

หน่วยที่ 16

Triac และ Diac

สาระสำคัญ

Triac เป็นอุปกรณ์ Thyristor อีกชนิดหนึ่ง มีขา 3 ขา คือ Anode 1 , Anode 2 และ Gate สามารถนำกระแสได้ 2 ทิศทาง ส่วน Diac เป็นอุปกรณ์ช่วยในการทริกที่เกตของ Triac มีขา 2 ขาคือ Anode 1 และ Anode 2 สามารถนำกระแสได้ 2 ทิศทางเช่นกัน Triac และ Diac ถูกนำมาใช้ควบคุมโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น วงจรควบคุมความร้อน ควบคุมแสงสว่าง โดย Triac ทำหน้าที่อุปกรณ์ควบคุมหลัก และ Diac เป็นอุปกรณ์ช่วยในการควบคุมและป้องกันอันตราย ไม่ให้แรงดันที่รอยต่อระหว่าง G-A₁ ของ Triac สูงเกินไป

เรื่องที่จะศึกษา

- 16.1 บทนำ
- 16.2 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ Triac
- 16.3 คุณลักษณะของ Triac
- 16.4 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ Diac
- 16.5 คุณลักษณะของ Diac
- 16.6 การตรวจสอบ Triac และ Diac
- 16.7 การใช้งาน Triac และ Diac
 - 16.7.1 วงจรหรีไฟ
 - 16.7.2 วงจรเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

จุดประสงค์การสอน

1. จุดประสงค์ทั่วไป

- 1.1 เพื่อให้ให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ โครงสร้างสัญลักษณ์ของ Triac และ Diac

- 1.2 เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับคุณลักษณะของ Triac และ Diac
- 1.3 เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับวิธีการตรวจสอบ Triac และ Diac
- 1.4 เพื่อให้ นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับการใช้งาน Triac และ Diac ในวงจรหรีไฟ และวงจรเครื่องทำน้ำอุ่น ไฟฟ้า
- 1.5 เพื่อให้ นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเกี่ยวกับ Triac และ Diac ทั้งในด้านการทำงาน ร่วมกันเป็นกลุ่ม ความมีวินัย ความรับผิดชอบ การใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างประหยัดและรู้คุณค่า

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนหน่วยนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

- 2.1 บอกโครงสร้าง สัญลักษณ์ของ Triac และ Diac ได้
- 2.2 บอกคุณลักษณะและการใช้งาน Triac และ Diac ได้
- 2.3 บอกวิธีการตรวจสอบ Triac และ Diac ได้
- 2.4 บอกหน้าที่ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงจรหรีไฟและวงจรเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าได้
- 2.5 บอกวิธีปรับปรุงวงจรหรีไฟเพื่อใช้ควบคุมความเร็วมอเตอร์ได้
- 2.6 สามารถต่อวงจรการทดลองหาคคุณลักษณะของ Triac และ Diac ได้

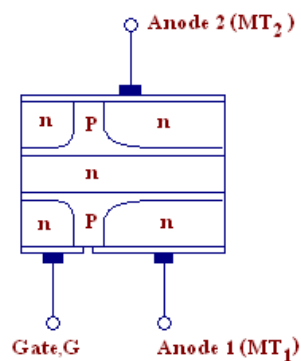
คุณธรรมและจริยธรรมที่มุ่งเน้น

1. ความมีวินัย
2. ความรับผิดชอบ
3. ความมีมนุษยสัมพันธ์
4. ความสนใจใฝ่รู้
5. ความเชื่อมั่นในตนเอง

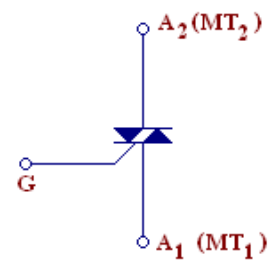
16.1 บทนำ

ไทรแอก (Triac) เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำจำพวกไทรสเตอร์ (Thyristor) อีกชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับ SCR แต่สามารถนำกระแสได้สองทิศทาง โดยมีคุณสมบัติเป็นสวิตช์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถควบคุมขนาดของกระแสและแรงดันที่จ่ายให้กับโหลดได้ อีกทั้งในการควบคุมก็กระทำได้ง่าย ไม่เกิดประกายไฟจากหน้าสัมผัส เพราะอาศัยการเคลื่อนที่ของกระแสอิเล็กตรอนผ่านรอยต่อสารกึ่งตัวนำ ส่วน Diac เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยป้องกันขาเกตของ Triac ไม่จัดเป็นอุปกรณ์ไทรสเตอร์ แต่กระแสไฟฟ้าสามารถไหลผ่านตัวมันได้สองทิศทางเช่นเดียวกับ Triac

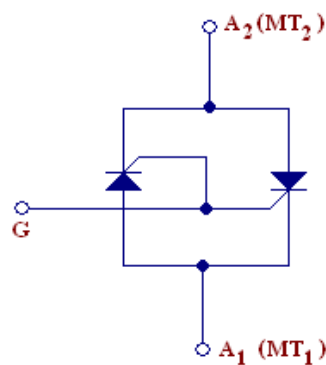
16.2 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ Triac



