

เอกสารประกอบการเรียนการสอน

วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104-2002)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

DC
Electrical
Circuits

หน่วยที่ 9

วงจรบริดจ์

(Bridge Circuit)

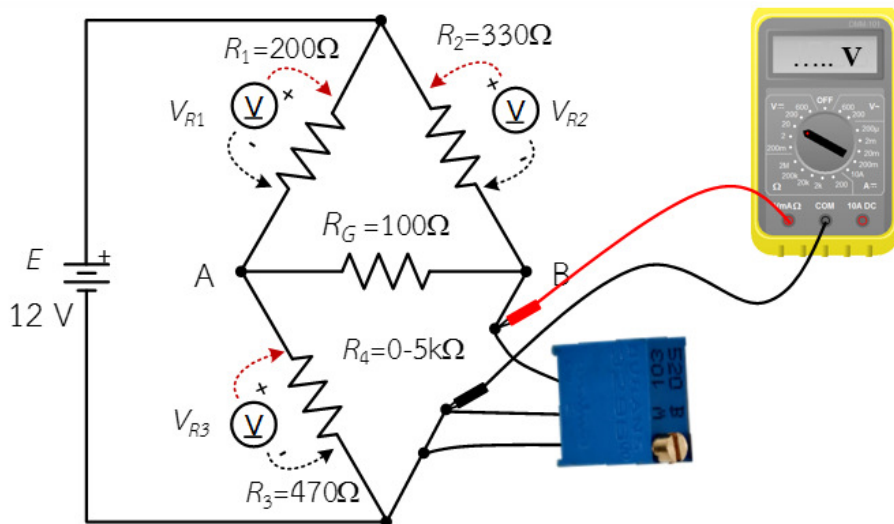
นายสุริยันต์ รักพวง

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารประกอบการเรียนการสอน
วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
รหัสวิชา 2104-2002

หน่วยที่ 9 วงจรบริดจ์

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556
ประเภทวิชาช่างอุตสาหกรรม



โดย

สุริยันต์ รักพวง

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

คำนำ

การจัดการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับเนื้อหาต่างๆ ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพพุทธศักราช 2556 ของคณะกรรมการการอาชีวศึกษา มุ่งเน้นการพัฒนานอกเหนือความรู้จากเนื้อหาแล้ว ยังต้องการพัฒนา ทักษะการปฏิบัติงาน ดังนั้นจึงได้เรียบเรียงเอกสารประกอบการเรียนการสอนขึ้นมาเพื่อเตรียมความพร้อมในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นสาระสำคัญเหมาะสมทั้งด้านปริมาณและคุณภาพพร้อมกับสื่อการสอนที่ทันสมัยเพื่อใช้ในการเรียนการสอนและพัฒนาความสามารถของผู้เรียนโดยมีการวิเคราะห์คำอธิบายรายวิชาแบ่งเนื้อหาออกเป็น 15 หน่วยการเรียนรู้ โดยแต่ละหน่วยมีการจัดทำ ใบเนื้อหา แบบฝึกหัด แบบทดสอบพร้อมใบงานภาคปฏิบัติ ทำการวัดผลและประเมินผลการเรียนให้เป็นไปตามจุดประสงค์ของการเรียนการสอน หน่วยการเรียนรู้ของเอกสารประกอบการเรียนการสอนฉบับนี้ประกอบด้วย

- หน่วยที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า
- หน่วยที่ 2 กฎของโอห์ม กำลังงานและพลังงาน
- หน่วยที่ 3 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
- หน่วยที่ 4 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน
- หน่วยที่ 5 วงจรไฟฟ้าแบบผสม
- หน่วยที่ 6 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า
- หน่วยที่ 7 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า
- หน่วยที่ 8 การแปลงการต่อตัวต้านทานแบบวาย-เดลตา
- หน่วยที่ 9 วงจรบริดจ์
- หน่วยที่ 10 วิธีกระแสเมช
- หน่วยที่ 11 วิธีแรงดันโนด
- หน่วยที่ 12 ทฤษฎีการวางซ้อน
- หน่วยที่ 13 ทฤษฎีเทเวนิน
- หน่วยที่ 14 ทฤษฎีโนร์ตัน
- หน่วยที่ 15 ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

สำหรับความสำเร็จในการจัดเรียบเรียงเอกสารประกอบการเรียนการสอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรงนั้นส่วนหนึ่งได้รับคำแนะนำมาจากผู้เชี่ยวชาญหลายท่าน หากผู้ที่ได้อ่านเอกสารฉบับนี้พบข้อบกพร่องผิดพลาดหรือมีข้อเสนอแนะ ผู้จัดทำยินดียอมรับและจะนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สุริยันต์ รักพวก

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูปภาพ	ค
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	ง
คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนหน่วยที่ 9	จ
แบบทดสอบก่อนเรียน	1
ใบเนื้อหา	5
9.1 วงจรบริดจ์	6
9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล	7
9.3 วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล	14
สรุป	20
ใบแบบฝึกหัด	22
ใบประเมินผลแบบฝึกหัด	25
ใบงานที่ 9 วงจรบริดจ์	26
ใบประเมินผลใบงานที่ 9	44
เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 9	46
แบบทดสอบหลังเรียน	49
ใบประเมินผลคุณธรรม จริยธรรม	53
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	55
เฉลยแบบฝึกหัด	56
เฉลยใบงานที่ 9	66
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน	70
ใบสรุปการประเมินผล	71
สื่อ Power Point	72

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
9.1 วงจรวิตส์โตนบริดจ์	7
9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล	7
9.3 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.1	10
9.4 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.2	10
9.5 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.3	13
9.6 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลเขียนใหม่ตามตัวอย่างที่ 9.3	13
9.7 วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล	15
9.8 วงจรบริดจ์ตามตัวอย่างที่ 9.4	16
9.9 วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลตามตัวอย่างที่ 9.5	17
9.10 แสดงการยุบวงจรที่ใช้หาค่าความต้านทานใช้การเปลี่ยนรูปแบบ Δ เป็น Y ตาม ตัวอย่างที่ 9.5	18
9.11 วงจรไฟฟ้าส่วนหนึ่งตามตัวอย่างที่ 9.5	20
9.12 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1	22
9.13 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2	23
9.14 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3	23
9.15 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4	24

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

รหัส 2104-2002

ระดับชั้น ปวช.

ทฤษฎี 1 ชั่วโมง ปฏิบัติ 3 ชั่วโมง 2 หน่วยกิต

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สาขาวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง

เวลาเรียนรวม 72 ชั่วโมง

จุดประสงค์รายวิชา

1. เพื่อให้ รู้ เข้าใจกฎและทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรงพื้นฐาน
2. เพื่อให้มีทักษะต่อ การวัดประลอง และคำนวณค่าต่างๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
3. เพื่อให้มีเจตคติที่ดีต่ออาชีพ มีกิจนิสัยในการค้นคว้าเพิ่มเติม และการทำงานด้วยความรอบคอบและปลอดภัย

มาตรฐานรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับการหาค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
2. ปฏิบัติการต่อวงจร วัด และทดสอบค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับกฎของโอห์ม กฎของเคอร์ชอฟฟ์ กำลังไฟฟ้า เซลล์ไฟฟ้า วงจรความต้านทานแบบอนุกรม วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า วงจรความต้านทานแบบขนาน วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า การแปลงวงจรความต้านทานสตาร์-เดลตา วงจรบริดจ์ ดีเทอร์มิแนนต์ การวิเคราะห์วงจรเครือข่าย โดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์ เมชเคอร์เรนต์ โนดโวลเตจ ทฤษฎีการวางซ้อน เทเวนิน นอร์ตัน และการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด

คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน

การใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัสวิชา 2104-2002 หน่วยที่ 9 เรื่องวงจรบริดจ์ ใช้เวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน 240 นาที (4 ชั่วโมง) เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอน เกิดประสิทธิผลของการเรียนรู้ ครูควรปฏิบัติตามข้อแนะนำต่างๆ ในการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนการสอนและสื่อการสอนเพื่อเตรียมการสอน
2. ชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน หน่วยที่ 9 เรื่องวงจรบริดจ์ เกณฑ์การประเมินผลในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและระเบียบต่างๆ ใช้เวลา 5 นาที
3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
4. สอนทฤษฎีตามจุดประสงค์การเรียนการสอนประจำหน่วยที่ 9 ด้วยสื่อ Power Point ในเอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้เวลาในการสอนทฤษฎี 55 นาที
5. สรุปสาระการเรียนรู้ประจำหน่วยที่ 9 เรื่องวงจรบริดจ์ วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล และวงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล ใช้เวลา 5 นาที
6. ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ใช้เวลา 40 นาที
7. สอนภาคปฏิบัติตามจุดประสงค์การเรียนการสอนประจำหน่วยที่ 9 ให้ผู้เรียนทำการทดลองใบงานที่ 9 ใช้เวลา 60 นาที
8. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
9. เฉลยแบบฝึกหัด ใบงานที่ 9 แบบทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลา 20 นาที
10. เก็บรวบรวม แบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน บันทึกคะแนนลงในแบบวัดผลประเมินผลหน่วยที่ 9 โดยใช้เวลา 5 นาที
11. สรุปผลการประเมินผล พร้อมชี้แนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข และให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมในการเรียนหน่วยที่ 10 เรื่องวิธีการแสมเซ ให้ผู้เรียนเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองใบงาน ทำความสะอาดห้องเรียน สรรวจเครื่องแต่งกาย ก่อนออกจากห้องเรียนโดยใช้เวลา 10 นาที

ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นภาคทฤษฎีและปฏิบัติ บทบาทสำคัญของครูต้องสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะ เกิดการเชื่อมโยงความรู้จากทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติความสัมพันธ์ของเนื้อหาภาพรวมทั้งหมดที่เรียนสามารถขยายความรู้ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้



แบบทดสอบก่อนเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 11

หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์

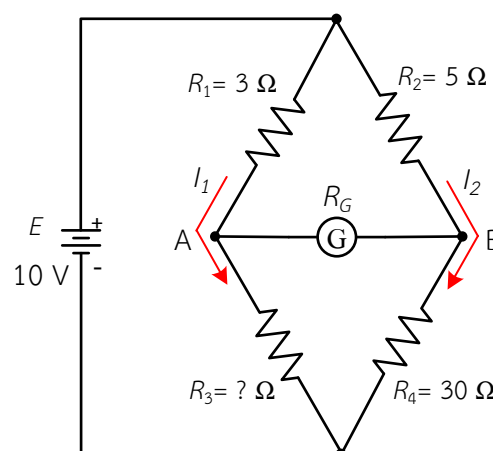
คำชี้แจง

- จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที

1. ข้อใดกล่าวถึงวงจรบริดจ์ได้ถูกต้อง

- วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน
 - วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน
 - วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่อขนานกัน
 - วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่ออนุกรมกัน
2. วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลคือข้อใด
- มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์
 - แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าไม่เท่ากัน
 - ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์
 - อัตราส่วนของความต้านทานแต่ละสาขาไม่เท่ากัน

จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 3-8



รูปที่ 1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 3-8

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	

3. เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล ตัวต้านทาน R_3 มีค่าความต้านทานเท่าไร

ก. 450 Ω

ข. 80 Ω

ค. 50 Ω

ง. 18 Ω

4. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 มีค่าเท่าไร

ก. 0.826 A

ข. 0.674 A

ค. 0.476 A

ง. 0.286 A

5. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_4 มีค่าเท่าไร

ก. 0.826 A

ข. 0.674 A

ค. 0.476 A

ง. 0.286 A

6. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 มีค่าเท่าไร

ก. 9.54V

ข. 8.57 V

ค. 1.43 V

ง. 0.46 V

7. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 มีค่าเท่าไร

ก. 9.54V

ข. 8.57 V

ค. 1.43 V

ง. 0.46 V

8. วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลคือข้อใด

ก. แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากัน

ข. ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์

ค. อัตราส่วนของความต้านทานแต่ละสาขาเท่ากัน

ง. มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์



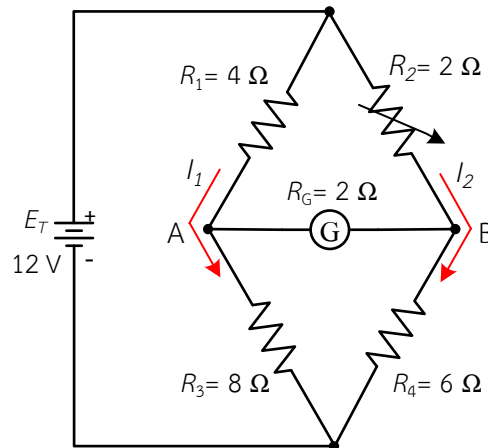
แบบทดสอบก่อนเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 11

หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์

จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 9-10



รูปที่ 2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 9-10

9. แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G) มีค่าเท่าไร
 - ก. 0.38 V
 - ข. 0.97 V
 - ค. 8.32 V
 - ง. 8.70 V
10. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) มีค่าเท่าไร
 - ก. 0.19 A
 - ข. 0.485 A
 - ค. 4.16 A
 - ง. 4.35 A

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	

กระดาษคำตอบแบบทดสอบก่อนเรียน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในช่องของ
กระดาษคำตอบ

ชื่อ - สกุล เลขที่ ชั้น

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปผล

เต็ม	10
คะแนนเก็บ 10 คะแนนได้	

เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบทดสอบได้ 9 – 10 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
ทำแบบทดสอบได้ 7 – 8 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
ทำแบบทดสอบได้ 5 – 6 คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
ทำแบบทดสอบได้ 0 – 4 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง
สาระสำคัญ เซอร์ ชาลส์ วีตสโตน (Sir Charles Whetstone) เป็นนักวิทยาศาสตร์ชาวอังกฤษ ค้นพบคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบบริดจ์ เรียกว่า วงจรวีตสโตนบริดจ์ (Whetstone Bridge Circuit) เป็นวงจรไฟฟ้าที่มีตัวต้านทานตั้งแต่ 4 ตัวขึ้นไป ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนานกับตัวต้านทาน และมี กัลป์วานอร์มิเตอร์ต่อ (Galvanometer : G) เป็นเครื่องมือวัดไฟฟ้าที่มีตำแหน่ง ศูนย์ อยู่ตำแหน่งกลางสเกลต่ออยู่ที่จุด A และ B แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ วงจรบริดจ์แบบสมดุล (Balanced Bridge Circuit) และวงจรบริดจ์แบบไม่สมดุล (Unbalanced Bridge Circuit) จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจลักษณะของวงจรบริดจ์สมดุลและไม่สมดุลและการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรบริดจ์ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกความหมายของวงจรบริดจ์ได้ 2. บอกความหมายของวงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลได้ 3. คำนวณหาค่าความต้านทานที่ทำให้บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลได้ 4. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าของวงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลได้ 5. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลได้ 6. บอกความหมายของวงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลได้ 7. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ของวงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลได้ 8. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ของวงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลได้ คุณธรรม จริยธรรม 1. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1.1 ความรับผิดชอบ 1.2 ความมีวินัย		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง
1.3 การตรงต่อเวลา 1.4 ความมีมนุษยสัมพันธ์ 1.5 ความรู้และทักษะวิชาชีพ 1.6 ความสนใจใฝ่หาความรู้ 2. การบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง 2.1 ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ 2.2 ทำตามลำดับขั้น 2.3 ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด 2.4 การมีส่วนร่วม สาระการเรียนรู้ 9.1 วงจรบริดจ์ 9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล 9.3 วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล เนื้อหาสาระ วงจรบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรงที่นิยมใช้กันมาก คือ วิตสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) เป็นวงจรที่ใช้สำหรับหาค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่า โดยอาศัยความสมดุลของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน ซึ่งวงจรบริดจ์ที่กล่าวในบทนี้หมายถึงวงจรวิตสโตนบริดจ์ 9.1 วงจรบริดจ์ วงจรบริดจ์ คือ วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนานกับตัวต้านทานและมีกัลวานอมิเตอร์ต่อ (เครื่องมือวัดไฟฟ้าที่มีตำแหน่ง ศูนย์ อยู่ตำแหน่งกลางสเกล) ที่จุด A และ B ทำหน้าที่ตรวจสอบกระแสไฟฟ้าเพื่อบอกสถานะของวงจร ดังรูปที่ 9.1		



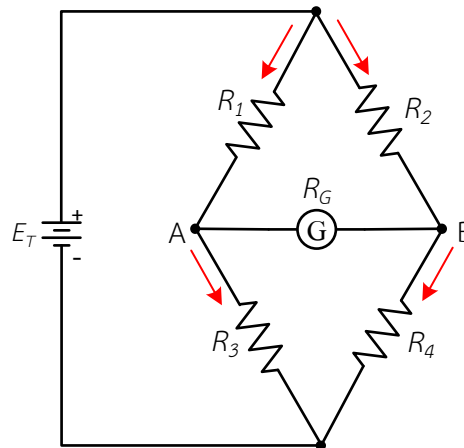
ใบเนื้อหา

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 11

หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์

จำนวน 4 ชั่วโมง

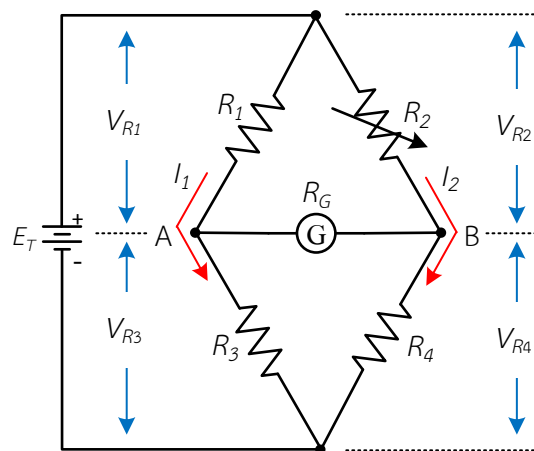


รูปที่ 9.1 วงจรวีตสตันบริดจ์

วงจรบริดจ์แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลและวงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล

9.2 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล

วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล คือ วงจรที่มีการจัดให้ความต้านทานมีอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำได้โดยปรับค่า ความต้านทาน R_2 จนกระทั่งไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ หรือเข็มของ กัลวานอร์มิเตอร์ชี้ที่ค่าศูนย์ นั่นคือ แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากัน หรือความต่างศักย์ ที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์ วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล ดังรูปที่ 9.2



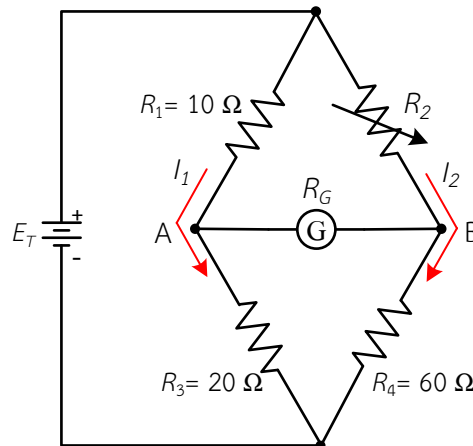
รูปที่ 9.2 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง
จากรูปที่ 9.2 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล เป็นผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $V_{R_1} = V_{R_2} \quad (9-1)$ $V_{R_3} = V_{R_4} \quad (9-2)$ ใช้หลักการแบ่งแรงดัน $E = V_{R_1} + V_{R_3}$ หรือ $E = V_{R_2} + V_{R_4}$ $V_{R_1} = V_{R_2} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_3} \right) \times E \quad (9-3)$ หรือ $V_{R_1} = V_{R_2} = \left(\frac{R_2}{R_2 + R_4} \right) \times E \quad (9-4)$ $V_{R_3} = V_{R_4} = \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} \right) \times E \quad (9-5)$ หรือ $V_{R_3} = V_{R_4} = \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4} \right) \times E \quad (9-6)$ ถ้าหากคิดโดยกฎของโอห์ม จะต้องหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน 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 $V_{R_1} = I_1 R_1 \quad (9-7)$ $V_{R_2} = I_2 R_2 \quad (9-8)$ $V_{R_3} = I_1 R_3 \quad (9-9)$ $V_{R_4} = I_2 R_4 \quad (9-10)$		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง
แทนค่าสมการที่ (9-7) และสมการที่ (9-8) ในสมการที่ (9-1) จะได้ $I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad (9-11)$ แทนค่าสมการที่ (9-9) และสมการที่ (9-10) ในสมการที่ (9-2) จะได้ $I_1 R_3 = I_2 R_4 \quad (9-12)$ นำสมการที่ (9-11) หารด้วยสมการที่ (9-12) จะได้ $\frac{I_1 R_1}{I_1 R_3} = \frac{I_2 R_2}{I_2 R_4}$ จะได้ $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4} \quad (9-13)$ จากสมการที่ (9-13) นำมาเขียนสมการหาความต้านทานที่ต้องการจะหาค่าใด ๆ ได้ดังนี้ $R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4} \quad (9-14)$ $R_2 = \frac{R_1 R_4}{R_3} \quad (9-15)$ $R_3 = \frac{R_1 R_4}{R_2} \quad (9-16)$ $R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1} \quad (9-17)$ และเมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้ หรือ $E = V_{R_1} + V_{R_3}$ $E = V_{R_2} + V_{R_4}$ $I_1 = \frac{E}{R_1 + R_3} \quad (9-18)$ $I_2 = \frac{E}{R_2 + R_4} \quad (9-19)$ $I_T = I_1 + I_2 \quad (9-20)$		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตัวอย่างที่ 9.1 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.3 จงคำนวณหาความต้านทาน R_2 ที่ทำให้บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล



รูปที่ 9.3 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.1

วิธีทำ

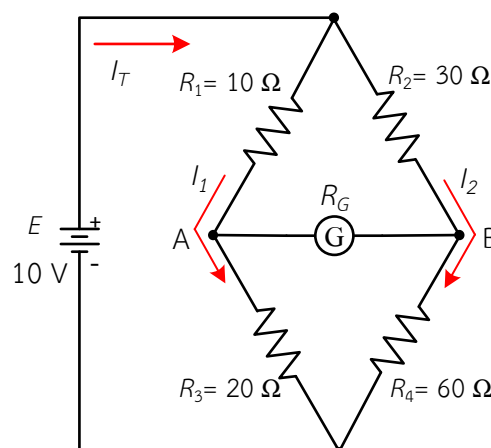
เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

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

ดังนั้น

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{R_1 R_4}{R_3} \\ &= \frac{10 \, \Omega \times 60 \, \Omega}{20 \, \Omega} = 30 \, \Omega \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 9.2 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.4 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จงคำนวณหา



รูปที่ 9.4 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.2

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

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

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

$$\frac{10 \, \Omega}{20 \, \Omega} = \frac{30 \, \Omega}{60 \, \Omega}$$

$$\frac{1}{2} \, \Omega = \frac{1}{2} \, \Omega$$

จากอัตราส่วนของความต้านทานที่ได้มีค่าเท่ากัน แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จึงไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวานอ์มิเตอร์ (I_G)

ก) หากกระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_T

กระแสไฟฟ้า I_1 คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 และ R_3 จะได้

$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_3}$$

$$= \frac{10V}{10 \, \Omega + 20 \, \Omega}$$

$$= 0.33A$$

กระแสไฟฟ้า I_2 คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 และ R_4 จะได้

$$I_2 = \frac{E}{R_2 + R_4}$$

$$= \frac{10V}{30 \, \Omega + 60 \, \Omega}$$

$$= 0.11A$$

กระแสไฟฟ้า I_T เป็นผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 จะได้

$$I_T = I_1 + I_2$$

$$= 0.33A + 0.11A$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$= 0.44 \text{ A}$$

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

ในสถานะที่บริดจ์สมดุล แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 จะได้

$$\begin{aligned}
 V_{R_1} &= V_{R_2} = I_1 R_1 \\
 &= 0.33 \text{ A} \times 10 \, \Omega \\
 &= 3.3 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หรือ $V_{R_1} = V_{R_2} = I_2 R_2$

$$\begin{aligned}
 &= 0.11 \text{ A} \times 30 \, \Omega \\
 &= 3.3 \text{ V}
 \end{aligned}$$

และเช่นเดียวกัน ในสถานะที่บริดจ์สมดุล แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 จะได้

$$\begin{aligned}
 V_{R_3} &= V_{R_4} = I_1 R_3 \\
 &= 0.33 \text{ A} \times 20 \, \Omega \\
 &= 6.6 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หรือ $V_{R_3} = V_{R_4} = I_2 R_4$

