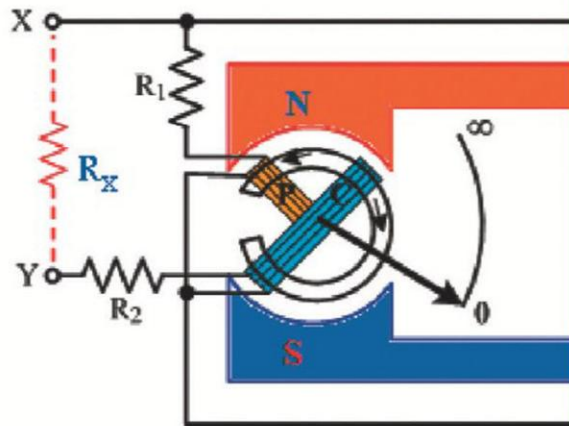


หน่วยที่ 4

เครื่องวัด ความต้านทาน



หัวข้อเรื่อง (Topics)

4.1

โอห์มมิเตอร์

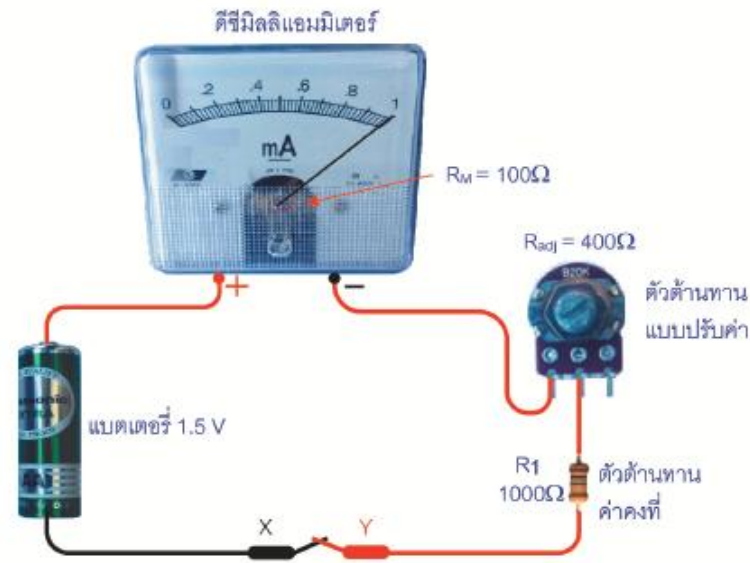
4.2

เมกโอห์มมิเตอร์

การหาค่าความต้านทานของตัวต้านทานด้วยวิธีการคำนวณดังกล่าว แม้ว่าจะสามารถทำได้ก็จริง แต่เกิดความยุ่งยากในการหาค่ามาก เพราะต้องทราบทั้งแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า นำค่าทั้งสองมาคำนวณด้วยกฎของโอห์ม หากต้องการทราบค่าความต้านทานหลาย ๆ ค่า ก็ต้องวัดแรงดันไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าหลายครั้ง พร้อมกับการนำค่าต่าง ๆ มาคำนวณหาความต้านทานหลายครั้ง ทำให้เกิดความยุ่งยาก อาจเกิดความผิดพลาดได้ ดังนั้นการนำโอห์มมิเตอร์วัดหาค่าความต้านทานจึงเป็นทางเลือกที่สะดวกและรวดเร็ว

4.1.1 โครงสร้างของโอห์มมิเตอร์

โอห์มมิเตอร์ (Ohmmeter) ออกแบบโดยการดัดแปลงจากแอมมิเตอร์ให้สามารถวัดค่าและแสดงค่าออกมาเป็นค่าความต้านทานได้โดยตรง เพราะคุณสมบัติของค่าความต้านทาน จะต้านการไหลของกระแสไฟฟ้าในวงจร