ก) โครงสร้าง



ข) สัญลักษณ์

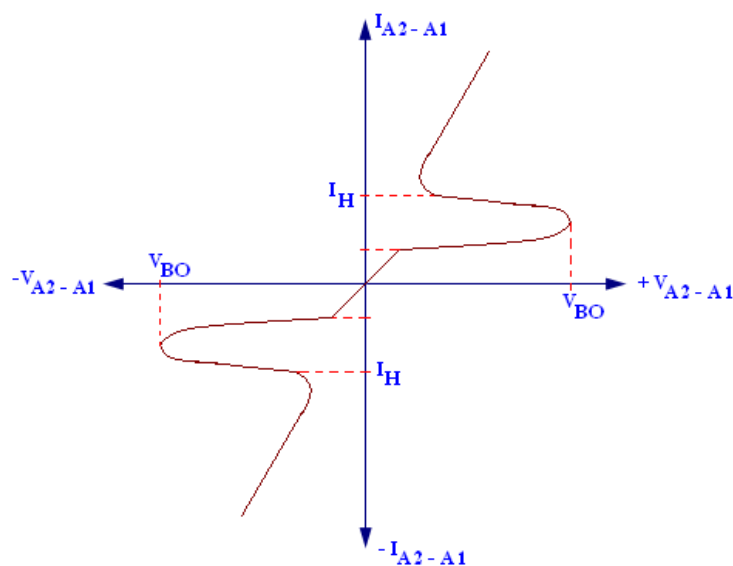


ค) การใช้ SCR 2 ตัวต่อสวนทางกัน

รูปที่ 16.1 โครงสร้าง สัญลักษณ์ของ Triac และการใช้ SCR 2 ตัวต่อสวนทางกันแทน Triac

พิจารณาโครงสร้างของ Triac ในรูปที่ 16.1 ก) จะประกอบด้วยรอยต่อของสารกึ่งตัวนำ ซิลิกอน P และ N มีขาต่อออกมาสำหรับใช้งานภายนอก 3 ขา ประกอบด้วย เกต(Gate ; G) แอนโอด 1 (Anode 1 ; A_1) และ แอนโอด 2 (Anode 2 ; A_2) ในส่วนของ ขา A_1 และ A_2 อาจเขียนเป็น MT_1 และ MT_2 ก็ได้ โดย MT มาจากคำว่า Main terminal ซึ่งถ้าพิจารณารูปที่ 16.1 ค) จะเห็นได้ว่า Triac จะมีลักษณะเหมือนการนำ SCR 2 ตัวมาต่อสวนทางกัน โดยใช้ขาเกตต่อร่วมกัน เพื่อควบคุมการไหลของกระแส ดังนั้น Triac จึงไม่มีขาแคโทดแต่จะเป็นแอนโอดทั้ง 2 ด้าน ซึ่งเป็นทางเดินหลักของกระแสไหล โดยกระแสสามารถไหลได้ทั้งจาก A_2 มายัง A_1 และจาก A_1 มายัง A_2 ในส่วนของเกตก็สามารถทริกได้ทั้งไฟบวกและไฟลบ

16.3 คุณสมบัติของ Triac



รูปที่ 16.2 กราฟคุณสมบัติของ Triac

จากรูปที่ 16.2 แสดงกราฟคุณสมบัติของ Triac จะเห็นว่าความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลระหว่าง ขา A_2 ไปยัง A_1 หรือจาก A_1 ไปยัง A_2 สามารถเป็นไปได้ทั้ง 2 ทิศทาง A_2 และ A_1 สามารถต่อแหล่งจ่ายได้ทั้งที่เป็นไฟบวกและไฟลบ ดังนั้น Triac จึงนิยมนำไปใช้ควบคุมโหลดที่ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ

คุณลักษณะการนำกระแสของ Triac โดยทั่วไปจะคล้ายกับ SCR คือเมื่อนำกระแสในวงจรที่มีแหล่งจ่ายเป็นไฟตรงแล้วจะสามารถนำกระแสได้ตลอด เว้นเสียแต่ว่ากระแสที่ไหลผ่าน Triac มีค่าต่ำกว่าค่ากระชืด (Holding current ; I_H) มันก็จะหยุดนำกระแสเช่นเดียวกับ SCR ในส่วนของการ

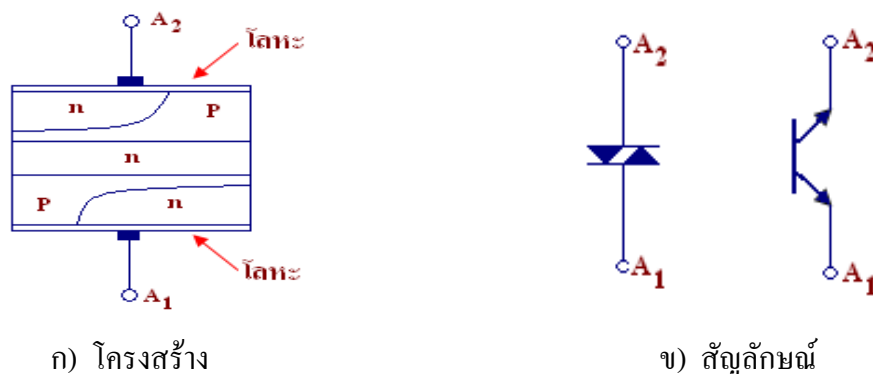
นำไปใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับนั้น การหยุดนำกระแสจะเกิดขึ้นในช่วงที่สัญญาณรูปคลื่นไซน์ของกระแสลดต่ำลงน้อยกว่าค่ากระแสขีด ดังนั้นจึงต้องมีการป้องกันสัญญาณทริกที่ขาเกตให้กับ Triac โดยปรับเลือกตำแหน่งมุมต่าง ๆ ของรูปคลื่นไซน์ ก็จะเป็นการทำให้ Triac ควบคุมปริมาณของกระแสและแรงดันที่จะป้อนให้กับโหลดด้วยค่าที่ต่างกันตามมุมของการทริกที่ขาเกตนั่นเอง

