

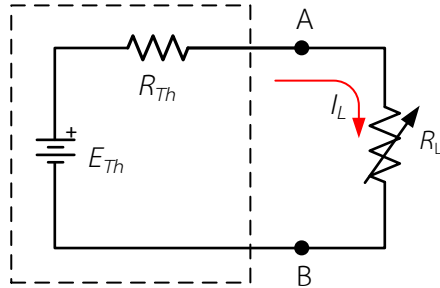
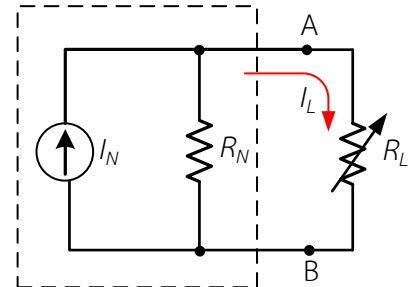
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง
<p>สาระสำคัญ</p> <p>ในหน่วยนี้จะศึกษาแนวคิดการนำทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Transfer Theorem) มาใช้ในการแก้ปัญหา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง อาศัยแนวคิดของทฤษฎีเทเวนินและทฤษฎีนอร์ตันมาร่วมพิจารณากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นที่โหลด ในการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้ากระแสตรงใด ๆ จากต้นกำเนิด ซึ่งจะประกอบด้วย แหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าและค่าความต้านทานภายใน จะทำให้เกิดกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดก็ต่อเมื่อ จะต้องทำให้ความต้านทานของโหลดมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานภายในของแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้า</p> <p>จุดประสงค์การเรียนรู้การสอน</p> <p style="padding-left: 40px;">จุดประสงค์ทั่วไป</p> <p>เพื่อให้นักเรียนมีความรู้และเข้าใจหลักการทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดในการแก้ปัญหาและคำนวณหาค่าต่างๆ ของวงจรไฟฟ้าและทำงานร่วมกันเป็นกลุ่มอย่างมีกจินิสัยในการปฏิบัติงานที่ดีได้</p> <p style="padding-left: 40px;">จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. บอกหลักการทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 2. อธิบายทฤษฎีที่สอดคล้องการแก้ปัญหา วงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ 3. คำนวณหาค่าต่างๆ ในวงจรไฟฟ้า โดยใช้ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ <p>คุณธรรม จริยธรรม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. คุณลักษณะอันพึงประสงค์ <ol style="list-style-type: none"> 1.1 ความรับผิดชอบ 1.2 ความมีวินัย 1.3 การตรงต่อเวลา 1.4 ความมีมนุษยสัมพันธ์ 1.5 ความรู้และทักษะวิชาชีพ 1.6 ความสนใจใฝ่หาความรู้ 2. การบูรณาการปรัชญาของเศรษฐกิจพอเพียง <ol style="list-style-type: none"> 2.1 ศึกษาข้อมูลอย่างเป็นระบบ 		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง
<p>2.2 ทำตามลำดับขั้น</p> <p>2.3 ประหยัด เรียบง่าย ได้ประโยชน์สูงสุด</p> <p>2.4 การมีส่วนร่วม</p> <p>สาระการเรียนรู้</p> <p>15.1 แนวคิดของทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด</p> <p>15.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด</p> <p>15.3 การนำทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดแก้ปัญหาโจทย์วงจรไฟฟ้า</p> <p>เนื้อหาสาระ</p> <p>ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด ได้กล่าวไว้ว่า “ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงที่มีลักษณะเป็นวงจรเชิงเส้นใดๆ ภาระทางไฟฟ้าคือโหลด จะได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power: P_L) เมื่อมีค่าความต้านทานเท่ากับค่าความต้านทานเทเวนิน (R_{Th}) ของวงจรนั้นๆ” การทำให้โหลดที่อยู่ในวงจรไฟฟ้ามีค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดโดยไม่เกิดผลกระทบต่อแหล่งจ่ายแรงดันและโหลด แต่ถ้ระบบเกิดส่งผลกระทบต่อโหลดและแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ก็จะทำให้ประสิทธิภาพของวงจรต่ำ อาจเป็นเพราะกำลังไฟฟ้าสูญเสียมีมากเกินไปลักษณะเช่นนี้จึงส่งผลให้กำลังไฟฟ้าลดลง</p> <p>15.1 แนวคิดของทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด</p> <p>ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ด้วยนั้น จะเกิดการส่งผ่านกำลังสูงสุดจากแหล่งจ่ายไปยังโหลดได้นั้นก็ต่อเมื่อโหลดมีความต้านทานเท่ากับค่าความต้านทานภายในของแหล่งจ่ายที่จ่ายให้โหลดตัวนั้น ในบางครั้งการส่งผ่านกำลังจากแหล่งจ่ายพลังงานจะต้องผ่านความต้านทานต่างๆ หลายตัว แต่ยังสามารถที่จะหาค่ากำลังสูงสุดที่ปรากฏขึ้นที่โหลดนั้นได้ โดยการนำเอาหลักการทฤษฎีเทเวนินมาใช้ในการวิเคราะห์ห้วงจรดังกล่าว เมื่อได้วงจรเทียบเคียงเทเวนินแล้ว ก็สามารถที่จะหาค่าของโหลดได้ ซึ่งจะมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน และเมื่อนำโหลดเข้ามาต่อกับวงจรเทียบเคียงเทเวนินแล้ว จะได้กำลังสูงสุดที่ปรากฏขึ้นที่โหลดนั้น จากรูปที่ 15.1 อธิบายการได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดดังนี้</p>		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง



