

หน่วยที่ 2 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

สาระสำคัญ

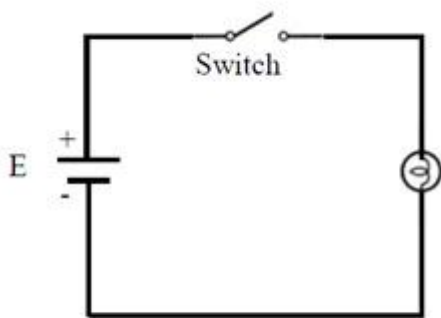
วงจรไฟฟ้าคือการนำเอาแหล่งจ่ายไฟฟ้ามาจ่ายแรงดันและกระแสให้กับโหลด โดยผ่านลวดตัวนำ และใช้สวิตช์ในการเปิดปิดวงจรเพื่อตัดหรือต่อกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลด ในทางปฏิบัติจะมีฟิวส์ในวงจรเพื่อป้องกันปัญหาข้อผิดพลาดที่จะเกิดกับวงจรและอุปกรณ์ เช่น โหลดเกิน หรือไฟฟ้าลัดวงจร วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นที่ควรศึกษามีอยู่ 3 ลักษณะคือ วงจรอนุกรม, วงจรขนานและวงจรผสม

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าได้
2. เปรียบเทียบหน้าที่ความแตกต่างของวงจรไฟฟ้าแบบต่าง ๆ ได้
3. ประกอบวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม, ขนาน และผสมได้
4. คำนวณและวัดค่าแรงดัน, กระแส, ความต้านทานของวงจรได้
5. ประยุกต์ใช้ในชีวิตประจำวันได้

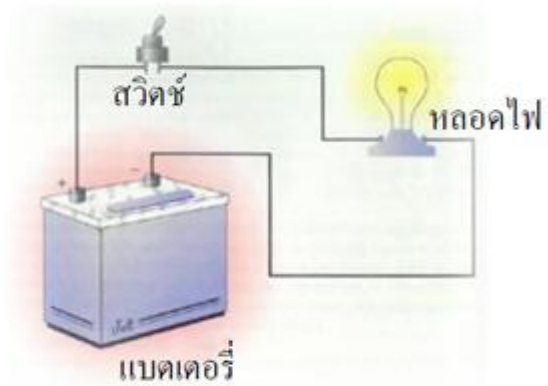
องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้าคือการนำแหล่งจ่ายไฟฟ้า จ่ายแรงดันและกระแสให้กับโหลดโดยใช้ลวดตัวนำ



ภาพสัญลักษณ์ (Schematic Symbol)

โหลด

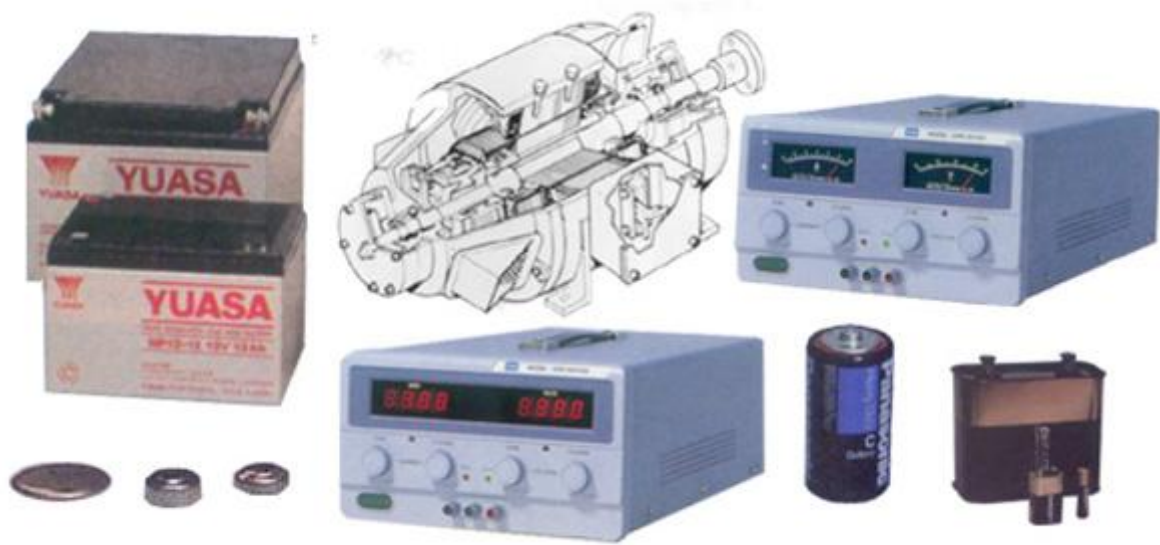


ภาพเหมือนจริง (Pictorial Diagram)

แสดงองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

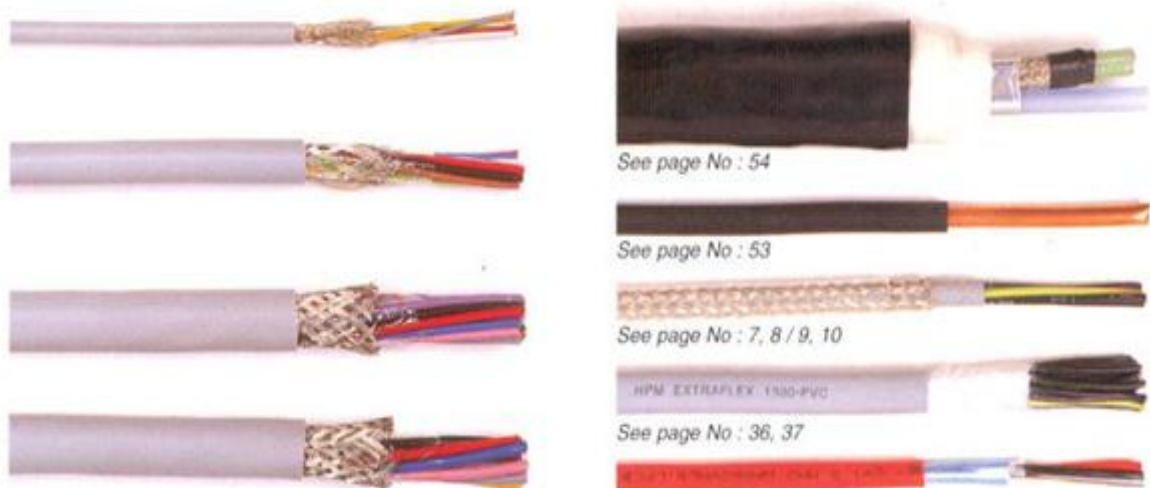
ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง จะต่อจากขั้วบวกไปยังขั้วลบ และใช้สวิตช์ เป็นตัวเปิดปิดการไหลของกระแสไฟฟ้า การที่จะทำให้แรงดัน และกระแสไหลผ่านโหลดได้ จะต้องมียุติประกอบของวงจรไฟฟ้างานี้

