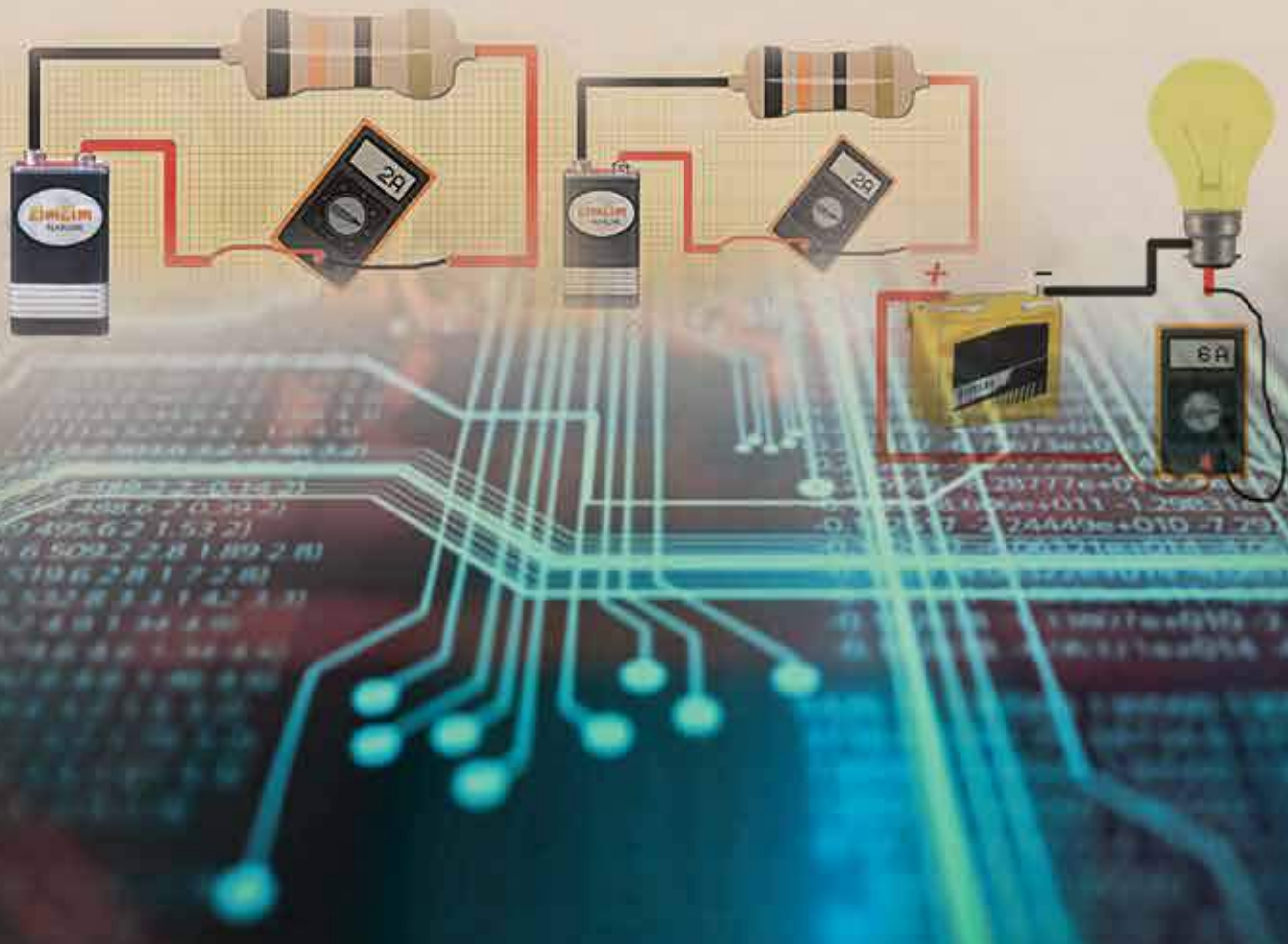


วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

(DC Electric Circuits)



ดร. พิชรินทร์ เอลยไกร

120.-

วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

(DC Electric Circuits)

กลุ่มอาชีพพลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์

ISBN 978-616-495-283-6

พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2567

จำนวนที่พิมพ์ 3,000 เล่ม

เรียบเรียงโดย

ดร. พิชรินทร์ เฉลยไกร

จัดพิมพ์และจัดจำหน่ายโดย..



วังอักษร



บริษัท วังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ

เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-4

Mobile : 08-8585-1521

e-mail : wangaksorn9@gmail.com

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

www.wangaksorn.com

Line ID : wangaksorn



แถมฟรี

e-book แต่ละบทเรียน
ในรูปแบบ QR Code

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2565

โดยบริษัท วังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ
ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ นอกจากได้รับอนุญาต

เป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทวังอักษร จำกัด เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิ์โดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัท วังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด



ตารางกำหนดการจัดการเรียนรู้
วิชา วงจรไฟฟ้ากระแสตรง

ครั้งที่	รายการ		จำนวนชั่วโมง		
	ทฤษฎี	ปฏิบัติ	ท	ป	รวม
1	บทเรียนที่ 1 ทฤษฎีทางไฟฟ้า	ใบงานที่ 1.1 กฎของโอห์ม ใบงานที่ 1.2 กำลังไฟฟ้า	1	3	4
2 - 5	บทเรียนที่ 2 การต่อวงจรและค่าทางไฟฟ้า	ใบงานที่ 2.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้า ใบงานที่ 2.2 วงจรไฟฟ้าอนุกรม ใบงานที่ 2.3 วงจรไฟฟ้าขนาน ใบงานที่ 2.4 วงจรไฟฟ้าผสม	4	12	16
6 - 8	บทเรียนที่ 3 ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า	ใบงานที่ 3.1 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ใบงานที่ 3.2 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ ใบงานที่ 3.3 ทฤษฎีเมชเคอร์เรนต์	3	9	12
9	บทเรียนที่ 4 การแปลงวงจรเดลตา - สตาร์	ใบงานที่ 4.1 การแปลงวงจรความต้านทาน	1	3	4
10 - 12	บทเรียนที่ 5 วงจรไฟฟ้ากระแสตรง	ใบงานที่ 5.1 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า ใบงานที่ 5.2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า ใบงานที่ 5.3 วงจรบริดจ์	3	9	12
13 - 16	บทเรียนที่ 6 ทฤษฎีวงจรเครือข่าย	ใบงานที่ 6.1 ทฤษฎีโนดโวลต์เตจ ใบงานที่ 6.2 ทฤษฎีการวางซ้อน ใบงานที่ 6.3 ทฤษฎีเทวินิน ใบงานที่ 6.4 ทฤษฎีเนอร์ตัน	4	12	16
17	บทเรียนที่ 7 การส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด	ใบงานที่ 7.1 การส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด	1	3	4
18	ประเมินผลสัมฤทธิ์การเรียนรู้ระดับรายวิชา		1	3	4
รวม			18	54	72



คำนำ



บริษัท วังอักษร จำกัด ได้จัดทำหนังสือวิชา **วงจรไฟฟ้ากระแสตรง (DC Electric Circuits)** เพื่อใช้บูรณาการและประกอบการเรียนการสอน ตามหลักสูตรอาชีวศึกษา (สอศ.) หลักสูตรส่งเสริมการเรียนรู้ (สกร.) และหลักสูตรอุดมศึกษา ผู้สนใจในการพัฒนาการเรียนรู้และทักษะ

