

ใบความรู้ที่ 3: เจาะลึกไดโอดความถี่สูง (Schottky & Fast Recovery) สำหรับงานซ่อมภาคจ่ายไฟ

1. ชีตจำกัดของ "ไดโอดธรรมดา" ในโลกยุคสวิตชิง

ในการซ่อมเครื่องใช้ไฟฟ้ารุ่นเก่า หรือวงจรภาคจ่ายไฟแบบเชิงเส้น (Linear) เรามักจะคุ้นเคยกับ ไดโอดเรียงกระแสมาตรฐาน (Standard Rectifier Diode) เช่น เบอร์ 1N4007 ซึ่งถูกออกแบบมาให้ทำงานคู่กับไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่ต่ำเพียง 50 เฮิร์ตซ์ (Hz) (วงจรเปิด-ปิด 50 รอบใน 1 วินาที) ไดโอดธรรมดาสามารถตอบสนองและเรียงกระแสได้อย่างไม่มีปัญหา

เกิดอะไรขึ้นถ้าไดโอดธรรมดาไปใส่ในบอร์ดสวิตชิง?

ในปัจจุบัน บอร์ดภาคจ่ายไฟ (Switching Power Supply) ไม่ว่าจะเป็นบอร์ดที่รีจอยแอน หรืออะแดปเตอร์ต่างๆ จะมีการสับสวิตช์เปิด-ปิดกระแสไฟฟ้าด้วยความถี่ที่สูงมาก ตั้งแต่ 20,000 ถึง 100,000 เฮิร์ตซ์ (20 kHz - 100 kHz) เพื่อลดขนาดหม้อแปลง

หากช่างนำไดโอดธรรมดาไปใส่ในไลน์ไฟความถี่สูง ไดโอดจะเกิดสภาวะ "ปิดสวิตช์ตัวเองไม่ทัน" หรือที่เรียกว่ามีค่า Reverse Recovery Time (T_{rr}) ซ้ำเกินไป ทำให้ในจังหวะที่ต้องบล็อกไฟย้อนกลับ กระแสไฟฟ้าจะเล็ดลอดทะลุรอยต่อกลับมาได้เต็มๆ ส่งผลให้เกิดความร้อนสะสมอย่างรุนแรง และข้อระเบิดแตกกระจายในเวลาเพียงไม่กี่วินาที!

2. ทำความรู้จัก 2 พระเอกแห่งวงจรความถี่สูง

เพื่อแก้ปัญหาไดโอดสับสวิตช์ไม่ทัน วิศวกรจึงได้คิดค้นไดโอดความถี่สูงขึ้นมา 2 ชนิดหลัก ซึ่งช่างซ่อมบอร์ดจะต้องทำความเข้าใจ แยกแยะ และเลือกใช้ให้ถูกตำแหน่ง ดังนี้:

2.1 ไดโอดฟื้นตัวเร็ว (Fast / Ultra-Fast Recovery Diode)

 **โครงสร้าง:** เป็นไดโอดสารกึ่งตัวนำ P-N ปกติ แต่ผ่านกรรมวิธีเจือสารพิเศษที่ทำให้รอยต่อสามารถ "คืนตัวและปิดกั้นไฟย้อนกลับ" ได้รวดเร็วมากในระดับนาโนวินาที

 **จุดเด่น:** สามารถ ทนแรงดันไฟฟ้าย้อนกลับ (Reverse Voltage) ได้สูงมาก (บางเบอร์ทนได้ถึง 600V - 1,000V)

 **แรงดันตกคร่อม (V_F):** เวลาใช้มิเตอร์ดิจิตอลวัด จะได้ค่าประมาณ 0.6 ถึง 1.0 โวลต์

 **ตำแหน่งที่พบหน้างาน:** มักถูกจัดวางอยู่ในตำแหน่ง "กราวด์ร้อน (Primary / Hot Ground)" ของภาคจ่ายไฟ เช่น ในวงจร Snubber (สแนบเบอร์) ที่คอยซับแรงดันกระชากและคลายประจุทิ้งจากขดลวดหม้อแปลงสวิตชิง

 **ตัวอย่างเบอร์ยอดนิยม:** UF4007, FR107, MUR1560

2.2 ขอตกไดโอด (Schottky Diode)

 **โครงสร้าง:** แตกต่างจากไดโอดทั่วไปโดยสิ้นเชิง เพราะใช้การเชื่อมต่อระหว่าง "โลหะตัวนำ (Metal)" เข้ากับ "สารกึ่งตัวนำ (Semiconductor)" ทำให้ไม่มีการสะสมประจุค้าง มันจึงเป็นไดโอดที่ตอบสนองความถี่และสับสวิตช์ได้รวดเร็วที่สุด!

