
	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง
<p>จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน</p> <p>1. จุดประสงค์ทั่วไป</p> <p>เพื่อให้มีทักษะและเจตคติที่ดีต่อการต่อวงจร วัด และทดสอบค่ากระแสไฟฟ้า ค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรทฤษฎีการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างมีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานที่ดีได้</p> <p>2. จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>เมื่อผู้เรียนปฏิบัติ เรื่องทฤษฎีการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดจบแล้ว ผู้เรียนสามารถ</p> <ol style="list-style-type: none"> 2.1 ต่อวงจรไฟฟ้าสำหรับการทดลองทฤษฎีการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ถูกต้อง 2.2 วัดค่าปริมาณไฟฟ้าตามทฤษฎีการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ถูกต้อง 2.3 เปรียบเทียบผลการคำนวณกับผลการทดลองของค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรทฤษฎีการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ถูกต้อง 2.4 ทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างมีกิจนิสัยในการปฏิบัติงานที่ดีได้ <p>3. เจตคติ คุณธรรม ค่านิยมอันพึงประสงค์</p> <ol style="list-style-type: none"> 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 		

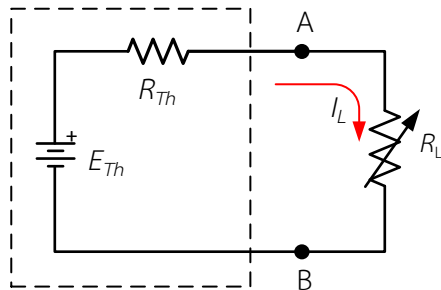
	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง	

เนื้อหาสาระ

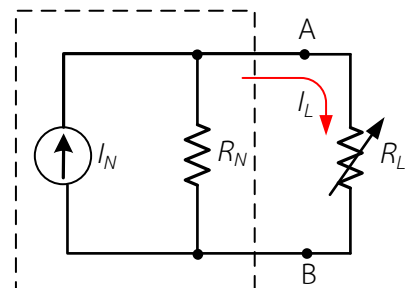
ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด ได้กล่าวไว้ว่า “ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีลักษณะเป็นวงจรเชิงเส้นใดๆ ภาระทางไฟฟ้าคือโหลด จะได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power: P_L) เมื่อมีค่าความต้านทานเท่ากับค่าความต้านทานเทเวนิน (R_{Th}) ของวงจรนั้นๆ” การทำให้โหลดที่อยู่ในวงจรไฟฟ้ามีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยไม่เกิดผลกระทบต่อแหล่งจ่ายแรงดันและโหลด แต่ถ้ระบบเกิดส่งผลกระทบต่อโหลดและแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ก็จะทำให้ประสิทธิภาพของวงจรต่ำ อาจเป็นเพราะกำลังไฟฟ้าสูญเสียมีมากลักษณะเช่นนี้จึงส่งผลให้กำลังไฟฟาลดลง

1 แนวคิดของทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ด้วยนั้น จะเกิดการส่งผ่านกำลังสูงสุดจากแหล่งจ่ายไปยังโหลดได้นั้นก็ต่อเมื่อโหลดมีความต้านทานเท่ากับค่าความต้านทานภายในของแหล่งจ่ายที่จ่ายให้โหลดตัวนั้น ในบางครั้งการส่งผ่านกำลังจากแหล่งจ่ายพลังงานจะต้องผ่านความต้านทานต่างๆ หลายตัว แต่ยังสามารถที่จะหาค่ากำลังสูงสุดที่ปรากฏขึ้นที่โหลดนั้นได้ โดยการนำเอาหลักการทฤษฎีเทเวนินมาใช้ในการวิเคราะห์ห้วงจรดังกล่าว เมื่อได้วงจรเทียบเคียงเทเวนินแล้ว ก็สามารถที่จะหาค่าของโหลดได้ ซึ่งจะมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน และเมื่อนำโหลดเข้ามาต่อกับวงจรเทียบเคียงเทเวนินแล้ว จะได้กำลังสูงสุดที่ปรากฏขึ้นที่โหลดนั้น จากรูปที่ 15.1 อธิบายการได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดดังนี้




(ก) การได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลด
เมื่อใช้วงจรเทียบเคียงเทเวนิน



(ข) การได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลด
เมื่อใช้วงจรเทียบเคียงนอร์ตัน

รูปที่ 15.1 การได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดของวงจรโครงข่าย

