	ใบเนื้อหา	หน่วยที่ 1	หน้าที่ 1/23
	วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง รหัสวิชา 2104-2202	เวลาเรียนรวม 72 คาบ	
	ชื่อหน่วย แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้าและแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง	สอนครั้งที่ 1/18	ทฤษฎี 2.5 คาบ ปฏิบัติ 1.5 คาบ

หน่วยที่ 1

แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้า และแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

หัวข้อเรื่อง

- 1.1 แรงดันไฟฟ้า
- 1.2 กระแสไฟฟ้า
- 1.3 ความต้านทานไฟฟ้า
- 1.4 แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง
- 1.5 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น
- 1.6 เครื่องมือวัดวงจรไฟฟ้า
- 1.7 สรุปสาระสำคัญของหน่วยที่ 1

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. อธิบายความหมายของแรงดันไฟฟ้าได้
2. คำนวณแรงดันไฟฟ้าได้
3. อธิบายความหมายของกระแสไฟฟ้าได้
4. คำนวณกระแสไฟฟ้าได้
5. บอกความหมายของความต้านทานได้
6. คำนวณค่าความนำไฟฟ้าได้
7. บอกชนิดของตัวต้านทานได้
8. อธิบายแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงได้ไม่ต่ำกว่า 2 ชนิด
9. บอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้าได้
10. อธิบายวงจรปิดวงจรเปิดได้
11. อธิบายการใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าในวงจรไฟฟ้าได้
12. อธิบายการใช้แอมมิเตอร์วัดค่าในวงจรไฟฟ้าได้
13. อธิบายการใช้โอห์มมิเตอร์วัดค่าในวงจรไฟฟ้าได้

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 2/23
-------------------------------	----------------------	--------------

ในหน่วยนี้จะศึกษาทบทวนถึงแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า ความต้านทานไฟฟ้าและแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นปริมาณทางไฟฟ้าพื้นฐานที่สำคัญที่เครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์จะต้องใช้ในการทำงาน และ ศึกษาถึงวงจรไฟฟ้าเบื้องต้นกับการใช้เครื่องมือวัดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้า

1.1 แรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าหรือโวลเตจ (Voltage) หมายถึง ความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นระหว่างจุดสองจุด ความต่างศักย์ มีหน่วยเป็นโวลต์ (Volt) ถ้าเราแทนความต่างศักย์ระหว่างจุดสองจุดในวงจรไฟฟ้าด้วยค่าของแรงดันไฟฟ้า ความแตกต่างของค่าที่ได้นี้ เองคือ แรงดันไฟฟ้า ซึ่งเป็นแรงผลักดันในวงจรไฟฟ้าและเป็นแรงผลักดันให้เกิดการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

1.1.1 โวลต์: หน่วยของแรงดันไฟฟ้า

โวลต์ (Volt) คือ ปริมาณของพลังงานต่อหนึ่งหน่วยประจุ ไฟฟ้า เขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ตัวอักษร “V” และเขียนความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 1.1 (Floyd, Thomas L. 2001: 34)

$$V = \frac{W}{Q} \quad \text{-----} \quad \text{-----} \quad (1.1)$$

หรือ 1 โวลต์ = 1 จูล/คูลอมบ์

เมื่อ V แทน แรงดันไฟฟ้า หน่วยเป็น โวลต์ (V)

W แทน พลังงาน หน่วยเป็น จูล (J)

Q แทน ประจุไฟฟ้า หน่วยเป็น คูลอมบ์ (C)

ตัวอย่างที่ 1.1 ถ้าพลังงาน 50 จูล ทำให้ประจุไฟฟ้า 10 คูลอมบ์ เคลื่อนที่ จะมีแรงดันไฟฟ้าเท่าใด

วิธีทำ

$$V = \frac{W}{Q}$$

$$= \frac{50 \text{ J}}{10 \text{ C}}$$

$$V = 5 \text{ V} \quad \text{ตอบ}$$

1.1.2 ความสัมพันธ์ของหน่วยของแรงดันไฟฟ้า

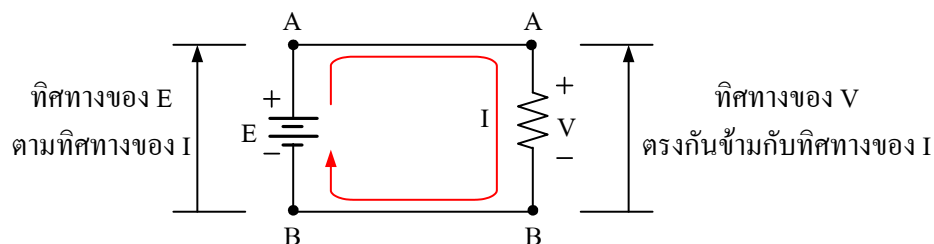
ขนาดของแรงดันไฟฟ้าที่กำหนดอาจมีค่าแตกต่างกันออกไป ในการคำนวณบางครั้ง อาจจะต้องแปลงหน่วย ซึ่งสามารถใช้ความสัมพันธ์ของหน่วยแรงดันไฟฟ้าได้ตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 หน่วยของแรงดันไฟฟ้า

ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็น โวลต์ (V)
1 พิโกโวลต์	pV	$10^{-12} = \frac{1}{1,000,000,000,000}$
1 นาโนโวลต์	nV	$10^{-9} = \frac{1}{1,000,000,000}$
1 ไมโครโวลต์	μ V	$10^{-6} = \frac{1}{1,000,000}$
1 มิลลิโวลต์	mV	$10^{-3} = \frac{1}{1,000}$
1 โวลต์	V	$10^0 = 1$
1 กิโลโวลต์	kV	$10^3 = 1,000$
1 เมกะโวลต์	MV	$10^6 = 1,000,000$
1 จิกะโวลต์	JV	$10^9 = 1,000,000,000$
1 ทิราโวลต์	TV	$10^{12} = 1,000,000,000,000$

1.1.3 ขั้วหรือทิศทางของแรงดันไฟฟ้า

ขั้วหรือ ทิศทาง ของแรงดันไฟฟ้ากำหนด จากศักย์ไฟฟ้าต่ำไปสู่จุดศักย์ไฟฟ้าสูง ดังนั้น เซลล์ไฟฟ้าจะกำหนดทิศทางเป็นมาตรฐานตามทิศทางกระแสไฟฟ้าทั่วไปและแรงดันไฟฟ้าตกรวมจะมี ทิศทางตรงกันข้ามกับทิศทางของกระแสไฟฟ้า ที่ไหลผ่านโหลดนั้น จากรูปที่ 1.1 ความต่างศักย์ไฟฟ้าที่จุด A สูงกว่าที่จุด B



รูปที่ 1.1 ขั้วหรือทิศทางของแรงดันไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 4/23
-------------------------------	----------------------	--------------

1.2 กระแสไฟฟ้า

กระแสไฟฟ้า (Current) หมายถึง การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระอย่างต่อเนื่อง เมื่อมีแหล่งจ่ายหรือแรงดันไฟฟ้าต่ออยู่ในวงจร ใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร “I”

1.2.1 แอมแปร์: หน่วยของกระแสไฟฟ้า

แอมแปร์ (Ampere) เป็นหน่วยของกระแสไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ จะเกิดขึ้นได้ก็ต่อเมื่อมีประจุไฟฟ้า 1 คูโลมบ์ ไหลผ่านจุดในเวลา 1 วินาที และใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร “A” และเขียนสมการความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ 1.2 (Floyd, Thomas L. 2001: 38)

$$I = \frac{Q}{t} \quad \text{-----} \quad \text{-----} \quad (1.2)$$

เมื่อ I แทน กระแสไฟฟ้า หน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

Q แทน ประจุไฟฟ้า หน่วยเป็น คูโลมบ์ (C)

t แทน เวลา หน่วยเป็น วินาที (s)

และประจุไฟฟ้า 1 คูโลมบ์ เท่ากับอิเล็กตรอน 6.25×10^{18} ตัว

ตัวอย่างที่ 1.2 ประจุไฟฟ้า 10 คูโลมบ์ ไหลผ่านจุด ๆ หนึ่ง ในสายไฟฟ้า เป็นเวลา 2 วินาที จะมีกระแสไฟฟ้าไหลเท่าใด

วิธีทำ

$$\begin{aligned} I &= \frac{Q}{t} \\ &= \frac{10 \text{ C}}{2 \text{ s}} \\ I &= 5 \text{ A} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

1.2.2 ความสัมพันธ์ของหน่วยของกระแสไฟฟ้า

ขนาดของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดอาจมีค่าแตกต่างกันออกไป ในการคำนวณบางครั้ง อาจจะต้องแปลงหน่วย ซึ่งสามารถใช้ความสัมพันธ์ของหน่วยกระแสไฟฟ้าได้ตามตารางที่ 1.2

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 5/23
-------------------------------	----------------------	--------------

ตารางที่ 1.2 หน่วยของกระแสไฟฟ้า

ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็น แอมแปร์ (A)
1 พิโกแอมแปร์	pA	$10^{-12} = \frac{1}{1,000,000,000,000}$
1 นาโนแอมแปร์	nA	$10^{-9} = \frac{1}{1,000,000,000}$
1 ไมโครแอมแปร์	μ A	$10^{-6} = \frac{1}{1,000,000}$
1 มิลลิแอมแปร์	mA	$10^{-3} = \frac{1}{1,000}$
1 แอมแปร์	A	$10^0 = 1$
1 กิโลแอมแปร์	kA	$10^3 = 1,000$
1 เมกะแอมแปร์	MA	$10^6 = 1,000,000$
1 จิกะแอมแปร์	JA	$10^9 = 1,000,000,000$
1 ทิราแอมแปร์	TA	$10^{12} = 1,000,000,000,000$

1.2.3 ทิศทางของกระแสไฟฟ้า

ทิศทางของกระแสไฟฟ้านั้นมีอยู่ 2 ทิศทาง คือ ทิศทางกระแสอิเล็กตรอน ซึ่งประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า (ขั้วที่มีประจุลบ) ผ่านลวดตัวนำไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า (ขั้วที่มีประจุบวก) และทิศทางกระแสทั่วไป (ตำราหลายเล่มอาจใช้ กระแสนิยม หรือ กระแสสมมติ) กำหนดให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่จากขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าสูงกว่าผ่านลวดตัวนำไปยังขั้วที่มีศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า (ทบทวนจากรูปที่ 1.1) แต่ทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่กำหนดเป็นมาตรฐานเพื่อให้ง่ายต่อการทำความเข้าใจและง่ายต่อการคำนวณจะกำหนดทิศทางเป็นกระแสทั่วไป (เป็นทิศทางของประจุไฟฟ้าบวก) ซึ่งจะตรงกันข้ามกับทิศทางกระแสอิเล็กตรอน

