

การทดลองที่ 1

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง: กฎของโอห์ม การแบ่งแรงดันและกระแสไฟฟ้า

1. จุดประสงค์

1. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทาน จากกฎของโอห์มได้
2. คำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทาน โดยใช้กฎของโอห์มได้
3. อธิบายความหมายของวงจรอนุกรม วงจรขนานและวงจรผสม ได้ถูกต้อง
4. คำนวณหาค่ากระแส แรงดันไฟฟ้าและความต้านทาน โดยใช้คุณสมบัติวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้
5. คำนวณหาค่ากระแสและแรงดันไฟฟ้าด้วยวิธีการแบ่งแรงดันและแบ่งกระแสไฟฟ้าได้
6. อธิบายคุณสมบัติของวงจรแบ่งแรงดันและแบ่งกระแสไฟฟ้าได้

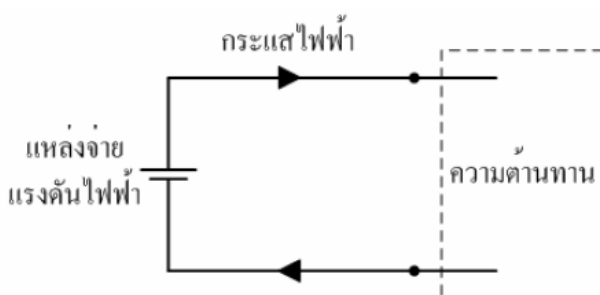
2. อุปกรณ์การทดลอง

- | | |
|--|-----------|
| 1. แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง $\pm 15V$ | 1 ตัว |
| 2. ตัวต้านทานปรับค่าได้ 1k | 1 ตัว |
| 3. ตัวต้านทานขนาด 330, 3.9k, 5.1k, 10k, 100k, 330k, 390k อย่างละ | 3 ตัว |
| 4. มัลติมิเตอร์แบบดิจิตอล | 2 เครื่อง |
| 5. โป้โต้บอร์ด | 1 บอร์ด |
| 6. สายต่อวงจร | |

3. ทฤษฎี

1. กฎของโอห์ม (Ohm's Law)

กล่าวว่า “ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ กระแสไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้าและจะแปรผกผันกับความต้านทาน” นั่นก็คือ



รูปที่ 1 แสดงการวิเคราะห์กฎของโอห์ม

1. ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้า

$$I \propto E$$

นั่นคือ เมื่อกระแสไฟฟ้า (I) มีค่ามากขึ้น แสดงว่าแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย (E) ก็จะมีค่าเพิ่มขึ้น

2. ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้ากับความต้านทาน

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

นั่นคือ เมื่อกระแสไฟฟ้า (I) มีค่ามากขึ้น แสดงว่าค่าความต้านทาน (R) มีค่าลดลง นั่นเอง

3. ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทาน

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

เปลี่ยนเป็นสมการจะได้

$$I = k \frac{E}{R}$$

เมื่อ k เป็นค่าคงที่ทางไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 1 ดังนั้นจะได้

สูตรกฎของโอห์ม

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

(Ampere)

จะได้

$$E = I \cdot R$$

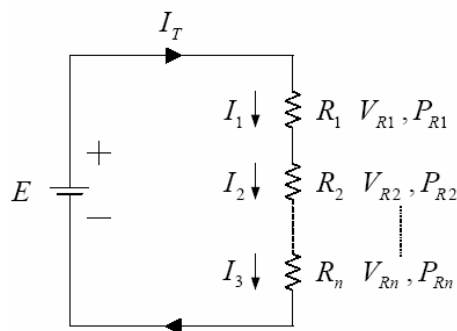
(Volt) และ

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

(Ohm)

2. วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรอนุกรม คือ วงจรที่ประกอบด้วยความต้านทานตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปต่อเรียงกัน โดยมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านความต้านทานนั้น ๆ เพียงเส้นเดียว

