

เอกสารประกอบการเรียนการสอน

วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104-2002)

หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556

DC
Electrical
Circuits

หน่วยที่ 13

ทฤษฎีเทเวนิน

(Thvenin's Theorem)

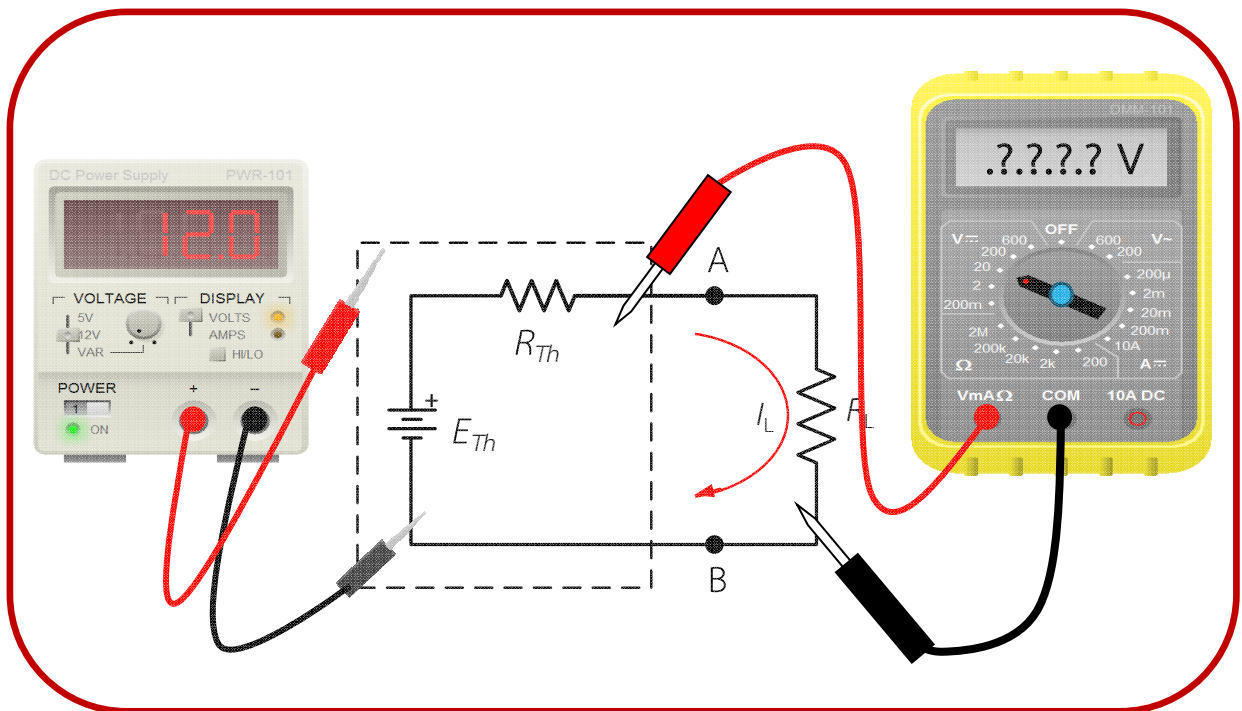
นายสุริยันต์ รักพวก

แผนกวิชาช่างไฟฟ้ากำลัง
วิทยาลัยเทคนิคฉะเชิงเทรา
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา
กระทรวงศึกษาธิการ

เอกสารประกอบการเรียนการสอน
วิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
รหัสวิชา 2104-2002

หน่วยที่ 13 ทฤษฎีเทเวนิน

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 หากผู้ที่ได้ใช้เอกสารฉบับนี้พบข้อบกพร่องผิดพลาดหรือมีข้อเสนอแนะ ผู้จัดทำยินดียอมรับและจะนำไปปรับปรุงแก้ไขให้สมบูรณ์ต่อไป จึงขอขอบคุณมา ณ โอกาสนี้

สุริยันต์ รักพวก

สารบัญ

	หน้า
คำนำ	ก
สารบัญ	ข
สารบัญรูปภาพ	ค
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพ พุทธศักราช 2556	จ
คำชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอนหน่วยที่ 13	ฉ
แบบทดสอบก่อนเรียน	1
ใบเนื้อหา	6
13.1 ทฤษฎีของเทเวนิน	7
13.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน	8
13.3 การแก้ปัญหาโจทย์วงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน	10
สรุป	25
ใบแบบฝึกหัด	26
ใบประเมินผลแบบฝึกหัด	29
ใบงานที่ 13 ทฤษฎีเทเวนิน	30
ใบประเมินผลใบงานที่ 13	41
เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 13	42
แบบทดสอบหลังเรียน	45
ใบประเมินผลคุณธรรม จริยธรรม	51
เอกสารอ้างอิง	52
ภาคผนวก	53
เฉลยแบบฝึกหัด	54
เฉลยใบงานที่ 13	70
เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน	75
ใบสรุปการประเมินผล	76
สื่อ Power Point	77

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
13.1 วงจรเทียบเคียงเทเวนิน	7
13.2 วงจรไฟฟ้า	8
13.3 แสดงวงจรที่ปลด R_L ออก	8
13.4 แสดงการหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน	9
13.5 แสดงการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน	9
13.6 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B	10
13.7 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1	10
13.8 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1	11
13.9 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1	11
13.10 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1	12
13.11 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.2	13
13.12 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1	13
13.13 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.2	14
13.14 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.2	14
13.15 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.3	15
13.16 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.3	16
13.17 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.3	17
13.18 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.3	18
13.19 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.4	18
13.20 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.4	19
13.21 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.4	19
13.22 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.4	20
13.23 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.5	20

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
13.24 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.5	21
13.25 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.5	22
13.26 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.5	22
13.27 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.6	23
13.28 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.6	23
13.29 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.6	24
13.30 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ตามตัวอย่างที่ 13.6	25
13.31 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1	26
13.32 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2	27
13.33 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3	27
13.34 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4	27
13.35 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 5	28
13.36 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 6	28

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 13 เรื่องทฤษฎีเทเวนิน ใช้เวลาในการทำกิจกรรมการเรียนการสอน 240 นาที (4 ชั่วโมง) เพื่อให้กิจกรรมการเรียนการสอน เกิดประสิทธิผลของการเรียนรู้ ครูควรปฏิบัติตามข้อแนะนำต่างๆ ในการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน ดังต่อไปนี้

1. ศึกษาเอกสารประกอบการเรียนการสอนและสื่อการสอนเพื่อเตรียมการสอน
 2. ชี้แจงการใช้เอกสารประกอบการเรียนการสอน หน่วยที่ 13 เรื่องทฤษฎีเทเวนิน เกณฑ์การประเมินผลในการร่วมกิจกรรมการเรียนการสอนและระเบียบต่างๆ ใช้เวลา 5 นาที
 3. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบก่อนเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
 4. สอนทฤษฎีตามจุดประสงค์การเรียนการสอนประจำหน่วยที่ 13 ด้วยสื่อ Power Point ในเอกสารประกอบการเรียนการสอน ใช้เวลาในการสอนทฤษฎี 60 นาที
 5. สรุปสาระการเรียนรู้ประจำหน่วยที่ 13 เรื่องทฤษฎีเทเวนิน ขั้นตอนการแก้ปัญหา วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน และการแก้ปัญหาโจทย์วงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนินใช้เวลา 5 นาที
 6. ให้ผู้เรียนทำแบบฝึกหัด ใช้เวลา 40 นาที
 7. สอนภาคปฏิบัติตามจุดประสงค์การเรียนการสอนประจำหน่วยที่ 13 ให้ผู้เรียนทำการทดลองใบงานที่ 13 ใช้เวลา 55 นาที
 8. ให้ผู้เรียนทำแบบทดสอบหลังเรียน ใช้เวลาในการทำแบบทดสอบ 20 นาที
 9. เฉลยแบบฝึกหัด ใบงานที่ 13 แบบทดสอบก่อนเรียนหลังเรียน ใช้เวลา 20 นาที
 10. เก็บรวบรวม แบบฝึกหัด แบบทดสอบก่อนเรียนและหลังเรียน ใบงาน บันทึกคะแนนลงในแบบวัดผลประเมินผลหน่วยที่ 13 โดยใช้เวลา 5 นาที
 11. สรุปผลการประเมินผล พร้อมชี้แนะเพื่อปรับปรุงแก้ไข และให้ผู้เรียนเตรียมความพร้อมในการเรียนหน่วยที่ 14 เรื่องทฤษฎีโน้อร์ตัน ให้ผู้เรียนเก็บเครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองใบงานทำความสะอาดห้องเรียน สรรวจเครื่องแต่งกาย ก่อนออกจากห้องเรียนโดยใช้เวลา 10 นาที
- ในการจัดกิจกรรมการเรียนการสอนที่เป็นภาคทฤษฎีและปฏิบัติ บทบาทสำคัญของครูต้องสังเกตพฤติกรรมของผู้เรียน เพื่อแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นระหว่างดำเนินกิจกรรมการเรียนการสอน เพื่อให้ผู้เรียนเกิดการเรียนรู้และมีทักษะ เกิดการเชื่อมโยงความรู้จากทฤษฎีสู่ภาคปฏิบัติความสัมพันธ์ของเนื้อหาภาพรวมทั้งหมดที่เรียนสามารถขยายความรู้ในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริงได้



แบบทดสอบก่อนเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

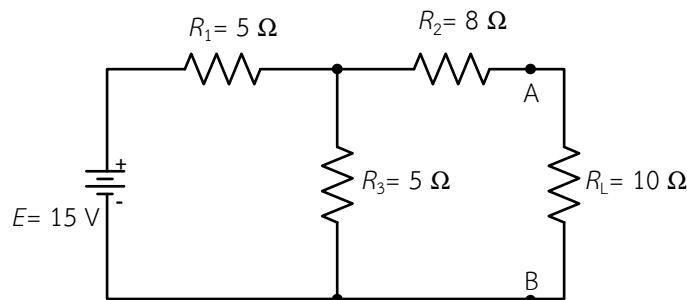
คำชี้แจง

1. จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
2. แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที

1. ข้อใดคือทฤษฎีของเทเวนิน

- ก. ในวงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ สามารถยุบวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าตัวหนึ่งต่อขนานกับความต้านทานตัวหนึ่ง
- ข. ในวงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ สามารถยุบวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าตัวหนึ่งต่ออนุกรมกับความต้านทานตัวหนึ่ง
- ค. ในวงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ สามารถยุบวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าตัวหนึ่งต่ออนุกรมกับความต้านทานตัวหนึ่ง
- ง. ในวงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ สามารถยุบวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าตัวหนึ่งต่อขนานกับความต้านทานตัวหนึ่ง

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 2-5



รูปที่ 1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 2-5

2. ข้อใดคือขั้นตอนการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน

- ก. ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B ลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินที่จุด A และ B
- ข. ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B เปิดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินที่จุด A และ B
- ค. ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B ลัดวงจรที่จุด A และ B หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน
- ง. ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินที่จุด A และ B



แบบทดสอบก่อนเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

3. แรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) มีค่าเท่าไร

ก. 15 V

ข. 10 V

ค. 7.5 V

ง. 5 V

4. ความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) มีค่าเท่าไร

ก. 2.5 Ω

ข. 5 Ω

ค. 10.5 Ω

ง. 13 Ω

5. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L มีค่าเท่าไร

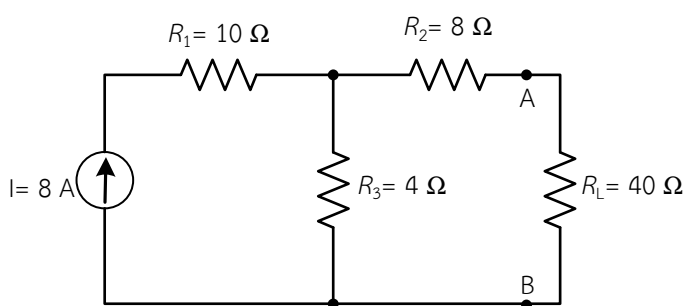
ก. 366 mA

ข. 275 mA

ค. 1.5 A

ง. 3 A

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 6-9

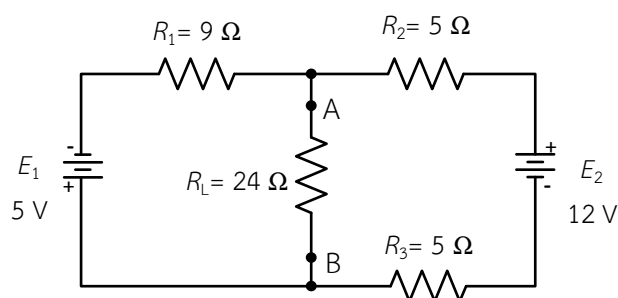


รูปที่ 2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 6-9

	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	

6. ข้อใดคือขั้นตอนการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน
- ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B ลัดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินที่จุด A และ B
 - ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B เปิดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินที่จุด A และ B
 - ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B ลัดวงจรที่จุด A และ B หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน
 - ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินที่จุด A และ B
7. แรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) มีค่าเท่าไร
- 112 V
 - 64 V
 - 24 V
 - 32 V
8. ความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) มีค่าเท่าไร
- 22 Ω
 - 12 Ω
 - 10.85 Ω
 - 5.09 Ω
9. กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L มีค่าเท่าไร
- 0.516 A
 - 0.629 A
 - 0.516 A
 - 0.615 A

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อ 10



รูปที่ 3 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 10



แบบทดสอบก่อนเรียน

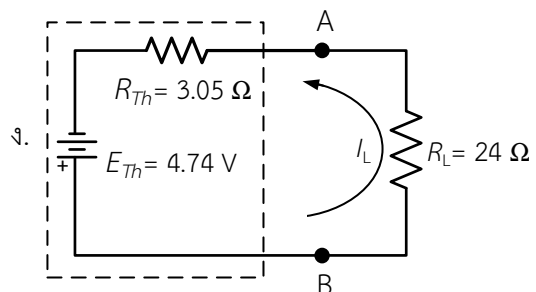
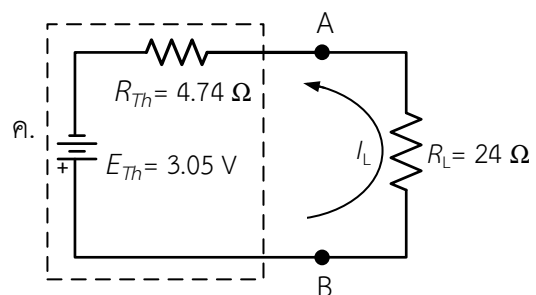
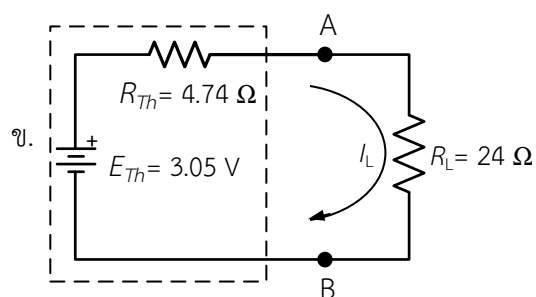
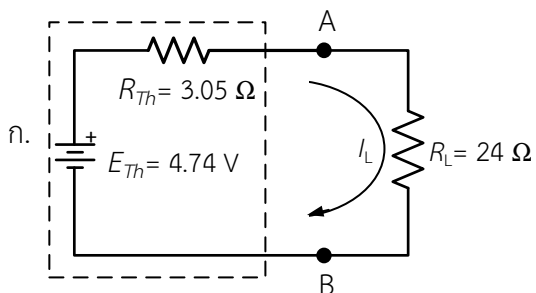
รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนินได้

10. จากรูปที่ 3 เขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนินได้ตรงกับข้อใด



	แบบทดสอบก่อนเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	

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				

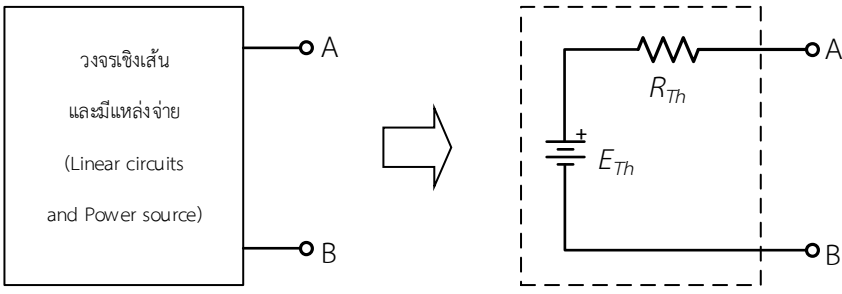
สรุปผล

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 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
สาระสำคัญ ในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าแบบเชิงเส้นใด ๆ ที่มีความยุ่งยาก วงจรจำเป็นต้องมีการเปลี่ยนค่าความต้านทาน การคำนวณหาค่าต่าง ๆ ตาม วิธีการของเคอร์ชอฟฟ์ วิธีกระแสเมชหรือวิธีแรงดันโนด ที่ได้เรียนผ่านมาแล้วนั้น จำเป็นจะต้องเขียนสมการ แทนค่าสมการจัดรูปแบบสมการเพื่อใช้ดีเทอร์มิแนนต์ช่วยหาค่าตัวแปร ซึ่งจะมีความซับซ้อนมาก และการหากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ตัวต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้ ซึ่งหากใช้ทฤษฎีอื่น ๆ จะต้องเริ่มต้นใหม่ทุกครั้งในการวิเคราะห์วงจร ที่นำตัวต้านทานตัวใหม่เปลี่ยนเข้าไป ซึ่งวงจรลักษณะนี้เหมาะสมมากที่จะใช้ทฤษฎีของเทเวนินมาช่วยในการแก้ปัญหา จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจการใช้ทฤษฎีของเทเวนินในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการทฤษฎีของเทเวนินได้ 2. อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนินได้ 3. คำนวณหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนินได้ 4. คำนวณหาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินได้ 5. คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดด้วยทฤษฎีของเทเวนินได้ คุณธรรม จริยธรรม 1. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ 1.1 ความรับผิดชอบ 1.2 ความมีวินัย 1.3 การตรงต่อเวลา 1.4 ความมีมนุษยสัมพันธ์ 1.5 ความรู้และทักษะวิชาชีพ 1.6 ความสนใจใฝ่หาความรู้ 2. การบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง 2.1 ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ		

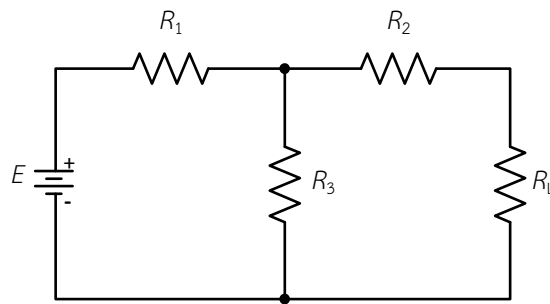
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
2.2 ทำตามลำดับขั้น 2.3 ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด 2.4 การมีส่วนร่วม สาระการเรียนรู้ 13.1 ทฤษฎีของเทเวนิน 13.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน 13.3 การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน เนื้อหาสาระ ในหน่วยการเรียนรู้นี้จะกล่าวถึงการนำทฤษฎีของเทเวนินมาช่วยในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าแบบเชิงเส้นใด ๆ ที่มีความยุ่งยากและต้องการหากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นที่ตัวต้านทานที่เปลี่ยนค่าได้ โดยจะมีรายละเอียดในหัวข้อ ทฤษฎีของเทเวนิน ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน และการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนินดังนี้ 13.1 ทฤษฎีของเทเวนิน โดยทฤษฎีของเทเวนิน (Thvenin's Theorem) กล่าวว่า “ในวงจรไฟฟ้าแบบเชิงเส้น (Linear Circuit) ใด ๆ ที่มีแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าต่ออยู่ด้วย สามารถยุบหรือรวมวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งจ่ายแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (Thvenin's Voltage Source : E_{Th}) เพียงแหล่งจ่ายเดียวได้ ต่อกับความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (Thvenin's Resistance : R_{Th}) 1 ตัว โดยมีปลาย 2 ขั้วต่อกับโหลดภายนอก” เรียกว่า วงจรเทียบเคียงเทเวนิน (Thvenin's Equivalent Circuit) ดังรูปที่ 13.1  รูปที่ 13.1 วงจรเทียบเคียงเทเวนิน		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

โดย E_{Th} คือ แรงดันเทียบเคียงเทเวนิน วัดได้ระหว่างจุด A และ B ในขณะที่เปิดวงจร
 R_{Th} คือ ความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ซึ่งเป็นความต้านทานของวงจรที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันทุกตัว หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสให้เปิดวงจร

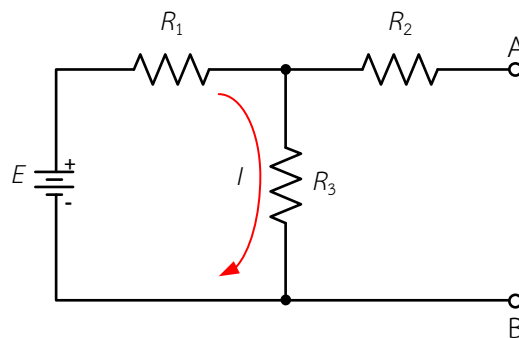
13.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน

การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเพื่อหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนินจากวงจรในรูปที่ 13.2 มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 13.2 วงจรไฟฟ้า

1. ปลด R_L ออกจากวงจร กำหนดสัญลักษณ์ที่ชี้ที่เปิดวงจรออกเป็น จุด A และ B (ใช้ตัวอักษรใดก็ได้)



รูปที่ 13.3 แสดงวงจรที่ปลด R_L ออก

2. คำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B จากในรูปที่ 13.4 คือแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 เนื่องจากว่าไม่มีกระแสไหลผ่าน R_2 จึงไม่มีแรงดันตกคร่อมเกิดขึ้น



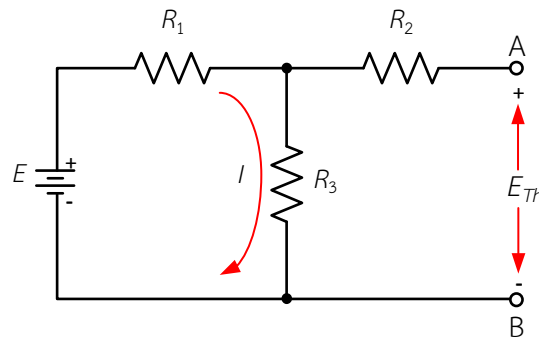
ใบเนื้อหา

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 13.4 แสดงการหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน

$$I = \frac{E}{R_1 + R_3} \quad (13-1)$$

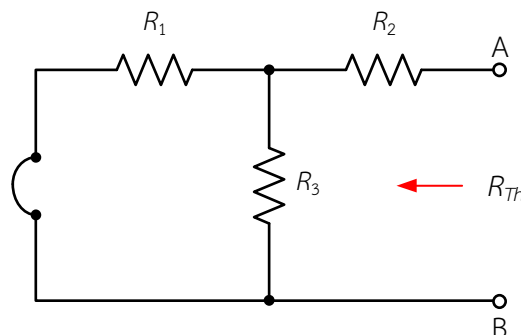
$$E_{Th} = IR_3 \quad (13-2)$$

หรือนำสมการที่ (13-1) แทนในสมการที่(13-2) จะได้

$$E_{Th} = \left(\frac{E}{R_1 + R_3} \right) R_3 \quad (13-3)$$

สมการที่ (13-3) เป็นสมการที่ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้า

3. หาคความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน(R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวที่มีในวงจร (หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร)



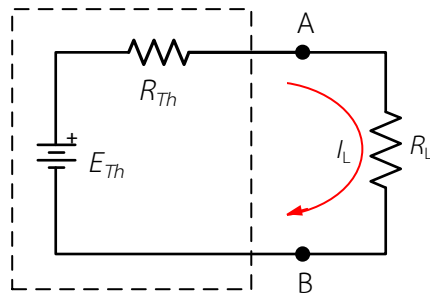
รูปที่ 13.5 แสดงการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน

หาคค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินโดยนำ R_1 ขนานกับ R_3 แล้วอนุกรมกับ R_2 จากนั้นจึง

$$R_{Th} = \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right) + R_2 \quad (13-4)$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

4. นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



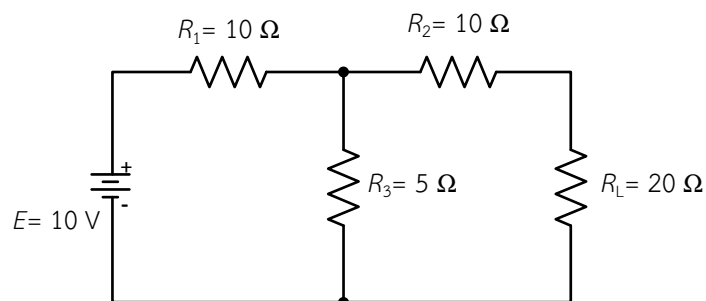
รูปที่ 13.6 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B

$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \quad (13-5)$$

13.3 การแก้ปัญหาโจทย์วงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน

จากหลักการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าในหัวข้อที่ผ่านมา สามารถนำมาแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าดังตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 13.1 จากวงจรในรูปที่ 13.7 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

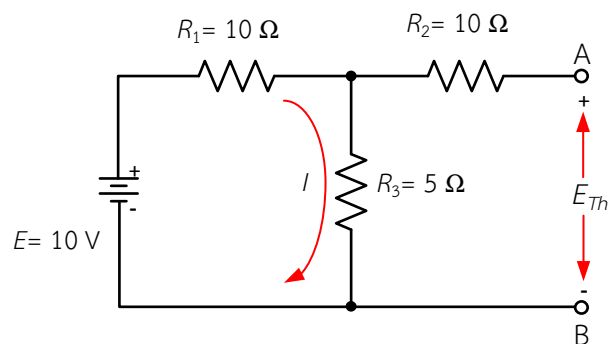


รูปที่ 13.7 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 นั่นเอง

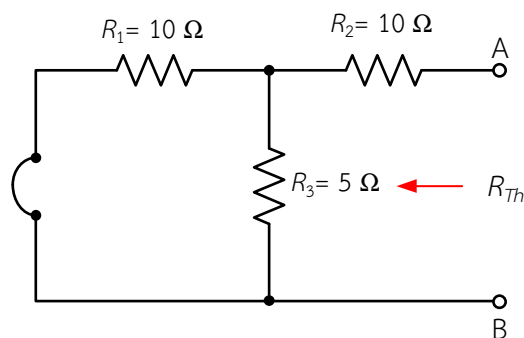


รูปที่ 13.8 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1

ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้า จะได้

$$\begin{aligned}
 E_{Th} &= \left(\frac{E}{R_1 + R_3} \right) R_3 \\
 &= \left(\frac{10 \text{ V}}{10 \Omega + 5 \Omega} \right) \times 5 \Omega \\
 E_{Th} &= 3.33 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

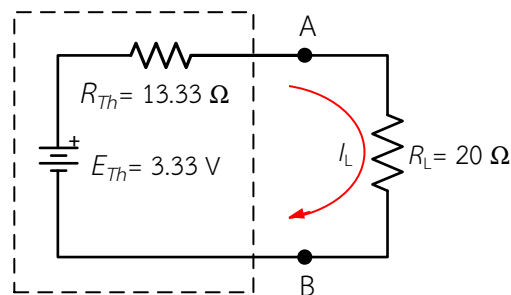


รูปที่ 13.9 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 R_{Th} &= \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right) + R_2 \\
 &= \left(\frac{10 \, \Omega \times 5 \, \Omega}{10 \, \Omega + 5 \, \Omega} \right) + 10 \, \Omega \\
 R_{Th} &= 13.33 \, \Omega
 \end{aligned}$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



รูปที่ 13.10 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1

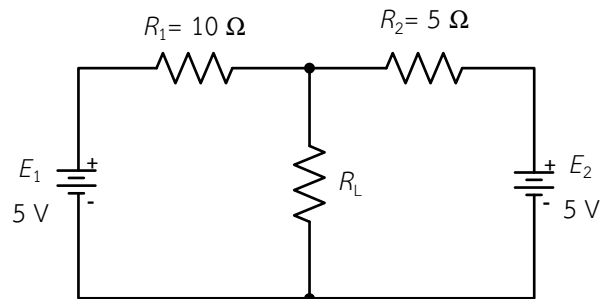
$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\
 &= \frac{3.33 \, \text{V}}{13.33 \, \Omega + 20 \, \Omega} \\
 &= 0.099 \, \text{A}
 \end{aligned}$$

$$I_L = 99 \, \text{mA}$$

∴ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 99$ มิลลิแอมแปร์

ตัวอย่างที่ 13.2 จากวงจรในรูปที่ 13.11 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L เมื่อ R_L มีค่าเป็น $4 \, \Omega$, $8 \, \Omega$ และ $15 \, \Omega$

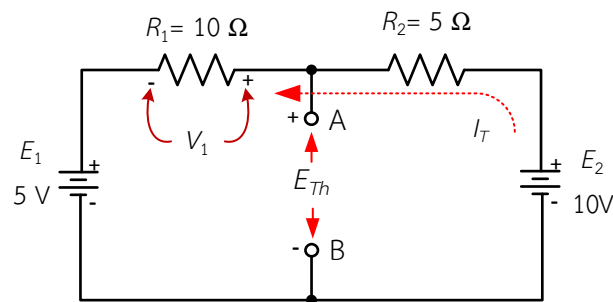
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 13.11 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.2

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_1 รวมกับ E_1 นั้นเอง



รูปที่ 13.12 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1
จากรูปที่ 13.12 จะได้

$$\begin{aligned}
 I_T &= \frac{E_2 - E_1}{R_1 + R_2} \\
 &= \frac{10\text{V} - 5\text{V}}{10\Omega + 5\Omega}
 \end{aligned}$$

$$I_T = 0.33\text{ A}$$

ดังนั้นจะได้

$$\begin{aligned}
 E_{Th} &= V_1 + E_1 \\
 &= (I_T R_1) + E_1 \\
 &= (0.33\text{ A} \times 10\Omega) + 5\text{V} \\
 E_{Th} &= 8.3\text{ V}
 \end{aligned}$$



ใบเนื้อหา

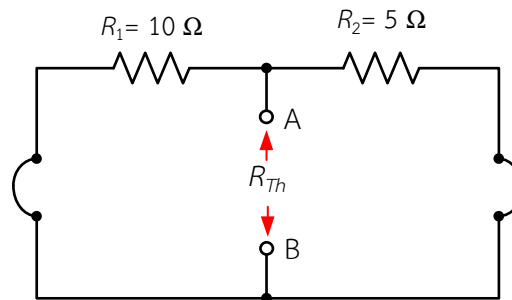
รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

จำนวน 4 ชั่วโมง

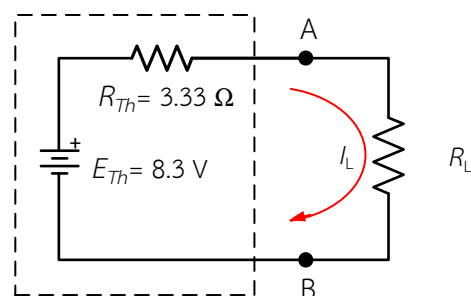
หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน(R_{Th}) ที่จุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 13.13 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.2

$$\begin{aligned}
 R_{Th} &= \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) \\
 &= \left(\frac{10 \Omega \times 5 \Omega}{10 \Omega + 5 \Omega} \right) \\
 R_{Th} &= 3.33 \Omega
 \end{aligned}$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



รูปที่ 13.14 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B
ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.2

จะได้

$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$



ใบเนื้อหา

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

จำนวน 4 ชั่วโมง

เมื่อ $R_L = 4 \Omega$

$$= \frac{8.3 \text{ V}}{3.33 \Omega + 4 \Omega}$$

$$= 1.14 \text{ A}$$

เมื่อ $R_L = 8 \Omega$

$$= \frac{8.3 \text{ V}}{3.33 \Omega + 8 \Omega}$$

$$= 0.733 \text{ A}$$

$$= 733 \text{ mA}$$

เมื่อ $R_L = 15 \Omega$

$$= \frac{8.3 \text{ V}}{3.33 \Omega + 15 \Omega}$$

$$= .453 \text{ A}$$

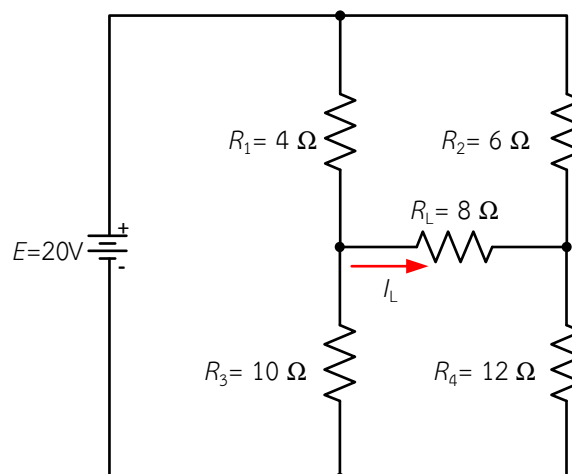
$$= 453 \text{ mA}$$

$\therefore$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L (4 \Omega) = 1.14$ แอมแปร์

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L (8 \Omega) = 733$ มิลลิแอมแปร์

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L (15 \Omega) = 453$ มิลลิแอมแปร์

ตัวอย่างที่ 13.3 จากวงจรในรูปที่ 13.15 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

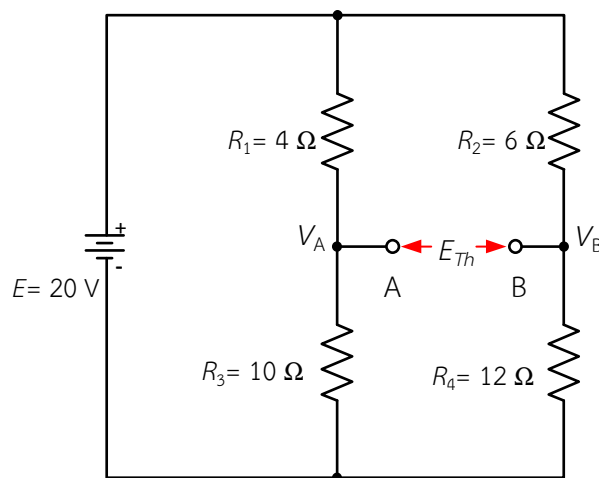


รูปที่ 13.15 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.3

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือผลการหักล้างกันแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 (V_A) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_4 (V_B) นั่นเอง



รูปที่ 13.16 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.3

ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้าหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 (V_A) จะได้

$$\begin{aligned}
 V_A &= E \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} \right) \\
 &= 20 \text{ V} \times \left(\frac{10 \Omega}{10 \Omega + 4 \Omega} \right) \\
 V_A &= 14.29 \text{ V}
 \end{aligned}$$

ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้าหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_4 (V_B) จะได้

$$V_B = E \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4} \right)$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$= 20\text{V} \times \left(\frac{12\Omega}{12\Omega + 6\Omega} \right)$$

$$= 13.33\text{V}$$

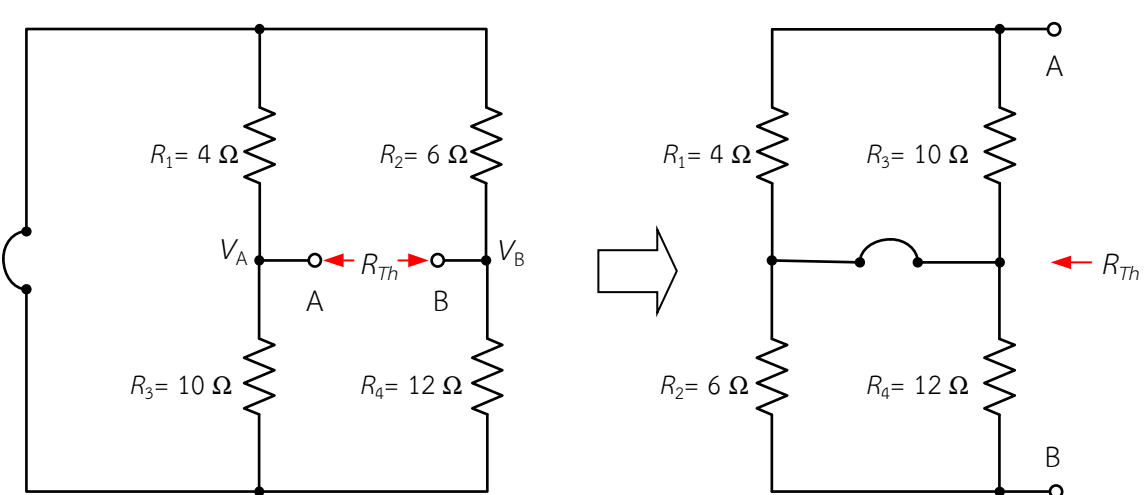
ดังนั้นจะได้

$$E_{Th} = V_A - V_B$$

$$= 14.29\text{V} - 13.33\text{V}$$

$$E_{Th} = 0.96\text{V}$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่จุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 13.17 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.3

$$R_{Th} = \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right) + \left(\frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} \right)$$

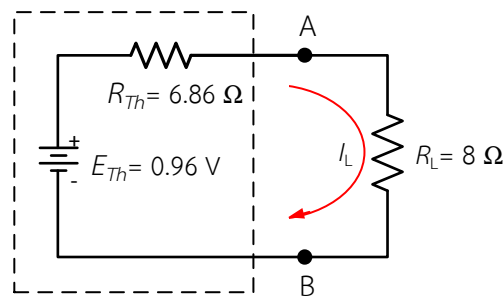
$$= \left(\frac{4\Omega \times 10\Omega}{4\Omega + 10\Omega} \right) + \left(\frac{6\Omega \times 12\Omega}{6\Omega + 12\Omega} \right)$$

$$= 2.86\Omega + 4\Omega$$

$$R_{Th} = 6.86\Omega$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

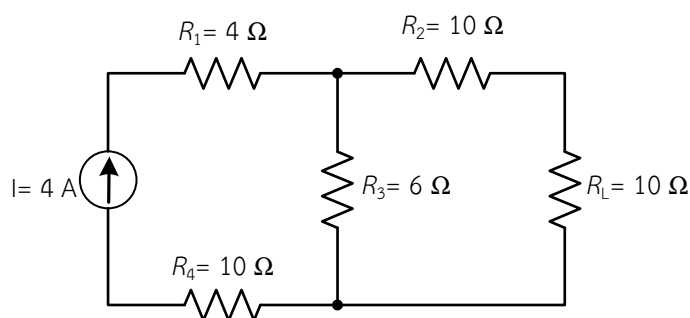


รูปที่ 13.18 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.3

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\
 &= \frac{0.96 \text{ V}}{6.86 \Omega + 8 \Omega} \\
 &= 0.065 \text{ A} \\
 I_L &= 65 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

∴ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 65$ มิลลิแอมแปร์

ตัวอย่างที่ 13.4 จากวงจรในรูปที่ 13.19 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

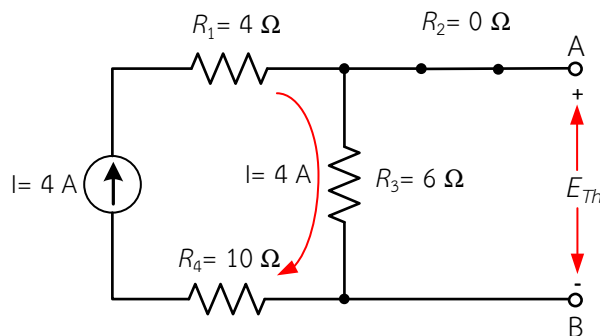


รูปที่ 13.19 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.4

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

วิธีทำ

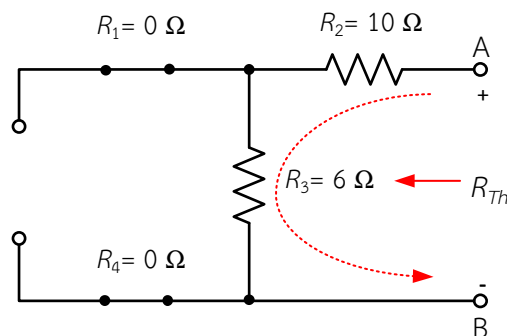
ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B แล้วคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 จากวงจรไม่มีกระแสไหลผ่าน R_2 จึงไม่มีแรงดันตกคร่อมตัวมันด้วยเปรียบเหมือนไม่มี R_2



รูปที่ 13.20 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.4

$$\begin{aligned}
 E_{Th} &= I \times R_3 \\
 &= 4 \text{ A} \times 6 \Omega \\
 E_{Th} &= 24 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยเปิดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า



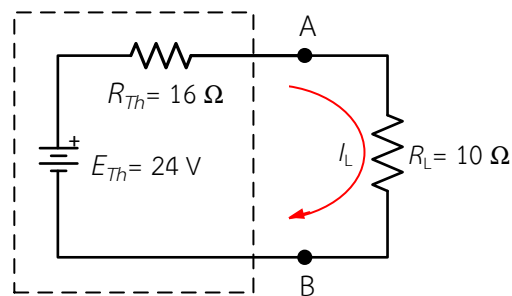
รูปที่ 13.21 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.4

หาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินโดยสมมุติให้มีการไหลของกระแสไฟฟ้าจากจุด A ไปสู่จุด B กระแสไฟฟ้าจะไม่สามารถผ่าน R_1 และ R_4 ได้เนื่องจากเปิดวงจรไว้ ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่สมมุติจะผ่าน R_2 และ R_3 ที่ต่อวงจรกันแบบอนุกรมจึงหาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินได้ดังนี้

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 R_{Th} &= R_2 + R_3 \\
 &= 10\ \Omega + 6\ \Omega \\
 R_{Th} &= 16\ \Omega
 \end{aligned}$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนินแล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



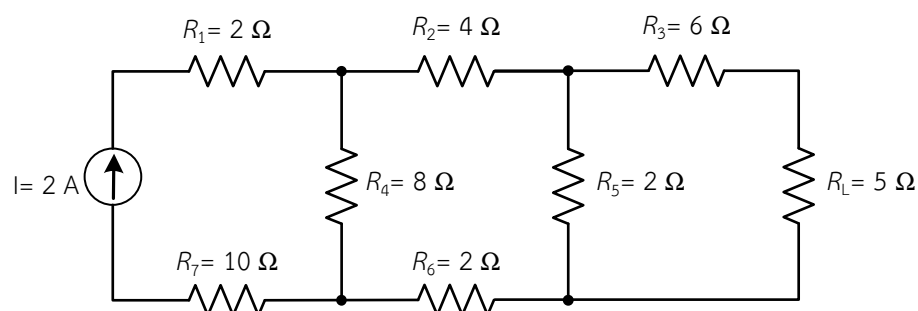
รูปที่ 13.22 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ตามตัวอย่างที่ 10.4

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\
 &= \frac{24\text{ V}}{16\ \Omega + 10\ \Omega} \\
 &= 0.923\text{ A}
 \end{aligned}$$

$$I_L = 923\text{ mA}$$

$\therefore$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 923$ มิลลิแอมแปร์

ตัวอย่างที่ 13.5 จากวงจรในรูปที่ 10.15 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

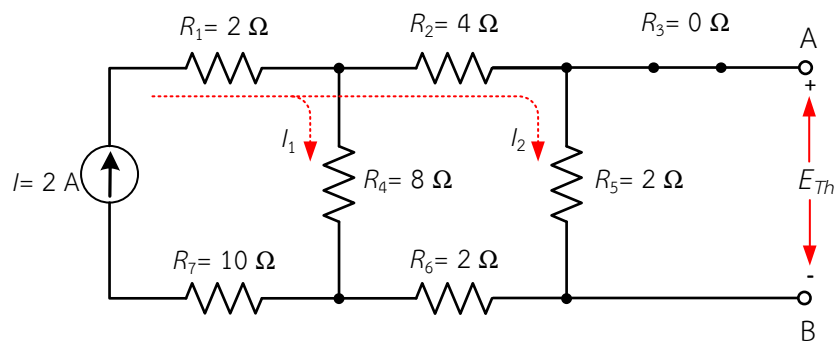


รูปที่ 13.23 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.5

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B แล้วคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_5



รูปที่ 13.24 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.5

หากระแสที่ไหลผ่าน R_5 ในที่นี้คือ I_2 โดยใช้หลักการแบ่งกระแสไฟฟ้า

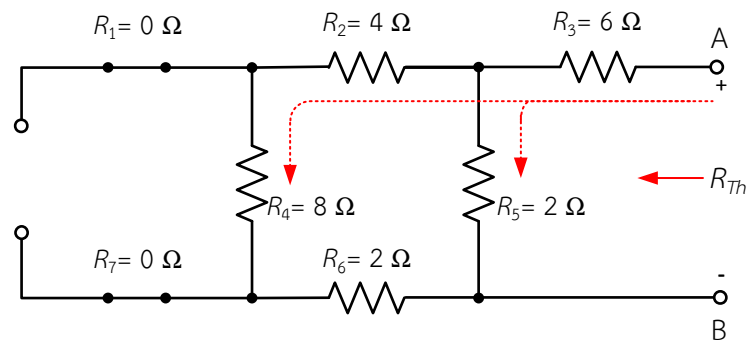
$$\begin{aligned}
 I_2 &= I \left(\frac{R_4}{R_4 + (R_2 + R_5 + R_6)} \right) \\
 &= 2 \text{ A} \left(\frac{8 \Omega}{8 \Omega + (4 \Omega + 2 \Omega + 2 \Omega)} \right) \\
 I_2 &= 1 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_{Th} &= I_2 R_5 \\
 &= 1 \text{ A} \times 5 \Omega
 \end{aligned}$$

$$E_{Th} = 5 \text{ V}$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยเปิดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

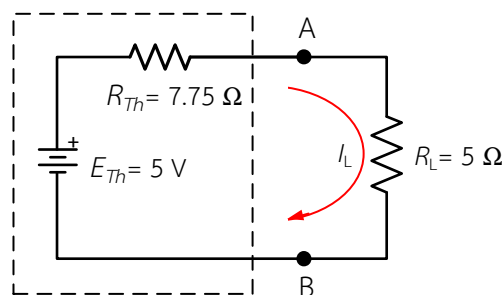


รูปที่ 13.25 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.5

หาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินโดยสมมติให้มีการไหลของกระแสไฟฟ้าจากจุด A ไปสู่จุด B กระแสไฟฟ้าจะไม่สามารถผ่าน R_1 และ R_7 ได้เนื่องจากเปิดวงจรไว้ ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่สมมุติจะผ่าน R_3 , R_5 , R_2 , R_4 , และ R_6 ที่ต่อวงจรกันตามรูปที่ 13.25 จึงหาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 R_{Th} &= \left(\frac{(R_2 + R_4 + R_6)R_5}{(R_2 + R_4 + R_6) + R_5} \right) + R_3 \\
 &= \left(\frac{(4\Omega + 8\Omega + 2\Omega) \times 2\Omega}{(4\Omega + 8\Omega + 2\Omega) + 2\Omega} \right) + 6\Omega \\
 R_{Th} &= 7.75\Omega
 \end{aligned}$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



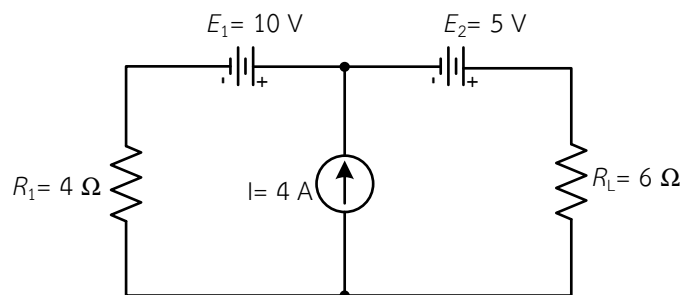
รูปที่ 13.26 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.5

$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 &= \frac{5\text{ V}}{7.75\Omega + 5\Omega} \\
 &= 0.392\text{ A} \\
 I_L &= 392\text{ mA} \\
 \therefore \text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_L &= 392 \text{ มิลลิแอมแปร์}
 \end{aligned}$$

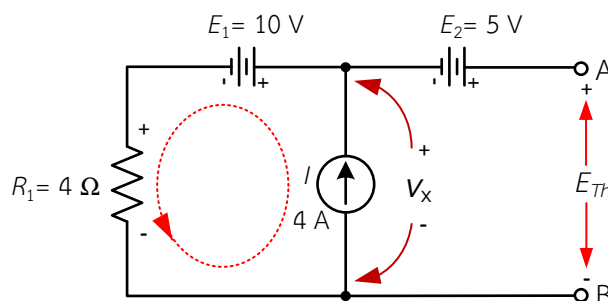
ตัวอย่างที่ 13.6 จากวงจรในรูปที่ 13.27 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



