

## การทดลอง

### การใช้โวลต์ – โอห์ม – มิลลิแอมมิเตอร์ (VOM)

#### วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาวิธีการใช้โวลต์-โอห์ม-มิลลิแอมมิเตอร์ (Volt-Ohm-Milliammeter, VOM)

#### อุปกรณ์

- |   |           |
|---|-----------|
| 1. โวลต์-โอห์ม-มิลลิแอมมิเตอร์ (VOM)      | 1 เครื่อง |
| 2. เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง               | 1 เครื่อง |
| 3. เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (หม้อแปลงไฟ) | 1 เครื่อง |
| 4. แผงต่อวงจร                             | 1 แผง     |

#### ทฤษฎี

ในวงจรไฟฟ้าอย่างง่ายโดยทั่วไป จะประกอบด้วยเครื่องจ่ายไฟและตัวต้านทาน (Resistor) หนึ่งตัวหรือหลาย ๆ ตัว โดยปริมาณไฟฟ้าพื้นฐานที่สำคัญในวงจรไฟฟ้าจะมี 3 ค่า คือ

1. ความต้านทาน (Resistance, R) มีหน่วยเป็น โอห์ม ( $\Omega$ )
2. ความต่างศักย์ (Potential Difference หรือ Voltage, V) มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)
3. กระแสไฟฟ้า (Current, I) มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

ปริมาณไฟฟ้างกล่าวข้างต้นนี้สามารถวัดได้โดยการใช้เครื่องมือวัดเฉพาะแต่ละค่า โดยมีชื่อเรียกต่างกันดังนี้คือ **โอห์มมิเตอร์** สำหรับวัดค่าความต้านทาน **โวลต์มิเตอร์** สำหรับวัดค่าความต่างศักย์ และ **แอมมิเตอร์หรือมิลลิแอมมิเตอร์** สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้า ซึ่งเครื่องมือวัดเหล่านี้จะใช้กัลวานอมิเตอร์แบบขดลวดเคลื่อนที่ (Moving coil galvanometer) เป็นส่วนประกอบสำคัญที่ต้องมีการดัดแปลงปรับปรุง เพื่อให้กัลวานอมิเตอร์เพียงตัวเดียวนี้สามารถวัดปริมาณไฟฟ้าทั้ง 3 ค่าดังกล่าวได้ และเรียกเครื่องมือวัดนี้ว่า **โวลต์-โอห์ม-มิลลิแอมมิเตอร์ (Volt-Ohm-Milliammeter, VOM) หรือ มัลติมิเตอร์ (Multimeter)**

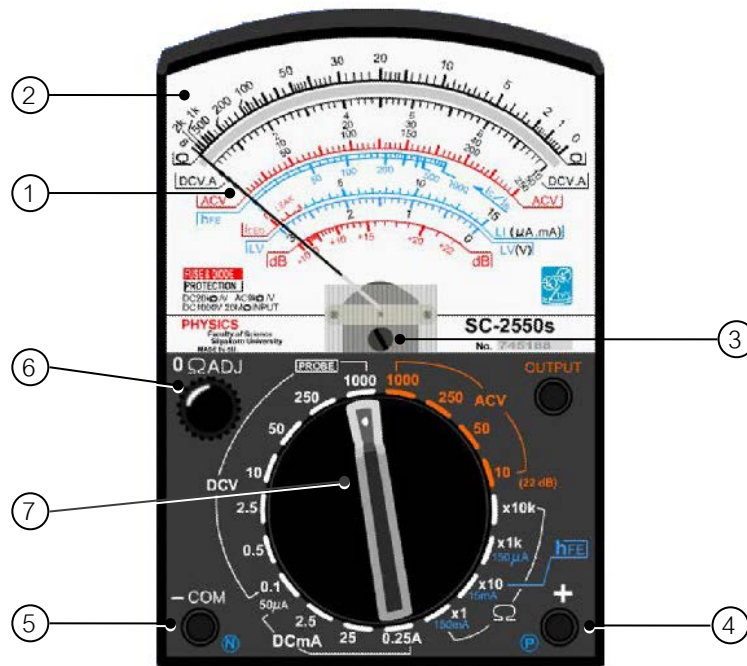
VOM ทั่วไปจะวัดปริมาณไฟฟ้าพื้นฐานได้อย่างน้อย 4 ชนิด คือ ความต้านทาน (R) ไฟฟ้ากระแสตรง (DCA) ความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DCV) และความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV) สำหรับปริมาณอื่นๆ นอกจาก 4 ค่านี้ มิเตอร์บางเครื่องอาจวัดปริมาณไฟฟ้ากระแสสลับ (ACA) ได้ บางเครื่องอาจใช้วัดค่าความจุของตัวเก็บประจุ วัดอุณหภูมิ หรือใช้ตรวจสอบอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์บางชนิดได้ เช่น ตรวจสอบทรานซิสเตอร์ เป็นต้น