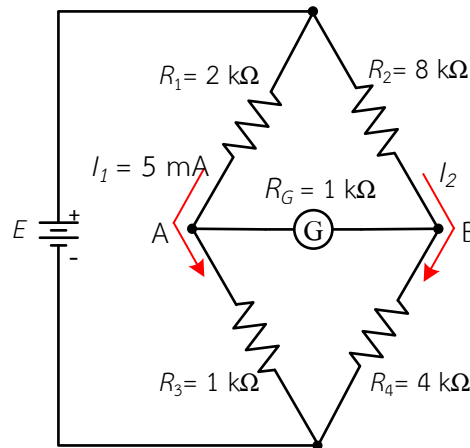
$$\begin{aligned}
 &= 0.11 \text{ A} \times 60 \, \Omega \\
 &= 6.6 \text{ V}
 \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 9.3 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.5 เมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล และกัลวานอมิเตอร์มีความต้านทานภายใน (R_G) เท่ากับ $1 \text{ k}\Omega$ จงคำนวณหา

ก) แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)

ข) กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง



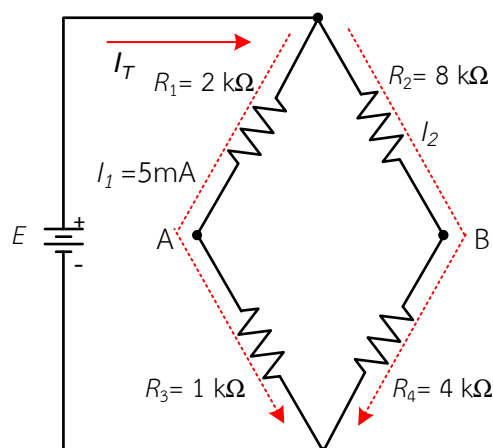
รูปที่ 9.5 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.3

วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

$$\begin{aligned}\frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \\ \frac{2 \text{ k}\Omega}{1 \text{ k}\Omega} &= \frac{8 \text{ k}\Omega}{4 \text{ k}\Omega} \\ 2 \Omega &= 2 \Omega\end{aligned}$$

จากอัตราส่วนของความต้านทานที่ได้มีค่าเท่ากัน แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จึงไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ ดังนั้นความต้านทานภายในของกัลวานอมิเตอร์ จึงไม่มีผลต่อวงจรนี้ ไม่ต้องนำมาพิจารณาในการคำนวณ เขียนรูปใหม่ได้ดังนี้



รูปที่ 9.6 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลเขียนใหม่ตามตัวอย่างที่ 9.3

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

ก) แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)

$$\begin{aligned}
 V_{R_1} &= I_1 R_1 \\
 &= 5\text{mA} \times 2\text{k}\Omega \\
 &= 10\text{V} \\
 V_{R_3} &= I_1 R_3 \\
 &= 5\text{mA} \times 1\text{k}\Omega \\
 &= 5\text{V}
 \end{aligned}$$

ดังนั้น $E = V_{R_1} + V_{R_3} = 10\text{V} + 5\text{V} = 15\text{V}$

ข) กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

$$\begin{aligned}
 I_2 &= \frac{E}{R_2 + R_4} \\
 &= \frac{15\text{V}}{8\text{k}\Omega + 4\text{k}\Omega} \\
 &= 1.25\text{mA}
 \end{aligned}$$

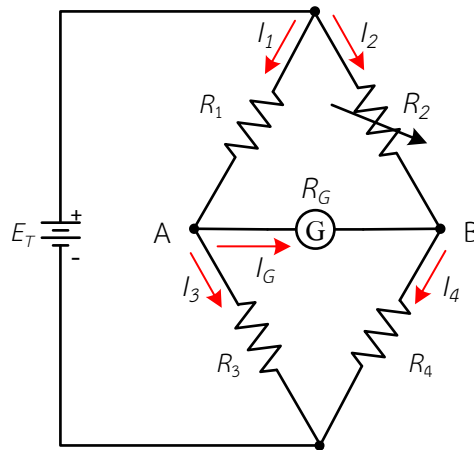
ดังนั้น $I_T = I_1 + I_2 = 5\text{mA} + 1.25\text{mA} = 6.25\text{mA}$

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล

วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล คือ วงจรที่อัตราส่วนของความต้านทาน $R_1/R_3 \neq R_2/R_4$ ดังนั้น แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 จึงไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 ไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 เกิดความต่างที่จุด A และ B เป็นผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลป์วานอ์มิเตอร์ หรือ $I_G \neq 0$ ดังรูปที่ 9.7

$$\frac{R_1}{R_3} \neq \frac{R_2}{R_4} \quad (9-21)$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 9.7 วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล

จากวงจรในรูปที่ 9.7 จะเห็นว่าเป็นการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างแขนหรือสาขาทั้งสองด้านของวงจรบริดจ์ กล่าวคือถ้าระดับแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B เท่ากัน จะไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ แต่ถ้าระดับแรงดันไม่เท่ากันจะมีกระแสไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์จากฝั่งที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าสูงไปสู่ที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำ วงจรบริดจ์จะอยู่ในสภาวะไม่สมดุล สามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ได้ ดังนี้

$$V_G = V_{R_2} - V_{R_1} \quad (9-22)$$

หรือ
$$V_G = V_{R_3} - V_{R_4} \quad (9-23)$$

คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ (I_G) ได้จาก

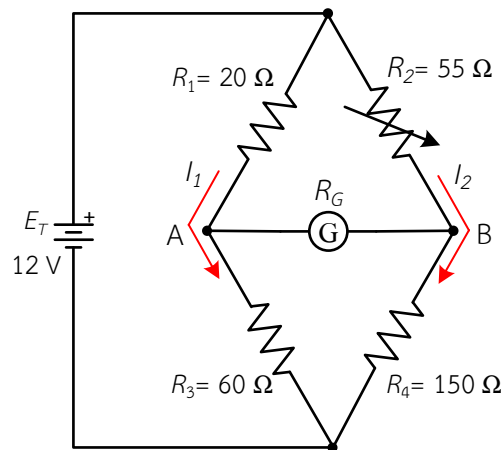
$$I_G = \frac{V_G}{R_G} \quad (9-24)$$

และคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอมิเตอร์ (V_G) ได้จาก

$$V_G = I_G R_G \quad (9-25)$$

ตัวอย่างที่ 9.4 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.8 จงหาว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลหรือไม่ หากไม่สมดุลต้องเปลี่ยน R_2 เป็นเท่าใด บริดจ์จึงจะอยู่ในสภาวะสมดุล

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 9.8 วงจรบริดจ์ตามตัวอย่างที่ 9.4

วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

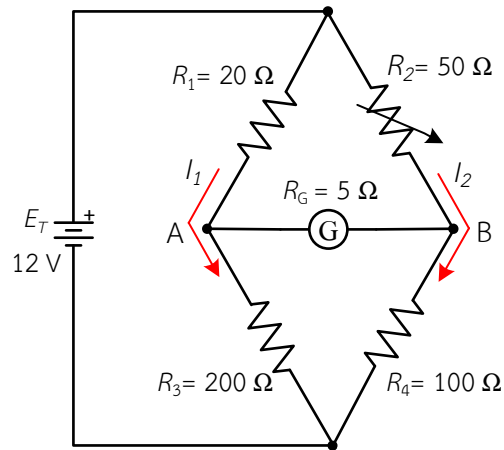
$$\begin{aligned}\frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \\ \frac{20\ \Omega}{60\ \Omega} &= \frac{55\ \Omega}{150\ \Omega} \\ \frac{1}{3}\ \Omega &= \frac{11}{30}\ \Omega\end{aligned}$$

จากอัตราส่วนของความต้านทานที่ได้มีค่าไม่เท่ากัน แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะไม่สมดุล หากต้องการให้บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลต้องเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_2 ใหม่ ดังนี้

$$\begin{aligned}R_2 &= \frac{R_1 R_4}{R_3} \\ &= \frac{20\ \Omega \times 150\ \Omega}{60\ \Omega} \\ &= 50\ \Omega\end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.9 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 9.9 วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลตามตัวอย่างที่ 9.5

วิธีทำ

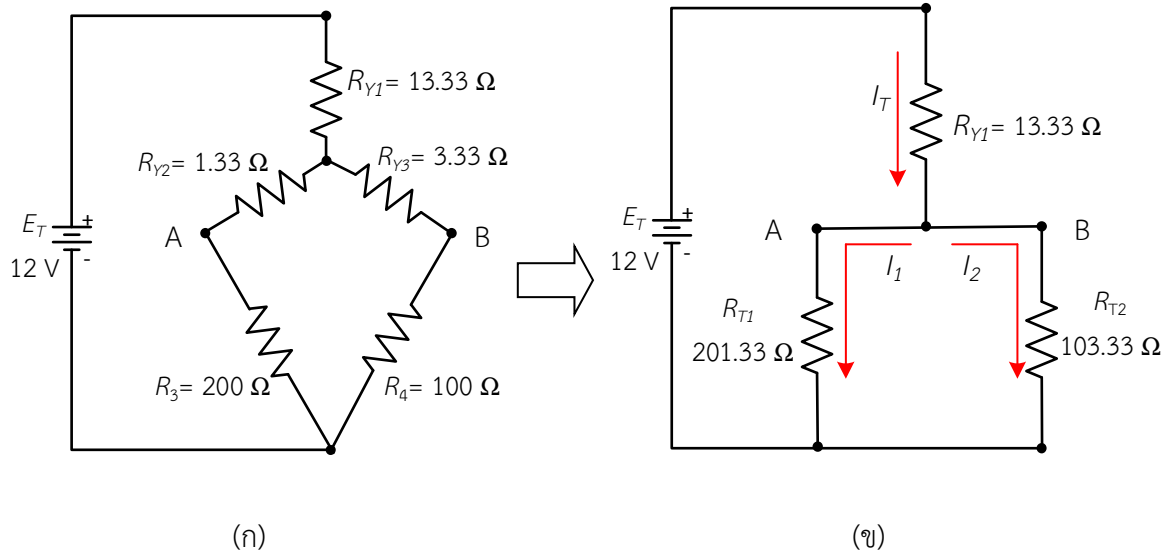
เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

$$\begin{aligned} \frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \\ \frac{20\ \Omega}{200\ \Omega} &= \frac{50\ \Omega}{100\ \Omega} \\ \frac{1}{10}\ \Omega &= \frac{1}{2}\ \Omega \end{aligned}$$

จากอัตราส่วนของความต้านทานที่ได้มีค่าไม่เท่ากัน แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะไม่สมดุล

หาแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B ดังวงจรในรูปที่ 9.10

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง



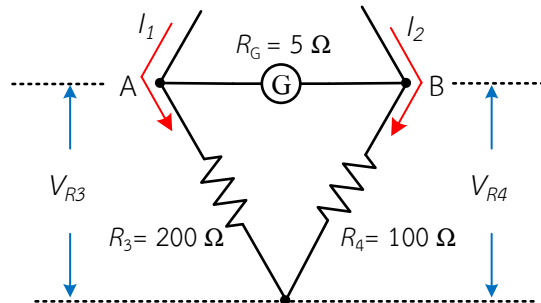
รูปที่ 9.10 แสดงการยุบวงจรที่ใช้หาค่าความต้านทานใช้การเปลี่ยนรูปแบบ Δ เป็น Y ตามตัวอย่างที่ 9.5

ใช้สมการการเปลี่ยนรูปแบบ Δ เป็น Y ดังนี้

$$\begin{aligned}
 \sum R_{\nabla} &= R_1 + R_2 + R_G \\
 &= 20 \, \Omega + 50 \, \Omega + 5 \, \Omega \\
 &= 75 \, \Omega \\
 R_{Y1} &= \frac{R_1 R_2}{\sum R_{\nabla}} \\
 &= \frac{20 \, \Omega \times 50 \, \Omega}{75 \, \Omega} = 13.33 \, \Omega \\
 R_{Y2} &= \frac{R_1 R_G}{\sum R_{\nabla}} \\
 &= \frac{20 \, \Omega \times 5 \, \Omega}{75 \, \Omega} = 1.33 \, \Omega \\
 R_{Y3} &= \frac{R_2 R_G}{\sum R_{\nabla}} \\
 &= \frac{50 \, \Omega \times 5 \, \Omega}{75 \, \Omega} = 3.33 \, \Omega \\
 R_{T1} &= R_{Y2} + R_3 \\
 &= 1.33 \, \Omega + 200 \, \Omega \\
 &= 201.33 \, \Omega
 \end{aligned}$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง
$ \begin{aligned} R_{T2} &= R_{Y3} + R_4 \\ &= 3.33 \, \Omega + 100 \, \Omega \\ &= 103.33 \, \Omega \\ \\ R_T &= \frac{R_{T1} R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} + R_{Y1} \\ &= \left(\frac{201.33 \, \Omega \times 103.33 \, \Omega}{201.33 \, \Omega + 103.33 \, \Omega} \right) + 13.33 \, \Omega \\ &= 81.61 \, \Omega \\ \\ I_T &= \frac{E}{R_T} \\ &= \frac{12 \, \text{V}}{81.61 \, \Omega} \\ &= 0.147 \, \text{A} \\ \\ I_1 &= \frac{I_T R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \\ &= \frac{0.147 \, \text{A} \times 103.33 \, \Omega}{201.33 \, \Omega + 103.33 \, \Omega} \\ &= 0.049 \, \text{A} \\ \\ I_2 &= \frac{I_T R_{T1}}{R_{T1} + R_{T2}} \\ &= \frac{0.147 \, \text{A} \times 201.33 \, \Omega}{201.33 \, \Omega + 103.33 \, \Omega} \\ &= 0.097 \, \text{A} \end{aligned} $		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 9.11 วงจรไฟฟ้าส่วนหนึ่งตามตัวอย่างที่ 9.5

$$\begin{aligned}
 V_{R_3} &= I_1 R_3 \\
 &= 0.049 \text{ A} \times 200 \, \Omega \\
 &= 9.8 \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{R_4} &= I_2 R_4 \\
 &= 0.097 \text{ A} \times 100 \, \Omega \\
 &= 9.7 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G) ได้จาก

$$\begin{aligned}
 V_G &= V_{R_3} - V_{R_4} \\
 &= 9.8 \text{ V} - 9.7 \text{ V} \\
 &= 0.1 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) ได้จาก

$$\begin{aligned}
 I_G &= \frac{V_G}{R_G} \\
 &= \frac{0.1 \text{ V}}{5 \, \Omega} \\
 &= 0.02 \text{ A}
 \end{aligned}$$

สรุป

วงจรบริดจ์ คือ วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนานกับตัวต้านทาน และมี กัลวานอร์มิเตอร์ต่อที่จุด A และ B ทำหน้าที่ตรวจจับสนัยไฟฟ้าเพื่อบอกสถานะของวงจร วงจรบริดจ์แบ่งได้ 2 ลักษณะ คือ วงจร

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง
บริดจ์ในสถานะสมดุลและวงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล 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 เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B เป็นผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์		

	ใบแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

คำสั่ง จงตอบคำถามและแสดงวิธีทำให้สมบูรณ์ถูกต้อง (40 นาที)

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. จงอธิบายความหมายของวงจรบริดจ์ (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

2. วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล และ วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล เหมือนหรือต่างกันอย่างไร (5 คะแนน)

.....

.....

.....

.....

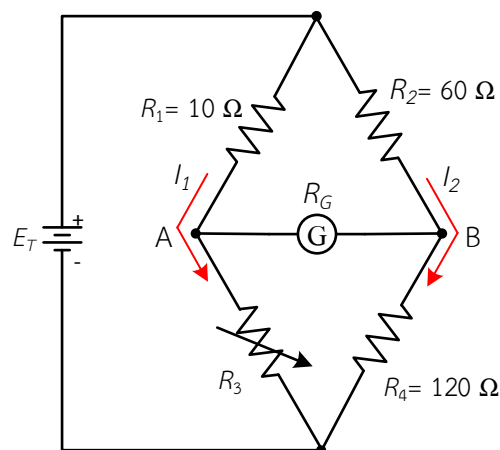
.....

.....

.....

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.12 จงคำนวณหาความต้านทาน R_2 ที่ทำให้บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล (5 คะแนน)



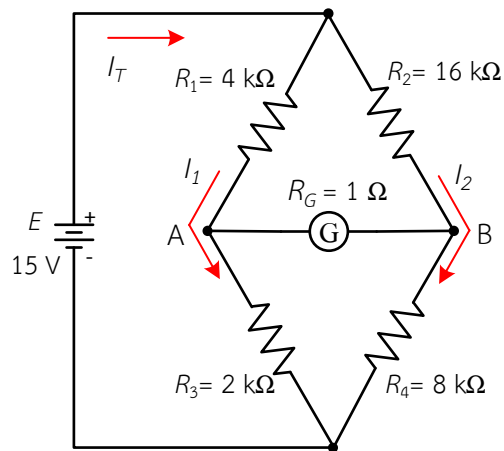
รูปที่ 9.12 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

	ใบแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

2. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.13 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จงคำนวณหา (10 คะแนน)

ก) กระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_T

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

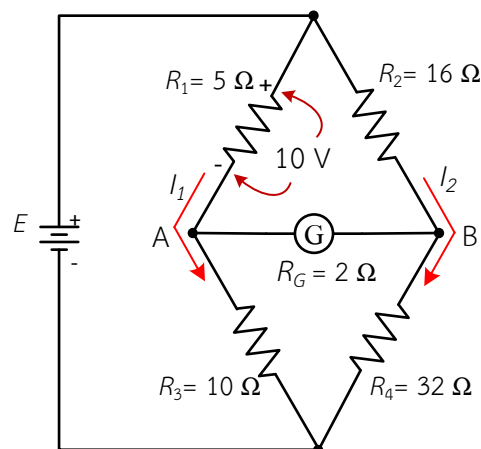


รูปที่ 9.13 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

3. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.14 จงคำนวณหา (10 คะแนน)

ก) บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลหรือไม่

ข) กระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 , I_T และ แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)



รูปที่ 9.14 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3



ใบแบบฝึกหัด

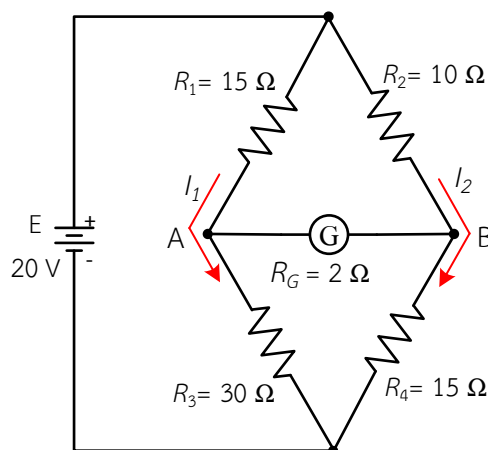
รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 11

หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์

จำนวน 4 ชั่วโมง

4. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.15 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะไม่สมดุล จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน
กัลวานอมิเตอร์ (I_G) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอมิเตอร์ (V_G) (15 คะแนน)



รูปที่ 9.15 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

	ใบประเมินผลแบบฝึกหัด		
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง		สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์		4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ตอนที่ 1			
แบบฝึกหัดข้อที่ 1.	5		
แบบฝึกหัดข้อที่ 2.	5		
ตอนที่ 2			
แบบฝึกหัดข้อที่ 1.	5		
แบบฝึกหัดข้อที่ 2.	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 3.	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 4.	15		
รวมคะแนน	50		
คะแนนจริง	10		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

คำสั่ง จงต่อวงจร วัดค่าความต้านทานไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้า ในวงจรบริดจ์โดยใช้มัลติมิเตอร์

จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน

1. จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้มีทักษะและเจตคติที่ดีต่อการต่อวงจร วัด และทดสอบค่าในวงจรบริดจ์

2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

เมื่อผู้เรียนปฏิบัติ เรื่องวงจรบริดจ์จบแล้ว ผู้เรียนสามารถ

2.1 ต่อวงจรบริดจ์ได้ถูกต้อง

2.2 วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าในวงจรบริดจ์ได้ถูกต้อง

2.3 คำนวณหาค่าความต้านทานรวมและแรงดันไฟฟ้าในวงจรบริดจ์ได้ถูกต้อง

2.4 ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างมีกจิณสัยในการปฏิบัติงานที่ดีได้

3. เจตคติ คุณธรรม ค่านิยมอันพึงประสงค์

3.1 ความรับผิดชอบ

3.2 ความมีวินัย

3.3 การตรงต่อเวลา

3.4 ความมีมนุษยสัมพันธ์

3.5 ความรู้ทักษะและวิชาชีพ

3.6 ความสนใจใฝ่หาความรู้

3.7 ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ

3.8 ทำตามลำดับขั้น

3.9 ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด

3.10 การมีส่วนร่วม

เนื้อหาสาระ

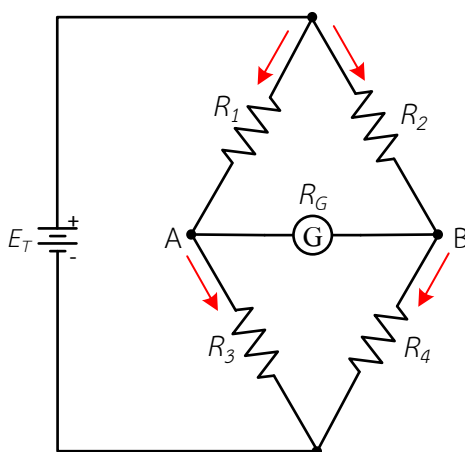
วงจรบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรงที่นิยมใช้กันมาก คือ วิตสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) เป็นวงจรที่ใช้สำหรับหาค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่า โดยอาศัยความสมดุลของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน ซึ่งวงจรบริดจ์ที่กล่าวในบทนี้หมายถึงวงจรวิตสโตนบริดจ์

1. วงจรบริดจ์

วงจรบริดจ์ คือ วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนานกับตัวต้านทานและมีกัลวานอร์มิเตอร์ต่อ

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

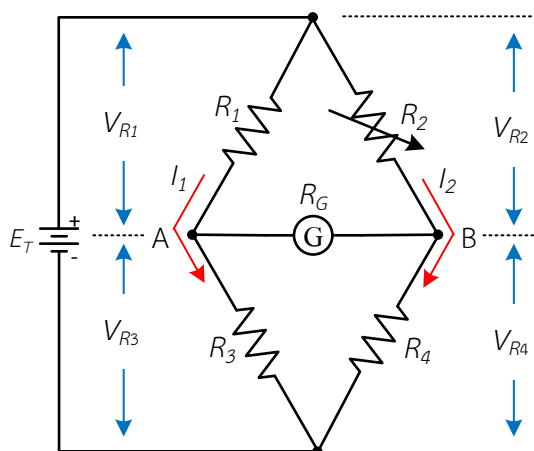
(เครื่องมือวัดไฟฟ้าที่มีตำแหน่ง ศูนย์ อยู่ตำแหน่งกลางสเกล) ที่จุด A และ B ทำหน้าที่ตรวจจับสนะไฟฟ้าเพื่อบอกสถานะของวงจร ดังรูปที่ 9.1



รูปที่ 9.1 วงจรวีตสโตนบริดจ์

2. วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล

วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล คือ วงจรที่มีการจัดให้ความต้านทานมีอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำได้โดยปรับค่า ความต้านทาน R_2 จนกระทั่งไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ หรือเข็มของ กัลวานอมิเตอร์ชี้ที่ค่าศูนย์ นั่นคือ แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากัน หรือความต่างศักย์ ที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์ วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล ดังรูปที่ 9.2



รูปที่ 9.2 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	
จากรูปที่ 9.2 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล เป็นผลให้แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 เขียนเป็นสมการได้ดังนี้ $V_{R_1} = V_{R_2} \tag{9-1}$ $V_{R_3} = V_{R_4} \tag{9-2}$ ใช้หลักการแบ่งแรงดัน $E = V_{R_1} + V_{R_3}$ หรือ $E = V_{R_2} + V_{R_4}$ $V_{R_1} = V_{R_2} = \left(\frac{R_1}{R_1 + R_3} \right) \times E \tag{9-3}$ หรือ $V_{R_1} = V_{R_2} = \left(\frac{R_2}{R_2 + R_4} \right) \times E \tag{9-4}$ $V_{R_3} = V_{R_4} = \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} \right) \times E \tag{9-5}$ หรือ $V_{R_3} = V_{R_4} = \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4} \right) \times E \tag{9-6}$ ถ้าหากคิดโดยกฎของโอห์ม จะต้องหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน 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 $V_{R_1} = I_1 R_1 \tag{9-7}$ $V_{R_2} = I_2 R_2 \tag{9-8}$ $V_{R_3} = I_1 R_3 \tag{9-9}$ $V_{R_4} = I_2 R_4 \tag{9-10}$		

