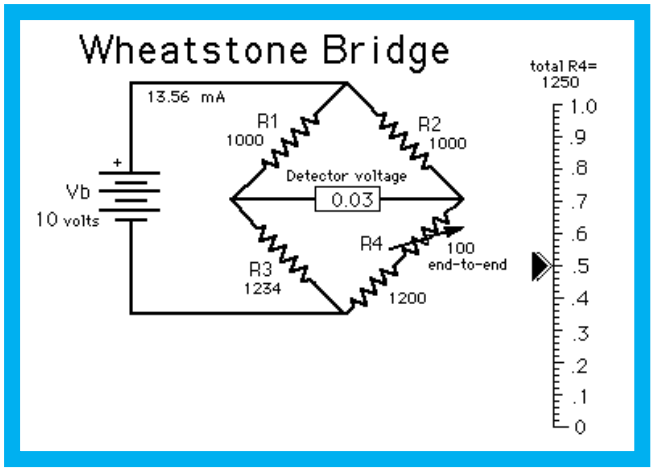
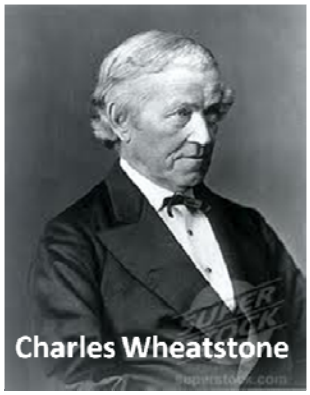
บทที่ 5

วงจรบริดจ์



วัตถุประสงค์

1. อธิบายหลักการวงจรบริดจ์สมดุลย์และไม่สมดุลย์ได้
2. คำนวณวงจรวงจรบริดจ์ได้



5-1 วงจรบริดจ์

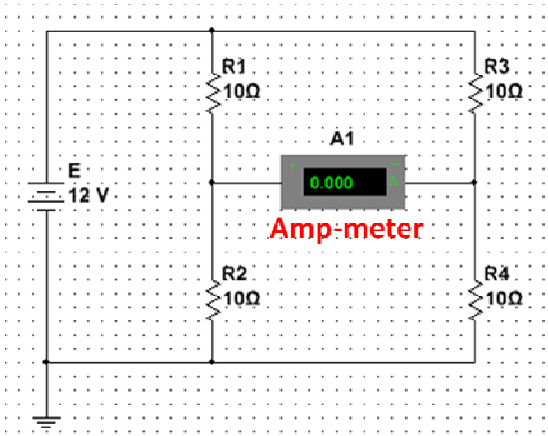
วงจรบริดจ์กระแสตรง(DC Bridge) เป็นวงจรโครงข่ายชนิดหนึ่ง ที่มีลักษณะเฉพาะตัว ใช้สาหรับการวัดค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่า โดยใช้หลักการเปรียบเทียบค่าความต้านทาน (R) ที่ทราบค่าแล้ว กับค่า R ที่ต้องการทราบค่า และใช้สภาวะสมดุลของวงจรบริดจ์เป็นตัวบอกค่าที่ต้องการทราบ นอกจากนี้ยังมีวงจรบริดจ์กระแสสลับ(AC Bridge) ซึ่งจะไม่กล่าวถึงในบทเรียนนี้ วงจรบริดจ์กระแสตรงประเภทที่ใช้ในปัจจุบัน เรียกว่า วีทสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) ผู้ค้นพบความสัมพันธ์นี้คือ Sir Charles Wheatstone (1843) นักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ

วงจรบริดจ์กระแสตรง ประกอบด้วย

1) ตัวต้านทานที่ต่อขนานกัน 2 สาขา แต่ละสาขามีตัวต้านทานต่ออนุกรมกันจำนวน 2

2) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง

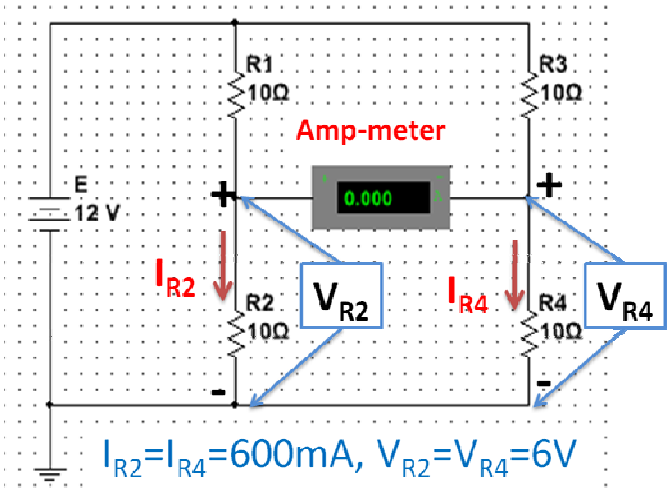
3) แอมป์มิเตอร์หรือเครื่องวัดกระแสไฟฟ้าอื่นๆ ต่อกึ่งกลางของบริดจ์ เมื่อบริดจ์สมดุลกระแสไฟฟ้าจะเป็นศูนย์ แต่ถ้าบริดจ์ไม่สมดุลกระแสไฟฟ้าจะไม่เป็นศูนย์



รูปที่ 5-1 แสดงวงจรบริดจ์กระแสตรง

วงจรบริดจ์สมดุล (Balanced Bridge)

เมื่อวงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลจะไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมป์มิเตอร์ กระแสไฟฟ้าเท่ากับศูนย์ ในสภาวะสมดุลจะเห็นว่า แรงดันตกคร่อม R_2 และ R_4 เท่ากัน และสัดส่วนของค่าความต้านทานแต่ละสาขาจะเท่ากัน จึงได้สมการดังนี้



รูปที่ 5-2 วงจรบริดจ์สมดุล

$$V_{R2} = V_{R4}$$

$$I_{R2} \times R_2 = I_{R4} \times R_4$$

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

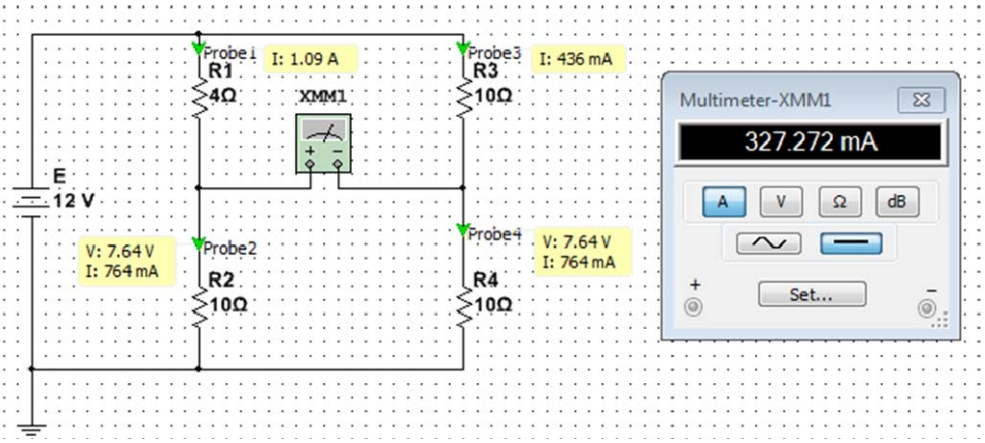
$$R_2 (R_3 + R_4) = R_4 (R_1 + R_2)$$

$$R_2 R_3 = R_4 R_1$$

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

วงจรบริดจ์ไม่สมดุล (Unbalanced Bridge)

กรณีที่บริดจ์ไม่สมดุล เกิดจากสัดส่วนของค่าความต้านทานแต่ละสาขานั้นไม่เท่ากัน จึงทำให้มีกระแสไหลผ่านแอมป์มิเตอร์ หรือกระแสที่ผ่านแอมป์มิเตอร์มากกว่าศูนย์ดังรูปที่ 5-3 เมื่อค่า R_1 เปลี่ยนเป็น 4Ω ทำให้กระแสผ่านแอมป์มิเตอร์เท่ากับ 327.272mA

