	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 7	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม	จำนวน 4 คาบ    แผ่นที่ 1/12

### จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม


1. ต่อวงจรไฟฟ้าแบบผสมได้
2. วัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าแบบผสมได้
3. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและความต้านทานรวมในวงจรไฟฟ้าแบบผสมได้

### เครื่องมือและอุปกรณ์

1. แผงทดลอง	1	อัน
2. ตัวต้านทาน 100 $\Omega$ , 200 $\Omega$ และ 1 k $\Omega$ อย่างละ	1	ตัว
3. ตัวต้านทาน 500 $\Omega$	3	ตัว
3. หลอดไฟ 12 V	4	หลอด
4. ไดโอดเปล่งแสง (LED) สีแดง	4	ตัว
5. รีเลย์ 12 VDC	4	ตัว
6. มอเตอร์ 9 VDC	4	ตัว
7. แหล่งจ่ายไฟ 0-30 VDC	1	เครื่อง
8. แบตเตอรี่ 9 V, 12 V อย่างละ	1	ก้อน
9. มัลติมิเตอร์	1	เครื่อง
10. สายต่อวงจรและสายปากกิบ อย่างละ	10	เส้น

### ข้อควรระวัง

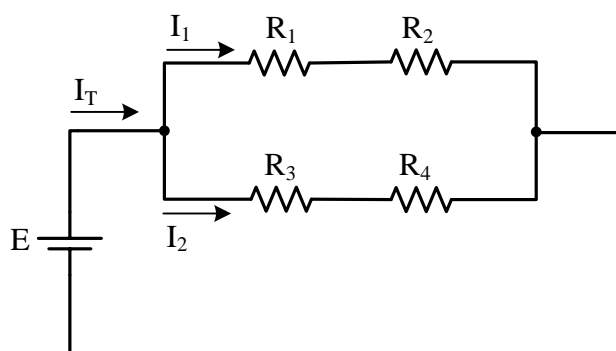
1. การใช้มัลติมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า ต้องใช้ย่านวัดให้ถูกต้องและเหมาะสมกับค่าที่ต้องการวัด
2. การใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า ต้องต่อสายให้ถูกขั้ว มิฉะนั้นมัลติมิเตอร์อาจเสียหายได้
3. การป้อนแรงดันไฟฟ้าให้ขดลวดของรีเลย์ ต้องไม่เกินค่าแรงดันใช้งานที่ระบุไว้บนตัวรีเลย์ หากป้อนแรงดันไฟฟ้าเกิน ขดลวดภายในตัวรีเลย์อาจขาดได้ หรือหากป้อนแรงดันไฟฟ้าต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน

	<b>ใบงานการทดลองหน่วยที่ 7</b>	<b>วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง</b>
	<b>ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม</b>	<b>รหัสวิชา 2105-2002</b>
	<b>ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม</b>	<b>จำนวน 4 คาบ    แผ่นที่ 2/12</b>

**เนื้อหาสาระ**

วงจรไฟฟ้าแบบผสม หมายถึง การต่อวงจรไฟฟ้าโดยการต่อรวมกันระหว่างวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรมกับวงจรไฟฟ้าแบบขนาน ภายในวงจรโหนดบางตัวต่อวงจรแบบอนุกรม และโหนดบางตัวต่อวงจรแบบขนาน การต่อวงจรไม่มีมาตรฐานตายตัว เปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะการต่อวงจรตามต้องการ วงจรไฟฟ้าแบบผสมพิจารณาจากการต่อวงจร แบ่งได้ 2 แบบ คือ

1. วงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน คือ วงจรไฟฟ้าที่มีการต่ออนุกรมกันก่อนในแต่ละกลุ่ม แล้วจึงมาต่อขนานกันภายหลัง ดังรูปที่ 7.1



