว้

👁️ เช็คความปลอดภัย: MCU จะปล่อยไฟ 5V วิ่งไปที่ **สวิตช์ฝาล้าง (Lid Switch)** หากฝาปิดสนิท ไฟ 5V จะไหลกลับมาที่บอร์ด เป็นการยืนยัน (Logic 1) ว่าเครื่องพร้อมทำงาน

⚖️ ซังน้ำหนัก (Load Sensing): MCU ส่งมอเตอร์อินเวอร์เตอร์ขับซ้าย-ขวาเบาๆ เพื่อกวานผ้าแห้ง ขณะมอเตอร์หมุน **ฮอลล์เซ็นเซอร์ (Hall Sensor)** ที่ท้ายมอเตอร์จะตรวจจับแกนแม่เหล็ก และส่งสัญญาณกลับมาเป็น "**คลื่นพัลส์ (Pulse)**" หากผ้าหนัก มอเตอร์จะหมุนผิด พัลส์จะกลับมาช้า MCU จะคำนวณจากความถี่นี้เพื่อกำหนดระดับน้ำ (Level 1-8)

💧 สแต็ปที่ 3: ล้างปล่อยน้ำเข้าเครื่อง (Water Fill & Frequency Sensing)

MCU ซึ่งทำงานด้วยไฟแค่ 5V ไม่สามารถจ่ายไฟ 220V ไปเปิดวาล์วน้ำได้เองโดยตรง

🏠 สะพานไฟอิเล็กทรอนิกส์: MCU จะส่งสัญญาณแรงดันต่ำไปทริกขาเกต (Gate) ของ **ไตรแอก (Triac)** บนบอร์ด เมื่อไตรแอกทำงาน มันจะยอมให้ไฟ AC 220V ทะลุผ่านสายไฟ (เช่น สายสีเหลือง/ส้ม) วิ่งไปเปิด **วาล์วน้ำเข้า (Water Inlet Valve)**

🌊 การตักน้ำด้วยความถี่: เมื่อน้ำไหลเข้าถัง ระดับน้ำที่สูงขึ้นจะเปิดน้าอากาศในสายยางให้โปกตทับ **เซ็นเซอร์ระดับน้ำ (Pressure Sensor)** ทำให้แกนเพอร์ไรต์ด้านในขับเข้าหาขดลวด ส่งผลให้ "ค่าความถี่" เปลี่ยนแปลง (เช่น ตอนถึงเปล่าส่งคลื่นความถี่ 26 kHz พอถึงเต็มความถี่ลดลงเหลือ 22 kHz) MCU จะคอยนับความถี่นี้ เมื่อถึงค่าที่ตั้งไว้ จะสั่งหยุดทริกไตรแอก ตัดไฟวาล์วน้ำทันที

🌀 สแต็ปที่ 4: กระบวนการซักด้วยอินเวอร์เตอร์ (BLDC Inverter Drive)

เครื่องอินเวอร์เตอร์ไม่มีคาปาซิเตอร์สตรัทแบบเครื่องธรรมดา แต่ใช้โมดูลอัจฉริยะในการขับเคลื่อนมอเตอร์

🧠 โมดูล IPM (Intelligent Power Module): MCU จะส่งสัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation) ไปยังชิปขับกำลัง (IPM) บนบอร์ด

⚡ สร้างไฟ 3 เฟส: ชิป IPM จะทำหน้าที่แปลงไฟ DC ให้กลายเป็นคลื่นความถี่ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส (U, V, W) จ่ายไปยัง **มอเตอร์อินเวอร์เตอร์ (BLDC Motor)** เพื่อให้หมุนสลับซ้าย-ขวา สร้างแรงน้ำตีทำความสะอาดผ้า โดยมี **อาร์แฟกเตอร์ (R-Factor / Reactor)** คอยกรองกระแสไฟและปรับสมดุล (Power Factor) ให้มอเตอร์ทำงานเรียบและไม่กระชากกระแสไฟบ้าน

🌀 สแต็ปที่ 5: เติมน้ำทิ้งและสลักเกียร์ (Drain & Mechanical Clutch Release)

เมื่อซักเสร็จ MCU จะหยุดมอเตอร์หลัก และส่งสัญญาณไปที่ไตรแอกอีกตัว เพื่อจ่ายไฟ 220V ให้ **มอเตอร์เติมน้ำ (Drain Motor / Tractor)**

⚙️ กลไกทำงาน 2 จังหวะ: มอเตอร์เติมน้ำจะดึงสายสลักเส้นเดียวแต่ทำหน้าที่ 2 อย่างพร้อมกัน คือ 1. ดึงเปิดลูกยางวาล์วน้ำทิ้งเพื่อให้ น้ำไหลออก 2. ดึงคันโยกเพื่อ "ปลดสลักคลัตช์ (Clutch)" ให้อัตโนมัติ เป็นการล็อกใบพัดให้ติดกับตัวถัง (สลักจากการหมุนแคปใบพัดซัก เป็นการเตรียมพร้อมให้อัตโนมัติไปพร้อมกันทั้งใบ)

🌀 สเต็ปที่ 6: กระบวนการปั่นหมาดและเช็คสมดุล (Spinning & OOB Detection)

ก่อนจะปั่นหมาด MCU จะรอให้เซ็นเซอร์ระดับน้ำรายงานว่าน้ำแห้งสนิท (ความถี่กลับไป 26 kHz) และเช็คสวิตซ์ฝาดังอีกครั้ง