รูปที่ 13.27 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.6

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B แล้วคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือผลรวมแรงดันแหล่งจ่ายไฟฟ้า E_1, E_2 และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_1 จากวงจรไม่มีกระแสไหลผ่าน R_2



รูปที่ 13.28 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.6

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$V_X = E_1 + IR_1$$

$$= 10V + (4A \times 4\Omega)$$

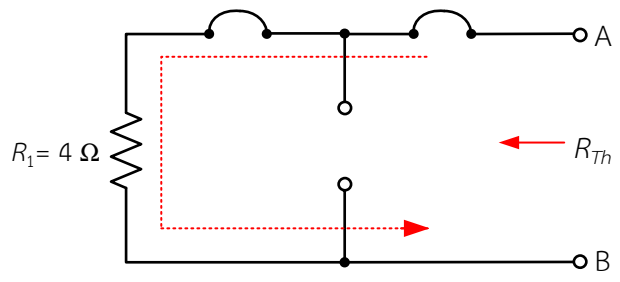
$$V_X = 26V$$

$$E_{Th} = E_2 + V_X$$

$$= 5V + 26V$$

$$E_{Th} = 31V$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยเปิดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า



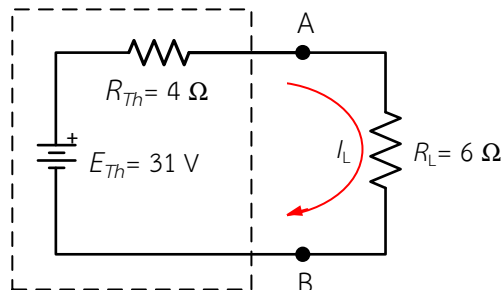
รูปที่ 13.29 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.6

หาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินโดยสมมติให้มีการไหลของกระแสไฟฟ้าจากจุด A ไปสู่จุด B กระแสไฟฟ้าจะผ่าน R_1 จึงหาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินได้ดังนี้

$$R_{Th} = R_1 = 4\Omega$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนินแล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 13.30 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ตามตัวอย่างที่ 13.6

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\
 &= \frac{31 \text{ V}}{4 \Omega + 6 \Omega}
 \end{aligned}$$

$$I_L = 3.1 \text{ A}$$

$\therefore$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 3.1$ แอมแปร์

สรุป

ทฤษฎีของเทเวนิน เป็นทฤษฎีที่ใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่มีความยุ่งยากซับซ้อน โดยสามารถยุบวงจรที่ยุ่งยากให้เหลือเป็นวงจรเทียบเคียงเทเวนินที่มีเพียงแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าหนึ่งตัวต่ออนุกรมกับตัวต้านทานหนึ่งตัว การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่สนใจ มีขั้นตอนคือ ปลดตัวต้านทานที่ต้องการหากระแสไฟฟ้าไหลผ่านออกจากวงจร จากนั้นหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนินที่ตกคร่อม ณ จุดที่ปลดตัวต้านทานออกแล้วหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินโดยมองจากจุดที่ปลดตัวต้านทานออกโดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวหากมีแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าทุกตัว จากนั้นเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนินโดยใช้ค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนินและความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินจากที่คำนวณได้ จากนั้นนำตัวต้านทานที่ได้ปลดออกในตอนแรกมาต่ออนุกรมกับตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินแล้วจึงใช้กฎของโอห์มคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่สนใจ



ใบแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

จำนวน 4 ชั่วโมง

คำสั่ง จงตอบคำถามและแสดงวิธีทำให้สมบูรณ์ถูกต้อง (40 นาที)

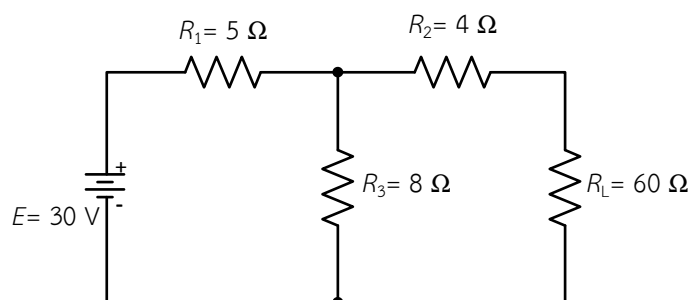
ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. คำกล่าวของทฤษฎีเทเวนิน กล่าวไว้ว่า (5 คะแนน)

2. ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนินมีกี่ขั้นตอน คือ (5 คะแนน)

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

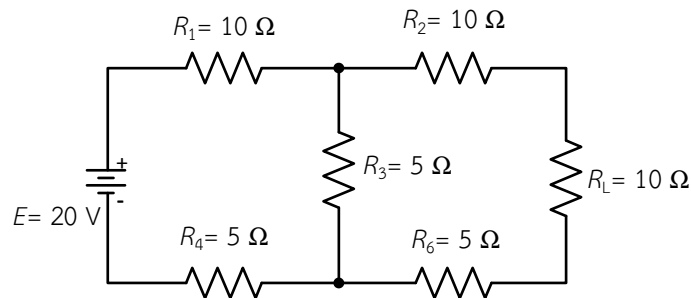
1. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 13.31 คำนวณหากะแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L (10 คะแนน)



รูปที่ 13.31 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

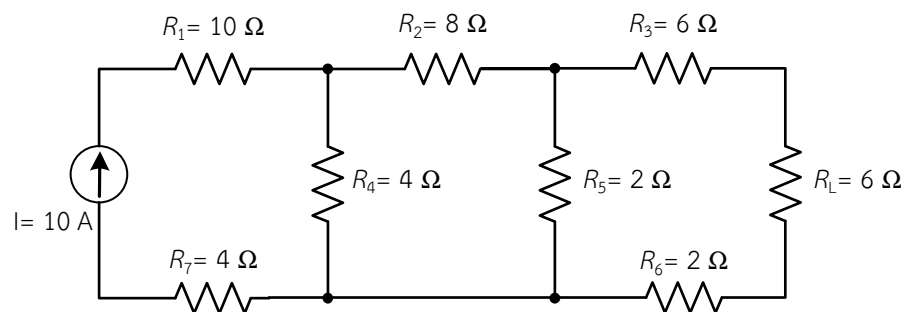
	ใบแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

2. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ รูปที่ 13.32 คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L (10 คะแนน)



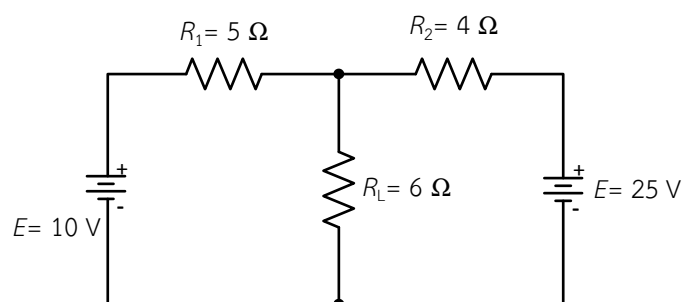
รูปที่ 13.32 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

3. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 13.33 คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L (10 คะแนน)



รูปที่ 13.33 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

4. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 13.34 คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L (10 คะแนน)



รูปที่ 13.34 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4



ใบแบบฝึกหัด

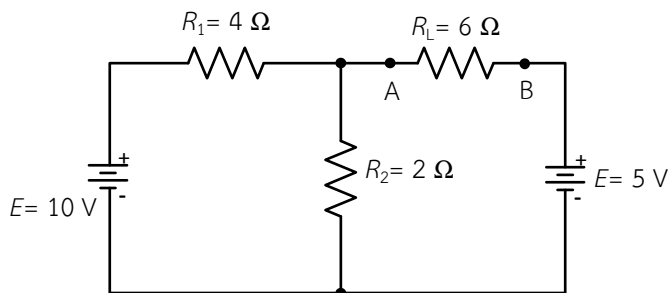
รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

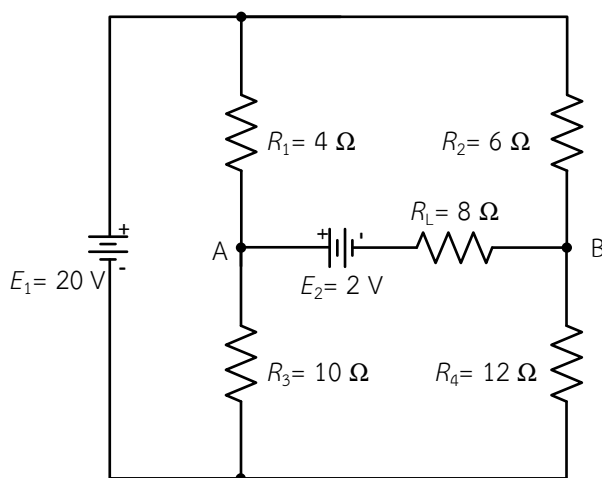
จำนวน 4 ชั่วโมง

5. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 13.35 คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L (10 คะแนน)



รูปที่ 13.35 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 5

6. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 13.36 คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L (10 คะแนน)



รูปที่ 13.36 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 6

	ใบประเมินผลแบบฝึกหัด		
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง		สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน		4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ
ตอนที่ 1			
แบบฝึกหัดข้อที่ 1	5		
แบบฝึกหัดข้อที่ 2	5		
ตอนที่ 2			
แบบฝึกหัดข้อที่ 1	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 2	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 3	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 4	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 5	10		
แบบฝึกหัดข้อที่ 6	10		
รวมคะแนน	70		
คะแนนจริง	10		

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

	ใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	
คำสั่ง จงต่อวงจร วัดค่าความต้านทานไฟฟ้า ค่าแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าที่ใช้ทฤษฎีเทเวนินโดยใช้มัลติมิเตอร์ จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน 1. จุดประสงค์ทั่วไป เพื่อให้มีทักษะและเจตคติที่ดีต่อการต่อวงจร วัด และทดสอบค่าในวงจรไฟฟ้าที่ใช้ทฤษฎีเทเวนินในการในการพิสูจน์หาค่าที่ต้องการ 2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม เมื่อผู้เรียนปฏิบัติ เรื่องทฤษฎีเทเวนินจบแล้ว ผู้เรียนสามารถ 2.1 ต่อวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้อง 2.2 วัดหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ได้ถูกต้อง 2.3 วัดหาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ได้ถูกต้อง 2.4 ต่อวงจรเทียบเคียงเทเวนินได้ถูกต้อง 2.5 วัดหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L ได้ถูกต้อง 2.6 คำนวณหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) และค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L ได้ถูกต้อง 2.7 ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างมีกจิสนัยในการปฏิบัติงานที่ดีได้ 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		

	ใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	

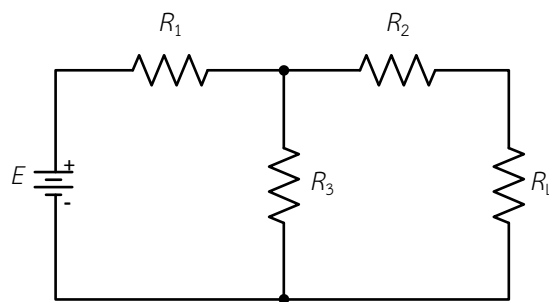
เนื้อหาสาระ

1. ทฤษฎีของเทเวนิน

โดยทฤษฎีของเทเวนิน (Thvenin's Theorem) กล่าวไว้ว่า “ในวงจรไฟฟ้าแบบเชิงเส้น (Linear Circuit) ใด ๆ ที่มีแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าต่ออยู่ด้วย สามารถยุบหรือรวมวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งจ่ายแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (Thvenin's Voltage Source : E_{Th}) เพียงแหล่งจ่ายเดียวได้ ต่อนุกรมกับความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (Thvenin's Resistance : R_{Th}) 1 ตัว โดยมีปลาย 2 ขั้วต่อกับโหลดภายนอก” เรียกว่า วงจรสมมูลเทเวนิน (Thvenin's Equivalent Circuit)

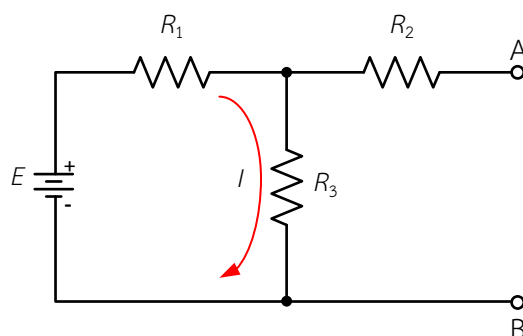
2. ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน

การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเพื่อหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนินจากวงจรในรูปที่ 13.1 มีขั้นตอนดังนี้



รูปที่ 13.1 วงจรไฟฟ้า

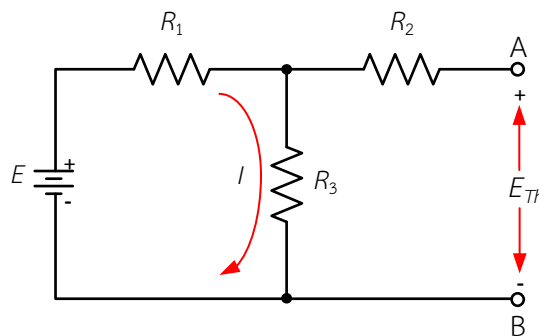
2.1 ปลด R_L ออกจากวงจร กำหนดสัญลักษณ์ที่ขั้วที่เปิดวงจรออกเป็น จุด A และ B (ใช้ตัวอักษรใดก็ได้)



รูปที่ 13.2 แสดงวงจรที่ปลด R_L ออก

	ใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	

2.2 คำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B จากในรูปที่ 13.3 คือแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 เนื่องจากว่าไม่มีกระแสไหลผ่าน R_2 จึงไม่มีแรงดันตกคร่อมเกิดขึ้น



รูปที่ 13.3 แสดงการหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน

$$I = \frac{E}{R_1 + R_3} \quad (13-1)$$

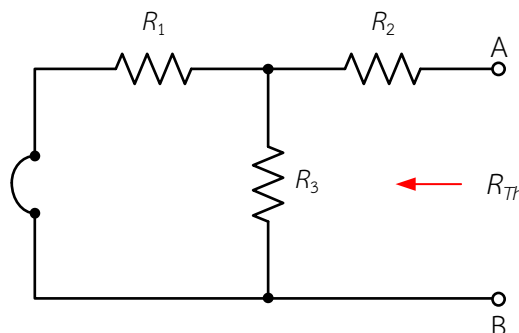
$$E_{Th} = IR_3 \quad (13-2)$$

หรือนำสมการที่ (13-1) แทนในสมการที่(13-2) จะได้

$$E_{Th} = \left(\frac{E}{R_1 + R_3} \right) R_3 \quad (13-3)$$

สมการที่ (13-3) เป็นสมการที่ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้า

2.3 หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน(R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวที่มีในวงจร (หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร)



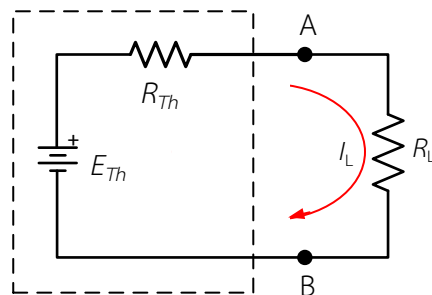
รูปที่ 13.4 แสดงการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน

หาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินโดยนำ R_1 ขนานกับ R_3 แล้วอนุกรมกับ R_2 จากนั้นจึง

	ใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	

$$R_{Th} = \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right) + R_2 \quad (13-4)$$

2.4 นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



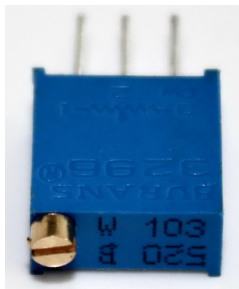
รูปที่ 13.5 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B

$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \quad (13-5)$$

3. ตัวต้านทานปรับค่าได้

ตัวต้านทานแบบนี้เป็นตัวต้านทานสามขั้ว ที่มีจุดแยกที่ปรับได้อย่างต่อเนื่อง ควบคุมโดยการหมุนของแกนหรือลูกบิด ตัวต้านทานที่แปรค่าได้เหล่านี้มีชื่อเรียกว่า "โปเทนชิโอมิเตอร์" เมื่อทั้งสามขั้วทำหน้าที่เป็นตัวแบ่งแรงดันที่ปรับได้ (adjustable voltage divider) ตัวอย่างที่พบบ่อยคือปุ่มปรับระดับเสียงของเครื่องรับวิทยุ (เครื่องรับแบบดิจิตอลอาจไม่มีปุ่มปรับระดับเสียงแบบแอนะล็อกเพื่อปรับความดัง) โปเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer) แบบติดตั้งบนแผงที่มีความละเอียดสูงมีชิ้นส่วนที่ให้ความต้านทาน ปกติเป็นแบบลวดพันบนด้ามจับรูปเกลียว แม้ว่าบางตัวจะมีการนำพลาสติกหุ้มตัวต้านทานที่เคลือบบนสายไฟเพื่อช่วยปรับให้ละเอียดยิ่งขึ้น ส่วนประกอบเหล่านี้มักจะมีลวดพันอยู่หลายสิบรอบบนแกนของมัน เพื่อให้ครอบคลุมเต็มค่าของความต้านทาน

	ใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	



ก) ตัวโปเทนซิโอมิเตอร์

ข) สัญลักษณ์โปเทนซิโอมิเตอร์

รูปที่ 13.6 แสดงตัวโปเทนซิโอมิเตอร์

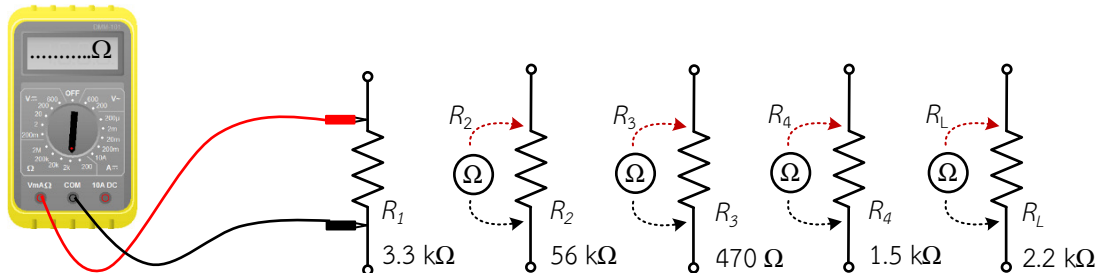
เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

1. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	จำนวน	1	เครื่อง
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 – 30 V	จำนวน	1	เครื่อง
3. แผงประกอบวงจร	จำนวน	1	แผง
4. ตัวต้านทาน 1.5 k Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
5. ตัวต้านทาน 3.3 k Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
6. ตัวต้านทาน 3.3 k Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
7. ตัวต้านทาน 56 k Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
8. ตัวต้านทาน 470 Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
9. ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบละเอียด 10 k Ω	จำนวน	1	ตัว
10. สายต่อวงจร	จำนวน	8	เส้น
11. สายปากคีบ	จำนวน	8	เส้น
12. ไขควงปากแบนขนาดเล็ก	จำนวน	1	อัน

ลำดับขั้นตอนการทดลอง

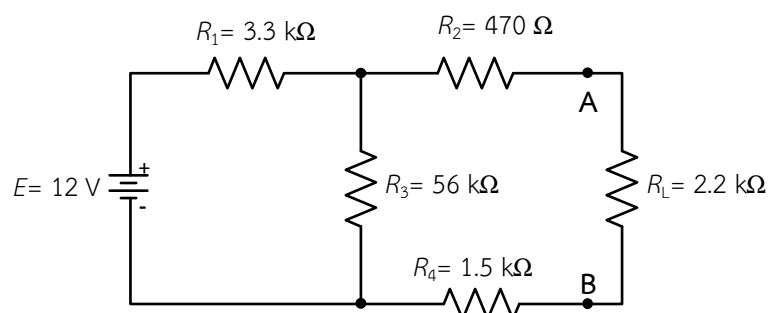
- ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 13.7 บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.1

	ใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	



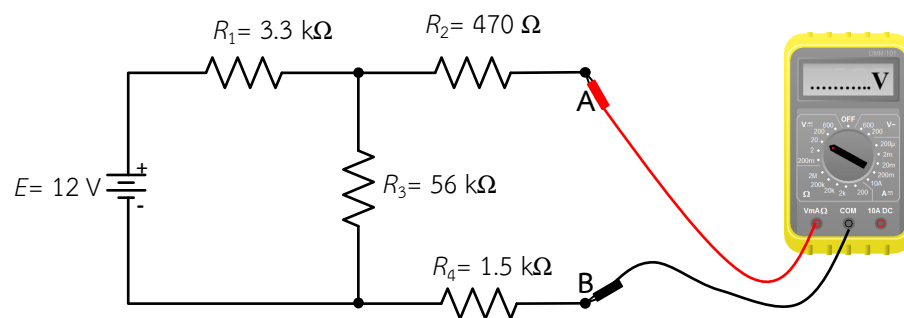
รูปที่ 13.7 วัดค่าความต้านทาน

2. ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 13.8 ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ $E = 12\text{ V}$ ไม่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร



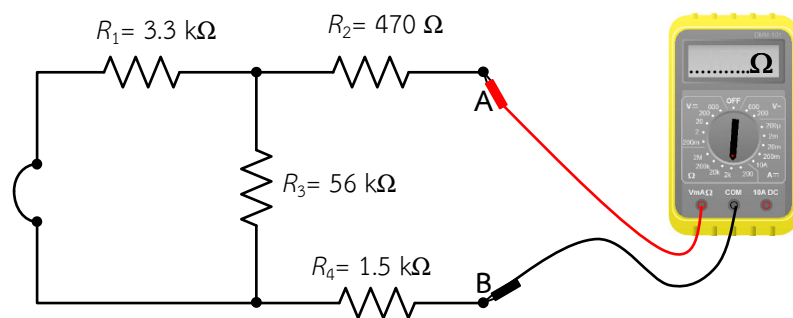
รูปที่ 13.8 วงจรการทดลอง

3. ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 V ให้กับวงจร จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นโวลต์มิเตอร์ วัดแรงดันไฟฟ้าเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ดังรูปที่ 13.9 บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 13.1

รูปที่ 13.9 วัดแรงดันไฟฟ้าเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th})

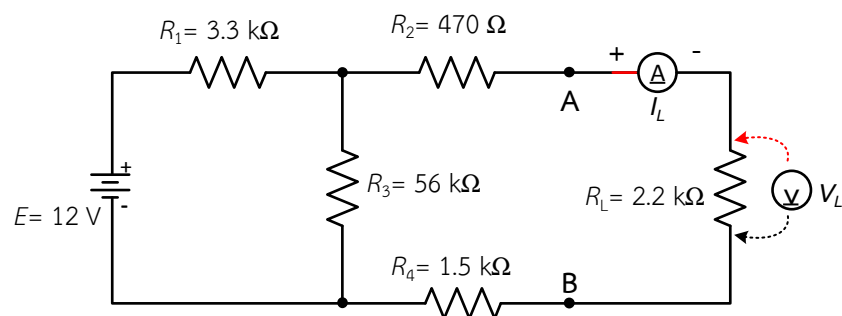
	ใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	

4. ยังคงปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B และ ถัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นโอห์มมิเตอร์วัดความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ดังรูปที่ 13.10 บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 13.1



รูปที่ 13.10 วัดหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th})

5. ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นโวลต์มิเตอร์วัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_L (V_L) และใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นแอมป์มิเตอร์วัดหากระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_L (I_L) ดังรูปที่ 13.11 และบันทึกผลค่าที่วัดได้ในตารางที่ 13.1



รูปที่ 13.11 วัดหาค่า (V_L) และ (I_L)

6. นำตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ $10\text{ k}\Omega$ ต่อวงจร ดังรูปที่ 13.12 นำไขควงปากแบบขนาดเล็กปรับค่าความต้านทานให้ได้เท่ากับค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่ได้จากการทดลองข้อที่ 4

	ใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	

ตารางที่ 13.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลองจาก	R_1	R_2	R_3	R_4	R_L	R_{Th}	หน่วย
การวัด							Ω
ผลการทดลองจาก	I_L (ข้อที่ 5)			I_L (ข้อที่ 7)			หน่วย
การวัด							mA
การคำนวณ	-						mA
ผลการทดลองจาก	V_L (ข้อที่ 5)		V_L (ข้อที่ 7)		E	E_{Th}	หน่วย
การวัด							V
การคำนวณ					-		

ข้อควรระวัง

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

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

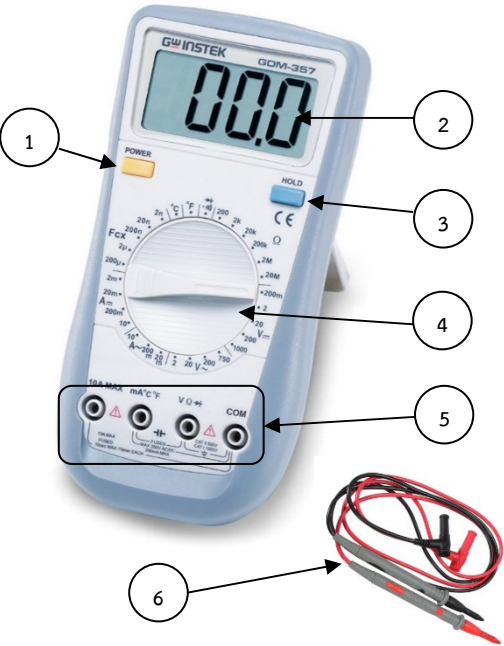
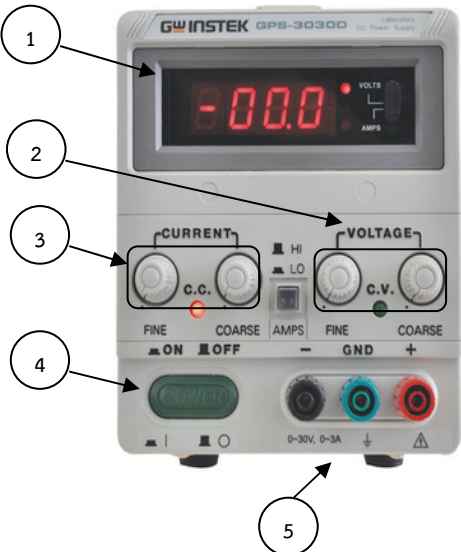
.....

	ใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	
คำถามท้ายการทดลอง 1. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L (I_L)$ และค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม $R_L (V_L)$ ของวงจรเทียบเคียงเทเวนินตามรูปที่ 13.13 กับวงจรเดิมตามรูปที่ 13.11 มีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร 2. ค่า E_{Th} ที่ได้จากการคำนวณและจากการวัดมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร 3. ค่า R_{Th} ที่ได้จากการคำนวณและจากการวัดมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร 		

	ใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	

ใบตรวจสอบสภาพเครื่องมือ

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

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

	ใบประเมินผลใบงานที่ 13																																																										
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง		สัปดาห์ที่ 16																																																								
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน		คะแนนเต็ม 75 คะแนน																																																								
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน																																																										
ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....																																																											
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center;">รายการประเมินผล</th> <th style="text-align: center;">คะแนนเต็ม</th> <th style="text-align: center;">คะแนนที่ได้</th> <th style="text-align: center;">หมายเหตุ</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1.เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2.วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3.ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 13.8</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>4.วัดแรงดันไฟฟ้าเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th})</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>5.วัดหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th})</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>6.ต่อ R_L วัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_L (V_L) วัดหากระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_L (I_L)</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>7.นำตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ 10 kΩ ต่อวงจร ปรับ = R_{Th}</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>8.วัดหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L (I_L) และวัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_L (V_L) ตามรูปที่ 13.13</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>9.คำนวณหาค่า E_{Th}, R_{Th}, I_L และ V_L</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>10. สรุปผลการทดลอง</td> <td style="text-align: center;">10</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>11.ตอบคำถามท้ายการทดลอง</td> <td style="text-align: center;">15</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>12.เก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์</td> <td style="text-align: center;">5</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: right;">รวมคะแนน</td> <td style="text-align: center;">75</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ	1.เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5			2.วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว	5			3.ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 13.8	5			4.วัดแรงดันไฟฟ้าเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th})	5			5.วัดหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th})	5			6.ต่อ R_L วัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_L (V_L) วัดหากระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_L (I_L)	5			7.นำตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ 10 k Ω ต่อวงจร ปรับ = R_{Th}	5			8.วัดหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L (I_L) และวัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_L (V_L) ตามรูปที่ 13.13	5			9.คำนวณหาค่า E_{Th} , R_{Th} , I_L และ V_L	5			10. สรุปผลการทดลอง	10			11.ตอบคำถามท้ายการทดลอง	15			12.เก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5			รวมคะแนน	75		
รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้	หมายเหตุ																																																								
1.เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5																																																										
2.วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัว	5																																																										
3.ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 13.8	5																																																										
4.วัดแรงดันไฟฟ้าเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th})	5																																																										
5.วัดหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th})	5																																																										
6.ต่อ R_L วัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_L (V_L) วัดหากระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_L (I_L)	5																																																										
7.นำตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ 10 k Ω ต่อวงจร ปรับ = R_{Th}	5																																																										
8.วัดหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L (I_L) และวัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_L (V_L) ตามรูปที่ 13.13	5																																																										
9.คำนวณหาค่า E_{Th} , R_{Th} , I_L และ V_L	5																																																										
10. สรุปผลการทดลอง	10																																																										
11.ตอบคำถามท้ายการทดลอง	15																																																										
12.เก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์	5																																																										
รวมคะแนน	75																																																										
ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน (.....)/...../.....																																																											

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	คะแนนเต็ม
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	72 คะแนน
รายการประเมินผล 1. การเตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ คะแนนเต็ม 5 คะแนน เตรียมเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ครบตามที่กำหนดให้ 5 คะแนน ไม่ครบ ตัดคะแนนชิ้นละ 1 คะแนน 2. ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 13.7 บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 13.7 บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.1 ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2.5 คะแนน 3. ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 13.8 ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ $E = 12\text{ V}$ ไม่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร คะแนนเต็ม 5 คะแนน ต่อวงจรการทดลองตามรูปที่ 13.8 ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ $E = 12\text{ V}$ ไม่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้อง ตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 4. ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 V ให้กับวงจร จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นโวลต์มิเตอร์ วัดแรงดันไฟฟ้าเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ดังรูปที่ 13.9 บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 13.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 V ให้กับวงจร จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นโวลต์มิเตอร์ วัดแรงดันไฟฟ้าเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ดังรูปที่ 13.9 บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 13.1 ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้องตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 5. ยังคงปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B และ ลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นโอห์มมิเตอร์วัดหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ดังรูปที่ 13.10 บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 13.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ยังคงปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B และ ลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นโอห์มมิเตอร์วัดหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ดังรูปที่ 13.10 บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 13.1 ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้องตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 6. ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นโวลต์มิเตอร์วัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม $R_L (V_L)$ และใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นแอมป์มิเตอร์วัดหา		

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	คะแนนเต็ม
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	72 คะแนน
กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน $R_L (I_L)$ ดังรูปที่ 13.11 และบันทึกผลค่าที่วัดได้ในตารางที่ 13.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นโวลต์มิเตอร์วัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม $R_L (V_L)$ และใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ทำหน้าที่เป็นแอมป์มิเตอร์วัดหากระแสไฟฟ้าไหลผ่าน $R_L (I_L)$ ดังรูปที่ 13.11 และบันทึกผลค่าที่วัดได้ในตารางที่ 13.1 ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้องตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 7. นำตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ $10\text{ k}\Omega$ ต่อวงจร ดังรูปที่ 13.12 นำไขควงปากแบบขนาดเล็กปรับค่าความต้านทานให้ได้เท่ากับค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่ได้จากการทดลองข้อที่ 4 คะแนนเต็ม 5 คะแนน นำตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ $10\text{ k}\Omega$ ต่อวงจร ดังรูปที่ 13.12 นำไขควงปากแบบขนาดเล็กปรับค่าความต้านทานให้ได้เท่ากับค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่ได้จากการทดลองข้อที่ 4 ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้องตัดคะแนนจุดละ 1 คะแนน 8. ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ที่ค่าเท่ากับ E_{Th} และตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ที่ปรับค่าความต้านทานเท่ากับค่า R_{Th} มาต่อวงจรการทดลองเป็นวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นวัดหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L (I_L)$ และวัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม $R_L (V_L)$ ตามรูปที่ 13.13 คะแนนเต็ม 5 คะแนน ปรับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้ที่ค่าเท่ากับ E_{Th} และตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ที่ปรับค่าความต้านทานเท่ากับค่า R_{Th} มาต่อวงจรการทดลองเป็นวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นวัดหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L (I_L)$ และวัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม $R_L (V_L)$ ตามรูปที่ 13.13 ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้องตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 9. นำค่าความต้านทานที่ได้จากการวัดคำนวณหาค่า E_{Th}, R_{Th}, I_L และ V_L บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.1 คะแนนเต็ม 5 คะแนน นำค่าความต้านทานที่ได้จากการวัดคำนวณหาค่า E_{Th}, R_{Th}, I_L และ V_L บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.1 ถูกต้องให้ 5 คะแนน ไม่ถูกต้องตัดคะแนนจุดละ 2 คะแนน 10. สรุปผลการทดลอง คะแนนเต็ม 10 คะแนน สรุปผลการทดลองครบทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมให้ 10 คะแนน ไม่ครบทุกวัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรม ตัดคะแนนข้อละ 3 คะแนน 11. ตอบคำถามท้ายการทดลอง คะแนนเต็ม 15 คะแนน		

	เกณฑ์การประเมินผลใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	คะแนนเต็ม
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	72 คะแนน
ตอบคำถามท้ายการทดลองถูกทุกข้อให้ 15 คะแนน ผิด ตัดคะแนนข้อละ 5 คะแนน 12. การเก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ คะแนนเต็ม 5 คะแนน เก็บเครื่องมือ วัสดุ อุปกรณ์ ครบตามที่กำหนดให้ 5 คะแนน ไม่ครบ ตัดคะแนนข้อละ 1 คะแนน		



แบบทดสอบหลังเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

คำชี้แจง

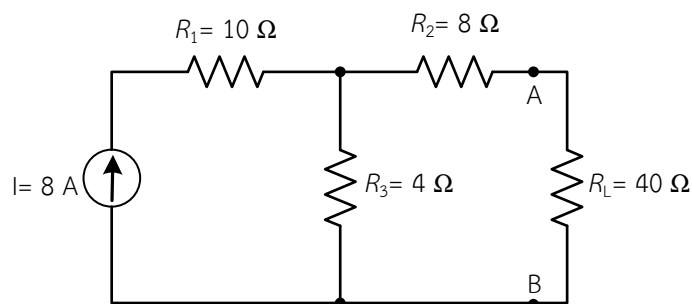
- จงทำเครื่องหมายกากบาท (X) เลือกคำตอบที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว
- แบบทดสอบมีจำนวน 10 ข้อ ใช้เวลาทำแบบทดสอบ 20 นาที

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 1. บอกหลักการทฤษฎีของเทเวนินได้

1. ข้อใดคือทฤษฎีของเทเวนิน

- ในวงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ สามารถยุบวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าตัวหนึ่งต่อขนานกับความต้านทานตัวหนึ่ง
- ในวงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ สามารถยุบวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้าตัวหนึ่งต่ออนุกรมกับความต้านทานตัวหนึ่ง
- ในวงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ สามารถยุบวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าตัวหนึ่งต่อขนานกับความต้านทานตัวหนึ่ง
- ในวงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ สามารถยุบวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งกำเนิดแรงดันไฟฟ้าตัวหนึ่งต่ออนุกรมกับความต้านทานตัวหนึ่ง

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 1 ใช้ตอบคำถามข้อ 2-5



รูปที่ 1 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 2-5

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนินได้

2. ข้อใดคือขั้นตอนการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน

- ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B ลัดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ที่จุด A และ B
- ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ที่จุด A และ B
- ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B ลัดวงจรหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน
- ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B เปิดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ที่จุด A และ B



แบบทดสอบหลังเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. คำนวณหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนินได้

3. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 1 แรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) มีค่าเท่าไร

- ก. 32 V
- ข. 64 V
- ค. 112 V
- ง. 24 V

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 4. คำนวณหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินได้

4. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 1 ความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) มีค่าเท่าไร

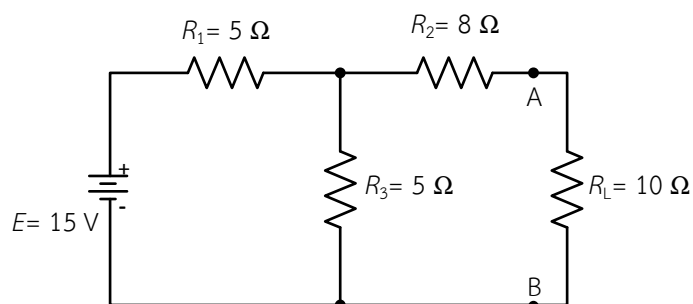
- ก. 22 Ω
- ข. 5.09 Ω
- ค. 10.85 Ω
- ง. 12 Ω

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 5. คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดด้วยทฤษฎีของเทเวนินได้

5. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 1 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L มีค่าเท่าไร

- ก. 0.516 A
- ข. 0.615 A
- ค. 0.629 A
- ง. 0.516 A

จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 2 ใช้ตอบคำถามข้อ 6-9



รูปที่ 2 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 6-9

	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนินได้

6. ข้อใดคือขั้นตอนการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน

ก. ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B ลัดวงจรที่จุด A และ B หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน

ข. ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B เปิดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ที่จุด A และ B

ค. ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B ลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ที่จุด A และ B

ง. ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ที่จุด A และ B

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 3. คำนวณหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนินได้

7. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 2 แรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) มีค่าเท่าไร

ก. 5 V

ข. 7.5 V

ค. 10 V

ง. 15 V

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 4. คำนวณหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินได้

8. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 2 ความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) มีค่าเท่าไร

ก. 10.5 Ω

ข. 13 Ω

ค. 2.5 Ω

ง. 5 Ω

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 5. คำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดด้วยทฤษฎีของเทเวนินได้

9. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 2 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L มีค่าเท่าไร

ก. 577 mA

ข. 1.5 A

ค. 366 mA

ง. 3 A



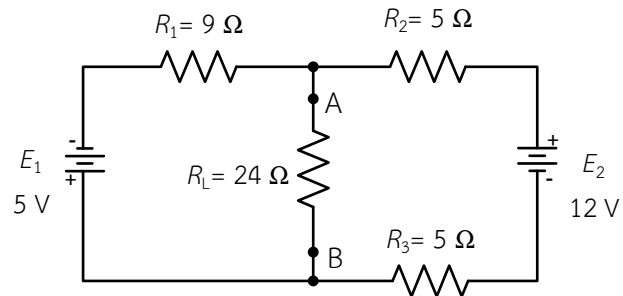
แบบทดสอบหลังเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

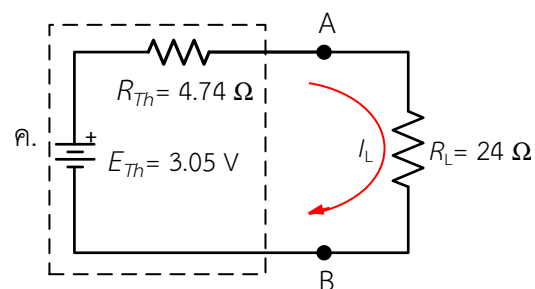
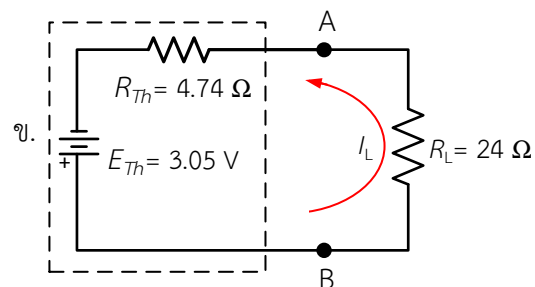
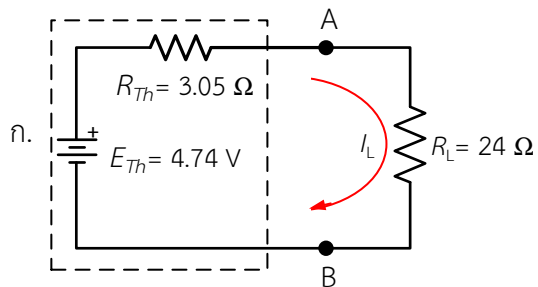
จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 3 ใช้ตอบคำถามข้อ 10



รูปที่ 3 สำหรับตอบคำถามข้อที่ 10

วัตถุประสงค์เชิงพฤติกรรมข้อที่ 2. อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนินได้

10. จากรูปที่ 3 เขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนินได้ตรงกับข้อใด



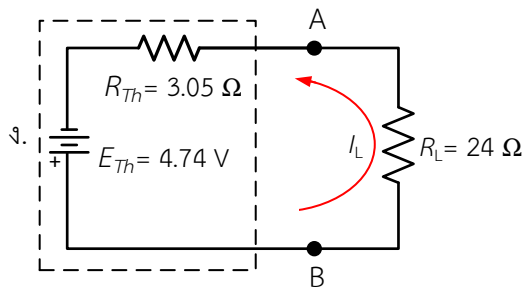


แบบทดสอบหลังเรียน

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน



	แบบทดสอบหลังเรียน	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	

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 16	
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน			จำนวน 4 ชั่วโมง	

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้			หมายเหตุ
		1	2	3	
คุณธรรม จริยธรรม	30				
1. ความรับผิดชอบ : มีอุปกรณ์การเรียนครบถ้วน ส่งงานครบ	3				
2. ความมีวินัย : ปฏิบัติตามกฎระเบียบ แต่งกายเรียบร้อย	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 การประเมินสามารถทำทีละข้อหรือหลายข้อและทำได้ทั้งขณะก่อนหรือระหว่าง หรือหลังเรียน

เกณฑ์การประเมิน

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

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

	เอกสารอ้างอิง	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
กิตติกร ชันแก้ว. (2556). ทฤษฎีและการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: โอ.เอส. พรีนติ้ง เฮ้าส์. ซัด อินทะสี. (2540). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: เม็ดทรายพรีนติ้ง. ดำรงศักดิ์ หมั่นกำหริ่ม. (2556). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย. บรรจง จันทมาศ. (2557). ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรง. พิมพ์ครั้งที่ 23. กรุงเทพฯ: พิมพ์ดีการพิมพ์. บุญล้ำ ศักดิภัทรนนท์. (2558). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. นนทบุรี: ศูนย์หนังสือเมืองไทย. ไมตรี วรวิจิตรยากุล. (2553). ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า เล่ม 2 (ฉบับปรับปรุงใหม่). พิมพ์ครั้งที่ 9. กรุงเทพฯ: ส.เอเชียเพรส. วราภรณ์ ทุมชาติ. (2556). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: รัตนโรจน์การพิมพ์. วิโรจน์ รัตนวิจารณ์. (2557). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: ส.เต็มรักการพิมพ์. ไวพจน์ ศรีธัญ และคณิศร จันทโรสตา. (2558). วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. กรุงเทพฯ: เอสเคเอส อินเตอร์ การพิมพ์ Tony R. Kuphaldt. <i>Lessons In Electric Circuits, Volume I-DC</i>. [online]. Available from : http://www.openbookproject.net//electricCircuits/DC/DC.pdf (12 Mar 2016).		

ภาคผนวก

เฉลยแบบฝึกหัด

เฉลยใบงาน

เฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน – หลังเรียน

ใบสรุปการประเมินผล

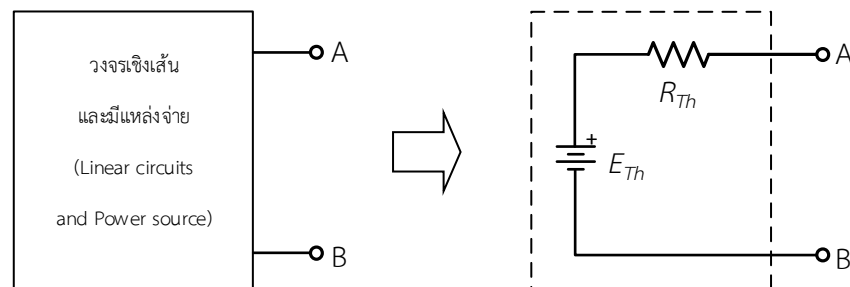
สื่อ Power Point

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

ตอนที่ 1 จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้องและสมบูรณ์

1. คำกล่าวของทฤษฎีเทเวนิน กล่าวไว้ว่า

“ในวงจรไฟฟ้าแบบเชิงเส้นใด ๆ ที่มีแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าต่ออยู่ด้วย สามารถยุบหรือรวมวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งจ่ายแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) เพียงแหล่งจ่ายเดียวได้ ต่อนุกรมกับความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) 1 ตัว โดยมีปลาย 2 ขั้วต่อกับโหลดภายนอก” เรียกว่าวงจรสมมูลเทเวนิน หรือวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ดังรูป



รูป วงจรเทียบเคียงเทเวนิน แบบฝึกหัดตอนที่ 1 ข้อ 1

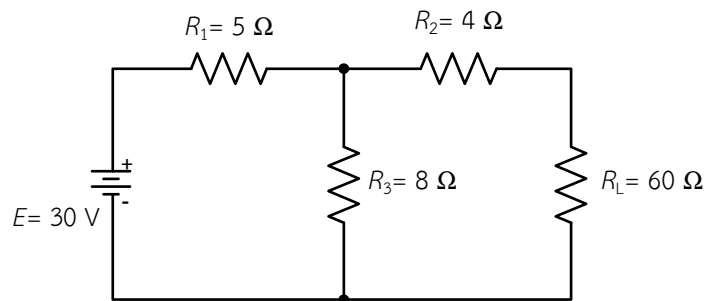
2. ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนินมีกี่ขั้นตอน คือ

1. ปลด R_L ออกจากวงจร กำหนดสัญลักษณ์ที่ขั้วที่เปิดวงจรออกเป็น จุด A และ B (ใช้ตัวอักษรใดก็ได้)
2. คำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B
3. หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวที่มีในวงจร (หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร)
4. นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

ตอนที่ 2 จงแสดงวิธีทำ

1. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 13.31 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

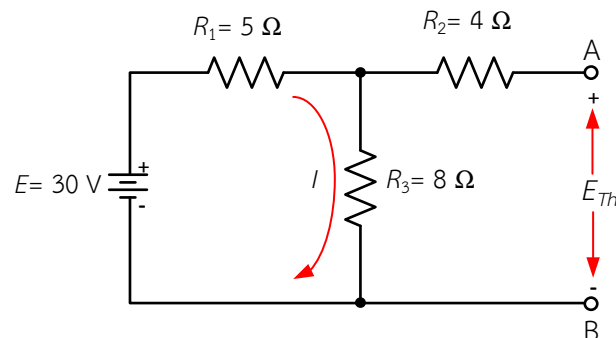
	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 13.31 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 นั้นเอง

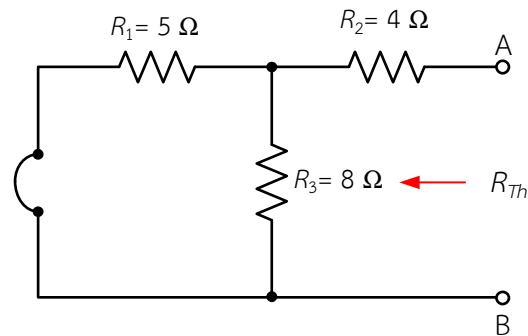
รูปที่ 13.32 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้า จะได้

$$\begin{aligned}
 E_{Th} &= \left(\frac{E}{R_1 + R_3} \right) R_3 \\
 &= \left(\frac{30 \text{ V}}{5 \Omega + 8 \Omega} \right) \times 8 \Omega \\
 E_{Th} &= 18.46 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

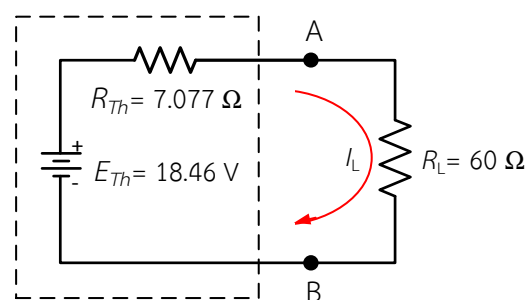
	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 13.33 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1

$$\begin{aligned}
 R_{Th} &= \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right) + R_2 \\
 &= \left(\frac{5 \Omega \times 8 \Omega}{5 \Omega + 8 \Omega} \right) + 4 \Omega \\
 R_{Th} &= 7.077 \Omega
 \end{aligned}$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



