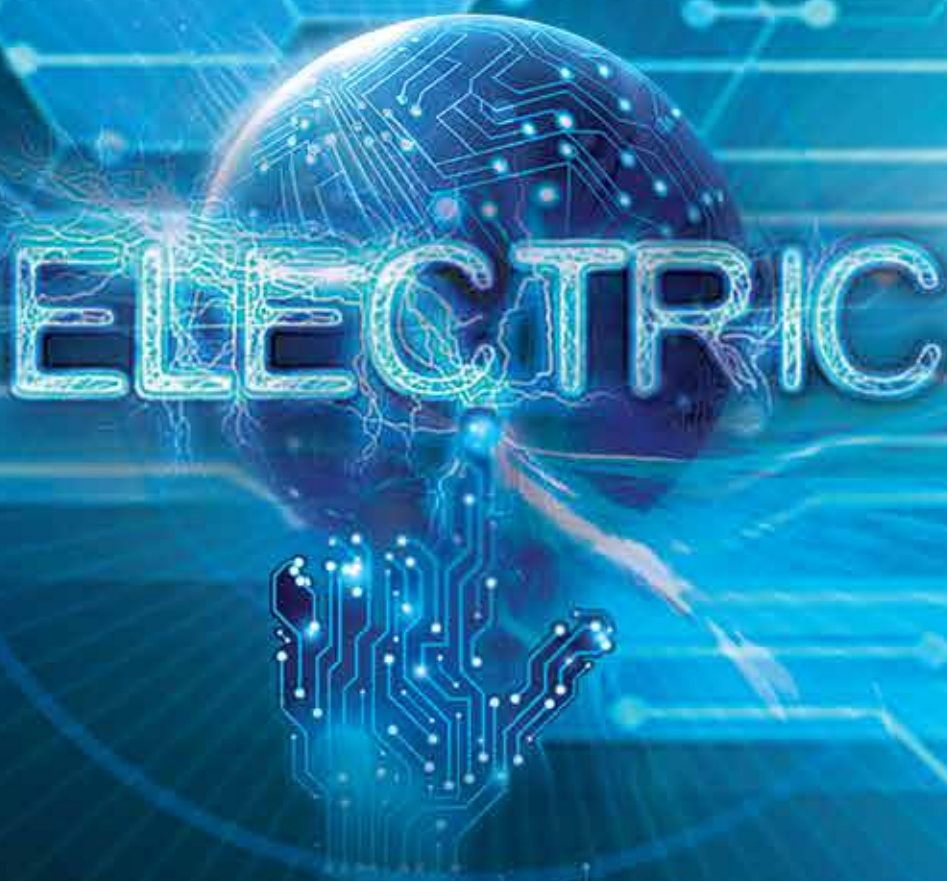




วงจรไฟฟ้า 1

Electric Circuit 1



สาขัณต์ ชีณอาร์มย์

120.-



วงจรไฟฟ้า 1

(Electric Circuit 1)

รหัสวิชา 30104-1002

ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พุทธศักราช 2563
ใช้ได้กับหลักสูตรปริญญาตรีและผู้ที่สนใจในงานไฟฟ้าทั่วไป
สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.)
กระทรวงศึกษาธิการ



เรียบเรียงโดย
สายันต์ ชื่นอารมย์

วงจรไฟฟ้า 1

(Electric Circuit 1)

ข้อมูลทางบรรณานุกรมของสำนักหอสมุดแห่งชาติ

สายันต์ ชื่นอารมย์.

วงจรไฟฟ้า 1.-- กรุงเทพฯ : วังอักษร, 2564.

280 หน้า.

1. วงจรไฟฟ้า. 2. วงจรไฟฟ้า--การวิเคราะห์. I. ชื่อเรื่อง.

621.3192

ISBN 978-616-495-189-1

จัดพิมพ์และจำหน่ายโดย...



บริษัท วังอักษร จำกัด

69/3 ถนนอรุณอมรินทร์ แขวงวัดอรุณ เขตบางกอกใหญ่ กรุงเทพฯ 10600

โทร. 0-2472-3293-5 โทรสาร 0-2891-0742 Mobile : 08-8585-1521

e-Mail : wangaksorn9@gmail.com

Facebook : สำนักพิมพ์ วังอักษร

<http://www.wangaksorn.com>

ID Line : @wangaksorn



พิมพ์ครั้งที่ 1 พ.ศ. 2564

สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ พ.ศ. 2561

โดยบริษัท วังอักษร จำกัด ห้ามนำส่วนใดส่วนหนึ่งของหนังสือเล่มนี้ไปทำซ้ำ

ดัดแปลง หรือเผยแพร่ต่อสาธารณชน ไม่ว่ารูปแบบใด ๆ

นอกจากได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรล่วงหน้าจากทางบริษัทฯ เท่านั้น

ชื่อและเครื่องหมายการค้าอื่น ๆ ที่อ้างอิงในหนังสือฉบับนี้

เป็นสิทธิโดยชอบด้วยกฎหมายของเจ้าของแต่ละราย

โดยบริษัท วังอักษร จำกัด มิได้อ้างความเป็นเจ้าของแต่อย่างใด

วงจรไฟฟ้า 1

(Electric Circuit 1)