อย่างไรก็ตามถ้าทำการป้อนแรงดันระหว่างขา $A_2 - A_1$ โดยไม่มีการทริกที่ขาเกต Triac จะสามารถนำกระแสได้ก็ต่อเมื่อแรงดันตกคร่อมตัวมันมีค่าถึงช่วง “แรงดันพัง” (Break over voltage) เช่นเดียวกับ SCR ซึ่งเป็นการเสี่ยงที่จะทำให้เกิดอันตรายต่อ Triac และโหลด ดังนั้นจึงต้องมีการทริกที่ขาเกตเสมอเพื่อที่จะได้ไม่ต้องป้อนแรงดันในวงจรให้มีค่าสูงจนเกินไป

แม้ว่า Triac จะสามารถนำไปใช้ควบคุมกำลังไฟฟ้าของโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ ไม่ว่าจะเป็นการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ ควบคุมแสงสว่างของหลอดไฟฟ้า (Light dimmer) ควบคุมความร้อนของขดลวดความร้อนในเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า หรืองานเกี่ยวกับด้านเครื่องมือแพทย์ แต่มันก็มีจุดอ่อนอยู่ที่ตำแหน่งของขาเกต โดยที่ขาเกตไม่สามารถทนต่อแรงดันสูง ๆ ได้ ถ้าแรงดันที่เกิดสูงเกินไป อาจทำให้รอยต่อที่เกตทะลุ ส่งผลให้ไม่สามารถใช้ขาเกตควบคุมการทำงานของ Triac ได้ อีกต่อไป ดังนั้นที่เกตของ Triac จึงมักต่ออุปกรณ์อีกตัวหนึ่งเพิ่มเข้าไปเพื่อช่วยในการรับแรงดันส่วนหนึ่งไว้ อีกทั้งยังเป็นการป้องกันเกตไม่ให้เกิดความเสียหายอันเนื่องมาจากแรงดันที่เกิดมีค่ามากเกินไป อุปกรณ์ตัวนั้นเรียกว่า “ไดแอก” (Diac)

ไดแอกเป็นอุปกรณ์ที่ไม่จัดเป็น ไทริสเตอร์ แต่จะถูกจัดเป็นอุปกรณ์ช่วยในการทำงานของอุปกรณ์ไทริสเตอร์ โดยมันจะทำหน้าที่ป้องกันอันตรายอันเนื่องมาจากแรงดันที่ขาเกตและยังเป็นตัวกำหนดค่าแรงดันที่จะมากระตุ้น (Trig) ที่เกตอีกทางหนึ่ง เราอาจเรียก Diac ว่า Diode – AC

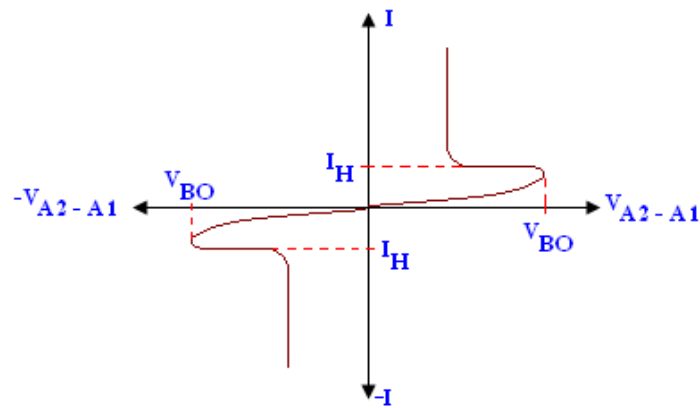
16.4 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ Diac



รูปที่ 16.3 โครงสร้างและสัญลักษณ์ของ Diac

จากรูปที่ 16.3 ก) เป็นลักษณะทางโครงสร้างของ Diac ซึ่งยังคงประกอบด้วยรอยต่อของสารกึ่งตัวนำซิลิกอน P และ N มีโลหะสองด้านประกบรอยต่อ P และ N ด้านหัวท้าย พร้อมทั้งต่อขาออกมาเพื่อใช้งานในแต่ละด้าน ส่วนรูปที่ 16.3 ข) เป็นลักษณะของสัญลักษณ์ที่แสดงให้เห็นถึงการนำกระแสได้สองทิศทางเสมือนไดโอดต่อสวนทางกัน