รูปที่ 7.1 แสดงวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม-ขนาน

จากวงจรในรูปที่ 7.1 คำนวณหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

หาความต้านทานรวม


$$R_{T_1} = R_1 + R_2$$

$$R_{T_2} = R_3 + R_4$$

$$R_T = \frac{R_{T_1} R_{T_2}}{R_{T_1} + R_{T_2}}$$

หากระแสไฟฟ้าในวงจร

$$I_1 = \frac{E}{R_{T_1}}$$

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 7	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม	จำนวน 4 คาบ    แผ่นที่ 3/12

$$I_2 = \frac{E}{R_{T_2}}$$

$$I_T = I_1 + I_2$$

หรือ

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

หาแรงดันไฟฟ้าในวงจร

$$V_{R_1} = I_1 R_1$$

$$V_{R_2} = I_1 R_2$$

$$V_{R_3} = I_2 R_3$$

$$V_{R_4} = I_2 R_4$$

หาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจร

$$P_1 = V_{R_1} I_1$$

$$P_2 = V_{R_2} I_1$$

$$P_3 = V_{R_3} I_2$$

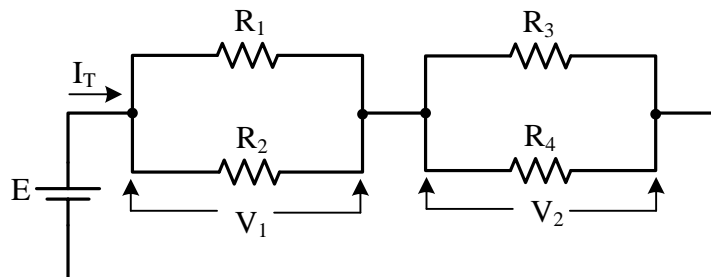
$$P_4 = V_{R_4} I_2$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$


หรือ

$$P_T = EI_T$$

2. วงจรไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม คือ วงจรไฟฟ้าที่มีการต่อขนานกันก่อนในแต่ละกลุ่ม แล้วจึงมาต่ออนุกรมกันภายหลัง ดังรูปที่ 7.2



รูปที่ 7.2 แสดงวงจรไฟฟ้าแบบขนาน-อนุกรม

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 6	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม	จำนวน 4 คาบ    แผ่นที่ 4/12

จากวงจรในรูปที่ 7.2 คำนวณหาค่าต่าง ๆ ได้ดังนี้

หาความต้านทานรวม

$$R_{T_1} = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

$$R_{T_2} = \frac{R_3 R_4}{R_3 + R_4}$$

$$R_T = R_{T_1} + R_{T_2}$$

หากระแสไฟฟ้ารวมในวงจร

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

แรงดันไฟฟ้าในวงจร

$$V_1 = I_T R_{T_1}$$

$$V_2 = I_T R_{T_2}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว

$$I_{R_1} = \frac{V_1}{R_1}$$

$$I_{R_2} = \frac{V_1}{R_2}$$

$$I_{R_3} = \frac{V_2}{R_3}$$

$$I_{R_4} = \frac{V_2}{R_4}$$


หาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจร

$$P_1 = V_1 I_{R_1}$$

$$P_2 = V_1 I_{R_2}$$

$$P_3 = V_2 I_{R_3}$$

$$P_4 = V_2 I_{R_4}$$

	<b>ใบงานการทดลองหน่วยที่ 7</b>	<b>วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง</b>	
	<b>ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม</b>	<b>รหัสวิชา 2105-2002</b>	
	<b>ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม</b>	<b>จำนวน 4 คาบ</b>	<b>แผ่นที่ 5/12</b>

