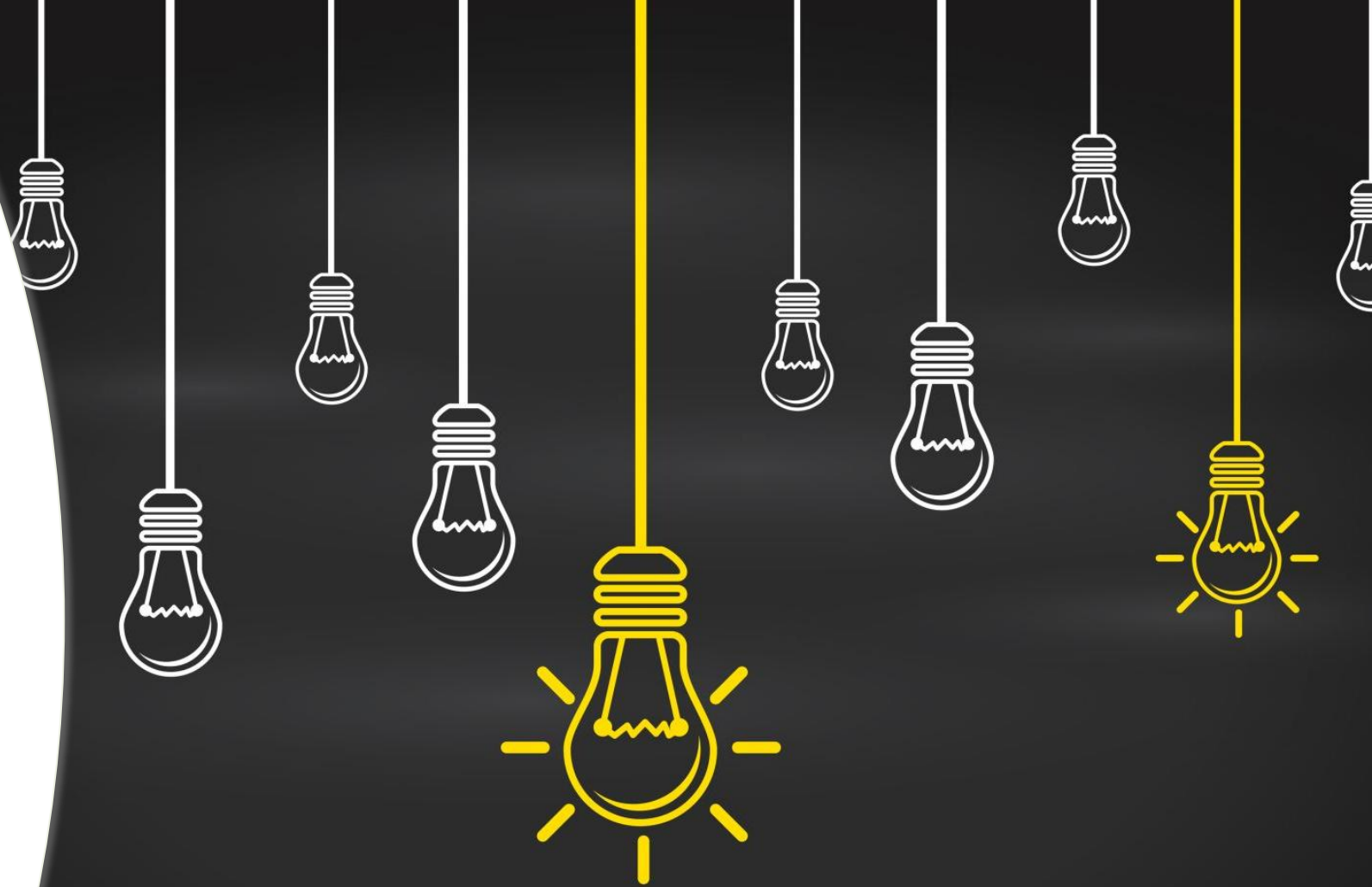


หน่วยการเรียนรู้ที่ 3
พื้นฐานทางไฟฟ้า
และอิเล็กทรอนิกส์
เบื้องต้น



สาระสำคัญ

ระบบไฟฟ้ากระแสตรงเป็นระบบไฟฟ้าที่มีแรงดันไฟฟ้าคงที่และมีการบ่งบอกถึงขั้วที่ชัดเจน แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงหรืออุปกรณ์จัดเก็บไฟฟ้ากระแสตรงจะจัดเก็บประจุไฟฟ้าในรูปของ เซลล์ไฟฟ้า เช่น ถ่านไฟฉายหรือแบตเตอรี่ เมื่อประจุไฟฟ้าได้เต็มแล้วก็สามารถที่จะจ่ายประจุ เพื่อการใช้งาน และหลังจากที่หมดประจุไฟฟ้าแล้ว หากเป็นรุ่นที่สามารถประจุไฟฟ้าได้ใหม่ ก็สามารถนำมาประจุไฟฟ้าได้และนำกลับไปใช้จ่ายประจุไฟฟ้าได้อีก ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นระบบ ที่ต้องมีการกำหนดขั้วซึ่งจะมีจำนวน 2 ขั้ว คือขั้วบวก (Positive) จะมีค่าแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ ความสามารถในการประจุแรงดันไฟฟ้าของเซลล์ไฟฟ้าแต่ละรุ่น และขั้วลบ (Negative) จะมีค่า แรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์โวลต์ ซึ่งจะใช้เป็นจุดอ้างอิง

สาระการเรียนรู้

1. ศัพท์พื้นฐานของระบบไฟฟ้ากระแสตรง
2. สัญลักษณ์ต่างๆ เกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสตรง
3. หน่วยทางไฟฟ้า
4. กฎของโอห์ม
5. กำลังไฟฟ้า
6. เซลล์ไฟฟ้า
7. จุดกราวด์

สมรรถนะประจำหน่วย

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับพื้นฐานทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น
2. วัดและทดสอบวงจรไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ตามหลักการ