รูปที่ 13.34 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 1



ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

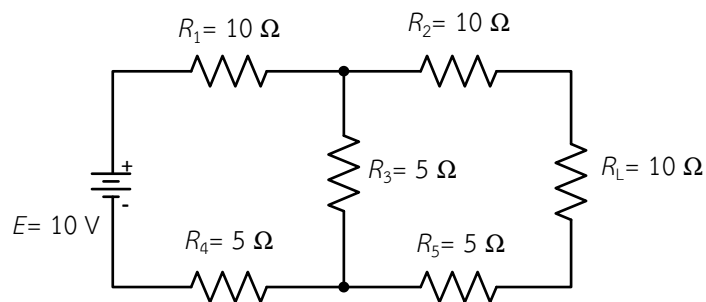
จำนวน 4 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\
 &= \frac{18.46 \text{ V}}{7.077 \Omega + 60 \Omega} \\
 &= 0.275 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$I_L = 275 \text{ mA}$$

$\therefore$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 275$ มิลลิแอมแปร์

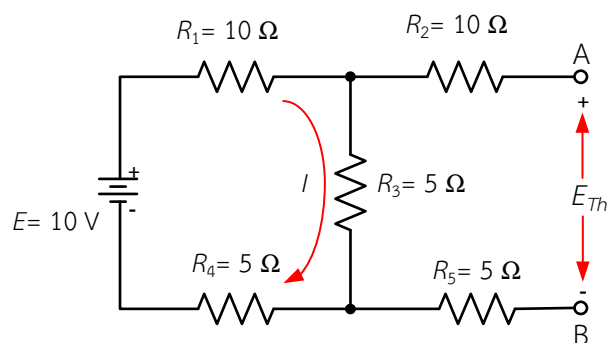
2. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ รูปที่ 13.32 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



รูปที่ 13.32 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 นั้นเอง



รูปที่ 13.34 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้า จะได้



ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

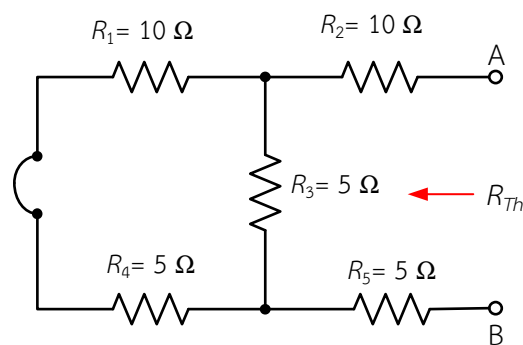
สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

จำนวน 4 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 E_{Th} &= \left(\frac{E}{R_1 + R_3 + R_4} \right) R_3 \\
 &= \left(\frac{10 \text{ V}}{10 \Omega + 5 \Omega + 5 \Omega} \right) \times 5 \Omega \\
 E_{Th} &= 2.5 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

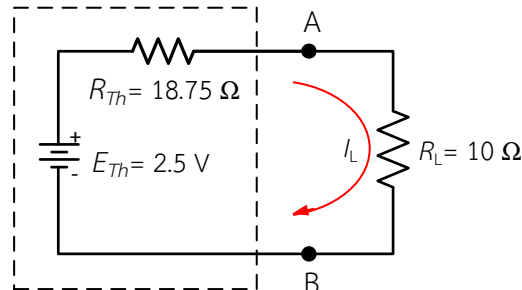


รูปที่ 13.35 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

$$\begin{aligned}
 R_{Th} &= \left(\frac{(R_1 + R_4)R_3}{(R_1 + R_4) + R_3} \right) + R_2 + R_5 \\
 &= \left(\frac{(10 \Omega + 5 \Omega) \times 5 \Omega}{(10 \Omega + 5 \Omega) + 5 \Omega} \right) + 10 \Omega + 5 \Omega \\
 R_{Th} &= 18.75 \Omega
 \end{aligned}$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

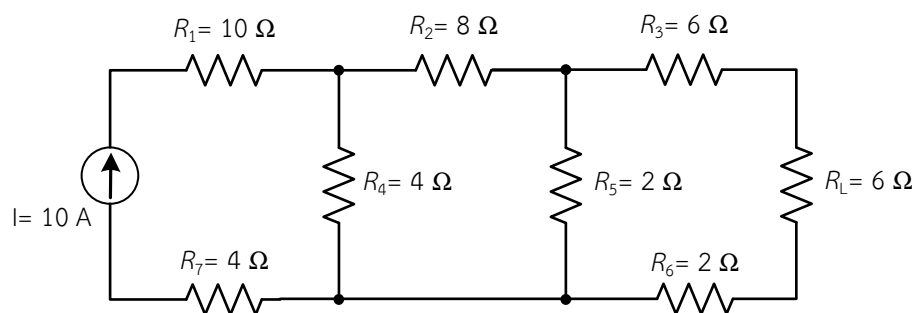


รูปที่ 13.36 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B
ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 2

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\
 &= \frac{2.5 \text{ V}}{18.75 \Omega + 10 \Omega} \\
 &= 0.087 \text{ A} \\
 I_L &= 87 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$\therefore$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 87$ มิลลิแอมแปร์

3. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 13.33 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



รูปที่ 13.33 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B แล้วคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_5



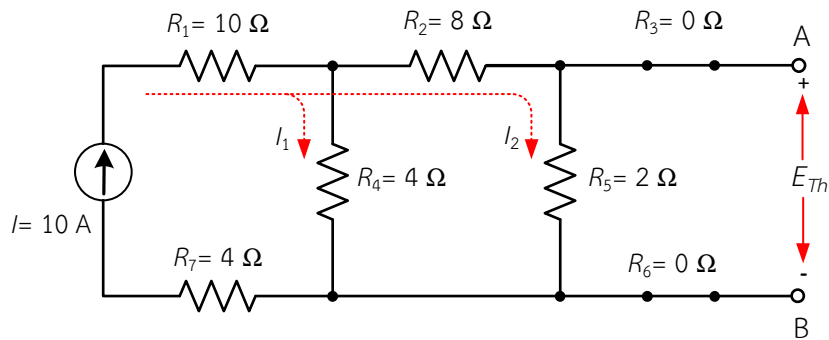
ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 13.37 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

หากระแสที่ไหลผ่าน R_5 ในที่นี้คือ I_2 โดยใช้หลักการแบ่งกระแสไฟฟ้า

$$I_2 = I \left(\frac{R_4}{R_4 + (R_2 + R_5)} \right)$$

$$= 10 \text{ A} \left(\frac{4 \Omega}{4 \Omega + (8 \Omega + 2 \Omega)} \right)$$

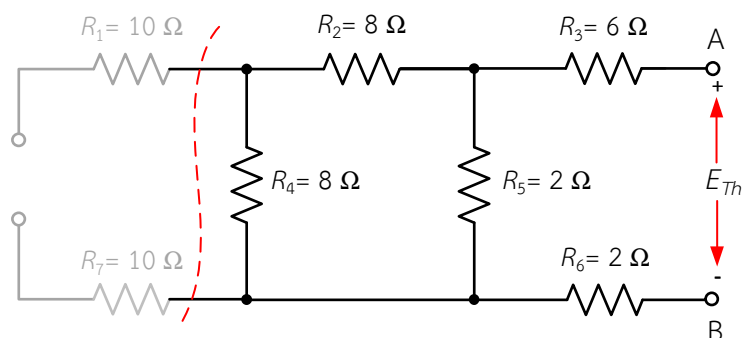
$$I_2 = 2.86 \text{ A}$$

$$E_{Th} = I_2 R_5$$

$$= 2.86 \text{ A} \times 2 \Omega$$

$$E_{Th} = 5.72 \text{ V}$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยเปิดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า



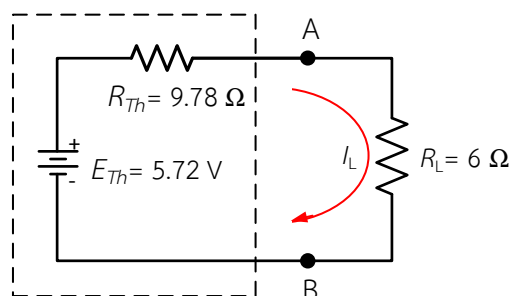
รูปที่ 13.38 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

หาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน โดยสมมุติให้มีการไหลของกระแสไฟฟ้าจากจุด A ไปสู่จุด B กระแสไฟฟ้าจะไม่สามารถผ่าน R_1 และ R_7 ได้เนื่องจากเปิดวงจรไว้ ดังนั้นกระแสไฟฟ้าที่สมมุติจะผ่าน R_3, R_5, R_2, R_4 , และ R_6 ที่ต่อวงจรกันตามรูปที่ 13.25 จึงหาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินได้ดังนี้

$$\begin{aligned}
 R_{Th} &= \left(\frac{(R_2 + R_4)R_5}{(R_2 + R_4) + R_5} \right) + R_3 + R_6 \\
 &= \left(\frac{(8\Omega + 8\Omega) \times 2\Omega}{(8\Omega + 8\Omega) + 2\Omega} \right) + 6\Omega + 2\Omega \\
 R_{Th} &= 9.78\Omega
 \end{aligned}$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



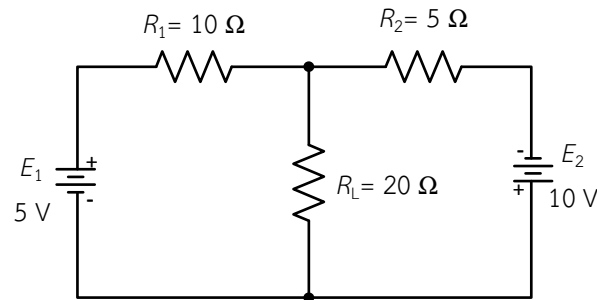
รูปที่ 13.39 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 3

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\
 &= \frac{5.72 \text{ V}}{9.78\Omega + 6\Omega} \\
 &= 0.362 \text{ A} \\
 I_L &= 362 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$\therefore$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 362$ มิลลิแอมแปร์

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

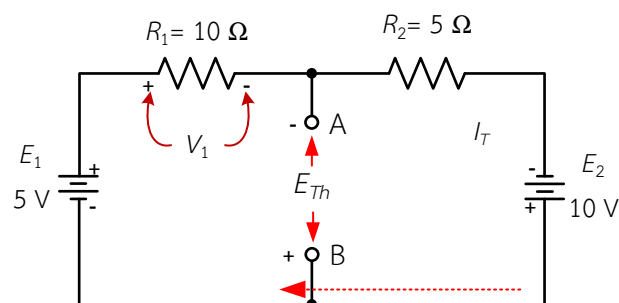
4. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 13.34 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



รูปที่ 13.34 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_1 รวมกับ E_1 นั้นเอง



รูปที่ 13.40 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

จากรูปที่ 13.12 จะได้

$$\begin{aligned}
 I_T &= \frac{E_2 + E_1}{R_1 + R_2} \\
 &= \frac{10\text{ V} + 5\text{ V}}{10\ \Omega + 5\ \Omega}
 \end{aligned}$$

$$I_T = 1\text{ A}$$

ดังนั้นจะได้

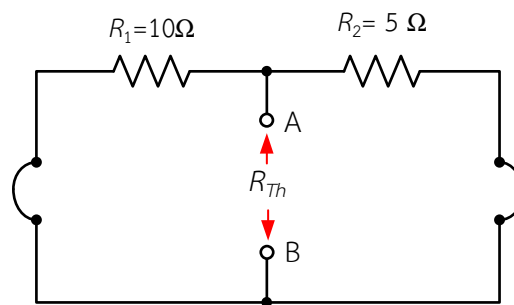
$$\begin{aligned}
 E_{Th} &= E_1 - V_1 \\
 &= E_1 - (I_T R_1)
 \end{aligned}$$

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

$$= 5\text{ V} - (1\text{ A} \times 10\ \Omega)$$

$$E_{Th} = -5\text{ V}$$

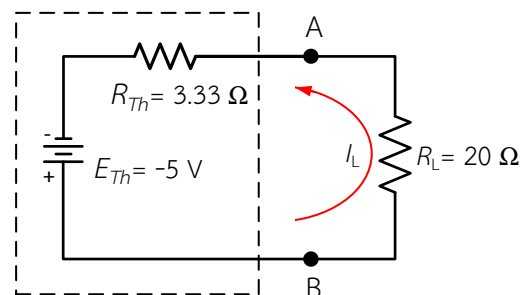
หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่จุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 13.41 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4

$$\begin{aligned}
 R_{Th} &= \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) \\
 &= \left(\frac{10\ \Omega \times 5\ \Omega}{10\ \Omega + 5\ \Omega} \right) \\
 R_{Th} &= 3.33\ \Omega
 \end{aligned}$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



รูปที่ 13.42 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 4



ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

จำนวน 4 ชั่วโมง

จะได้

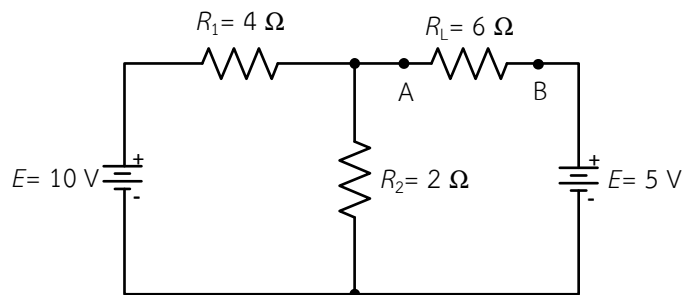
$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

$$= \frac{-5 \text{ V}}{3.33 \Omega + 20 \Omega}$$

$$I_L = -0.214 \text{ A}$$

$\therefore$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = -214$ มิลลิแอมแปร์

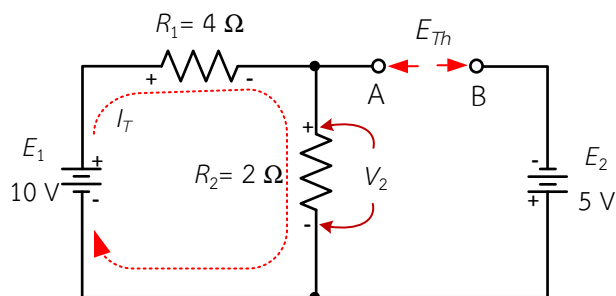
5. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 13.35 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



รูปที่ 13.35 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 5

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_2 รวมกับ E_2 นั้นเอง



รูปที่ 13.43 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

จากรูปที่ 13.12 จะได้

$$I_T = \frac{E_1}{R_1 + R_2}$$

$$= \frac{10 \text{ V}}{4 \Omega + 2 \Omega}$$

$$I_T = 1.67 \text{ A}$$

ดังนั้นจะได้

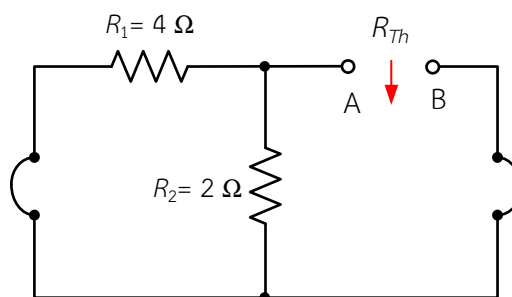
$$E_{Th} = V_1 + E_2$$

$$= (I_T R_2) + E_2$$

$$= (1.67 \text{ A} \times 2 \Omega) + 5 \text{ V}$$

$$E_{Th} = 8.34 \text{ V}$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่จุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 13.44 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.2

$$R_{Th} = \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

$$= \left(\frac{4 \Omega \times 2 \Omega}{4 \Omega + 2 \Omega} \right)$$

$$R_{Th} = 1.33 \Omega$$



ใบเฉลยแบบฝึกหัด

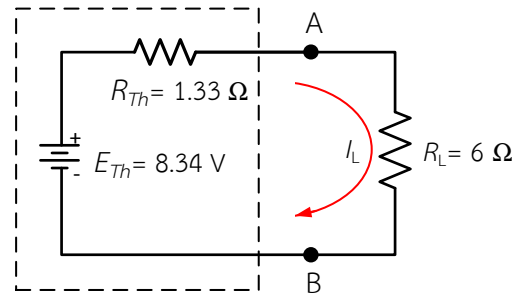
รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

จำนวน 4 ชั่วโมง

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



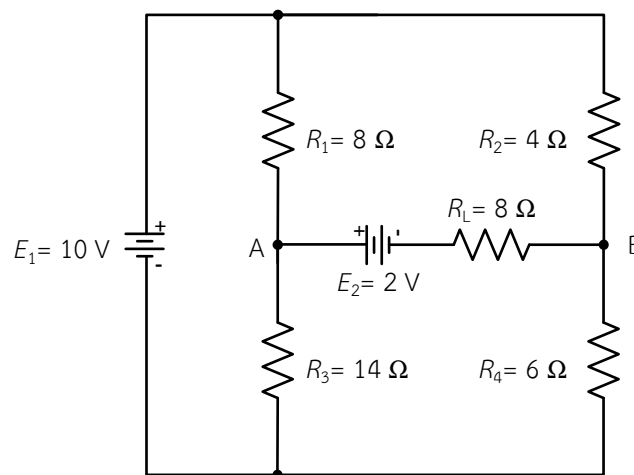
รูปที่ 13.45 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.2

จะได้

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\ &= \frac{8.34 \text{ V}}{1.33 \Omega + 6 \Omega} \\ I_L &= 1.138 \text{ A} \end{aligned}$$

∴ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 1.138$ แอมแปร์

6. จากวงจรไฟฟ้าในรูปที่ 13.36 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

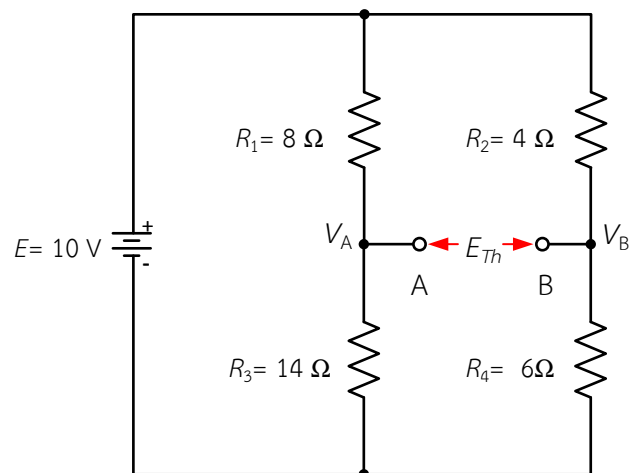


รูปที่ 13.36 แบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 6

	ใบเฉลยแบบฝึกหัด	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง

วิธีทำ

ปลด R_L และ E_2 ออกจากวงจรที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือผลการหักล้างกันแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 (V_A) และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_4 (V_B) นั่นเอง



รูปที่ 13.46 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 6 ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้าหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3 (V_A) จะได้

$$\begin{aligned}
 V_A &= E \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} \right) \\
 &= 10 \text{ V} \times \left(\frac{14 \Omega}{8 \Omega + 14 \Omega} \right) \\
 V_A &= 6.36 \text{ V}
 \end{aligned}$$

ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้าหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_4 (V_B) จะได้

$$\begin{aligned}
 V_B &= E \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4} \right) \\
 &= 10 \text{ V} \times \left(\frac{6 \Omega}{4 \Omega + 6 \Omega} \right) \\
 V_B &= 6 \text{ V}
 \end{aligned}$$



ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

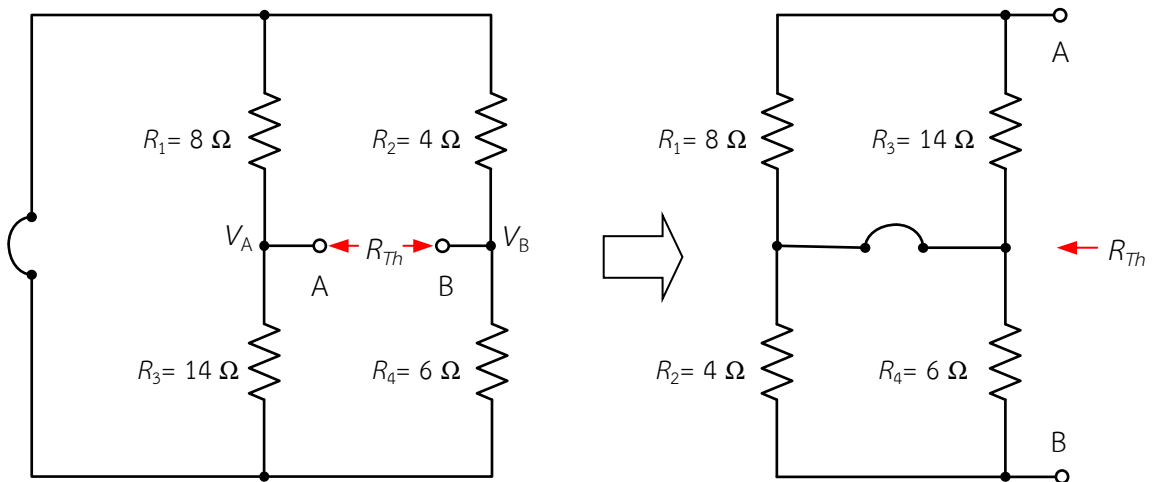
จำนวน 4 ชั่วโมง

ดังนั้นจะได้

$$\begin{aligned} E_{Th} &= V_A - V_B \\ &= 6.36 \text{ V} - 6 \text{ V} \end{aligned}$$

$$E_{Th} = 0.36 \text{ V}$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่จุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



รูปที่ 13.47 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 6

$$\begin{aligned} R_{Th} &= \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right) + \left(\frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} \right) \\ &= \left(\frac{8 \Omega \times 14 \Omega}{8 \Omega + 14 \Omega} \right) + \left(\frac{4 \Omega \times 6 \Omega}{4 \Omega + 6 \Omega} \right) \\ &= 5.09 \Omega + 2.4 \Omega \\ R_{Th} &= 7.49 \Omega \end{aligned}$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



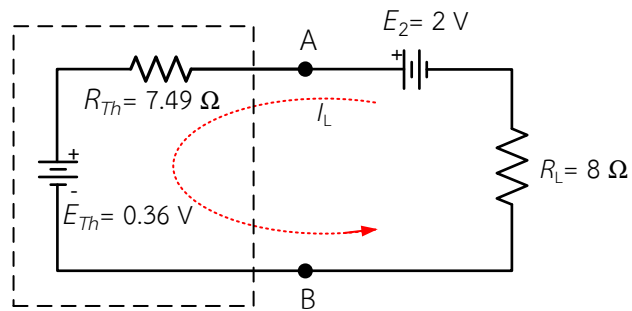
ใบเฉลยแบบฝึกหัด

รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สัปดาห์ที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

จำนวน 4 ชั่วโมง



รูปที่ 13.48 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้าตามแบบฝึกหัดตอนที่ 2 ข้อ 6

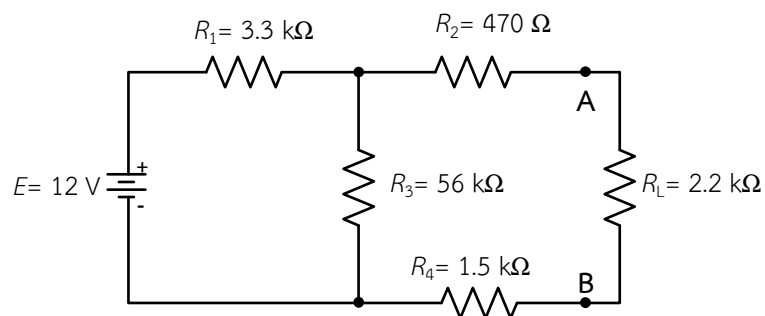
$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_2 - E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\
 &= \frac{2 \text{ V} - 0.36 \text{ V}}{7.49 \Omega + 8 \Omega} \\
 &= 0.106 \text{ A} \\
 I_L &= 106 \text{ mA}
 \end{aligned}$$

$\therefore$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 106$ มิลลิแอมแปร์

	เฉลยใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	

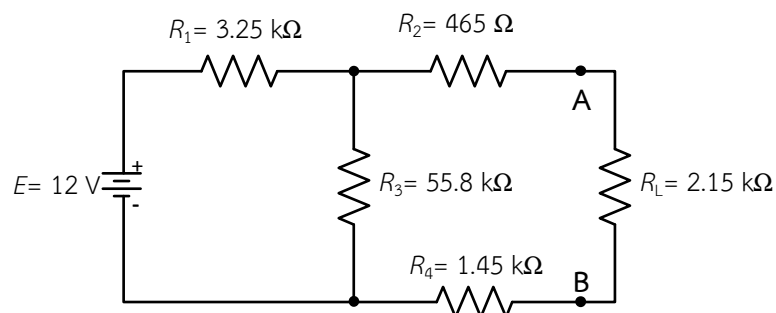
ลำดับขั้นตอนการทดลอง

8. นำค่าความต้านทานที่ได้จากการวัดคำนวณหาค่า E_{Th} , R_{Th} , I_L และ V_L บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.1



