

CIRCUIT & ELECTRONIC LABORATORY 1

วัตถุประสงค์

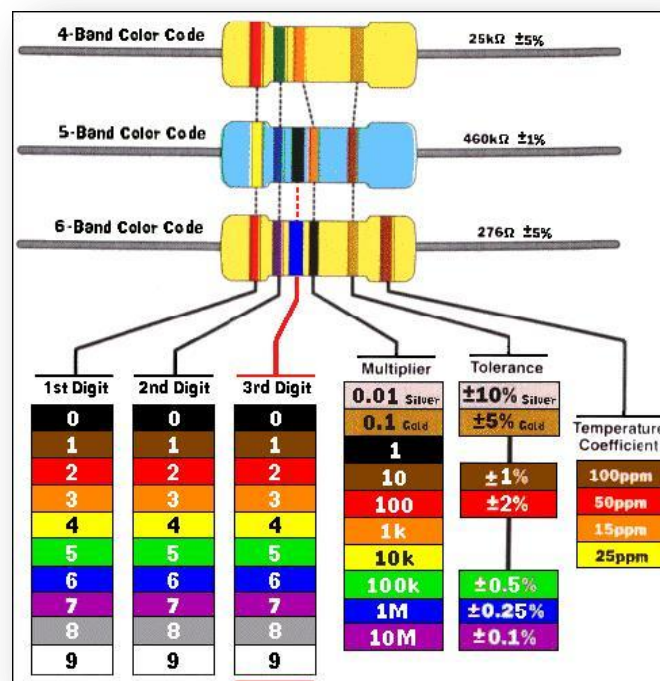
1. ฝึกการอ่านค่าอุปกรณ์ (ตัวต้านทาน)
2. ฝึกการเขียนแบบและการวาง Layout วงจร
3. เข้าใจในหลักการการแบ่งแรงดัน (Voltage Divider) และการแบ่งกระแส (Current Divider) ใน

วงจรความต้านทาน

4. ฝึกการต่อวงจรแบบอนุกรม แบบขนาน และแบบผสม
5. ฝึกทักษะการตัด – ตัดแต่งขาอุปกรณ์และการลงอุปกรณ์บอร์ดแบบใช้ไปลา (Stripboard)
6. ฝึกการใช้คีมตัด คีมจับ การบัดกรี การถอดอุปกรณ์ที่บัดกรีแล้ว
7. ฝึกการใช้ Multi-meter

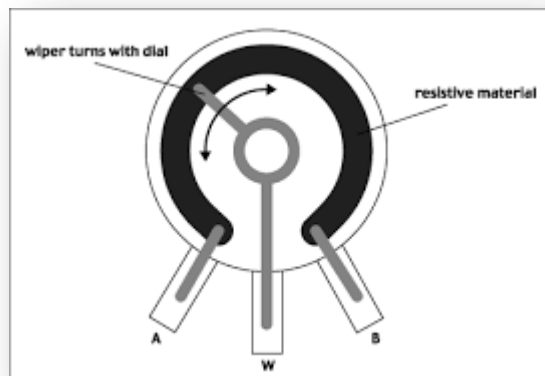
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การอ่านค่าตัวต้านทานจากแถบสี



Potentiometer

ตัวต้านทานปรับค่าได้หรือที่เราเรียกกันทั่วไปว่าโวลลุ่ม(volume) ที่เรียกเช่นนี้ก็เพราะว่าส่วนใหญ่พบเจอในเครื่องขยายเสียงแล้วเรียกกันจนติดปาก ความจริงมีให้เห็นกันมากมาย ไม่เฉพาะในเครื่องขยายเสียง เครื่องมือวัดก็ใช้กัน โทรศัพท์รุ่นเก่าๆ เครื่องคุมแสง สี เครื่องจ่ายไฟสำหรับห้องทดลอง เป็นต้น



ในท้องตลาดมีจำหน่ายอยู่ 3 ชนิดใหญ่ๆ คือ

แบบ A หรือแบบล็อก(Log) ค่าจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในตอนปลาย

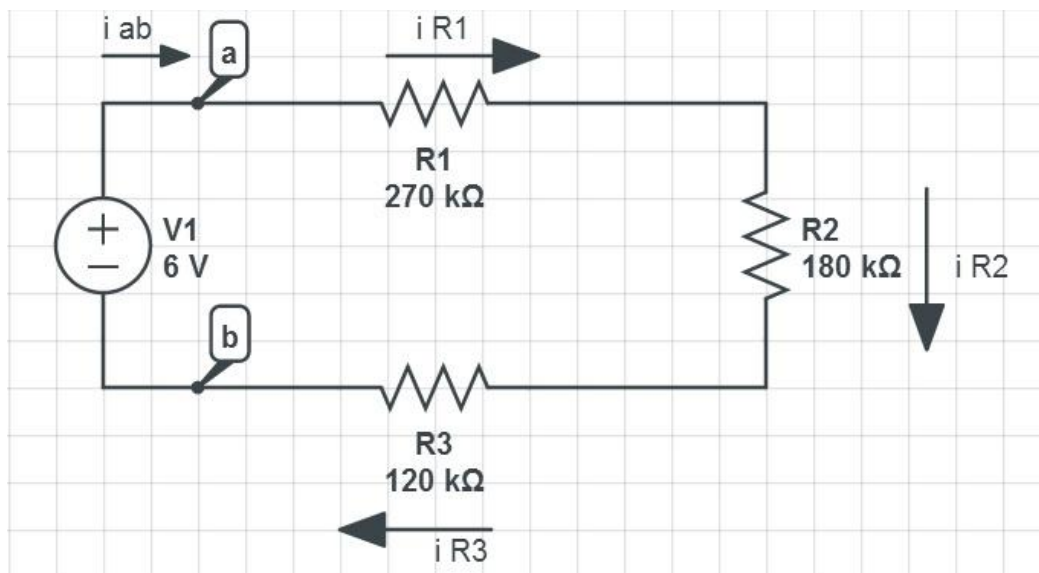
แบบ B หรือแบบลิเนียร์(Linear) ค่าจะเปลี่ยนแปลงแบบสม่ำเสมอแต่ต้นจนปลาย

แบบ C ชนิดนี้จะตรงข้ามกับแบบ A คือค่าจะเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วในตอนต้น

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

1. Stripboard
2. Digital Multi-meter
3. Power Supply
4. คีมจับ คีมตัด คัตเตอร์
5. อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการบัดกรี หัวแร้ง ตะกั่ว น้ำยาประสาน ที่ดูดตะกั่ว
6. Circuit Elements ที่ใช้แต่ละการทดลอง

ตอนที่ 1 การต่อวงจรอนุกรม



ผลการทดลอง

ค่าความต้านทาน

R	แถบสี	Rจากแถบสี(Ω)	Rจากการวัด(Ω)	Error(%)
R_1	แดง ม่วง เหลือง ทอง	$27 \times 10^4 \pm 5\%$	27×10^4	0
R_2	น้ำตาล เทา เหลือง ทอง	$18 \times 10^4 \pm 5\%$	18×10^4	0
R_3	น้ำตาล แดง เหลือง ทอง	$12 \times 10^4 \pm 5\%$	12.38×10^4	3.17
R_{ab}		$57 \times 10^4 \pm 5\%$	57.38×10^4	0.67

แรงดันไฟฟ้า

V	Vจากการคำนวณ(V)	Vจากการวัด(V)	Error(%)
V_1	2.84	2.78	-2.11
V_2	1.89	1.86	-1.58
V_3	1.26	1.28	1.59
V_{ab}	5.99	5.92	-1.17

กระแสไฟฟ้า

i	iจากการคำนวณ(μA)	iจากการวัด(μA)	Error(%)
i_1	10.5	10.3	-1.90
i_2	10.5	10.3	-1.90
i_3	10.5	10.3	-1.90
i_{ab}	10.5	10.3	-1.90

กำลังไฟฟ้า

P	Pจากการคำนวณ(μW)	Pจากการวัด(μW)	Error(%)
P_1	29.9	28.6	-4.35
P_2	19.8	19.2	-3.03
P_3	13.2	13.2	0
P_{ab}	62.9	61.1	2.86

