
	<b>ใบงานที่ 13</b>	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p><b>จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน</b></p> <p><b>1. จุดประสงค์ทั่วไป</b></p> <p>เพื่อให้มีทักษะและเจตคติที่ดีต่อการต่อวงจร วัด และทดสอบค่าในวงจรไฟฟ้าที่ใช้ทฤษฎีเทเวนินในการในการพิสูจน์หาค่าที่ต้องการและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานที่ดีได้</p> <p><b>2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</b></p> <p>เมื่อผู้เรียนปฏิบัติ เรื่องทฤษฎีเทเวนินจบแล้ว ผู้เรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 ต่อวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้อง</li> <li>2.2 วัดหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (<math>E_{Th}</math>) ได้ถูกต้อง</li> <li>2.3 วัดหาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (<math>R_{Th}</math>) ได้ถูกต้อง</li> <li>2.4 ต่อวงจรเทียบเคียงเทเวนินได้ถูกต้อง</li> <li>2.5 วัดหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน <math>R_L</math> ได้ถูกต้อง</li> <li>2.6 คำนวณหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (<math>E_{Th}</math>) ความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (<math>R_{Th}</math>) และค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน <math>R_L</math> ได้ถูกต้อง</li> <li>2.7 ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างมีประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานที่ดีได้</li> </ol> <p><b>3. เจตคติ คุณธรรม ค่านิยมอันพึงประสงค์</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>3.1 ความรับผิดชอบ</li> <li>3.2 ความมีวินัย</li> <li>3.3 การตรงต่อเวลา</li> <li>3.4 ความมีมนุษยสัมพันธ์</li> <li>3.5 ความรู้ทักษะและวิชาชีพ</li> <li>3.6 ความสนใจใฝ่หาความรู้</li> <li>3.7 ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ</li> <li>3.8 ทำตามลำดับขั้น</li> <li>3.9 ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด</li> <li>3.10 การมีส่วนร่วม</li> </ol>		

	<b>ใบงานที่ 13</b>	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 3 ชั่วโมง	

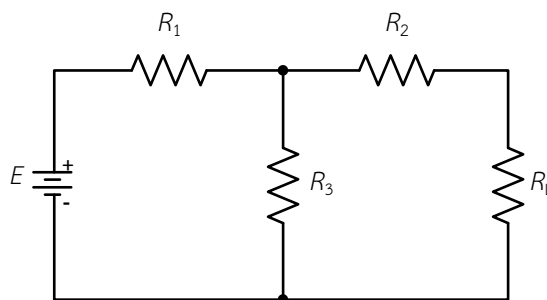
### เนื้อหาสาระ

#### 1. ทฤษฎีเทเวนิน

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

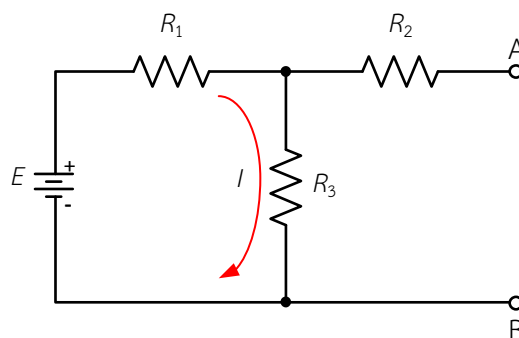
#### 2. ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีเทเวนิน

การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเพื่อหากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดโดยใช้ทฤษฎีเทเวนินจากวงจรในรูปที่ 13.1 มีขั้นตอนดังนี้




รูปที่ 13.1 วงจรไฟฟ้า

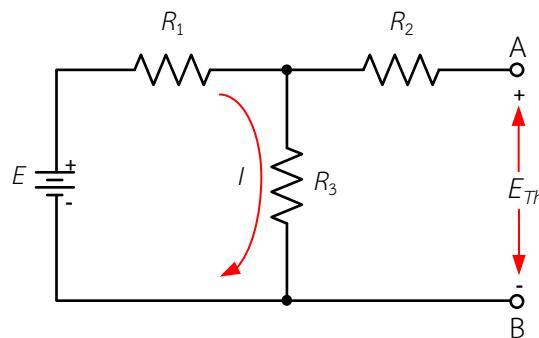
ขั้นที่ 1 ปลด  $R_L$  ออกจากวงจร กำหนดสัญลักษณ์ที่ขั้วที่เปิดวงจรออกเป็น จุด A และ B (ใช้ตัวอักษรใดก็ได้)