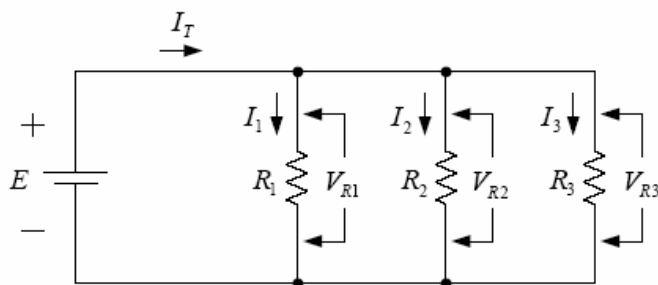


รูปที่ 2 วงจรอนุกรม

คุณสมบัติของวงจรอนุกรม

1. $R_T = R_1 + R_2 + \dots + R_3$
2. $I_T = I_1 = I_2 = \dots = I_3$
3. $E = V_T = V_{R1} + V_{R2} + \dots + V_{R3}$
4. $P_T = P_1 + P_2 + \dots + P_3$

วงจรขนาน (Parallel Circuits) คือ วงจรที่มีองค์ประกอบวงจรตั้งแต่สองตัวขึ้นไป โดยปลายทั้งสองข้างต่อคร่อมรวมกันที่หัวของแหล่งจ่าย ดังแสดงในรูป



รูปที่ 3 การต่อวงจรขนาน

คุณสมบัติของวงจรขนาน คือ

1. ความต้านทานรวมจะมีค่าน้อยกว่าความต้านทานที่มีค่าน้อยที่สุดในวงจร ซึ่งหาได้

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

2. กระแสรวมของวงจรจะเท่ากับกระแสที่ไหลในแต่ละสาขารวมกัน ซึ่งหาได้จากสูตร

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

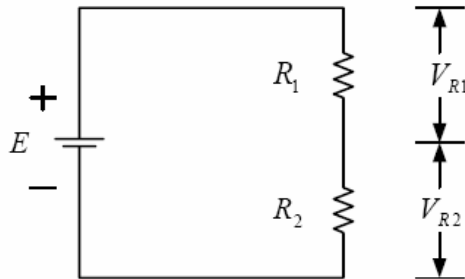
3. แรงดันตกคร่อมในแต่ละสาขาจะเท่ากับแรงดันของแหล่งจ่าย ซึ่งหาได้จากสูตร

$$E = V_{R1} = V_{R2} = \dots = V_{R3}$$

วงจรผสม คือ วงจรที่ประกอบไปด้วยคุณลักษณะของวงจรอนุกรม และคุณลักษณะของวงจรขนานรวมอยู่ในวงจรเดียวกัน ซึ่งวงจรในลักษณะนี้จะมีอยู่มากมายในวงจรที่ใช้งานจริง และในการแก้ปัญหาในวงจรผสมนี้ จะต้องใช้คุณสมบัติของวงจรอนุกรมแก้ปัญหาในวงจรย่อยที่มีลักษณะอนุกรม และใช้คุณสมบัติของวงจรขนานแก้ปัญหาวงจรย่อยที่มีลักษณะขนาน แล้วจึงนำมาหาผลรวมผลรวมสุดท้าย จึงจะได้ผลของวงจรรวมที่เรียกว่า วงจรผสม

3. กฎการแบ่งแรงดันและกระแสไฟฟ้า

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด คือ วงจรที่มีการต่อแบบอนุกรม ซึ่งสามารถแบ่งแรงดันไฟฟ้าได้หลาย ๆ ค่าจากแหล่งกำเนิดเดียวกัน ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานที่ต่อในวงจรนั้น ๆ ดังแสดงในรูปที่ 4



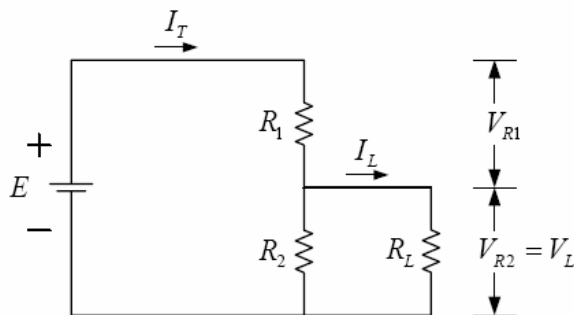
รูปที่ 4 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด

จากรูปเขียนสมการได้ดังนี้

$$V_{R1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} E \quad \text{และ} \quad V_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} E$$

วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าขณะมีโหลด

จากวงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าแบบไม่มีโหลด จะเห็นว่าแรงดันจะถูกแบ่งออกได้หลาย ๆ ค่า ขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานที่นำมาต่อในวงจร ที่ต้องมีการแบ่งแรงดันก็เพื่อให้มีขนาดของแรงดันเหมาะสมกับโหลด แต่เมื่อนำโหลดมาต่อในวงจรจะทำให้รูปแบบของวงจรเปลี่ยนแปลงไปซึ่งส่งผลให้ค่าแรงดันที่โหลดมีค่าเปลี่ยนแปลงไปด้วย ดังแสดงในรูปที่ 5



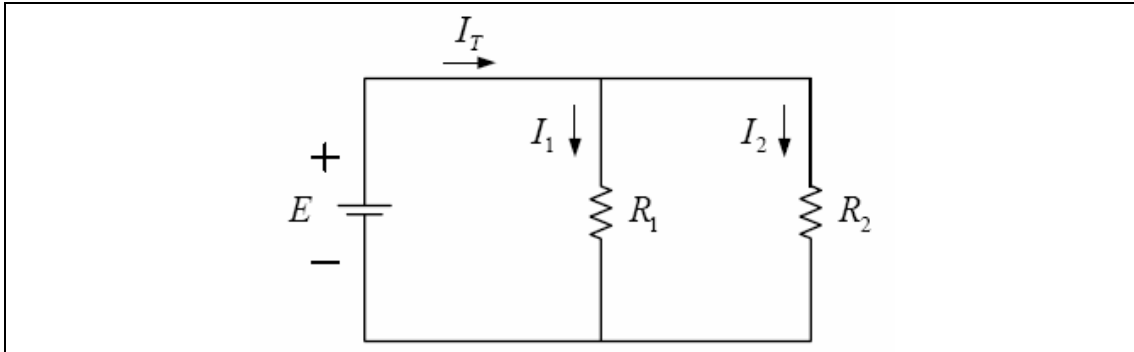
รูปที่ 5 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าขณะมีโหลด

จากรูปเขียนสมการได้ดังนี้

$$V_{R1} = \frac{R_1}{R_1 + (R_2 // R_L)} E \quad \text{และ} \quad V_{R2} = \frac{(R_2 // R_L)}{R_1 + (R_2 // R_L)} E$$

วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า (Current Divider)

คือ วงจรขนานนั่นเอง จากวงจรจะเห็นว่าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรขนาน กระแสจะถูกแบ่งให้ไหลแยกไปในสาขาต่าง ๆ ของวงจร ค่าของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านในแต่ละสาขาจะขึ้นอยู่กับค่าความต้านทานที่ต่ออยู่ในสาขานั้น ดังรูป



รูปที่ 6 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

จากรูปเขียนสมการได้ดังนี้

$$I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I_T \quad \text{และ} \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I_T$$

4. คำถามก่อนการทดลอง

- กฎของโอห์มกล่าวถึงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรทางไฟฟ้า 3 ตัว อะไรบ้าง

- ในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ถ้ามีตัวต้านทานสามตัวที่มีค่าต่างกัน กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวจะมีค่าเท่าไร

- ในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม ถ้ามีตัวต้านทานสามตัวที่มีค่าเท่ากัน แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะมีค่าเท่าไร

4. อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้านพักอาศัย เช่น ทีวี ตู้เย็น ต่อดังต่อไปนี้ เป็นแบบอนุกรม ขนานหรือผสม กับแหล่งจ่ายไฟ

5. ในวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ในแต่ละสาขาย่อยจะได้รับปริมาณแรงดันหรือกระแสไฟฟ้าเป็น จำนวนเท่าๆกัน

6. ในวงจรผสม เราจะสามารถคำนวณปริมาณใดได้เป็นอันดับแรกระหว่าง ค่าความต้านทาน รวม ค่าแรงดันไฟฟ้าในแต่ละสาขา หรือ ค่ากระแสไฟฟ้าในแต่ละสาขา