รหัสวิชา 30104-1002



จุดประสงค์รายวิชา เพื่อให้

1. เข้าใจหลักการและทฤษฎีวงจรไฟฟ้า
2. สามารถคำนวณหาค่าความต้านทาน กระแส แรงดัน กำลังไฟฟ้าและตรวจสอบแก้ไขหาข้อบกพร่องของวงจร
3. มีกิจนิสัยในการทำงานร่วมกับผู้อื่นด้วยความประณีต รอบคอบ และปลอดภัย



สมรรถนะรายวิชา

1. แสดงความรู้เกี่ยวกับกฎ ทฤษฎีวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ
2. คำนวณและวัดค่าปริมาณต่าง ๆ ของระบบไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับ
3. ทดสอบ จำลองการทำงานวงจรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



คำอธิบายรายวิชา

ศึกษาและปฏิบัติเกี่ยวกับองค์ประกอบของวงจร วงจรแบบตัวต้านทาน แหล่งกำเนิดแบบอิสระและไม่อิสระ วิเคราะห์วงจรด้วยกฎของเคอร์ชอฟฟ์ ด้วยวิธีโนดและเมช ทฤษฎีการวางซ้อน ทฤษฎีของเทวินินและนอร์ตัน วงจรออปแอมป์ คาปาซิเตอร์และอินดักเตอร์ วงจรลำดับที่หนึ่งและวงจรลำดับที่สอง ผลตอบสนองในสภาวะทรานเซียนต์ต่อแรงดันกระแสตรง วงจรแม่เหล็กไฟฟ้า ความเหนี่ยวนำร่วม วงจรไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นไซน์และแผนผังเฟสเซอร์ อิมพีแดนซ์ แอดมินแดนซ์ วงจรเรโซแนนซ์ โลกัสไดอะแกรม กำลังไฟฟ้าและการปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า วงจรไฟฟ้าหนึ่งเฟสและหลายเฟส การวัดกำลังไฟฟ้า การจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



วิชาวงจรไฟฟ้า 1 รหัสวิชา 30104 - 1002 จัดอยู่ในหมวดวิชาสมรรถนะวิชาชีพ กลุ่มสมรรถนะวิชาชีพพื้นฐาน ประเภทวิชาอุตสาหกรรม สาขาวิชาไฟฟ้า ตามหลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง พ.ศ. 2563 สำนักงานคณะกรรมการการอาชีวศึกษา (สอศ.) กระทรวงศึกษาธิการ ผู้เขียนได้บริหารสาระการเรียนรู้ แบ่งเป็น 10 บทเรียน ได้จัดการจัดการเรียนรู้/แผนการสอนที่มุ่งเน้นฐานสมรรถนะ (Competency Based) และการบูรณาการ (Integrated) ตรงตามจุดประสงค์รายวิชา สมรรถนะรายวิชา คำอธิบายรายวิชา ในแต่ละบทเรียนมุ่งให้ความสำคัญส่วนที่เป็นความรู้ ทฤษฎี หลักการ กระบวนการ ตัวอย่างแบบฝึกปฏิบัติและคำถามเพื่อการทบทวน เพื่อฝึกทักษะประสบการณ์ เร่งพัฒนาบทบาทของผู้เรียนเป็นผู้จัดการแสวงหาความรู้ (Explorer) เป็นผู้สอนตนเองได้ สร้างองค์ความรู้ใหม่ และบทบาทของผู้สอนเปลี่ยนจากผู้ให้ความรู้มาเป็นผู้จัดการชี้แนะ (Teacher Roles) จัดสิ่งแวดล้อมเอื้ออำนวยต่อความสนใจเรียนรู้และเป็นผู้ร่วมเรียนรู้ (Co-investigator) จัดห้องเรียนเป็นสถานที่ทำงานร่วมกัน (Learning Context) จัดกลุ่มเรียนรู้ให้รู้จักทำงานร่วมกัน (Grouping) ฝึกความใจกว้าง มุ่งสร้างสรรค์คนรุ่นใหม่ สอนความสามารถที่นำไปทำงานได้ (Competency) สอนความรัก ความเมตตา (Compassion) ความเชื่อมั่น ความซื่อสัตย์ (Trust) เป้าหมายอาชีพอันยังประโยชน์ (Productive Career) และชีวิตที่มีศักดิ์ศรี (Noble Life) เหนือสิ่งอื่นใด เป็นคนดีทั้งกาย วาจา ใจ มีคุณธรรม จรรยาบรรณทางธุรกิจและวิชาชีพ

ส่งเสริมสนับสนุนยุทธศาสตร์การพัฒนาระบบคุณวุฒิวิชาชีพ (Vocational Qualification System) สอดคล้องตามมาตรฐานอาชีพ (Occupational Standard) สร้างภูมิคุ้มกัน เพิ่มขีดความสามารถในการแข่งขันของประเทศกำลังแรงงานการพัฒนามาตรฐานการปฏิบัติงานระดับชาติ (National Benchmarking) และการวิเคราะห์หน้าที่การงาน (Functional Analysis) เพื่อให้เกิดผลสำเร็จในภาคธุรกิจ อุตสาหกรรม ทุกสาขาอาชีพ เป็นการสร้างความพร้อมของผู้เรียนเข้าสู่สนามการแข่งขันในประชาคมอาเซียน

