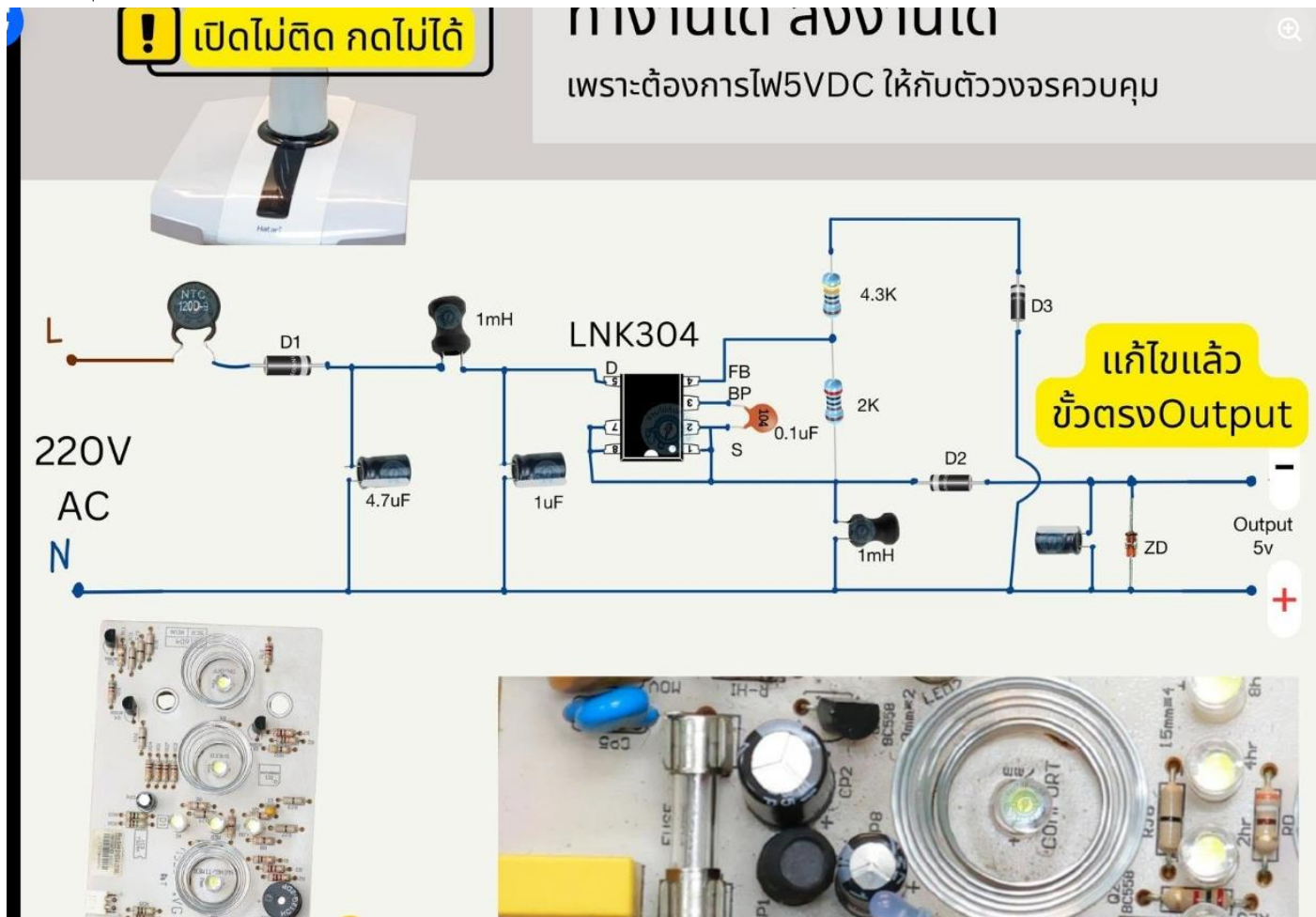


เรื่อง: การวิเคราะห์และตรวจซ่อมวงจรภาคจ่ายไฟสวิตชิง (LNK304) ในแผงวงจรพัดลม

สถานศึกษา: โรงเรียนฝึกอาชีพรุงเทพมหานคร (ประเวศ)

รายวิชา: อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร (งานตรวจซ่อมแผงวงจรพัดลม)