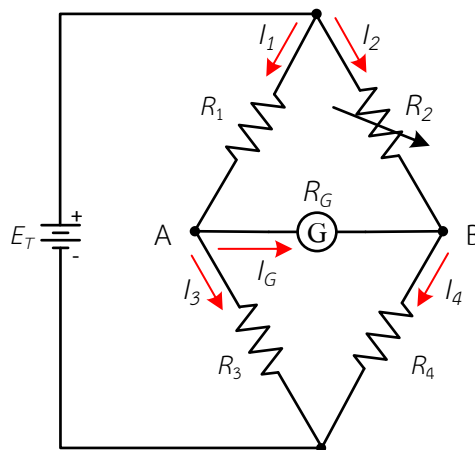
	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	
แทนค่าสมการที่ (9-7) และสมการที่ (9-8) ในสมการที่ (9-1) จะได้ $I_1 R_1 = I_2 R_2 \tag{9-11}$ แทนค่าสมการที่ (9-9) และสมการที่ (9-10) ในสมการที่ (9-2) จะได้ $I_1 R_3 = I_2 R_4 \tag{9-12}$ นำสมการที่ (9-11) หาค่าด้วยสมการที่ (9-12) จะได้ $\frac{I_1 R_1}{I_1 R_3} = \frac{I_2 R_2}{I_2 R_4}$ จะได้ $\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4} \tag{9-13}$ จากสมการที่ (9-13) นำมาเขียนสมการหาความต้านทานที่ต้องการจะหาค่าใด ๆ ได้ดังนี้ $R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4} \tag{9-14}$ $R_2 = \frac{R_1 R_4}{R_3} \tag{9-15}$ $R_3 = \frac{R_1 R_4}{R_2} \tag{9-16}$ $R_4 = \frac{R_2 R_3}{R_1} \tag{9-17}$ และเมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้ หรือ $E = V_{R_1} + V_{R_3}$ $E = V_{R_2} + V_{R_4}$ $I_1 = \frac{E}{R_1 + R_3} \tag{9-18}$ $I_2 = \frac{E}{R_2 + R_4} \tag{9-19}$ $I_T = I_1 + I_2 \tag{9-20}$		

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

3. วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล

วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล คือ วงจรที่อัตราส่วนของความต้านทาน $R_1/R_3 \neq R_2/R_4$ ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 จึงไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 ไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 เกิดความต่างที่จุด A และ B เป็นผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ หรือ $I_G \neq 0$ ดังรูปที่ 9.7

$$\frac{R_1}{R_3} \neq \frac{R_2}{R_4} \quad (9-21)$$



รูปที่ 9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล

จากวงจรในรูปที่ 9.3 จะเห็นว่าเป็นการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าระหว่างแขนหรือสาขาทั้งสองด้านของวงจรบริดจ์ กล่าวคือถ้าระดับแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B เท่ากัน จะไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ แต่ถ้าระดับแรงดันไม่เท่ากันจะมีกระแสไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์จากฝั่งที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าสูงไปสู่ที่มีระดับแรงดันไฟฟ้าต่ำ วงจรบริดจ์จะอยู่ในสถานะไม่สมดุล สามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ได้ ดังนี้

$$V_G = V_{R_2} - V_{R_1} \quad (9-22)$$

หรือ $V_G = V_{R_3} - V_{R_4} \quad (9-23)$

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอ์มิเตอร์ (I_G) ได้จาก

$$I_G = \frac{V_G}{R_G} \tag{9-24}$$

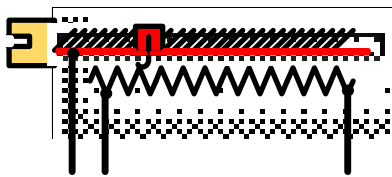
และคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอ์มิเตอร์ (V_G) ได้จาก

$$V_G = I_G R_G \tag{9-25}$$

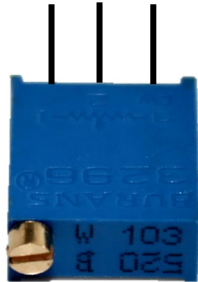
4. ตัวต้านทานปรับค่าได้

ตัวต้านทานแบบนี้จะมีจุดแยกติดอยู่กับที่หนึ่งจุดหรือมากกว่า เพื่อให้ความต้านทานสามารถเปลี่ยนแปลงได้โดยการย้ายสายไฟไปเชื่อมต่อกับขั้วอื่นที่แตกต่างกัน บางตัวต้านทานกำลังแบบลวดพันมีจุดแยกที่สามารถเลื่อนไปตามความยาวของตัวต้านทาน เพื่อปรับค่าของความต้านทานให้มีค่าน้อยลงหรือมีค่ามากขึ้นตามความยาวนั้นขึ้นส่วนธรรมดาในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นตัวต้านทานสามขั้ว ที่มีจุดแยกที่ปรับได้อย่างต่อเนื่อง ควบคุมโดยการหมุนของแกนหรือลูกบิด ตัวต้านทานที่แปรค่าได้เหล่านี้มีชื่อเรียกว่า โปเทนซิโอมิเตอร์ เมื่อทั้งสามขั้วทำหน้าที่เป็นตัวแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ปรับได้ (adjustable voltage divider) ตัวอย่างที่พบบ่อยคือปุ่มปรับระดับเสียงของเครื่องรับวิทยุ (เครื่องรับแบบดิจิตอลอาจไม่มีปุ่มปรับระดับเสียงแบบแอนะล็อกเพื่อปรับความดัง)

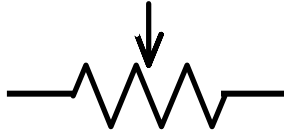
โปเทนซิโอมิเตอร์ (Potentiometer) แบบติดตั้งบนแผงที่แม่นยำความละเอียดสูงมีขึ้นส่วนที่ให้ความต้านทานปกติเป็นแบบลวดพันบนด้ามจับรูปเกลียว แม้ว่าบางตัวจะมีการนำพลาสติกหุ้มตัวต้านทาน ตัวที่เคลือบบนสายไฟเพื่อช่วยปรับให้ละเอียดยิ่งขึ้น ส่วนประกอบเหล่านี้มักจะมีลวดพันอยู่หลายสิบลรอบบนแกน เพื่อให้ครอบคลุมเต็มค่าของความต้านทาน



ก) โครงสร้าง



ข) ตัวต้านทานของจริง



ค) สัญลักษณ์

รูปที่ 9.4 แสดงตัวโปเทนซิโอมิเตอร์

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

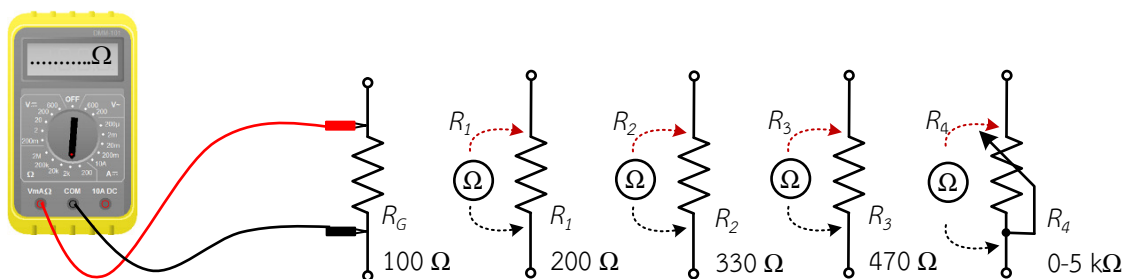
เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

1. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	จำนวน	1	เครื่อง
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V	จำนวน	1	เครื่อง
3. แผงประกอบวงจร	จำนวน	1	แผง
4. ตัวต้านทาน 100 Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
5. ตัวต้านทาน 220 Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
6. ตัวต้านทาน 330 Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
7. ตัวต้านทาน 470 Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
8. ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบละเอียด 5 k Ω	จำนวน	1	ตัว
9. สายต่อวงจร	จำนวน	8	เส้น
10. สายปากคีบ	จำนวน	8	เส้น

การทดลองที่ 1 การทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะสมดุล

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

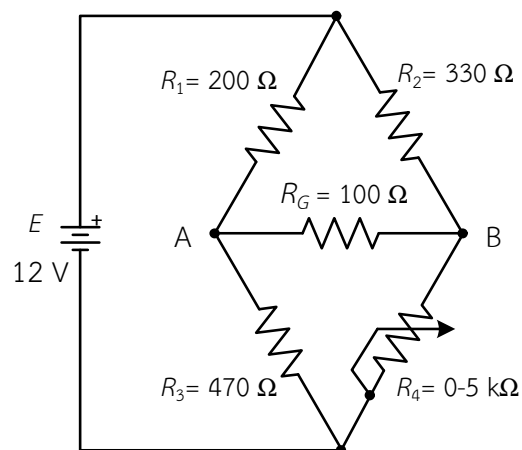
1.1 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 9.5 ปรับตัวต้านทาน R_4 ให้เป็น 0 โอห์ม บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1



รูปที่ 9.5 วัดค่าความต้านทาน

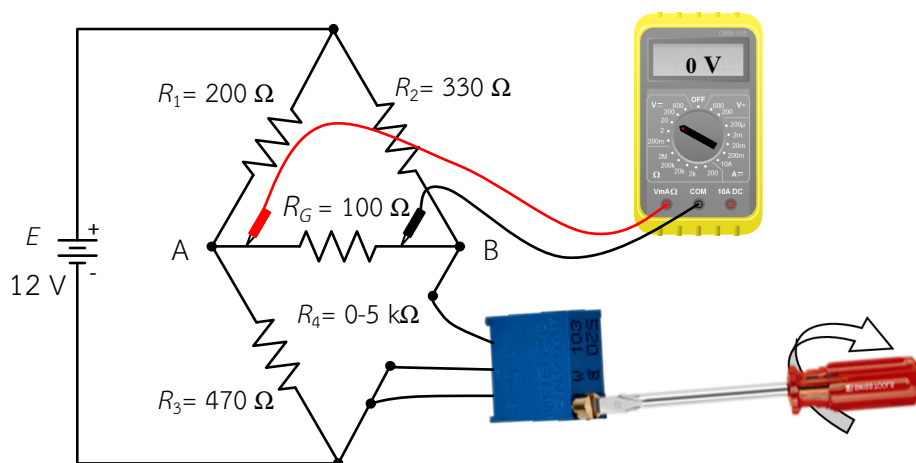
	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

1.2 ต่อวงจรตามรูปที่ 9.10 ยังไม่ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร



รูปที่ 9.10 วัดค่าความต้านทาน

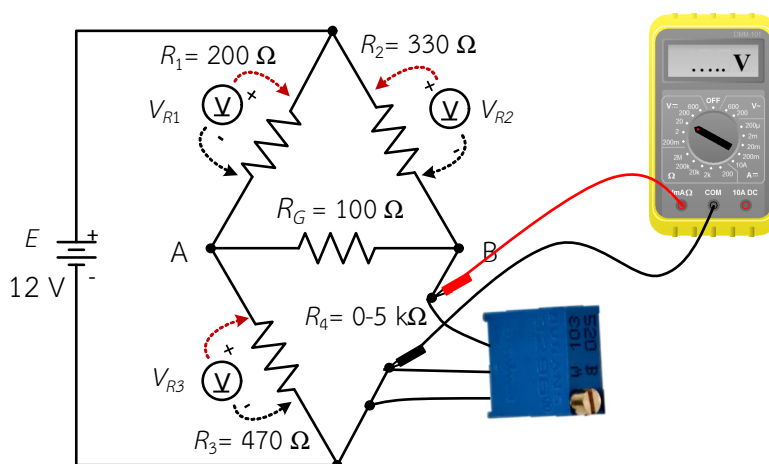
1.3 ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 9.11 จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรโดยปรับให้ $E = 12\text{ V}$ วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_G ค้างไว้และใช้ไขควงขนาดเล็กค่อยๆ ปรับเพิ่มค่าความต้านทาน R_4 จนอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_G อ่านค่าได้ 0 โวลต์



รูปที่ 9.11 ใช้ไขควงขนาดเล็กค่อยๆ ปรับเพิ่มค่าความต้านทาน R_4

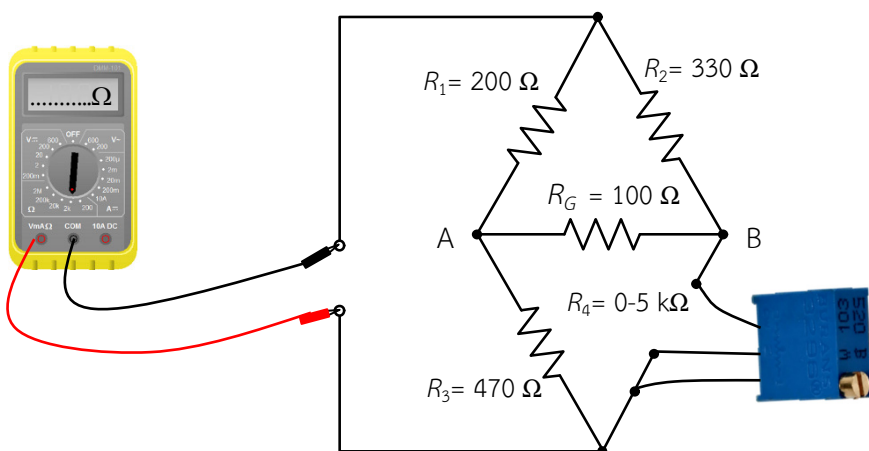
	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

1.4 จากวงจรการทดลองตามรูปที่ 9.11 จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรโดยปรับให้ $E = 12\text{ V}$ วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1, R_2, R_3 และ R_4 ตามรูปที่ 9.12 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1



รูปที่ 9.11 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1, R_2, R_3 และ R_4

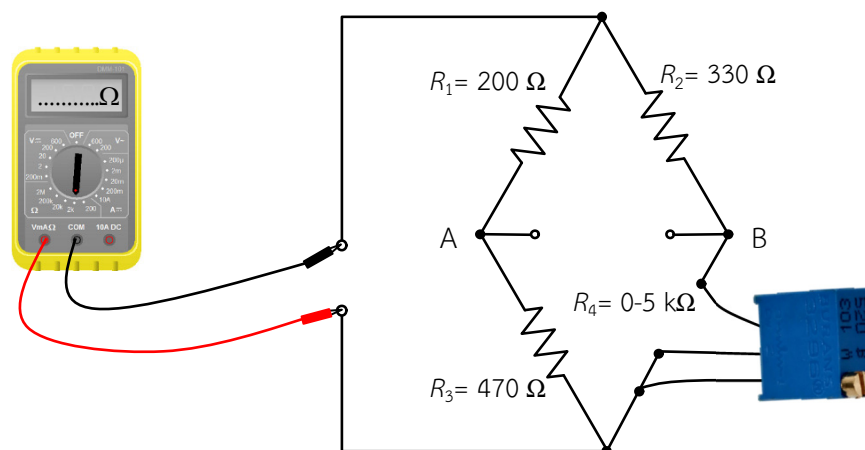
1.5 ปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ดังรูปที่ 9.12 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1



รูปที่ 9.12 วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าออก

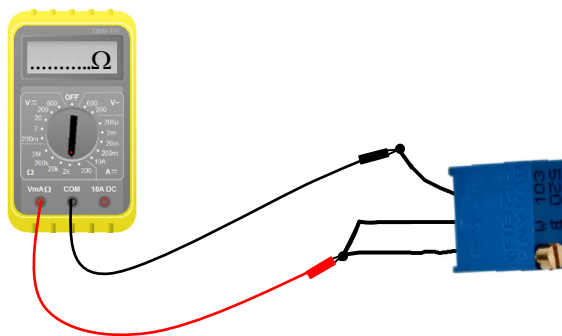
	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

1.6 ปลด R_G ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ดังรูปที่ 9.13 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1



รูปที่ 9.12 วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ปลด R_G ออก

1.7 ปลดตัวต้านทาน R_4 ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่าได้ ดังรูปที่ 9.13 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1 (ใช้ความระมัดระวังขณะปลด R_4 ออกจากวงจรอย่าให้เกิดการหมุนของปุ่มปรับค่าจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานได้)



รูปที่ 9.13 วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่าได้ R_4

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

1.8 นำค่าความต้านทานที่ได้จากการวัดคำนวณหาค่า R_4 , R_1/R_3 , R_2/R_4 , R_T (ขณะไม่มี R_G), V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} และ V_{R_4} บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1

นำค่าจากการวัดคำนวณค่าความต้านทาน

$$\left(\frac{R_1}{R_3} \right) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

$$\left(\frac{R_2}{R_4} \right) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

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

$$R_T = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{(R_1 + R_3) + (R_2 + R_4)}$$

.....

.....

ตารางที่ 9.1 ตารางบันทึกผลการทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะสมดุล

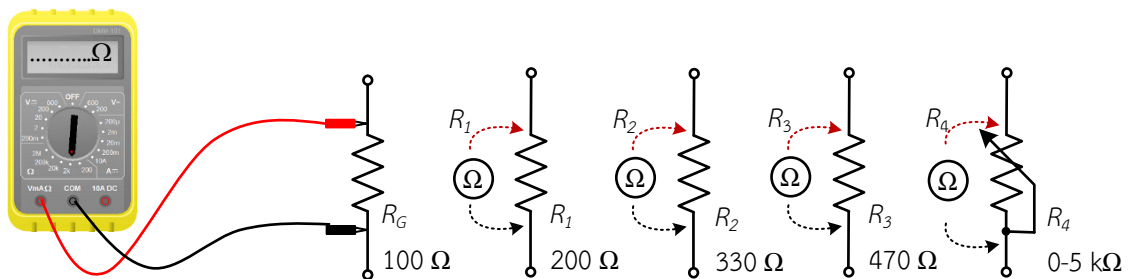
ผลการทดลองจาก	R_1	R_2	R_3	R_4	R_T (มี R_G)	R_T (ไม่มี R_G)	หน่วย
การวัด							Ω
การคำนวณ	-	-	-		-		Ω
ผลการทดลองจาก	V_{R_1}	V_{R_2}	V_{R_3}	V_{R_4}	-	-	หน่วย
การวัด					-	-	V
การคำนวณ					-	-	V

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

การทดลองที่ 2 การทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะไม่สมดุล

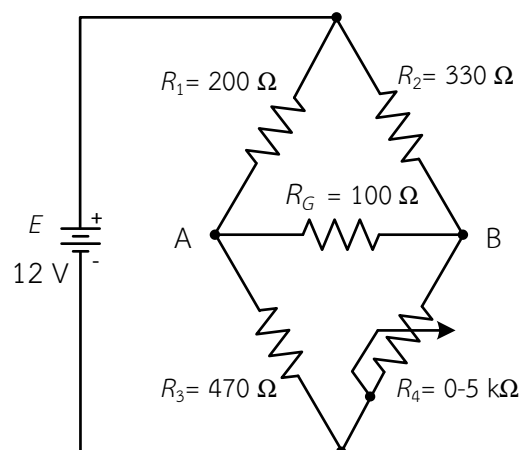
ลำดับขั้นตอนการทดลอง

2.1 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 9.14 ปรับตัวต้านทาน R_4 ให้เป็น 0 โอห์ม บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2



รูปที่ 9.14 วัดค่าความต้านทาน

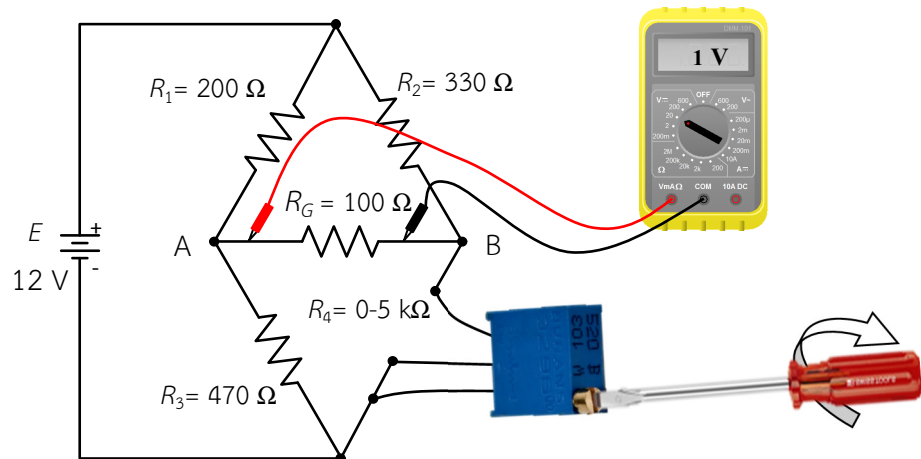
2.2 ต่อวงจรตามรูปที่ 9.15 ยังไม่ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร



รูปที่ 9.15 วัดค่าความต้านทาน

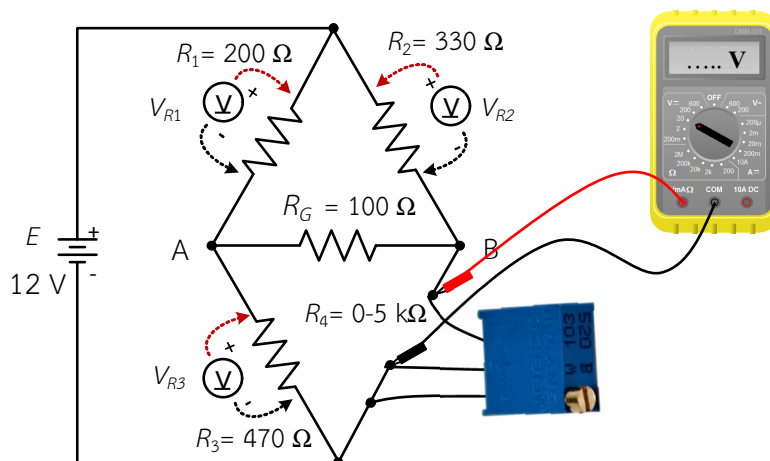
2.3 ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 9.16 จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรโดยปรับให้ $E = 12\text{ V}$ วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_G ค้างไว้และใช้ไขควงขนาดเล็กค่อยๆ ปรับเพิ่มค่าความต้านทาน R_4 จนอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_G อ่านค่าได้ 1 โวลต์

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	



รูปที่ 9.16 ใช้ไขควงขนาดเล็กค่อยๆ ปรับเพิ่มค่าความต้านทาน R_4

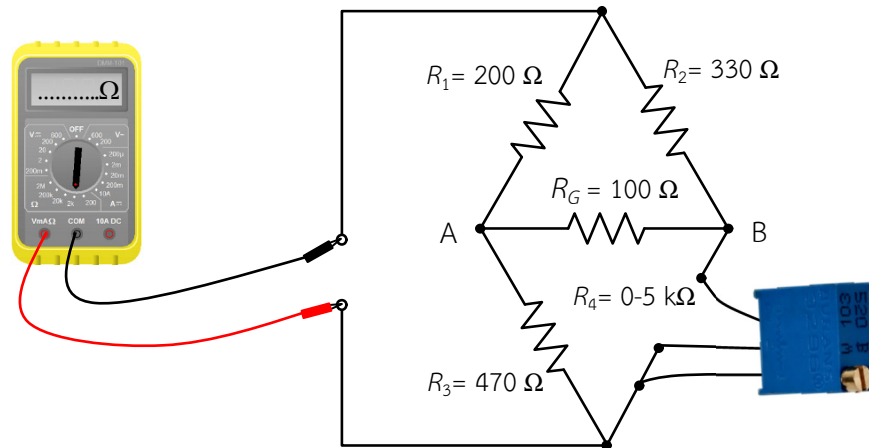
2.4 จากวงจรการทดลองตามรูปที่ 9.16 จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรโดยปรับให้ $E = 12 \text{ V}$ วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1, R_2, R_3 และ R_4 ตามรูปที่ 9.17 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2



รูปที่ 9.17 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1, R_2, R_3 และ R_4

