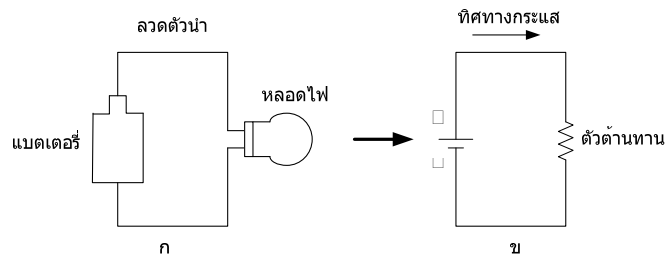


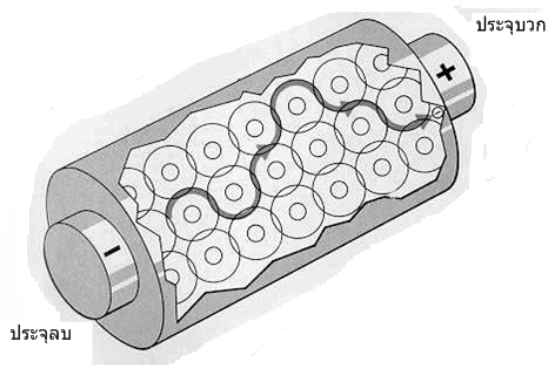
พื้นฐานทางไฟฟ้า (Basic Concept)

บทนำ



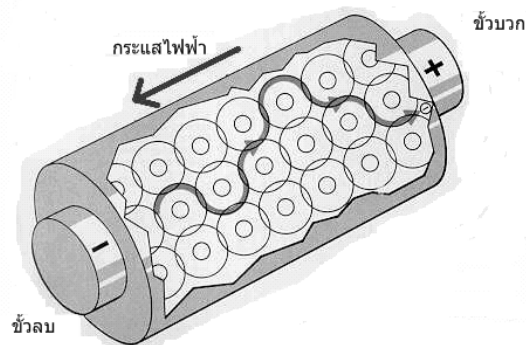
รูปที่ 1 (ก) วงจรไฟฟ้าทางกายภาพ (ข) วงจรสมมูล

- ไฟฟ้าเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากการเคลื่อนที่ของประจุ
- วงจรไฟฟ้าคือการเชื่อมต่อรวมกันระหว่างองค์ประกอบทางไฟฟ้าในลักษณะวงปิด เพื่อให้กระแสไฟฟ้าสามารถไหลได้อย่างต่อเนื่อง



รูปที่ ผิดพลาด! ไม่ได้กำหนดที่คั่นหน้า เคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระ

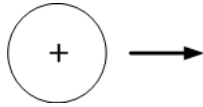
- ประจุอิเล็กตรอนอิสระจะถูกผลักโดยประจุลบและถูกดึงดูดโดยประจุบวก โดยเคลื่อนตัวไปยังประจุบวก
- การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนอิสระดังกล่าวจะตอบสนองต่อแหล่งจ่ายไฟฟ้าภายนอก



รูปที่ 3 การนิยามขนาดและทิศทางของกระแสไฟฟ้า

- กระแสไฟฟ้าสามารถนิยามได้ในเทอม “ขนาดและทิศทาง”

กระแสไฟฟ้า



รูปที่ 4 ทิศทางของประจุไฟฟ้าบวก

- ปกติทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้าจะถูกแทนด้วยทิศทางการไหลของประจุบวก
- ข้อกำหนดดังกล่าวถูกค้นพบโดย Benjamin Franklin และถูกใช้มาจนกระทั่งปัจจุบัน

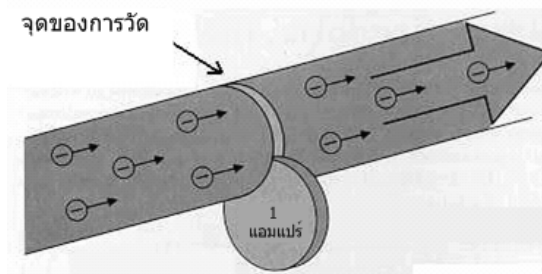
$$i(t) = \frac{dq}{dt}$$

i คือ กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์หรือ คูลอมป์/วินาที

q คือ ประจุไฟฟ้ามีหน่วยเป็นคูลอมโดยในอิเล็กตรอนหนึ่งตัวมีประจุเท่ากับ -1.602×10^{-19} คูลอมป์