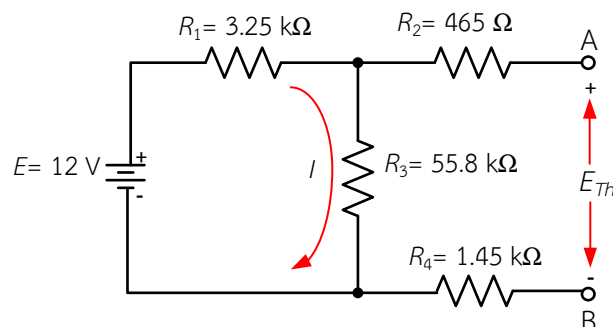
รูปที่ 13.8 วงจรการทดลองตามวงจรการทดลองใบงานที่ 13

วิธีทำ



รูปที่ 13.14 วงจรการทดลองที่นำค่าความต้านทานที่ได้จากการวัดมาคำนวณตามวงจรการทดลองใบงานที่ 13

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_3



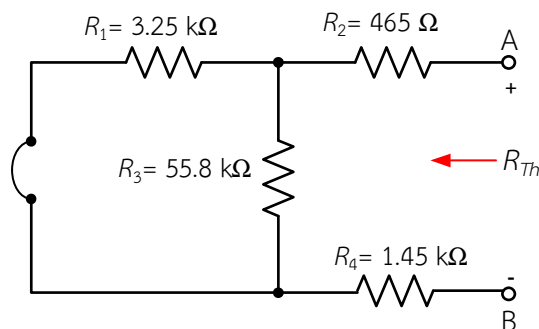
รูปที่ 13.15 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามวงจรการทดลองใบงานที่ 13

	เฉลยใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	

ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้า จะได้

$$\begin{aligned}
 E_{Th} &= \left(\frac{E}{R_1 + R_3} \right) R_3 \\
 &= \left(\frac{12 \text{ V}}{3.25 \text{ k}\Omega + 55.8 \text{ k}\Omega} \right) \times 55.8 \text{ k}\Omega \\
 E_{Th} &= 11.34 \text{ V}
 \end{aligned}$$

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

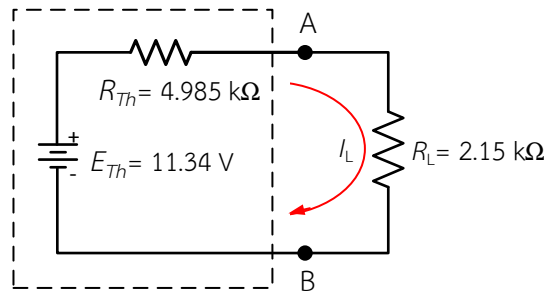


รูปที่ 13.16 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามวงจรการทดลองใบงานที่ 13

$$\begin{aligned}
 R_{Th} &= \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right) + R_2 + R_4 \\
 &= \left(\frac{3.25 \text{ k}\Omega \times 55.8 \text{ k}\Omega}{3.25 \text{ k}\Omega + 55.8 \text{ k}\Omega} \right) + 465 \Omega + 1.45 \text{ k}\Omega \\
 R_{Th} &= 4.986 \text{ k}\Omega
 \end{aligned}$$

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

	เฉลยใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	



รูปที่ 13.17 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B

$$\begin{aligned}
 I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\
 &= \frac{11.34 \text{ V}}{4.985 \text{ k}\Omega + 2.15 \text{ k}\Omega} \\
 &= 0.001589 \text{ A}
 \end{aligned}$$

$$I_L = 1.589 \text{ mA}$$

∴ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 1.589$ มิลลิแอมแปร์

$$\begin{aligned}
 V_L &= I_L R_L \\
 &= 1.589 \text{ mA} \times 2.15 \text{ k}\Omega \\
 &= 3.416 \text{ V}
 \end{aligned}$$

∴ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม $R_L = 3.416$ โวลต์

ตารางที่ 13.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลองจาก	R_1	R_2	R_3	R_4	R_L	R_{Th}	หน่วย
การวัด	3.25	465Ω	55.8	1.45	2.15	4.99	kΩ
การคำนวณ	-	-	-	-	-	4.986	kΩ
ผลการทดลองจาก	I_L (ข้อที่ 5)			I_L (ข้อที่ 7)		หน่วย	
การวัด	1.58			1.59		mA	
การคำนวณ	-			1.589		mA	
ผลการทดลองจาก	V_L (ข้อที่ 5)		V_L (ข้อที่ 7)		E	E_{Th}	หน่วย
การวัด	3.45		3.42		12	11.34	V
การคำนวณ	3.397		3.416		-	11.34	V

	เลขใบงานที่ 13		
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง		สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน		4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน		

หมายเหตุ ผลที่ได้จากการทดลองควรมีค่าใกล้เคียงกับในตารางอาจมีความแตกต่างได้ขึ้นอยู่กับความผิดพลาดของค่าอุปกรณ์ และเครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

ทฤษฎีของเทเวนินเป็นทฤษฎีที่ใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่มีความยุ่งยากซับซ้อน โดยสามารถยุบวงจรที่ยุ่งยากให้เหลือเป็นวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่มีเพียงแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าหนึ่งตัวต่ออนุกรมกับตัวต้านทานหนึ่งตัว การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่สนใจ มีขั้นตอนคือ ปลดตัวต้านทานที่ต้องการหากระแสไฟฟ้าไหลผ่านออกจากวงจร จากนั้นหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนินที่ตกคร่อม ณ จุดที่ปลดตัวต้านทานออกแล้วหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน โดยมองจากจุดที่ปลดตัวต้านทานออกโดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวหากมีแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าทุกตัว จากนั้นเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน โดยใช้ค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน และความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน จากที่คำนวณได้ จากนั้นนำตัวต้านทานที่ได้ปลดออกในตอนแรกมาต่ออนุกรมกับตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานเทียบเท่าเทเวนิน แล้วจึงใช้กฎของโอห์มคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานและแรงดันตกคร่อม

คำถามท้ายการทดลอง

1. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L (I_L)$ และค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม $R_L (V_L)$ ของวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ตามรูปที่ 13.13 กับวงจรเดิมตามรูปที่ 13.11 มีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ผลการทดลองจาก	I_L (ข้อที่ 5)	I_L (ข้อที่ 7)	หน่วย
การวัด	1.58	1.59	mA

ผลการทดลองจาก	V_L (ข้อที่ 5)	V_L (ข้อที่ 7)	หน่วย
การวัด	3.45	3.42	V

มีค่าเท่ากัน หรือแตกต่างกันเล็กน้อยเพราะขั้นตอนการปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ให้มีค่าเท่ากับค่า R_{Th} มีโอกาสคลาดเคลื่อนเนื่องจากการปรับในแต่ละรอบการหมุนค่ายังไม่ละเอียดพอ

	เฉลยใบงานที่ 13	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	

2. ค่า E_{Th} ที่ได้จากการคำนวณและจากการวัดมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ผลการทดลองจาก	E_{Th}	หน่วย
การวัด	11.34	V
การคำนวณ	11.34	V

มีค่าเท่ากัน หรือแตกต่างกันเล็กน้อยเพราะขั้นตอนการคำนวณถ้านำค่าความต้านทานตามวงจรเริ่มต้น จะไม่ใช่ค่าจริงเพราะตัวต้านทานมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดอยู่ทุกตัว แต่ถ้านำค่าตัวต้านทานที่วัดเอาค่าจริงมา คำนวณค่าที่ได้จะมีค่าเท่ากับที่วัดได้

3. ค่า R_{Th} ที่ได้จากการคำนวณและจากการวัดมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร

ผลการทดลองจาก	R_{Th}	หน่วย
การวัด	4.99	kΩ
การคำนวณ	4.986	kΩ

มีค่าเท่ากัน หรือแตกต่างกันเล็กน้อยเพราะขั้นตอนการคำนวณถ้านำค่าความต้านทานตามวงจรเริ่มต้น จะไม่ใช่ค่าจริงเพราะตัวต้านทานมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดอยู่ทุกตัว แต่ถ้านำค่าตัวต้านทานที่วัดเอาค่าจริงมา คำนวณค่าที่ได้จะมีค่าเท่ากับที่วัดได้



ใบเฉลยแบบทดสอบก่อนเรียน - หลังเรียน

รหัสวิชา 2104-2002 วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

หน่วยที่ 16

หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน

จำนวน 10 ข้อ

ก่อนเรียน

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

หลังเรียน

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

	ใบสรุปการประเมินผล	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	4 ชั่วโมง

ชื่อ-สกุล.....ชั้น.....กลุ่ม.....

รายการประเมินผล	คะแนนเต็ม	คะแนนที่ได้
1. แบบทดสอบก่อนเรียน	10	
2. ใบแบบฝึกหัด	70	
3. ใบงาน	75	
4. แบบทดสอบหลังเรียน	10	
5. คุณธรรม จริยธรรม	30	
รวมคะแนน	195	

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

หน่วยที่ 13 :

ทฤษฎีเทเวนิน

(THVENIN'S THEOREM)

วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัส 2104-2002

1

จุดประสงค์ทั่วไป

เพื่อให้นักเรียนมีความรู้ และเข้าใจการใช้ทฤษฎีของเทเวณินในการ
แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกหลักการทฤษฎีของเทเวณินได้
2. อธิบายขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวณินได้
3. คำนวณหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวณินได้
4. คำนวณหาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวณินได้
5. คำนวณหากะแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดด้วยทฤษฎีของเทเวณินได้

สาระการเรียนรู้

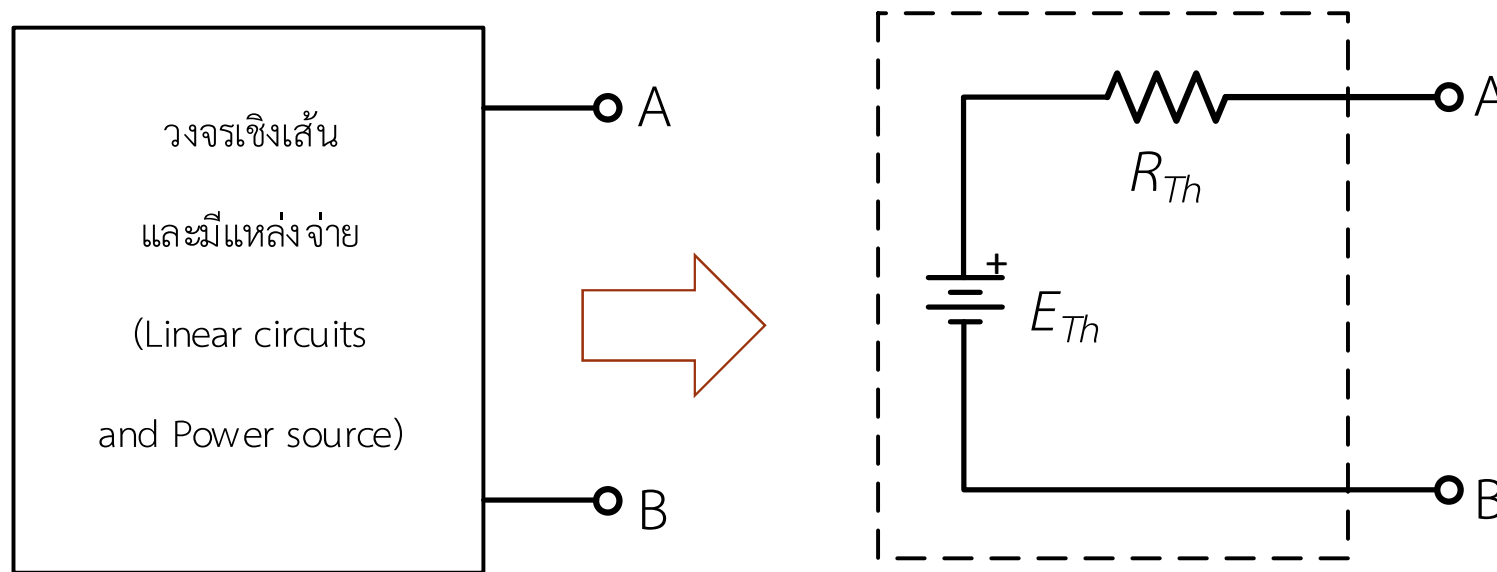
13.1 ทฤษฎีของเทเวนิน

13.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน

13.3 การแก้ปัญหาคircuit วงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน

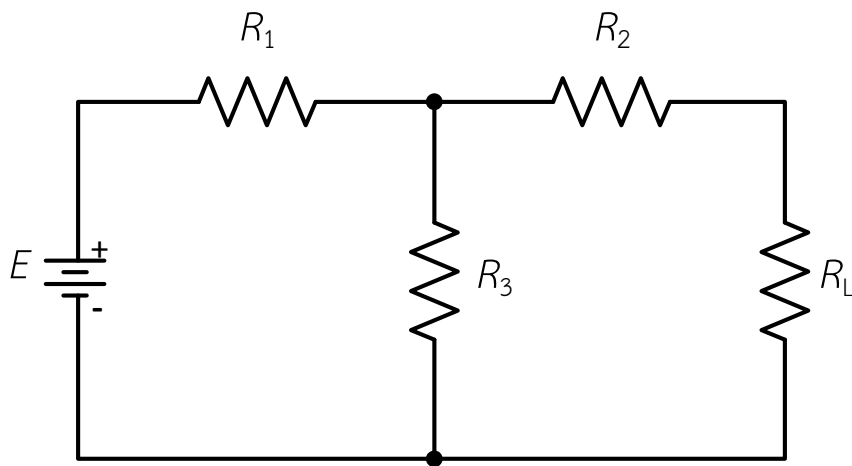
13.1 ทฤษฎีของเทเวนิน (THVENIN'S THEOREM)

“ในวงจรไฟฟ้าแบบเชิงเส้น (Linear Circuit) ใด ๆ ที่มีแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าต่ออยู่ด้วย สามารถยุบให้อยู่ในรูปของแหล่งจ่ายแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) เพียงแหล่งจ่ายเดียวได้ ต่อกับอนุกรมกับความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) 1 ตัว โดยมีปลาย 2 ขั้วต่อกับโหลดภายนอก” เรียกว่า วงจรเทียบเคียงเทเวนิน (Thvenin's Equivalent Circuit) ดังรูป

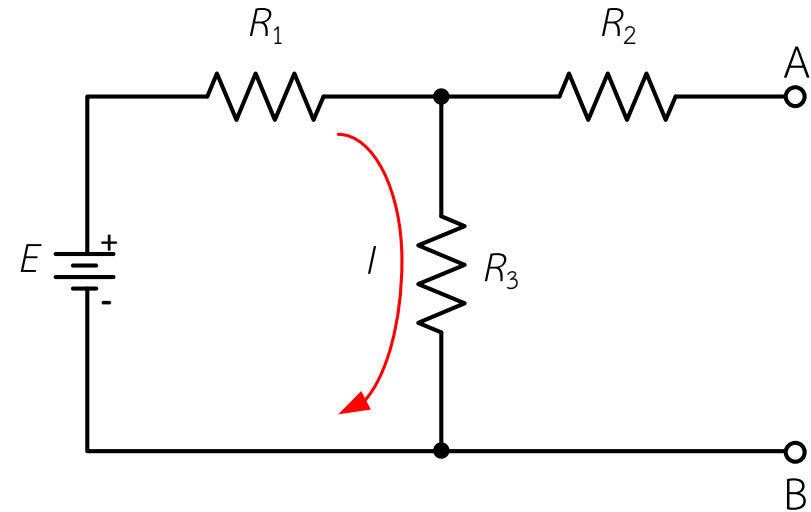
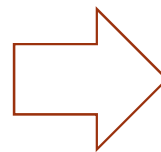


รูปที่ 13.1 วงจรเทียบเคียงเทเวนิน

13.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน



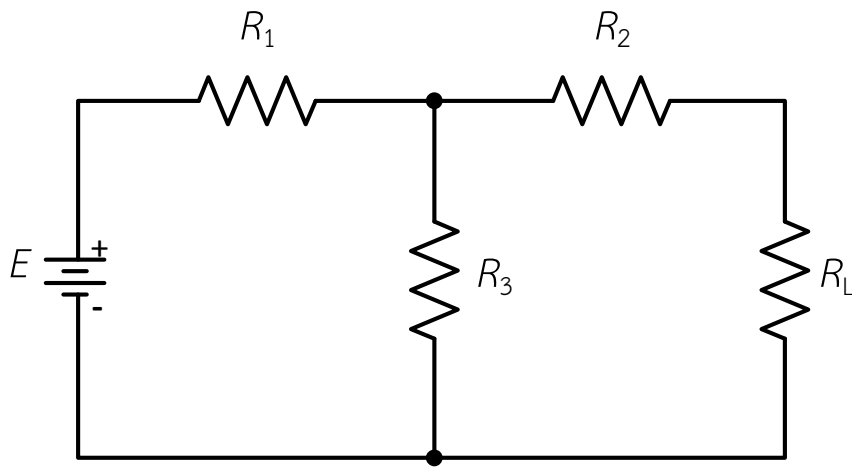
รูปที่ 13.2 วงจรไฟฟ้า



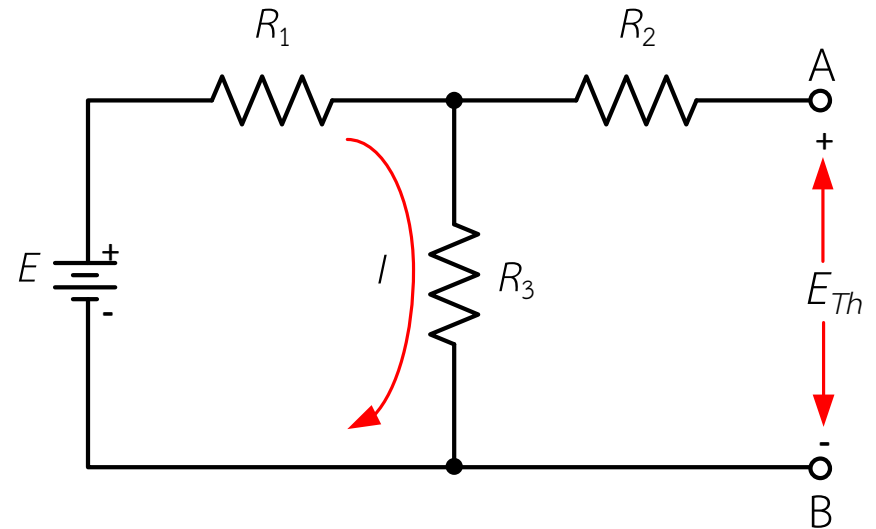
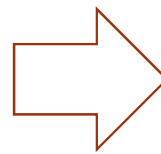
รูปที่ 13.3 แสดงวงจรที่ปลด R_L

1. ปลด R_L ออกจากวงจร กำหนดสัญลักษณ์ที่ขั้วที่เปิดวงจรออกเป็น จุด A และ B

13.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน



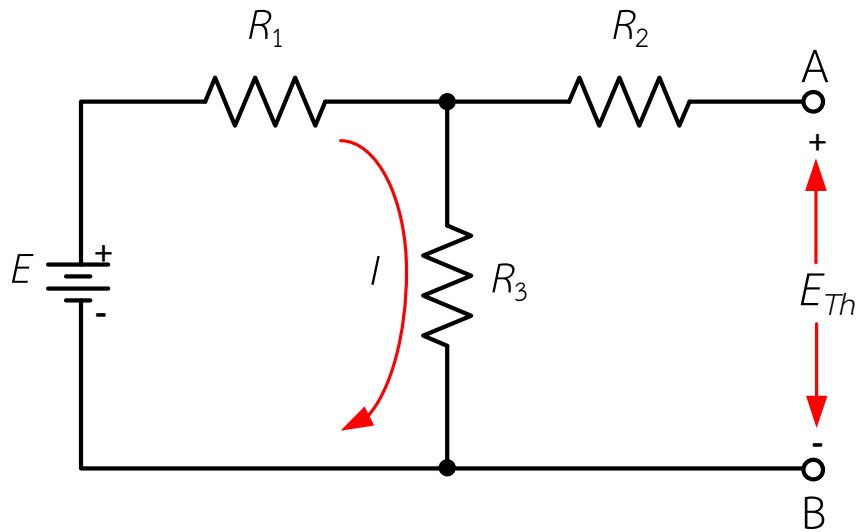
รูปที่ 13.2 วงจรไฟฟ้า



รูปที่ 13.4 แสดงการหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน

2. คำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B

13.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน



$$I = \frac{E}{R_1 + R_3} \dots\dots\dots(13-1)$$

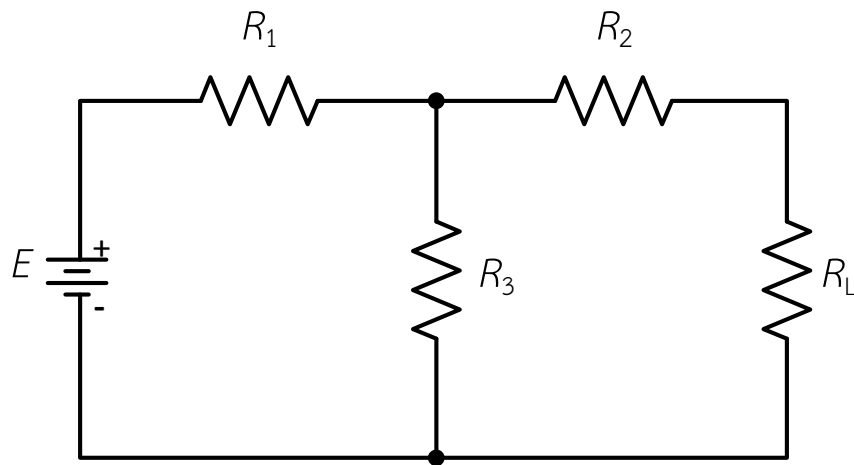
$$E_{Th} = IR_3 \dots\dots\dots(13-2)$$

หรือนำสมการที่ (13-1) แทนในสมการที่(13-2) จะได้

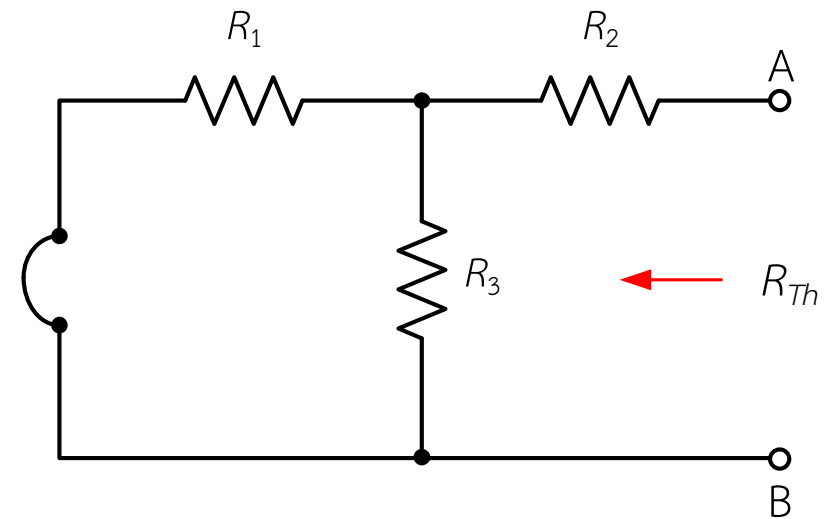
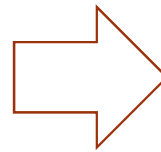
$$E_{Th} = \left(\frac{E}{R_1 + R_3} \right) R_3 \dots\dots\dots (13-3)$$

สมการที่ (13-3) เป็นสมการที่ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้า