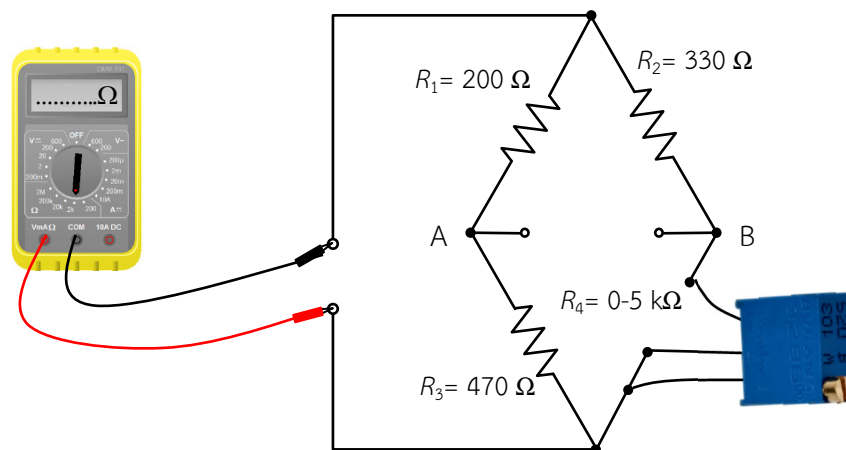
2.5 ปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ดังรูปที่ 9.18 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	



รูปที่ 9.18 วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าออก

2.6 ปลด R_G ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ดังรูปที่ 9.19 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2



รูปที่ 9.19 วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ปลด R_G ออก

2.7 ปลดตัวต้านทาน R_4 ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่าได้ดังรูปที่ 9.20 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2 (ใช้ความ

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

ระมัดระวังขณะปลด R_4 ออกจากวงจรอย่าให้เกิดการหมุนของปุ่มปรับค่าจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานได้)



รูปที่ 9.20 วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่าได้ R_4

2.8 นำค่าความต้านทานที่ได้จากการวัดคำนวณหาค่า R_4 , R_1/R_3 , R_2/R_4 และ R_T (ขณะไม่มี R_G) บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2

นำค่าจากการวัดคำนวณค่าความต้านทาน

$$\left(\frac{R_1}{R_3} \right) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

$$\left(\frac{R_2}{R_4} \right) = \dots\dots\dots = \dots\dots\dots$$

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

$$R_T = \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{(R_1 + R_3) + (R_2 + R_4)}$$

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

ตารางที่ 9.2 ตารางบันทึกผลการทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะไม่สมดุล

ผลการทดลองจาก	R_1	R_2	R_3	R_4	R_T (มี R_G)	R_T (ไม่มี R_G)	หน่วย
การวัด							Ω
การคำนวณ	-	-	-		-		Ω
ผลการทดลองจาก	V_{R_1}	V_{R_2}	V_{R_3}	V_{R_4}	-	-	หน่วย
การวัด					-	-	V

ข้อควรระวัง

1. การใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า ต้องใช้ย่านวัดให้ถูกต้องและเหมาะสมกับค่าที่ต้องการวัด
2. การใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลวัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ต้องต่อสายให้ถูกขั้ว มิฉะนั้นมัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลอาจเสียหาย และจะทำให้ค่าที่มีผลเป็นค่าลบได้
3. ในการวัดทุกครั้ง ไม่ควรสัมผัสกับส่วนที่เป็นโลหะของสายวัด เพราะจะทำให้ค่าที่วัดได้คลาดเคลื่อนสูง
4. ขณะทำการประกอบวงจรหรือเปลี่ยนจุดทดลองควรปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงทุกครั้งเพื่อป้องกันไฟฟ้าลัดวงจร

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

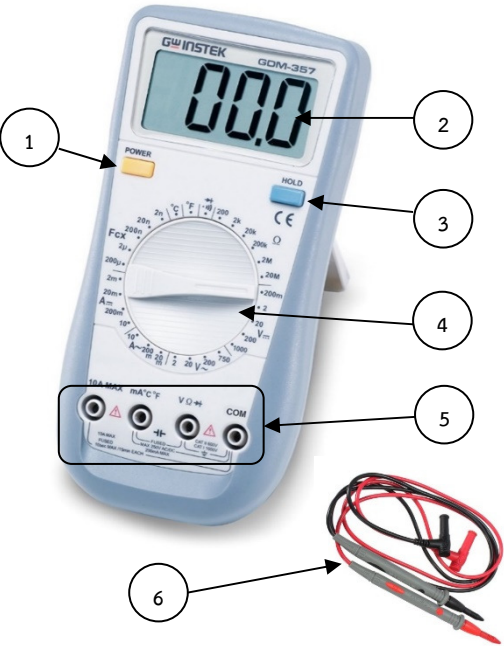
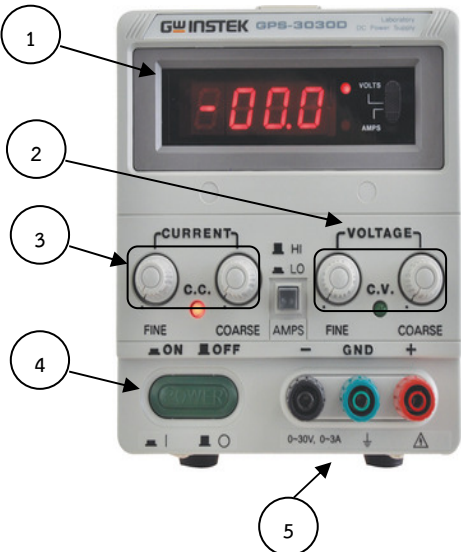
.....

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	
คำถามท้ายการทดลอง 1. จากการทดลองวงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลพิสูจน์ได้อย่างไรว่าวงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลจริงหรือไม่ จงอธิบายโดยนำผลการทดลองประกอบคำอธิบาย 2. จากการทดลองวงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลพิสูจน์ได้อย่างไรว่าวงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะไม่สมดุลจริงหรือไม่ จงอธิบายโดยนำผลการทดลองประกอบคำอธิบาย 		

	ใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

ใบตรวจสอบสภาพเครื่องมือ

ชื่อ-สกุล.....ชั้น ปวช 1. กลุ่ม.....เลขที่

ข้อมูลมัลติมิเตอร์ ☐ ใช้ทดลอง ☐ ไม่ใช้ในการทดลอง ยี่ห้อ.....รุ่น.....					รูปภาพดิจิทัลมัลติมิเตอร์	
ตำแหน่ง	รายการ ตรวจสอบสภาพ	สภาพก่อน ใช้งาน		สภาพหลัง ใช้งาน		
		ดี	เสีย	ดี	เสีย	
1	สวิตช์เปิดปิดเครื่อง					
2	จอแสดงผล					
3	ปุ่มลือคค่า					
4	สวิตช์เลือกย่านวัด					
5	ขั้วเสียบสายวัด					
6	สายวัด					
สรุปการตรวจสอบสภาพมัลติมิเตอร์ ☐ ใช้งานได้ ☐ ใช้งานไม่ได้						
ข้อมูลแหล่งจ่ายไฟ DC ☐ ใช้ทดลอง ☐ ไม่ใช้ในการทดลอง ยี่ห้อ.....รุ่น.....					รูปภาพแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC)	
ตำแหน่ง	รายการ ตรวจสอบสภาพ	สภาพก่อน ใช้งาน		สภาพหลัง ใช้งาน		
		ดี	เสีย	ดี	เสีย	
1	จอแสดงผล					
2	ชุดปุ่มปรับแรงดัน					
3	ชุดปุ่มปรับกระแส					
4	สวิตช์เปิดปิดเครื่อง					
5	ขั้ว บวก กราวด์ ลบ					
สรุปการตรวจสอบสภาพแหล่งจ่ายไฟ ☐ ใช้งานได้ ☐ ใช้งานไม่ได้						

	ใบประเมินผลใบงานที่ 9		
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง		สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์		คะแนนเต็ม
	เรื่อง วงจรบริดจ์		115 คะแนน

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5		
2. การทดลอง			
2.1 การทดลองที่ 1 การทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะสมดุล			
2.1.1 วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทาน	5		
2.1.2 ต่อดังตามรูปที่ 9.10	5		
2.1.3 ปรับเพิ่มค่า R_4 วัดแรงดันไฟฟ้าที่ R_G จนได้ 0 โวลต์	5		
2.1.4 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1, R_2, R_3 และ R_4	5		
2.1.5 ปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า วัดค่า R_T	5		
2.1.6 ปลด R_G ออกจากวงจร วัดค่า R_T	5		
2.1.7 ปลดตัวต้านทาน R_4 ออกจากวงจร วัดค่าความต้านทาน	5		
2.1.8 คำนวณหาค่า $R_4, R_1/R_3, R_2/R_4, R_T$ (ขณะไม่มี R_G), $V_{R_1}, V_{R_2}, V_{R_3}$ และ V_{R_4}	10		
2.2 การทดลองที่ 2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด			
2.2.1 วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทาน	5		
2.2.2 ต่อดังตามรูปที่ 9.10	5		
2.2.3 ปรับเพิ่มค่า R_4 วัดแรงดันไฟฟ้าที่ R_G จนได้ 1 โวลต์	5		
2.2.4 วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1, R_2, R_3 และ R_4	5		
2.2.5 ปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า วัดค่า R_T	5		
2.2.6 ปลด R_G ออกจากวงจร วัดค่า R_T	5		
2.2.7 ปลดตัวต้านทาน R_4 ออกจากวงจร วัดค่าความต้านทาน	5		



ใบประเมินผลใบงานที่ 9

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 11

หน่วยที่ 9 : วงจรปริดจ์

คะแนนเต็ม

เรื่อง วงจรชีวิต

115 คะแนน

รายการประเมินผล (ต่อ)	คะแนน เต็ม	คะแนน ที่ได้	หมายเหตุ
2.1.8 คำนวณหาค่า R_4 , R_1/R_3 , R_2/R_4 , R_T (ขณะไม่มี R_G) , V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} และ V_{R_4}	5		
4. สรุปผลการทดลอง	10		
5. ตอบคำถามท้ายการทดลอง	10		
6. การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5		
รวมคะแนน	115		

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	คะแนนเต็ม
	เรื่อง วงจรบริดจ์	115 คะแนน
รายการประเมินผล 1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ คะแนนเต็ม 5 คะแนน 1.1 เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ครบตามที่กำหนดให้ 5 คะแนน ไม่ครบ ตัดคะแนนชิ้นละ 1 คะแนน 2.1 การทดลองที่ 1 การทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะสมดุล 2.1.1 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 9.5 ปรับตัวต้านทาน R_4 ให้เป็น 0 โอห์ม บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.1.2 ต่อวงจรตามรูปที่ 9.10 ยังไม่ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.1.3 ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 9.11 จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรโดยปรับให้ $E = 12\text{ V}$ วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_G ค้างไว้และใช้ไขควงขนาดเล็กค่อยๆ ปรับเพิ่มค่าความต้านทาน R_4 จนอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_G อ่านค่าได้ 0 โวลต์ คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.1.4 จากวงจรการทดลองตามรูปที่ 9.11 จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรโดยปรับให้ $E = 12\text{ V}$ วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1, R_2, R_3 และ R_4 ตามรูปที่ 9.12 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.1.5 ปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ดังรูปที่ 9.12 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.1.6 ปลด R_G ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ดังรูปที่ 9.13 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.1.7 ปลดตัวต้านทาน R_4 ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่าได้ ดังรูปที่ 9.13 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน		

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	คะแนนเต็ม
	เรื่อง วงจรบริดจ์	115 คะแนน
2.1.8 นำค่าความต้านทานที่ได้จากการวัดคำนวณหาค่า R_4, R_1/R_3, R_2/R_4, R_T (ขณะไม่มี R_G), V_{R_1}, V_{R_2}, V_{R_3} และ V_{R_4} บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1 คะแนนเต็ม 10 คะแนน ถูกต้องให้ 10 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 2.2 การทดลองที่ 2 การทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะไม่สมดุล 2.2.1 ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 9.14 ปรับตัวต้านทาน R_4 ให้เป็น 0 โอห์ม บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.2.2 ต่อวงจรตามรูปที่ 9.15 ยังไม่ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.2.3 ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 9.16 จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรโดยปรับให้ $E = 12\text{ V}$ วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_G ค้างไว้และใช้ไขควงขนาดเล็กค่อยๆ ปรับเพิ่มค่าความต้านทาน R_4 จนอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_G อ่านค่าได้ 1 โวลต์ คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.2.4 จากวงจรการทดลองตามรูปที่ 9.16 จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรโดยปรับให้ $E = 12\text{ V}$ วัดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1, R_2, R_3 และ R_4 ตามรูปที่ 9.17 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.2.5 ปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ดังรูปที่ 9.18 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.2.6 ปลด R_G ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้า (R_T) ดังรูปที่ 9.19 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 2.2.7 ปลดตัวต้านทาน R_4 ออกจากวงจร ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่าได้ดังรูปที่ 9.20 บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน		

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	คะแนนเต็ม
	เรื่อง วงจรบริดจ์	115 คะแนน
2.2.8 นำค่าความต้านทานที่ได้จากการวัดคำนวณหาค่า R_4 , R_1/R_3 , R_2/R_4 และ R_T (ขณะไม่มี R_G) บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 3. สรุปผลการทดลอง คะแนนเต็ม 10 คะแนน สรุปผลการทดลองครบทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ 10 คะแนน ไม่ครบทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตัดคะแนนข้อละ 3 คะแนน 4. ตอบคำถามท้ายการทดลอง คะแนนเต็ม 10 คะแนน ตอบคำถามท้ายการทดลองถูกทุกข้อให้ 10 คะแนน ผิด ตัดคะแนนข้อละ 5 คะแนน 5. การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ คะแนนเต็ม 5 คะแนน เก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ครบตามที่กำหนดให้ 5 คะแนน ไม่ครบ ตัดคะแนนข้อละ 1 คะแนน		



แบบทดสอบหลังเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 11

หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์

คำชี้แจง

- จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1. บอกความหมายของวงจรบริดจ์ได้

1. ข้อใดคือความหมายของวงจรบริดจ์

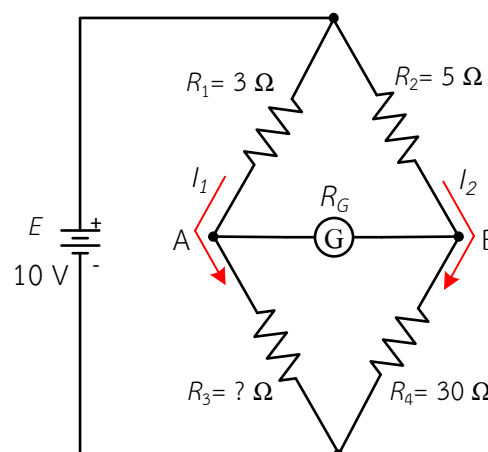
- วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรม
- วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่อขนาน
- วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่ออนุกรมกัน
- วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. บอกความหมายของวงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลได้

2. ข้อใด หมายถึง วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล

- มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์
- ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์
- แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าไม่เท่ากัน
- อัตราส่วนของความต้านทานแต่ละสาขาไม่เท่ากัน

จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 3-8



รูปที่ 1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 3-8

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. คำนวณหาค่าความต้านทานที่ทำให้บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลได้

3.เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล ตัวต้านทาน R_3 มีค่าความต้านทานเท่าไร

ก. 8Ω

ข. 14Ω

ค. 18Ω

ง. 80Ω

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 4. คำนวณหากระแสไฟฟ้าของวงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลได้

4.คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 มีค่าเท่าไร

ก. 0.826 A

ข. 0.674 A

ค. 0.586 A

ง. 0.476 A

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 4. คำนวณหากระแสไฟฟ้าของวงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลได้

5.คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_4 มีค่าเท่าไร

ก. 0.826 A

ข. 0.674 A

ค. 0.476 A

ง. 0.286 A

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 5. คำนวณหาแรงดันไฟฟ้าของวงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลได้

6.คำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 มีค่าเท่าไร

ก. 8.57 V

ข. 9.54 V

ค. 1.43 V

ง. 0.46 V

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 5. คำนวณหาแรงดันไฟฟ้าของวงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลได้

7.คำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 มีค่าเท่าไร

ก. 9.54 V

ข. 8.57 V

ค. 0.46 V

ง. 1.43 V

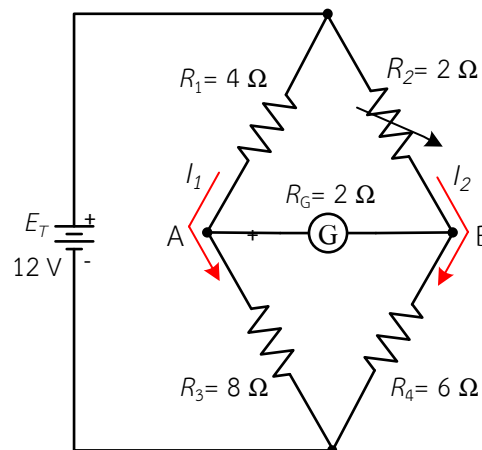
	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 6. บอกความหมายของวงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลได้

8. วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลคือข้อใด

- ก. มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์
- ข. ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์
- ค. อัตราส่วนของความต้านทานแต่ละสาขาเท่ากัน
- ง. แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากัน

จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 9-10



รูปที่ 2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 9-10

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 8. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอมิเตอร์ของวงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลได้

9. คำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอมิเตอร์ (V_G) มีค่าเท่าไร

- ก. 8.72 V
- ข. 8.70 V
- ค. 0.38 V
- ง. 0.26 V

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 7. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ของวงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลได้

10. คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ (I_G) มีค่าเท่าไร

- ก. 0.485 A
- ข. 0.19 A
- ค. 4.16 A
- ง. 4.35 A

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	

กระดาษคำตอบแบบทดสอบหลังเรียน

คำสั่ง จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว ลงในช่องของ
กระดาษคำตอบ

ชื่อ - สกุล เลขที่ ชั้น

ข้อ	ก	ข	ค	ง
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

สรุปผล

เต็ม	10
คะแนนเก็บ 10 คะแนนได้	

เกณฑ์การประเมิน

ทำแบบทดสอบได้ 9 – 10 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดีมาก
ทำแบบทดสอบได้ 7 – 8 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ดี
ทำแบบทดสอบได้ 5 – 6 คะแนน	ระดับคุณภาพ	พอใช้
ทำแบบทดสอบได้ 0 – 4 คะแนน	ระดับคุณภาพ	ปรับปรุง

	ใบประเมินผลคุณธรรม จริยธรรม		
	รหัส 2104-2002	ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์		4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			หมายเหตุ
คุณธรรม จริยธรรม	30	1	2	3	
1. ความรับผิดชอบ : มีอุปกรณ์การเรียนครบถ้วน ส่งงานครบ	3				
2. ความมีวินัย : ปฏิบัติตามกฎระเบียบแต่งกายเรียบร้อย	3				
3. การตรงต่อเวลา : เข้าเรียนตรงเวลา ทำงานส่งตามกำหนด	3				
4. ความมีมนุษยสัมพันธ์ : มีน้ำใจช่วยเหลือผู้อื่น	3				
5. ความรู้ทักษะและวิชาชีพ : ปฏิบัติงานได้	3				
6. ความสนใจใฝ่หาความรู้ : ขยันและสนใจในการเรียน	3				
7. ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ : ทำความเข้าใจก่อนปฏิบัติ	3				
8. ทำตามลำดับขั้น : ทำตามลำดับขั้นตอนความสำคัญ	3				
9. ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด : แก้ปัญหาด้วยความ ความเรียบง่ายและประหยัด	3				
10. การมีส่วนร่วม : มีส่วนร่วมในการทำงานกลุ่ม	3				
รวมคะแนน	30				

หมายเหตุ การประเมินสามารถทำได้ทีละข้อหรือหลายข้อและทำได้ทั้งขณะก่อนหรือระหว่าง หรือหลังเรียน
เกณฑ์การประเมิน

- 1 หมายถึง ต้องปรับปรุง
- 2 หมายถึง พอใช้
- 3 หมายถึง ดี

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

(.....)

...../...../.....

	เอกสารอ้างอิง	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
ชัด อินทะสี. (2540). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: เม็ดทรายพรินต์ติ้ง. อารงศักดิ์ หมิ่นกำหริ่ม. (2556). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย. บรรจง จันทมาศ. (2557). ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. พิมพ์ครั้งที่ 23. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์. บุญล้ำ ศักดิภัทรนนท์. (2558). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย. ไมตรี วรอุฒิจรรยากุล. (2553). ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุงใหม่). พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: ส.เอเชียเพรส. วิโรจน์ รัตนวิจารณ์. (2557). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: ส.เต็มรักการพิมพ์. ไวกจน์ ศรีธัญ และคณิศร จันทโรสดา. (2558). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: เอสเคเอส อินเตอร์ การพิมพ์ ศรีศักดิ์ น้อยไร่ภูมิ. (2557). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ. Charles K. Alexander, Matthew N.O. Sadiku. (2004). Fundamentals of Electric Circuits. Second Edition. Singapore : McGraw-Hill. Meade, Russell. (2005). Foundations of Electronics : Circuits and Devices. Singapore : Thomson Learning. Tony R. Kuphaldt. Lessons In Electric Circuits, Volume I-DC. [online]. Available from : http://www.openbookproject.net//electricCircuits/DC/DC.pdf (12 Mar 2016).		