VOM สามารถแบ่งตามวิธีการแสดงค่าได้เป็น 2 แบบ คือ

1. แบบเข็มชี้ค่าบนสเกล (Analog VOM)
2. แบบตัวเลข (Digital VOM)

#### 1. ส่วนประกอบและลักษณะภายนอกของ VOM แบบ Analog ที่ใช้ในการทดลอง

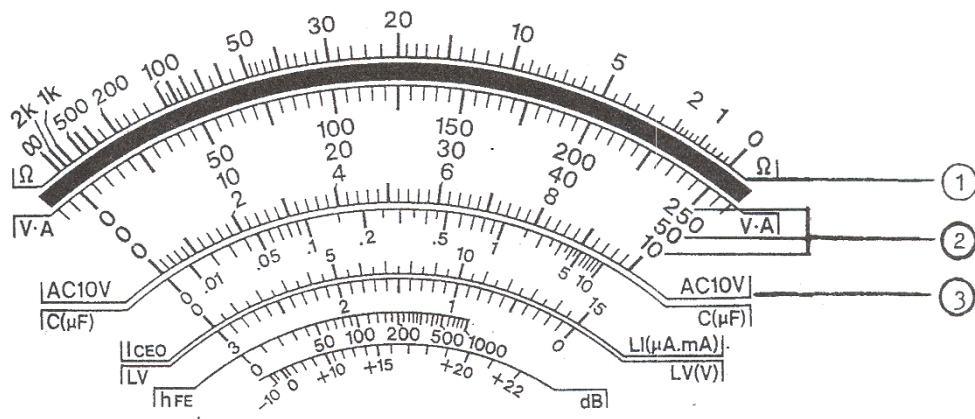
VOM ที่ใช้ในการทดลองนี้เป็นแบบ Analog VOM คือ เป็นมิเตอร์แบบที่ใช้เข็มอ่านค่าต่างๆ บนหน้าปัดซึ่งมีสเกลอยู่หลายชุด ดังรูปที่ 1



รูปที่ 1 ส่วนประกอบของ VOM แบบ Analog

- ① คือ เข็มมิเตอร์
- ② คือ หน้าปัดแสดงสเกลของค่าต่าง ๆ ที่วัดได้โดยมิเตอร์
- ③ คือ สกรูสำหรับปรับให้เข็มมิเตอร์ชี้ที่ตำแหน่งเลขศูนย์ทางด้านซ้ายมือของสเกล โดยให้ปรับในขณะที่ยังไม่ได้ใช้งานเท่านั้น
- ④ คือ ขั้วสำหรับต่อสายวัดบวก ปกตินิยมใช้สายวัดสีแดง
- ⑤ คือ ขั้วสำหรับต่อสายวัดลบ หรือ สายร่วม (common) ปกตินิยมใช้สายวัดสีดำ
- ⑥ คือ ปุ่มปรับให้เข็มมิเตอร์อ่านที่ศูนย์โอห์ม ในขณะที่นำปลายของสายวัดทั้งสองแตะกัน โดยต้องระวังไม่ให้ส่วนใดส่วนหนึ่งของร่างกายไปแตะสัมผัสกับปลายของสายวัดที่เป็นโลหะ
- ⑦ คือ สวิตช์เลือกหน้าที่และพิสัย (range) ของปริมาณไฟฟ้าที่ต้องการวัด

สเกลของมิเตอร์โดยทั่วไปจะแสดงค่าของปริมาณไฟฟ้าและปริมาณทางอิเล็กทรอนิกส์ที่มิเตอร์สามารถวัดได้ สำหรับการทดลองนี้จะเป็นการศึกษาการใช้มิเตอร์ในการวัดปริมาณไฟฟ้า 4 ค่า คือ ความต้านทาน ปริมาณไฟฟ้ากระแสตรง ความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง และปริมาณไฟฟ้ากระแสสลับ รูปที่ 2 แสดงถึงสเกลของมิเตอร์ที่ใช้วัดค่าต่าง ๆ ดังกล่าวข้างต้น



รูปที่ 2 สเกลต่างๆ บนหน้าปัดของมิเตอร์

- ① คือ สเกลแสดงค่าความต้านทาน ( $\Omega$ ) โดยค่าศูนย์โอห์มจะอยู่ขวามือของสเกล
- ② คือ สเกล DCV, DCA เป็นสเกลสีดำใช้สำหรับอ่านค่า ต่อไปนี้
  - DCV เมื่อปรับสวิตช์เลือกหน้าที่และพีสัยไว้ที่ตำแหน่งสำหรับวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC Voltage)
  - DCA เมื่อปรับสวิตช์เลือกหน้าที่และพีสัยไว้ที่ตำแหน่งสำหรับวัดค่าไฟฟ้ากระแสตรง (DC current)
- ③ คือ สเกล ACV เป็นสเกลสีแดงใช้สำหรับอ่านค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (AC Voltage) โดยใช้ตัวเลขชุดเดียวกับ DCV, A