16.5 คุณสมบัติของ Diac



รูปที่ 16.4 กราฟคุณลักษณะของ Diac

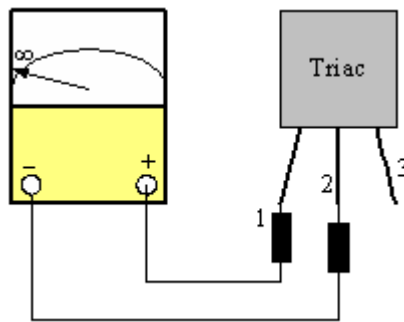
จากกราฟคุณลักษณะของ Diac ที่แสดงในรูปที่ 16.4 จะเห็นได้ว่าการนำกระแสของ Diac สามารถนำได้สองทิศทางเช่นเดียวกับ Triac เพียงแต่มันไม่มีขาเกต การที่จะทำให้มันนำกระแสได้จะต้องทำให้แรงดันตกคร่อมที่ตัวมัน มีค่าถึง “แรงดันพัง” (Break over voltage) และเมื่อตัวมันนำกระแส แรงดันที่ตกคร่อมตัวมันจะลดลงจากค่าแรงดันพังประมาณ 5 โวลต์ ขา A_2 และ A_1 สามารถต่อได้ทั้งไฟบวกหรือไฟลบ สลับกัน อย่างไรก็ตาม Diac ก็มีข้อจำกัดด้านกระแสและแรงดันเช่นเดียวกัน ดังนั้นในการใช้งานจึงควรใช้ Diac ตามพิกัดกระแสและแรงดันที่มันทนได้ ลักษณะของ Diac จะคล้ายไดโอด คือจะมีแถบคาตที่ตัว Diac ซึ่งมักอยู่ตรงกึ่งกลาง ส่วนไดโอดจะมีแถบคาตค่อนข้างชิดกับขาแคโทด ตัวอย่างของ Diac เบอร์ต่าง ๆ และพิกัดแรงดันพัง ใช้งานที่พบเห็นใช้กันบ่อย ได้แก่

- เบอร์ GT – 32 มีแถบคาตสีแดงค่าแรงดันพังที่เหมาะสม 32 V (27 V- 37 V)
- เบอร์ GT – 35 มีแถบคาตสีส้มค่าแรงดันพังที่เหมาะสม 35 V (30 V- 40 V)
- เบอร์ GT – 40 มีแถบคาตสีเหลืองค่าแรงดันพังที่เหมาะสม 43 V (38 V- 48 V)
- เบอร์ GT – 50 มีแถบคาตสีเขียวค่าแรงดันพังที่เหมาะสม 46 V (56 V- 70 V)

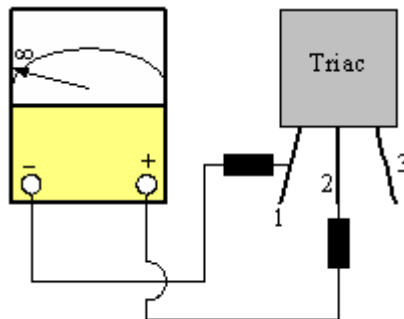
16.6 การตรวจสอบ Triac และ Diac

วิธีการตรวจสอบ Triac ใช้โอห์มมิเตอร์กระทำดังนี้

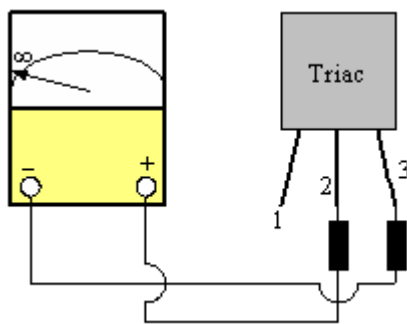
1. ตั้งมัลติมิเตอร์แบบเข็มชี้ย่าน R x 1
2. ทำการวัดค่าความต้านทาน Triac ทั้ง 3 ขา ทีละคู่พร้อมสลับสายวัดทุกคู่ (วัด 6 ครั้ง)
3. สังเกตค่าความต้านทานที่วัด 6 ครั้ง จะมีขา Triac คู่หนึ่ง ที่วัดได้ทั้งสองครั้ง โดยการวัดอย่างปกติทั่วไปจะอ่านความต้านทานได้เมื่อสลับปลายสายวัดก็อ่านค่าความต้านทานได้
4. คู่ที่วัดค่าความต้านทานได้ทั้ง 2 ครั้ง เป็นขา G กับ A_1 ขาที่ว่างเป็นขา A_2
5. สังเกตการวัดจะมีค่าความต้านทานไม่เท่ากัน (ต่างกันน้อยมาก ๆ) ถ้าในการวัดครั้งใดได้ค่าความต้านทานมากกว่าเล็กน้อย ขาที่ขั้วบวกและอยู่เป็นขา G ขาที่ขั้วลบและอยู่เป็นขา A_1 ดังแสดงในรูปที่ 16.5



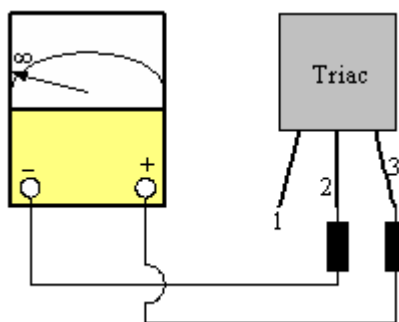
ก) ขั้ว + ของมิเตอร์อยู่ขาที่ 1 ขั้ว - อยู่ขาที่ 2 ได้ค่าความต้านทานสูง (∞)



