



แผนการสอน

หน่วยที่ 3

ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สอนครั้งที่ 3

ชื่อหน่วย กฎของโอห์ม

ชั่วโมง 4

สาระสำคัญ

นักวิทยาศาสตร์ชาวเยอรมัน ชื่อ เกอร์เก ซิโมน โอห์ม ได้ค้นพบความสัมพันธ์ ระหว่างกระแสไฟฟ้า เรียกว่า เฮอร์เรนท ใช้ตัวย่อ I แรงดันไฟฟ้า เรียกว่า โวลต์เตจ ใช้ตัวย่อ E หรือ V และความต้านทานไฟฟ้า เรียกว่า รีซิสเตอร์ ใช้ตัวย่อ R ซึ่งกล่าวไว้ว่า ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ กระแสไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้า และจะแปรผกผันกับความต้านทาน

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. ศึกษากฎของโอห์ม
2. ศึกษาการใช้กฎของโอห์มคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า
3. ศึกษาการใช้กฎของโอห์มคำนวณค่าแรงดันไฟฟ้า
4. ศึกษาการใช้กฎของโอห์มคำนวณค่าความต้านทานไฟฟ้า
5. เพื่อให้สามารถปฏิบัติการต่อวงจร วัดแรงดัน กระแส

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกสูตรการคำนวณที่ได้จากกฎของโอห์มได้ถูกต้อง
2. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าจากกฎของโอห์มได้ถูกต้อง
3. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้าจากกฎของโอห์มได้ถูกต้อง
4. คำนวณค่าความต้านทานไฟฟ้าจากกฎของโอห์มได้ถูกต้อง
5. ต่อวงจรวัดแรงดัน กระแส ได้ถูกต้อง



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 3

ชื่อหน่วยการสอน

กฎของโอห์ม

กฎของโอห์ม

ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วนคือ แหล่ง จ่ายพลังงานไฟฟ้าและตัวต้านทานหรืออุปกรณ์ ไฟฟ้าที่จะใส่เข้าไปในวงจร ไฟฟ้านั้น ๆ เพราะฉะนั้น ความสำคัญของวงจรที่จะต้องคำนึงถึงเมื่อมีการต่อวงจรไฟฟ้าใดๆ เกิดขึ้นคือทำอย่างไรจึงจะไม่ให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเข้าไปในวงจรมากเกินไปซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าชำรุดเสียหาย หรือวงจรไหม้เสียหายได้ ยอร์จซีมอนโอห์มนักฟิสิกส์ชาวเยอรมันให้ความสำคัญของวงจรไฟฟ้า และสรุปเป็นกฎออกมาดังนี้ คือ

1. ในวงจรใด ๆ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรนั้นจะเป็นปริมาณโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า

$$I (\text{กระแสไฟฟ้า}) \propto E (\text{แรงดันไฟฟ้า})$$

2. ในวงจรใด ๆ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรนั้นจะเป็นปริมาณโดยกลับกับความต้านทานไฟฟ้า

$$I \propto \frac{1}{R} (\text{ความต้านทานไฟฟ้า})$$

เมื่อรวมความสัมพันธ์ทั้ง 2 เข้าด้วยกัน และเมื่อ K เป็นค่าคงที่ของตัวนำไฟฟ้า จะได้สูตร

$$I \propto \frac{1}{R}$$

$$I = K \frac{1}{R}$$

(เพราะว่า $K=1$)

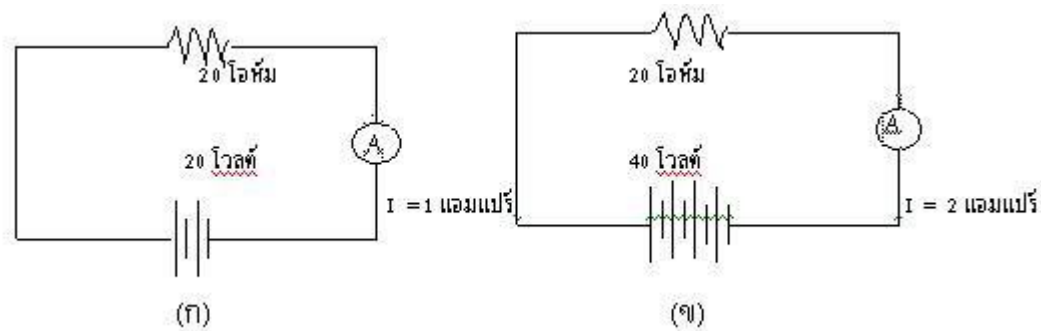
$$I \propto \frac{E}{R}$$

$\propto$ หมายถึง แปรผัน

K หมายถึง ค่าคงที่

ถ้าให้ความต้านทานไฟฟ้าเท่าเดิมต่อกับวงจรใด ๆ แรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นจะทำให้

กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามความ สัมพันธ์ซึ่งกันและกัน เช่น แรงดันไฟฟ้า 10 โวลต์ ไฟฟ้ากระแสตรงต่ออยู่ กับความต้านทานไฟฟ้า 20 โอห์ม จะมีกระแส ไฟฟ้าไหลผ่านวงจร 1 แอมแปร์ ดังรูป



แต่ถ้าเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟฟ้า 40 โวลต์ กระแสไฟฟ้าก็จะเพิ่มขึ้นตามทันที หรือในทำนองเดียวกัน ถ้าความต้านทาน ไฟฟ้าเปลี่ยนแปลงไป แรงดันไฟฟ้าคงที่ กระแสไฟฟ้าจะเปลี่ยนตามไปด้วย

ความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น	กระแสไฟฟ้าที่ได้จะลดลง
ความต้านทานไฟฟ้าลดลง	กระแสไฟฟ้าที่ได้จะเพิ่มขึ้น

การนำกฎของโอห์มไปใช้

$$\text{กระแสไฟฟ้า (I)} = \frac{\text{แรงดันไฟฟ้า (E)}}{\text{ความต้านทานไฟฟ้า (R)}}$$



กระแสไฟฟ้า (I) หน่วยที่ใช้วัด คือ แอมป์ (A)

แรงดันไฟฟ้า (E) หน่วยที่ใช้วัด คือ โวลต์ (V)

ความต้านทานไฟฟ้า (R) หน่วยที่ใช้วัด คือ โอห์ม (Ω)

ถ้าต้องการหา I ก็ปัด I จะได้สูตร $I = \frac{E}{R}$

ถ้าต้องการหา E ก็ปัด E จะได้สูตร $E = I \times R$

ถ้าต้องการหา R ก็ปัด R จะได้สูตร $R = \frac{E}{I}$

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ทบทวนก่อนเรียน โดยถามนักเรียนเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้าอนุกรม/ขนาน/ผสม
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่า แรงดัน กระแส ความต้านทาน มีความสัมพันธ์กันอย่างไร
5. ครูอธิบายความสัมพันธ์แรงดัน กระแส ความต้านทาน โดยใช้แผ่นใส/ตอบคำถาม
6. ซักถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์แรงดันกระแส ความต้านทาน ตามกฎของโอห์ม/ตอบคำถาม
7. ดูแลควบคุมการจัดแบ่งกลุ่ม
8. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
9. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
10. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
11. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 3 จากแบบทดสอบหน่วยที่ 3
12. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 4
13. ครูดูแลการทำความสะอาดจัดเครื่องมือให้เรียบร้อยและปิดห้องปฏิบัติงานเมื่อไม่ใช้
14. ครูบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้หลังการสอนเพื่อใช้แก้ไขปัญหที่อาจเกิดขึ้นกับกลุ่มอื่น ๆ ต่อไปหรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

จัดเตรียมบอร์ดทดลอง อุปกรณ์ และสภาพห้องเรียนให้สะอาดเรียบร้อย โดยจัดเวรรับผิดชอบทำความสะอาด

ขณะเรียน

แบ่งกลุ่มๆละ3-4คนทำการทดลองต่อวงจรไฟฟ้าแบบต่างๆแล้วทำการคำนวณค่าความต้านทานที่ไหลผ่าน

หลังเรียน

สรุป ทบทวน และมอบหมายให้ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
3	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง ,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยายเรื่องกฎของโอห์ม - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
กฎของโอห์ม	ภาษาไทย	นำเสนอหน้าชั้นเรียน
	คณิตศาสตร์	คำนวณการต่อวงจร

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา 			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 4
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 4
	ชื่อหน่วย	วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ วงจรอนุกรม เรียกว่า ซีรีส์เซอร์กิต คือการนำเอาตัวต้านทานตั้งแต่สองตัวขึ้นไปมาต่อเรียงกันหรืออนุกรมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า โดยมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเพียงเส้นเดียวทางเดียวเท่ากันตลอด แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะแตกต่างกันกล่าวคือ ความต้านทานตัวใดมีค่ามากจะมีแรงดันตกคร่อมมาก จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป 1.ศึกษาการต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม 2.ศึกษาคุณสมบัติของวงจรอนุกรม 3.ศึกษาการคำนวณในวงจรอนุกรม 4.เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1.เขียนรูปวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ถูกต้อง 2.บอกคุณสมบัติวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ถูกต้อง 3.สามารถคำนวณหาค่า แรงดัน กระแส ความต้านทาน ในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ถูกต้อง 4.ต่อวงจรอนุกรมเพื่อวัดแรงดันและกระแสได้ถูกต้อง			



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 4

ชื่อหน่วยการสอน

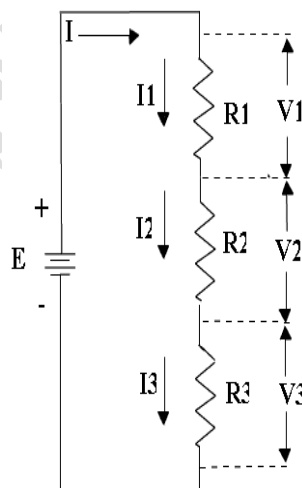
วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

วงจรอนุกรม

วงจรอนุกรมหมายถึงวงจรที่มีอิลิเมนต์ต่าง ๆ ต่อเรียงกันและถัดกันไปเรื่อย ๆ โดยการนำเอาปลายด้านหนึ่งของอิลิเมนต์ตัวแรกต่อกับปลายด้านหนึ่งของอิลิเมนต์ตัวที่สองและปลายด้านหนึ่งของอิลิเมนต์ตัวที่สอง ต่อกับปลายด้านหนึ่งของอิลิเมนต์ตัวที่สามและต่อกันไปเรื่อย ๆ จนมีลักษณะเป็นลูกโซ่ ดังแสดงในรูปที่ 1 จะพิจารณาเห็นได้ว่า ปลายด้านหนึ่งของความต้านทาน R_1 และ R_2 จะต่อกับปลายด้านหนึ่งของความต้านทาน R_2 และ ปลายอีกด้านหนึ่งของทั้งความต้านทาน R และ R_2 จะต่อเข้ากับแบตเตอรี่ E โดยที่ความต้านทาน R_1 ความต้านทาน R_2 และแบตเตอรี่ E จะต่ออนุกรมกันทั้งหมด และในวงจรจะมีกระแส I ไหลเพียงค่าเดียวเท่านั้น ฉะนั้นกระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน R_1 ความต้านทาน R_2 และแบตเตอรี่ จะมีค่าเท่ากัน

การต่อวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

ในวงจรไฟฟ้าถ้ามีตัวต้านทานมากกว่า 1 ตัว ต่อเรียงอันดับหรืออนุกรมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า เรียกว่า วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

จากรูปที่ 2 จะพิจารณาได้ว่า ต้นของตัวต้านทาน (Resistor) ตัวที่หนึ่ง หรือ R_1 ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟตรงด้านขั้วบวก (+) และปลายด้านของตัวต้านทาน ตัวที่หนึ่งต่อเข้ากับต้นของตัวความต้านทานตัวที่สองหรือ R_2 และปลายของตัวต้านทานตัวที่สองต่อเข้ากับต้นของความต้านทานตัวที่สามหรือ R_3 ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟตรงด้านขั้วลบ (-) ครบวงจรที่ขั้วลบ ของแหล่งจ่ายไฟตรง ทำให้มีกระแสไฟฟ้า (Current) ไหลวงจร ในลักษณะของวงจรอนุกรม จะมีกระแสไฟฟ้าไหลเพียงค่าเดียวเท่านั้น เพราะกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1, R_2 และ R_3

คือกระแสไฟฟ้าเดียวกันและมีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้าในวงจรรวมทั้งหมด (Current Total ใช้ตัวย่อ I_T) แต่ค่าแรงดันไฟฟ้ารวมทั้งหมดของวงจร (Voltage Total ใช้ตัวย่อ E_T) จะเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม ตัวต้านทาน R_1, R_2 และ R_3 รวมกัน จากหลักการดังกล่าวจะได้

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

เมื่อนำเซลล์ไฟฟ้ามาต่อกันแบบอนุกรม จะทำให้ได้แรงดันมากขึ้น ถ้าหากว่าแรงดันของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์มีทิศทางเดียวกัน ส่วนความต้านทานภายในของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละเซลล์ เมื่อนำมารวมกันจะมีค่าเท่ากับความต้านทานภายในของวงจร

การขยายย่านการวัดของโวลต์มิเตอร์

ปกติโวลต์ประกอบด้วยเครื่องมือวัดแบบขดลวดหมุนที่มีตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขดลวดหมุน ซึ่งการเคลื่อนที่ของเข็มบนสเกลนั้นขึ้นอยู่กับค่าของกระแสที่ไหลผ่านตัวขดลวดหมุน โดยทั่วไปแล้วค่าของกระแสที่ไปทำให้เข็มของมัลติมิเตอร์ชี้เต็มสเกลนั้นมีค่าเท่ากับ 50 ไมโครแอมแปร์ หรืออาจจะมีความมากกว่านี้ก็ได้ ขึ้นอยู่กับบริษัทผู้ผลิตออกแบบสร้างมา

คุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

1.ค่าความต้านทานรวมทั้งหมด(R_T) ของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม มีค่าเท่ากับผลรวมของความต้านทานทุกตัวรวมกัน

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_n$$

2.กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัวมีค่าเท่ากัน

$$I_T = I_1 = I_2 = I_3 = \dots I_n$$

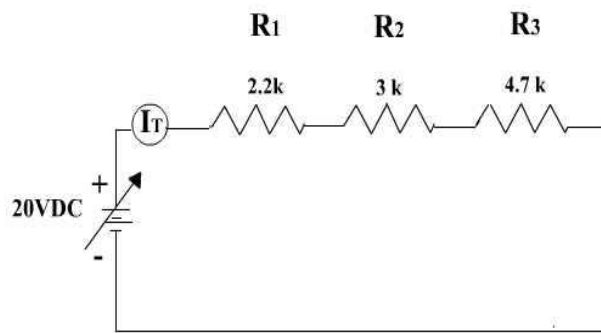
3.แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวในวงจรจะแตกต่างกันไป ความต้านทานตัวใดมีค่ามากจะมีแรงดันตกคร่อมมาก

4.ผลรวมของแรงดันตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากับแรงดันที่จ่ายให้กับวงจร

$$E_T = E_1 + E_2 + E_3 + \dots E_n$$

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรประกอบด้วยตัวต้านทาน $R_1=4\ \Omega$ ต่ออนุกรมกับตัวต้านทาน $R_2=8\ \Omega$

มีแหล่งจ่ายไฟตรง $E=6\text{ V}$ จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม ตัวต้านทานแต่ละตัว กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว กระแสไฟฟ้ารวม และความต้านทานรวมในวงจร



วิธีทำ จากคุณสมบัติของวงจรอนุกรม

หาค่าความต้านทานรวม R_T จะได้

$$R_T = R_1 + R_2$$

$$R_T = 4\ \Omega + 8\ \Omega$$

$$R_T = 12\ \Omega$$

\ ความต้านทานรวมในวงจรเท่ากับ $12\ \Omega$

หาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร I จะได้

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2} \quad \text{\textbackslash กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรเท่ากับ } 0.5\text{ A}$$

หาค่าแรงดัน V_1 และ V_2 จะได้

$$V_1 = IR_1 = 0.5 \text{ A} \times 4 \Omega = 2 \text{ V}$$

$$V_2 = IR_2 = 0.5 \text{ A} \times 8 \Omega = 4 \text{ V}$$

แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ตัวต้านทาน 4Ω เท่ากับ 2 V

แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ตัวต้านทาน 8Ω เท่ากับ 4 V

หาค่าแรงดันไฟฟ้ารวมทั้งหมด V_T จะได้

$$V_T = V_1 + V_2 = 2 \text{ V} + 4 \text{ V} = 6 \text{ V}$$

หรือ $V_T = IR_T = 0.5 \text{ A} \times 12 \Omega = 6 \text{ V}$

$$V_T = E = 6 \text{ V}$$

หาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 และกระแสไฟฟ้า I_2 จะได้

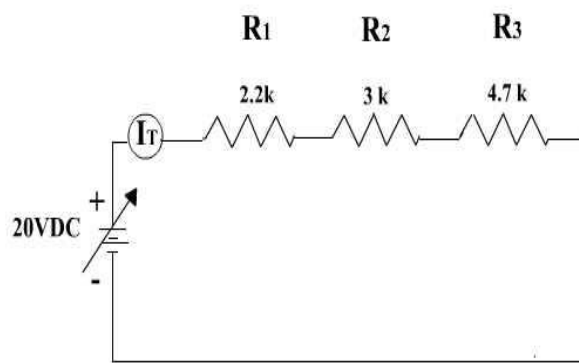
$$I_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{2 \text{ V}}{4 \Omega} = 0.5 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{V_2}{R_2} = \frac{4 \text{ V}}{8 \Omega} = 0.5 \text{ A}$$

จากคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมจะได้กระแสไฟฟ้ามีค่าเท่ากัน

$$I_T = I_1 = I_2 = 0.5 \text{ A}$$

ตัวอย่างที่ 2 จากวงจรประกอบด้วยตัวต้านทาน $R_1 = 2.2 \text{ k}\Omega$ ตัวต้านทาน $R_2 = 3 \text{ k}\Omega$ และตัวต้านทาน $R_3 = 4.7 \text{ k}\Omega$ แหล่งจ่ายไฟตรง $E = 20 \text{ V}$ จงหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว กระแสไฟฟ้าไหลในวงจรรวม และความต้านทานรวมในวงจร



วิธีทำ จากคุณสมบัติของวงจรอนุกรม

คำนวณหาค่าความต้านทานรวมทั้งหมด R_T ได้ดังนี้

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3$$

$$R_T = 2.2 \text{ k}\Omega + 3 \text{ k}\Omega + 4.7 \text{ k}\Omega$$

$$R_T = 9.9 \text{ k}\Omega$$

ความต้านทานรวมในวงจรเท่ากับ $9.9 \text{ k}\Omega$

คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าทั้งหมด I_T จะได้

$$I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{20\text{ V}}{9.9\text{ k}\Omega} = 2.02\text{ mA}$$

\กระแสไฟฟ้าทั้งหมด เท่ากับ 2.02 mA

คำนวณหาค่าแรงดัน V_1, V_2 และ V_3 จะได้

$$V_1 = IR_1 = 2.02\text{ mA} \times 2.2\text{ k}\Omega = 4.444\text{ V}$$

$$V_2 = IR_2 = 2.02\text{ mA} \times 3\text{ k}\Omega = 6.06\text{ V}$$

$$V_3 = IR_3 = 2.02\text{ mA} \times 4.7\text{ k}\Omega = 9.494\text{ V}$$

$$V_T = V_1 + V_2 + V_3$$

$$V_T = 4.444\text{ V} + 6.06\text{ V} + 9.494\text{ V}$$

$$V_T = 19.998\text{ V}$$

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ทบทวนก่อนเรียน โดยถามนักเรียนเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้าอนุกรม/ขนาน/ผสม
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่า แรงดัน กระแส ความต้านทาน มีความสัมพันธ์กันอย่างไรประกอบการฉายแผ่นใส
5. ครูอธิบายความสัมพันธ์แรงดัน กระแส ความต้านทาน โดยใช้แผ่นใส ตอบคำถาม
6. ซักถามเกี่ยวกับความสัมพันธ์แรงดันกระแส ความต้านทาน ตามกฎของโอห์ม/ตอบคำถาม
7. ดูแลควบคุมการจัดแบ่งกลุ่ม
8. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
9. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
10. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
11. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 4 จากแบบทดสอบหน่วยที่ 4
12. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 5
13. ครูดูแลการทำความสะอาดจัดเครื่องมือให้เรียบร้อยและปิดห้องปฏิบัติงานเมื่อไม่ใช้
14. ครูบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้หลังการสอนเพื่อใช้แก้ไขปัญหที่อาจเกิดขึ้นกับกลุ่มอื่น ๆ ต่อไปหรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน,หลังเรียน)

ก่อนเรียน

จัดเตรียมบอร์ดทดลอง อุปกรณ์ และสภาพห้องเรียนให้สะอาดเรียบร้อย โดยจัดเวรรับผิดชอบทำความสะอาด

ขณะเรียน

อธิบายเกี่ยวกับการต่อวงจรอนุกรม พร้อมทำการทดลองประกอบวงจร

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้เรียนในครั้งนี้ และทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
4	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง ,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยายเรื่องวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม - แบบฝึกหัด - ตัวต้านทาน	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
วงจรรอนุกรม	ภาษาไทย	นำเสนอหน้าชั้นเรียน
	คณิตศาสตร์	คำนวณการต่อวงจร

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 5
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 5
	ชื่อหน่วย	วงจรไฟฟ้าแบบขนาน	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ วงจรขนาน เรียกว่า พาราเรล เซอร์กิต คือการนำเอาตัวต้านทานตั้งแต่สองตัวมาต่อขนานหรือคร่อมกับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า โดยมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวเท่ากันและเท่ากับแหล่งจ่าย กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านความต้านทานแต่ละตัวจะไม่เท่ากัน กล่าวคือ ความต้านทานตัวใดมีค่าน้อยจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมาก จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป 1. ศึกษาการต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน 2. ศึกษาคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าขนาน 3. ศึกษาการคำนวณในวงจรไฟฟ้าขนาน 4. เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้าแบบขนาน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. เขียนรูปวงจรไฟฟ้าแบบขนานได้ถูกต้อง 2. บอกคุณสมบัติวงจรไฟฟ้าแบบขนานต้อง 3. สามารถคำนวณหาค่า แรงดัน กระแส ความต้านทาน ในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ถูกต้อง 4. ต่อยวงจรอนุกรมเพื่อวัดแรงดัน กระแส ในวงจรไฟฟ้าขนานได้ถูกต้อง			