ส่วนพีสัย (range) ของการวัดแต่ละปริมาณและความแม่นยำ (accuracy) ได้แสดงไว้ในตารางที่ 1

ตารางที่ 1 ค่าพีสัยและความแม่นยำของการวัดปริมาณไฟฟ้าต่างๆ

| ปริมาณไฟฟ้า | พีสัย ( range )   | ค่าความแม่นยำ ( accuracy ) |
|-------------|---|----------------------------|
| DCV         | 0 - 0.5 V, 2.5 V, 10 V, 50 V, 250 V, 1000 V                 | $\pm 3\%$ f.s.             |
| DCA         | 0 - 50 $\mu$ A, 25 mA, 250 mA, 0.25 A                       | $\pm 3\%$ f.s.             |
| ACV         | 0 - 10 V, 50 V, 250 V, 1000 V                               | $\pm 4\%$ f.s.             |
| $\Omega$    | $\times 1$ , $\times 10$ , $\times 1k$ , $\times 10k\Omega$ | $\pm 3\%$ of arc           |

f.s. = full scale (ค่าเต็มสเกลหรือค่าสูงสุดของพีสัย)

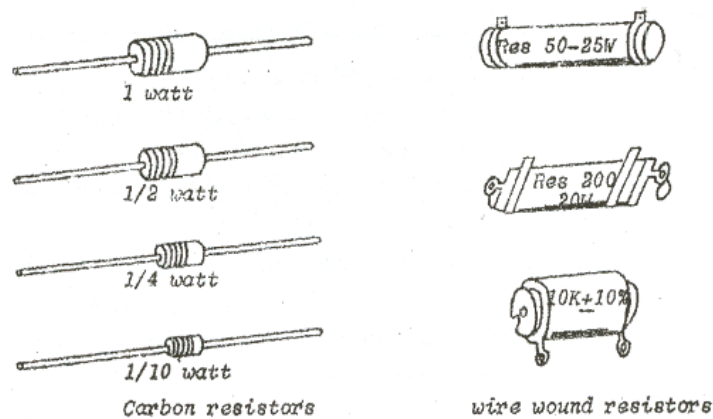
ค่าความแม่นยำเต็มสเกล เช่น  $\pm 3\%$  f.s. หมายความว่า ถ้าวัดได้  $x$  หน่วย พีสัยที่วัดมีค่าเต็มสเกล  $y$  หน่วย ค่าที่ถูกต้องจะอยู่ระหว่าง  $x \pm 3y/100$  หน่วย เช่น เมื่อวัดไฟฟ้ากระแสตรงโดยพีสัยที่อ่านสูงสุดได้ 250 mA ความผิดพลาดจะเป็น  $\pm 7.5$  mA (คือ  $\pm 3\%$  ของ 250 mA) ถ้าอ่านกระแสได้ 150 mA ค่าที่ถูกต้องจะอยู่ระหว่าง  $150 \pm 7.5$  mA (หรือระหว่าง 142.5 - 157.5 mA) เป็นต้น

ถ้าปริมาณกระแสต่ำกว่า 250 mA ควรจะเปลี่ยนพีสัยการอ่านเป็น 0 - 25 mA จะทำให้ได้ค่าความผิดพลาดเป็น  $\pm 0.75$  mA ซึ่งถ้าใช้พีสัยเดิม (250 mA) ความผิดพลาดจะเพิ่มเป็น 10 เท่า นั้น

คือถ้าอ่านได้ 20 mA เมื่อใช้พิสัยต่ำ ค่าที่ถูกต้องจะอยู่ระหว่าง  $20 \pm 0.75$  mA แต่ถ้าใช้พิสัยสูงจะได้ค่าอยู่ระหว่าง  $20 \pm 7.5$  mA

## 2. การวัดค่าความต้านทาน

ตัวต้านทานในวงจรไฟฟ้า โดยปกติจะทำหน้าที่ต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร ชนิดของตัวต้านทานที่ใช้ในวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์มีหลายแบบ เช่น แบบคาร์บอน (Cracked carbon) แบบขดลวด (Wire wound) และแบบเคลือบด้วยฟิล์ม (Deposited film) เป็นต้น แต่ละแบบจะเหมาะสำหรับงานแต่ละชนิด การกำหนดขนาดของตัวต้านทานจะบอกเป็นหน่วย กำลังไฟฟ้า (Power) ซึ่งเรียกว่า วัตต์ (Watt, W) และ มีขนาดตั้งแต่ 1/10 วัตต์ จนถึงมากกว่าหลายสิบบวัตต์