รูปที่ 4.2 วงจรเบื้องต้นของโอห์มมิเตอร์

จากรูปที่ 4.2 เป็นวงจรเบื้องต้นของโอห์มมิเตอร์ ประกอบด้วยแหล่งจ่ายแรงดันไฟกระแสตรง (แบตเตอรี่ 1.5 V) ต่ออันดับกับแอมมิเตอร์ วัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงได้เต็มสเกล 1 mA มีค่าความต้านทานภายในมิลลิแอมมิเตอร์ 100Ω และต่ออันดับกับตัวต้านทานปรับค่าได้ และตัวต้านทานค่าคงที่ รวมกันมีค่า $1,400\Omega$ ตัวต้านทานค่าคงที่ทำหน้าที่จำกัดไม่ไห้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านแอมมิเตอร์มากเกินไปกว่าค่าสูงสุดที่ได้ 1 mA ขั้วต่อ X-Y เป็นขั้วต่อสำหรับต่อวัดตัวต้านทานที่ต้องการวัดค่า และปรับแต่งสเกลหน้าปัดของมิลลิแอมมิเตอร์ให้เป็นโอห์มมิเตอร์ ขณะลัดวงจรที่จุด X-Y เข้าด้วยกัน จะต้องมีกระแสไหลผ่านมิลลิแอมมิเตอร์เต็มสเกลพอดี

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

$$I_M = \frac{E}{R_M + R_1}$$

เมื่อ $I_M = ?$

$$E = 1.5 \text{ V}$$

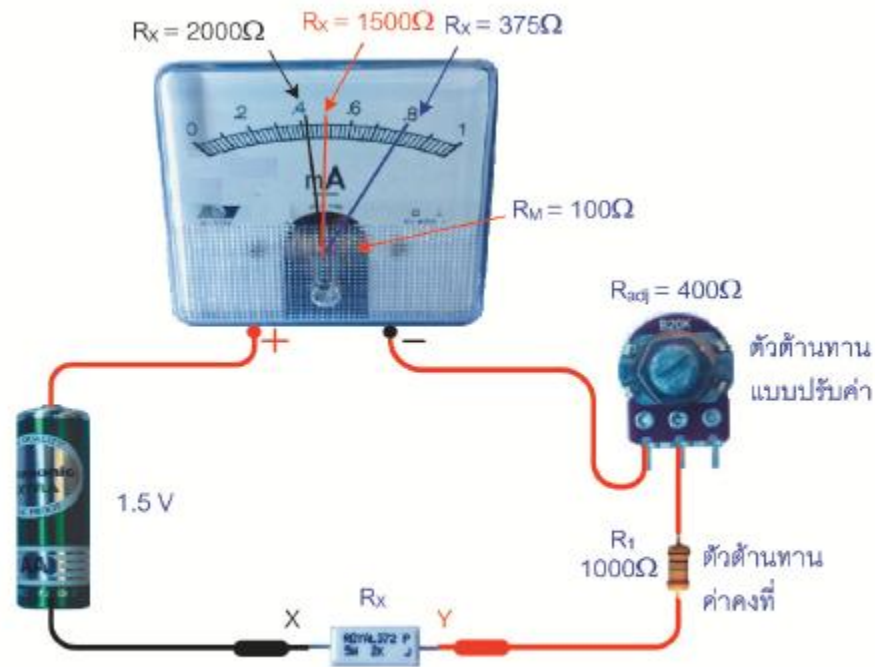
$$R_M = 100 \, \Omega$$

$$R_{\text{adj}} + R_1 = 1,400 \, \Omega$$

แทนค่า $I_M = \frac{1.5 \text{ V}}{100 \, \Omega + 1400 \, \Omega} = 1 \text{ mA}$

4.1.2 สเกลของโอห์มมิเตอร์

โอห์มมิเตอร์ถูกสร้างมาจากแอมมิเตอร์โดยอาศัยสภาวะการจำกัดกระแสไฟฟ้าของตัวต้านทานให้ไหลผ่านแอมมิเตอร์แตกต่างกันไป ดังนั้นการปรับแต่งสเกลของโอห์มมิเตอร์ทำได้โดยกำหนดค่าความต้านทานของตัวต้านทานหลาย ๆ ค่าจากค่าน้อยไปหาค่ามากตามลำดับ



รูปที่ 4.3 โอห์มมิเตอร์ต่อเพิ่มตัวต้านทาน R_x เพื่อปรับเปลี่ยนสเกล

จากรูปที่ 4.3 เป็นวงจรโอห์มมิเตอร์ที่ใส่ตัวต้านทานเพิ่มเข้าไป เพื่อใช้คำนวณค่าในการเปลี่ยนสเกลจากสเกลค่ากระแสไฟฟ้าเป็นสเกลวัดความต้านทาน ครั้งแรกกำหนดค่า $R_x = 0\Omega$ คือ ลัดวงจรจุด X-Y เข้าด้วยกัน มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมิลลิแอมมิเตอร์สูงสุด