13.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิ



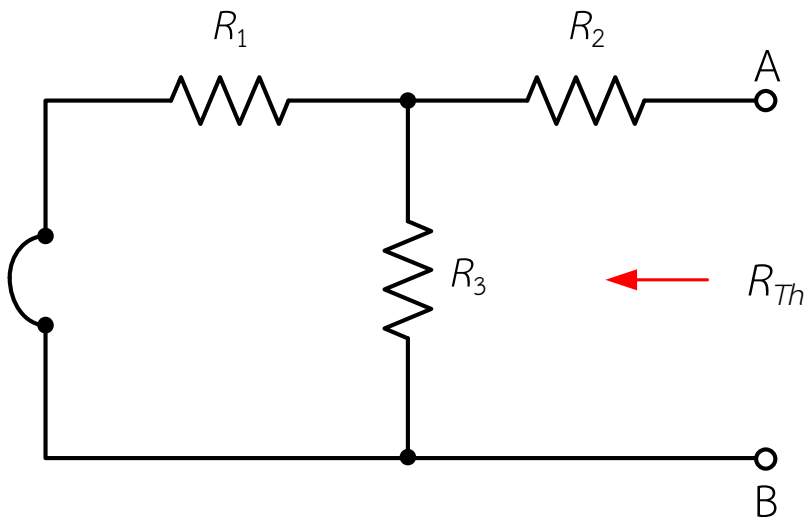
รูปที่ 13.2 วงจรไฟฟ้า



รูปที่ 13.5 แสดงการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิ

3. หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิ (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวที่มีในวงจร (หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร)

13.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน



$$R_{Th} = \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right) + R_2 \quad \dots\dots\dots(13-4)$$

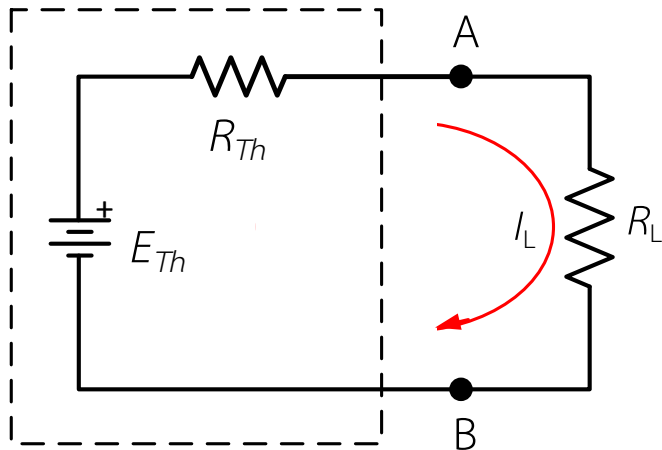
รูปที่ 13.5 แสดงการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน(R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวที่มีในวงจร (หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร)

13.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนิน

4. นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน

ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B จากนั้นคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

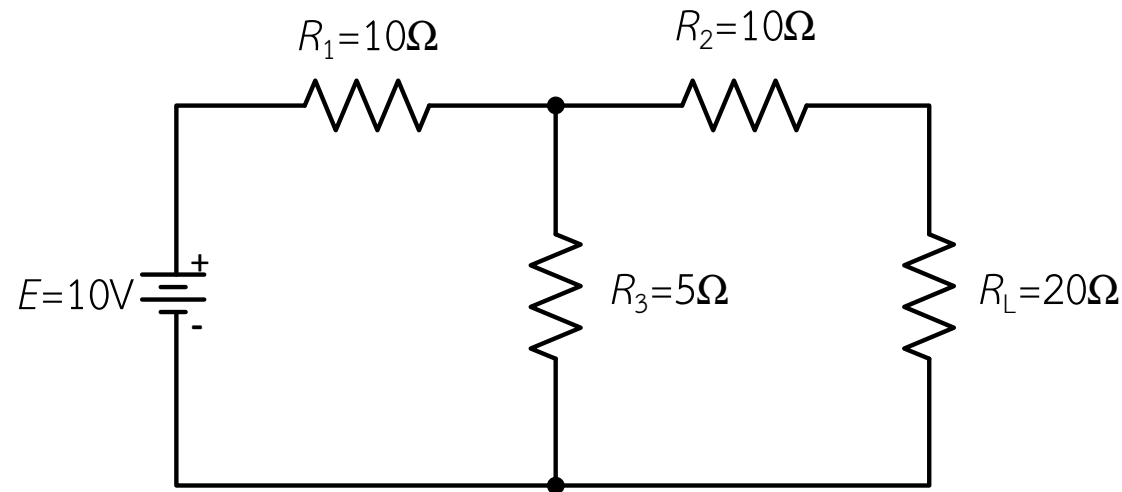


$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \dots\dots\dots(13-5)$$

รูปที่ 13.6 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน

ตัวอย่างที่ 13.1 จากวงจรในรูปที่ 13.7 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L



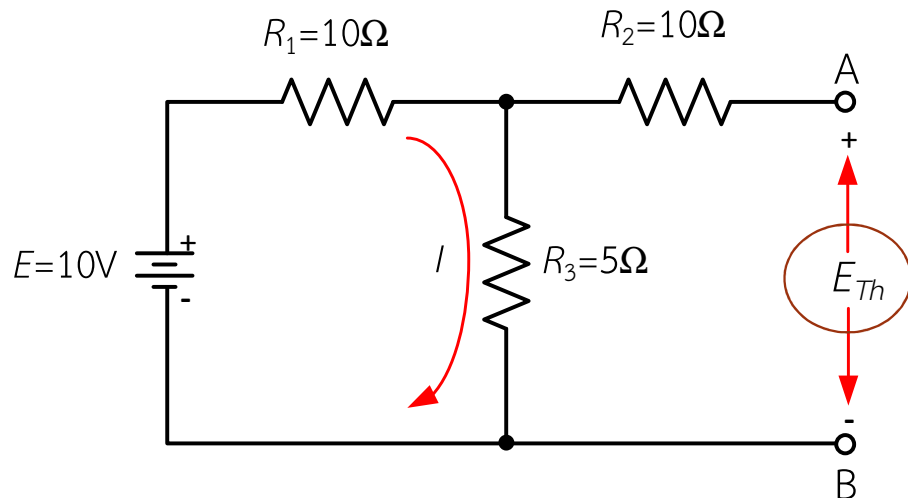
รูปที่ 13.7 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1

13.3 การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B

ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้า จะได้



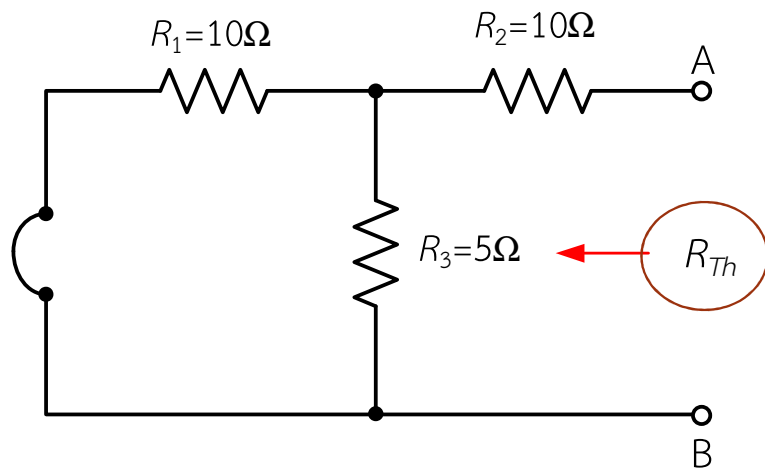
$$E_{Th} = \left(\frac{E}{R_1 + R_3} \right) R_3$$
$$= \left(\frac{10 \text{ V}}{10 \Omega + 5 \Omega} \right) \times 5 \Omega = 3.33 \text{ V}$$

รูปที่ 13.8 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1

ตัวอย่างที่ 13.1 (ต่อ)

13.3 การแก้ปัญหาลำโพงวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B
โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า

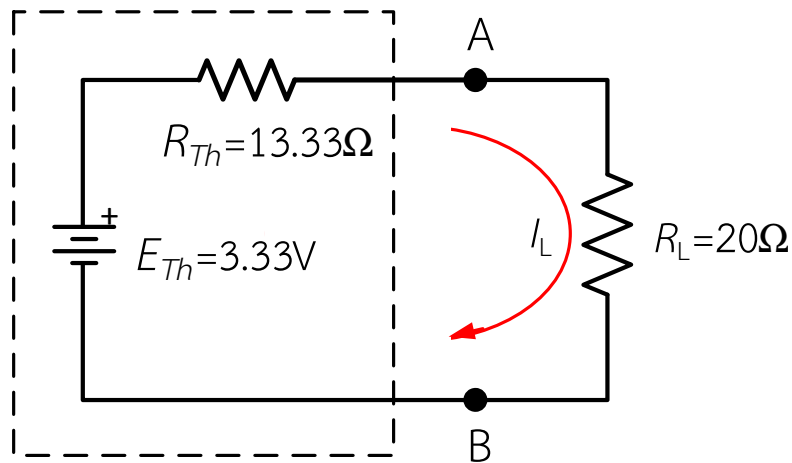


$$\begin{aligned} R_{Th} &= \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right) + R_2 \\ &= \left(\frac{10\Omega \times 5\Omega}{10\Omega + 5\Omega} \right) + 10\Omega = 13.33\Omega \end{aligned}$$

รูปที่ 13.9 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน



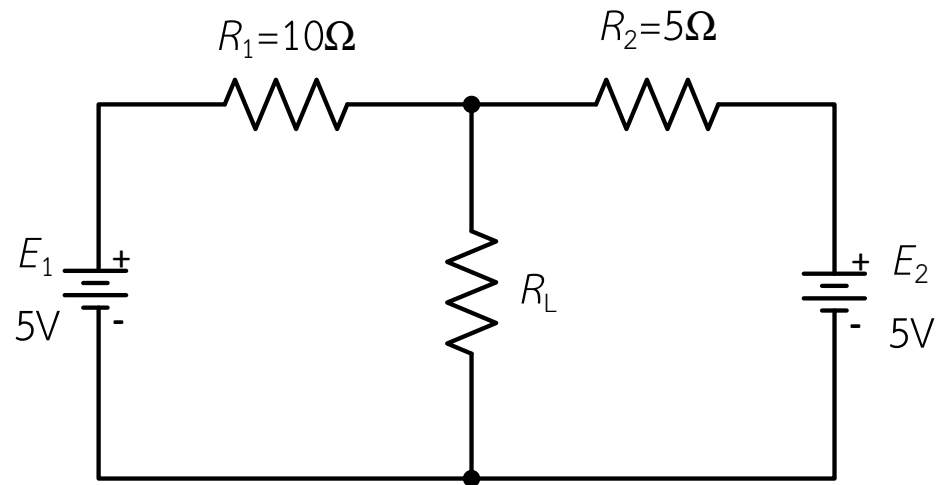
$$\begin{aligned} I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\ &= \frac{3.33 \text{ V}}{13.33 \Omega + 20 \Omega} = 0.099 \text{ A} = 99 \text{ mA} \\ \therefore \text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน } R_L &= 99 \text{ มิลลิแอมแปร์} \end{aligned}$$

รูปที่ 13.10 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B
ของวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.1

ตัวอย่างที่ 13.1 (ต่อ)

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน

ตัวอย่างที่ 13.2 จากวงจรในรูปที่ 13.11 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L เมื่อ R_L มีค่าเป็น $4\ \Omega$, $8\ \Omega$, $15\ \Omega$

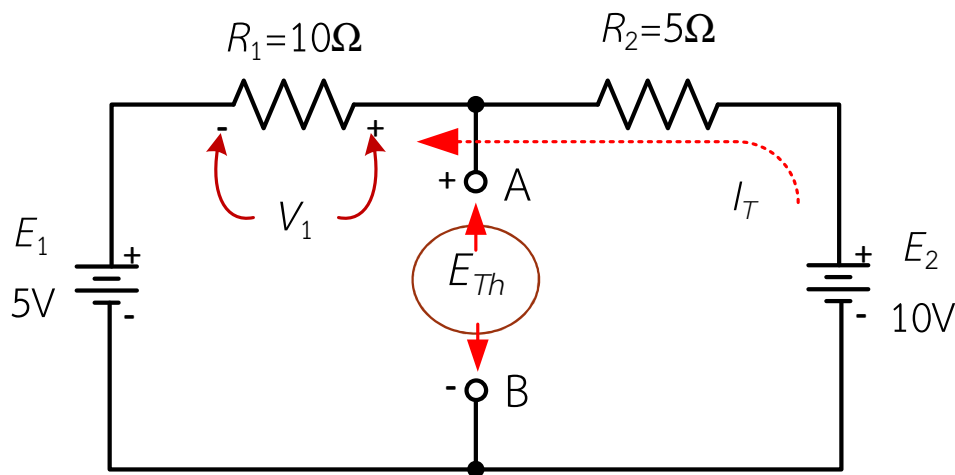


รูปที่ 13.11 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.2

13.3 การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B



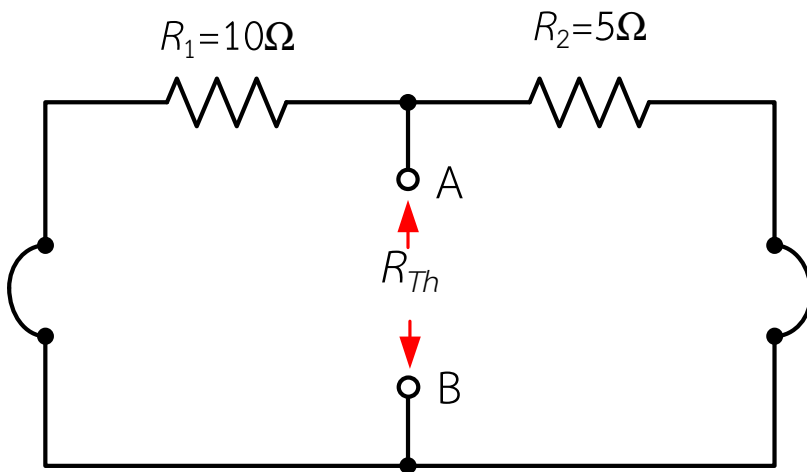
$$\begin{aligned} I_T &= \frac{E_2 - E_1}{R_1 + R_2} \\ &= \frac{10\text{ V} - 5\text{ V}}{10\Omega + 5\Omega} = 0.33\text{ A} \end{aligned}$$

ดังนั้นจะได้

$$\begin{aligned} E_{Th} &= V_1 + E_1 \\ &= (I_T R_1) + E_1 \\ &= (0.33\text{ A} \times 10\Omega) + 5\text{ V} = 8.3\text{ V} \end{aligned}$$

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

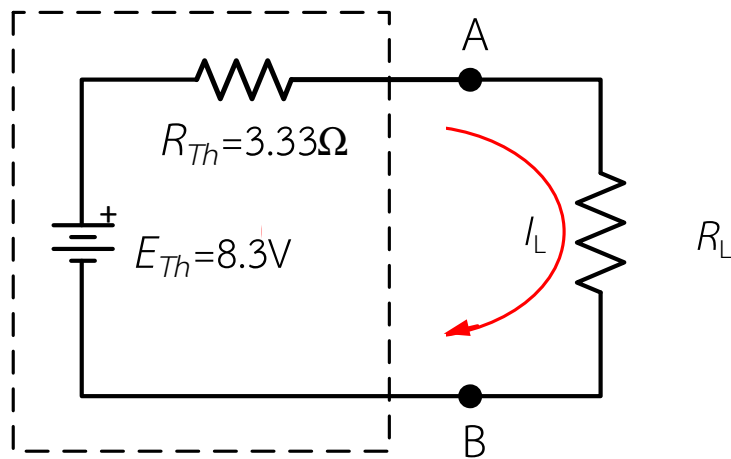
หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B
โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



$$\begin{aligned} R_{Th} &= \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right) \\ &= \left(\frac{10\Omega \times 5\Omega}{10\Omega + 5\Omega} \right) = 3.33\Omega \end{aligned}$$

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน



จะได้
$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

เมื่อ $R_L = 4 \Omega$

$$= \frac{8.3 \text{ V}}{3.33 \Omega + 4 \Omega} = 1.14 \text{ A}$$

เมื่อ $R_L = 8 \Omega$

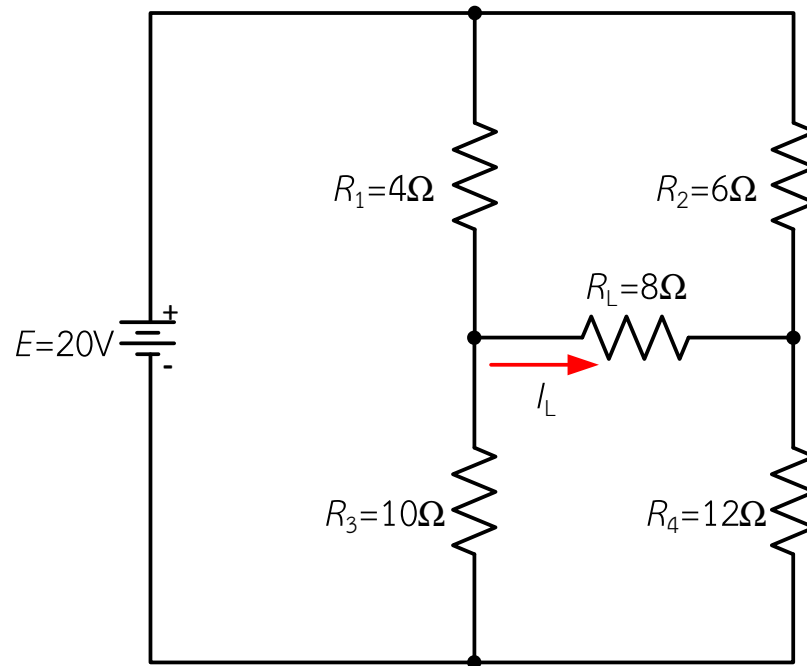
$$= \frac{8.3 \text{ V}}{3.33 \Omega + 8 \Omega} = 0.733 \text{ A} = 733 \text{ mA}$$

เมื่อ $R_L = 15 \Omega$

$$= \frac{8.3 \text{ V}}{3.33 \Omega + 15 \Omega} = 0.453 \text{ A} = 453 \text{ mA}$$

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน

ตัวอย่างที่ 13.3 จากวงจรในรูปที่ 13.15 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

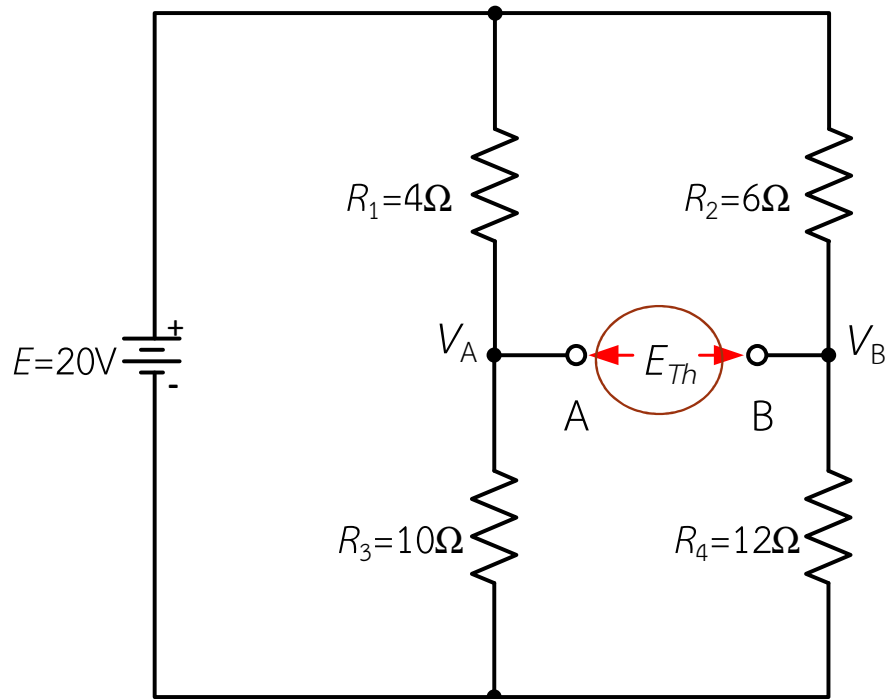


รูปที่ 13.15 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.3

13.3 การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B



ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้า

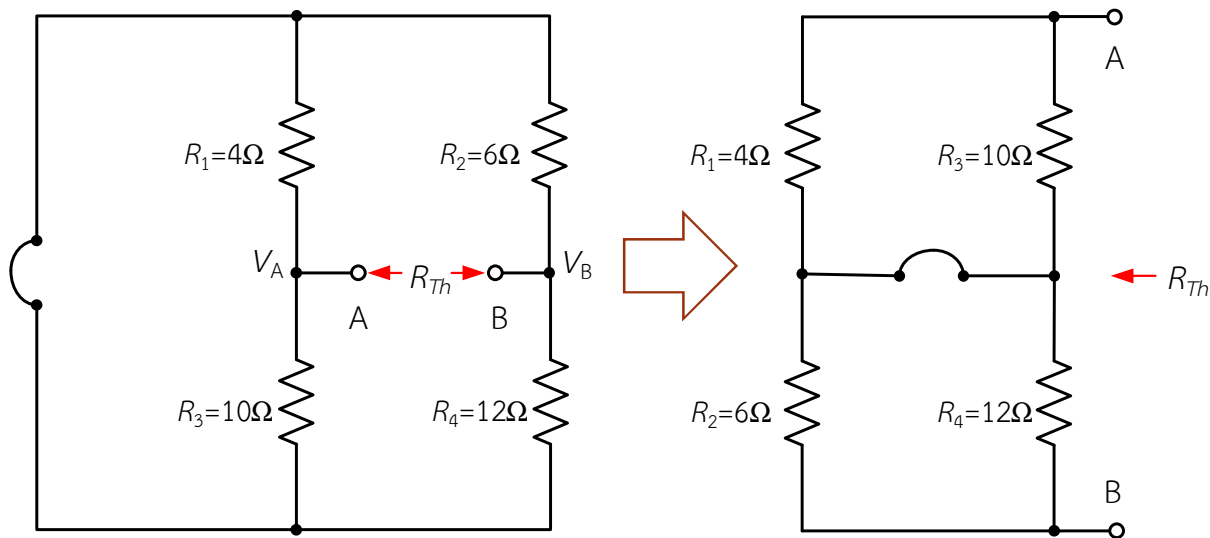
$$V_A = E \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} \right) = 20\text{V} \times \left(\frac{10\Omega}{10\Omega + 4\Omega} \right) = 14.29\text{V}$$

$$V_B = E \left(\frac{R_4}{R_2 + R_4} \right) = 20\text{V} \times \left(\frac{12\Omega}{12\Omega + 6\Omega} \right) = 13.33\text{V}$$

$$\begin{aligned} E_{Th} &= V_A - V_B \\ &= 14.29\text{V} - 13.33\text{V} \\ &= 0.96\text{V} \end{aligned}$$

13.3 การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

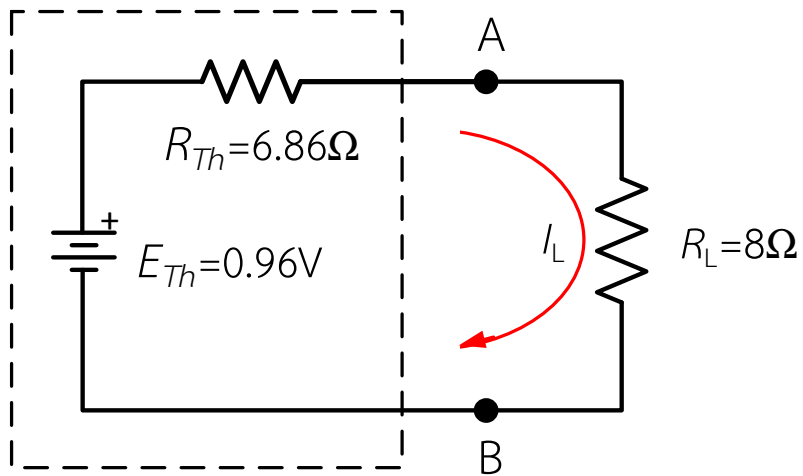
หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B
โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



$$\begin{aligned} R_{Th} &= \left(\frac{R_1 R_3}{R_1 + R_3} \right) + \left(\frac{R_2 R_4}{R_2 + R_4} \right) \\ &= \left(\frac{4 \Omega \times 10 \Omega}{4 \Omega + 10 \Omega} \right) + \left(\frac{6 \Omega \times 12 \Omega}{6 \Omega + 12 \Omega} \right) \\ &= 2.86 \Omega + 4 \Omega \\ &= 6.86 \Omega \end{aligned}$$