(ก) การได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลด
เมื่อใช้วงจรเทียบเคียงเทเวนิน



(ข) การได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลด
เมื่อใช้วงจรเทียบเคียงนอร์ตัน

รูปที่ 15.1 การได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดของวงจรโครงข่าย

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

สามารถหาความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า กำลังไฟฟ้ากับตัวต้านทานที่โหลด (R_L) ได้สมการ ดังนี้

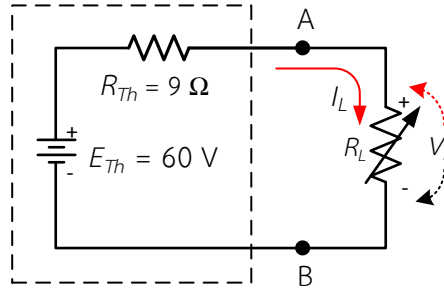
$$\text{กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานโหลด} \quad I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} \quad (15-1)$$

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

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

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง

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



รูปที่ 15.2 วงจรวงจรเทียบเคียงเทเวนินใช้เป็นกรณีตัวอย่างตามทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด


จากรูปที่ 15.2 กำลังไฟฟ้าที่ส่งผ่านไปยังโหลดหาได้โดย

$$\begin{aligned} \text{จากที่ } P_L &= \frac{E_{Th}^2 \times R_L}{(R_{Th} + R_L)^2} = \frac{60^2 \times R_L}{(9 + R_L)^2} \\ \text{โดยที่ } I_L &= \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} = \frac{60}{9 + R_L} \\ \text{และ } V_L &= \frac{E_{Th} \times R_L}{R_{Th} + R_L} = \frac{60 \times R_L}{9 + R_L} \end{aligned}$$

เมื่อ P_L จัดเรียงลำดับค่าของ R_L ดังตารางที่ 15.1 โดยกำหนดขอบเขต $R_L = 0.15$ โอห์ม ถึง 25 โอห์ม (Boylestad, Robert. 2003: 338) การหาค่ากำลังที่เกิดขึ้นที่โหลด R_L ทุก ๆ ค่าที่มีความสัมพันธ์สอดคล้องกับค่าของโหลด R_L ที่เปลี่ยนไปนั้น