🚀 เร่งความเร็ว (Ramp-up): ซิป IPM สั่งจ่ายไฟ 3 เฟส (U, V, W) เร่งรอบมอเตอร์หมุนทางเดียวอย่างรวดเร็ว

🔔 ระบบป้องกันฝาด์เอียง (Out of Balance - OOB): ขณะปั่น หากฝาด์กองอยู่ฝั่งเดียว ถึงจะแกว่งไปตีโดนก้านสวิตซ์นิรภัย (Safety Switch) หรือฮอลล์เซ็นเซอร์ตรวจพบว่ารอบมอเตอร์กระตุกผิดปกติ MCU จะสั่ง "เบรคทันที" และโชว์ Error (เช่น UE/UR) หากระบบ Auto Balance ทำงาน
เครื่องอาจสั่งเปิดวาล์วน้ำเข้ามาใหม่เพื่อตีฝาด์ให้กระจายตัว แล้วจึงพยายามปั่นหมาดอีกครั้ง เมื่อปั่นหมาดเสร็จสมบูรณ์ บอร์ดจะสั่งตัดไฟ (Auto Power Off) เป็นอันจบงาน

🔔 คลินิกช่าง: ถอดรหัสลับ Error Code (เมื่อเซ็นเซอร์ฟ้องร้อง)

เครื่องซักผ้าอินเวอร์เตอร์จะฉลาด หากอุปกรณ์ตัวไหนเสีย บอร์ดจะตัดการทำงานและฟ้องรหัสบนหน้าจอ (Display LED) ทันที!

น้ำไม่เข้าเครื่อง: ซีปั้ -> วาล์วน้ำเข้าเสีย / น้ำประปาไม่ไหล

น้ำไม่ยอมเดรนทิ้ง: ซีปั้ -> มอเตอร์เดรนเสีย / มีเหรียญอุดตันก้นถัง

เครื่องไม่ยอมปั่นหมาด: ซีปั้ -> สวิตซ์ฝาด์ถึงเสีย / เซ็นเซอร์ระดับน้ำเพี้ยน / ฝาด์เอียงไม่ได้สมดุล

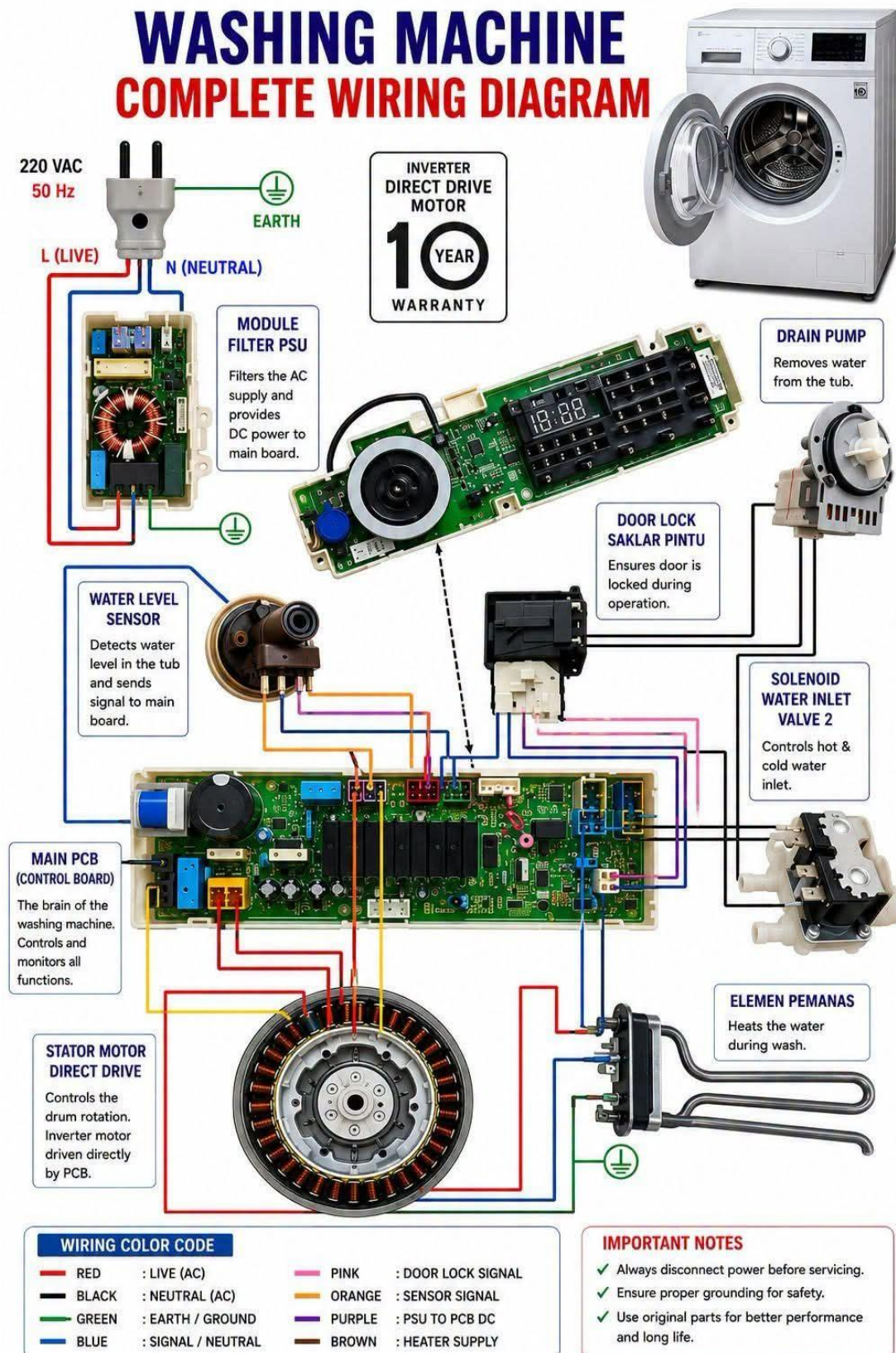
📖 ใบความรู้ที่ 2: ผ่านระบบสมองกลและวงจรเครื่องซักผ้าฝาหน้า (Front Load Washing Machine & Direct Drive System)