	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง

จากรูปที่ 15.1 โหลดได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดเมื่อ $R_L = R_{Th}$ หรือ $R_L = R_N$ จะให้เห็นชัดเจนยิ่งขึ้น เมื่อพิจารณาจากรูปที่ 15.1 พบว่าเมื่อปรับความต้านทานโหลดจากค่าน้อยไปหาค่ามากทีละค่าแล้ว จะพบว่าเมื่อปรับความต้านทานโหลดให้มีค่าเท่ากับความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน ก็จะได้กำลังสูงสุดที่ปรากฏขึ้น และสามารถคำนวณหาค่าได้ดังนี้

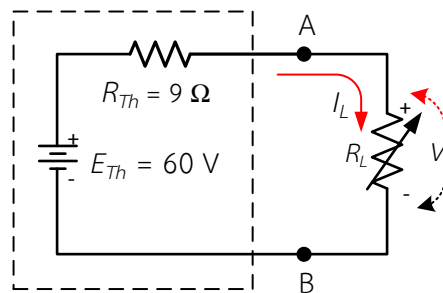
สามารถหาความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้ากับตัวต้านทานที่โหลด (R_L) ได้สมการ ดังนี้

$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานโหลด} \quad I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \quad (15-1)$$

$$\text{แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานโหลด} \quad V_L = \frac{E_{Th} \times R_L}{R_{Th} + R_L} \quad (15-2)$$

$$\text{กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นที่โหลด} \quad P_L = I_L^2 \times R_L \quad (15-3)$$


ถ้าพิจารณาจากตัวอย่างจากรูปที่ 15.2 โดยกำหนดให้ $E_{Th} = 60 \text{ V}$ และ $R_{Th} = 9 \Omega$




รูปที่ 15.2 วงจรวงจรเทียบเคียงเทเวนินใช้เป็นกรณีตัวอย่างตามทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

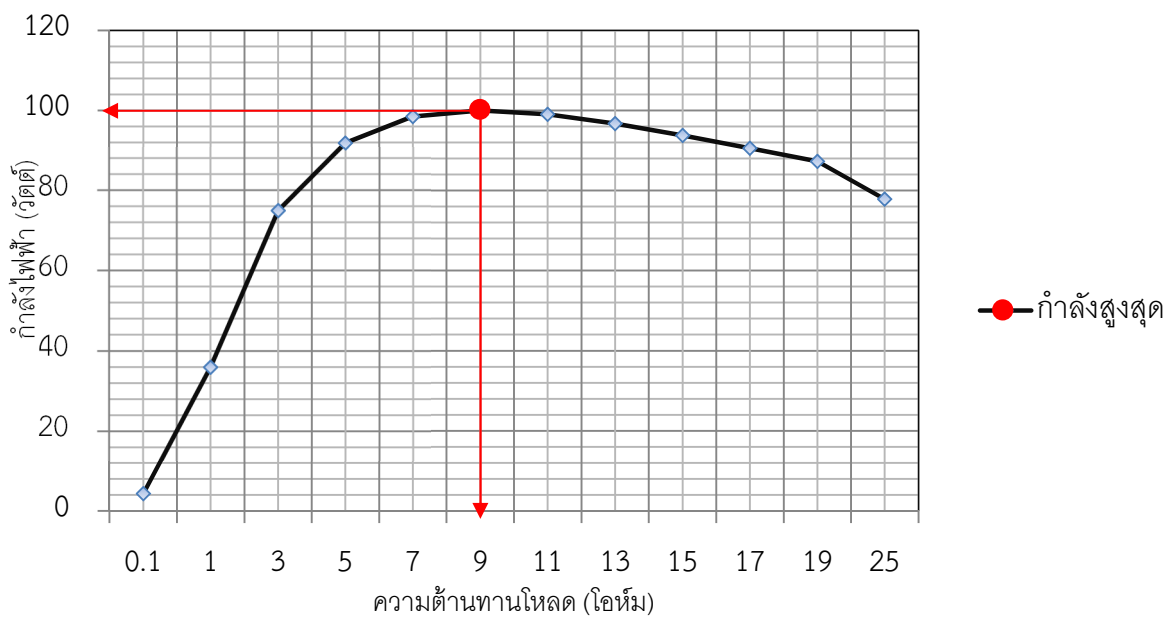
จากรูปที่ 15.2 กำลังไฟฟ้าที่ส่งผ่านไปยังโหลดหาได้โดย

$$\text{จาก} \quad P_L = \frac{E_{Th}^2 \times R_L}{(R_{Th} + R_L)^2} = \frac{60^2 \times R_L}{(9 + R_L)^2}$$