ตารางที่ 15.1 ผลการคำนวณ P_L , I_L และ V_L

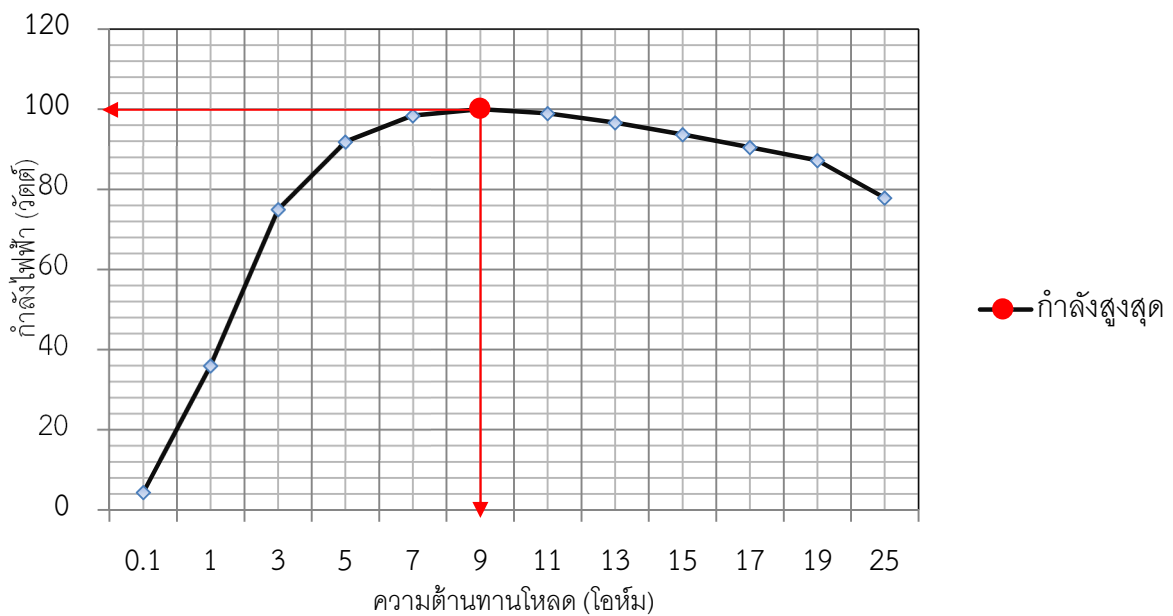
$R_L (\Omega)$	$P_L (\text{W})$	$I_L (\text{A})$	$V_L (\text{V})$
0.1	4.35	6.59	0.66
1	36.00	6.00	6.00
3	75.00	5.00	15.00
5	91.84	4.29	21.43

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง


ตารางที่ 15.1 ผลการคำนวณ P_L , I_L และ V_L (ต่อ)


$R_L(\Omega)$	$P_L(W)$	$I_L(A)$	$V_L(V)$
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

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



รูปที่ 15.3 กราฟทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด สำหรับวงจรไฟฟ้าจากรูปที่ 15.2

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง
<p>จากตารางที่ 15.1 และกราฟรูปที่ 15.3 พบว่า กำลังไฟฟ้าสูงสุดจะเกิดขึ้นเมื่อ $R_L = R_{Th} = 9 \Omega$ กำลังไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงค่าสูงสุดหลังจากนั้นจะค่อยๆ ลดลงและที่ค่าสูงสุดนี้</p>		
$V_L = \frac{E_{Th}}{2}$ $I_L = \frac{I_{MAX}}{2}$ <p>เมื่อ $I_{MAX} = \frac{E_{Th}}{R_{Th}}$</p>		
<p>ในทางปฏิบัติประสิทธิภาพ (Efficiency: η) ของระบบหาได้โดยอัตราส่วนกำลังไฟฟ้าถ่ายโอนไปยังโหลด (P_L) กับกำลังไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย (P_S) หรืออัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าเอาต์พุต (P_{out}) ต่อกำลังไฟฟ้าอินพุต (P_{in}) ดังสมการที่ (15-4)</p>		
$\eta\% = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \quad \text{หรือ} \quad \frac{P_L}{P_S} \times 100\% \quad (15-4)$		
<p>และ</p> $\eta\% = \frac{R_L}{R_{Th} + R_L} \times 100\%$		
<p>โดยที่ R_{Th} มีค่ามากกว่า R_L มาก ๆ และ $R_{Th} + R_L \cong R_{Th}$ เมื่อ $R_L = R_{Th}$ จะได้</p> $\eta\% = \frac{R_L}{R_{Th} + R_L} \times 100\% = \frac{R_L}{2R_L} \times 100\% = 50\%$		
<p>ดังนั้นที่ กำลังไฟฟ้าสูงสุดนี้วงจรจะมีประสิทธิภาพเพียง 50 % เท่านั้น ที่แหล่งจ่ายสามารถส่งกำลังไฟฟ้าไปยังโหลดได้ ภายใต้เงื่อนไข $R_L = R_{Th}$ จะได้</p>		
$I_L = \frac{E_{Th}}{R_{Th} + R_L} = \frac{E_{Th}}{2R_{Th}}$ $P_L = I^2 \times R_L = \left(\frac{E_{Th}}{2R_{Th}} \right)^2 \times R_{Th} = \frac{E_{Th}^2 \times R_{Th}}{4R_{Th}^2}$		
<p>จะได้</p> $P_{LMAX} = \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}} \quad (W) \quad (15-5)$		

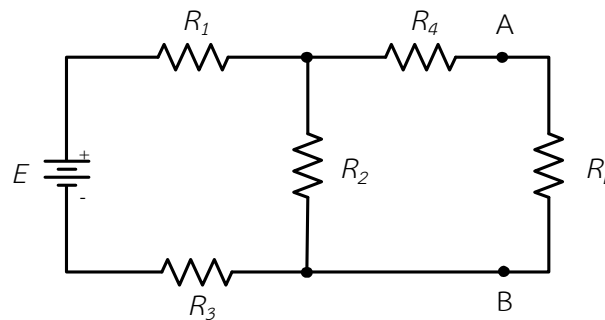
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง

จากรูปที่ 15.1 (ข) เมื่อเป็นวงจรเทียบเคียงนอร์ตัน จะได้

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

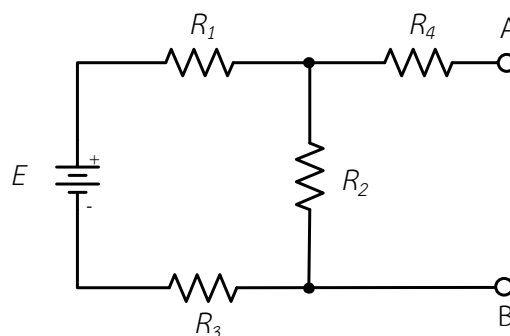
15.2 ขั้นตอนการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าด้วยทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

การแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าเพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านโหลดโดยใช้ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด โดยอาศัยหลักการทฤษฎีเทเวนินมาวิเคราะห์ ในรูปที่ 15.4 จากตัวอย่างวงจรมีขั้นตอนดังนี้




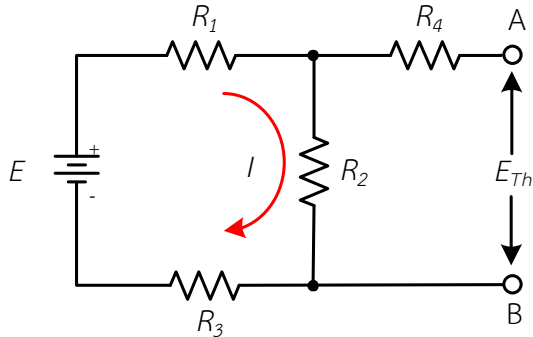
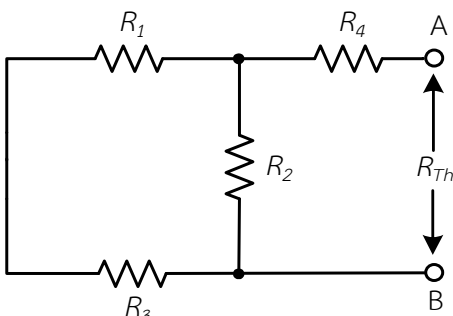
รูปที่ 15.4 วงจรไฟฟ้าสำหรับการวิเคราะห์ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด


ขั้นที่ 1 ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B

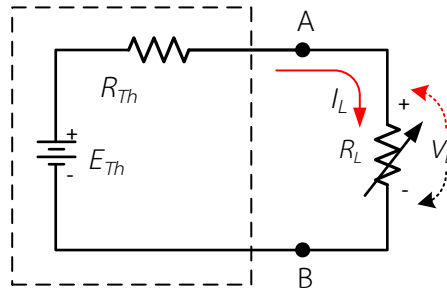


รูปที่ 15.5 แสดงวงจรที่ปลด R_L ออก

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

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง
		
<p>รูปที่ 15.6 แสดงการหาค่าแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน</p>		
$E_{Th} = E \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \right) \quad (15-7)$		
<p>สมการที่ (15-7) เป็นสมการที่ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้านั่นเอง</p>		
<p>ขั้นที่ 2 หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าทุกตัวที่มีในวงจร (หากเป็นแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เปิดวงจร)</p>		
<p>ในการหาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน โดยนำ R_1 อนุกรมกับ R_3 แล้วขนานกับ R_2 จากนั้นจึงอนุกรมกับ R_4</p>		
		
<p>รูปที่ 15.7 แสดงการหาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน</p>		
$R_{Th} = \frac{(R_1 + R_3) \times R_2}{(R_1 + R_3) + R_2} + R_4 \quad (15-8)$		
<p>ขั้นที่ 4 นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน แล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B และในขณะที่กำเนิดกำลังสูงสุดขึ้นก็ต่อเมื่อ R_L จะมีค่าเท่ากับความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินและหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด</p>		

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง



รูปที่ 15.8 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B

$$I_{MAX} = \frac{E_{Th}}{R_{Th}} \tag{15-9}$$

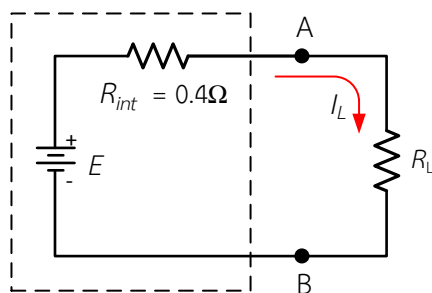
$$P_{LMAX} = \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}} \text{ (W)} \tag{15-10}$$