รูปที่ 13.2 แสดงวงจรที่ปลด  $R_L$  ออก

	<b>ใบงานที่ 13</b>	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 3 ชั่วโมง	

ขั้นที่ 2 คำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน ( $E_{Th}$ ) ระหว่างจุด A และ B จากในรูปที่ 13.3 คือแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน  $R_3$  เนื่องจากว่าไม่มีกระแสไหลผ่าน  $R_2$  จึงไม่มีแรงดันตกคร่อมเกิดขึ้น



รูปที่ 13.3 แสดงการหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน

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

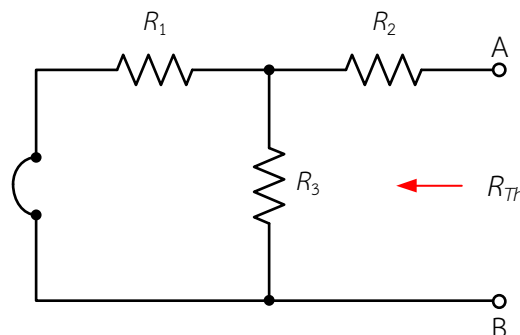
$$E_{Th} = IR_3 \quad (13-2)$$

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

ขั้นที่ 3 หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ( $R_{Th}$ ) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวที่มีในวงจร (หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร)



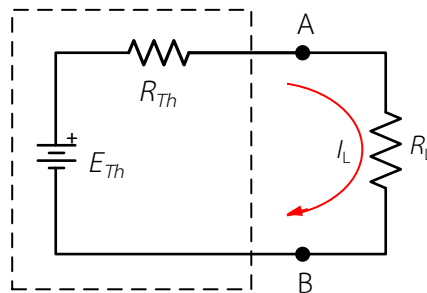
รูปที่ 13.4 แสดงการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน

หาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินโดยนำ  $R_1$  ขนานกับ  $R_3$  แล้วอนุกรมกับ  $R_2$  จากนั้นจึง

	<b>ใบงานที่ 13</b>	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 3 ชั่วโมง	

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

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




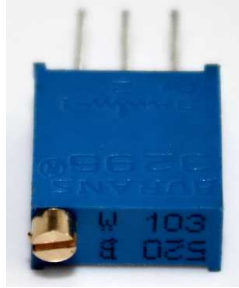
รูปที่ 13.5 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ  $R_L$  เข้าที่จุด A และ B

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

### 3. ตัวต้านทานปรับค่าได้

ตัวต้านทานแบบนี้เป็นตัวต้านทานสามขั้ว ที่มีจุดแยกที่ปรับได้อย่างต่อเนื่อง ควบคุมโดยการหมุนของแกนหรือลูกบิด ตัวต้านทานที่แปรค่าได้เหล่านี้มีชื่อเรียกว่า "โปเทนซิโอมิเตอร์" เมื่อทั้งสามขั้วทำหน้าที่เป็นตัวแบ่งแรงดันที่ปรับได้ (adjustable voltage divider) ตัวอย่างที่พบบ่อยคือปุ่มปรับระดับเสียงของเครื่องรับวิทยุ (เครื่องรับแบบดิจิทัลอาจไม่มีปุ่มปรับระดับเสียงแบบแอนะล็อกเพื่อปรับความดัง) โปเทนซิโอมิเตอร์ (Potentiometer) แบบติดตั้งบนแผงที่มีความละเอียดสูงมีชิ้นส่วนที่ให้ความต้านทานปกติเป็นแบบลวดพันบนด้ามจับรูปเกลียว แม้ว่าบางตัวจะมีการนำพลาสติกหุ้มตัวต้านทานที่เคลือบบนสายไฟเพื่อช่วยปรับให้ละเอียดยิ่งขึ้น ส่วนประกอบเหล่านี้มักจะมีลวดพันอยู่หลายสิบบนแกนของมัน เพื่อให้ครอบคลุมเต็มค่าของความต้านทาน