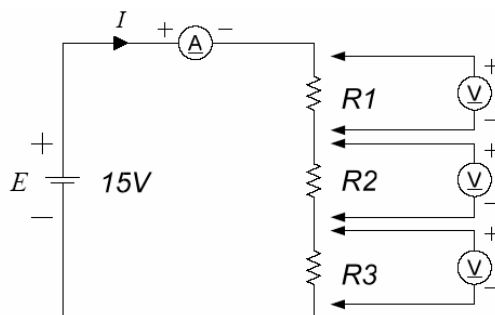
7. ในวงจรไฟฟ้าตามรูปที่ 4 ถ้า $E = 15V$, $R_1 = 1k$, $R_2 = 2k$ แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะมีค่าเท่าไร

8. ในวงจรไฟฟ้าตามรูปที่ 5 ถ้า $E = 15V$, $R_1 = 1k$, $R_2 = 2k$, $R_L = 2k$ แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวจะมีค่าเท่าไร

9. ในวงจรไฟฟ้าตามรูปที่ 6 ถ้า $I_T = 3A$, $R_1 = 1k$, $R_2 = 2k$ กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวจะมีค่าเท่าไร

5. ลำดับขั้นตอนการทดลอง

ตอนที่ 1/3: กฎของโอห์มและวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม



รูปที่ 7 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมสำหรับการทดลองตอนที่ 1/3

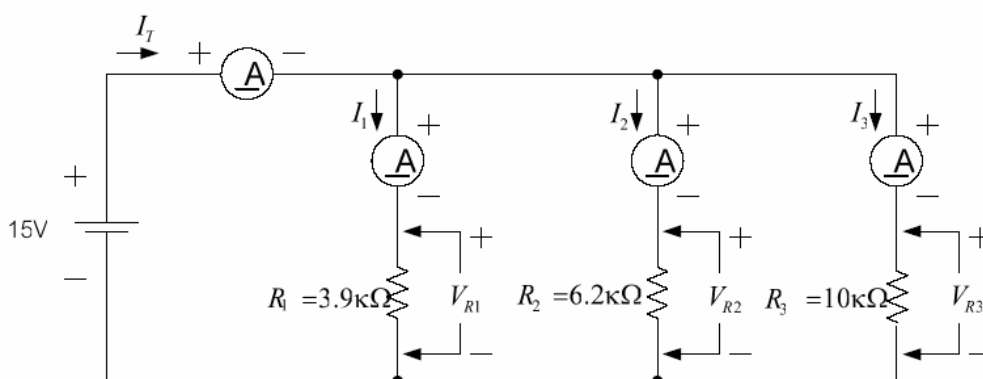
1. ให้คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว
2. ต่อวงจรดังรูปที่ 7 กำหนดให้ใช้มิเตอร์ตัวที่ 1 เพื่อวัดกระแส และใช้มิเตอร์ตัวที่ 2 สำหรับวัดแรงดัน, ให้ $R_1=R_2=R_3=330\Omega$ และกำหนดแรงดันเป็น 15 โวลต์
3. เปิดแหล่งจ่ายแรงดัน บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ ลงในตารางที่ 1
4. เปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่คำนวณไว้กับที่วัดได้ ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงไร
5. ทดลองเปลี่ยนตัวต้านทาน R_1 , R_2 และ R_3 ให้มีค่าต่างๆตามตารางบันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 1 วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

ลำดับ	แหล่งจ่ายไฟฟ้า (V)	ค่าตัวต้านทาน (โอห์ม)			แรงดันตกคร่อม R คำนวณ (V)			แรงดันตกคร่อม R วัด (V)			กระแส คำนวณ (A)	กระแส วัด (A)
		R1	R2	R3	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}	V_{R1}	V_{R2}	V_{R3}		
1	15	330	330	330								
2	15	330	330	3.9k								
3	15	330	330	5.1k								
4	15	3.9k	3.9k	3.9k								
5	15	330	3.9k	3.9k								
6	15	5.1k	3.9k	3.9k								
7	15	5.1k	5.1k	5.1k								
8	15	5.1k	330	5.1k								
9	15	5.1k	3.9k	5.1k								
10	15	330	5.1k	3.9k								

