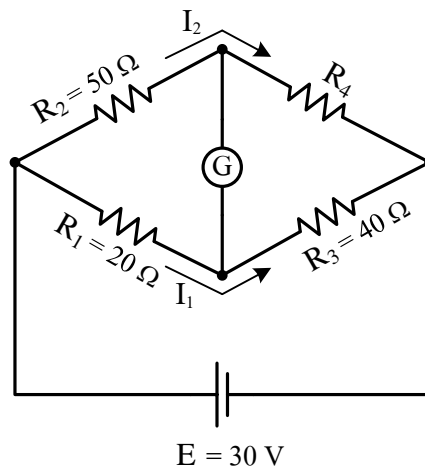


แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 13 วงจรบริดจ์

- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 14 ข้อ
 2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
 3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที

1. ข้อใดคือส่วนประกอบของวงจรบริดจ์
 - ก. วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน
 - ข. วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่ออนุกรมกัน
 - ค. วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่อขนานกัน
 - ง. วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน
2. วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลคือข้อใด
 - ก. มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์
 - ข. แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าไม่เท่ากัน
 - ค. ความต่างศักย์ที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์
 - ง. อัตราส่วนของความต้านทานแต่ละสาขาไม่เท่ากัน

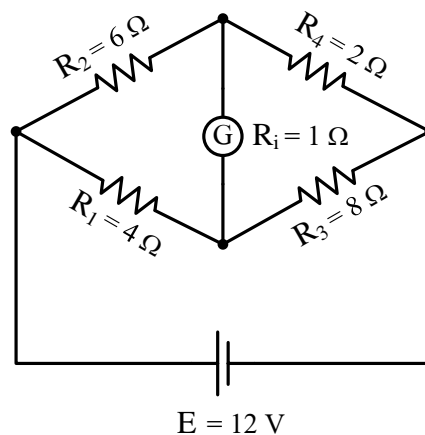
จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ ก-13.1 ใช้ตอบคำถามข้อ 3-8



รูปที่ ก-13.1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 3-8

3. เมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล ตัวต้านทาน R_4 มีค่าความต้านทานเท่าใด
 - ก. 100Ω
 - ข. 80Ω
 - ค. 60Ω
 - ง. 40Ω
4. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 มีค่าเท่าใด
 - ก. 1 A
 - ข. 0.8 A
 - ค. 0.5 A
 - ง. 0.2 A
5. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_4 มีค่าเท่าใด
 - ก. 1 A
 - ข. 0.8 A
 - ค. 0.5 A
 - ง. 0.2 A
6. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 มีค่าเท่าใด
 - ก. 20 V
 - ข. 15 V
 - ค. 10 V
 - ง. 5 V
7. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 มีค่าเท่าใด
 - ก. 20 V
 - ข. 15 V
 - ค. 10 V
 - ง. 5 V
8. วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุลคือข้อใด
 - ก. แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากัน
 - ข. ความต่างศักย์ที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์
 - ค. อัตราส่วนของความต้านทานแต่ละสาขาเท่ากัน
 - ง. มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์

จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ ก-13.2 ใช้ตอบคำถามข้อ 9-11



รูปที่ ก-13.2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 9-11

9. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) มีค่าเท่าใด
- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 1.07 A | ข. 0.97 A |
| ค. 0.92 A | ง. 0.82 A |
10. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G) มีค่าเท่าใด
- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 1.04 V | ข. 0.97 V |
| ค. 0.94 V | ง. 0.87 V |
11. หากความต้านทานภายในของกัลวานอร์มิเตอร์ (R_i) มีค่าเท่ากับ 20Ω กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) มีค่าเท่าใด
- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 0.27 A | ข. 0.25 A |
| ค. 0.21 A | ง. 0.17 A |

หน่วยที่ 13

วงจรบริดจ์

สาระการเรียนรู้

- 13.1 วงจรบริดจ์
- 13.2 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล
- 13.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล

จุดประสงค์การสอน

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจลักษณะของวงจรบริดจ์สมดุลและไม่สมดุล และการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรบริดจ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของวงจรบริดจ์ได้
2. คำนวณหาค่าความต้านทาน กระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า ของวงจรบริดจ์ได้