1.3 ความต้านทานไฟฟ้า

เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลในสาร อิเล็กตรอนอิสระที่เคลื่อนที่ในสารนั้นบางครั้งอาจจะชนกับอะตอม การชนนี้เป็นเหตุให้อิเล็กตรอนสูญเสียพลังงานไป การเคลื่อนที่จึงถูกจำกัดลง เมื่อชนกันมากการเคลื่อนที่จะถูกจำกัดมากขึ้นด้วย การจำกัดการไหลของอิเล็กตรอนจะเปลี่ยนแปลงตามชนิดของสาร คุณสมบัติของสารที่จำกัดการไหลของอิเล็กตรอน เรียกว่า ความต้านทาน (Resistance) ใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร “R”

1.3.1 โอห์ม: หน่วยของความต้านทานไฟฟ้า

ความต้านทาน ไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ohm) และใช้สัญลักษณ์อักษรกรีกเรียกว่า โอเมกา (Ω) อธิบายได้ว่า ความต้านทาน ไฟฟ้า 1 โอห์ม คือ ความต้านทาน ไฟฟ้าของสาร ที่ยอมให้กระแสไฟฟ้า 1 แอมแปร์ไหลผ่านและมีแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทานไฟฟ้านั้น 1 โวลต์

ความนำไฟฟ้า (Conductance) จะบอกคุณสมบัติของสารว่าสารที่มีความนำ ไฟฟ้าสูงจะยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย ถ้าสารมีความนำไฟฟ้าต่ำจะไม่ยอมให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ง่าย ความนำไฟฟ้าใช้สัญลักษณ์ตัวอักษร “G” มีหน่วยวัดเป็น ซีเมนส์ (Siemens: S) เขียนเป็นสูตรได้คือ

$$G = \frac{1}{R} \quad (1.3)$$

เมื่อ G แทน ความนำไฟฟ้า หน่วยเป็น ซีเมนส์ (S)

R แทน ความต้านทานไฟฟ้า หน่วยเป็น โอห์ม (Ω)

ตัวอย่างที่ 1.3 ถ้าตัวต้านทานมีความต้านทาน 22 กิโลโอห์ม จะมีความนำไฟฟ้าเท่าใด

วิธีทำ

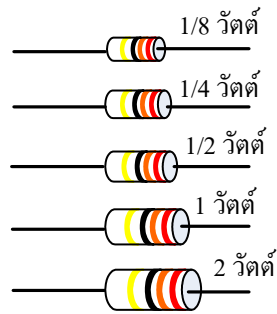
$$\begin{aligned} G &= \frac{1}{R} \\ &= \frac{1}{22 \text{ k}\Omega} \\ &= \frac{1}{22 \times 10^3 \Omega} \\ &= 45.45 \times 10^{-6} \text{ S} \\ G &= 45.45 \mu\text{S} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

1.3.2 ตัวต้านทาน

อุปกรณ์ที่มีองค์ประกอบที่ออกแบบเป็นพิเศษให้มีความต้านทานไฟฟ้า เรียกว่า ตัวต้านทาน (Resistors) โดยหลักการแล้วตัวต้านทานทำหน้าที่จำกัดการไหลของกระแสไฟฟ้า แบ่งแรงดันไฟฟ้าและในกรณีอื่นคือ กำเนิดความร้อน ชนิดของตัวต้านทานมีมากมายหลายชนิด หลายขนาด หลายรูปร่าง แต่โดยมากแล้วจะแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดค่าคงที่และชนิดที่เปลี่ยนแปลงค่าได้

1) **ตัวต้านทานค่าคงที่ (Fixed Resistors)** มีหลากหลายชนิด โครงสร้างจะเปลี่ยนแปลงตามการนำไปใช้งานและสารที่ใช้ทำ แสดงตัวอย่างดังรูปที่ 1.2 (Floyd, Thomas L. 2001: 40)

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 7/23
-------------------------------	----------------------	--------------



ก) ตัวต้านทานแบบถ่าน



ข) ตัวต้านทานแบบชิพ



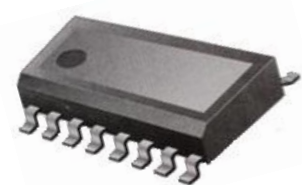
ค) ตัวต้านทานแบบฟิล์มโลหะ



ง) ตัวต้านทานแบบเรเดียลลีด



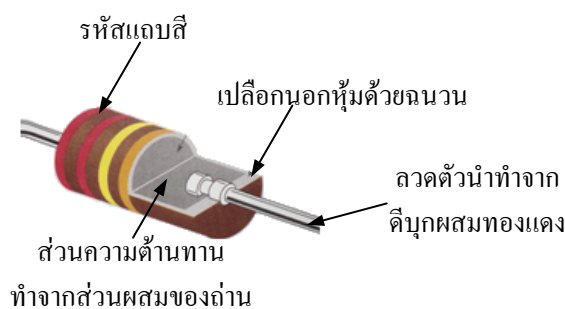
จ) ตัวต้านทานแบบโครงข่าย



ฉ) ตัวต้านทานแบบโครงข่าย

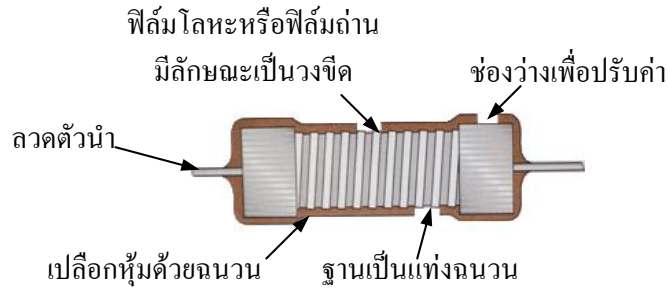
รูปที่ 1.2 ตัวอย่างชนิดของตัวต้านทานค่าคงที่

1.1) ตัวต้านทานแบบถ่าน (Carbon-composition Resistor) ตัวต้านทานแบบนี้ จะใช้มากที่สุดใ้วงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ส่วน หนึ่งที่ให้ความต้านทานทำจากสารผสมของถ่านหรือ กราไฟต์กับผงฝุ่นของสารที่เป็นฉนวนแล้วอัดเป็นแท่ง ตัวอย่างตัวต้านทานแบบถ่าน ดังรูปที่ 1.3



รูปที่ 1.3 รูปตัดของตัวต้านทานแบบถ่าน

1.2) ตัวต้านทานแบบฟิล์ม (Film type Resistor) ตัวต้านทานแบบนี้อาจเป็นถ่าน (ฟิล์มถ่าน) หรือนิกเกิลโครเมียม (ฟิล์มโลหะ) ความหนาของฟิล์มบาง ๆ จะควบคุมได้ง่ายทำให้ค่าความต้านทานมีความแม่นยำกว่าแบบถ่าน สามารถนำไปใช้กับสภาพแวดล้อมที่เปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือมีความชื้นมาก ๆ ตัวต้านทานนี้จะปรับค่าความต้านทานโดยการหมุน แกนปรับให้ฟิล์มส่วนที่เป็นวงจิดเคลื่อนที่ ดังรูปที่ 1.4 (Floyd, Thomas L. 2001: 41)



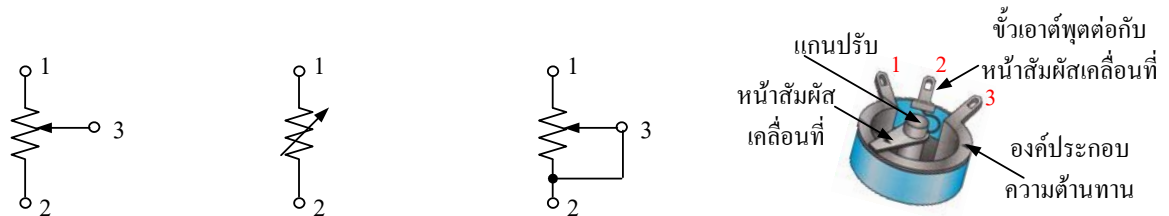
รูปที่ 1.4 โครงสร้างของตัวต้านทานแบบฟิล์ม

1.3) ตัวต้านทานแบบไวร์ววด์ (Wire Wound Resistor) ตัวต้านทานแบบนี้มีโครงสร้างด้วยลวดพันรอบแท่งฉนวน ออกแบบไว้เพื่อใช้งานที่กระแสไฟฟ้าสูง ๆ จึงมีอัตรากำลังไฟฟ้สูง ความยาวของลวดและความต้านทานจำเพาะจะเป็นตัวกำหนดค่าความต้านทาน ตัวอย่างดังรูปที่ 1.5



รูปที่ 1.5 ตัวอย่างตัวต้านทานแบบไวร์ววด์

2) ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนแปลงค่าได้ (Variable Resistors) ตัวต้านทานแบบนี้ ออกแบบมาเพื่อให้เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าได้ง่ายด้วยมือหรือปรับอัตโนมัติ การนำไปใช้งาน มี 2 พื้นฐานหลัก ๆ คือ แบ่งแรงดันในวงจรไฟฟ้าและควบคุมกระแสไฟฟ้า ถ้าใช้แบ่งแรงดันไฟฟ้า จะเรียกว่า โปเทนชิโอ มิเตอร์ (Potentiometer) ถ้าใช้ควบคุมกระแสไฟฟ้า เรียกว่า รีโอสแตต (Rheostat) มีสัญลักษณ์ดังรูปที่ 1.6 (Floyd, Thomas L. 2001: 46)

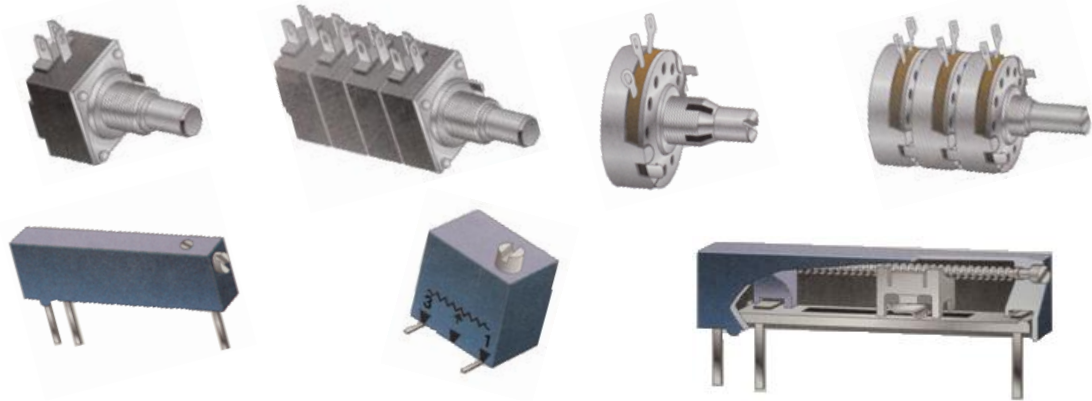


ก) โปเทนชิโอมิเตอร์ ข) รีโอสแตต ค) โปเทนชิโอมิเตอร์ต่อเป็น รีโอสแตต ง) โครงสร้างของโปเทนชิโอมิเตอร์