	ใบงานที่ 15																																																						
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18																																																					
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง																																																					
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง																																																					
<p>โดยที่ $I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} = \frac{60}{9 + R_L}$</p> <p>และ $V_L = \frac{E_{Th} \times R_L}{R_{Th} + R_L} = \frac{60 \times R_L}{9 + R_L}$</p>																																																							
<p>เมื่อ P_L จัดเรียงลำดับค่าของ R_L ดังตารางที่ 15.1 โดยกำหนดขอบเขต $R_L = 0.1$ โอห์ม ถึง 25 โอห์ม (Boylestad, Robert. 2003: 338) การหาค่ากำลังที่เกิดขึ้นที่โหลด R_L ทุก ๆ ค่าที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับค่าของโหลด R_L ที่เปลี่ยนไปนั้น</p>																																																							
<p>ตารางที่ 15.1 ผลการคำนวณ P_L, I_L และ V_L</p>																																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>$R_L(\Omega)$</th> <th>$P_L(W)$</th> <th>$I_L(A)$</th> <th>$V_L(V)$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0.1</td><td>4.35</td><td>6.59</td><td>0.66</td></tr> <tr><td>1</td><td>36.00</td><td>6.00</td><td>6.00</td></tr> <tr><td>3</td><td>75.00</td><td>5.00</td><td>15.00</td></tr> <tr><td>5</td><td>91.84</td><td>4.29</td><td>21.43</td></tr> <tr><td>7</td><td>98.44</td><td>3.75</td><td>26.25</td></tr> <tr><td>9</td><td>100.00 (Maximum)</td><td>3.33 ($I_{MAX}/2$)</td><td>30.00 ($E_{Th}/2$)</td></tr> <tr><td>11</td><td>99.00</td><td>3.00</td><td>33.00</td></tr> <tr><td>13</td><td>96.69</td><td>2.73</td><td>35.46</td></tr> <tr><td>15</td><td>93.75</td><td>2.50</td><td>37.50</td></tr> <tr><td>17</td><td>90.53</td><td>2.31</td><td>39.23</td></tr> <tr><td>19</td><td>87.24</td><td>2.14</td><td>40.71</td></tr> <tr><td>25</td><td>77.86</td><td>1.77</td><td>44.12</td></tr> </tbody> </table>				$R_L(\Omega)$	$P_L(W)$	$I_L(A)$	$V_L(V)$	0.1	4.35	6.59	0.66	1	36.00	6.00	6.00	3	75.00	5.00	15.00	5	91.84	4.29	21.43	7	98.44	3.75	26.25	9	100.00 (Maximum)	3.33 ($I_{MAX}/2$)	30.00 ($E_{Th}/2$)	11	99.00	3.00	33.00	13	96.69	2.73	35.46	15	93.75	2.50	37.50	17	90.53	2.31	39.23	19	87.24	2.14	40.71	25	77.86	1.77	44.12
$R_L(\Omega)$	$P_L(W)$	$I_L(A)$	$V_L(V)$																																																				
0.1	4.35	6.59	0.66																																																				
1	36.00	6.00	6.00																																																				
3	75.00	5.00	15.00																																																				
5	91.84	4.29	21.43																																																				
7	98.44	3.75	26.25																																																				
9	100.00 (Maximum)	3.33 ($I_{MAX}/2$)	30.00 ($E_{Th}/2$)																																																				
11	99.00	3.00	33.00																																																				
13	96.69	2.73	35.46																																																				
15	93.75	2.50	37.50																																																				
17	90.53	2.31	39.23																																																				
19	87.24	2.14	40.71																																																				
25	77.86	1.77	44.12																																																				

	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง

จากข้อมูลในตารางที่ 15.1 นำค่ากำลังไฟฟ้า $P_L(W)$ และค่าความต้านทานโหลด $R_L(\Omega)$ เขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ได้ดังรูปที่ 15.3



รูปที่ 15.3 กราฟทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด สำหรับวงจรไฟฟ้าจากรูปที่ 15.2


จากตารางที่ 15.1 และกราฟรูปที่ 15.3 พบว่า กำลังไฟฟ้าสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อ $R_L = R_{Th} = 9 \Omega$ กำลังไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงค่าสูงสุดหลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลงและที่ค่าสูงสุดนี้

$$V_L = \frac{E_{Th}}{2}$$

$$I_L = \frac{I_{MAX}}{2}$$

เมื่อ $I_{MAX} = \frac{E_{Th}}{R_{Th}}$

ในทางปฏิบัติประสิทธิภาพ (Efficiency: η) ของระบบหาได้โดยอัตราส่วนกำลังไฟฟ้าถ่ายโอนไปยังโหลด (P_L) กับกำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (P_S) หรืออัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต (P_{out}) ต่อกำลังไฟฟ้าอินพุต (P_{in}) ดังสมการที่ (15-4)

	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง

$$\eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad \text{หรือ} \quad \frac{P_L}{P_S} \times 100\% \quad (15-4)$$