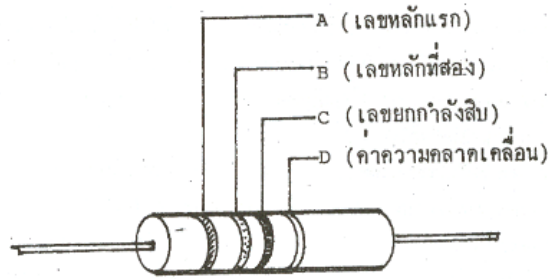
รูปที่ 3 ตัวต้านทานแบบต่างๆ

ค่าความต้านทานเป็นค่าคงที่ซึ่งแสดงถึงอัตราส่วนของความต่างศักย์ต่อหน่วยกระแสที่ไหลผ่านในขณะนั้น (เมื่ออุณหภูมิคงที่) ตัวต้านทานแต่ละแบบ นอกจากจะจำกัดขนาดกำลังไฟฟ้าแล้ว ยังมีช่วงค่าความต้านทานต่ำ (มักจะไม่เกิน 1000  $\Omega$ ) แต่ใช้กับวงจรกินกำลังไฟฟ้ามากได้ (มากกว่า 5 W) เป็นต้น

ค่าความต้านทานอาจจะอ่านได้จากแถบสีที่ปรากฏบนตัวต้านทาน หรือวัดได้โดยการใช้มิเตอร์

### 2.1 การอ่านค่าความต้านทานจากแถบสี

แถบสีที่ปรากฏบนตัวต้านทานจะมี 4 แถบ คือ A, B, C และ D ดังรูปที่ 4 แถบสี 3 แถบแรก (A, B, C) มี 10 สี แทนด้วยตัวเลข 0-9 ส่วนแถบ D แสดงถึงความคลาดเคลื่อน (Error หรือ Tolerance) ของค่าความต้านทาน ดังตารางที่ 2



รูปที่ 4 ลักษณะแถบสีบนตัวต้านทาน

ตารางที่ 2 ค่าตัวเลขของแถบสี A, B, C และ ค่าความคลาดเคลื่อนของแถบสี D

| แถบสี A,B และ C | ตัวเลข |
|-----------------|--------|
| น้ำตาล          | 1      |
| แดง             | 2      |
| ส้ม             | 3      |
| เหลือง          | 4      |
| เขียว           | 5      |
| ฟ้า             | 6      |
| ม่วง            | 7      |
| เทา             | 8      |
| ขาว             | 9      |
| ดำ              | 0      |

| แถบสี D | ค่าความคลาดเคลื่อน |
|---------|--------------------|
| ทอง     | $\pm 5\%$          |
| เงิน    | $\pm 10\%$         |
| ไม่มีสี | $\pm 20\%$         |

แถบสี A และ B แสดงค่าความต้านทานเป็นเลขนัยสำคัญสองตำแหน่งแรก ส่วนแถบ C แสดงถึงเลขยกกำลังของ 10 ค่าความต้านทาน จึงอ่านจากแถบสีได้ดังนี้

$$R = AB \times 10^C \pm D$$

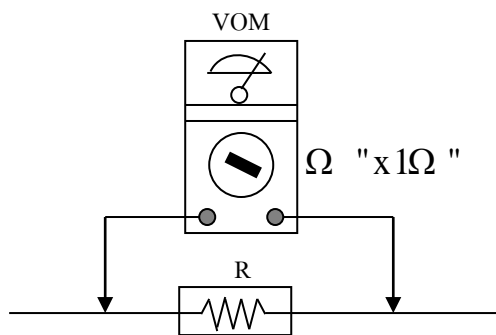
เช่น ตัวต้านทานตัวหนึ่งมีแถบสีเรียงตามลำดับ A ถึง D ดังนี้ เหลือง (เลข 4) ม่วง (เลข 7) ส้ม (เลข 3) และทอง ( $\pm 5\%$ ) ดังนั้น ค่าความต้านทานที่อ่านได้ จะเป็น  $47 \times 10^3 \pm 5\% \Omega$  ซึ่งจะเขียนในรายงานผลการทดลองได้เป็น  $4.7 \times 10^4 \pm 5\% \Omega$  หรือ ตัวต้านทานนี้จะมีค่าอยู่ระหว่าง 44,650 – 49,350  $\Omega$  เป็นต้น