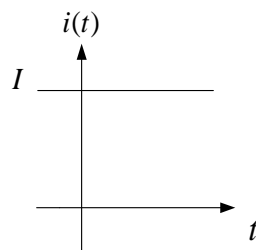
t คือ เวลา มีหน่วยเป็นวินาที

- โดย 1 คูลอมป์ต่อวินาที = 1 แอมแปร์ = 6.02×10^{18} อิเล็กตรอนต่อวินาที



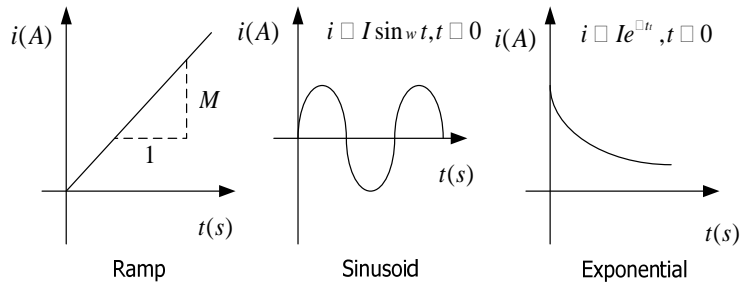
รูปที่ 5 กระแสไฟฟ้าในลวดตัวนำ

รูปแบบต่างๆของกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 6 ไฟฟ้ากระแสตรง

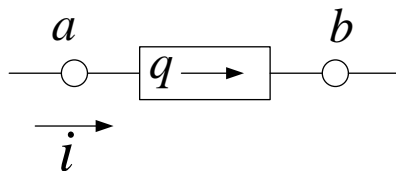
● กระแสไฟฟ้าคงที่ $i(t) = I$ เรียกว่าไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current, DC)



รูปที่ 7 ไฟฟ้ากระแสสลับ

● ลักษณะของสัญญาณไฟฟ้ากระแสสลับ

ตัวอย่างที่ 1 จงหากระแสไฟฟ้าที่ไหลเข้าจุดต่อ a เมื่อประจุไฟฟ้า $q(t) = 3t - 2$ coulomb



วิธีทำ

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = 3A$$

ระบบหน่วย

ปริมาณ	ชื่อ	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร	m
มวล	กิโลกรัม	kg
เวลา	วินาที	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์	A
อุณหภูมิ	เคลวิน	K
ความเร่ง	เมตร/วินาที ²	m/s^2
ความเร็ว	เมตร/วินาที	m/s
แรง	นิวตัน	N
พลังงานและงาน	จูล	J
กำลัง	วัตต์	W
ประจุ	คูลอม	C
ความต้านทาน	โอห์ม	ω
ความต่างศักย์	โวลต์	V
ความส่องสว่าง	แคลเดลล่า	cd

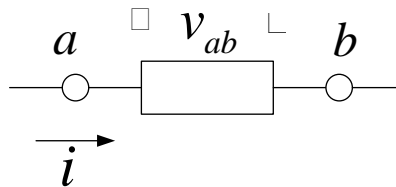
สัญลักษณ์	ค่าที่เดิมนำหน้า	องค์ประกอบ
10^{-12}	พิโก	p
10^{-9}	นาโน	n
10^{-6}	ไมโคร	μ
10^{-3}	มิลลิ	m
10^{-2}	เซนติ	c
10^3	กิโล	k
10^6	เมกะ	M
10^9	จิกะ	G
10^{12}	เทรา	T

ความต่างศักย์ (Voltage)

- ตัวแปรพื้นฐานในวงจรไฟฟ้านอกจากกระแสไฟฟ้าแล้วยังมีอีกตัวแปรหนึ่งที่สำคัญคือแรงดันไฟฟ้า
- โดยแรงดันไฟฟ้าคือการอธิบายถึงพลังงานที่ใช้ในการเคลื่อนประจุข้ามจุดต่อขององค์ประกอบในวงจร

$$v(t) = \frac{dw(t)}{dt}$$

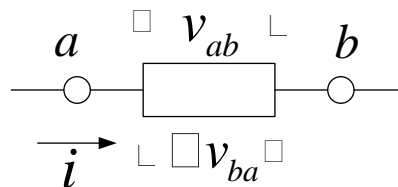
- เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านองค์ประกอบของวงจรจะทำให้เกิดแรงดันตกคร่อมที่ขั้วต่อขององค์ประกอบนั้นๆ ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แรงดันตกคร่อมและกระแสที่ไหลผ่านองค์ประกอบในวงจร

- ทิศทางของแรงดันไฟฟ้าจะถูกกำหนดโดยขั้วของมันเองโดยจะเป็นบวกหรือลบก็ได้ ดังแสดงในรูปที่ 9 ซึ่งแสดงการกำหนดขั้วของแรงดันได้สองวิธี

$$v_{ab} = -v_{ba}$$



รูปที่ 9 แสดงความต่างศักย์กลับขั้ว

กำลังและพลังงาน

- กำลังไฟฟ้าคือ อัตราการจ่ายหรือดูดกลืนพลังงานต่อเวลา

$$p(t) = \frac{dw}{dt}$$

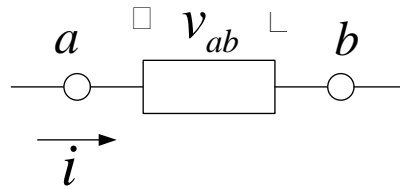
P คือกำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

W คือพลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นจูล (J)

t คือเวลา มีหน่วยเป็นวินาที (sec)

$$p(t) = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = v \cdot i$$

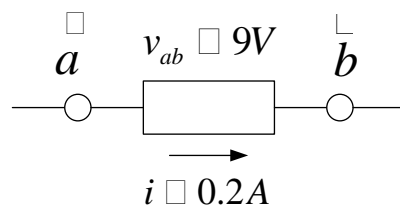
ต่อไปเป็นการพิจารณาว่าองค์ประกอบในวงจรทำหน้าที่ดูดกลืนหรือจ่ายกำลังไฟฟ้า