แสดงวิธีการคำนวณ

$$i_{ab} = i_1 = i_2 = i_3$$

$$\frac{V_{ab}}{R_{ab}} = \frac{V_1}{R_1} = \frac{V_2}{R_2} = \frac{V_3}{R_3}$$

V ทางทฤษฎี

$$V_1 = \frac{V_{ab}}{R_{ab}} (R_1) = \frac{6V(27 \times 10^4 \Omega)}{57 \times 10^4 \Omega} = 2.84V$$

$$V_2 = \frac{V_{ab}}{R_{ab}} (R_2) = \frac{6V(18 \times 10^4 \Omega)}{57 \times 10^4 \Omega} = 1.89V$$

$$V_3 = \frac{V_{ab}}{R_{ab}} (R_3) = \frac{6V(12 \times 10^4 \Omega)}{57 \times 10^4 \Omega} = 1.26V$$

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า i และ P ทางทฤษฎี

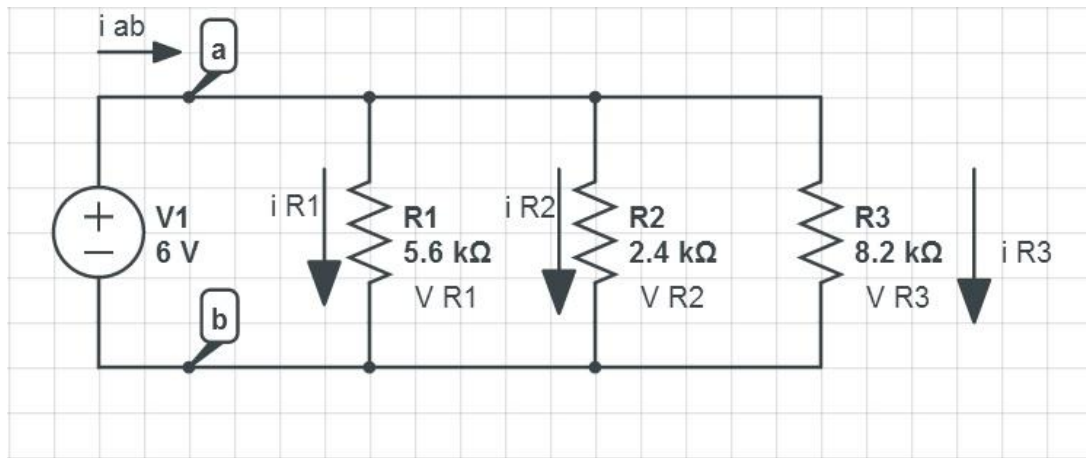
$$i_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{2.84V}{27 \times 10^4 \Omega} = 10.5 \mu A$$

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{(2.84V)^2}{27 \times 10^4 \Omega} = 29.9 \mu W$$

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า % Error ของ R

$$\% Error R_1 = \frac{Measure - True}{True} \times 100 = \frac{(27 \times 10^4 \Omega) - (27 \times 10^4 \Omega)}{(27 \times 10^4 \Omega)} \times 100 = 0\%$$

ตอนที่ 2 การต่อวงจรขนาน



ผลการทดลอง

ความต้านทาน

R	แถบสี	Rจากแถบสี(Ω)	Rจากการวัด(Ω)	Error(%)
R_1	เขียว น้ำเงิน แดง ทอง	$5.6 \times 10^4 \pm 5\%$	5.57×10^4	-0.53
R_2	แดง เหลือง แดง ทอง	$2.4 \times 10^4 \pm 5\%$	2.35×10^4	-2.08
R_3	เทา แดง แดง ทอง	$8.2 \times 10^4 \pm 5\%$	8.15×10^4	-0.61
R_{ab}		$1.394 \times 10^4 \pm 5\%$	1.374×10^4	-1.43

แรงดันไฟฟ้า

V	Vจากการคำนวณ(V)	Vจากการวัด(V)	Error(%)
V_1	6.00	5.93	-1.16
V_2	6.00	5.93	-1.16
V_3	6.00	5.93	-1.16
V_{ab}	6.00	5.93	-1.16