จุดประสงค์การเรียนรู้

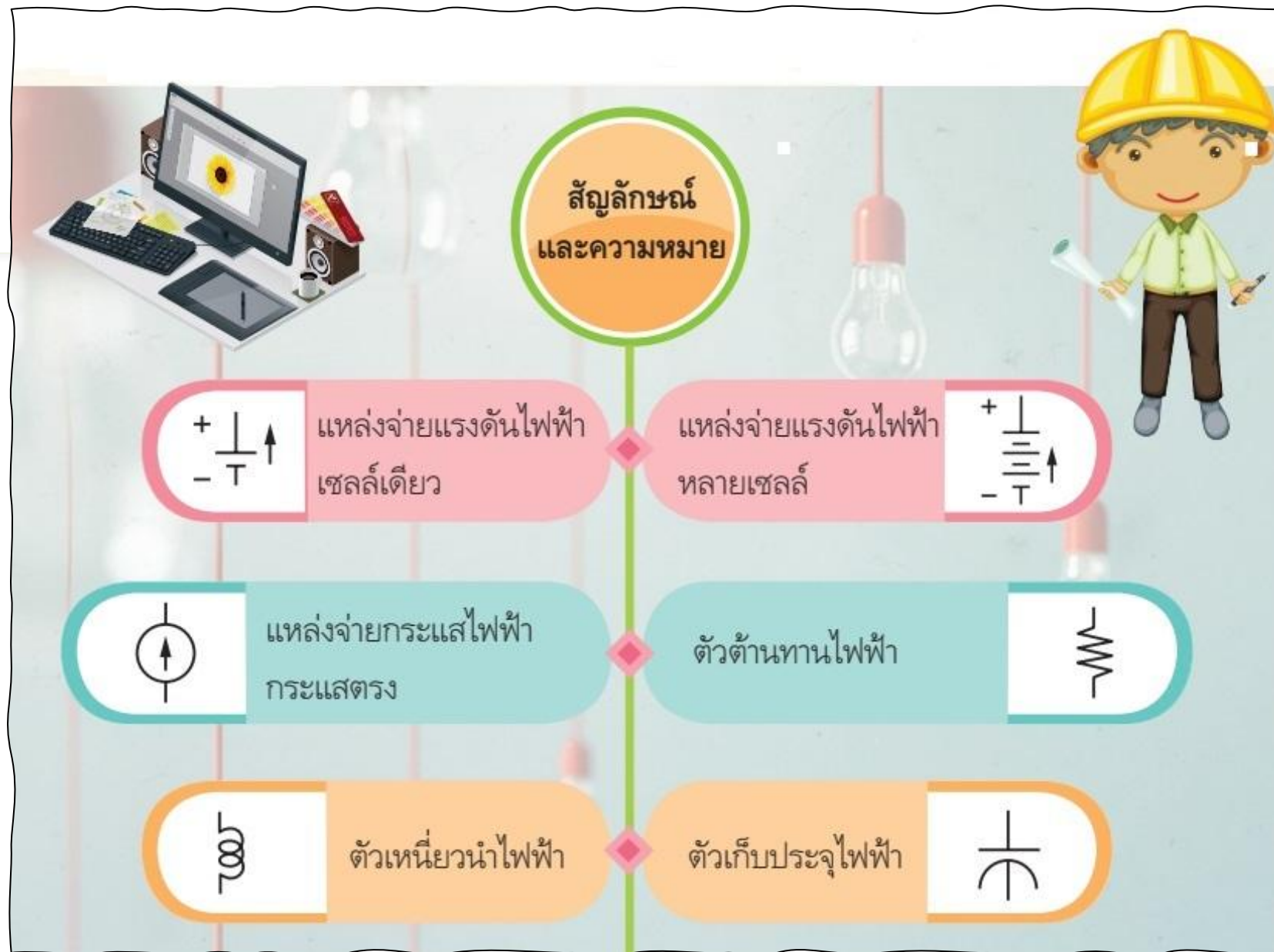
1. อธิบายศัพท์พื้นฐานของระบบไฟฟ้ากระแสตรงได้
2. บอกความหมายของสัญลักษณ์ไฟฟ้ากระแสตรงได้
3. บอกหน่วยและวิธีการแปลงหน่วยทางไฟฟ้าได้
4. อธิบายกฎของโอห์มและการหาค่าความสัมพันธ์ได้
5. อธิบายเกี่ยวกับค่ากำลังไฟฟ้ากระแสตรงและการคำนวณกำลังได้
6. อธิบายเกี่ยวกับเซลล์ไฟฟ้ากระแสตรงและการคำนวณแรงดันไฟฟ้าได้
7. อธิบายเกี่ยวกับจุดกราวด์และการต่อจุดกราวด์ได้

1. ศัพท์พื้นฐานของระบบไฟฟ้ากระแสตรง

ชื่อเรียก	คำอธิบาย	อักษรย่อ
โวลต์ (Volt)	หน่วยที่ใช้เรียกค่าแรงดันไฟฟ้า	V
แอมแปร์ (Ampere)	หน่วยที่ใช้เรียกค่ากระแสไฟฟ้า	A
โอห์ม (Ohm)	หน่วยที่ใช้เรียกค่าความต้านทานไฟฟ้า	Ω
วัตต์ (Watt)	หน่วยที่ใช้เรียกค่ากำลังไฟฟ้า	W
แรงดันไฟฟ้า (Voltage)	แรงผลักหรือแรงดันอิเล็กทรอนิกส์หรือกระแสไฟฟ้า ให้เกิดการเคลื่อนที่ด้วยศักย์ไฟฟ้า	E หรือ V

ศึกษาคำศัพท์พื้นฐานของระบบไฟฟ้ากระแสตรงเพิ่มเติมได้ที่หนังสือเรียนวิชางานไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

2. สัญลักษณ์ต่างๆ เกี่ยวกับไฟฟ้า กระแสตรง



2. สัญลักษณ์ต่างๆ เกี่ยวกับไฟฟ้ากระแสตรง

สัญลักษณ์
และความหมาย



3. หน่วยทางไฟฟ้า

หน่วยแรงดันไฟฟ้า

หน่วยทางไฟฟ้าเป็นหน่วยที่ใช้สำหรับเรียกค่าปริมาณทางไฟฟ้า ซึ่งหน่วยที่ใช้เรียกทั่วไปจะเป็นหน่วยพื้นฐาน เช่น โวลต์ แอมแปร์ โอห์ม หรือวัตต์

ค่าแรงดันไฟฟ้า	ค่ายกกำลัง	ชื่อเรียกหน่วย	อักษรย่อ
1 V	10^0 V	โวลต์	V
1,000 V	10^3 V	กิโลโวลต์	kV
1,000,000 V	10^6 V	เมกะโวลต์	MV
1,000,000,000 V	10^9 V	จิกะโวลต์	GV
1,000,000,000,000 V	10^{12} V	เทระโวลต์	TV
1 V	10^0	โวลต์	V
0.001 V	10^{-3}	มิลลิโวลต์	mV
0.000001 V	10^{-6} V	ไมโครโวลต์	μ V
0.000000001 V	10^{-9} V	นาโนโวลต์	nV
0.000000000001 V	10^{-12} V	พิโกโวลต์	pV

3. หน่วยทางไฟฟ้า

หน่วยกระแสไฟฟ้า

ค่ากระแสไฟฟ้า	ค่ายกกำลัง	ชื่อเรียกหน่วย	สัญลักษณ์
1,000,000,000,000 A	10^{12}	เทระแอมแปร์	TA
1,000,000,000 A	10^9	จิกะแอมแปร์	GA
1,000,000 A	10^6	เมกะแอมแปร์	MA
1,000 A	10^3	กิโลแอมแปร์	kA
1 A (Base Unit)	10^0	แอมแปร์	A
0.001 A	10^{-3}	มิลลิแอมแปร์	mA
0.000001 A	10^{-6}	ไมโครแอมแปร์	μ A
0.0000000001 A	10^{-9}	นาโนแอมแปร์	nA
0.00000000000001 A	10^{-12}	พิโกแอมแปร์	pA

ตัวอย่าง การแปลงค่า 0.5 V ให้เป็นหน่วย μV

วิธีทำ

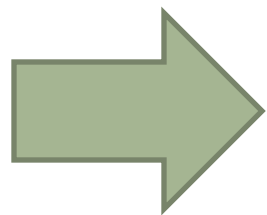
จะเห็นว่าหน่วย V เป็นหน่วยที่มีขนาดใหญ่กว่า μV จำนวน 1,000,000 เท่า