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4$$

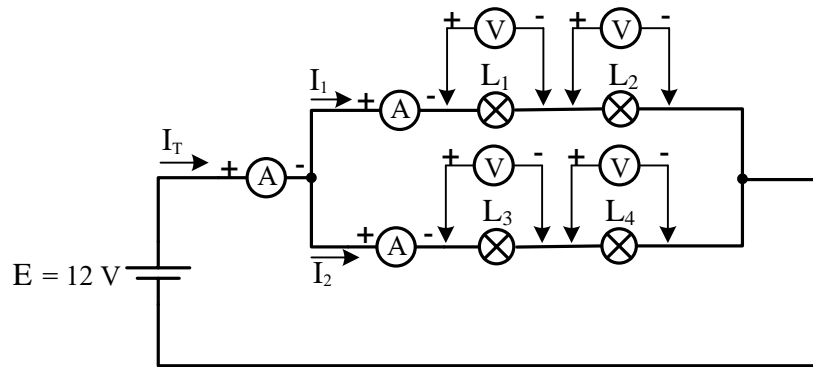
หรือ

$$P_T = EI_T$$

### การทดลองที่ 1

#### ลำดับการทดลอง

1.1 ต่อหลอดไฟ ดังรูปที่ 6.3 ใช้แหล่งจ่ายไฟเป็นแบตเตอรี่ 12 V หรือแหล่งจ่ายไฟ 0-30 VDC โดยปรับแรงดันไฟฟ้าเป็น 12 V




รูปที่ 7.3 วงจรไฟฟ้าสำหรับการทดลองที่ 1

1.2 ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดกระแสไฟฟ้า (DC.A) วัดหาค่ากระแสไฟฟ้ารวมและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหลอดไฟแต่ละหลอด และใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมหลอดไฟ บันทึกผลตารางที่ 7.1

#### ตารางที่ 7.1 ผลการวัดกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า

	$I_T$	$I_1$	$I_2$	$V_{L_1}$	$V_{L_2}$	$V_{L_3}$	$V_{L_4}$
ค่าที่วัดได้							
หน่วย	mA	mA	mA	V	V	V	V

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 7	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม	จำนวน 4 คาบ

1.3 คำนวณหาค่าความต้านรวม โดยใช้กฎของโอห์ม จาก  $R = EI$

ความต้านทานรวม คำนวณได้..... $\Omega$

1.4 จากค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในตารางที่ 7.1 กระแสไฟฟ้า  $I_1$  และ  $I_2$  รวมกัน เท่ากับ กระแสไฟฟารวมหรือไม่ เพราะอะไร

.....  
.....

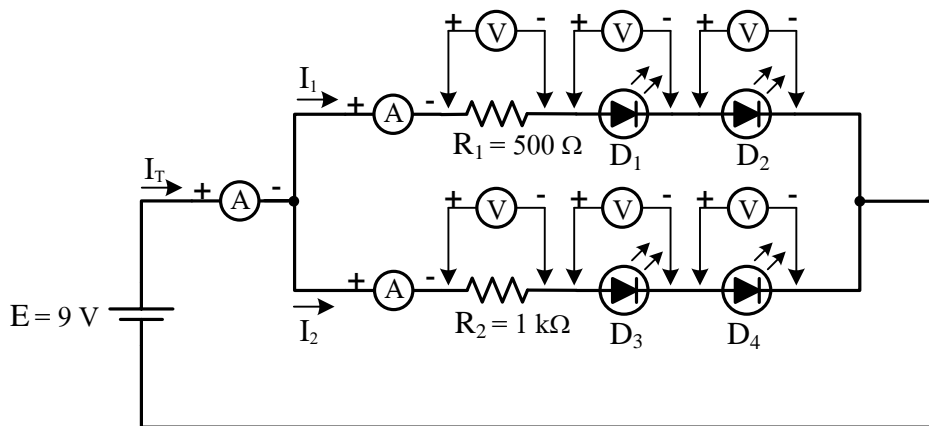
1.5 จากค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ในตารางที่ 7.1 แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมหลอดไฟ 1 และ หลอดไฟ 2 เมื่อรวมกันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายหรือไม่ เพราะอะไร

.....  
.....