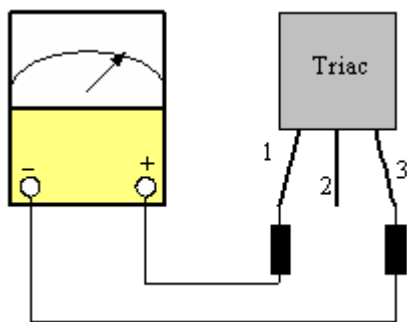
ข) ขั้ว + ของมิเตอร์อยู่ขาที่ 2 ขั้ว - อยู่ขาที่ 1 ได้ค่าความต้านทานสูง (∞)



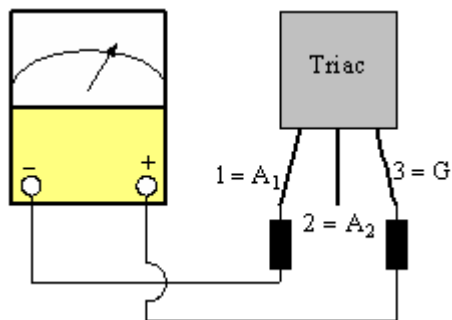
ค) ขั้ว + ของมิเตอร์อยู่ขาที่ 2 ขั้ว - อยู่ขาที่ 3 ได้ค่าความต้านทานสูง (∞)



ง) ขั้ว + ของมิเตอร์อยู่ขาที่ 3 ขั้ว - อยู่ขาที่ 2 ได้ค่าความต้านทานสูง (∞)



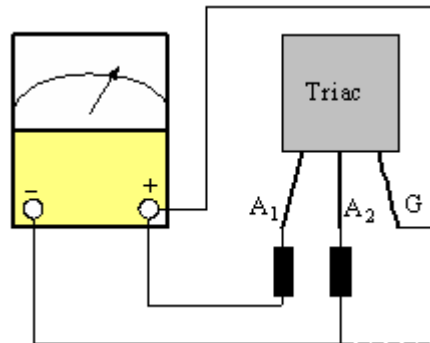
จ) ขั้ว + ของมิเตอร์อยู่ขาที่ 1 ขั้ว - อยู่ขาที่ 3 ได้ค่าความต้านทานค่าหนึ่ง



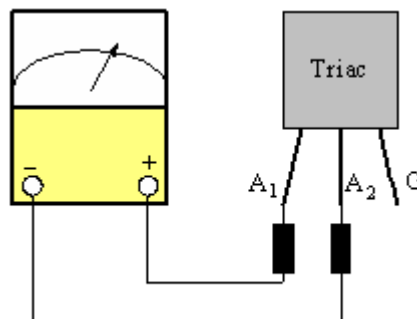
ฉ) ขั้ว + ของมิเตอร์อยู่ขาที่ 3 ขั้ว - อยู่ขาที่ 1 ได้ค่าความต้านทานสูงกว่า จ) เล็กน้อย

รูปที่ 16.5 การตรวจสอบ Triac

ในการวัดตามข้อ 5 นั้น บางครั้งอาจไม่สามารถสังเกตได้ ให้นำสายมิเตอร์ + และ - แตะที่ขา A_2 และ A_1 แล้วหาสายไฟหนึ่งเส้นนำปลายสายแตะขา G กับ A_2 หรือ G กับ A_1 สังเกตเข็มมิเตอร์จะกระดิกเมื่อปลดปลายสายที่แตะกับขา G ออกเข็มจะต้องชี้ค้างอยู่ ดังรูปที่ 16.6



ก) นำสายไฟแตะขา G กับ A_1 หรือ G กับ A_2 เข็มมิเตอร์กระดิกชี้ค่าความต้านทานค่าหนึ่ง

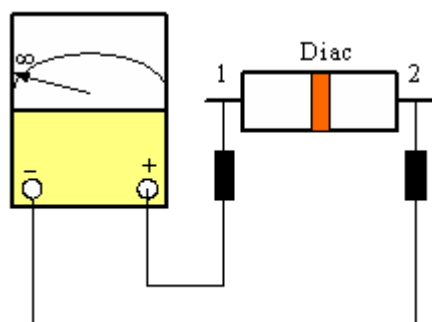


ข) ปลดสายไฟที่แตะขา G กับ A_1 หรือ G กับ A_2 ออกเข็มมิเตอร์ยังชี้ค่าความต้านทานค่าเดิม

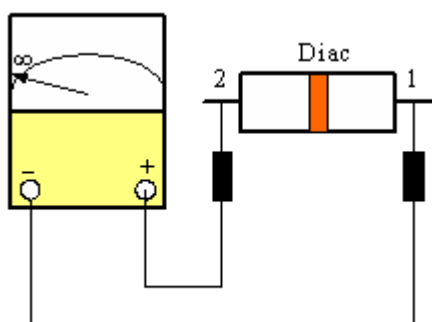
รูปที่ 16.6 การตรวจสอบ Triac ด้วยการทริกที่ขา G กับ A_1 และ G กับ A_2