ดังนั้น

$$\begin{aligned} 0.5 \text{ V} &= 0.5 \times 1,000,000 \mu V \\ &= 500,000 \mu V \end{aligned}$$

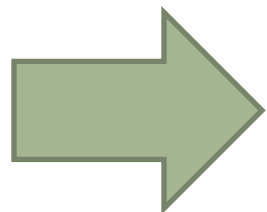
4. กฎของโอห์ม

$$I \propto E$$
$$I \propto \frac{1}{R}$$



ในวงจรไฟฟ้าที่เป็นวงจรไฟฟ้าปิดใดๆ กระแสไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้า แต่จะแปรผกผันกับค่าความต้านทานไฟฟ้า

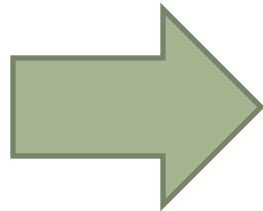
$$R = \frac{E}{I}$$



เมื่อแรงดันไฟฟ้า (E) มีค่าเพิ่มขึ้น โดยที่ค่าความต้านทาน (R) คงที่ จะทำให้กระแสไฟฟ้า (I) ไหลในวงจรไฟฟ้าผ่าน R เพิ่มมากขึ้น เป็นอัตราส่วนของ E

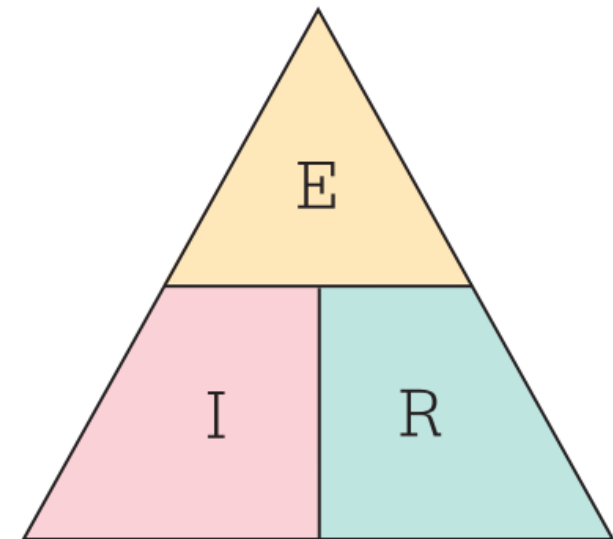
4. กฎของโอห์ม

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



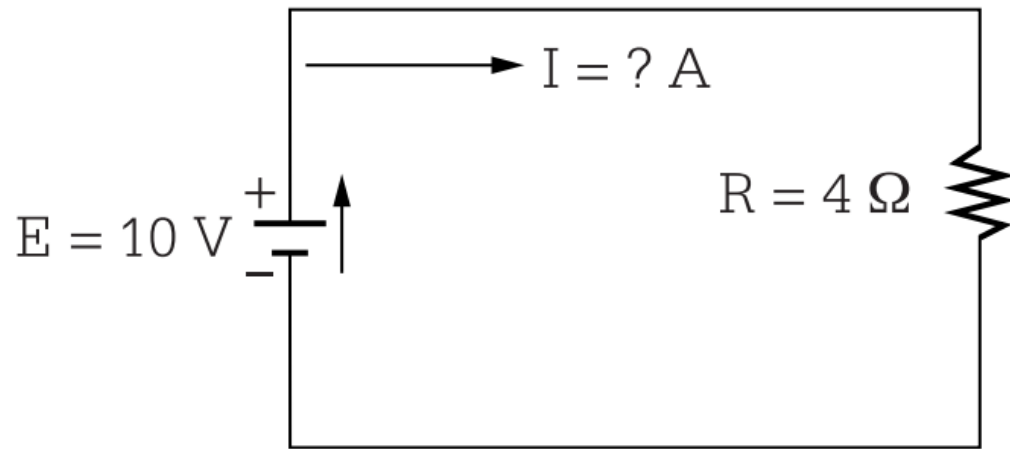
เมื่อกำหนดให้ค่า E คงที่ โดยการปรับให้ค่า R เพิ่มขึ้นหรือลดลง จะเป็นผลให้ค่ากระแสไฟฟ้า I มีค่าเพิ่มขึ้นหรือลดลง ซึ่งขึ้นอยู่กับค่า R

$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{R} \\ R &= \frac{E}{I} \\ E &= IR \end{aligned}$$



ตัวอย่าง จากภาพวงจรไฟฟ้าที่กำหนดให้ จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านตัวต้านทาน

วิธีทำ



จากกฎของโอห์ม

โจทย์กำหนด $E = 10 \text{ V}$

$$R = 4 \Omega$$

จะได้

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

$$= \frac{10 \text{ V}}{4 \Omega}$$

$$= 2.5 \text{ A}$$

ดังนั้น กระแสไฟฟ้าไหลผ่าน R เท่ากับ 2.5 A

5. กำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้าเป็นกำลังที่เกิดขึ้นเนื่องจากประจุไฟฟ้า จำนวน 1 คูลอมป์ ประจุอิเล็กตรอนเคลื่อนที่ให้ทำงานในเวลา 1 วินาที มีชื่อหน่วยกำลังไฟฟ้าเป็น “วัตต์” (Watt) ซึ่งใช้สัญลักษณ์แทนด้วย “P” และใช้อักษรย่อเป็น “W”

$$P = \frac{EQ}{t}$$

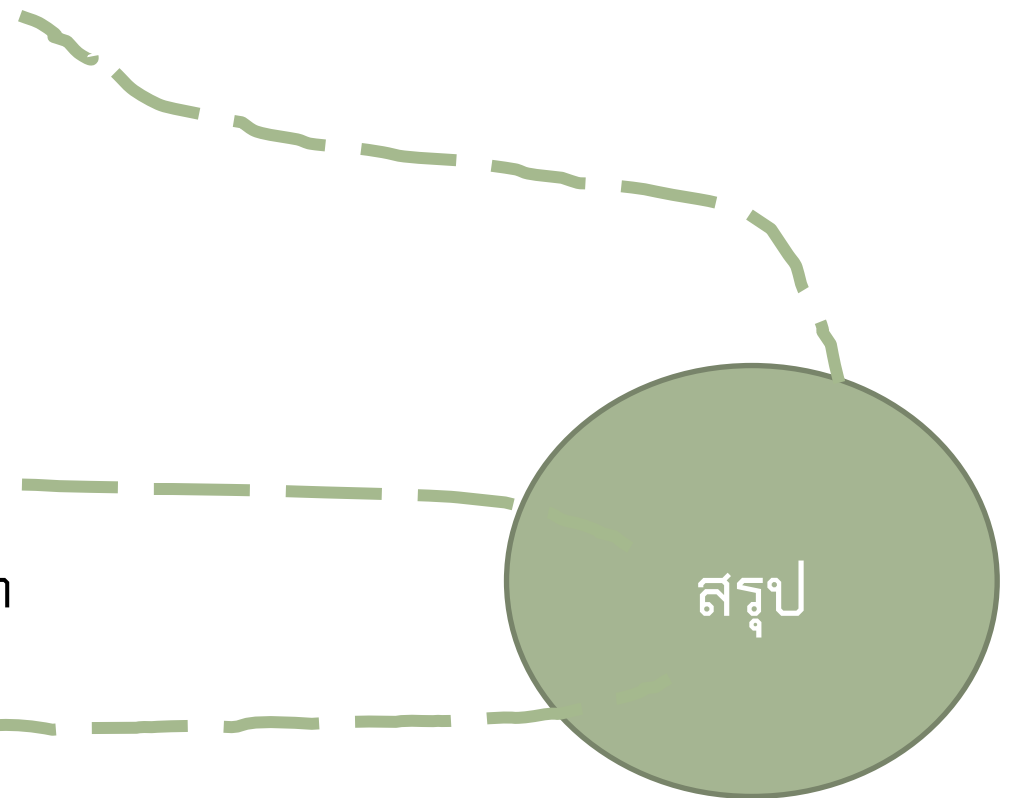
เมื่อ P แทนกำลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็น วัตต์ (W)
E แทนประจุไฟฟ้า มีหน่วยเป็น โวลต์ (V)
Q แทนอิเล็กตรอนที่เคลื่อนที่ มีหน่วยเป็น คูลอมป์ (C)
t แทนเวลา มีหน่วยเป็น วินาที (s)