กระแสไฟฟ้า

i	iจากการคำนวณ(mA)	iจากการวัด(mA)	Error(%)
i_1	1.07	1.06	-0.93
i_2	2.50	2.52	0.8
i_3	0.73	0.73	0
i_{ab}	4.30	4.31	0.23

กำลังไฟฟ้า

P	Pจากการคำนวณ(mW)	Pจากการวัด(mW)	Error(%)
P_1	6.43	6.31	-1.87
P_2	15	15	0
P_3	4.39	4.31	1.82
P_{ab}	25	25	0

แสดงวิธีการคำนวณ

V ทางทฤษฎี

$$V_s = V_1 = V_2 = V_3 = 6.00 \text{ V}$$

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า i และ P ทางทฤษฎี

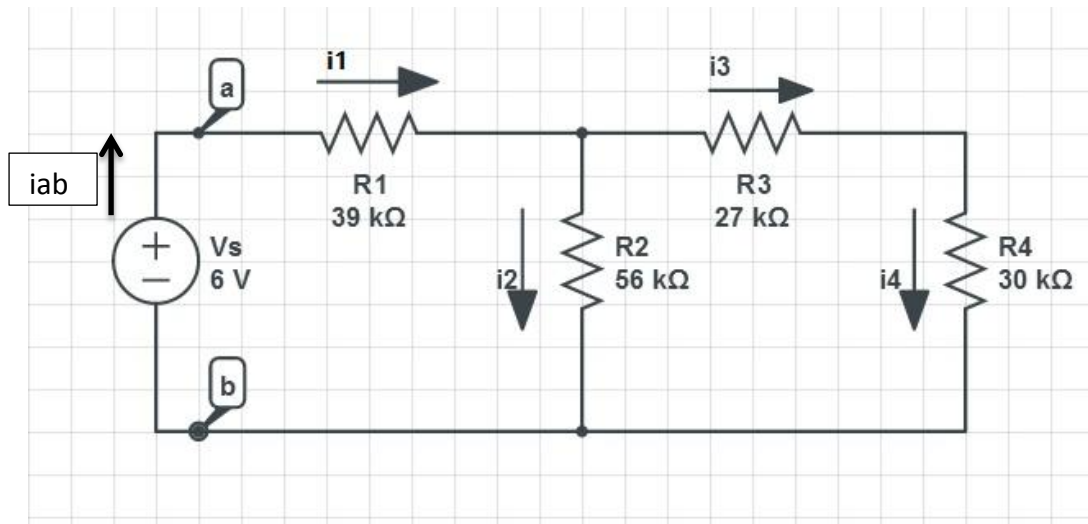
$$i_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{6.00 \text{ V}}{5.6 \times 10^3 \Omega} = 1.07 \text{ mA}$$

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{(6.00 \text{ V})^2}{5.6 \times 10^3 \Omega} = 6.43 \text{ mW}$$

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า % Error ของ R

$$\% \text{ Error } R_1 = \frac{\text{Measure} - \text{True}}{\text{True}} \times 100 = \frac{(5.57 \times 10^3 \Omega) - (5.6 \times 10^3 \Omega)}{(5.6 \times 10^3 \Omega)} \times 100 = -0.53\%$$

ตอนที่ 3 การต่อวงจรผสม



ผลการทดลอง

ค่าความต้านทาน

R	แถบสี	Rจากแถบสี(Ω)	Rจากการวัด(Ω)	Error(%)
R_1	ส้ม ขาว ส้ม ทอง	$39 \times 10^3 \pm 5\%$	38.7×10^3	-0.77
R_2	เขียว น้ำเงิน ส้ม ทอง	$56 \times 10^3 \pm 5\%$	55.6×10^3	-0.71
R_3	แดง ม่วง ส้ม ทอง	$27 \times 10^3 \pm 5\%$	27×10^3	0
R_4	ส้ม ดำ ส้ม ทอง	$30 \times 10^3 \pm 5\%$	30.1×10^3	0.33
R_{ab}		$67.25 \times 10^3 \pm 5\%$	66.87×10^3	-0.56