สวัสดี ชื่นอารมย์



บทที่ 1	ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า	1
	องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า	3
	แหล่งกำเนิดไฟฟ้า	6
	วงจรแบบตัวต้านทาน	8
	การจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์	13
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	17
	ใบงานที่ 1.1 วงจรอนุกรมของตัวต้านทาน	21
	ใบงานที่ 1.2 วงจรขนานของตัวต้านทาน	23
	ใบงานที่ 1.3 ใช้โปรแกรม PSPICE ทดสอบวงจรผสมของตัวต้านทาน	25
บทที่ 2	การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยกฎ และทฤษฎีวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ (ตอนที่ 1)	26
	กฎของเคอร์ชอฟฟ์	28
	วิธีเมชเคอร์เรนต์	32
	วิธีโนดโวลเตจ	33
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	36
	ใบงานที่ 2.1 กฎของเคอร์ชอฟฟ์	40
	ใบงานที่ 2.2 วิธีเมชเคอร์เรนต์	42
	ใบงานที่ 2.3 วิธีโนดโวลเตจ	44
	ใบงานที่ 2.4 ใช้โปรแกรม PSPICE ทดสอบวงจรไฟฟ้าโดยใช้วิธีกระแสไฟฟ้าแบบเมช	46
บทที่ 3	การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าด้วยกฎ และทฤษฎีวงจรไฟฟ้าต่าง ๆ (ตอนที่ 2)	47
	ทฤษฎีการวางซ้อน	49
	ทฤษฎีเทวินิน	53
	ทฤษฎีโนร์ตัน	61
	แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	67
	ใบงานที่ 3.1 ทฤษฎีการวางซ้อน	71
	ใบงานที่ 3.2 ทฤษฎีเทวินินและทฤษฎีโนร์ตัน	73
	ใบงานที่ 3.3 ใช้โปรแกรม PSPICE ทดสอบวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีการวางซ้อน	75
	ใบงานที่ 3.4 ใช้โปรแกรม PSPICE ทดสอบวงจรไฟฟ้าโดยใช้ทฤษฎีเทวินินและทฤษฎีโนร์ตัน	76



บทที่ 4 วงจรออปแอมป์ คาปาซิเตอร์และอินดักเตอร์	77
วงจรออปแอมป์	79
คาปาซิเตอร์	84
อินดักเตอร์	91
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	97
ใบงานที่ 4.1 วงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า	101
ใบงานที่ 4.2 วงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส	103
ใบงานที่ 4.3 วัดค่าความจุไฟฟ้าจากตัวเก็บประจุไฟฟ้า	105
ใบงานที่ 4.4 วัดค่าความเหนี่ยวนำไฟฟ้าจากขดลวด	107
 บทที่ 5 ผลตอบสนองของอุปกรณ์ RLC ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง	 109
บทนำ	111
วงจรอันดับหนึ่งของวงจร RC และวงจร RL	111
วงจรอันดับสองของวงจร RLC อนุกรม	121
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	131
ใบงานที่ 5.1 วงจรอันดับหนึ่ง	135
ใบงานที่ 5.2 วงจรอันดับสอง	137
 บทที่ 6 วงจรแม่เหล็กไฟฟ้าและความเหนี่ยวนำร่วม	 139
การเกิดสนามแม่เหล็กจากกระแสไฟฟ้า	141
การเหนี่ยวนำแม่เหล็กไฟฟ้า	143
กฎการเหนี่ยวนำของฟาราเดย์	144
ทิศทางของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	146
การคำนวณหาค่าแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	148
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	153
ใบงานที่ 6.1 การเหนี่ยวนำร่วมกัน	156
ใบงานที่ 6.2 ทิศทางของกระแสไฟฟ้าและแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำ	157



บทที่ 7 วงจรไฟฟ้ากระแสสลับเบื้องต้น 158

บทนำ	160
ไฟฟ้ากระแสสลับรูปคลื่นไซน์	160
แผนผังเฟสเซอร์	163
อิมพีแดนซ์และแอดมิตแตนซ์	165
วงจรเรโซแนนซ์	163
ตัวประกอบคุณภาพของวงจรเรโซแนนซ์อนุกรม	171
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	175
ใบงานที่ 7.1 อิมพีแดนซ์และแอดมิตแตนซ์ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ	179
ใบงานที่ 7.2 วงจรเรโซแนนซ์อนุกรม	181

บทที่ 8 กำลังไฟฟ้าและการปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์ 183

บทนำ	185
กำลังไฟฟ้า	185
เพาเวอร์ไทแรนเงอ	187
เพาเวอร์แฟกเตอร์	188
การหาค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์	189
การปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์	194
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	200
ใบงานที่ 8.1 การแก้เพาเวอร์แฟกเตอร์ให้กับอินดักชันมอเตอร์ 1 เฟส	204

บทที่ 9 ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 205

บทนำ	207
ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส	207
ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 2 เฟส	210
ระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	211
การกำเนิดแรงดันไฟฟ้า 3 เฟส	211
การลำดับเฟสของระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	212
การต่อขดลวดที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้า 3 เฟส	216
ตัวอย่างการคำนวณระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส	224
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	235