หนังสือเล่มนี้ประกอบด้วยเนื้อหาสาระ ใบบาง แบบฝึกหัด แบบทดสอบคู่ขนาน มีจุดประสงค์ในการยกระดับผู้เรียนให้เรียนทฤษฎีและปฏิบัติ เพื่อเสริมสร้างทักษะ ประสบการณ์ และการประยุกต์ใช้ได้จริง โดยเน้นกระบวนการเรียนรู้ที่มีคุณธรรม จริยธรรม จรรยาบรรณวิชาชีพ และกิจนิสัยในการทำงาน เพื่อสร้างสมรรถนะตามความต้องการของสถานประกอบการ เนื้อหาในหนังสือเล่มนี้แบ่งออกเป็น **7 บทเรียน** คือ **บทเรียนที่ 1 ทฤษฎีทางไฟฟ้า** **บทเรียนที่ 2 การต่อวงจรและค่าทางไฟฟ้า** **บทเรียนที่ 3 ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า** **บทเรียนที่ 4 การแปลงวงจรเดลตา - สตาร์** **บทเรียนที่ 5 วงจรไฟฟ้ากระแสตรง** **บทเรียนที่ 6 ทฤษฎีวงจรเครือข่าย** และ**บทเรียนที่ 7 การส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด**

หนังสือเล่มนี้มีเนื้อหาที่ทันสมัย ตามแผนการพัฒนาศึกษาด้านอาชีพพลังงาน ไฟฟ้า และอิเล็กทรอนิกส์ สอดคล้องกับยุทธศาสตร์ชาติและแผนการศึกษาแห่งชาติ เพื่อให้ผู้เรียนมีผลลัพธ์การเรียนรู้และสมรรถนะตามหลักสูตร

ดร. พิชรินทร์ เฉลยไกร

สารบัญ



บทเรียนที่ 1 ทฤษฎีทางไฟฟ้า 1

1.1 ระบบหน่วยเอสไอ	2
1.2 กฎของโอห์ม	4
1.3 กำลังไฟฟ้า	7
1.4 พลังงานไฟฟ้า	8
ใบงานที่ 1.1 กฎของโอห์ม	11
ใบงานที่ 1.2 กำลังไฟฟ้า	15
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 1	20



บทเรียนที่ 2 การต่อวงจรและค่าทางไฟฟ้า 23

2.1 เซลล์และความต้านทานภายใน	24
2.2 การต่อเซลล์ไฟฟ้า	24
2.3 วงจรความต้านทาน	37
2.4 วงจรไฟฟ้า	43
2.5 ตัวเหนี่ยวนำ	56
2.6 การต่อตัวเหนี่ยวนำ	57
2.7 ตัวเก็บประจุ	62
ใบงานที่ 2.1 การต่อเซลล์ไฟฟ้า	68
ใบงานที่ 2.2 วงจรไฟฟ้าอนุกรม	73
ใบงานที่ 2.3 วงจรไฟฟ้าขนาน	76
ใบงานที่ 2.4 วงจรไฟฟ้าผสม	79
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 2	82



บทเรียนที่ 3 ทฤษฎีวงจรไฟฟ้า **87**

3.1 เมทริกซ์	88
3.2 ดีเทอร์มิแนนต์	94
3.3 กฎของเคอร์ชอฟฟ์	101
3.4 ทฤษฎีของเมชเคอร์เรนต์	107
3.5 การวิเคราะห์วงจรเมชเคอร์เรนต์	109
ใบงานที่ 3.1 กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	115
ใบงานที่ 3.2 กฎกระแสไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์	119
ใบงานที่ 3.3 ทฤษฎีเมชเคอร์เรนต์	121
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 3	125



บทเรียนที่ 4 การแปลงวงจรเดลตา - สตาร์ **130**

4.1 การแปลงวงจรเดลตา - สตาร์	131
4.2 การแปลงวงจรสตาร์ - เดลตา	135
ใบงานที่ 4.1 การแปลงวงจรความต้านทาน	138
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 4	142



บทเรียนที่ 5 วงจรไฟฟ้ากระแสตรง **146**

5.1 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า	147
5.5 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	151
5.3 วงจรบริดจ์	157
ใบงานที่ 5.1 วงจรแบ่งกระแสไฟฟ้า	164
ใบงานที่ 5.2 วงจรแบ่งแรงดันไฟฟ้า	167
ใบงานที่ 5.3 วงจรบริดจ์	172
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 5	176



บทเรียนที่ 6 ทฤษฎีวงจรเครือข่าย **182**

6.1 หลักการทฤษฎีโนดโวลต์เตจ	183
6.2 หลักการของทฤษฎีการวางซ้อน	186
6.3 ทฤษฎีเทวินิน	191
6.4 ทฤษฎีเนอร์ตัน	194
ใบงานที่ 6.1 ทฤษฎีโนดโวลต์เตจ	199
ใบงานที่ 6.2 ทฤษฎีการวางซ้อน	201
ใบงานที่ 6.3 ทฤษฎีเทวินิน	203
ใบงานที่ 6.4 ทฤษฎีเนอร์ตัน	205
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 6	207



บทเรียนที่ 7 การส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด **211**

7.1 ความหมายของการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด	212
7.2 หลักการส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด	212
ใบงานที่ 7.1 การส่งถ่ายกำลังไฟฟ้าสูงสุด	218
แบบฝึกหัดบทเรียนที่ 7	222



บรรณานุกรม **225**



ทฤษฎีทางไฟฟ้า



หัวเรื่องหลัก

- 1.1 ระบบหน่วยเอสไอ
- 1.2 กฎของโอห์ม
- 1.3 กำลังไฟฟ้า
- 1.4 พลังงานไฟฟ้า



ผลลัพธ์การเรียนรู้ระดับบทเรียน

ศึกษาและประยุกต์ใช้กฎของโอห์มในการต่อวงจร หาค่าทางไฟฟ้า และคำนวณค่าทางไฟฟ้าด้วยความรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ



แนวคิดหลัก

กฎของโอห์ม คิดค้นโดยนักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ชื่อ ยอร์ช ไซมอน โอห์ม (George Simon Ohm) ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) แรงดันไฟฟ้า (E) และความต้านทานไฟฟ้า (R) ที่เกิดขึ้น เรียกว่า กฎของโอห์ม (Ohm's Law) ความสัมพันธ์จะได้ $E = I \times R$ ซึ่งกฎของโอห์มสามารถนำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า มีส่วนเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้า (Electrical Power) และพลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy)



สมรรถนะการเรียนรู้

1. คำนวณหาค่าตามกฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า
2. แก้ปัญหาทางจรไฟฟ้าโดยใช้กฎของโอห์ม กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า



จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. จำแนกระบบหน่วยเอสไอได้ถูกต้อง
2. เขียนสัญลักษณ์ของหน่วยอนุพันธ์ต่าง ๆ ได้ถูกต้อง
3. อธิบายคำนำหน้าหน่วยระบบเอสไอได้ถูกต้อง
4. อธิบายวิธีการนำตัวขยายหน่วยมาใช้ในการคำนวณได้ถูกต้อง
5. อธิบายกฎของโอห์มที่นำมาใช้ในวงจรไฟฟ้าได้ถูกต้อง
6. อธิบายการนำไฟฟ้าที่แปรผกผันกับค่าความต้านทานไฟฟ้าได้ถูกต้อง
7. อธิบายวิธีการเขียนสูตรกำลังไฟฟ้าในรูปแบบปริมาณไฟฟ้าอื่นๆ ได้ถูกต้อง
8. อธิบายความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับกำลังไฟฟ้าได้ถูกต้อง



สแกนเพื่อดู e-book 4 สืบ
บนมือถือ



เนื้อหาสาระ

กฎของโอห์มเป็นกฎที่นำไปใช้แก้ปัญหาต่าง ๆ ในวงจรไฟฟ้า กฎของโอห์มแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A) แรงดันไฟฟ้า (E) มีหน่วยเป็นโวลต์ (V) และความต้านทานไฟฟ้า (R) มีหน่วยเป็นโอห์ม (Ω) กฎของโอห์ม (Ohm's Law) มีส่วนเกี่ยวข้องและสัมพันธ์กับกำลังไฟฟ้า (Electrical Power) และพลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy)