1. แหล่งจ่ายไฟฟ้า คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการจ่ายแรงดันและกระแสให้กับวงจร เช่น แบตเตอรี่, ถ่านไฟฉาย, เครื่องจ่ายไฟ, ไดนาโม และ เจนเนอเรเตอร์ เป็นต้น



แสดงแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบต่างๆ

2. ลวดตัวนำ คือ อุปกรณ์ที่นำมาต่อกับแหล่งจ่ายไฟฟ้า จากขั้วหนึ่งไปยังอีกขั้วหนึ่ง เพื่อจ่ายแรงดันและกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด ลวดตัวนำที่นำกระแสไฟฟ้าได้ดีที่สุดคือ เงิน แต่เนื่องจากเงินมีราคาแพงมาก จึงนิยมใช้ทองแดง ซึ่งมีคุณสมบัติในการนำไฟฟ้าได้ดีพอสมควรและราคาไม่แพงมากนัก นอกจากนี้ยังมีโลหะชนิดอื่น ๆ ที่สามารถนำไฟฟ้าได้ เช่น ทองคำ, ดีบุก, เหล็ก, อลูมิเนียม, นิเกิล ฯลฯ เป็นต้น



แสดงอุปกรณ์ที่นำมาใช้ต่อเป็นลวดตัวนำ

3. โหลดหรือภาระทางไฟฟ้า คืออุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ที่นำมาต่อในวงจร เพื่อใช้งาน เช่น ตู้เย็น, โทรทัศน์, พัดลม, เครื่องปรับอากาศ, เตารีด, หลอดไฟ, ตัวต้านทาน เป็นต้น



แสดงอุปกรณ์ที่นำมาต่อเป็นโหลดทางไฟฟ้า

4. สวิตซ์ คืออุปกรณ์ที่ใช้ในการปิดหรือเปิดวงจร ในกรณีที่เปิดวงจรก็จะทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับโหลด ในทางปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้า จะต้องต่อสวิตซ์เข้าไปในวงจรเพื่อทำหน้าที่ตัดต่อและควบคุมการไหลของกระแสไฟฟ้า



แสดงอุปกรณ์ที่ใช้เป็นสวิตซ์ในวงจร

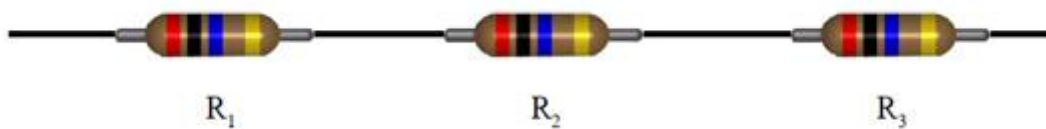
5. ฟิวส์ คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์ได้รับความเสียหาย เนื่องจากการทำงานผิดปกติของวงจร เช่น โหลดเกิน หรือ เกิดการลัดวงจร เมื่อเกิดการผิดปกติฟิวส์จะทำหน้าที่ในการเปิดวงจรที่เรียกว่า ฟิวส์ขาดนั่นเอง



แสดงอุปกรณ์ที่ใช้เป็นฟิวส์ในวงจร

วงจรอนุกรม

วงจรอนุกรมคือ การนำโหลดมาต่อเรียงกัน โดยให้ปลายของโหลดตัวแรก ต่อกับปลายของโหลดตัวถัดไป หรืออีกนัยหนึ่งหมายถึง การนำโหลดตั้งแต่สองตัวมาต่อเรียงกันไปแบบอันดับ ทำให้กระแสไหลทิศทางเดียวกัน (ในหนังสือเล่มนี้จะขอใช้ตัวต้านทานแทนโหลดทั่ว ๆ ไป)

