

วงจรป้องกันลำโพง เพื่อเครื่องขยายเสียง

สาธิตที่ ปิยะธรรม

**“วงจรป้องกันลำโพงนั้นสำคัญจริง ทำไมเครื่องขยายเสียงที่ใช้ไฟเลี้ยง 2 ชุด ($\pm V_{cc}$) ถึงต้องพึ่งพาวงจรนี้กันนัก”
“จริงหรือไม่..ที่ว่าวงจรป้องกันลำโพง สามารถป้องกันมิให้ลำโพงเกิดความเสียหาย”**

ผู้ที่ชื่นชอบการเล่นประกอบเครื่องขยายเสียง คงไม่ปฏิเสธได้ว่า วงจรป้องกันลำโพงมีความสำคัญเป็นอย่างยิ่งสำหรับเครื่องขยายเสียงที่ใช้ไฟเลี้ยง 2 ชุด คือไฟ $\pm V_{cc}$ ที่เราเห็นกันอย่างถนัดตาก็คือเครื่องขยายชนิดโอซีแอล (OCL = Output Capacitor Less) ซึ่งเครื่องขยายชนิดโอซีแอลนี้ต้องการรักษาแรงดันไฟที่จุดออกลำโพงให้มีค่าเป็นศูนย์โวลท์ให้ได้จึงจะทำให้วงจรขยายเฟสบวกและวงจรขยายเฟสลบทำงานเท่ากัน แต่ถ้าวงจรขยายเฟสบวกและลบของวงจรขยายชนิดที่กล่าวมาทำงานได้ไม่เท่ากัน เกิดอะไรขึ้นครับ? แน่นอนต้องมีแรงดันไฟดีซีที่เป็นบวกและลบออกมาที่ลำโพง และถ้าแรงดันไฟดีซีที่ออกมา นั้นมีค่าสูง ย่อมที่จะทำให้ลำโพงเกิดความเสียหายได้ นั่นหมายความว่า วงจรป้องกันลำโพงมีหน้าที่ตัดไฟดีซีที่มาจากวงจรขยายเฟสบวก มีให้ออกไปที่ลำโพงนั่นเอง

ขอย้ำว่าวงจรป้องกันลำโพง (Speaker protect circuit) ป้องกันได้เฉพาะแรงดันไฟ

ดีซีที่ออกมาจากเอาต์พุตของวงจรเฟสบวกเท่านั้น มิได้ป้องกันความถี่สูงแต่อย่างใด เพราะเนื่องจากว่าลำโพงจะพังได้นั้นขึ้นอยู่กับองค์ประกอบ 2 ส่วนด้วยกัน ส่วนแรกคือมีความถี่สูงส่งออกไปที่ลำโพง ส่วนที่สองมีแรงดันไฟดีซีที่สูงมากส่งไปที่ลำโพงทำให้คอยล์ (Voice coil) ของลำโพงเสียหายได้

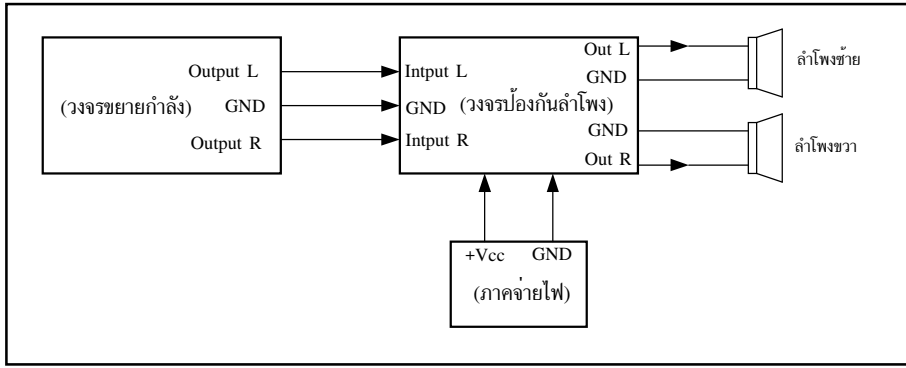
วงจรป้องกันลำโพงที่ผู้เขียนนำเสนอนี้มาจากบริษัท *โปรเฟสชันนอล แอปปรูฟด์* ในนามของคุณประกิต ในย่านถนนบ้านหม้อ เขตพระนคร กรุงเทพฯ ของเราเอง คุณประกิต อ่องสร้อย ทำชุดคิทเครื่องขยายเสียงออกมามากมาย และผมก็ได้มีส่วนเกี่ยวข้องกับคุณประกิตแต่อย่างใด เพียงแต่ชื่นชมผลงานของเขาเท่านั้นเอง วกกลับมาเรื่องของเราดีกว่า วงจรป้องกันลำโพงสำหรับการนำเสนอนี้ เพื่อให้ผู้อ่านที่เป็นนักอิเล็กทรอนิกส์สมัครเล่น หรือมืออาชีพได้มีความเข้าใจหลักการการทำงานของวงจร พร้อมทั้งสามารถตรวจแก้ปัญหาของวงจรดังกล่าวว่าถ้าเกิดมีความผิดพลาดขึ้น

ควรเริ่มต้นซ่อมตรงจุดไหนก่อน เพราะถ้าเริ่มต้นซ่อมผิดทางย่อมทำให้หลงประเด็นได้ และผมก็เชื่อว่าความรู้พื้นฐานและทักษะในวิชาชีพแขนงนี้ถือได้ว่าเป็นมีความสำคัญมากในการตรวจสอบ

บล็อกไดอะแกรมการต่อวงจรป้องกันลำโพงเข้ากับเครื่องขยายเสียง

วงจรป้องกันลำโพง (Speaker protect circuit) อย่างที่กล่าวมาแล้วว่า ทำหน้าที่ตัดไฟดีซีจากเฟสบวกและลบ ในกรณีที่วงจรขยายเกิดมีปัญหาขึ้นมา แต่ถ้าวงจรขยายไม่ได้สร้างปัญหาแต่อย่างใด วงจรป้องกันดังกล่าวนี้จะเชื่อมต่อให้ลำโพงกับเครื่องขยายถึงกัน ส่งผลให้ลำโพงเปลี่ยนจากสัญญาณไฟฟ้าเป็นสัญญาณเสียงออกมาได้ โดยบล็อกไดอะแกรมการต่อวงจรป้องกันลำโพงเข้ากับเครื่องขยายเสียงแสดงไว้แล้วในรูปที่ 1

จากวงจรในรูปที่ 1 สังเกตได้ว่า วงจรป้องกันลำโพงต่ออยู่ระหว่างภาคเอาต์พุต



รูปที่ 1 : แสดงบล็อกไดอะแกรมการต่อวงจรป้องกันลำโพงคั่นกลางระหว่างเครื่องขยายกับลำโพง

ของวงจรขยายกำลัง (Power amplifier) กับลำโพง ซึ่งวงจรป้องกันลำโพงต้องใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงวงจรด้วยคือ +Vcc กับกราวด์ (GND) เป็นแหล่งจ่ายไฟเลี้ยงเพียงชุดเดียว วงจรขยายเอาต์พุตแชนแนลซ้าย (Left channel Output) ที่เขียนว่า Output L ต่อเข้ากับอินพุตช่องซ้าย (Input L) ของวงจรป้องกัน วงจรขยายเอาต์พุตแชนแนลขวา (Right channel Output) ที่เขียนว่า Output R ต่อเข้ากับอินพุตช่องขวา (Input R) ของวงจรป้องกันลำโพง ทางภาคเอาต์พุตของวงจรป้องกันถูกส่งไปยังลำโพงซ้าย (Left speaker) และลำโพงขวา (Right speaker) ตามลำดับ

อย่างที่ทราบกันดีว่า ตามปกติ วงจรป้องกันลำโพงจะต้องเป็นตัวจัมเปอร์ (Jumper) ระหว่างเครื่องขยายกับลำโพงให้ต่อกัน จุดเอาต์พุตของวงจรป้องกันทั้ง 2 ช่อง (ซ้ายและขวา) จะต้องมีแรงดันไฟดีซีที่เท่ากับศูนย์โวลต์ นั่นหมายความว่าถ้าวงจรป้องกันลำโพงมีสามารถทำงานได้ เราถือว่าจะไม่มีความเสี่ยงออกไปยังลำโพง

หลากหลายรูปแบบสำหรับวงจรป้องกันลำโพง

หลังจากที่เราได้ทราบวิธีการต่อของวงจรป้องกันลำโพง พอมาถึงตอนนี้ เรามาดูรูปแบบที่หลากหลายสำหรับวงจรป้องกันลำโพงกันสักนิดละ ขอสรุปไหน เลือกใช้รุ่นไหนได้เลย เราจะอธิบายการทำงานโดยละเอียดท่านสามารถตรวจสอบได้โดยไม่ยากนัก อย่าลืมว่าถ้าต้องการซ่อมวงจรรีเลย์ทรอนิกส์กัน

- อย่างเห็นผล ต้องมีความรู้ลึกถึงการทำงาน
 - ของวงจรอย่างถูกต้องมีหลักการ ผมเชื่อว่าการ
 - ทำงานของวงจรรีเลย์ทรอนิกส์มีความสำคัญ
 - มาก ซึ่งถ้าไม่ทำความเข้าใจอย่างแจ่มแจ้งแล้ว
 - โอกาสที่จะซ่อมงานออกมาให้เวิร์ค (Work)
 - นั้นค่อนข้างมีน้อย โดยวงจรป้องกันลำโพงที่เรา
 - นำเสนอนี้มีรูปแบบด้วยกันคือ
1. วงจรป้องกันลำโพงระบบดิเพนเดนต์ (Dependent system)
 2. วงจรป้องกันลำโพงระบบอินดิเพนเดนต์ (Independent system)
 3. วงจรป้องกันลำโพงรุ่นไฟกะพริบ (Flashing system)