วิธีการตรวจสอบ Diac ด้วยโอห์มมิเตอร์

1. ตั้งมัลติมิเตอร์ที่ย่าน R x 10 k
2. วัดขาทั้ง 2 ของ Diac โดยสลับปลายสายวัด 2 ครั้ง เข็มมิเตอร์จะชี้ที่ ∞ ตลอด แสดงว่า Diac อยู่ในสภาพดีแต่จะให้ดีต้องทดสอบด้วยการป้อนแรงดันเพื่อหาค่าแรงดันพัง เพราะถ้าแรงดันตกคร่อม Diac ถึงค่าแรงดันพัง มันจะนำกระแส กรณีที่เข็มชี้ ∞ ตลอด อาจเป็นไปได้ว่า Diac ขาด ในส่วนของขาใช้งานจะให้ด้านใดเป็น A_2 หรือ A_1 ก็ได้ ดังรูปที่ 16.7



ก) ขั้ว + ของมิเตอร์อยู่ขาที่ 1 ขั้ว - อยู่ขาที่ 2 ได้ค่าความต้านทานสูง (∞)



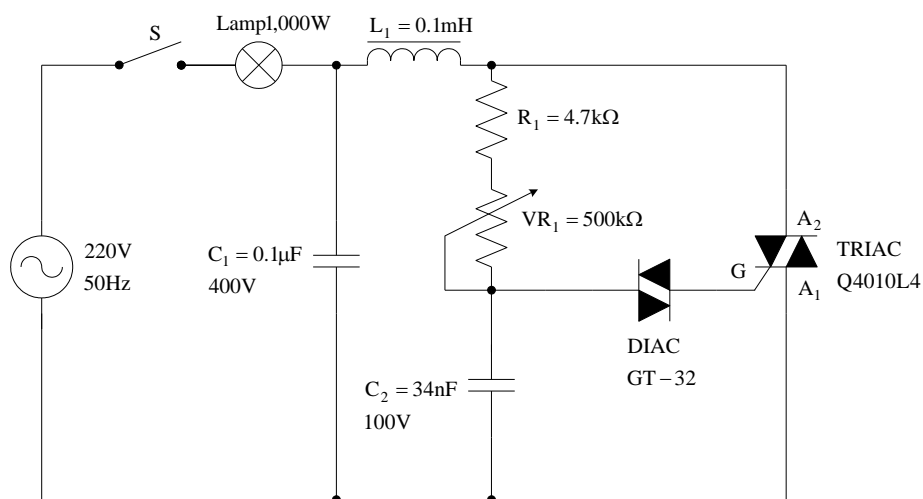
ข) ขั้ว + ของมิเตอร์อยู่ขาที่ 2 ขั้ว - อยู่ขาที่ 1 ได้ค่าความต้านทานสูง (∞)

รูปที่ 16.7 การตรวจสอบ Diac

16.7 การใช้งาน Triac และ Diac

โดยปกติแล้วการใช้งาน Triac และ Diac มักจะใช้งานร่วมกันโดย Triac จะทำหน้าที่เป็นตัวหลักในการจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับโหลด ส่วน Diac จะทำหน้าที่ป้องกันและควบคุมการทริกที่ขาเกตของ Triac และด้วยเหตุที่ Triac สามารถมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ทั้งสองทิศทางในปริมาณที่มาก ดังนั้น การนำไปใช้ควบคุมการทำงานของโหลดส่วนใหญ่จึงมักเป็นโหลดไฟฟ้ากระแสสลับ เช่น การนำไปใช้ควบคุมความเร็วของมอเตอร์ วงจรเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า วงจรการควบคุมความสว่างของหลอดไฟหรือที่เรียกว่า วงจรหรี่ไฟ (Light dimmer)