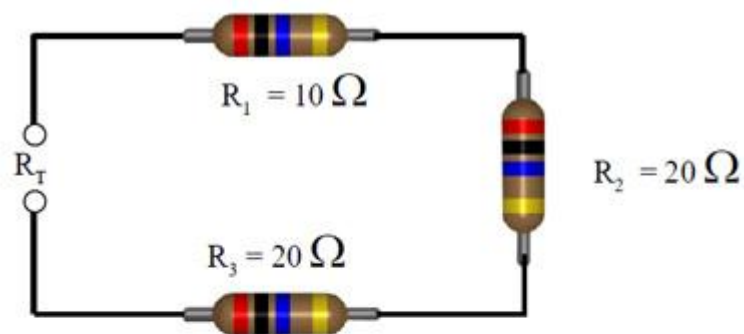


แสดงการต่อโหลดแบบอนุกรม+

การคำนวณค่าความต้านทาน

$$R_T = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + \dots + R_n$$

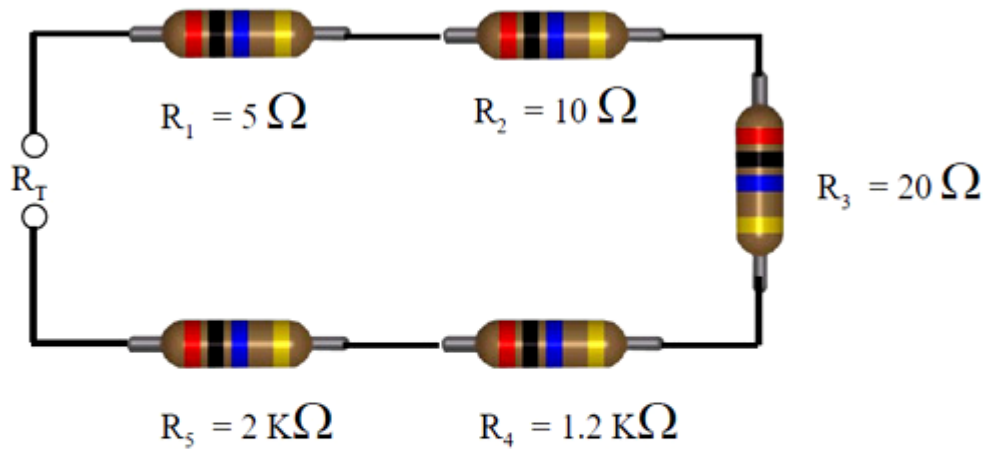
R_T = ค่าความต้านทานรวมของวงจร
 R_n = ค่าความต้านทานตัวสุดท้ายของวงจร



แสดงการต่อตัวต้านทานแบบอนุกรม

$$\begin{aligned}
 R_T &= R_1 + R_2 + R_3 \\
 &= 10 + 20 + 20 \\
 &= 50 \Omega
 \end{aligned}$$

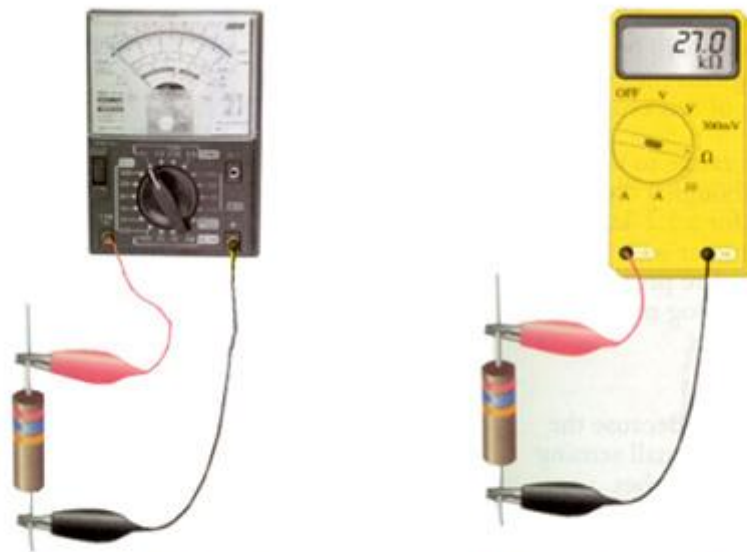
จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวมของวงจร



$$\begin{aligned}
 R_T &= R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 \\
 &= 5 + 10 + 20 + 1200 + 2000 \\
 &= 3235 \Omega \text{ หรือ } 3.235 \text{ K}\Omega
 \end{aligned}$$

การวัดค่าความต้านทาน

1. นำมัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดโอห์ม ในกรณีที่ เป็นมิเตอร์แบบเข็มให้ทำการปรับค่าศูนย์ (Zero Ohm Adjust) ก่อนที่จะดำเนินการขั้นตอนต่อไป
2. นำสายวัดของมัลติมิเตอร์เส้นที่หนึ่งสัมผัสกับขาของตัวต้านทานด้านหนึ่ง
3. นำสายวัดของมัลติมิเตอร์เส้นที่สองสัมผัสกับขาของตัวต้านทานอีกด้านหนึ่ง
4. อ่านค่าความต้านทาน