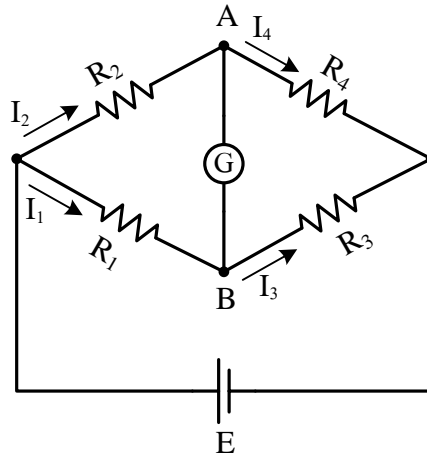
วงจรบริดจ์

บทนำ

วงจรบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรงที่นิยมใช้กันมาก คือ วิตสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) เป็นวงจรที่ใช้สำหรับหาค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่า โดยอาศัยความสมดุลของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน ซึ่งวงจรบริดจ์ที่กล่าวในบทนี้หมายถึงวงจรวิตสโตนบริดจ์

13.1 วงจรบริดจ์

วงจรบริดจ์ คือ วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนานกับตัวต้านทาน และมีกัลวานอ์มิเตอร์ต่อที่จุด AB ทำหน้าที่ตรวจจับสนะไฟฟ้า เพื่อบอกสภาวะของวงจร ดังรูปที่ 13.1

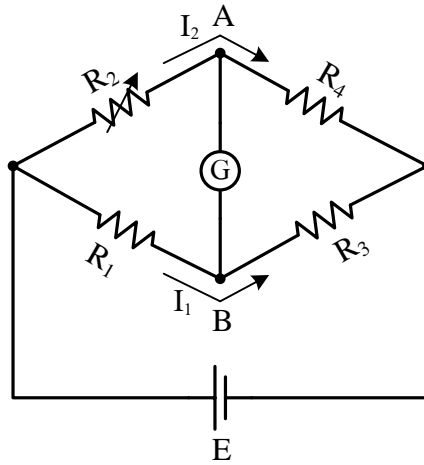


รูปที่ 13.1 วงจรวีตสโตนบริดจ์

วงจรบริดจ์แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลและวงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล

13.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล

คือ วงจรที่มีการจัดให้ความต้านทานมีอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำได้โดยปรับค่าความต้านทาน R_2 จนกระทั่งไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอ์มิเตอร์ หรือเข็มของกัลวานอ์มิเตอร์ชี้ที่ค่าศูนย์ นั่นคือ แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากัน หรือความต่างศักย์ที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์นั่นเอง วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล ดังรูปที่ 13.2



รูปที่ 13.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล

จากรูปที่ 13.2 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล เป็นผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$V_{R_1} = V_{R_2} \quad (13-1)$$

$$V_{R_3} = V_{R_4} \quad (13-2)$$

โดยกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 และ R_3 คือ I_1 และกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 และ R_4 คือ I_2 จะได้

$$I_1 = I_{R_1} = I_{R_3}$$

$$I_2 = I_{R_2} = I_{R_4}$$

จากกฎของโอห์ม $E = IR$ ดังนั้น

$$V_{R_1} = I_1 R_1 \quad (13-3)$$

$$V_{R_2} = I_2 R_2 \quad (13-4)$$

$$V_{R_3} = I_1 R_3 \quad (13-5)$$

$$V_{R_4} = I_2 R_4 \quad (13-6)$$

แทนค่าสมการที่ (13-3) และสมการที่ (13-4) ในสมการที่ (13-1) จะได้

$$I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad (13-7)$$

แทนค่าสมการที่ (13-5) และสมการที่ (13-6) ในสมการที่ (13-2) จะได้

$$I_1 R_3 = I_2 R_4 \quad (13-8)$$

นำสมการที่ (13-7) หารด้วยสมการที่ (13-8) จะได้

$$\begin{aligned} \frac{I_1 R_1}{I_1 R_3} &= \frac{I_2 R_2}{I_2 R_4} \\ \text{จะได้} \quad \frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \end{aligned} \quad (13-9)$$

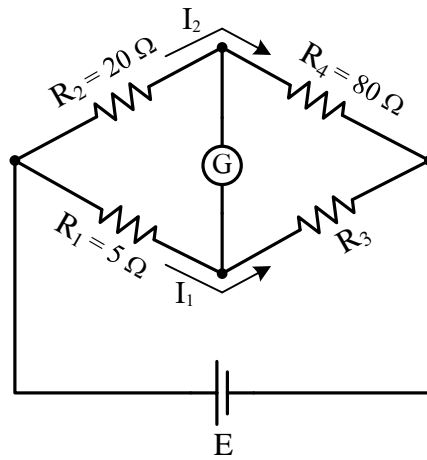
จากสมการที่ (13-9) นำมาเขียนสมการหาความต้านทานไม่ทราบค่าใด ๆ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} R_1 &= \frac{R_2 R_3}{R_4} \\ R_2 &= \frac{R_1 R_4}{R_3} \\ R_3 &= \frac{R_1 R_4}{R_2} \\ R_4 &= \frac{R_2 R_3}{R_1} \end{aligned}$$

และเมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{หรือ} \quad E &= V_{R_1} + V_{R_3} \\ E &= V_{R_2} + V_{R_4} \\ I_1 &= \frac{E}{R_1 + R_3} \\ I_2 &= \frac{E}{R_2 + R_4} \\ I_T &= I_1 + I_2 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 13.1 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 13.3 จงคำนวณหาความต้านทาน R_3 ที่ทำให้บริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล



รูปที่ 13.3 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลตามตัวอย่างที่ 13.1

วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล จะได้

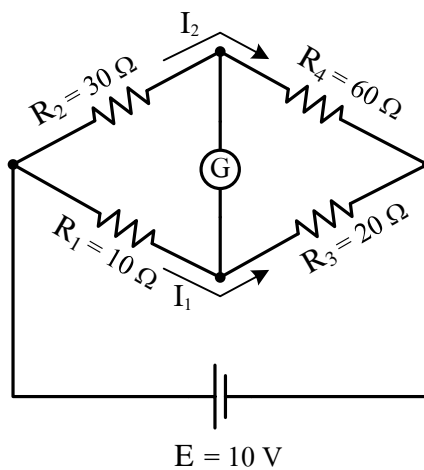
$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned} R_3 &= \frac{R_1 R_4}{R_2} \\ &= \frac{5 \times 80}{20} = 20\ \Omega \end{aligned}$$

ตอบ

ตัวอย่างที่ 13.2 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 13.4 เมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล จงคำนวณหา



รูปที่ 13.4 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลตามตัวอย่างที่ 13.2

- ก) กระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_T
- ข) แรงดันไฟฟ้า V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} , และ V_{R_4}

วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

$$\begin{aligned}\frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \\ \frac{10}{20} &= \frac{30}{60} \\ \frac{1}{2} &= \frac{1}{2}\end{aligned}$$

จากอัตราส่วนของความต้านทานที่ได้มีค่าเท่ากัน แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จึงไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G)

ก) หากกระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_T

กระแสไฟฟ้า I_1 คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 และ R_3 จะได้

$$\begin{aligned}I_1 &= \frac{E}{R_1 + R_3} \\ &= \frac{10}{10 + 20} = 0.33 \text{ A} \quad \text{ตอบ}\end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้า I_2 คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 และ R_4 จะได้

$$\begin{aligned}I_2 &= \frac{E}{R_2 + R_4} \\ &= \frac{10}{30 + 60} = 0.11 \text{ A} \quad \text{ตอบ}\end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้า I_T เป็นผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 จะได้

$$\begin{aligned}I_T &= I_1 + I_2 \\ &= 0.33 + 0.11 = 0.44 \text{ A} \quad \text{ตอบ}\end{aligned}$$

ข) หาแรงดันไฟฟ้า V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} และ V_{R_4}

ในสภาวะที่บริดจ์สมดุล แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 จะได้

$$\begin{aligned}V_{R_1} &= V_{R_2} = I_1 R_1 \\ &= 0.33 \times 10 = 3.3 \text{ V} \quad \text{ตอบ}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ } V_{R_1} &= V_{R_2} = I_2 R_2 \\ &= 0.11 \times 30 = 3.3 \text{ V} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

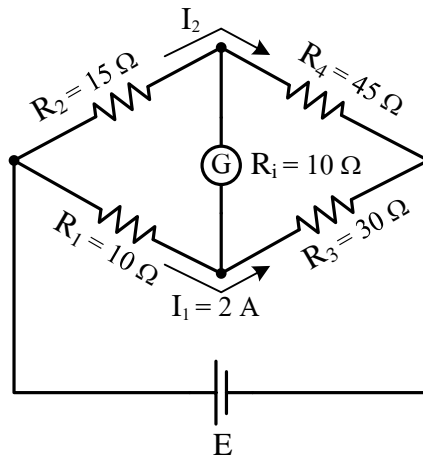
และเช่นเดียวกัน ในสถานะที่บริดจ์สมดุล แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 จะได้

$$\begin{aligned} V_{R_3} &= V_{R_4} = I_1 R_3 \\ &= 0.33 \times 20 = 6.6 \text{ V} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ } V_{R_3} &= V_{R_4} = I_2 R_4 \\ &= 0.11 \times 60 = 6.6 \text{ V} \end{aligned} \quad \text{ตอบ}$$