และ

$$\eta\% = \frac{R_L}{R_{Th} + R_L} \times 100\%$$

โดยที่ R_{Th} มีค่ามากกว่า R_L มาก ๆ และ $R_{Th} + R_L \cong R_{Th}$ เมื่อ $R_L = R_{Th}$ จะได้

$$\eta\% = \frac{R_L}{R_{Th} + R_L} \times 100\% = \frac{R_L}{2R_L} \times 100\% = 50\%$$

ดังนั้นที่กำลังไฟฟ้าสูงสุดนี้วงจรจะมีประสิทธิภาพเพียง 50 % เท่านั้น ที่แหล่งจ่ายสามารถส่งกำลังไฟฟ้าไปยังโหลดได้ ภายใต้เงื่อนไข $R_L = R_{Th}$ จะได้

$$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} = \frac{E_{Th}}{2R_{Th}}$$

$$P_L = I^2 \times R_L = \left(\frac{E_{Th}}{2R_{Th}} \right)^2 \times R_{Th} = \frac{E_{Th}^2 \times R_{Th}}{4R_{Th}^2}$$

จะได้


$$P_{LMAX} = \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}} \quad (W) \quad (15-5)$$

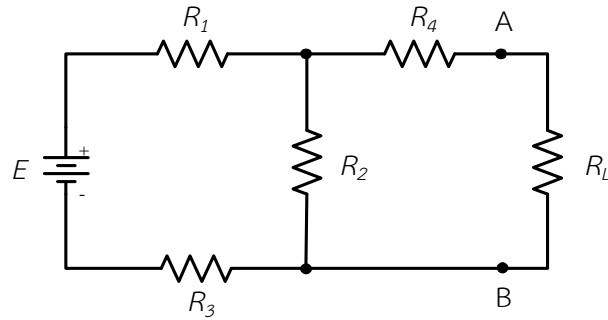
จากรูปที่ 15.1 (ข) เมื่อเป็นวงจรเทียบเคียงนอร์ตัน จะได้

$$P_{LMAX} = \frac{I_N^2 \times R_N}{4} \quad (W) \quad (15-6)$$

2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

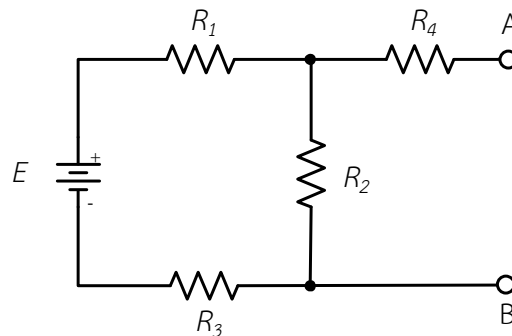
การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดโดยใช้ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยอาศัยหลักการทฤษฎีเทเวนินมาวิเคราะห์ ในรูปที่ 15.4 จากตัวอย่างวงจรมีขั้นตอนดังนี้

	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง	



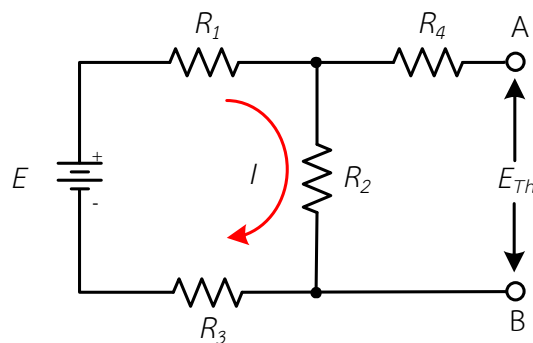
รูปที่ 15.4 วงจรไฟฟ้าสำหรับการวิเคราะห์ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

ขั้นที่ 1 ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B




รูปที่ 15.5 แสดงวงจรที่ปลด R_L ออก

ขั้นที่ 2 คำนวณหาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือ แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_2 (จากวงจรในรูปที่ 15.6 จะเห็นว่าไม่มีกระแสไหลผ่าน R_4 จึงไม่มีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน)



รูปที่ 15.6 แสดงการหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน

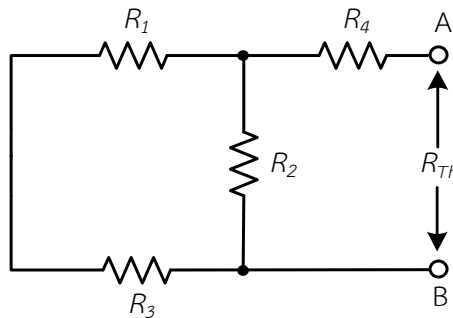
	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง	

$$E_{Th} = E \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \right) \quad (15-7)$$

สมการที่ (15-7) เป็นสมการที่ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้านั่นเอง

ขั้นที่ 2 หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวที่มีในวงจร (หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร)