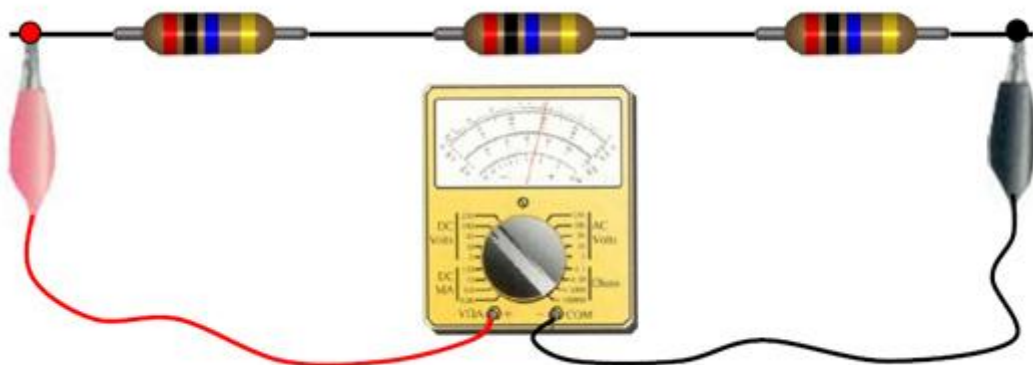
การวัดค่าความต้านทานด้วยมิเตอร์แบบเข็ม

การวัดค่าความต้านทานด้วยมิเตอร์แบบตัวเลข

แสดงการวัดค่าความต้านทาน

การวัดค่าความต้านทานรวมของวงจร

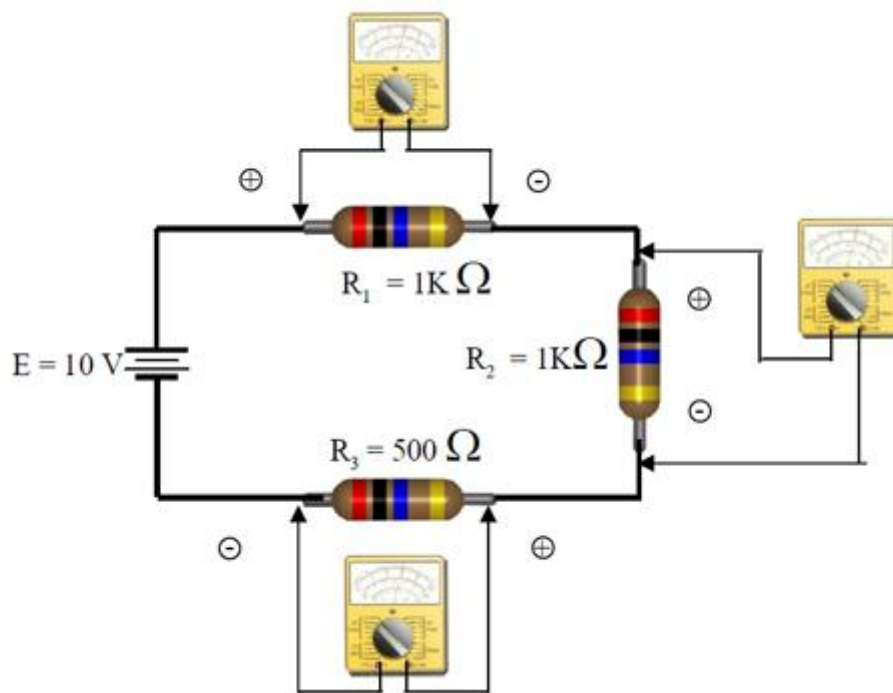
1. นำมัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดโอห์ม แล้วทำการปรับค่าศูนย์ (Zero Ohm Adjust)
2. นำสายวัดของมัลติมิเตอร์เส้นที่หนึ่งสัมผัสกับขาของความต้านทานตัวแรก
3. นำสายวัดของมัลติมิเตอร์เส้นที่สองสัมผัสกับขาของความต้านทานตัวสุดท้าย
4. อ่านค่าความต้านทาน



แสดงการวัดค่าความต้านทาน

การวัดค่าแรงดันตกคร่อม

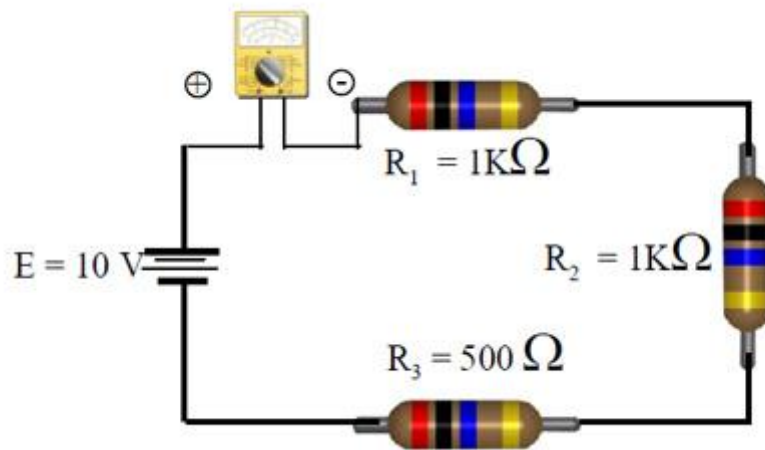
1. นำมัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดแรงดันไฟตรง (DCV) ให้มากกว่าแหล่งจ่าย (E)
2. นำสายดำไฟบวกของมัลติมิเตอร์ สัมผัสกับด้านไฟบวกของตัวต้านทาน R1
3. นำสายดำไฟลบของมัลติมิเตอร์ สัมผัสกับด้านไฟลบของตัวต้านทาน R1
4. อ่านค่าแรงดันตกคร่อมความต้านทาน R1
5. ทำขั้นตอนที่ 1-4 เพื่อวัดค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R2 และ R3



แสดงการวัดค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานแต่ละตัว

การวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรม

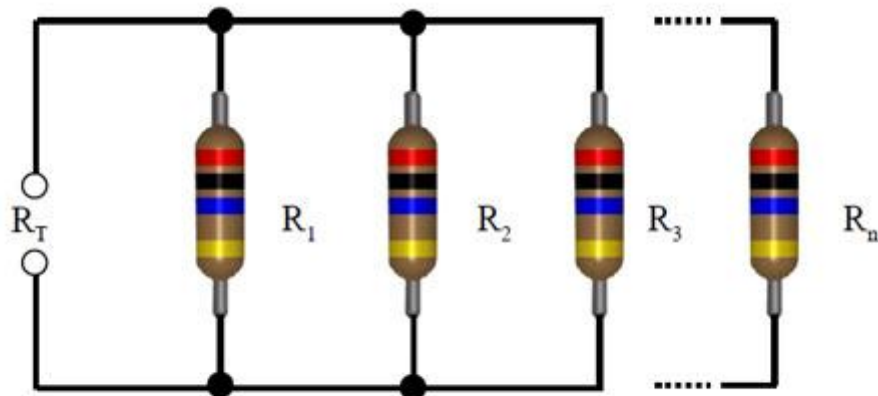
1. นำมัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดกระแส (mA) ให้มีค่าสูงไว้ก่อน
2. นำสายดำไฟบวกของมัลติมิเตอร์ต่ออนุกรมเข้ากับด้านไฟบวกของแหล่งจ่ายไฟ
3. นำสายดำไฟลบของมัลติมิเตอร์ต่ออนุกรมเข้ากับด้านไฟลบของแหล่งจ่ายไฟ
4. อ่านค่ากระแสที่ไหลผ่านในวงจร



แสดงการวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรอนุกรม

วงจรขนาน

วงจรขนานคือ การนำโหนดมาต่อขนานกันหรือต่อक्रमกัน ตั้งแต่สองตัวขึ้นไปโดยนำจุดต่อของปลายทั้งสองข้างของโหนดแต่ละตัวมาต่อรวมกัน (ในหนังสือเล่มนี้จะขอใช้ตัวต้านทานแทนโหนดทั่ว ๆ ไป)