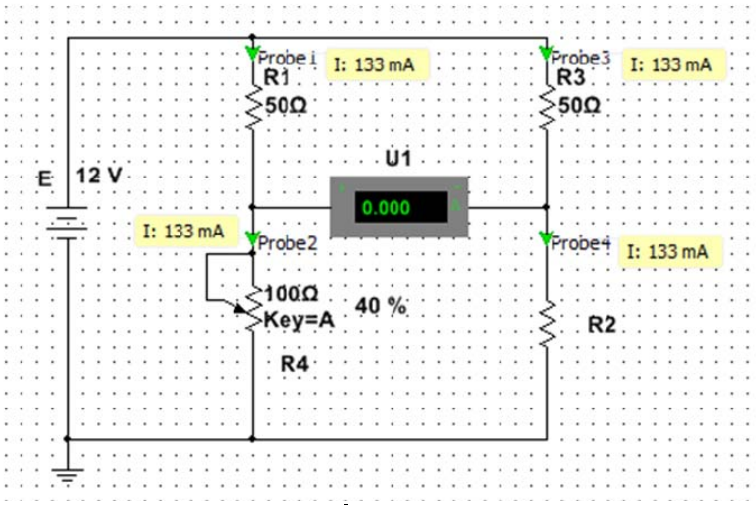


รูปที่ 5-3 วงจรบริดจ์ไม่สมดุล

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

ตัวอย่างที่ 5-1 จากวงจรรูปที่ 5-4

1. วงจรบริดจ์นี้สมดุลหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. จงหาค่าความต้านทาน R_2 เมื่อปรับค่า R_4 ไปที่ 40% ของค่า R_4



รูปที่ 5-4

ตอบ 1. วงจรบริดจ์นี้สมดุล เพราะว่า กระแสที่แอมป์มิเตอร์(U1) ที่อยู่กึ่งกลางบริดจ์เท่ากับศูนย์

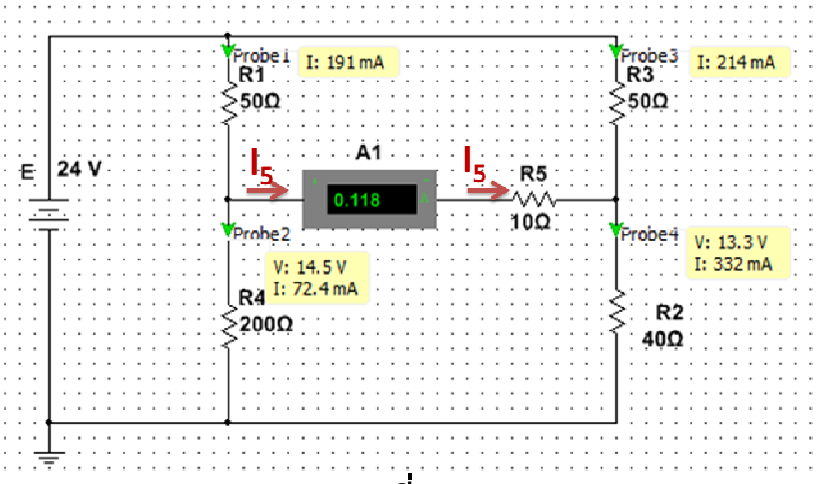
2. เมื่อบริดจ์สมดุล ดังนั้น $$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$$

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

$$R_2 = \frac{40\Omega(50\Omega)}{50\Omega} = 40\Omega$$

ตัวอย่างที่ 5-2 จากวงจรรูปที่ 5-5

1. วงจรบริดจ์นี้สมดุลหรือไม่ เพราะเหตุใด
2. จงหาค่าแรงดันตกค่อม R_5



รูปที่ 5-5

ตอบ 1. วงจรบริดจ์นี้ไม่สมดุล เพราะว่า กระแสที่แอมป์มิเตอร์(A1) ที่อยู่กึ่งกลางบริดจ์เท่ากับ 0.118A