1.1 ระบบหน่วยเอสไอ

1.1.1 ระบบหน่วยเอสไอ

ระบบหน่วยเอสไอ (International System of Unit, SI) เป็นหน่วยมาตรฐานสากลที่ถูกนำมาใช้แทนหน่วยระบบเมตริกและหน่วยระบบอังกฤษที่ใช้กันอยู่เดิม เนื่องจากมีความยุ่งยากและมีชื่อเรียกหน่วยวัดปริมาณต่าง ๆ ที่ยังไม่เหมือนกัน ดังนั้น ระบบหน่วยเอสไอ จึงประกอบด้วยหน่วยพื้นฐาน 6 หน่วย คือ ความยาว มวล เวลา กระแสไฟฟ้า อุณหภูมิ และความเข้มของแสงสว่าง ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 หน่วยพื้นฐาน

ปริมาณ	ชื่อหน่วยพื้นฐาน	สัญลักษณ์
ความยาว	เมตร (meter)	m
มวล	กิโลกรัม (kilogram)	kg
เวลา	วินาที (second)	s
กระแสไฟฟ้า	แอมแปร์ (ampere)	A
อุณหภูมิ	เคลวิน (kelvin)	K
ความเข้มของแสงสว่าง	แคนเดเลา (candela)	cd

1.1.2 หน่วยอนุพันธ์

หน่วยอนุพันธ์ (Derived SI Unit) คือ หน่วยย่อยที่เกิดจากผลคูณหรือผลหารระหว่างหน่วยพื้นฐาน เช่น หน่วยของพื้นที่เป็นตารางเมตร (m^2) เกิดจากผลคูณระหว่างหน่วยความยาวเป็นเมตร (m) กับหน่วยความยาวเป็นเมตร หรือความเร็วหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที (m/s) เกิดจากผลหารระหว่างหน่วยความยาวเป็นเมตรกับหน่วยเวลาเป็นวินาที (s) ดังนั้น หน่วยอนุพันธ์ในระบบเอสไอจึงมีหลายหน่วย ตัวอย่างระบบหน่วยเอสไอบางส่วน แสดงดังในตารางที่ 1.2

1.1.3 การเขียนสัญลักษณ์ของหน่วย

เนื่องจากปริมาณและหน่วยในระบบเอสไอมีจำนวนมาก เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนและความเข้าใจในระบบเอสไอ จึงแบ่งการเขียนสัญลักษณ์ของปริมาณและหน่วยแทนด้วยตัวอักษรซึ่งมี 2 ลักษณะ คือ

สัญลักษณ์ที่ใช้แทนหน่วยจะเขียนด้วยตัวอักษรตัวตรง และสัญลักษณ์ที่ใช้แทนปริมาณจะเขียนด้วยตัวอักษรตัวเอียง นอกจากนี้ ถ้าเป็นการระบุเฉพาะเจาะจงอาจจะใช้ตัวอักษรหรือตัวเลขเขียนกำกับไว้ข้างใต้ตัวอักษรอีกด้วย ซึ่งเรียกว่า **ซัปสคริปต์ (Subscript)** เช่น I_0 หมายถึง กระแสไฟฟ้าด้านเอาต์พุต เป็นต้น

ตารางที่ 1.2 สัญลักษณ์ที่เขียนแทนปริมาณและหน่วยในระบบเอสไอ

ปริมาณ	สัญลักษณ์	หน่วย	สัญลักษณ์
ความถี่	f	เฮิรตซ์	Hz
ความดัน	p	ปาสคาล	p
แรงดันไฟฟ้า	v	โวลต์	V
เวลา	t	วินาที	s
กำลังไฟฟ้า	P	วัตต์	W
มุมของพื้นราบ	ϕ	เรเดียน	rad
ความต้านทานจำเพาะ	ρ	โอห์ม - เมตร	$\Omega - m$
ความต้านทาน	R	โอห์ม	Ω
ความนำไฟฟ้า	G	ซีเมนส์	S
กระแสไฟฟ้า	I	แอมแปร์	A
ระยะทางหรือความยาว	S	เมตร	m
มวลสาร	m	กิโลกรัม	kg
ความเร็วเชิงมุม	ω	เรเดียนต่อวินาที	rad/s

1.1.4 คำนำหน้าหน่วยในระบบเอสไอ

เพื่อความสะดวกต่อการนำไปใช้คำนวณ จึงต้องขยายให้หน่วยเล็กลงหรือใหญ่ขึ้น คำนำหน้าจึงมีชื่อเรียกที่เจาะจงลงไป หรือที่เรียกว่า **คำอุปสรรค (Prefixs)** ดังตารางที่ 1.3

ตารางที่ 1.3 คำนำหน้าหน่วยระบบเอสไอ

คำนำหน้า	สัญลักษณ์	ตัวคูณเลขยกกำลัง
เอกซะ (exa)	E	1×10^{18}
เพตะ (peta)	P	1×10^{15}
เทรา (tera)	T	1×10^{12}
กิกะ (giga)	G	1×10^9
เมกกะ (mega)	M	1×10^6

ตารางที่ 1.3 คำนำน้าหน่วยระบบเอสไอ (ต่อ)

คำนำหน้า	สัญลักษณ์	ตัวคูณเลขยกกำลัง
กิโล (kilo)	k	1×10^3
ยูนิต (unit)	-	1×10^0 หรือ 1
มิลลิ (milli)	m	1×10^{-3}
ไมโคร (micro)	μ	1×10^{-6}
นาโน (nano)	n	1×10^{-9}
พิโก (pico)	p	1×10^{-12}
เฟมโต (femto)	f	1×10^{-15}
แอตโต (atto)	a	1×10^{-18}

1.1.5 การนำตัวขยายหน่วยมาใช้ในการคำนวณปริมาณทางไฟฟ้า

การคำนวณแยกได้เป็น 2 กรณี คือ การบวกหรือลบและการคูณหรือหาร

1. การบวกหรือลบ ต้องแปลงให้เป็นหน่วยเดียวกันก่อนจึงจะทำการบวกหรือลบกันได้ เช่น

$$\begin{aligned} 1.1 \quad 3 \text{ A} + 500 \text{ mA} &= 3,000 \text{ mA} + 500 \text{ mA} ; (1 \text{ A} = 1,000 \text{ mA}) \\ &= 3,500 \text{ mA} = 3.5 \text{ A} \end{aligned}$$

$$1.2 \quad 1 \text{ kW} - 460 \text{ W} = 1,000 \text{ W} - 460 \text{ W} = 540 \text{ W} = 0.54 \text{ kW}$$

2. การคูณหรือหาร ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นไปตามผลคูณหรือผลหาร เช่น

$$\begin{aligned} 2.1 \quad \text{เมกะ} \times \text{ไมโคร} &= \text{ยูนิต} ; (10^6 \times 10^{-6} = 10^0 = 1) \\ 2 \text{ M}\Omega \times 3 \mu\text{A} &= 6 \text{ V} ; (2 \times 10^6 \times 3 \times 10^{-6} = 6) \end{aligned}$$

$$2.2 \quad \text{มิลลิ} \div \text{มิลลิ} = \text{ยูนิต} ; (10^{-3} \div 10^{-3} = 1)$$

$$8 \text{ mV} \div 2 \text{ mA} = 4 \Omega ; \left(\frac{8 \times 10^{-3}}{2 \times 10^{-3}} \right)$$

$$2.3 \quad \text{ยูนิต} \div \text{กิโล} = \text{มิลลิ} ; (1 \div 10^3 = 10^{-3})$$

$$10 \text{ V} \div 4 \text{ k}\Omega = \frac{10}{4 \times 10^3} = 2.5 \text{ mA}$$



