

## หน่วยที่ 9

### วงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง

#### สาระสำคัญ

วงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง จะใช้ตัวต้านทานไวแสง (LDR) ควบคุมการไบแอสที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ เพื่อให้ทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ในการตัดต่อวงจรไหลของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดของรีเลย์ ทำให้ขดลวดของรีเลย์ไปสั่งการหน้าสัมผัสของรีเลย์ให้ตัดหรือต่อวงจรที่จะไปควบคุมการเปิด-ปิด ของหลอดไฟฟ้าแทนการใช้มือเพื่อเปิด-ปิดเหมือนการเปิด-ปิดสวิตช์ทั่วไป

#### เรื่องที่จะศึกษา

9.1 บทนำ

9.2 การทำงานของวงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง

#### จุดประสงค์การสอน

##### 1. จุดประสงค์ทั่วไป

1.1 เพื่อให้ให้นักเรียน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ การทำงานของวงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง

1.2 เพื่อให้ให้นักเรียน มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ วิธีการประกอบวงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง

1.3 เพื่อให้ให้นักเรียนมีเจตคติที่ดีต่อการเรียนเกี่ยวกับ วงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง ทั้งในด้านการทำงานร่วมกันเป็นกลุ่ม ความมีวินัย ความรับผิดชอบ การใช้วัสดุอุปกรณ์อย่างประหยัดและรู้คุณค่า

## 2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อเรียนจบบทเรียนหน่วยนี้แล้ว ผู้เรียนสามารถ

- 2.1 สามารถคำนวณหาขนาดอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในวงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสงได้
- 2.2 บอกหลักการการทำงานของวงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติ ควบคุมด้วยแสงได้
- 2.3 สามารถบัดกรีประกอบวงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสงได้

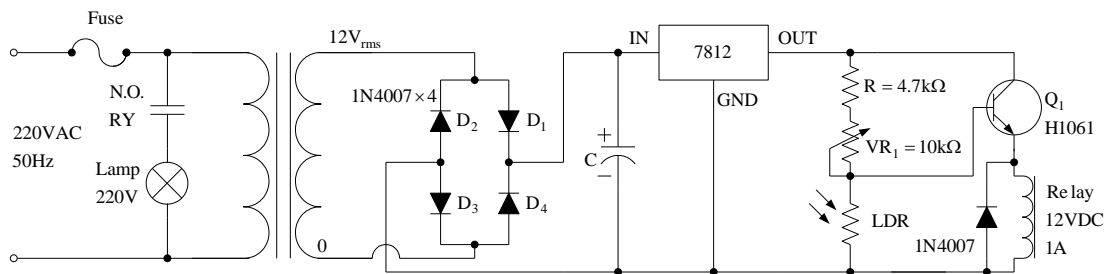
### คุณธรรมและจริยธรรมที่มุ่งเน้น

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

### 9.1 บทนำ

ในปัจจุบัน การเปิดหรือปิดไฟฟ้าตามถนน หรือประตูรั้วหน้าบ้าน ได้รับการพัฒนาให้สามารถเปิดหรือปิดได้โดยอัตโนมัติ และวงจรควบคุมการเปิด-ปิดที่ใช้กันอยู่ มีมากมายหลากหลายวงจร แต่ในที่นี้จะนำเอาความรู้ต่าง ๆ ที่ได้เรียนมาตั้งแต่หน่วยก่อนหน้า มาประยุกต์เพื่อใช้งานอย่างง่าย ๆ ตั้งแต่การใช้วงจรเรียงกระแสเป็นแหล่งจ่ายไฟตรงเพื่อไบแอสให้แก่ทรานซิสเตอร์ ทั้งยังมีการนำอุปกรณ์พิเศษ คือตัวต้านทานไวแสง (Light dependent resistor ; LDR ) มาใช้ในส่วนของวงจรควบคุม ซึ่งมีข้อดีตรงที่สามารถปรับแต่งความเร็วในการทำงาน อีกทั้งในวงจรควบคุมจะใช้ระบบควบคุมด้วยแรงดันไฟต่ำ (Low voltage control system) ที่มีข้อดีในด้านความปลอดภัย