	<b>ใบงานที่ 13</b>	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 3 ชั่วโมง



ก) ตัวโปเทนซิโอมิเตอร์

ข) สัญลักษณ์โปเทนซิโอมิเตอร์


รูปที่ 13.6 แสดงตัวโปเทนซิโอมิเตอร์

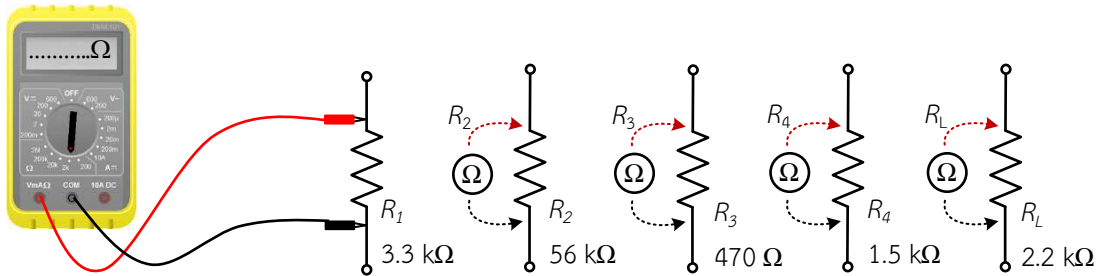
### เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

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

### ลำดับขั้นตอนการทดลอง

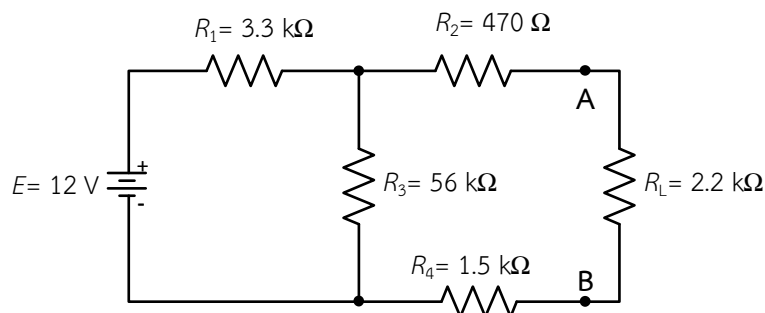
- ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 13.7 บันทึกค่าลงในตารางที่ 13.1

	<b>ใบงานที่ 13</b>	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 3 ชั่วโมง	