## 2.2 การวัดค่าความต้านทานด้วย VOM แบบ Analog มีขั้นตอนการวัดดังนี้

1. ตั้งสวิตช์เลือกหน้าที่และพิสัยของ VOM ไว้ที่ตำแหน่ง  $\Omega$  ตำแหน่งที่สูงสุดคือ “ $\times 1\Omega$ ”
2. นำปลายสายวัดทั้งสองข้างของ VOM มาแตะกัน โดยต้องระวังไม่ให้นิ้วมือไปแตะกับปลายของสายวัดส่วนที่เป็นโลหะ ถ้าเข็มชี้ที่ศูนย์โอห์ม (ทางขวามือ) ให้ปรับปุ่มศูนย์โอห์ม จนเข็มชี้ที่ศูนย์โอห์ม
3. แยกตัวต้านทานออกจากวงจร (คือไม่ต่อให้ครบวงจรกับตัวอุปกรณ์ใด ๆ ทั้งสิ้น โดยเฉพาะแหล่งกำเนิดไฟฟ้า)
4. นำปลายสายวัดทั้งสองแตะกับปลายทั้งสองข้างของตัวต้านทาน โดยระวังอย่าให้นิ้วมือแตะกับปลายของตัวต้านทานและสายวัดส่วนที่เป็นโลหะ ซึ่งจะให้สายวัดบวก (สีแดง) และสายวัดลบ (สีดำ) แตะปลายไหนของตัวต้านทานก็ได้ ดังรูปที่ 5 รอให้เข็มชี้อยู่นิ่ง จึงอ่านค่า
5. ถ้าเข็มชี้กระดิกหรือเบนไปทางซ้ายมากเกินไป แสดงว่าค่าความต้านทานมากกว่าพิสัยที่ตั้งไว้ซึ่งทำให้อ่านได้ไม่ละเอียด จะต้องทำการเลือกพิสัยใหม่ โดยพิสัยที่เหมาะสมจะพบว่าเข็มมิเตอร์ชี้ที่บริเวณประมาณกลางสเกลซึ่งจะทำให้ค่าที่อ่านได้จากการวัดมีความถูกต้องและแม่นยำสูง

**ข้อควรจำ** ทำการตั้งค่าศูนย์โอห์มตามข้อ 2 ทุกครั้งที่มีการเปลี่ยนพิสัย

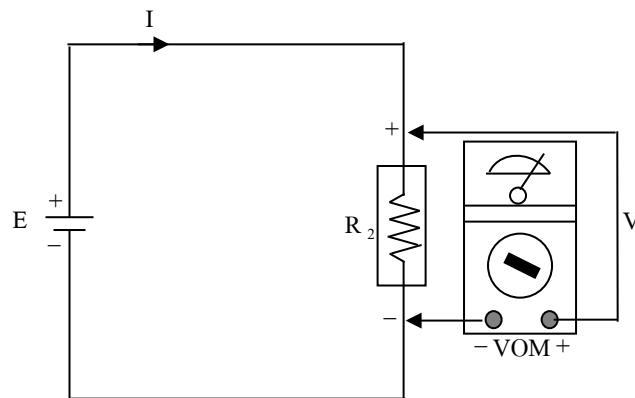
6. เมื่อวัดเสร็จแล้วต้องหมุนสวิตช์เลือกหน้าที่และพิสัยไปอยู่ที่ตำแหน่งที่ไม่ใช้วัดความต้านทาน โดยหมุนไปที่ตำแหน่ง OFF หรือตำแหน่ง 1000 DCV ไม่เช่นนั้นกระแสไฟฟ้าของแบตเตอรี่ภายในเครื่องมือจะถูกใช้ตลอดเวลา ทำให้สิ้นเปลืองไปโดยเปล่าประโยชน์



รูปที่ 5 การวัดความต้านทานโดยใช้ VOM

## 3. การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้า

ความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างจุดสองจุดในวงจร เป็นปริมาณงานที่ใช้ไปในการย้ายประจุไฟฟ้าหนึ่งหน่วยจากจุดที่มีความต่างศักย์สูงกว่าไปยังจุดที่ต่ำกว่า อัตราการไหลของประจุไฟฟ้า (กระแสไฟฟ้า) ระหว่างสองจุดนี้เกิดจากความต่างศักย์ไฟฟ้าหรือโวลต์เตจ (Voltage) นั้นเอง ในทางปฏิบัติการวัดโวลต์เตจก็คือการวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้าในวงจร การวัดความต่างศักย์ในวงจรหรือโวลต์เตจจะต้องใช้โวลต์มิเตอร์ หรือ VOM ที่ตั้งสวิตช์เลือกหน้าที่และค่าพิสัยที่ตำแหน่งสำหรับวัดความต่างศักย์ โดยต้องต่อมิเตอร์ขนานกับจุดสองจุดที่ต้องการวัดความต่างศักย์ เช่น แหล่งกำเนิดไฟฟ้า หรือตัวต้านทานในวงจร ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การวัดความต่างศักย์โดยใช้ VOM