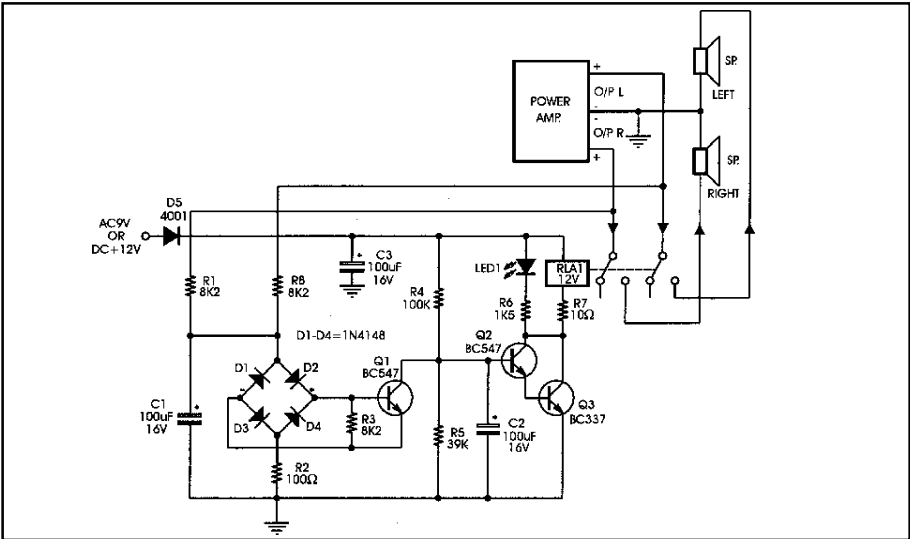
1. วงจรป้องกันลำโพงระบบดิเพนเดนต์

วงจรป้องกันลำโพงระบบดิเพนเดนต์

(Dependent system speaker protect circuit) หมายถึงวงจรป้องกันชนิดที่ไม่อิสระ ซึ่งถ้าหากว่าวงจรเพาเวอร์แอมป์มีปัญหาขึ้นมา เกิดแรงดันไฟดีซีขึ้นที่ข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองข้าง วงจรป้องกันลำโพงระบบดิเพนเดนต์นี้จะตัดเส้นทางของลำโพงออกทั้งสองข้างทันที นั่นหมายความว่าถ้ามีแรงดันไฟดีซีเข้ามาที่จุดอินพุตข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองข้างของวงจรป้องกันลำโพงชนิดนี้ วงจรป้องกันดังกล่าวจะตัดลำโพงทั้งสองข้างออกไปจากวงจรทันที ช่วยให้ลำโพงปลอดภัยซึ่งวงจรป้องกันชนิดนี้แสดงอยู่ในรูปที่ 2

จากวงจรในรูปที่ 2 อธิบายได้ว่า วงจรนี้ใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง 12 โวลต์ดีซี (12 VDC) แรงดันไฟสลับ 9 โวลต์ สามารถนำมาต่อกับกับขั้วอินพุตของไดโอด D5 ได้ โดยไดโอด D5 กับตัวเก็บประจุไฟฟ้า C3 ต่อกันเป็นวงจรแปลงไฟครึ่งคลื่น (Half wave rectifier) ดังนั้นแรงดันไฟที่ตกคร่อมคาปาซิเตอร์ C3 ย่อมมีค่าเท่ากับ 12 โวลต์ ($VC3 = 0.2 \times 9 = 12.67V$) ดังนั้นถ้าหากว่าไดโอด D5 ซึ่งเป็นไดโอดเรกติไฟเออร์ (Rectifier) คือเบอร์ 1N4001 เกิดขาดวงจรขึ้นมา วงจรป้องกันลำโพงจะไม่สามารถทำงานได้อย่างแน่นอน

ตัวต้านทาน R1 กับ R8 ทำหน้าที่ลดระดับแรงดันไฟดีซีจากเอาต์พุตของวงจรเพาเวอร์แอมป์ โดยมีคาปาซิเตอร์ C1 ทำหน้าที่กรองความถี่ต่ำให้ผ่านไปได้เรียกว่า-



รูปที่ 2 : แสดงวงจรป้องกันลำโพงระบบดิเพนเดนต์

โลว์พาสฟิลเตอร์ (Low pass filter) ร่วมกับตัวต้านทานดังกล่าว ไดโอด D1, D2, D3 และ D4 เลือกใช้เบอร์ 1N4148 เป็นไดโอดสัญญาณ (Signal diode) ต่อกันเป็นวงจรบริดจ์ (Bridge circuit) โดยไดโอดดังกล่าวมีหน้าที่ยอมให้แรงดันไฟดีซีที่เป็นบวกและลบผ่านไปได้ ทรานซิสเตอร์ Q1 คือเบอร์ BC547 ทำหน้าที่เป็นวงจรสวิทช์ (Switching circuit) รับแรงดันไฟดีซีจากวงจรบริดจ์ไดโอด D1-D4 ตัวต้านทาน R3 กำหนดแรงดันระหว่างขาเบสกับขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์สวิทช์ Q1 ให้มีค่าคงที่โดยมีตัวต้านทาน R2 ทำหน้าที่จำกัดกระแสคอลเล็กเตอร์ซึ่งเป็นกระแสเข้าที่พู่ให้กับทรานซิสเตอร์ Q1

ทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 เป็นทรานซิสเตอร์ที่ต่อกันแบบดาร์ลิงตัน (Darlington transistor) ให้อัตราขยายกระแสของทรานซิสเตอร์ดังกล่าวมีค่าสูงขึ้น เพื่อขับกระแสไปยังรีเลย์ (Relay) RLA1 โดยรีเลย์ RLA1 ทำหน้าที่ตัด-ต่อวงจรให้กับลำโพงตัวต้านทาน R4 กับ R5 ทำหน้าที่เป็นวงจรแบ่งแรงดันที่เรียกทับศัพท์ว่าวงจรโวลเตจไดโอด (Voltage divider) โดยแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R5 ดังกล่าว เป็นแรงดันไบอัสเพื่อกำหนดกระแสเบสทางด้านอินพุตให้กับทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 ซึ่งแรงดันไฟที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R5 มีค่าประมาณ 2 โวลต์ แรงดันไฟตกคร่อม R4 มีค่าประมาณ 10 โวลต์ (แรงดันตกคร่อม R5 คือ $VR5 = (12V \times 39k\Omega) / (180k\Omega + 39k\Omega) = 2.13V$ ส่วนแรงดันตกคร่อม R4 คือ $VR4 = 12V - 2.13V = 9.87V$) นอกจากนี้บริเวณขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 ยังมีคาปาซิเตอร์มีขั้วชนิดอิเล็กโทรไลติก (Electrolytic capacitor) คือตัวเก็บประจุ C2 มีค่าความจุ 100 ไมโครฟารัดทำหน้าที่สำรองแรงดันไฟให้กับขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 ให้ไบอัสเบสอินพุตของทรานซิสเตอร์ Q2 มีเสถียรภาพดียิ่งขึ้น

ตัวต้านทาน R7 ที่มีค่าความต้านทาน 10 โอห์ม ทำหน้าที่จำกัดกระแสเข้าที่พู่ที่เป็นกระแสคอลเล็กเตอร์ให้กับทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน Q2 กับ Q3 ส่วนตัวต้านทาน R6

ทำหน้าที่จำกัดกระแสให้กับไดโอดเปล่งแสง (LED = Light emitting diode) LED1 มีให้กระแสไหลผ่านหลอดไดโอดเปล่งแสง LED1 มีค่ามากเกินไป ซึ่งเมื่อวงจรป้องกันลำโพงทำงานตามปกติ หมายถึงว่าเครื่องขยายเป็นปกติ หลอด LED1 จะต้องติดสว่าง ส่งผลให้รีเลย์ RLA1 ที่ใช้แรงดันไฟดีซี 12 โวลต์ทำงานส่งผลให้ลำโพงต่อเข้ากับวงจรขยายเสียง (ลำโพงข้างซ้ายคือ Speaker left เขียนย่อว่า SP. Left ส่วนลำโพงข้างขวาคือ Speaker right เขียนย่อว่า SP. Right)

การทำงานของวงจรป้องกันลำโพงในสภาวะปกติ

อย่างที่กล่าวมาแล้วว่า วงจรในรูปที่ 2 นั้น แสดวงจรป้องกันลำโพงระบบดีเพนเดนต์ เมื่อวงจรเครื่องขยายเสียงทำงานในสภาวะปกติ วงจรป้องกันระบบนี้จะเชื่อมต่อสัญญาณระหว่างลำโพงกับเครื่องขยายเข้าด้วยกัน ทำให้ไม่มีแรงดันดีซีเข้าที่พู่ผ่านมาทางไดโอดบริดจ์ D1-D4 กรณีเช่นนี้ยอมทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 หยุดนำกระแสทรานซิสเตอร์ Q1 จะไม่มีกระแสเบสอินพุตและกระแสคอลเล็กเตอร์เข้าที่พู่ไหลได้เลยแม้แต่น้อย ย่อมส่งผลให้ค่าความต้านทานและแรงดันไฟระหว่างขาคอลเล็กเตอร์กับขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ดังกล่าวมีค่าสูงขึ้น ทรานซิสเตอร์ Q1 ไม่สามารถดึงแรงดันไฟไบอัสเบสของทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน Q2 กับ Q3 ลงกราวด์ได้ ตอนที่เท่ากับว่าแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 มีค่าเท่ากับแรงดันไฟที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R5 ลักษณะเช่นนี้ยอมเปิดโอกาสให้ทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 ทำงานนำกระแสเพื่อขับหลอดไดโอดเปล่งแสง LED1 ให้ติดสว่างประการหนึ่ง อีกประการหนึ่งทรานซิสเตอร์ดังกล่าวจะขับกระแสไปยังรีเลย์ RLA1 ให้ต่อวงจร ส่งผลให้ลำโพงและเครื่องขยายต่อถึงกัน เมื่อเราอ่อนไปดูวงจรทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน Q2 กับ Q3 กันอีกครั้ง เราพบว่าเมื่อทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 มีการนำกระแสเกิดขึ้น เส้นทางกระแสเบสทางด้านอินพุตของทรานซิสเตอร์ Q2 ย่อมไหลจาก

แรงดันแหล่งจ่ายไฟ +12V ส่งผ่านตัวต้านทาน R4 เข้าไปที่ขาเบสออกไปที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q2 ไหลผ่านไปยังขาเบสออกไปที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q3 ไปครบวงจรกับกราวด์ ซึ่งเราถือว่าแรงดันที่จุดกราวด์ของวงจรตอนนี้มีค่าเป็นลบเมื่อเทียบกับแรงดันแหล่งจ่ายไฟ +12V สภาวะตอนนี้ทำให้ทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 ทำงานนำกระแสค่าความต้านทานและแรงดันไฟของทรานซิสเตอร์ดังกล่าวมีค่าลดต่ำลง ส่งผลให้กระแสคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 เกิดขึ้นได้ โดยกระแสคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q2 ทำให้หลอด LED1 ติดสว่าง โดยไหลจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ +12 โวลต์ ส่งผ่านหลอด LED1 ไหลผ่านตัวต้านทาน R6 เข้าไปที่ขาคอลเล็กเตอร์-อีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q2 ไปครบวงจรในส่วนของทรานซิสเตอร์ Q3 ส่วนกระแสคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q3 ส่งผลให้รีเลย์ทำงานซึ่งไหลจากแรงดันแหล่งจ่ายไฟ +12 โวลต์ ส่งผ่านรีเลย์ RLA1 ส่งผ่านตัวต้านทาน R7 ไหลเข้าไปที่ขาคอลเล็กเตอร์ออกไปที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q3 ไปครบวงจรกับกราวด์