เนื้อหาสาระ

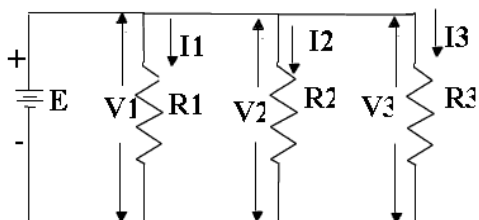
หน่วยที่ 5

ชื่อหน่วยการสอน

วงจรไฟฟ้าแบบขนาน

การต่อวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

วงจรไฟฟ้าที่มีตัวต้านทานตั้งแต่ 2 ตัวหรือมากกว่าต่อขนานหรือต่อกคร่อมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า เรียกว่าวงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Circuit) ดังแสดงในรูปที่ 1



รูปที่1 วงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

จากวงจรรูปที่ 1 จะพิจารณาได้ว่าปลายข้างหนึ่งของตัวต้านทาน ตัวที่หนึ่ง R_1 ตัวต้านทานตัวที่สอง R_2 และตัวต้านทานตัวที่ R_3 ต่อเข้าทางด้านขั้วบวก (+) ของแหล่งจ่ายไฟตรง (E) และปลายอีกข้างหนึ่งของต้านทาน ตัวที่หนึ่ง R_1 ตัวต้านทาน ตัวที่สอง R_2 และตัวต้านทานตัวที่ R_3 ต่อเข้าที่จุดเดียวกัน คือ ต่อเข้าทางด้านขั้วลบ (-) ของแหล่งจ่ายไฟตรง (E) ในการต่อวงจรไฟฟ้าลักษณะนี้จะทำให้ค่าของความต้านทานรวมมีค่าเท่ากับผลรวมของส่วนกลับของความต้านทานทุกตัวที่ต่ออยู่ในวงจรรวมกัน แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม ตัวต้านทานตัวที่ R_1

ตัวต้านทานที่สอง R_2 และตัวต้านทาน ตัวที่ R_3 จะเท่ากันและเท่ากับแหล่งจ่ายไฟตรงเพราะลักษณะนี้คือการนำตัวต้านทานไปต่อคร่อมแหล่งจ่ายไฟตรงจึงทำให้แรงดันไฟฟ้าเท่ากัน และกระแสไฟฟ้ารวมในวงจรเท่ากับกระแสไฟฟ้า ที่ไหลผ่านตัวต้านทานทุกตัวรวมกัน กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทาน แต่ละตัวขึ้นอยู่กับค่าความต้านทาน แต่ละตัวขึ้นอยู่กับค่าความต้านทาน โดยค่าความต้านทานมาก กระแสจะไหลผ่านน้อยถ้าค่าความต้านทานน้อยกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่านมาก ค่าความต้านทานเท่ากัน กระแสไฟฟ้า ไหลผ่านเท่ากัน ซึ่งเป็นไปตามกฎของโอห์ม

ในลักษณะของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Circuit) จะเห็นได้ว่าเมื่อค่าความต้านทานของตัวต้านทานตัวใดๆในวงจรขนาน (Parallel Circuit) เกิดขัดข้องหรือขาดกระแสก็ยังสามารถไหลผ่านความต้านทานตัวอื่นๆได้เหมือนเดิม

คุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

1. ค่าความต้านทานรวมของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Circuit) มีค่าเท่ากับ ส่วนกลับของความต้านทานรวมของวงจร เท่ากับผลรวมของส่วนกลับของความต้านทานทุกตัวที่ต่ออยู่วงจรไฟฟ้าแบบขนาน

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots \frac{1}{R_n}$$

2.กระแสไฟฟ้ารวมในวงจร จะเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวรวมกัน

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3 + \dots I_n$$

3.แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม ตัวต้านทานแต่ละตัวในวงจรเท่ากัน และเท่ากับแหล่งจ่ายไฟในวงจร

$$E = V_1 = V_2 = V_3 = \dots V_n$$

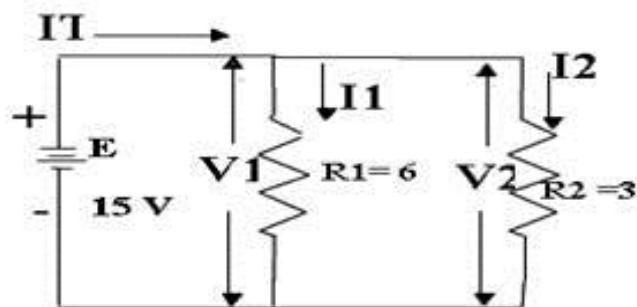
4.ในกรณีที่มีตัวต้านทาน ต่อขนานกันสองตัว ค่าความต้านทานรวมหาได้จาก

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$$

หรือ

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

ตัวอย่างที่ 1 จงแสดงวิธีการหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวกระแสไฟฟ้ารวม (I_T) และค่าความต้านทานรวม (R_T) ในวงจร เมื่อตัวต้านทาน $R_1 = 6 \, \Omega$ ตัวต้านทาน $R_2 = 3 \, \Omega$ และแหล่งจ่ายไฟตรงมีค่าเท่ากับ 15 V



วิธีทำ จากคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน

สามารถหาค่าความต้านทานรวม R_T จากสูตร

$$R_T = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_T = \frac{6 \, \Omega \times 3 \, \Omega}{6 \, \Omega + 3 \, \Omega} = \frac{18 \, \Omega}{9 \, \Omega} = 2 \, \Omega$$

☐ ค่าความต้านทานรวม $R_T = 2 \, \Omega$

คำนวณหาค่ากระแสไหลผ่าน R_1 คือ I_1 กระแสไหลผ่าน R_2 คือ I_2 และกระแสไฟฟ้ารวม I_T

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{15\text{ V}}{6\ \Omega} = 2.5\text{ A}$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{15\text{ V}}{3\ \Omega} = 5\text{ A}$$

$$I_T = I_1 + I_2 = 2.5\text{ A} + 5\text{ A} = 7.5\text{ A}$$

$$I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{15\text{ V}}{2\ \Omega} = 7.5\text{ A}$$

□ กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_T คือ I_T เท่ากับ 7.5 A

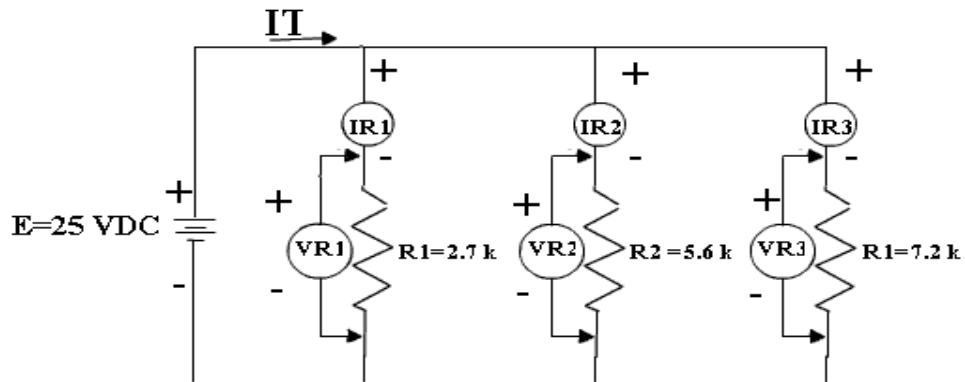
กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R_2 คือ I_2 เท่ากับ 5 A

กระแสไฟฟ้ารวม คือ I_T เท่ากับ 7.5 A

คำนวณหาค่าแรงดันตกคร่อม R_1 คือ V_1 แรงดันตกคร่อม R_2 คือ V_2 และแรงดันไฟฟ้ารวม V_T

จะเห็นว่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวรวมกัน จะมีค่าเท่ากับแหล่งจ่ายแรงดันที่จ่ายให้กับวงจร

ตัวอย่างที่ 2 จากวงจร จงหาค่าความต้านทานรวม (R_T) กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว (I_{R1} , I_{R2} , I_{R3}) และกระแสไฟฟารวม (I_T)



วิธีทำ

คำนวณหาค่าความต้านทานรวมทั้งหมดของวงจร (R_T) จากสูตร

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2.7 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{5.6 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{7.2 \text{ k}\Omega}$$

$$\frac{1}{R_T} = 0.37 \text{ k}\Omega + 0.179 \text{ k}\Omega + 0.138 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{1}{R_T} = 0.687 \text{ k}\Omega$$

$$R_T = \frac{1}{0.687 \text{ k}\Omega}$$

$$R_T = 1.455 \text{ k}\Omega$$

□ ค่าความต้านทานรวม (R_T) เท่ากับ $1.455 \text{ k}\Omega$

คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว (I_{R1} , I_{R2} , I_{R3}) และกระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{25 \text{ V}}{2.7 \text{ k}\Omega} = 9.26 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{25 \text{ V}}{5.6 \text{ k}\Omega} = 4.464 \text{ mA}$$

$$I_3 = \frac{E}{R_3} = \frac{25 \text{ V}}{7.2 \text{ k}\Omega} = 3.472 \text{ mA}$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_T = 9.26 \text{ mA} + 4.464 \text{ mA} + 3.472 \text{ mA}$$

$$I_T = 17.196 \text{ mA}$$

$$I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{25 \text{ V}}{1.455 \text{ k}\Omega} = 17.182 \text{ mA}$$

หรือ

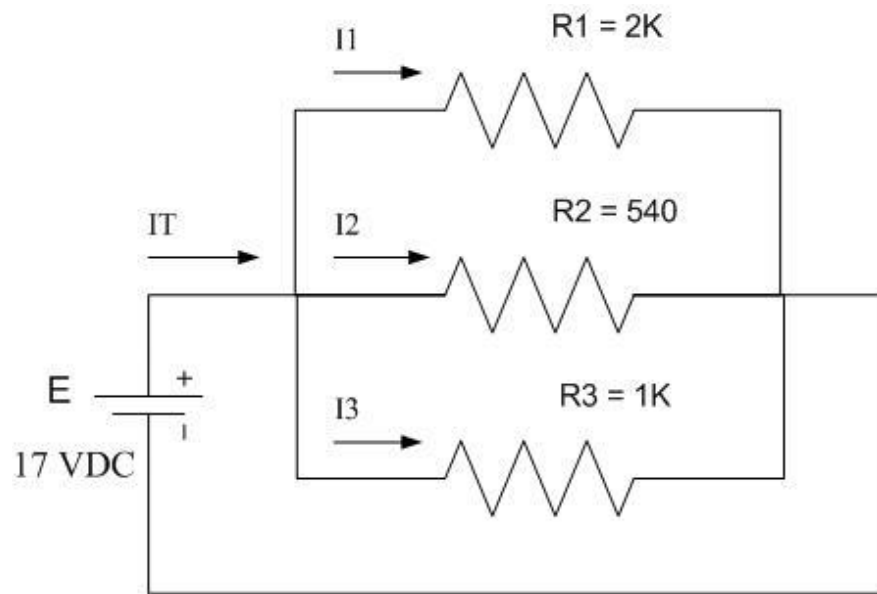
☐ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 เท่ากับ 9.26 mA หรือ ($I_{R1} = 9.26 \text{ mA}$)

กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R_2 เท่ากับ 4.464 mA หรือ ($I_{R2} = 4.464 \text{ mA}$)

กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R_3 เท่ากับ 3.472 mA หรือ ($I_{R1} = 3.472 \text{ mA}$)

กระแสไฟฟ้ารวมในวงจรมีค่าเท่ากับ 17.196 mA หรือ ($I_T = 17.196 \text{ mA}$)

ตัวอย่างที่ 3 จากวงจร ให้คำนวณหาค่าความต้านทานรวม (R_T) กระแสไฟฟ้า I_1, I_2, I_3 และ I_T



วิธีทำ

คำนวณหาค่าความต้านทานรวม R_T จากสูตร

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{540 \text{ k}\Omega} + \frac{1}{1 \text{ k}\Omega}$$

$$\frac{1}{R_T} = 0.5 \text{ k}\Omega + 1.85 \text{ k}\Omega + 1 \text{ k}\Omega$$

$$\frac{1}{R_T} = 3.35 \text{ k}\Omega$$

$$R_T = \frac{1}{3.35 \text{ k}\Omega}$$

$$R_T = 0.298 \text{ k}\Omega$$

□ ค่าความต้านทานรวม (R_T) ในวงจรมีค่าเท่ากับ 298Ω

คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว (I_1, I_2, I_3) และกระแสไฟฟ้ารวมทั้งหมด (I_T)

$$I_1 = \frac{E}{R_1} = \frac{17 \text{ V}}{2 \text{ k}\Omega} = 8.5 \text{ mA}$$

$$I_2 = \frac{E}{R_2} = \frac{17 \text{ V}}{0.54 \text{ k}\Omega} = 31.48 \text{ mA}$$

$$I_3 = \frac{E}{R_3} = \frac{17 \text{ V}}{1 \text{ k}\Omega} = 17 \text{ mA}$$

$$I_T = I_1 + I_2 + I_3$$

$$I_T = 8.5 \text{ mA} + 31.48 \text{ mA} + 17 \text{ mA}$$

$$I_T = 56.98 \text{ mA}$$

หรือ

$$I_T = \frac{E}{R_T} = \frac{17 \text{ V}}{0.298 \text{ k}\Omega} = 57.04 \text{ mA}$$

กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 เท่ากับ 8.5 mA หรือ ($I_{R1} = 8.5 \text{ mA}$)

กระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R_2 เท่ากับ 31.48 mA หรือ ($I_{R2} = 31.48 \text{ mA}$)

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ทบทวนก่อนเรียน โดยถามนักเรียนเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้า การต่อเซลล์ไฟฟ้าอนุกรม/ขนาน/ผสม
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่า แรงดัน กระแส ความต้านทาน มีความสัมพันธ์กันอย่างไรประกอบการฉายแผ่นใส
5. ครูอธิบายวงจรไฟฟ้าแบบขนานแรงดันพร้อมตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้แผ่นใส/ตอบคำถาม
6. ซักถามเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าแบบขนาน กระแสจะไหลอย่างไร/ตอบคำถาม
7. ดูแลควบคุมการจัดแบ่งกลุ่ม
8. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
9. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
10. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
11. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 5 จากแบบทดสอบหน่วยที่ 5
12. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่6ต่อไป
13. ครูดูแลการทำความสะอาดจัดเครื่องมือให้เรียบร้อยและปิดห้องปฏิบัติงานเมื่อไม่ใช้

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน,หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบาย มอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ การต่อวงจรขนาน

ขณะเรียน

แบ่งกลุ่มให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองต่อวงจรขนาน

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้ทดลองหน้าชั้นและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
5	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง ,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยายเรื่องวงจรขนาน - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
วงจรรชานาน	คณิตศาสตร์	การคำนวณแรงดันและกระแส
	ภาษาไทย	นำเสนอผลงานหน้าชั้นเรียน

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา 			

ลงชื่อ.....

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

หัวหน้าแผนก



แผนการสอน

หน่วยที่ 6

ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สอนครั้งที่ 6

ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม

ชั่วโมง 4

สาระสำคัญ

วงจรไฟฟ้าแบบผสม คือวงจรที่ประกอบด้วยวงจรอนุกรม และวงจรขนาน อยู่ในวงจรใหญ่เดียวกัน ดังนั้นในการคำนวณเพื่อวิเคราะห์หาค่าปริมาณทางไฟฟ้า ต่าง ๆ เช่น กระแสไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้า และค่าความต้านทานรวม จึงต้องใช้ความรู้จากเรื่องวงจรไฟฟ้า แบบอนุกรม และวงจรไฟฟ้าแบบขนาน วงจรไฟฟ้าแบบผสม โดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ลักษณะคือ แบบขนาน - อนุกรม

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. ศึกษาการต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม
2. ศึกษาคุณสมบัติของวงจรไฟฟ้าแบบผสม
3. ศึกษาการคำนวณในวงจรไฟฟ้าแบบผสม
4. เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรไฟฟ้าแบบผสม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. เขียนรูปวงจรไฟฟ้าแบบขนานได้ถูกต้อง
2. บอกคุณสมบัติวงจรไฟฟ้าแบบขนานต้อง
3. สามารถคำนวณหาค่า แรงดัน กระแส ความต้านทาน ในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมได้ถูกต้อง
4. ต่อวงจรอนุกรมเพื่อวัดแรงดัน กระแส ในวงจรไฟฟ้าขนานได้ถูกต้อง



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 6

ชื่อหน่วยการสอน

วงจรไฟฟ้าแบบผสม

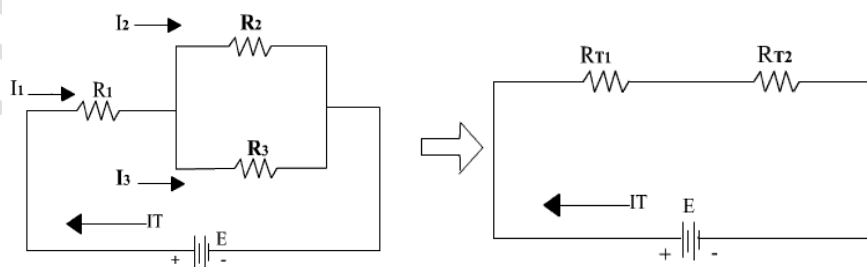
วงจรแบบผสม

วงจรไฟฟ้าแบบผสม คือวงจรที่ประกอบด้วยวงจรอนุกรม (Series Circuit) และวงจรขนาน (Parallel Circuit) ย่อยๆ อยู่ในวงจรใหญ่เดียวกัน

ดังนั้นในการคำนวณเพื่อวิเคราะห์หาค่าปริมาณทางไฟฟ้าต่างๆ เช่น กระแสไฟฟ้า (Current) แรงดันไฟฟ้า (Voltage) และค่าความต้านทานรวม จึงต้องใช้ความรู้จากวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม วงจรไฟฟ้าแบบขนาน และกฎของโอห์ม (Ohm's Law) วงจรไฟฟ้าแบบผสม โดยทั่วไปจะมีอยู่ 2 ลักษณะ คือ แบบอนุกรม – ขนาน (Series -Parallel) และแบบขนาน – อนุกรม (Parallel – Series)

วงจรไฟฟ้ากระแสตรงผสมแบบอนุกรม – ขนาน (Series -Parallel)

วงจรไฟฟ้ากระแสตรงผสมแบบอนุกรม – ขนาน หมายถึงวงจรที่มีตัวต้านทาน ในแต่ละกลุ่มย่อยต่อขนานกันอยู่และนำแต่ละกลุ่มมาต่ออนุกรมกันอีกที จากวงจรรูปที่ 1 พิจารณาได้ว่าตัวต้านทานตัวที่ 1 และตัวต้านทานตัวที่ 3 ต่อขนานกันอยู่ โดยปลายอีกด้านหนึ่งต่ออนุกรมกับตัวต้านทานตัวที่ 2 ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 วงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (อนุกรม – ขนาน)

การหาค่าความต้านทานรวม (R_T) จึงต้องหาค่าความต้านทานรวม (R_{T2}) ระหว่างตัวต้านทานตัวที่ 2 และความต้านทานตัวที่ 3 แบบวงจรขนานก่อน จากนั้นจึงนำค่า

ความต้านทานรวม (R_{T2}) มารวมกับค่าความต้านทานตัวที่ 1 (R_{T1}) แบบวงจรไฟฟ้าอนุกรม (Series Circuit) ในการหาค่ากระแสไฟฟ้า (Current) และแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ให้หาค่าในวงจรโดยใช้ลักษณะและวิธีการเดียวกัน กับวงจรอนุกรม วงจรขนานดังที่ผ่านมาโดยให้หาค่าต่างๆในวงจรรวม ก็จะได้ค่าต่างๆตามที่ต้องการ

คุณสมบัติของวงจรผสมแบบอนุกรม – ขนาน

1.ค่าความต้านทานรวม (R_T)

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

$$R_T = R_{T1} + R_{T2}$$

2.ค่ากระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

$$I_T = I_1 = (I_2 + I_3)$$

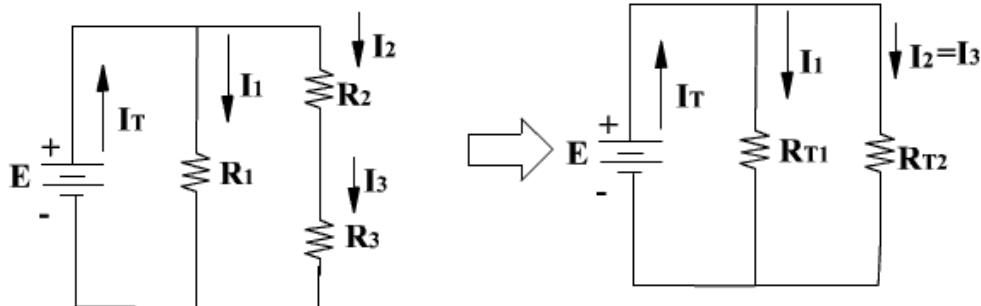
$$I_T = I_{T1} = I_{T2}$$

3.ค่าแรงดันไฟฟ้ารวม (V_T)

$$E = V_{R1} + (V_{R2} = V_{R3})$$

$$E = V_{T1} + V_{T2}$$

วงจรไฟฟ้าผสมแบบขนาน-อนุกรม (Parallel – Series)



รูปที่ 3 วงจรไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม (ขนาน – อนุกรม)

วงจรไฟฟ้าแบบผสมแบบขนาน – อนุกรม หมายถึง วงจรที่ตัวต้านทาน ในแต่ละกลุ่มย่อยต่ออนุกรมกันอยู่และนำแต่ละกลุ่มย่อยมาต่อขนานกันอีกที ดังวงจรรูปที่ 3 พิจารณาได้ว่าตัวต้านทานตัวที่ 2 และตัวต้านทานตัวที่ 3 ต่ออนุกรมกันอยู่ โดยปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวที่ 2 ต่อเข้าที่จุดเดียวกันกับตัวต้านทานตัวที่ 1 ในส่วนต้น และปลายด้านหนึ่งของตัวต้านทานตัวที่ 3 ต่อเข้าที่จุดเดียวกันกับตัวต้านทานตัวที่ 1 ในส่วนปลาย

การหาค่าความต้านทานรวม (R_T) จึงต้องหาค่าความต้านทานรวม (R_{T2}) ระหว่างตัวต้านทานตัวที่ 2 และตัวต้านทานตัวที่ 3 แบบวงจรไฟฟ้าอนุกรมก่อน จากนั้นจึงนำค่าความต้านทานรวม (R_{T2}) มาหาค่าความต้านทานรวม (R_T) แบบวงจรไฟฟ้าขนาน (Parallel Circuit) กับตัวต้านทานตัวที่ 1

ในการหาค่ากระแส (Current) และแรงดันไฟฟ้า (Voltage) ให้หาค่าในวงจรโดยใช้ลักษณะและวิธีการเดียวกันโดยให้หาค่าต่างๆในวงจรย่อยแต่ละกลุ่มก่อน จากนั้นหาค่าต่างๆในวงจรรวมกลุ่มใหญ่

คุณสมบัติวงจรผสมแบบขนาน-อนุกรม

1.ค่าความต้านทานรวม (R_T)

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

$$R_T = \frac{R_{T1} R_{T2}}{R_{T1} + R_{T2}}$$

2. ค่ากระแสไฟฟ้ารวม (I_T)

$$I_T = (I_1 + I_2) = I_3$$

$$I_T = I_{T1} + I_{T2}$$

3.ค่าแรงดันไฟฟ้ารวม (V_T)

$$E = V_{R1} = (V_{R2} + V_{R3})$$

$$E = V_{T1} = V_{T2}$$

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน
3. ทบทวนก่อนเรียน โดยถามนักเรียนเกี่ยวกับ แรงดัน กระแสในวงจรขนาน
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่า ถ้านำเอาวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมและแบบขนาน รวมกันคุณสมบัติวงจรจะเป็นอย่างไร
5. ครูอธิบายวงจรไฟฟ้าแบบผสม พร้อมตัวอย่างการคำนวณโดยใช้แผ่นใส
6. ซักถามเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้าแบบขนาน กระแสจะไหลอย่างไร/ตอบคำถาม
7. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
8. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
9. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 8 จากแบบทดสอบหน่วยที่ 8/แบบประเมิน
10. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 7 ต่อไป
11. ครูดูแลการทำความสะดวกจัดเครื่องมือให้เรียบร้อยและปิดห้องปฏิบัติงานเมื่อไม่ใช้

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

จัดเตรียมอุปกรณ์การทดลองและสภาพห้องเรียนให้สะอาดเรียบร้อย โดยจัดเวรรับผิดชอบทำความสะอาด

ขณะเรียน

อธิบายเกี่ยวกับองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า ตัวนำ ฉนวน และวิธีการหาค่า กระแส แรงดัน ความต้านทาน ในวงจรไฟฟ้า พร้อมกับสาธิตการต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสม

หลังเรียน

ทำแบบฝึกหัดท้ายบทเรียน และ ส่งท้ายชั่วโมง

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
6	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสนตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยายเรื่องวงจรผสม - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
วงจรไฟฟ้าแบบผสม	คณิตศาสตร์	คำนวณค่าความต้านทาน
	ภาษาไทย	นำเสนอผลงาน

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
<u>บันทึกเพิ่มเติม</u> (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) <u>ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา</u> 			

ลงชื่อ.....

สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก



แผนการสอน

หน่วยที่ 7

ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สอนครั้งที่ 7

ชื่อหน่วย กำลังไฟฟ้า

ชั่วโมง 4

สาระสำคัญ

กำลังไฟฟ้าเรียกว่า อิเล็กตริกพาวเวอร์ ใช้ตัวย่อ P กำลังไฟฟ้า คือผลคูณของแรงดันและกระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในวงจรที่มีภาระไฟฟ้าที่เป็นตัวต้านทาน กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานจะเป็นในรูปของความร้อน

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. ศึกษาเรื่องกำลังไฟฟ้า
2. ศึกษาสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า
3. ศึกษาการคำนวณ หาค่ากำลังไฟฟ้า
4. เพื่อปฏิบัติการทดลองหาค่ากำลังไฟฟ้าที่โหลด

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. บอกความหมายของกำลังไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. บอกสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าได้ถูกต้อง
3. สามารถคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าจากวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้อง
4. ต่อวงจรไฟฟ้า วัดแรงดัน กระแส เพื่อคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าได้ถูกต้อง



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 7

ชื่อหน่วยการสอน

กำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ค่าของกำลังไฟฟ้า (Power) ที่เกิดขึ้นกับภาระไฟฟ้า (Load) ที่เป็นตัวต้านทานเกิดจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานนั้น

กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานนั้นจะอยู่ในรูปของความร้อน ถ้าตัวต้านทานนั้นไม่สามารถทนกำลังไฟฟ้านั้นได้ก็จะไหม้และขาด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานก่อนการใช้งานดังสมการ 1 , 2 และ 3

$$P = E I \quad \dots\dots\dots(1)$$

ในการทำงานเดียวกันยังสามารถแทนค่า $E = IR$ และค่า $I = \frac{E}{R}$ ลงในสมการ 1 จะได้สมการการหาค่าไฟฟ้าอีกดัง

สมการที่ 2 และ 3

$$P = I^2 R \quad \dots\dots\dots(2)$$

$$P = \frac{E^2}{R} \quad \dots\dots\dots(3)$$

เมื่อ $P =$ กำลังไฟฟ้า

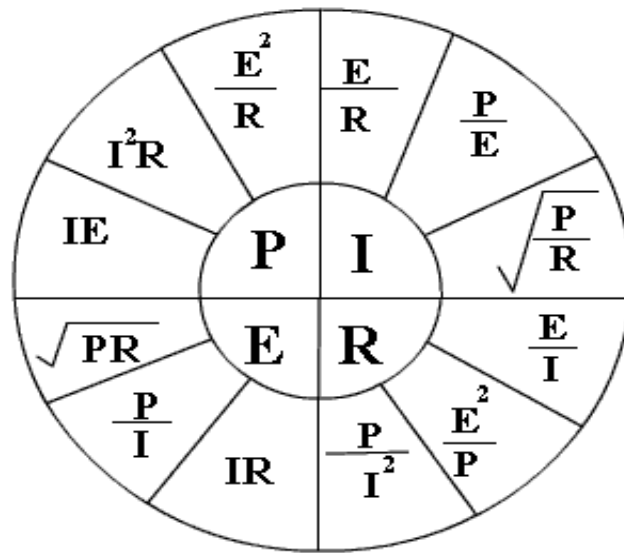
มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)

$I =$ กระแสไฟฟ้า

มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

R = ค่าความต้านทานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (W)

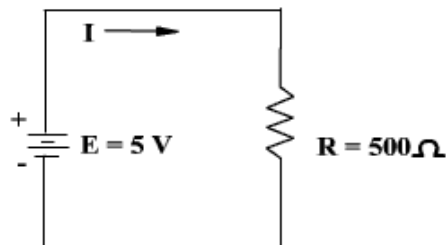
E = แรงดันไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)



รูปที่1 ความสัมพันธ์ระหว่าง I ,R ,E และ P

ตัวอย่างการคำนวณหาค่ากำลัง

ตัวอย่างที่ 1 จากรูป จงคำนวณหาค่าของกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทาน

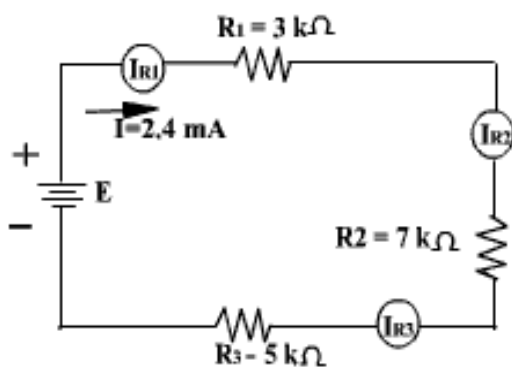


วิธีทำ

$$P = \frac{E^2}{R} = \frac{5^2\text{ V}}{500\ \Omega} = \frac{25\text{ V}}{500\ \Omega} = 0.05\text{ W} \quad \text{หรือ } 50\text{ mW} \quad (\text{มิลลิวัตต์})$$

ค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานมีค่า 50 mW จะต้องเลือกใช้ตัวต้านทานที่ทนกำลังไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 50 mW

ตัวอย่างที่ 2 จากรูป กำหนดให้กระแสไฟฟ้า ไหลในวงจรเท่ากับ 2.4 mA จงหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานแต่ละตัว และกำลังไฟฟ้าวรวม (P_T)



วิธีทำ

$$P_{R1} = I^2 R_1 = (2.4 \text{ mA})^2 \times 3 \text{ k}\Omega = 17.28 \text{ mW}$$

$$P_{R2} = I^2 R_2 = (2.4 \text{ mA})^2 \times 7 \text{ k}\Omega = 40.32 \text{ mW}$$

$$P_{R3} = I^2 R_3 = (2.4 \text{ mA})^2 \times 5 \text{ k}\Omega = 28.8 \text{ mW}$$

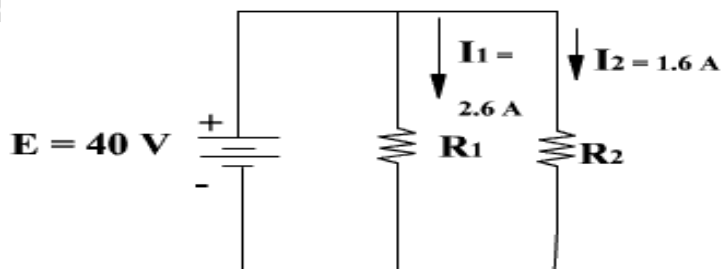
$$P_T = P_1 + P_2 + P_3$$

$$P_T = 17.28 \text{ mW} + 40.32 \text{ mW} + 28.8 \text{ mW}$$

$$P_T = 86.4 \text{ mW}$$

จะเห็นว่าความต้านทานที่มีค่าไม่เท่ากันต่อในวงจรไฟฟ้าอนุกรมที่มีกระแสไหลผ่านเท่ากัน กำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับความต้านทานแต่ละตัวจะไม่เท่ากัน

ตัวอย่างที่ 3 กำหนดให้มีกระแสไฟฟ้า 2.6 A ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 และกระแสไฟฟ้า 1.6 A ไหลผ่านตัวต้านทาน R_2 จงหาค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับตัวต้านทานแต่ละตัว และกำลังไฟฟ้า (Power) รวม P_T



วิธีทำ

$$P_{R1} = EI = 40 \text{ V} \times 2.6 \text{ A} = 104 \text{ W}$$

$$P_{R_2} = EI = 40 \text{ V} \times 1.6 \text{ A} = 64 \text{ W}$$

$$P_T = 104 \text{ W} + 64 \text{ W} = 168 \text{ W}$$

ค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ R_1 มีค่าเท่ากับ 104 W

ค่ากำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับ R_2 มีค่าเท่ากับ 64 mW

ค่ากำลังไฟฟ้ารวม P_T มีค่าเท่ากับ 168 mW

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. ซักถามผู้เรียนเพื่อทบทวนในสิ่งที่ผู้เรียนในครั้งที่แล้ว
3. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 7
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่า ถ้าจ่ายกระแสให้กับตัวต้านทานผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร ประกอบการฉายซีดี
5. ซักถามเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับโหลด เป็นเช่นไร
6. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
7. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
8. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
9. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 8 ต่อไป
10. ครูดูแลการทำความสะดวกจัดเครื่องมือให้เรียบร้อยและปิดห้องปฏิบัติงานเมื่อไม่ใช้
11. ครูบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้หลังการสอนเพื่อใช้แก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาฟังการอธิบาย และมอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนในเรื่องกำลังงานไฟฟ้า

ขณะเรียน

อธิบายวิธีการคำนวณกำลังไฟฟ้า

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้มารายงานหน้าชั้นเรียนและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
7	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่งอาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยายเรื่องกำลังไฟฟ้า - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
กำลังงานไฟฟ้า	คอมพิวเตอร์	Power Point
	ภาษาไทย	นำเสนอหน้าชั้นเรียน

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา 			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 8
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 8
	ชื่อหน่วย	วงจรแบ่งแรงดัน	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าเรียกว่า โวลต์เตจ ดีไวเดอร์ ใช้หลักการของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม เนื่องจากวงจรอนุกรมมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานหรือโหลดไม่เท่ากัน วงจรแบ่งแรงดันแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลด และวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป 1. ศึกษาเรื่องวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลด 2. ศึกษาเรื่องวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่มีโหลด 3. ศึกษาสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าแรงดัน 4. ศึกษาการคำนวณหาค่าแรงดันจากวงจรแบ่งแรงดัน 5. เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรแบ่งแรงดัน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายเรื่องวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลดได้ถูกต้อง 2. อธิบายเรื่องวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่มีโหลดได้ถูกต้อง 3. บอกสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่าแรงดันในวงจรแบ่งแรงดันได้ถูกต้อง 4. สามารถคำนวณหาค่าแรงดันจากวงจรแบ่งแรงดัน ได้ถูกต้อง 5. ต่อบางจากแบ่งแรงดันทดลองได้ถูกต้อง			



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 8

ชื่อหน่วยการสอน

วงจรแบ่งแรงดัน

วงจรแบ่งแรงดัน

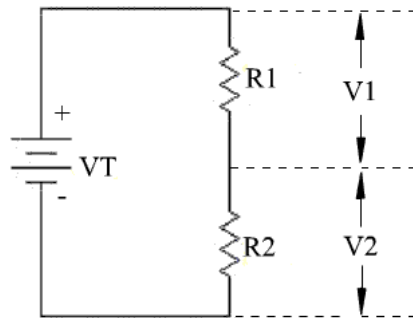
วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า เรียกว่า “โวลต์เตจ ดีไวเดอร์” (Voltage Divider) ใช้หลักการของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) เนื่องจากวงจรอนุกรมมีแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานหรือโหลดไม่เท่ากัน

วงจรแบ่งแรงดันแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider) และวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider)

1. วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีโหลด (Unloaded)

วงจรการแบ่งแรงดันที่ไม่มีโหลด unloaded voltage divider ก็คือ วงจรแบบอนุกรมทั่ว ๆ ไปนั่นเอง ซึ่งเราสามารถที่จะแบ่งแรงดันได้หลาย ๆ ค่า เพื่อนำไปจ่ายให้กับโหลดที่ต้องการแรงดันในระดับต่าง ๆ ที่แตกต่างกันออกไป ซึ่งทั้งนี้แรงดันที่ถูกแบ่งทั้งหมดจะได้มาจากแหล่งกำเนิดแรงดันเพียงตัวเดียวเท่านั้น

วงจรแรงดันแต่ยังไม่ต่อโหลด การคำนวณจึงไม่ต้องนำโหลดมาพิจารณาดังรูปวงจรที่ 1



รูปที่ 1 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลด (Unloaded Voltage Divider)

จากวงจรจะได้สูตร V_1 , V_2 ดังนี้

$$V_1 = V_T \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} \right)$$

$$V_2 = V_T \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

จากรูปที่ 1 เป็นวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) การแบ่งแรงดันไฟฟ้า (Voltage Dividers) ตัวต้านทาน R_1 และ R_2 จะทำหน้าที่เป็นตัวแบ่งแรงดันไฟฟ้า เพราะแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1 และ R_2 ไม่เท่ากัน

การหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อม ถ้าจะใช้สูตรตามหลักการของวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม (Series Circuit) จะทำให้เกิดความยุ่งยากและเสียเวลา ดังนั้นเพื่อการคำนวณที่ง่ายและรวดเร็วขึ้นจึงมีสูตรเฉพาะที่ใช้กับวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลด

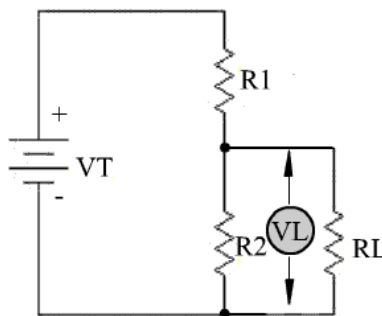
$$V_1 = V_T \left\{ \frac{R_1}{R_1 + R_2} \right\}$$

$$V_2 = V_T \left\{ \frac{R_2}{R_1 + R_2} \right\}$$

2. วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider)

ในวงจรอนุกรมที่คำนวณค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานต่างๆ เมื่อนำเอาโหลด (R_L) มาต่อคร่อมตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งก็จะได้วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด

อย่างไรก็ตามจะต้องมีการคำนวณค่ากระแสของแหล่งจ่ายให้เพียงพอต่อการจ่ายกระแสให้โหลดด้วย เพราะเนื่องจากถ้าโหลดใช้กระแสมาก แรงดันที่จ่ายให้โหลดจะลดลงจากกรณีที่ไม่มีโหลด วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (Loaded Voltage Divider) แสดงดังรูปที่ 2

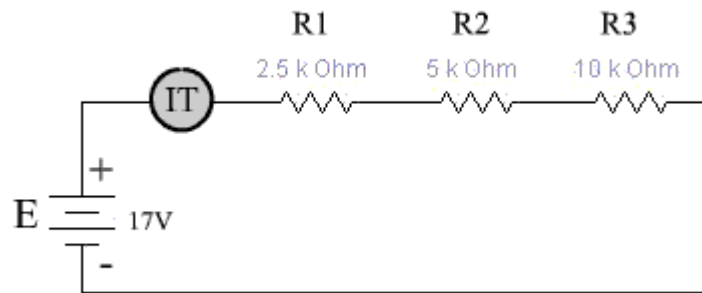


รูปที่ 2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (R_L)

จากรูปวงจรที่ 2 มีโหลด (R_L) มาต่อคร่อมอยู่กับตัวต้านทาน R_2 ดังนั้นในการหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่แบ่งมาให้โหลด (R_L) เพื่อการคำนวณที่ง่ายและรวดเร็วขึ้นจึงมีสูตรคำนวณเฉพาะที่ใช้กับวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบมีโหลด (R_L) ดังนี้

$$V_L = V_T \left\{ \frac{(R_2 // R_L)}{(R_2 // R_L) + R_1} \right\}$$

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ 3 จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน R_1 , R_2 และ R_3



รูปที่ 3

วิธีทำ

$$V_1 = V_T \left\{ \frac{R_1}{R_1 + R_2 + R_3} \right\}$$

$$V_1 = 17 \text{ V} \left\{ \frac{2.5 \text{ k}\Omega}{2.5 \text{ k}\Omega + 5 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} \right\}$$

$$V_1 = 17 \text{ V} \left\{ \frac{2.5 \text{ k}\Omega}{17.5 \text{ k}\Omega} \right\}$$

$$V_1 = 2.428 \text{ V}$$

$$V_2 = V_T \left\{ \frac{R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \right\}$$

$$V_2 = 17 \text{ V} \left\{ \frac{5 \text{ k}\Omega}{2.5 \text{ k}\Omega + 5 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} \right\}$$

$$V_2 = 17 \text{ V} \left\{ \frac{5 \text{ k}\Omega}{17.5 \text{ k}\Omega} \right\}$$

$$V_2 = 4.857 \text{ V}$$

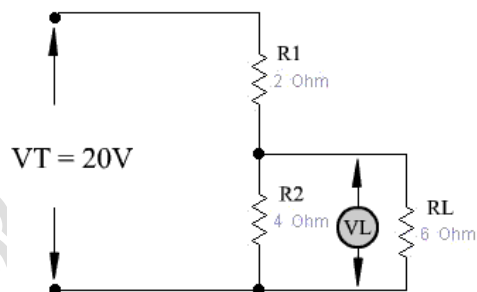
$$V_3 = V_T \left\{ \frac{R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \right\}$$

$$V_3 = 17 \text{ V} \left\{ \frac{10 \text{ k}\Omega}{2.5 \text{ k}\Omega + 5 \text{ k}\Omega + 10 \text{ k}\Omega} \right\}$$

$$V_3 = 17 \text{ V} \left\{ \frac{10 \text{ k}\Omega}{17.5 \text{ k}\Omega} \right\}$$

$$V_3 = 9.714 \text{ V}$$

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปที่ 4 จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้โหลด (R_L) เมื่อแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า มีค่าเท่ากับ 20 V



รูปที่ 4

วิธีทำ

$$V_L = V_T \left\{ \frac{(R_2 // R_L)}{(R_2 // R_L) + R_1} \right\}$$

$$V_L = 20 \text{ V} \left\{ \frac{\left(\frac{4 \Omega \times 6 \Omega}{4 \Omega + 6 \Omega} \right)}{\left(\frac{4 \Omega \times 6 \Omega}{4 \Omega + 6 \Omega} \right) + 2 \Omega} \right\}$$

$$V_L = 20 \text{ V} \left\{ \frac{2.4 \Omega}{4.4 \Omega} \right\}$$

$$V_L = 10.909 \text{ V}$$

แผนวิชาไฟฟ้ากำลัง วท.พัทยา

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการ เข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 8 เก็บแบบทดสอบ
3. ทบทวนก่อนเรียน โดยถามนักเรียนเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้า ที่เกิดขึ้นกับโหลดเป็นเช่นไร
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่า ถ้าจ่ายกระแสให้กับตัวต้านทานผลที่เกิดขึ้นจะเป็นอย่างไร ประกอบการฉายซีดี/รับฟังความคิดเห็น
5. ครูอธิบายวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า พร้อมตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้สื่อ
6. ซักถามเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับโหลด เป็นเช่นไร / ตอบคำถาม
7. สาธิตการปฏิบัติการทดลองแจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
8. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
9. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 8 จากแบบทดสอบหน่วยที่ 8 แบบประเมิน
10. ครูดูแลการทำความสะดวกจัดเครื่องมือให้เรียบร้อยและปิดห้องปฏิบัติงานเมื่อไม่ใช้
11. ครูบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้หลังการสอนเพื่อใช้แก้ไขปัญหที่อาจเกิดขึ้นกับกลุ่มอื่น ๆ ต่อไปหรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน,หลังเรียน)

ก่อนเรียน

จัดเตรียมอุปกรณ์สำหรับการทดลอง และสภาพห้องเรียนให้สะอาดเรียบร้อย โดยจัดเวรรับผิดชอบทำความสะอาด

ขณะเรียน

อธิบายหลักการในวงจรแบ่งแรงดันและสถิติวิธีการต่อวงจร

หลังเรียน

ให้ผู้เรียนร่วมกัน สรุปเนื้อหาจากการเรียนและการทดลองในครั้งนี้ทั้งหมด

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
8	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง.วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. : ศูนย์ ส่งเสริม-อาชีพฯ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยาย เรื่อง วงจรแบ่งแรงดัน - แบบฝึกหัด - เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
วจรแบ่งแรงดัน	คณิตศาสตร์	คำนวณหาแรงดันในวงจร

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา 			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 9
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 9
	ชื่อหน่วย	วงจรแบ่งกระแส	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าเรียกว่า เคอร์เรนท์ ดีไวเตอร์ จะใช้หลักการของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน เนื่องจากวงจรขนานมีกระแสไหลไม่เท่ากัน กระแสไฟฟ้าจะถูกแบ่งให้ไหลผ่านไปสาขาต่าง ๆ ตามพิกัดความต้านทานของไหล่นั้น ๆ การแบ่งกระแสไฟฟ้านิยมใช้กันเฉพาะวงจร 2 สาขา และ 3 สาขา จุดประสงค์ทั่วไป 1. ศึกษาเรื่องวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า 2. ศึกษาเรื่องแบ่งกระแสไฟฟ้า 3. ศึกษาสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่ากระแส 4. ศึกษาการคำนวณหาค่ากระแสจากวงจรแบ่งกระแส 5. เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรแบ่งกระแส จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายเรื่องวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า 2 สาขาได้ถูกต้อง 2. อธิบายเรื่องวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า 3 สาขาได้ถูกต้อง 3. บอกสูตรที่ใช้ในการคำนวณหาค่ากระแสในวงจรแบ่งกระแสได้ถูกต้อง 4. สามารถคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าได้ถูกต้อง 5. ต่อบางจากแบ่งกระแสทดลองได้ถูกต้อง			