### การทดลองที่ 2

#### ลำดับการทดลอง

2.1 ต่อวงจรดังรูปที่ 7.4 ใช้แหล่งจ่ายไฟเป็นแบตเตอรี่ 9 V หรือแหล่งจ่ายไฟ 0-30 VDC โดยปรับแรงดันไฟฟ้าเป็น 9 V



รูปที่ 7.4 วงจรไฟฟ้าสำหรับการทดลองที่ 2

	<b>ใบงานการทดลองหน่วยที่ 6</b>	<b>วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง</b>
	<b>ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม</b>	<b>รหัสวิชา 2105-2002</b>
	<b>ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม</b>	<b>จำนวน 4 คาบ    แผ่นที่ 7/12</b>

2.2 ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดกระแสไฟฟ้า (DC.A) วัดหาค่ากระแสไฟฟ้ารวมและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานและ LED แต่ละตัว และใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานและ LED แต่ละตัว บันทึกผลตารางที่ 6.2

ตารางที่ 7.2 ผลการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า

	$I_T$	$I_1$	$I_2$	$V_{R_1}$	$V_{D_1}$	$V_{D_2}$	$V_{R_2}$	$V_{D_3}$	$V_{D_4}$
ค่าที่วัดได้									
หน่วย	mA	mA	mA	V	V	V	V	V	V

2.3 คำนวณหาค่าความต้านทานรวม โดยใช้กฎของโอห์ม จาก  $R = E/I$

ความต้านทานรวม      คำนวณได้..... $\Omega$

2.4 จากค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในตารางที่ 6.2 ค่าความต้านทานของ  $R_1$  และ  $R_2$  มีผลอย่างไรต่อค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน LED

.....  
 .....


2.5 จากค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ในตารางที่ 6.2 แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อม  $R_1$  และ  $R_2$  แตกต่างกันหรือไม่ อย่างไร

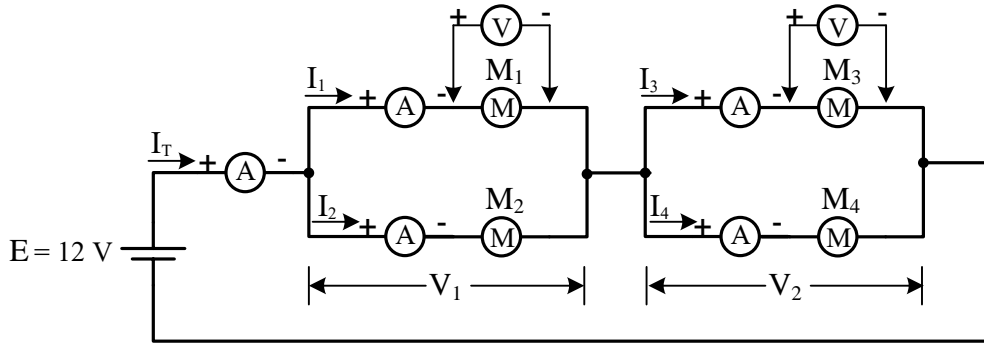
.....  
 .....

### การทดลองที่ 3

#### ลำดับการทดลอง

3.1 ต่อวงจรดังรูปที่ 7.5 ใช้แหล่งจ่ายไฟเป็นแบตเตอรี่ 12 V หรือแหล่งจ่ายไฟ 0-30 VDC โดยปรับแรงดันไฟฟ้าเป็น 12 V

	<b>ใบงานการทดลองหน่วยที่ 7</b>	<b>วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง</b>	
	<b>ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม</b>	<b>รหัสวิชา 2105-2002</b>	
	<b>ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม</b>	<b>จำนวน 4 คาบ</b>	<b>แผ่นที่ 8/12</b>



รูปที่ 7.5 วงจรไฟฟ้าสำหรับการทดลองที่ 3

3.2 ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดกระแสไฟฟ้า (DC.A) วัดหาค่ากระแสไฟฟ้ารวมและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมอเตอร์แต่ละตัว และใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมมอเตอร์แต่ละตัว บันทึกผลตารางที่ 7.3

ตารางที่ 7.3 ผลการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า

	$I_T$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$V_1$	$V_2$
ค่าที่วัดได้							
หน่วย	mA	mA	mA	mA	mA	V	V

3.3 คำนวณหาค่าความต้านทานของวงจร โดยใช้กฎของโอห์ม  $R = E/I$

ความต้านทานของวงจร คำนวณได้..... $\Omega$

3.4 จากค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในตารางที่ 7.3 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมอเตอร์ 1 และมอเตอร์ 2 เมื่อรวมกันเท่ากับกระแสไฟฟ้ารวมหรือไม่ เพราะอะไร

.....