รูปที่ 1.6 สัญลักษณ์ของโปเทนชิโอมิเตอร์ รีโอสแตตและตัวอย่างโครงสร้างของโปเทนชิโอมิเตอร์

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 9/23
-------------------------------	----------------------	--------------

2.1) ตัวต้านทาน เปลี่ยนแปลงค่าได้ด้วยมือ โพลเทนซิโ อมิเตอร์และรีโอสแตด เป็นชนิดหนึ่งที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ด้วยมือ มีทั้งที่ปรับเป็นแบบเชิงเส้น (Linear) และแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Nonlinear) โพลเทนซิโ อมิเตอร์ใช้ควบคุมการแบ่ง แรงดันไฟฟ้าและใช้กับกระแสไฟฟ้าน้อย ๆ และ รีโอสแตดใช้กับงานที่ต้องการใช้กระแสไฟฟ้ามก ๆ ซึ่งทั้ง 2 ชนิดมีส่วนประกอบและลักษณะการใช้งานคล้ายกัน ตัวอย่างชนิดของโพลเทนซิโ อมิเตอร์ ที่ปรับแบบเชิงเส้นและแบบเทป (Tapered) ซึ่งไม่เป็นเชิงเส้นดังรูปที่ 1.7

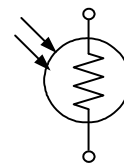


รูปที่ 1.7 ชนิดของโพลเทนซิโอมิเตอร์ทั้ง 2 โครงสร้าง

2.2) ตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าได้อัตโนมติ ตัวต้านทานแบบนี้เปลี่ยนแปลงค่าได้อัตโนมติที่ใช้มากมีอยู่ 2 ชนิดคือ เทอร์มิสเตอร์ (Thermistor) จะทำงานโดยอาศัยอุณหภูมิโดยรอบตัวที่เปลี่ยนแปลงไป ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้นค่าความต้านทาน ไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงอติโนมติในทางที่สูงขึ้นด้วย และ โฟโตคอนดักตีฟเซลล์ (Photoconductive cell) จะทำงานโดยอาศัยแสงและเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานไฟฟ้าอติโนมติตามแสงที่ได้รับ ถ้าแสงสว่างมากค่าความต้านทานไฟฟ้า จะลดลง แสดงสัญลักษณ์ดังรูปที่ 1.8



ก) เทอร์มิสเตอร์



ข) โฟโตคอนดักตีฟเซลล์

รูปที่ 1.8 เทอร์มิสเตอร์และโฟโตคอนดักตีฟเซลล์

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 10/23
-------------------------------	----------------------	---------------

1.3.3 ความสัมพันธ์ของหน่วยของความต้านทานไฟฟ้า

ความสัมพันธ์ของหน่วยของความต้านทาน ไฟฟ้าจะใช้เพื่อให้เกิดความสะดวกในการใช้งานเพื่อหาค่าต่าง ๆ ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 หน่วยของความต้านทานไฟฟ้า

ชื่อ	สัญลักษณ์	ค่าเป็น โอห์ม (Ω)
1 มิลลิโอห์ม	m Ω	$10^{-3} = \frac{1}{1,000} = 0.001$
1 โอห์ม	Ω	$10^0 = 1$
1 กิโลโอห์ม	k Ω	$10^3 = 1,000$
1 เมกะโอห์ม	M Ω	$10^6 = 1,000,000$
1 จิกะโอห์ม	G Ω	$10^9 = 1,000,000,000$

แบบฝึกหัดที่ 1.1

แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้า

จงตอบคำถามต่อไปนี้

- จงอธิบายความหมายของแรงดันไฟฟ้า
- ถ้าพลังงาน 100 จูล ทำให้ประจุไฟฟ้า 10 coulomb เคลื่อนที่ จะเกิดแรงดันไฟฟ้าเท่าใด
- จงอธิบายความหมายของกระแสไฟฟ้า
- ประจุไฟฟ้า 15 coulomb ไหลผ่านจุด ๆ หนึ่งในสายไฟฟ้า เป็นเวลา 6 วินาที จะมีกระแสไฟฟ้าไหลในสายไฟฟ้าเท่าใด
- จงบอกความหมายของความต้านทานไฟฟ้า
- จงบอกชนิดของตัวต้านทานพร้อมยกตัวอย่าง
- ถ้าตัวต้านทานมีความต้านทาน 4.7 กิโลโอห์ม จะมีความนำไฟฟ้าเท่าใด

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 11/23
-------------------------------	----------------------	---------------

1.4 แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง คือ แหล่งพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้อยู่ทั่วไป คือ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเพาเวอร์ซัพพลาย (Floyd, Thomas L. 2001: 35–37)

1.4.1 เซลล์ไฟฟ้า

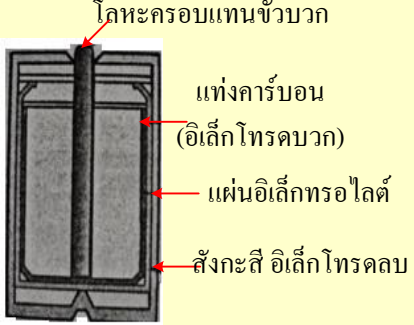

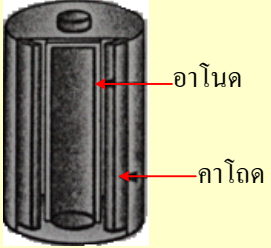

เซลล์ไฟฟ้าที่เกิดจากปฏิกิริยาเคมีหรือเซลล์ไฟฟ้าเคมี แบ่งออกได้ 2 ประเภทใหญ่ ๆ คือ เซลล์กัลวานิก และเซลล์อิเล็กโทรไลต์

1) เซลล์กัลวานิก (Galvanic Cell) หรือเซลล์โวลตาอิก (Voltaic Cell) เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าให้เกิดขึ้นได้เองด้วยปฏิกิริยารีดอกซ์ แต่ใน เซลล์ไฟฟ้าเคมีแผ่นโลหะที่เกิดปฏิกิริยากับสารละลายจะอยู่ต่างภาชนะกันแล้วนำมาต่อเชื่อมกัน เซลล์ไฟฟ้าจึงประกอบด้วยภาชนะ 2 ใบ เรียกภาชนะแต่ละใบว่า ครึ่งเซลล์ แผ่นโลหะที่จุ่มในสารละลายของไอออนของโลหะนั้นเรียกว่า ขั้วไฟฟ้า เมื่อนำครึ่งเซลล์ที่ต่างกัน 2 ครึ่งเซลล์มาต่อเชื่อมวงจรภายในด้วยสะพานไอออนแล้วนำโพลดมาต่อเป็นวงจรรภายนอกจะเกิดการไหลของอิเล็กตรอนขึ้น อิเล็กตรอนไหลไปทางใดเข็มของโวลต์มิเตอร์จะเบนไปทิศทางนั้น เซลล์กัลวานิก แบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ

1.1) เซลล์ปฐมภูมิ (Primary Cells) หมายถึง เซลล์กัลวานิกที่เกิดปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์อย่างสมบูรณ์ แต่ทำให้เกิดปฏิกิริยาเคมีย้อนกลับไม่ได้ หรือเป็นเซลล์ที่ใช้ไฟหมดแล้วไม่สามารถนำมาประจุไฟใหม่ได้ เช่น ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่แบบเซลล์แห้ง แบตเตอรี่แบบปรอท เป็นต้น แสดงชนิดของเซลล์ปฐมภูมิดังตารางที่ 1.4 (Cook, Nigel P. 2004: 27)

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 12/23
-------------------------------	----------------------	---------------

ตารางที่ 1.4 ชนิดของเซลล์ปฐมภูมิ

ชนิดของเซลล์	ลักษณะ	แรงดันเซลล์ (V)	การนำไปใช้งาน	โครงสร้าง
1. คาร์บอน-สังกะสี (Carbon-Zinc)	ประชาชนส่วนใหญ่ นิยมใช้เนื่องจากราคาถูก ขนาดเซลล์ที่ใช้มากที่สุดคือขนาด D และ C มีเซลล์ที่ค่อนข้างนุ่มเป็นชนิดมีแรงดันเซลล์มากกว่า 1.5 V เช่น แบตเตอรี่ 9 V	1.5	วิทยุ AM-FM เครื่องเล่นเทป โทรทัศน์ เครื่องเล่นเด็ก	 <p>โลหะครอบแทนขั้วบวก แท่งคาร์บอน (อิเล็กโทรดบวก) แผ่นอิเล็กโทรไลต์ สังกะสี อิเล็กโทรดลบ</p> <p>ก) คาร์บอน-สังกะสี</p>
				 <p>มี 6 เซลล์ ๆ ละ 1.5 V รวม 9 V</p> <p>คาร์บอน-สังกะสี</p>
2. อัลคาไลน์ - แมงกานีส (นิยมเรียกว่า Alkaline)	ช่วงใช้งานและความจุมากกว่าแบบคาร์บอน-สังกะสีประมาณ 3 เท่า มีทั้งทรงกระบอกและแผ่นเซลล์ขนาดเล็กให้สะดวกในการเลือกใช้	1.4	วิทยุ AM-FM เครื่องเล่นเทป โทรทัศน์ เครื่องเล่นเด็ก ค่าความจุสูง ทำให้ต้นทุนสูง	 <p>อโนด คาโทด</p> <p>ข) อัลคาไลน์-แมงกานีส</p>
				 <p>เซลล์อัลคาไลน์-แมงกานีส</p>

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 13/23
-------------------------------	----------------------	---------------

ตารางที่ 1.4 (ต่อ)