1.2 กฎของโอห์ม



ในปี ค.ศ. 1826 (พ.ศ. 2360) นักฟิสิกส์ชาวเยอรมัน ชื่อ ยอร์ช ไฮมอน โอห์ม (George Simon Ohm) พบว่า ปริมาณไฟฟ้าจะแปรผกผันกับความยาวของสายไฟฟ้า และจะแปรผันตรงกับพื้นที่หน้าตัดของ



รูปที่ 1.1 ยอร์ช ไฮมอน โอห์ม
ผู้ค้นพบกฎของโอห์ม

สายไฟฟ้า โดยหลักการนี้ทำให้โอห์มค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) แรงดันไฟฟ้า (E) และความต้านทาน (R) ที่เกิดขึ้นเรียกว่า **กฎของโอห์ม (Ohm's Law)** โดยกล่าวว่า ในวงจรไฟฟ้าใด ๆ กระแสไฟฟ้า (I) จะแปรผันตรงกับแรงดันไฟฟ้า (E) และแปรผกผันกับความต้านทาน (R) คือ $I \propto E$ และ $I \propto \frac{1}{R}$

1.2.1 ความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทาน

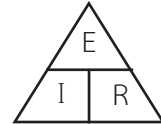
ความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์มสามารถหาค่าต่าง ๆ ดังสูตร

$$I = \frac{E}{R} \quad \text{----- (1.1)}$$

เมื่อ I = กระแสไฟฟ้า หน่วย แอมแปร์ (A)

E = แรงดันไฟฟ้า หน่วย โวลต์ (V)

R = ความต้านทาน หน่วย โอห์ม (Ω)



รูปที่ 1.2 สูตรจากสามเหลี่ยมกฎของโอห์ม

หรือสรุปสูตรจากสามเหลี่ยมกฎของโอห์ม ดังรูปที่ 1.2
จะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

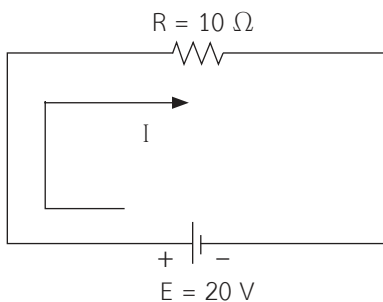
$$E = IR \quad \text{----- (1.2)}$$

$$R = \frac{E}{I} \quad \text{----- (1.3)}$$

$$\text{และ } I = \frac{E}{R} \quad \text{----- (1.4)}$$

1.2.2 การคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทาน

ตัวอย่างที่ 1.1 จงคำนวณหาค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรดังรูปที่ 1.3 เมื่อต่อกับแบตเตอรี่ 20 V และค่าความต้านทานเท่ากับ 10 Ω



รูปที่ 1.3 หาค่ากระแสไฟฟ้าในวงจร

วิธีทำ

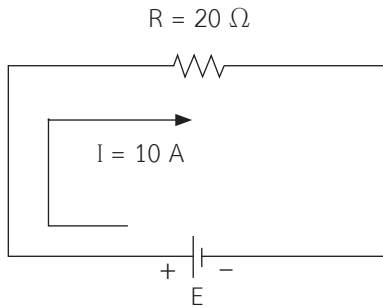
$$\begin{aligned} \text{จากกฎของโอห์ม} \quad I &= \frac{E}{R} \\ I &= \frac{20}{10} \\ &= 2 \text{ A} \end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรมีค่าเท่ากับ 2 A

ตอบ

ตัวอย่างที่ 1.2 จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้าง่ายรูปที่ 1.4 เมื่อมีกระแสไฟฟ้า 10 A ไหลผ่านความต้านทาน 20 Ω

วิธีทำ



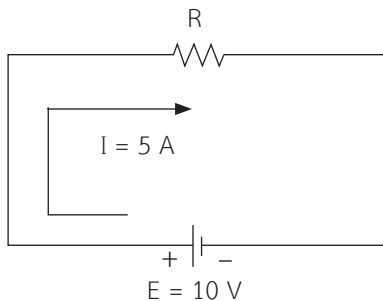
$$\begin{aligned} \text{จากกฎของโอห์ม} \quad E &= IR \\ E &= 10 \times 20 \\ &= 200 \text{ V} \end{aligned}$$

แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายมีค่าเท่ากับ 200 V **ตอบ**

รูปที่ 1.4 หาค่าแรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่าย

ตัวอย่างที่ 1.3 จงคำนวณหาค่าความต้านทานของวงจร ดังรูปที่ 1.5 เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่ากับ 5 A และมีแหล่งจ่ายไฟฟ้าเท่ากับ 10 V

วิธีทำ



$$\begin{aligned} \text{จากกฎของโอห์ม} \quad R &= \frac{E}{I} \\ R &= \frac{10}{5} \\ &= 2 \Omega \end{aligned}$$

ค่าความต้านทานของวงจรมีค่าเท่ากับ 2 Ω **ตอบ**

รูปที่ 1.5 หาค่าความต้านทานในวงจร

1.2.3 ความนำไฟฟ้า

ความนำไฟฟ้า หมายถึง ความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าของวงจรไฟฟ้าใด ๆ อันเกิดขึ้นจากการป้อนแรงดันไฟฟ้าให้กับวงจร ความนำไฟฟ้าเขียนแทนด้วยสัญลักษณ์ G มีหน่วยเรียกว่า **ซีเมนส์ (Siemen : S) หรือโมห์ (Mho)** ถ้าในวงจรไฟฟ้ามีค่าความนำไฟฟ้าสูง ค่าความต้านทานของวงจรจะต่ำ และถ้าวงจรมีค่าความนำไฟฟ้าต่ำ ค่าความต้านทานของวงจรก็จะสูง

นั่นคือ $G = \frac{1}{R}$ และ $R = \frac{1}{G}$

เมื่อพิจารณาตามกฎของโอห์มจะได้

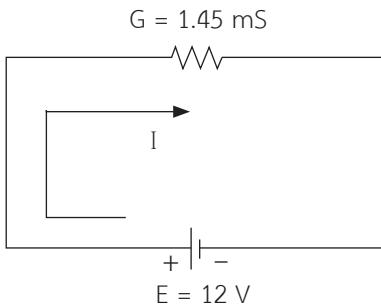
$$I = EG$$

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

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

ตัวอย่างที่ 1.4 ขดลวดความร้อนมีค่าความนำไฟฟ้า 1.45 mS ดังรูปที่ 1.6 ต่ออยู่กับแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า 12 V จงคำนวณหากระแสไฟฟ้า (I) ที่ไหลในวงจร

วิธีทำ



$$\begin{aligned} I &= EG \\ &= 12 \times 1.45 \times 10^{-3} \\ &= 17.40 \text{ mA} \end{aligned}$$

กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดความร้อนมีค่า 17.40 mA **ตอบ**

รูปที่ 1.6 หาค่ากระแสไฟฟ้าของขดลวดความร้อน

1.3 กำลังไฟฟ้า

ผู้ค้นพบหลักการของกำลังไฟฟ้า (Electrical Power) คือ **เจมส์ วัตต์ (James Watt)** ชาวสกอตแลนด์ โดยการทดสอบใช้ม้าที่แข็งแรงหนึ่งตัวยกของหนัก $33,000$ ปอนด์ เป็นระยะทาง 1 ฟุต ในเวลา 1 นาที เรียกแรงงานนี้ว่า **1 แรงม้า (1 Horse Power)** โดย 1 แรงม้ามักมีค่าเท่ากับ 746 W



รูปที่ 1.7 เจมส์ วัตต์ ผู้ค้นพบกำลังไฟฟ้า

1.3.1 นิยามของกำลังไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (P) หมายถึง ค่าของผลคูณระหว่างแรงดันไฟฟ้าหน่วยเป็นโวลต์ (V) กับกระแสไฟฟ้า มีหน่วยเป็นแอมแปร์ (A) ซึ่งค่าของกำลังไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt) โดยจะได้รับความสัมพันธ์ดังนี้

$$P = E \times I \quad \text{----- (1.4)}$$

เมื่อ P = กำลังไฟฟ้า หน่วย วัตต์ (W)