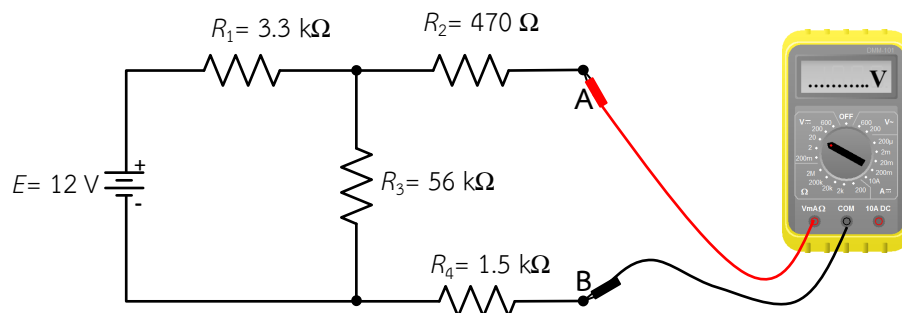
รูปที่ 13.7 วัดค่าความต้านทาน


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



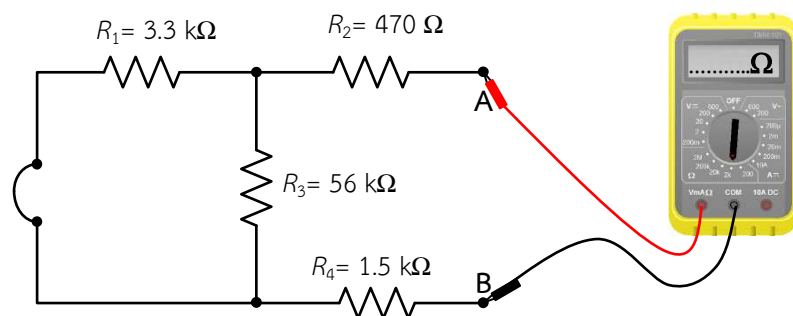
รูปที่ 13.8 วงจรการทดลอง

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

รูปที่ 13.9 วัดแรงดันไฟฟ้าเทียบเคียงเทเวนิน ( $E_{Th}$ )

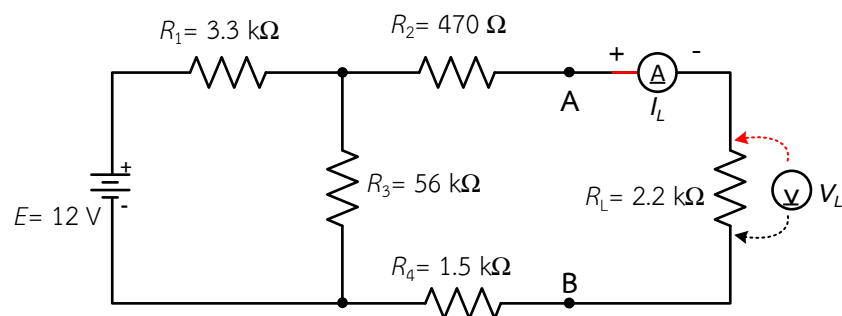
	<b>ใบงานที่ 13</b>	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 3 ชั่วโมง	

4. ยังกงปลด  $R_L$  ออกจากวงจรที่จุด A และ B และ ลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า จากนั้นใช้ มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล ทำหน้าที่เป็นโอห์มมิเตอร์วัดหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ( $R_{Th}$ ) ระหว่างจุด A และ B ดังรูปที่ 13.10 บันทึกค่าที่ได้ลงในตารางที่ 13.1




รูปที่ 13.10 วัดหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ( $R_{Th}$ )

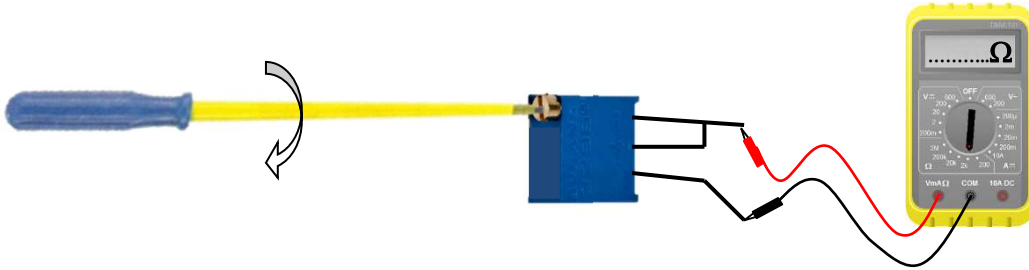
5. ต่อ  $R_L$  เข้าที่จุด A และ B จากนั้นใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล ทำหน้าที่เป็นโวลต์มิเตอร์วัดหาแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม  $R_L$  ( $V_L$ ) และใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล ทำหน้าที่เป็นแอมป์มิเตอร์วัดหากระแสไฟฟ้าไหลผ่าน  $R_L$  ( $I_L$ ) ดังรูปที่ 13.11 และบันทึกผลค่าที่วัดได้ในตารางที่ 13.1



รูปที่ 13.11 วัดหาค่า ( $V_L$ ) และ ( $I_L$ )