5. กำลังไฟฟ้า

1. กำลังไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้าเกิดขึ้นจากแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้า (E) ผลักดันกระแสไฟฟ้า (I) ให้เกิดการเคลื่อนที่ในวงจรไฟฟ้า

2. กำลังไฟฟ้าที่ไหลเป็นผลเนื่องจากความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้า (I) เพื่อเปลี่ยนให้เป็นรูปพลังงานอื่นๆ โดยอาศัยการผลักดันของประจุไฟฟ้า (E)

3. ในวงจรปิดใดๆ กำลังไฟฟ้าที่หัวของแหล่งจ่ายไฟฟ้า มีค่าเท่ากับกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นกับโหลดหรือกับอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ



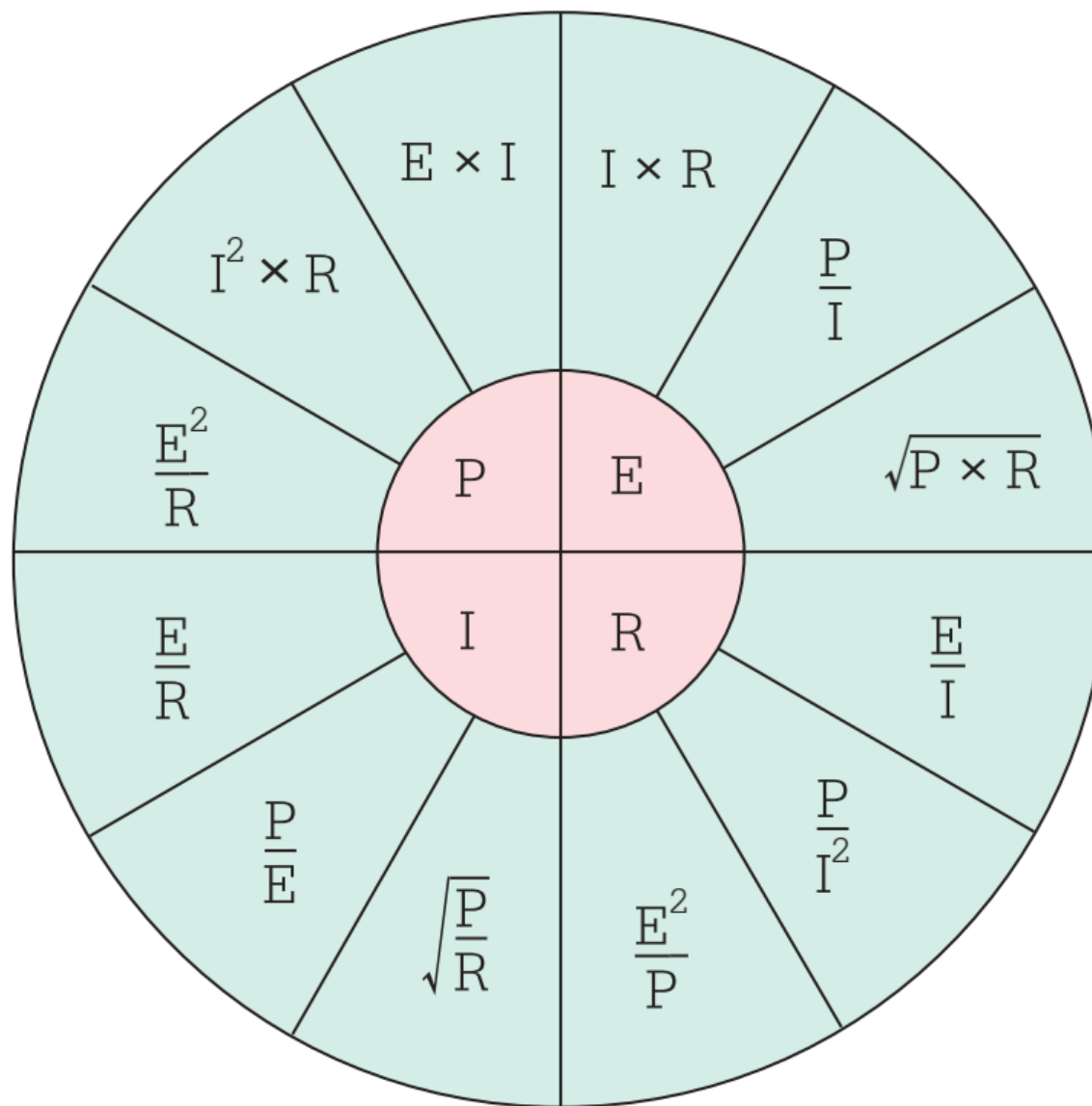
5. กำลังไฟฟ้า

หน่วยไฟฟ้า	สูตรที่ใช้คำนวณ
P	$P = E \times I$
	$P = I^2 \times R$
E	$E = I \times R$
	$E = \frac{P}{I}$
	$E = \sqrt{P \times R}$

หน่วยไฟฟ้า	สูตรที่ใช้คำนวณ
I	$I = \frac{E}{R}$
	$I = \frac{P}{E}$
	$I = \sqrt{\frac{P}{R}}$
R	$R = \frac{E}{I}$
	$R = \frac{E^2}{P}$
	$R = \frac{P}{I^2}$

5. กำลังไฟฟ้า

การรวบรวมสูตรความสัมพันธ์ของกำลังไฟฟ้า
แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทาน
ไฟฟ้า