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 9

ชื่อหน่วยการสอน

วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

วงจรแบ่งกระแส

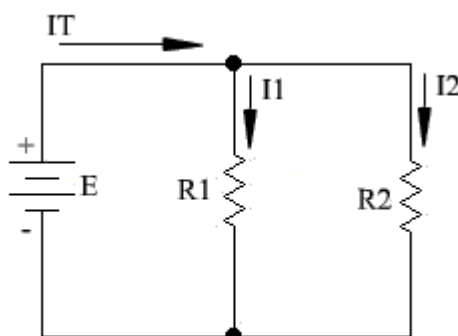
วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าเรียกว่า “เคอร์เรนท์ ดีไวเดอร์” (Current Divider) จะใช้หลักการของวงจรไฟฟ้าแบบขนาน (Parallel Circuit) เนื่องจากวงจรขนานมีกระแสไหลไม่เท่ากัน กระแสไฟฟ้าจะถูกแบ่งให้ไหลผ่านไปบนสาขาต่างๆ ตามพิกัดความต้านทานของโหนดนั้นๆ

ปกติวงจรแบบอนุกรมจะมีการแบ่งแรงดันให้เกือบทุก ๆ วงจร โดยแรงดันที่ถูกแบ่งนั้นจะขึ้นอยู่กับค่าของความต้านทานที่มีอยู่ในแต่ละส่วนของวงจร ส่วนในวงจรแบบขนานก็มีลักษณะในทำนองเดียวกัน กล่าวคือ วงจรแบบขนานจะมีการแบ่งการไหลของกระแส โดยกระแสที่ไหลในแต่ละส่วนหรือแต่ละสาขาจะขึ้นอยู่กับค่าของความต้านทานในส่วนหรือในสาขานั้นของวงจร และกระแสที่ถูกแบ่งนี้เมื่อนำมารวมกันแล้วจะมีค่าเท่ากับกระแสรวมของวงจรนั่นเอง

การแบ่งกระแสไฟฟ้านิยมใช้กันเฉพาะวงจร 2 สาขาและ 3 สาขา

1. วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า (Current Divider) 2 สาขา

คือวงจรที่ใช้ตัวต้านทาน 2 ตัวต่อขนานกันเพื่อแบ่งกระแสออกเป็น 2 สาขาแสดงดังรูปที่ 1



รูปที่1 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า 2 สาขา

จากวงจรดังรูปที่ 1 กระแสไฟฟ้า (Current) จะถูกแยกออกเป็น 2 ทางคือ กระแสไฟฟ้า I_1 ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 และกระแสไฟฟ้า I_2 ไหลผ่านตัวต้านทาน R_2 ในลักษณะดังกล่าวกระแสไฟฟ้าจะไหลในสาขาใดมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับค่าความต้านทาน ถ้าค่าความต้านทานในสาขาใดมีค่าน้อยกว่า กระแสไฟฟ้าก็จะไหลในสาขานั้นได้มาก ค่าของกระแสไฟฟ้าสามารถคำนวณหาได้ดังต่อไปนี้

จากวงจรรูปที่ 1 จะได้

$$R_T = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$I_T = \frac{E}{R_T}$$

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

แต่

$$E = I_T R_T$$

$$E = I_T \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

โดย

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

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

ดังนั้น

$$I_1 = I_T \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

และ

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

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

ดังนั้น

$$I_2 = I_T \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

หรือ

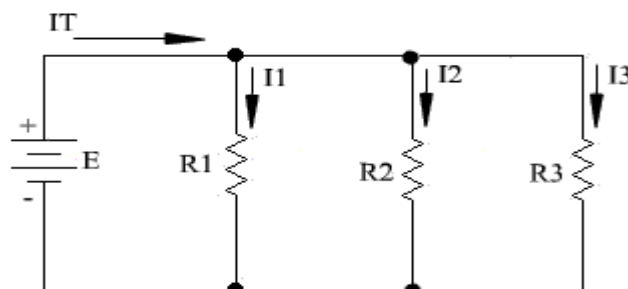
$$I_T = I_1 + I_2$$

$$I_1 = I_T - I_2$$

$$I_2 = I_T - I_1$$

2. วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า (Current Divider) 3 สาขา

คือวงจรที่ใช้ตัวต้านทาน 3 ตัวต่อขนานกันเพื่อแบ่งกระแสออกเป็น 3 สาขาแสดงดังรูปที่ 2



รูปที่2 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า 3 สาขา

จากวงจรรูปที่ 2 กระแสไฟฟ้าถูกแยกออกเป็นสามทางคือ I_1 จะไหลผ่านตัวต้านทานตัวที่หนึ่ง I_2 จะไหลผ่านตัวต้านทานตัวที่ 2 และ I_3 จะไหลผ่านตัวต้านทาน ตัวที่สามค่าของกระแสไฟฟ้าสามารถหาได้ดังต่อไปนี้

จากวงจรรูปที่ 2 จะได้

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$$

$$R_T = \frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}$$

$$I_T = \frac{E}{R_T}$$

$$= \frac{E}{\left(\frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \right)}$$

แต่ $E = I_T R_T$

โดย $= I_T \left(\frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \right)$

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

$$= \frac{I_T R_T}{R_1}$$

$$= I_T \left(\frac{1}{R_1} \right) \left(\frac{R_1 R_2 R_3}{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1} \right)$$

<![endi

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการ เข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 9 แล้วเก็บแบบทดสอบ
3. ทบทวนก่อนเรียน ชักถามนักเรียนว่าวงจรแบ่งแรงดันมีคุณสมบัติเหมือนวงจรไฟฟ้าใด
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่า ถ้าต้องการกระแสที่มีค่าต่าง ๆ กันหลายค่าจะทำอย่างไรประกอบการฉายซีดี
5. ครูอธิบายวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า พร้อมตัวอย่างการคำนวณ
6. ชักถามเกี่ยวกับกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับโหลด เป็นเช่นไร / ตอบคำถาม
7. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
8. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการลอง
9. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
10. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 10ต่อไป
11. ครูดูแลการทำความสะอาดจัดเครื่องมือให้เรียบร้อยและปิดห้องปฏิบัติงานเมื่อไม่ใช้
12. ครูบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้หลังการสอนเพื่อใช้แก้ไขปัญหที่อาจเกิดขึ้นกับกลุ่มอื่น ๆ ต่อไปหรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบาย มอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ วงจรแบ่งกระแส

ขณะเรียน

ให้นักเรียนมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ วงจรแบ่งกระแส

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้มารายงานหน้าชั้นเรียนและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
9	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสดตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยาย เรื่อง วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า - แบบฝึกหัด - เครื่องมือ วัสดุอุปกรณ์	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
วงจรแบ่งกระแส	คณิตศาสตร์	คำนวณค่าในวงจรแบ่งกระแส
	ภาษาไทย	นำเสนอหน้าชั้นเรียน

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 10
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 10
	ชื่อหน่วย	กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ เคอร์ชอฟฟ์ เคนเนลท์ ลอว์ จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและไหลออกจากจุดใดจุดหนึ่งในวงจรไฟฟ้า การแก้สมการของเคอร์ชอฟฟ์จะใช้หลักการลดทอนทางพีชคณิต หรือใช้เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป 1. ศึกษาเรื่อง กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 2. ศึกษาการใช้เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์ แก้สมการ 3. ศึกษาตัวอย่างการแก้ปัญหาโจทย์ 4. เพื่อปฏิบัติการทดลองโดยใช้ กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกนิยามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้ถูกต้อง 2. เขียนสมการกระแสจากรูปวงจรได้ถูกต้อง 3. ใช้เมทริกซ์และดีเทอร์มิแนนต์แก้สมการได้ถูกต้อง 4. แก้ปัญหาโจทย์โดยใช้กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้ถูกต้อง 5. ต่วงจรทดลองตามกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้ถูกต้อง			



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 10

ชื่อหน่วยการสอน

กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟ

กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟ

การใช้กฎของโอห์มแก้ปัญหาในวงจรไฟฟ้าที่ซับซ้อนจะทำให้ความยุ่งยากมากยิ่งขึ้น กฎของเคอร์ชอฟเป็นกฎหนึ่งที่ใช้แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่ซับซ้อนได้ดี

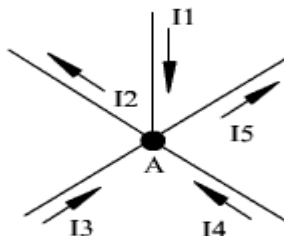
กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟ “เคอร์ชอฟฟ์ เคอร์เรนท์ ลอว์” (Kirchhoff Current Law) จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและไหลออกจากจุดใดจุดหนึ่งในวงจรไฟฟ้าการแก้สมการของเคอร์ชอฟฟ์จะใช้หลักการการลดทอนทางพีชคณิตหรือใช้เมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนท์

1. กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff Current Law)

กล่าวได้ว่า ณ จุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้า ผลรวมทางพีชคณิตของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าและกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกมีค่าเท่ากับศูนย์หรือกล่าวในอีกทางหนึ่งก็คือ

ณ จุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้าผลรวมของกระแสที่ไหลเข้าจะมีค่าเท่ากับผลรวมของกระแสที่ไหลออก ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้า = ผลรวมของกระแสไฟฟ้าที่ไหลออก



รูปที่ 1 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

จากรูปที่ 1 ให้จุด A เป็นจุดใดๆ ในวงจรไฟฟ้า พิจารณาได้ว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าคือ I_1, I_3 และ I_4 ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกคือ I_2 และ I_5 ปกติแล้วจะกำหนดให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าทั้งหมดเป็นบวก (+) และกระแสไฟฟ้าที่ไหลออกทั้งหมดมีค่าเป็นลบ (-) ดังนั้นเมื่อเขียนเป็นสมการจะได้ดังนี้คือ

$$I_1 + I_3 + I_4 = I_2 + I_5$$

หรือ

$$I_1 - I_2 + I_3 + I_4 - I_5 = 0$$

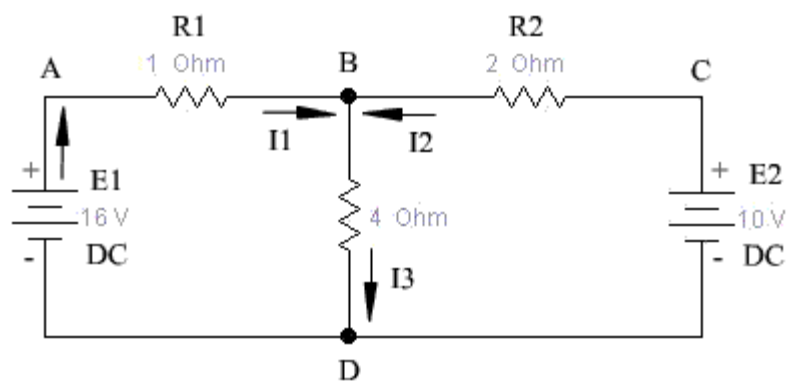
หรือ

$$\sum I = I_1 - I_2 + I_3 + I_4 - I_5 = 0$$

$$\sum I = 0 \quad \text{.....} \quad (1)$$

2. ตัวอย่างการคำนวณเกี่ยวกับกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ 2 จงคำนวณหาค่า I_1, I_2, I_3 โดยใช้กฎของเคอร์ชอฟฟ์



รูปที่ 2

จากกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์

$$\sum I = I_1 + I_2 - I_3 = 0$$

หรือ

$$I_1 + I_2 = I_3$$

จากวงจรรูปที่ 2 เมื่อกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าจะเห็นว่ากระแสไฟฟ้า I_1 ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 และแหล่งกำเนิดแรงดัน E_1 กระแสไฟฟ้า I_2 ไหลผ่านตัวต้านทาน R_2 และแหล่งกำเนิดแรงดัน E_2 ส่วนกระแสไฟฟ้า I_3 ไหลผ่านตัวต้านทาน R_3

สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

$$E_1 = R_1 I_1 + R_3 I_3 \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$E_2 = R_2 I_2 + R_3 I_3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{แต่} \quad I_1 + I_2 = I_3$$

แทนค่า I_3 ลงในสมการที่ (1) และ (2) จะได้

$$\begin{aligned} E_1 &= R_1 I_1 + R_3 (I_1 + I_2) \\ &= R_1 I_1 + R_3 I_1 + R_3 I_2 \\ &= (R_1 + R_3) I_1 + R_3 I_2 \quad \dots\dots\dots (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} E_2 &= R_2 I_2 + R_3 (I_1 + I_2) \\ &= R_2 I_2 + R_3 I_1 + R_3 I_2 \\ &= (R_2 + R_3) I_2 + R_3 I_1 \quad \dots\dots\dots (4) \end{aligned}$$

แทนค่า E และ R (ในวงจรรูปที่ 2) ลงในสมการที่ (3) และ (4)

$$E_1 = (R_1 + R_3) I_1 + R_3 I_2$$

$$16 = (1 + 4) I_1 + 4 I_2$$

$$16 = 5 I_1 + 4 I_2 \dots\dots\dots (5)$$

$$\text{และ} \quad E_2 = (R_2 + R_3) I_2 + R_3 I_1$$

$$10 = (2 + 4) I_2 + 4 I_1$$

$$10 = 6 I_2 + 4 I_1 \dots\dots\dots (6)$$

ใช้เมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนท์แก้สมการ 2 ตัวแปร

- นำสมการที่ (5) และ (6) มาเขียนในรูปของเมตริกซ์ จะได้

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 \\ 4 & 6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 10 \end{bmatrix} \dots\dots\dots (7)$$

- นำค่าสัมประสิทธิ์ของ I_1 และ I_2 มาหาค่าของดีเทอร์มิแนนท์ (D) โดยการคูณไขว้นั้นคือคูณลงเป็นบวก คูณขึ้นเป็นลบโดยคูณให้ครบทุกตำแหน่ง

$$\begin{bmatrix} 5 & 4 \\ 4 & 6 \end{bmatrix} = (5 \times 6) - (4 \times 4)$$

$$= 30 - 16$$

$$D = 14$$

- หาค่าตัวแปร I_1 โดยการนำคอลัมน์ค่าคงที่ของสมการที่ (7) แทนลงในคอลัมน์สัมประสิทธิ์ I_1 และหารด้วยดีเทอร์มิแนนท์ (D) ซึ่งการหาค่า I_1 จะอาศัยการคูณไขว้

$$I_1 = \frac{\begin{vmatrix} 16 & 4 \\ 10 & 6 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 5 & 4 \\ 4 & 6 \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{(16)(6) - (10)(4)}{14}$$

$$= \frac{96 - 40}{14}$$

$$= \frac{56}{14}$$

$$= 4 \text{ A (แอมแปร์)}$$

4. หาค่าตัวแปร I_2 โดยการนำคอลัมน์ค่าคงที่ของสมการที่ (7) แทนลงในคอลัมน์สัมประสิทธิ์ของ I_2 และหารด้วยดีเทอร์มิแนนต์ (D) ซึ่งการหาค่า I_2 จะอาศัยการคูณไขว้เช่นกัน

$$I_2 = \frac{\begin{vmatrix} 5 & 16 \\ 4 & 10 \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 14 \end{vmatrix}}$$

$$= \frac{(5)(10) - (4)(16)}{14}$$

$$= \frac{50 - 64}{14}$$

$$= \frac{-14}{14}$$

$$= -1 \text{ A (แอมแปร์)}$$

คำนวณหาค่ากระแส I_3 จากสูตร

$$I_3 = I_1 + I_2$$

$$= 4 + (-1) = 3 \text{ A (แอมแปร์)}$$

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่ 10
3. ทบทวนก่อนเรียน ชักถามนักเรียนว่าวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้ามีคุณสมบัติเหมือนวงจรไฟฟ้าใด
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่า ถ้าวงจรไฟฟ้าที่มีความสลับซับซ้อนมาก ๆ เราจะทำอย่างไร
5. ครูอธิบายเรื่องกฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ การแก้สมการเมทริกซ์พร้อมตัวอย่างการคำนวณ
6. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
7. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
8. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 11 ต่อไป
9. ครูดูแลการทำความสะอาดจัดเครื่องมือให้เรียบร้อยและปิดห้องปฏิบัติงานเมื่อไม่ใช้
10. ครูบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้หลังการสอนเพื่อใช้แก้ไขปัญหที่อาจเกิดขึ้นกับกลุ่มอื่น ๆ ต่อไปหรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบาย มอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ กฎของกระแสไฟฟ้า
เคอร์ชอฟ

ขณะเรียน

ให้นักเรียนปฏิบัติการทดลองแล้วมารายงานหน้าชั้นเรียนเรื่องกฎของเคอร์ชอฟ

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้มารายงานหน้าชั้นเรียนและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
10	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสดตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยาย เรื่อง กฎของเคอร์ชอฟ - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
กฎของกระแสเคอร์ซอพ	ภาษาไทย	นำเสนอผลงานกลุ่ม

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 11
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 11
	ชื่อหน่วย	กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์เรียกว่า เคอร์ชอฟฟ์ โวลต์เตจลอร์ จะกล่าวถึงความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ โดยกล่าวไว้ว่า ในวงจรไฟฟ้าปิดใด ๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่ากับศูนย์ จุดประสงค์ทั่วไป 1. ศึกษาเรื่อง กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 2. ศึกษาตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ 3. เพื่อปฏิบัติการทดลองโดยใช้ กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบาย กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้ถูกต้อง 2. คำนวณปัญหาโจทย์โดยใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้ถูกต้อง 3. มีความสนใจใฝ่รู้ 4. ต่อย่างจรทดลองตามกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ได้ถูกต้อง			



เนื้อหาสาระ

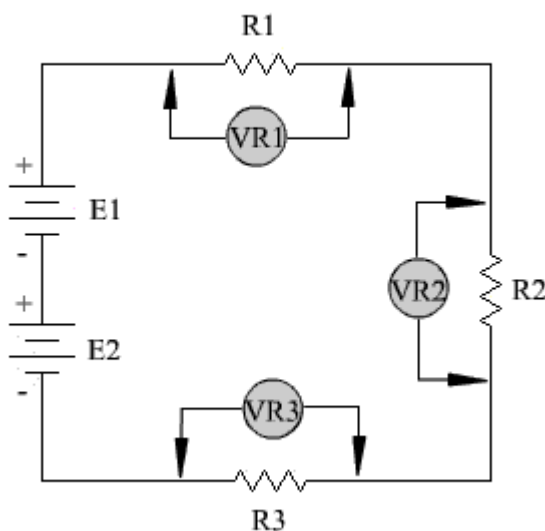
หน่วยที่ 11

ชื่อหน่วยการสอน

กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟ

1. กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟ (Kirchhoff Current Law)

กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟ (Kirchhoff Current Law) กล่าวไว้ว่า “ในวงจรไฟฟ้าปิดใดๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้ามีค่าเท่ากับศูนย์” หรือกล่าวในอีกทางหนึ่งก็คือ ในวงจรไฟฟ้าปิดใดๆ ผลรวมทางพีชคณิตของแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะเท่ากับแรงดันที่แหล่งจ่าย



รูปที่ 3

จากวงจรรูปที่ 3 แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับวงจรมีอยู่ 2 ตัวคือ แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงตัวที่ 1 (E_1) และแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงตัวที่ 2 (E_2) ส่วนแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานในวงจรคือ แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานตัวที่ 1 (V_{R1}) แรงดันตกคร่อมตัวต้านทานตัวที่ 2 (V_{R2}) และแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานตัวที่ 3 (V_{R3}) จากกฎแรงดันของเคอร์ชอฟ (Kirchhoff Current Law) สามารถเขียนสมการได้ดังนี้คือ

จากวงจรรูปที่ 3 จะได้

$$E_1 + E_2 = \text{แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้วงจร}$$

$$V_{R1} + V_{R2} + V_{R3} = \text{แรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน}$$

ดังนั้น

$$E_1 + E_2 = V_{R1} + V_{R2} + V_{R3}$$

หรือ

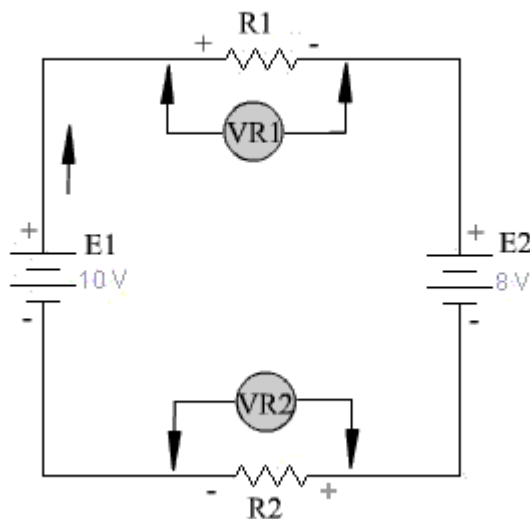
$$E_1 + E_2 - V_{R1} - V_{R2} - V_{R3} = 0$$

หรือ

$$\sum E = E_1 + E_2 - V_{R1} - V_{R2} - V_{R3} = 0$$

$$\sum E = 0$$

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ 4 ให้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงตัวที่ 1 (E_1) มีค่าเท่ากับ 12 V แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงตัวที่ 2 (E_2) มีค่าเท่ากับ 8 V และแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานตัวที่ 2 (V_{R2}) มีค่าเท่ากับ 1.5 V ให้หาค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน ตัวที่ 1 (V_{R1})



รูปที่ 4

จากกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์จะได้ว่า

$$E_1 - E_2 = V_{R1} + V_{R2}$$

$$V_{R1} = E_1 - E_2 - V_{R2}$$

$$\text{แทนค่า} \quad = 10 - 8 - 1.5 \quad \text{ดังนั้น } V_{R1} = 0.5 \text{ โวลต์}$$

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. ทบทวนก่อนเรียน ชักถามนักเรียนว่ากฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์กล่าวอย่างไร ครูอธิบายเสริม
3. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยถามนักเรียนว่า ถ้าวงจรไฟฟ้ามีแหล่งจ่ายแรงดันมากกว่าหนึ่งแหล่งจะคำนวณอย่างไรประกอบการฉายซีดี
4. ครูอธิบายเรื่องกฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ พร้อมตัวอย่างการคำนวณ
5. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
6. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
7. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
8. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 11 จากแบบทดสอบหน่วยที่ 11
9. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 12 ต่อไป
10. ครูดูแลการทำความสะอาดจัดเครื่องมือให้เรียบร้อยและปิดห้องปฏิบัติเมื่อไม่ใช้
11. ครูบันทึกข้อมูลเกี่ยวกับกิจกรรมการเรียนรู้หลังการสอนเพื่อใช้แก้ไขปัญหาที่อาจเกิดขึ้นกับกลุ่มอื่น ๆ ต่อไปหรือความรู้ใหม่ที่เกิดขึ้น

