	แผนจัดการเรียนรู้	หน่วยที่ 3
	วิชา เครื่องวัดไฟฟ้า	สอนครั้งที่ 3
	ชื่อหน่วย แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	
เรื่อง/งาน	แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	จำนวน 1 ชั่วโมง

หัวข้อเรื่อง

1. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
2. โครงสร้างแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
3. การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
4. การต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดค่ากระแสไฟฟ้า
5. สเกลหน้าปัดและวิธีอ่านค่าสเกลแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

สาระสำคัญ

แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นเครื่องวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง โครงสร้างเบื้องต้นประกอบด้วยตัวต้านทานต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่ เรียกตัวต้านทานนี้ว่า ตัวต้านทานขนาน (Shunt Resistor) โดยตัวต้านทานนี้จะทำหน้าที่แบ่งกระแสไฟฟ้าจากขดลวดเคลื่อนที่ให้ไหลผ่านตัวต้านทานขนาน การต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อทำการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงในวงจรจะต้องต่ออนุกรม (Series) กับโหลดโดยให้ค่านิ่งถึงขั้วของแหล่งจ่ายไฟจะต้องตรงกับขั้วของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

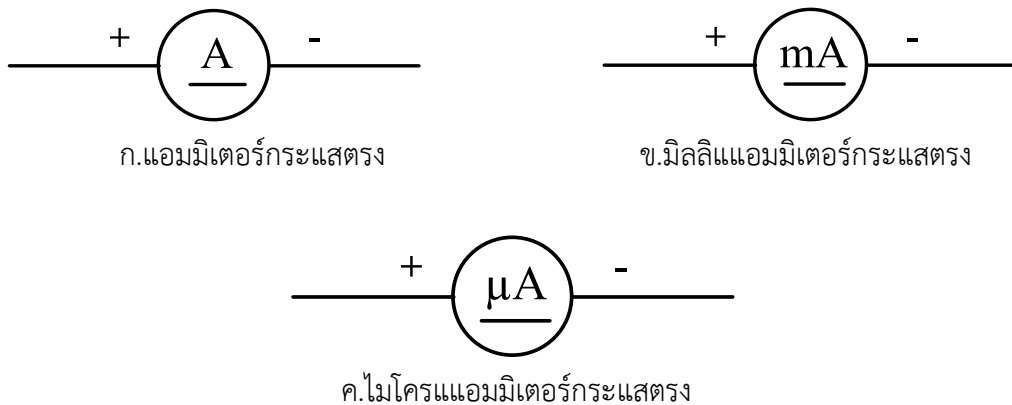
สมรรถนะที่พึงประสงค์ (ความรู้ ทักษะ คุณธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ)

- 1.1 อธิบายลักษณะแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างถูกต้อง
- 1.2 อธิบายโครงสร้างแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างถูกต้อง
- 1.3 คำนวณการขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างถูกต้อง
- 1.4 ต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดค่ากระแสไฟฟ้าได้อย่างถูกต้อง
- 1.5 อ่านค่าสเกลแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างถูกต้อง
- 1.6 มีความรับผิดชอบ ตรงต่อเวลา ปฏิบัติงานด้วยความรอบคอบ ปลอดภัย

หน่วยที่ 3 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

3.1 ลักษณะแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Ampmeter)

แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือเรียกว่า ดีซีแอมมิเตอร์ (DC Ampmeter) เป็นเครื่องวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรงในวงจร โดยสร้างมาจากเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นเพื่อให้สะดวกต่อการใช้งานมีหลายขนาดตามปริมาณกระแสที่จะทำการวัด เช่น ไมโครแอมมิเตอร์ (Microammeter) มิลลิแอมมิเตอร์ (Milliammeter) และแอมมิเตอร์ (Ammeter) ลักษณะแสดงดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 สัญลักษณ์ของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 3.2 มิลลิแอมมิเตอร์ (Milliammeter) ย่านวัดขนาด 0-1 mA



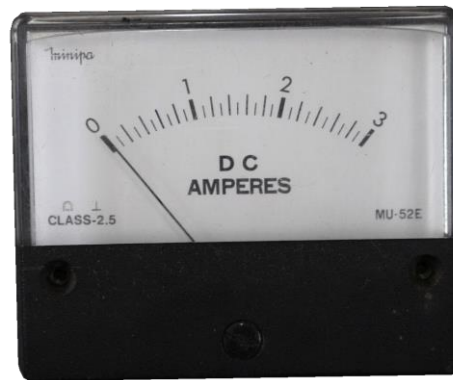
รูปที่ 3.3 มิลลิแอมมิเตอร์ (Milliammeter) ย่านวัดขนาด 0-100 mA



รูปที่ 3.4 มิลลิแอมมิเตอร์ (Milliammeter) ย่านวัดขนาด 0-500 mA



รูปที่ 3.5 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ย่านวัดขนาด 0-2 A



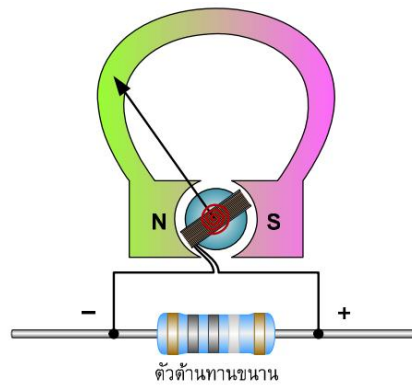
รูปที่ 3.6 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ย่านวัดขนาด 0-3 A



รูปที่ 3.7 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบหลายย่านวัด

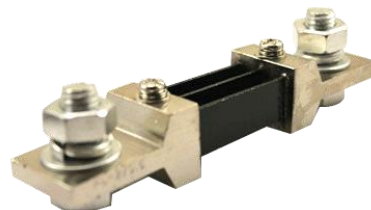
3.2 โครงสร้างแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโครงสร้างประกอบด้วย ตัวต้านทานต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่ โดยเรียกตัวต้านทานนี้ว่า ตัวต้านทานขนาน (Shunt Resistor) ตัวต้านทานนี้ทำหน้าที่แบ่งกระแสไฟฟ้าเกินจากขดลวดเคลื่อนที่ที่รับไม่ได้ให้ไหลผ่านตัวต้านทานขนาน ส่งผลทำให้แอมมิเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้น ถ้าความต้านทานขนานมีความต้านทานสูง แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะวัดกระแสไฟฟ้าได้ต่ำ ถ้าความต้านทานขนานมีความต้านทานต่ำ แอมมิเตอร์กระแสตรงจะวัดกระแสไฟฟ้าได้สูง ลักษณะโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงโครงสร้างแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
(ที่มา พันธุ์ศักดิ์ พุฒิมานิตพงศ์ และคณะ เครื่องวัดไฟฟ้า, 2557 หน้า 8)

ตัวต้านทานขนานสามารถต่อภายนอกได้ โดยนำตัวต้านทานมาต่อขนานกับแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งคุณสมบัติของตัวต้านทานที่นำมาต่อจะเป็นตัวต้านทานที่มีความต้านทานต่ำมากๆ ผลิตจากสารจำพวกโลหะ เช่น คอนสแตนแตน (Constantan) เป็นโลหะประกอบด้วยทองแดง 60% และนิกเกิลประมาณ 40% ทำออกมาในรูปแผ่นโลหะวางขนานห่างกันหลายแผ่นยึดแผ่นโลหะคอนสแตนแตนเหล่านี้ด้วยแท่นทองแดงทั้งสองด้าน ลักษณะแสดงดังรูปที่ 3.9