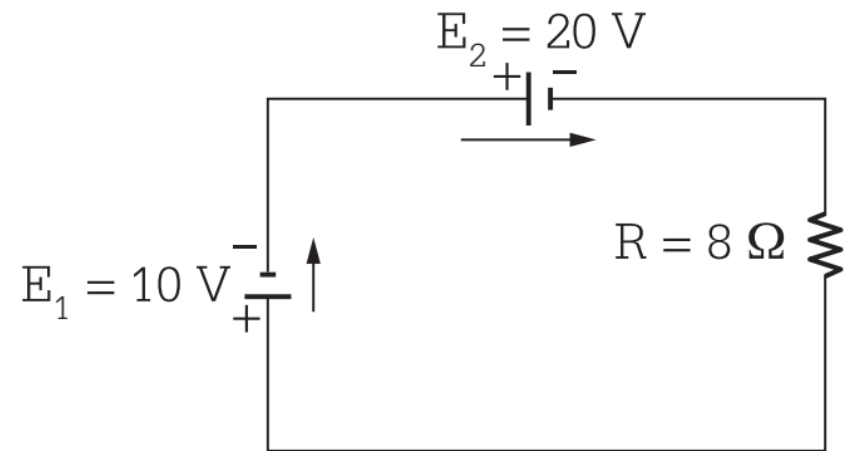
ตัวอย่าง จากภาพวงจรไฟฟ้าที่กำหนดให้ จงหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R

วิธีทำ ค่า E_1 และ E_2 ต่ออนุกรมกัน แต่หมุนขั้วคนละทิศทางแรงดันไฟฟ้าจะหักล้างกัน จะได้แรงดันไฟฟ้าวรวมดังนี้

$$\begin{aligned} E_t &= E_2 - E_1 \\ &= 20 \text{ V} - 10 \text{ V} \\ &= 10 \text{ V} \end{aligned}$$

จากกฎของโอห์ม

$$\begin{aligned} I &= \frac{E}{R} \\ &= \frac{10 \text{ V}}{8} \\ &= 1.25 \text{ A} \end{aligned}$$



ดังนั้น ค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่าน R เท่ากับ 1.25 A

6. เซลล์ไฟฟ้า

เซลล์ไฟฟ้า (Cell) คือ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถเก็บสะสมพลังงานไฟฟ้าในรูปของประจุไฟฟ้า บางทีอาจเรียกว่า ตัวเก็บประจุไฟฟ้า ถ่านไฟฉาย หรือแบตเตอรี่



แบตเตอรี่ไฟฟ้า



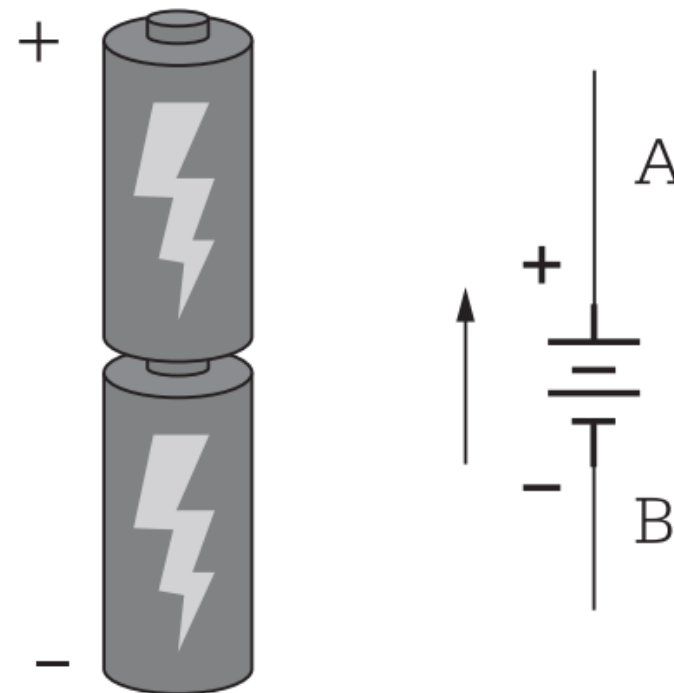
เซลล์ไฟฟ้า

6. เซลล์ไฟฟ้า

6.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม

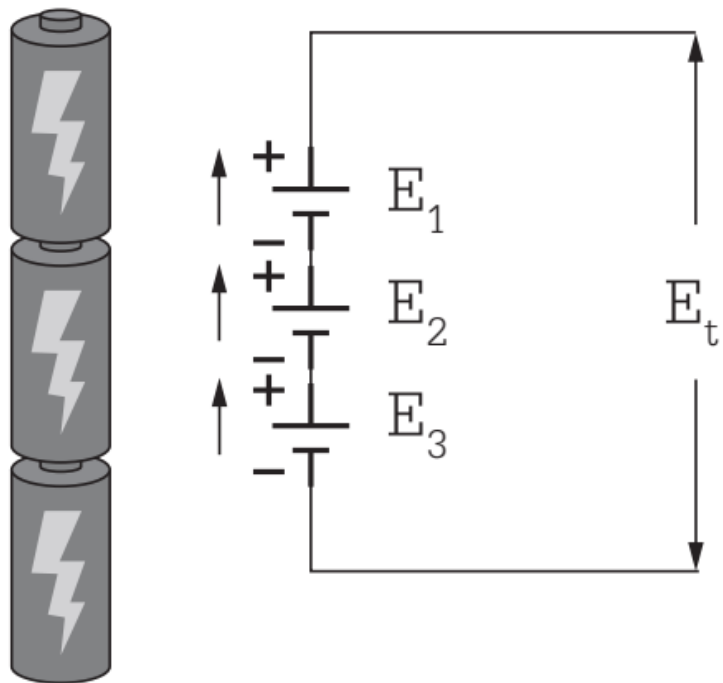
การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (Cell in Series) คือการนำเอาเซลล์ไฟฟ้าตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไปมาต่อพ่วงกันในแนวยาวหรือที่เรียกว่า การต่ออันดับกัน

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรมและสัญลักษณ์แทนเซลล์ไฟฟ้า

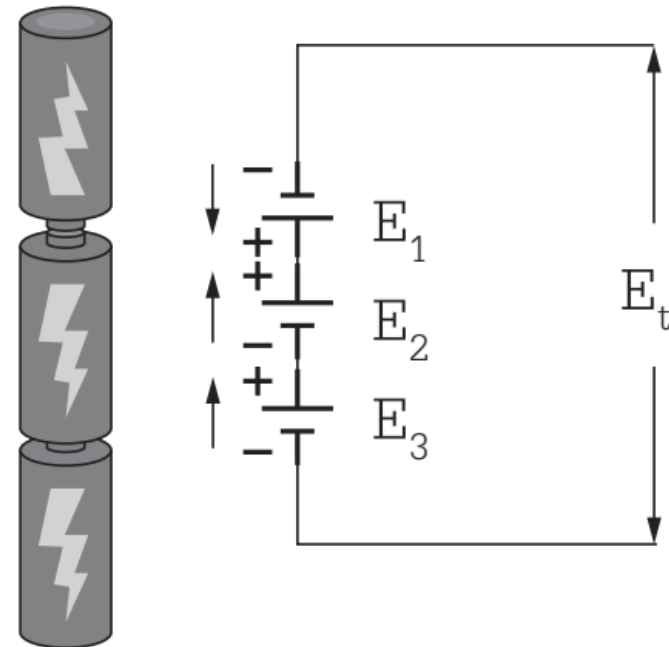


6. เซลล์ไฟฟ้า

6.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบอนุกรม (ต่อ)