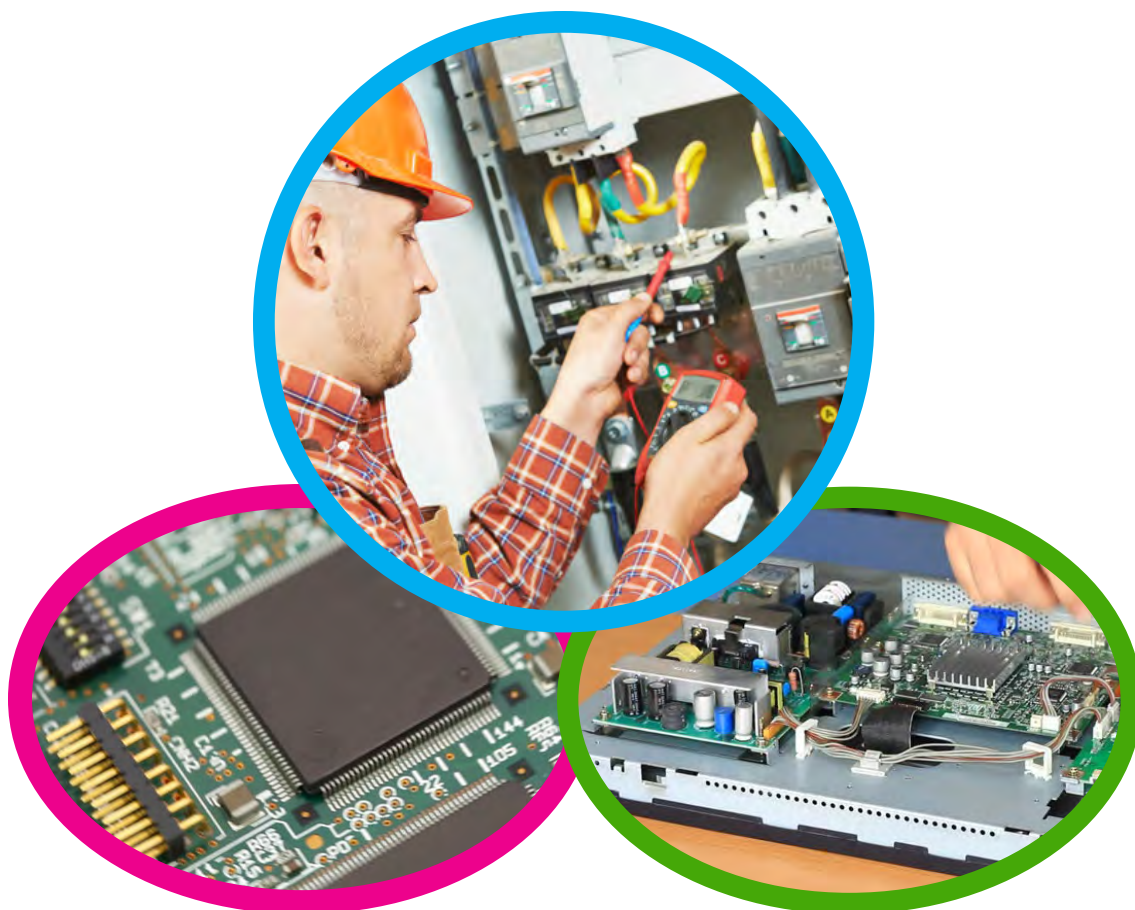
บทที่ 10 การวัดกำลังไฟฟ้า 3 เฟส 239

บทนำ	241
การวัดกำลังไฟฟ้าด้วยวัตต์มิเตอร์ 3 ตัว	241
การวัดกำลังไฟฟ้าด้วยวัตต์มิเตอร์ 2 ตัว	245
การปรับปรุงเพาเวอร์แฟกเตอร์	256
แบบทดสอบและกิจกรรมการฝึกทักษะ	259

คำถามเพื่อการทบทวน 263

คำศัพท์ 267

บรรณานุกรม 271



บทที่

1

ความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

แนวคิด

ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า เป็นการศึกษาถึงองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าที่ประกอบด้วย แหล่งกำเนิดไฟฟ้า โหลด และตัวนำไฟฟ้า ทำให้เกิดค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้า และกำลังไฟฟ้า ในระบบของวงจรไฟฟ้า

ในทุกสาขาของวิศวกรรมไฟฟ้า เช่น สาขาอิเล็กทรอนิกส์ สื่อสาร และโทรคมนาคม ฯลฯ ล้วนใช้ ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าแทบทั้งสิ้น จึงเป็นสิ่งสำคัญที่จะต้องเรียนรู้ให้เข้าใจและสามารถแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ลงได้โดยง่าย เพื่อเป็นบันไดต่อไปในการเรียนรู้ระดับที่สูงขึ้น

สาระการเรียนรู้

1. องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า
2. แหล่งกำเนิดไฟฟ้า
3. วงจรแบบตัวต้านทาน
4. การจำลองการทำงานของวงจรด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

สมรรถนะประจำบท

1. คำนวณและวัดค่าปริมาณกระแสไฟฟ้า และแรงดันไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทานแบบผสม





จุดประสงค์เชิงพฤติกรรม (Behavioral Objectives)