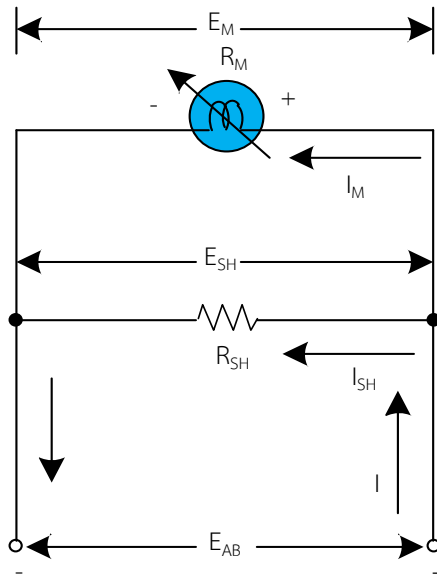
รูปที่ 3.9 ตัวต้านทานชนิดภายนอก ขนาด 300 A
(ที่มา www.mechashop.weloveshopping.com/store/product/)



รูปที่ 3.10 แสดงการต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงกับตัวต้านทานชนิดภายนอก ขนาด 200 A
(ที่มา www.mechashop.weloveshopping.com/store/cartserver/)

3.3 การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้สูงขึ้นทำได้โดยใช้ตัวต้านทานที่มีความเหมาะสมที่ได้จากคำนวณนำมาต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่ โดยให้พิจารณาจากค่ากระแสไฟฟ้าที่ต้องการให้แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดค่าได้ ลักษณะวงจรตามรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แสดงวงจรแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

จากรูปที่ 3.11 แสดงวงจรแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้ในการคำนวณ ประกอบด้วย ความต้านทานของขดลวดเคลื่อนที่ R_M ต่อขนานกับความต้านทาน R_{SH} เมื่อจ่ายกระแส I เข้า วงจรแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงกระแสไฟฟ้าจะแยกไหลเป็นสองทาง ทางหนึ่งจะไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่ R_M คือค่ากระแสไฟฟ้า I_M และกระแสไฟฟ้าจะไหลผ่าน ตัวต้านทานขนาน R_{SH} คือค่ากระแสไฟฟ้า I_{SH} อักษรย่อสามารถเขียนได้ดังนี้

R_M	= ความต้านทานขดลวดเคลื่อนที่	หน่วยเป็น โอห์ม (Ω)
R_{SH}	= ความต้านทานขนาน	หน่วยเป็น โอห์ม (Ω)
I	= กระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าไปในวงจร	หน่วยเป็น แอมแปร์ (A)
I_{SH}	= กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทานขนาน	หน่วยเป็น แอมแปร์ (A)
I_M	= กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดเคลื่อนที่	หน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

เมื่อนำคุณสมบัติวงจรรูปที่ 3.11 เป็นวงจรขนานมาพิจารณาสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$\begin{aligned} \text{คุณสมบัติแรงดัน} \quad E_{SH} &= E_M \\ \text{หรือ} \quad I_{SH}R_{SH} &= I_MR_M \end{aligned}$$

$$\therefore R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I_{SH}} \dots\dots\dots 3.1$$

จากรูป 3.11 เมื่อพิจารณาค่ากระแสจะได้

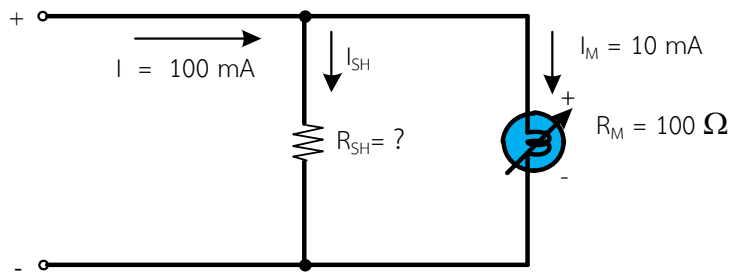
$$I = I_{SH} + I_M$$

$$\text{หรือ } I_{SH} = I - I_M$$

แทนค่า I_{SH} ด้วย $I - I_M$ ลงในสมการที่ 3.1 จะได้

$$\therefore R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I - I_M} \dots\dots\dots 3.2$$

ตัวอย่างที่ 3.1 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดกระแสได้เต็มสเกลได้ 10 mA มีค่าความต้านทานภายในขดลวดเคลื่อนที่ 100 Ω ถ้าต้องการขยายย่านวัดวัดกระแสได้เพิ่มขึ้นเป็น 100 mA ต้องใช้ตัวต้านทานขนานมาต่อค่าความต้านทานเท่าใด



รูปที่ 3.12 วงจรขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

วิธีทำ

จากสมการที่ 3.2

$$R_{SH} = \frac{I_M R_M}{I - I_M}$$

เมื่อ

$$R_M = 100 \Omega$$

$$I_M = 10 \text{ mA} \quad \text{หรือ} \quad 10 \times 10^{-3}$$

$$I = 100 \text{ mA} \quad \text{หรือ} \quad 100 \times 10^{-3}$$

แทนค่า

$$R_{SH} = \frac{10 \times 10^{-3} \times 100}{100 \times 10^{-3} - 10 \times 10^{-3}}$$

$$R_{SH} = \frac{1000 \times 10^{-3}}{90 \times 10^{-3}}$$

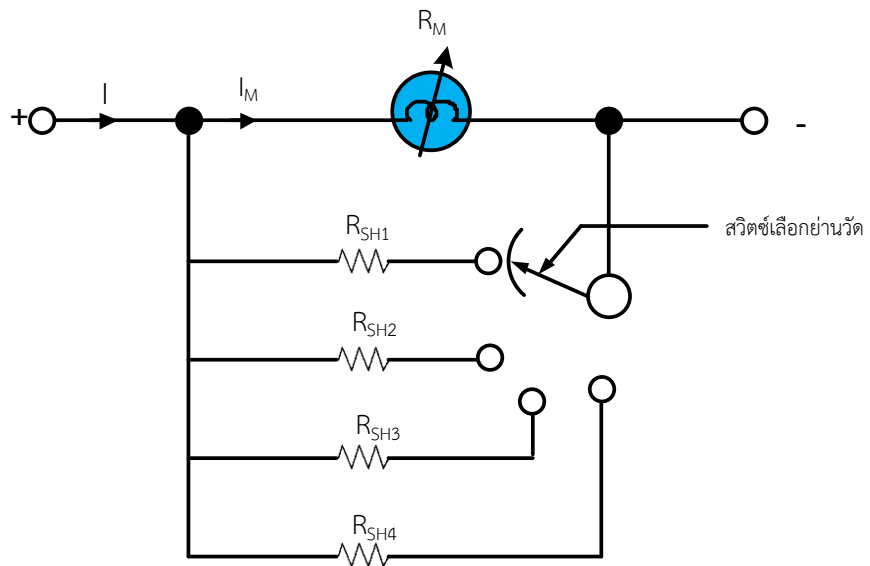
$$R_{SH} = 11.11 \Omega$$

ต้องใช้ตัวต้านทานขนาด 11.11 Ω มาต่อขนานกับวงจร

ตอบ

3.3.1 การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ที่มีหลายย่านวัด (Multirang Ammeter)

การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงหลายย่านวัดจะเหมือนกับการขยายย่านเดียวแต่จะใช้ตัวต้านทานขนานหลายตัวใช้สวิทช์เลือกย่านการวัด (Rang Selector Switch) เป็นตัวกลางในการต่อตัวต้านทานขนานที่มีค่าเหมาะสมกับย่านวัด ลักษณะตามรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 วงจรแอมมิเตอร์กระแสตรงที่มีหลายย่านวัด

จากรูปที่ 3.13 วงจรแอมมิเตอร์กระแสตรง แบบหลายย่านวัด ซึ่งมีจำนวน 4 ย่านวัดซึ่งสามารถคำนวณหาค่าความต้านทานขนานได้จากสูตรดังนี้