แรงดันไฟฟ้า

V	Vจากการคำนวณ(V)	Vจากการวัด(V)	Error(%)
V_1	3.48	3.47	-0.29
V_2	2.52	2.52	0
V_3	1.26	1.24	-1.59
V_4	1.40	1.32	-5.71
V_{ab}	6.00	6.00	0

กระแสไฟฟ้า

i	iจากการคำนวณ(μA)	iจากการวัด(μA)	Error(%)
i_1	89.2	89.7	0.56
i_2	45	45.3	0.67
i_3	46.6	45.3	-1.50
i_4	46.6	43.3	-6.01
i_{ab}	4.30	4.31	0.56

กำลังไฟฟ้า

P	Pจากการคำนวณ(μW)	Pจากการวัด(μW)	Error(%)
P_1	310	311	0.32
P_2	113	114	0.88
P_3	58.8	56.9	-3.23
P_4	65.3	57.9	-11.33
P_{ab}	535	538	0.56

แสดงวิธีการคำนวณ

คำนวณหา R_{ab} จะได้ว่า

$$R_{ab} = R_1 + [R_2 // (R_3 + R_4)]$$

$$R_{ab} = 39 \times 10^3 \Omega + \{56 \times 10^3 \Omega // [(27 \times 10^3 \Omega) + (30 \times 10^3 \Omega)]\}$$

$$R_{ab} = 39 \times 10^3 \Omega + [56 \times 10^3 \Omega // 57 \times 10^3 \Omega]$$

$$R_{ab} = 39 \times 10^3 \Omega + 28.25 \times 10^3 \Omega$$

$$R_{ab} = 67.25 \times 10^3 \Omega$$

คำนวณหาค่า V

$$\text{จาก } i_{ab} = i_1$$

$$\frac{V_{ab}}{R_{ab}} = \frac{V_1}{R_1}, V_1 = \frac{(6 V)(39 \times 10^3 \Omega)}{67.25 \times 10^3 \Omega} = 3.48 V$$

$$\text{จาก } i_t = i_{R_2 // R_3 + R_4}$$

$$\frac{V_t}{R_t} = \frac{V_{R_2 // R_3 + R_4}}{R_{R_2 // R_3 + R_4}}, V_{R_2} = V_{R_2 // R_3 + R_4} = V_{R_3 + R_4}$$

$$\therefore V_{R_2} = \frac{V_t}{R_t} (R_2 // R_3 + R_4) = \frac{(6 \text{ V})(27 \times 10^3 \Omega)}{57 \times 10^3 \Omega} = 1.26 \text{ V}$$

$$\text{จาก } i_{R_3 + R_4} = i_{R_3}$$

$$\frac{V_{R_3 + R_4}}{R_{R_3 + R_4}} = \frac{V_{R_3}}{R_3}, V_{R_2} = V_{R_2 // R_3 + R_4} = V_{R_3 + R_4}$$

$$\therefore V_3 = \frac{V_2(R_3)}{R_3 + R_4} = \frac{(2.52 \text{ V})(27 \times 10^3 \Omega)}{57 \times 10^3 \Omega} = 1.26 \text{ V}$$