หลังจากศึกษาจบบทเรียนนี้แล้ว นักศึกษาจะมีความสามารถดังนี้

1. จำแนกองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า
2. อธิบายกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าที่ดูดกลืนโดยโหลด
3. อธิบายแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบอิสระ และแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบไม่อิสระ
4. คำนวณค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและความต้านทานในวงจรไฟฟ้าแบบอนุกรม
5. ทดสอบค่ากระแสไฟฟ้า แรงดันไฟฟ้าและความต้านทานในวงจรไฟฟ้าแบบขนาน
6. คำนวณค่าปริมาณไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าในวงจรตัวต้านทานแบบผสม
7. สาธิตการจำลองการทำงานของวงจรไฟฟ้าด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์



บทที่

1

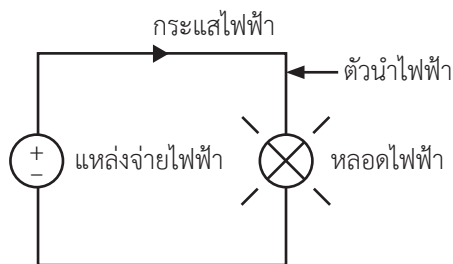
ความรู้พื้นฐาน เกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า



องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้า

องค์ประกอบของวงจรในระบบไฟฟ้า เรียกว่า **วงจรไฟฟ้า (Electric Circuits)** คือ เส้นทาง
การไหลของกระแสไฟฟ้าที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดหรือแหล่งจ่ายไฟฟ้า (Electric Source) โหลด (Load)
หรือภาระไฟฟ้าและตัวนำไฟฟ้า (Electric Conductor)

แหล่งจ่ายไฟฟ้าหรือซอร์สจะต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับโหลด โดยมีตัวนำไฟฟ้าทำหน้าที่เชื่อมโยง
กระแสไฟฟ้าให้กับโหลด แสดงดังรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 วงจรไฟฟ้า

อย่างไรก็ตาม การวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าที่แม่นยำและถูกต้องจึงต้องทำด้วยหลักการทางด้านวิชาการ
ที่อ้างอิงและเชื่อถือได้ เช่น การวิเคราะห์ทางด้านแหล่งจ่ายไฟฟ้าว่าจะสามารถส่งจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงสุด



4

บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

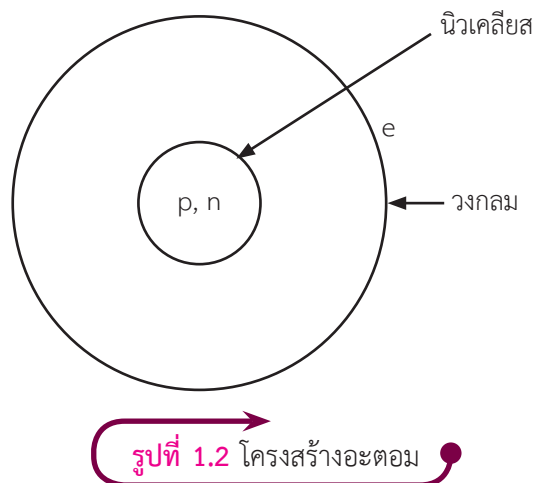
ได้มาก - น้อยเพียงใด ความสามารถของลวดตัวนำไฟฟ้าที่จะต้องทนต่อการไหลของกระแสไฟฟ้า และ ปริมาณกระแสไฟฟ้าสูงสุดที่ยังคงทำให้ลวดไฟฟ้าสว่างได้ เป็นต้น

ประจุไฟฟ้า

อะตอม (Atom) คือ อนุภาคที่เล็กที่สุดของสสารซึ่งมีอนุภาคมูลฐาน 3 อนุภาค คือ นิวตรอน (Neutron, n), โปรตอน (Proton, p) และอิเล็กตรอน (Electron, e)

ประจุไฟฟ้า (Charge) คือ สมบัติไฟฟ้าของอะตอม กล่าวคือ นิวตรอนแสดงสมบัติเป็นกลางทางไฟฟ้า (มีประจุไฟฟ้าบวกเท่ากับประจุไฟฟ้าลบ) แสดงด้วยชนิดของประจุไฟฟ้า คือ 0 โปรตอนแสดงสมบัติเป็นประจุไฟฟ้าบวก แสดงด้วยชนิดของประจุไฟฟ้าคือ +1 และอิเล็กตรอนแสดงสมบัติเป็นประจุไฟฟ้าลบ แสดงด้วยชนิดของประจุไฟฟ้าคือ -1

อะตอมมีลักษณะเป็นวงกลมประกอบด้วยโปรตอนและนิวตรอนอยู่ภายในนิวเคลียส (Nucleus) และมีอิเล็กตรอนวิ่งอยู่รอบนอก แสดงในรูปที่ 1.2