สถานศึกษา: โรงเรียนฝักอาชีพรุงเทพมหานคร (ประเทศ)

รายวิชา: อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (งานตรวจสอบซ่อมเครื่องซักผ้า)

☀ บทนำ:

เครื่องซักผ้าฝาหน้า (Front Load) มีระบบที่ซับซ้อนกว่าฝาด้านมาก เนื่องจากต้องทำงานร่วมกับระบบทำความร้อน (Heater) ระบบล็อกประตูนิรภัย (Door Lock) และเทคโนโลยีมอเตอร์โดยตรง (Direct Drive Motor) การเข้าใจ "ลำดับการทำงาน ไล่ตีสายไฟ และจุดสลับหน้างาน" จะช่วยให้ช่างแยกแยะได้ว่า อาการเสียเกิดจากสมองกล (Main PCB) หรือเกิดจากอะไหล่ปลายทาง



⚡ ส่วนที่ 1: เจาะลึกหลักการทำงานและระบบสมองกล (Deep Dive Operation Flow) เพื่อให้ช่างมองเห็นภาพรวมทะเลาะอุปกรณ์ว่า "กระแสไฟและคำสั่ง" วิ่งไปทางไหน และชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์คุยกันด้วยภาษาอะไร นี่คือการลำดับการทำงานตั้งแต่เสียบปลั๊กจนซักเสร็จ:

สเต็ปที่ 1: กรองกระแสไฟและจ่ายพลังงาน (Power Filtering & PSU)

- รับไฟบ้าน: ไฟ AC 220V (สายสีแดง L และสายสีดำ N) จะวิ่งเข้า Module Filter PSU (บอร์ดชุดกรองไฟ) เป็นด่านแรก
- กรองสัญญาณรบกวน: บอร์ดนี้จะทำหน้าที่ดักจับคลื่นรบกวน (EMI) เพื่อป้องกันไม่ให้กวนระบบอินเวอร์เตอร์
- แปลงไฟ (SMPS): ไฟวิ่งเข้าวงจรสวิตชิงบน Main PCB เพื่อลดแรงดันและแปลงเป็นไฟกระแสตรง (DC Power)
- เลี้ยงสมองกล: ส่งไฟ DC (5V/12V) ผ่าน "สายไฟสีม่วง (Purple)" ไปเลี้ยงชิปสมองกล (MCU) และหน้าจอให้พร้อมทำงาน

สเต็ปที่ 2: ล็อกประตูนิรภัย (PTC Door Lock Activation)

- รับคำสั่งซัก: เมื่อกดปุ่ม Start เครื่องฝาหน้าจะยังไม่ปล่อยน้ำเข้าถังทันที
- สั่งล็อกประตู: สมองกลจะจ่ายไฟ 220V ไปกระตุ้นขดลวดความร้อนภายใน Door Lock (สวิตช์ล็อกประตู)
- กลไกทำงาน: แผ่นไบเมทัลเมื่อโดนความร้อนจะโก่งตัว ดันสลักให้ล็อกบานประตูแน่นสนิท เพื่อป้องกันน้ำร้อนทะลัก
- ส่งสัญญาณยืนยัน: สวิตช์ส่งสัญญาณไฟฟ้าผ่าน "สายไฟสีชมพู (Pink)" กลับไปบอกบอร์ด (หากไม่มีสัญญาณนี้ เครื่องจะฟ้อง Error

เช่น dE และหยุดทำงาน)

สเต็ปที่ 3: เปิดวาล์วน้ำและนับความถี่ (Water Fill & Frequency Sensing)

- สั่งเปิดน้ำ: สมองกลจ่ายไฟ 220V ผ่าน "สายไฟสีน้ำเงิน (Blue)" ไปเปิด Solenoid Water Inlet Valve (วาล์วน้ำเข้า)
- รับแรงดันอากาศ: เมื่อน้ำไหลเข้าถัง ระดับน้ำที่สูงขึ้นจะไปดันอากาศในสายยางให้วิ่งไปกดทับ Water Level Sensor
- เปลี่ยนค่าความถี่: แกนแม่เหล็กในเซ็นเซอร์ขยับ ทำให้ "ค่าความถี่ (Hz)" เปลี่ยนแปลง
- สั่งปิดน้ำ: เซ็นเซอร์ส่งความถี่ผ่าน "สายไฟสีส้ม (Orange)" กลับไปที่บอร์ด เมื่อถึงระดับที่ตั้งไว้ บอร์ดจะตัดไฟวาล์วน้ำทันที

สเต็ปที่ 4: ต้มน้ำร้อนและซัก (Heating & Direct Drive Washing)