รูปที่ 10 Passive sign convention

- การพิจารณาจะใช้ Passive sign convention
- โดยกำหนดให้กระแสไฟฟ้าไหลเข้าที่ขั้วบวกและไหลออกจากขั้วลบของแรงดันดังรูปที่ 11
- ด้วยลักษณะการกำหนดข้างต้นจะได้ $P = vi$ คือกำลังไฟฟ้าที่ถูกดูดกลืนโดยองค์ประกอบในวงจร นั่นคือ $P > 0$ แต่ถ้า $P < 0$ แล้วกำลังไฟฟ้าจะถูกจ่ายโดยองค์ประกอบในวงจร

ตัวอย่างที่ 2 จากรูปที่ 12 จงหาลำดับกำลังไฟฟ้าและพิจารณาองค์ประกอบวงจร ดังกล่าวทำหน้าที่จ่ายหรือดูดกลืนกำลังไฟฟ้า

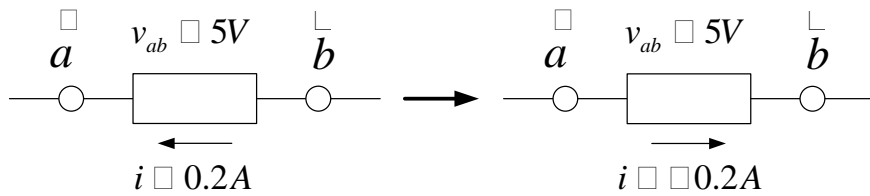


วิธีทำ

$$p = 9 \times 0.2 = 1.8W$$

พบว่า P เป็นบวก ดังนั้นองค์ประกอบดังกล่าวทำหน้าที่ดูดกลืนกำลังไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 3 พิจารณารูปที่ 13 จงหาลำดับกำลังไฟฟ้าและพิจารณาว่าองค์ประกอบของวงจรดังกล่าวทำหน้าที่จ่ายหรือดูดกลืนกำลังไฟฟ้า

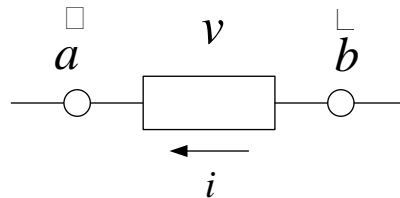


วิธีทำ

$$p = 5 \cdot (-0.2) = -0.1 \text{ W}$$

พบว่า $P < 0$ ดังนั้นองค์ประกอบดังกล่าวทำหน้าที่จ่ายกำลังไฟฟ้า

ตัวอย่างที่ 4 พิจารณาองค์ประกอบของวงจรดังรูปที่ 14 โดย $v = -8e^{-t} \text{ V}$ และ $i = 20e^{-t} \text{ A}$ กำหนดให้กระแสและแรงดันไฟฟ้าเป็นศูนย์ ณ เวลา $t < 0$ จงหาพลังงานที่จ่ายโดยองค์ประกอบดังกล่าว ณ เวลา $t = 1$ วินาที



วิธีทำ

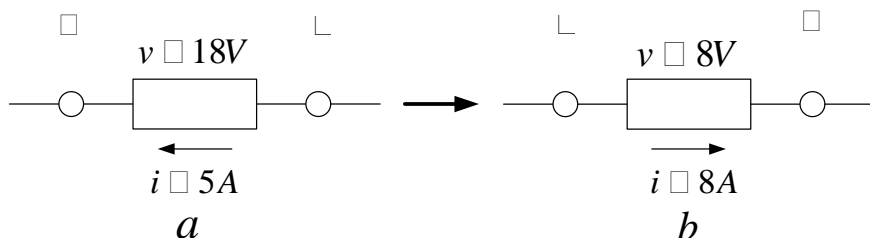
$$p = vi = (-8e^{-t})(20e^{-t}) = -160e^{-2t} \text{ W}$$

ตัวแปรทางไฟฟ้านี้ให้พลังงานถ้าพลังงานไฟฟ้า

$$w(t) = \int_0^t p dt = \int_0^t -160e^{-2t} dt = -160 \left. \frac{e^{-2t}}{-2} \right|_0^t = 80(e^{-2t} - 1)$$

$$w(1) = -69.2 \text{ J} \text{ (เครื่องหมายลบ แสดงว่าแหล่งจ่ายพลังงานส่งผ่านพลังงาน)}$$

ตัวอย่าง 5 พิจารณาว่าองค์ประกอบ (a),(b) จ่ายหรือดูดกลืนกำลังไฟฟ้า



วิธีทำ

a) $p = 18 \cdot (-5) = -90 \text{ W}$ ตัวจ่ายกำลังไฟฟ้า

b) $p = 8 \cdot 8 = 64 \text{ W}$ ตัวดูดซับกำลังไฟฟ้า