กระแสไฟฟ้า

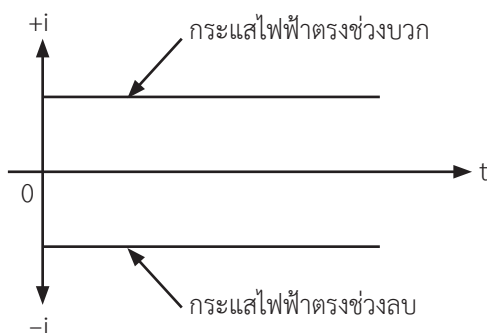
เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำกับอะตอมจะทำให้อิเล็กตรอนหลุดออกได้ เกิดการไหลของอิเล็กตรอน ซึ่งกระแสไฟฟ้า (Electric Current) คือ การเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนโดยไหลจากประจุไฟฟ้าลบไปหาประจุไฟฟ้าบวก แต่การไหลของกระแสไฟฟ้ามีข้อตกลงกันเป็นมาตรฐานโลก คือ ให้ไหลจากประจุไฟฟ้าบวกไปหาประจุไฟฟ้าลบ

กระแสไฟฟ้ามีหน่วยเป็นแอมแปร์ (Ampere, A) โดยวัดจากการเปลี่ยนแปลงประจุไฟฟ้าเทียบกับเวลา

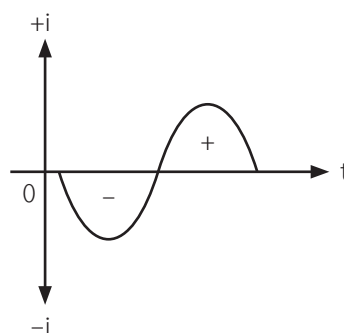
$$i = \frac{dq}{dt} \dots\dots\dots (1.1)$$



กระแสไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ กระแสไฟฟ้าสลับ (Alternating Current, AC) และกระแสไฟฟ้าตรง (Direct Current, DC) แสดงในรูปที่ 1.3



(ก) กระแสไฟฟ้าตรง (DC)



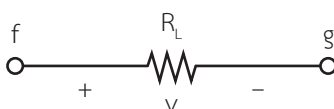
(ข) กระแสไฟฟ้าสลับ (AC)

รูปที่ 1.3 รูปคลื่นกระแสไฟฟ้า DC และ AC

กระแสไฟฟ้าตรงจะมีค่าคงที่และไม่เปลี่ยนแปลงตามเวลา ส่วนกระแสไฟฟ้าสลับจะเปลี่ยนแปลงตามเวลามีทั้งเฟสลบและเฟสบวก

แรงดันไฟฟ้า

อิเล็กทรอนิกส์จะหลุดออกจากวงจรได้จะต้องมีแรงภายนอกมากระทำกับอะตอม แรงภายนอกดังกล่าว คือ แรงดันไฟฟ้า (Electromotive Force, EMF)



รูปที่ 1.4 แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_L

พิจารณารูปที่ 1.4 แสดงขั้วของแรงดันไฟฟ้า ซึ่งขั้ว f มีศักย์ไฟฟ้าบวก ส่วนขั้ว g มีศักย์ไฟฟ้าลบ แรงดันไฟฟ้า v_{fg} คือ แรงดันไฟฟ้าที่จุด f เทียบกับจุด g (ให้จุด g เป็นแรงดันไฟฟ้าอ้างอิง) เท่ากับ v แต่ถ้าให้จุด f เป็นแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงจะได้ $v_{gf} = -v$



6

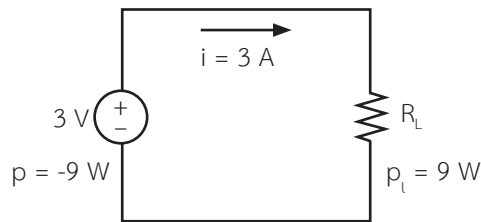
บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้าและพลังงานไฟฟ้า

กำลังไฟฟ้า (Power, p) คือ อัตราการใช้พลังงานไฟฟ้ามีหน่วยเป็นวัตต์ (Watt, W)

$$P = \frac{dw}{dt} = vi \quad \dots\dots\dots (1.2)$$

ปกติแล้ว v กับ i เป็นฟังก์ชันของเวลา ทำให้ p เป็นปริมาณที่เปลี่ยนแปลงตามเวลาเรียกว่า กำลังไฟฟ้าชั่วขณะ (Instantaneous Power)



รูปที่ 1.5 กำลังไฟฟ้าที่จ่ายและกำลังไฟฟ้าที่ดูดกลืน

พิจารณารูปที่ 1.5 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 3 V ทำให้เกิดกระแสไฟฟ้า i เท่ากับ 3 A กำลังไฟฟ้าที่โหลด R_L คือ $(3)(3) = 9$ W เป็นกำลังไฟฟ้าที่ดูดกลืน ส่วนกำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกจากแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า คือ -9 W นั้นหมายความว่า กำลังไฟฟ้าที่จ่ายออกจากแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าจะเท่ากับ กำลังไฟฟ้าที่ดูดกลืนโดย R_L เสมอ