Note: ให้นักศึกษากลุ่มเลขคู่ทำการทดลองลำดับเลขคู่และนักศึกษากลุ่มเลขคี่ทำการทดลองลำดับเลขคี่ แล้วนำผลการทดลองมาแลกกัน

ตอนที่ 2/3: วงจรไฟฟ้าแบบขนานและวงจรไฟฟ้าแบบผสม

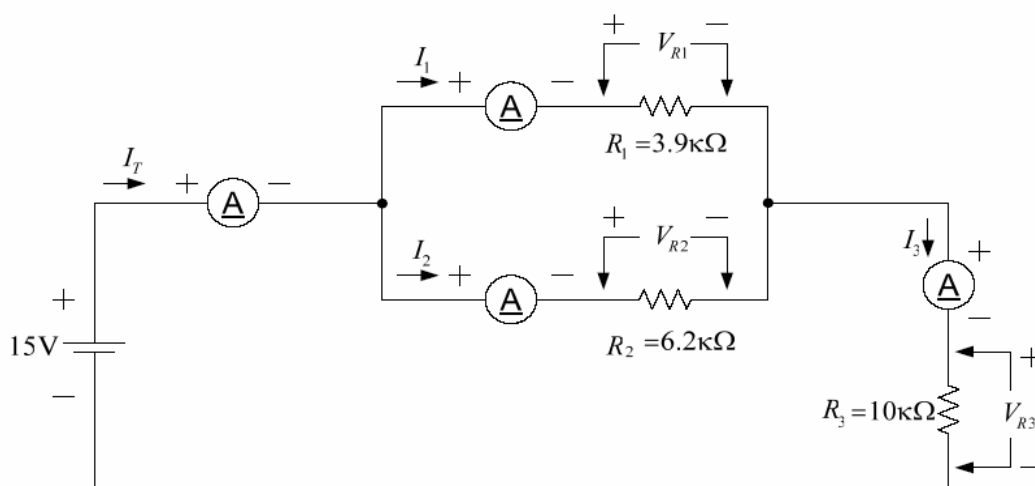


รูปที่ 8 วงจรไฟฟ้าแบบขนานสำหรับการทดลองตอนที่ 2/3

6. ให้คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว
7. ต่อวงจรดังรูปที่ 8 กำหนดให้ใช้มิเตอร์ตัวที่ 1 เพื่อวัดกระแส และใช้มิเตอร์ตัวที่ 2 สำหรับวัดแรงดัน, ให้ $R_1=3.9k$, $R_2=5.1k$, $R_3=10k$ และกำหนดแรงดันเป็น 15 โวลต์
8. เปิดแหล่งจ่ายแรงดัน บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ ลงในตารางที่ 2
9. ปลดแหล่งจ่ายแรงดันออก วัดความต้านทานรวมที่จุดนี้ บันทึกเป็น R_T ค่าที่วัดได้
10. เปรียบเทียบแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่คำนวณไว้กับที่วัดได้ ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงไร

ตารางที่ 2 วงจรไฟฟ้าแบบขนาน

ค่าความต้านทาน $R (\Omega)$	ค่าที่คำนวณได้		ค่าที่วัดได้	
	แรงดัน (V)	กระแส (mA)	แรงดัน (V)	กระแส (mA)
$R_1=3.9k$	$V_{R1}=$	$I_1=$	$V_{R1}=$	$I_1=$
$R_2=5.1k$	$V_{R2}=$	$I_2=$	$V_{R2}=$	$I_2=$
$R_3=10k$	$V_{R3}=$	$I_3=$	$V_{R3}=$	$I_3=$
	$E=$	$I_T=$	$E=$	$I_T=$
	$R_T=$		$R_T=$	



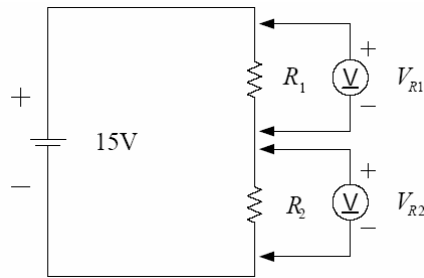
รูปที่ 9 วงจรไฟฟ้าแบบผสมสำหรับการทดลองตอนที่ 2/3