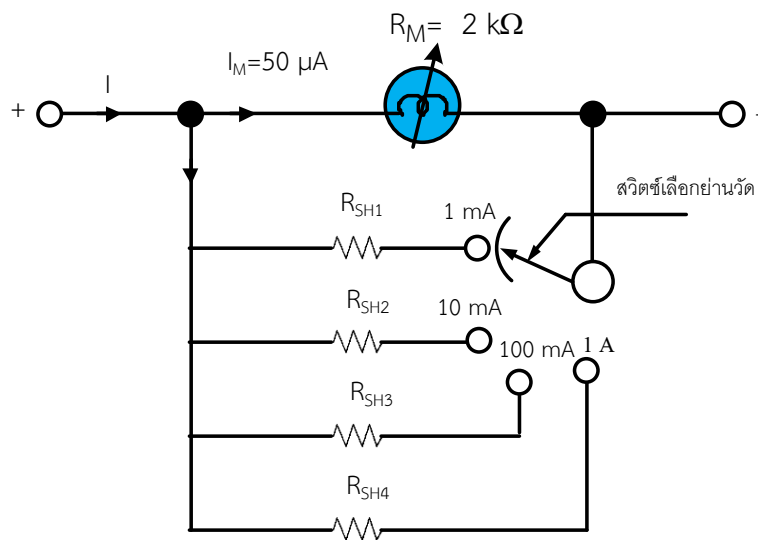
$$R_{SH1} = \frac{I_M R_M}{I_{SH1}} = \frac{I_M \times R_M}{I - I_M} \dots\dots\dots 3.3$$

$$R_{SH2} = \frac{I_M R_M}{I_{SH2}} = \frac{I_M \times R_M}{I - I_M} \dots\dots\dots 3.4$$

$$R_{SH3} = \frac{I_M R_M}{I_{SH3}} = \frac{I_M \times R_M}{I - I_M} \dots\dots\dots 3.5$$

$$R_{SH4} = \frac{I_M R_M}{I_{SH4}} = \frac{I_M \times R_M}{I - I_M} \dots\dots\dots 3.6$$

ตัวอย่างที่ 3.2 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ตามรูปที่ 2.8 มีกระแสไฟฟ้าไฟฟ้าและความต้านทานในขดลวดเคลื่อนที่ ขณะเข็มเบี่ยงเบนเต็มสเกลมีค่า 50 μ A และ 2 k Ω ต้องการขยายย่านวัดเป็น 1 mA , 10 mA , 100 mA และ 1 A จงคำนวณหาค่าความต้านทานในแต่ละย่านการวัด



รูปที่ 3.14 การขยายย่านวัดแบบหลายย่านวัด

วิธีทำ

ย่านวัด 1 mA
จากสมการที่ 2.8

$$R_{SH1} = \frac{I_M R_M}{I_{SH1}} = \frac{I_M \times R_M}{I - I_M}$$

$$R_{SH1} = \frac{50 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^3}{1 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-6}}$$

$$R_{SH1} = 105.2 \ \Omega \quad \text{ตอบ}$$

ย่านวัด 10 mA

$$R_{SH2} = \frac{50 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^3}{10 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-6}}$$

$$R_{SH2} = 10.05 \ \Omega \quad \text{ตอบ}$$

ย่านวัด 100 mA

$$R_{SH2} = \frac{50 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^3}{100 \times 10^{-3} - 50 \times 10^{-6}}$$

$$R_{SH2} = 1 \ \Omega \quad \text{ตอบ}$$

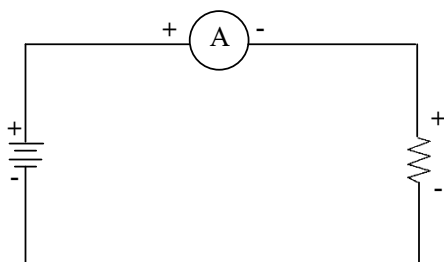
ย่านวัด 1 A

$$R_{SH2} = \frac{50 \times 10^{-6} \times 2 \times 10^3}{1 - 50 \times 10^{-6}}$$

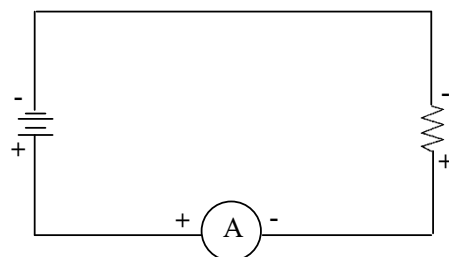
$$R_{SH2} = 0.10 \ \Omega \quad \text{ตอบ}$$

3.4 การต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดค่ากระแสไฟฟ้า

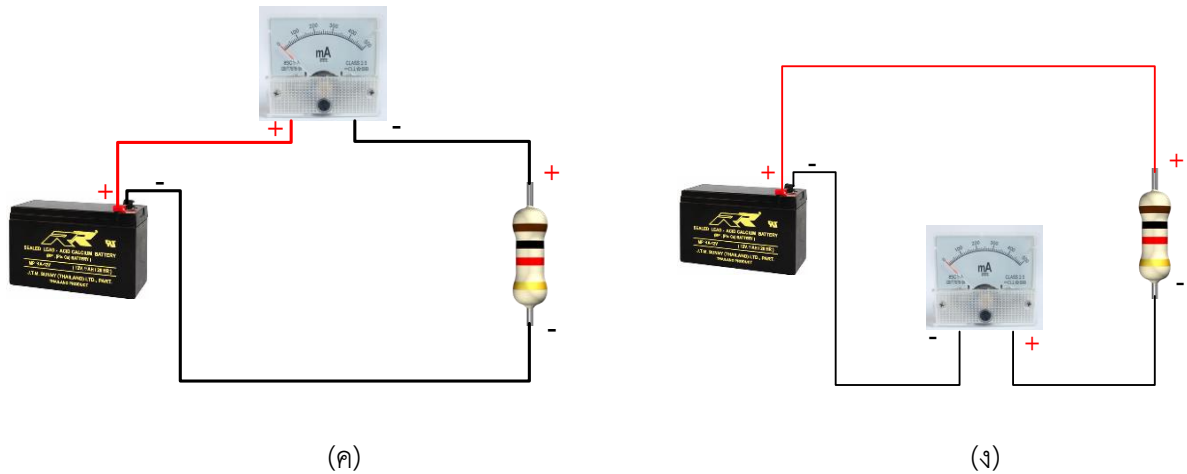
การต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงในวงจรจะต้องต่ออนุกรม (Series) กับโหลดโดยให้ค่านิ่งถึงขั้วของแหล่งจ่ายไฟจะต้องตรงกับขั้วของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือใช้หลักการ ไกล้ววกต่อบวก ไกล้วบต่อลบ หากต่อขั้วผิดจะทำให้เข็มตีกลับไม่สามารถวัดค่าได้ หรืออาจทำให้แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชำรุดได้ ลักษณะการต่อตามรูปที่ 3.15



(ก)



(ข)



รูปที่ 3.15 การต่อแอมมิเตอร์กระแสตรงวัดกระแสไฟฟ้าวัดกระแสวงจไฟฟ้า

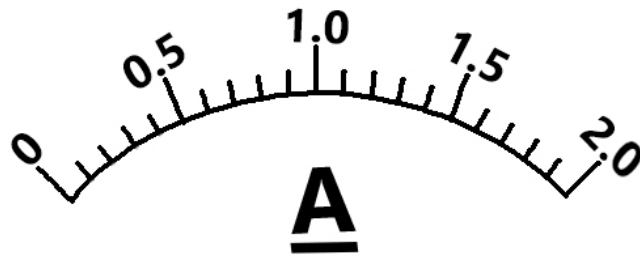
3.5 สเกลหน้าปัดและวิธีอ่านค่าสเกลแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