ภาคผนวก

เฉลยแบบฝึกหัด

เฉลยใบงาน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

ใบสรุปการประเมินผล

สื่อ Power Point

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. จงอธิบายความหมายของวงจรบริดจ์

วงจรที่ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว ต่อขนานกัน 2 สาขา ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน มีแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงต่อขนานกับตัวต้านทาน และมีกัลวานอร์มิเตอร์ต่อ (เครื่องมือวัดไฟฟ้าที่มีตำแหน่ง ศูนย์ อยู่ตำแหน่งกลางสเกล) ที่จุด A และ B ทำหน้าที่ตรวจจับสนะไฟฟ้า เพื่อบอกสถานะของวงจร

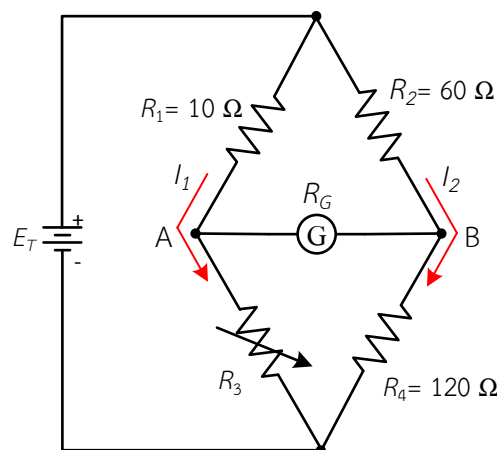
2. วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล และ วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล เหมือนหรือต่างกันอย่างไร

วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล คือ วงจรที่มีการจัดให้ความต้านทานมีอัตราส่วนที่เหมาะสม ทำได้โดยปรับค่า ความต้านทาน R_2 จนกระทั่งไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ หรือเข็มของ กัลวานอร์มิเตอร์ชี้ที่ค่าศูนย์ นั่นคือ แรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B มีค่าเท่ากัน หรือความต่างศักย์ ที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์

วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล คือ วงจรที่อัตราส่วนของความต้านทาน $R_1/R_3 \neq R_2/R_4$ ดังนั้นแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 จึงไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 ไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 เกิดความต่างที่จุด A และ B เป็นผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ หรือ $I_G \neq 0$

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.12 จงคำนวณหาความต้านทาน R_3 ที่ทำให้บริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล



รูปที่ 9.12 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

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

ดังนั้น

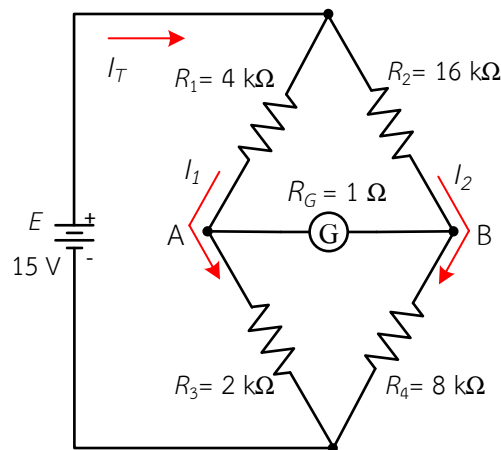
$$R_3 = \frac{R_1 R_4}{R_2}$$

$$= \frac{10 \Omega \times 120 \Omega}{60 \Omega} = 20 \Omega$$

2. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.13 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล 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 9.13 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

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

$$\frac{4 \text{ k}\Omega}{2 \text{ k}\Omega} = \frac{16 \text{ k}\Omega}{8 \text{ k}\Omega}$$

$$2 \Omega = 2 \Omega$$

$$2 \Omega = 2 \Omega$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

จากอัตราส่วนของความต้านทานที่ได้มีค่าเท่ากัน แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จึงไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวานอ์มิเตอร์ (I_G)

ก) หากระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_T
 กระแสไฟฟ้า I_1 คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 และ R_3 จะได้

$$\begin{aligned}
 I_1 &= \frac{E}{R_1 + R_3} \\
 &= \frac{15\text{ V}}{4\text{ k}\Omega + 2\text{ k}\Omega} \\
 &= 2.5\text{ mA}
 \end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้า I_2 คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 และ R_4 จะได้

$$\begin{aligned}
 I_2 &= \frac{E}{R_2 + R_4} \\
 &= \frac{15\text{ V}}{16\text{ k}\Omega + 8\text{ k}\Omega} \\
 &= 0.625\text{ mA}
 \end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้า I_T เป็นผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 จะได้

$$\begin{aligned}
 I_T &= I_1 + I_2 \\
 &= 2.5\text{ mA} + 0.625\text{ mA} \\
 &= 3.125\text{ mA}
 \end{aligned}$$

ข) หาแรงดันไฟฟ้า V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} และ V_{R_4}
 ในสภาวะที่บริดจ์สมดุล แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 จะได้

$$\begin{aligned}
 V_{R_1} &= V_{R_2} = I_1 R_1 \\
 &= 2.5\text{ mA} \times 4\text{ k}\Omega \\
 &= 10\text{ V}
 \end{aligned}$$

หรือ

$$\begin{aligned}
 V_{R_1} &= V_{R_2} = I_2 R_2 \\
 &= 0.625\text{ mA} \times 16\text{ k}\Omega \\
 &= 10\text{ V}
 \end{aligned}$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

และเช่นเดียวกัน ในสภาวะที่บริดจ์สมดุล แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 จะได้

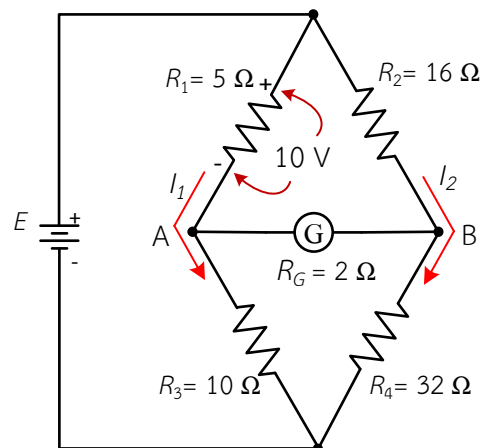
$$\begin{aligned} V_{R_3} &= V_{R_4} = I_1 R_3 \\ &= 2.5 \text{ mA} \times 2 \text{ k}\Omega \\ &= 5 \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{หรือ } V_{R_3} &= V_{R_4} = I_2 R_4 \\ &= 0.625 \text{ mA} \times 8 \text{ k}\Omega \\ &= 5 \text{ V} \end{aligned}$$

3. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.14 จงคำนวณหา

ก) บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลหรือไม่

ข) กระแสไฟฟ้า I_1, I_2, I_T และ แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)



รูปที่ 9.14 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

วิธีทำ

ก) บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลหรือไม่

เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

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

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$\frac{5\Omega}{10\Omega} = \frac{16\Omega}{32\Omega}$$

$$0.5\Omega = 0.5\Omega$$

จากผลของอัตราส่วนของความต้านทานที่ได้มีค่าเท่ากัน แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล

ข) กระแสไฟฟ้า I_1, I_2, I_T และ แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)
 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จึงไม่มีกระแสไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ (I_G)

กระแสไฟฟ้า I_1 คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 และ R_3 จะได้

$$I_1 = \frac{V_{R_1}}{R_1} = \frac{10V}{5\Omega} = 2A$$

หาแรงดันไฟฟ้า $V_{R_1}, V_{R_2}, V_{R_3}$ และ V_{R_4}
 ในสภาวะที่บริดจ์สมดุล แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 จะได้

$$V_{R_1} = V_{R_2} = I_1 R_1 = 2A \times 5\Omega = 10V$$

และเช่นเดียวกัน ในสภาวะที่บริดจ์สมดุล แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 จะได้

$$V_{R_3} = V_{R_4} = I_1 R_3 = 2A \times 10\Omega = 20V$$

แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)

$$E = V_{R_1} + V_{R_3} = 10V + 20V$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$= 30 \text{ V}$$

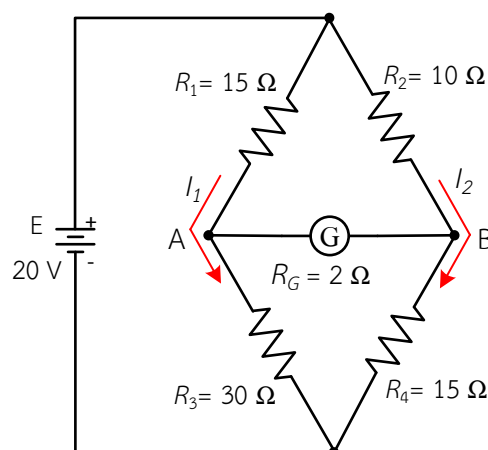
กระแสไฟฟ้า I_2 คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 และ R_4 จะได้

$$\begin{aligned}
 I_2 &= \frac{E}{R_2 + R_4} \\
 &= \frac{30 \text{ V}}{16 \Omega + 32 \Omega} \\
 &= 0.625 \text{ A}
 \end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้า I_T เป็นผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 จะได้

$$\begin{aligned}
 I_T &= I_1 + I_2 \\
 &= 2 \text{ A} + 0.625 \text{ A} \\
 &= 2.625 \text{ A}
 \end{aligned}$$

4. จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.15 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะไม่สมดุล จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)



รูปที่ 9.15 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง

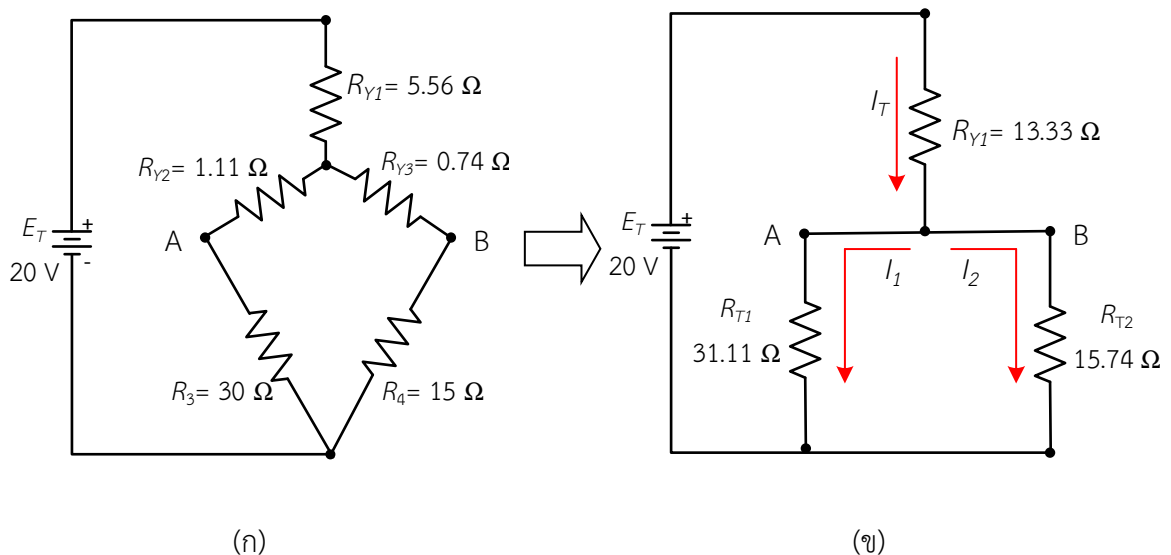
$$\frac{R_1}{R_3} = \frac{R_2}{R_4}$$

$$\frac{15 \Omega}{30 \Omega} = \frac{10 \Omega}{15 \Omega}$$

$$0.5 \Omega = 0.67 \Omega$$

ผลจากอัตราส่วนของความต้านทานที่ได้มีค่าไม่เท่ากัน แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะไม่สมดุล

หาแรงดันไฟฟ้าที่จุด A และ B ดังวงจรในรูปที่ 9.17



รูปที่ 9.17 แสดงการยุบวงจรที่ใช้หาค่าความต้านทานตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

ใช้สมการแบ่งแรงดันไฟฟ้า หาค่าแรงดันไฟฟ้า ดังนี้

$$\begin{aligned} \sum R_{\nabla} &= R_1 + R_2 + R_G \\ &= 15 \Omega + 10 \Omega + 2 \Omega \\ &= 27 \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{Y1} &= \frac{R_1 R_2}{\sum R_{\nabla}} \\ &= \frac{15 \Omega \times 10 \Omega}{27 \Omega} = 5.56 \Omega \end{aligned}$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง
$R_{Y2} = \frac{R_1 R_G}{\sum R_{\nabla}}$ $= \frac{15 \Omega \times 2 \Omega}{27 \Omega} = 1.11 \Omega$ $R_{Y3} = \frac{R_2 R_G}{\sum R_{\nabla}}$ $= \frac{10 \Omega \times 2 \Omega}{27 \Omega} = 0.74 \Omega$ $R_{T1} = R_{Y2} + R_3$ $= 1.11 \Omega + 30 \Omega$ $= 31.11 \Omega$ $R_{T2} = R_{Y3} + R_4$ $= 0.74 \Omega + 15 \Omega$ $= 15.74 \Omega$ $R_T = \frac{R_{T1} R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} + R_{Y1}$ $= \left(\frac{31.11 \Omega \times 15.74 \Omega}{31.11 \Omega + 15.74 \Omega} \right) + 5.56 \Omega$ $= 16.01 \Omega$ $I_T = \frac{E}{R_T}$ $= \frac{20 \text{ V}}{16.01 \Omega}$ $= 1.25 \text{ A}$		



ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

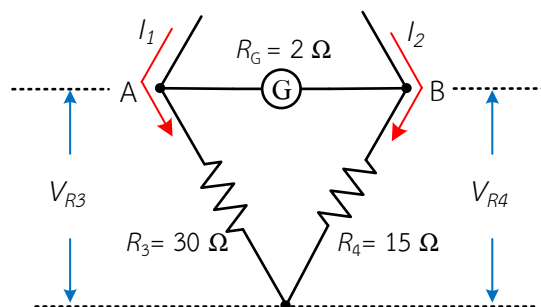
สัปดาห์ที่ 11

หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์

จำนวน 4 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 I_1 &= \frac{I_T R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \\
 &= \frac{1.25 \text{ A} \times 15.74 \, \Omega}{31.11 \, \Omega + 15.74 \, \Omega} \\
 &= 0.42 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_2 &= \frac{I_T R_{T1}}{R_{T1} + R_{T2}} \\
 &= \frac{1.25 \text{ A} \times 31.11 \, \Omega}{31.11 \, \Omega + 15.74 \, \Omega} \\
 &= 0.83 \text{ A}
 \end{aligned}$$



รูปที่ 9.18 วงจรไฟฟ้าส่วนหนึ่งตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

$$\begin{aligned}
 V_{R3} &= I_1 R_3 \\
 &= 0.42 \text{ A} \times 30 \, \Omega \\
 &= 12.6 \text{ V}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{R4} &= I_2 R_4 \\
 &= 0.83 \text{ A} \times 15 \, \Omega \\
 &= 12.45 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G) ได้จาก

$$\begin{aligned}
 V_G &= V_{R3} - V_{R4} \\
 &= 12.6 \text{ V} - 12.45 \text{ V}
 \end{aligned}$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	จำนวน 4 ชั่วโมง
$= 0.15 \text{ V}$ หากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์ (I_G) ได้จาก $I_G = \frac{V_G}{R_G}$ $= \frac{0.15 \text{ V}}{2 \Omega}$ $= 0.075 \text{ A}$		

	เฉลยใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

การทดลองที่ 1 การทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะสมดุล

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1.8 นำค่าความต้านทานที่ได้จากการวัดคำนวณหาค่า R_4 , R_1/R_3 , R_2/R_4 , R_T (ขณะไม่มี R_G), V_{R_1} , V_{R_2} , V_{R_3} และ V_{R_4} บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.1

นำค่าจากการวัดคำนวณค่าความต้านทาน

$$\left(\frac{R_1}{R_3} \right) = \frac{196}{466} = 0.42$$

$$\left(\frac{R_2}{R_4} \right) = \frac{328}{779.84} = 0.42$$

$$\begin{aligned} R_4 &= \frac{R_2 R_3}{R_1} \\ &= \frac{328 \, \Omega \times 466 \, \Omega}{196 \, \Omega} \\ &= 779.84 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{(R_1 + R_3) + (R_2 + R_4)} \\ &= \frac{(196 \, \Omega + 466 \, \Omega)(328 \, \Omega + 779.84 \, \Omega)}{(196 \, \Omega + 466 \, \Omega) + (328 \, \Omega + 779.84 \, \Omega)} \\ &= 414.38 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{R_1} = V_{R_2} &= \left(\frac{R_1}{R_1 + R_3} \right) \times E \\ &= \left(\frac{196 \, \Omega}{196 \, \Omega + 466 \, \Omega} \right) \times 12 \, \text{V} \\ &= 3.55 \, \text{V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{R_3} = V_{R_4} &= \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} \right) \times E \\ &= \left(\frac{466 \, \Omega}{196 \, \Omega + 466 \, \Omega} \right) \times 12 \, \text{V} \\ &= 8.45 \, \text{V} \end{aligned}$$

ตารางที่ 9.1 ตารางบันทึกผลการทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะสมดุล

ผลการทดลองจาก	R_1	R_2	R_3	R_4	R_T (มี R_G)	R_T (ไม่มี R_G)	หน่วย
การวัด	196	328	466	779.8	414.3	414.4	Ω
การคำนวณ	-	-	-	779.84	-	414.38	Ω
ผลการทดลองจาก	V_{R_1}	V_{R_2}	V_{R_3}	V_{R_4}	-	-	หน่วย
การวัด	3.55	3.55	8.45	8.45	-	-	V
การคำนวณ	3.55	3.55	8.45	8.45	-	-	V

	เฉลยใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

การทดลองที่ 2 การทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะไม่สมดุล

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1.8 นำค่าความต้านทานที่ได้จากการวัดคำนวณหาค่า R_4 , R_1/R_3 , R_2/R_4 และ R_T (ขณะไม่มี R_G) บันทึกค่าลงในตารางที่ 9.2

นำค่าจากการวัดคำนวณค่าความต้านทาน (ขณะที่ $V_G = 1 \text{ V}$)

$$\left(\frac{R_1}{R_3} \right) = \frac{196}{466} = 0.42$$

$$\left(\frac{R_2}{R_4} \right) = \frac{328}{215} = 1.53$$

$$\begin{aligned} R_4 &= \frac{R_2 R_3}{R_1} \\ &= \frac{328 \, \Omega \times 466 \, \Omega}{196 \, \Omega} \\ &= 779.84 \, \Omega \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_T &= \frac{(R_1 + R_3)(R_2 + R_4)}{(R_1 + R_3) + (R_2 + R_4)} \\ &= \frac{(196 \, \Omega + 466 \, \Omega)(328 \, \Omega + 215 \, \Omega)}{(196 \, \Omega + 466 \, \Omega) + (328 \, \Omega + 215 \, \Omega)} \\ &= 298.31 \, \Omega \end{aligned}$$

ตารางที่ 9.2 ตารางบันทึกผลการทดลองวงจรบริดจ์ในภาวะไม่สมดุล

ผลการทดลองจาก	R_1	R_2	R_3	R_4	R_T (มี R_G)	R_T (ไม่มี R_G)	หน่วย
การวัด	196	328	466	215	277	298.31	Ω
การคำนวณ	-	-	-	215	-	298.31	Ω
ผลการทดลองจาก	V_{R_1}	V_{R_2}	V_{R_3}	V_{R_4}	-	-	หน่วย
การวัด	4.94	5.94	7.06	6.06	-	-	V

สรุปผลการทดลอง

วงจรบริดจ์ที่อยู่ในสภาวะสมดุล คือ วงจรที่มีอัตราส่วนของตัวต้านทาน R_1/R_3 เท่ากับ R_2/R_4 แรงดันไฟฟ้าที่จุด A (V_{R_3}) และ B (V_{R_4}) มีค่าเท่ากัน หรือความต่างศักย์ที่จุด A และ B มีค่าเท่ากับศูนย์

	เฉลยใบงานที่ 9	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์	

โวลต์ จึงไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_G

วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล คือ วงจรที่มีอัตราส่วนของความต้านทาน R_1/R_3 ไม่เท่ากับ R_2/R_4 ดังนั้น แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 จึงไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 ไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B เป็นผลให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_G

คำถามท้าทายการทดลอง

1. จากการทดลองวงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลพิสูจน์ได้อย่างไรว่าวงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลจริงหรือไม่ จงอธิบายโดยนำผลการทดลองประกอบคำอธิบาย

ตอบ วงจรบริดจ์ที่อยู่ในสภาวะสมดุล คือ วงจรที่มีอัตราส่วนของตัวต้านทาน R_1/R_3 เท่ากับ R_2/R_4 แรงดันไฟฟ้าที่จุด A (V_{R_3}) และ B (V_{R_4}) มีค่าเท่ากัน

ผลจากการทดลองจะเห็นว่าอัตราส่วนของตัวต้านทาน

$$\left(\frac{R_1}{R_3} \right) = \frac{196}{466} = 0.42 \quad \left| \quad \left(\frac{R_2}{R_4} \right) = \frac{328}{779.84} = 0.42$$

และผลจากการทดลองจะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A (V_{R_3}) และ B (V_{R_4}) มีค่าดังนี้

ผลการทดลองจาก	V_{R_1}	V_{R_2}	V_{R_3}	V_{R_4}	หน่วย
การวัด	3.55	3.55	8.45	8.45	V

2. จากการทดลองวงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุลพิสูจน์ได้อย่างไรว่าวงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะไม่สมดุลจริงหรือไม่ จงอธิบายโดยนำผลการทดลองประกอบคำอธิบาย

ตอบ วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล คือ วงจรที่มีอัตราส่วนของความต้านทาน R_1/R_3 ไม่เท่ากับ R_2/R_4 ดังนั้น แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 จึงไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 ไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4 เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B

ผลจากการทดลองจะเห็นว่าอัตราส่วนของตัวต้านทาน

$$\left(\frac{R_1}{R_3} \right) = \frac{196}{466} = 0.42 \quad \left| \quad \left(\frac{R_2}{R_4} \right) = \frac{328}{215} = 1.53$$

	เฉลยใบงานที่ 9					
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง					สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์					4 ชั่วโมง
	เรื่อง วงจรบริดจ์					

และผลจากการทดลองจะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด A (V_{R_3}) และ B (V_{R_4}) มีค่าดังนี้

ผลการทดลองจาก	V_{R_1}	V_{R_2}	V_{R_3}	V_{R_4}	หน่วย
การวัด	4.94	5.94	7.06	6.06	V



ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

รหัสวิชา 2104-2002 วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

หน่วยที่ 9

ชื่อหน่วย : วงจรบริดจ์

จำนวน 10 ข้อ

ก่อนเรียน

ข้อ	เฉลย
1	ข
2	ค
3	ง
4	ค
5	ง
6	ข
7	ค
8	ง
9	ก
10	ก

หลังเรียน

ข้อ	เฉลย
1	ก
2	ข
3	ค
4	ง
5	ง
6	ก
7	ง
8	ก
9	ค
10	ข

	ใบสรุปการประเมินผล	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 11
	หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์	4 ชั่วโมง

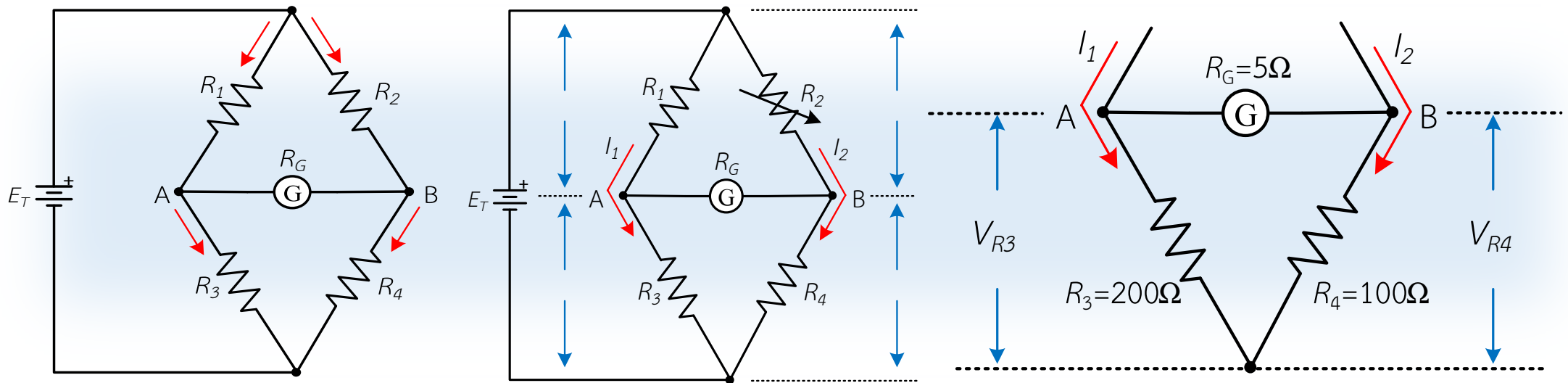
ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	10	
2. ใบแบบฝึกหัด	50	
3. ใบงาน	115	
4. แบบทดสอบหลังเรียน	10	
5. คุณธรรม จริยธรรม	30	
รวมคะแนน	215	

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน
(.....)
...../...../.....