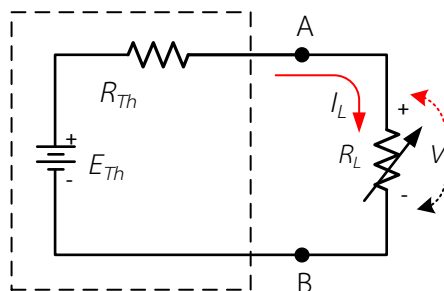
ในการหาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน โดยนำ R_1 อนุกรมกับ R_3 แล้วขนานกับ R_2 จากนั้นจึงอนุกรมกับ R_4




รูปที่ 15.7 แสดงการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน

$$R_{Th} = \frac{(R_1 + R_3) \times R_2}{(R_1 + R_3) + R_2} + R_4 \quad (15-8)$$

ขั้นที่ 4 นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B และในขณะที่กำเนิดกำลังสูงสุดขึ้นก็ต่อเมื่อ R_L จะมีค่าเท่ากับความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินและหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด



รูปที่ 15.8 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B

	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง	

$$I_{MAX} = \frac{E_{Th}}{R_{Th}} \quad (15-9)$$

$$P_{LMAX} = \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}} \quad (W) \quad (15-10)$$

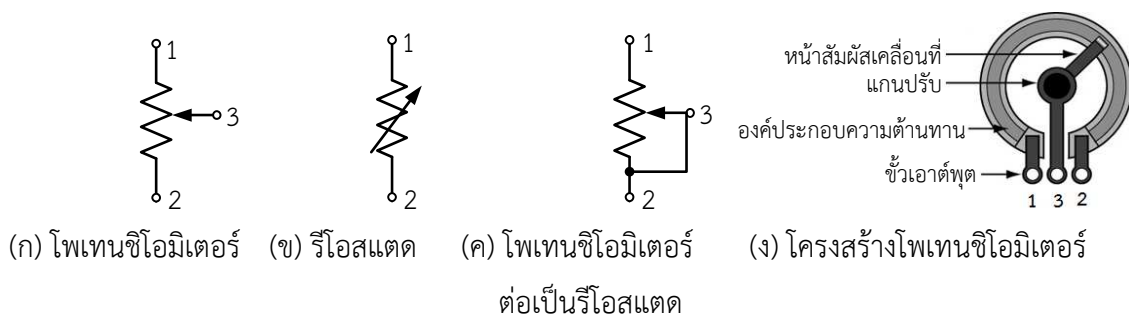
3. ตัวต้านทานปรับค่าได้

เป็นตัวต้านทานที่สามารถปรับค่าความต้านทานได้อย่างต่อเนื่องในช่วงค่าความต้านทานที่กำหนดไว้ จะใช้ในงานที่ต้องการปรับค่าความต้านทานบ่อยๆ ตัวต้านทานชนิดนี้จะมีหน้าสัมผัสสำหรับใช้ในการหมุนเลื่อนหน้าสัมผัส




รูปที่ 15.9 ภาพตัวอย่างตัวต้านทานแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้

ในการปรับค่าความต้านทานโดยมีแกนยื่นออกมาเพื่อใช้สำหรับหมุนปรับค่า อย่างเช่น ปุ่มปรับแรงเสียงแบบธรรมดา หรือ แบบสไลด์ อีกแบบหนึ่งไม่มีแกนหมุนเราเรียกกันว่า วอลุ่มเกือกม้า หรือ Trimpot อาจจะทำมาจาก คาร์บอน เซอร์เมท (เซรามิกผสมเงิน) หรือพลาสติก



รูปที่ 15.10 โครงสร้างส่วนประกอบตัวต้านทานปรับค่าได้

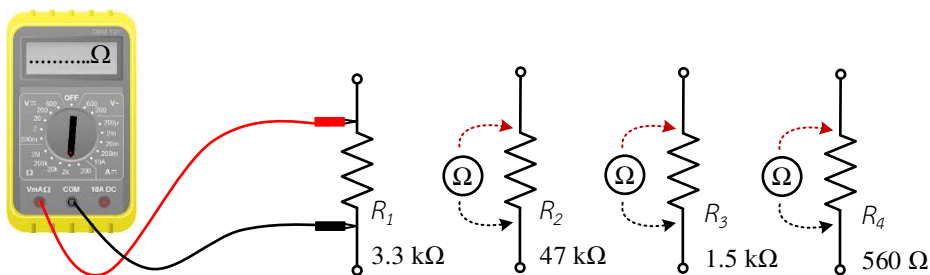
	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง

เครื่องมือ วัสดุและอุปกรณ์

1. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล	จำนวน	1	เครื่อง
2. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 0 – 30 V	จำนวน	1	เครื่อง
2. แผงประกอบวงจร	จำนวน	1	แผง
3. ตัวต้านทาน 3.3 k Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
4. ตัวต้านทาน 47 k Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
5. ตัวต้านทาน 1.5 k Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
5. ตัวต้านทาน 560 k Ω ขนาด 1 W	จำนวน	1	ตัว
6. ตัวต้านทานปรับค่าได้ 0 - 10 k Ω	จำนวน	2	ตัว
7. ตัวต้านทานปรับค่าได้ 0 - 10 k Ω	จำนวน	1	ตัว
9. สายปากคีบ	จำนวน	10	เส้น


ลำดับขั้นตอนการทดลอง

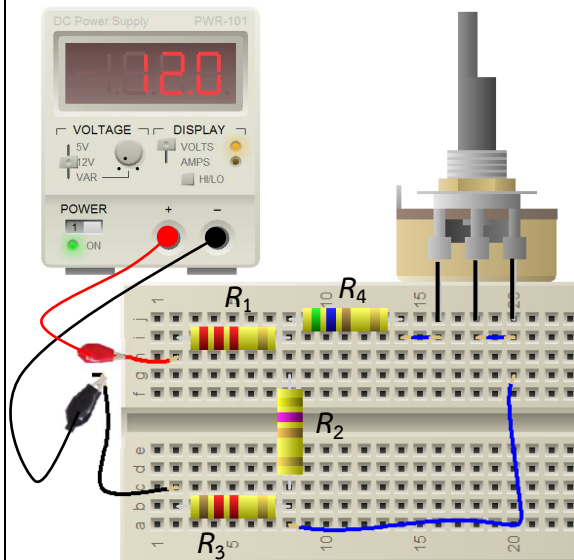
1. ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานของตัวต้านทานแต่ละตัวตามรูปที่ 15.11 บันทึกค่าลงในตารางที่ 15.1



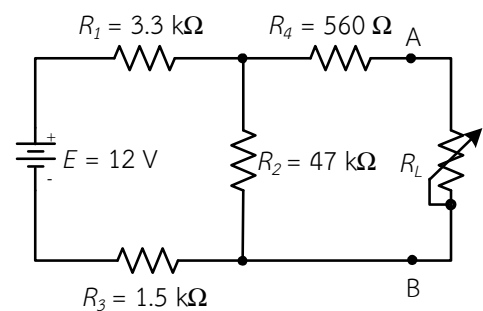
รูปที่ 15.11 วัดค่าความต้านทานแต่ละตัว

2. ต่ วงจรการทดลองตามรูปที่ 15.12 ยังไม่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจรไฟฟ้าที่ใช้ในการทดลอง

	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง	



(ก) แสดงเป็นรูปเสมือน



(ข) แสดงเป็นรูปสัญลักษณ์

รูปที่ 15.12 วงจรการทดลองทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

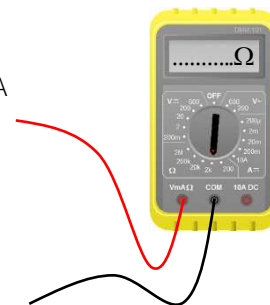
3. ลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า (E) นำ R_L ออกจากจุด A และ B
4. ใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล ปรับเลือกการวัดให้เป็นโอห์มมิเตอร์ วัดค่าความต้านทานที่จุด A และ B (R_{Th}) ตามรูปที่ 15.13 บันทึกค่าลงในตารางที่ 15.1


$$R_1 = 3.3 \text{ k}\Omega \quad R_4 = 560 \text{ }\Omega \text{ A}$$

$$R_2 = 47 \text{ k}\Omega$$

$$R_3 = 1.5 \text{ k}\Omega$$

B

รูปที่ 15.13 วัดค่าความต้านทานเทเวนิน (R_{Th})

	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง

ตารางที่ 15.1 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ผลการทดลองจาก	R_1	R_2	R_3	R_4	R_{Th}	หน่วย
การคำนวณ	-	-	-	-		Ω
การวัด						Ω
ผลการทดลองจาก	E_{Th}	E	-	-	-	หน่วย
การคำนวณ		-	-	-	-	V
การวัด			-	-	-	V