ตัวอย่าง การต่อเซลล์ไฟฟ้าที่มีขั้วต่างกัน



ตัวอย่าง การต่อเซลล์ไฟฟ้าที่มีขั้วเหมือนกัน

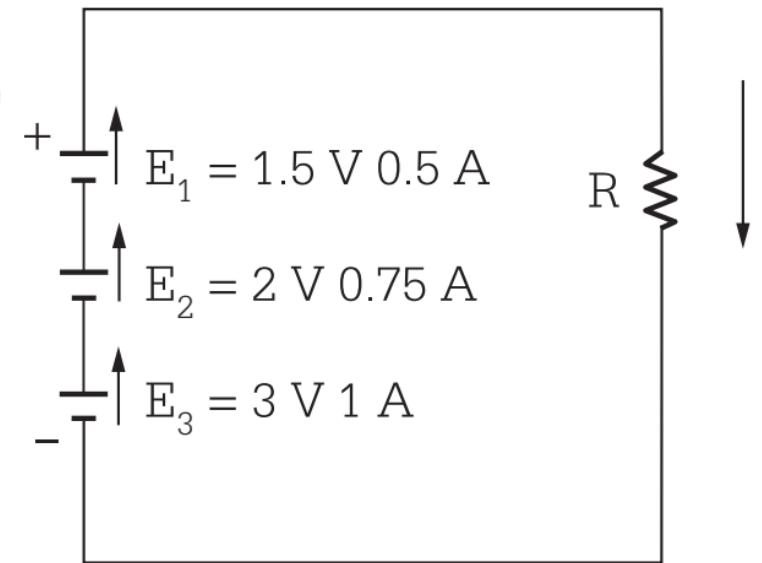
ตัวอย่าง จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานไฟฟ้า

วิธีทำ จากภาพจะพบว่าเซลล์ไฟฟ้า 3 ตัวต่อกันในทิศทางเดียวกัน

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น } E_t &= E_1 + E_2 + E_3 \\ &= 1.5 \text{ V} + 2 \text{ V} + 3 \text{ V} \\ &= 6.5 \text{ V}\end{aligned}$$

จากกฎของโอห์มในวงจรปิดใดๆ ผลรวมของแรงดันแหล่งจ่ายไฟฟ้าจะมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมโหลด

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น } V_{\text{Load}} &= E_t \\ &= 6.5 \text{ V}\end{aligned}$$



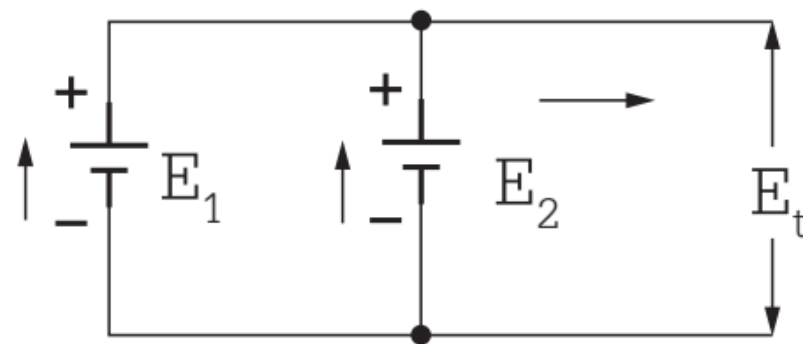
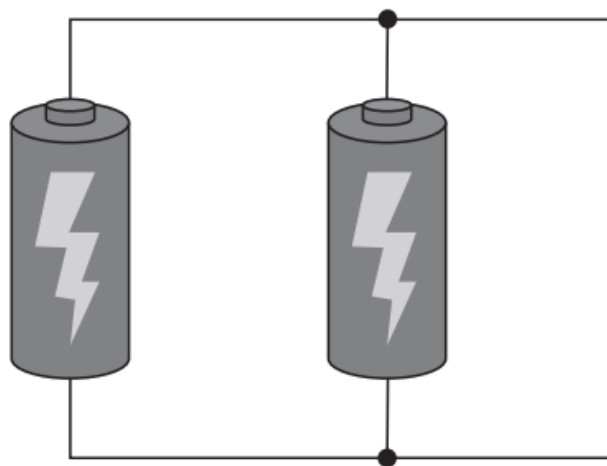
กระแสไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าเท่ากับ
กระแสไฟฟ้าที่น้อยที่สุดที่สามารถจ่ายได้

$$\text{ดังนั้น } I_t = 0.5 \text{ A}$$

6. เซลล์ไฟฟ้า

6.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน (Cell in Parallel)

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนานเป็นการต่อเมื่อต้องการค่ากระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับโหลดมีค่าเพิ่มมากขึ้น และในขณะเดียวกันก็ต้องการค่าแรงดันไฟฟ้าเท่าเดิม โดยการนำเอาเซลล์ไฟฟ้าหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลายตัว มาต่อขนานกัน หรือการต่อคร่อมกัน โดยต้องกำหนดให้ขั้วที่เหมือนกันเข้าด้วยกัน



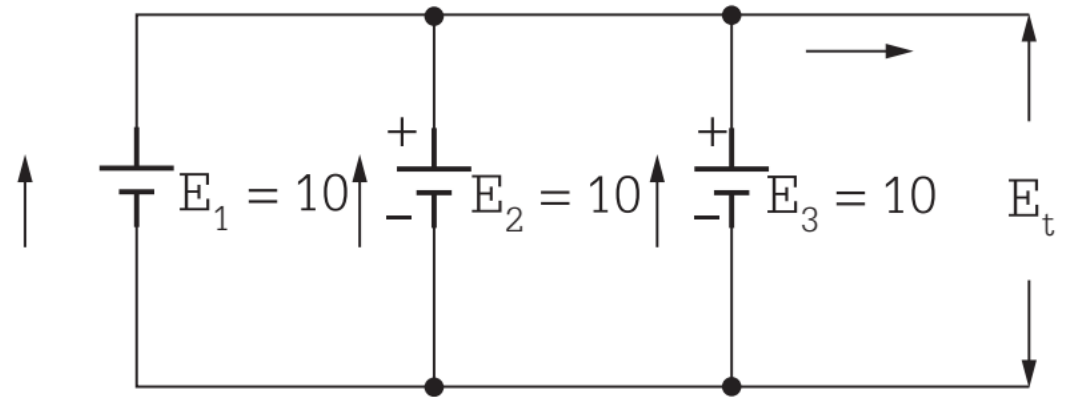
การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน

ตัวอย่าง จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานไฟฟ้า และกระแสไฟฟ้าที่ชั่วเมื่อค่ากระแสไฟฟ้าของเซลล์แต่ละตัวเท่ากับ 2 แอมแปร์