E = แรงดันไฟฟ้า หน่วย โวลต์ (V)

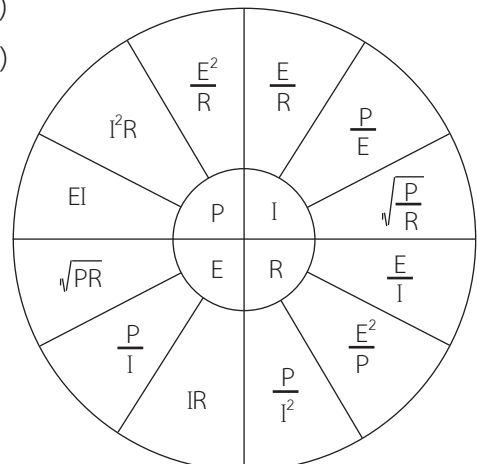
I = กระแสไฟฟ้า หน่วย แอมแปร์ (A)

หรือสัมพันธ์กับกฎของโอห์มดังนี้

$$P = I^2 R \quad \text{----- (1.5)}$$

และ
$$P = \frac{E^2}{R} \quad \text{----- (1.6)}$$

จากปริมาณไฟฟ้าทั้ง 4 คือ P, E, I, R สรุปเป็นสูตรเบื้องต้นได้ดังนี้



1.3.2 หน่วยและการเปลี่ยนหน่วยกำลังไฟฟ้า

1,000	วัตต์ (W)	=	1	กิโลวัตต์ (kW)
1,000,000	วัตต์ (W)	=	1	เมกกะวัตต์ (MW)
1,000	กิโลวัตต์ (kW)	=	1	เมกกะวัตต์ (MW)
746	วัตต์ (W)	=	1	แรงม้า (HP)

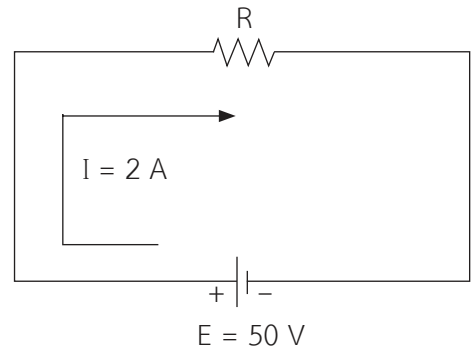
ตัวอย่างที่ 1.5 จากวงจรไฟฟ้าที่กำหนดให้ ดังรูปที่ 1.8 มีกระแสไฟฟ้าไหลในวงจรเท่ากับ 2 A โดยต่อเข้ากับแหล่งจ่าย 50 V จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าของวงจรมีกี่วัตต์

วิธีทำ จากสูตรคำนวณ $P = E \times I$
 $P = 50 \times 2$
 $= 100 \text{ W}$

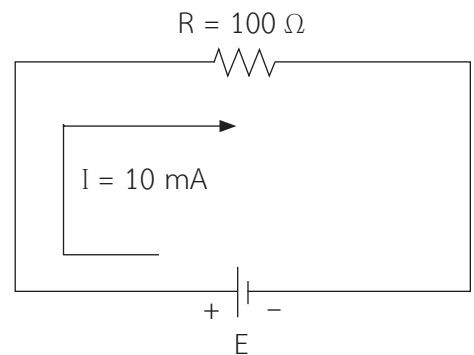
กำลังไฟฟ้าของวงจรเท่ากับ 100 W **ตอบ**

ตัวอย่างที่ 1.6 จากวงจรที่กำหนดให้ ดังรูปที่ 1.9 ถ้ากระแสไฟฟ้า 10 mA ไหลผ่านตัวต้านทาน 100 Ω จงคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้า (P) ที่เกิดขึ้นมีกี่วัตต์

วิธีทำ จากสูตรคำนวณ $P = I^2 R$
 $= (10 \times 10^{-3})^2 \times 100$
 $= 0.01 \text{ W}$
 $P = 0.01 \text{ W}$ **ตอบ**



รูปที่ 1.8 กระแสไฟฟ้าไหลผ่านหลอดไฟฟ้าเท่ากับ 2 A



รูปที่ 1.9 วงจรของหลอดไฟฟ้า

1.4 พลังงานไฟฟ้า

ผู้ค้นพบความสัมพันธ์ระหว่างพลังงานกับพลังงานความร้อน คือ **เจมส์ เพรสคอต จูล (James Presott Joule)** ชาวอังกฤษ พบว่าพลังงานไม่ได้สูญหายไปไหน แต่จะเปลี่ยนไปเป็นพลังงานรูปอื่น ซึ่งส่วนมากเป็นพลังงานความร้อน โดย 1 จูล มีค่าเท่ากับ 4.2 แคลอรี ซึ่งชื่อของจูลเป็นหน่วยวัดพลังงานไฟฟ้าด้วย คือ พลังงาน 1 จูล (J) มีค่าเท่ากับ 1 วัตต์ - วินาที



รูปที่ 1.10 เจมส์ เพรสคอต จูล ผู้ค้นพบหลักของพลังงาน

1.4.1 นิยามของพลังงานไฟฟ้า

พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy ; W) หมายถึง ปริมาณไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือโหลดทางไฟฟ้าที่ถูกใช้พลังงานไปทั้งหมด คิดในช่วงระยะเวลาใดเวลาหนึ่ง มีหน่วยเป็นวัตต์ - ชั่วโมง (Watt - Hour) โดยจะได้ความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้าและเวลาดังนี้

$$W = Pt \quad \text{----- (1.7)}$$

เมื่อ	W	=	พลังงานไฟฟ้า	หน่วย	วัตต์ - วินาที (Watt - Second)
	P	=	กำลังไฟฟ้า	หน่วย	วัตต์ (Watt)
	t	=	เวลา	หน่วย	วินาที (Second)

1.4.2 หน่วยและการเปลี่ยนหน่วยพลังงานไฟฟ้า

วัตต์ - วินาที (Watt - second) คือ พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าไป 1 W ในเวลา 1 วินาที หรือ 1 จูล (Joule)

วัตต์ - ชั่วโมง (Watt - hour) คือ พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าไป 1 W ในเวลา 1 ชั่วโมง (Hour)

กิโลวัตต์ - ชั่วโมง (Kilowatt - hour) คือ พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กำลังไฟฟ้าไป 1,000 W ในเวลา 1 ชั่วโมง (Hour) หรือเรียกว่า 1 หน่วย หรือ 1 ยูนิต (Unit)

$$1 \text{ ยูนิต (Unit)} = \text{กิโลวัตต์ - ชั่วโมง (kW - hour)}$$

ตัวอย่างที่ 1.7 อาคารหลังหนึ่งใช้หลอดไฟฟ้าแสงสว่างขนาด 100 W จำนวน 20 หลอด ใช้งานนานวันละ 6 ชั่วโมง จะชำระค่าไฟฟ้าวันละเท่าไร ถ้าคิดค่าไฟฟ้ายูนิตละ 2 บาท

วิธีทำ	จาก	W	=	Pt
	พลังงานไฟฟ้าที่ถูกใช้ไป		=	100 W × 20 × 6 ชั่วโมง
			=	12,000 วัตต์ - ชั่วโมง
			=	12 กิโลวัตต์ - ชั่วโมง
	หรือ		=	12 ยูนิต
	คิดค่าไฟฟ้ายูนิตละ 2 บาท/วัน		=	12 ยูนิต × 2 บาท
			=	24 บาท/วัน
	จะชำระค่าไฟฟ้าวันละ		=	24 บาท