### 9.2 การทำงานของวงจรเปิด-ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง



รูปที่ 9.1 วงจรเปิด – ปิดไฟอัตโนมัติควบคุมด้วยแสง  
ที่มา : พุทธิรักษ์ แสงกิ่ง

การทำงานของวงจรในรูปที่ 9.1 จะเห็นได้ว่า มีการใช้หม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อลดแรงดันไฟฟ้าให้ต่ำลง แล้วต่อเข้ากับวงจรเรียงกระแสที่ใช้ไดโอดต่อกันแบบบริดจ์ มีตัวเก็บประจุ (C) ทำหน้าที่กรองสัญญาณ (Filter) เพื่อให้สัญญาณแรงดันไฟตรงที่ได้มีความเรียบเป็นไฟตรงที่สมบูรณ์ที่สุด หลังจากนั้นก็นำค่าแรงดันไฟตรงที่ได้ ต่อเข้ากับไอ.ซี. เร็กกูเลเตอร์ (I.C. Regulator) เพื่อที่จะให้ไอ.ซี. ทำหน้าที่รักษาระดับแรงดันไฟตรงที่ออกทางด้านเอาต์พุตของ ไอ.ซี. ให้มีค่าคงที่ ก่อนที่จะนำมาต่อให้กับวงจรควบคุมที่ใช้ LDR ควบคุมการไบแอสเบสของทรานซิสเตอร์

พิจารณาในช่วงเวลากลางวันมีแสงสว่างมาตกกระทบที่ตัว LDR ขณะนี้ LDR จะมีความต้านทานต่ำมากจนใกล้ศูนย์ (ประมาณ 100 โอห์ม) กระแสไฟฟ้าที่ไหลมาจากตัวต้านทาน 4.7 kΩ ผ่าน VR<sub>1</sub> ที่มีขนาด 10 kΩ และผ่าน LDR เป็นจำนวนมากกว่าที่จะไหลผ่านเข้าที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ ดังนั้นที่เบสของทรานซิสเตอร์ Q<sub>1</sub> จึงไม่มีกระแสไปไบแอสหรืออาจจะมีแต่น้อยมากจนไม่สามารถไบแอสทรานซิสเตอร์ Q<sub>1</sub> ให้นำกระแสได้ เมื่อทรานซิสเตอร์ Q<sub>1</sub> ไม่

นำกระแส จึงเป็นสาเหตุให้ไม่มีกระแสไปเลี้ยงขดลวดของรีเลย์ (Coil relay) ขดลวดของรีเลย์จึงไม่มีอำนาจแม่เหล็กที่จะไปบังคับหน้าสัมผัส (Contact) ปกติเปิด (Normally open ; N.O.) ของรีเลย์ ให้ทำการต่อทางเดินกระแสไฟฟ้าให้กับหลอดไฟ ดังนั้นหลอดไฟจึงไม่สว่าง

ครั้นเมื่อถึงเวลาค่ำลง ความเข้มของแสงสว่างลดน้อยลงเรื่อย ๆ ค่าความต้านทานของ LDR ก็เพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ เช่นเดียวกัน กระแสที่ไหลผ่าน LDR ก็จะลดลงแต่กระแสที่จะไหลไปไบแอสที่ขาเบสจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งถึงช่วงที่ค่ากระแสเบสนั้น สามารถไบแอสให้ทรานซิสเตอร์  $Q_1$  นำกระแสได้ก็จะปรากฏมีกระแสไหลจากขา C ผ่านขา E ผ่านขดลวดรีเลย์ครบวงจรทำให้ขดลวดของรีเลย์มีอำนาจแม่เหล็กเกิดขึ้นและจะดึงหน้าสัมผัสเปลี่ยนจากเปิดวงจร(N.O) ให้กลับมาเป็นการต่อวงจรแทน หลอดไฟจึงสว่าง