แสดงการต่อโหนดแบบขนาน

การคำนวณค่าความต้านทาน

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

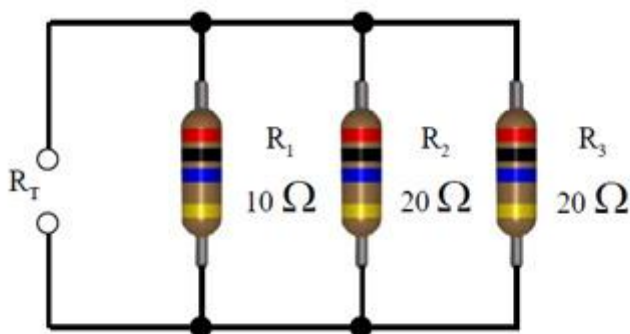
$$R_T = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} \quad (\text{ในกรณีที่ตัวต้านทานต่อขนานกัน 2 ตัว})$$

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

R_T = ค่าความต้านทานรวมของวงจร

R_n = ค่าความต้านทานตัวสุดท้าย

// = เครื่องหมายแสดงการต่อแบบขนาน



แสดงการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

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

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{10} + \frac{1}{20} + \frac{1}{20}$$

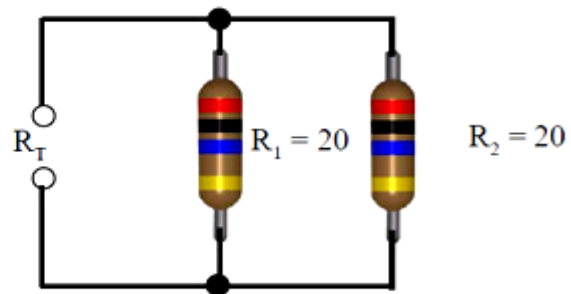
$$\frac{1}{R_T} = \frac{2 + 1 + 1}{20}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{4}{20}$$

$$R_T = \frac{20}{4}$$

$$R_T = 5 \Omega$$

จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวมของวงจร



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

$$R_T = \frac{20 \cdot 20}{20 + 20}$$

$$R_T = \frac{400}{40}$$

$$R_T = 10 \Omega$$

หรือจะใช้สูตร

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

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1 + 1}{20}$$

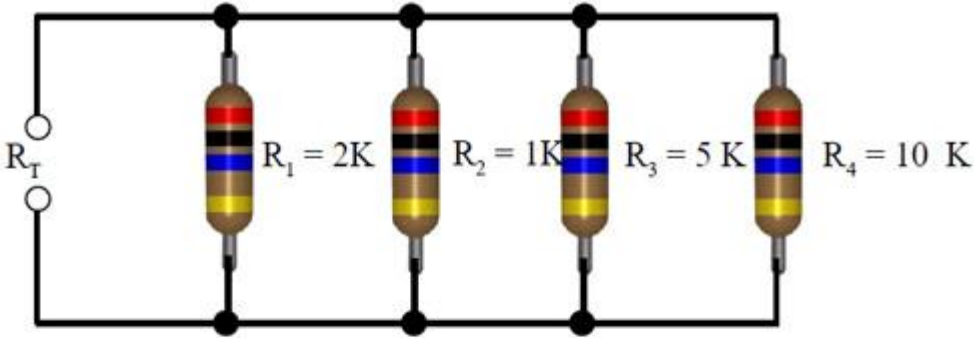
$$\frac{1}{R_T} = \frac{2}{20}$$

$$R_T = \frac{20}{2}$$

$$R_T = 10 \Omega$$

ในการคิดคำนวณค่าความต้านทานที่ต่อขนานกัน 2 ตัว จะใช้สูตรใดในการคำนวณก็ได้ ผลรวมจะได้เท่ากัน และถ้าค่าความต้านทานมีค่าเท่ากันทั้ง 2 ตัว ค่าตอบที่ได้จะลดลงครึ่งหนึ่ง

จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวมของวงจร



$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2\text{ K}} + \frac{1}{1\text{ K}} + \frac{1}{5\text{ K}} + \frac{1}{10\text{ K}}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{5 + 10 + 2 + 1}{10\text{ K}}$$

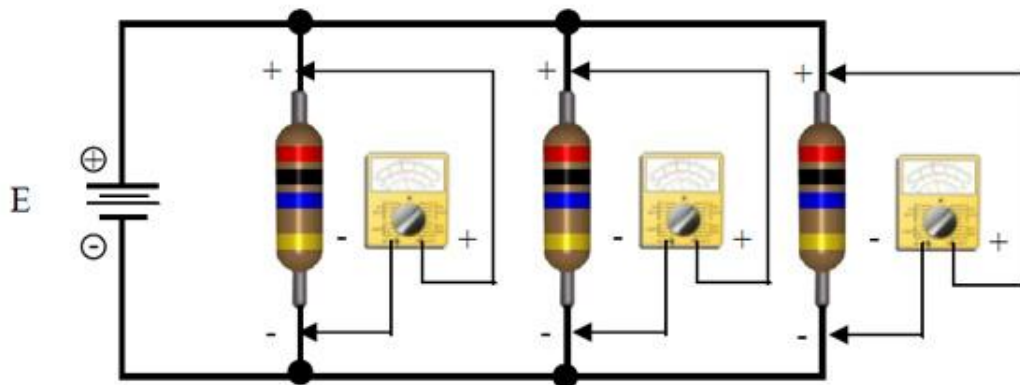
$$\frac{1}{R_T} = \frac{18\text{ K}}{10\text{ K}}$$