สเกลหน้าปัดของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะเป็นแบบเชิงเส้น (Linear Scale) จะมีเลขศูนย์อยู่ด้านซ้ายของสเกลและตัวเลขจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นลำดับตามปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้น เมื่อไม่ได้ใช้งานเข็มแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะชี้ค่าที่เลขศูนย์ เมื่อมีกระแสไฟฟ้าจ่ายให้กับแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเข็มจะค่อยๆ บ่ายเบนไปทางขวามือ ตามปริมาณของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ลักษณะแสดงดังรูปที่ 3.16



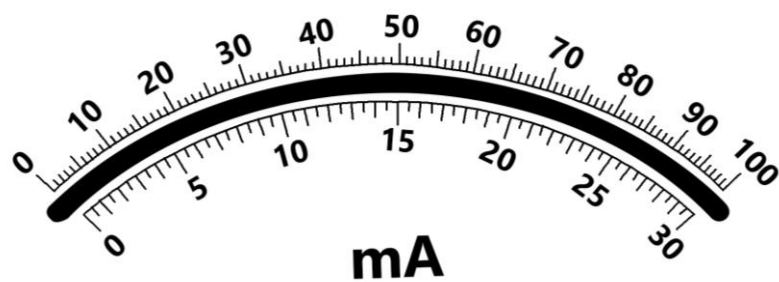
รูปที่ 3.16 สเกลมิลลิแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ย่านวัด 0-500 mA

จากรูปที่ 3.16 แสดงลักษณะของสเกลหน้าปัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แสดงค่ากระแสออกมาในหน่วยมิลลิแอมแปร์ (mA) โดยจะมีค่ากระแสไฟฟ้าวัดได้เต็มสเกล 0-500 mA



รูปที่ 3.17 สเกลแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ย่านวัด 0-2 A

จากรูปที่ 3.17 แสดงลักษณะของสเกลหน้าปัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แสดงค่ากระแสออกมาในหน่วยแอมแปร์ (A) โดยจะมีค่ากระแสไฟฟ้าวัดได้เต็มสเกล 0-2.5 A



รูปที่ 3.18 สเกลมิลลิแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบหลายย่านวัด

จากรูปที่ 3.18 แสดงลักษณะของสเกลหน้าปัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ แสดงค่ากระแสออกมาในหน่วยมิลลิแอมแปร์ (mA) โดยจะมีค่ากระแสไฟฟ้าวัดได้เต็มสเกล 0-30 mA , 0-100 mA การเลือกย่านวัดควรเลือกให้เหมาะสมกับกระแสไฟฟ้าที่ทำการวัดถ้าไม่ทราบค่ากระแสไฟฟ้าให้ตั้งย่านวัดสูงไว้ก่อนแล้วค่อยปรับย่านวัดลงมาให้เหมาะสมกับกระแสไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 3.1 นำมิลลิแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไปวัดกระแสไฟฟ้า เข็มชี้ค่าแสดงออกมาตามรูปที่ 3.19 จงอ่านค่ากระแสไฟฟ้า



รูปที่ 3.19 ตำแหน่งเข็มชี้ค่ามิลลิแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ใช้ในตัวอย่างที่ 3.1

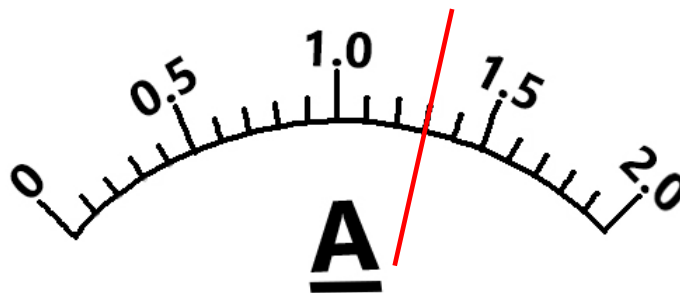
ค่าที่อ่านได้

ย่านวัด 0-500 mA อ่านค่าได้ = 460 mA

การอ่านค่าอธิบายได้ดังนี้

ย่านวัด 0 – 500 mA เข็มชี้อยู่ระหว่าง 400 mA ถึง 500 mA แบ่งออกเป็น 10 ช่อง แต่ละช่องย่อยมีค่าเท่ากับ 10 mA เข็มชี้ขีดที่ 6 มีค่าเท่ากับ 60 mA ค่าที่อ่านได้
 $400 \text{ mA} + 60 \text{ mA} = 460 \text{ mA}$

ตัวอย่างที่ 3.2 นำแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงไปวัดกระแสไฟฟ้า เข็มชี้ค่าแสดงออกมาตามรูปที่ 3.20 จงอ่านค่ากระแสไฟฟ้า



รูปที่ 3.20 ตำแหน่งเข็มชี้ค่าแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ใช้ในตัวอย่างที่ 3.2

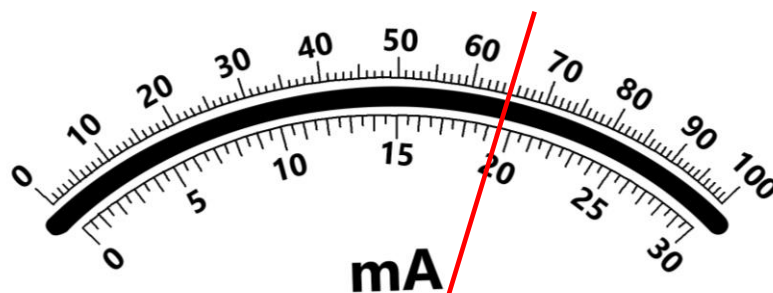
ค่าที่อ่านได้

ย่านวัด 0 - 2.0 A อ่านค่าได้ = 1.3 A

การอ่านค่าอธิบายได้ดังนี้

ย่านวัด 0 – 2.5 A เข็มชี้อยู่ระหว่าง 1 A ถึง 1.5 A แบ่งออกเป็น 5 ช่อง แต่ละช่องย่อยมีค่าเท่ากับ 0.1 A เข็มชี้ขีดที่ 3 มีค่าเท่ากับ 0.3 A ค่าที่อ่านได้ $1 \text{ A} + 0.3 \text{ A} = 1.3 \text{ A}$

ตัวอย่างที่ 3.3 นำมิลลิแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบหลายย่านวัด เข็มชี้ค่าแสดงออกมาตามรูปที่ 3.21 จงอ่านค่ากระแสไฟฟ้า



รูปที่ 3.21 ตำแหน่งเข็มชี้ค่ามิลลิแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบหลายย่านวัด ใช้ในตัวอย่างที่ 3.2