ชนิดของเซลล์	ลักษณะ	แรงดัน เซลล์ (V)	การนำไปใช้งาน	โครงสร้าง
3. เมอร์คิวรี (Mercury) ส่วนใหญ่เรียกว่า เมอร์คิวรี-ออกไซด์	ให้พลังงานสูงกว่า 2 ชนิดแรก และมีช่วงใช้ งานดีกว่า มีขนาดเล็ก กว่า ใช้กับเครื่อง ใช้ ไฟฟ้าที่มีกำลังต่ำ มีทั้ง แบบแผ่นและทรง กระบอกให้สะดวกใน การเลือกใช้งาน	1.35 และ 1.4	นาฬิกา เครื่องช่วยฟัง อุปกรณ์ การแพทย์ กล้องถ่ายรูป ทดสอบอุปกรณ์ ไฟฟ้า	 <p>คาโอด (เมอร์คิวรีออกไซด์)</p> <p>อโนด (สังกะสี)</p> <p>อิเล็กโทรไลต์ ชนิดโพแทสเซียม ไฮดรอกไซด์</p> <p>ค) เมอร์คิวรี</p>
4. ซิลเวอร์- ออกไซด์ (Silver-oxide)	ความจุสูง ต้นทุน การผลิตสูงเนื่องจาก วัสดุที่ใช้จ่าย กระแสได้สูง ช่วงเวลาน้อยกว่า ชนิดอื่น ใช้กับ เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มี กำลังต่ำ	1.5	นาฬิกา เครื่องช่วยฟัง อุปกรณ์ การแพทย์ กล้องถ่ายรูป	 <p>คาโอด (ซิลเวอร์-ออกไซด์)</p> <p>อโนด (สังกะสี)</p> <p>อิเล็กโทรไลต์ ชนิดอัลคาไลน์</p> <p>ง) ซิลเวอร์-ออกไซด์</p>
5. ลิเทียม (Lithium)	อัตราการคายประจุ สูง ช่วงเวลาการใช้ งานนานกว่า น้ำหนักเบา แรงดัน เอาต์พุตสูง มีทั้ง แบบแผ่นและทรง กระบอก ให้สะดวก ในการเลือกใช้งาน	1.9	นาฬิกา อุปกรณ์ หน่วยความจำ เครื่องคำนวณ วงจรรวมเซอร์	 <p>คาโอด (คาร์บอน)</p> <p>อโนด (ลิเทียม)</p> <p>อิเล็กโทรไลต์ ชนิดซัลเฟอร์ไดออกไซด์</p> <p>จ) ลิเทียม</p>

เซลล์ปฐมภูมิ เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่ไม่สามารถอัดประจุใหม่ได้ ที่ใช้มากคือถ่านไฟฉาย มีหลายขนาดแต่ที่นิยมใช้ คือ ขนาด D เป็นขนาดใหญ่สุด ขนาด C เป็นขนาดกลาง ขนาด AA เป็นขนาดเล็ก ขนาด AAA เป็นขนาดเล็ก และขนาด AAAA เป็นขนาดเล็กมาก ซึ่งจะหาซื้อยากและราคาแพง

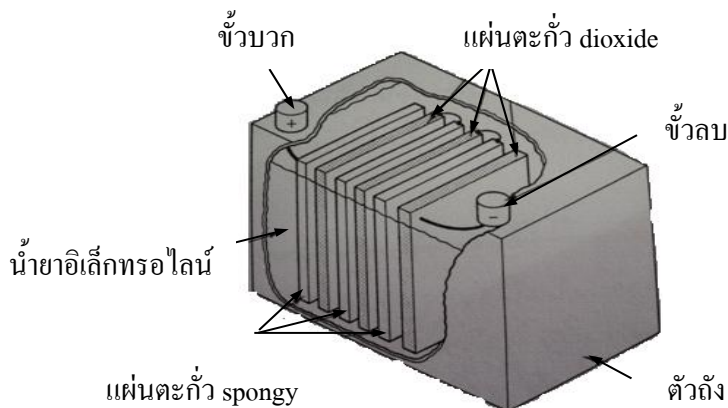
วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 14/23
-------------------------------	----------------------	---------------

ถ่านไฟฉายชนิดพิเศษผลิตออกมาเพื่อสะดวกกับสิ่งประดิษฐ์ใหม่ๆ และเก็บประจุไว้ได้นาน เช่น ถ่านไฟฉาย "เฮฟวี่ดีวตี" (Heavy Duty) และ "ซูเปอร์เฮฟวี่ดีวตี" (Super Heavy Duty) สร้างมาจากสารอัลคาไลน์ หรือเรียกว่าถ่าน "อัลคาไลน์" อายุการใช้งาน จะนานกว่าถ่านไฟฉายธรรมดา ตัวอย่างเซลล์ปฐมภูมิ ดังรูปที่ 1.9



รูปที่ 1.9 ตัวอย่างเซลล์ปฐมภูมิ

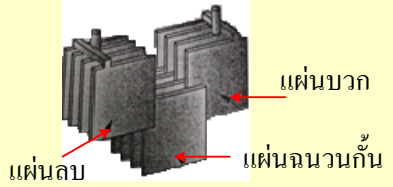


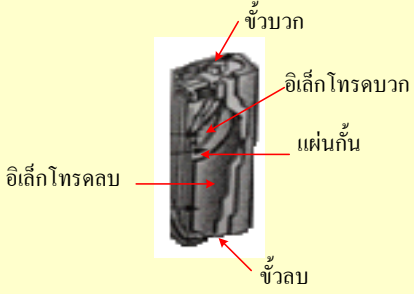
1.2) เซลล์ทุติยภูมิ (Secondary Cells) หมายถึง เซลล์กัลวานิกที่ปฏิกิริยาภายในเซลล์เกิดขึ้นแล้วสามารถทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้อีกโดยการประจุไฟเข้าไปใหม่ เช่น แบตเตอรี่สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว แบตเตอรี่ลิเทียมแข็ง เป็นต้น เซลล์ทุติยภูมิที่พบบ่อย ๆ คือ เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว และเซลล์นิกเกิล-แคดเมียม หรือเรียนสั้น ๆ ว่า เซลล์นิกแคด ตัวอย่างเซลล์ทุติยภูมิ ดัง รูปที่ 1.10 จะมีส่วนประกอบด้วยโลหะ 2 แผ่น คือ แผ่นตะกั่ว dioxide และแผ่นตะกั่ว spongy โดยสารเคมีคือ กรดซัลฟูริกและน้ำกลั่น (น้ำยาอิเล็กโทรไลต์) เป็นตัวทำปฏิกิริยาเคมีภายในช่องเซลล์ไฟฟ้า โดยแต่ละช่องจะมีแรงดันไฟฟ้าประมาณ 2.1 โวลต์ และแสดงชนิดของเซลล์ทุติยภูมิดังตารางที่ 1.5 (Cook, Nigel P. 2004: 29)



รูปที่ 1.10 โครงสร้างของแบตเตอรี่

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 15/23
-------------------------------	----------------------	---------------

ตารางที่ 1.5 ชนิดของเซลล์ทุติยภูมิ

ชนิดของเซลล์	ลักษณะ	การนำไปใช้งาน	โครงสร้าง
1. ตะกั่ว-กรด (เซลล์ตะกั่ว)	รอบของการเก็บ ประจุ และคายประจุยาวนานและมีกระแสไฟฟ้าสูง แรงดัน 2.1 โวลต์ /เซลล์ จะต้องเติมน้ำกลั่นถ้าเป็นแบบเซลล์เปียก	- เซลล์แห้ง ส่วนใหญ่ใช้กับโทรศัพท์ อุปกรณ์บันทึกต่าง ๆ หุ่นยนต์ แขนกล - เซลล์เปียก ส่วนใหญ่ใช้เป็นแหล่งจ่ายสตาร์ทเครื่องยนต์ กำลังของหุ่นยนต์	ขั้วอิเล็กโทรดเป็นตะกั่วออกไซด์แช่อยู่ในน้ำยาอิเล็กโทรไลต์ทำให้เจือจางโดยเดิมกรดซัลฟูริก   แบตเตอรี่รถยนต์ ชนิดตะกั่ว-กรดแบบเปียก มี 6 เซลล์ ๆ ละ 2.1 V รวม 12.6 V
2. นิกเกิล-แคดเมียม (Ni-Cd)	ความจุสูงและต้นทุนสูง ใช้กระแสการประจุมากกว่าชนิดแรกถึง 3 เท่าที่แอมป์-ชั่วโมงเท่ากัน แรงดัน 1.2 โวลต์/เซลล์ ก่อนการประจุใหม่จะต้องคายประจุเดิมที่มีอยู่ให้หมดก่อน	- นิกเกิล-แคดเมียมแบบเซลล์แห้งส่วนใหญ่นำไปใช้กับโทรศัพท์วิทยุ เครื่องเล่นสำหรับเด็ก - นิกเกิล-แคดเมียมแบบเปียกใช้เช่นเดียวกับชนิดตะกั่ว-กรด	 ชนิดไปแทสเซียมไฮดรอกไซด์
3. นิกเกิล-เมทัลไฮไดรด์ และลิเทียมไฮดรอกไซด์	คุณสมบัติการประจุเหมือนกับชนิดนิกเกิล-แคดเมียม แรงดันทั่วไป 1.2 โวลต์	ใช้มากในระบบโทรศัพท์ คอมพิวเตอร์ และระบบอิเล็กทรอนิกส์	

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 16/23
-------------------------------	----------------------	---------------

ตัวอย่างเซลล์ทุติยภูมิ ดังรูปที่ 1.11



รูปที่ 1.11 ตัวอย่างเซลล์ทุติยภูมิ

จากที่กล่าวมาข้างต้นแบตเตอรี่ (เซลล์ทุติยภูมิ) จะให้กำเนิดพลังงานไฟฟ้าโดยเปลี่ยนพลังงานเคมีมาเป็นพลังงานไฟฟ้า จะนิยามกำหนดความจุพลังงานไฟฟ้าเป็น แอมแปร์-ชั่วโมง (Ampere-hour: Ah) โดยผู้ผลิต เช่น แบตเตอรี่รถยนต์มีขนาด 24 โวลต์ มีความจุ 100 แอมแปร์-ชั่วโมง เป็นต้น เมื่อนำไปใช้งานจนหมดพลังงานก็สามารถอัดประจุไฟฟ้าใหม่ได้ แบตเตอรี่มีช่วงเวลาการใช้งานตามสมการที่ 1.4

$$\text{ช่วงเวลาใช้งาน} = \frac{\text{ความจุของแบตเตอรี่(Ah)}}{\text{กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้(A)}} \text{----- (1.4)}$$

ตัวอย่างที่ 1.4 แบตเตอรี่มีความจุพลังงานเคมี 2.5 เมกะจูล มีแรงดันไฟฟ้าระหว่างสองขั้ว 12 โวลต์ นำไปใช้งานกับโหลดที่ใช้กระแสไฟฟ้า 7 แอมแปร์ อย่างต่อเนื่อง แบตเตอรี่นี้จะนำไปใช้งานได้นานเท่าใด