$$R_T = \frac{18\text{ K}}{10\text{ K}}$$

$$R_T = 1.8\text{ K}\Omega$$

การวัดค่าแรงดันตกคร่อมในวงจรขนาน

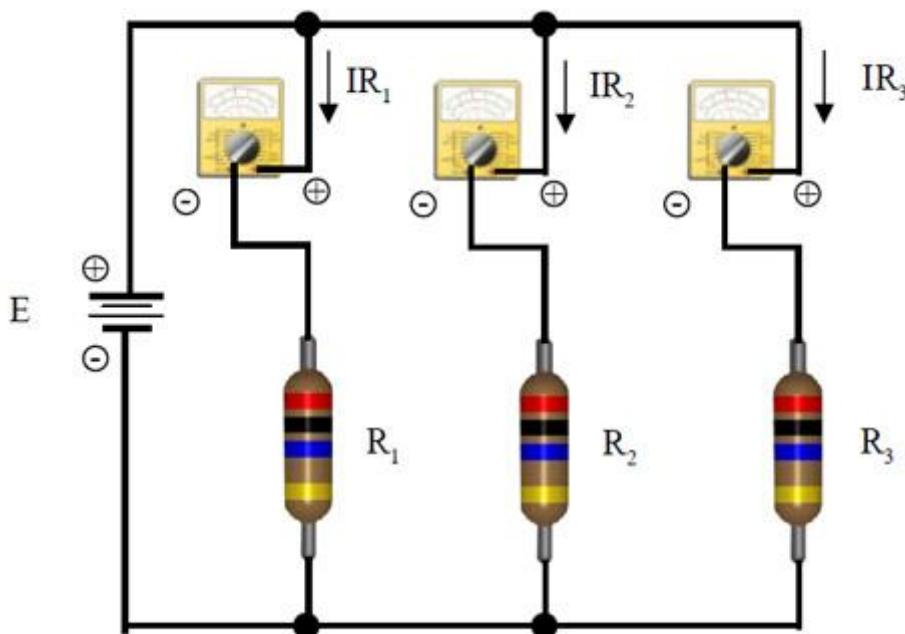
1. นำมัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดแรงดันไฟตรง (DCV) ให้มากกว่าแหล่งจ่าย (E)
2. นำสายดำนำไฟบวกของมัลติมิเตอร์ สัมผัสกับด้านไฟบวกของตัวต้านทาน R1
3. นำสายดำนำไฟลบของมัลติมิเตอร์ สัมผัสกับด้านไฟลบของตัวต้านทาน R1
4. อ่านค่าแรงดันตกคร่อมความต้านทาน R1
5. ทำขั้นตอนที่ 1-4 เพื่อวัดค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทาน R2 และ R3



แสดงการต่อตัวต้านทานแบบขนาน

การวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรขนาน

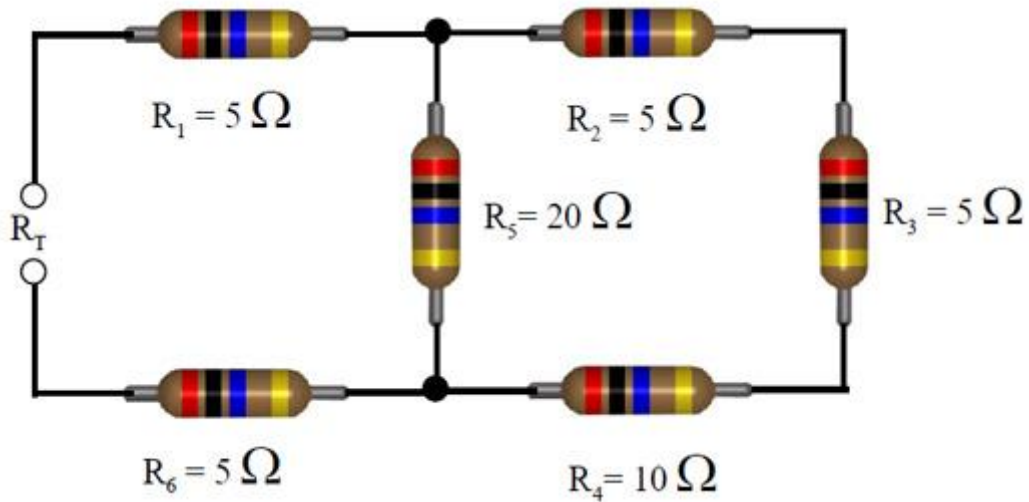
1. นำมัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดกระแส (mA) ให้มีค่าสูงไว้ก่อน
2. นำสายด้านไฟบวกของมัลติมิเตอร์ต่ออนุกรมเข้ากับด้านไฟบวกของแหล่งจ่ายไฟ
3. นำสายด้านไฟลบของมัลติมิเตอร์ต่ออนุกรมเข้ากับด้านไฟลบของแหล่งจ่ายไฟ
4. อ่านค่ากระแสที่ไหลผ่านในวงจร