ตัวอย่างที่ 13.3 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 13.5 เมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล และกัลวานอมิเตอร์มีความต้านทานภายใน (R_i) เท่ากับ 10Ω จงคำนวณหา

- ก) แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)
- ข) กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)



รูปที่ 13.5 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลตามตัวอย่างที่ 13.3

วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล จะได้

$$\begin{aligned} \frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \\ \frac{10}{30} &= \frac{15}{45} \\ \frac{1}{3} &= \frac{1}{3} \end{aligned}$$

จากอัตราส่วนของความต้านทานที่ได้มีค่าเท่ากัน แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จึงไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ ดังนั้นความต้านทานภายในของกัลวานอร์มิเตอร์ จึงไม่มีผลต่อวงจรนี้ ไม่ต้องนำมาพิจารณาในการคำนวณ

ก) แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)

$$\begin{aligned}V_{R_1} &= I_1 R_1 \\ &= 2 \times 10 = 20 \text{ V}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}V_{R_3} &= I_1 R_3 \\ &= 2 \times 30 = 60 \text{ V}\end{aligned}$$

ดังนั้น

$$\begin{aligned}E &= V_{R_1} + V_{R_3} \\ &= 20 + 60 = 80 \text{ V}\end{aligned}$$

ตอบ

ข) กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

$$\begin{aligned}I_2 &= \frac{E}{R_2 + R_4} \\ &= \frac{80}{15 + 45} = 1.33 \text{ A}\end{aligned}$$

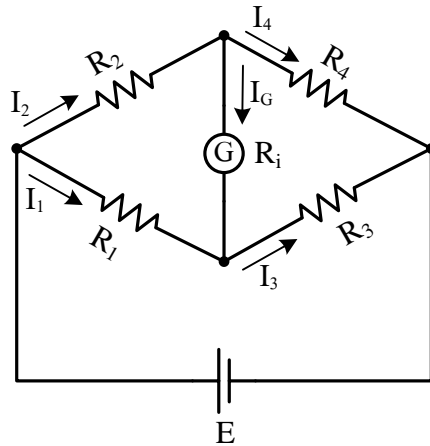
ดังนั้น

$$\begin{aligned}I_T &= I_1 + I_2 \\ &= 2 + 1.33 = 3.33 \text{ A}\end{aligned}$$

ตอบ

13.3 วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล

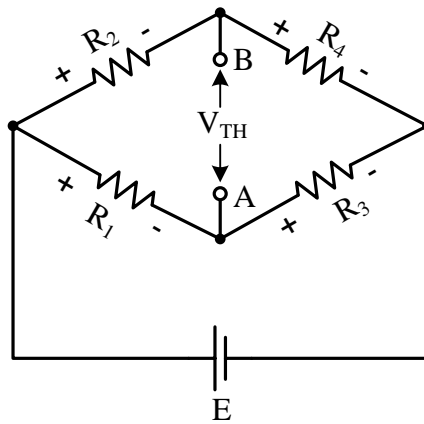
คือ วงจรที่อัตราส่วนของความต้านทาน R_1/R_3 ไม่เท่ากับ R_2/R_4 ดังนั้น แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 จึงไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 ไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 เกิดความต่างที่จุด A และ B เป็นผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ ดังรูปที่ 12.6



รูปที่ 13.6 วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล

จากวงจรในรูปที่ 13.6 สามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ได้ โดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน ดังนี้

ปลดกัลวานอร์มิเตอร์ออกจากวงจร จากนั้นหาแรงดันไฟฟ้าเทียบเท่าเทเวนิน (V_{TH}) ที่จุด AB ดังวงจรในรูปที่ 13.7



รูปที่ 13.7 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดันเทียบเท่าเทเวนิน