จึงสรุปการทำงานได้อีกครั้งว่า เมื่อวงจรถ่ายเพาเวอร์แอมป์เป็นปกติ วงจรป้องกันลำโพงชนิดนี้จะจับมีปลั๊กเข้ากับวงจรถ่าย หลอด LED1 ติดสว่าง รีเลย์ RLA1 อยู่ในสภาวะปกติเปิด (Normal open = No) ทรานซิสเตอร์ Q1 ไม่สามารถทำงานได้ ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน Q2 กับ Q3 ทำงานได้ เราสามารถสรุปแรงดันไฟที่ตำแหน่งต่างๆ ของทรานซิสเตอร์ Q1, Q2 และ Q3 ดังนี้

- แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 (V_{BQ1}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 (V_{CQ1}) = 2V
- แรงดันไฟที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 (V_{EQ1}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 (V_{BQ2}) = 2V

- แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q2 (V_{CQ2}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q2 (V_{EQ2}) = 1V
- แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q3 (V_{BQ3}) = 1V
- แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q3 (V_{CQ3}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q3 (V_{EQ3}) = 0V

ลำโพงถูกตัดขาดเมื่อมีไฟบวกเข้ามา

อย่างที่ทราบกันโดยทั่วไปว่า วงจรป้องกันลำโพงระบบดีเพนเดนต์ที่แสดงไว้ในรูปที่ 2 ถ้ามีไฟดีซีเข้ามาไม่ว่าจะเป็นแรงดันบวกหรือลบก็ตามแต่ วงจรป้องกันนี้จะตัดลำโพงออกไปทั้ง 2 ข้าง ช่วยให้ลำโพงมีความปลอดภัย ถ้ามีแรงดันไฟดีซีที่เป็นบวกออกมาจากเอาท์พุทวงจรเพาเวอร์แอมป์ข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองข้าง ย่อมทำให้แรงดันไฟบวกหรือลบก็ตามแต่ วงจรป้องกันนี้จะตัดลำโพงออกไปทั้ง 2 ข้าง ช่วยให้ลำโพงมีความปลอดภัย ถ้ามีแรงดันไฟดีซีที่เป็นบวกออกมาจากเอาท์พุทวงจรเพาเวอร์แอมป์ข้างใดข้างหนึ่งหรือทั้งสองข้าง ย่อมทำให้แรงดันไฟบวกหรือลบก็ตามแต่ วงจรป้องกันนี้จะตัดลำโพงออกไปทั้ง 2 ข้าง ช่วยให้ลำโพงมีความปลอดภัย

เมื่อทรานซิสเตอร์ Q1 มีกระแสเบสอินพุทไหลได้เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ส่งผลให้ค่าความต้านทานที่ขาคอลเล็กเตอร์กับขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 มีค่าลดต่ำลงแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ดังกล่าวมีค่าน้อยลง ทรานซิสเตอร์ Q1 ดึงไฟไบอัสจากทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 ให้มีค่าน้อยลง ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันหยุดนำกระแส หลอด LED1 ดับ รีเลย์ RLA1 ไม่ทำงาน หน้าสัมผัสของรีเลย์จึงอยู่ที่ตำแหน่งปกติปิด (Normal close) รีเลย์จึงตัดลำโพง-

ออกไปทั้งสองข้าง
 เราจึงสรุปการทำงานได้ว่า ถ้าวางกระจายเพาเวอร์แอมป์เกิดปัญหาทำให้เกิดแรงดันไฟบวกเข้ามาปรากฏที่จุดอินพุทของวงจรป้องกันลำโพง โดยแรงดันไฟดีซีบวกอาจจะตกคร่อมตัวต้านทาน R1 เพียงตัวเดียว หรืออาจจะตกคร่อมตัวต้านทาน R8 เพียงตัวเดียวหรือทั้งสอง เราถือว่าไดโอดบริดจ์ทำงานได้เพียง 2 ตัวเท่านั้นคือ D2 กับ D3 ส่วนบริดจ์ไดโอด D1 กับ D4 จะต้องหยุดนำกระแส ทรานซิสเตอร์ Q1 จะต้องทำงานได้ ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน Q2 กับ Q3 หยุดนำกระแสหลอด LED1 ดับสนิท อำนาจแม่เหล็กของรีเลย์ RLA1 มีทิศทางตรงข้าม หน้าสัมผัสของรีเลย์ทำให้ลำโพงถูกตัดขาดจากวงจรดังกล่าว

ลำโพงถูกตัดขาดเมื่อมีไฟลบเข้ามา

กรณีเมื่อมีไฟดีซีที่เป็นลบเข้ามายังวงจรในรูปที่ 2 ทรานซิสเตอร์สวิทชิง Q1 จะต้องนำกระแสได้เช่นเดียวกัน ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน Q2 กับ Q3 หยุดนำกระแส หลอด LED1 ต้องดับ รีเลย์ RLA1 อยู่ในตำแหน่งปกติปิด (NC) ลำโพงทั้งสองข้างถูกตัดวงจร

เมื่อพิจารณาไปที่ทรานซิสเตอร์ Q1 ซึ่งเราทราบที่อยู่แล้วว่าทรานซิสเตอร์ Q1 ต้องนำกระแส โดยกระแสเบสอินพุทของทรานซิสเตอร์ดังกล่าวย่อมไหลจากแรงดันที่จุดกราวด์ (สภาพตอนนี้แรงดันที่จุดกราวด์มีค่าเป็นบวกเมื่อเทียบกับแรงดัน -V เพราะวงจรรขยายชนิดโอซีแอลที่ใช้ไฟเลี้ยง 2 ชุด ($\pm V_{cc}$) นี้ เราถือว่าแรงดันที่จุดกราวด์ย่อมมีค่าเป็นบวกเมื่อเทียบกับแรงดันไฟ $\pm V_{cc}$) ส่งผ่านตัวต้านทาน R2 ไหลผ่านขาอินพุทออกไปที่ขาโคโอดของบริดจ์ไดโอด D4 เข้าไปที่ขาเบสออกไปยังขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 ส่งผ่านขาอินพุทออกไปที่ขาโคโอดของบริดจ์ไดโอด D1 ส่งผ่านตัวต้านทาน R1, R8 ไปครบกับแรงดันไฟลบที่ภาคเอาท์พุทของวงจรเพาเวอร์แอมป์ลิไฟเออร์ ตอนนี้เท่ากับว่าบริดจ์ไดโอด D2 กับ D3 จะต้องหยุดนำ-

กระแสทันที ตอนนำทรานซิสเตอร์ Q1 ทำงานนำกระแสได้ ทรานซิสเตอร์ Q1 ไปดึงแรงดันไฟไบอัสเบสอินพุทของทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน Q2 กับ Q3 ให้มีค่าลดลง ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันที่กล่าวมาหยุดนำกระแส หลอด LED1 จึงดับสนิท ลำโพงจึงถูกตัดขาดจากวงจร

ตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์อาการเสียเมื่อรีเลย์ไม่ทำงาน

สมมุติว่าเมื่อนำวงจรป้องกันลำโพงระบบดีเพนเดนต์ไปใช้งาน ผลปรากฏว่าวงจรถังกล่าวเกิดมีปัญหาขึ้นมาคือ หลอด LED1 ไม่สว่าง และไม่ได้ยินเสียงดังคลิกจากตัวรีเลย์ RLA1 เลย เพราะเราทราบกันโดยทั่วไปว่า เมื่ วงจรป้องกันลำโพงและวงจรรขยายเสียงเป็นปกติด้วยกันทั้งคู่ ย่อมทำให้หลอด LED1 สว่างตัวรีเลย์ RLA1 ต้องทำงานได้ยินเสียงดังคลิก ลักษณะอาการอย่างนี้ชี้ให้เห็นว่าวงจรป้องกันลำโพงเกิดมีปัญหาขึ้นมาแล้ว เพราะเนื่องจากว่าในการตรวจสอบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ สิ่งสำคัญที่เป็นพื้นฐานก็คือ การสังเกต เพราะการสังเกตช่วยให้เราหาสิ่งผิดปกติได้ เช่น ตัวอุปกรณ์ในวงจรใส่ไม่ถูกต้อง ทรานซิสเตอร์ต่างๆ ต่อผิดขาคิดเบอร์ ไดโอดและแอลอีดีต่อกลับขั้ว ตัวเก็บประจุไฟฟ้าต่อกลับขั้วกัน ลายปริ้นท์วงจรมีปัญหาอาจเกิดการลัดวงจรเข้าหากันหรือเกิดขาดวงจรขึ้นมา สิ่งเหล่านี้แหละช่วยเราเยอะมากเลยทีเดียว และเมื่อตรวจสอบความผิดปกติแล้วผลปรากฏว่าทุกอย่างถูกต้องดี ให้ทำการตรวจวิเคราะห์ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. จ่ายไฟเลี้ยง 12 โวลท์ ให้กับวงจรป้องกัน วัดไฟที่ขาโคโอดของไดโอด D5 โดยตั้งย่านโวลท์มิเตอร์ไฟตรง ขั้วบวกมิเตอร์และไปที่ขาโคโอดของไดโอด D5 ขั้วลบมิเตอร์และกับกราวด์ของวงจร ถ้าแรงดันที่จุดดังกล่าววัดออกมาแล้วไม่มีแรงดันเราถือว่าไดโอด D5 เสียคือขาดวงจร แต่ถ้าวัดแรงดันที่จุดดังกล่าวออกมาแล้วได้ไฟ 12 โวลท์อย่างนี้เราถือว่าไฟเลี้ยงมายังวงจรป้องกันแล้ว ขั้นตอนต่อไปต้องไปเช็กในข้อที่ 2

ขวาวออกจากกัน ไม่เหมือนกับวงจรป้องกันลำโพงระบบดิเฟนเดนต์ คือ ถ้าวางกระจายเสียงข้างเดียวหรือมีไฟดีซีออกมาข้างเดียว วงจรป้องกันดังกล่าวจะตัดลำโพงข้างที่ตีไปด้วย เพราะมันตัดระบบออกไปทั้งสองข้างนั่นเอง