หน่วยที่ 9 : วงจรบริดจ์

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัส 2104-2002



จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจลักษณะของวงจรบริดจ์สมดุลและไม่สมดุล และการคำนวณหาค่าต่าง ๆ ในวงจรบริดจ์

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของวงจรบริดจ์ได้
2. บอกความหมายของวงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลได้
3. คำนวณหาค่าความต้านทานที่ทำให้บริดจ์อยู่ในสถานะสมดุลได้
4. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าของวงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลได้
5. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าของวงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลได้
6. บอกความหมายของวงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุลได้
7. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอ์มิเตอร์ของวงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุลได้
8. คำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอ์มิเตอร์ของวงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุลได้

สาระการเรียนรู้

9.1 วงจรบริดจ์

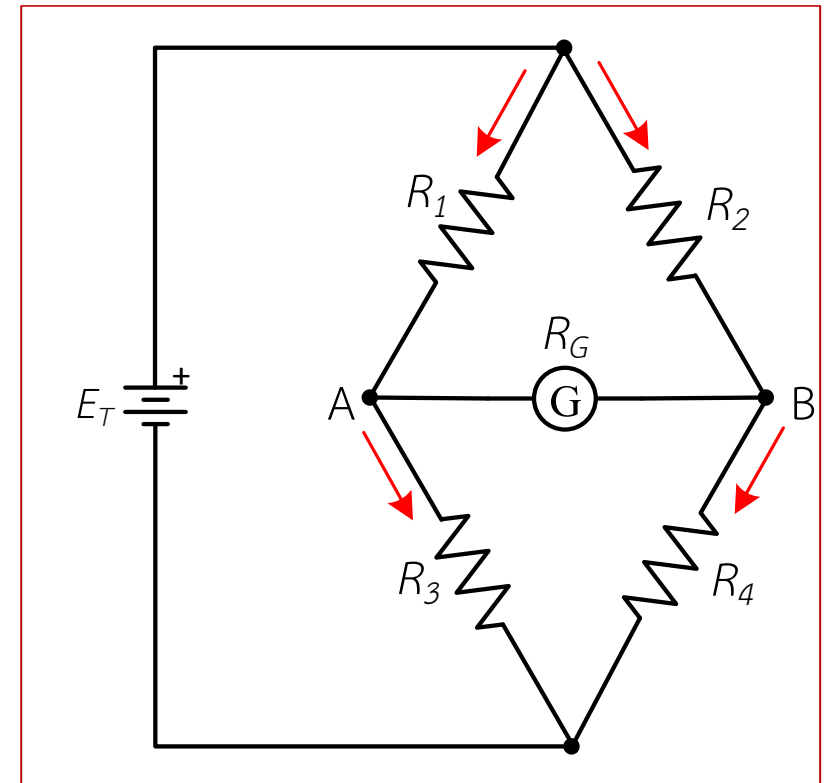
9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล

9.3 วงจรบริดจ์ในสภาวะไม่สมดุล

9.1 วงจรบริดจ์

วงจรบริดจ์ คือ วงจรที่

- ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว
- ต่อขนานกัน 2 สาขา
- ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน 2 ตัว
- มีกัลวานอมิเตอร์ต่อ ที่จุด A และ B ทำหน้าที่ตรวจจับสนามไฟฟ้า เพื่อบอกสถานะของวงจร

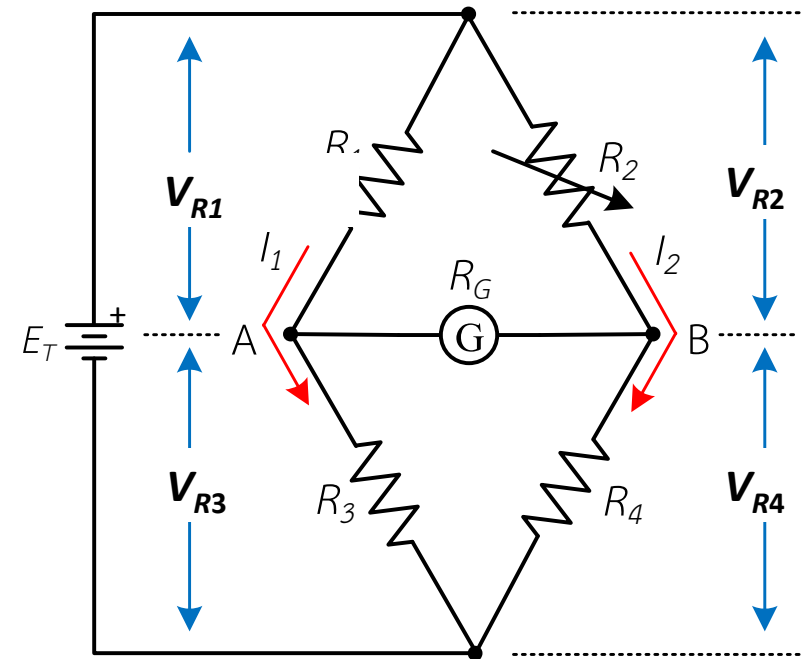


รูปที่ 9.1 วงจรวีตสโตนบริดจ์

9.2 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล

วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล คือ

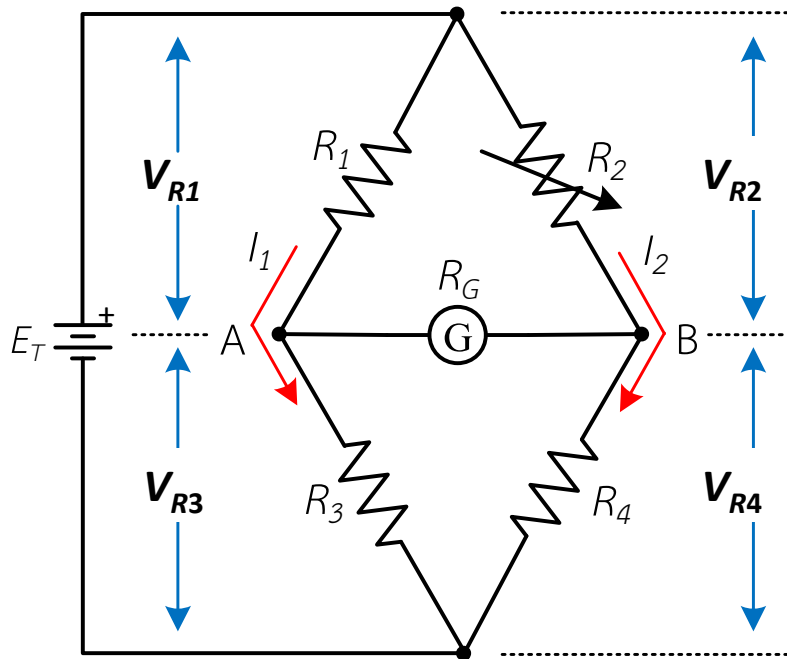
- ❖ วงจรที่มีการจัดให้ความต้านทานมีอัตราส่วนที่เหมาะสม
- ❖ โดยปรับค่า ความต้านทาน R_2 จนกระทั่ง*ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์*
- ❖ แรงดันไฟฟ้าที่จุด A (V_{R3}) และ B (V_{R4}) มีค่าเท่ากัน



รูปที่ 9.2 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ใช้หลักการแบ่งแรงดัน



รูปที่ 9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล

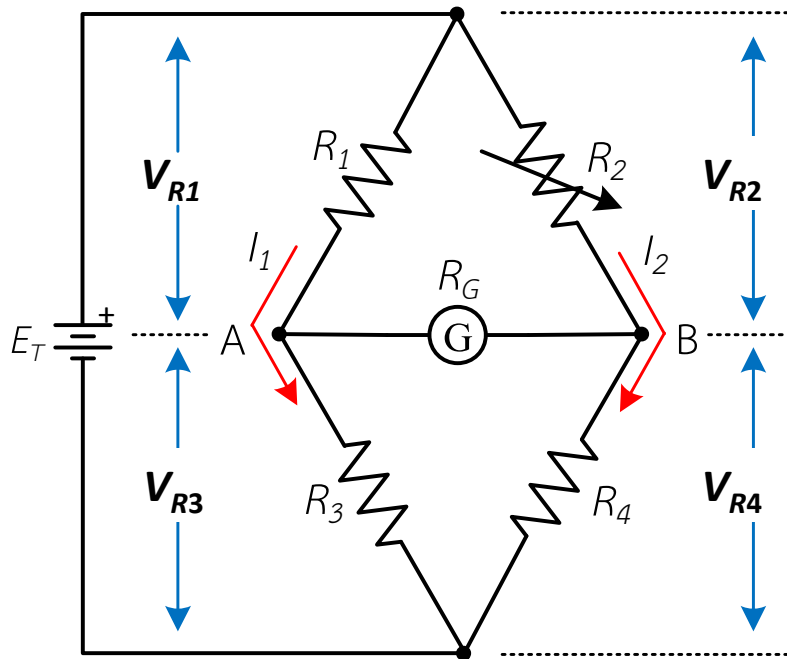
$$\begin{aligned} V_{R1} &= V_{R2} \\ V_{R3} &= V_{R4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E &= V_{R1} + V_{R3} \\ E &= V_{R2} + V_{R4} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{R1} = V_{R2} &= \left(\frac{R_1}{R_1 + R_3} \right) \times E \\ V_{R1} = V_{R2} &= \left(\frac{R_2}{R_2 + R_4} \right) \times E \\ V_{R3} = V_{R4} &= \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} \right) \times E \\ V_{R3} = V_{R4} &= \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4} \right) \times E \end{aligned}$$

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

จากกฎของโอห์ม $E = IR$ ดังนั้น



รูปที่ 9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล

$$\begin{aligned} I_1 &= I_{R1} = I_{R3} \\ I_2 &= I_{R2} = I_{R4} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} V_{R1} &= I_1 R_1 \\ V_{R2} &= I_2 R_2 \\ V_{R3} &= I_1 R_3 \\ V_{R4} &= I_2 R_4 \end{aligned}$$

แทนค่าใน

$$\begin{aligned} V_{R1} &= V_{R2} \\ V_{R3} &= V_{R4} \end{aligned}$$

จะได้

$$\begin{aligned} I_1 R_1 &= I_2 R_2 & \rightarrow 1 \\ I_1 R_3 &= I_2 R_4 & \rightarrow 2 \end{aligned}$$

$$\frac{1}{2}$$

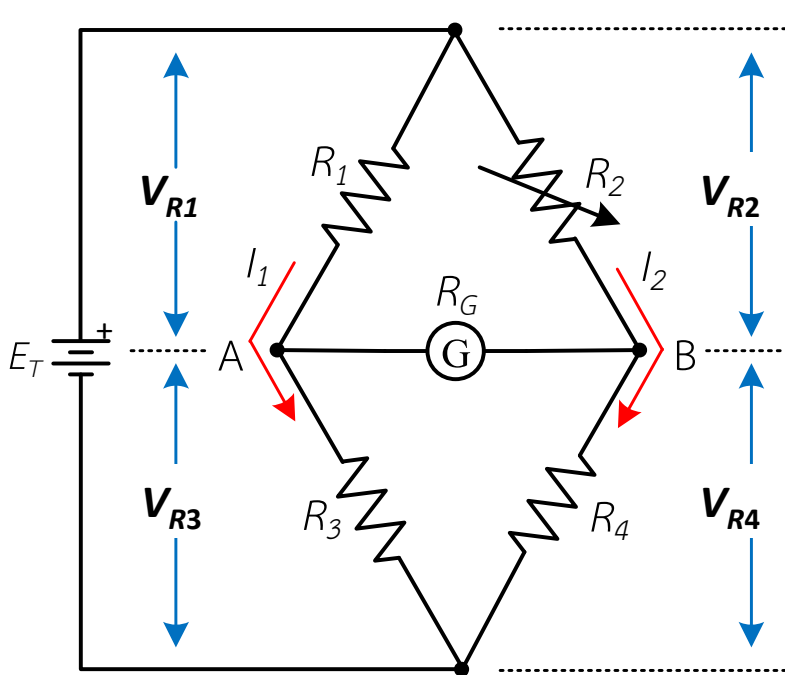
จะได้

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

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

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

นำมาเขียนสมการหาความต้านทานที่ต้องการจะทราบค่าใด ๆ ได้ดังนี้



รูปที่ 9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล

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

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

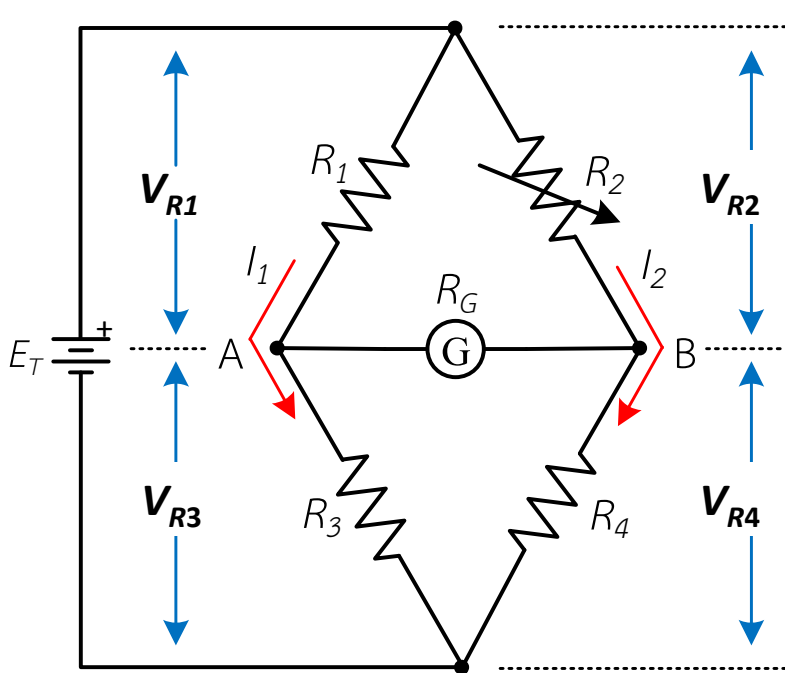
$$R_3 = \frac{R_1 R_4}{R_2}$$

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



9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

และเมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล สามารถหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้



รูปที่ 9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล

$$E = V_{R_1} + V_{R_3}$$

$$E = V_{R_2} + V_{R_4}$$

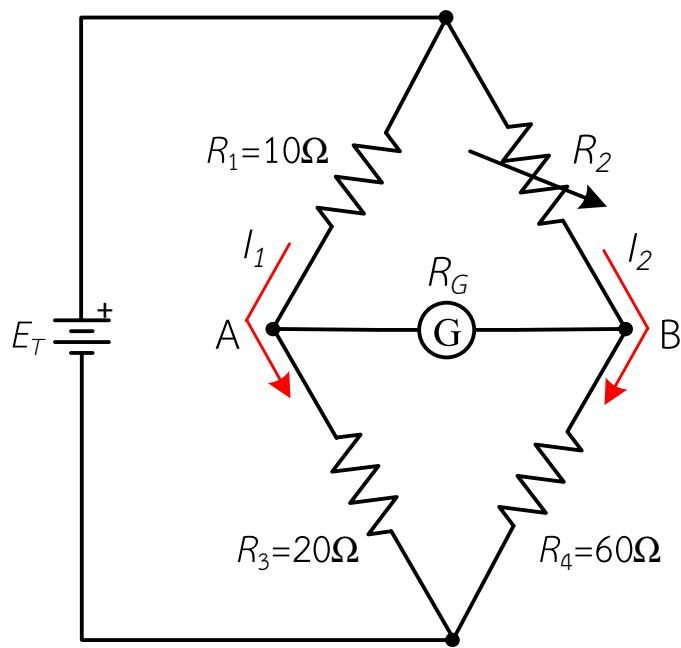
$$I_1 = \frac{E}{R_1 + R_3}$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2 + R_4}$$

$$I_T = I_1 + I_2$$

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.1 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.3 จงคำนวณหาความต้านทาน R_2 ที่ทำให้บริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล



วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

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

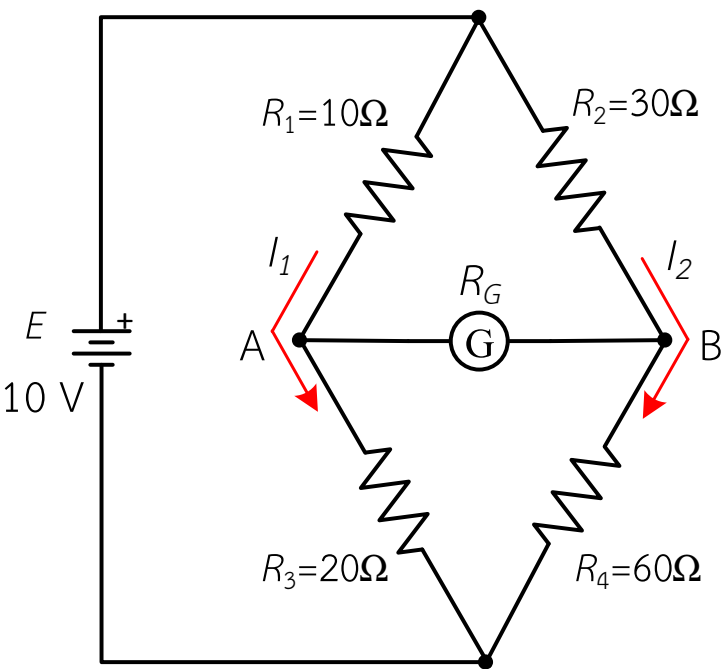
ดังนั้น

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{R_1 R_4}{R_3} \\ &= \frac{10 \, \Omega \times 60 \, \Omega}{20 \, \Omega} = 30 \, \Omega \end{aligned}$$

รูปที่ 9.3 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.1

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.2 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.4 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จงคำนวณหา



วิธีทำ

เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

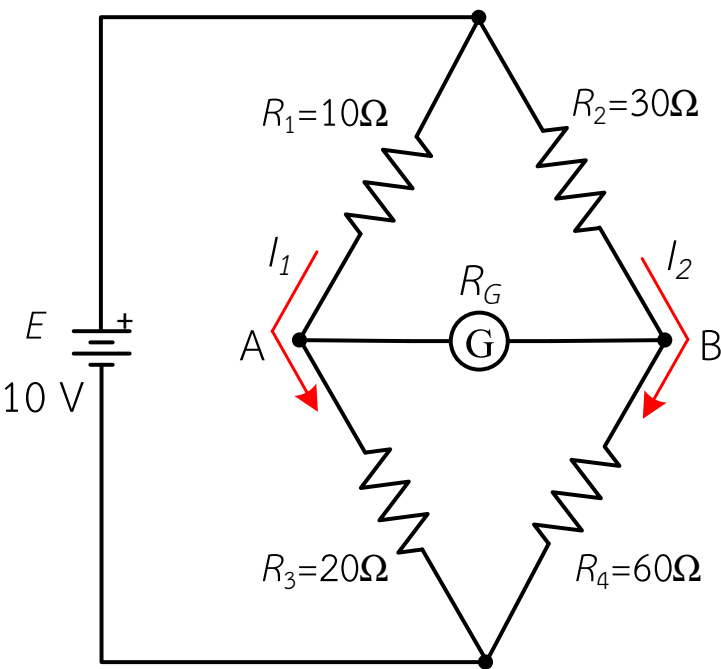
$$\begin{aligned}\frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \\ \frac{10\Omega}{20\Omega} &= \frac{30\Omega}{60\Omega} \\ \frac{1}{2}\Omega &= \frac{1}{2}\Omega\end{aligned}$$

รูปที่ 12.4 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.2

แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.2 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.4 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จงคำนวณหา



ก) หากระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_T

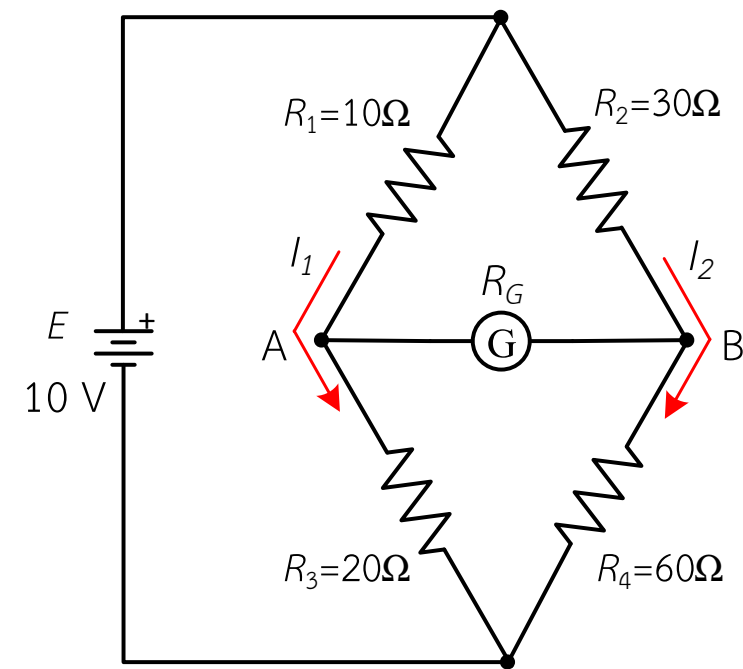
กระแสไฟฟ้า I_1 คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_1 และ R_3 จะได้

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

รูปที่ 12.4 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.2

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.2 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.4 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จงคำนวณหา



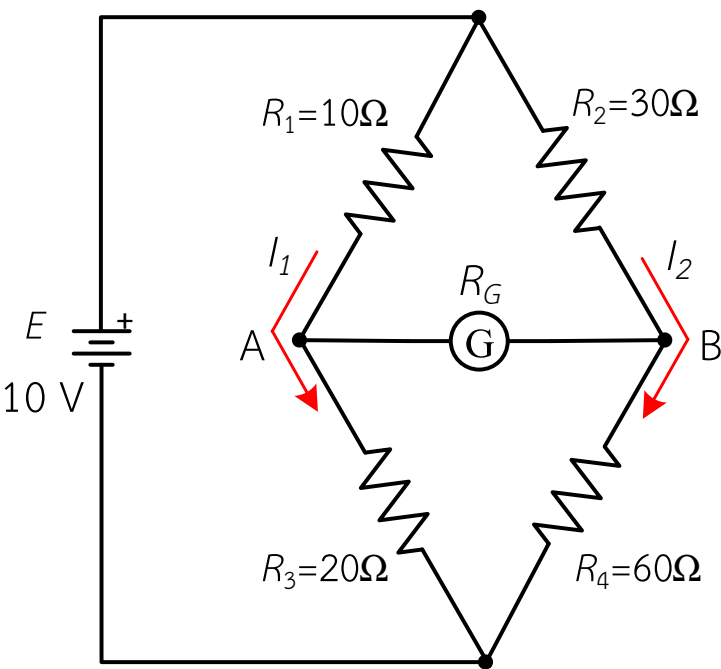
กระแสไฟฟ้า I_2 คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_2 และ R_4 จะได้

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

รูปที่ 12.4 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.2

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.2 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.4 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จงคำนวณหา



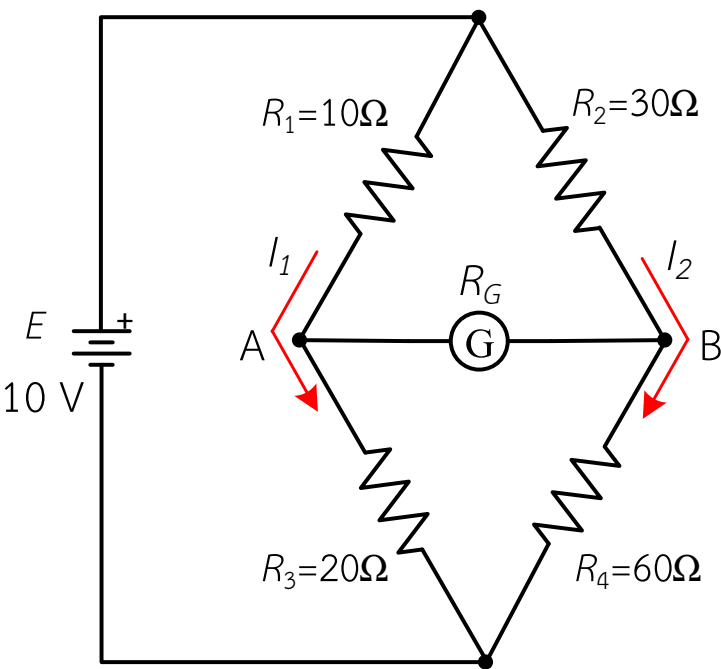
กระแสไฟฟ้า I_T เป็นผลรวมของกระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 จะได้

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

รูปที่ 12.4 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.2

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.2 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.4 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จงคำนวณหา



รูปที่ 12.4 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.2

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

ในสภาวะที่บริดจ์สมดุล แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2 จะได้

$$V_{R_1} = V_{R_2} = I_1 R_1 \\ = 0.33 \text{ A} \times 10 \, \Omega$$

$$= 3.3 \text{ V}$$

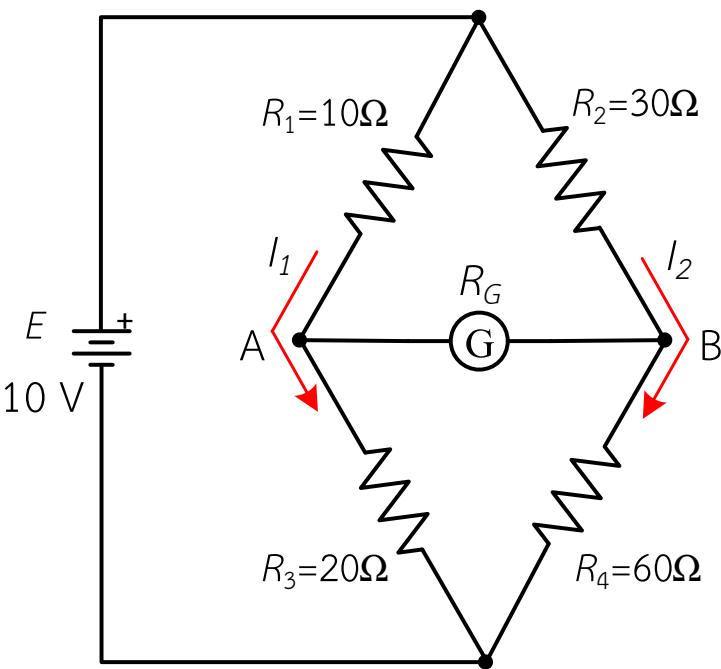
หรือ

$$V_{R_1} = V_{R_2} = I_2 R_2 \\ = 0.11 \text{ A} \times 30 \, \Omega$$

$$= 3.3 \text{ V}$$

9.2 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.2 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.4 เมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล จงคำนวณหา