11. ให้คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว
12. ต่อดังรูปที่ 9 กำหนดให้ใช้มิเตอร์ตัวที่ 1 เพื่อวัดกระแส และใช้มิเตอร์ตัวที่ 2 สำหรับวัดแรงดัน, ให้ $R_1=3.9k$, $R_2=5.1k$, $R_3=10k$ และกำหนดแรงดันเป็น 15 โวลต์
13. เปิดแหล่งจ่ายแรงดัน บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าที่อ่านได้ ลงในตารางที่ 3
14. ปลดแหล่งจ่ายแรงดันออก วัดความต้านทานรวมที่จุดนี้ บันทึกเป็น R_T ค่าที่วัดได้
15. เปรียบเทียบแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่คำนวณไว้กับที่วัดได้ ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงไร

ตารางที่ 3 วงจรไฟฟ้าแบบผสม

ค่าความต้านทาน $R (\Omega)$	ค่าที่คำนวณได้		ค่าที่วัดได้	
	แรงดัน (V)	กระแส (mA)	แรงดัน (V)	กระแส (mA)
$R_1=3.9k$	$V_{R1}=$	$I_1=$	$V_{R1}=$	$I_1=$
$R_2=5.1k$	$V_{R2}=$	$I_2=$	$V_{R2}=$	$I_2=$
$R_3=10k$	$V_{R3}=$	$I_3=$	$V_{R3}=$	$I_3=$
	$E=$	$I_T=$	$E=$	$I_T=$
	$R_T=$		$R_T=$	

ตอนที่ 3/3: วงจรแบ่งแรงดันและแบ่งกระแสไฟฟ้า

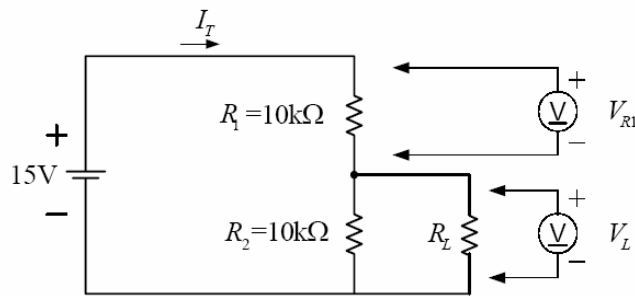


รูปที่ 10 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด สำหรับการทดลองตอนที่ 3/3

16. คำนวณค่าแรงดันตกคร่อม R_1 และ R_2 ที่ค่าต่างๆ ตามตารางที่ 4
17. ต่อยังวงจรดังรูปที่ 10 โดยใช้ค่าของตัวต้านทาน R_1 และ R_2 เป็นไปตามตารางที่ 4
18. วัดและอ่านค่าแรงดัน V_{R1} และ V_{R2} ที่ค่าของตัวต้านทาน R_1 และ R_2 เป็นไปตามตารางที่ 4
19. เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่คำนวณไว้กับที่วัดได้ ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงไร

ตารางที่ 4 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าขณะไม่มีโหลด

ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	R_1	10k	10k
	R_2	10k	3.9k
ค่าที่คำนวณได้ (V)	V_{R1}		
	V_{R2}		
ค่าที่วัดได้ (V)	V_{R1}		
	V_{R2}		

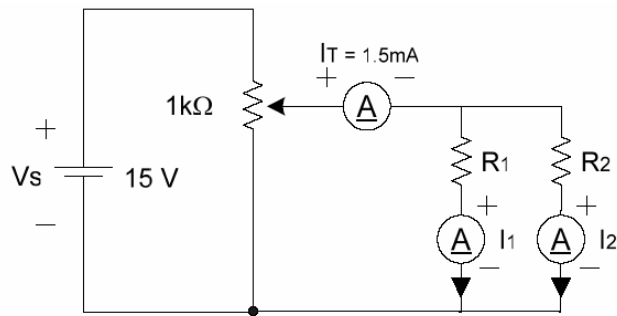


รูปที่ 11 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าขณะมีโหลด สำหรับการทดลองตอนที่ 3/3