วิธีทำ จากโจทย์เราไม่ทราบค่าความจุของแบตเตอรี่ จึงต้องหาค่าก่อนโดยประยุกต์ใช้สมการที่ 1.1 จะได้

$$Q = \frac{W}{V} = \frac{2.5 \times 10^6 \text{ J}}{12 \text{ V}} = 0.21 \times 10^6 \text{ C}$$

แต่ประจุไฟฟ้า 1 C คือ การไหลของกระแสไฟฟ้า 1 A ในเวลา 1 s

$$\text{เมื่อ } 1 \text{ h} = 60 \times 60 \text{ s} = 3600 \text{ s}$$

$$1 \text{ C} = 1 \text{ A}\cdot\text{s} = \frac{1}{3600} \text{ Ah}$$

$$\text{ดังนั้น } Q = (0.21 \times 10^6) \times \frac{1}{3600} \text{ Ah} = 58.33 \text{ Ah}$$

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 17/23
-------------------------------	----------------------	---------------

$$\begin{aligned} \text{ช่วงเวลาดำเนินงาน} &= \frac{\text{ความจุของแบตเตอรี่ (Ah)}}{\text{กระแสไฟฟ้าเฉลี่ยที่ใช้ (A)}} \\ &= \frac{58.33\text{Ah}}{7\text{A}} = 8.33 \text{ h} \quad \text{ตอบ} \end{aligned}$$

ตัวอย่างที่ 1.5 แบตเตอรี่มีขนาดความจุที่ 70 Ah จ่ายโหลด 2 A จะจ่ายโหลดได้นานเท่าใด

วิธีทำ อัตราแอมแปร์-ชั่วโมงคือเวลาที่ใช้กระแสไฟฟ้าเป็น x ชั่วโมง ประยุกต์ใช้สมการที่ 1.4

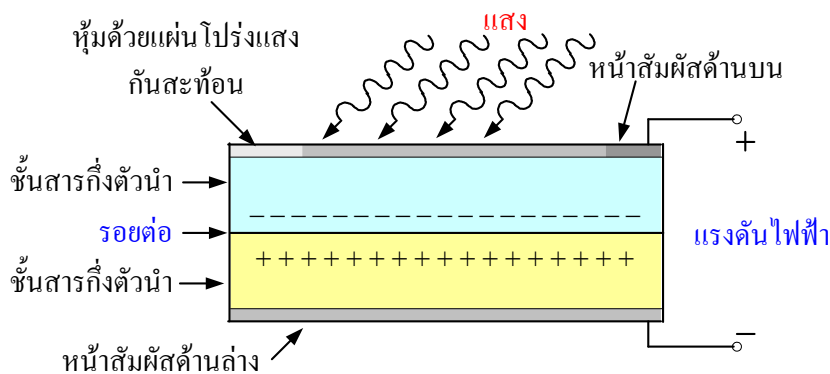
$$\begin{aligned} \text{จะได้} \quad \text{Ah} &= (2 \text{ A})(x \text{ h}) \\ 70 \text{ Ah} &= (2 \text{ A})(x \text{ h}) \\ x &= \frac{70\text{Ah}}{2\text{A}} = 35 \text{ h} \end{aligned}$$

ดังนั้นแบตเตอรี่นี้จ่ายโหลด 2 แอมแปร์ จะจ่ายโหลดได้นาน 35 ชั่วโมง **ตอบ**

2) เซลล์อิเล็กโทรไลต์ (Electrolytic Cells) เป็นเซลล์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี ได้แก่ กระบวนการทำสารให้บริสุทธิ์ด้วยกระแสไฟฟ้า หรือ การชุบโลหะด้วยกระแสไฟฟ้า เป็นการทำให้โลหะมีความคงทนและสวยงามและการแยกสารบริสุทธิ์ด้วยกระแสไฟฟ้า เช่น การทำทองแดงให้บริสุทธิ์ การผลิตโลหะแมกนีเซียม เป็นต้น

1.4.2 เซลล์แสงอาทิตย์

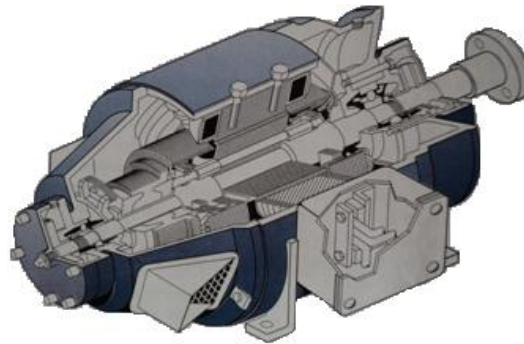
พื้นฐานของเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cells) ประกอบด้วยชั้นที่ต่างกันของสารกึ่งตัวนำ 2 ชนิด มาประกบกัน เมื่อชั้นที่ 1 ได้รับแสงจะเกิดพลังงานที่ทำให้อิเล็กตรอนจำนวนมากหลุดจากอะตอมและตกคร่อมรอยต่อ กระบวนการนี้ทำให้ด้านบนของรอยต่อเป็นไอออนลบและอีกด้านหนึ่งเป็นไอออนบวก ดังนั้นจึงเกิดความต่างศักย์ไฟฟ้าขึ้น แสดงดังรูปที่ 1.12



รูปที่ 1.12 โครงสร้างพื้นฐานของเซลล์แสงอาทิตย์

1.4.3 เครื่องกำเนิดไฟฟ้า

เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator) จะเปลี่ยนพลังงานกลเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยใช้หลักการเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า เมื่อขดลวดตัวนำหมุนตัดผ่านสนามแม่เหล็กจะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวเหนี่ยวนำนั้น และแรงดันไฟฟ้านี้จะส่งต่อผ่านคอมมิวเตเตอร์ไปเพื่อใช้งานกับโหลดไฟฟ้ากระแสตรงต่อไป แสดงรูปตัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้างดรูปที่ 1.13



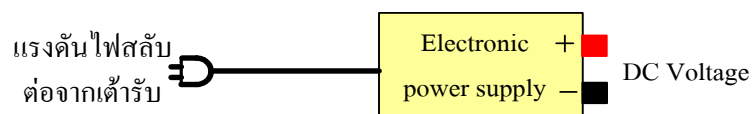
รูปที่ 1.13 รูปตัดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

1.4.4 เพาเวอร์ซัพพลาย

เพาเวอร์ซัพพลายจะไม่ผลิตพลังงานไฟฟ้าเหมือนแหล่งจ่ายอื่นแต่จะกลับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและสามารถปรับค่าได้ระหว่าง 2 ขั้ว แสดงตัวอย่างเพาเวอร์ซัพพลายและไดอะแกรม ดังรูปที่ 1.14



ก) ตัวอย่างเพาเวอร์ซัพพลาย

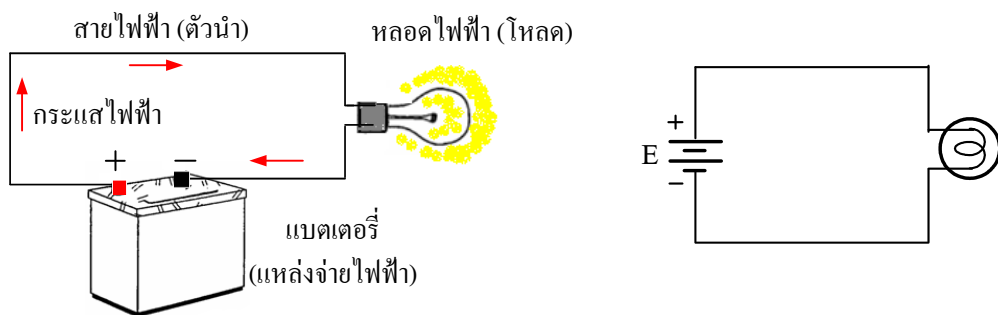


ข) ไดอะแกรมของเพาเวอร์ซัพพลาย

รูปที่ 1.14 เพาเวอร์ซัพพลาย

1.5 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

ในพื้นฐานทางไฟฟ้า นั้นวงจรไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Source) ตัวนำไฟฟ้า (Wire) และภาระทางไฟฟ้า (Load) ซึ่งภาระทางไฟฟ้าในเอกสาร เล่มนี้จะใช้คำว่า “โหลด” หมายถึง เครื่องใช้ไฟฟ้าใด ๆ ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้า เป็นพลังงานรูปอื่น เช่น หลอดไฟฟ้า เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานแสงสว่าง มอเตอร์ไฟฟ้าเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เป็นต้น แสดงวงจรไฟฟ้างดรูปที่ 1.15

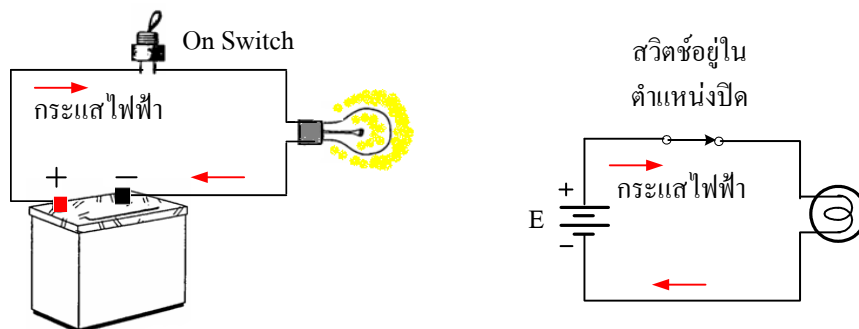


ก) ตัวอย่างวงจรไฟฟ้า

ข) วงจรไฟฟ้าแสดงโดยใช้สัญลักษณ์จากรูป ก)

รูปที่ 1.15 วงจรไฟฟ้าเบื้องต้น

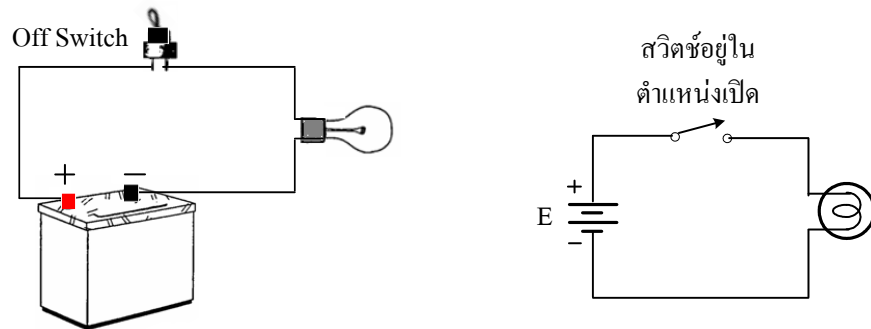
วงจรปิดและวงจรเปิด จากตัวอย่างวงจรไฟฟ้า รูปที่ 1.15 ถ้าใส่สวิตช์เข้าไปในวงจรเพื่อควบคุมการทำงานของวงจร ถ้าเปิดสวิตช์ (On Switch) กระแสไฟฟ้าสามารถไหลในวงจรมันได้ ลักษณะนี้เรียกว่า “วงจรปิด” แต่ถ้าปิดสวิตช์ (Off Switch) กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลในวงจรมันได้ ลักษณะนี้เรียกว่า “วงจรเปิด” แสดงดังรูปที่ 1.16 (Floyd, Thomas L. 2001: 49)