รูปที่ 4.4 สเกลหน้าปัดของโอห์มมิเตอร์

จากรูปที่ 4.4 แสดงสเกลหน้าปัดของโอห์มมิเตอร์ จะเห็นได้ว่าช่องสเกลห่างไม่เท่ากันหรือไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear) ที่เป็นเช่นนี้เพราะการต่อความต้านทานเพิ่มเข้าไปในวงจรโอห์มมิเตอร์มีผลให้ค่าความต้านทานรวมในวงจรโอห์มมิเตอร์เปลี่ยนแปลงไป โดยความต้านทานที่ต่อเพิ่มเข้าไปจำกัดกระแสไฟฟ้าเข้ามิลลิแอมมิเตอร์เปลี่ยนแปลงไม่เป็นเชิงเส้นตามค่าความต้านทานที่ต่อเพิ่ม จึงส่งผลต่อสเกลของโอห์มมิเตอร์ไม่เป็นเชิงเส้นตามไปด้วย

4.1.3 การใช้งานโอห์มมิเตอร์

โอห์มมิเตอร์ที่ถูกสร้างขึ้นมาใช้งานจริงนั้นจะมีย่านวัดค่าความต้านทานหลายย่านวัดตั้งแต่วัดค่าความต้านทานต่ำ ๆ เป็นโอห์ม (Ω) ไปจนถึงวัดค่าความต้านทานสูง ๆ เป็นเมกโอห์ม ($M \Omega$) โดยมีสเกลค่าความต้านทานที่วัดได้เพียงสเกลเดียว ค่าที่อ่านได้จะเป็นค่าที่ถูกต้องเป็นค่าความต้านทานจริง การอ่านค่าจะต้องปฏิบัติ 2 ประการ คือ ประการแรกอ่านค่าความต้านทานบนสเกลที่ตำแหน่งเข็มชี้ชี้ค่าออกมาประการที่สองดูย่านหน้าปัดที่ตั้งไว้นำมาคูณกับค่าความต้านทานที่อ่านได้ แสดงดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ตัวอย่างโอห์มมิเตอร์

จากรูปที่ 4.5 เป็นตัวอย่างของโอห์มมิเตอร์ โดยโอห์มมิเตอร์บางรุ่นมีย่านหลายย่านวัด เช่น ย่านวัดคือ $R \times 1$, $R \times 10$, $R \times 100$, $R \times 1k$, $R \times 10k$, $R \times 100k$ มีตัวเลขบอกค่าบนของสเกลบอกไว้ดังนั้นในแต่ละย่านวัดสามารถวัดค่าความต้านทานออกมาได้ โดยนำค่าที่อ่านได้คูณกับย่านวัดที่ตั้งไว้

4.1.4 วิธีอ่านค่าความต้านทาน

โดยทั่วไปโอห์มมิเตอร์มีสเกลเพียงสเกลเดียว แต่มีหลายย่านวัด เช่น ย่านวัด $\times 1$, $\times 10$, $\times 100$, $\times 1k$ และ $\times 10k$ เป็นต้น การอ่านค่าจึงไม่ยุ่งยาก คืออ่านค่าบนสเกลที่เข็มชี้ค่า แล้วนำค่าที่อ่านได้ คูณกับย่านวัดที่ตั้งไว้ จะได้ค่าความต้านทานที่วัดออกมา ดังตัวอย่างเข็มชี้ค่าที่เลข 2 ค่าที่อ่านได้เป็นดังนี้

ตั้งย่าน R $\times 1$ อ่านค่าได้ $2 \times 1 = 2 \Omega$

ตั้งย่าน R $\times 10$ อ่านค่าได้ $2 \times 10 = 20 \Omega$

ตั้งย่าน R $\times 100$ อ่านค่าได้ $2 \times 100 = 200 \Omega$

ตั้งย่าน R $\times 1k$ อ่านค่าได้ $2 \times 1k = 2 k \Omega$

ตั้งย่าน R $\times 10k$ อ่านค่าได้ $2 \times 10k = 20 k \Omega$

การนำโอห์มมิเตอร์ไปวัดค่าความต้านทานของตัวต้านทาน ควรปฏิบัติดังนี้

1. ปรับสวิตช์เลือกย่านวัดไปในย่านที่ต้องการ หากไม่ทราบค่าความต้านทานที่จะวัดค่าให้ตั้งย่านวัดย่านต่ำสุดไว้ก่อนเสมอ