ตอบ

ตัวอย่างที่ 1.8 บ้านพักอาศัยหลังหนึ่งใช้เครื่องใช้ไฟฟ้างานดังนี้

1. พัดลมเพดาน	ขนาด	70 W	ใช้งานวันละ	5 ชั่วโมง
2. หม้อหุงข้าว	ขนาด	1,000 W	ใช้งานวันละ	30 นาที
3. เตารีดไฟฟ้า	ขนาด	1,600 W	ใช้งานวันละ	1 ชั่วโมง
4. โทรทัศน์สี	ขนาด	95 W	ใช้งานวันละ	5 ชั่วโมง
5. ตู้เย็น	ขนาด	200 W	ใช้งานวันละ	24 ชั่วโมง

ภายใน 1 เดือน บ้านหลังนี้จะชำระค่าไฟฟ้าเท่าไร หากคิดค่าไฟฟ้ายูนิตละ 1.50 บาท

วิธีทำ

$$\begin{aligned} \text{สูตรคำนวณ } W &= Pt \\ W &= (70 \times 5) + (1,000 \times 0.5) + (1,600 \times 1) + \\ &\quad (95 \times 5) + (200 \times 24) \\ &= 350 + 500 + 1,600 + 475 + 4,800 \\ \text{ใน 1 วัน ใช้พลังงานไฟฟ้า} &= 7,725 \text{ วัตต์ - ชั่วโมง (Watt - Hour)} \\ &= \frac{7,725}{1,000} = 7.725 \text{ ยูนิต} \\ \text{ใช้ไฟฟ้า 1 เดือน จะใช้พลังงาน} &= 7.725 \times 30 = 231.75 \text{ ยูนิต} \\ \text{ค่าไฟฟ้าคิดยูนิตละ 1.50 บาท} &= 231.75 \times 1.50 \\ &= 347.62 \text{ บาท} \end{aligned}$$

ตอบ

หมายเหตุ ราคาค่าไฟฟ้าจากตัวอย่างเป็นการนำเสนอแนวทางพื้นฐาน ซึ่งยังไม่รวมค่าเอฟที (ต้นทุนผันแปร) และภาษีมูลค่าเพิ่ม



สรุปสาระสำคัญ



กฎของโอห์ม แสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า (I) แรงดัน (E) และความต้านทาน (R) ปริมาณไฟฟ้าจะแปรผกผันกับความยาวของสายไฟฟ้า และจะแปรผันตรงกับพื้นที่หน้าตัดของสายไฟฟ้า ความสัมพันธ์จะได้ $E = I \times R$

กำลังไฟฟ้า (P) เจมส์ วัตต์ (James Watt) ทำการทดสอบโดยใช้ม้ายกของหนัก 33,000 ปอนด์ เป็นระยะทาง 1 ฟุต ในเวลา 1 นาที เรียกแรงงานนี้ว่า **1 แรงม้า (1 Horse Power)** โดย 1 แรงม้า มีค่าเท่ากับ 746 วัตต์ โดยกำลังไฟฟ้าที่ใช้ไปทำให้เกิดพลังงานรูปอื่น ๆ เช่น พลังงานความร้อน พลังงานแสงสว่าง พลังงานกล เป็นต้น ค่าของผลคูณระหว่างแรงดันไฟฟ้า (E) กับกระแสไฟฟ้า (I) ซึ่งโดยความสัมพันธ์ จะได้ $P = E \times I$

พลังงานไฟฟ้า (Electrical Energy ; W) หมายถึง ปริมาณไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือทางไฟฟ้า ที่ถูกใช้พลังงานไปทั้งหมด มีหน่วยเป็นวัตต์ - ชั่วโมง (Watt - hour) ความสัมพันธ์ของพลังงานไฟฟ้า และเวลา คือ $W = Pt$ โดย W = พลังงานไฟฟ้า หน่วยเป็นวัตต์ - วินาที (Watt - second) P = กำลังไฟฟ้า หน่วยเป็นวัตต์ (Watt) t = เวลา หน่วยเป็นวินาที (Second)

ใบงานที่ 1.1

กฎของโอห์ม

ชื่อ - สกุล..... สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....
วันที่.....เดือน.....พ.ศ..... เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที กำหนดส่งงาน.....

▶ ผลลัพธ์การปฏิบัติ

ต่อวงจร วัดค่าทางไฟฟ้า และประยุกต์ใช้กฎของโอห์มในการหาความสัมพันธ์ระหว่างกระแส แรงดัน และความต้านทาน ด้วยความรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ



แบบประเมินผล
ใบงานที่ 1.1

▶ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

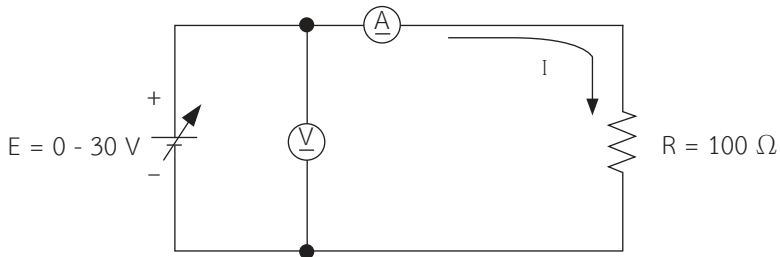
1. ตรวจสอบความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าได้ถูกต้อง
2. คำนวณค่าแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าโดยใช้กฎของโอห์มได้ถูกต้อง
3. พิสูจน์ค่าของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า และความต้านทานแล้วนำมาเขียนกราฟแสดงความสัมพันธ์ตามกฎของโอห์มได้ถูกต้อง
4. ปฏิบัติการต่อวงจรไฟฟ้าและใช้เครื่องมือวัดทางไฟฟ้าได้ถูกต้อง

▶ เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|--|---|---------|
| 1. มัลติมิเตอร์ Multimeter | 1 | เครื่อง |
| 2. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 - 30 V | 1 | เครื่อง |
| 3. ตัวต้านทานขนาด 1 W ค่า 100 Ω , 220 Ω , 330 Ω , 470 Ω และ 1 k Ω | 5 | ตัว |
| 4. บอร์ดทดลองและแผงต่อวงจร | 1 | ชุด |

▶ ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 1.1.1
2. ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเท่ากับ 0 V
3. ค่อย ๆ ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงให้มีค่าเท่ากับ 2.5 V ค่าความต้านทาน 100 Ω ใช้มัลติมิเตอร์ตั้งย่านวัดซีเอ็มพีเมเตอร์วัดค่ากระแสไฟฟ้าจากวงจร บันทึกค่ากระแสไฟฟ้าที่อ่านได้ลงในตารางที่ 1.1.1
4. ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเป็น 5 V, 7.5 V, 10 V และ 12 V ตามลำดับ อ่านค่ากระแสไฟฟ้าแล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 1.1.1