ก) วงจรปิด กระแสไฟฟ้าจะไหลในวงจรได้

รูปที่ 1.16 วงจรปิดและวงจรเปิด

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 20/23
-------------------------------	----------------------	---------------



ข) วงจรเปิด กระแสไฟฟ้าไม่สามารถไหลในวงจรได้

รูปที่ 1.16 (ต่อ) วงจรปิดและวงจรเปิด

1.6 เครื่องมือวัดวงจรไฟฟ้า

เครื่องมือวัดที่เป็นพื้นฐานในการวัดค่าต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้าได้แก่ โวลต์มิเตอร์ แอมมิเตอร์ และ โอห์มมิเตอร์ (Floyd, Thomas L. 2001: 56–57)

1.6.1 ชนิดของมัลติมิเตอร์

มัลติมิเตอร์ที่ใช้ทั่วไป จะมีอยู่ 2 ชนิด คือ มัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก และมัลติมิเตอร์ชนิด ดิจิตอล (ถ้ามิเตอร์ใน 1 ตัว สามารถวัดค่าต่าง ๆ ทางไฟฟ้าได้หลายค่า จะเรียกว่า มัลติมิเตอร์) แสดง ตัวอย่างดังรูปที่ 1.17



ก) มัลติมิเตอร์ชนิดแอนะล็อก

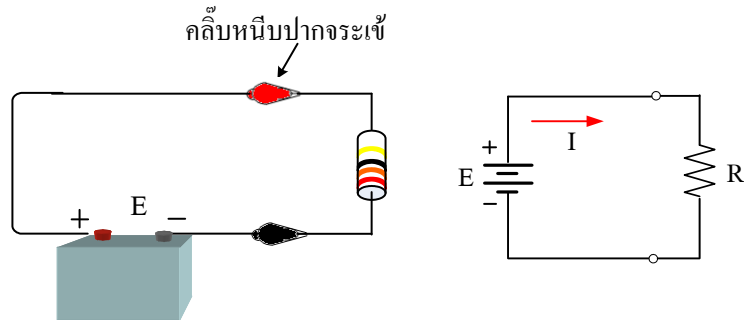


ข) มัลติมิเตอร์ชนิดดิจิตอล

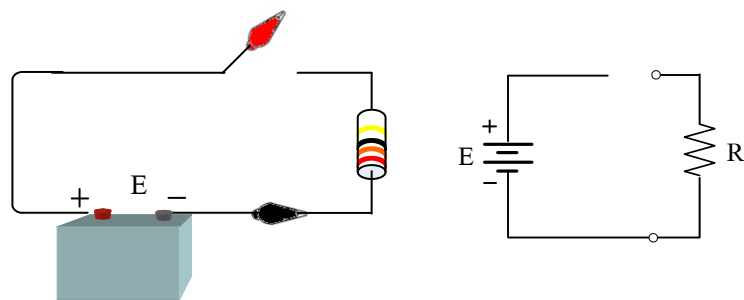
รูปที่ 1.17 ตัวอย่างมัลติมิเตอร์

1.6.2 การวัดกระแสไฟฟ้า

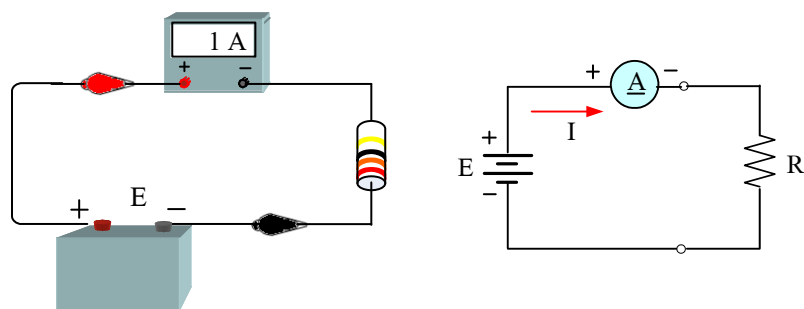
การวัดกระแสไฟฟ้าจะใช้แอมมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัด โดยต่ออนุกรมกับโหลด อธิบายได้ดังรูปที่ 1.18



ก) วงจรไฟฟ้าจะมีกระแสไฟฟ้าที่ต้องการวัดไหลอยู่



ข) เปิดวงจรไฟฟ้าระหว่างขั้วของตัวต้านทานกับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือระหว่างขั้วของตัวต้านทานกับขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้า

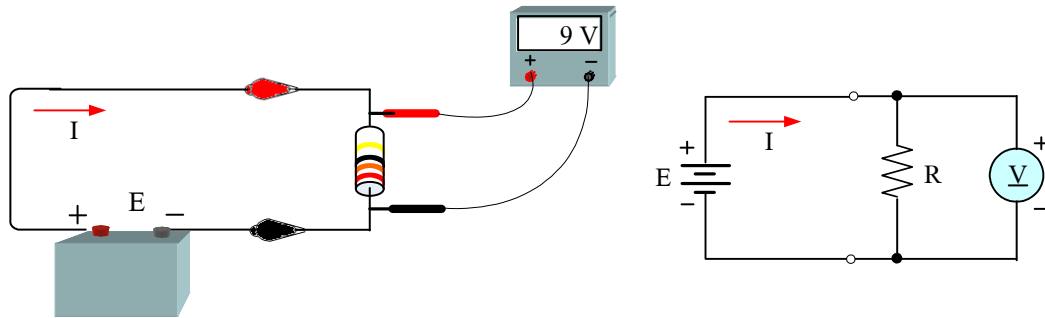


ค) ต่อแอมมิเตอร์เข้าไปในวงจรไฟฟ้า โดยขั้วบวกต่อเข้าขั้วบวกและขั้วลบต่อเข้าขั้วลบ

รูปที่ 1.18 การวัดกระแสไฟฟ้า

1.6.3 การวัดแรงดันไฟฟ้า

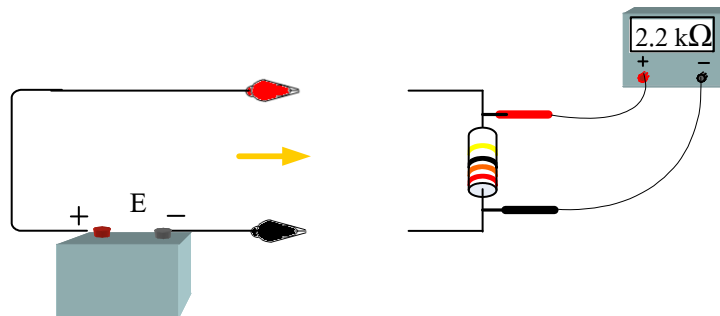
การวัดแรงดันไฟฟ้าจะใช้โวลต์มิเตอร์เป็นเครื่องมือวัด โดยวัดคร่อมอุปกรณ์ที่ต้องการวัด และต้องคำนึงถึงขั้วแรงดันไฟฟ้าระหว่างอุปกรณ์ที่ต้องการวัดกับ โวลต์มิเตอร์ให้ถูกต้องด้วย ดังรูปที่ 1.19



รูปที่ 1.19 การวัดแรงดันไฟฟ้า

1.6.4 การวัดความต้านทานไฟฟ้า

การวัดความต้านทานไฟฟ้าจะใช้โอห์มมิเตอร์เป็นเครื่องมือวัด โดยวัดคร่อมตัวต้านทานที่ต้องการวัด มีข้อควรระวังคือตัวต้านทานที่จะวัดจะต้องถอดออกจากวงจรไฟฟ้าหรือจะต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวต้านทานนั้นและไม่ต้องคำนึงถึงขั้วบวกขั้วลบ อธิบายได้ดังรูปที่ 1.20



- ก) ถอดตัวต้านทานออกจากวงจรไฟฟ้า ข) วัดค่าความต้านทาน (ไม่ต้องคำนึงถึงขั้ว)

รูปที่ 1.20 การวัดความต้านทานไฟฟ้า

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบเนื้อหา หน่วยที่ 1	หน้าที่ 23/23
-------------------------------	----------------------	---------------

แบบฝึกหัดที่ 1.2

แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง วงจรไฟฟ้าเบื้องต้นและการวัดทางไฟฟ้า

จงตอบคำถามต่อไปนี้

1. จงอธิบายแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงมา 2 ชนิด
2. จงบอกส่วนประกอบของวงจรไฟฟ้า
3. จงอธิบายลักษณะของวงจรปิดวงจรเปิด
4. จงอธิบายการใช้โวลต์มิเตอร์วัดค่าในวงจรไฟฟ้าพร้อมวาดรูปประกอบการอธิบาย
5. จงอธิบายการใช้แอมมิเตอร์วัดค่าในวงจรไฟฟ้าพร้อมวาดรูปประกอบการอธิบาย
6. จงอธิบายการใช้โอห์มมิเตอร์วัดค่าในวงจรไฟฟ้าพร้อมวาดรูปประกอบการอธิบาย

1.7 สรุปสาระสำคัญ

1.7.1 แรงดันไฟฟ้า หมายถึง ความต่างศักย์ที่เกิดขึ้นระหว่างจุดสองจุด ถ้าเป็นแรงดันไฟฟ้า ตกรวมตัวด้านทาน ใช้สัญลักษณ์ “V” ถ้าเป็นแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้า ใช้สัญลักษณ์ “E” มีหน่วยเป็น โวลต์ (V) และกระแสไฟฟ้า หมายถึง การเคลื่อนที่ ของอิเล็กตรอน อิสระอย่างต่อเนื่อง ใช้สัญลักษณ์ “I” มีหน่วยเป็น แอมแปร์ (A)

1.7.2 ความต้านทาน หมายถึง การจำกัด การไหลของกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ohm) และใช้สัญลักษณ์อักษรกรีกเรียกว่า โอเมกา (Ω)