15.3 การนำทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดแก้ปัญหาโจทย์วงจรไฟฟ้า

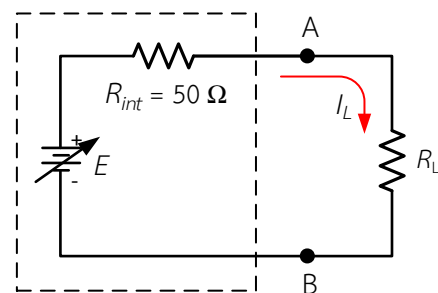
ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด จะนำไปใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าร่วมกับทฤษฎีเทเวนิน หรือ ทฤษฎีนอร์ตัน และใช้วงจรเทียบเคียง คำนวณกำลังไฟฟ้าสูงสุดขณะที่โหลดได้รับ ศึกษาจากตัวอย่างต่อไปนี้

ตัวอย่างที่ 15.1 จากรูปจงหาค่าต่อไปนี้

- ก. R_L ขณะได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุด
- ข. R_L ที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพ 89 %





(ก) แบตเตอรี่



(ข) เพาเวอร์ซัพพลาย

รูปที่ 15.9 วงจรไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ 15.1

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง
<p><u>วิธีทำ</u> ก. หาค่า R_L ขณะได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุด สำหรับเบตเตอรี่ รูปที่ 15.9 (ข) จะได้</p> $R_L = R_{Th} = R_{int} = 0.4 \Omega$ <p>\therefore ค่า R_L ขณะได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดสำหรับเบตเตอรี่ = 0.4 โอห์ม <u>ตอบ</u></p> <p>สำหรับเพาเวอร์ซีพพลาย รูปที่ 15.9 (ข) จะได้</p> $R_L = R_{Th} = R_{int} = 50 \Omega$ <p>\therefore ค่า R_L ขณะได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดสำหรับเบตเตอรี่ = 50 โอห์ม <u>ตอบ</u></p> <p>ข. หาค่า R_L ที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพ 89 % ($89 \% = 0.89 \times 100$)</p> <p>จาก $\eta = \frac{R_L}{R_{Th} + R_L}$</p> <p>ย้ายข้างสมการ $\eta(R_{Th} + R_L) = R_L$</p> $\eta R_{Th} + \eta R_L = R_L$ $(1 - \eta)R_L = \eta R_{Th}$ <p>ดังนั้นจะได้ $R_L = \frac{\eta R_{Th}}{1 - \eta}$</p> <p>สำหรับเบตเตอรี่ รูปที่ 15.9 (ก) จะได้</p> <p>จาก $R_L = \frac{\eta R_{Th}}{1 - \eta}$</p> <p>แทนค่า $= \frac{0.89 \times 0.4}{1 - 0.89}$</p> $R_L = 3.24 \Omega$ <p>\therefore ค่า R_L ที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพ 89 % = 3.24 โอห์ม <u>ตอบ</u></p> <p>สำหรับเพาเวอร์ซีพพลาย รูปที่ 15.9 (ข) จะได้</p> <p>จาก $R_L = \frac{\eta R_{Th}}{1 - \eta}$</p>		

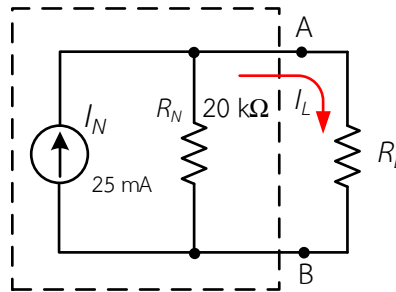
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง

$$\begin{aligned} \text{แทนค่า} &= \frac{0.89 \times 50}{1 - 0.89} \\ R_L &= 404.55 \Omega \end{aligned}$$

∴ ค่า R_L ที่ทำให้เกิดประสิทธิภาพ 89 % = 404.55 โอห์ม

ตอบ

ตัวอย่างที่ 15.2 จากรูปจงหาค่า R_L ขณะได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุด และกำลังไฟฟ้าสูงสุดมีค่าเท่าไร