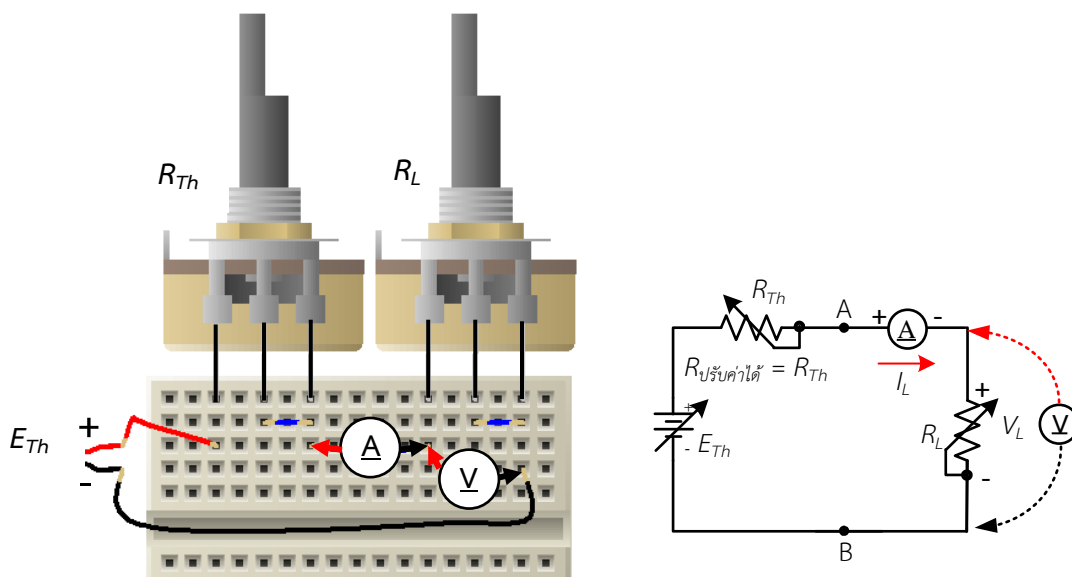
7. เปรียบเทียบค่า R_{Th} และ E_{Th} ที่ได้จากการวัดและการคำนวณ

.....

.....

.....


8. ประกอบวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ปรับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้มีค่าเท่ากับค่า E_{Th} ที่ได้จากการวัดในข้อที่ 5 และใช้ตัวต้านทานชนิดปรับค่าได้ปรับค่าให้ได้เท่ากับค่า R_{Th} ที่ได้จากการทดลองข้อที่ 4 และต่อตัวต้านทานปรับค่าได้ (R_L) อีกตัวเข้าในวงจร ดังรูปที่ 15.14



(ก) แสดงเป็นรูปเสมือน

(ข) แสดงเป็นรูปสัญลักษณ์

รูปที่ 15.12 วงจรเทียบเคียงเทเวนินใช้ในการทดลองทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

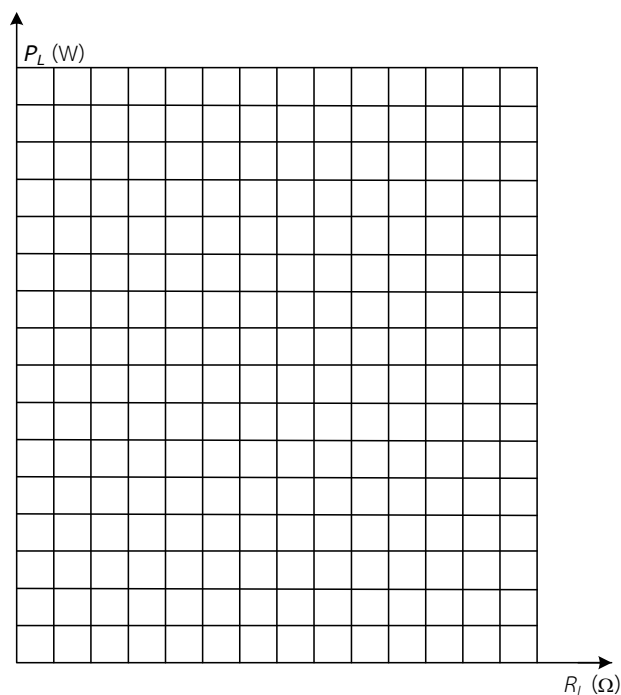
	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง


9. จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจร ทำการวัดค่าตามตารางที่ 15.2 โดยลำดับที่ 3, 2, 1 ปรับลดค่าความต้านทานที่ตัว R_L จากเดิมเท่ากับค่า R_{Th} ลดลงไปเรื่อยๆ และลำดับ 5, 6, 7 ปรับเพิ่มขึ้นจาก $R_L = R_{Th}$ แล้วคำนวณค่า P_L บันทึกค่าลงในตารางที่ 15.2 (ทุกครั้งที่ทำการปรับค่า R_L ให้ปิดแหล่งจ่ายไฟฟ้า นำตัว R_L ออกจากวงจร ปรับค่าตรวจสอบด้วยโอมมิเตอร์แล้วนำเข้าไปต่อในวงจร ทดลองต่อไปจนครบทุกลำดับ)