และเช่นเดียวกันในสถานะที่บริดจ์สมดุล

แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 เท่ากับตกคร่อม R_4 จะได้

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

หรือ

$$\begin{aligned} V_{R_3} &= V_{R_4} = I_2 R_4 \\ &= 0.11 \text{ A} \times 60 \Omega \\ &= 6.6 \text{ V} \end{aligned}$$

รูปที่ 12.4 วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.2

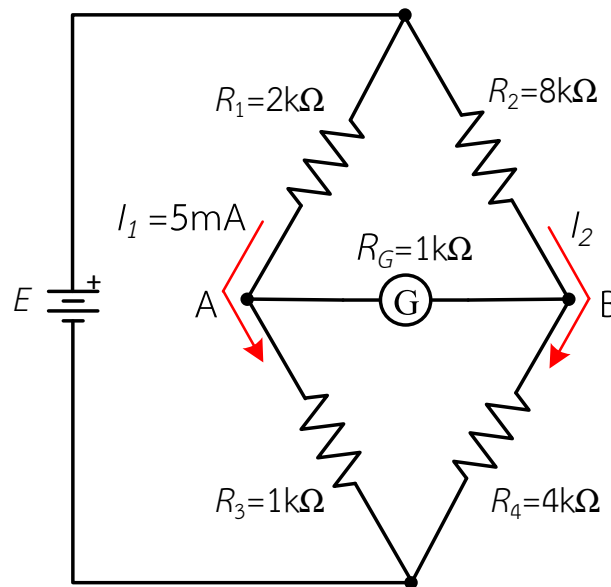
9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.3 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.5 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลและกัลวานอร์มิเตอร์มีความ

ต้านทานภายใน (R_G) เท่ากับ $1\text{ k}\Omega$ จงคำนวณหา

ก) แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)

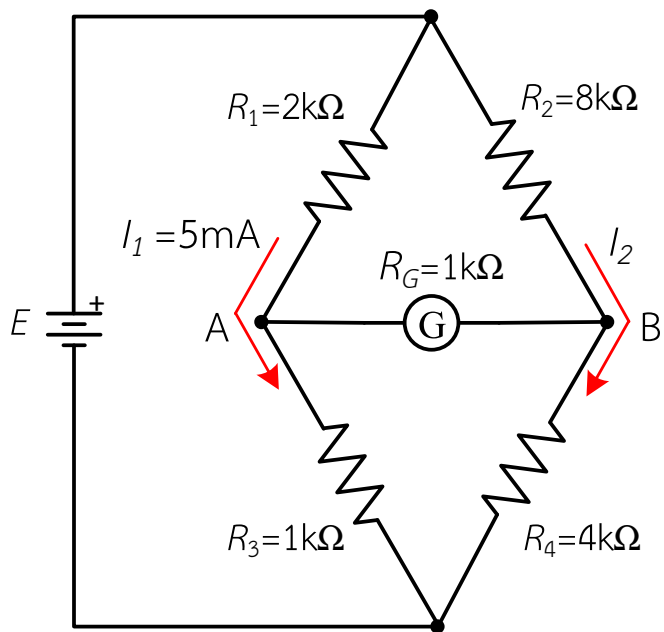
ข) กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)



รูปที่ 9.5 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.3

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.3 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.5 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลและกัลวานอ์มิเตอร์มีความต้านทานภายใน (R_G) เท่ากับ $1\text{ k}\Omega$ จงคำนวณหา



เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะได้

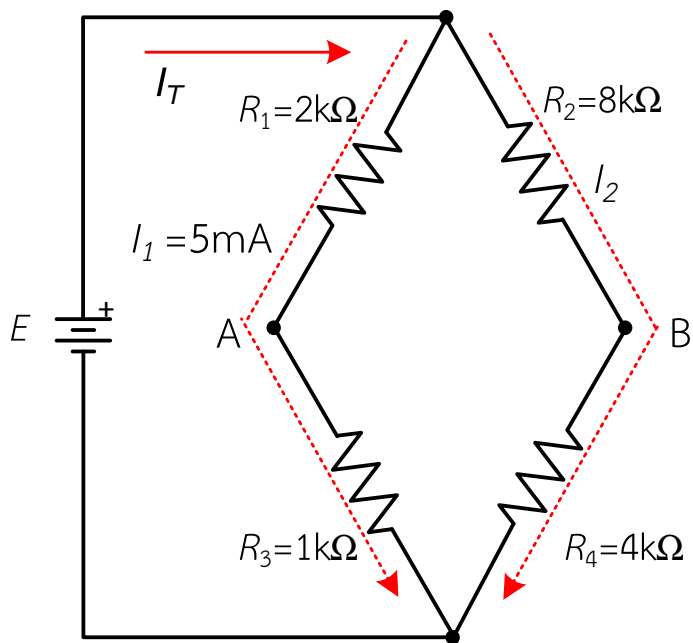
$$\begin{aligned}\frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \\ \frac{2\text{ k}\Omega}{1\text{ k}\Omega} &= \frac{8\text{ k}\Omega}{4\text{ k}\Omega} \\ 2\text{ }\Omega &= 2\text{ }\Omega\end{aligned}$$

รูปที่ 9.5 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.3

แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.3 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.5 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลและกัลวานอ์รมิเตอร์มีความต้านทานภายใน (R_G) เท่ากับ $1\text{ k}\Omega$ จงคำนวณหา



รูปที่ 9.5 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.3

ก) แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)

$$\begin{aligned} V_{R_1} &= I_1 R_1 \\ &= 5\text{ mA} \times 2\text{ k}\Omega \end{aligned}$$

$$= 10\text{ V}$$

$$\begin{aligned} V_{R_3} &= I_1 R_3 \\ &= 5\text{ mA} \times 1\text{ k}\Omega \end{aligned}$$

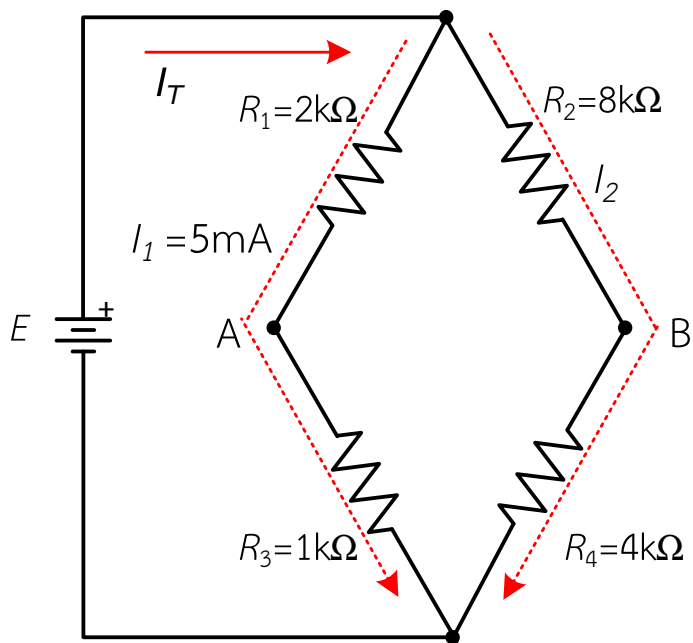
$$= 5\text{ V}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } E &= V_{R_1} + V_{R_3} \\ &= 10\text{ V} + 5\text{ V} \end{aligned}$$

$$= 15\text{ V}$$

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.3 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.5 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลและกัลวานอ์รมิเตอร์มีความต้านทานภายใน (R_G) เท่ากับ $1\text{ k}\Omega$ จงคำนวณหา



รูปที่ 9.5 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.3

ก) แรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (E)

$$\begin{aligned} V_{R_1} &= I_1 R_1 \\ &= 5\text{ mA} \times 2\text{ k}\Omega \end{aligned}$$

$$= 10\text{ V}$$

$$\begin{aligned} V_{R_3} &= I_1 R_3 \\ &= 5\text{ mA} \times 1\text{ k}\Omega \end{aligned}$$

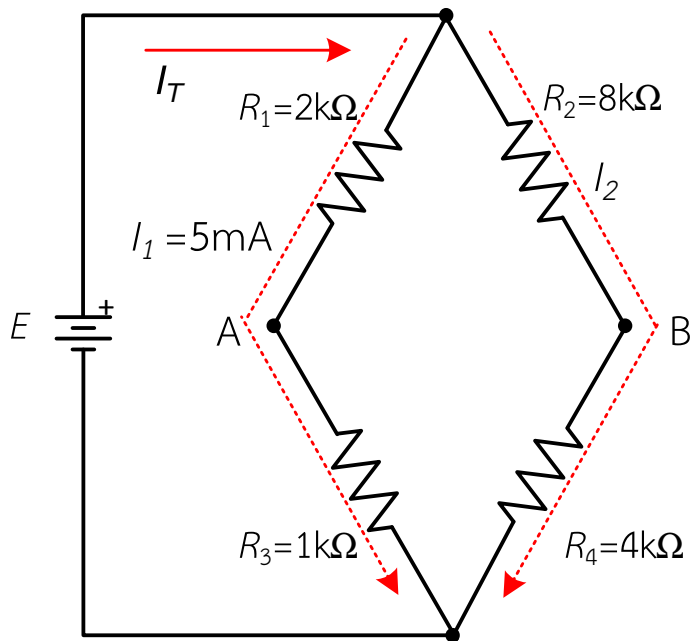
$$= 5\text{ V}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } E &= V_{R_1} + V_{R_3} \\ &= 10\text{ V} + 5\text{ V} \end{aligned}$$

$$= 15\text{ V}$$

9.2 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.3 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.5 เมื่อบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุลและกัลวานอ์มิเตอร์มีความต้านทานภายใน (R_G) เท่ากับ $1\text{ k}\Omega$ จงคำนวณหา



รูปที่ 9.5 วงจรบริดจ์ในสภาวะสมดุลตามตัวอย่างที่ 9.3

ข) กระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

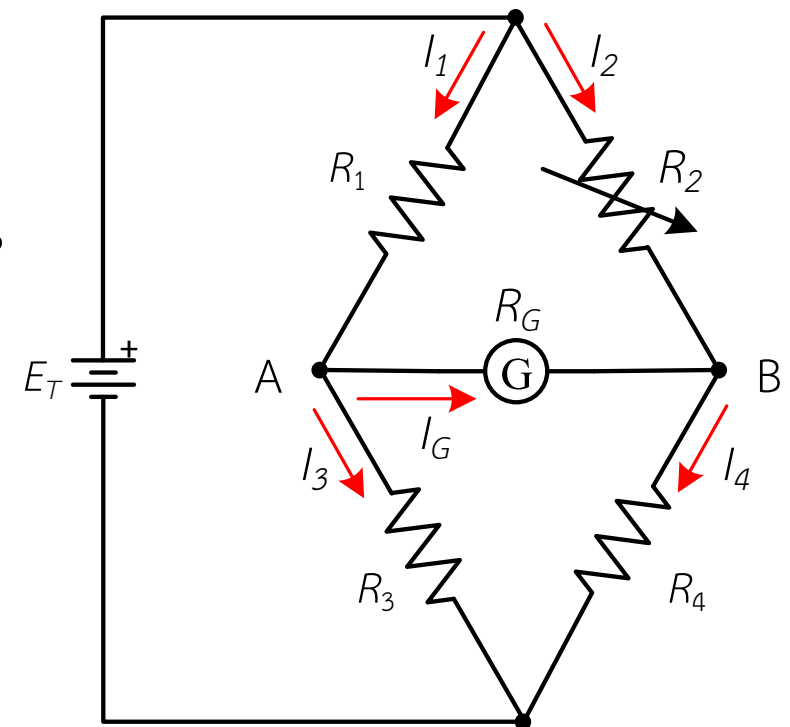
$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{E}{R_2 + R_4} \\ &= \frac{15\text{ V}}{8\text{ k}\Omega + 4\text{ k}\Omega} \\ &= 1.25\text{ mA} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ดังนั้น } I_T &= I_1 + I_2 \\ &= 5\text{ mA} + 1.25\text{ mA} \\ &= 6.25\text{ mA} \end{aligned}$$

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล

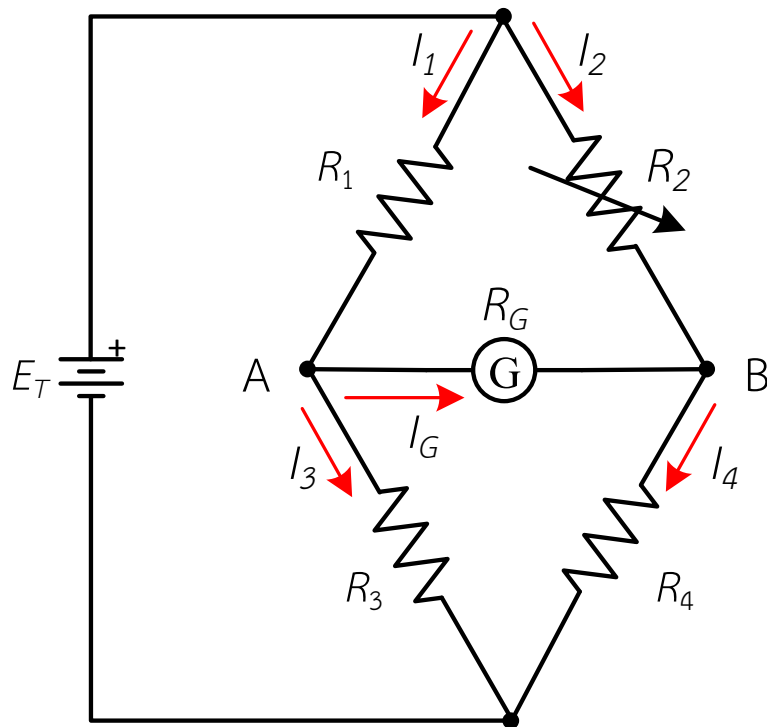
วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล คือ

- วงจรที่อัตราส่วนของความต้านทาน $R_1/R_3 \neq R_2/R_4$
- แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_1 จึงไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_2
- แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_3 จึงไม่เท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม R_4
- เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B
- มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลป์วานอ์มิเตอร์



รูปที่ 9.7 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)



รูปที่ 9.7 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล

สามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ได้ ดังนี้

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

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

คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) ได้จาก

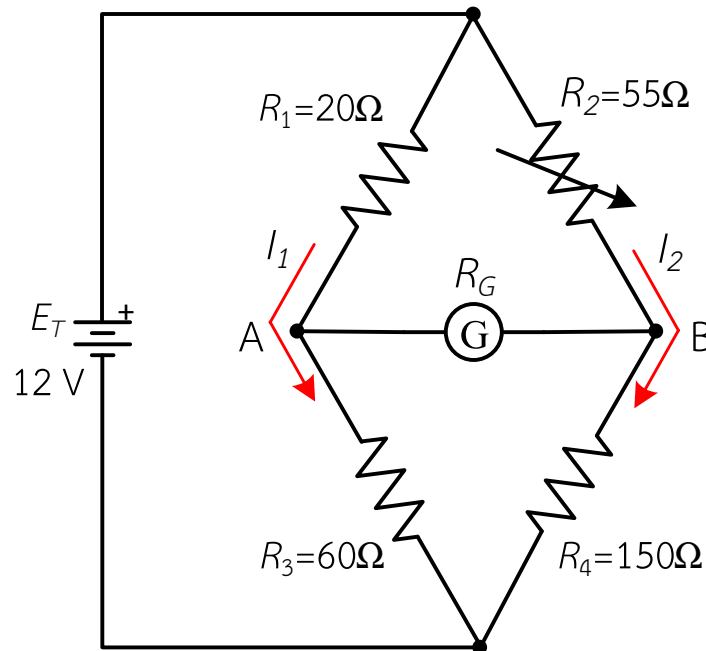
$$I_G = \frac{V_G}{R_G}$$

และคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G) ได้จาก

$$V_G = I_G R_G$$

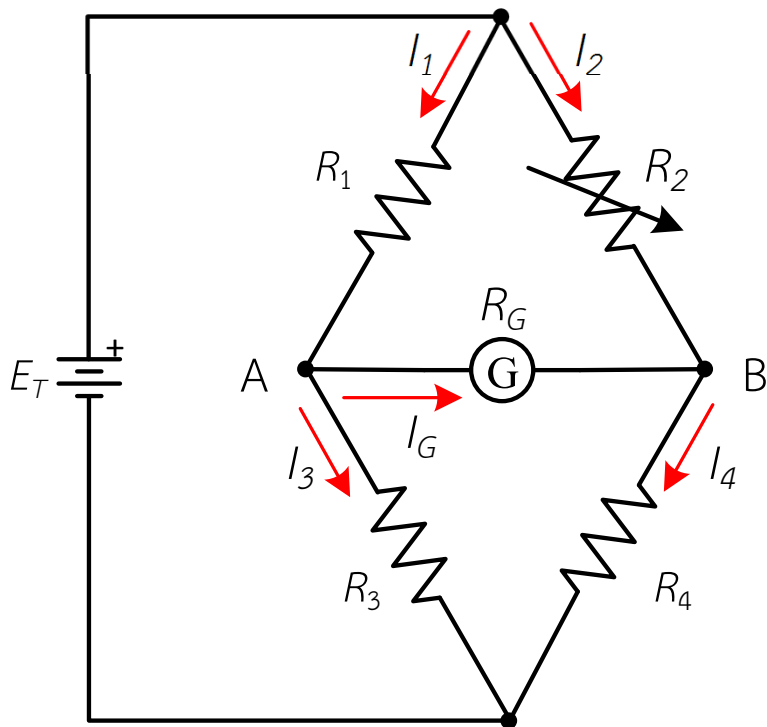
9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.4 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.9 จงหาว่าบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุลหรือไม่ หากไม่สมดุลต้องเปลี่ยน R_2 เป็นเท่าใด บริดจ์จึงจะอยู่ในสถานะสมดุล



รูปที่ 9.9 วงจรบริดจ์ตามตัวอย่างที่ 9.4

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)



รูปที่ 9.7 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล

สามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ได้ ดังนี้

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

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

คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) ได้จาก

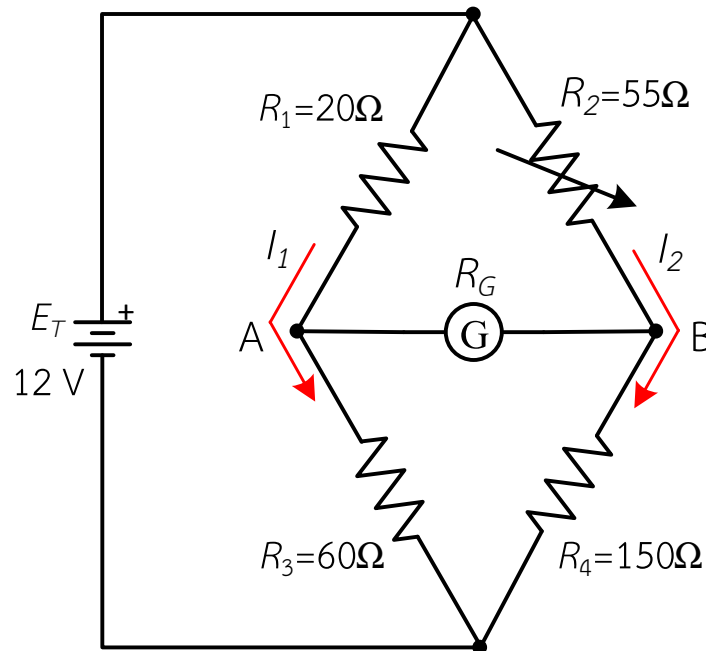
$$I_G = \frac{V_G}{R_G}$$

และคำนวณหาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G) ได้จาก

$$V_G = I_G R_G$$

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.4 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.9 จงหาว่าบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุลหรือไม่ หากไม่สมดุลต้องเปลี่ยน R_2 เป็นเท่าใด บริดจ์จึงจะอยู่ในสถานะสมดุล

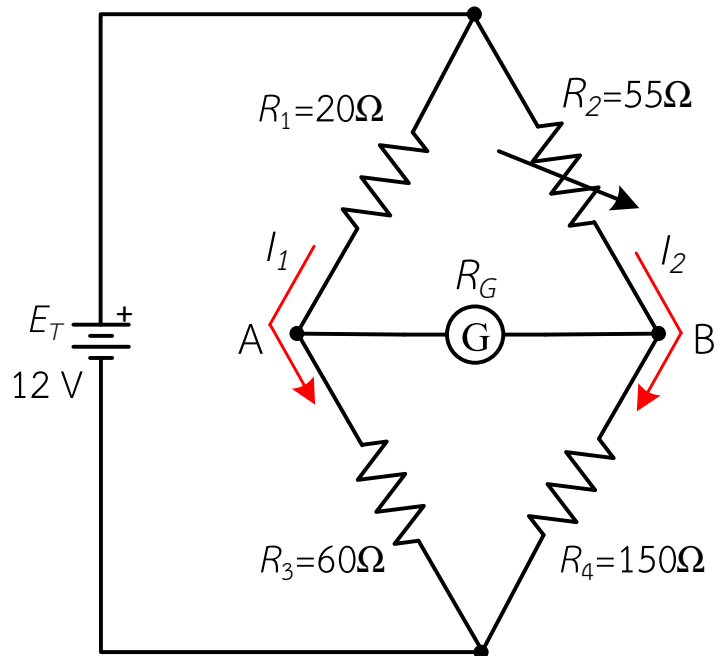


รูปที่ 9.9 วงจรบริดจ์ตามตัวอย่างที่ 9.4

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.4 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.9 จงหาว่าบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุลหรือไม่ หากไม่สมดุลต้องเปลี่ยน R_2 เป็นเท่าใด บริดจ์จึงจะอยู่ในสถานะสมดุล

วิธีทำ



รูปที่ 9.9 วงจรบริดจ์ตามตัวอย่างที่ 9.4

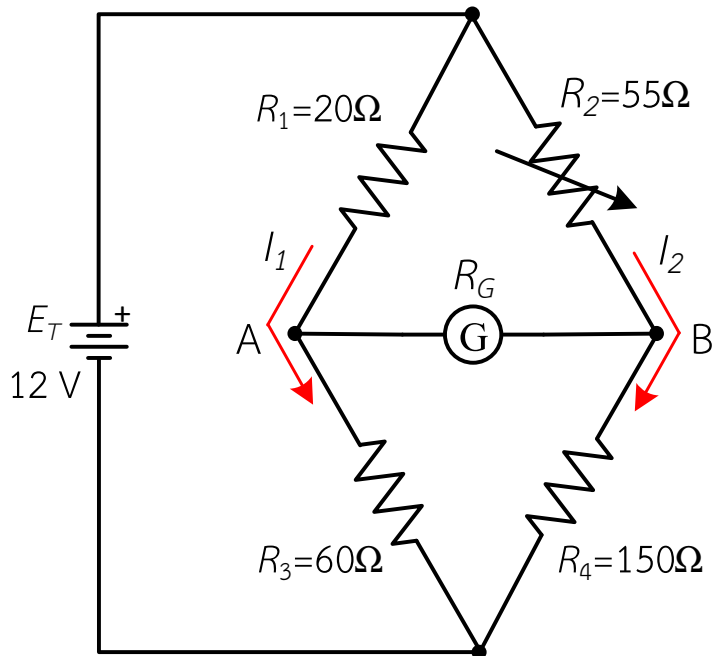
เมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล จะได้

$$\begin{aligned} \frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \\ \frac{20\ \Omega}{60\ \Omega} &= \frac{55\ \Omega}{150\ \Omega} \\ \frac{1}{3}\ \Omega &= \frac{11}{30}\ \Omega \end{aligned}$$

แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสถานะไม่สมดุล

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.4 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.9 จงหาว่าบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุลหรือไม่ หากไม่สมดุลต้องเปลี่ยน R_2 เป็นเท่าใด บริดจ์จึงจะอยู่ในสถานะสมดุล