ใช้สมการแบ่งแรงดันไฟฟ้า หาค่าแรงดันไฟฟ้า ดังนี้

$$V_{R_1} = \frac{ER_1}{R_1 + R_3}$$

$$V_{R_2} = \frac{ER_2}{R_2 + R_4}$$

$$V_{R_3} = \frac{ER_3}{R_1 + R_3}$$

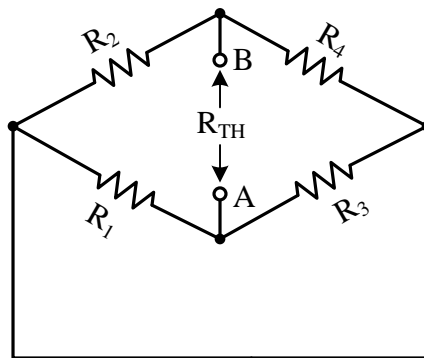
$$V_{R_4} = \frac{ER_4}{R_2 + R_4}$$

$$V_{TH} = V_{R_2} - V_{R_1}$$

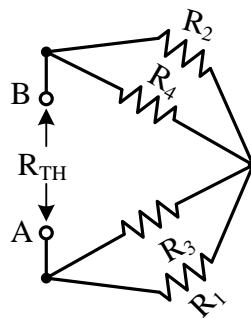
หรือ

$$V_{TH} = V_{R_3} - V_{R_4}$$

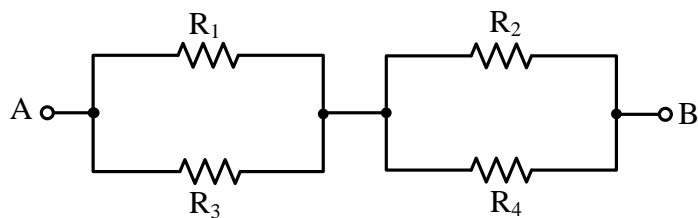
หาความต้านทานเทียบเท่าเทวินิน (R_{TH}) ที่มองจากจุด AB โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่าย
แรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 13.8 (ก) และจัดรูปใหม่ดังรูปที่ 13.8 (ข) และ (ค)



(ก)



(ข)

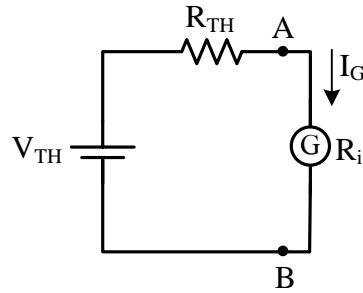


(ค)

รูปที่ 13.8 แสดงการหาค่าความต้านทานเทียบเท่าเทวินิน

$$R_{TH} = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4}$$

นำค่า V_{TH} และ R_{TH} มาเขียนวงจรเทียบเท่าเทวินิน ต่อกับแอมมิเตอร์เข้าที่จุด AB จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์ (I_G)



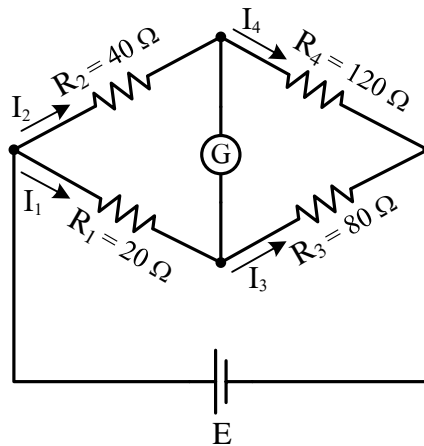
รูปที่ 13.9 แสดงวงจรเทียบเท่าเทวินินที่ต่อกับแอมมิเตอร์เข้าที่จุด AB

$$I_G = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_i}$$

และคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมแอมมิเตอร์ (V_G) ได้จาก

$$V_G = I_G R_i$$

ตัวอย่างที่ 13.4 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 13.10 จงหาว่าบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุลหรือไม่ หากไม่สมดุล ต้องเปลี่ยน R_2 เป็นเท่าใด บริดจ์จึงจะอยู่ในสถานะสมดุล



รูปที่ 13.10 วงจรบริดจ์ตามตัวอย่างที่ 13.4

วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

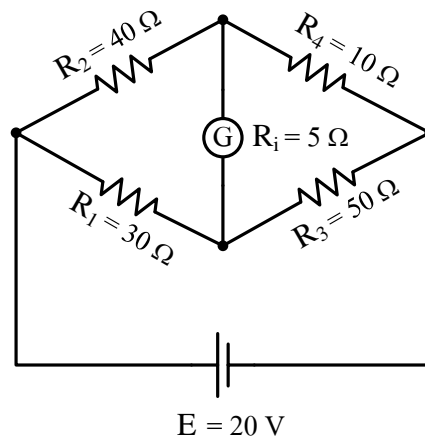
$$\begin{aligned}\frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \\ \frac{20}{80} &= \frac{40}{120} \\ \frac{1}{4} &= \frac{1}{3}\end{aligned}$$

จากอัตราส่วนของความต้านทานที่ได้มีค่าไม่เท่ากัน แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะไม่สมดุล หากต้องการให้บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลต้องเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_2 ใหม่ ดังนี้

$$\begin{aligned}R_2 &= \frac{R_1 R_4}{R_3} \\ &= \frac{20 \times 120}{80} = 30 \Omega\end{aligned}$$

