

## ใบความรู้ที่ 9 วงจรบริดจ์

### จุดประสงค์การเรียนรู้

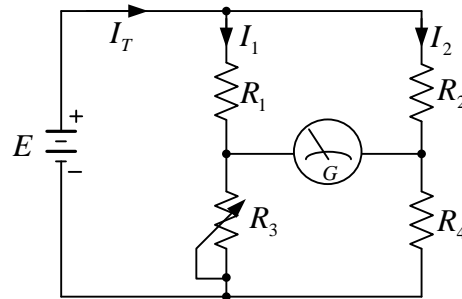
1. อธิบายคุณสมบัติของวงจรบริดจ์แบบสมดุลและไม่สมดุลได้
2. คำนวณค่าความต้านทานที่ทำให้วงจรวีตสโตนบริดจ์ในสภาวะสมดุลได้
3. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าของวงจรวีตสโตนบริดจ์ได้
4. ต่อวงจรวีตสโตนบริดจ์ได้ถูกต้อง
5. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้ถูกต้อง
6. วัดและอ่านค่าความต้านทานได้ถูกต้อง
7. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและความต้านทานของวงจรบริดจ์ได้

### เนื้อหาสาระ

1. วงจรบริดจ์ เป็นการนำตัวต้านทานมาต่อขนานกัน 2 ชุด แต่ละชุดจะมีตัวต้านทาน 2 ตัวมาต่ออนุกรมกัน แล้วนำตัวต้านทานมาต่อขนานกับแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งจะทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านตัวต้านทานในวงจร

วงจรบริดจ์แบ่งออกเป็นวงจรบริดจ์แบบสมดุล (Balance Bridge Circuit) และวงจรบริดจ์แบบไม่สมดุล (Unbalance Bridge Circuit) ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่กึ่งกลางวงจรไฟฟ้ามีค่าเป็นศูนย์ ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลป์วานอมิเตอร์ (G) จะทำให้วงจรบริดจ์แบบสมดุล แต่ถ้าหากที่กึ่งกลางวงจรมีแรงดันไฟฟ้าที่ไม่เท่ากัน ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลป์วานอมิเตอร์ (G) จะเป็นวงจรบริดจ์แบบไม่สมดุล

2. วงจรวีตสโตนบริดจ์ (Wheatstone bridge) คือวงจรสำหรับเปรียบเทียบความต้านทานที่ไม่ทราบค่า กับความต้านทานมาตรฐานและเป็นการหาความต้านทานที่ไม่ทราบค่าด้วย ในการปฏิบัติจริงให้ปรับความต้านทาน  $R_3$  ที่ปรับค่าได้จนกระทั่งเข็มของกัลป์วานอมิเตอร์ G ชี้ที่เลขศูนย์ ซึ่งเป็นเงื่อนไขที่ทำให้บริดจ์สมดุล ดังรูป



จากวงจรรูป ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_3$  มากกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_4$  จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลป์วานอิมิตอร์จากด้านซ้ายไปด้านขวา แต่ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_4$  มีค่ามากกว่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_3$  กระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านกัลป์วานอิมิตอร์จากด้านซ้ายมือมาขวามือ ลักษณะที่กระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลป์วานอิมิตอร์ได้เรียกว่า วงจรบริดจ์แบบไม่สมดุล แต่ถ้าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_3$  เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_4$  ทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลป์วานอิมิตอร์ ลักษณะอย่างนี้เรียกว่า วงจรบริดจ์แบบสมดุล

วงจรบริดจ์แบบสมดุล จะทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลป์วานอิมิตอร์หรือไม่มีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมเลย ทำให้กระแสไฟฟ้า  $I_1$  ที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_1$  และ  $R_3$  จะมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้า  $I_2$  ที่ไหลผ่านตัวต้านทาน  $R_2$  และ  $R_4$  เสมอ ดังนั้น

พิจารณาแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_1$  และ  $R_3$  จะได้

$$E = V_1 + V_3 = I_1(R_1 + R_3)$$

พิจารณาแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_2$  และ  $R_4$  จะได้

$$E = V_2 + V_4 = I_2(R_2 + R_4)$$

แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_1$  เท่ากับแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม  $R_2$  จะได้

$$V_1 = V_2$$

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad \dots\dots \text{สมการ (A)}$$

แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_3$  เท่ากับแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม  $R_4$  จะได้

$$V_3 = V_4$$

$$I_1 R_3 = I_2 R_4 \quad \dots\dots \text{สมการ (B)}$$

นำสมการ (A) หาด้วยสมการ (B) จะได้

$$\frac{I_1 R_1}{I_1 R_3} = \frac{I_2 R_2}{I_2 R_4}$$

ดังนั้นวงจรบริดจ์จะเป็นแบบสมดุลได้ก็ต่อเมื่อ

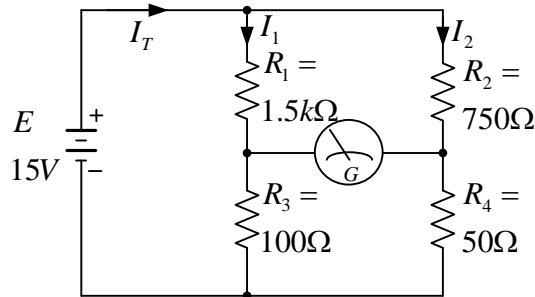
$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4} \quad \text{ทำกระแสไฟฟ้าไม่ไหลผ่านกัลป์วานอิมิตอร์}$$

หรือ 
$$\frac{R_3}{R_1} = \frac{R_4}{R_2}$$

จากวงจรรูปที่ผ่านมา ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_3$  ไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_4$  จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลป์วานอิมิตอร์ได้เรียกว่า วงจรบริดจ์แบบไม่สมดุล อัตราส่วนระหว่าง  $R_1$  ต่อ  $R_3$  จะไม่เท่ากับอัตราส่วนระหว่าง  $R_2$  ต่อ  $R_4$

นั่นคือ 
$$\frac{R_1}{R_3} \neq \frac{R_2}{R_4}$$

**ตัวอย่างที่ 4** จากวงจรรูปที่กำหนดให้ เป็นวงจรบริดจ์ที่เกิดความสมดุลหรือไม่ และหาค่ากระแสไฟฟ้า  $I_1, I_2$  และแรงดันไฟฟ้า  $V_1, V_2$



**วิธีทำ** จากสมการ

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

ดังนั้น

$$\frac{1,500\Omega}{100\Omega} = \frac{750\Omega}{50\Omega}$$

$$15 = 15$$

แสดงว่าวงจรบริดจ์เป็นแบบสมดุล

กระแสไฟฟ้า  $I_1$  หาได้จาก

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_3} = \frac{15V}{1500\Omega + 100\Omega} = 0.009375A$$

แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม  $R_1$  คือ  $V_1$  จะได้

$$V_1 = I_1 R_1 = (0.009375A)(1500\Omega) = 14.0625V$$

กระแสไฟฟ้า  $I_2$  หาได้จาก

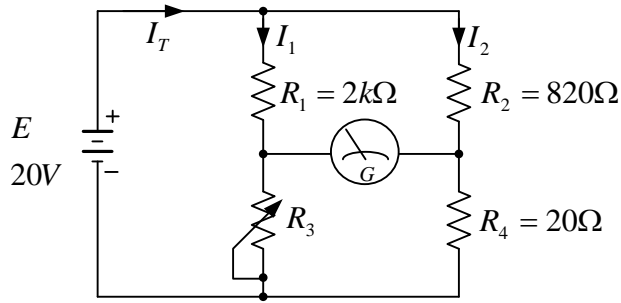
$$I_2 = \frac{E}{R_2 + R_4} = \frac{15V}{750\Omega + 50\Omega} = 0.01875A$$

แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม  $R_2$  คือ  $V_2$  จะได้

$$V_2 = I_2 R_2 = (0.01875 A)(750 \Omega) = 14.0625 V$$

เพราะฉะนั้นแรงดันไฟฟ้า  $V_1 = V_2 = 14.0625 V$

ตัวอย่างที่ 5 จากวงจรรูปที่กำหนดให้จะปรับความต้านทาน  $R_3$  ให้มีค่าเท่าไร จึงทำให้วงจรบริดจ์เป็นแบบสมดุล



วิธีทำ จากสมการ

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

ดังนั้น

$$R_3 = R_1 \frac{R_4}{R_2} = \frac{(2,000 \Omega)(20 \Omega)}{820 \Omega} = 48.781 \Omega$$

แทนค่า  $R_3$  ในสมการ

$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

$$\frac{2,000 \Omega}{48.781 \Omega} = \frac{820 \Omega}{20 \Omega}$$

$$41 = 41$$

แสดงว่า  $R_3 = 48.781 \Omega$  ทำให้วงจรบริดจ์เป็นแบบสมดุล