1.7.3 ตัวต้านทานแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ ชนิดค่าคงที่ เช่น ตัวต้านทานแบบถ่าน แบบฟิล์มและแบบไวร์วาวด์ เป็นต้น และชนิดที่เปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น ตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าได้ด้วยมือ (โพเทนชิออมิเตอร์และรีโอสเตด) และตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงค่าได้อัตโนมัติ (เทอร์มิสเตอร์และโฟโตคอนดักตีฟ-เซลล์) เป็นต้น

1.7.4 แหล่งกำเนิดไฟฟ้า กระแสตรง คือ แหล่งพลังงานไฟฟ้ากระแสตรงที่สามารถจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าได้ แหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรงที่ใช้อยู่ทั่วไป คือ ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ เซลล์แสงอาทิตย์ เครื่องกำเนิดไฟฟ้าและเพาเวอร์ซัพพลาย

1.7.5 วงจรไฟฟ้าจะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้า (Source) ตัวนำไฟฟ้า (Wire) และภาระทางไฟฟ้า (Load)

1.7.6 แอมมิเตอร์ใช้วัดกระแสไฟฟ้า โดยต่ออนุกรมกับโหลดที่ต้องการวัด และ โวลต์มิเตอร์ใช้วัดแรงดันไฟฟ้า โดยต่อคร่อม (ขนาน) กับโหลดที่ต้องการวัด

1.7.7 โอห์มมิเตอร์ใช้วัดความต้านทานไฟฟ้า โดยต่อคร่อม (ขนาน) กับโหลดที่ต้องการวัดและ โหลดนั้นต้องไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน

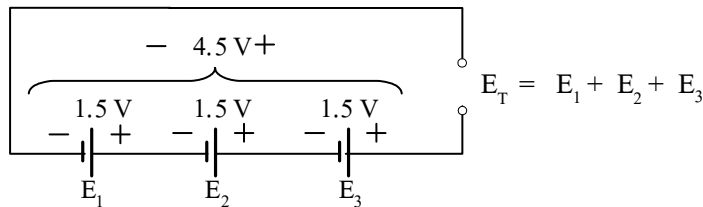
วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบงานที่ 1	หน้าที่ 1/6
ใบงานที่ 1 เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า		

ชื่อ - สกุล.....สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....
 ทดลองวันที่.....เดือน.....พ.ศ. เวลาทดลอง..1.5 คาบ.. กำหนดส่งงาน.....

สาระสำคัญ

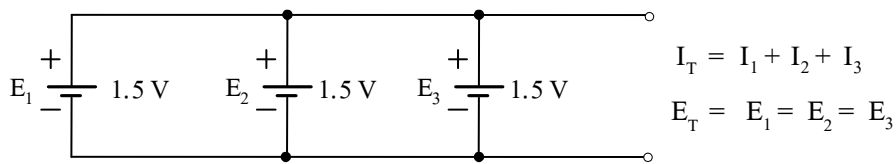
เซลล์ไฟฟ้าเป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง เซลล์ไฟฟ้าเพียงเซลล์เดียวอย่างเช่นถ่านไฟฉายจะให้แรงดันไฟฟ้าต่ำและจ่ายกระแสไฟฟ้าได้น้อย ถ้านำเซลล์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 เซลล์ขึ้นไปมาต่อกัน จะเกิดผลดังนี้

1. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม จะทำให้แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แต่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับเซลล์ไฟฟ้าตัวที่จ่ายกระแสไฟฟ้าได้น้อยที่สุด ดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 เซลล์ไฟฟ้าต่อแบบอนุกรม 3 เซลล์ แรงดันไฟฟ้ารวม $E_T = E_1 + E_2 + E_3$

2. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน แรงดันไฟฟ้าเท่ากัน แต่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าได้เท่ากับกระแสไฟฟ้าของแต่ละเซลล์นำมาบวกกัน ดังรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 เซลล์ไฟฟ้าต่อแบบขนาน 3 เซลล์

3. การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบ ผสม จะอาศัยคุณสมบัติของเซลล์ต่อแบบอนุกรมและแบบขนานรวมกัน จะทำให้แรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น

จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม ได้
2. ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน ได้
3. ต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมได้
4. ใช้มัลติมิเตอร์วัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าได้

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบงานที่ 1	หน้าที่ 2/6
-------------------------------	------------	-------------

คุณธรรม จริยธรรม เจตคติและค่านิยมที่พึงประสงค์

1. ความมีวินัยในการทำงาน
2. ความรับผิดชอบในการทำงาน
3. ความเชื่อมั่นในตนเอง

เครื่องมือ/อุปกรณ์และวัสดุในการทดลอง

เครื่องมือ/อุปกรณ์	วัสดุ
<ol style="list-style-type: none"> 1. แผลงทดลองวงจรไฟฟ้า จำนวน 1 ชุด 2. มัลติมิเตอร์แบบดิจิทัล จำนวน 1 เครื่อง 	<ol style="list-style-type: none"> 1. รางถ่านไฟฉาย ขนาด AA แรงดันไฟฟ้า 1.5 V <ol style="list-style-type: none"> 1.1 รางถ่านไฟฉาย แบบใส่ 1 ก้อน จำนวน 4 อัน 1.2 รางถ่านไฟฉาย แบบใส่ 2 ก้อน จำนวน 2 อัน 2. ถ่านไฟฉาย ขนาด AA แรงดันไฟฟ้า 1.5 V จำนวน 4 ก้อน 3. ตัวต้านทาน 5Ω จำนวน 1 ตัว

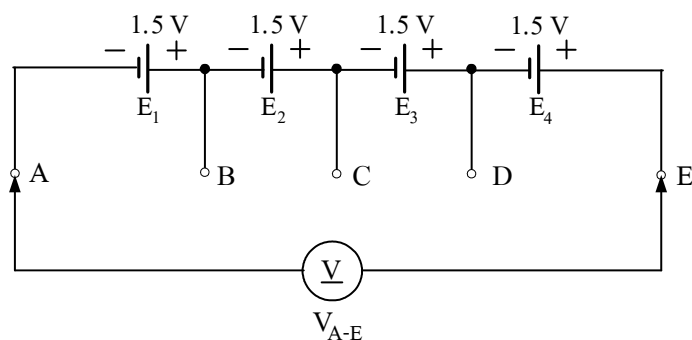
ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1. การทดลองที่ 1.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

1.1 ต่อถ่านไฟฉาย จำนวน 4 ก้อน ตามรูปที่ 1.3



ก) รางถ่านไฟฉายแบบใส่ 1 ก้อน สำหรับต่อทดลอง



ข) ถ่านไฟฉายต่ออนุกรมกัน 4 ก้อน

รูปที่ 1.3 การทดลองที่ 1.1

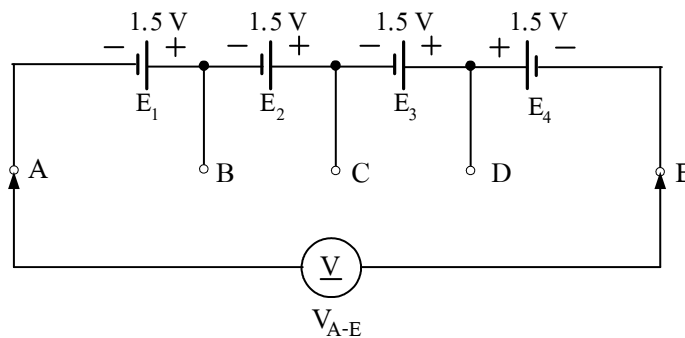
วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบงานที่ 1	หน้าที่ 3/6
-------------------------------	------------	-------------

- 1.2 วัดแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 1.1
- 1.3 คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1.1
- 1.4 คำนวณร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณได้

ตารางที่ 1.1 บันทึกผลการทดลอง

แรงดันไฟฟ้า ระหว่างจุดที่วัด	A-B	A-C	A-D	A-E
ค่าที่วัดได้ (V)	$V_{A-B} = \dots\dots\dots V$	$V_{A-C} = \dots\dots\dots V$	$V_{A-D} = \dots\dots\dots V$	$V_{A-E} = \dots\dots\dots V$
ค่าที่คำนวณได้ (V)	$V_{A-B} = \dots\dots\dots V$	$V_{A-C} = \dots\dots\dots V$	$V_{A-D} = \dots\dots\dots V$	$V_{A-E} = \dots\dots\dots V$
ร้อยละของความแตกต่าง				

1.5 ต่อถ่านไฟฉาย จำนวน 4 ก้อน โดยสลับขั้วก้อนที่ 4 ตามรูปที่ 1.4

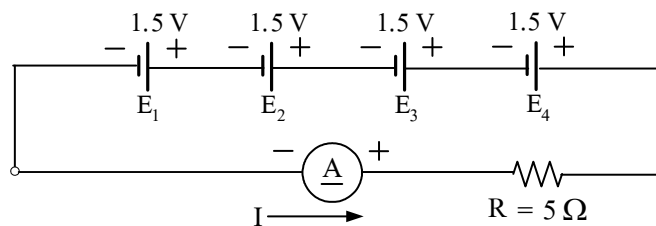


รูปที่ 1.4

ผลการวัด $V_{A-E} = \dots\dots\dots V$

- แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เนื่องจาก.....
- แรงดันไฟฟ้าลดลง เนื่องจาก.....

1.6 ต่อถ่านไฟฉาย และนำตัวต้านทาน 5Ω มาต่อ ทำการวัดกระแสไฟฟ้าตามรูปที่ 1.5

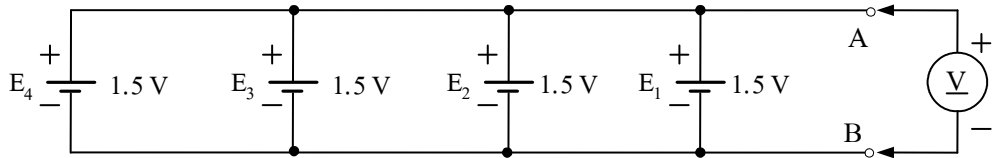


รูปที่ 1.5

ผลการวัดกระแสไฟฟ้า $I = \dots\dots\dots A$

2. การทดลองที่ 1.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

2.1 ต่อถ่านไฟฉาย จำนวน 4 ก้อน โดยต่อขนานครั้งละ 1 ก้อน ตามรูปที่ 1.6



รูปที่ 1.6 การทดลองที่ 1.2

2.2 วัดแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด A-B ครั้งละเซลล์ บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 1.2

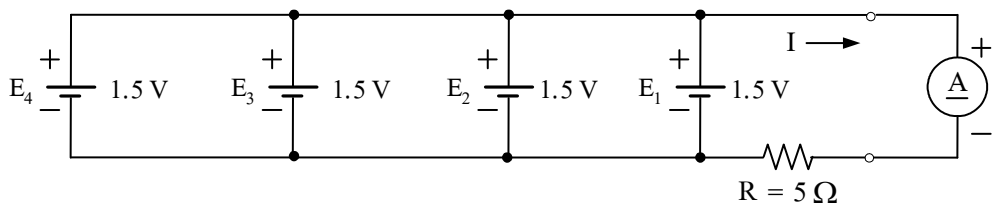
2.3 คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด A-B บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1.2

2.4 คำนวณร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณได้

ตารางที่ 1.2 บันทึกผลการทดลอง

จำนวนเซลล์ที่ต่อขนาน	1 เซลล์	2 เซลล์	3 เซลล์	4 เซลล์
ค่าที่วัดได้ (V)	.....V	.....V	.....V	.....V
ค่าที่คำนวณได้ (V)	.....V	.....V	.....V	.....V
ร้อยละของความแตกต่าง	.....	.....	.....	.....