2. ลัดปลายสายวัดทั้งสองของโอห์มมิเตอร์เข้าด้วยกัน สังเกตเข็มชี้ป้ายเบนที่ตำแหน่ง 0Ω หรือไม่ ถ้าเข็มชี้ชี้ไม่ตรงตำแหน่ง 0Ω ต้องปรับแต่งปุ่มปรับโอห์มมิเตอร์ (OHMS ADJ) ที่หน้าปัด ให้เข็มชี้เคลื่อนที่ไปชี้ที่ตำแหน่ง 0Ω พอดี การปรับแต่งโอห์มมิเตอร์แสดงดังรูปที่ 4.6 (ก)



(ก) การปรับแต่งโอห์มมิเตอร์ก่อนการใช้งาน (ข) การใช้โอห์มมิเตอร์วัดค่าความต้านทาน

รูปที่ 4.6 การใช้โอห์มมิเตอร์

3. นำโอห์มมิเตอร์ที่ปรับแต่งเรียบร้อยแล้วไปวัดค่าความต้านทานได้ โดยต่อวัดดังรูปที่ 4.6 (ข)

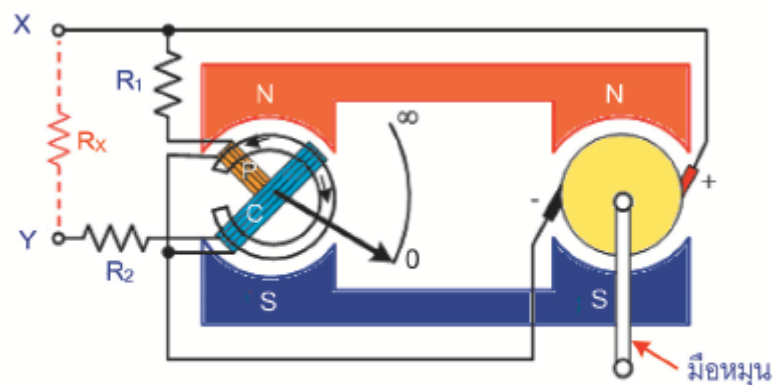
4. หากวัดแล้วเข็มชี้ไม่ขึ้นหรือขึ้นเล็กน้อย เข็มชี้ชี้บริเวณความต้านทานสูงใกล้ที่ค่า ∞ ต้องเปลี่ยนย่านวัดค่าความต้านทานใหม่ในย่านสูงขึ้นที่เหมาะสม ทุกครั้งที่เปลี่ยนย่านวัดควรปรับแต่งโอห์มมิเตอร์ให้พร้อมใช้งานก่อนเสมอ

เมกโอห์มมิเตอร์ (Meg-ohmmeter) เป็นโอห์มมิเตอร์อีกชนิดหนึ่งที่ใช้วัดค่าความต้านทานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่มีค่าความต้านทานสูง ๆ เป็นเมกโอห์มขึ้นไป หรือไว้สำหรับวัดความเป็นฉนวนไฟฟ้าที่นำมาใช้งาน มักนิยมเรียกว่าเมกเกอร์ (Megger) เมกโอห์มมิเตอร์มีสเกลหน้าปัดบอกค่าสเกลไว้เป็นเมกโอห์ม ($M \Omega$) โดยตรง รูปร่างของเมกโอห์มมิเตอร์แสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 ตัวอย่างเมกโอห์มมิเตอร์

จากรูปที่ 4.9 เป็นเมกโอห์มมิเตอร์ ภายในมีเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าตรง (DC Generator) รวมอยู่ด้วยกัน ทำหน้าที่จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้วงจรขณะทำการวัดค่าความต้านทานแทนแบตเตอรี่ ลักษณะโครงสร้างภายในเมกโอห์มมิเตอร์ แสดงดังรูปที่ 4.10