ในพัดลมดิจิทัลรุ่นเก่า เราจะคุ้นเคยกับวงจรลดแรงดันแบบ C-Drop ซึ่งมีข้อเสียคือจ่ายกระแสได้น้อยและแรงดันไฟไม่คงที่ แต่ในพัดลมรุ่นใหม่ ๆ (เช่น พัดลมทาวเวอร์, พัดลมโน้ตบุ๊ก หรือรุ่นที่มีรีโมท) จะเปลี่ยนมาใช้วงจร Switching Power Supply โดยใช้ไอซีตระกูล LNK304 เป็นหัวใจหลัก

วงจรนี้ถูกออกแบบมาในรูปแบบ **Non-Isolated Buck Converter** (วงจรลดแรงดันแบบเชื่อมต่อกาวด์ตรง) ซึ่งมีข้อดีคือ:

1. จ่ายกระแสไฟ (5V) ให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) ได้เสถียรมาก
2. ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา ไม่ต้องใช้หม้อแปลงเหล็กสี่เหลี่ยมตัวใหญ่
3. ทนทานต่อไฟตก-ไฟกระชากได้ดีกว่า

1. ภาคอินพุตและเรียงกระแส (Input & Rectification)

- **NTC (12D-9):** ตัวต้านทานแบบพิเศษ (Thermistor) ทำหน้าที่เป็น "กันชน" ลดกระแสไฟกระชาก (Inrush Current) ในเสียบวินาทีแรกที่เราเสียบปลั๊ก ป้องกันไม่ให้ไดโอดและไอซีช็อคกระเบิด
- **D1:** ไดโอดเรียงกระแสแบบครึ่งคลื่น (Half-Wave Rectifier) ทำหน้าที่แปลงไฟสลับ (AC) 220V ให้กลายเป็นไฟตรง (DC)

2. ภาควงการะแสแรงดันสูง (Pi-Filter)

- ประกอบด้วย C 4.7 μ F, L 1mH และ C 1 μ F (การจัดเรียงอุปกรณ์จะคล้ายตัวอักษรพาย)
- ทำหน้าที่กรองไฟ DC ให้เรียบกริบไร้รอยหยัก แรงดันตกคร่อมที่จุดนี้จะพุ่งสูงถึง 300V - 310V DC เพื่อเตรียมส่งเข้าไอซี

3. ภาควิตซ์ (Switching Control IC)

- LNK304: ไอซีสวิตชิ่งกลลางจ่ายไฟ ทำหน้าที่สับสวิตช์เปิด-ปิดด้วยความถี่สูงมากๆ (ผ่านขา D และ S) เพื่อชอยแรงดัน 310V ให้ลดลง
- C 0.1 μ F (คร่อมขา BP): เป็นตัวเก็บประจุ Bypass ทำหน้าที่กรองไฟเลี้ยงย่อยให้วงจรภายในตัว LNK304 ทำงานได้นิ่ง (หาก C ตัวนี้เสื่อมหรือค่าแห้ง ไอซีจะไม่ยอมทำงาน)

4. ภาคแปลงแรงดันขาออก (Buck Output Stage)

- L 1mH (ตัวข้ว) และ ไดโอด D2: นีคือหัวใจของการแปลงไฟลงมาเหลือ 5V
 - จังหวะไอซีทำงาน (ON): ไฟจะวิ่งผ่านโหลด ผ่าน L 1mH (เกิดการสะสมพลังงานแม่เหล็ก)
 - จังหวะไอซีหยุด (OFF): พลังงานที่ค้างใน L 1mH จะยุบตัวและไหลวนต่อเนื่องผ่านไดโอด D2 (Freewheeling Diode) ทำให้ไฟเลี้ยง 5V ไม่ขาดช่วง
- ZD (Zener Diode): ทำหน้าที่เป็นตัวตรวจสอบแรงดัน คอยขลิบแรงดัน (Clamp) ป้องกันไม่ให้ไฟกระชากเกิน 5V ไปทำลาย MCU จนช็อตทะเล

5. ภาคป้อนกลับ (Feedback Loop)