.....

3.5 จากค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ในตารางที่ 7.3 แรงดันไฟฟ้า  $V_1$  และ  $V_2$  รวมกันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายหรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

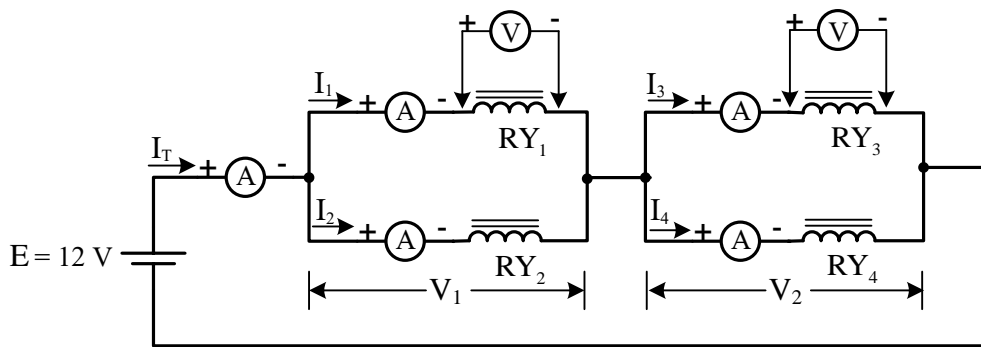


	<b>ใบงานการทดลองหน่วยที่ 7</b>	<b>วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง</b>	
	<b>ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม</b>	<b>รหัสวิชา 2105-2002</b>	
	<b>ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม</b>	<b>จำนวน 4 คาบ</b>	<b>แผ่นที่ 9/12</b>

**การทดลองที่ 4**

**ลำดับการทดลอง**

4.1 ต่อวงจรดังรูปที่ 7.6 ใช้แหล่งจ่ายไฟเป็นแบตเตอรี่ 12 V หรือแหล่งจ่ายไฟ 0-30 VDC โดยปรับแรงดันไฟฟ้าให้มีค่าเท่ากับ 12 V



รูปที่ 7.6 วงจรไฟฟ้าสำหรับการทดลองที่ 4

4.2 ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดกระแสไฟฟ้า (DC.A) วัดค่ากระแสไฟฟ้ารวมและกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านรีเลย์แต่ละตัว และใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมรีเลย์ บันทึกผลตารางที่ 7.4

ตารางที่ 7.4 ผลการวัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า

	$I_T$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$V_1$	$V_2$
ค่าที่วัดได้							
หน่วย	mA	mA	mA	mA	mA	V	V


4.3 คำนวณหาค่าความต้านทานของวงจร โดยใช้กฎของโอห์ม  $R = E/I$

ความต้านทานของวงจร คำนวณได้..... $\Omega$

4.4 จากค่ากระแสไฟฟ้าที่วัดได้ในตารางที่ 6.4 กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านรีเลย์ 3 และรีเลย์ 4 รวมกันเท่ากับกระแสไฟฟ้ารวมหรือไม่ เพราะอะไร

.....

.....