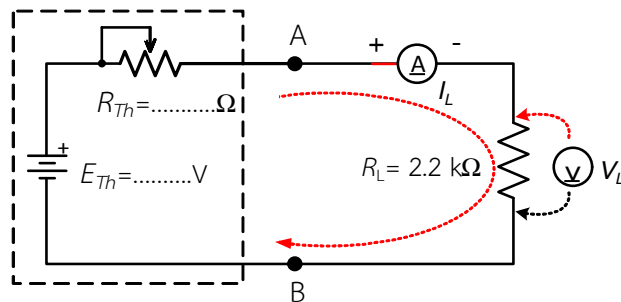
6. นำตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ 10 kΩ ต่อวงจร ดังรูปที่ 13.12 นำไขควงไขควงที่ใช้จูนความถี่ปากแบบขนาดเล็กปรับค่าความต้านทานให้ได้เท่ากับค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ( $R_{Th}$ ) ที่ได้จากการทดลองข้อที่ 4

	<b>ใบงานที่ 13</b>	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 3 ชั่วโมง	



รูปที่ 13.12 ปรับค่าความต้านทานให้ได้เท่ากับค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ( $R_{Th}$ )

7. 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



รูปที่ 13.13 การทดลองวงจรเทียบเคียงเทเวนิน

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

.....

.....

.....

.....


.....


.....

.....



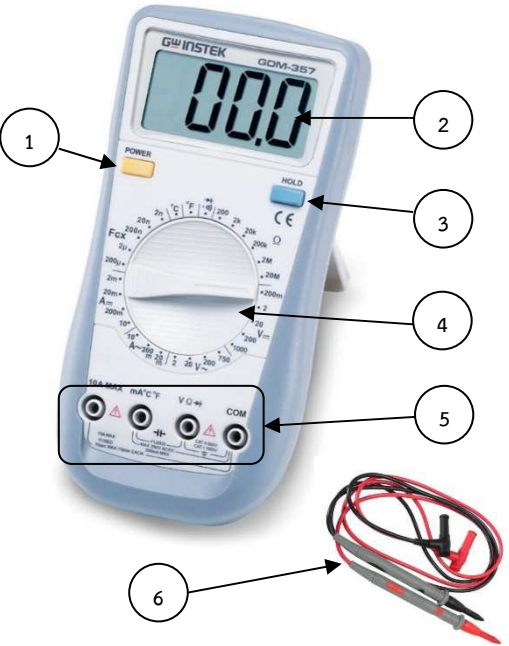
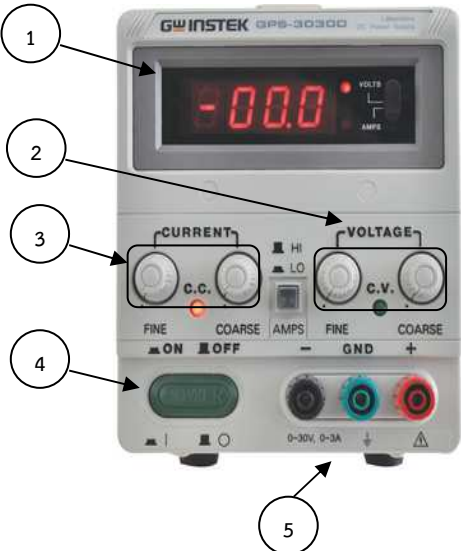


	<b>ใบงานที่ 13</b>	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 3 ชั่วโมง
<p><b>คำถามท้ายการทดลอง</b></p> <p>1. ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน <math>R_L</math> (<math>I_L</math>) และค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม <math>R_L</math> (<math>V_L</math>) ของวงจรเทียบเคียง เทเวนินตามรูปที่ 13.13 กับวงจรเดิมตามรูปที่ 13.11 มีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>2. ค่า <math>E_{Th}</math> ที่ได้จากการคำนวณและจากการวัดมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>3. ค่า <math>R_{Th}</math> ที่ได้จากการคำนวณและจากการวัดมีค่าเท่ากันหรือไม่ อย่างไร</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		

	<b>ใบงานที่ 13</b>	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 16
	หน่วยที่ 13 : ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีเทเวนิน	จำนวน 3 ชั่วโมง

### ใบตรวจสอบสภาพเครื่องมือ

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

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