พลังงานไฟฟ้า คือ ความสามารถในการทำงาน มีหน่วยเป็นจูล (Joules, J) ซึ่งการวัดพลังงานไฟฟ้าจะวัดเทียบกับค่าของเวลา คือ วัตต์ - ชั่วโมง (Watt - hours, Wh)

$$\text{จะได้ } 1 \text{ Wh} = 3,600 \text{ J}$$



แหล่งกำเนิดไฟฟ้า

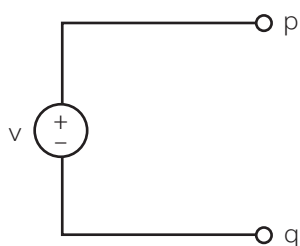
องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้ามี 2 ชนิด คือ **แพสซีฟ (Passive Element)** กับ **แอกทีฟ (Active Element)** ซึ่งองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าแบบแพสซีฟจะไม่สามารถกำเนิดพลังงานได้ เช่น อนุภาคตัวต้านทาน (R) ตัวเหนี่ยวนำไฟฟ้า (L) และตัวเก็บประจุไฟฟ้า (C) ส่วนองค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าแบบแอกทีฟจะกำเนิดพลังงานได้ เช่น ทรานซิสเตอร์ (Transistor) โอปออปแอมป์ (Operation Amplifier, IC) แบตเตอรี่ เป็นต้น



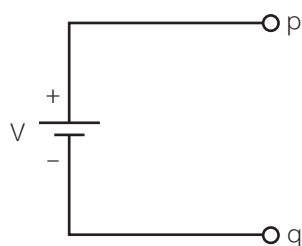
องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าแบบแอคทีฟมี 2 ชนิด คือ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบอิสระ (Independent Source, IS) และ แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบไม่อิสระ (Dependent Source, DS) โดยมีทั้งแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า (Voltage Source) กับแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า (Current Source)

แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบอิสระ

แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบอิสระ ประกอบด้วยแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบอิสระ และแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบอิสระ



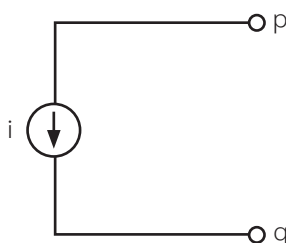
(ก) แรงดันไฟฟ้าคงที่
หรือแรงดันไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา



(ข) แรงดันไฟฟ้าตรงคงที่

รูปที่ 1.6 แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบอิสระ

พิจารณารูปที่ 1.6 แสดงแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบอิสระ โดยแรงดันไฟฟ้าที่ขั้ว pq จะไม่ขึ้นอยู่กับตัวแปรใด ๆ ส่วนแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบอิสระแสดงในรูปที่ 1.7 โดยหัวลูกศรจะแสดงทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า



รูปที่ 1.7 แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบอิสระ

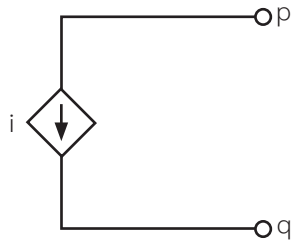
แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบไม่อิสระ

แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบไม่อิสระมีทั้งแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าและแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าแสดงในรูปที่ 1.8

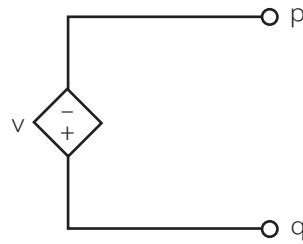


8

บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า



(ก) แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าแบบไม่อิสระ



(ข) แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าแบบไม่อิสระ

รูปที่ 1.8 แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบไม่อิสระ

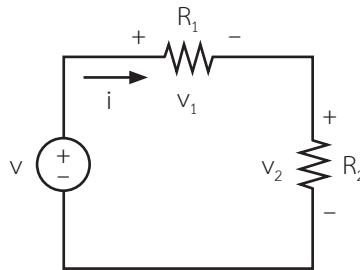
อย่างไรก็ตาม แหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบไม่อิสระ คือ องค์ประกอบของวงจรไฟฟ้าแบบแอคทีฟสองขั้ว pq ที่ถูกควบคุมด้วยกระแสไฟฟ้าหรือแรงดันไฟฟ้าให้กับระบบ



วงจรแบบตัวต้านทาน

วงจรแบบตัวต้านทาน มี 3 ชนิด คือ วงจรตัวต้านทานแบบอนุกรม (Series Resistor Circuit) วงจรตัวต้านทานแบบขนาน (Parallel Resistor Circuit) และวงจรตัวต้านทานแบบผสม (Compound Resistor Circuit)

วงจรตัวต้านทานแบบอนุกรม



รูปที่ 1.9 วงจรตัวต้านทานแบบอนุกรม

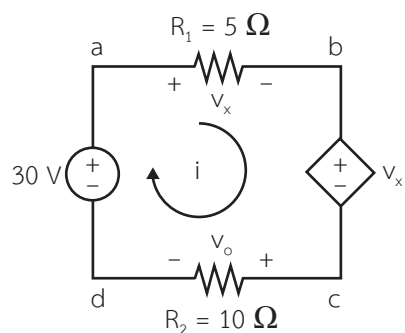
ตัวอย่างวงจรตัวต้านทานแบบอนุกรมแสดงดังรูปที่ 1.9 มีรายละเอียดดังนี้

1. ความต้านทานรวม $R_t = R_1 + R_2$
2. กระแสไฟฟ้ารวม $i = \frac{V}{R_t} = \frac{V}{R_1 + R_2}$



3. กำหนด v_1 คือ แรงดันไฟฟ้าตกคร่อม R_1 และ v_2 คือ แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมตัว R_2
 จะได้ $v_1 = iR_1$, $v_2 = iR_2$
 ดังนั้น $v = v_1 + v_2 = i(R_1 + R_2)$

ตัวอย่างที่ 1.1 จากวงจรในรูปที่ 1.10 จงคำนวณหา v_x และ v_o .