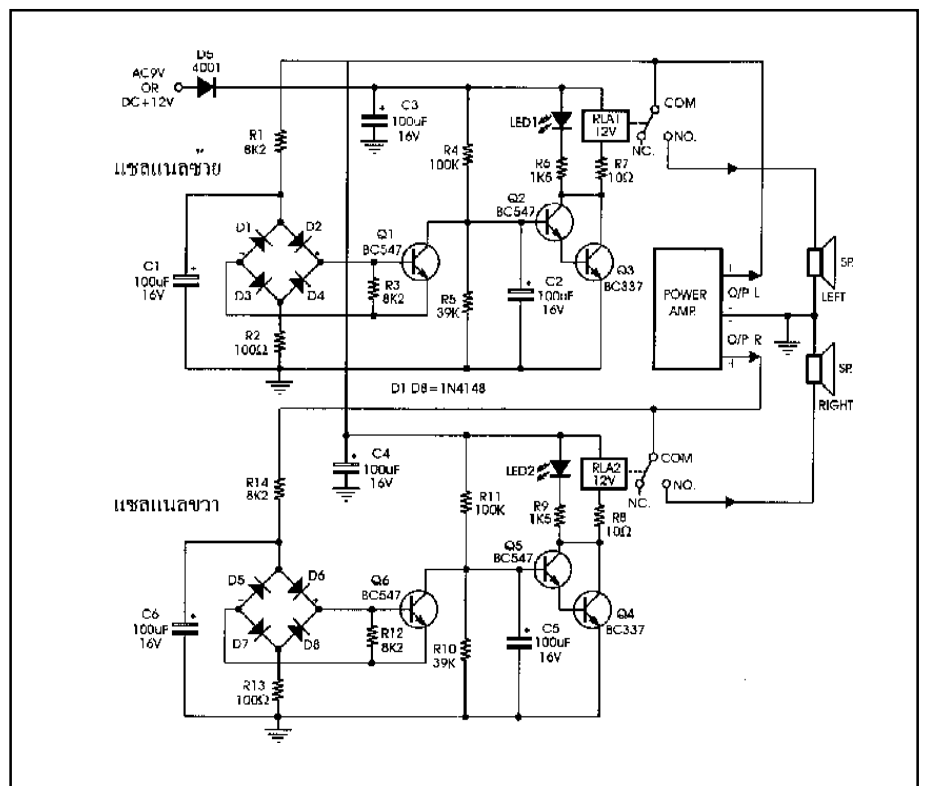
วงจรป้องกันลำโพงระบบอินดิเฟนเดนต์นี้ มีข้อดีคือ ถ้าวางกระจายข้างใดเสียไป วงจรป้องกันดังกล่าวจะตัดลำโพงข้างนั้นออกไปทันที โดยวงจรแสดงอยู่ในรูปที่ 4

จากวงจรในรูปที่ 4 สังเกตเห็นว่าวงจรมันเหมือนกับระบบดิเฟนเดนต์ทุกประการ พูดย่างๆ ก็คือใช้เป็นวงจรป้องกัน 2 ชุด คือ ชุดซ้ายแยกออกมาจากชุดขวา ตัวรีเลย์ RLA1 มีทั้งหมด 2 ตัวแยกออกมาอย่างชัดเจน ดังนั้นถ้าวางกระจายข้างใดข้างหนึ่งมีปัญหาก็สามารถตรวจสอบวงจรป้องกันลำโพงข้างนั้นได้ทันที วงจรนี้ใช้แหล่งจ่ายไฟ 12 โวลท์ มีไดโอด D5 กับตัวเก็บประจุ C3 ต่อเป็นวงจรฮาล์ฟเวฟเรกตีไฟเออร์ (Half wave rectifier) ทำให้แรงดันดีซี 12 โวลท์ไปตกคร่อมที่คาปาซิเตอร์ C3 ส่วนคาปาซิเตอร์ C4 ทำหน้าที่สำรองแรงดันไฟให้กับวงจรป้องกันลำโพงข้างขวานั้นเอง

พิจารณาวงจรป้องกันลำโพงข้างซ้าย พบว่าวงจรมีการขยายต่อผ่านมาทางตัวต้านทาน R1 เมื่อวงจรป้องกันและวงจรมีอยู่ในสภาวะปกติ แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R1 จะไม่มีแรงดันเกิดขึ้น ไดโอดบริจด์ D1-D4 หยุดทำงาน ทรานซิสเตอร์ Q1 หยุดนำกระแสแรงดันไฟตกคร่อมตัวต้านทาน R5 มีค่าปกติคือประมาณ 2 โวลท์ ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 สามารถที่จะนำกระแสได้ และเมื่อทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 นำกระแสได้แล้วย่อมส่งผลให้หลอด LED1 สว่างขึ้น รีเลย์ RLA1 ที่มีขนาดแรงดัน 12 โวลท์ ดึงหน้าสัมผัสคอนแทกให้ไปอยู่ในตำแหน่งนอร์มอลโอเพ่น (Normal open) ซึ่งเป็นตำแหน่ง No ส่งผลให้ลำโพงและวงจรมีอยู่ข้างซ้ายต่อวงจรถึงกัน แต่ถ้าเมื่อไรมีไฟดีซีที่เป็นบวกเข้ามาถึงจุดอินพุทของวงจรป้องกันดังกล่าวนี้ กระแสไฟจะส่งผ่านมาทางตัวต้านทาน R1 ไหลเข้าไปที่ขาอานโคอกไปที่ขาแคโอดของไดโอด

D2 ไหลผ่านขาเบสออกไปที่ขาอีมิเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 ส่งผ่านไดโอด D3 ไหลผ่านตัวต้านทาน R2 ไปครบวงจรกับกราวด์ ซึ่งเป็นศักย์ลบของวงจร ตอนที่เท่ากับว่าทรานซิสเตอร์ Q1 นำกระแสได้ ส่งผลให้ค่าความต้านทานที่ขาคอลเล็กเตอร์เทียบกับขาอีมิเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 มีค่าลดต่ำลง ทำให้แรงดันไฟตกคร่อมที่ขาคอลเล็กเตอร์กับขาอีมิเตอร์ของทรานซิสเตอร์เบอร์เดียวกันนี้มีค่าลดลงด้วยเช่นกัน กระแสคอลเล็กเตอร์ซึ่งเป็นกระแสเอาท์พุทของทรานซิสเตอร์ Q1 ไหลได้มากในเวลานี้ ส่งผลให้กระแสเบสอินพุทของทรานซิสเตอร์คาร์ลิงตัน Q2 กับ Q3 มีค่าลดลงเป็นอย่างมาก กล่าวคือตอนนี้ทรานซิสเตอร์คาร์ลิงตันทั้ง 2 ตัวหยุดนำกระแสทั้งคู่ ส่งผลให้หลอด LED1 ดับสนิท รีเลย์ RLA1 เกิดสนามแม่เหล็กยุบตัว ทำให้ทิศทางกระแสในตัวรีเลย์มีทิศทางตรงข้ามกับการทำงานในสภาวะปกติ รีเลย์ดึงหน้าสัมผัสมาอยู่ตำแหน่งปกติปิดที่เรียกว่าตำแหน่งนอร์มอลโคลส (Normal close) ซึ่งเขียนสั้นๆ ในวงจรคือ NC ท้ายสุดจึงทำให้ลำโพงถูกตัดขาดวง-

จรออกไป แต่ถ้าเมื่อไรมีไฟดีซีเข้ามาที่จุดอินพุทของวงจรป้องกันลำโพงข้างซ้ายเป็นโวลเข้ามาบ้าง ลักษณะเช่นนี้ย่อมทำให้ทรานซิสเตอร์ Q1 สามารถที่จะนำกระแสได้เช่นกัน โดยกระแสเบสอินพุทของทรานซิสเตอร์ Q1 ย่อมไหลจากแรงดันที่จุดกราวด์ (แรงดันที่จุดกราวด์ เราถือว่ามันศักย์ไฟบวกเมื่อเทียบกับแรงดันไฟ -V) ส่งผ่านตัวต้านทาน R2 ไหลผ่านบริจด์ไดโอด D4 เข้าไปที่ขาเบสออกไปที่ขาอีมิเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 ส่งผ่านการทำงานของบริจด์ไดโอด D1 ส่งผ่านตัวต้านทาน R1 ไปครบวงจรกับศักย์ลบที่เอาท์พุทของวงจรเพาเวอร์แอมป์ข้างซ้าย เมื่อกระแสเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ไหลได้ กระแสคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 ย่อมไหลได้มากในเวลานี้ ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์คาร์ลิงตัน Q2 กับ Q3 หยุดนำกระแสทำให้หลอดแอลอีดี 1 ดับสนิท รีเลย์ RLA1 ดึงหน้าสัมผัสมาตำแหน่ง NC ผลสุดท้ายทำให้ลำโพงตัดขาดจากระบบออกไปทันที นั้นหมายความว่าไม่ว่าแรงดันบวกหรือลบที่เข้ามาทางอินพุทของวงจรป้องกันลำโพงข้างซ้ายนี้ ไดโอดบริจด์-



รูปที่ 4 : แสดงวงจรป้องกันลำโพงระบบอินดิเฟนเดนต์

จะผลัดกันทำงานทีละ 2 ตัว จะทำงานพร้อมกันหมดไม่ได้ ทรานซิสเตอร์ Q1 ซึ่งเป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN (BC547) จะต้องนำกระแสได้อยู่ตลอดเวลา ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ตัวลิ่งตัน Q2 กับ Q3 หยุดนำกระแสได้ทั้งคู่ แต่ถ้าไม่มีแรงดันเข้ามาที่จุดอินพุทของวงจรดังกล่าว เราถือว่าบริดจ์ไดโอด D1-D4 ต้องหยุดนำกระแสทั้งหมด ทรานซิสเตอร์ Q1 ต้องหยุดนำกระแส ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ตัวลิ่งตัน Q2 กับ Q3 นำกระแสได้ทั้งคู่ ส่งผลให้ LED1 ติดสว่าง