- สั่งต้มน้ำ: สมองกลสั่งรีเลย์สับสะพานไฟ 220V กระแสสูงผ่าน "สายไฟสีน้ำตาล (Brown)" ไปที่ Elemen Pemanas (ฮีตเตอร์)
- ควบคุมอุณหภูมิ: เซ็นเซอร์ NTC วัดความร้อนส่งกลับมาให้บอร์ด เพื่อตัดไฟฮีตเตอร์เมื่อน้ำร้อนถึงอุณหภูมิที่ลูกค้าตั้งไว้
- จ่ายไฟ 3 เฟส: สมองกลส่งสัญญาณให้ชิป IPM แปลงไฟ DC เป็นไฟ 3 เฟส ไปขับมอเตอร์ Direct Drive ที่หลังถังซัก
- ขยี้ผ้า: มอเตอร์หมุนสลับซ้าย-ขวาอย่างนุ่มนวล โดยมีฮอลล์เซ็นเซอร์คอยจับจังหวะรอบหมุนส่งกลับมาที่บอร์ดเพื่อรักษาสมดุล

สเต็ปที่ 5: เติมน้ำทิ้งและปั่นหมาด (Drain & High-Speed Spin)

- สั่งทิ้งน้ำ: บอร์ดจ่ายไฟ 220V ไปที่ Drain Pump (ปั๊มเติมน้ำ) เพื่อสูบและผลักน้ำทิ้งออกทางท่อ
- เช็คถังแห้ง: เซ็นเซอร์ระดับน้ำส่งความถี่กลับมายืนยันสมองกลว่า "ไม่มีน้ำเหลือในถังแล้ว"
- ปั่นหมาด: มอเตอร์ Direct Drive เร่งความเร็วสูงปรี๊ด (หากเซ็นเซอร์ตรวจพบว่าง่วงเสียสมดุล ระบบจะสั่งเบรกทันที)
- หน่วงเวลาปลดล็อก: เมื่อบั่นเสร็จ บอร์ดจะตัดไฟทั้งหมด แต่ต้องรอ "หน่วงเวลา 1-2 นาที" ให้สวิตช์ประตูเย็นลง

สลักจึงจะดึงปลดล็อกให้เปิดฝาได้

⚙️ ส่วนที่ 2: ส่วนประกอบหลักและเทคนิคการวัด/เสียด้วยมัลติมิเตอร์

1. สวิตช์ล็อกประตู (Door Lock / Saklar Pintu)

หน้าที่: ล็อกบานประตูด้วยระบบเทอร์โมลความร้อน (PTC) หรือขดลวดโซลินอยด์

การตั้งค่ามิเตอร์: ย่านวัดความต้านทาน (โอห์ม / Ω)

วิธีวัด/เสีย: ถอดสายไฟและวัดคร่อมขั้วคอยล์สั่งล็อก (มักระบุขั้ว L-N หรือ 3-4)

✓ สถานะดี: ต้องอ่านค่าความต้านทานได้ (หลักร้อยถึงพันโอห์ม)

✗ สถานะเสีย: มิเตอร์ขึ้น OL แปลว่าคอยล์ขาดใน เครื่องจะโชว์ Error ประตูปิด (เช่น dE)

💡 อาการหน้างาน: ซักแล้วเครื่องนิ่งเงียบ, ประตูปิดไม่สนิท, หรือซักเสร็จแล้วบอร์ดตัดไฟแต่ประตูยังเปิดไม่ได้ (มักเกิดจากแผ่นความร้อน PTC ภายในค้าง)

2. ฮีตเตอร์ทำความร้อน (Elemen Pemanas / Heater)

หน้าที่: ขดลวดต้มน้ำให้ร้อนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการซัก เป็นตัวที่กินกระแสไฟสูงสุดในเครื่อง ประมาณ 2,000 วัตต์

การตั้งค่ามิเตอร์: ย่านวัดความต้านทาน (โอห์ม / Ω) และ ย่านเสียงบีบ (Continuity)

วิธีวัด/เสีย: ต้อง "ถอดแฉีกสายไฟสีน้ำตาลออกก่อนเสมอ" แล้ววัดคร่อมขั้วฮีตเตอร์

✓ สถานะดี: ขดลวดนำไฟฟ้าได้ดี ค่าความต้านทานจะต่ำมาก (ประมาณ 20-30 Ω)

- ❌ **สถานะเสีย (ขาดใน):** วัดแล้วขึ้น OL (น้ำจะไม่ร้อน แต่เครื่องอาจยังชั๊กต่อได้)
- ❌ **สถานะเสีย (ช็อตโครง):** ใช้สายมิเตอร์จิ้มขั้วฮีตเตอร์ 1 ผึ้ง และอีกฝั่งจิ้มที่โครงเหล็ก หากมิเตอร์ขึ้นค่าโอห์มหรือมีเสียงบีบ แปลว่า "ไฟรั่วลงโครง" (เครื่องจะทำเบรกเกอร์กันดูดที่บ้านลูกค้าตัด/ทึบทันที)

🌀 3. ปั๊มเตรนน้ำทิ้ง (Drain Pump)

หน้าที่: มอเตอร์ปั๊มน้ำหอยโข่งขนาดเล็ก ทำหน้าที่สูบน้ำและผลักดันน้ำทิ้งออกจากถัง

การตั้งค่ามิเตอร์: ย่านวัดความต้านทาน (โอห์ม / Ω)

วิธีวัดดี/เสีย: วัดคร่อมที่ขั้วของมอเตอร์ปั๊ม

✅ **สถานะดี:** ต้องได้ค่าความต้านทานของขดลวด (ประมาณ 150-200 Ω)