รูปที่ 1.10 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1.1

วิธีทำ (1) ใช้กฎแรงดันไฟฟ้าของเคอร์ชอฟฟ์ (KVL) วิเคราะห์ลูป (Loop)

$$\begin{aligned} \text{จะได้ } iR_1 + v_x + iR_2 - 30 &= 0 \\ 5i + v_x + 10i - 30 &= 0 \end{aligned} \quad \text{.....(1.3)}$$

$$\text{แต่ } v_x = iR_1 = 5i \quad \text{.....(1.4)}$$

นำ $v_x = 5i$ แทนลงในสมการ (1.3)

$$\text{จะได้ } 5i + 5i + 10i - 30 = 0$$

$$20i = 30$$

$$i = 1.5 \text{ A}$$

$$(2) \text{ แรงดันไฟฟ้า} \quad v_x = 5i = (5)(1.5) = 7.50 \text{ V}$$

$$\text{แรงดันไฟฟ้า} \quad v_o = iR_2 = (1.5)(10) = 15 \text{ V}$$

$$\therefore v_o = v_{CD} = 15 \text{ V}$$

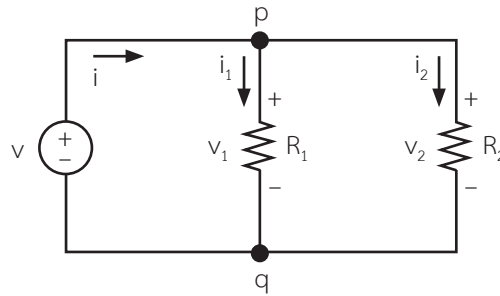
ตอบ



10

บทที่ 1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับวงจรไฟฟ้า

วงจรตัวต้านทานแบบขนาน



รูปที่ 1.11 วงจรตัวต้านทานแบบขนาน

ตัวอย่างวงจรตัวต้านทานแบบขนานแสดงดังรูปที่ 1.11 มีรายละเอียดดังนี้

1. ความต้านทานรวม R_t มาจาก $\frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}$

$$R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

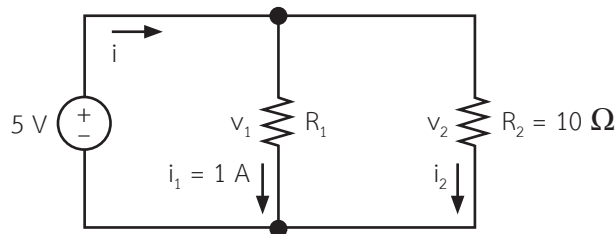
2. กระแสไฟฟ้ารวม $i = i_1 + i_2$

$$= \frac{V}{R_1} + \frac{V}{R_2} = V \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

3. แรงดันไฟฟ้า $v_1 = v_2 = v_{pq}$

ดังนั้น $i_1 R_1 = i_2 R_2$

ตัวอย่างที่ 1.2 จากรูปที่ 1.12 จงคำนวณค่า R_1 , i_2 , i และ R_t



รูปที่ 1.12 ภาพประกอบตัวอย่างที่ 1.2



วิธีทำ

$$(1) \quad R_1 = \frac{5}{i_1} = \frac{5}{1} = 5 \, \Omega$$

$$(2) \quad i_2 = \frac{5}{R_2} = \frac{5}{10} = 0.5 \, \text{A}$$

$$(3) \quad i = i_1 + i_2 = 1 + 0.5 = 1.5 \, \text{A}$$

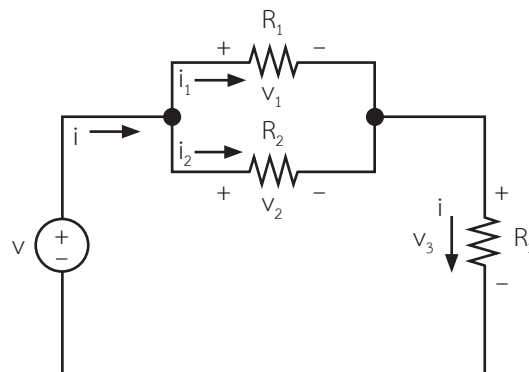
$$(4) \quad R_t = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} = \frac{(5)(10)}{15} = 3.33 \, \Omega$$

หรือ $R_t = \frac{5}{1.5} = 3.33 \, \text{A}$

ตอบ

วงจรตัวต้านทานแบบผสม

วงจรตัวต้านทานแบบผสมมีรูปแบบวงจรไม่แน่นอน แต่ต้องอาศัยหลักการทางวงจรไฟฟ้าอนุกรมกับวงจรไฟฟ้าขนานเข้ามาแก้ปัญหา ซึ่งตัวอย่างวงจรตัวต้านทานแบบผสมแสดงในรูปที่ 1.13 มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 1.13 วงจรตัวต้านทานแบบผสม

1. เป็นวงจรผสมแบบวงจรขนาน - อนุกรม (Parallel - Series Resistor Circuit) ต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้า v

ความต้านทานรวม $R_t = (R_1 // R_2) + R_3$

$$= \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2} + R_3$$