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบาย มอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ กฎของแรงดันเคอร์ชอฟ

ขณะเรียน

ให้นักเรียนมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ แรงดันไฟฟ้าเคอร์ชอฟ

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้มารายงานหน้าชั้นเรียนและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
11	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสดตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยายเรื่องแรงดันเคอร์ชอฟ - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟ	คณิตศาสตร์	คำนวณแรงดันไฟฟ้า

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 12
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 12
	ชื่อหน่วย	ทฤษฎีกระแสเมฆ	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ ทฤษฎีกระแสเมฆ เป็นการประยุกต์กฎของเคอร์ชอฟฟ์มาใช้แก้ปัญหาให้สะดวกเร็วยิ่งขึ้น ทฤษฎีกระแสเมฆจะกำหนดให้ ในวงจรปิดใด ๆ หนึ่งวงจรปิด จะสมมติให้มีกระแสไหลหนึ่งจำนวน และจะสมมติทิศทางของกระแสไหลไปทิศทางใดก็ได้ โดยค่ากระแสแต่ละวงจรปิดจะเป็นอิสระต่อกัน จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป 1. ศึกษาทฤษฎีกระแสเมฆ 2. ศึกษาการสมมติกระแสไหลวน 3. รู้จักการตั้งสมการกระแส 4. ศึกษาตัวอย่างการคำนวณทฤษฎีกระแสเมฆ 5. เพื่อปฏิบัติการทดลองตามทฤษฎีกระแสเมฆ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการทฤษฎีกระแสเมฆ 2. สมมติกระแสไหลวนได้ถูกต้อง 3. ตั้งสมการกระแสได้ถูกต้อง 4. คำนวณโดยใช้ทฤษฎีกระแสเมฆได้ถูกต้อง 5. ต่วงจรทดลองทฤษฎีกระแสเมฆได้ถูกต้อง			



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 12

ชื่อหน่วยการสอน

ทฤษฎีกระแสเมช

ทฤษฎีกระแสเมช (Mesh Current Theores)

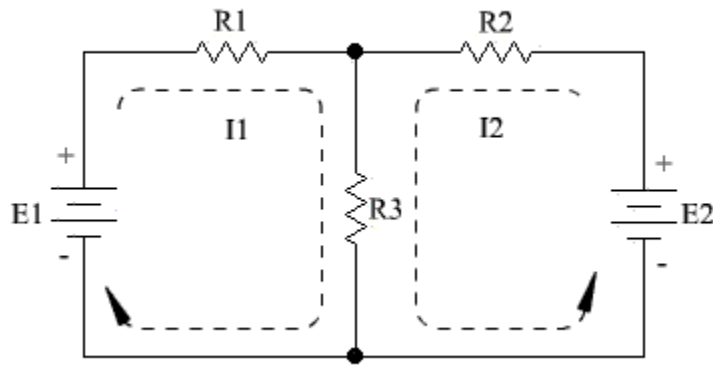
ทฤษฎีกระแสเมช เรียกว่า “เมชเคอร์เรนท์” (Mesh Current Theores) เป็นการประยุกต์กฎของเคอร์ชอฟฟ์มาใช้แก้ปัญหาให้สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้น ทฤษฎีกระแสเมชจะกำหนดให้ในวงจรปิดใดๆ หนึ่งวงจรปิด จะสมมติให้มีกระแสไหลหนึ่งจำนวนและจะสมมติทิศทางของกระแสไหลไปทิศทางใดก็ได้ โดยค่ากระแสแต่ละวงจรปิดจะเป็นอิสระต่อกัน

1 ทฤษฎีกระแสเมช (Mesh Current Theores)

ทฤษฎีกระแสเมช (Mesh Current Theores) จะกำหนดให้ในวงจรปิดใดๆ หนึ่งวงจรปิดจะสมมติให้มีกระแสไหลหนึ่งจำนวนและจะสมมติทิศทางของกระแสไหลไปทิศทางใดก็ได้ โดยค่ากระแสแต่ละวงจรปิดจะเป็นอิสระต่อกัน สามารถเขียนสมการกระแสเมชได้โดยมีข้อกำหนดเป็นขั้นตอนดังนี้

1. สมมติกระแสไหลวนในแต่ละวงจรปิด พร้อมทั้งกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าให้ครบวงจรปิด ซึ่งจะกำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลในทิศทางใดก็ได้

2. เขียนสมการโดยใช้กฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff Voltage Law) และแก้สมการหาตัวที่ไม่ทราบค่า ถ้ากระแสไฟฟ้าที่ได้ออกมาเป็นลบ หมายความว่าทิศทางของกระแสไฟฟ้าไหลตรงกันข้ามกับที่สมมติขึ้น



รูปที่ 1

จากวงจรรูปที่ 1 กระแสไฟฟ้าที่ไหลในแต่ละสาขาของวงจรคือ กระแสไฟฟ้าไหลวน I_1 และ I_2 นั้นเอง แต่กระแสไฟฟ้าที่ไหลในบางสาขาจะได้มาจากผลรวมระหว่างกระแสไฟฟ้าไหลวน I_1 และ I_2 ดังจะเห็นว่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวความต้านทาน R_1 มีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้า I_1 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_2 มีค่าเท่ากับกระแสไฟฟ้า I_2 ส่วนกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_3 มีค่าเท่ากับ $I_1 + I_2$

จากกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff Voltage Law) สามารถเขียนสมการได้ดังนี้

ในวงที่ 1 ใช้กระแสไฟฟ้าไหลวน I_1 เป็นหลักในการเขียนสมการจะได้

$$R_1 I_1 + R_3 (I_1 + I_2) = E_1$$

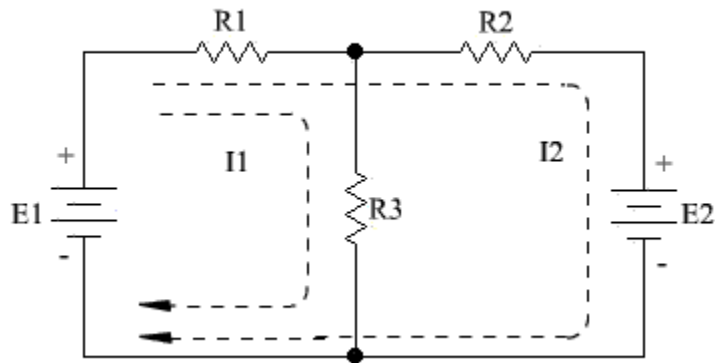
$$(R_1 + R_3) I_1 + R_3 I_2 = E_1$$

ในวงที่ 2 ใช้กระแสไฟฟ้าไหลวน I_2 เป็นหลักในการเขียนสมการจะได้

$$R_2 I_2 + R_3 (I_1 + I_2) = E_2$$

$$R_3 I_1 + (R_2 + R_3) I_2 = E_2$$

จากวงจรในรูปที่ 1 ถ้ากำหนดให้ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_3 เพียงค่าเดียวเราก็เลือกกระแสไฟฟ้าไหลวนใหม่ โดยสมมติให้กระแสไฟฟ้าไหลวน I_1 และ I_2 มีทิศทางดังรูปที่ 2



รูปที่ 2

จากวงจรรูปที่ 2 พิจารณาเห็นว่าเมื่อคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลวน I_1 ออกมาแล้วจะได้ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_3 ในทันทีเพราะกระแสไฟฟ้า I_1 ก็คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_3 นั้นเอง โดยไม่จำเป็นต้องคำนวณหาค่าของกระแสไฟฟ้า I_2 ซึ่งการสมมติกระแสไฟฟ้าไหลวนแบบนี้ จะช่วยลดขั้นตอนในการแก้ปัญหาโจทย์ให้ลดน้อยลงได้

จากรูปที่ 2 เมื่ออาศัยกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff Voltage Law) จะเขียนสมการได้ดังนี้

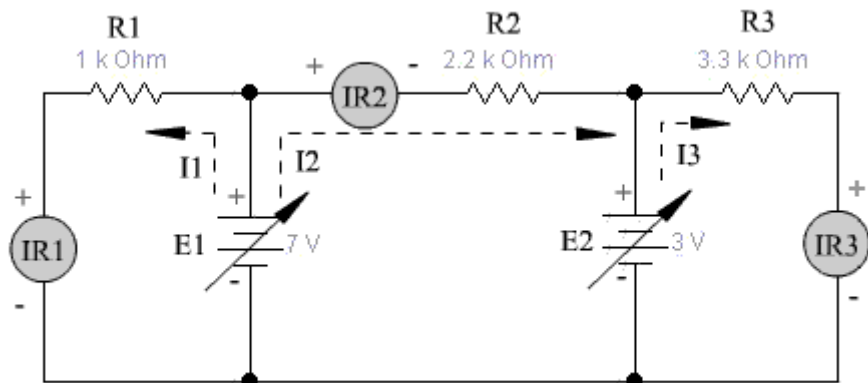
ในวงที่ 1 ใช้กระแสไฟฟ้าไหลวน I_1 เป็นหลักในการเขียนสมการจะได้

$$(R_1 + R_3)I_1 + R_1I_2 = E_1$$

ในวงที่ 2 ใช้กระแสไฟฟ้าไหลวน I_2 เป็นหลักในการเขียนสมการจะได้

$$R_1I_1 + (R_1 + R_2)I_2 = E_1 - E_2$$

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ 3 ให้แสดงวิธีการคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทาน R_1, R_2 และ R_3 เมื่อแหล่งจ่ายไฟตรง E_1 มีค่า 7 V และแหล่งจ่ายไฟตรง E_2 มีค่า 3 V



รูปที่ 3

วิธีทำ

สมมติให้กระแสไฟฟ้าไหลวน I_1, I_2 และ I_3 มีทิศทางดังรูปที่ 12.3

จากกฎแรงดันของเคอร์ชอฟฟ์ จะเขียนสมการได้ดังนี้

ในวงที่ 1 จะได้ $R_1 I_1 = E_1$

$$1 I_1 = 7 \quad \dots\dots\dots (1)$$

ในวงที่ 2 จะได้ $R_2 I_2 = E_1 - E_2$

$$2.2 I_2 = 7 - 3 \quad \dots\dots\dots (2)$$

ในวงที่ 3 จะได้ $R_3 I_3 = E_2$

$$3.3 I_3 = 3 \quad \dots\dots\dots (3)$$

ใช้เมตริกซ์และดีเทอร์มิแนนท์แก้สมการ 3 ตัวแปร

- นำสมการที่ (1), (2) และ (3) เขียนในรูปของเมตริกซ์จะได้

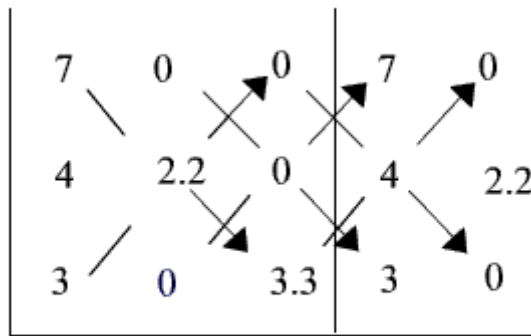
$$\begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2.2 & 0 \\ 0 & 0 & 3.3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 7 \\ 4 \\ 3 \end{bmatrix}$$

2. นำค่าสัมประสิทธิ์ของ I_1 , I_2 และ I_3 มาหาค่าของดีเทอร์มิแนนท์ (D) โดยการคูณไขว้นั้นคือคูณลงเป็นบวกคูณขึ้นเป็นลบ โดยคูณให้ครบทั้ง 3 ตำแหน่ง

$$\begin{vmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 2.2 & 0 \\ 0 & 0 & 3.3 \end{vmatrix} = 7.26$$

$$\begin{aligned} D &= (1 \times 2.2 \times 3.3) + (0 \times 0 \times 0) + (0 \times 0 \times 0) - (0 \times 2.2 \times 0) - (0 \times 0 \times 1) - (3.3 \times 0 \times 0) \\ &= 7.26 + 0 + 0 - 0 - 0 - 0 \\ &= 7.26 \end{aligned}$$

3. หาค่าตัวแปร I_1 โดยการนำคอลัมน์ค่าคงที่ของสมการในข้อ 1 แทนลงในคอลัมน์สัมประสิทธิ์ I_1 และหารด้วยดีเทอร์มิแนนท์ (D) ซึ่งการหาค่า I_1 จะอาศัยการคูณไขว้



D

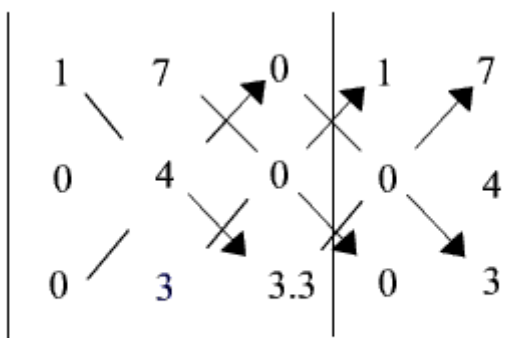
$$I_1 = (7 \times 2.2 \times 3.3) + (0 \times 0 \times 3) + (0 \times 4 \times 0) - (3 \times 2.2 \times 0) - (0 \times 0 \times 7) - (3.3 \times 4 \times 0) / D$$

$$= 50.82 / D$$

$$= 50.82 / 7.26$$

$$= 7 \text{ mA}$$

4. หาค่าตัวแปร I_2 โดยการนำคอลัมน์ค่าคงที่ของสมการในข้อ 1 แทนลงในคอลัมน์สัมประสิทธิ์ I_2 และหารด้วยดีเทอร์มิแนนต์ (D) ซึ่งการหาค่า I_2 จะอาศัยการคูณไขว้เช่นกัน



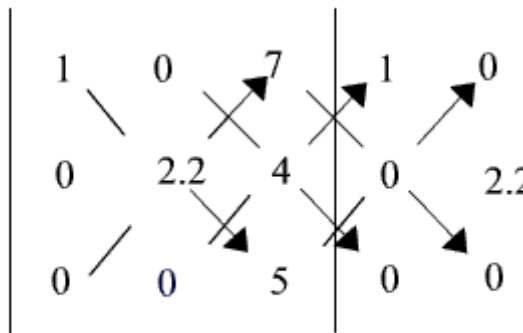
D

$$= ((1 \times 4 \times 3.3) + (7 \times 0 \times 0) + (0 \times 0 \times 3) - (0 \times 4 \times 0) - (3 \times 0 \times 1) - (3.3 \times 0 \times 7))$$

$$= 13.2 / 7.26$$

$$= 1.818 \text{ mA}$$

5. หาค่าตัวแปร I_3 โดยการนำคอลัมน์ค่าคงที่ของสมการในข้อ 1 แทนลงในคอลัมน์สัมประสิทธิ์ I_3 และหารด้วยดีเทอร์มิแนนต์ (D) ซึ่งการหาค่า I_3 จะอาศัยการคูณไขว้เช่นกัน



D

$$= ((1 \times 2.2 \times 5) + (0 \times 4 \times 0) + (7 \times 0 \times 0) - (0 \times 2.2 \times 7) - (0 \times 4 \times 1) - (5 \times 0 \times 0)) / D$$

$$= 11 / 7.26$$

$$= 1.515 \text{ mA}$$

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่12/เก็บแบบทดสอบ
3. ทบทวนก่อนเรียน ชักถามนักเรียนว่ากฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์กล่าวได้อย่างไร ครูอธิบายเสริม
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกล่าวนำว่าในวงจรไฟฟ้ามีแหล่งจ่ายแรงดันมากกว่าหนึ่งแหล่งการแก้ปัญหาโจทย์จะทำได้หลายวิธีเช่นทฤษฎีกระแสเมช อธิบายประกอบการฉายแผ่นใส
5. ครูอธิบายทฤษฎีกระแสเมชพร้อมตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้สื่อแผ่นใส/ตอบคำถาม
6. ชักถามนักเรียนว่าทฤษฎีกระแสเมชมีหลักการอย่างไร / รับฟัง-ตอบคำถาม
7. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
8. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
9. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
10. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 12 จากแบบทดสอบหน่วยที่12
11. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 13 ต่อไป

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบาย มอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ ทฤษฎีกระแสเมฆ

ขณะเรียน

ให้นักเรียนมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับความเข้าใจในทฤษฎีเมฆ

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้มารายงานหน้าชั้นเรียนและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
12	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสดตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยายเรื่องกระแสเมช - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
ทฤษฎีกระแสมัช	คณิตศาสตร์	การคำนวณกระแสมัช
	ภาษาไทย	นำเสนอหน้าชั้นเรียน

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 13
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 13
	ชื่อหน่วย	ทฤษฎีแรงดันโหนด	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ ในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน วิธีแรงดันโหนดหรือเรียกว่า โหนดโวลท์เตจ ซึ่งเป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากัน วิธีการนี้นอกจากจะช่วยวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าได้เป็นอย่างดีแล้ว ยังสามารถทดแทนวิธีกระแสเมช ซึ่งมีข้อจำกัดในแง่ของสมการและความยุ่งยากในการแก้สมการ วิธีแรงดันโหนดเป็นวิธีการนำกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ มาใช้งาน จุดประสงค์ทั่วไป 1. ศึกษาการกำหนดโหนดหลัก 2. ใหู้้การกำหนดทิศทางของกระแส 3. ใหู้้การเขียนสมการกระแส 4. ศึกษาตัวอย่างการคำนวณวิธีแรงดันโหนด 5. เพื่อปฏิบัติการทดลองตามวิธีแรงดันโหนด จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกหลักการกำหนดโหนดหลักได้ถูกต้อง 2. อธิบายการกำหนดทิศทางของกระแสได้ถูกต้อง 3. เขียนสมการกระแสได้ถูกต้อง 4. คำนวณแก้ปัญหาโจทย์ด้วยวิธีแรงดันโหนดได้ถูกต้อง 5. ต่วงจรทดลองตามวิธีแรงดันโหนดได้ถูกต้อง			



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 13

ชื่อหน่วยการสอน

ทฤษฎีแรงดันโนด

วิธีแรงดันโนด (Node Voltage Theories)

ในการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าที่มีความยุ่งยากและซับซ้อน วิธีแรงดันโนดหรือเรียกว่า

“โนดโวลต์เตจ” (Node Voltage) ก็เป็นอีกวิธีหนึ่งที่นิยมใช้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้ากัน วิธีการนี้นอกจากจะ
ช่วยวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าได้เป็นอย่างดีแล้วยังสามารถทดแทนวิธีกระแสเมช (Mesh Current) ซึ่งมีข้อจำกัด
ในแง่ของสมการและความยุ่งยากในการแก้สมการ วิธีแรงดันโนดเป็นวิธีการนำกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์
(Kirchhoff Current Law) มาใช้งาน

1. วิธีแรงดันโนด

โนด (Node) คือ จุดต่อในวงจรไฟฟ้าที่มีจำนวนสาขาของวงจรต่ออยู่ตั้งแต่ 2 สาขาขึ้นไป

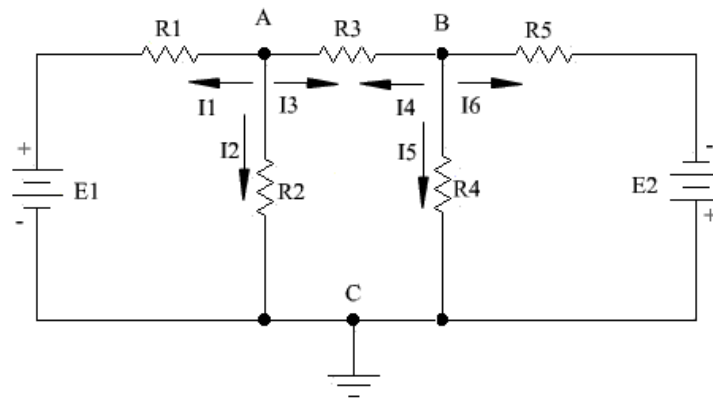
โนดหลัก (Principal Node) หรือจุดต่อเชื่อม คือจุดต่อในวงจรไฟฟ้าที่มีจำนวนสาขาของวงจรต่อ
อยู่ตั้งแต่ 3 สาขาขึ้นไปมาต่อรวมกัน

โนดเปรียบเทียบ (Reference Node) หรือจุดอ้างอิง ซึ่งจะกำหนดให้เป็นจุดเชื่อมต่อใดจุดหนึ่ง
เป็นจุดอ้างอิงก็ได้ แต่โดยทั่วไปแล้วจะเลือกจุดอ้างอิงที่ต่อรวมอยู่กับกราวด์ (Ground) เสมอเพราะง่ายต่อ
การพิจารณาและการคำนวณ

แรงดันโนด (Node Voltage) คือความแตกต่างของระดับแรงดันที่จุดใดๆ ก็ได้ในวงจรเมื่อนำไป
เปรียบเทียบกับจุดอ้างอิง (Reference Node) การเขียนสมการของแรงดันโนด (Node Voltage) จะ
พิจารณาเป็นขั้นๆ ดังต่อไปนี้

1. กำหนดจุดต่อลงในวงจรซึ่งจะมีทั้งจุดต่อเชื่อม (โนดหลัก) และจุดอ้างอิง
2. การพิจารณาแรงดันโนด (Node Voltage) จะให้ระดับของแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่อเชื่อม
(Principal Node) มีค่าสูงกว่าระดับอ้างอิง (Reference Node)

3. สมมติและกำหนดทิศทางของกระแสที่จุดเชื่อมต่อ (Principal Node) การกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่จุดเชื่อมต่อจะกำหนดให้กระแสไหลเข้าหรือไหลออกก็ได้เพราะผลลัพธ์ที่ได้จะมีค่าเหมือนกัน
4. เขียนสมการกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff Current Law)



รูปที่ 1

จากวงจรรูปที่ 1 กำหนดจุดเชื่อมต่อ (Principal Node) ในวงจรเป็น A, B และ C โดยกำหนดให้จุด C เป็นจุดอ้างอิง (Reference Node) และสมมติให้กระแสไฟฟ้าไหลออกในทุกๆ สาขาที่จุด A คือ กระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_3 (Kirchhoff Current Law) จะได้ผลของกระแสไฟฟ้ารวมที่จุด A มีค่าเท่ากับ ศูนย์

นั่นคือ $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

แต่
$$I_1 = \frac{V_A - E_1}{R_1}, I_2 = \frac{V_A}{R_2}, I_3 = \frac{V_A - V_B}{R_3}$$