เมื่อพิจารณาวงจรป้องกันลำโพงข้างขวา พบว่าวงจรขยายตัวต่อเข้ามาทางด้านทาน R14 ผ่านบริดจ์ไดโอด D5-D8 วงจรป้องกันดังกล่าวนี้เมื่ออยู่ในสภาวะปกติ วงจรขยายเพาเวอร์แอมป์ข้างขวาอยู่ในสภาวะปกติ กรณีเช่นนี้ตัวต้านทาน R14 จะไม่มีแรงดันไฟแมตส์กนิตเดียว วงจรบริดจ์ไดโอด D5-D8 ไม่สามารถที่จะนำกระแสได้ ส่งผลให้แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q6 มีค่าเท่ากับศูนย์ทรานซิสเตอร์ Q6 จึงหยุดนำกระแส ส่งผลให้แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์มีค่าเท่ากับแรงดันไฟตกคร่อมตัวต้านทาน R10 ($V_{R10} = (39k \times 12V) / (100k + 39k) = 2.13V$) คือมีค่าประมาณ 2 โวลท์ ลักษณะเช่นนี้ยอมทำให้ทรานซิสเตอร์ตัวลิ่งตัน Q4 กับ Q5 นำกระแส เมื่อ Q4 กับ Q5 นำกระแสได้ยอมที่จะทำให้หลอด LED 2 ติดสว่าง รีเลย์ RLA2 ดึงหน้าสัมผัสคอนแทกต์มาอยู่ตำแหน่งนอร์มอลโอเพ่น (Normal open = No) ส่งผลให้ลำโพงข้างขวาต่อเข้ากับวงจรขยายเพาเวอร์แอมป์ข้างขวาทันที แต่ถ้าเมื่อใดมีไฟดีซีที่เป็นบวกเข้ามาที่อินพุทของวงจรป้องกันลำโพงข้างขวานี้ ย่อมทำให้กระแสไหลบวกลงมาที่ตัวต้านทาน R14 ไหลผ่านบริดจ์ไดโอด D6 เข้าไปที่ขาเบสออกไปที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q6 ส่งผ่านไดโอดบริดจ์ D7 ไหลผ่านตัวต้านทาน R13 ไหลไปครบวงจรกับกราวด์ กรณีเช่นนี้ยอมทำให้ทรานซิสเตอร์ Q6 เริ่มนำกระแส เพราะ Q6 มีกระแสเบสไหลแล้ว ทำให้ค่าความต้านทานและแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์

เมื่อเทียบกับขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ดังกล่าวมีค่าลดลง ทรานซิสเตอร์ Q6 จึงดึงไฟไปอัสจากทรานซิสเตอร์ตัวลิ่งตัน Q4 กับ Q5 ให้มีไบอัสเบสอินพุทลดต่ำลง ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ตัวลิ่งตันดังกล่าว มีอาจที่จะนำกระแสได้ หลอด LED2 จึงดับ รีเลย์ RLA2 เกิดอำนาจสนามแม่เหล็กตรงข้ามย้อนกลับกับสภาวะปกติ รีเลย์ RLA2 จึงดึงหน้าสัมผัสภายในคอนแทกต์ตัวมันมาอยู่ตำแหน่งนอร์มอลโคลส (Normal close) ซึ่งเขียนสั้นๆ ว่า NC ผลสุดท้ายทำให้ลำโพงถูกตัดขาดจากวงจรไปโดยปริยาย และถ้าเมื่อใดมีไฟดีซีที่เป็นลบถูกป้อนเข้ามาถึงอินพุทของวงจรป้องกันลำโพงระบบอินดิเพนเดนตซ์ข้างขวานี้ อีกครั้ง ย่อมทำให้ทรานซิสเตอร์ Q6 นำกระแสได้อีกเช่นเดียวกัน โดยเส้นทางกระแสเบสอินพุทของทรานซิสเตอร์ Q6 ย่อมไหลจากแรงดันที่จุดกราวด์ของวงจร (ตอนนี้ศักย์ไฟที่กราวด์มีค่าเป็นบวกเมื่อเทียบกับแรงดันไฟ -V จากเอาท์พุทเพาเวอร์แอมป์ข้างขวา) ไหลผ่านตัวต้านทาน R13 ส่งผ่านไดโอดบริดจ์ D8 เข้าไปที่ขาเบสออกไปยังขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ตัวลิ่งตัน Q6 ไหลผ่านไดโอดบริดจ์ D5 ส่งผ่านตัวต้านทาน R14 ไหลไปครบวงจรกับแรงดันไฟลบที่เอาท์พุทเพาเวอร์แอมป์ข้างขวาดังนั้นทรานซิสเตอร์ Q6 จึงนำกระแสได้ กระแสเอาท์พุทซึ่งเป็นกระแสคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q6 ย่อมไหลได้มากในเวลานี้ ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ตัวลิ่งตัน Q4 กับ Q5 หยุดนำกระแสหลอด LED2 จึงดับสนิท และทำให้รีเลย์ RLA2 ดึงหน้าสัมผัสจากปกติเปิด (NO) มาเป็นปกติปิด (NC) ตัดเส้นทางของลำโพงออกไป

เราสามารถสรุปค่าของแรงดันไฟตามจุดต่างๆ เมื่อวงจรป้องกันลำโพงระบบอินดิเพนเดนตซ์อยู่ในสภาวะปกติ ทำให้หลอด LED1 และ LED2 ติดสว่าง ส่งผลให้รีเลย์ทั้ง 2 ตัวคือ RLA1 กับ RLA2 ดึงหน้าสัมผัสมาอยู่ในตำแหน่ง NO ต่อลำโพงซ้ายและขวาให้กับวงจรเพาเวอร์แอมป์ ได้ดังต่อไปนี้คือ

- แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 (V_{BQ1}) = 0V

- แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 (V_{CQ1}) = 2V
- แรงดันไฟที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 (V_{EQ1}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 (V_{BQ2}) = 2V
- แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q2 (V_{CQ2}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q2 (V_{EQ2}) = 1V
- แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q3 (V_{BQ3}) = 1V
- แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q3 (V_{CQ3}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q3 (V_{EQ3}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q4 (V_{BQ4}) = 1V
- แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q4 (V_{CQ4}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q4 (V_{EQ4}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q5 (V_{BQ5}) = 2V
- แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q5 (V_{CQ5}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q5 (V_{EQ5}) = 1V
- แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q6 (V_{BQ6}) = 0V
- แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q6 (V_{CQ6}) = 2V
- แรงดันไฟที่ขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q6 (V_{EQ6}) = 0V

ดังนั้นแรงดันไฟของทรานซิสเตอร์ที่กล่าวมา เป็นแรงดันไฟเพื่อใช้อ้างอิงในการตรวจซ่อมวิเคราะห์วงจร ได้อย่างเห็นผลและสมบูรณ์แบบมาก อีกประการหนึ่งแรงดันไฟดังกล่าวเป็นค่าที่ประมาณเอาไว้ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงได้ไม่เกิน 10% ของแรงดันที่วัดได้

กรณีที่เครื่องนี้มีปัญหาต้องแยกแยะออกมาให้ได้ว่ามันเสียข้างซ้ายหรือข้างขวา

หรือว่าเสียทั้ง 2 ข้าง วิธีการเช็ควงจรป้องกันลำโพงระบบอินดิเพนเดนตที่อยู่ในรูปที่ 4 นี้เสียที่ข้างไหน สังเกตง่าย ๆ ว่า ถ้าวางจรวดใดเสียหลอดแอลอีดีจะต้องดับพร้อมกับไม่ได้ยินเสียงดังคลิกออกมาจากรีเลย์ แต่ถ้าวางจรวดเกิดการผิดพลาดคือหลอดแอลอีดีทั้ง 2 ตัวดับสนิท พร้อมด้วยรีเลย์ทั้ง 2 ตัวก็ไม่ทำงานอย่างนี้ แสดงว่าตัวเสียคือภาคจ่ายไฟได้แก่ ไดโอด D5, คาปาซิเตอร์ C3 กับ C4 เป็นปัญหาหรือหลายปริ้นท์จากภาคจ่ายไฟอาจเกิดการขาดวงจรจึงทำให้ไม่มีไฟไปเลี้ยงวงจรป้องกันซึ่งรูปที่ 5 แสดงขั้นตอนการตรวจซ่อมวงจรป้องกันลำโพงอินดิเพนเดนต มีทั้งหมด 4 ขั้นตอนด้วยกัน แต่ตอนนี้จะพิจารณาการตรวจซ่อมวงจรป้องกันทางด้านขวาเพียงอย่างเดียว เมื่อรีเลย์ RLA2 ไม่ทำงาน หลอด LED2 ยังสว่างอยู่เป็นปกติ มีขั้นตอนการตรวจซ่อมดังนี้

1. ตอนนี้งจรเพาเวอร์แอมป์ระบบโอซีแอลมีความเป็นปกติ แต่วงจรป้องกันลำโพงเข้าขามีปัญหาเพียงอย่างเดียว กรณีเช่นนี้เราถือว่า คาปาซิเตอร์ C4 ซึ่งทำหน้าที่สำรองแรงดันไฟมีไฟตกคร่อม 12 โวลต์ที่ซีเป็นที่เรียบร้อย วัดแรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q6 ปกติต้องวัดได้เท่ากับศูนย์ (วิธีการวัดแรงดันไฟที่ขาเบสของ Q6 ให้ตั้งย่านดีซีโวลท์มิเตอร์ โดยขั้วบวกมิเตอร์แตะไปที่ขาเบสของ Q6 ขั้วลบมิเตอร์แตะกับกราวด์ของวงจร)

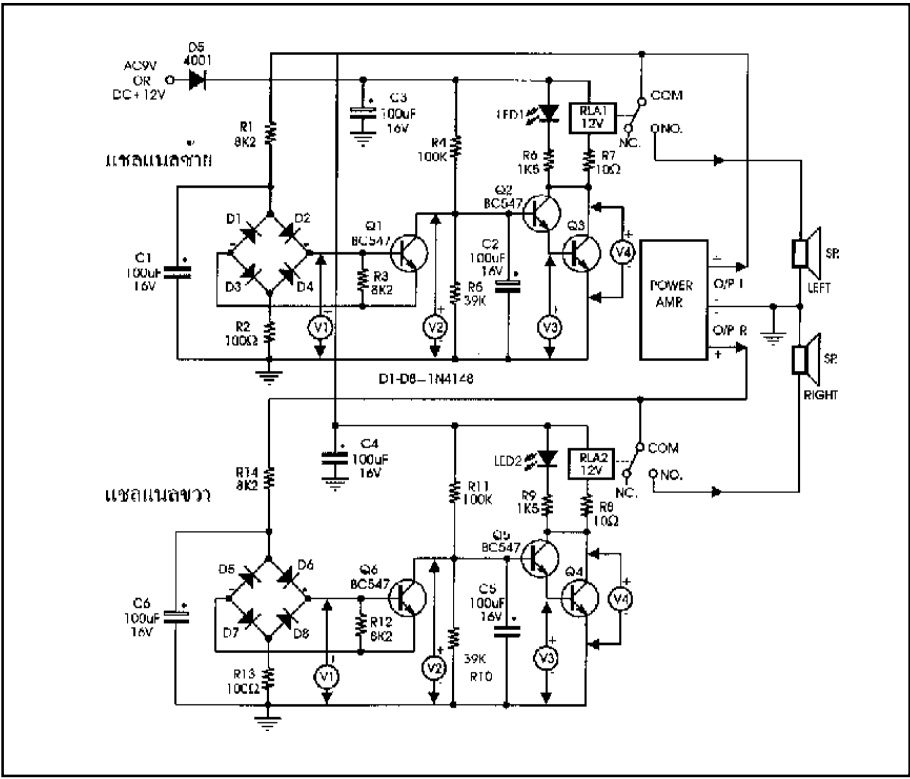
2. วัดไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q6 (วิธีการวัดแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q6 นำขั้วบวกดีซีโวลท์มิเตอร์มาแตะที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ตัวดังกล่าว ส่วนขั้วลบมิเตอร์ให้มาแตะกับกราวด์ของวงจร) ปกติแรงดันที่จุดนี้ต้องได้ไฟประมาณ 2 โวลต์คือมีค่าเท่ากับแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R10

3. วัดไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q4 (วิธีการวัดแรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q4 โดยนำขั้วบวกดีซีโวลท์มิเตอร์มาแตะที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q4 ส่วนขั้วลบดีซีโวลท์มิเตอร์มาแตะกับกราวด์ของวงจร) ปกติแรงดันไฟที่จุดดังกล่าวนี้ต้อง

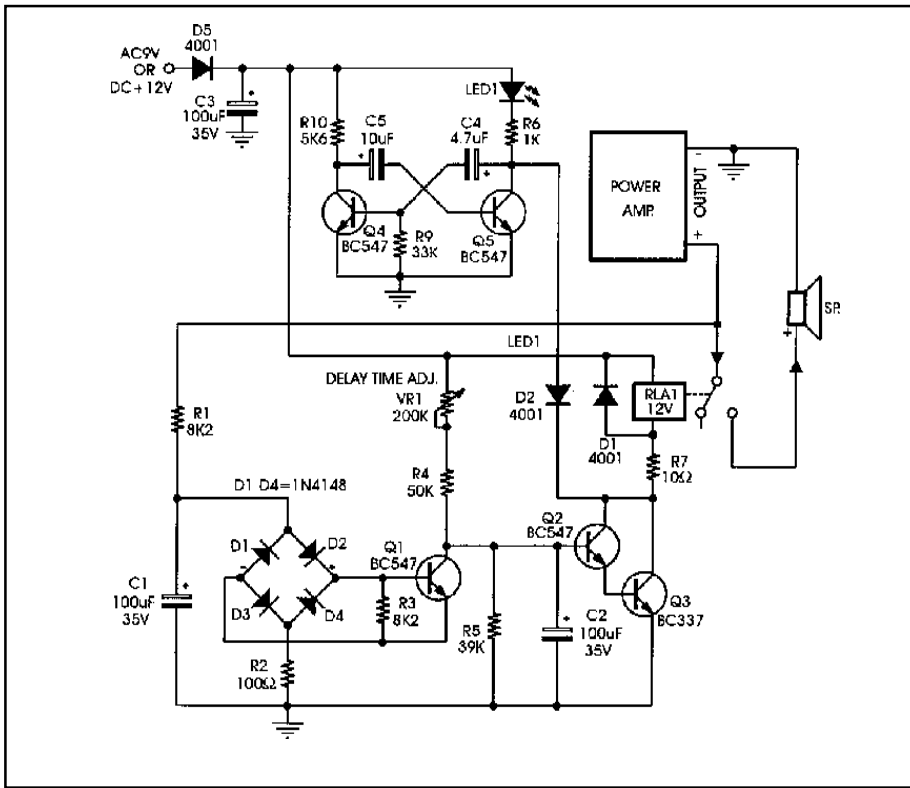
มีค่าประมาณ 0.6-1 โวลต์ แต่ถ้าแรงดันที่จุดนี้วัดได้เท่ากับศูนย์ เราถือว่าทรานซิสเตอร์ Q4 เสียในลักษณะลัดวงจรทางขาเบสกับขาอีมีเตอร์ของตัวมัน

4. วัดไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q4 (นำขั้วบวกดีซีโวลท์มิเตอร์มาแตะที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q4 ส่วนขั้วลบดีซีโวลท์มิเตอร์มาแตะกับกราวด์ของวงจร) ถ้าวัดได้สูงกว่านี้วัดได้สูงเท่ากับแหล่งจ่ายไฟ 12 โวลต์ เราถือว่าทรานซิสเตอร์ Q4 เสีย ในลักษณะขาดวงจรทางขาคอลเล็กเตอร์กับขาอีมีเตอร์ของตัวมันนั่นเอง แต่ถ้าแรงดันที่จุดนี้วัดได้เท่ากับศูนย์โวลต์ เราถือว่าตัวต้านทาน R7 ที่มีค่าความต้านทาน 10 โอห์มเกิดการขาดและยึดค่า วิธีการเช็คว่าตัวต้านทาน R7 เกิดการขาดและยึดค่าหรือไม่ให้นำดีซีโวลท์มิเตอร์มาวัดโวลท์ตกคร่อม R7 ถ้าวัดแรงดันได้สูงเท่ากับแหล่งจ่ายเราถือว่า R7 ขาดอย่างแน่นอน แต่ถ้าวัดแรงดันตกคร่อม R7 แล้วเกิดผลคือไม่มีแรงดันไฟ เราถือว่า R7 เป็นปกติตัวที่เสียคือรีเลย์ RLA2 นั่นเอง

เห็นไหมครับว่า วงจรที่กล่าวมาทั้งหมด 2 วงจร คือ วงจรป้องกันลำโพงระบบอินดิเพนเดนต กับวงจรป้องกันลำโพงระบบอินดิเพนเดนต มีระบบของวงจรที่เหมือนกัน แต่แตกต่างกันเฉพาะการนำไปใช้งานดังที่ได้กล่าวมา อีกประการหนึ่งเรามาตรวจสอบวงจรโดยใช้วิธีการวัดด้วยแรงดันไฟ เพราะวิธีนี้เป็นวิธีที่ได้ผลและมีประสิทธิภาพมากที่สุดในการที่จะหาตัวเสีย ซึ่งการถอดทรานซิสเตอร์ออกมาวัดด้วยโอห์มมิเตอร์ของวงจรนั้นเป็นวิธีที่ให้ผลออกมาไม่สมบูรณ์ เคยเห็นไหมครับวัดด้วยโอห์มมิเตอร์แล้วดี พอเปลี่ยนทรานซิสเตอร์เบอร์เดิมตัวใหม่เข้าไปแทน กลับทำงานได้ดีเหมือนเดิม เพราะอะไรล่ะครับ เพราะว่ามีมิเตอร์ที่เราใช้อยู่มีแรงดันใช้งานไม่เกิน 12 โวลต์ ถ้าทรานซิสเตอร์เกิดอาการรั่วไฟสูงกว่า 12 โวลต์ มิเตอร์เราเช็กรั่วของทรานซิสเตอร์ไม่ได้ ผลออกมาวัดทรานซิสเตอร์เป็นปกติเฉยเลย อย่างนี้ท่านต้องตระหนักให้มาก เพราะผู้เขียนเจอมาแล้ว ปวดหัวมากก็มาก เพราะฉะนั้นการเช็กรานซิสเตอร์ในวงจรด้วยวิธีวัดแรงดันไฟ เราถือว่าเป็นวิธีที่ชัวร์มากที่สุด



รูปที่ 5 : แสดงขั้นตอนการตรวจซ่อมวงจรป้องกันลำโพงระบบอินดิเพนเดนต



รูปที่ 6 : แสดงวงจรป้องกันลำโพงรุ่นไฟกะพริบชนิดไฮเพาเวอร์

แต่ถ้าทรานซิสเตอร์เกิดการลัดวงจร อย่างนี้เราเช็คด้วยโอห์มมิเตอร์ได้ไม่มีปัญหาแต่อย่างใด

3. วงจรป้องกันลำโพงรุ่นไฟกะพริบชนิดไฮ-เพาเวอร์

ท่านที่ชื่นชอบเครื่องขยายเสียงวัตต์สูงตั้งแต่ 200 วัตต์ขึ้นไป จำเป็นต้องใช้วงจรป้องกันลำโพงรุ่นนี้ครับ คือรุ่นไฟกะพริบชนิดไฮ-เพาเวอร์ (Flashing high-power speaker protector) วงจรป้องกันดังกล่าวนี้หลักการก็คือ ถ้ามีไฟดีซีที่เป็นบวกหรือลบเข้ามายังจุดอินพุทของวงจร จะมีหลอดแอลอีดีกะพริบให้เห็น แต่ถ้าไม่มีไฟดีซีเข้ามาทางอินพุทของวงจรป้องกัน หลอดแอลอีดีที่โชว์อยู่ในวงจรจะกะพริบสักครู่หนึ่งแล้วจะติดสว่างคงที่ตลอดไปซึ่งวงจรดังกล่าวถูกแสดงไว้แล้วในรูปที่ 6

จากวงจรในรูปที่ 6 สังเกตเห็นว่าเป็นวงจรป้องกันสำหรับวงจรเพาเวอร์แอมป์ที่เป็นระบบโมโนคือข้างเดียว แต่ถ่วงวงจรเพาเวอร์แอมป์เป็นระบบสเตอริโอ จะต้องใช้วงจรป้องกันนี้ 2 ชุด ในส่วนของรีเลย์เราเลือกใช้ขนาดแรงดัน 12 โวลท์ แต่ทว่าสามารถทน

กระแสได้สูงถึง 30 แอมแปร์ วงจรนี้ใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง 12 โวลท์ นำมาจากขดเซกกันดารีของหม้อแปลงไฟฟ้านิตสตีปดาวน์ทรานส์ฟอร์เมอร์ 9 โวลต์เอซี ไดโอด D5 กับคาปาซิเตอร์ C3 ต่อเป็นวงจรแปลงไฟครึ่งคลื่น นั้นหมายความว่าแรงดันที่ตกคร่อมคาปาซิเตอร์ C3 ย่อมมีค่าแรงดันไฟเท่ากับ 12 โวลท์ดีซีอย่างแน่นอน