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน



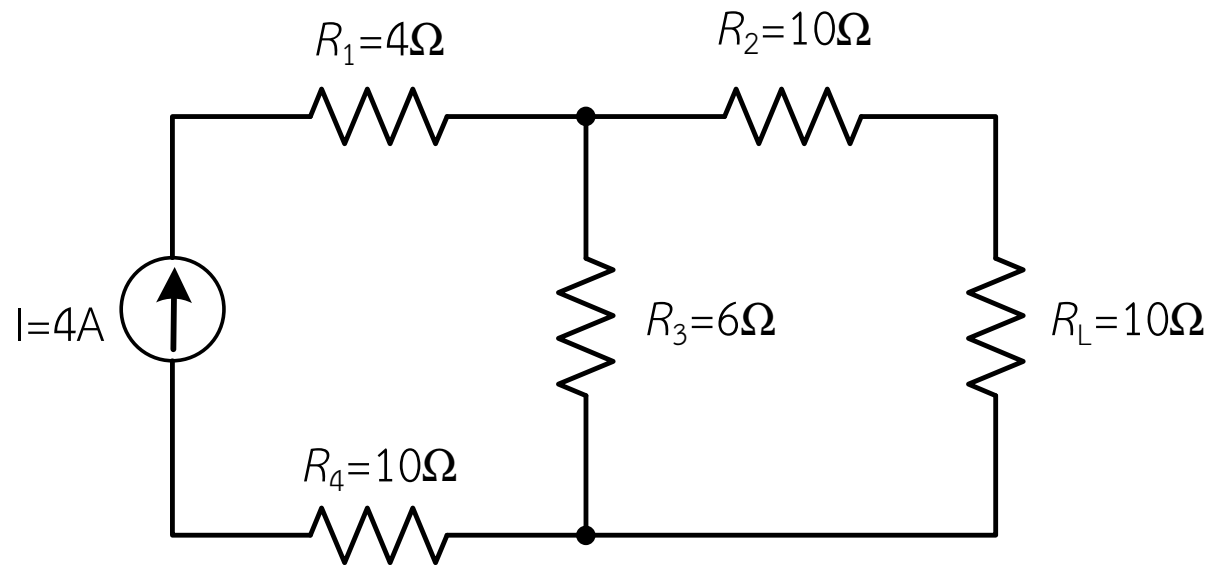
จะได้
$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\ &= \frac{0.96 \text{ V}}{6.86 \Omega + 8 \Omega} = 0.065 \text{ A} = 65 \text{ mA} \end{aligned}$$

$\therefore$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 65$ มิลลิแอมแปร์

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน

ตัวอย่างที่ 13.4 จากวงจรในรูปที่ 13.19 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

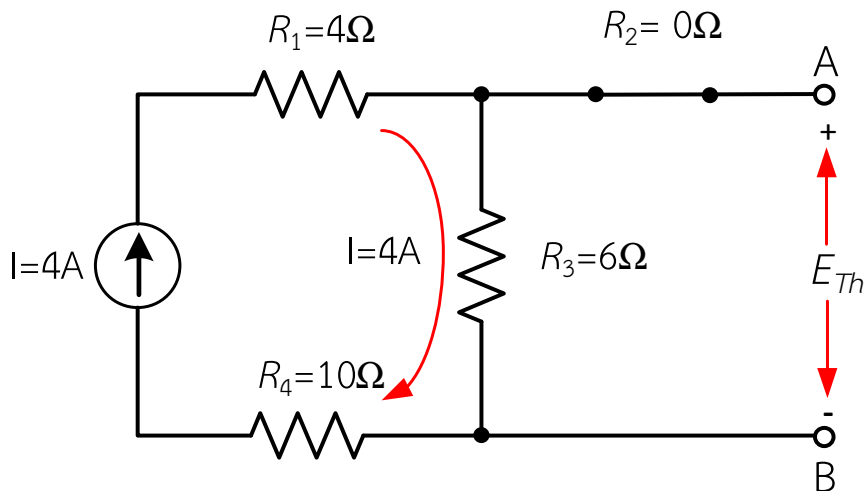


รูปที่ 13.19 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.4

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

วิธีทำ

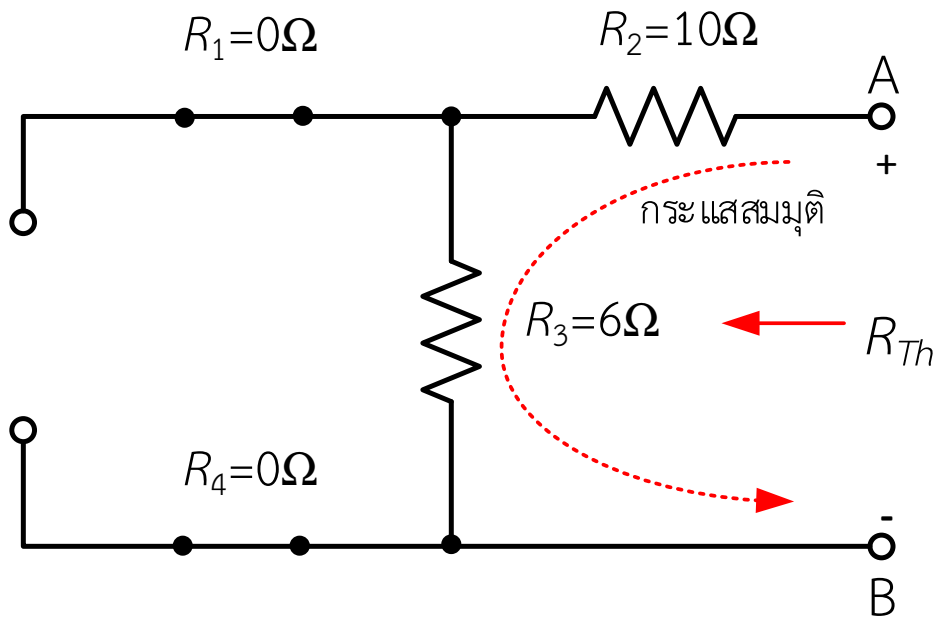
ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B



$$\begin{aligned} E_{Th} &= I \times R_3 \\ &= 4A \times 6\Omega = 24V \end{aligned}$$

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

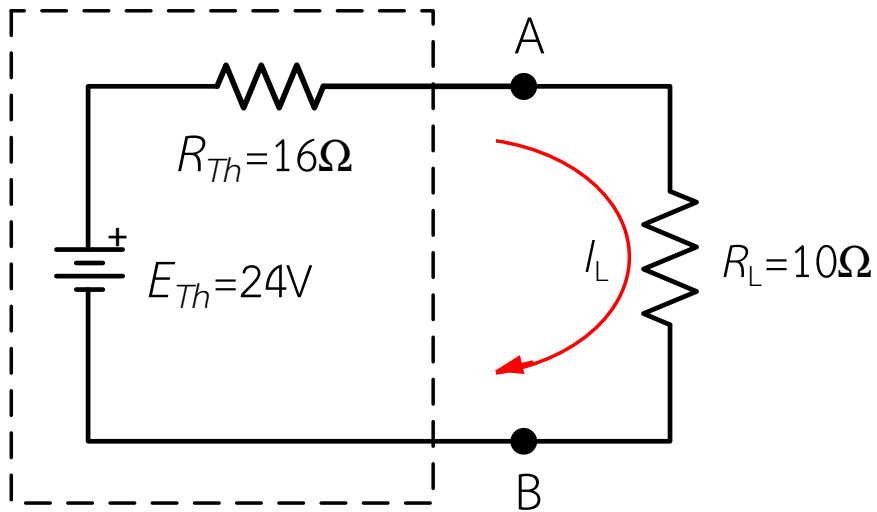
หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B
โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



$$\begin{aligned} R_{Th} &= R_2 + R_3 \\ &= 10\Omega + 6\Omega = 16\Omega \end{aligned}$$

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน



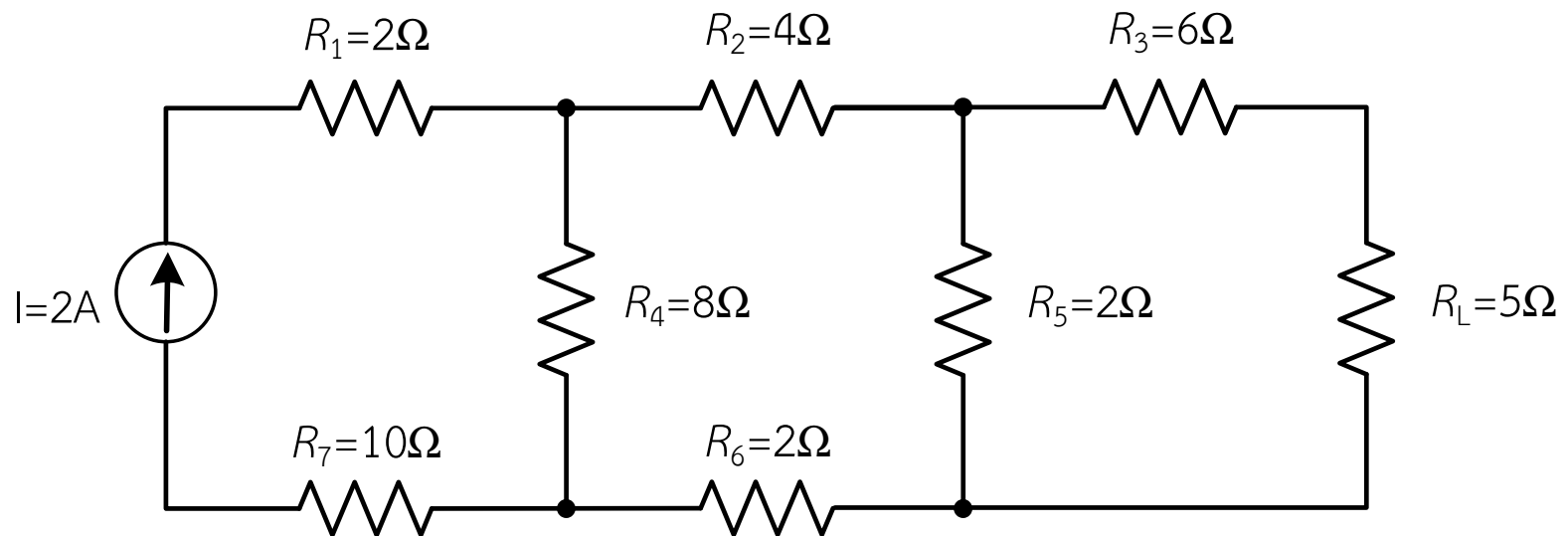
จะได้
$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\ &= \frac{24 \text{ V}}{16 \Omega + 10 \Omega} = 0.923 \text{ A} = 923 \text{ mA} \end{aligned}$$

∴ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L = 923 มิลลิแอมแปร์

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

ตัวอย่างที่ 13.5 จากวงจรในรูปที่ 10.15 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

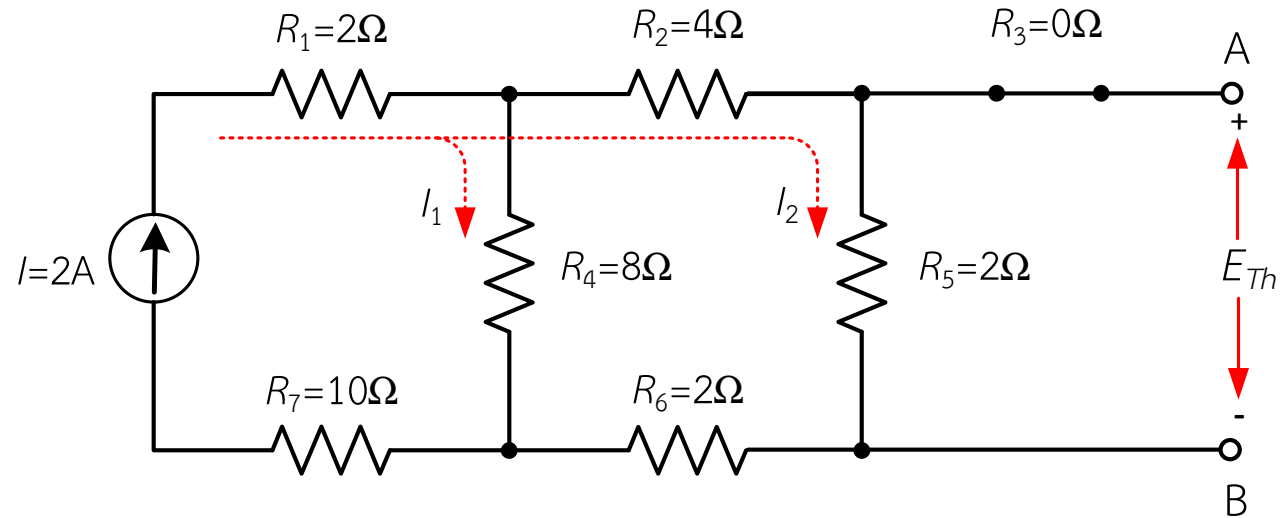


รูปที่ 13.23 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 10.5

13.3 การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B

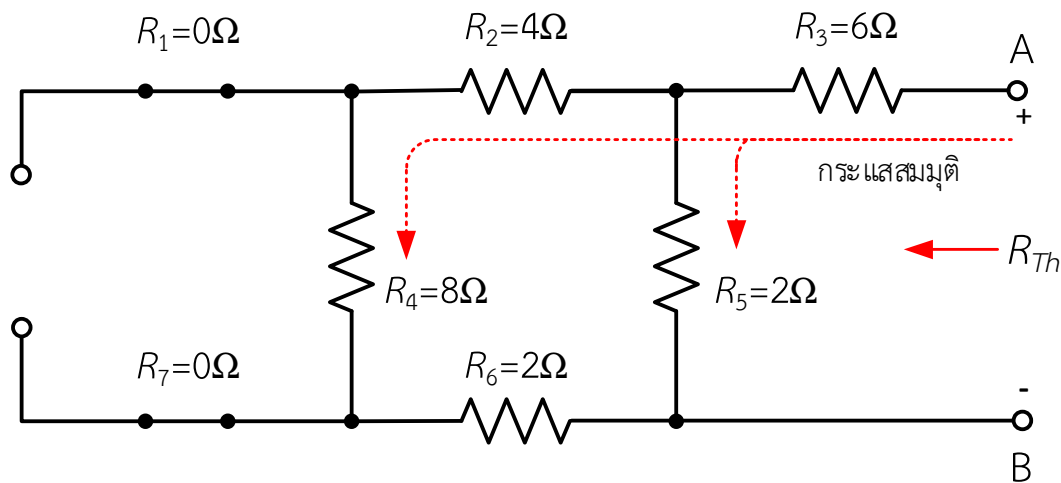


$$I_2 = I \left(\frac{R_4}{R_4 + (R_2 + R_5 + R_6)} \right)$$
$$= 2\text{ A} \left(\frac{8\Omega}{8\Omega + (4\Omega + 2\Omega + 2\Omega)} \right) = 1\text{ A}$$

$$E_{Th} = I_2 R_5$$
$$= 1\text{ A} \times 5\Omega = 5\text{ V}$$

13.3 การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

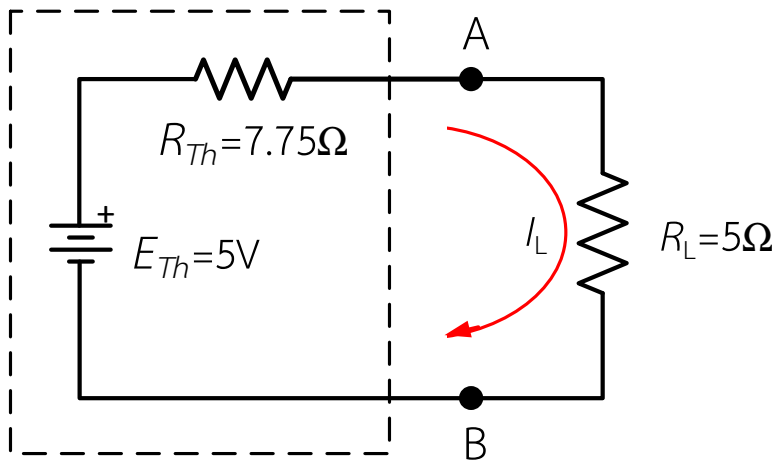
หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B
โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



$$\begin{aligned} R_{Th} &= \left(\frac{(R_2 + R_4 + R_6)R_5}{(R_2 + R_4 + R_6) + R_5} \right) + R_3 \\ &= \left(\frac{(4\Omega + 8\Omega + 2\Omega) \times 2\Omega}{(4\Omega + 8\Omega + 2\Omega) + 2\Omega} \right) + 6\Omega \\ &= 7.75\Omega \end{aligned}$$

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน



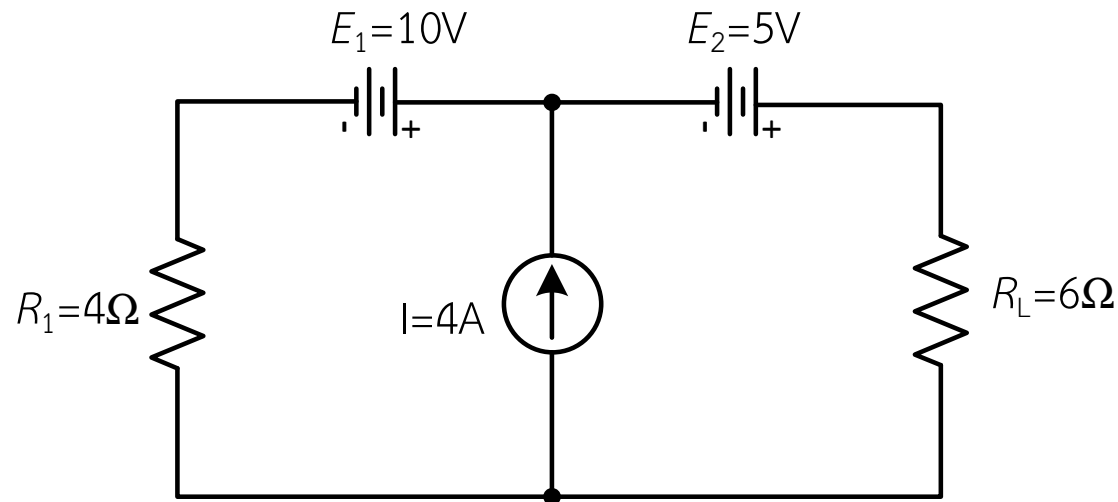
จะได้
$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\ &= \frac{5V}{7.75\Omega + 5\Omega} = 0.392 A = 392 \text{ mA} \end{aligned}$$

$\therefore$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 392$ มิลลิแอมแปร์

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน

ตัวอย่างที่ 13.6 จากวงจรในรูปที่ 13.27 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L

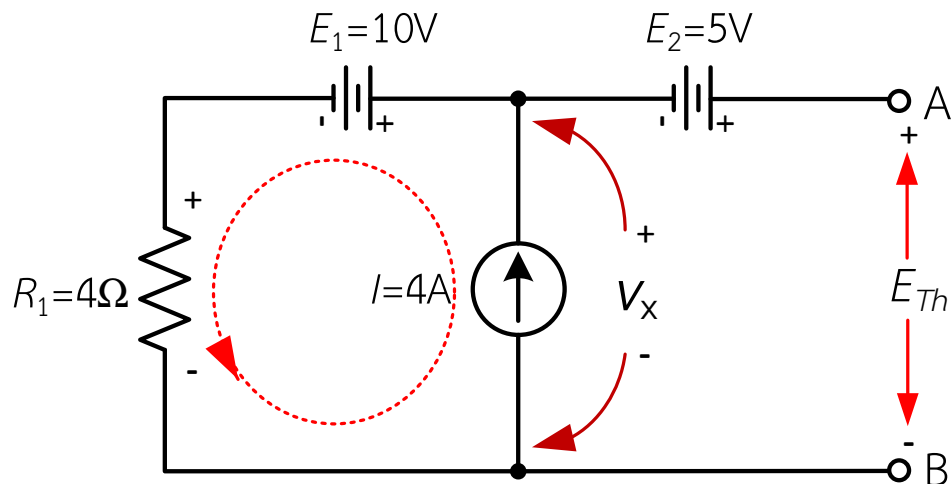


รูปที่ 13.27 แสดงวงจรไฟฟ้าตามตัวอย่างที่ 13.6

13.3 การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

วิธีทำ

ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B

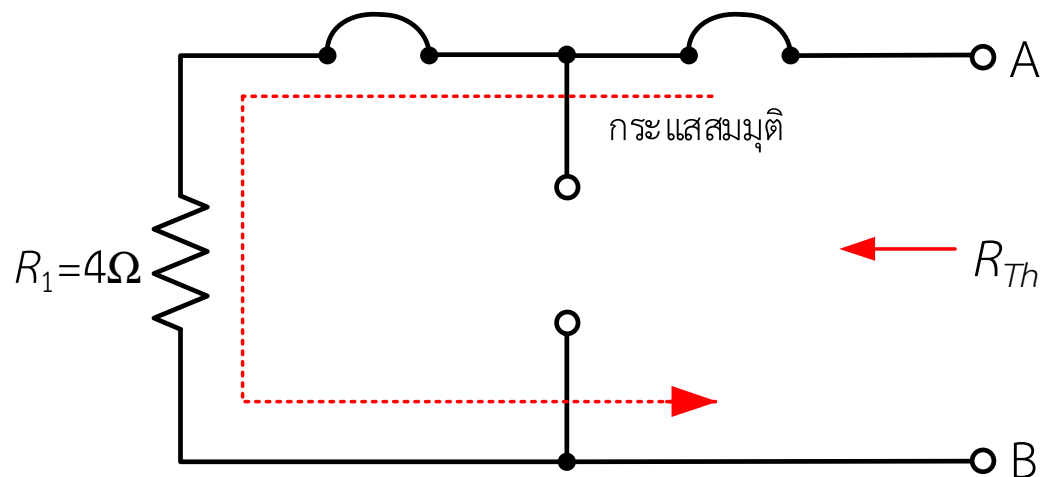


$$\begin{aligned} V_X &= E_1 + IR_1 \\ &= 10V + (4A \times 4\Omega) = 26V \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_{Th} &= E_2 + V_X \\ &= 5V + 26V = 31V \end{aligned}$$

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

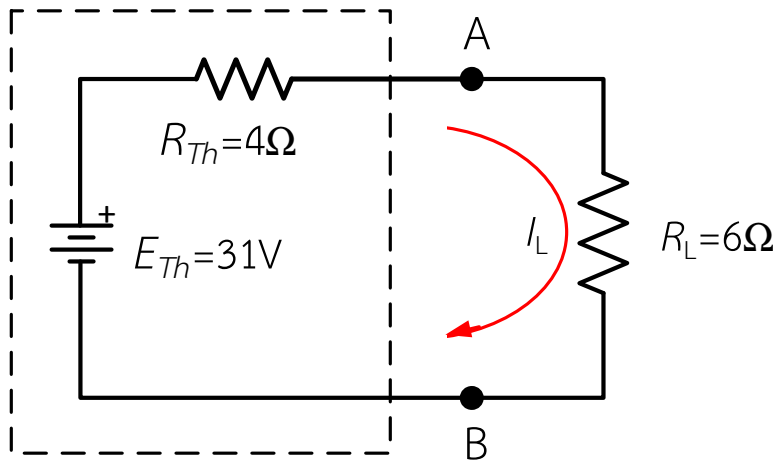
หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B
โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า



$$R_{Th} = R_1 = 4\Omega$$

13.3 การแก้ปัญหาคircuitวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีของเทเวนิน (ต่อ)

นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน



จะได้
$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L}$$

$$\begin{aligned} I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \\ &= \frac{31\text{ V}}{4\Omega + 6\Omega} = 3.1\text{ A} \end{aligned}$$

∴ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน $R_L = 3.1$ แอมแปร์

สรุป

ทฤษฎีของเทเวริน เป็นทฤษฎีที่ใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยยุบวงจรเป็นวงจรเทียบเคียงเทเวรินที่มีเพียงแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าหนึ่งตัวต่ออนุกรมกับตัวต้านทานหนึ่งตัว

การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้ามีขั้นตอน คือ

- ปลดตัวต้านทานที่ต้องการหากระแสไฟฟ้าไหลผ่านออกจากวงจร
- จากนั้นหาแรงดันเทียบเคียงเทเวรินที่ตกคร่อม ณ จุดที่ปลดตัวต้านทานออก
- หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวริน โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวหากมีแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจรที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าทุกตัว
- เขียนวงจรเทียบเคียงเทเวริน นำตัวต้านทานที่ได้ปลดออกมาต่ออนุกรมกับตัวต้านทานแล้วจึงใช้กฎของโอห์มคำนวณหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานที่สนใจ