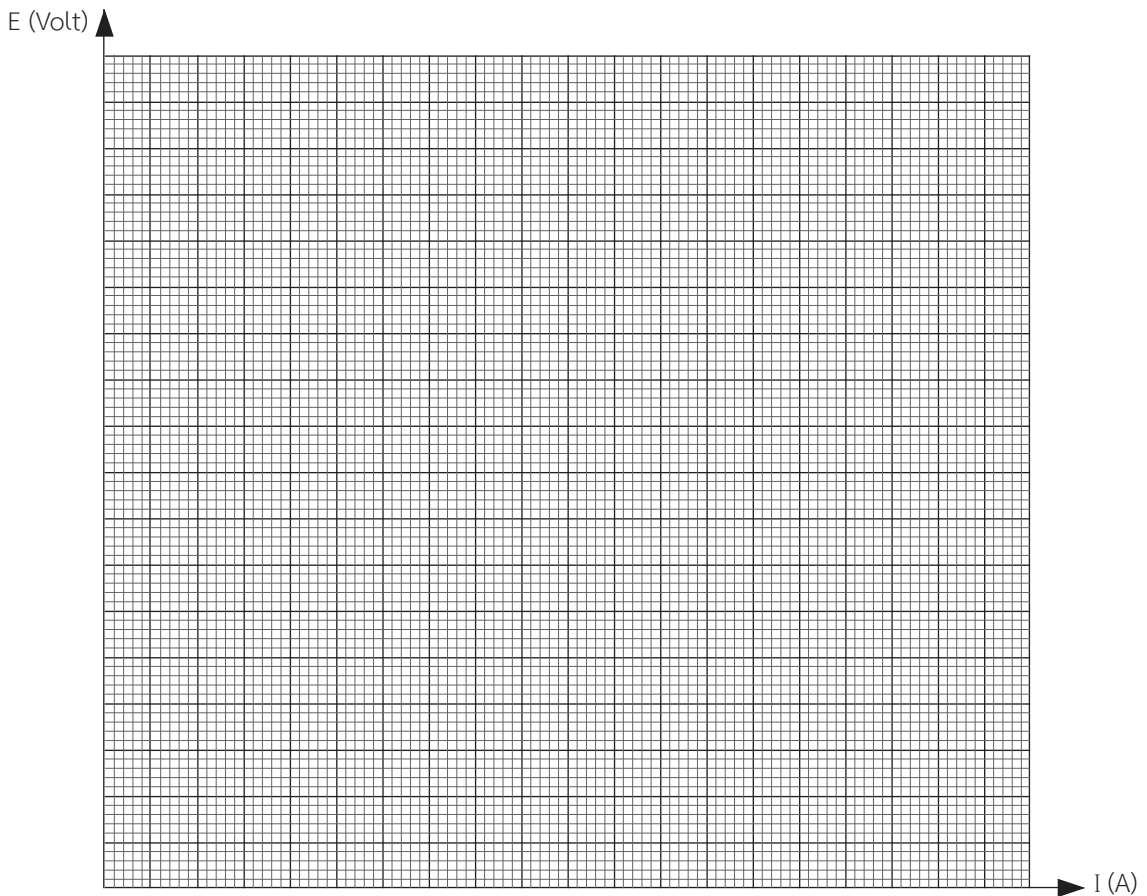


รูปที่ 1.1.1 วัดกระแสไฟฟ้าผ่านโหลดด้วยกฎของโอห์ม

ตารางที่ 1.1.1 บันทึกผลการปฏิบัติการวัดค่าแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้า (V)	2.5	5	7.5	10	12	โวลต์ (V)
กระแสไฟฟ้า (A)						แอมแปร์ (A)

5. เขียนกราฟความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าหรือ $I = f(E)$ ลงในรูปที่ 1.1.2



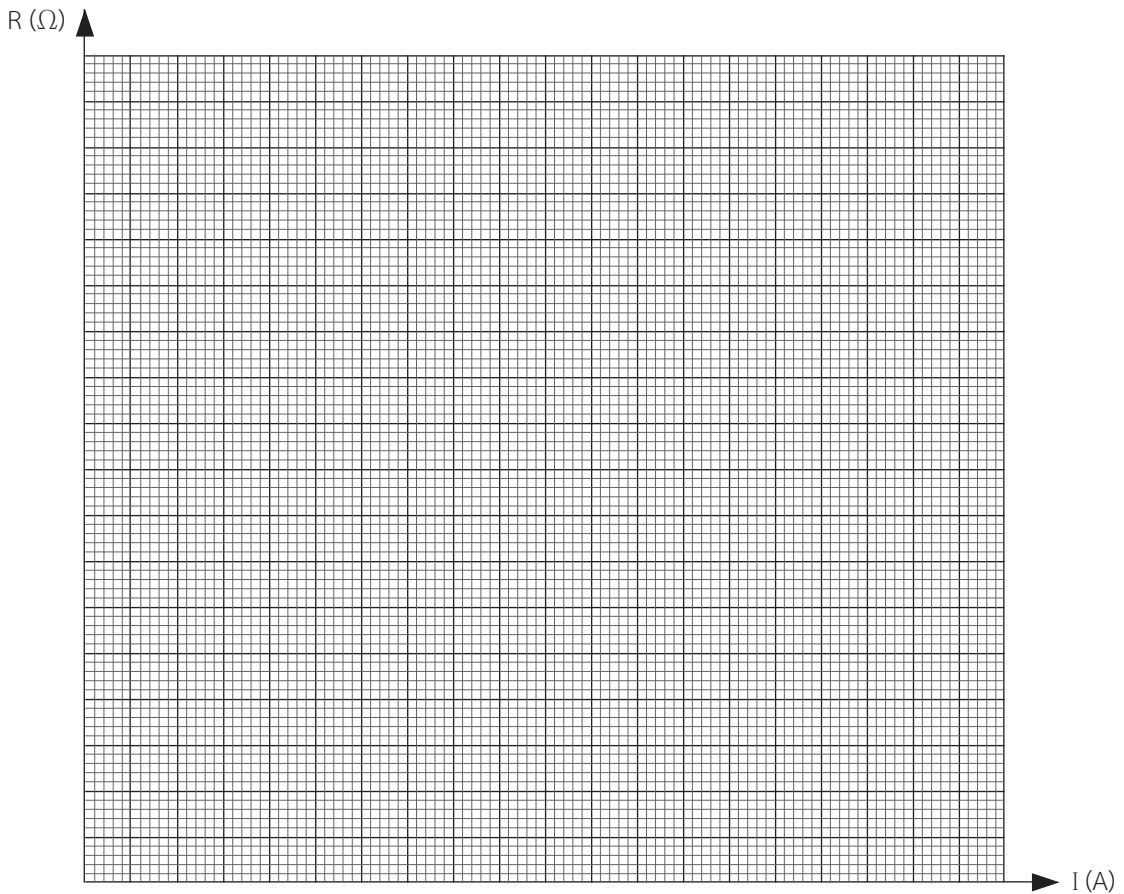
รูปที่ 1.1.2 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า เมื่อค่าความต้านทานคงที่

6. ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่าย 10 V และเปลี่ยนค่าความต้านทานจาก 100 Ω เป็น 220 Ω, 330 Ω, 470 Ω และ 1 kΩ ตามลำดับ แล้วบันทึกค่าการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าลงในตารางที่ 1.1.2

ตารางที่ 1.1.2 บันทึกผลการปฏิบัติการวัดค่าความต้านทาน และกระแสไฟฟ้า

ความต้านทานไฟฟ้า (Ω)	100 Ω	220 Ω	330 Ω	470 Ω	1 k Ω	โอห์ม (Ω)
กระแสไฟฟ้า (A)						แอมป์ (A)

7. เขียนกราฟความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้ากับความต้านทาน $I = f(R)$ ลงในรูปที่ 1.1.3

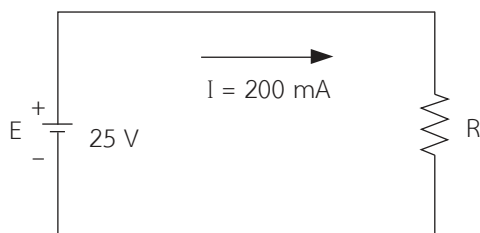


รูปที่ 1.1.3 กราฟแสดงความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้ากับความต้านทาน $I = f(R)$

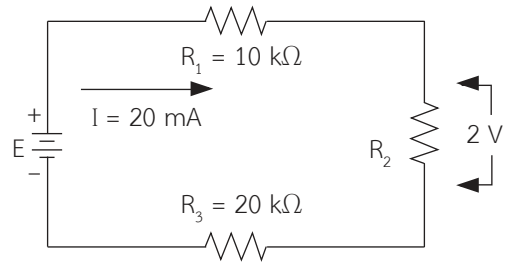
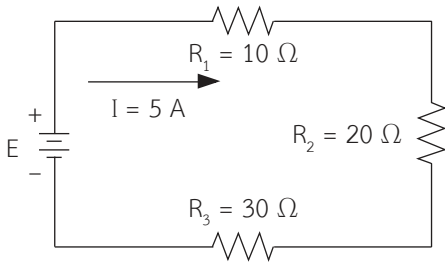


คำถามท้ายการปฏิบัติ

1. จงคำนวณหาค่าความต้านทานไฟฟ้าจากรูปวงจรที่กำหนดให้



2. จงคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากรูปวงจรที่กำหนดให้



สรุปผลการปฏิบัติ

.....