ในทำนองเดียวกัน

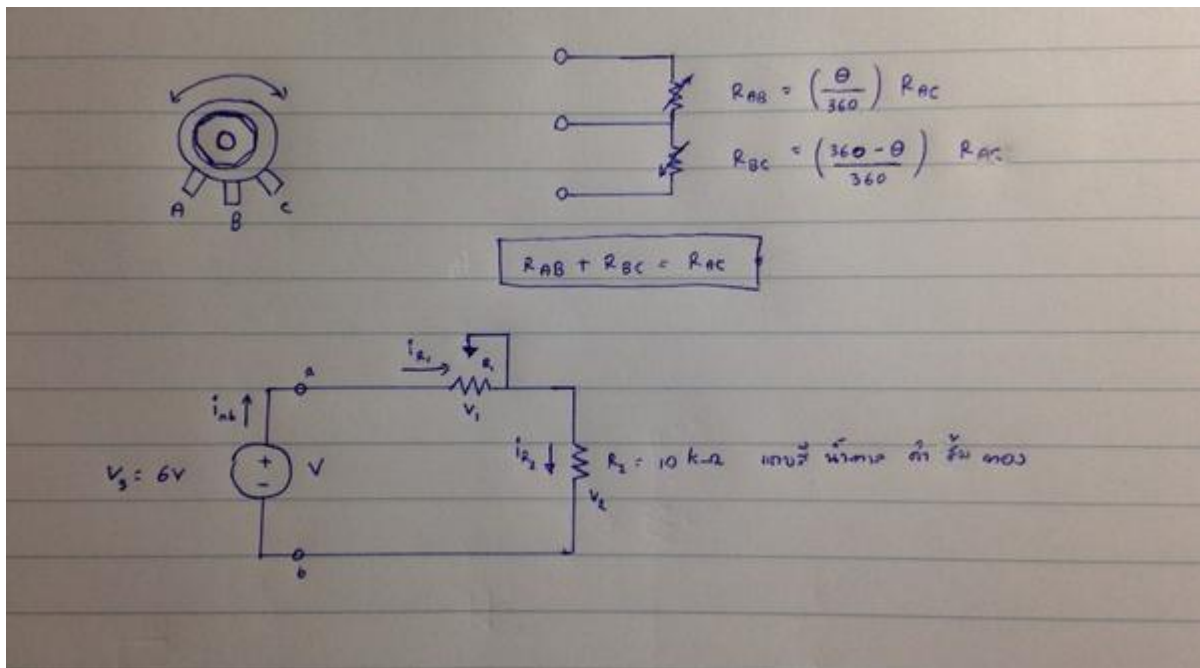
$$V_4 = \frac{V_2(R_4)}{R_3 + R_4} = \frac{(2.52 \text{ V})(30 \times 10^3 \Omega)}{57 \times 10^3 \Omega} = 1.40 \text{ V}$$

ตัวอย่างการคำนวณหาค่า i และ P ทางทฤษฎี

$$i_1 = \frac{V_1}{R_1} = \frac{3.48 \text{ V}}{39 \times 10^3 \Omega} = 89.2 \mu\text{A}$$

$$P_1 = \frac{V_1^2}{R_1} = \frac{(3.48 \text{ V})^2}{39 \times 10^3 \Omega} = 310 \mu\text{W}$$

ตอนที่ 4 การต่อตัวต้านทานปรับค่าได้



ผลการทดลอง

ครั้งที่	$V_2(V)$	$V_1 = V_s - V_2(V)$	$R_1(k\Omega)$	$\theta_{R_1}(^\circ)$
1	3.15	2.85	9.05	162.90
2	2.30	3.70	16.09	289.62
3	3.67	2.33	6.35	114.30
4	2.73	3.27	11.98	215.64

แสดงวิธีการคำนวณ

$$\text{จาก } i_t = i_1$$

$$\frac{V_t}{R_1 + R_2} = \frac{V_1}{R_1}$$

$$R_1 V_t = R_1 V_1 + R_2 V_1$$

$$R_1 V_t - R_1 V_1 = R_2 V_1$$

$$R_1 (V_t - V_1) = R_2 V_1$$

$$R_1 = \frac{V_1}{(V_t - V_1)} R_2 = \frac{V_1}{V_2} R_2, V_1 + V_2 = V_t$$

$$\therefore \text{ครั้งที่ 1} \quad R_1 = \frac{V_1}{(V_t - V_1)} R_2 = \frac{2.85 \text{ V}}{3.15 \text{ V}} (10 \text{ k}\Omega) = 9.05 \text{ k}\Omega$$

$$\text{ครั้งที่ 2} \quad R_1 = \frac{V_1}{(V_t - V_1)} R_2 = \frac{3.70 \text{ V}}{2.30 \text{ V}} (10 \text{ k}\Omega) = 16.09 \text{ k}\Omega$$

$$\text{ครั้งที่ 3} \quad R_1 = \frac{V_1}{(V_t - V_1)} R_2 = \frac{2.33 \text{ V}}{3.67 \text{ V}} (10 \text{ k}\Omega) = 6.35 \text{ k}\Omega$$

$$\text{ครั้งที่ 4} \quad R_1 = \frac{V_1}{(V_t - V_1)} R_2 = \frac{3.27 \text{ V}}{2.73 \text{ V}} (10 \text{ k}\Omega) = 11.98 \text{ k}\Omega$$