❌ **สถานะเสีย:** ขดลวดขาด (มิเตอร์ขึ้น OL) หรือบอร์ดจ่ายไฟ 220V มาแล้วแต่มอเตอร์ตรงไม่ยอมหมุน

💡 **คลินิกช่าง (ทริกหน้างาน):** อาการ "น้ำไม่ทิ้ง" 90% ขดลวดไม่ได้เสีย! แต่เกิดจาก "เหรียญ คลิปหนีบกระดาษ หรือคราบใยผ้า" หลุดเข้าไปขัดใบพัด ข้างต้องหมุนเปิดฝาดูรอบรองปั๊ม (ด้านหน้ามุมล่างของเครื่อง) เพื่อเคลียร์ขยะออกก่อนเสนอเปลี่ยนอะไหล่เสมอ

⚡ 4. มอเตอร์ไคเร็กไดรฟ์ (Stator Motor Direct Drive)

หน้าที่: มอเตอร์อินเวอร์เตอร์ขับตรง ทนทาน ให้แรงบิดสูง และไม่ต้องใช้สายพาน

การตั้งค่ามิเตอร์: ย่านวัดความต้านทาน (โอห์ม / Ω)

วิธีวัดดี/เสีย: ถอดแฉกสายไฟขั้วมอเตอร์ 3 เส้น (ขั้ว U, V, W) ออกจากบอร์ด

✅ **สถานะดี:** สุ่มวัดคร่อมขั้วคู่ใดๆ (U-V, U-W, V-W) จะต้องได้ค่าความต้านทาน "เท่ากันเป๊ะๆ ทั้ง 3 คู่" (ประมาณ 5-15 Ω ขึ้นอยู่กับรุ่น)

❌ **สถานะเสีย:** ค่าความต้านทานแต่ละคู่ไม่เท่ากัน, ขึ้น OL (ขดลวดขาด), หรือวัดเทียบโครงเหล็กแล้วช็อต

💡 **อาการหน้างาน:** หากขดลวดขาดเฟสใดเฟสหนึ่ง มอเตอร์จะสั่นแรง กระตุก หรือโชว์ Error Code (เช่น LE) บางกรณีขดลวดไม่เสีย แต่ลูกปืนแตกทำให้แกนโรเตอร์ตกลบมาสีกับสเตเตอร์

🌈 5. รหัสสีสายไฟและความปลอดภัย (Wiring Color Code & Safety Notes)

การจดจำได้คือสีจากบอร์ด (อ้างอิงจากไดอะแกรม) จะช่วยให้ช่างจรรยาบรรณได้เร็วขึ้น:

● **สายสีแดง (Red):** ไฟเข้า AC Live (L)

● **สายสีดำ (Black):** ไฟเข้า AC Neutral (N)

● **สายสีน้ำตาล (Brown):** สายจ่ายไฟ 220V กระแสสูงเข้าฮีตเตอร์ต้มน้ำ

● **สายสีม่วง (Purple):** ไฟ DC จากบอร์ดกรองไฟ จ่ายไปเลี้ยงสมองกล

ชมพู สายสีชมพู (Pink): สายสัญญาณส่งกลับจากสวิตช์ล็อกประตู

● **สายสีส้ม (Orange):** สายสัญญาณความถี่จากเซ็นเซอร์ระดับน้ำ

✅ **กฎเหล็กความปลอดภัยสูงสุด: สายสีเขียว (Green / Earth)** คือ "สายดิน" ห้ามช่างตัดทิ้งเด็ดขาด! เครื่องฝาหน้ามีฮีตเตอร์แช่น้ำ หากเกิดไฟรั่ว สายดินจะทำหน้าที่ดึงไฟลงดิน ป้องกันลูกค้าถูกไฟดูด (Electric Shock) จนถึงแก่ชีวิต

💎 ส่วนที่ 3: วิชาช่างขั้นเทพ เจาะลึก "จุดสลับ" เครื่องซักผ้าฝาหน้า (Advanced Diagnostic Secrets)

เครื่องฝาหน้ามักมีอาการเสียที่ซับซ้อนและหลอกช่างมือใหม่ให้หลงทางได้ง่ายๆ นี่คือ 3 อะไหล่ปราบเซียนที่ช่างมืออาชีพต้องรู้ทัน:

🔧 1. คู่ฮีตเตอร์: เซ็นเซอร์อุณหภูมิน้ำ (NTC Thermistor)

ความลับหน้างาน: ฮีตเตอร์ไม่ได้คิดเองว่าควรหยุดต้มน้ำเมื่อไหร่ แต่มันรอคำสั่งจากการอ่านค่าของ "เซ็นเซอร์ NTC" ที่เสียบฝังอยู่ข้างๆ กัน

อาการหลอกช่าง: ลูกค้าแจ้งว่า "ซักผ้าแล้วเครื่องค้าง" หรือ "ต้มน้ำร้อนจัดจนควันขึ้น" ข้างมือใหม่มักฟันธงว่าฮีตเตอร์พัง แต่จริงๆ ฮีตเตอร์ทำงานปกติ สิ่งที่เสียคือ NTC ยึดค่า ทำให้บอร์ดเข้าใจผิดว่าน้ำยังไม่ร้อน จึงสั่งต้มไปเรื่อยๆ!