แสดงการวัดค่ากระแสในวงจรขนาน

วงจรผสม

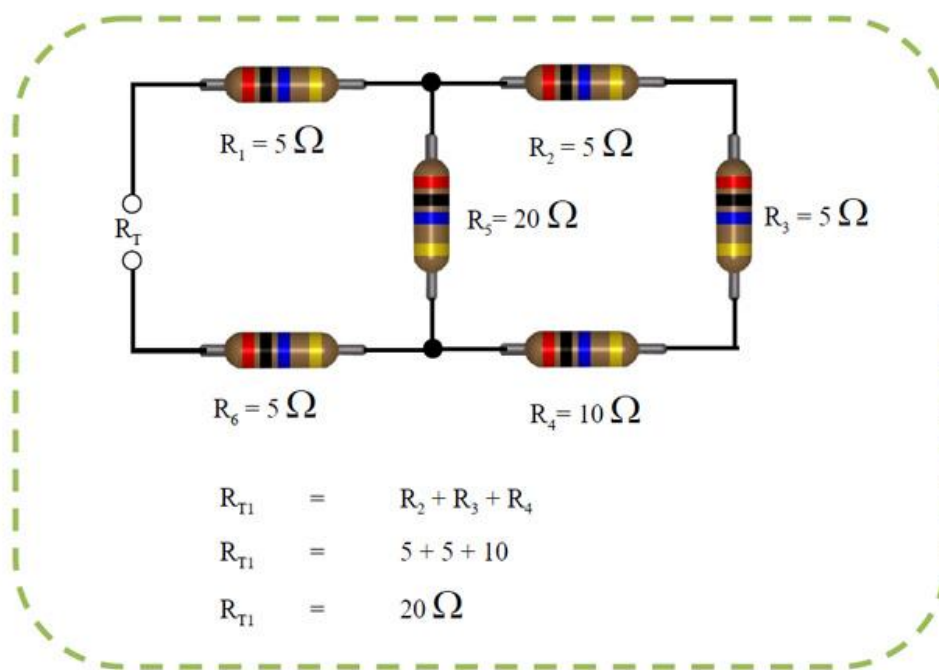
วงจรผสมคือ การนำโหนดมาต่ออนุกรมและขนานร่วมกันภายในวงจรเดียวกัน (ในหนังสือเล่มนี้จะขอใช้ตัวต้านทาน แทนโหนดทั่ว ๆ ไป)



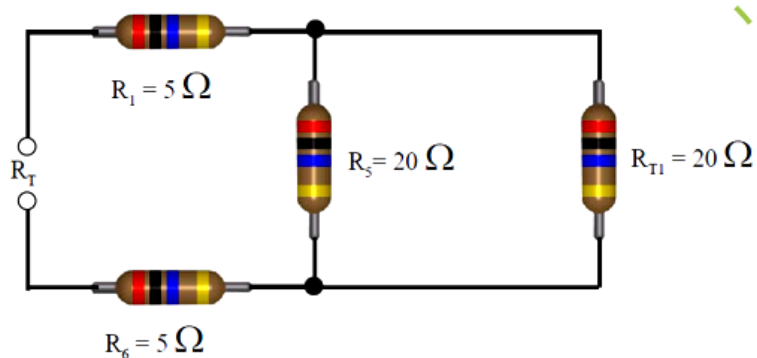
แสดงการต่อแบบผสม

การคำนวณค่าความต้านทาน

การคำนวณค่าความต้านทานจะใช้วิธีพิจารณาวงจร ในกรณีที่ต่อแบบอนุกรมจะนำค่าความต้านทานมาบวกกัน ในกรณีที่วงจรต่อแบบขนาน จะใช้สูตรขนานในการคิดคำนวณ จากรูปที่ 6.17 สามารถที่จะคำนวณค่าความต้านทานได้ดังนี้



เขียนวงจรใหม่ได้ดังนี้



$$R_{T2} = R_{T1} // R_5$$

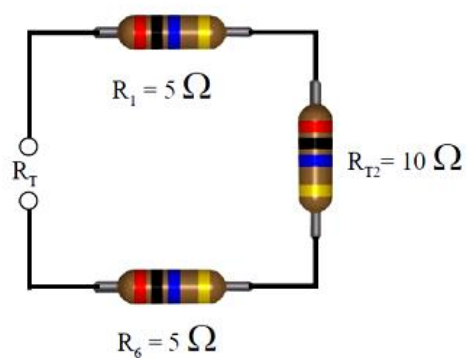
$$R_{T2} = \frac{R_{T1} \cdot R_5}{R_{T1} + R_5}$$

$$R_{T2} = \frac{20 \cdot 20}{20 + 20}$$

$$R_{T2} = \frac{400}{40}$$

$$R_{T2} = 10 \Omega$$

เขียนวงจรใหม่ได้ดังนี้

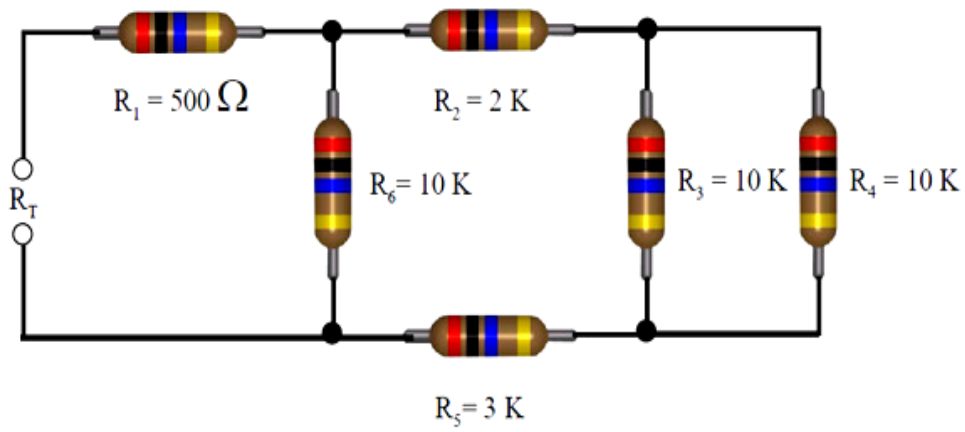


$$R_T = R_1 + R_{T2} + R_6$$

$$R_T = 5 + 10 + 5$$

$$R_T = 20 \Omega$$

จงคำนวณหาค่าความต้านทานรวมของวงจร



$$R_{T1} = R_3 // R_4$$

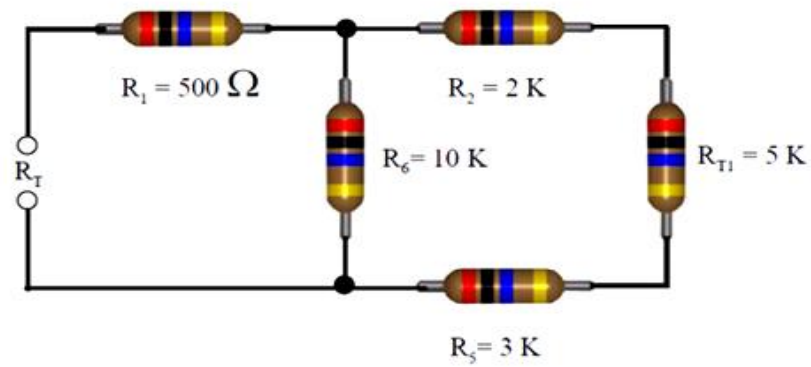
$$R_{T1} = \frac{R_3 \cdot R_4}{R_3 + R_4}$$