รูปที่ 15.10 วงจรไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ 15.2

วิธีทำ

จากค่า R_L ในขณะได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดจะเท่ากับ R_N

$$R_L = R_N = 20 \text{ k}\Omega$$

∴ ค่า R_L ขณะได้รับกำลังไฟฟ้าสูงสุดสำหรับเบตเตอรี = 20 กิโลโอห์ม

ตอบ

จาก สมการที่ (15-6)

$$\text{จาก} \quad P_{L_{MAX}} = \frac{I_N^2 \times R_N}{4}$$

$$\text{แทนค่า} \quad = \frac{(25 \times 10^{-3})^2 \times (20 \times 10^3)}{4}$$

$$P_{L_{MAX}} = 3.125 \text{ W}$$


∴ ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด = 3.125 วัตต์

ตอบ

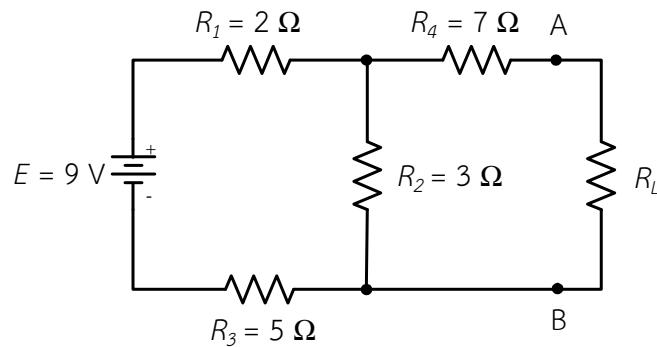
ตัวอย่างที่ 15.3 จากวงจรไฟฟ้า ในรูปที่ 15.11 จงคำนวณ

ก. หาค่าความต้านทานโหลด (R_L)

ข. หาค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด (I_{MAX})

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง

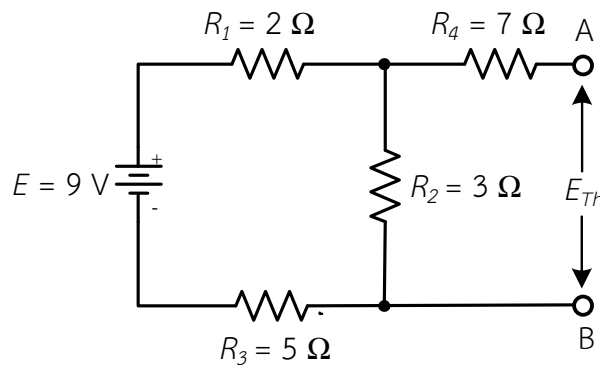
ค. หาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตัวต้านทานโหลด ($P_{L_{MAX}}$)



รูปที่ 15.11 วงจรไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ 15.3

วิธีทำ


ขั้นที่ 1 ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B หาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_2 นั้นเอง ดังรูปที่ 15.12



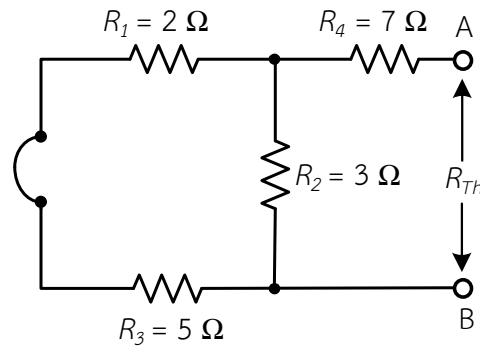
รูปที่ 15.12 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ 15.3

ใช้หลักการแบ่งแรงดันไฟฟ้า จะได้

$$\begin{aligned} \text{จาก} \quad E_{Th} &= E \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \right) \\ \text{แทนค่า} &= 9 \text{ V} \times \left(\frac{3 \Omega}{2 \Omega + 3 \Omega + 5 \Omega} \right) \\ E_{Th} &= 2.7 \text{ V} \end{aligned}$$

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง

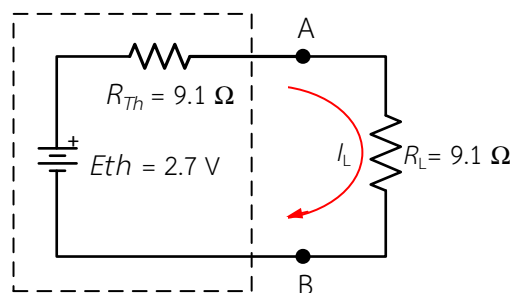
ขั้นที่ 2 หาค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าดังรูปที่ 15.13



รูปที่ 15.13 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ 15.3


$$\begin{aligned}
 \text{จาก} \quad R_{Th} &= \left(\frac{(R_1 + R_3) \times R_2}{(R_1 + R_3) + R_2} \right) + R_4 \\
 \text{แทนค่า} \quad &= \left(\frac{(2\Omega + 5\Omega) \times 3\Omega}{(2\Omega + 5\Omega) + 3\Omega} \right) + 7\Omega \\
 R_{Th} &= 9.1\Omega
 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 3 นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนินแล้วต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ดังรูปที่ 15.14