คำนวณหาค่า θ_{R_1}

$$\text{จาก } R_{AB} = \left(\frac{\theta}{360} \right) R_{AC}, R_{AC} = R_T = 20 \text{ k}\Omega$$

$$\therefore \text{ครั้งที่ 1} \quad \theta_{R_1} = \frac{R_{AB}}{R_T} (360) = \frac{9.05 \text{ k}\Omega}{20 \text{ k}\Omega} (360) = 162.9^\circ$$

$$\text{ครั้งที่ 2} \quad \theta_{R_1} = \frac{R_{AB}}{R_T} (360) = \frac{16.09 \text{ k}\Omega}{20 \text{ k}\Omega} (360) = 289.62^\circ$$

$$\text{ครั้งที่ 3} \quad \theta_{R_1} = \frac{R_{AB}}{R_T} (360) = \frac{6.35 \text{ k}\Omega}{20 \text{ k}\Omega} (360) = 114.30^\circ$$

$$\text{ครั้งที่ 4} \quad \theta_{R_1} = \frac{R_{AB}}{R_T} (360) = \frac{11.98 \text{ k}\Omega}{20 \text{ k}\Omega} (360) = 215.64^\circ$$

สรุปผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ในการต่อวงจรแบบอนุกรม กระแส I ที่ไหลผ่านในวงจรจะมีค่าเท่ากัน แต่แรงดัน V ที่ตกคร่อมตัวต้านทาน R แต่ละตัวจะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าของตัวต้านทานนั้นๆ ถ้าค่าความต้านทานมาก แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานตัวนั้นก็จะมีมากตาม แต่ถ้าค่าความต้านทานน้อย แรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานตัวนั้นก็จะมีน้อยเช่นกัน ซึ่งเป็นไปตามกฎการแบ่งแรงดัน (Voltage Divider)

ตอนที่ 2 ในการต่อวงจรแบบขนานค่าแรงดัน V ของทั้งวงจรจะมีค่าเท่ากับค่า V ของตัวต้านทาน R ในแต่ละตัว แต่ค่ากระแส I ที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวจะมีค่าไม่เท่ากัน ซึ่งถ้าค่าความต้านทานมาก กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานก็จะมากตาม แต่ถ้าค่าความต้านทานน้อย กระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานก็จะน้อยเช่นกัน ซึ่งเป็นไปตามกฎการแบ่งกระแส (Current Divider)

ตอนที่ 3 ในการต่อวงจรแบบผสม จะมีทั้งการแบ่งแรงดันและแบ่งกระแส ถ้าวางจรตัวต้านทานตัวใดที่ต่ออนุกรมกันก็จะแบ่งแรงดันกัน เนื่องจากกระแส I ที่ไหลผ่านตัวต้านทานแต่ละตัวเท่ากัน ถ้าวางจรตัวต้านทานตัวใดที่ต่อขนานกันก็จะแบ่งกระแสกัน เนื่องจากแรงดันตกคร่อมที่ตัวต้านทานแต่ละตัวเท่ากัน

ตอนที่ 4 ในการต่อวงจรตัวต้านทานอนุกรมกับตัวต้านทานแบบปรับค่าได้จะใช้หลักการแบ่งแรงดันเหมือนการต่อวงจรอนุกรม แต่เราสามารถปรับค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานปรับค่าได้ โดยการหมุนตัวต้านทานแบบปรับค่าเพื่อเพิ่ม-ลดค่าความต้านทาน ซึ่งปรับได้ตั้งแต่ 0 จนถึงค่าความต้านทานสูงสุดที่สามารถปรับได้ ซึ่งตัวต้านทานแบบปรับค่าในการทดลองสามารถปรับได้ $0-20\text{ k}\Omega$