$$R_{T1} = \frac{10\text{K} \cdot 10\text{K}}{10\text{K} + 10\text{K}}$$

$$R_{T1} = \frac{100\text{K}}{20\text{K}}$$

$$R_{T1} = 5 \text{ K}\Omega$$

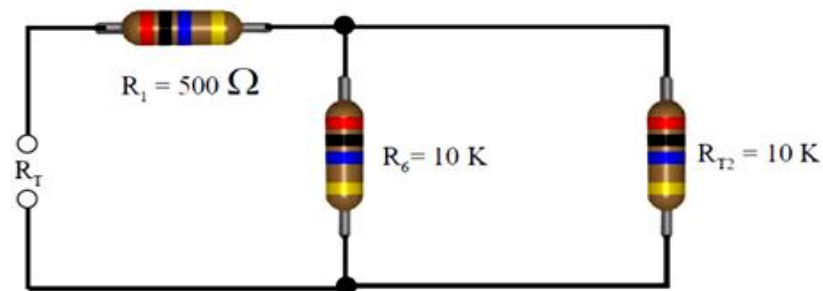
เขียนวงจรใหม่ได้ดังนี้



$$R_{T2} = R_2 + R_{T1} + R_5$$

$$R_{T2} = 2\text{K} + 5\text{K} + 3\text{K}$$

$$R_{T2} = 10 \text{ K}\Omega$$



$$R_{T3} = R_6 / R_{T2}$$

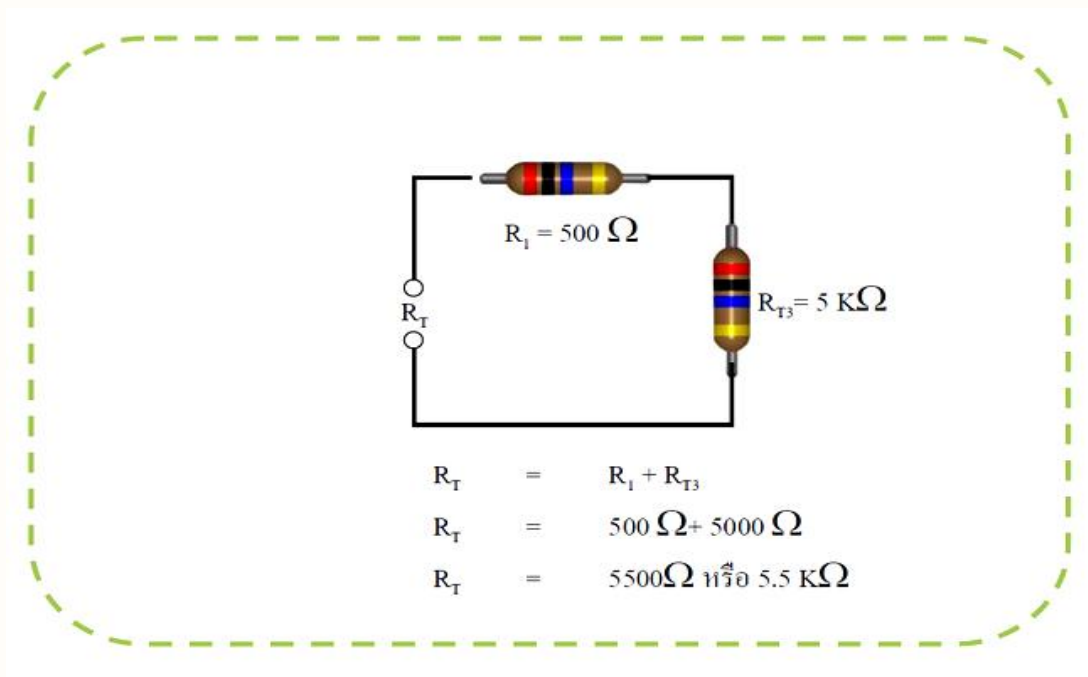
$$R_{T3} = \frac{R_6 \cdot R_{T2}}{R_6 + R_{T2}}$$

$$R_{T3} = \frac{10\text{K} \cdot 10\text{K}}{10\text{K} + 10\text{K}}$$

$$R_{T3} = \frac{100\text{K}}{20\text{K}}$$

$$R_{T3} = 5 \text{ K}\Omega$$

เขียนวงจรใหม่ได้ดังนี้



การวัดค่าแรงดันตกคร่อมในวงจรผสม

1. นำมัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดแรงดันไฟตรง (DCV) ให้มากกว่าแหล่งจ่าย (E)
2. นำสายดำนำไฟบวกของมัลติมิเตอร์ สัมผัสกับด้านไฟบวกของตัวต้านทานที่จะวัด
3. นำสายดำนำไฟลบของมัลติมิเตอร์ สัมผัสกับด้านไฟลบของตัวต้านทานที่จะวัด
4. อ่านค่าแรงดันตกคร่อมความต้านทาน

การวัดค่ากระแสไฟฟ้าในวงจรผสม

1. นำมัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดกระแส (mA) ให้มีค่าสูงไว้ก่อน
2. นำสายดำนำไฟบวกของมัลติมิเตอร์ต่ออนุกรมเข้ากับด้านไฟบวกของแหล่งจ่ายไฟ
3. นำสายดำนำไฟลบของมัลติมิเตอร์ต่ออนุกรมเข้ากับด้านไฟลบของแหล่งจ่ายไฟ
4. อ่านค่ากระแสที่ไหลผ่านในวงจร