2.5 ต่อถ่านไฟฉาย และนำตัวต้านทาน 5Ω มาต่อ ทำการวัดกระแสไฟฟ้าตามรูปที่ 1.7

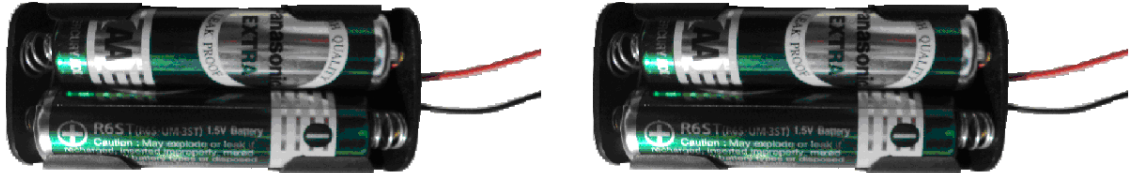


รูปที่ 1.7

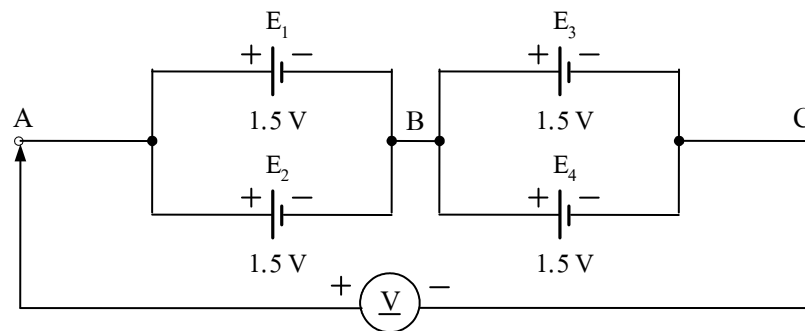
ผลการวัดกระแสไฟฟ้า $I = \dots\dots\dots A$

3. การทดลองที่ 1.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม

3.1 ต่อถ่านไฟฉาย จำนวน 4 ก้อน ตามรูปที่ 1.8



ก) รางถ่านไฟฉายแบบใส่ 2 ก้อน จำนวน 2 อัน สำหรับต่อทดลอง



ข) ถ่านไฟฉายต่อแบบผสม
รูปที่ 1.8 การทดลองที่ 1.3

3.2 วัดแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด บันทึกค่าที่วัดได้ลงในตารางที่ 1.3

3.3 คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้าระหว่างจุดที่กำหนด บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1.3

3.4 คำนวณร้อยละของความแตกต่างระหว่างค่าที่วัดได้กับค่าที่คำนวณได้

ตารางที่ 1.3 บันทึกผลการทดลอง

แรงดันไฟฟ้าระหว่างจุด	A-B	B-C	A-C
ค่าที่วัดได้ (V)	$V_{A-B} = \dots\dots\dots V$	$V_{B-C} = \dots\dots\dots V$	$V_{A-C} = \dots\dots\dots V$
ค่าที่คำนวณได้ (V)	$V_{A-B} = \dots\dots\dots V$	$V_{B-C} = \dots\dots\dots V$	$V_{A-C} = \dots\dots\dots V$
ร้อยละของความแตกต่าง	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$	$\dots\dots\dots$

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (2104–2202)	ใบงานที่ 1	หน้าที่ 6/6
-------------------------------	------------	-------------

คำถามหลังการทดลอง

1.1 จากตารางที่ 1.1 แรงดันไฟฟ้ารวมของเซลล์ เป็นไปตามสมการ $E_T = E_1 + E_2 + E_3$ หรือไม่
อย่างไร

1.2 จากตารางที่ 1.2 แรงดันไฟฟ้ารวมของเซลล์ที่ต่อขนาน มีค่าเท่ากัน จริงหรือไม่ เพราะอะไร

1.3 จากตารางที่ 1.3 จงอธิบายผลการทดลอง ว่าเป็นไปตามคุณสมบัติของการต่อเซลล์แบบ
อนุกรมและแบบขนานรวมกันหรือไม่ อย่างไร

1.4 กระแสไฟฟ้าตามการทดลองข้อ 1.6 กับข้อ 2.5 มีค่าเท่ากันหรือต่างกันหรือไม่ เพราะอะไร

สรุปผลการทดลอง

จงสรุปคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้าเมื่อต่ออนุกรม ขนานและผสม โดยใช้ผลจากการทดลอง

แบบประเมินผล
ใบงานที่ 1 เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า

ชื่อ - สกุล.....สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....

รายการ	คะแนน				หมายเหตุ
ขั้นก่อนการทดลอง					
1) จัดเตรียมเครื่องมือ/อุปกรณ์			2	1	
2) ตรวจสอบเครื่องมือ/อุปกรณ์ก่อนทดลอง			2	1	
ขั้นการทดลอง					
3) การทดลองที่ 1.1	7	5	3	1	
4) การทดลองที่ 1.2	7	5	3	1	
5) การทดลองที่ 1.3	7	5	3	1	
ขั้นสรุปผล					
6) ตอบคำถามหลังการทดลอง	4	3	2	1	
7) สรุปผลการทดลอง	7	5	3	1	
8) นำเสนอผลการทดลอง	4	3	2	1	
ขั้นหลังการทดลอง					
9) จัดเก็บเครื่องมือ/อุปกรณ์และวัสดุ	4	3	2	1	
10) ทำความสะอาดบริเวณปฏิบัติการทดลอง	4	3	2	1	
11) ส่งใบงานตามกำหนด			2	1	
คะแนนที่ได้					
รวมคะแนน					

ผลการประเมิน (คะแนนเต็ม 50 คะแนน)

- ดีมาก (คะแนนอยู่ในช่วง 40–50 คะแนน)
- ดี (คะแนนอยู่ในช่วง 35–39 คะแนน)
- พอใช้ (คะแนนอยู่ในช่วง 30–34 คะแนน)
- ปรับปรุง (คะแนนอยู่ในช่วง 25–29 คะแนน)
- ไม่ผ่าน (คะแนนต่ำกว่า 25 คะแนน)

ลงชื่อ

(.....)

ผู้ประเมิน

**แบบประเมินคุณธรรม จริยธรรม เจตคติและค่านิยมที่พึงประสงค์
ใบงานที่ 1 เซลล์ไฟฟ้าและการวัดทางไฟฟ้า**

ชื่อ – สกุล สมาชิกในกลุ่ม

วันที่.....เดือน..... พ.ศ.

1. นาย/น.ส.สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....
2. นาย/น.ส.สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....
3. นาย/น.ส.สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....
4. นาย/น.ส.สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....

คำชี้แจง 1. ให้ผู้เรียนประเมินตนเองและให้สมาชิกในกลุ่มหนึ่งคนประเมินซึ่งกันและกันในหัวข้อที่ผู้สอนได้กำหนดและแจ้งไว้

2. การประเมินแต่ละข้อมีคะแนนข้อละ 4 คะแนน กำหนดเกณฑ์การให้คะแนน คือ
4 คะแนน หมายถึง ดีมาก , 3 คะแนน หมายถึง ดี , 2 คะแนน หมายถึง พอใช้
1 คะแนน หมายถึง ต้องปรับปรุง
3. ผู้สอนทำการประเมินและหาคะแนนเฉลี่ยของผู้เรียนแต่ละคนต่อไป

ที่	คุณธรรม จริยธรรม เจตคติ และค่านิยมที่พึงประสงค์	สังเกตจากพฤติกรรม	ผู้ประเมิน		
			ตนเอง	สมาชิก	ผู้สอน
1.	ความมีมนุษยสัมพันธ์	ช่วยเหลือเพื่อนสมาชิกให้ความร่วมมือทำงานกลุ่ม พุดจาสุภาพ ฯลฯ	—	—	—
2.	ความมีวินัย	ตรงต่อเวลาทั้งการเข้าเรียนและการส่งงาน ทำงานตามขั้นตอน คำนึงถึงความปลอดภัย ฯลฯ			
3.	ความรับผิดชอบ	กล้ารับผิดชอบและรับชอบในสิ่งที่ตนทำ รักษาความสะอาด ฯลฯ			
4.	ความเชื่อมั่นในตนเอง	กล้าแสดงออกในการปฏิบัติงาน กล้าแสดงความคิดเห็น ฯลฯ			
5.	ความซื่อสัตย์สุจริต	ไม่คัดลอกผลงานคนอื่น ตรวจสอบงานของตนเองและของผู้อื่นด้วยความซื่อสัตย์ ฯลฯ	—	—	—
6.	ความประหยัด	ใช้วัสดุอุปกรณ์ เครื่องมือและใช้พลังงานไฟฟ้าในการเรียนอย่างประหยัด ฯลฯ	—	—	—
7.	ความสนใจใฝ่รู้	กระตือรือร้น ฟังตนเองเป็นหลัก ศึกษาหาความรู้เพิ่มเติม ฯลฯ	—	—	—
8.	ความรักสามัคคี	รับฟังความเห็นผู้อื่น ร่วมใจกันทำงาน รู้จักแบ่งปัน มีน้ำใจ ฯลฯ	—	—	—
9.	ความคิดริเริ่มสร้างสรรค์	ปรับวิธีการเรียนของตนเองให้ดีขึ้น คิดแก้ปัญหาแปลกใหม่ ฯลฯ	—	—	—
10.	ความพึงพอใจในผลงานที่ทำ	พอใจในผลงานของตนเองที่ตั้งใจทำงานอย่างดีที่สุด ฯลฯ	—	—	—
รวม					
รวมเฉลี่ย					

(ที่มา: มงคล ชูระ. 2541: 39)