หรืออาจสังเกตได้จากค่า $\frac{R_1}{R_2}=\frac{50}{200}=0.25, \frac{R_3}{R_4}=\frac{40}{50}=1.25$

ซึ่งไม่เท่ากันแสดงว่าบริดจ์ไม่สมดุล

2.แรงดันตกค่อม R_5 $V_{R5} = I_5 R_5$

$V_{R5} = 0.118A\ 10\Omega = 1.18V$

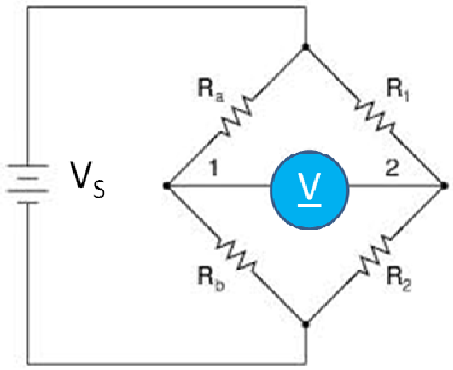
สามารถเข้าไปใช้โปรแกรมจำลองการคำนวณค่า วงจรบริดจ์ได้ที่

http://www.indiabix.com/electronics-circuits/wheatstone-bridge/
http://www.electronics2000.co.uk/calc/wheatstone-bridge-calculator.php
https://www.circuitlab.com/circuit/8f7u58/wheatstone-bridge-simulator/

แบบฝึกหัดบทที่ 5 วงจรบริดจ์

จงเลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงคำตอบเดียว

จากรูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 1–4



1. ถ้าวงจรบริดจ์นี้สมดุล R_a=100Ω,R_b=72Ω,R_1=18Ω ค่า R_2= .....Ω

ก. 11.98 ข. 12.56 ค. 12.96 ง. 14.12

2. ถ้าวงจรบริดจ์นี้มี R_a=100Ω,R_b=72Ω,R_1=18Ω ค่า R_2= 100Ω วงจรนี้สมดุลหรือไม่ ก. สมดุล ข. ไม่สมดุล

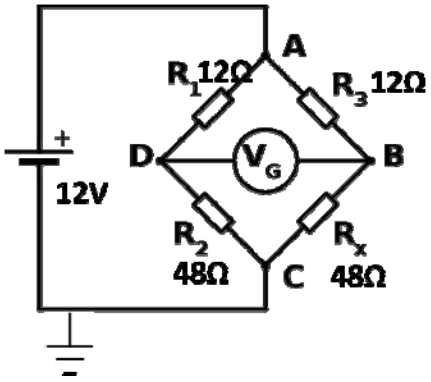
3. ถ้าวงจรบริดจ์นี้มี R_a=100Ω,R_b=72Ω,R_1=18Ω ค่า R_2= 100Ω และ V_S=10V ค่าแรงดัน V_{12} = ข้อใด

ก. 4.298 V ข. 4.512 V ค.4.500 V ง. 5.624 V

4. ถ้าวงจรบริดจ์นี้สมดุล และ V_S=18V ค่าแรงดัน V_{12} = ข้อใด

ก. 4.3 V ข. 4.0 V ค.0.5 V ง. 0.00 V

จากรูปต่อไปนี้ใช้ตอบคำถามข้อ 5–8



5. ค่าแรงดัน V_D = ...V

ก. 7.2 ข. 9.6 ค. 7.5 ง. 8.4

6. ค่าแรงดัน V_B = ...V

ก. 2.4 ข. 7.5 ค. 9.6 ง. 0.0

7. ค่าแรงดัน V_{AD} = ...V

ก. 2.4 ข. 3.5 ค. 4.5 ง. 0.0

8. ค่าแรงดัน V_G = ...V

ก. 2.4 ข. 3.5 ค. 4.5 ง. 0.0