ดังนั้นจะได้
$$\frac{V_A - E_1}{R_1} + \frac{V_A}{R_2} + \frac{V_A - V_B}{R_3} = 0 \quad \dots\dots\dots (1)$$

สาขาที่จุด B คือ กระแสไฟฟ้า I_4 , I_5 และ I_6 จากกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์ (Kirchhoff Current Law) จะได้ผลของกระแสไฟฟ้ารวมที่จุด B มีค่าเท่ากับศูนย์

นั่นคือ $I_4 + I_5 + I_6 = 0$

แต่
$$I_4 = \frac{V_B - V_A}{R_3}, I_5 = \frac{V_B}{R_4}, I_6 = \frac{V_B + E_2}{R_5}$$

จะได้
$$\frac{V_B - V_A}{R_3} + \frac{V_B}{R_4} + \frac{V_B + E_2}{R_5} = 0 \quad \dots\dots\dots (2)$$

จากสมการที่ (1) และ (2) จะได้

$$\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \right) V_A - \left(\frac{1}{R_3} \right) V_B = \left(\frac{1}{R_1} \right) E_1 \quad \dots\dots\dots (3)$$

$$- \left(\frac{1}{R_3} \right) V_A + \left(\frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4} + \frac{1}{R_5} \right) V_B = - \left(\frac{1}{R_5} \right) E_2 \quad \dots\dots (4)$$

จากวงจรรูปที่ 1 พิจารณาว่าเมื่อกำหนดจุดเชื่อมต่อ (Principal Node) จะทำให้ทราบจำนวนสมการของแรงดันโนด (Node Voltage) คือกำหนดจุด A, B และ C เป็นจุดเชื่อมต่อโดยกำหนดจุด C เป็นจุดอ้างอิง (Reference Node) จากนั้นเอาจำนวนจุดเชื่อมต่อลบกับจำนวนจุดอ้างอิงก็จะได้จำนวนสมการของแรงดันโนด นั่นคือจำนวนสมการของแรงดันโนดจะมีค่าน้อยกว่าจำนวนจุดเชื่อมต่อ (Principal Node) อยู่หนึ่งเสมอ

จากรูป 1 กำหนดให้

จุดเชื่อมต่อ (Principal Node) = 3

จุดอ้างอิง (Reference Node) = 1

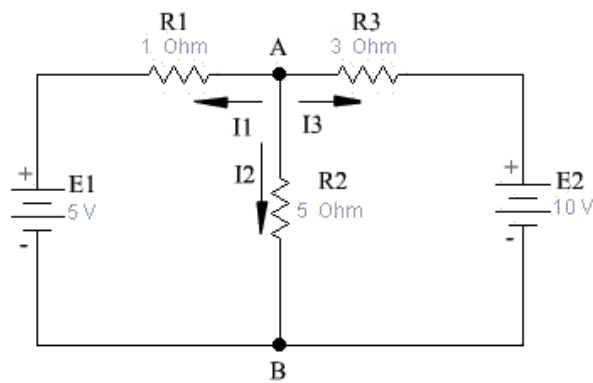
จำนวนสมการของแรงดันโนด $3 - 1 = 2$

∴ จำนวนสมการของแรงดันโนด = 2

การนำหลักการของแรงดันโนด (Node Voltage) มาใช้แก้ปัญหาโจทย์นั้น ควรเลือกวิธีที่ง่ายและรวดเร็วกว่ามาใช้ ซึ่งทั้งนี้ก็ขึ้นอยู่กับลักษณะของวงจร แต่ถ้าเป็นลักษณะวงจรที่ประกอบด้วยหลายๆ

สาขาต่อขนานกันเมื่อนำวิธีการของแรงดันโนดมาใช้ก็จะพบว่ามีความสะดวกและรวดเร็วกว่าเพราะมีจำนวนสมการน้อยกว่า

ตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_3



วงจรรูปที่ 2

วิธีทำ

จากกฎกระแสของเคอร์ชอฟฟ์จะเขียนสมการได้ดังนี้

ที่จุด A จะได้ $I_1 + I_2 + I_3 = 0$

แต่
$$I_1 = \frac{V_A - E_1}{R_1}, I_2 = \frac{V_A}{R_2}, I_3 = \frac{V_A - E_2}{R_3}$$

ดังนั้นจะได้ &nb

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่13/เก็บแบบทดสอบ
3. ทบทวนก่อนเรียน อธิบายและซักถาม ทฤษฎีกระแสเมฆกล่าวได้อย่างไร
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกล่าวนำว่าในวงจรไฟฟ้ามีแหล่งจ่ายแรงดันมากกว่าหนึ่งแหล่ง การแก้ปัญหาโจทย์จะทำได้หลายวิธีเช่นวิธีแรงดันโนดอธิบายประกอบการฉายซีดี/ รับฟังความคิดเห็น
5. ครูอธิบายวิธีแรงดันโนดพร้อมตัวอย่างการคำนวณ /ตอบคำถาม
6. ซักถามนักเรียนว่าทฤษฎีกระแสเมฆมีหลักการอย่างไร / รับฟัง-ตอบคำถาม
7. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
8. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
9. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
10. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 13 จากแบบทดสอบหน่วยที่13
11. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 14 ต่อไป

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน,หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบาย มอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ แรงดันโหนด

ขณะเรียน

ให้นักเรียนมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ แรงดันโหนด

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้มารายงานหน้าชั้นเรียนและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
13	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่งอาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยายเรื่อง แรงดันโหนด - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
แรงดันโหนด	ภาษาไทย	นำเสนอผลงานกลุ่ม

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา 			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 14
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 14
	ชื่อหน่วย	ทฤษฎีการวางซ้อน	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ ทฤษฎีการวางซ้อนเรียกว่า ซุปเปอร์โพสิชัน ทีโอรี เป็นทฤษฎีที่ใช้วิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าเหล่านั้นสามารถแยกพิจารณาได้ครั้งละ 1 ตัว จนครบทุกตัว แล้วนำค่าของกระแสไฟฟ้าที่ได้ มารวมกันทางพีชคณิต จะได้ผลของกระแสไฟฟ้าที่แท้จริงของวงจร จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป 1. ศึกษาขั้นตอนการใช้ทฤษฎีการวางซ้อนวิเคราะห์วงจร 2. ศึกษาตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน 3. เพื่อปฏิบัติการทดลองทฤษฎีการวางซ้อน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. บอกขั้นตอนการใช้ทฤษฎีการวางซ้อนวิเคราะห์วงจรได้ถูกต้อง 2. แก้ปัญหาโจทย์ โดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อนได้ถูกต้อง 3. ต่วงจรทดลองตามทฤษฎีการวางซ้อนได้ถูกต้อง			



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 14

ชื่อหน่วยการสอน

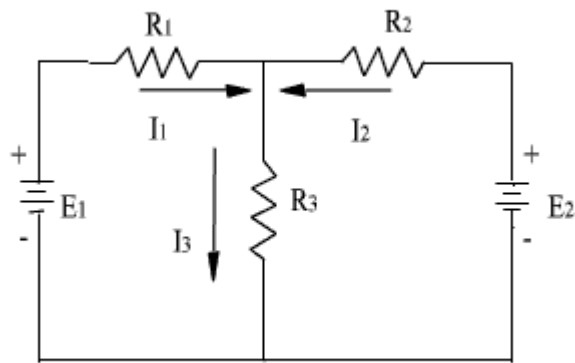
ทฤษฎีการวางซ้อน

ทฤษฎีการวางซ้อน (Superposition Theorem)

ทฤษฎีการวางซ้อน มีหลักการว่าในวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วยแหล่งจ่ายตั้งแต่ 2 แหล่งขึ้นไป กระแสไฟฟ้าที่เกิดจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าเหล่านั้น สามารถแยกพิจารณาได้ครั้งละ 1 ตัว จนครบทุกตัว แล้วนำค่าของกระแสไฟฟ้า ที่ได้มารวมกันทางพีชคณิต จะได้ผลของกระแสไฟฟ้า ที่แท้จริงของวงจร หลักการพิจารณาแหล่งจ่ายไฟฟ้าที่ละตัวเรียกว่า ทฤษฎีการวางซ้อน (Superposition Theorem)

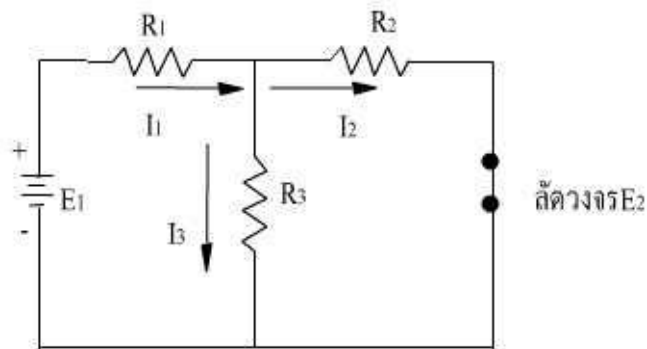
การนำทฤษฎีการวางซ้อน (Superposition Theorem

1. สมมติและกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้า ที่ไหลในสาขาต่างๆ
2. เลือกพิจารณาแหล่งจ่ายหนึ่งตัว
3. แหล่งจ่ายตัวอื่นๆที่เหลือในวงจรทั้งหมด ทำการลัดวงจร (Short Circuit)
4. ตัวต้านทาน ภายในของแหล่งจ่ายทุกๆตัวยังคงให้ต่ออยู่ในวงจรตามเดิม
5. คำนวณหาค่าของกระแสไฟฟ้า ที่ไหลผ่านตัวต้านทาน แต่ละตัวในวงจร พร้อมสังเกตทิศทางและขั้วที่ถูกต้อง
6. กระทำซ้ำอีกตั้งแต่ข้อ 2 ถึงข้อ 5 สำหรับแหล่งจ่ายที่เหลือแต่ละตัวในวงจร
7. นำค่าของกระแสไฟฟ้า ที่ได้ในแต่ละครั้งมารวมกันทางพีชคณิต ก็จะได้ค่าของกระแสไฟฟ้าที่แท้จริง ที่ไหลผ่านตัวต้านทาน แต่ละตัวในวงจร



รูปที่ 1

จากรูปที่ 1 เลือกพิจารณาเฉพาะแหล่งจ่ายแรงดัน E_1 แล้วเขียนวงจรใหม่ ดังวงจรรูปที่ 2 โดยการลัดวงจร (Short Circuit) แหล่งจ่ายแรงดัน E_2 และกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_3



รูปที่ 2

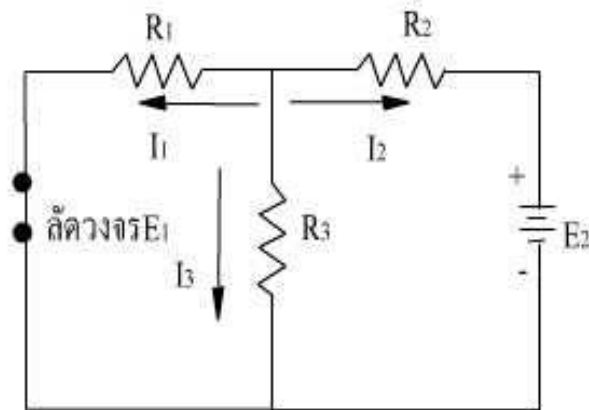
จะได้

$$I_{1(1)} = \frac{E_1}{R_1 + (R_2 // R_3)}$$

$$I_{2(1)} = I_{1(1)} \left(\frac{R_3}{R_2 + R_3} \right)$$

$$I_{3(1)} = I_{1(1)} - I_{2(1)}$$

เลือกพิจารณาเฉพาะแหล่งจ่ายไฟตรง E_2 แล้วเขียนวงจรใหม่ ดังวงจรรูปที่ 3 โดยการลัดวงจร (Short Circuit) แหล่งจ่ายไฟตรง E_1 และกำหนดทิศทางของกระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_3



รูปที่ 3

จะได้

$$I_{2(2)} = \frac{E_2}{R_2 + (R_1 // R_3)}$$

$$I_{1(2)} = I_{2(2)} \left(\frac{R_3}{R_1 + R_3} \right)$$

$$I_{3(2)} = I_{2(2)} - I_{1(2)}$$

ดังนั้นค่ากระแสไฟฟ้าที่แท้จริงไหลผ่านตัวต้านทาน แต่ละตัวของวงจร

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่14
3. ทบทวนก่อนเรียน อธิบายและซักถาม วิธีแรงดันโนดมีหลักการอย่างไร
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนโดยการกล่าวนำว่าในวงจรไฟฟ้ามีแหล่งจ่ายแรงดันมากกว่าหนึ่งแหล่ง การแก้ปัญหาโจทย์จะทำได้หลายวิธีเช่นทฤษฎีการวางซ้อนอธิบายประกอบการฉายซีดี
5. ครูอธิบายทฤษฎีการวางซ้อนพร้อมตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้สื่อแผ่นใส
6. ซักถามนักเรียนว่าทฤษฎีการวางซ้อนมีหลักการอย่างไร
7. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
8. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
9. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
10. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 14 จากแบบทดสอบหน่วยที่14

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบายเนื้อหาเกี่ยวกับทฤษฎีการวางซ้อน

ขณะเรียน

ให้นักเรียนคิดคำนวณและทดลองตามทฤษฎีการวางซ้อน

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากผลการทดลองและการคำนวณ

แผนกวิชาไฟฟ้ากำลัง วท.พัทยา

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
14	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสดตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยาย เรื่อง ทฤษฎีการวางซ้อน - แบบฝึกหัด - แบบประเมินผล	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
ทฤษฎีการวางซ้อน	คณิตศาสตร์	คำนวณตามหลักทฤษฎีวางซ้อน

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา 			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 15
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 15
	ชื่อหน่วย	ทฤษฎีของเทเวนิน	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ ทฤษฎีของเทเวนิน เรียกว่า เทเวนิน ซีโอรี เป็นวิศวกร ชาวฝรั่งเศส ได้ค้นพบทฤษฎีที่สามารถแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า ที่จะต้องสร้างสมการที่ยุ่งยาก ต้องใช้เมทริกและดีเทอร์มิแนนท์แก้สมการ ทฤษฎีของเทเวนินเหมาะสำหรับการหาค่ากระแสไหลผ่านตัวต้านทานตัวใดตัวหนึ่งที่ค่าความต้านทานเปลี่ยนไปแต่ก็ยังสามารถหาค่ากระแสไหลผ่านความต้านทานนั้นได้ โดยไม่ต้องตั้งสมการใหม่เหมือนกฎของเคอร์ชอฟฟ์ จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป 1. รู้จักหลักการทฤษฎีของเทเวนิน 2. รู้จักการหาแรงดันเทเวนินและความต้านทานเทเวนิน 3. ศึกษาการเขียนวงจรสมมูลย์ของเทเวนิน 4. ศึกษาตัวอย่างการคำนวณ ทฤษฎีของเทเวนิน 5. เพื่อปฏิบัติการทดลองตามทฤษฎีของเทเวนิน จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1. อธิบายหลักการ ทฤษฎีของเทเวนินได้ถูกต้อง 2. อธิบายการหาแรงดันของเทเวนินและความต้านทานเทเวนินได้ถูกต้อง 3. เขียนวงจรสมมูลย์ของเทเวนินได้ถูกต้อง 4. คำนวณหาค่าปริมาณทางไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของเทเวนินได้ถูกต้อง 5. ต่วงจรทดลองตามทฤษฎีของเทเวนินได้ถูกต้อง			



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 15

ชื่อหน่วยการสอน

ทฤษฎีเทวินิน

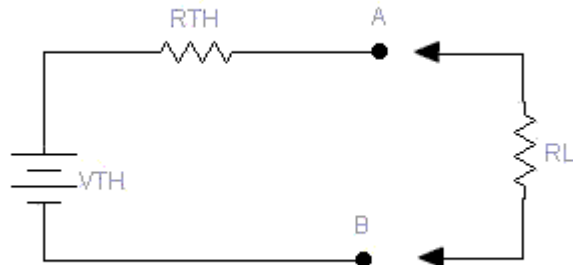
ทฤษฎีของเทวินิน (Thevenin's Theorem)

กล่าวไว้ว่า ในวงจรไฟฟ้าใดๆเราสามารถยุบหรือรวมวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Voltage) หนึ่งตัว และตัวต้านทานหนึ่งตัวได้ ซึ่งเรียกว่า วงจรสมมูลของเทวินิน

(Thevenin Equivalent Circuit)

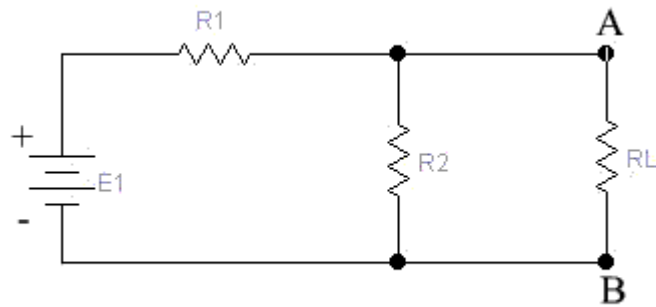
เมื่อ V_{TH} = แรงดันเทวินิน

R_{TH} = ความต้านทานเทวินิน



รูปที่ 1 วงจรสมมูลของเทวินิน (Thevenin Equivalent Circuit)

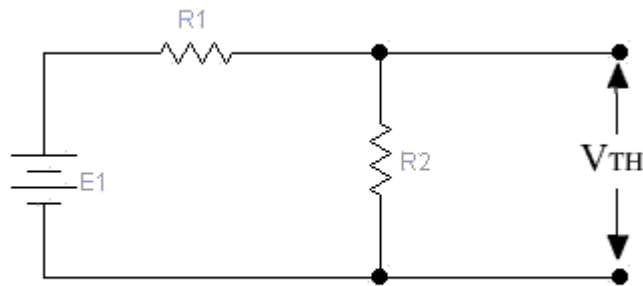
หลักการทฤษฎีของเทวินิน (Thevenin's Theorem)



รูปที่ 2

จากวงจรรูปที่ 2 สามารถนำเอาหลักการทฤษฎีของเทวินิน (Thevenin's Theorem) มาใช้เป็นขั้นๆ ดังนี้

1. ปลดโหลด R_L ออกจากจุด A - B
2. หาค่าแรงดันเทวินิน V_{TH} ซึ่งเป็นแรงดันระหว่างจุด A- B นั่นคือแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม ตัวต้านทาน R_2 นั่นเอง ดังแสดงในวงจรรูปที่ 2



รูปที่ 3

จากวงจรรูปที่ 3 พิจารณาเห็นว่า แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม ตัวต้านทาน R_2 เท่ากับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_2 คูณด้วย ค่าความต้านทาน R_2 นั่นเอง

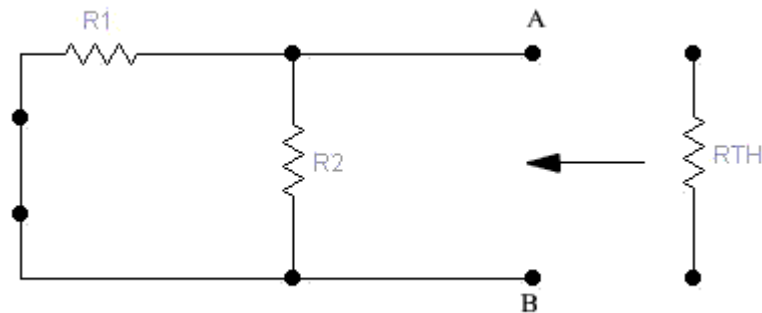
เมื่อ
$$I = \frac{E}{R_1 + R_2}$$

จะได้แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน
$$R_2 = V_{TH} = I_{R2} = \left(\frac{E}{R_1 + R_2} \right) R_2$$

ดังนั้นแรงดันเทเวนิน
$$V_{TH} = E \left(\frac{R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

1. ถัดวงจรแหล่งจ่ายแรงดันหรือเปิดวงจรแหล่งจ่ายกระแสแล้วแต่กรณี

2. หาค่าความต้านทานเทเวนิน R_{TH} โดยมองเข้าไปที่จุด A-B ดังแสดงในรูปที่ 3

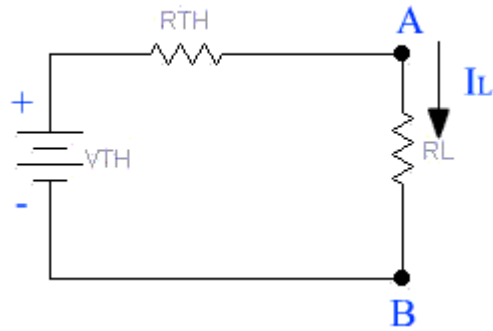


รูปที่ 4

จากวงจรรูปที่ 4 เมื่อมอง เข้าจุด A-B จะเห็นตัวต้านทาน R_1 ขนานกับ R_2 ได้ค่าความต้านทานเทเวนิน R_{TH} ดังนี้

$$R_{TH} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

3. นำค่าแรงดันไฟฟ้าเทเวนิน V_{TH} และค่าความต้านทานเทเวนิน R_{TH} มาเขียนวงจรสมมูลของเทเวนิน แล้วนำโหลด R_L ที่ปลดออกในตอนแรกมาต่ออีกครั้งหนึ่ง ดังแสดงในรูปที่ 5 เพื่อหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R_L ตามที่ต้องการ

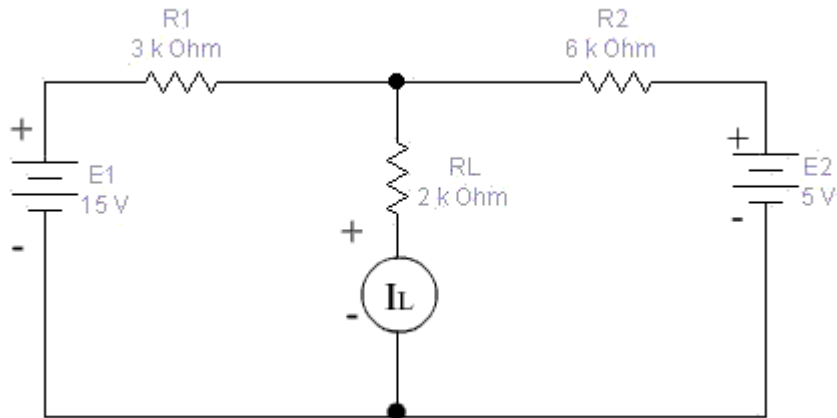


รูปที่ 5

จากวงจรรูปที่ 5 จะคำนวณหาค่ากระแสไหลผ่าน R_L ได้จากสูตร

$$I_L = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L}$$

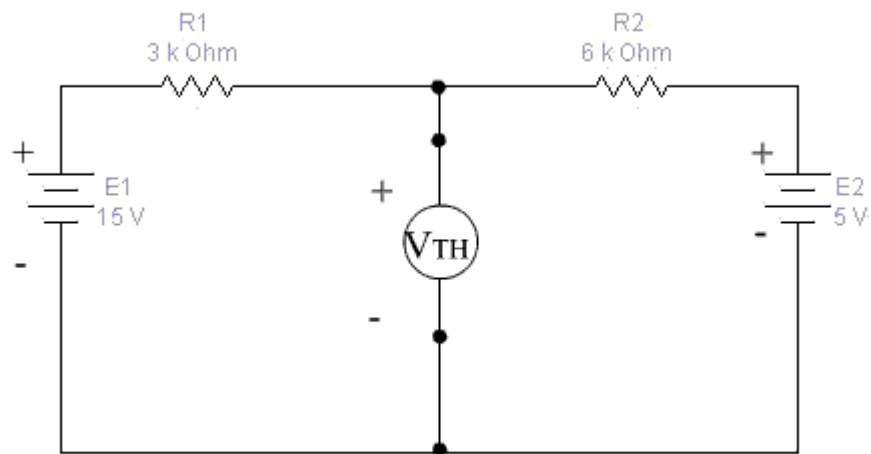
ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ 6 จงคำนวณหาค่า R_{TH} , V_{TH} และ I_L