### 3.1 การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DCV) ด้วย VOM แบบ Analog มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งสวิตช์เลือกหน้าที่และพิสัยที่ตำแหน่งสูงสุด คือ DCV 1000 V
2. เอาปลายสายวัดบวก (สีแดง) แตะที่ปลายบวกของส่วนของวงจรและปลายสายลบ (สีดำ) แตะที่ปลายลบของส่วนของวงจร นั่นคือ VOM จะต้องต่อขานหรือคร่อมส่วนของวงจรที่ต้องการวัดความต่างศักย์ อ่านค่าความต่างศักย์จากสเกลสีดำ (สเกลหมายเลข 2 ในรูปที่ 2) และมีตัวเลขแสดงค่า 3 ชุด คือ 0 - 10, 0 - 50 และ 0 - 250 การอ่านค่าที่วัดได้ให้พิจารณาจากพิสัยที่เลือก และตัวเลขชุดที่สอดคล้องกับพิสัยนั้น ดังตารางที่ 3 เช่น ถ้าเข็มมิเตอร์ชี้ที่เลข 120 ของสเกลชุด 0 - 250 หากตั้งพิสัยไว้ที่ 2.5 V ตำแหน่งที่วัดจะมีค่า =  $120 \times 0.01 = 1.2 \text{ V}$  ถ้าตั้งพิสัยไว้ที่ 250 V ตำแหน่งที่วัดจะมีค่า =  $120 \times 1 = 120 \text{ V}$
3. เมื่อทำการวัดโดยตั้งพิสัยที่ 1000 DCV ตามข้อ 1 แล้วเข็มกระดิกน้อยมาก ให้ปรับลดค่าพิสัยลงทีละขั้น จนกระทั่งเข็มมิเตอร์ชี้ที่บริเวณกึ่งกลางหรือค่อนข้างมือของสเกลที่เหมาะสม จะทำให้ค่าที่อ่านได้จากการวัดมีความเที่ยงตรงสูง ทั้งนี้ต้องระวังไม่ให้เข็มมิเตอร์ชี้ตกสเกลทางขวามือเพราะจะทำให้มิเตอร์เสียได้

ตารางที่ 3 การอ่านค่าความต่างศักย์ที่ค่าพิสัยต่างๆ

| พิสัย  | ชุดตัวเลขที่เลือกใช้ | ตัวคูณกับค่าบนสเกลที่อ่านได้ | ค่าสูงสุดที่วัดได้เต็มสเกล | ช่วงค่าที่ควรเลือกใช้วัด |
|--------|----------------------|------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| 0.1 V  | 0 - 10               | $\times 0.01$                | 0.1 V                      | 0 - 0.1V                 |
| 0.5 V  | 0 - 50               | $\times 0.01$                | 0.5 V                      | 0.1 - 0.5V               |
| 2.5 V  | 0 - 250              | $\times 0.01$                | 2.5 V                      | 0.5 - 2.5V               |
| 10 V   | 0 - 10               | $\times 1$                   | 10 V                       | 2.5 - 10V                |
| 50 V   | 0 - 50               | $\times 1$                   | 50 V                       | 10 - 50V                 |
| 250 V  | 0 - 250              | $\times 1$                   | 250 V                      | 50 - 250V                |
| 1000 V | 0 - 10               | $\times 100$                 | 1000 V                     | 250 - 1000V              |

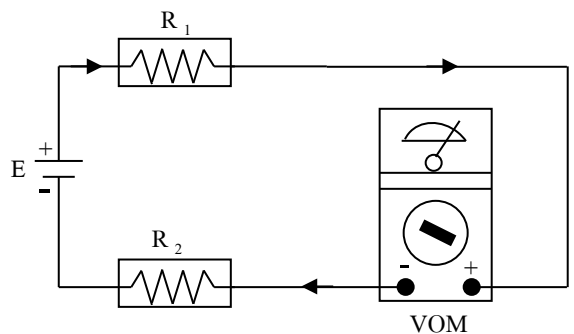
### 3.2 การวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV) ด้วย VOM แบบ Analog มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งสวิตช์เลือกหน้าที่และพิสัยอยู่ที่ตำแหน่ง ACV สูงสุด คือ ACV 1000 V
2. ต่อ VOM ขนานกับส่วนที่ต้องการวัด เหมือนกับการวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง แต่ไม่ต้องคำนึงถึงขั้วปลายสายวัดของ VOM
3. อ่านค่าความต่างศักย์จากสเกลสีแดง (สเกลหมายเลข 3 ในรูปที่ 2) ซึ่งเขียนกำกับว่า ACV โดยใช้ตัวเลข 3 ชุด และตัวคูณเช่นเดียวกับของ DCV ในตารางที่ 3
4. ถ้าอ่านค่าได้ไม่ละเอียดพอ (ใช้พิสัยสูงไป) ก็ให้ปรับพิสัยลดลงทีละขั้น จนกระทั่งเข็มมิเตอร์ชี้ที่บริเวณกึ่งกลางหรือค่อนข้างไปทางขวามือของสเกลที่เหมาะสม จึงจะได้ค่าที่มีความถูกต้องเที่ยงตรง ทั้งนี้ต้องระวังไม่ให้เข็มมิเตอร์ตกสเกลทางขวามือ เพราะทำให้มิเตอร์เสียหายได้