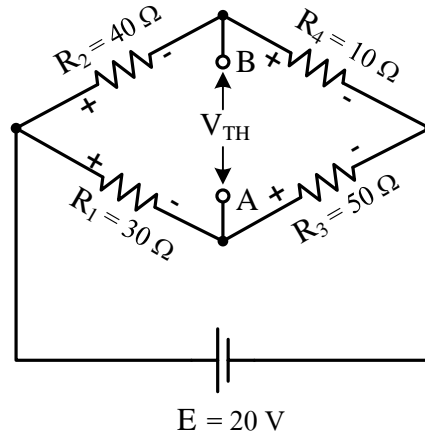
ตอบ

ตัวอย่างที่ 13.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 13.11 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)



รูปที่ 13.11 วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลตามตัวอย่างที่ 13.5

ปลดกัลวานอร์มิเตอร์ออกจากวงจร จากนั้นหาแรงดันเทียบเท่าเทเวนิน (V_{TH}) ที่จุด AB ดังวงจรในรูปที่ 13.12



รูปที่ 13.12 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดันเทียบเท่าเทวินิน

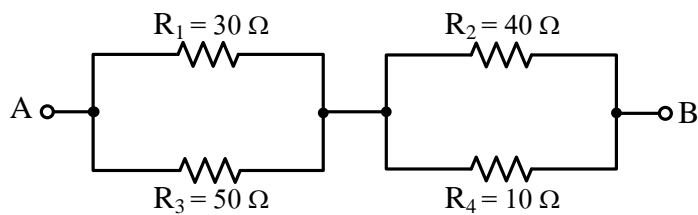
ใช้สมการแบ่งแรงดันไฟฟ้า หาค่าแรงดันไฟฟ้า ดังนี้

$$\begin{aligned} V_{R_3} &= \frac{ER_3}{R_1 + R_3} \\ &= \frac{20 \times 50}{30 + 50} = 12.5 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{R_4} &= \frac{ER_4}{R_2 + R_4} \\ &= \frac{20 \times 10}{40 + 10} = 4 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{TH} &= V_{R_3} - V_{R_4} \\ &= 12.5 - 4 = 8.5 \text{ V} \end{aligned}$$

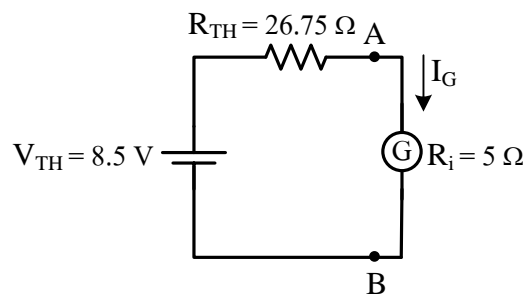
หาความต้านทานเทียบเท่าเทวินิน (R_{TH}) ที่มองจากจุด AB โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 13.13



รูปที่ 13.13 แสดงการหาค่าความต้านทานเทียบเท่าเทวินิน

$$\begin{aligned} R_{TH} &= \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} + \frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} \\ &= \frac{30 \times 50}{30 + 50} + \frac{40 \times 10}{40 + 10} = 26.75 \, \Omega \end{aligned}$$

นำค่า V_{TH} และ R_{TH} มาเขียนวงจรเทียบเท่าเทเวนิน ต่อกับแอมมิเตอร์เข้าที่จุด AB จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์ (I_G)



รูปที่ 13.14 แสดงวงจรเทียบเท่าเทเวนินที่ต่อกับแอมมิเตอร์เข้าที่จุด AB

$$\begin{aligned} I_G &= \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_i} \\ &= \frac{8.5}{26.75 + 5} = 0.27 \, A \end{aligned}$$

และ

$$\begin{aligned} V_G &= I_G R_i \\ &= 0.27 \times 5 = 1.35 \, V \end{aligned}$$

ดังนั้น กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์มีค่าเท่ากับ 0.27 A

แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมแอมมิเตอร์มีค่าเท่ากับ 1.35 V

ตอบ

สรุป

วงจรบริดจ์ คือ วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขา ตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนานกับตัวต้านทาน และมีแอมมิเตอร์ต่อที่จุด AB ทำหน้าที่ตรวจจับกระแสไฟฟ้าเพื่อบอกสถานะของวงจร วงจรบริดจ์ แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลและวงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล โดยวงจรบริดจ์ที่อยู่ในสถานะสมดุล คือ วงจรที่มีอัตราส่วนของตัวต้านทาน R_1/R_3 เท่ากับ R_2/R_4

แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากัน หรือความต่างศักย์ที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์ จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ ส่วนวงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล คือ วงจรที่มีอัตราส่วนของความต้านทาน R_1/R_3 ไม่เท่ากับ R_2/R_4 ดังนั้น แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 จึงไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 ไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 เกิดความต่างที่จุด A และ B เป็นผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์

บรรณานุกรม

บรรจง จันทมาศ. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง**. พิมพ์ครั้งที่ 12. กรุงเทพฯ :

บริษัท ส.เอเชียเพรส จำกัด, 2543.