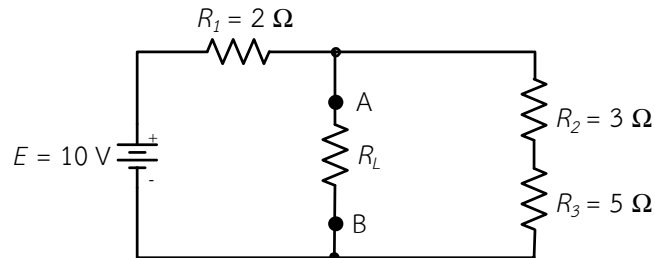


รูปที่ 15.14 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ 15.3

ก. หาค่าความต้านทานโหลด (R_L)

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง
<p>ในขณะที่กำเนิดกำลังสูงสุดขึ้นก็ต่อเมื่อ R_L จะมีค่าเท่ากับความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินและหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด</p>		
$R_L = R_{Th} = 9.1\Omega$		
<p>\therefore ค่าความต้านทานโหลด = 9.1 โอห์ม ตอบ</p>		
<p>ข. หาค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด (I_{MAX})</p>		
<p>จาก $I_{MAX} = \frac{E_{Th}}{R_{Th}}$</p>		
<p>แทนค่า $= \frac{2.7V}{9.1\Omega}$</p>		
$I_{MAX} = 0.297A$		
<p>\therefore กระแสไฟฟ้าสูงสุด = 0.297 แอมแปร์ ตอบ</p>		
<p>ค. หาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตัวต้านทานโหลด (P_{LMAX})</p>		
<p>จาก $P_{LMAX} = \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}}$</p>		
<p>แทนค่า $= \frac{(2.7V)^2}{4 \times 9.1\Omega}$</p>		
$P_{LMAX} = 0.2W$		
<p>\therefore ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตัวต้านทานโหลด = 0.2 วัตต์ ตอบ</p>		
<p><u>ตัวอย่างที่ 15.4</u> จากวงจรไฟฟ้า ในรูปที่ 15.15 จงคำนวณ</p>		
<p>ก. หาค่าความต้านทานโหลด (R_L)</p>		
<p>ข. หาค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด (I_{MAX})</p>		
<p>ค. หาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตัวต้านทานโหลด (P_{LMAX})</p>		

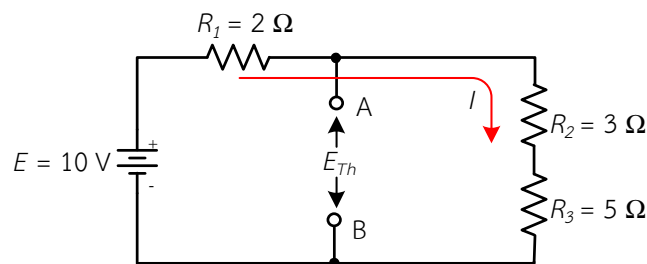
	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง



รูปที่ 15.15 วงจรไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ 15.4

วิธีทำ

ขั้นที่ 1 ปลด R_L ออกจากวงจรที่จุด A และ B หาแรงดันเทียบเคียงเทเวนิน (E_{Th}) ระหว่างจุด A และ B ซึ่งก็คือ แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R_2 และ R_3 นั้นเอง ดังรูปที่ 15.16



รูปที่ 15.16 แสดงวงจรที่ใช้หาค่าแรงดัน E_{Th} ของวงจรไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ 15.4

หาค่าความต้านทานรวมของวงจร (R_T)

$$\text{จาก} \quad R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$\text{แทนค่า} \quad = 2\Omega + 3\Omega + 5\Omega$$

$$R_T = 10\Omega$$

หาค่ากระแสไฟฟ้ารวมของวงจร (I_T)

$$\text{จาก} \quad I_T = \frac{E}{R_T}$$

$$\text{แทนค่า} \quad = \frac{10V}{10\Omega}$$

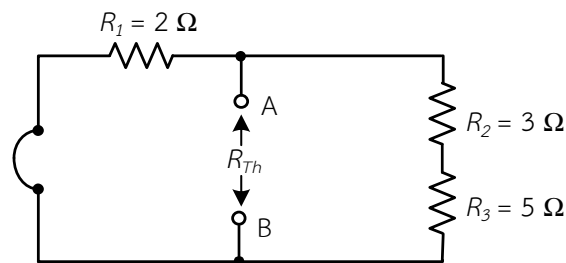
$$I_T = 1A$$

ดังนั้น

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง

$$\begin{aligned}
 \text{จาก} \quad E_{Th} &= V_2 + V_3 \\
 &= (I_T \times R_2) + (I_T \times R_3) \\
 \text{แทนค่า} &= (1A \times 3\Omega) + (1A \times 5\Omega) \\
 E_{Th} &= 8V
 \end{aligned}$$