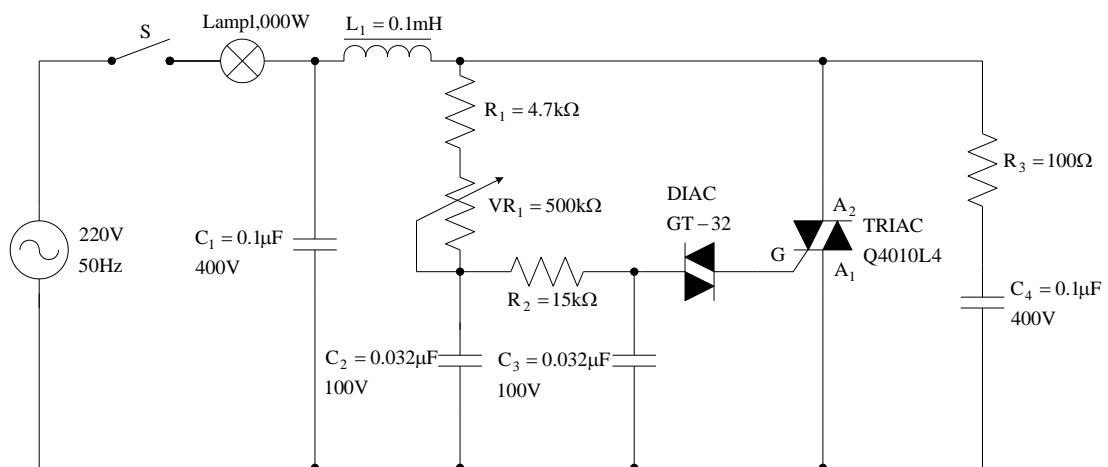
16.7.1 วงจรหรี่ไฟ



รูปที่ 16.8 วงจรหรี่ไฟพื้นฐาน

วงจรหรี่ไฟพื้นฐานตามรูปที่ 16.8 ใช้สำหรับปรับความสว่างของหลอดไฟชนิดไส้หรือที่เรียกว่า Incandescent lamp โดยมี L_1 และ C_1 ทำหน้าที่กรองสัญญาณความถี่เพื่อไม่ให้เกิดสัญญาณรบกวนคลื่นความถี่วิทยุ หมายความว่าถ้าไม่มี L_1 และ C_1 ขณะรับฟังวิทยุจะมีคลื่นสัญญาณรบกวนทำให้รับฟังสัญญาณได้ไม่ชัดเจน แต่อย่างไรก็ตาม L_1 และ C_1 ที่ใส่ไว้ในวงจรก็ไม่สามารถขจัดปัญหาส่วนนี้ได้ทั้งหมด อาจมีคลื่นรบกวนเล็กน้อยเล็ดลอดออกมาบ้าง โดยเนื้อแท้แล้วหน้าที่หลักของ L_1 ก็คือจะช่วยลดกระแสกระชากขณะเริ่มใช้งาน หรือเป็นตัวช่วยหน่วงการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าตามลักษณะของรูปคลื่นไฟสลับให้ช้าลง ส่วน C_1 จะทำหน้าที่ลดวงจรความถี่รบกวนสูง ๆ (Harmonic) ไม่ให้ออกไปรบกวนเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นโดยเฉพาะไม่ให้รบกวนคลื่นความถี่วิทยุ (Radio frequency : RF)

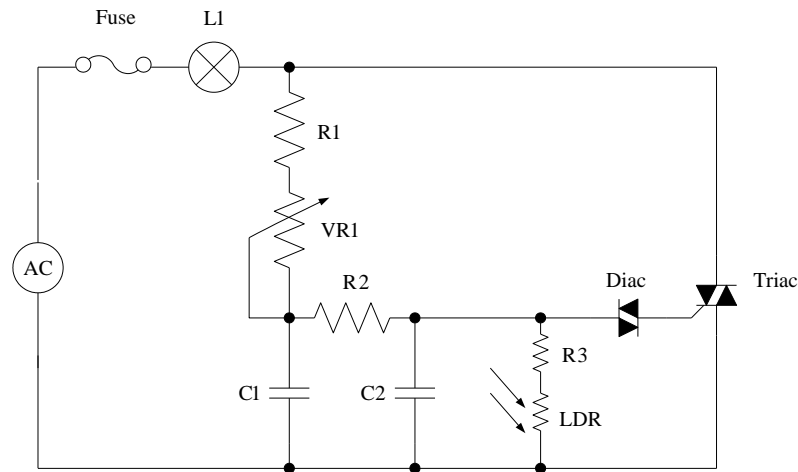
อย่างไรก็ตาม ความสว่างของหลอดไฟที่ได้ยังไม่สมบรูณ์นัก กล่าวคือ ในขณะที่ความสว่างของหลอดไฟจนกระทั่งหลอดไฟดับด้วยการปรับ VR_1 ถ้าต้องการให้หลอดไฟสว่างอีกครั้งจะไม่สามารถสว่างได้ในตำแหน่งเดิม เราต้องทำการปรับ VR_1 ไปถึงประมาณ 80 เปอร์เซ็นต์ของค่าสูงสุด หลอดไฟจึงจะสว่าง และการสว่างจะไม่อยู่ในลักษณะค่อย ๆ สว่าง แต่มันจะสว่างขึ้นแบบทันทีทันใดที่ค่าความสว่างค่าหนึ่ง เหตุที่เป็นเช่นนี้เป็นเพราะขณะที่ Diac ทำการทริกที่ขาเกตของ Triac ตัวเก็บประจุ C_2 จะทำการคายประจุออกมาด้วย ทำให้กระแสไฟที่มาทริกที่ขาเกตมีปริมาณเป็นจำนวนมากผลเสียลักษณะนี้เราเรียกว่าฮิสเทอรีซิส(Hysteresis)หรือแบคแลช (Backlash) ซึ่งสามารถแก้ไขได้โดยการนำตัวต้านทานขนาด $15\text{ k}\Omega$ ต่ออนุกรมกับ Diac เพื่อช่วยลดความเร็วในการคายประจุของตัวเก็บประจุ C_2 และเพิ่ม C_3 ขนาดเดียวกับ C_2 เข้าไปอีก 1 ตัว เพื่อให้ช่วยกระตุ้นการทำงานของ Diac อีกครั้งหนึ่ง ส่วนตัวเก็บประจุ C_1 และ C_2 จะถูกลดความเร็วในการประจุด้วย R_2 ดังรูปที่ 16.9