การตั้งค่ามิเตอร์: ย่านวัดความต้านทาน (โอห์ม / Ω)

วิธีทดสอบหน้างาน: ถอดแฉก NTC ออก วัดที่อุณหภูมิห้องก่อน จากนั้นลอง "เอาน้ำร้อนราด" หรือ "ใช้ไคร์เป่าลมเป่า" ที่หัวเซ็นเซอร์

✅ **สถานะดี:** วัดอุณหภูมิห้องจะได้ค่าสูง (เช่น 12k Ω - 50k Ω) พอโดนความร้อน ค่าโอห์มจะต้อง "ลดลง" อย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง

❌ **สถานะเสีย:** ตัวเลขค้างนิ่งสนิท, ค่าสวิงมั่วไปมา, หรือขึ้น OL (เซ็นเซอร์ขาดใน ต้องเบิกล้างเปลี่ยนใหม่)

2. ผู้คุมจังหวะอินเวอร์เตอร์: ฮอลล์เซ็นเซอร์ (Hall Sensor / Tacho Generator)

ความลับหน้างาน: การวัดขดลวดมอเตอร์ว่าค่าโอห์มเท่ากัน 3 เฟส เป็นการเช็คแค่ครั้งเดียว! เพราะบ่อยครั้งขดลวดไม่ขาด แต่มอเตอร์ก็ยังไม่ยอมหมุน

อาการหลอกช่าง: เครื่องมีอาการ "กระตุกหมุนช้าๆที่ขาว่าที่แล้วหยุดนิ่ง" หรือ "เครื่องสั่นแรงแล้วขึ้น Error Code (เช่น LE)" สาเหตุหลักคือ "ฮอลล์เซ็นเซอร์"

(แผงวงจรเล็กๆ ใต้ขดลวด) เสื่อมสภาพ ทำให้บอร์ดไม่รู้ตำแหน่งของแม่เหล็กและส่งจ่ายไฟผิดจังหวะ

การตั้งค่านีเตอร์: ย่านวัดแรงดันไฟตรง (DCV / V)

วิธีทดสอบงาน: ต้องเสียบปลั๊กเปิดเครื่อง จมึนสายมิเตอร์ที่ขั้ว VCC และ GND ของแจ็ค Hall Sensor (เช็คว่ามีไฟเลี้ยง 5V-12V มารอ) จากนั้นย้ายสายไปวัดที่ขั้วสัญญาณ (Signal) แล้ว "ใช้มือหมุนถังซักช้าๆ"

✓ **สถานะดี:** แรงดันไฟ DC จะสวิงขึ้นลงสลับกัน (เช่น 0V สลับไป 5V) ตามจังหวะที่ก้อนแม่เหล็กพาดผ่าน

✗ **สถานะเสีย:** ไฟนิ่งสนิทไม่มีการเปลี่ยนแปลง (แผงเซ็นเซอร์เสีย สามารถเบิกเปลี่ยนเฉพาะแผงได้ ไม่ต้องยกมอเตอร์ใหม่ทั้งลูก)

3. แยกให้ออก: บอร์ดรวน หรือ โช้คอัพเสื่อม (Electronic vs Mechanical Unbalance)

ความลับหน้างาน: เครื่องฝาหน้าปั่นหมาดด้วยความเร็วรอบสูงมาก (1,000 - 1,400 รอบ) ใต้ถังซักจึงต้องมี "โช้คอัพ (Shock Absorber)" เพื่อซับแรงสั่นสะเทือน เมื่อใช้งานไปหลายปี จาระบีจะแห้งและสูญเสียความหนืด

อาการหลอกช่าง: เครื่องปั่นหมาดแล้ว "เดินพลาไปทั่วห้อง" หรือพยายามเร่งรอบแล้วตัดขึ้น Error เสียสมดุล (UE/UB) ตลอดเวลา

ช่างหลายคนหลงทางไปรีบอร์ดหรือเปลี่ยนเซ็นเซอร์ระดับน้ำ ทั้งที่ระบบไฟฟ้าไม่ได้เสียเลย!

วิธีทดสอบงาน (ใช้สัมผัสช่าง): เปิดบานประตูหน้าเครื่อง ใช้มือกดขอบถังซักด้านในลงไปแรงๆ แล้วปล่อยมือทันที

✓ **สถานะดี:** ถังซักจะเต็งกลับขึ้นมาแล้ว "หยุดนิ่งทันที" (สัมผัสได้ถึงความหนืดและกระชับ)

✗ **สถานะเสีย:** ถังซักจะเต็งดั่งๆ ขึ้นลงหลายรอบเหมือนสปริงที่ไม่มีตัวซับแรง (อาการนี้ปิดจ๊อบได้เลย แค่จับเปลี่ยนโช้คอัพคู่ใหม่ เครื่องจะนิ่งสนิทเหมือนป้ายแดงโดยไม่ต้องแตะสายไฟสักเส้น!)