ค่าที่อ่านได้

ย่านวัด 0 - 30 mA	อ่านค่าได้	= 19.5 mA
ย่านวัด 0 - 100 mA	อ่านค่าได้	= 65 mA

การอ่านค่าอธิบายได้ดังนี้

ย่านวัด 0 – 30 mA เข็มชี้อยู่ระหว่าง 15 mA ถึง 20 mA แบ่งออกเป็น 10 ช่อง แต่ละช่องย่อยมีค่าเท่ากับ 0.5 A เข็มชี้ขีดที่ 9 มีค่าเท่ากับ 4.5 A ค่าที่อ่านได้

$$15 \text{ mA} + 4.5 \text{ mA} = 19.5 \text{ mA}$$

ย่านวัด 0 – 100 mA เข็มชี้อยู่ระหว่าง 60 mA ถึง 70 mA แบ่งออกเป็น 10 ช่อง แต่ละช่องย่อยมีค่าเท่ากับ 1 mA เข็มชี้ขีดที่ 5 มีค่าเท่ากับ 5 mA ค่าที่อ่านได้

$$60 \text{ mA} + 5 \text{ mA} = 65 \text{ mA}$$

สรุป

แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือเรียกว่า ดีซีแอมมิเตอร์ (DC Ampmeter) เป็นเครื่องวัดใช้สำหรับวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรงในวงจร โดยสร้างมาจากเครื่องวัดแบบขดลวดเคลื่อนที่ โครงสร้างแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วย ตัวต้านทานต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่ โดยเรียกตัวต้านทานนี้ว่า ตัวต้านทานขนาน (Shunt Resistor) ตัวต้านทานนี้จะทำหน้าที่แบ่งกระแสไฟฟ้าส่วนเกินจากขดลวดที่รับไม่ได้ให้ไหลผ่านตัวต้านทานขนาน การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีวัตถุประสงค์เพื่อให้วัดค่ากระแสไฟฟ้าได้สูงขึ้น ทำได้โดยใช้ตัวต้านทานที่มีความเหมาะสมที่ได้จากคำนวณแล้วนำมาต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่ การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีหลายย่านวัดจะเหมือนกับการขยายย่านเดียวแต่จะใช้ตัวต้านทานขนานหลายตัวใช้สวิทช์เลือกย่านการวัด (Rang Selector Switch) เป็นตัวกลางในการต่อตัวต้านทานขนานที่มีค่าเหมาะสมกับย่านวัด การต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อทำการวัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรงในวงจรจะต้องต่ออนุกรม (Serier) กับโหลดเสมอ โดยให้ค่านิ่งถึงขั้วของแหล่งจ่ายไฟจะต้องตรงกับขั้วของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือใช้หลักการ โกลับวกต่อบวก โกลัลบต่อลบ หากต่อขั้วผิดจะทำให้เข็มตีกลับไม่สามารถวัดค่าได้หรืออาจทำให้แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงชำรุดได้ การเลือกย่านการวัดให้เหมาะสมกับระดับกระแสไฟฟ้าที่จะทำการวัดถ้าไม่ทราบค่ากระแสไฟฟ้าให้ตั้งย่านวัดสูงไว้ก่อนแล้วค่อยปรับย่านวัดลงมาให้เหมาะสมกับกระแสไฟฟ้า

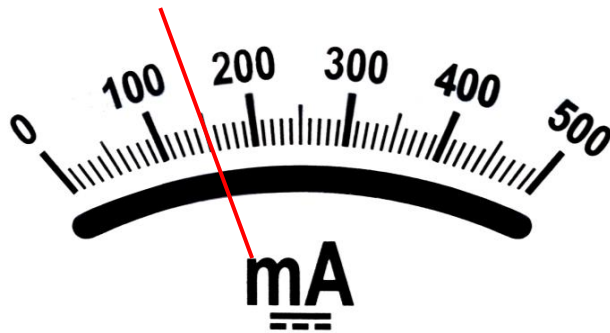
แบบทดสอบก่อนเรียน
หน่วยที่ 3 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

คำชี้แจง

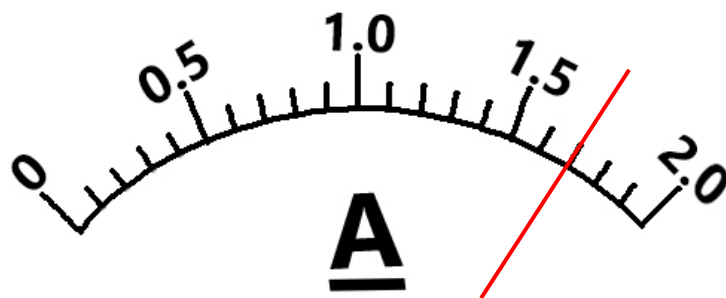
1. แบบทดสอบมี 1 ตอน จำนวน 10 ข้อ ทำลงในกระดาษคำตอบ ใช้เวลาทำข้อสอบ 10 นาที
2. ให้นักเรียนทำ เครื่องหมาย (X) ลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

-
1. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นเครื่องวัดใช้วัดอะไร
 - ก. แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
 - ข. แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
 - ค. กระแสไฟฟ้ากระแสตรง
 - ง. ความต้านทานไฟฟ้า
 2. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นสามารถวัดวัดค่ากระแสไฟฟ้าในปริมาณเท่าใด
 - ก. มิลลิแอมแปร์
 - ข. แอมแปร์
 - ค. ไมโครแอมแปร์
 - ง. ถูกทุกข้อ
 3. โครงสร้างของแอมมิเตอร์ไฟตรงประกอบด้วยอะไรบ้าง
 - ก. ตัวต้านทานต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่
 - ข. ตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขดลวดเคลื่อนที่
 - ค. ขดลวดเคลื่อนที่ต่ออนุกรมกับไดโอด
 - ง. ขดลวดเคลื่อนที่ต่อขนานกับตัวเก็บประจุ
 4. การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีหลักการอย่างไร
 - ก. ใช้ตัวต้านทานค่าสูง ต่ออนุกรมกับขดลวดเคลื่อนที่
 - ข. การใช้ตัวต้านทานค่าต่ำ ต่ออนุกรมกับขดลวดเคลื่อนที่
 - ค. การใช้ตัวต้านทานค่าต่ำ ต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่
 - ง. ใช้ตัวต้านทานค่าสูง ต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่
 5. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตัวหนึ่งมีกระแสเต็มสเกล 10 mA มีค่าความต้านทานภายใน 100 Ω ต้องการขยายย่านวัดกระแสไฟฟ้าเป็น 100 mA ต้องนำตัวต้านทานค่าเท่าไรมาขยายย่านวัด
 - ก. 10 Ω
 - ข. 111 Ω
 - ค. 11.1 Ω
 - ง. 1.1 k Ω
 6. การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีหลายย่านวัดจะใช้อุปกรณ์ใดเป็นตัวเลือกย่านวัด
 - ก. Selector
 - ข. Selector part
 - ค. Switch
 - ง. Selector Switch
 7. การต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรง ข้อใดถูกต้อง
 - ก. ต่อแอมมิเตอร์กระแสตรงขนานกับวงจร ขั้วเครื่องวัดตรงกับขั้วของแหล่งจ่าย
 - ข. ต่อแอมมิเตอร์กระแสตรงอนุกรมกับวงจร ขั้วเครื่องวัดตรงกับขั้วของแหล่งจ่าย
 - ค. ต่อแอมมิเตอร์กระแสตรงขนานกับวงจร ไม่คำนึงถึงขั้ว
 - ง. ต่อแอมมิเตอร์กระแสตรงอนุกรมกับวงจร ไม่คำนึงถึงขั้ว

8. การต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผิดวิธีจะเกิดอะไรขึ้น
- ขดลวดเคลื่อนที่เสียหายทันที
 - เกิดการลัดวงจร
 - เข็มชี้แอมมิเตอร์บ่ายเบนมากกว่าปกติ
 - เข็มชี้แอมมิเตอร์กระแสตรงตีกลับ
9. จากรูป อ่านค่ากระแสไฟฟ้ามี่ค่าเท่าใด



- 120 mA
 - 130 mA
 - 140 mA
 - 150 mA
10. จากรูป อ่านค่ากระแสไฟฟ้ามี่ค่าเท่าใด



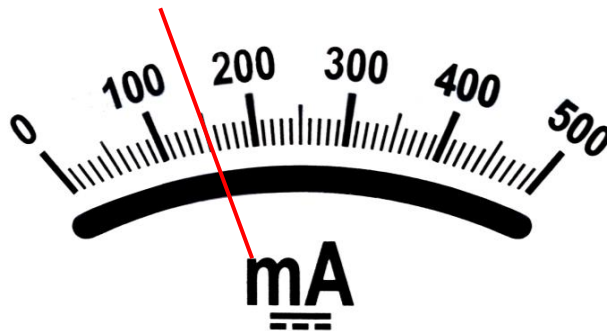
- 1.6 A
- 1.7 A
- 1.8 A
- 1.9 A

แบบทดสอบหลังเรียน
หน่วยที่ 3 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