.....

.....

.....

.....

ใบงานที่ 1.2

กำลังไฟฟ้า

ชื่อ - สกุล..... สาขา/ชั้น/กลุ่ม.....
 วันที่.....เดือน.....พ.ศ..... เวลา 1 ชั่วโมง 30 นาที กำหนดส่งงาน.....

▶ ผลลัพธ์การปฏิบัติ

ต่อวงจร วัดค่าทางไฟฟ้า และประยุกต์ใช้กฎของโอห์มในการคำนวณหาค่าทางไฟฟ้า
 ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยความรอบคอบ ปลอดภัย และมีความรับผิดชอบ



แบบประเมินผล
 ใบงานที่ 1.2

▶ จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม

1. ตรวจสอบความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้า กระแสตรง ได้ถูกต้อง
2. วัดค่ากำลังไฟฟ้าโดยใช้โวลต์มิเตอร์และแอมมิเตอร์ได้ถูกต้อง
3. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง โดยใช้ความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และความต้านทานไฟฟ้าได้ถูกต้อง
4. ปฏิบัติการวัดและทดสอบหาค่ากำลังไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงได้ถูกต้อง

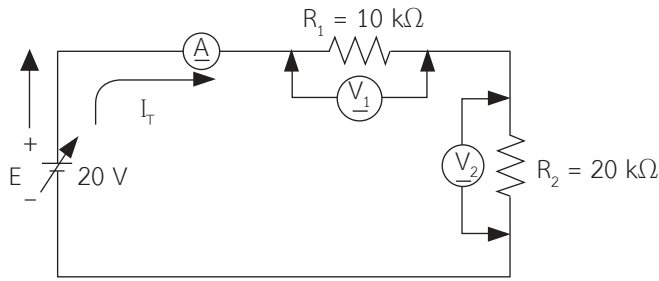
▶ เครื่องมือและอุปกรณ์

- | | | |
|---|---|---------|
| 1. มัลติมิเตอร์ (Multimeter) | 1 | เครื่อง |
| 2. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้ 0 - 30 V | 1 | เครื่อง |
| 3. ตัวต้านทานขนาด 1 W ค่า 10 k Ω , 20 k Ω และ 47 k Ω | 3 | ตัว |
| 4. บอร์ดทดลองและแผงต่อวงจร | 1 | ชุด |

▶ ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติ

การปฏิบัติที่ 1.2.1 ค่ากำลังไฟฟ้าจากความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้า

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 1.2.1 และตรวจสอบความถูกต้องของวงจร
2. เปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง เพื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าเลี้ยงให้วงจร
3. ปรับค่าแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายให้มีค่าเท่ากับ 20 V



รูปที่ 1.2.1 วงจรอนุกรมของตัวต้านทาน

4. วัดและอ่านค่าผลรวมของกระแสไฟฟ้า (I_T) ที่วัดได้ บันทึกค่าลงในตารางที่ 1.2.1
5. วัดและอ่านค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมตัวต้านทาน (V_1 และ V_2) และแรงดันไฟฟ้าที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่วัดได้ บันทึกค่าลงในตารางที่ 1.2.1
6. คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าจากความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและความต้านทานไฟฟ้าจากค่าที่วัด โดยใช้สูตร $P = VI = \frac{V^2}{R}$ และ $P = I^2R$ บันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1.2.1
7. ปิดสวิตช์แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงและปรับค่าแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายให้มีค่าเท่ากับศูนย์เหมือนเดิม
8. คำนวณค่ากำลังไฟฟ้าของวงจร เพื่อเปรียบเทียบกับค่าที่วัดได้จากผลการปฏิบัติและบันทึกค่าที่คำนวณได้ลงในตารางที่ 1.2.2

ตารางที่ 1.2.1 บันทึกผลการปฏิบัติค่ากำลังไฟฟ้า (วัดค่ากระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้า)

ค่าความต้านทาน (Ω)	ค่าจากการทดลอง				กำลังไฟฟ้าจากการคำนวณ			
	E (V)	V_1 (V)	V_2 (V)	I_T (mA)	$P_T = EI_T$	$P = VI$	$P = \frac{V^2}{R}$	$P = I^2R$
$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$								
$R_2 = 20 \text{ k}\Omega$								

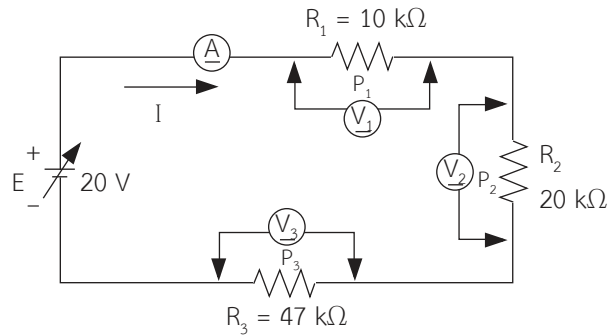
ตารางที่ 1.2.2 ผลการคำนวณค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้า

ค่าความต้านทาน (Ω)	ผลการคำนวณค่ากำลังไฟฟ้า							
	E (V)	V_1 (V)	V_2 (V)	I_T (mA)	$P_T = EI_T$	$P = VI$	$P = \frac{V^2}{R}$	$P = I^2R$
$R_1 = 10 \text{ k}\Omega$								
$R_2 = 20 \text{ k}\Omega$								

การปฏิบัติที่ 1.2.2 ค่ากำลังไฟฟ้าจากความสัมพันธ์ของแรงดันไฟฟ้ากับความต้านทาน

1. ต่อวงจรตามรูปที่ 1.2.2 และตรวจสอบความถูกต้องของวงจร
2. ต่อมัลติมิเตอร์เป็นแอมมิเตอร์ เพื่อวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร โดยตั้งย่านการวัดดีซีแอมมิเตอร์

3. ต่อมัลติมิเตอร์เป็นโวลต์มิเตอร์ เพื่อวัดค่าแรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้านทาน คือ V_1 , V_2 และ V_3 โดยปรับตั้งย่านการวัดดีซีโวลต์มิเตอร์



รูปที่ 1.2.2 วงจรอนุกรมของตัวต้านทาน 3 ตัว

4. เปิดสวิตช์ของแหล่งจ่ายไฟฟ้า
กระแสตรง และค่อย ๆ ปรับแรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 0, 2, 5, 10, 15 และ 20 V ตามลำดับ
5. อ่านค่าผลรวมของกระแสไฟฟ้า (I_T) ที่ผ่านมัลติมิเตอร์วัดกระแสไฟฟ้ากระแสตรง (DCA) แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 1.2.3
6. อ่านค่าแรงดันไฟฟ้า V_1 , V_2 และ V_3 จากมัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟฟ้า แล้วบันทึกค่าลงในตารางที่ 1.2.3
7. คำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าจากวงจร เปรียบเทียบกับผลการปฏิบัติ แล้วบันทึกผลการคำนวณลงในตารางที่ 1.2.4

ตารางที่ 1.2.3 บันทึกผลการปฏิบัติค่าแรงดันไฟฟ้า

แรงดันไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า (E)	0	2	5	10	15	20	หน่วย (V)
I (mA)							mA
V_1 (V)							V
V_2 (V)							V
V_3 (V)							V
$V_T = V_1 + V_2 + V_3$							V
$P_T = I \times V_T$ (W)							W