รูปที่ 6

วิธีทำ

- 1.ปลด R_L ออกจากวงจรแล้วหาค่าแรงดันเทเวนิน V_{TH} ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7

$$I = \frac{E_1 - E_2}{R_1 + R_2} = \frac{15\text{ V} - 5\text{ V}}{3\text{ k}\Omega + 6\text{ k}\Omega} = 1.111\text{ mA}$$

$$V_1 = IR_1 = 1.111\text{ mA} \times 3\text{ k}\Omega = 3.333\text{ V}$$

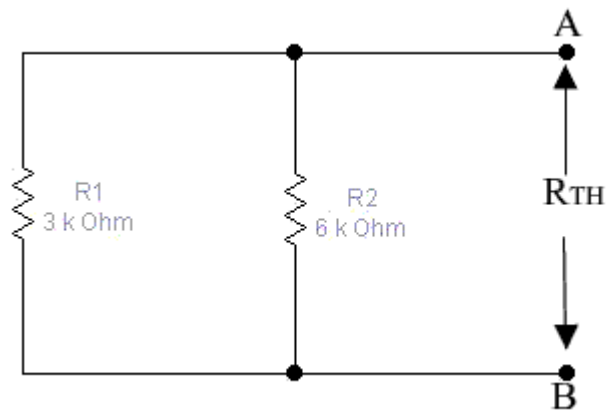
$$V_3 = IR_3 = 1.111\text{ mA} \times 6\text{ k}\Omega = 6.666\text{ V}$$

$$V_{TH} = E_1 - V_1 = 15\text{ V} - 3.333\text{ V} = 11.667\text{ V}$$

หรือ

$$V_{TH} = E_2 + V_2 = 5\text{ V} + 6.666\text{ V} = 11.666\text{ V}$$

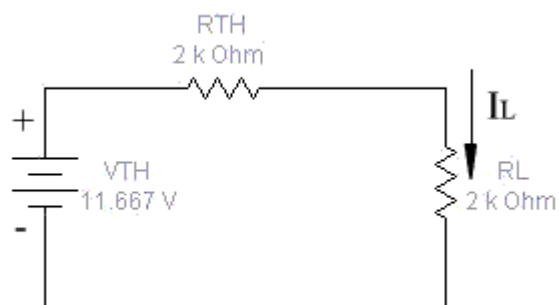
2.หาความต้านทานเทเวนิน โดยลัดวงจร (Short Circuit) ที่แหล่งจ่ายแรงดัน E_1 และ E_2 ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8

$$R_{TH} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{3 \text{ k}\Omega \times 6 \text{ k}\Omega}{3 \text{ k}\Omega + 6 \text{ k}\Omega} = 2 \text{ k}\Omega$$

3.นำค่า V_{TH} และ R_{TH} มาเขียนวงจรสมมูลของเทเวนิน (Thevenin Equivalent Circuits)
แล้วนำโหลด R_L ที่ปลดออกมาต่อ ดังแสดงในรูปที่ 9



รูปที่ 9

$$I_L = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L} = \frac{11.667 \text{ V}}{2 \text{ k}\Omega + 2 \text{ k}\Omega} = 2.916 \text{ mA}$$

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่15
3. ทบทวนก่อนเรียน อธิบายและซักถาม ทฤษฎีการวางซ้อน
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับทฤษฎีเทเวนิส
5. ครูอธิบายทฤษฎีเทเวนิสพร้อมตัวอย่างการคำนวณ
6. ซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาวางจระไฟโดยใช้ทฤษฎีเทเวนิส มีขั้นตอนอย่างไร
7. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
8. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
9. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
10. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 15 จากแบบทดสอบหน่วยที่15
11. มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 16 ต่อไป

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบาย มอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ ทฤษฎีของเทวินิน

ขณะเรียน

ให้นักเรียนมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับทฤษฎีของเทวินิน

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้มารายงานหน้าชั้นเรียนและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
15	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยาย เรื่อง ทฤษฎีเทวินิน - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
ทฤษฎีเทวินิน	คณิตศาสตร์	คำนวณหาค่ากระแส
	ภาษาไทย	นำเสนอหน้าชั้นเรียน

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา 			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก



แผนการสอน

หน่วยที่ 16

ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สอนครั้งที่ 16

ชื่อหน่วย ทฤษฎีของนอร์ตัน

ชั่วโมง 4

สาระสำคัญ

ทฤษฎีของนอร์ตันเรียกว่า นอร์ตัน ทีโอรี จะตรงกันข้ามกับทฤษฎีเทเวนินคือ วงจรสมมูลของเทเวนินจะอยู่ในรูปแหล่งจ่ายแรงดัน แต่ทฤษฎีของนอร์ตันอยู่ในรูปแหล่งจ่ายกระแสส่วนการหาค่าความต้านทานเทียบเท่าจะเหมือนกัน ทฤษฎีของนอร์ตัน กล่าวไว้ว่า ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ เราสามารถยุบหรือรวมวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าหนึ่งตัว ขนานกับตัวต้านทานหนึ่งตัวได้ ซึ่งเรียกว่า วงจรสมมูลของนอร์ตัน

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. รู้จักหลักการทฤษฎีของนอร์ตัน
2. รู้จักการหากระแสและความต้านทานนอร์ตัน
3. ศึกษาการเขียนวงจรสมมูลของนอร์ตัน
4. ศึกษาตัวอย่างการคำนวณ ทฤษฎีของนอร์ตัน
5. เพื่อปฏิบัติการทดลองตามทฤษฎีของนอร์ตัน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายหลักการ ทฤษฎีของนอร์ตันได้ถูกต้อง
2. อธิบายการหาแรงดันของนอร์ตันและความต้านทานนอร์ตันได้ถูกต้อง
3. เขียนวงจรสมมูลของนอร์ตันได้ถูกต้อง
4. คำนวณหาค่าปริมาณทางไฟฟ้าด้วยทฤษฎีของนอร์ตันได้ถูกต้อง
5. ต่วงจรทดลองตามทฤษฎีของนอร์ตันได้ถูกต้อง



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 16

ชื่อหน่วยการสอน

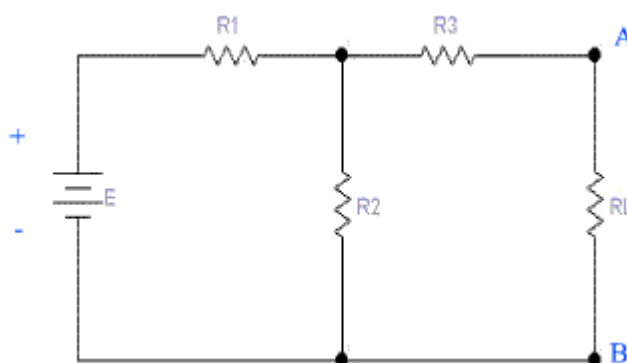
ทฤษฎีโน้ตัน

ทฤษฎีของนอร์ตัน (Norton's Theorems)

ทฤษฎีของนอร์ตัน (Norton's Theorems) กล่าวว่า ในวงจรไฟฟ้าใดๆ เราสามารถยุบหรือรวมวงจรให้อยู่ในรูปของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าหนึ่งตัว ขนานกับตัวต้านทานหนึ่งตัวได้ ซึ่งเรียกว่า วงจรสมมูลของนอร์ตัน (Norton Equivalent Circuit)

เมื่อ I_N = กระแสไฟฟ้านอร์ตัน

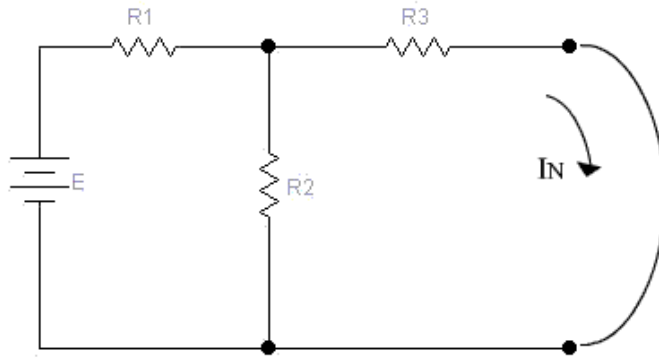
R_N = ความต้านทานนอร์ตัน



รูปที่ 1

จากวงจรรูปที่ 1 สามารถนำเอาหลักการทฤษฎีของนอร์ตัน (Norton's Theorems) มาใช้เป็นขั้นๆ ดังนี้

- 1.ปลดโหลด R_L ออกแล้วลัดวงจร (Short Circuit) ที่จุด A-B
- 2.หาค่ากระแสโน้ตัน I_N ซึ่งเป็นกระแสไฟฟ้าที่ไหลระหว่างจุด A – B ในขณะลัดวงจรที่จุด A-B ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2

จากวงจรรูปที่ 2 กระแส Norton (Norton Equivalent Current) ก็คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน R_3 นั้นเอง ซึ่งจะหาค่าได้ดังนี้คือ

$$I = \frac{E}{R_1 + \left(\frac{R_2 R_3}{R_2 + R_3} \right)} \quad I = \frac{E}{\frac{R_1(R_2 R_3) + R_2 R_3}{R_2 + R_3}} \quad I = \frac{E(R_2 + R_3)}{R_1(R_2 + R_3) + R_2 R_3}$$

ดังนั้นจากหลักการของการแบ่งกระแสจะได้ว่า

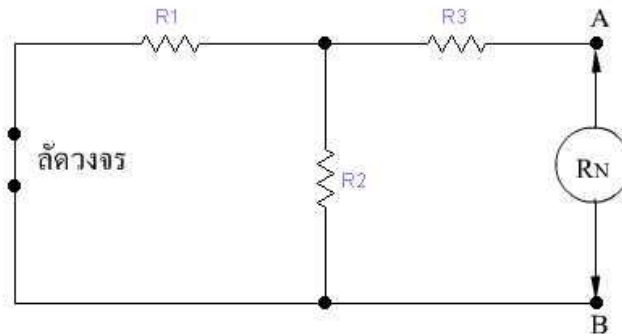
$$I_N = I \left(\frac{R_2}{R_2 + R_3} \right)$$

$$I_N = E \left(\frac{R_2 + R_3}{R_1(R_2 + R_3) + R_2 R_3} \right) \left(\frac{R_2}{R_2 + R_3} \right)$$

นั่นคือ กระแส Norton

$$I_N = E \left(\frac{R_2}{R_1(R_2 + R_3) + R_2 R_3} \right)$$

1. หาค่าความต้านทาน R_N ซึ่งเป็นค่าความต้านทานรวมทั้งหมดของวงจร ที่มองเข้าที่จุด A-B และการหาความต้านทาน Norton R_N จะต้องปลดโหลด (RL) ออกจากจุด A-B และปลดแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าในวงจรออกแล้วลัดวงจร ที่จุดปลดแหล่งจ่าย ดังแสดงในรูปที่ 3

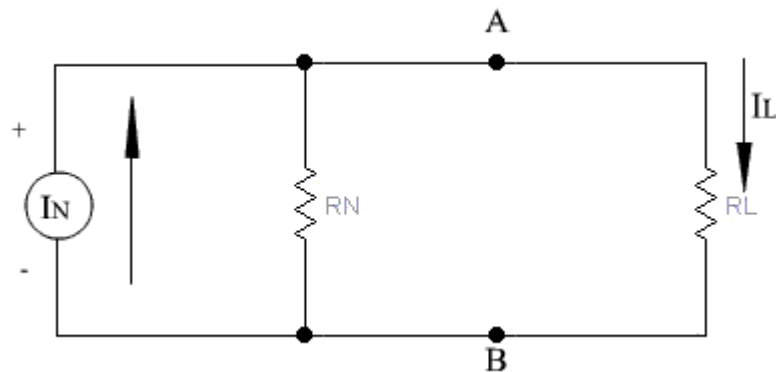


รูปที่ 3

จากวงจรในรูปที่ 3 เมื่อมองเข้าไปที่จุด A-B จะได้ค่าความต้านทานนอร์ตัน

$$R_N = R_3 + \left(\frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} \right)$$

2. นำค่ากระแส Norton และความต้านทานที่ได้นี้ มาเขียนเป็นวงจรสมมูลนอร์ตัน (Norton Equivalent Circuit) ดังแสดงในรูปที่ 4 แล้วจึงนำโหลด (R_L) มาต่อที่จุด A – B เพื่อคำนวณหากระแสไฟฟ้า ที่ไหลผ่านโหลด (R_L)



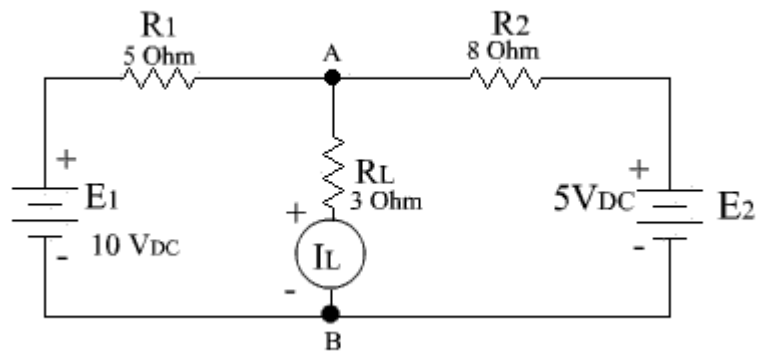
รูปที่ 4

จากวงจรรูปที่ 4 จากหลักการแบ่งกระแสจะได้

$$I_L = I_N \left(\frac{R_N}{R_N + R_L} \right)$$

$$I_L = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L}$$

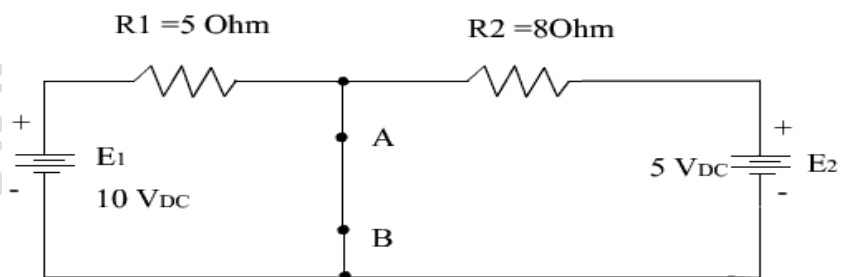
ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ 5 จงหาค่า I_N , R_N และ I_L



รูปที่ 5

วิธีทำ

หาค่า I_N โดยปลด R_L ออกแล้วลัดวงจร(Short Circuit) ดังรูปที่ 6



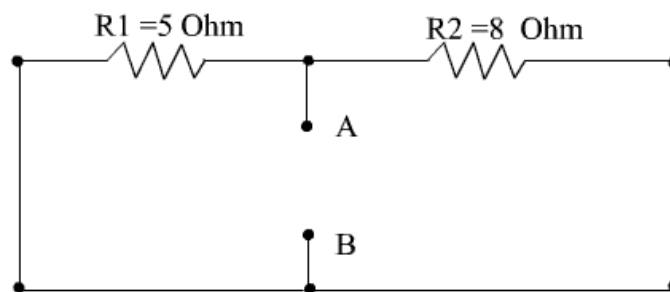
รูปที่ 6

$$I_1 = \frac{E_1}{R_1} = \frac{10 \text{ V}}{5 \text{ } \Omega} = 2 \text{ A}$$

$$I_2 = \frac{E_2}{R_2} = \frac{5 \text{ V}}{8 \text{ } \Omega} = 0.625 \text{ A}$$

$$\therefore I_N = I_1 + I_2 = 2 \text{ A} + 0.625 \text{ A} = 2.625 \text{ A}$$

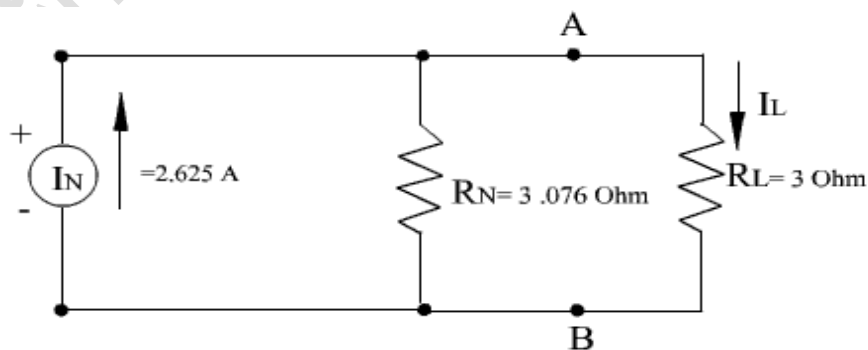
หาค่า R_N โดยการเปิดวงจร แล้วลัดวงจรที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟตรง E_1 และ E_2 ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7

$$R_N = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{5 \text{ } \Omega \times 8 \text{ } \Omega}{5 \text{ } \Omega + 8 \text{ } \Omega} = 3.076 \text{ } \Omega$$

นำค่า I_N และ R_N ที่ได้มาเขียนเป็นวงจรสมมูลนอร์ตัน (Norton Equivalent Circuit) ดังแสดงในรูปที่ 8 แล้วจึงนำโหลด (R_L) มาต่อที่จุด A-B อีกครั้งหนึ่ง เพื่อคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า ที่ไหลผ่านโหลด (R_L)



รูปที่ 8

จากการแบ่งกระแสจะได้

$$I_L = I_N \frac{R_N}{R_N + R_L} = 2.625 \text{ A} \frac{3.076 \text{ } \Omega}{3.076 \text{ } \Omega + 3 \text{ } \Omega} = 1.328 \text{ A}$$

แผนวิชาไฟฟ้ากำลัง วท.พัทยา

กิจกรรมการเรียนรู้

1. ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
2. แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่16
3. ทบทวนก่อนเรียน อธิบายและซักถาม ทฤษฎีนอร์ตัน
4. ครูนำเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับทฤษฎีนอร์ตัน
5. ครูอธิบายทฤษฎีนอร์ตันพร้อมตัวอย่างการคำนวณ
6. ซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีนอร์ตัน มีขั้นตอนอย่างไร
7. สาธิตการปฏิบัติการทดลอง
8. แจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
9. ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
10. ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 16 จากแบบทดสอบหน่วยที่16
มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 17 ต่อไป

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน,หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบาย มอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ ทฤษฎีนอร์ตัน

ขณะเรียน

ให้นักเรียนมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ ทฤษฎีนอร์ตัน

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้มารายงานหน้าชั้นเรียนและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
16	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่งอาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้ากระแสตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยาย เรื่องทฤษฎีอินอร์ตัน - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
ทฤษฎีอันดับ	ภาษาไทย	นำเสนอหน้าชั้นเรียน

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา 			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก



แผนการสอน

หน่วยที่ 17

ชื่อวิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

สอนครั้งที่ 17

ชื่อหน่วย บริดจ์แบบวีตสโตน

ชั่วโมง 4

สาระสำคัญ

วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน เรียกว่า วีตสโตน บริดจ์ เซอร์กิต เป็นวงจรที่ใช้สำหรับหาค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่า โดยใช้หลักการเปรียบเทียบค่าความต้านทานที่ต้องการทราบค่ากับค่าความต้านทานมาตรฐานที่ทราบค่าแล้ว วงจรบริดจ์จะมีอยู่ 2 สภาวะ คือ บริดจ์สภาวะสมดุล บริดจ์สภาวะไม่สมดุล

จุดประสงค์การเรียนรู้

จุดประสงค์ทั่วไป

1. ศึกษาวงจรบริดจ์สภาวะสมดุล
2. ศึกษาวงจรบริดจ์สภาวะไม่สมดุล
3. รู้จักการหาค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่าด้วยวงจรบริดจ์
4. ศึกษาตัวอย่างการคำนวณ
5. เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรบริดจ์แบบวีตสโตน

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายลักษณะวงจรบริดจ์สภาวะสมดุลได้ถูกต้อง
2. อธิบายลักษณะวงจรบริดจ์สภาวะไม่สมดุลได้ถูกต้อง
3. บอกวิธีการหาค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่าด้วยวงจรบริดจ์ได้
4. คำนวณได้ถูกต้อง
5. ปฏิบัติการทดลองวงจรบริดจ์แบบวีตสโตนได้ถูกต้อง



เนื้อหาสาระ

หน่วยที่ 17

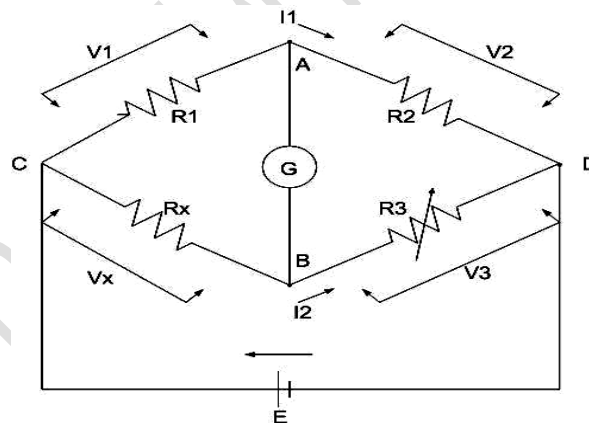
ชื่อหน่วยการสอน

วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน

วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน(Wheatstone Bri

วงจรบริดจ์แบบวีตสโตน เรียกว่า “ วีตสโตน บริดจ์ เซอร์กิต ” (Wheatstone bridge circuit) เป็นวงจรที่ใช้สำหรับการหาค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่าโดยใช้หลักการเปรียบเทียบค่าความต้านทานที่ต้องการทราบค่ากับความต้านทานมาตรฐานที่ทราบค่าแล้ว วงจรบริดจ์จะมีอยู่ 2 สถานะ คือบริดจ์สถานะสมดุล และบริดจ์สถานะไม่สมดุล