### 4. การวัดไฟฟ้ากระแสตรง (DCA)

ไฟฟ้ากระแสตรง หมายถึง อัตราการไหลของประจุไฟฟ้าจากบริเวณที่มีความต่างศักย์สูงไปสู่ที่ต่ำกว่าในหนึ่งหน่วยเวลา มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (Ampere, A) กระแสที่ไหลในวงจรใดๆ จะสัมพันธ์กับความต่างศักย์และตัวต้านทานในวงจรนั้นๆ (กฎของโอห์ม)

การวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรใดๆ จะต้องต่อแอมมิเตอร์หรือ VOM ที่ตั้งสวิตช์เลือกหน้าที่และพิสัยไว้ที่ตำแหน่งสำหรับวัดกระแสไฟฟ้า (DCA หรือ ACA ถ้ามี) เข้าในวงจรแบบอนุกรม ดังรูปที่ 7



รูปที่ 7 การวัดปริมาณกระแสไฟฟ้าในวงจร

### การวัดปริมาณไฟฟ้ากระแสตรงในวงจร (DCA) ด้วย VOM แบบ Analog มีขั้นตอนดังนี้

1. ตั้งสวิตช์เลือกหน้าที่และพิสัยให้อยู่ในตำแหน่ง DC mA สูงสุดคือ 0.25 A หรือ 250 mA
2. ต่อมิเตอร์เข้าไปในวงจรส่วนที่ต้องการวัดกระแสไฟฟ้า โดยการต่อแบบอนุกรม นั่นคือต่อปลายสายวัดบวก (สีแดง) กับด้านที่เป็นบวกในวงจร และต่อสายวัดลบ (สีดำ) กับด้านที่เป็นขั้วลบในวงจร (หากต่อผิด เข็มชี้จะตีกลับ ต้องกลับขั้วใหม่)
3. อ่านค่าปริมาณกระแสไฟฟ้าจากสเกลสีดำ (สเกลหมายเลข 2 ในรูปที่ 2) โดยใช้ตัวเลข 3 ชุด และตัวคูณตามตารางที่ 3
4. ถ้าค่าที่อ่านได้ไม่ละเอียดพอ ให้ปรับลดพิสัยลงทีละขั้น จนกระทั่งเข็มมิเตอร์ชี้ที่บริเวณกึ่งกลางหรือค่อนข้างไปทางขวาของสเกลที่เหมาะสม และอ่านค่าปริมาณกระแสไฟฟ้า ทำนองเดียวกับที่อ่านค่าความต่างศักย์

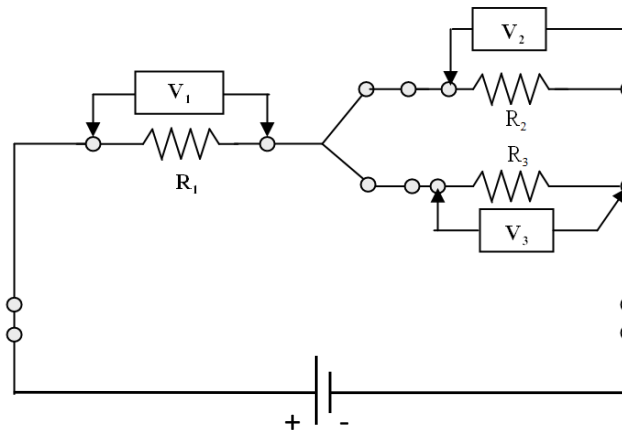
## วิธีการทดลอง

### ตอนที่ 1 การวัดค่าความต้านทาน

1. อ่านค่าความต้านทาน 3 ตัว  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$  ที่ติดอยู่กับแผงวงจร โดยอ่านจากแถบสีบนตัวต้านทาน แล้วบันทึกค่าไว้ (ระบุค่าความคลาดเคลื่อนด้วย)
2. ใช้ VOM วัดค่าความต้านทานของ  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$  ตามขั้นตอนการวัดค่าความต้านทานในหัวข้อ 2.2
3. เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าที่อ่านได้จากข้อ 1 และ ข้อ 2
4. คำนวณหาค่าความต้านทานรวมของวงจร โดยใช้ค่าความต้านทานที่ได้จาก VOM

### ตอนที่ 2 การวัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสตรง (DCV)

1. ตั้งสวิตช์เลือกหน้าที่และพิสัยของมิเตอร์ไปที่ตำแหน่ง DCV 50 V
2. เสียบปลั๊กเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง เปิดไฟเข้าเครื่อง
3. หมุนปุ่ม VOLT ของเครื่องจ่ายไฟ ให้เข็มชี้ที่ค่าความต่างศักย์ 10.0 V แล้วใช้ VOM วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้า โดยให้สายวัดบวก (สีแดง)แตะที่ Output + ของเครื่องจ่ายไฟ และสายวัดลบ (สีดำ)แตะที่ Output - ของเครื่องจ่ายไฟ จากนั้นปรับความต่างศักย์ของเครื่องจ่ายไฟให้เท่ากับ 10.0 V (โดยดูจากหน้าปัด VOM) แล้วปิดเครื่องจ่ายไฟ
4. ต่อสายไฟและเครื่องจ่ายไฟเข้าในวงจร ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 การต่อวงจรไฟฟ้า