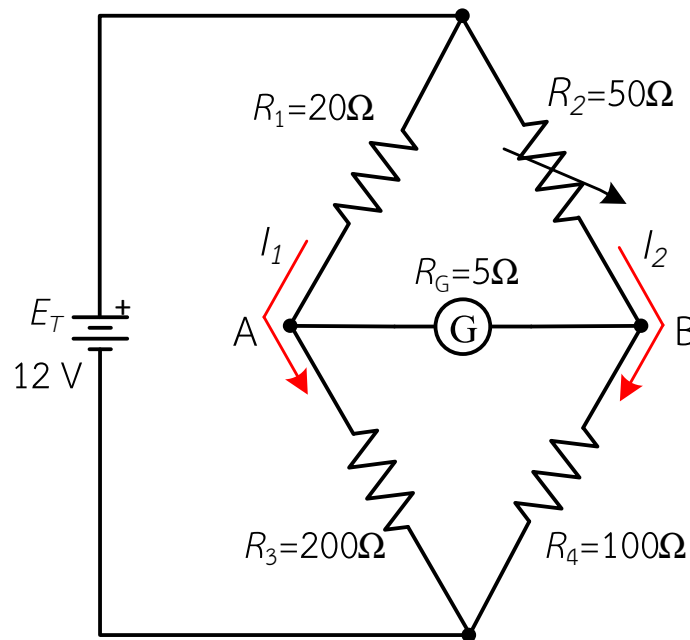
รูปที่ 9.9 วงจรบริดจ์ตามตัวอย่างที่ 9.4

ต้องการให้บริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล
ต้องเปลี่ยนค่าความต้านทาน R_2 ใหม่ ดังนี้

$$\begin{aligned} R_2 &= \frac{R_1 R_4}{R_3} \\ &= \frac{20 \Omega \times 150 \Omega}{60 \Omega} \\ &= 50 \Omega \end{aligned}$$

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอ์มิเตอร์ (I_G) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอ์มิเตอร์ (V_G)

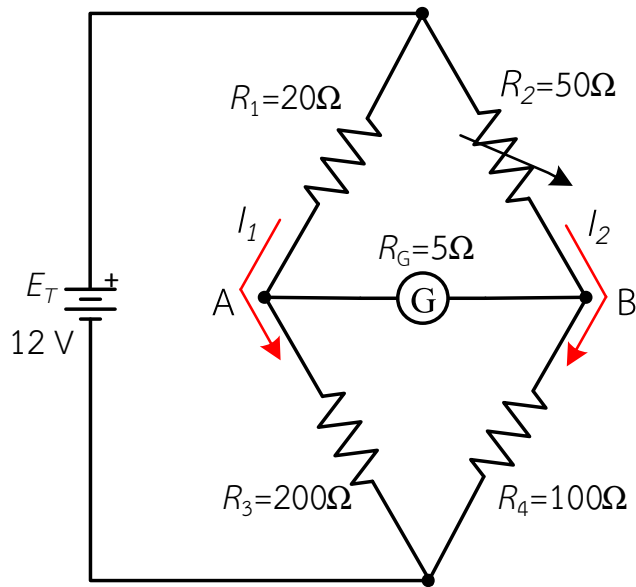


รูปที่ 9.10 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุลตามตัวอย่างที่ 9.5

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอ์มิเตอร์ (I_G) และ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอ์มิเตอร์ (V_G)

วิธีทำ



เมื่อบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล จะได้

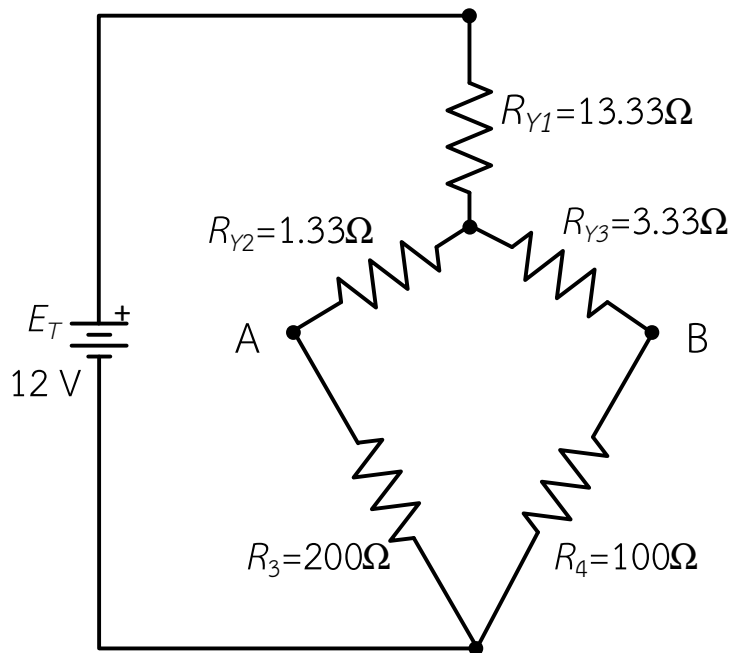
$$\begin{aligned} \frac{R_1}{R_3} &= \frac{R_2}{R_4} \\ \frac{20 \, \Omega}{200 \, \Omega} &= \frac{50 \, \Omega}{100 \, \Omega} \\ \frac{1}{10} \, \Omega &= \frac{1}{2} \, \Omega \end{aligned}$$

รูปที่ 9.10 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุลตามตัวอย่างที่ 9.5

แสดงว่าบริดจ์อยู่ในสถานะไม่สมดุล

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)



ใช้สมการการเปลี่ยนรูปแบบ Δ เป็น Y ดังนี้

$$\begin{aligned}\sum R_{\nabla} &= R_1 + R_2 + R_G \\ &= 20\ \Omega + 50\ \Omega + 5\ \Omega \\ &= 75\ \Omega\end{aligned}$$

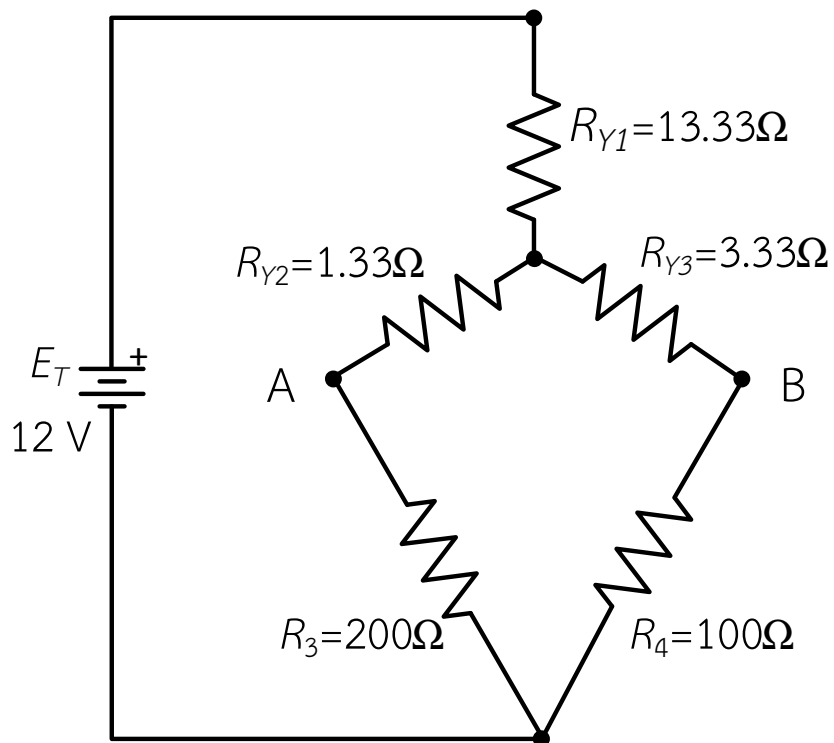
$$\begin{aligned}R_{Y1} &= \frac{R_1 R_2}{\sum R_{\nabla}} \\ &= \frac{20\ \Omega \times 50\ \Omega}{75\ \Omega} = 13.33\ \Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{Y2} &= \frac{R_1 R_G}{\sum R_{\nabla}} \\ &= \frac{20\ \Omega \times 5\ \Omega}{75\ \Omega} = 1.33\ \Omega\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}R_{Y3} &= \frac{R_2 R_G}{\sum R_{\nabla}} \\ &= \frac{50\ \Omega \times 5\ \Omega}{75\ \Omega} = 3.33\ \Omega\end{aligned}$$

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

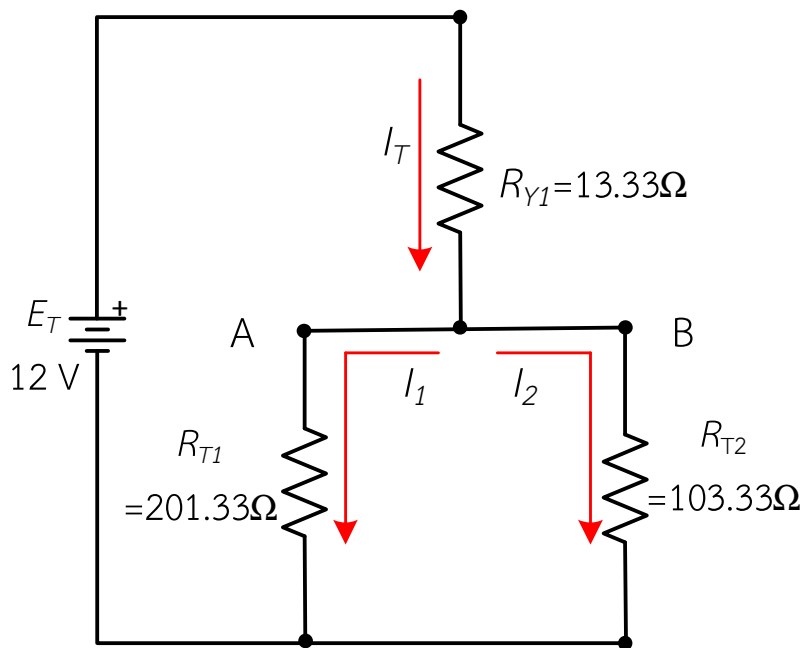
ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)



$$\begin{aligned} R_{T1} &= R_{Y2} + R_3 \\ &= 1.33 \, \Omega + 200 \, \Omega \\ &= 201.33 \, \Omega \\ R_{T2} &= R_{Y3} + R_4 \\ &= 3.33 \, \Omega + 100 \, \Omega \\ &= 103.33 \, \Omega \end{aligned}$$

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

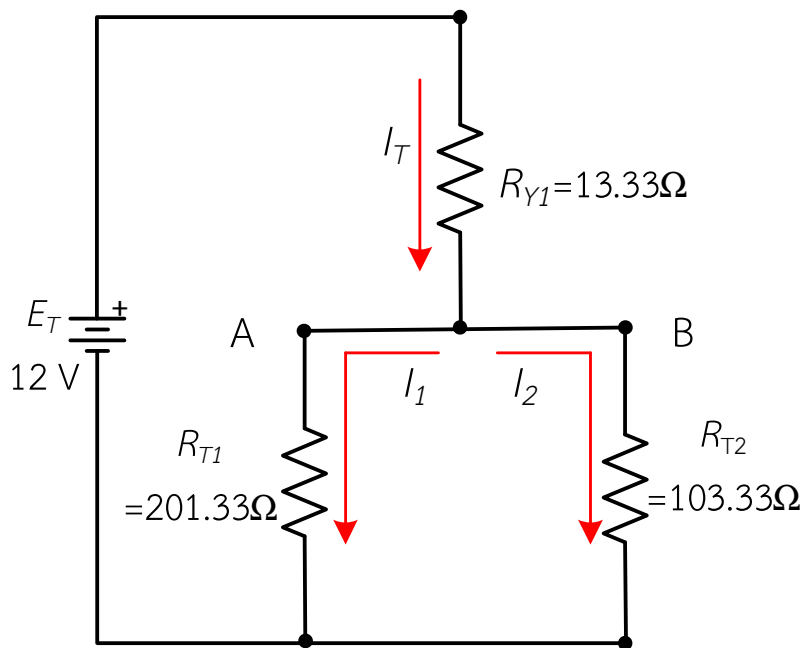
ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอ์มิเตอร์ (I_G) และ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอ์มิเตอร์ (V_G)



$$\begin{aligned}
 R_T &= \frac{R_{T1}R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} + R_{Y1} \\
 &= \left(\frac{201.33\Omega \times 103.33\Omega}{201.33\Omega + 103.33\Omega} \right) + 13.33\Omega \\
 &= 81.61\Omega \\
 I_T &= \frac{E}{R_T} \\
 &= \frac{12V}{81.61\Omega} \\
 &= 0.147A
 \end{aligned}$$

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

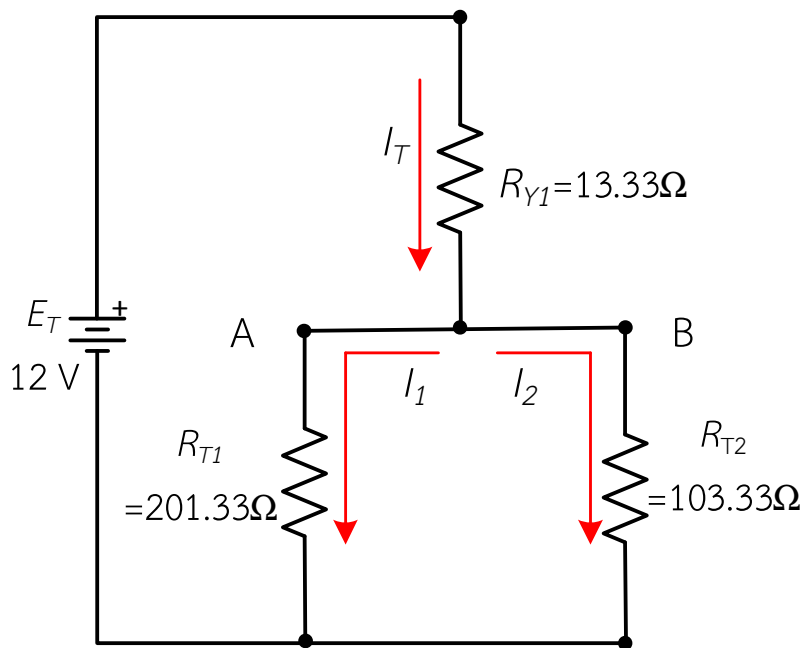
ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)



$$\begin{aligned} I_1 &= \frac{I_T R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}} \\ &= \frac{0.147 \text{ A} \times 103.33 \Omega}{201.33 \Omega + 103.33 \Omega} \\ &= 0.049 \text{ A} \end{aligned}$$

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

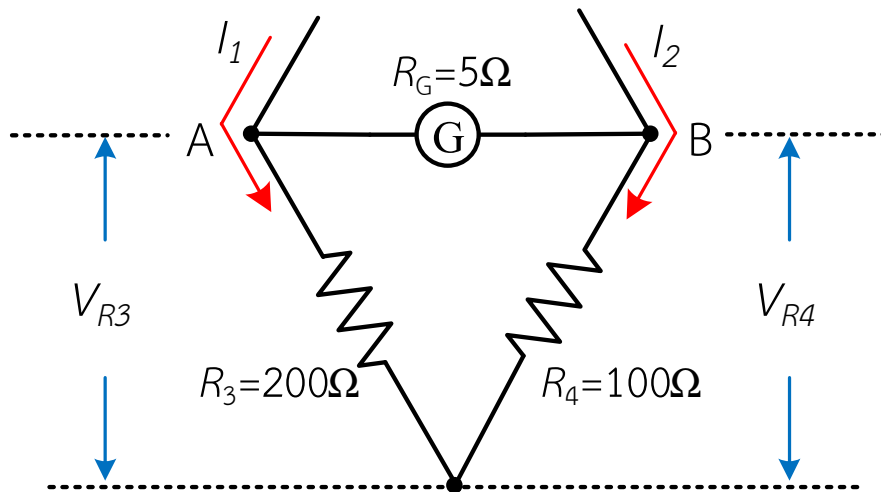
ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)



$$\begin{aligned} I_2 &= \frac{I_T R_{T1}}{R_{T1} + R_{T2}} \\ &= \frac{0.147 \text{ A} \times 201.33 \Omega}{201.33 \Omega + 103.33 \Omega} \\ &= 0.097 \text{ A} \end{aligned}$$

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)

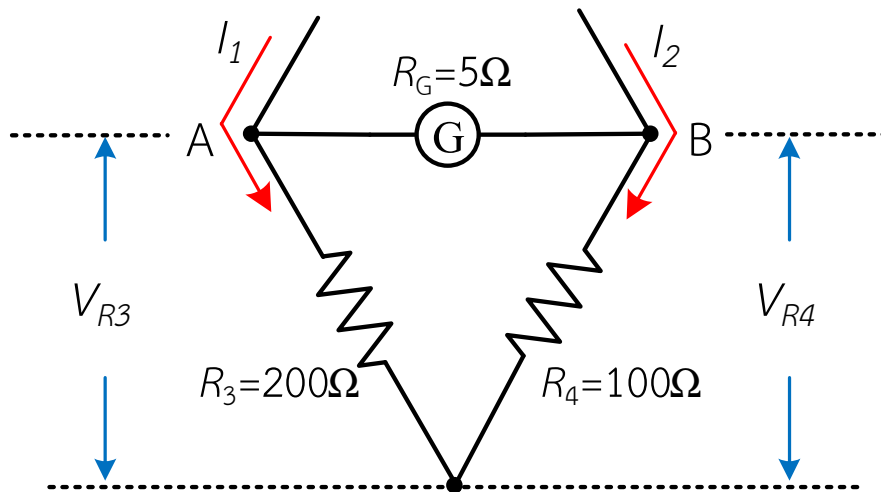


$$\begin{aligned}
 V_{R_3} &= I_1 R_3 \\
 &= 0.049 \text{ A} \times 200 \, \Omega \\
 &= 9.8 \text{ V} \\
 V_{R_4} &= I_2 R_4 \\
 &= 0.097 \text{ A} \times 100 \, \Omega \\
 &= 9.7 \text{ V}
 \end{aligned}$$

รูปที่ 9.12 วงจรไฟฟ้าส่วนหนึ่งตามตัวอย่างที่ 9.5

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)



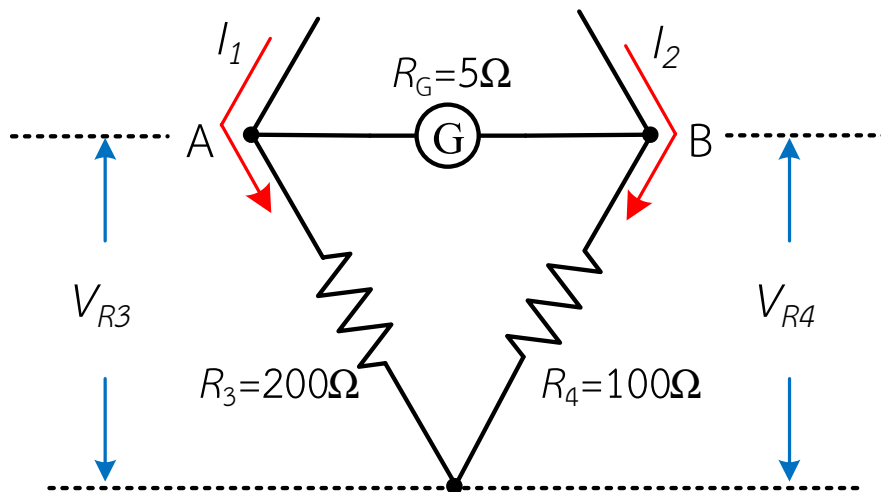
หาแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G) ได้จาก

$$\begin{aligned} V_G &= V_{R_3} - V_{R_4} \\ &= 9.8 \text{ V} - 9.7 \text{ V} \\ &= 0.1 \text{ V} \end{aligned}$$

รูปที่ 9.12 วงจรไฟฟ้าส่วนหนึ่งตามตัวอย่างที่ 9.5

9.3 วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 9.5 จากวงจรบริดจ์ในรูปที่ 9.10 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) และ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมกัลวานอร์มิเตอร์ (V_G)



หากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านกัลวานอร์มิเตอร์ (I_G) ได้จาก

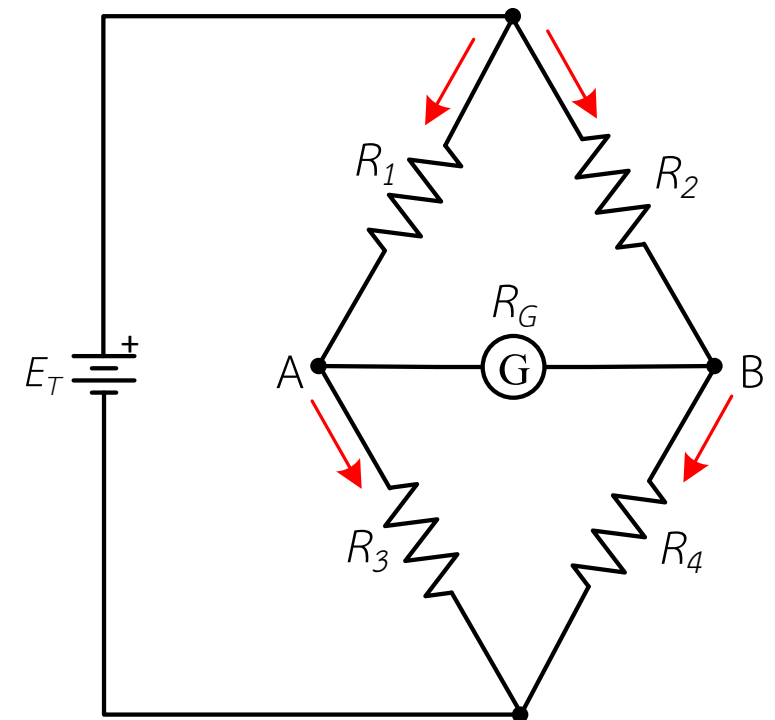
$$\begin{aligned} I_G &= \frac{V_G}{R_G} \\ &= \frac{0.1V}{5\Omega} \\ &= 0.02A \end{aligned}$$

รูปที่ 9.12 วงจรไฟฟ้าส่วนหนึ่งตามตัวอย่างที่ 9.5

สรุป

วงจรบริดจ์

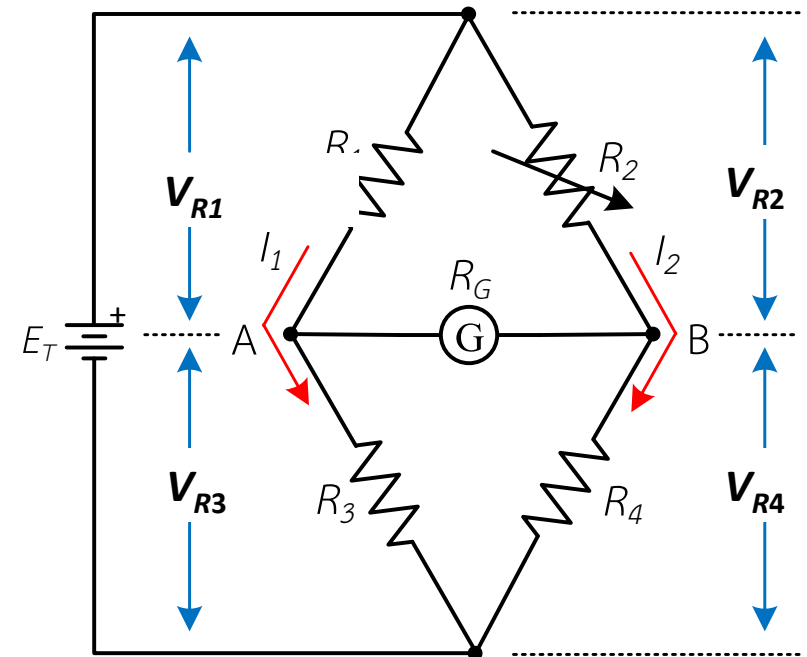
- ประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว
- ต่อขนานกัน 2 สาขา
- ในแต่ละสาขาตัวต้านทานต่ออนุกรมกัน 2 ตัว
- มีกัลวานอมิเตอร์ต่อ ที่จุด A และ B ทำหน้าที่ตรวจจับสนามไฟฟ้า เพื่อบอกสถานะของวงจร



สรุป วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล

วงจรบริดจ์ในสถานะสมดุล คือ

- ❖ วงจรที่มีการจัดให้ความต้านทานมีอัตราส่วนที่เหมาะสม
- ❖ โดยปรับค่า ความต้านทาน R_2 จนกระทั่ง ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลวานอมิเตอร์
- ❖ แรงดันไฟฟ้าที่จุด A (V_{R3}) และ B (V_{R4}) มีค่าเท่ากัน



สรุป วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล

วงจรบริดจ์ในสถานะไม่สมดุล คือ

- วงจรที่อัตราส่วนของความต้านทาน

$$R_1 / R_3 \neq R_2 / R_3$$

- แรงดันไฟฟ้า $VR_1 \neq VR_2$
- แรงดันไฟฟ้า $VR_3 \neq VR_4$
- เกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จุด A และ B
- มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านกัลป์วานอ์มิเตอร์