 **จุดเด่น:** มีความสูญเสียต่ำมากขณะทำงาน ตัวมันจึงเกิดความร้อนน้อย แต่มีข้อจำกัดคือ "ทนแรงดันย้อนกลับได้ค่อนข้างต่ำ" (มักไม่เกิน 100V - 200V)

 **แรงดันตกคร่อม (V_F):** ต่ำเป็นพิเศษ! เวลาใช้มิเตอร์วัดจะได้ค่าเพียง 0.15 ถึง 0.45 โวลต์ เท่านั้น

 **ตำแหน่งที่พบหน้างาน:** มักวางอยู่ในตำแหน่ง "กราวด์เย็น (Secondary / Cold Ground)"

ทำหน้าที่เรียงกระแสความถี่สูงและกรองไฟขาออกด้านสุดท้าย ก่อนส่งไปเลี้ยงแผงเมนบอร์ดหรือบอร์ด T-CON (เช่น ชุดไฟ 5V, 12V, 24V)

 **ตัวอย่างเบอร์ยอดนิยม:** 1N5819, SR360, SB5100

3. รูปแบบตัวถังอะไหล่คู่ (Dual Package) ที่พบหน้างานจริง

ในวงจรที่ต้องจ่ายกระแสแอมป์สูงๆ (เช่น ชุดไฟ 12V สำหรับเลี้ยงจอทีวี) ขอตกไดโอดมักจะไม่มีมาในรูปทรงกระบอกสีดำ แต่จะถูกบรรจุมาใน ตัวถังแบบ 3 ขา (TO-220) หน้าตาคล้ายกับทรานซิสเตอร์หรือมอสเฟต และมักจะยึดติดอยู่กับแผ่นอะลูมิเนียมระบายความร้อน

โครงสร้างภายในตัวถัง TO-220 (แบบแคโทดร่วม - Common Cathode):

ข้างในตัวถัง 3 ขานี้ จะมีขอตกไดโอดซ่อนอยู่ 2 ตัว หันหลังชนกัน

 **ขา 1 และ ขา 3 (ซ้ายและขวา):** คือขั้ว แอโนด (Anode) สำหรับรับไฟกระแสสลับความถี่สูงที่ออกมาจากปลายขดลวดหม้อแปลง

 **ขา 2 (ขากลาง):** คือขั้ว แคโทด (Cathode) ซึ่งเป็นจุดรวมไฟที่ถูกแปลงเป็นกระแสตรง (DC) แล้ว เพื่อจ่ายออกไปให้ตัวเก็บประจุ (Capacitor) กรองให้เรียบต่อไป

4. ทริควิชาช่าง: การใช้มัลติมิเตอร์แยกแยะชนิดไดโอด

เมื่ออะไหล่บนบอร์ดใหม่จนมองไม่เห็นเบอร์ ช่างสามารถใช้ "ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ตั้งย่านวัดไดโอด" จิ้มวัดไปอัสตรง (สายแดงเข้าแอโนด สายดำเข้าแคโทด)

เพื่อดูค่าแรงดันตกคร่อม (V_F) บนหน้าจอ:

 ถ้าวัดได้ 0.500 V ถึง 0.700 V  สรุปได้ว่าเป็น ไดโอดธรรมดา หรือ ไดโอดฟื้นตัวเร็ว (ต้องดูตำแหน่งบนบอร์ดประกอบ)

 ถ้าวัดได้ 0.150 V ถึง 0.450 V  สรุปได้ชัดเจนว่าเป็น ขอตกไดโอด แน่แน่นอน!

 5. ตารางสรุปเปรียบเทียบ (สำหรับอ้างอิงการเปลี่ยนอะไหล่)

 คุณสมบัติทางไฟฟ้า	 ไดโอดธรรมดา (Standard)	 ไดโอดฟื้นตัวเร็ว (Fast Recovery)	 ขอตักไดโอด (Schottky)
การตอบสนองความถี่	ช้า (รับได้แค่ไฟ 50Hz - 60Hz)	เร็วมาก (รับระดับ kHz ได้สบาย)	เร็วที่สุด (ไม่มีการสะสมประจุ)
ค่าแรงดันตกคร่อม (V_F)	0.5 - 0.7 โวลต์	0.6 - 1.0 โวลต์	0.15 - 0.45 โวลต์ (ต่ำสุด)
การทนแรงดันย้อนกลับ	ทนได้สูง (สูงสุดถึงหลัก 1,000V)	ทนได้สูง (สูงสุดถึงหลัก 1,000V)	ทนได้ต่ำ (ส่วนใหญ่ไม่เกิน 200V)
ตำแหน่งในบอร์ดสวิตซิ่ง	ภาคเรียงกระแสไฟบ้าน (ด้านแรก)	ฝั่งกราวด์ร็อน (Primary / Snubber)	ฝั่งกราวด์เย็น (Secondary Output)
กฎเหล็กการเปลี่ยนอะไหล่	 ห้ามนำไปใส่แทนตัวความถี่สูง	 ห้ามนำไปใส่แทน Schottky	 ห้ามนำไปใส่แทน Fast Diode