5. เปิดไฟเข้าเครื่องจ่ายไฟ (ON) โดยไม่ต้องปรับค่าความต่างศักย์ของเครื่องจ่ายไฟอีก
6. ใช้ VOM วัดค่าความต่างศักย์ที่ตกคร่อม  $R$  ทั้ง 3 ตัว ตามขั้นตอนการทดลองในหัวข้อ 3.1 โดยการอ่านจากสเกลสีดำ และเลือกใช้ตัวเลข 3 ชุด กับตัวคูณตามตารางที่ 3 โดยไม่ต้องระบุค่าความคลาดเคลื่อน ในการอ่านค่าต้องเลือกพิสัยที่เหมาะสม คือ เลือกพิสัยที่เข็มของมิเตอร์ชี้ที่ประมาณกึ่งกลางหรือค่อนข้างไปทางขวามือของสเกล แล้วบันทึกในรายงานผลการทดลอง
7. คำนวณค่าความต่างศักย์รวมของวงจร และเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างตามที่กำหนดไว้ในแบบรายงานผลการทดลอง

**ตอนที่ 3** การวัดค่าไฟฟ้ากระแสตรง (DCA)

1. ตั้งสวิตช์เลือกหน้าที่และพิสัยของ VOM ไปที่ตำแหน่งสูงสุดของ DCA คือ 0.25 A
2. ถอดสายไฟออกจากแผงวงจรในช่วงที่ต้องการจะวัดกระแสไฟฟ้า แล้วต่อ VOM เข้าไปแทนที่ (ต่อแบบอนุกรม) โดยให้สายวัดบวก (สีแดง) ต่อเข้ากับขั้วบวก และสายวัดลบ (สีดำ) ต่อเข้ากับขั้วลบของวงจร
3. เปิดไฟเข้าเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง โดยยังคงตั้งค่าความต่างศักย์ 10.0 V เช่นเดียวกับการทดลองตอนที่ 2
4. อ่านค่ากระแสไฟฟ้า  $I_1$ ,  $I_2$  และ  $I_3$  จากสเกลสีดำ และเลือกใช้ตัวเลข 3 จุด และตัวคูณในตารางที่ 3 โดยเลือกพิสัยของ DCA ให้เหมาะสมตามขั้นตอนการทดลองในหัวข้อที่ 4 บันทึกค่า  $I_1$ ,  $I_2$  และ  $I_3$  ในรายงานผลการทดลอง
5. ปิดเครื่องจ่ายไฟ
6. คำนวณค่า  $I_1$ ,  $I_2$  และ  $I_3$  โดยใช้ข้อมูลค่า  $R_1$ ,  $R_2$  และ  $R_3$  และ  $V_1$ ,  $V_2$  และ  $V_3$  จากการทดลองตอนที่ 1 และ 2
7. เปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างของค่าไฟฟ้ากระแสตรงที่ได้จากการวัดในข้อ 4. และจากการคำนวณในข้อ 6.

**ตอนที่ 4** การวัดความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับ (ACV)

1. ตั้งสวิตช์เลือกหน้าที่และพิสัยของ VOM ไปที่ตำแหน่งของ ACV 50 V
2. ต่อเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับ (หม้อแปลงไฟ) เข้าที่ขั้วบวกและขั้วลบของแผงวงจร โดยไม่ต้องคำนึงถึงขั้วของเครื่องจ่ายไฟ และเปิดไฟเข้าเครื่องจ่ายไฟ
3. วัดค่าความต่างศักย์ของเครื่องจ่ายไฟด้วย VOM โดยปฏิบัติตามขั้นตอนการทดลองในหัวข้อ 3.2 แล้วบันทึกค่าในรายงานผลการทดลอง
4. ปิดเครื่องจ่ายไฟ
5. ต่อสายไฟเข้าไปในแผงวงจรให้ครบวงจร และต่อเครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเข้าในวงจร โดยไม่ต้องคำนึงถึงขั้ว
6. เปิดไฟเข้าเครื่องจ่ายไฟ
7. ใช้ VOM วัดค่าความต่างศักย์ไฟฟ้ากระแสสลับที่ตกคร่อมตัวต้านทานทั้ง 3 ตัว โดยอ่านจาก สเกลสีแดง และเลือกใช้ตัวเลข 3 จุด และตัวคูณในตารางที่ 3 บันทึกค่าในรายการทดลอง แล้วปิดเครื่องจ่ายไฟ
8. ปิด VOM โดยหมุนสวิตช์เลือกพิสัยไปที่ตำแหน่ง OFF ถ้า VOM เครื่องนั้นไม่มีตำแหน่ง OFF ให้หมุนสวิตช์ไปที่ตำแหน่ง 1000 DCV