มงคล ทองสงคราม. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า 1**. พิมพ์ครั้งที่ 3. กรุงเทพฯ :

ห้างหุ้นส่วนจำกัด วิ.เจ พรินติ้ง, 2540.

ไมตรี วรวิจิตรรยากุล. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าเล่ม 1(ฉบับปรับปรุงใหม่)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ฉะเชิงเทรา :

ศูนย์การพิมพ์พลชัย, 2538.

ไมตรี วรวิจิตรรยากุล. **ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าเล่ม 2(ฉบับปรับปรุงใหม่)**. พิมพ์ครั้งที่ 2. ฉะเชิงเทรา :

ศูนย์การพิมพ์พลชัย, 2538.

สุชน แก่นตัน. **ปฏิบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เล่ม 2**. กรุงเทพฯ : ฟิสิกส์เซ็นเตอร์, มปป.

อดุลย์ กัลยาแก้วและคณะ. **วงจรไฟฟ้า 1 (วงจรไฟฟ้ากระแสตรง)**. กรุงเทพฯ : ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ,

2546.

Thomas L. Floyd. **Principles of Electric Circuits Conventional Current** .Seventh Edition.

New Jersey : Prentice-Hall, 2003.

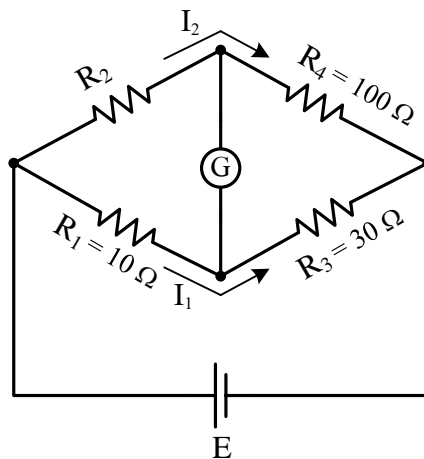
แบบฝึกหัด
หน่วยที่ 13 วงจรบริดจ์

ตอนที่ 1 จงเติมคำในช่องว่างหรือให้ความหมายของคำต่อไปนี้

1. วงจรบริดจ์ คือ.....
.....
.....
2. วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล คือ.....
.....
.....
3. วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล คือ.....
.....
.....

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

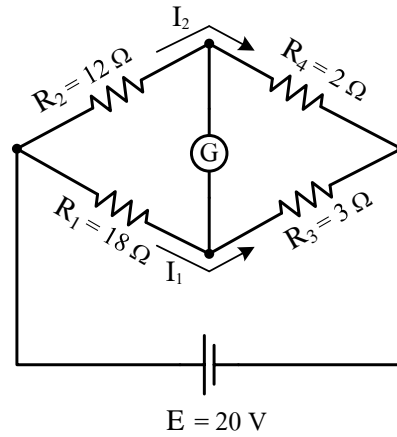
1. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ ฝ-13.1 จงคำนวณหาความต้านทาน R_2 ที่ทำให้บริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล



รูปที่ ฝ-13.1 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

2. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ ฝ-12.2 เมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล จงคำนวณหา
ก) กระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_T

ข) แรงดันไฟฟ้า V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} , และ V_{R_4}

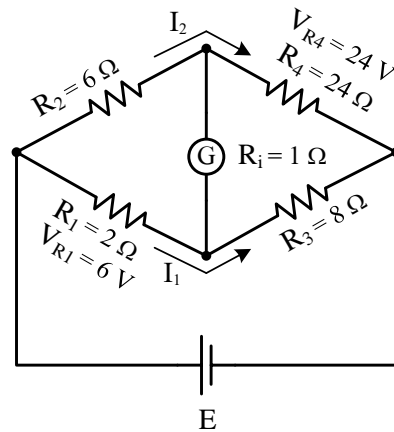


รูปที่ ฝ-13.2 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

3. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ ฝ-13.3 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จงคำนวณหา