คำชี้แจง

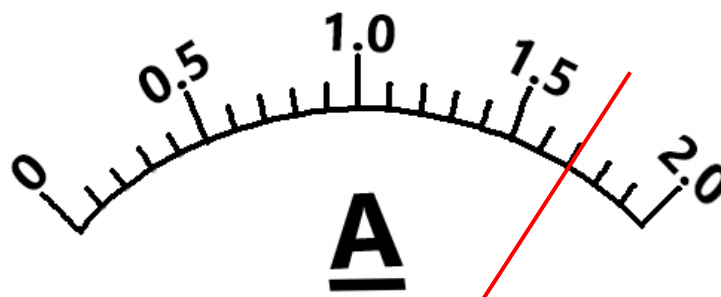
1. แบบทดสอบมี 1 ตอน จำนวน 10 ข้อ ทำลงในกระดาษคำตอบ ใช้เวลาทำข้อสอบ 10 นาที
2. ให้นักเรียนทำเครื่องหมาย (X) ลงบนข้อที่ถูกต้องที่สุดเพียงข้อเดียว

1. จากรูป อ่านค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าใด



- ก. 120 mA ข. 130 mA
ค. 140 mA ง. 150 mA

2. จากรูป อ่านค่ากระแสไฟฟ้ามีค่าเท่าใด



- ก. 1.6 A ข. 1.7 A
ค. 1.8 A ง. 1.9 A

3. การต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงผิดวิธีจะเกิดอะไรขึ้น

- ก. ขดลวดเคลื่อนที่เสียหายทันที
ข. เกิดการลัดวงจร
ค. เข็มชี้แอมมิเตอร์บ่ายเบนมากกว่าปกติ
ง. เข็มชี้แอมมิเตอร์กระแสตรงตีกลับ

4. การต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดค่ากระแสไฟฟ้ากระแสตรง ข้อใดถูกต้อง
 - ก. ต่อแอมมิเตอร์กระแสตรงขนานกับวงจร ขั้วเครื่องวัดตรงกับขั้วของแหล่งจ่าย
 - ข. ต่อแอมมิเตอร์กระแสตรงอนุกรมกับวงจร ขั้วเครื่องวัดตรงกับขั้วของแหล่งจ่าย
 - ค. ต่อแอมมิเตอร์กระแสตรงขนานกับวงจร ไม่คำนึงถึงขั้ว
 - ง. ต่อแอมมิเตอร์กระแสตรงอนุกรมกับวงจร ไม่คำนึงถึงขั้ว
5. การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่มีหลายย่านวัดจะใช้อุปกรณ์ใดเป็นตัวเลือกย่านวัด
 - ก. Selector
 - ข. Selector part
 - ค. Switch
 - ง. Selector Switch
6. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงตัวหนึ่งมีกระแสเต็มสเกล 10 mA มีค่าความต้านทานภายใน 100 Ω ต้องการขยายย่านวัดกระแสไฟฟ้าเป็น 100 mA ต้องนำตัวต้านทานค่าเท่าไรมาขยายย่านวัด
 - ก. 10 Ω
 - ข. 111 Ω
 - ค. 11.1 Ω
 - ง. 1.1 k Ω
7. การขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มีหลักการอย่างไร
 - ก. ใช้ตัวต้านทานค่าสูง ต่ออนุกรมกับขดลวดเคลื่อนที่
 - ข. ใช้ตัวต้านทานค่าต่ำ ต่ออนุกรมกับขดลวดเคลื่อนที่
 - ค. ใช้ตัวต้านทานค่าต่ำ ต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่
 - ง. ใช้ตัวต้านทานค่าสูง ต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่
8. โครงสร้างของแอมมิเตอร์ไฟตรงประกอบด้วยอะไรบ้าง
 - ก. ตัวต้านทานต่อขนานกับขดลวดเคลื่อนที่
 - ข. ตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขดลวดเคลื่อนที่
 - ค. ขดลวดเคลื่อนที่ต่ออนุกรมกับไดโอด
 - ง. ขดลวดเคลื่อนที่ต่อขนานกับตัวเก็บประจุ
9. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่สร้างขึ้นสามารถวัดวัดค่ากระแสไฟฟ้าในปริมาณเท่าใด
 - ก. มิลลิแอมแปร์
 - ข. แอมแปร์
 - ค. ไมโครแอมแปร์
 - ง. ถูกทุกข้อ
10. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นเครื่องวัดใช้วัดอะไร
 - ก. แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
 - ข. แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
 - ค. กระแสไฟฟ้ากระแสตรง
 - ง. ความต้านทานไฟฟ้า

แบบฝึกหัดหลังเรียน

จงตอบคำถามต่อไปนี้ให้ถูกต้อง

1. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นเครื่องวัดอะไร สร้างขึ้นใช้งานมีกี่ชนิดอะไรบ้าง

.....
.....
.....

2. จงอธิบายโครงสร้างของแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

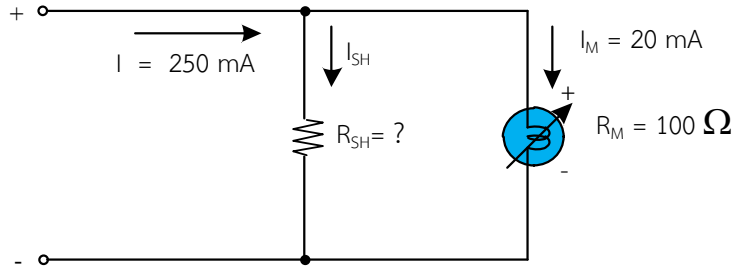
3. จงอธิบายการขยายย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

.....
.....
.....
.....
.....

4. จงอธิบายวิธีการต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดค่ากระแสไฟฟ้า

.....
.....
.....
.....
.....

5. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวัดกระแสได้เต็มสเกลได้ 20 mA มีค่าความต้านทานภายในขดลวดเคลื่อนที่ 100Ω ถ้าต้องการขยายย่านวัดวัดกระแสได้เพิ่มขึ้นเป็น 250 mA ต้องใช้ตัวต้านทานขนานมาต่อค่าความต้านทานเท่าใด



.....

.....

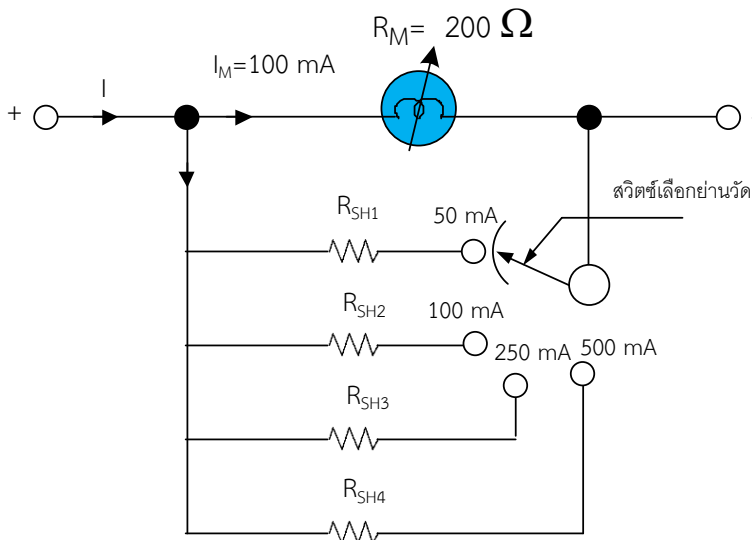
.....