	ใบงานการทดลองหน่วยที่ 7	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม	จำนวน 4 คาบ   แผ่นที่ 10/12

4.5 จากค่าแรงดันไฟฟ้าที่วัดได้ในตารางที่ 7.4 แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมรีเลย์ 3 และรีเลย์ 4 รวมกันเท่ากับแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายหรือไม่ เพราะอะไร

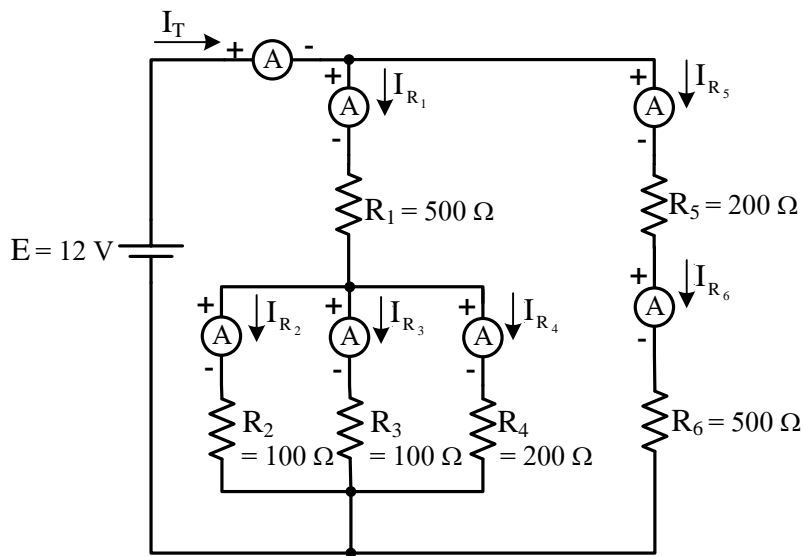
.....

.....

### การทดลองที่ 5

#### ลำดับการทดลอง

5.1 ต่อวงจรตามรูปที่ 7.7




รูปที่ 7.7 วงจรไฟฟ้าสำหรับการทดลองที่ 5

5.2 ใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดกระแสไฟฟ้า (DC.A) วัดหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัว และใช้มัลติมิเตอร์ย่านวัดแรงดันไฟฟ้า (DC.V) วัดหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมความต้านทานแต่ละตัวแล้วบันทึกลงในตารางที่ 7.5





	แบบประเมินผลปฏิบัติงานการทดลองหน่วยที่ 7	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง
	ชื่อหน่วย วงจรไฟฟ้าแบบผสม	รหัสวิชา 2105-2002
	ชื่อการทดลอง วงจรไฟฟ้าแบบผสม	แผ่นที่ 1/1

ชื่อ-สกุล.....ระดับชั้น.....เลขที่.....

จุดประเมิน	ตัว คูณ	ผลคะแนน					ผล คูณ	คะแนน เต็ม	หมาย เหตุ
		5	4	3	2	1			
1. จัดเตรียมเครื่องมือ/อุปกรณ์	1							5	
2. ต่อวงจรทดลอง	4							20	
3. วัดค่าต่าง ๆ	4							20	
4. บันทึกผลการทดลอง	4							20	
5. ตอบคำถามในใบงาน	4							20	
6. สรุปผลการทดลอง	4							20	
7. ความปลอดภัยในการปฏิบัติการทดลอง	1							5	
8. จัดเก็บเครื่องมือ/อุปกรณ์	1							5	
9. ทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติการทดลอง	1							5	
<b>รวม</b>								<b>120</b>	
คิดเป็นร้อยละ = $\frac{\quad}{120} \times 100 =$									

สรุปผลการประเมิน.....

ลงชื่อ.....ผู้ประเมิน

วันที่.....เดือน.....พ.ศ.....

การให้คะแนน	ผลการประเมิน
5 หมายถึง ดีมาก	90 % ขึ้นไป หมายถึง ดีมาก
4 หมายถึง ดี	75 % - 89 % หมายถึง ดี
3 หมายถึง ปานกลาง	60 % - 74 % หมายถึง ปานกลาง
2 หมายถึง พอใช้	50 % - 59 % หมายถึง พอใช้
1 หมายถึง ปรับปรุง	ต่ำกว่า 50 % หมายถึง ปรับปรุง