รูปที่ 16.9 วงจรหรี่ไฟที่ควบคุมความสว่างได้สมบรูณ์

จากรูปที่ 16.9 สามารถประยุกต์ใช้วงจรไปควบคุมความเร็วของ Universal motor ซึ่งเป็นมอเตอร์ไฟฟ้าเหนี่ยวนำชนิดพิเศษ ที่สามารถใช้ได้กับทั้งไฟฟ้ากระแสสลับและไฟฟ้ากระแสตรง เช่น มอเตอร์จักรเย็บผ้า (ถ้าใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงเรียกว่า Series motor) โดยการนำตัวต้านทาน R_3 ขนาด $100\ \Omega$ อนุกรมกับ C_4 ขนาด $0.1\ \mu\text{F}$ $400\ \text{V}$ แล้วนำไปต่อคร่อมขา A_2 และ A_1 ของ Triac เพื่อเป็นการป้องกันกระแสกระชากไม่ให้เกิดอันตรายอันตรายต่อ Triac ขณะมอเตอร์เริ่มสตาร์ท

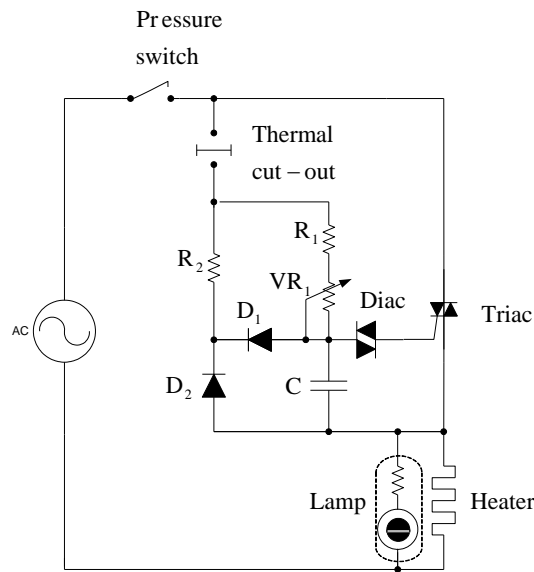
วงจรหรี่ไฟอีกแบบหนึ่ง สามารถเปิด-ปิดไฟได้ โดยอาศัยความเข้มของแสงสว่างมาควบคุมให้การเปิด-ปิดเป็นไปโดยอัตโนมัติ หลักการก็คล้ายกันกับวงจรหรี่ไฟ ซึ่งมันจะสามารถทำงานได้ทั้งการหรี่ไฟและควบคุมการเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติ ซึ่งวิธีการก็คือเพิ่มตัวต้านทานไวแสงหรือLDR มาควบคุมการทริกที่ขาเกตของ Triac ตามวงจรรูปที่ 16.10



รูปที่ 16.10 วงจรเปิด-ปิดและหรี่ไฟ

จากรูปที่ 16.10 เมื่อทำการจ่ายไฟให้กับวงจรหลอดไฟจะไม่สว่างในเวลากลางวัน เพราะจะมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมที่ R_3 และที่ LDR ค่อนข้างต่ำ ส่งผลให้แรงดันตกคร่อมที่ตัว Diac มีค่าไม่ถึงค่าแรงดันพังทำให้ Diac ไม่สามารถนำกระแสได้ ขณะเดียวกันกระแสไฟฟ้าก็จะไหลผ่าน R_3 และ LDR ค่อนข้างมาก แต่เมื่อถึงเวลากลางคืน แสงสว่างมีความเข้มน้อยลง LDR มีค่าความต้านสูงขึ้นมากทำให้มีแรงดันตกคร่อมที่ตัวมันมากขึ้น ในขณะที่กระแสไหลผ่านตัวมันกลับมีค่าลดลง แรงดันตกคร่อม LDR ที่เพิ่มมากขึ้นนี้เป็นตัวส่งผลให้แรงดันตกคร่อมที่ตัว Diac มีค่าสูงถึงค่าแรงดันพัง Diac จึงยอมให้กระแสไหลผ่านไปทริกที่ขาเกตของ Triac ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟและ Triac ครบวงจร หลอดไฟจึงสว่าง ซึ่งวงจรในลักษณะนี้มักพบเห็นใช้ควบคุมการเปิด-ปิดไฟแสงสว่างตามท้องถนน หรือในเขตเทศบาลต่าง ๆ เพียงแต่ในส่วนของตัวต้านทานปรับค่าได้ VR_1 จะใช้ตัวต้านทานค่าคงที่ติดตั้งไว้เท่านั้นเอง

16.7.2 วงจรเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า



รูปที่ 16.11 วงจรเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า

การทำงานของวงจรเครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้าในรูปที่ 16.11 จะคล้ายกับวงจรหรี่ไฟ โดยในการปรับระดับความร้อนหรืออุณหภูมิของน้ำ สามารถปรับได้โดยการปรับสวิตช์ควบคุมอุณหภูมิ (VR_1) ถ้าทำการปรับตามเข็มนาฬิกา ค่าความต้านทานของ VR_1 จะลดลง กระแสที่ไหลในวงจรผ่านขดลวดความร้อนจะมีค่ามากขึ้น อุณหภูมิความร้อนของน้ำก็จะมากขึ้นตามไปด้วย ถ้าเพิ่มค่า VR_1 โดยทำการปรับค่าทวนเข็มนาฬิกา กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดจะมีค่าลดลง อุณหภูมิความร้อนของน้ำก็จะลดลงด้วยเช่นกัน ดังนั้น Triac ที่ต่ออนุกรมอยู่กับขดลวด จึงเป็นตัวควบคุมปริมาณกระแสไฟฟ้าให้คงที่ ตามระดับของการปรับค่า VR_1 ในแต่ละระดับ