.....

.....

.....

6. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมีกระแสไฟฟ้าและความต้านทานในขดลวดเคลื่อนที่ ขณะเข็มเบี่ยงเบนเต็มสเกลมีค่า 10 mA และ 200Ω ต้องการขยายย่านวัดเป็น 50 mA, 100 mA, 250 mA และ 500 A จงคำนวณหาค่าความต้านทานในแต่ละย่านการวัด



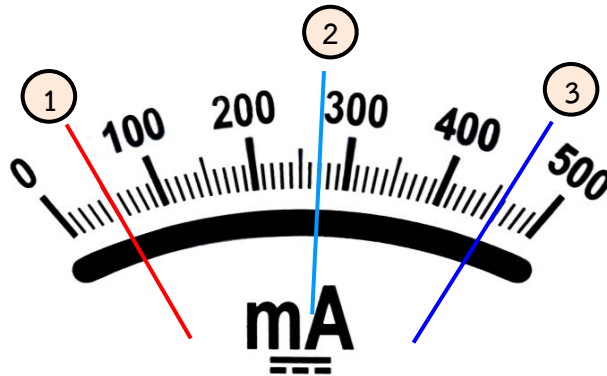
.....

.....

.....

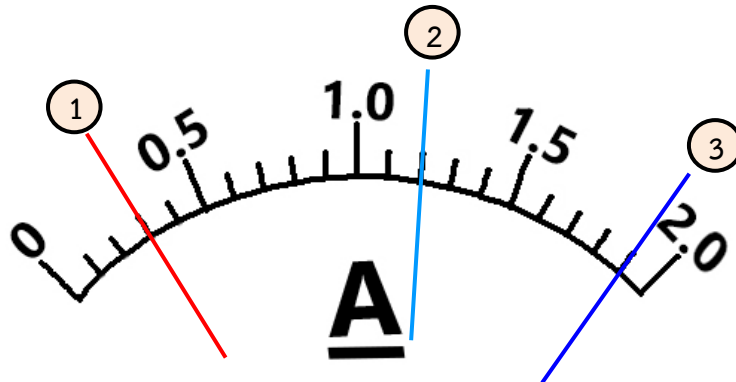
.....

7. จงอ่านค่ากระแสไฟฟ้าในตำแหน่งเข็มชี้



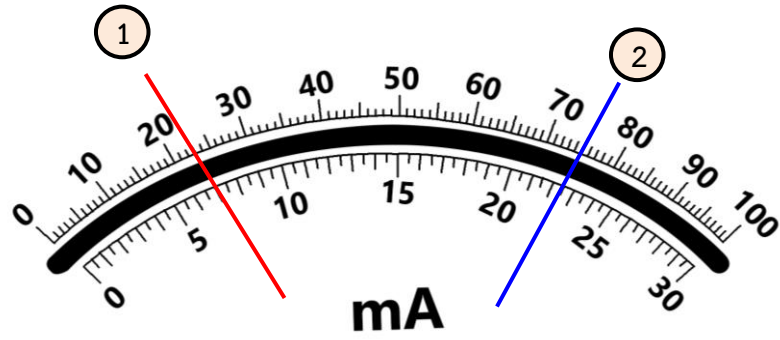
- เข็มชี้ตำแหน่งที่ 1 อ่านค่าได้.....mA
- เข็มชี้ตำแหน่งที่ 2 อ่านค่าได้.....mA
- เข็มชี้ตำแหน่งที่ 3 อ่านค่าได้.....mA

8. จงอ่านค่ากระแสไฟฟ้าในตำแหน่งเข็มชี้



- เข็มชี้ตำแหน่งที่ 1 อ่านค่าได้.....A
- เข็มชี้ตำแหน่งที่ 2 อ่านค่าได้.....A
- เข็มชี้ตำแหน่งที่ 3 อ่านค่าได้.....A

9. จงอ่านค่ากระแสไฟฟ้าในตำแหน่งเข็มชี้



เข็มชี้ตำแหน่งที่ 1 ย่านวัด 0-30 mA อ่านค่าได้.....mA
 เข็มชี้ตำแหน่งที่ 2 ย่านวัด 0-100 mA อ่านค่าได้.....mA

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
<p>ขั้นเตรียม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมความพร้อมสอน 2. เตรียมเอกสารประกอบการสอน 3. เตรียมสื่อการสอน Power Point 4. เช้คชื่อนักเรียน 	<p>ขั้นเตรียม</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. เตรียมความพร้อมการเรียนรู้ 2. เตรียมเอกสารประกอบการเรียน 3. เตรียมจดบันทึก 4. เรียกชื่อตามเลขที่
<p>ขั้นประเมินผลก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. มอบหมายทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับแอมมิเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง 	<p>ขั้นประเมินผลก่อนเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ทำแบบทดสอบก่อนเรียน 2. ตอบคำถามด้วยความตั้งใจและสุจริตใจ โดยใช้ความรู้เดิมที่มี
<p>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ถามคำถามที่เกี่ยวข้องกับเนื้อหาเพื่อสร้างความสนใจ 2. บอกสมรรถนะที่ฟังประสงค์ในเรื่อง แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 	<p>ขั้นนำเข้าสู่บทเรียน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ฟัง ตอบคำถามและซักถามข้อสงสัย 2. ฟัง และซักถามข้อสงสัย
<p>ขั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. อธิบายเนื้อหา เรื่อง ลักษณะแอมมิเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง ถาม-ตอบ กับนักเรียนโดยใช้ความรู้เดิมมาต่อยอดเป็นความรู้ใหม่พร้อมใช้สื่อ Power Point และยกตัวอย่างของจริงประกอบ 2. อธิบายเนื้อหา เรื่อง โครงสร้างแอมมิเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง ถาม-ตอบ กับนักเรียน 3. อธิบายเนื้อหา เรื่อง การขยายย่านวัด แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและยกตัวอย่างการคำนวณการขยายย่านวัด ถาม-ตอบ กับนักเรียน 4. อธิบายเนื้อหา เรื่อง ต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรงวัดค่ากระแสไฟฟ้า ถาม-ตอบ กับนักเรียน 5. อธิบายเนื้อหา เรื่อง สเกลและการอ่านค่า สเกลแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และยกตัวอย่างการอ่านค่า 	<p>ขั้นสอน</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. ฟังคำอธิบายและจดบันทึก ตอบคำถาม ซักถามข้อสงสัยตรงตามเนื้อหา 2. ฟังคำอธิบายและจดบันทึก ตอบคำถาม ซักถามข้อสงสัยตรงตามเนื้อหา 3. ฟังคำอธิบายและฝึกคำนวณ เรื่อง การขยาย ย่านวัดแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ซักถามข้อสงสัยตรงตามเนื้อหา 4. ฟังคำอธิบายและจดบันทึก ตอบคำถาม ซักถามข้อสงสัยตรงตามเนื้อหา 5. ฟังคำอธิบายและฝึกการอ่านค่าจากสเกล ซักถามข้อสงสัยตรงตามเนื้อหา