1. วงจรบริดจ์สถานะสมดุล (Balance bridge circuit)



หลักการของวงจรบริดจ์สมดุล ก็มีอยู่ว่าเมื่อเราทราบค่าของความต้านทาน ตามวงจรในรูป จนกระทั่งเข็มของกัลป์วานอ์มิเตอร์ชี้ที่ค่าศูนย์ ซึ่งจะพบว่าในขณะนั้นไม่ได้มีกระแสไหลผ่านกัลป์วานอ์มิเตอร์ เพราะว่าระดับของแรงดันที่จุด R_x กับที่จุด R_x มีค่าเท่ากัน หรือความต่างศักย์ระหว่างจุด R_x กับจุด R_x มีค่าเท่ากับศูนย์โวลต์ และในขณะนี้ถือว่าวงจรบริดจ์อยู่ในสถานะสมดุล

เมื่อวงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล จะทำให้ได้แรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน R_1 กับ R_x มีค่าเท่ากัน และแรงดันตกคร่อมที่ความต้านทาน R_2 กับ R_3 มีค่าเท่ากัน ดังนั้นจะได้

$$V_1 = V_x$$

$$\text{และ } V_2 = V_3$$

$$\text{แต่ } V_1 = I_1 + R_1$$

$$V_2 = I_1 + R_2$$

$$V_3 = I_2 + R_3$$

$$V_x = I_2 + R_x$$

แทนค่า V_1 และ V_x จะได้

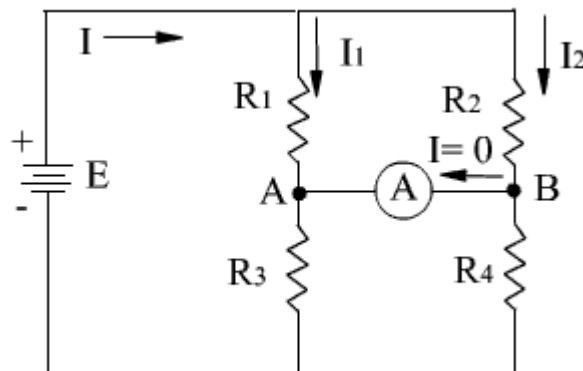
$$I_1 R_3 = I_2 R_x$$

แทนค่า V_2 และ V_3 จะได้

$$I_1 R_2 = I_2 R_3$$

เมื่อเอาสมการที่หนึ่งมาหารสมการที่สองจะได้

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_x}{R_3} \quad \text{หรือ} \quad \frac{R_1}{R_x} = \frac{R_2}{R_3} \quad \text{หรือ} \quad R_x = \frac{R_1 R_3}{R_2}$$



รูปที่ 1

จากวงจรรูปที่ 1 เมื่อกระแส I_1 มีค่าเท่ากับ I_2 จะเป็นผลทำให้แรงดันที่ตกคร่อม R_1 เท่ากับแรงดันตกคร่อม R_2 และแรงดันตกคร่อม R_3 เท่ากับแรงดันตกคร่อม R_4 หรือแรงดันที่จุด A เท่ากับแรงดันที่จุด B ใด

สภาวะนี้กระแสไหลผ่านแอมมิเตอร์จะเท่ากับศูนย์เรียกสภาวะนี้ว่าบริดจ์สมดุล (Balance bridge) ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$V_{R1} = V_{R2}$$

$$\text{หรือ } I_1 R_1 = I_2 R_2 \quad \dots\dots\dots(1)$$

$$V_{R3} = V_{R4}$$

$$\text{หรือ } I_1 R_3 = I_2 R_4 \quad \dots\dots\dots(2)$$

นำสมการที่ (1) หารด้วยสมการที่ (2) จะได้

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

ดังนั้นจะได้

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

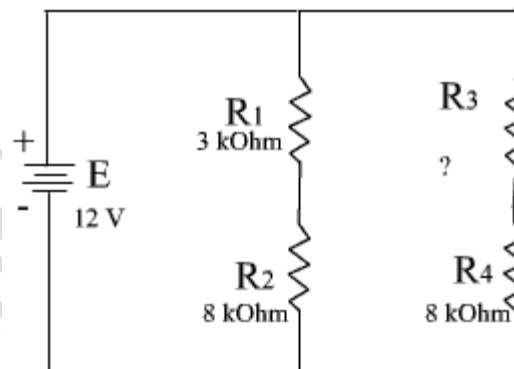
จากสมการดังกล่าว สามารถนำมาประยุกต์ เพื่อหาค่าความต้านทานที่ไม่ทราบค่าได้ จากวงจรรูปที่ 1 ถ้ากำหนดให้ค่าตัวต้านทาน R_1 คือตัวต้านทานที่ไม่ทราบค่า และตัวต้านทาน R_2, R_3 และ R_4 คือตัวต้านทานที่ทราบค่าแล้วจะได้

$$R_1 = \frac{R_2 R_3}{R_4} \dots\dots\dots(3)$$

2. วงจรบริดจ์สถานะไม่สมดุล

จากวงจรรูปที่ 1 เมื่อกระแส I_1 มีค่าไม่เท่ากับ I_2 จะเป็นผลทำให้แรงดันที่ตกคร่อม R_1 ไม่เท่ากับแรงดันตกคร่อม R_2 และแรงดันตกคร่อม R_3 ไม่เท่ากับแรงดันตกคร่อม R_4 หรือ แรงดันที่จุด A ไม่เท่ากับแรงดันที่จุด B ในสภาวะนี้จะมีกระแสไหลผ่านแอมมิเตอร์ เรียกสภาวะนี้ว่าบริดจ์ไม่สมดุล (UnBalance bridge)

ตัวอย่างที่ 1 จากวงจรรูปที่ 2 จงคำนวณหาค่าตัวต้านทานไม่ทราบค่า R_3



รูปที่ 2

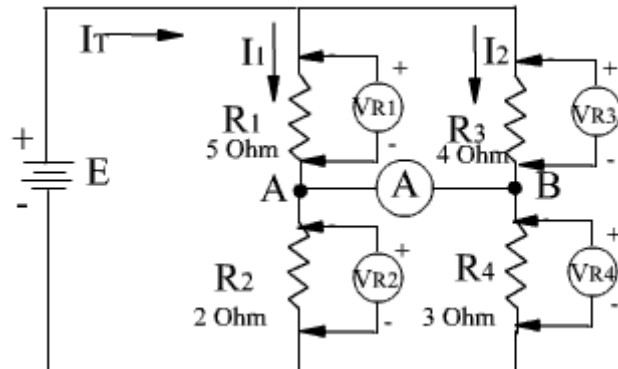
วิธีทำ

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

จะได้

$$R_3 = \frac{R_1 R_4}{R_2} = \frac{3 \text{ k}\Omega \times 8 \text{ k}\Omega}{8 \text{ k}\Omega} = 3 \text{ k}\Omega$$

ตัวอย่างที่ 2 จงคำนวณหาอัตราส่วนความต้านทานของวงจรบริดจ์ (Bridge Circuit) แต่ละสาขา



รูปที่ 3

สาขาที่ 1

$$\frac{I_1 R_1}{I_1 R_2} = \frac{R_1}{R_2} = \frac{5 \Omega}{2 \Omega} = 2.5$$

สาขาที่ 2

$$\frac{I_2 R_3}{I_2 R_4} = \frac{R_3}{R_4} = \frac{4 \Omega}{3 \Omega} = 1.333$$

กิจกรรมการเรียนรู้

- 1 ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
- 2 แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่17
- 3 ทบทวนก่อนเรียน อธิบายและซักถามเกี่ยวกับวงจรบริดจ์วีสตัน
- 4 ครูนำเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับวงจรบริดจ์วีสตัน อธิบายประกอบการฉายซีดี
- 5 ครูอธิบายวงจรบริดจ์วีสตันพร้อมตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้สื่อแผ่นใส
- 6 ซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าโดยใช้ วงจรบริดจ์วีสตันมีขั้นตอนอย่างไร
- 7 สาธิตการปฏิบัติการทดลองแจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
- 8 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
- 9 ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 17 จากแบบทดสอบหน่วยที่17
มอบหมายงานให้นักเรียนไปศึกษาในหน่วยที่ 18 ต่อไป

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบาย มอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ วงจรบริดจ์วีสตัน

ขณะเรียน

ให้นักเรียนมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ วงจรบริดจ์วีสตัน

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้มารายงานหน้าชั้นเรียนและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
17	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่งอาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี วงจรไฟฟ้า กระแสตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีพฯ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยายเรื่อง วงจรบริดจิสโตน - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
วงจรบริดวีส์โตน	ภาษาอังกฤษ	หาคำศัพท์

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก

	แผนการสอน		หน่วยที่ 18
	ชื่อวิชา	วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 18
	ชื่อหน่วย	การถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด	ชั่วโมง 4
สาระสำคัญ ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด แม็กซิมัมพาวเวอร์ ทฤษฎี อีโอรี เป็นทฤษฎีที่ใช้ถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปยังโหลด เช่นจากเครื่องขยายเสียงซึ่งเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าไปยังลำโพงที่ทำหน้าที่เป็นโหลด โดยมีหลักการว่าการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด ไปยังโหลดนั้นจะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อความต้านทานของโหลดเท่ากับ ความต้านทานภายในของแหล่งจ่ายไฟฟ้า การแก้ปัญหาและวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าในเรื่องทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดจะใช้วงจรสมมูลเทวินิน จุดประสงค์การเรียนรู้ จุดประสงค์ทั่วไป 1.ศึกษาทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด 2.ศึกษาตัวอย่างการแก้ปัญหาวงจรไฟฟ้า 3.เพื่อปฏิบัติการทดลองวงจรเพื่อหาลำโพง จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม 1.บอกลักษณะการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดได้ถูกต้อง 2.แก้ปัญหาวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้อง 3.ปฏิบัติการทดลองวงจรเพื่อหาลำโพงได้ถูกต้อง			



ชื่อหน่วยการสอน

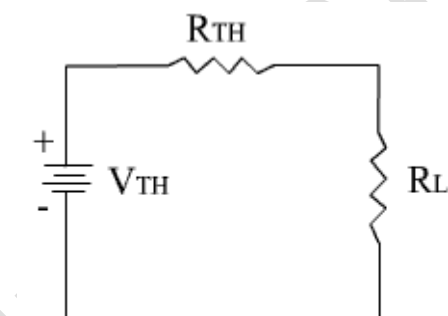
การถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

การถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Transfer Theorem)

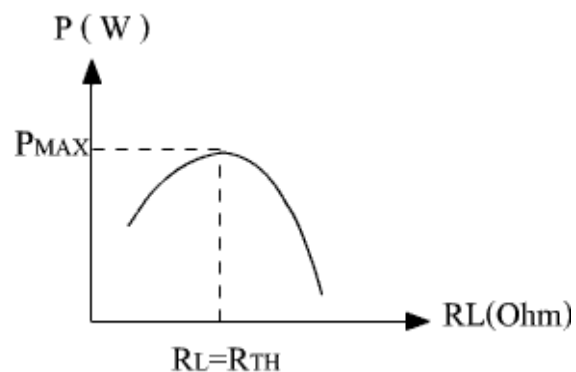
ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด เรียกว่า “แมกซิมัม พาวเวอร์ ทรานเฟอร์ ทิโอรี่” (Maximum Power Transfer Theorem) เป็นทฤษฎีที่ใช้ถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปยังโหลด เช่น จากเครื่องขยายเสียงซึ่งเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปยังลำโพงที่ทำหน้าที่เป็นโหลด โดยมีหลักการว่า การถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power) ไปยังโหลดนั้นจะเกิดขึ้นสูงสุดเมื่อความต้านทานของโหลด เท่ากับความต้านทานภายในของแหล่งจ่ายไฟฟ้า การแก้ปัญหาและวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าในเรื่องทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดจะใช้วงจรสมมูลเทเวนิน (Thevenin Equivalent Circuit)

ทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power Transfer Theorem)

กล่าวไว้ว่าในวงจรไฟฟ้าใดๆ ที่มีแหล่งจ่ายไฟฟ้าต่ออยู่ จะเกิดการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าไปยังโหลดและจะเกิดกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power) ที่โหลด เท่ากับ ความต้านทานภายในของแหล่งจ่ายไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 1 ก และ ข



(ก)



(ข)

รูปที่ 1 รูปวงจรและกราฟแสดงกำลังไฟฟ้าสูงสุด

ในบางครั้งการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไปยังโหลด จะต้องผ่านตัวต้านทานต่างๆหลายตัว เรายังสามารถหาค่ากำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power) ที่เกิดขึ้นที่โหลดนั้นได้ โดยการนำเอาหลักการทฤษฎีเทเวนิน (Thevenin Theorem) มาใช้ ซึ่งจะเห็นว่าวงจรสมมูลของเทเวนิน (Thevenin Equivalent Circuit) จะมีเพียง แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าเทเวนิน (Thevenin Equivalent Circuit) และค่าความต้านทานเทเวนิน ที่ต่ออยู่ในวงจร ดังนั้นจะเกิดกำลังไฟฟ้าสูงสุด (Maximum Power) ที่โหลดก็ต่อเมื่อค่าความต้านทานของโหลด R_L เท่ากับความต้านทานเทเวนิน R_{TH}

จากรูปที่ 1 จะได้

$$I_L = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L}$$

$$P_L = I^2_L = \left(\frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L} \right)^2 R_L = \frac{V^2_{TH} R_L}{(R_{TH} + R_L)^2}$$

เมื่อค่ากำลังไฟฟ้า P_L มีค่าสูงสุดที่โหลด สามารถหาค่าความสัมพันธ์ระหว่าง R_L กับ R_{TH} โดยใช้สมการดิฟเฟอเรนเชียล

$$\frac{dP_L}{dR_L} = 0 = \frac{(R_{TH} + R_L)^2 V^2_{TH} R_L (2)(R_{TH} + R_L)}{(R_{TH} + R_L)^4}$$

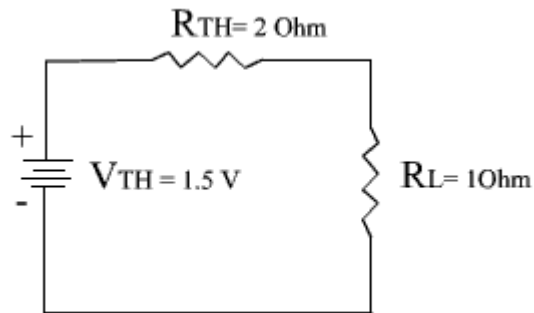
$$(R_{TH} + R_L)^2 V^2_{TH} = 2V^2_{TH} (R_{TH} + R_L)$$

$$R_{TH} + R_L = 2R_L$$

นั่นคือ

$$R_{TH} = R_L$$

ตัวอย่างที่ 1 จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่โหลด P_L เมื่อ R_{TH} มีค่ามากกว่า R_L



รูปที่ 2

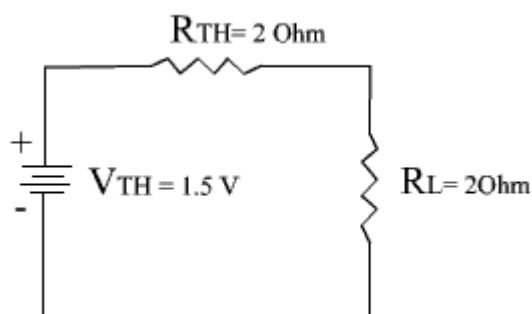
วิธีทำ

$$I_L = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L} = \frac{1.5 \text{ V}}{2 \Omega + 1 \Omega} = 0.5 \text{ A}$$

$$P_L = I_L^2 R_L = 0.5^2 \text{ A} \times 1 \Omega = 0.25 \text{ W}$$

กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดเท่ากับ 0.25 W

ตัวอย่างที่ 2 จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่โหลด P_L เมื่อ R_{TH} มีค่าเท่ากับ R_L



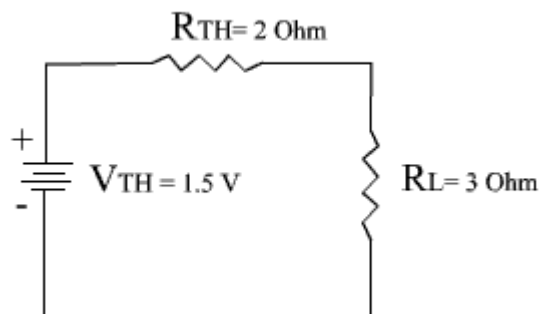
วิธีทำ

$$I_L = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L} = \frac{1.5 \text{ V}}{2 \Omega + 2 \Omega} = 0.375 \text{ A}$$

$$P_L = I_L^2 R_L = 0.375^2 \text{ A} \times 2 \Omega = 0.281 \text{ W}$$

กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดเท่ากับ 0.281 W

ตัวอย่างที่ 3 จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าที่โหลด P_L เมื่อ R_{TH} มีค่าน้อยกว่า R_L



รูปที่ 4

วิธีทำ

$$I_L = \frac{V_{TH}}{R_{TH} + R_L} = \frac{1.5 \text{ V}}{2 \Omega + 3 \Omega} = 0.3 \text{ A}$$

$$P_L = I_L^2 R_L = 0.3^2 \text{ A} \times 3 \Omega = 0.27 \text{ W}$$

กำลังไฟฟ้าสูงสุดที่โหลดเท่ากับ 0.27 W

กิจกรรมการเรียนรู้

- 1 ตรวจสอบความพร้อมของผู้เรียนโดยการเข้าแถวแล้วขานชื่อ
- 2 แจกแบบทดสอบก่อนเรียน หน่วยที่18
- 3 ทบทวนก่อนเรียน อธิบายและซักถาม เรื่องการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด
- 4 ครูนำเข้าสู่บทเรียนเกี่ยวกับการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด อธิบายประกอบการฉายซีดี
- 5 ครูอธิบายทฤษฎีการถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดพร้อมตัวอย่างการคำนวณ โดยใช้สื่อแผ่นใส
- 6 ซักถามนักเรียนเกี่ยวกับการแก้ปัญหาวจรไฟฟ้าโดยใช้ การถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุดมีขั้นตอนอย่างไร
- 7 สาธิตการปฏิบัติการทดลองแจกใบงานและควบคุมการปฏิบัติการทดลอง
- 8 ครูและนักเรียนช่วยกันสรุปตอบข้อสงสัย
- 9 ประเมินผลการเรียนของนักเรียนในหน่วยที่ 18 จากแบบทดสอบหน่วยที่18

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม (ก่อนเรียน, ขณะเรียน, หลังเรียน)

ก่อนเรียน

ให้ศึกษาและฟังการอธิบาย มอบหมายงานกลุ่มมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ การถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

ขณะเรียน

ให้นักเรียนมารายงานหน้าชั้นเรียนเกี่ยวกับ การถ่ายโอนกำลังไฟฟ้าสูงสุด

หลังเรียน

สรุปเนื้อหาจากที่นักเรียนได้มารายงานหน้าชั้นเรียนและประเมินผล

สื่อการเรียนการสอน		
จากแผนการสอน ได้กำหนดสื่อการสอนที่ใช้ให้สอดคล้องกับเนื้อหาหรือวัตถุประสงค์ไว้ดังนี้		
หน่วยการสอน	ประเภทสื่อการสอน (สิ่งพิมพ์, โสตทัศน, หุ่นจำลองหรือของจริง)	รหัสของสื่อ
18	หนังสืออ้างอิง ชัยวัฒน์ ลิ้มพรวิจิตรวิไล , สมเกียรติ พึ่ง อาตม์ และ จิราภรณ์ จันแดง,สมศักดิ์ แสงศรี.วงจรไฟฟ้า กระแสดตรง. : ศูนย์ส่งเสริม-อาชีวะ, 2546. สื่อ - ซีดีการบรรยายเรื่อง การถ่ายโอนกำลังงานไฟฟ้าสูงสุด - ใบงาน - แบบฝึกหัด	

การประเมินผล	
จากแผนการสอน วัดผลประเมินผล ก่อนการเรียนรู้ ขณะเรียน และหลังเรียน	
วิธีการ	โจทย์ปัญหาหรือหลักเกณฑ์
<u>ก่อนเรียน</u>	1.สังเกตพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.สังเกตและประเมินผลพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์
<u>ขณะเรียน</u>	1.ให้นักเรียนมีส่วนร่วมในการอธิบายโดยการสาธิตหน้าชั้นเรียน 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม
<u>หลังเรียน</u>	1.ประเมินตามแบบพฤติกรรมการปฏิบัติงานรายบุคคล/รายกลุ่ม 2.ประเมินตามแบบพฤติกรรมด้านคุณธรรม จริยธรรม ค่านิยม และคุณลักษณะอันพึงประสงค์

วิธีการ เช่น การสัมภาษณ์, การถามตอบ, การสอบถาม, การทำแบบทดสอบ, การทำแบบ ฝึกหัด, การรายงานผล, การปฏิบัติงาน, การตรวจสอบผลงาน ฯลฯ

การบูรณาการเชื่อมโยง

สาระการเรียนรู้	การบูรณาการ	กิจกรรม
การถ่ายโอนกำลังงานไฟฟ้า สูงสุด	ภาษาอังกฤษ	หาคำศัพท์

วันที่...../...../..... สอนครั้งที่.....สัปดาห์ที่.....เรื่อง.....

บันทึกหลังการสอน			
หลังจากได้ทำการสอนเสร็จเรียบร้อยแล้ว ควรพิจารณาสรุปประเมินผลการสอนครั้งนี้โดย ทำเครื่องหมาย / ลงในช่อง ใช่ หรือ ไม่ใช่ หรือบันทึกให้คำแนะนำเพิ่มเติมก็ได้ พร้อมรายงาน ตามลำดับชั้น เพื่อได้รับทราบ			
รายการหัวข้อประเมิน	ใช่	ไม่ใช่	หมายเหตุ
1. ทำการสอนได้ครบตามวัตถุประสงค์			
2. นำเข้าสู่บทเรียนตรงตามที่กำหนด			
3. สามารถดำเนินการสอนตามแผนการสอน			
4. ใช้สื่อการสอนครบตามแผนการสอน			
5. ใช้คำถามในระหว่างการสอนได้ครบ			
6. อื่น ๆ (โปรดระบุ).....			
บันทึกเพิ่มเติม (ผลการใช้แผนการสอน, ผลการเรียนรู้ของนักเรียน, ผลการสอนของครู) ความคิดเห็นของหัวหน้าแผนกวิชา			

ลงชื่อ.....

ผู้สอน

ลงชื่อ.....

หัวหน้าแผนก