📖 ใบความรู้ที่ : ฝ่าวงจรบอร์ดคอนโทรลเครื่องซักผ้า LG (EBR62105301) และสตีปการไล่ซ่อม

สถานศึกษา: โรงเรียนฝักอาชีพกรุงเทพมหานคร (ประเทศ)

รายวิชา: ช่อมบอร์ดิเล็กทรอนิกส์และเครื่องใช้ไฟฟ้า

☀ บพนำ:

บอร์คคอนโทรลร่นนี้แบ่งเป็น 2 แผ่น คือ แผงหน้า (Display Board) ทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้ และ แผงหลัง (Power & Relay Board) ทำหน้าที่จ่ายไฟและขับโหลดกำลังสูง การทำงานของบอร์คเปรียบเสมือนร่างกายมนุษย์ ที่ต้องมี "หัวใจ" (ภาคจ่ายไฟ) บีมเลือดไปเลี้ยง "สมอง" (MCU) เพื่อส่งคำสั่งไปหา "กล้ามเนื้อ" (ไทรแอคและรีเลย์)



⚡ ส่วนที่ 1: หลักการทำงานและการเดินทางของกระแสไฟ (Power & Signal Flow)

เมื่อเสียบปลั๊กไฟ การเดินทางของกระแสไฟฟ้าจะแบ่งเป็น 3 สเต็ปหลัก ดังนี้:

🔌 สเต็ป 1: ภาคไฟเข้าและป้องกัน (AC Input & Protection)

ไฟบ้าน AC 220V วิ่งเข้ามาที่ขั้วต่อสายไฟ (Socket) บนแผงหลัง ด้านแรกจะเจอกับ "วาริสเตอร์ (Varistor)" ตัวกลมๆ สีฟ้า ทำหน้าที่ดักจับไฟกระชาก และมี "ฟิวส์ (Fuse/Fusible Resistor)" เป็นยามเฝ้าประตู หากมีไฟเกินหรือฟ้าผ่า วาริสเตอร์จะช็อตตัวเองเพื่อตั้งให้ฟิวส์ขาด ป้องกันไฟทะลักเข้าทำลายสมองกล

⚙ สเต็ป 2: ภาคจ่ายไฟสวิตซิ่ง (Switching Power Supply - หัวใจของบอร์ค)

เมื่อไฟ AC ผ่านด่านป้องกันมาได้ จะถูกแปลงเป็นไฟตรง (DC) แรงดันสูง (ประมาณ 300V) ด้วยวงจรไดโอดเร็คติฟาย จากนั้น "ไอซีสวิตซิ่งและหม้อแปลงความถี่สูง (Transformer)" จะทำการสับสวิตช์ด้วยความเร็วสูง เพื่อลดแรงดันไฟลงมาให้เหลือไฟ DC แรงดันต่ำ 2 ชุด คือ:

- ไฟ 12V: จ่ายไปเลี้ยงคอยล์ของ "รีเลย์" และขาคัดของ "ไทรแอค"
- ไฟ 5V: จ่ายข้ามสายแพรไปเลี้ยงชิปสมองกล (MCU) และหน้าจอ 7-Segment ที่แผงหน้า

🧠 สเต็ป 3: ภาคประมวลผลและสั่งงานโหลด (Control & Output)

เมื่อชิปสมองกลได้ไฟเลี้ยง 5V จะเริ่มทำงาน รอรับการกดปุ่มสั่งงานจากแผงหน้า เมื่อถูกกด Start สมองกลจะส่งสัญญาณลอจิก (Logic) กลับไปที่แผงหลัง เพื่อสั่งให้ "ไทรแอค (Triac)" ทำหน้าที่เป็นสวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ปล่อยไฟ 220V ออกไปขับวาล์วน้ำเข้า, มอเตอร์เดรน, และมอเตอร์ซัก

🔧 ส่วนที่ 2: สเต็ปการไล่ซ่อมอาการ "เครื่องดับสนิท เปิดไม่ติด"

หากเจอบอร์ดอาการไฟไม่เข้า ให้ใช้มัลติมิเตอร์ไล่เช็คตามเส้นทางน้ำไหล ดังนี้:

- เช็คด้านหน้า:** ตั้งมิเตอร์ย่านเสียงปิบ วัดฟิวส์ และสังเกตตัวรีเลย์หรือสวิตช์ หากตัวรีเลย์หรือสวิตช์แตกดำ หรือฟิวส์ขาด แปลว่าโดนไฟกระชาก (ถอดตัวรีเลย์หรือสวิตช์ออกและต่อฟิวส์ใหม่ เครื่องมักจะกลับมาใช้ได้ทันที)
- เช็ควงจรเรกติฟาย:** หากฟิวส์ไม่ขาด ให้เสียบปลั๊ก ตั้งมิเตอร์ย่าน DCV วัดคร่อมที่ขาคาปาซิเตอร์ตัวใหญ่ฝั่งไฟแรงดันสูง ต้องมีไฟมาจ่อประมาณ 300V DC (ถ้าวัดแล้วไม่มีไฟ แปลว่าไดโอดบริดจ์หรือตัวต้านทานฟิวส์ขาด)
- เช็คไอซีสวิตชิง:** หากไฟ 300VDC มีปกติ แต่เครื่องยังเงียบ ให้ย้ายมิเตอร์ไปวัดที่ขาคาปาซิเตอร์ตัวเล็กฝั่งขาออก (ไฟต่ำ) ว่ามีไฟ 5V และ 12V ออกมาหรือไม่ หากไฟได้ 0V ให้พุ่งเป้าไปเปลี่ยน "ไอซีสวิตชิง" ทันที เพราะไอซีตายไฟจึงไม่ออก

ส่วนที่ 3: คลินิกช่างหน้างาน "อะไหล่ตัวไหนเสีย เกิดอาการอะไร?" (Fault Matrix)

1. ปุ่มกดสัมผัส (Tact Switch) บนแผงหน้า

- อาการที่พบ:** หน้าจอติดปกติ กด Start หรือเลือกเมนูไม่ได้ หรือบางครั้งเครื่องรวนกดสั่งงานเอง
- วิธีซ่อม:** หน้าสัมผัสสวิตช์เกิดออกไซด์หรือมีความชื้นสะสม ให้บัดกรีถอดเปลี่ยนปุ่มตัวใหม่ทันที