ทรานซิสเตอร์ Q4 กับ Q5 ทำหน้าที่เป็นวงจรมัลติไวเบรเตอร์ (Multivibrator circuit) จะสลับกันทำงานโดยมีโหนดเป็นหลอดไดโอดเปล่งแสง LED1 เป็นตัวโชว์สัญญาณไฟกะพริบ อินพุทของวงจรป้องกันส่งผ่านมาจากตัวต้านทาน R1 โดยมีคาปาซิเตอร์ C1 ทำหน้าที่เป็นวงจรโลว์พาสฟิลเตอร์ (Low pass filter) ที่ให้ความถี่ต่ำผ่านไปได้เพียงอย่างเดียว ซึ่งหน้าที่ของตัวต้านทาน R1 ทำหน้าที่ลดระดับแรงดันไฟดีซีที่เป็นบวกและลบเข้ามายังวงจรบริดจ์ไดโอด (Bridge diode) ประกอบด้วยไดโอด D1-D4 โดยไดโอดบริดจ์ดังกล่าวจะผลัดกันทำงานช่วงละ 2 ตัวเท่านั้น นั่นคือถ้ามีแรงดันไฟดีซีที่เป็นบวกเข้ามา ทำให้

ไดโอด D2 กับ D3 ทำงาน ส่งผลให้ไดโอด D1 กับ D4 หยุดนำกระแส แต่ถ้ามีแรงดันไฟดีซีที่เป็นลบเข้ามายังวงจรป้องกันนี้ ส่งผลให้ D2 กับ D3 หยุดนำกระแส แต่ทำให้ไดโอด D1 กับ D4 นำกระแสแทนได้

ไม่ว่าแรงดันไฟดีซีจะเป็นบวกหรือลบเข้ามาย่อมทำให้ทรานซิสเตอร์สวิทช์ Q1 ทำงานได้อยู่ตลอดโดยมีตัวต้านทาน R2 ทำหน้าที่จำกัดกระแสเอาท์พุทซึ่งเป็นกระแสคอลเล็กเตอร์ให้กับทรานซิสเตอร์ดังกล่าว ส่วนตัวต้านทาน R3 ทำหน้าที่กำหนดแรงดันไบอัสเบสคงที่ให้กับทรานซิสเตอร์สวิทช์ Q1

ทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 ต่อเป็นแบบดาร์ลิงตันทรานซิสเตอร์ (Darlington transistor) เพื่อเพิ่มอัตราขยายกระแสให้สูงขึ้นสำหรับขั้วรีเลย์ RLA1 โดยทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 จะทำงานไม่พร้อมกัน ทรานซิสเตอร์ Q1 กล่าวคือ ถ้าทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตัน Q2 กับ Q3 นำกระแสไม่ได้ ในทำนองกลับกันถ้าทรานซิสเตอร์ Q1 ไม่สามารถที่จะนำกระแสได้ ย่อมส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 นำกระแสได้ ทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 ทำหน้าที่ขั้วรีเลย์ให้เป็นสวิทช์ออนและออฟ โดยมีตัวต้านทาน R7 ทำหน้าที่จำกัดกระแสเอาท์พุทซึ่งเป็นกระแสคอลเล็กเตอร์ให้กับทรานซิสเตอร์ดาร์ลิงตันดังกล่าว ดังนั้นถ้าตัวต้านทาน R7 เกิดมีปัญหาคือขาดและยึดค่าขึ้นมา ลักษณะเช่นนี้ย่อมทำให้รีเลย์ไม่สามารถที่จะเป็นสวิทช์ออนและออฟได้เลย ในส่วนของไดโอด D1 ที่ต่อขนานกับรีเลย์ RLA1 นี้มีหน้าที่ลบล้างอำนาจสนามแม่เหล็กย้อนกลับให้กับรีเลย์นั่นเอง

วงจรสำหรับการหน่วงเวลา (Delay circuit) ประกอบด้วยอาร์เก็ททิมเมอร์ (Trimmer) VR1, ตัวต้านทาน R4 และคาปาซิเตอร์ C2 วงจรดังกล่าวหน่วงเวลาเพื่อไม่ให้มีเสียงดังตื้อออกลำโพง นั้นหมายความว่าเมื่อนำวงจรนี้ไปใช้งาน รีเลย์ RLA1 จะไม่ต่อลำโพงทันทีต้องรอเวลาสำหรับการหน่วงเวลาผ่านพ้นไปเสียก่อน รีเลย์ถึงจะต่อกับลำโพงนั่นเอง

เรามาดูหลักการการทำงานของวงจร

กันว่า มีลักษณะการทำงานอย่างไร โดยพิจารณาเมื่อไม่มีแรงดันไฟดีซีเข้ามายังอินพุทของวงจรถ่วงกันนี้ (สภาพตอนนี้เราถือว่าวงจรถ่วงเพาเวอร์แอมป์ชนิดโอซีแอลทำงานเป็นปกติ) ไดโอดบริดจ์ D1-D4 หยุดนำกระแสทั้งหมด ตอนนี้ทำให้แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ได้ศูนย์โวลท์ ดังนั้นทรานซิสเตอร์ Q1 จึงหยุดนำกระแสเป็นสวิตช์ออฟ สภาพตอนนี้คาปาซิเตอร์ C2 ค่อยๆ เริ่มเก็บประจุผ่านมาทางอาร์กเกอิกม่า VR1, ตัวต้านทาน R4 เข้ามาประจุไฟไว้ที่คาปาซิเตอร์ดังกล่าว ในช่วงเวลาที่คาปาซิเตอร์ C2 เริ่มเก็บประจุ แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน Q2 มีค่าลดลง ส่งผลทำให้ทรานซิสเตอร์ Q3 ทำงานน้อยลง ทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 ไม่สามารถที่จะนำกระแสได้ในเวลานี้ ดังนั้นแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตันดังกล่าวมีค่าสูงขึ้น สภาพตอนนี้ไดโอด D2 ไม่ต่อกับกราวด์หรือพูดง่าย ๆ ตอนนี้ไดโอด D2 ถูกรีเวิร์สไบอัส (Reverse bias) ทำให้วงจรมัลติไวเบรเตอร์ที่ประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ Q4 กับ Q5 ทำงาน ส่งผลให้หลอด LED1 กะพริบทันที

แต่เมื่อคาปาซิเตอร์ C2 เก็บประจุจนเต็ม หรือผ่านเวลาในการหน่วงไปแล้ว ตอนนี้ส่งผลทำให้แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน Q2 กับ Q3 มีค่าสูงขึ้น ทรานซิสเตอร์ดังกล่าวนำกระแสได้ทั้งคู่ สภาพตอนนี้ไดโอด D2 สามารถต่อกับกราวด์ได้ เพราะแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 มีค่าลดต่ำลง ไดโอด D2 นำกระแสแบบฟอร์เวิร์ด ไบอัส (Forward bias) เมื่อไดโอด D2 นำกระแสได้ ส่งผลให้ขาคอลเล็กเตอร์กับขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q5 ถูกลัดวงจร กรณีเช่นนี้จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ Q4 กับ Q5 ที่ทำหน้าที่เป็นวงจรมัลติไวเบรเตอร์หยุดนำกระแสทันที หลอด LED1 ที่เคยกะพริบอยู่ ก็หยุดกะพริบพร้อมติดสว่างค้างโดยตลอด นั่นหมายความว่าถ้าเครื่องจรวจบ่งกันนี้เป็นปกติ ตอนแรกจะเห็นหลอด LED1 กะพริบสักครู่หนึ่งแล้ว

ก็จะติดสว่างค้างเป็นอย่างนี้ตลอดไป

เมื่อพิจารณาช่วงที่วงจรถ่วงเพาเวอร์แอมป์ มีปัญหาเกิดแรงดันไฟดีซีที่เป็นบวกเข้ามายังอินพุทของวงจรถ่วงกันนี้ กระแสจะไหลผ่านตัวต้านทาน R1 ผ่านการทำงานของบริดจ์ไดโอด D2 ไหลเข้าไปที่ขาเบสออกไปยังขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์สวิทซ์ Q1 ไหลผ่านการทำงานของบริดจ์ไดโอด D3 ส่งผ่านตัวต้านทาน R2 ไปครบวงจรกับกราวด์ กรณีเช่นนี้ย่อมทำให้กระแสเบสอินพุทของทรานซิสเตอร์ Q1 ไหลได้ ตอนที่แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 มีค่าเป็นบวกคือมีแรงดันประมาณ 1-2 โวลท์ เมื่อทรานซิสเตอร์ Q1 มีกระแสไหลเกิดขึ้นได้ ย่อมทำให้ค่าความต้านทานและแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์กับขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 มีค่าลดต่ำลง ทำให้แรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 มีค่าลดลง (เพราะตอนนี้ทรานซิสเตอร์ Q1 ดึงไฟไปอัสจากทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 ให้มีค่าน้อยลง) ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตันดังกล่าวไม่อาจนำกระแสได้ ลักษณะเช่นนี้ย่อมส่งผลให้ค่าความต้านทานและแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์กับขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q3 มีค่าสูงขึ้น ไดโอด D2 ถูกต่อชนิดเป็นรีเวิร์ส ไบอัส ทำให้ D2 ขาดจากวงจรในช่วงนี้ ทรานซิสเตอร์ Q5 ที่ทำหน้าที่เป็นวงจรมัลติไวเบรเตอร์ร่วมกับทรานซิสเตอร์ Q4 จะไม่ถูกไดโอด D2 ลัดวงจร จึงทำให้วงจรมัลติไวเบรเตอร์ทำงานปกติ ส่งผลให้หลอด LED1 ติดกะพริบไปอย่างต่อเนื่อง นั่นหมายความว่าถ้าวงจรถ่วงกะพริบของหลอด LED1 อยู่ตลอดเวลา แสดงว่ารีเลย์ตัดลำโพงออกจากระบบไปแล้ว

เมื่อพิจารณาแรงดันไฟดีซีที่เป็นลบออกมาจากเพาเวอร์แอมป์ แล้วนำแรงดันดังกล่าวมาบ่อนจุดอินพุทของวงจรถ่วงกันนี้ ทรานซิสเตอร์ Q1 จะต้องนำกระแสได้ โดยกระแสเบสอินพุทของทรานซิสเตอร์ Q1 ย่อมสามารถที่จะไหลจากแรงดันที่จุดกราวด์ของวงจร ไหลผ่านตัวต้านทาน R2 ผ่านการทำงานของไดโอด D4 ไหลเข้าไปที่ขาเบสออกไปยังขาอีมีเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 ส่งผ่าน

ไดโอดบริดจ์ D1 และตัวต้านทาน R1 ไปครบวงจรกับแรงดันไฟลบที่เอาต์พุทของวงจรถ่วงเพาเวอร์แอมป์ ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ Q1 นำกระแสแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 ลดลง ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน Q2 กับ Q3 หยุดนำกระแสรีเลย์ RLA1 ตัดลำโพงออกไป หลอด LED1 จะกะพริบอยู่ตลอดเวลาเช่นเดียวกับเมื่อมีแรงดันไฟบวกเข้ามายังอินพุทของวงจรถ่วงกันลำโพงดังกล่าว