- ประกอบด้วย D3, R 4.3K และ R 2K
- ทำหน้าที่เป็นสายสืบ คอยวัดแรงดัน 5V ขาออก แล้วส่งสัญญาณกลับไปรายงานที่ขา FB (Feedback) ของไอซี LNK304
- การทำงาน: ถ้าไฟ 5V ตกลง ไอซีจะเร่งสวิตช์ให้แรงขึ้น / ถ้าไฟ 5V เกิน ไอซีจะลดรอบการทำงานลง ทำให้ไฟพัลลมนิ่งตลอดเวลา

 **คลินิกช่าง: ชี้อาการเสียยอติตในวงจร LNK304**

อาการเสียของพัลลม	อะไหล่ผู้ต้องสงสัย	วิธีตรวจเช็คและการวิเคราะห์เบื้องต้น
1. เปิดไม่ติด เจียบสนิท (มิเตอร์วัดไฟ 310V ไม่มา)	NTC 12D-9 หรือ D1	วัด NTC ด้วยย่านโอห์ม ถ้ายัดค่าหรือขาด (OL) แสดงว่ามีไฟกระชากอย่างหนัก หรือเสียไฟผิด
2. เปิดไม่ติด ระเบิดดำ (ไฟหน้าจอไม่ติด)	IC LNK304	ตั้งมิเตอร์ย่านเสียงบีบ วัดคร่อมขา D (Drain) และ S (Source) ถ้ามิเตอร์ร้องบ๊วยาว 0 Ω แปลว่าไอซีช็อตทะเล (ต้องเปลี่ยนคู่กับ D1 เสมอ)
3. พัลลมติดๆ ดับๆ (ไฟหน้าจอกระพริบ, รีเลย์ดังรัวๆ)	C 4.7μF และ C 1μF	คาปาซิเตอร์ฟิลเตอร์แรงดันสูง "ค่าแห้ง" ทำให้ไฟ 310V ไม่เรียบ ไอซี LNK304 จึงทำงานผิดพลาดรีสตาร์ทตัวเองตลอดเวลา
4. ไฟไม่เข้า (แต่ LNK304 ไม่ช็อต)	C 0.1μF (ขา BP) หรือ D2	C ขา BP แห้งทำให้ไอซีไม่มีไฟเลี้ยงตัวเอง หรือ D2 ขาด/ช็อต ทำให้ไม่สามารถสร้างแรงดัน 5V ได้

 **เคล็ดวิชาช่าง (Pro Tip): กฎความปลอดภัย "วงจรไม่แยกกราวด์ (Non-Isolated)"**

ช่างมือใหม่ที่เคยซ่อมแต่บอร์ดทีวีหรือเครื่องเสียง มักจะชินกับวงจรที่มี "หม้อแปลงสวิตซ์" ซึ่งทำหน้าที่แยกกราวด์ไฟแรงสูง (Hot) ออกจากกราวด์ไฟต่ำ (Cold) ทำให้จับฝั่งไฟต่ำได้โดยไม่โดนดูด

 **⚠️ แต่สำหรับบอร์ดพัลลมที่ใช้ LNK304 เป็นวงจรแบบ Non-Isolated (ไม่แยกกราวด์)**

ให้สังเกตที่วงจร จะเห็นว่าลายปริ้นท์เส้นล่าง (N) ของไฟบ้าน 220V ถูกโยงตรงวิ่งทะลุไปเป็นขั้วลบ (GND) ของฝั่ง Output 5V ด้วย!

ข้อควรระวังขั้นเด็ดขาด:

1. **ห้ามใช้มือเปล่าสัมผัสแผงวงจรเด็ดขาด** ในขณะที่เสียบปลั๊กไฟทดสอบ แม้จะเป็นบริเวณฝั่งไฟ 5V หรือขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCU) ก็ตาม เพราะไฟบ้าน 220V สามารถวิ่งย้อนมากระตุกมือคุณได้ทุกเมื่อ!
2. หากต้องการวัดไฟแบบ Hot Test ต้องใส่รองเท้า วัดด้วยความระมัดระวัง และ **"ห้ามนำออสซิลโลสโคป (Oscilloscope) ไปคิบบอร์ดตรงๆ เด็ดขาด"** (เว้นแต่จะใช้ผ่าน Isolation Transformer) ไม่เช่นนั้นไฟ 220V จะวิ่งทะลุสายกราวด์ของสโคป ทำให้เครื่องมือวัดราคาแพงระเบิดพังทันทีครับ!