วิธีทำ จากภาพวงจรไฟฟ้าจะพบว่าเซลล์ไฟฟ้า 3 ตัวต่อกันในทิศทางเดียวกัน

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น } E_t &= E_1 = E_2 = E_3 \\ &= 10 \text{ V} = 10 \text{ V} = 10 \text{ V} \\ &= 10 \text{ V}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}I_{\text{max}} &= I_1 + I_2 + I_3 \\ &= 2 \text{ A} + 2 \text{ A} + 2 \text{ A} \\ &= 6 \text{ A}\end{aligned}$$

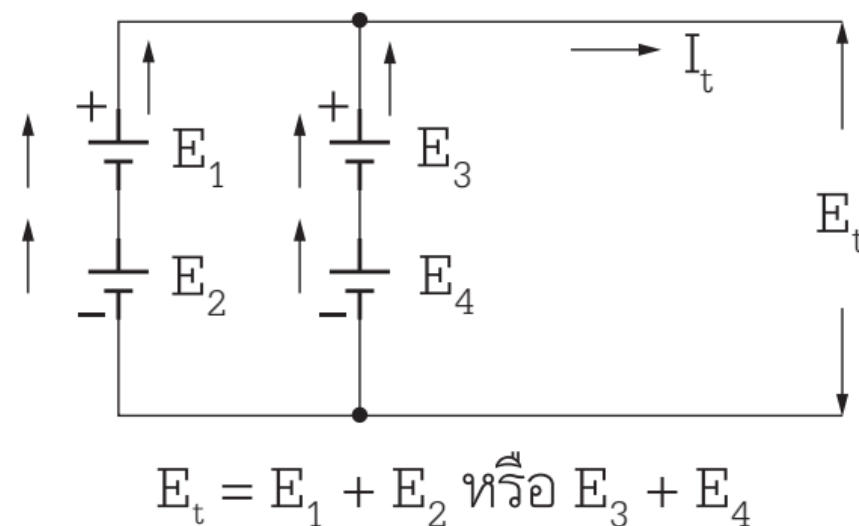
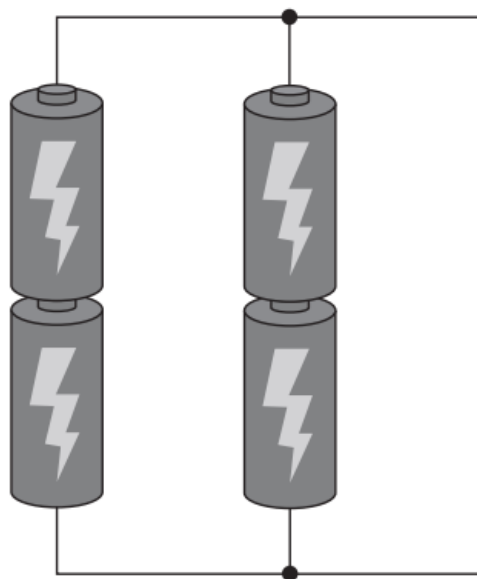


6. เซลล์ไฟฟ้า

6.3 การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม (Cell in Compound)

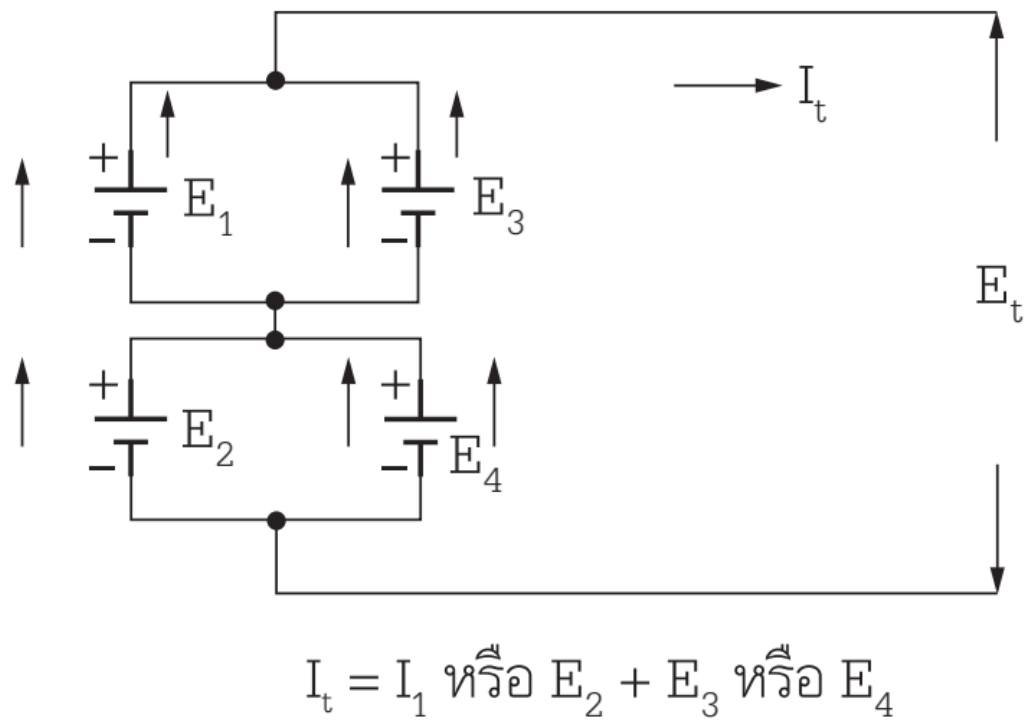
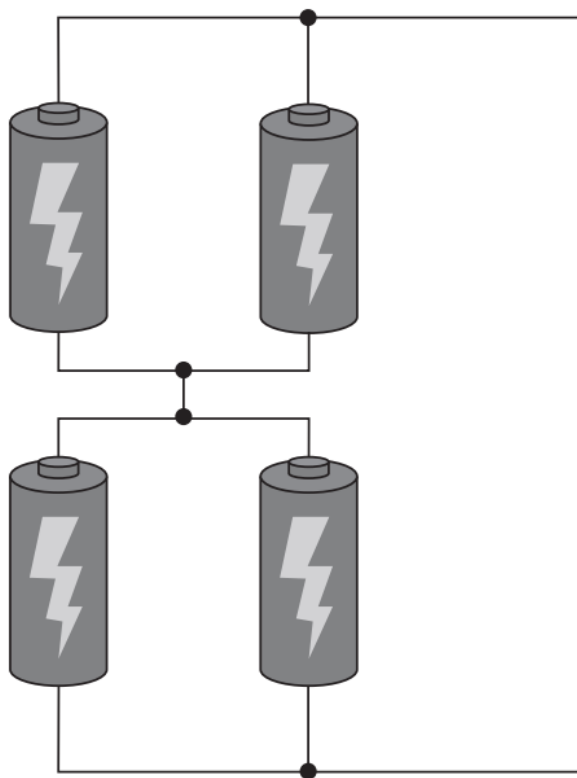
การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสมเป็นการต่อใช้งานเมื่อต้องการทั้งค่ากระแสไฟฟ้าและค่าแรงดันไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นให้เท่ากับโหลดสามารถนำเอาหลักการของการต่อเซลล์แบบอนุกรมต่อรวมกับการต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบขนาน ซึ่งเรียกว่า แบบผสม

การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม



6. เซลล์ไฟฟ้า

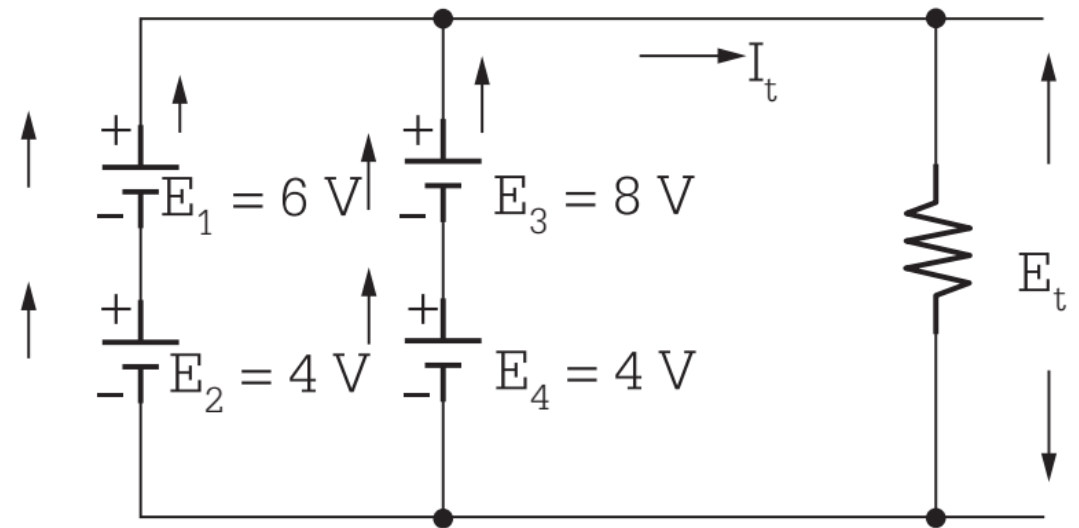
ตัวอย่าง การต่อเซลล์ไฟฟ้าแบบผสม



ตัวอย่าง จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทานไฟฟ้า

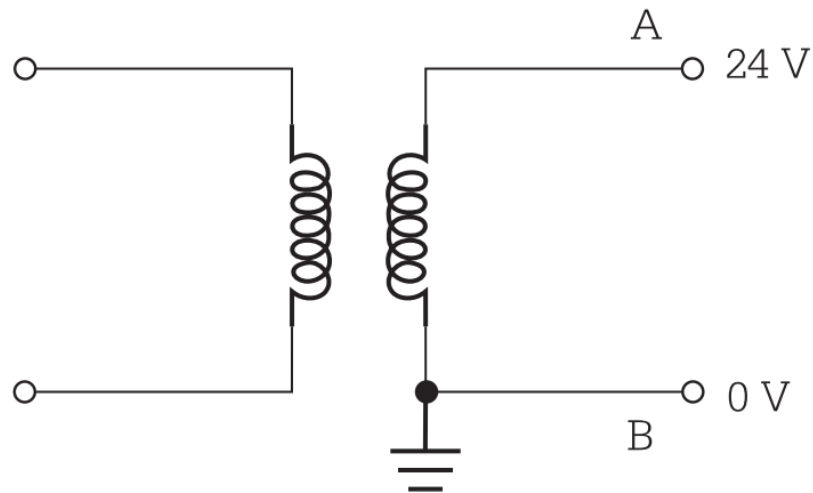
วิธีทำ จากภาพวงจรไฟฟ้าจะพบว่าเซลล์ไฟฟ้า 2 ตัวต่ออนุกรม แล้วขนานกัน

$$\begin{aligned}\text{ดังนั้น } E_t &= E_1 + E_2 \\ &= 6 \text{ V} + 4 \text{ V} \\ &= 10 \text{ V}\end{aligned}$$

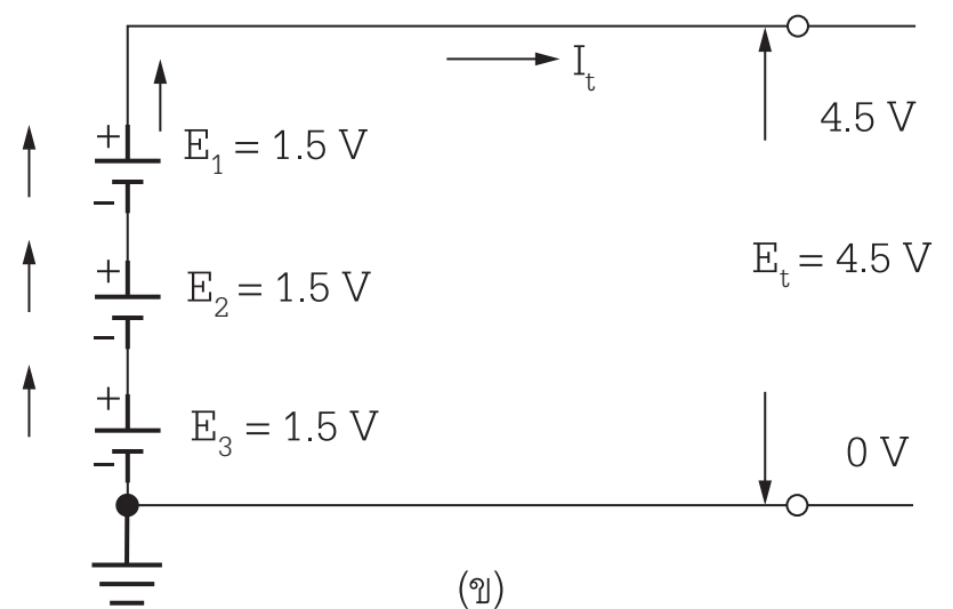


7. จุดกราวด์

กราวด์ คือจุดอ้างอิงในวงจรไฟฟ้า ซึ่งเป็นตำแหน่งที่มีศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 0 โวลต์ หรือตำแหน่งที่มีประจุไฟฟ้าน้อยที่สุดในวงจรไฟฟ้า การเลือกจุดกราวด์จะเลือกที่ขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Source) หรือที่ขั้วลบของเซลล์ไฟฟ้า เพราะตำแหน่งนี้จะมีค่าศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 0 โวลต์



(ก)



(ข)

การต่อจุดกราวด์ไฟฟ้า

สรุป

พลังงานที่ได้จากไฟฟ้ากระแสตรงถือเป็นปัจจัยสำคัญในปัจจุบัน เนื่องจากอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าหรืออุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ ที่ใช้พลังงานหรือต้นกำเนิดจากระบบไฟฟ้ากระแสตรง เช่น ก้อนถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่ ซึ่งใช้กับระบบการขนส่งและระบบยานยนต์ ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นพลังงานที่สามารถจัดเก็บและเคลื่อนย้ายได้โดยการจัดเก็บในรูปประจุไฟฟ้า เมื่อประจุไฟฟ้าไว้เต็มแล้วจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้ากระแสตรงทั้งหมด สามารถนำกลับมาประจุไฟฟ้าเพื่อจัดเก็บพลังงานได้อีก นอกจากนี้ไฟฟ้ากระแสตรงยังสามารถเปลี่ยนเป็นไฟฟ้ากระแสสลับได้โดยการใช้อินเวอร์เตอร์