ไฟกะพริบตลอดเวลาจะวิเคราะห์อย่างไร

ถ้าหากว่าวงจรถ่วงในรูปที่ 6 เกิดมีปัญหาคือขึ้นมาก็คือประกอบเครื่องจรวจบ่งกันนี้แล้วนำไปต่อเข้ากับเครื่องขยายเสียงระบบโอซีแอลเครื่องขยายและลำโพงดีเป็นปกติ แต่มีไฟกะพริบอยู่ตลอดเวลา นั่นหมายถึงว่าตอนนี้หลอด LED กะพริบตลอด และรีเลย์ RLA1 ก็จะไม่ต่อวงจรกับลำโพง เรามีขั้นตอนการตรวจสอบอยู่ในรูปที่ 7 ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

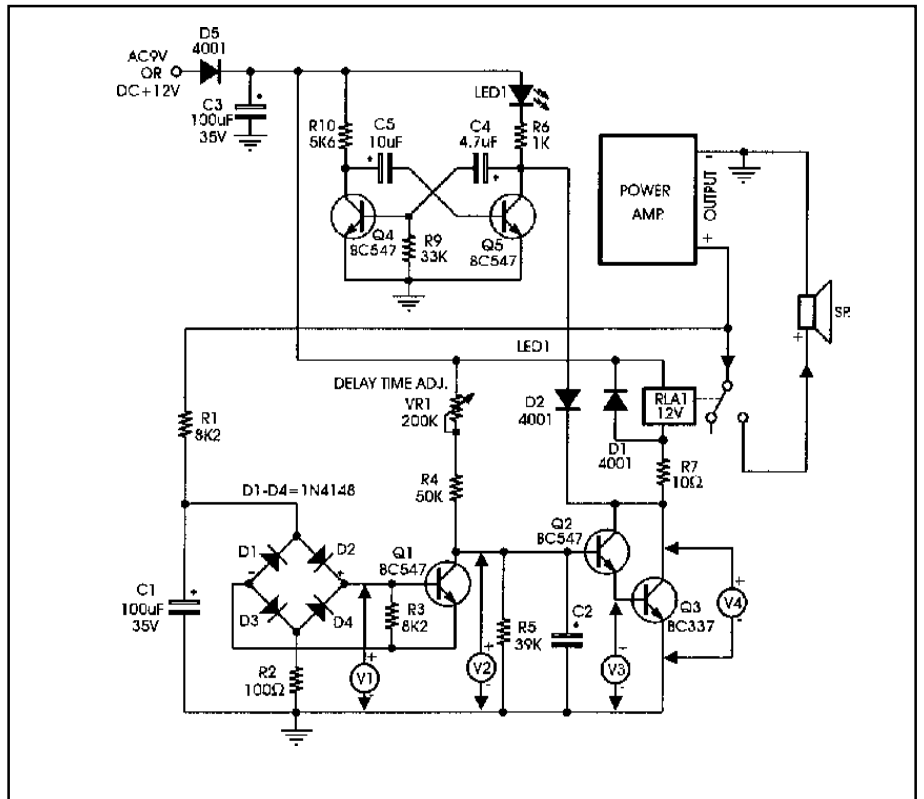
1. เมื่อเพาเวอร์แอมป์ดีเป็นปกติ ไดโอดบริดจ์ D1-D4 ต้องหยุดนำกระแสส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ Q1 หยุดนำกระแสตามไปด้วย และเมื่อทรานซิสเตอร์ Q1 หยุดนำกระแสจะไม่มีแรงดันไฟปรากฏที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 แม้แต่โวลท์เดียว ให้วัดแรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 (วิธีการวัดแรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q1 ให้ตั้งย่านดีซีโวลท์มิเตอร์ โดยขั้วบวกดีซีโวลท์มิเตอร์แตะไปที่ขาเบสของ Q1 ส่วนขั้วลบมิเตอร์แตะไปที่กราวด์ของวงจร) ปกติแรงดันที่จุดนี้ต้องได้ศูนย์โวลท์

2. วัดแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 โดยนำขั้วบวกดีซีโวลท์มิเตอร์มาแตะที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 ส่วนขั้วลบดีซีโวลท์มิเตอร์ให้มาแตะที่ตำแหน่งกราวด์ของวงจร ปกติแรงดันไฟที่ตำแหน่งดังกล่าวจะต้องมีค่าแรงดันไฟประมาณ 1-2 โวลท์ แต่ถ้าวัดแรงดันที่ขาคอลเล็กเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q1 แล้วออกมาปรากฏว่ามีแรงดันศูนย์โวลท์ ลักษณะอย่างนี้ชี้ให้เห็นว่าอาร์กเกอิกม่า VR1 เกิดขาดวงจร

หรือไม่ก็ทรานซิสเตอร์ Q1 ที่เสียเองคือ Q1 เสียในลักษณะเกิดการลัดวงจรทางขาคอลเล็กเตอรืกับขามิตเตอร์ของตัวเอง

3. เมื่อเช็คทรานซิสเตอร์ Q1 เป็นปกติ แรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอรืของทรานซิสเตอร์ Q1 ย่อมมีค่าแรงดันไฟเท่ากับแรงดันที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 คือมีค่าแรงดันไฟประมาณ 1-2 โวลต์ อาการเสียเมื่อหลอด LED1 กะพริบอยู่ตลอดเวลาอย่างนี้คงเหลือเพียงทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน Q2 กับ Q3 เท่านั้นที่จะต้องเช็คเป็นตัวต่อไป ขั้นตอนต่อไปต้องไปวัดไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q3 (วิธีการวัดไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q3 โดยนำขั้วบวกดีซีโวลท์มิเตอร์มาแตะที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q3 ส่วนขั้วลบดีซีโวลท์มิเตอร์ให้มาแตะกับกราวด์ของวงจร) ปกติแรงดันที่จุดนี้ต้องมีค่าประมาณ 0.6-1 โวลต์ ถ้าแรงดันดังกล่าววัดได้แรงดันเท่ากับแรงดันที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q2 คือเท่ากับ 2 โวลต์ ตัวเสียคือทรานซิสเตอร์ Q3 ซึ่งเสียในลักษณะขาดวงจรทางขาเบสกับขามิตเตอร์ แต่ถ้าแรงดันที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q3 วัดได้เท่ากับศูนย์โวลต์ อย่างนี้ถือว่าทรานซิสเตอร์ Q2 เสียในลักษณะขาดวงจรทางขาเบสกับขามิตเตอร์นั่นเอง

4. เมื่อเช็คแรงดันไฟที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ Q3 เป็นปกติ แสดงว่ากระแสอินพุทของทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตัน Q2 กับ Q3 ไหลได้เป็นปกติแล้ว ต่อไปต้องเช็คกระแสเอาท์พุทซึ่งเป็นกระแสคอลเล็กเตอรืของทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตันดังกล่าวด้วยว่าไหลได้หรือไม่ เพราะอาการอย่างนี้เป็นอาการที่บ่งบอกว่า ทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตันไม่สามารถที่จะมีกระแสคอลเล็กเตอรืไหลได้ วัดไฟที่ขาคอลเล็กเตอรืของทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตันตัวใดตัวหนึ่งต้องได้แรงดันไฟสูงเท่ากับแหล่งจ่ายคือ 12 โวลต์ วิธีที่จะเช็คกว่าทรานซิสเตอร์ดาร์ลิ่งตันตัวใดเสีย ให้ใช้วิธีวัดแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอรืกับขามิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ Q2 กับ Q3 ถ้าทรานซิสเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งวัดแรงดันไฟที่ขาคอลเล็กเตอรืเทียบกับขามิตเตอร์ได้ไฟสูงเท่ากับ 12 โวลต์ เราถือว่าทรานซิส



รูปที่ 7 : แสดงขั้นตอนการตรวจซ่อมวงจรป้องกันลำโพงรุ่นไฟกะพริบชนิดไอพาวเวอร์

เตอร์ตัวนั้นเสีย ยกตัวอย่างเช่น ถ้านำขั้วบวกดีซีโวลท์มิเตอร์มาแตะที่ขาคอลเล็กเตอรืของทรานซิสเตอร์ Q2 ส่วนขั้วลบดีซีโวลท์มิเตอร์มาแตะที่ขามิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ตัวเดียวกัน แล้วได้ไฟสูงเท่ากับแหล่งจ่ายคือ 12 โวลต์ เราถือว่าทรานซิสเตอร์ Q2 เสีย อย่างนี้เป็นต้น

เป็นอย่างไรกันบ้างครับ อ่านแล้วดูสนุกขึ้นมาบ้างไหมหะ ก็บอกแล้วว่าไม่ได้ยากอย่างที่คิดหรอก วงจรอิเล็กทรอนิกส์ใดๆ ก็แล้วแต่ ไม่ว่าจะป็นอิเล็กทรอนิกส์เกี่ยวกับวิทยุ เครื่องเสียง ซีดี โทรทัศน์ และวิดีโอ ถ้าเรารู้หลักการทำงานในทำนองนี้แล้ว เราสามารถซ่อมได้ทุกอย่างนั่นแหละ

ผมเชื่อว่าเศรษฐกิจทุกวันนี้ก็ยังคงเหมือนเดิมคือ ดิ่งลงเหวลึกทุกที ประชาชนต้องรูดเข็มถึงจะประทังประคองตัวเองขึ้นมาได้ อะไร ก็แล้วแต่พื้นฐานมีความสำคัญยิ่งเสมือนดึกที่ใหญโต ถ้าปราศจากรากฐานที่มั่นคงและแข็งแรง จะเป็นดึกอยู่ได้อย่างไรเล่า

ก็คงจะถล่มลงมา เสียหายไหมครับ?... เสียหายอย่างแน่นอน

เรื่องราวทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ก็เหมือนกัน ความรู้พื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ถือว่ามีความสำคัญยิ่ง มองวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้ออก รู้ลึกถึงการทำงานของวงจรให้จรงได้ ได้ศึกษากระแสไฟในวงจรให้ครบ เพราะถ้าได้ศึกษากระแสไฟไม่ได้ซ่อมลำบากครับ กระแสไฟในวงจรก็เปรียบเหมือนกับการไหลของน้ำนั่นแหละ น้ำย่อมจะไหลได้ก็ต่อเมื่อพื้นที่เกิดการเชื่อมต่อล้ากันนั่นคือ น้ำจะไหลจากที่สูงลงสู่ที่ต่ำ กระแสไฟในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ก็เช่นเดียวกัน ต้องไหลจากศักย์บวกไปหากศักย์ลบของวงจร...พบกันใหม่ครับในฉบับต่อไป.

GEW