20. คำนวณค่าแรงดันตกคร่อม R_1 และ R_L ที่ค่าต่างๆ ตามตารางที่ 5
21. ต่ วงจรดังรูปที่ 11 โดยโดยที่ค่าความต้านทาน R_L มีค่าต่างๆ ตามตาราง
22. วัดและอ่านค่าแรงดัน V_{R1} และ V_L ที่ค่าของตัวต้านทาน R_1 และ R_L เป็นไปตามตารางที่ 5
23. เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่คำนวณไว้กับที่วัดได้ ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงไร

ตารางที่ 5 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้าขณะมีโหลด

ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	R_L	330	3.9k	100k
ค่าที่คำนวณได้ (V)	V_{R1}			
	V_{R2}			
ค่าที่วัดได้ (V)	V_{R1}			
	V_{R2}			



รูปที่ 12 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า สำหรับการทดลองตอนที่ 3/3

24. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า I_1 และ I_2 ที่ค่าของตัวต้านทาน R_1 และ R_2 เป็นไปตามตาราง และกำหนด $I_T = 1.5\text{mA}$
25. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า I_1 , I_2 และ I_T ที่ค่าต่างๆ ตามตารางที่ 6
26. ต่อยวงจรดังรูปที่ 12 โดยโดยที่ค่าความต้านทาน R_1 และ R_2 มีค่าต่างๆ ตามตาราง
27. ปรับค่าความต้านทานปรับค่าได้จนอ่านค่ากระแส I_T ได้ 1.5mA
28. วัดและอ่านค่าแรงดัน I_1 , I_2 และ I_T ที่ค่าของตัวต้านทาน R_1 และ R_1 เป็นไปตามตารางที่ 6
29. เปรียบเทียบกระแสไฟฟ้าที่คำนวณไว้กับที่วัดได้ ว่ามีความแตกต่างกันมากน้อยเพียงไร

ตารางที่ 6 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า

ค่าความต้านทาน (โอห์ม)	R_1	10k	10k
	R_2	10k	3.9k
ค่าที่คำนวณได้ (mA)	I_1		
	I_2		
ค่าที่วัดได้ (mA)	I_1		
	I_2		

6. สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1/3: กฎของโอห์มและวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

[illegible]

ตอนที่ 2/3: วงจรไฟฟ้าแบบขนานและวงจรไฟฟ้าแบบผสม

[illegible]

ตอนที่ 3/3: วงจรแบ่งแรงดันและแบ่งกระแสไฟฟ้า

[illegible]

7. คำถามท้ายการทดลอง

ตอนที่ 1/3: กฎของโอห์มและวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม

1. จากการทดลองย้ายตำแหน่งการวัดกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านทั้งวงจรมีค่าเท่ากันจริงๆหรือไม่ทำไมถึงเป็นเช่นนั้น
2. จากวงจรการทดลอง ถ้าจ่ายแรงดันให้กับวงจรอนุกรมที่ตัวต้านทานมีค่าเท่ากันทุกตัว เราจะหาค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัวให้เพิ่มขึ้นได้อย่างไร

ตอนที่ 2/3: วงจรไฟฟ้าแบบขนานและวงจรไฟฟ้าแบบผสม

3. จากวงจรการทดลองวงจรขนาน ถ้าจ่ายแรงดันให้กับวงจรอนุกรมที่ตัวต้านทานมีค่าเท่ากันทุกตัว เราจะหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวให้เพิ่มขึ้นได้อย่างไร
4. จงสรุปลำดับขั้นในการคำนวณกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในแต่ละวงจรรย่อยของวงจรแบบผสม

ตอนที่ 3/3: วงจรแบ่งแรงดันและแบ่งกระแสไฟฟ้า

5. การคำนวณแรงดันไฟฟ้าในวงจรแบ่งแรงดันแตกต่างจากการคำนวณแรงดันไฟฟ้าวงจรอนุกรมอย่างไร
6. การคำนวณกระแสไฟฟ้าในวงจรแบ่งกระแสไฟฟ้าแตกต่างจากการคำนวณกระแสไฟฟ้าวงจรขนานอย่างไร