รูปที่ 4.10 โครงสร้างภายในเมกโอห์มมิเตอร์

จากรูปที่ 4.10 เป็นโครงสร้างภายในเมกโอห์มมิเตอร์ ประกอบด้วยเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้า กระแสตรงสามารถกำเนิดแรงดันไฟฟ้าสูงประมาณ 500 V และ 1,000 V แม่เหล็กถาวรแกนเหล็กรูปวงแหวน ขดลวดแรงดันไฟฟ้า P (Potential Coil) ขดลวดกระแสไฟฟ้า C (Current Coil) และตัวต้านทาน R1, R2 ขดลวด P และขดลวด C สามารถหมุนรอบแกนเหล็กรูปวงแหวนได้และมีเข็มชี้ยึดติดอยู่ด้วย ปกติเข็มชี้จะชี้ที่ตำแหน่งใดก็ได้ ไม่จำเป็นต้องชี้ที่ตำแหน่ง 0 Ω เพราะส่วนเคลื่อนไหวนៃของมิเตอร์ชนิดนี้ไม่มีสปริงกั้น หอยคอยควบคุมการบ่ายเบนกลับของเข็มชี้ แต่ก่อนการใช้งานควรจะปรับเข็มชี้ให้ชี้ที่ตำแหน่ง 0 Ω ก่อน

ถ้าไม่ได้ต่อตัวต้านทาน RX เข้าจุดวัด และเปิดจุดวัดออก เมื่อหมุนเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้า จะมีแรงดันไฟฟ้ากำเนิดขึ้นมาป้อนให้ตัวต้านทาน R1 และขดลวดแรงดันไฟฟ้า P ทำให้ขดลวดแรงดันไฟฟ้า P เกิดอำนาจแม่เหล็กผลักดันกับอำนาจแม่เหล็กถาวร ส่วนขดลวดกระแสไฟฟ้า C ไม่เกิดอำนาจแม่เหล็กอำนาจแม่เหล็กทั้งสองผลักดันกัน ทำให้เข็มชี้บ่ายเบนไปที่ตำแหน่ง ∞ ตัวต้านทาน R1 ที่ต่ออันดับกับขดลวดแรงดันไฟฟ้า P ทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดแรงดันไฟฟ้า P ไม่มากเกินไป

ถ้าลัดจุดต่อตัวต้านทาน RX เข้าด้วยกัน เมื่อหมุนเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้า ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทั้งขดลวดแรงดันไฟฟ้า P กับ R1 และขดลวดกระแสไฟฟ้า C กับ R2 เกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นที่ขดลวดทั้งสองชุดผลักดันกับอำนาจแม่เหล็กถาวร แต่เนื่องจากอำนาจแม่เหล็กของขดลวดกระแสไฟฟ้า C มีอำนาจแม่เหล็กมากกว่าขดลวดแรงดันไฟฟ้า P ทำให้เข็มชี้บ่ายเบนชี้ค่าที่ 0Ω ตัวต้านทาน R2 ที่ต่ออันดับกับขดลวดกระแสไฟฟ้า C ทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านขดลวดกระแส C ไม่มากเกินไป

เมื่อต่อตัวต้านทาน RX เข้าที่จุดต่อวัด และหมุนเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้า มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านทั้งขดลวดแรงดันไฟฟ้า P และขดลวดกระแสไฟฟ้า C อำนาจแม่เหล็กของขดลวดแรงดันไฟฟ้า P พยายามผลักดันให้เข็มชี้บ่ายเบนไปที่ตำแหน่ง ∞ ส่วนขดลวดกระแสไฟฟ้า C พยายามผลักดันให้เข็มชี้บ่ายเบนไปที่ตำแหน่ง 0 Ω การบ่ายเบนของเข็มชี้นี้จะบ่ายเบนไปทาง ∞ ได้มากหรือน้อย ขึ้นอยู่กับความต้านทาน RX ที่นำมาต่อวัด ถ้า RX มีค่าความต้านทานมากจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดกระแสไฟฟ้า C น้อย ทำให้ เข็มชี้ถูกบ่ายเบนไปทาง ∞ มาก ถ้า RX มีค่าความต้านทานน้อย มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดกระแสไฟฟ้า C มาก อำนาจแม่เหล็กขดลวดกระแสไฟฟ้า C เกิดมาก เข็มชี้ถูกบ่ายเบนไปทาง 0 Ω มาก นั่นคือการแสดงค่าความต้านทานที่วัดได้ออกมาในหน่วยของเมกโอห์ม