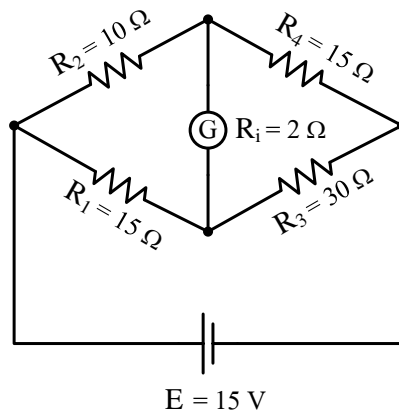
ก) กระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_T

ข) แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)



รูปที่ ฝ-13.3 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

4. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ ฝ-13.4 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะไม่สมดุล จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)



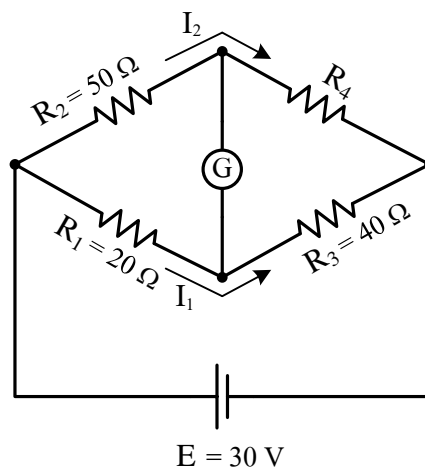
รูปที่ ฝ-13.4 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 13 วงจรบริดจ์

- คำชี้แจง**
1. แบบทดสอบชุดนี้มีทั้งหมด 14 ข้อ
 2. ให้ทำเครื่องหมายกากบาท (X) ทับข้อที่ถูกที่สุดเพียงข้อเดียว
 3. ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที

1. ข้อใดคือส่วนประกอบของวงจรบริดจ์
 - ก. วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่ออนุกรมกัน
 - ข. วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน
 - ค. วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน
 - ง. วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่อขนานกัน
2. วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลคือข้อใด
 - ก. อัตราส่วนของความต้านทานแต่ละสาขาไม่เท่ากัน
 - ข. มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์
 - ค. แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าไม่เท่ากัน
 - ง. ความต่างศักย์ที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์

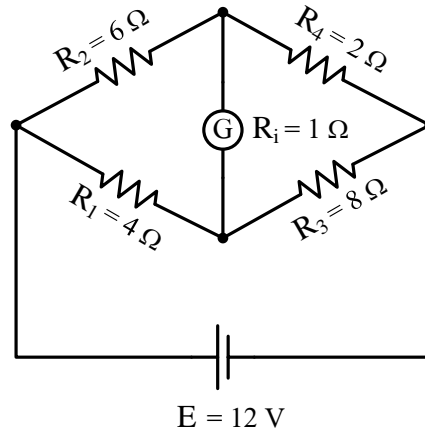
จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ ล-13.1 ใช้ตอบคำถามข้อ 3-8



รูปที่ ล-13.1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 3-8

3. เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล ตัวต้านทาน R_4 มีค่าความต้านทานเท่าใด
 - ก. 40Ω
 - ข. 60Ω
 - ค. 80Ω
 - ง. 100Ω
4. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 มีค่าเท่าใด
 - ก. 0.2 A
 - ข. 0.5 A
 - ค. 0.8 A
 - ง. 1 A
5. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_4 มีค่าเท่าใด
 - ก. 0.2 A
 - ข. 0.5 A
 - ค. 0.8 A
 - ง. 1 A
6. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 มีค่าเท่าใด
 - ก. 5 V
 - ข. 10 V
 - ค. 15 V
 - ง. 20 V
7. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 มีค่าเท่าใด
 - ก. 5 V
 - ข. 10 V
 - ค. 15 V
 - ง. 20 V
8. วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลคือข้อใด
 - ก. อัตราส่วนของความต้านทานแต่ละสาขาเท่ากัน
 - ข. มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์
 - ค. แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากัน
 - ง. ความต่างศักย์ที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์

จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ ล-13.2 ใช้ตอบคำถามข้อ 9-11



9. กระแสไฟ รูปที่ ล-13.2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 9-11
- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 0.82 A | ข. 0.92 A |
| ค. 0.97 A | ง. 1.07 A |
10. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G) มีค่าเท่าใด
- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 0.87 V | ข. 0.94 V |
| ค. 0.97 V | ง. 1.04 V |
11. หากความต้านทานภายในของกัลวานอร์มิเตอร์ (R_i) มีค่าเท่ากับ $20\ \Omega$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) มีค่าเท่าใด
- | | |
|-----------|-----------|
| ก. 0.17 A | ข. 0.21 A |
| ค. 0.25 A | ง. 0.27 A |