2. คาปาซิเตอร์ฟیلเตอร์ไฟ DC (กระป๋องดำฝั่งไฟต่ำ)

- อาการที่พบ:** เครื่องเปิดติดแต่หน้าจอกระพริบ, ทำงานไปสักพักเครื่องดับเอง, หรือขึ้น Error วนไปมา
- วิธีซ่อม:** สังเกตหัวคาปาซิเตอร์ หากมีอาการ "บวมปริ" หรือมีน้ำยาแห้งกรัง" จะทำให้ไฟ 5V กระเพื่อม สมองกลิ้งจวน ให้ถอดเปลี่ยนตัวใหม่ค่าเท่าเดิม

3. ไตรแอคตัวใหญ่บนชิงค์ระบายความร้อน (Main Motor Triac)

- อาการที่พบ:** เสียบปลั๊กปั๊มถึงซักหล่นกระชากเองทันที (ไตรแอคช็อต) หรือ มอเตอร์ไม่มีการสั่ง หม้อหมุนไปได้ทิศทางเดียว (ไตรแอคขาด)
- วิธีซ่อม:** เปลี่ยนไตรแอคเบอร์เดิม และเช็คสายไฟมอเตอร์ภายนอกเครื่องว่ามีรอยหนูกัดช็อตหรือไม่

4. ไตรแอคตัวเล็ก (Inlet Valve & Drain Motor Triac)

- อาการที่พบ:** น้ำไหลเข้าถังตลอดเวลาตั้งแต่เสียบปลั๊ก, หรือชักเสร็จแล้วเครื่องไม่ยอมสั่งเครื่องน้ำทิ้ง
- วิธีซ่อม:** ขา A1 และ A2 ช็อตติดกัน ทำให้ปล่อยไฟ 220V จ่ายอุปกรณ์ตลอดเวลา ให้ถอดเปลี่ยนไตรแอคตัวใหม่

ส่วนที่ 4: เคล็ดลับช่างมืออาชีพ (Pro Tips & Safety First)

ก่อนลงมือซ่อมบอร์ดของจริง นี่คือ 3 กฎเหล็กที่ช่างมือใหม่ต้องรู้เพื่อความปลอดภัยและป้องกันบอร์ดพังคามือ:

1. กฎเหล็ก 300 โวลต์ (คายประจุไฟก่อนซ่อมเสมอ)

- อันตรายที่ซ่อนอยู่:** แม้จะถอดปลั๊กแล้ว แต่ "คาปาซิเตอร์ตัวใหญ่" ฝั่งไฟสูงยังอมไฟ DC 300V ค้างไว้ได้นานหลายนาที หากเอามือไปจับจะถูกไฟดูดรุนแรง หรือเอาหัวแร้งไปบัดกรี หัวแร้งจะระเบิดเสียงดังปัง!
- วิธีคายประจุ (Discharge):** ให้นำ "หลอดไฟไส้ 100W" ต่อสายไฟ 2 เส้น นำปลายสายไปจิ้มคร่อมขาคาปาซิเตอร์ตัวใหญ่ หลอดไฟจะสว่างแวบหนึ่งแล้วดับไป (ห้ามใช้ไขควงเชี่ยให้สปาร์คเด็ดขาด เพราะชิปบนบอร์ดอาจพังได้)

2. เทคนิคการแบ่งโซนร้อน-เย็นด้วยตาเปล่า (Visual Circuit Zoning)

- เส้นแบ่งเขตแดน:** สังเกตด้านหลังบอร์ดจะมี "เส้นสีขาวหนาๆ" หรือ "ร่องบากบนแผ่นปริ้นท์" ที่เส้นแบ่งเขตอย่างชัดเจน
- ฝั่งไฟสูง (Hot Ground):** คือโซนอันตรายที่มีไฟบ้าน 220V และไฟ 300VDC ห้ามเอามือจับปริ้นท์ขณะเสียบปลั๊กเด็ดขาด
- ฝั่งไฟต่ำ (Cold Ground):** คือโซนที่ปลอดภัยกว่า มีไฟ 5V/12V (หากไฟ 5V ไม่ออก ช่างจะรู้ทันทีว่าต้องโฟกัสหาตัวเสียที่โซนร้อนข้ามมาโซนเย็นเท่านั้น ไม่ต้องหลงทางไปวัดโซนอื่น)

3. trikจัดการซิลิโคนเคลือบบอร์ด (Conformal Coating Removal)

- ข้อควรระวัง:** บอร์ด LG จะเคลือบซิลิโคนไล่กันความชื้นไว้หนามาก หากนำเข็มมิเตอร์จิ้มวัดแบบผิวเผิน จะวัดค่าไม่ขึ้น หรือนำหัวแร้งไปจี้ละลายทันที จะเกิดควันเหม็นไหม้และบัดกรีไม่ติด
- วิธีจัดการหน้างาน:** ก่อนวัดค่าให้ใช้ "ปลายเข็มมิเตอร์แหลมๆ แทะทะลูซิลิโคน" ให้โดนขาอะไหล่ หากต้องถอดอะไหล่ให้ใช้ "คัตเตอร์กรีดลอกซิลิโคน" ออกเฉพาะจุดก่อน และเมื่อซ่อมเสร็จ ต้องหยอดซิลิโคนเหลวหรือพ่นน้ำยาวานิชปิดทับรอยบัดกรีเดิมเสมอ เพื่อป้องกันความชื้นเข้าบอร์ดในอนาคต