จากวงจรในรูปที่ 9.1 ถ้าใช้หม้อแปลงไฟฟ้า 220 / 12 V , 1A สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

$V_{dc}$  ตำแหน่ง + , - (คร่อมตัวเก็บประจุ , C) หาได้จาก

$$\begin{aligned} V_{dc} &= 1.414 V_{rms} = V_m \\ &= 1.414 \times 12 \\ &\cong 17 \text{ V} \end{aligned}$$

นั่นคือ แรงดันไฟฟ้าที่ขาอินพุตของ ไอ.ซี. รีเลย์เตอร์จะมีค่าประมาณ 17 V และออกทางเอาต์พุต 12 V

$$\begin{aligned} \text{ตัวเก็บประจุ (C) ที่ใช้กรองสัญญาณมีขนาดประมาณ} &= \frac{I}{20 V_{dc(\text{no-load})}} \\ &= \frac{1}{20 \times 17} \\ &= 2.941 \times 10^{-3} \\ &= 2,941 \mu\text{F} \end{aligned}$$

เลือกใช้ C ประมาณ = 3,000  $\mu\text{F}$  25 V (พิกัดแรงดันของ C ควรทนได้ถึงค่าแรงดันสูงสุด)

ตัวต้านทานปรับค่าได้ (Variable resistor)  $VR_1$  ถูกต่อไว้ เพื่อให้เราปรับแต่งหาค่าตำแหน่งการทำงานที่เหมาะสมของวงจร เพื่อให้หลอดไฟสว่างในเวลาที่เหมาะสมจริงๆ บางวงจรที่มีใช้ทั่วไป จะไม่มีตัวปรับแต่ง เพียงแค่อากาศฟ้าฝนมีครีมหอหลอดไฟก็อาจสว่างได้แล้ว อย่างไรก็ตาม ไอ.ซี.รีเลย์เตอร์ เบอร์ 7812 อาจไม่จำเป็นต้องใช้ก็ได้ เพื่อจะทำให้อายุการใช้งานเกิดความประหยัด แต่จะต้องทำการคำนวณหาขนาดพิกัดแรงดันที่เอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าและตัวเก็บประจุ ที่ใช้กรองสัญญาณขึ้นมาใหม่

จากวงจรในรูปที่ 9.1 ถ้าตัด ไอ.ซี. รีเลย์เตอร์ออกไป โดยให้การทำงานต่าง ๆ ของวงจรยังคงเป็นเช่นเดิม ดังนั้น ขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่เอาต์พุตของหม้อแปลงที่ต้องนำมาใช้เปลี่ยนจากหม้อแปลงตัวเดิมสามารถคำนวณหาได้ดังนี้

$$V_{dc} = 1.414 V_{rms} = V_m$$

$$12V = 1.414V_{rms}$$

$$V_{rms} = \frac{12V}{1.414}$$

$$= 8.486V$$

$$\cong 9V$$

ดังนั้น ขนาดแรงดันไฟเอาต์พุตของหม้อแปลงไฟฟ้าต้องเปลี่ยนมาใช้ 9 โวลต์ ขนาดของแรงดันไฟตรงขณะไม่ได้ต่อภาระ(no-load) จึงมีขนาดดังนี้

$$V_{dc(\text{no-load})} = 1.414V_{rms}$$

$$= 1.414 \times 9V$$

$$= 12.726V$$

ตัวเก็บประจุ (C) ที่ใช้กรองสัญญาณมีขนาดประมาณ  $= \frac{I}{20 V_{dc(\text{no-load})}}$

$$= \frac{1}{20 \times 12.726}$$

$$= 3.929 \times 10^{-3}$$

$$= 3,929 \mu F$$

เลือกใช้ C ประมาณ = 4,000 $\mu$ F 25 V