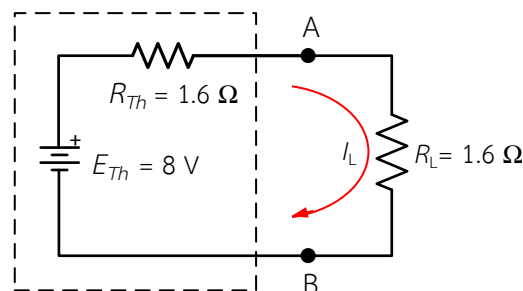
ขั้นที่ 2 หาความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน (R_{Th}) ที่มองจากจุด A และ B โดยลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 15.17




รูปที่ 15.17 แสดงการหาค่าความต้านทาน R_{Th} ของวงจรไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ 15.4

$$\begin{aligned}
 \text{จาก} \quad R_{Th} &= \frac{R_1 \times (R_2 + R_3)}{R_1 + (R_2 + R_3)} \\
 \text{แทนค่า} &= \frac{2\Omega \times (3\Omega + 5\Omega)}{2\Omega + (3\Omega + 5\Omega)} \\
 R_{Th} &= 1.6\Omega
 \end{aligned}$$

ขั้นที่ 3 นำค่า E_{Th} และ R_{Th} มาเขียนวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ดังรูปที่ 15.18



รูปที่ 15.18 แสดงวงจรเทียบเคียงเทเวนิน ที่ต่อ R_L เข้าที่จุด A และ B ของวงจรไฟฟ้า ตามตัวอย่างที่ 15.4

	ใบเนื้อหา	
	รหัส 2104-2002 ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สัปดาห์ที่ 18
	หน่วยที่ 15 : ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	จำนวน 1 ชั่วโมง
<p>ก. หาค่าความต้านทานโหลด (R_L)</p> <p>ในขณะที่กำลังจ่ายสูงสุดขึ้นก็ต่อเมื่อ R_L จะมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนินและหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด</p> $R_L = R_{Th} = 1.6\Omega$ <p>\therefore ค่าความต้านทานโหลด = 1.6 โอห์ม ตอบ</p> <p>ข. หาค่ากระแสไฟฟ้าสูงสุด (I_{MAX})</p> <p>จาก $I_{MAX} = \frac{E_{Th}}{R_{Th}}$</p> <p>แทนค่า $= \frac{8V}{1.6\Omega}$</p> $I_{MAX} = 5A$ <p>\therefore กระแสไฟฟ้าสูงสุด = 5 แอมแปร์ ตอบ</p> <p>ง. หาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตัวต้านทานโหลด (P_{LMAX})</p> <p>จาก $P_{LMAX} = \frac{E_{Th}^2}{4R_{Th}}$</p> <p>แทนค่า $= \frac{(8V)^2}{4 \times 1.6\Omega}$</p> $P_{LMAX} = 10W$ <p>\therefore ค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุดที่เกิดขึ้นที่ตัวต้านทานโหลด = 10 วัตต์ ตอบ</p> <p>สรุป</p> <p>ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ที่มีแหล่งจ่ายพลังงานต่ออยู่ด้วยนั้น จะเกิดการส่งผ่านกำลังสูงสุดจากแหล่งจ่ายไปยังโหลดได้นั้นก็ต่อเมื่อโหลดมีความต้านทานเท่ากับค่าความต้านทานภายในของแหล่งจ่ายที่จ่ายให้โหลดตัวนั้น โดยการนำเอาหลักการทฤษฎีเทเวนินมาใช้ในการวิเคราะห์วงจร เมื่อได้วงจรเทียบเคียงเทเวนินแล้ว ก็สามารถที่จะหาค่าความต้านทานของโหลดได้ซึ่งจะมีค่าเท่ากับค่าความต้านทานเทียบเคียงเทเวนิน และเมื่อนำเข้ามาต่อกับวงจรเทียบเคียงเทเวนินแล้วจะสามารถวิเคราะห์หาค่ากำลังสูงสุดที่ปรากฏขึ้นที่โหลดนั้นได้</p>		