กิจกรรมการเรียนการสอน

ขั้นตอนการสอนหรือกิจกรรมของครู	ขั้นตอนการเรียนรู้หรือกิจกรรมของนักเรียน
<p>6. มอบหมายให้ทำใบงาน</p> <p>7. อธิบายเทคนิคการต่อแอมมิเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง และตอบข้อซักถามเกี่ยวกับใบงานที่จะปฏิบัติ โดยใช้ Power Point</p> <p>8. ครูควบคุมดูแลและให้คำแนะนำขณะทำใบงาน</p> <p>9. ตรวจสอบเช็ควัสดุ-อุปกรณ์และเครื่องมือในการต่อวงจรแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง</p>	<p>6. ตัวแทนนักเรียนรับใบงาน เรื่อง แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ไปทำใบงาน โดยครูกอยสังเกตให้คำแนะนำเพิ่มเติม</p> <p>7.จดบันทึก ตอบคำถาม ซักถามข้อสงสัย</p> <p>8. ศึกษาใบงาน ซักถามข้อสงสัยตรงตามเนื้อหา</p> <p>9.ตรวจสอบวัสดุ-อุปกรณ์และเครื่องมือในการทำใบงาน</p> <p>10.ปฏิบัติทำใบงาน</p> <p>11.ร่วมกันทำความสะอาดพื้นที่ปฏิบัติงาน</p>
<p>ขั้นสรุป</p> <p>นำอภิปรายสรุปสาระสำคัญเรื่อง แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง</p>	
<p>ขั้นประเมินผลหลังเรียน</p> <p>1.มอบหมายให้ทำแบบทดสอบหลังเรียน</p> <p>2.สรุปผลการประเมินผลรวม แอมมิเตอร์ไฟฟ้า กระแสตรง เกี่ยวกับกิจนิสัยในการปฏิบัติงานและคุณลักษณะที่ต้องการบูรณาการคุณธรรม จริยธรรม ใบงาน และใบทดสอบ</p>	<p>อภิปรายและร่วมสรุปเรื่องที่เรียนร่วมกัน</p> <p>1.ทำแบบทดสอบหลังเรียน ด้วยความตั้งใจและสุจริตใจ</p> <p>2.ตรวจสอบความถูกต้อง ซักถามข้อสงสัย</p>

งานที่มอบหมายหรือกิจกรรม**ก่อนเรียน**

1. เช็ชื่อนักเรียน
2. แบบทดสอบก่อนเรียน
3. เตรียมเครื่องฉาย Power Point

ขณะเรียน

1. ทำแบบฝึกหัด
2. เฉลยแบบฝึกหัด
3. ปฏิบัติการทดลอง
4. ประเมินผลการปฏิบัติงาน
5. ครูและนักเรียนร่วมกันสรุปสาระสำคัญของ แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หลังเรียน

1. ประเมินผลการปฏิบัติงาน และคุณลักษณะที่ต้องการบูรณาการคุณธรรม จริยธรรม

สื่อการเรียนการสอน**สื่อสิ่งพิมพ์**

1. เอกสารประกอบการสอนเรื่องแอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

สื่อโสตทัศน์

1. Power Point

หุ่นจำลองหรือของจริง

1. แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดีซีมิลลิแอมมิเตอร์ ดีซีไมโครแอมมิเตอร์

การประเมินผล**ขณะเรียน**

1. สังเกตความสนใจ
2. ตรวจสอบแบบฝึกหัด
3. สังเกตปฏิบัติงานกลุ่ม
4. ประเมินผลการปฏิบัติการทดลองตามใบงาน

หลังเรียน

1. ทำแบบทดสอบหลังเรียน
2. ประเมินผลตนเองและเพื่อนร่วมงาน เรื่องกิจนิสัยในการปฏิบัติงาน และคุณลักษณะที่ต้องการบูรณาการคุณธรรม จริยธรรม

แบบประเมินคุณธรรมจริยธรรมและกิจกรรมระหว่างการเรียนรู้
 วิชา เครื่องวัดไฟฟ้า หน่วยที่ 3 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สอนครั้งที่.....ระดับ...../ชั้น/กลุ่ม.....
 สาขางาน.....สาขาวิชา.....ภาคเรียนที่...../.....

หัวข้อประเมิน หน่วยที่ 3	คะแนน คุณธรรม จริยธรรม						คะแนน กิจกรรมระหว่างเรียน และ ผลงาน						คะแนน แบบฝึกหัด		คะแนน รวมแบบ ทดสอบ		หมายเหตุ	
	ความมีระเบียบวินัย	ตรงต่อเวลา	ความรับผิดชอบต่องาน	การทำงานร่วมกับผู้อื่น	ความเอาใจใส่ต่องาน	รอบคอบ	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์ในงาน	คะแนนรวม	เตรียมการทดลอง	ขั้นตอนการปฏิบัติงาน	การใช้เครื่องมืออุปกรณ์	คุณภาพของงาน	งานที่มอบหมายเสร็จทันกำหนด	คะแนนรวม	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2		ก่อนเรียน
ชื่อ - สกุล	4	4	4	4	4	4	20	3	5	3	7	2	20					

หมายเหตุ คะแนน 1 ต้องปรับปรุง, คะแนน 2 พอใช้, คะแนน 3 ดี, คะแนน 4 ดีมาก
 ลงชื่อ.....(ผู้ประเมิน)
 (.....)

บันทึกหลังสอน

วิชา เครื่องวัดไฟฟ้า

หน่วยที่ 3 แอมมิเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ครั้งที่

ระดับ/ชั้น/กลุ่ม..... สาขางาน.....สาขาวิชา.....ภาคเรียนที่.../.....

รายการ	4	3	2	1
<p>1. ผลการใช้แผนการสอน</p> <p>1.1 เนื้อหาที่มีความสอดคล้องกับจุดประสงค์เชิงพฤติกรรม</p> <p>1.2 เวลาที่ทำกิจกรรมการเรียนรู้</p> <p>1.3 การเรียนการสอนแบบเน้นผู้เรียนเป็นสำคัญ</p> <p>1.4 ผู้เรียนมีส่วนร่วมในกิจกรรมแบบบูรณาการ</p> <p>1.5 การใช้สื่อการเรียนการสอน</p> <p>2. ผลการเรียนรู้ของผู้เรียน</p> <p>2.1 คุณธรรม จริยธรรมของผู้เรียน</p> <p>2.2 ความสนใจใฝ่รู้และความร่วมมือในการทำกิจกรรมกลุ่ม</p> <p>2.3 การแสดงความคิดเห็นของผู้เรียน</p> <p>2.4 ความมั่นใจในการเสนอผลงาน</p> <p>2.5 ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนของผู้เรียน</p> <p>3. ผลการสอนของครู</p> <p>3.1 การวางแผนและความมั่นใจในการสอน</p> <p>3.2 ความราบรื่นของกระบวนการและกิจกรรมการสอน</p> <p>3.3 เอกสารจากแหล่งความรู้ และข้อมูลสารสนเทศมีเพียงพอ</p> <p>3.4 การเรียนการสอนครบตามเนื้อหาหลักสูตรและทันเวลา</p> <p>3.5 มีการสอดแทรกคุณธรรม จริยธรรมให้แก่ผู้เรียน</p> <p>4. อื่น ๆ</p>				
รวม				

หมายเหตุ คะแนน 1 ต้องปรับปรุง, คะแนน 2 พอใช้, คะแนน 3 ดี, คะแนน 4 ดีมาก
สรุป.....

ลงชื่อ.....ผู้สอน

(.....)

วันที่เดือน.....พ.ศ.....

เอกสารอ้างอิง

พันธ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์และคณะ. เครื่องวัดไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ,2548.

พันธ์ศักดิ์ พุฒิमानิตพงศ์และคณะ. เครื่องวัดไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ,2557.

ไวพจน์ ศรีธัญ. เครื่องวัดไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์วังอักษร,2557.

อเนก นรสาร. เครื่องวัดไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมอาชีพ,2548.

อาจารย์ประภา โลมะพิเศษย์. เครื่องวัดไฟฟ้า. กรุงเทพฯ : สำนักพิมพ์เอมพันธ์ จำกัด,2556.

www.mechashop.weloveshopping.com/store/product/

www.mechashop.weloveshopping.com/store/cartserver/