ตารางที่ 15.2 ตารางบันทึกผลการทดลอง

ลำดับ	$R_L(\Omega)$	$I_L(A)$	$V_L(V)$	$P_L = V_L \times I_L (W)$
1				
2				
3				
4 ($R_L = R_{Th}$)				
5				
6				
7				

10. จากผลการวัดจากตารางที่ 15.2 จงเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง P_L กับ R_L



	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง

ข้อควรระวัง

1. การใช้มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอลวัดค่าความต้านทาน ต้องใช้ย่านวัดให้ถูกต้องและเหมาะสมกับค่าที่ต้องการวัด
2. ในการวัดทุกครั้ง ไม่ควรสัมผัสกับส่วนที่เป็นโลหะของสายวัด เพราะจะทำให้ค่าที่วัดได้คลาดเคลื่อนสูง
3. ในการปรับตัวต้านทานปรับค่าได้ เมื่อทำการปรับ วัดค่าจนได้ค่าที่ต้องการแล้วระวังอย่าให้เกิดการหมุนของแกนปรับจะทำให้ค่าคลาดเคลื่อนได้

สรุปผลการทดลอง

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

คำถามท้ายการทดลอง

1. จงบอกขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด มาพอเข้าใจ

.....


.....


.....

.....

.....

.....

	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง
<p>2. จากตารางที่ 15.2 กำลังไฟฟ้าสูงสุดขณะที่ R_L ได้รับเกิดขึ้นเมื่อ $R_L = R_{Th}$ จริงหรือไม่</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		
<p>3. ขณะที่ RL ได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุด จะได้ $V_L = \frac{E_{Th}}{2}$, $I_L = \frac{I_{MAX}}{2}$ และ $I_{MAX} = \frac{E_{Th}}{R_{Th}}$</p> <p>จริงหรือไม่</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>		

	ใบงานที่ 15	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 4 ชั่วโมง
	เรื่อง ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 2 ชั่วโมง

ใบตรวจสอบสภาพเครื่องมือ

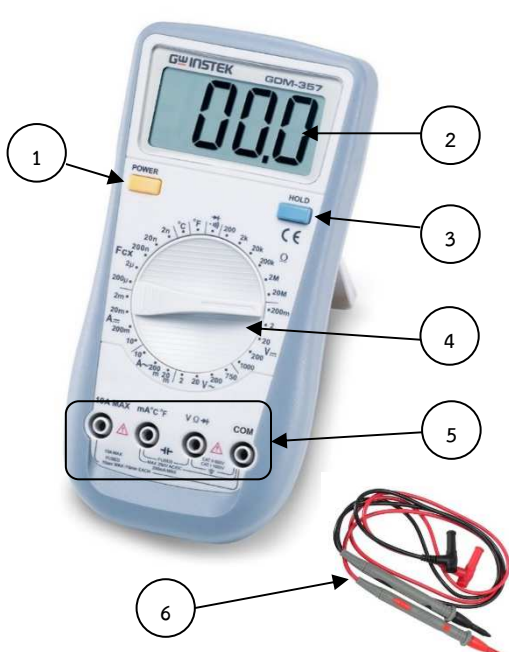
ชื่อ-สกุล..... ชั้น ปวช 1. กลุ่ม.....เลขที่

ข้อมูลมัลติมิเตอร์ใช้ทดลองไม่ใช้ในการทดลอง
ยี่ห้อ.....รุ่น.....

ตำแหน่ง	รายการตรวจสอบสภาพ	สภาพก่อนใช้งาน		สภาพหลังใช้งาน	
		ดี	เสีย	ดี	เสีย
1	สวิตช์เปิดปิดเครื่อง				
2	จอแสดงผล				
3	ปุ่มลือคค่า				
4	สวิตช์เลือกย่านวัด				
5	ขั้วเสียบสายวัด				
6	สายวัด				

สรุปการตรวจสอบสภาพมัลติมิเตอร์ใช้งานได้
.....ใช้งานไม่ได้

รูปภาพดิจิตอลมัลติมิเตอร์



ข้อมูลแหล่งจ่ายไฟ DCใช้ทดลองไม่ใช้ในการทดลอง
ยี่ห้อ.....รุ่น.....

ตำแหน่ง	รายการตรวจสอบสภาพ	สภาพก่อนใช้งาน		สภาพหลังใช้งาน	
		ดี	เสีย	ดี	เสีย
1	จอแสดงผล				
2	ชุดปุ่มปรับแรงดัน				
3	ชุดปุ่มปรับกระแส				
4	สวิตช์เปิดปิดเครื่อง				
5	ขั้ว บวก กราวด์ ลบ				

สรุปการตรวจสอบสภาพแหล่งจ่ายไฟใช้งานได้
.....ใช้งานไม่ได้

รูปภาพแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง (DC)

